

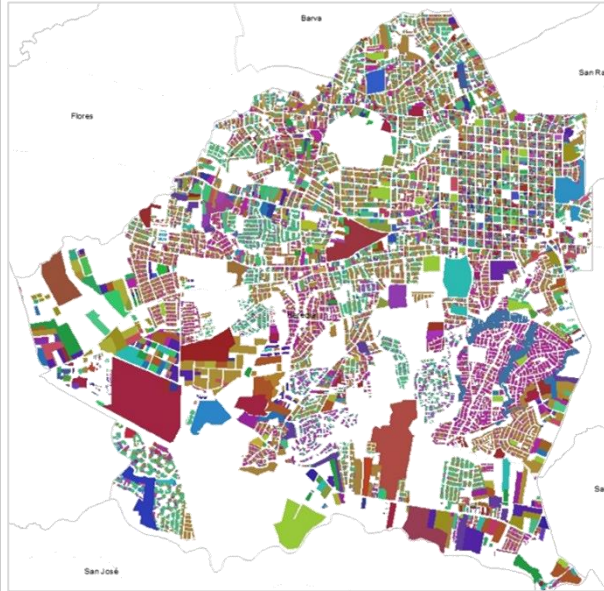


GRMA – Costa Rica

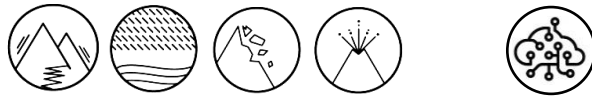
Estado de avance del plan general de trabajo

Alcance de la consultoría

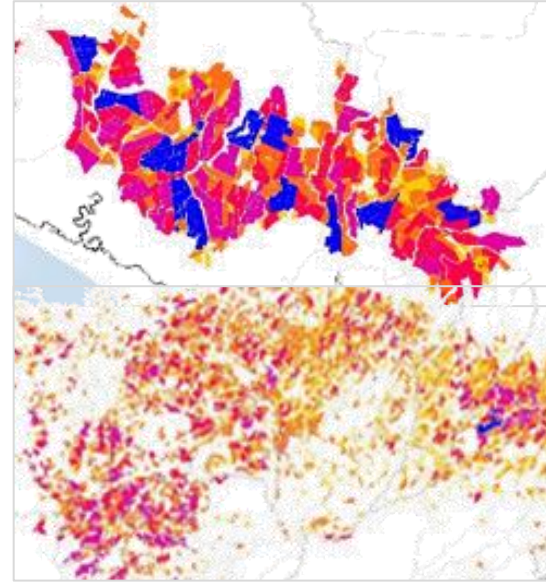
Proyecto Estratégico Heredia



Proyecto Operacional 1 Ruta Nacional 2



Proyecto Operacional 2 Agropecuario



Proyecto Operacional 3 Fu-Turismo

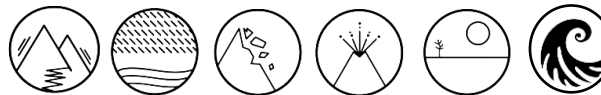


Programa de
capacitación



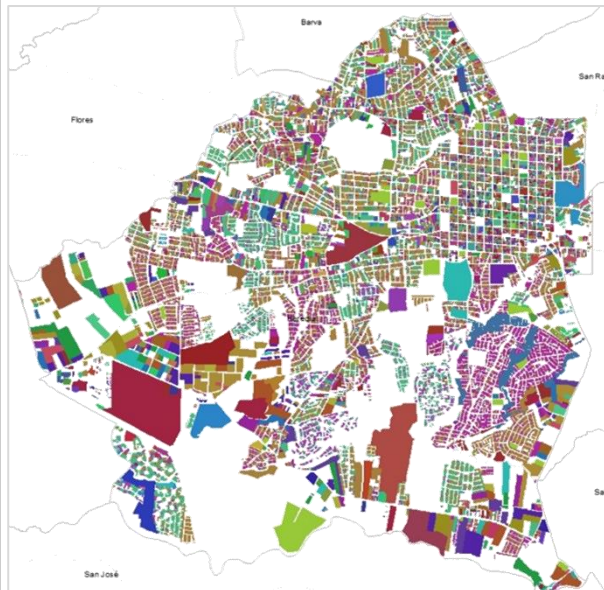
CAPRA ROBOT

Fundamentos → Modelación → Aplicaciones



Proyecto Estratégico – Heredia

Proyecto Estratégico Heredia



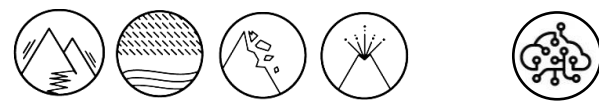
Evaluación multi-amenaza del riesgo en infraestructura crítica de Heredia para demostrar un marco para la evaluación de riesgos de infraestructura

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																



Proyecto Operacional 1 – Ruta Nacional 2

Proyecto Operacional 1 Ruta Nacional 2



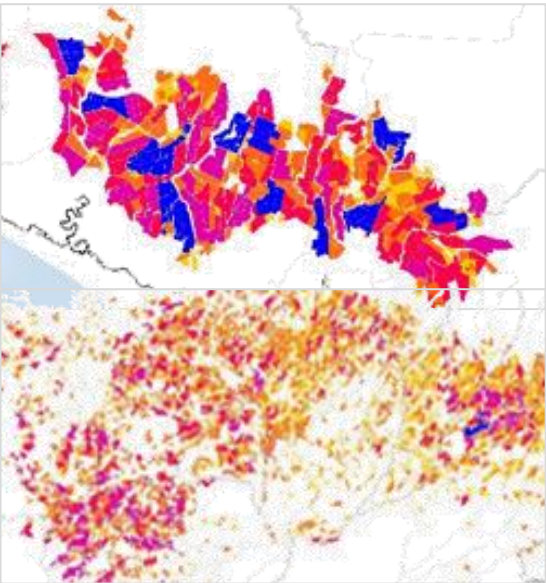
Evaluación multi-amenaza del riesgo en la infraestructura vial principal

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								■			■	■	■	■	■		



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																



Proyecto Operacional 3 – Fu-Turismo

Proyecto Operacional 3 Fu-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																	



Programa de capacitación

Programa de capacitación



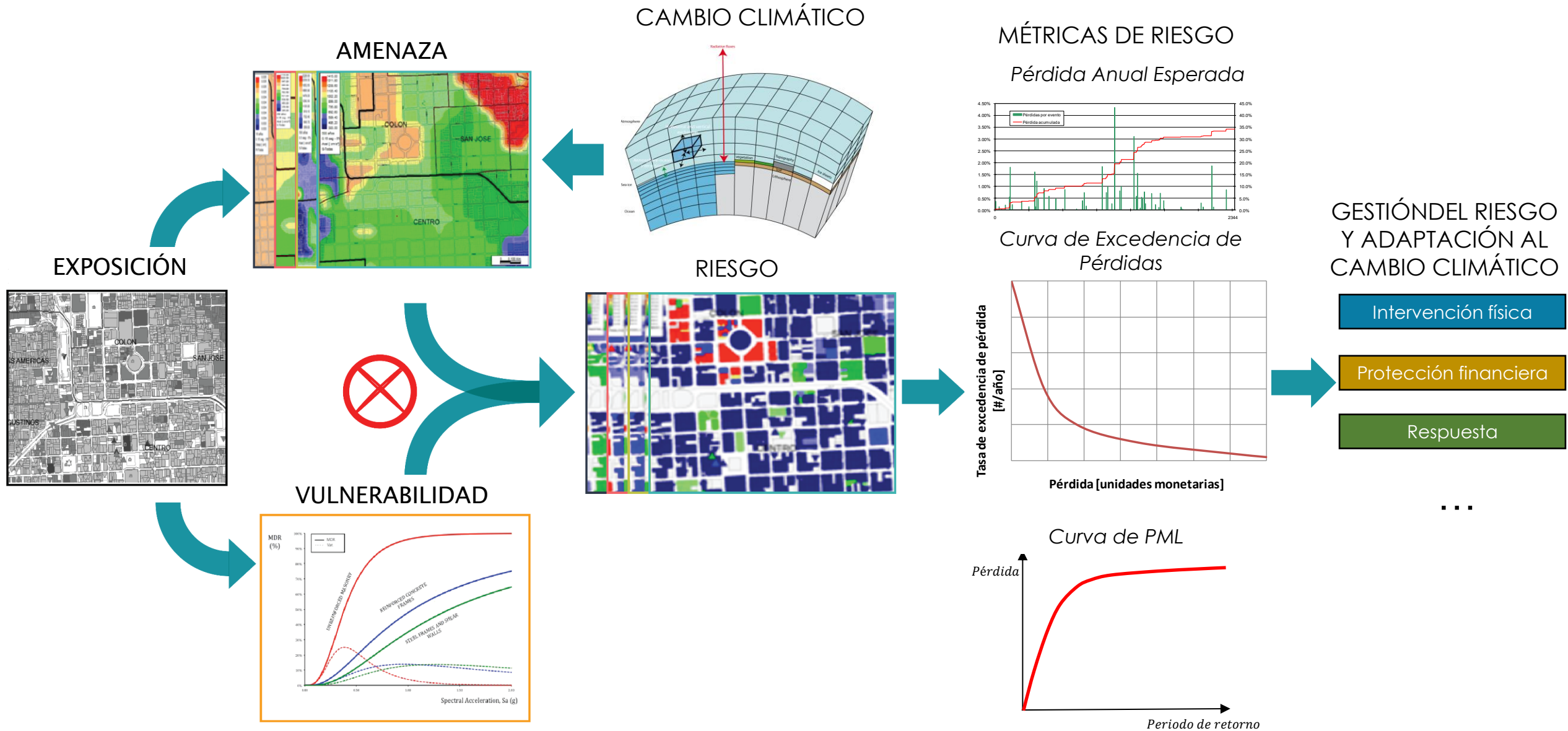
Fundamentos → Modelación → Aplicaciones

Construcción de capacidades en evaluación del riesgo climático y de desastres

Tarea	15 Ene 25	Mes														15 Abr 26
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Programa de capacitación																
Curso virtual - Módulo 1																
Curso virtual - Módulo 2																
Curso virtual - Módulo 3																
Taller 1																
Taller 2																
Taller 3																
Taller 4																
Reunión de trabajo con GTT 1																
Reunión de trabajo con GTT 2																
Reunión de trabajo con GTT 3																
Reunión de trabajo con GTT 4																



Evaluación del riesgo





www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com

Día 1

Día 2

Día 3

Día 4

Mañana
9:00 – 12:30

**Avance general
proyecto GRMA**

**GTT: Ruta
Nacional 2**

GTT: Heredia

**Conferencia
(UCR Lanamme)**

Tarde
14:00 – 17:30

**Programa de
capacitación.
Sesión hands-on**

**GTT:
Agropecuario**

GTT: Fu-Turismo

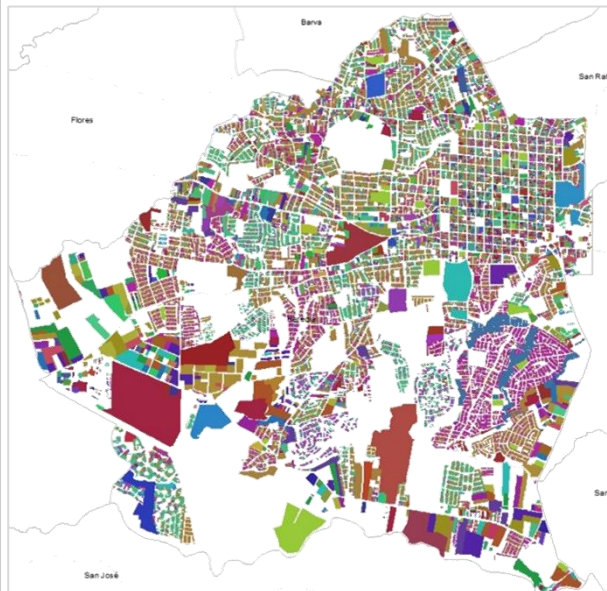


GRMA – Costa Rica

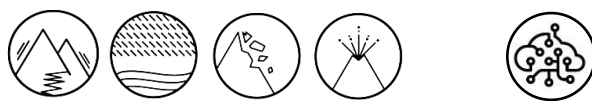
Estado de avance

Actividades en ejecución y entregables

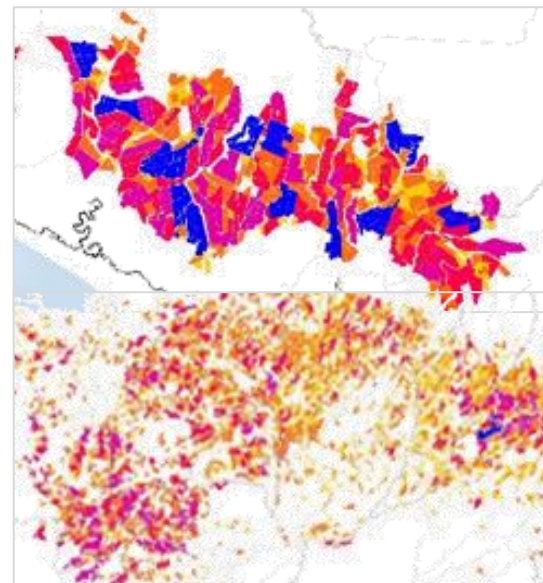
Proyecto Estratégico Heredia



Proyecto Operacional 1 Ruta Nacional 2



Proyecto Operacional 2 Agropecuario



Proyecto Operacional 3 Fu-Turismo

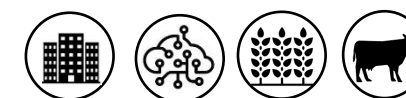
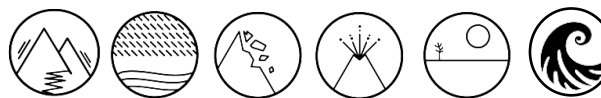


Programa de
capacitación

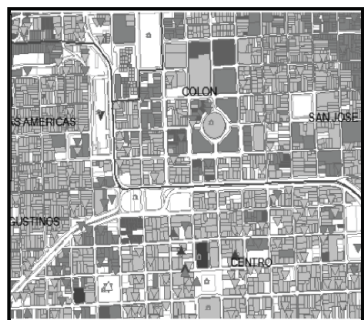


CAPRA ROBOT

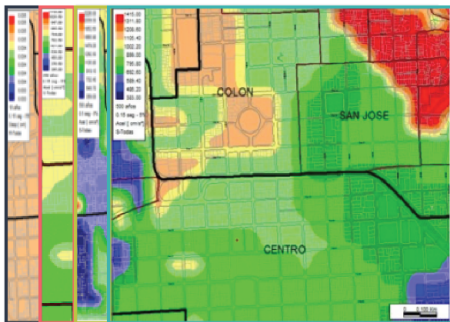
Fundamentos → Modelación → Aplicaciones



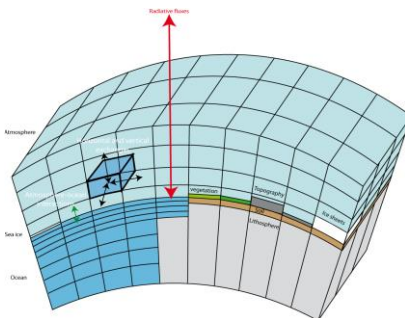
EXPOSICIÓN



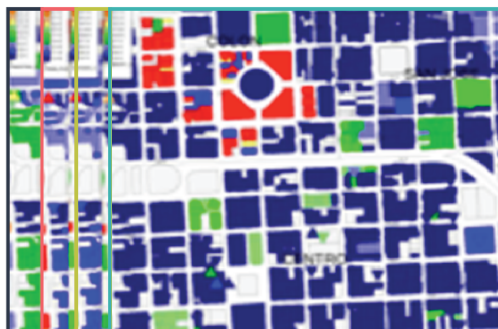
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

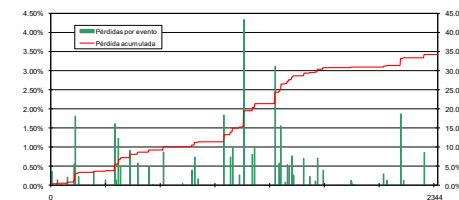


RIESGO

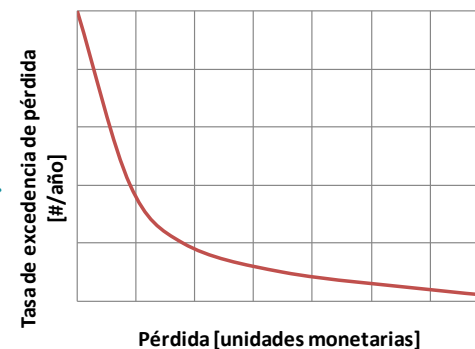


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

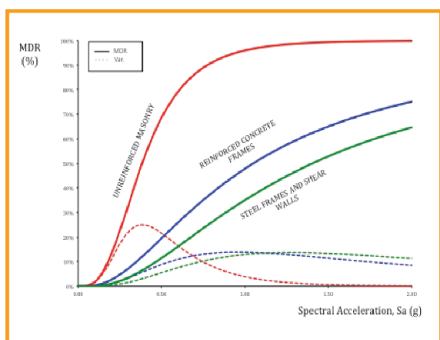
Intervención física

Protección financiera

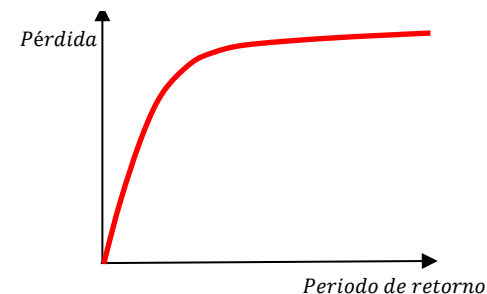
Respuesta

...

VULNERABILIDAD



Curva de PML

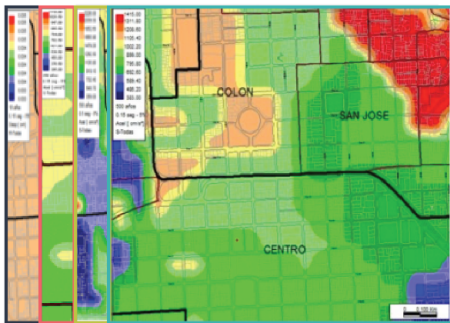


Amenazas geológicas

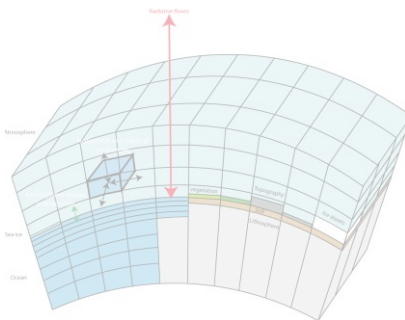
EXPOSICIÓN



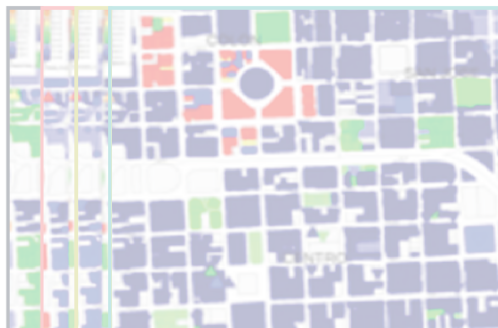
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

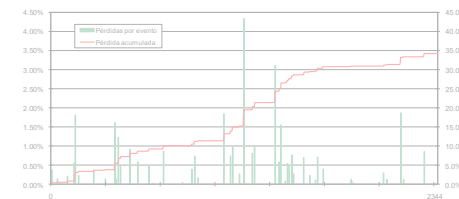


RIESGO



MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

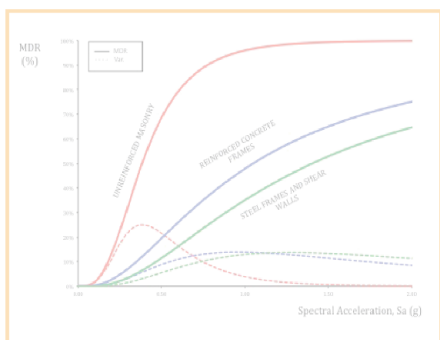
Intervención física

Protección financiera

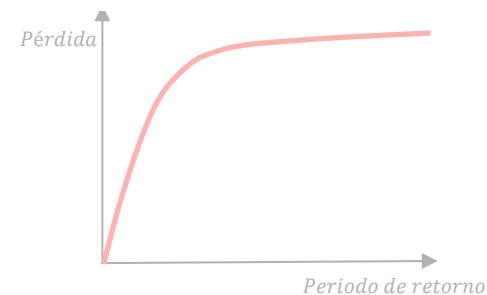
Respuesta

...

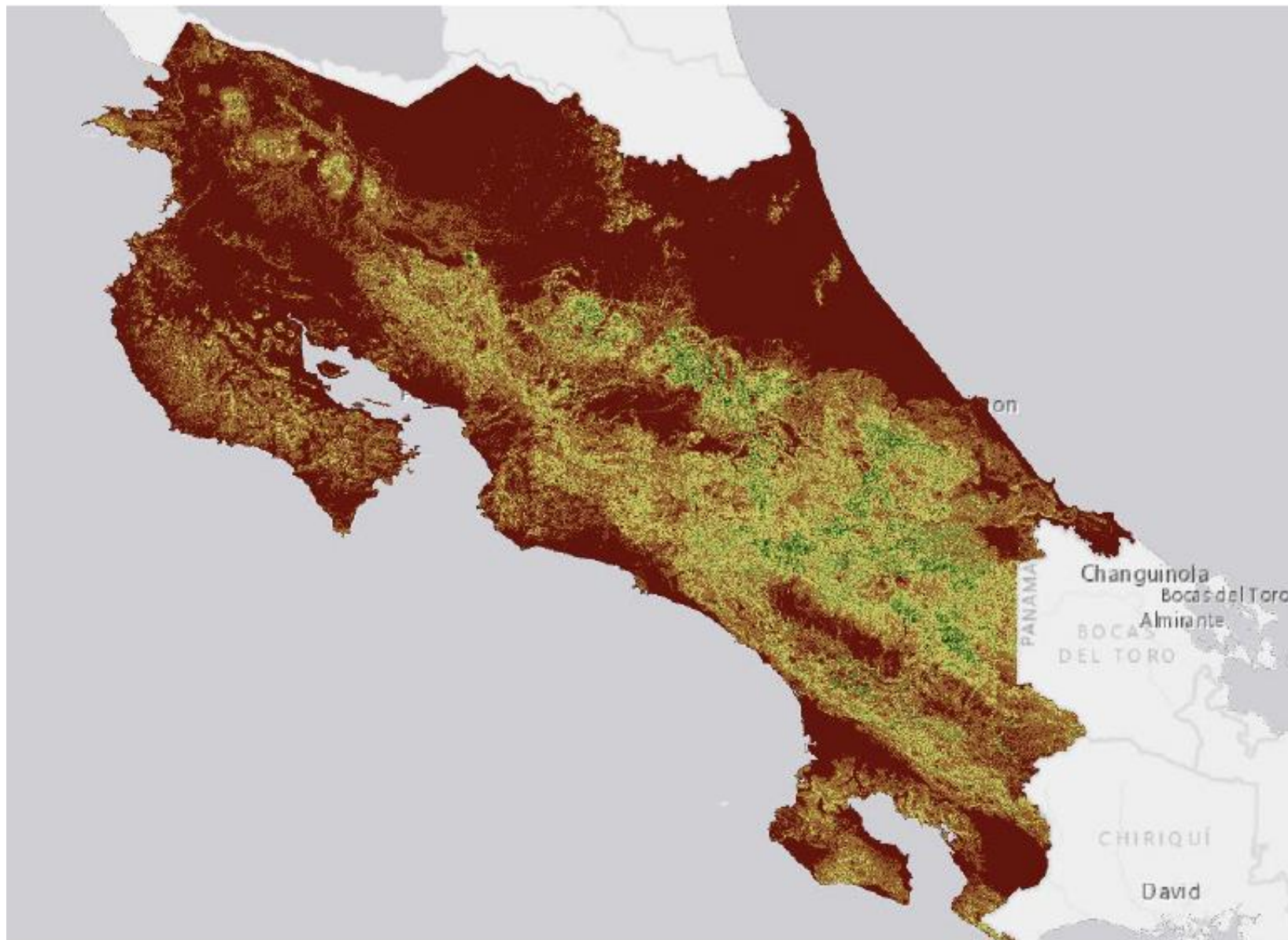
VULNERABILIDAD



Curva de PML



Susceptibilidad. CDRI-GIRI
90 m



Uso interno

Umbrales. CDRI-GIRI

Precipitación estandarizada de 24 horas

Rango P_n	Categoría susceptibilidad				
	Susc. 1	Susc. 2	Susc. 3	Susc. 4	Susc. 5
$P_n < 0.3$	0%	0%	0%	0%	0%
$0.3 \leq P_n < 2.0$	0%	1%	2%	3%	5%
$2.0 \leq P_n < 3.7$	0%	2%	3%	5%	10%
$3.7 \leq P_n < 5.0$	0%	3%	5%	10%	15%
$P_n > 5.0$	0%	5%	10%	15%	20%

Aceleración máxima del terreno

Rango PGA	Categoría susceptibilidad				
	Susc. 1	Susc. 2	Susc. 3	Susc. 4	Susc. 5
$0.05g \leq PGA < 0.15g$	0%	0%	0%	0.1%	0.5%
$0.15g \leq PGA < 0.25g$	0%	0%	0.1%	0.5%	1%
$0.25g \leq PGA < 0.35g$	0%	0.1%	0.5%	1%	5%
$0.35g \leq PGA < 0.45g$	0%	0.5%	1%	5%	10%
$PGA \geq 0.45g$	0%	1%	5%	10%	40%

Estudios de amenaza CNE, ICE

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos
y Atención de Emergencias (CNE)

Unidad de Investigación y Análisis del Riesgo

ACTUALIZACIÓN DEL PELIGRO
VOLCÁNICO DEL POÁS, COSTA RICA



Geól. Guillermo E. Alvarado
Geól. Lidier Esquivel
Geól. Blas E. Sánchez
Geóg. Juan Carlos Alfaro

Febrero 2020

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos
y Atención de Emergencias (CNE)

Unidad de Investigación y Análisis del Riesgo

PELIGRO VOLCÁNICO DEL TURRIALBA,
COSTA RICA



Geól. Guillermo E. Alvarado
Geól. Lidier Esquivel
Geól. Blas E. Sánchez
Ing. Guido Matamoros

Setiembre 2020

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos
y Atención de Emergencias (CNE)

Unidad de Investigación y Análisis del Riesgo

PELIGROS VOLCÁNICOS DEL IRAZÚ,
COSTA RICA



Geól. Guillermo E. Alvarado
Unidad de Investigación y Análisis del Riesgo, CNE

Geóg.
Escuela de Ciencias
Física
Red Ciudadana de Estaciones Meteorológicas
Geól. Luis Venegas
Escuela de Ciencias Geográficas, UNA
Geól. Ymerith Alpizar
Universidad Técnica Nacional
Infor. Santiago Núñez
University of Illinois Urbana-Champaign
Geól. Melissa Sánchez, Geól. Karina Abarca, Geól. Jorge Abarca
Universidad de Costa Rica
Geól. Walter A. Báez
CONICET-Universidad Nacional de Salta, Argentina
Quím. José P. Sibaja
Laboratorio de Química de la Atmósfera, UNA
Geól. Lidier Esquivel
Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE)

Setiembre 2022

Instituto Costarricense de Electricidad

ACTUALIZACIÓN DEL ANÁLISIS DEL PELIGRO
VOLCÁNICO DEL ARENAL, COSTA RICA



Geól. Guillermo E. Alvarado
Grupo Geociencias, ICE
Físico José Brenes-André
Red Ciudadana de Estaciones Meteorológicas
Ing. David Núñez
Ingeniería y Construcción, ICE
Geól. Jason Borbon
Consultor independiente
Geóg. Martín A. Ramírez
Escuela de Ciencias Geográficas, UNA
Geól. Ymerith Alpizar
Universidad Técnica Nacional
Infor. Santiago Núñez
University of Illinois Urbana-Champaign
Quím. José P. Sibaja
Laboratorio de Química de la Atmósfera, UNA
Geól. Lidier Esquivel
Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE)

Mayo 2023

Instituto Costarricense de Electricidad

ANÁLISIS DEL PELIGRO VOLCÁNICO DEL
RINCÓN DE LA VIEJA, COSTA RICA

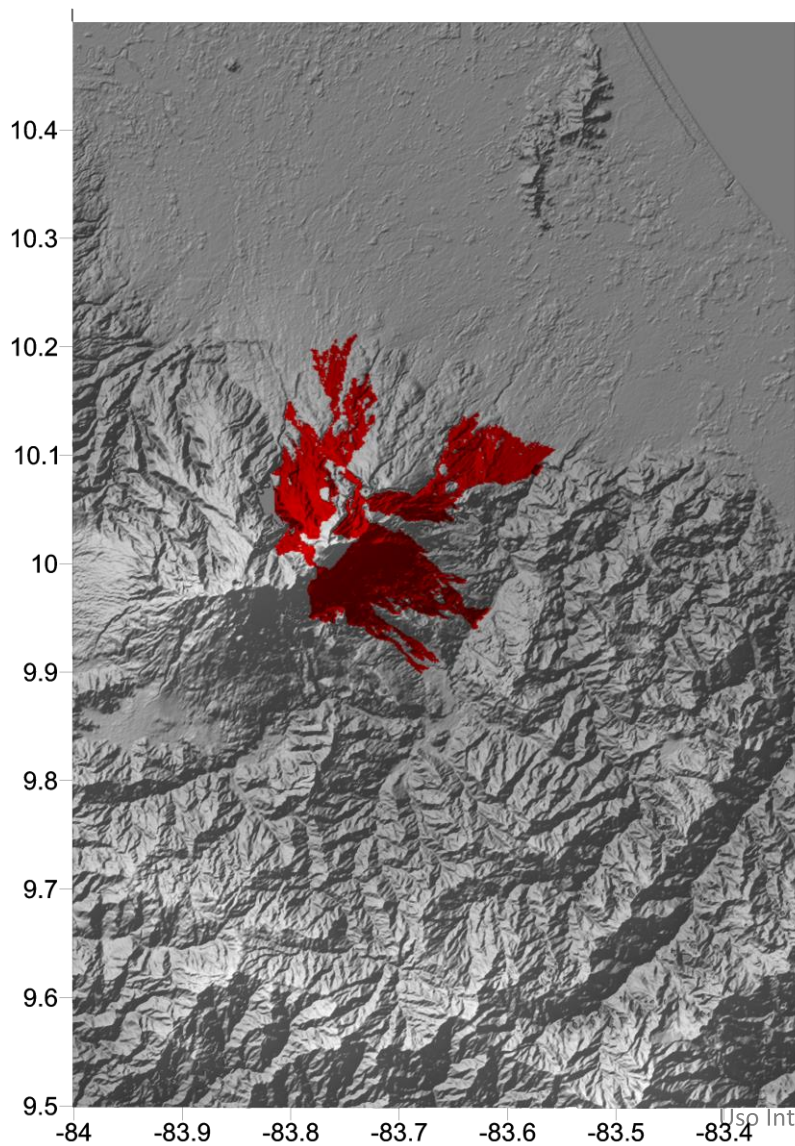


Geól. Guillermo E. Alvarado
Grupo Geociencias, ICE
Físico José Brenes-André
Red Ciudadana de Estaciones Meteorológicas
Geóg. Luis Venegas
Escuela de Ciencias Geográficas, UNA
Geól. Ymerith Alpizar
Universidad Técnica Nacional
Infor. Santiago Núñez
University of Illinois Urbana-Champaign
Geól. Melissa Sánchez, Geól. Karina Abarca, Geól. Jorge Abarca
Universidad de Costa Rica
Geól. Walter A. Báez
CONICET-Universidad Nacional de Salta, Argentina
Quím. José P. Sibaja
Laboratorio de Química de la Atmósfera, UNA
Geól. Lidier Esquivel
Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE)

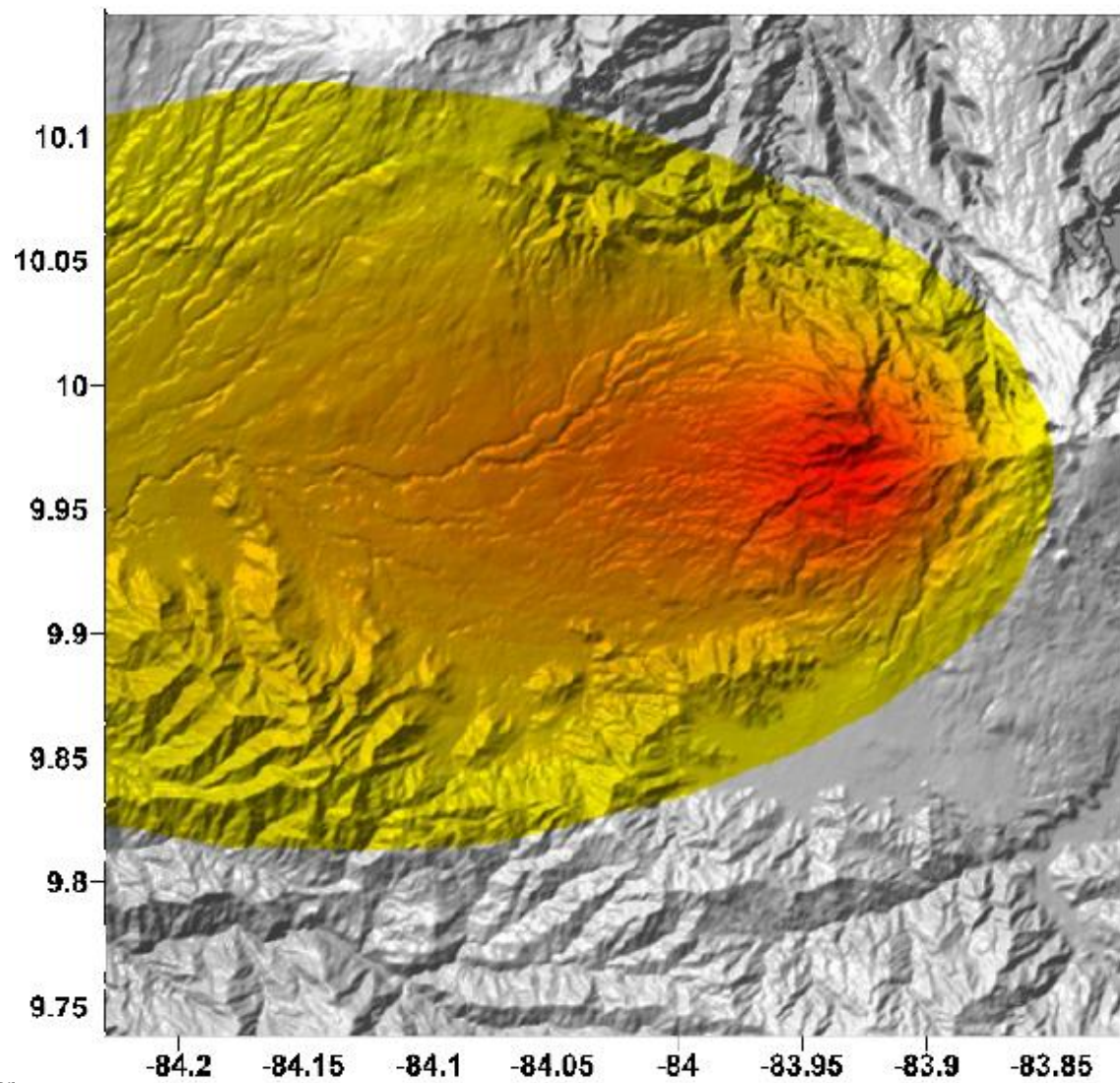
Setiembre 2022

Modelos proyecto CAPRA

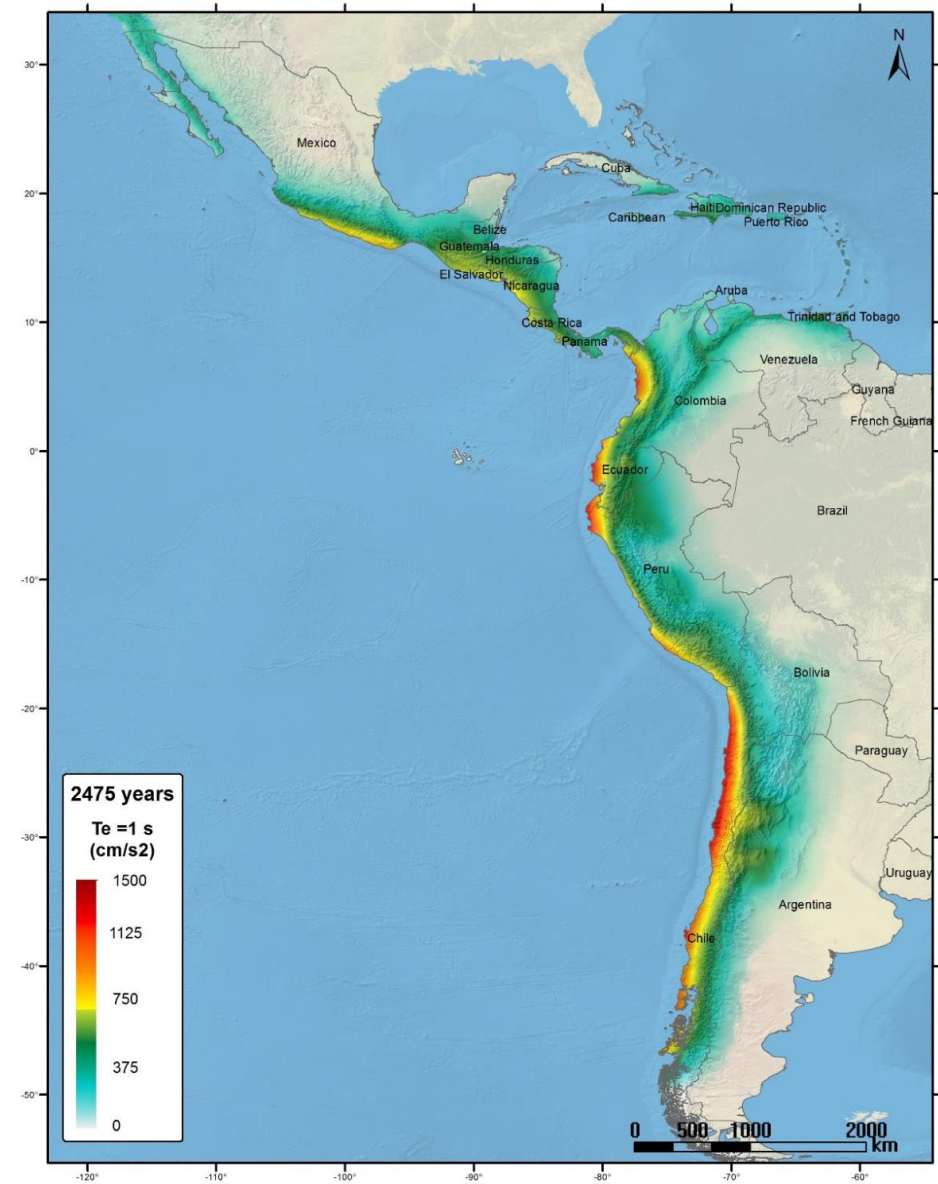
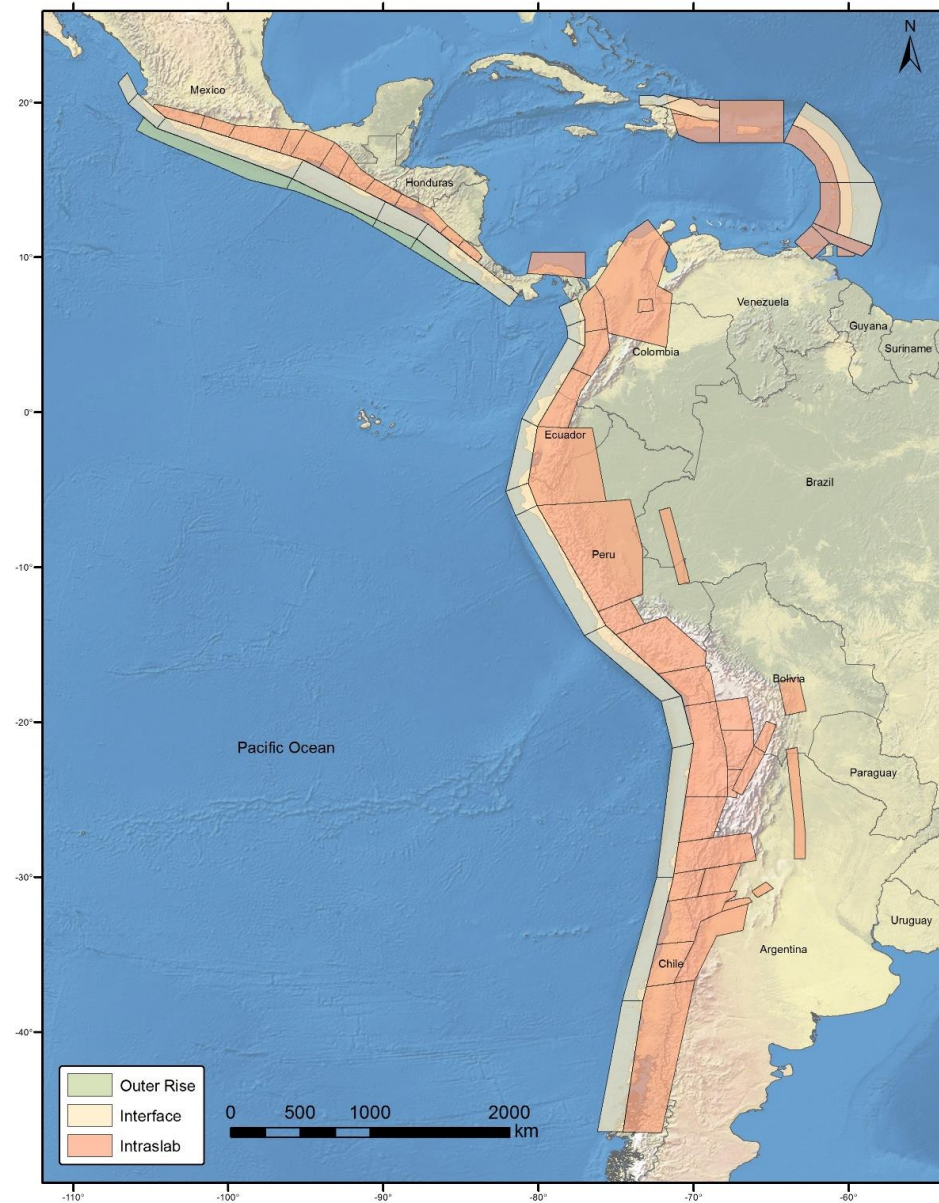
Caída de ceniza en
el volcán Irazú

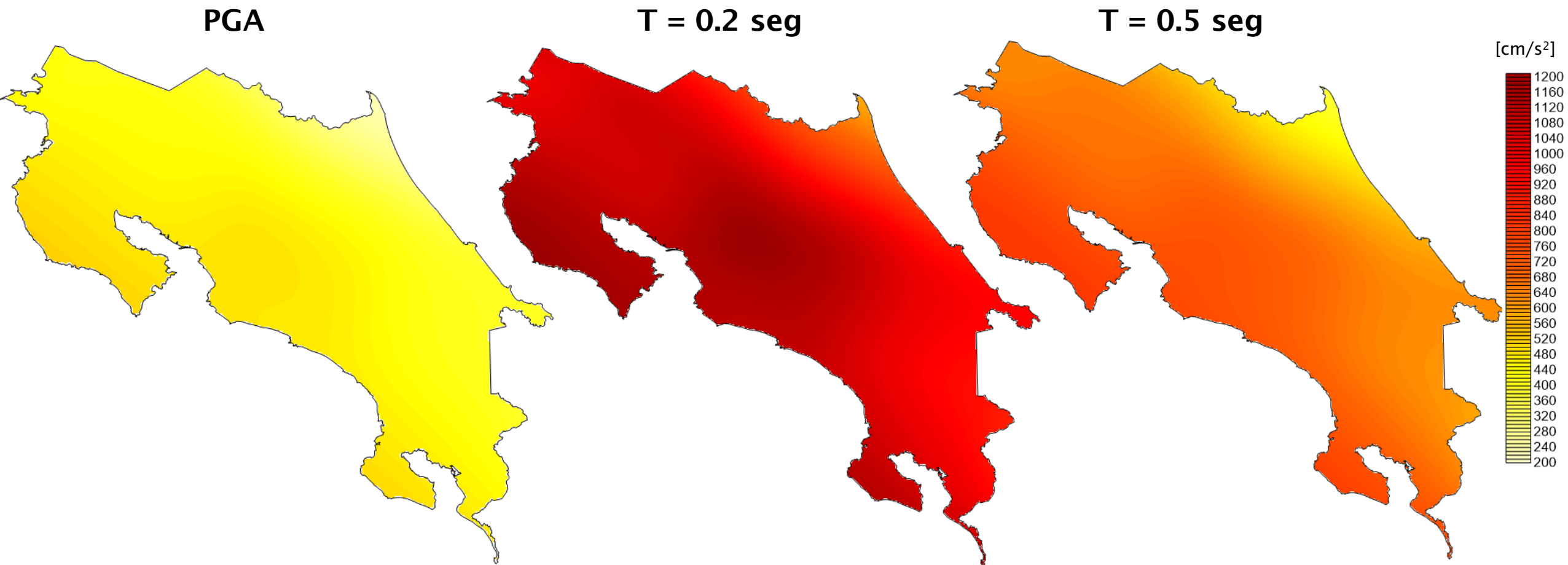


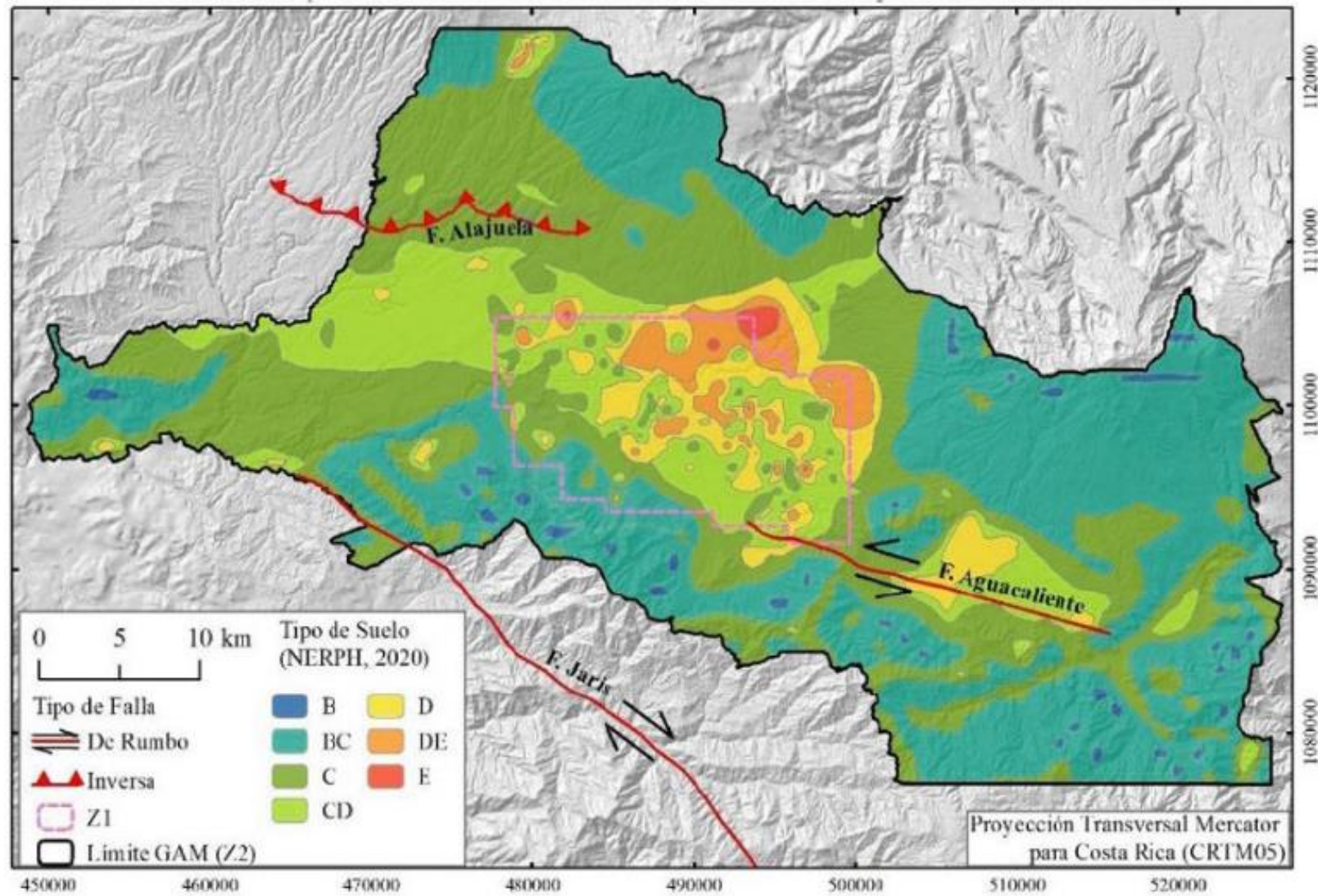
Flujos piroclásticos
en el volcán
Turrialba



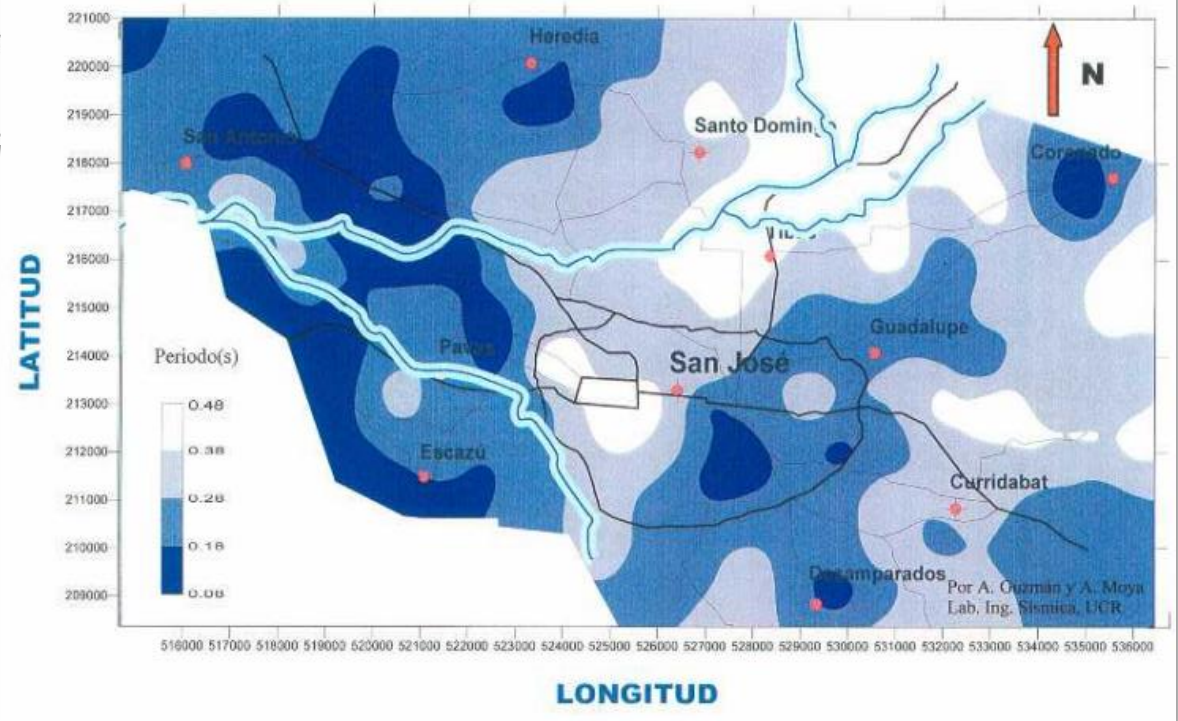
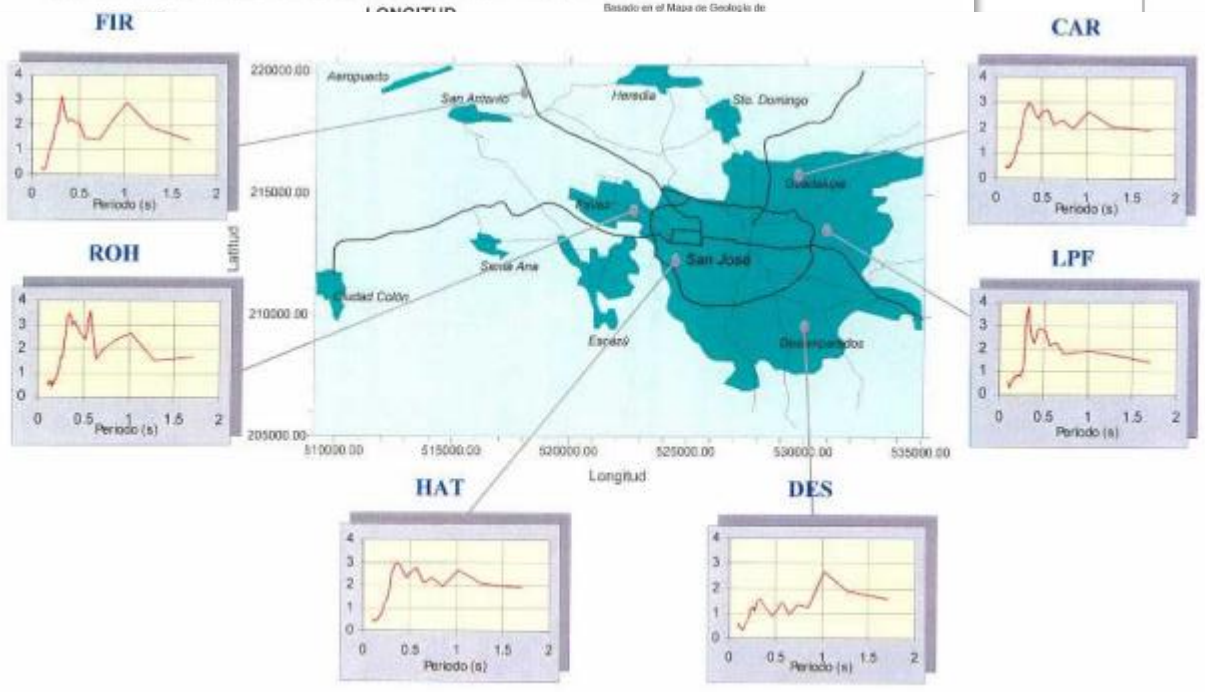
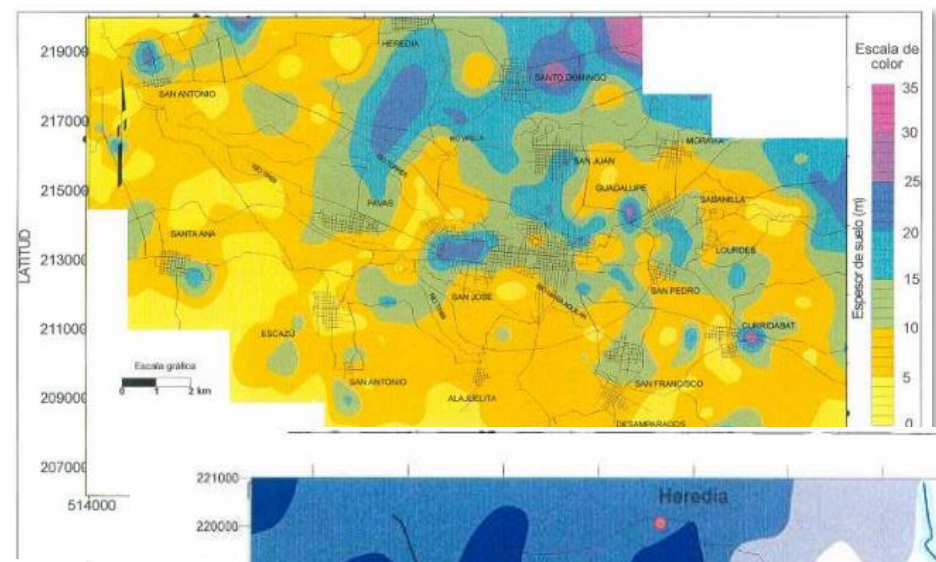
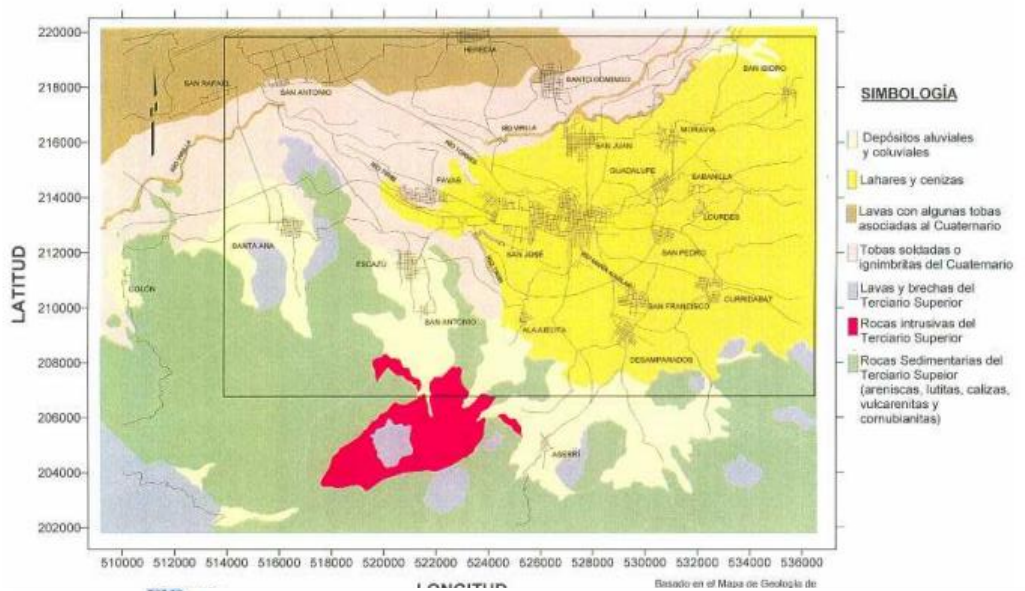
Proyecto ASLAC (Amenaza Sísmica de América Latina y El Caribe)





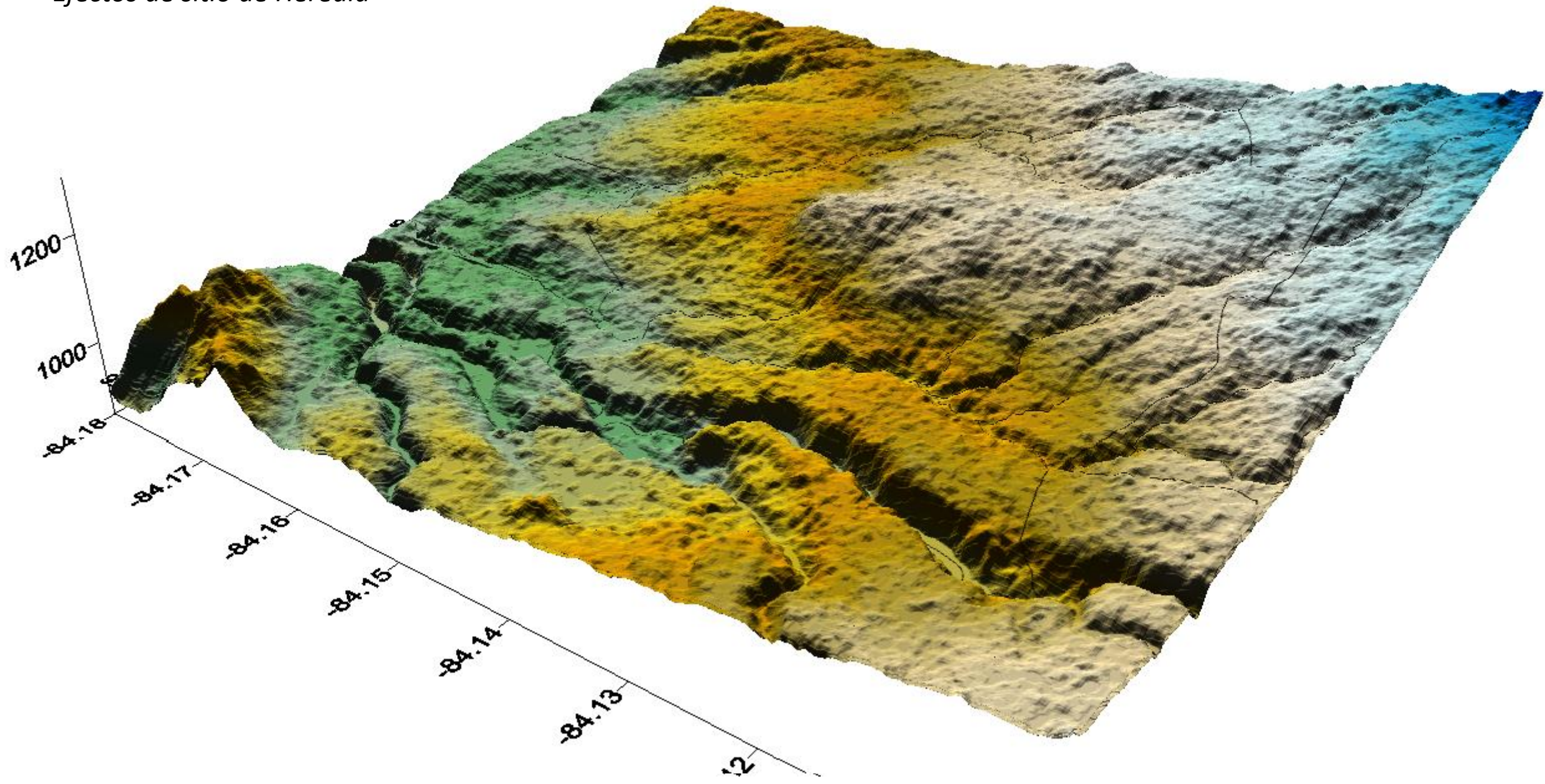


Arroyo-Solórzano, 2023

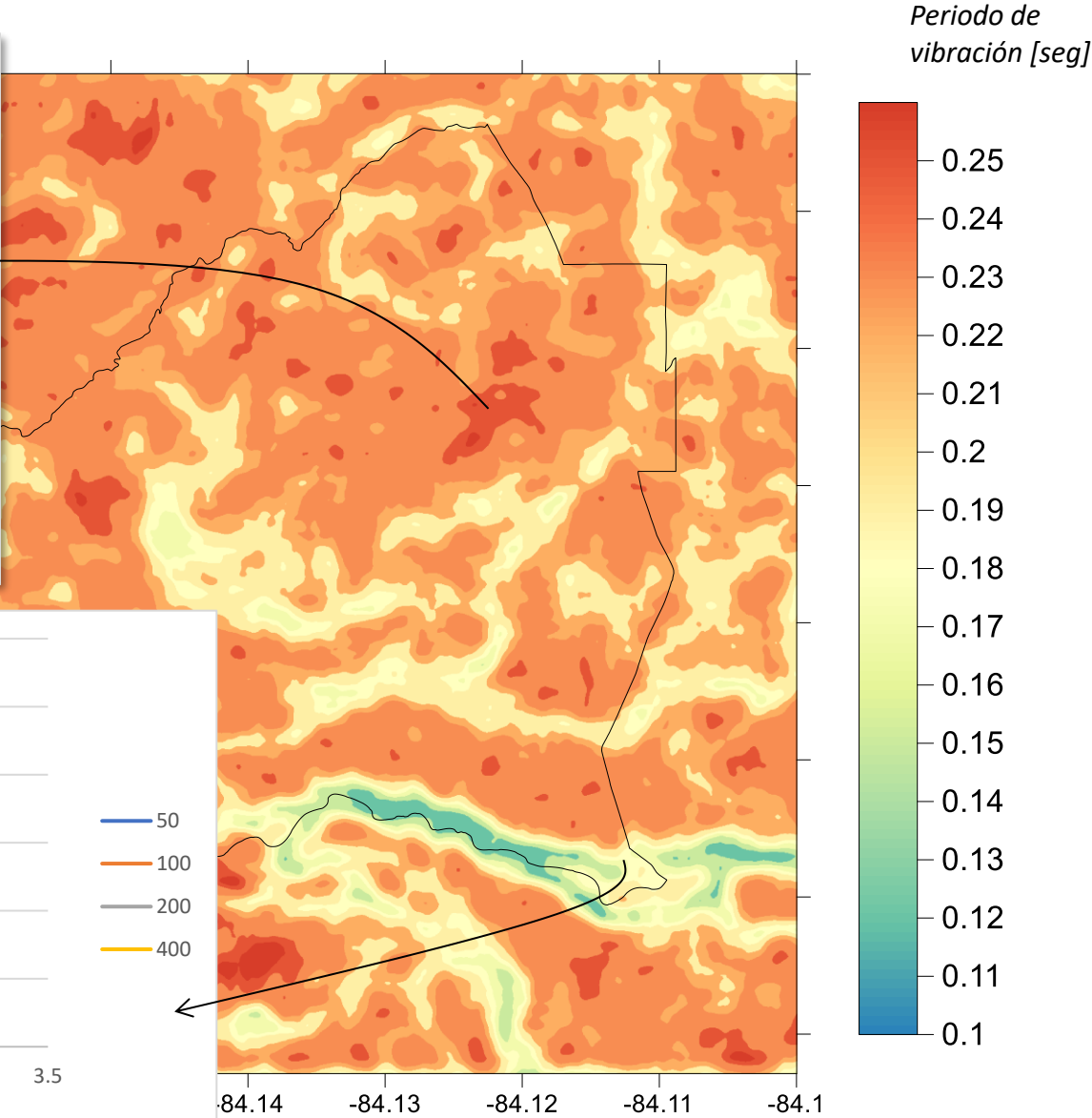
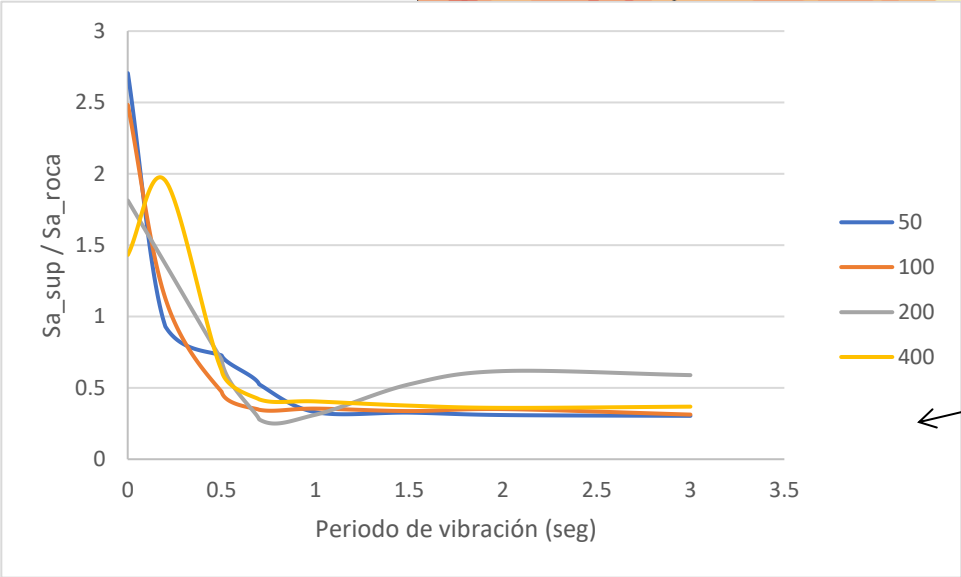
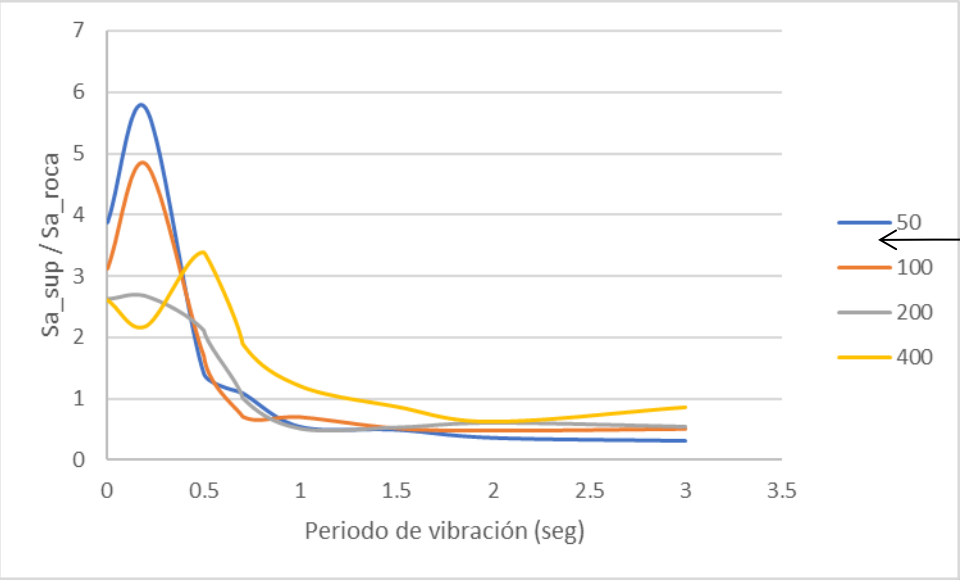


Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de San José

Efectos de sitio de Heredia



Efectos de sitio de Heredia

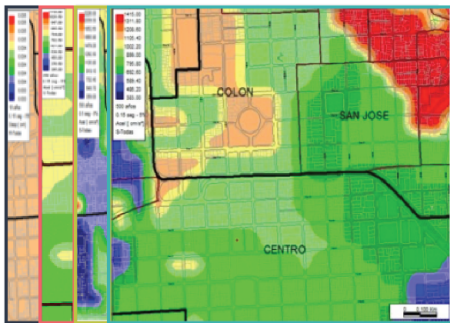


Amenazas hidrometeorológicas

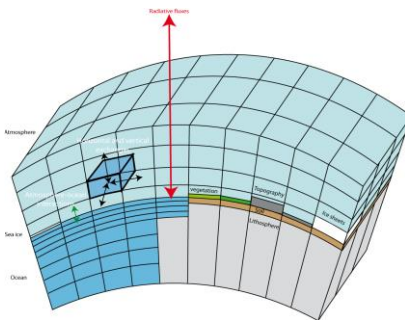
EXPOSICIÓN



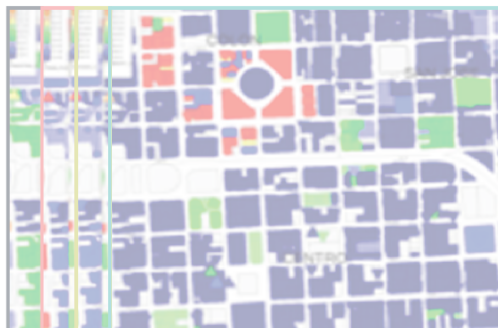
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

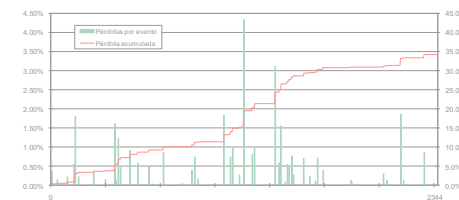


RIESGO



MÉTRICAS DE RIESGO

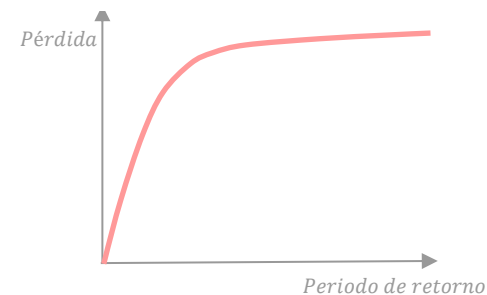
Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

Intervención física

Protección financiera

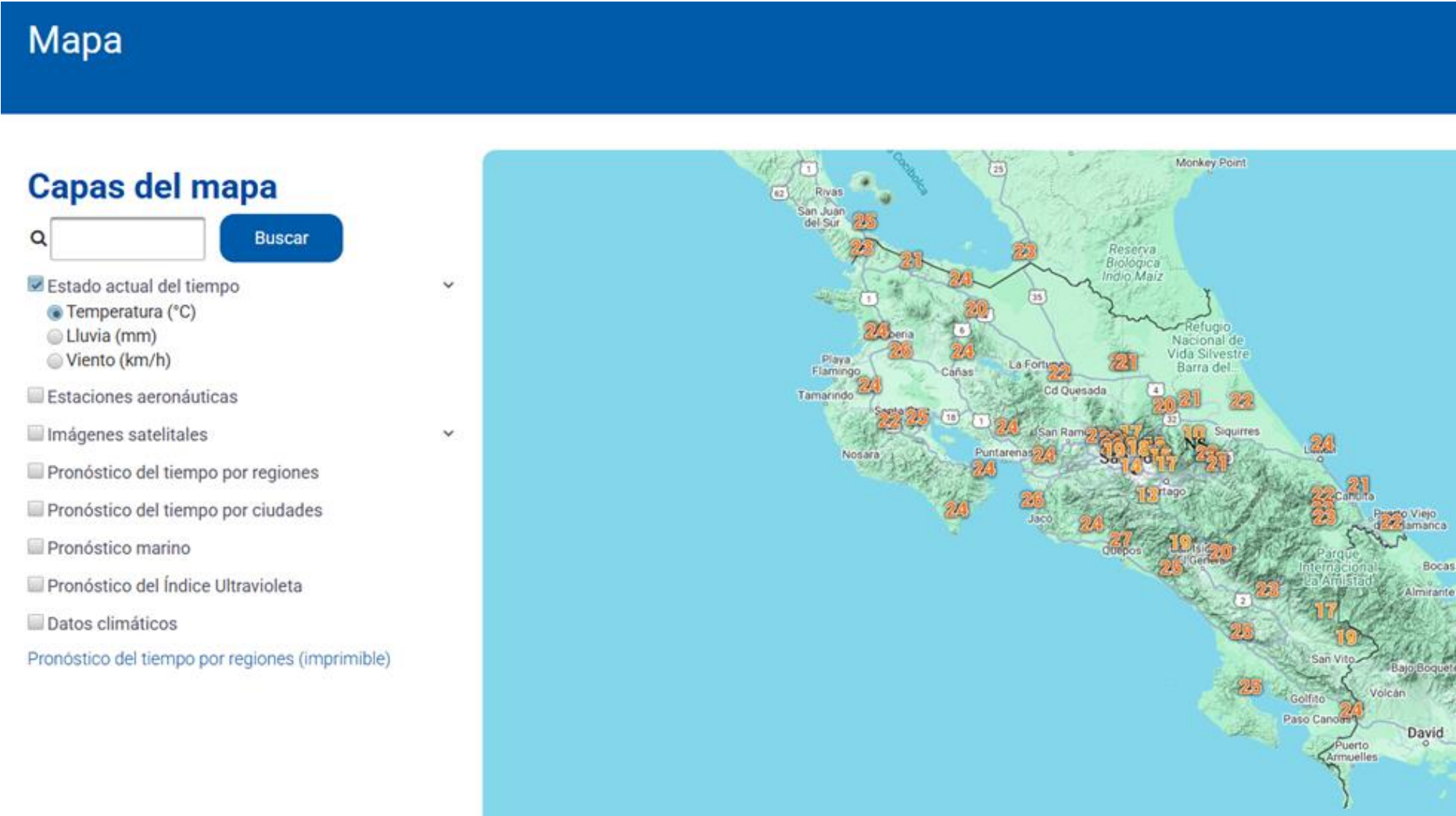
Respuesta

...

Estaciones meteorológicas

Precipitación
(222 estaciones)

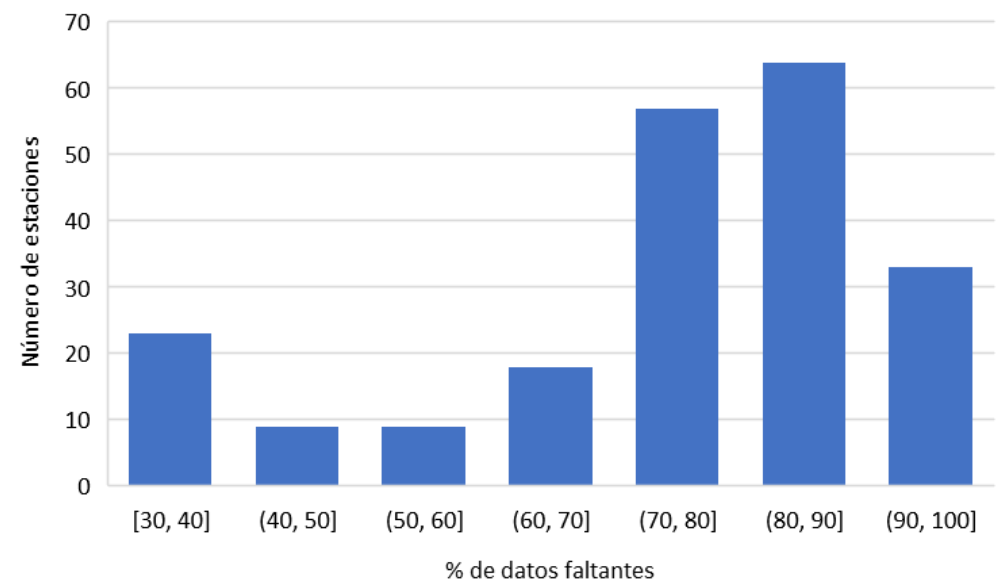
Temperatura
(219 estaciones)



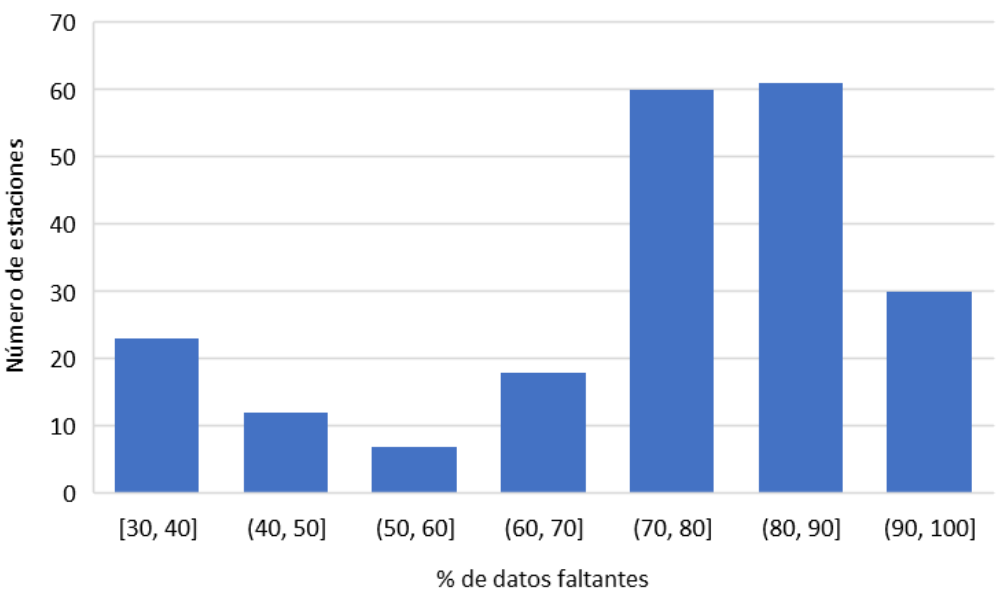
Estaciones meteorológicas

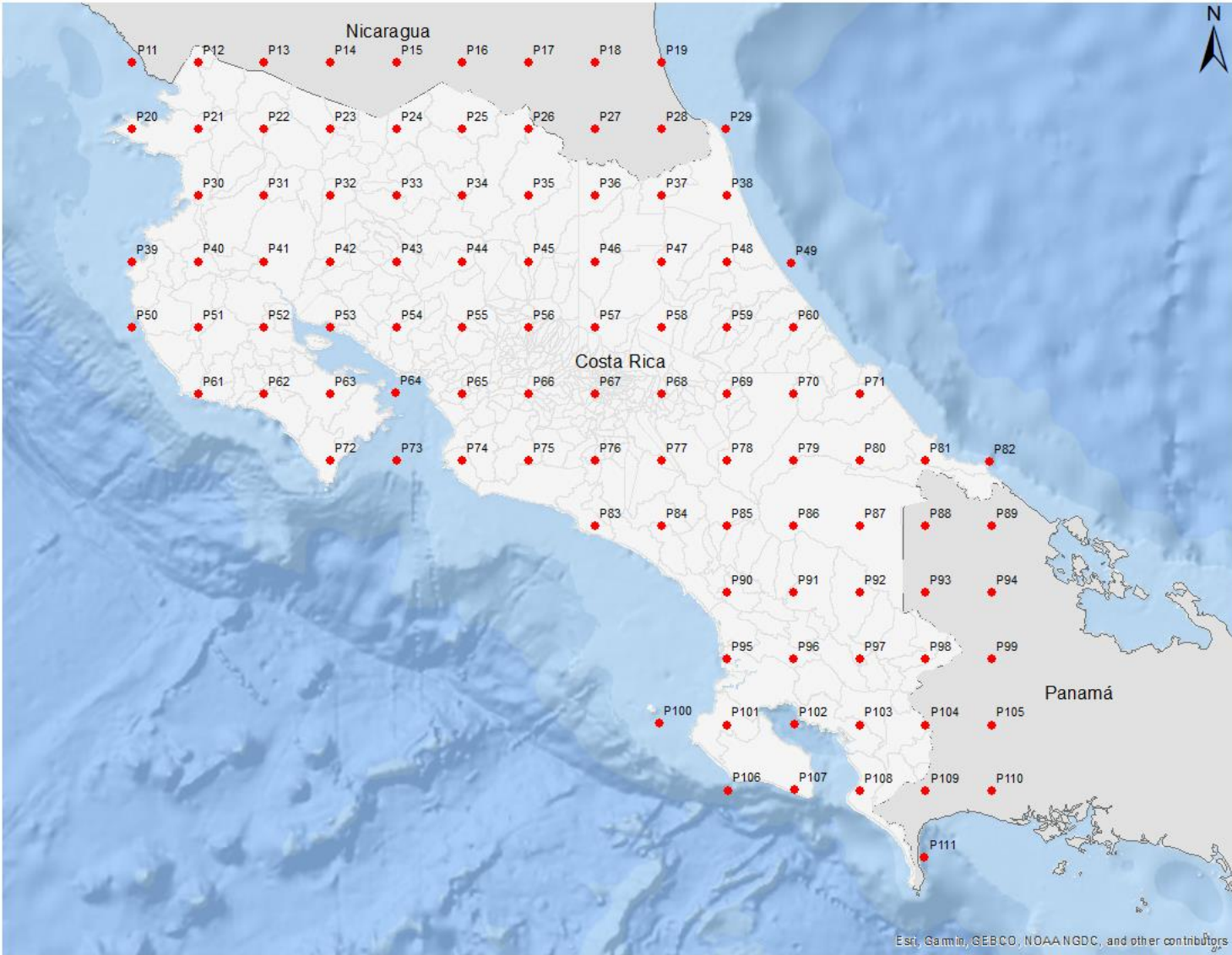
Precipitación
(222 estaciones)

Temperatura
(219 estaciones)



Datos faltantes
(periodo 1991-2020)





Precipitación

CHIRPS

Climate Hazards Group InfraRed
Precipitation with Station data



Climate
Hazards
Center
UC SANTA BARBARA

Temperatura

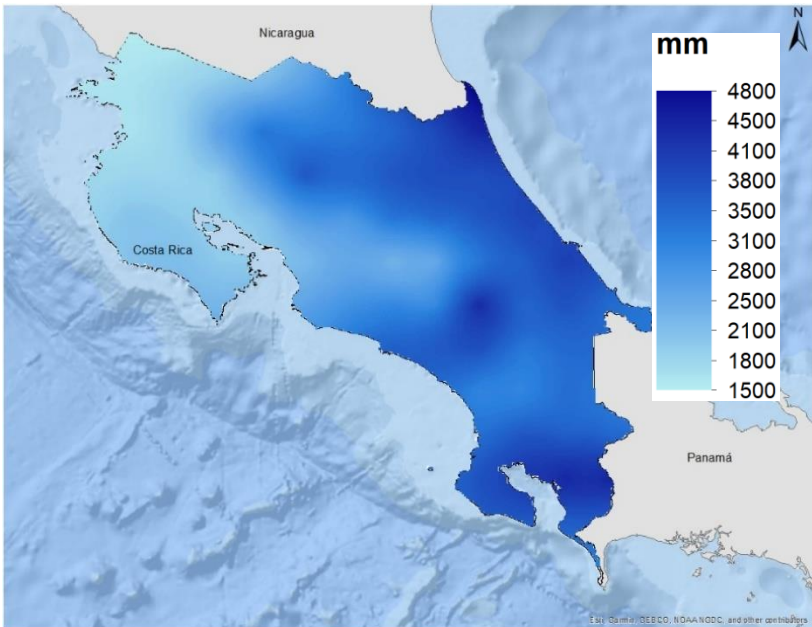
ERA5

ECMWF Reanalysis v5
European Centre for Medium-
Range Weather Forecasts

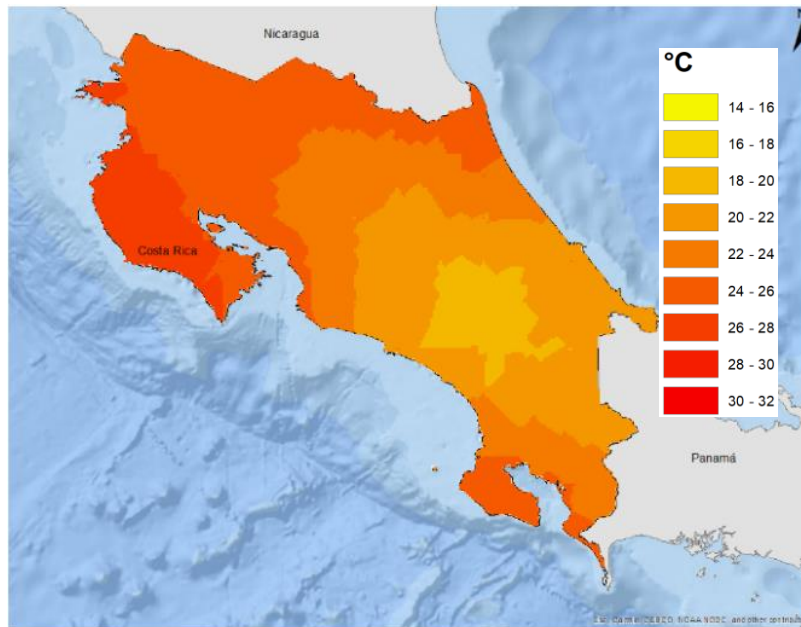


Copernicus
Europe's eyes on Earth

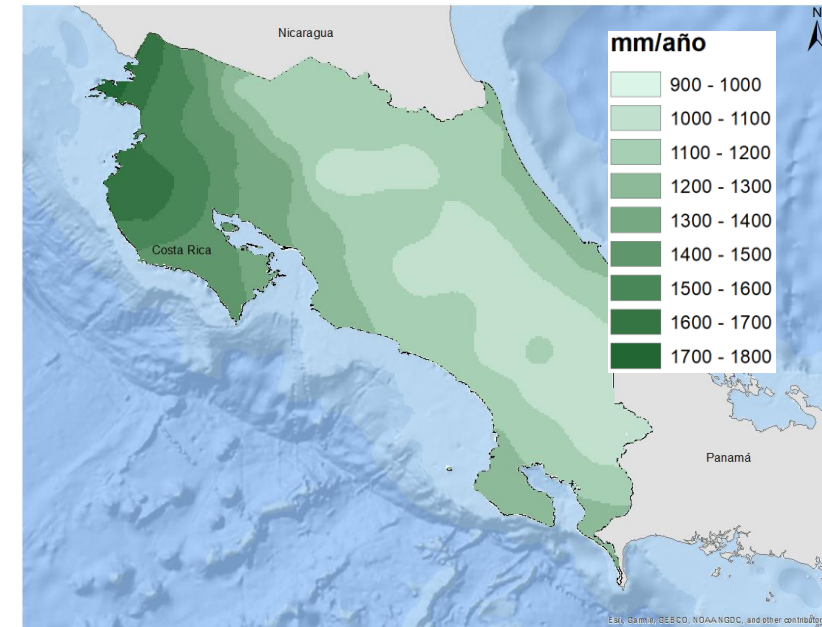
Precipitación



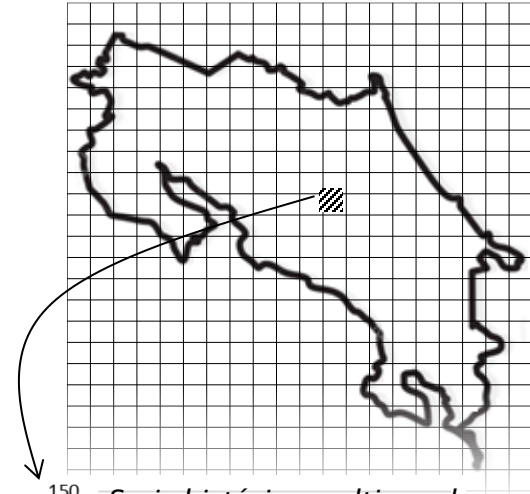
Temperatura



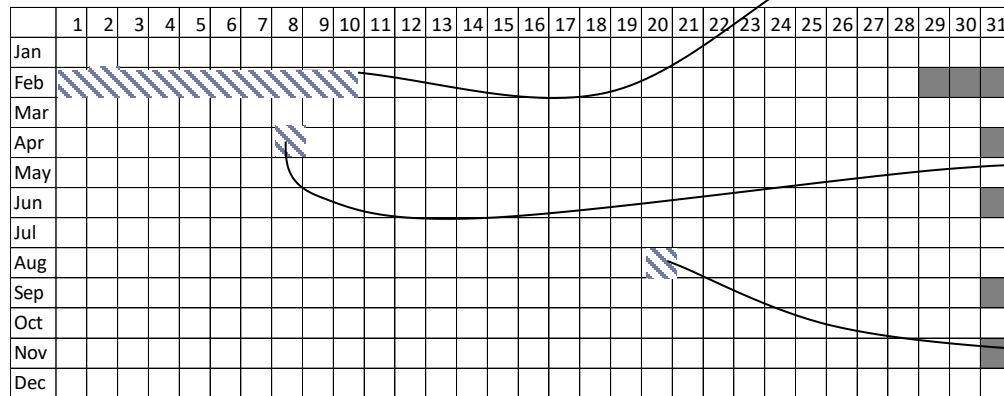
Evapotranspiración potencial



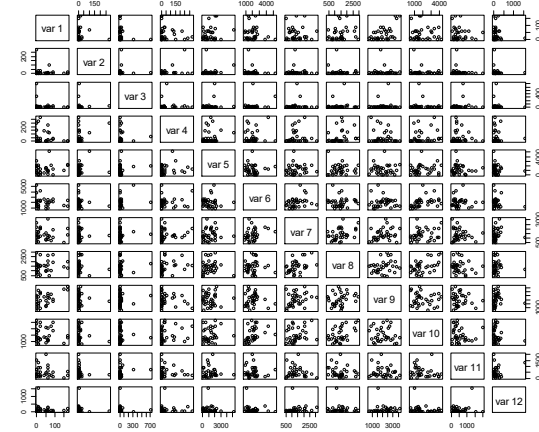
Simulación de series meteorológicas



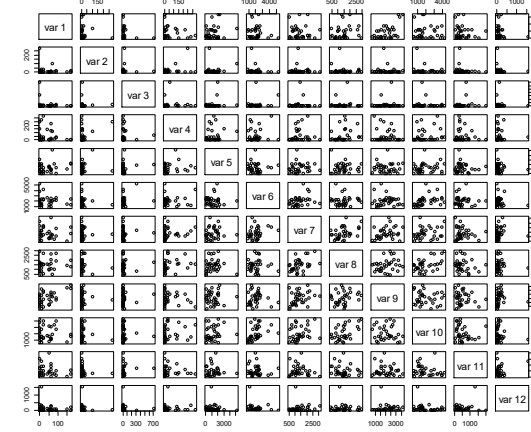
Calendario



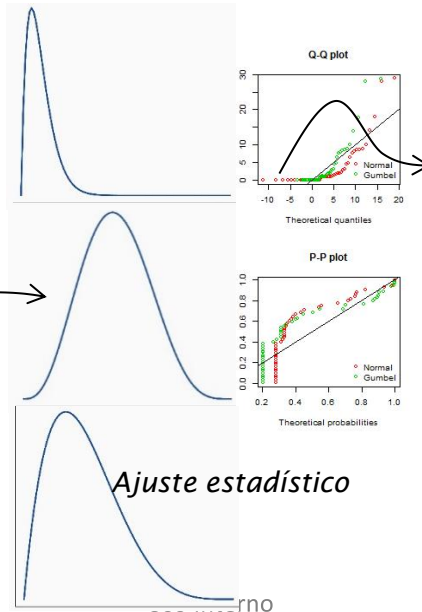
Correlación temporal



Correlación espacial

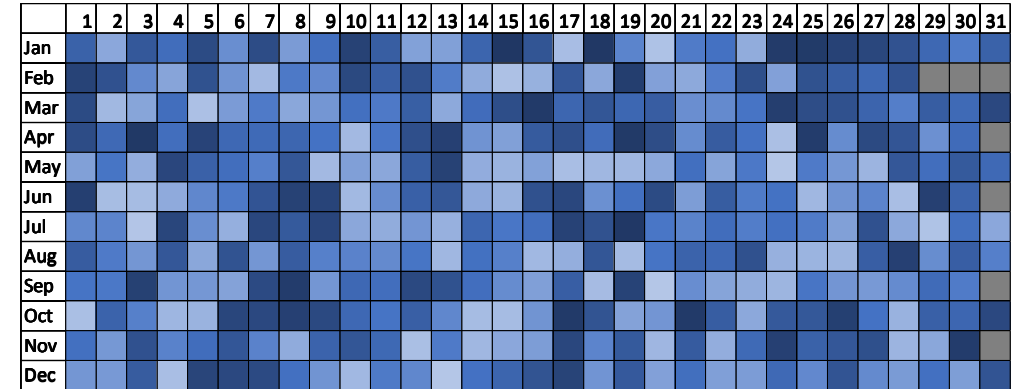
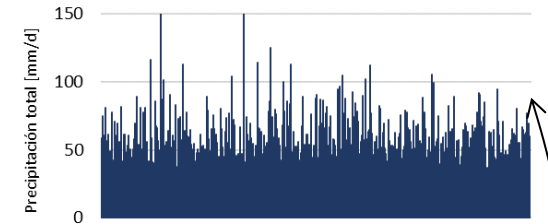


Modelos de probabilidad



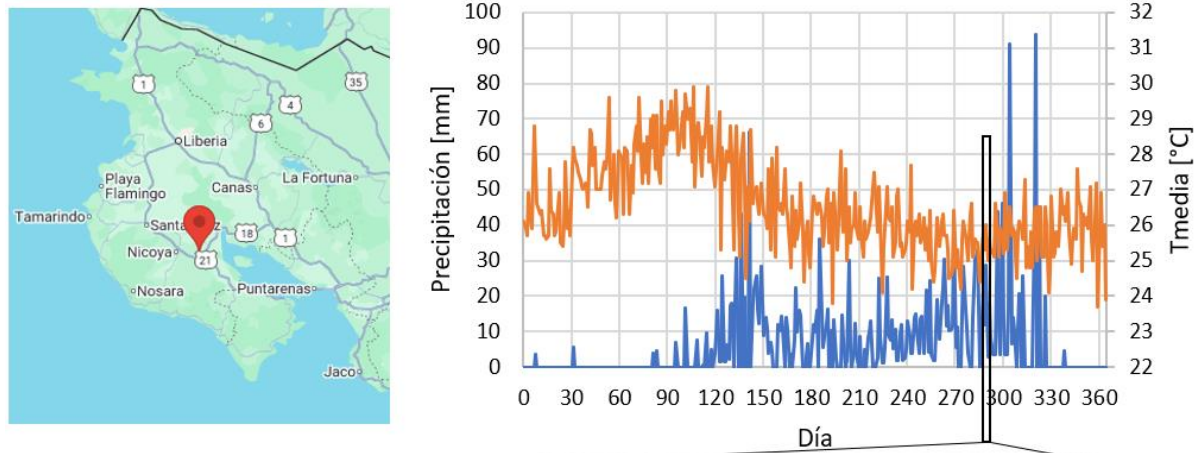
Ajuste estadístico

Serie simuladas multianuales

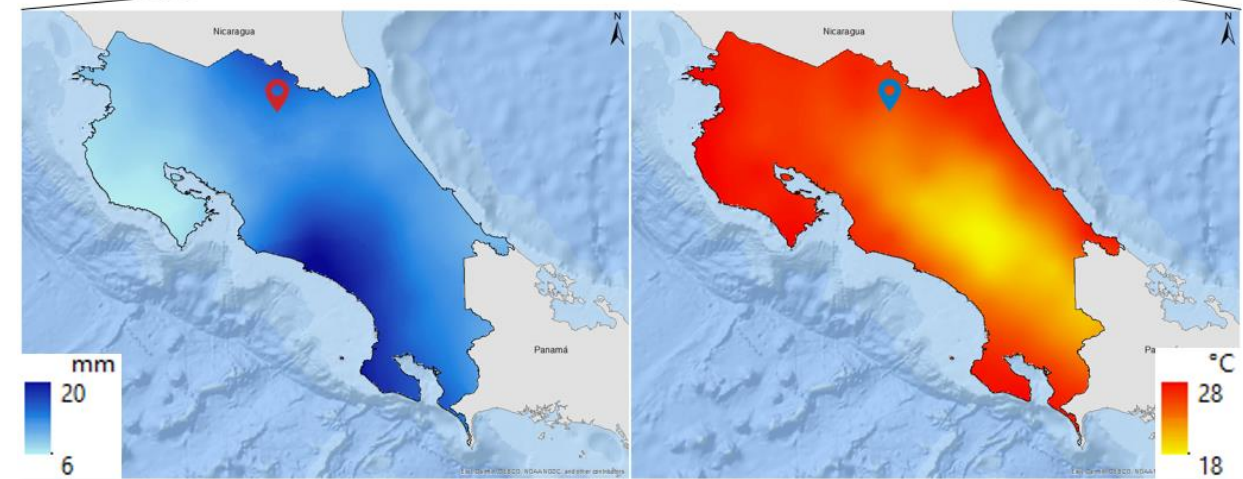
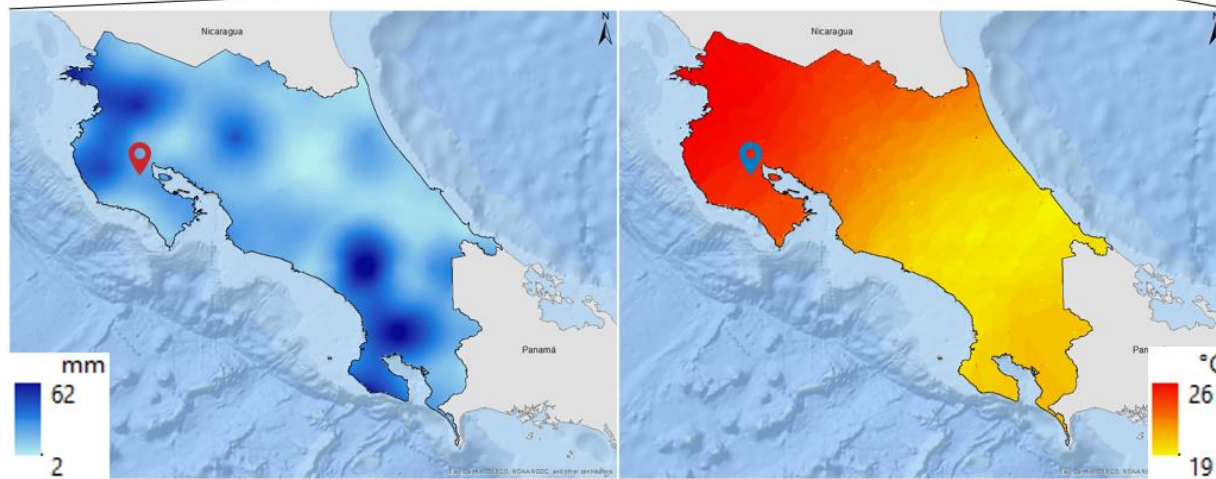
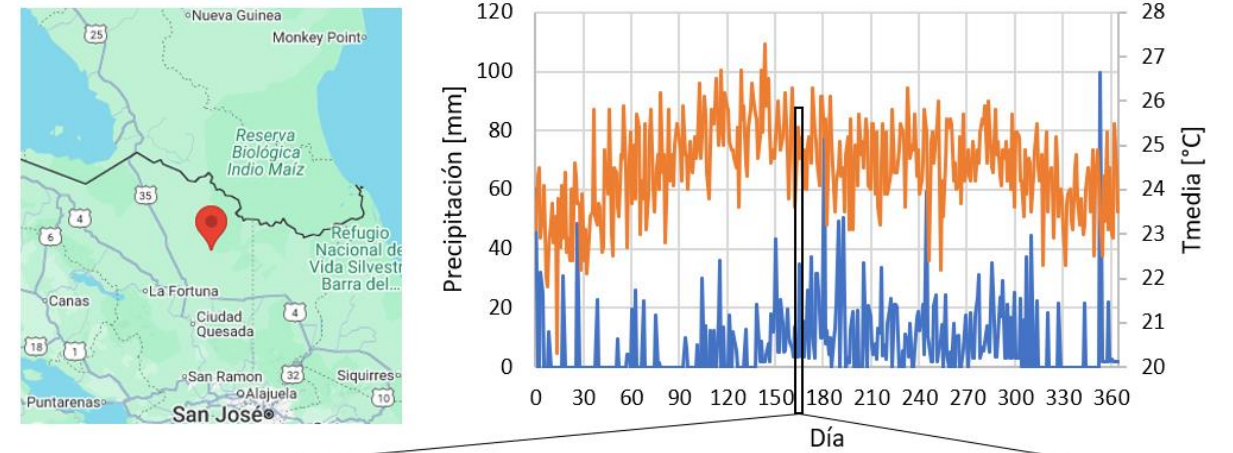


Simulación de años completos a escala diaria

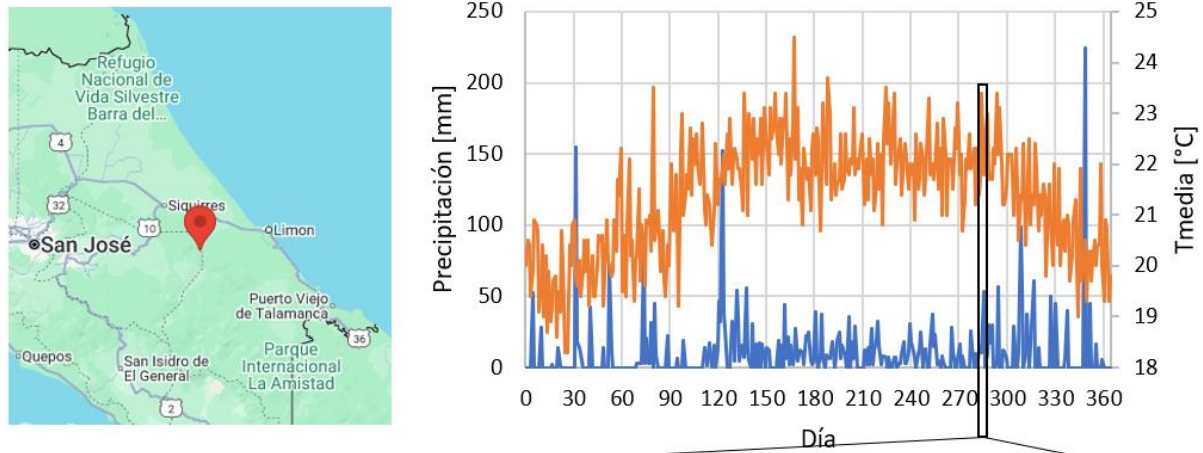
Simulación 737 en el punto P52. Día 288



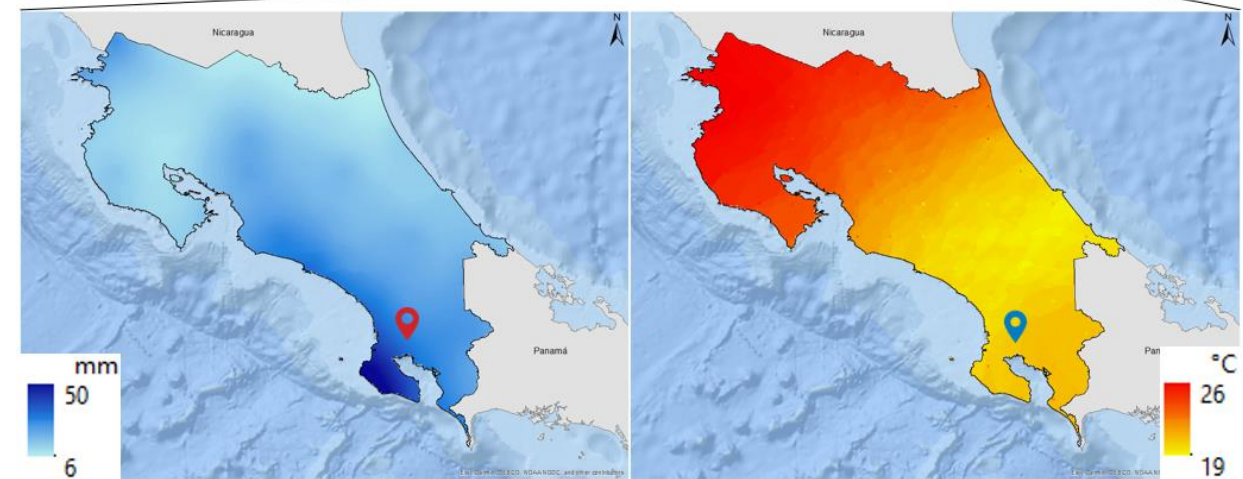
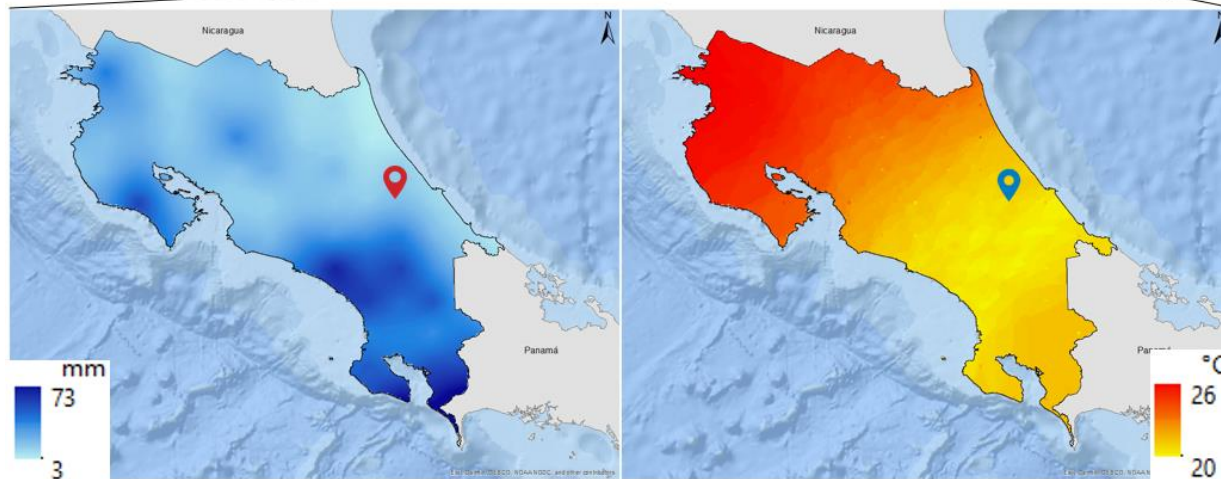
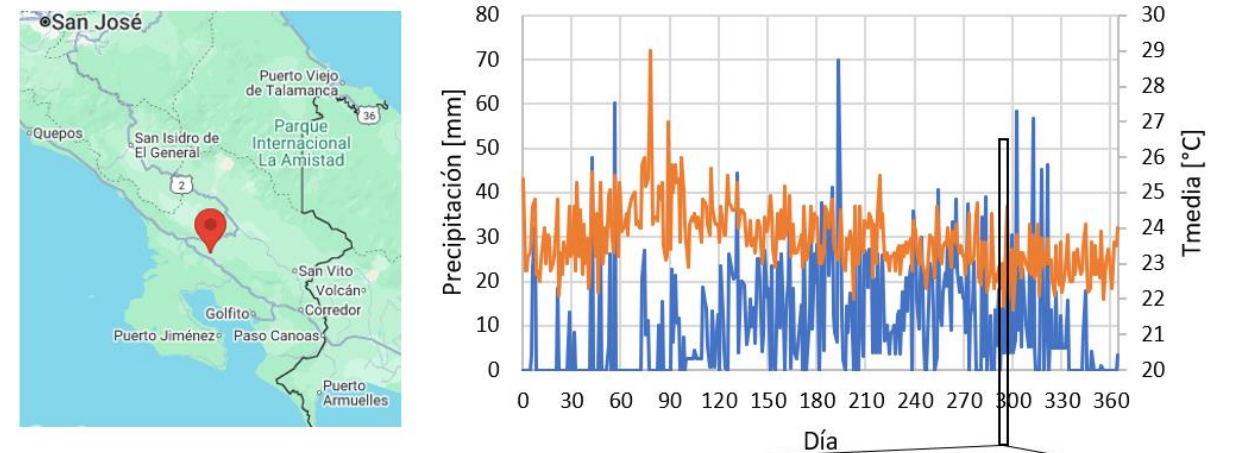
Simulación 222 en el punto P35. Día 163



Simulación 286 en el punto P70. Día 285

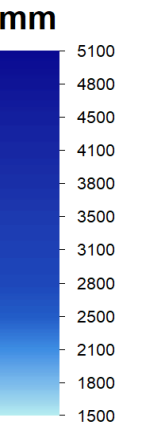
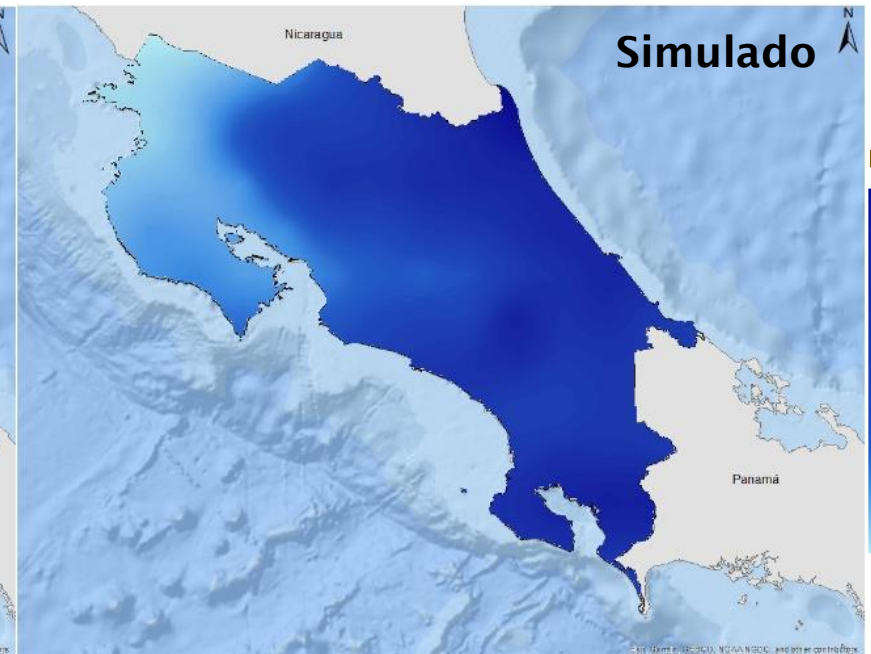
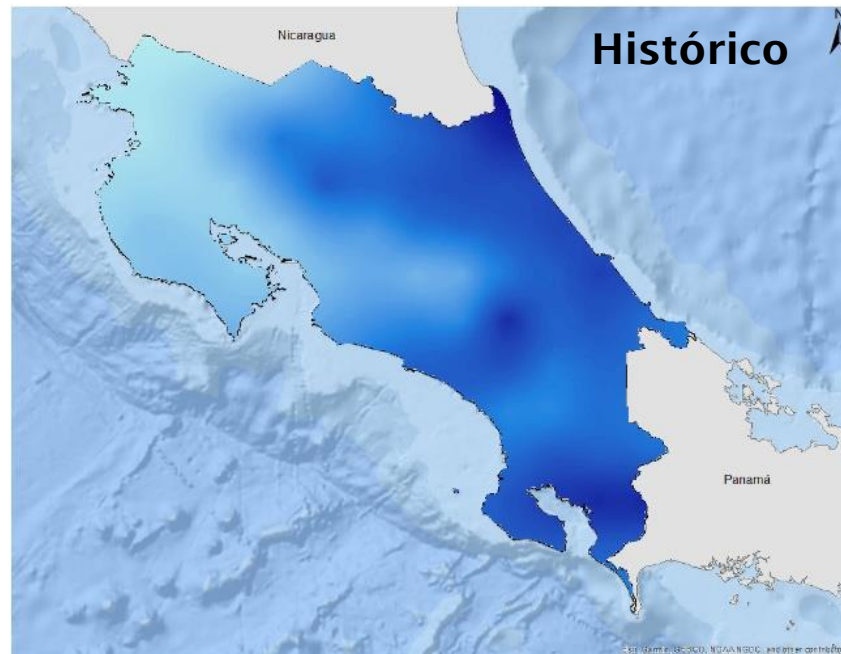


Simulación 15 en el punto P96. Día 291



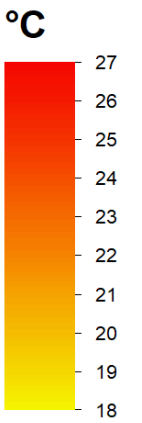
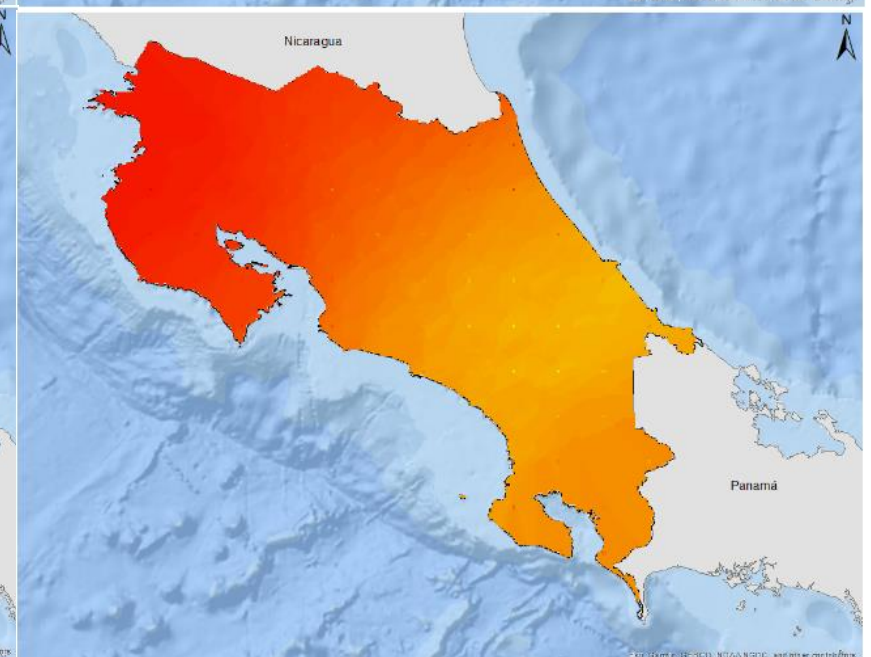
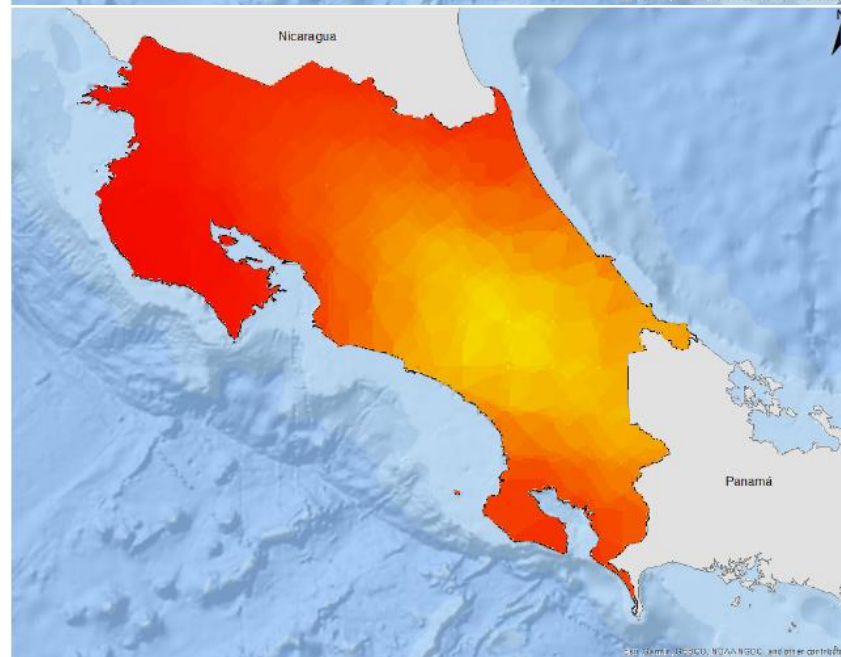
Precipitación

Total anual

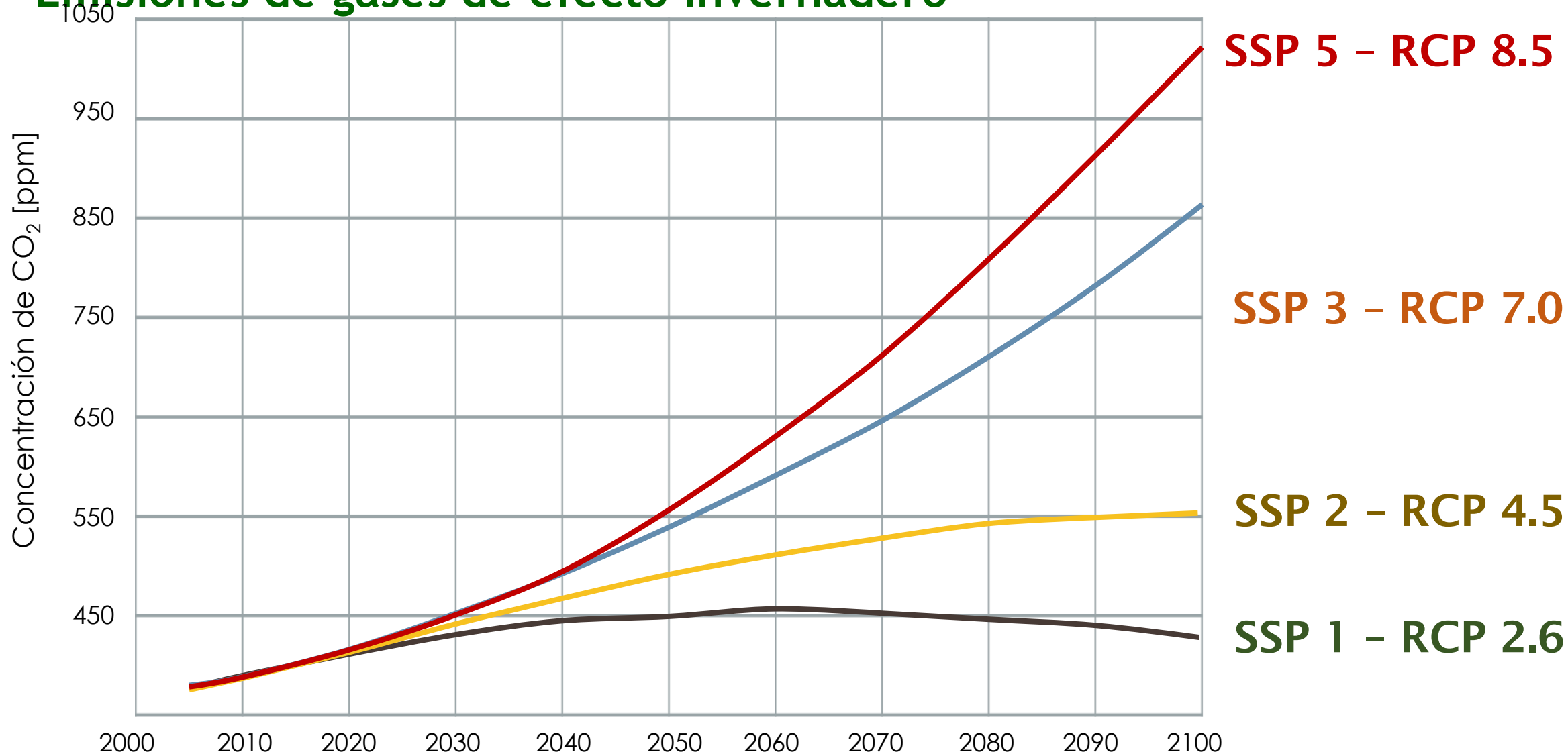


Temperatura

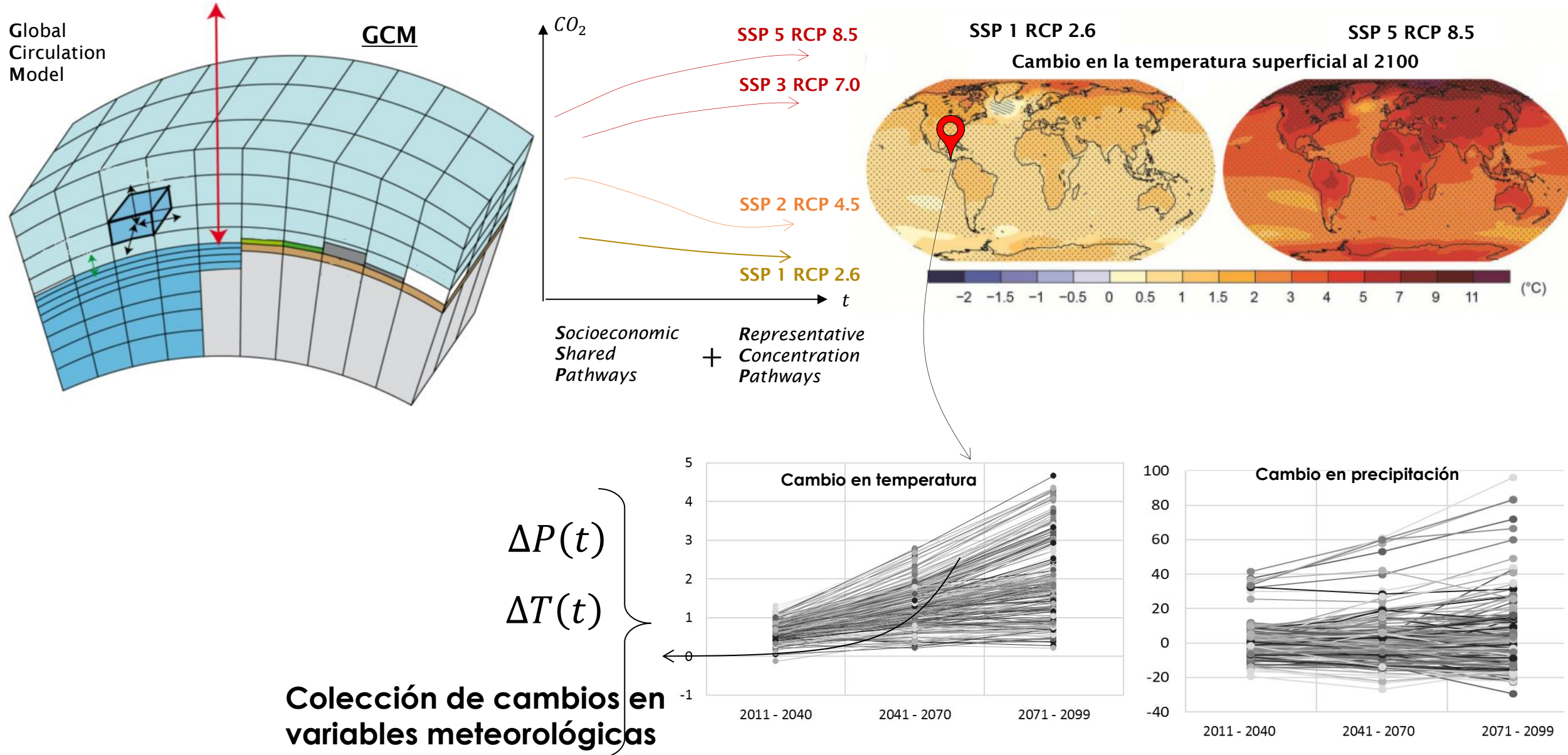
Media diaria



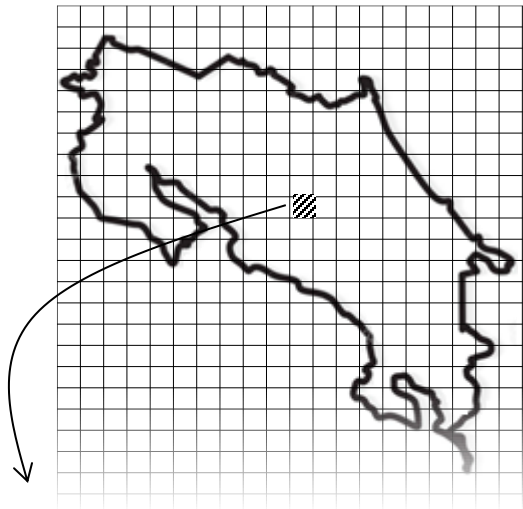
Emisiones de gases de efecto invernadero



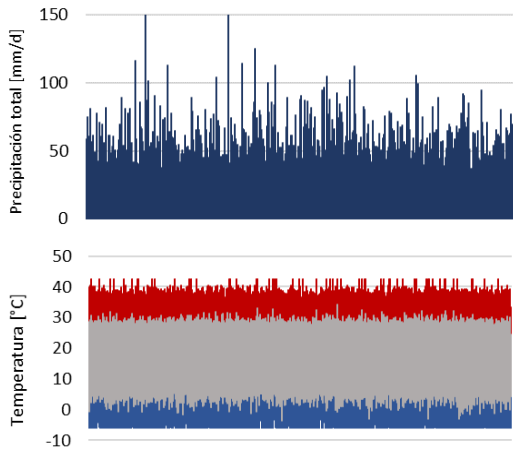
Incorporación de proyecciones de cambio climático



Incorporación de proyecciones de cambio climático



Serie simulada multianual



...

Colección de cambios en variables meteorológicas

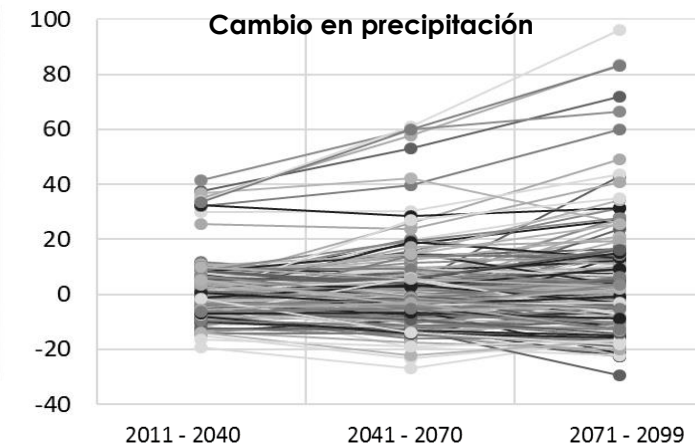
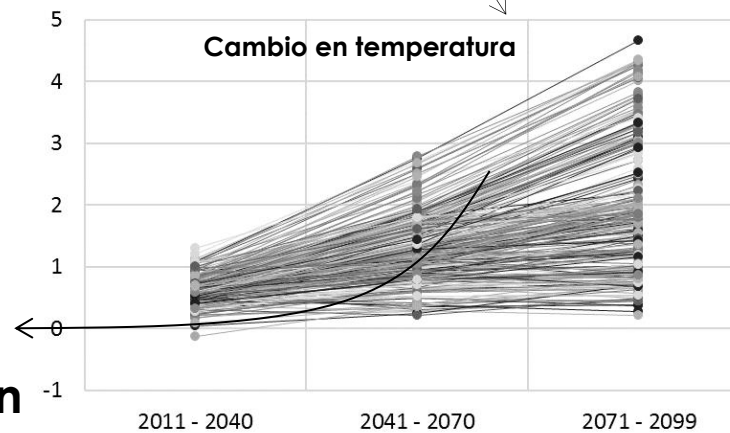
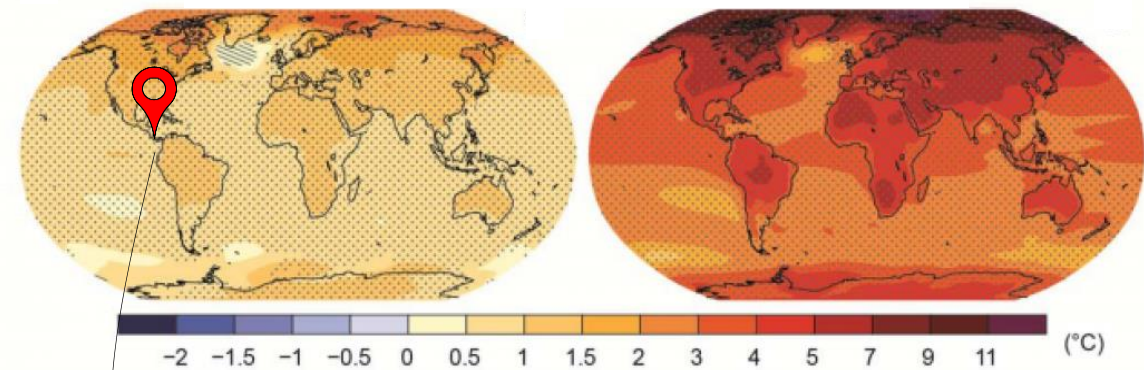
$$\Delta P(t)$$

$$\Delta T(t)$$

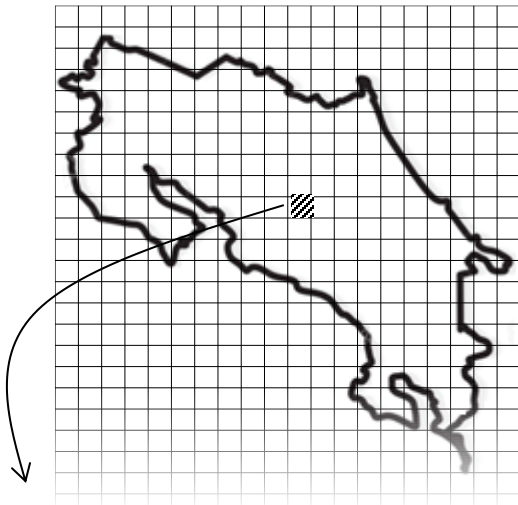
SSP 1 RCP 2.6

SSP 5 RCP 8.5

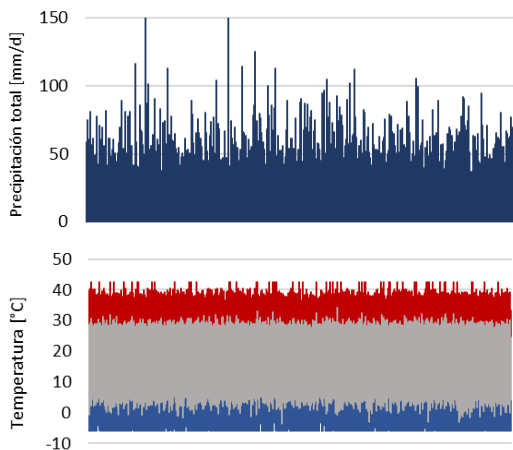
Cambio en la temperatura superficial al 2100



Incorporación de proyecciones de cambio climático



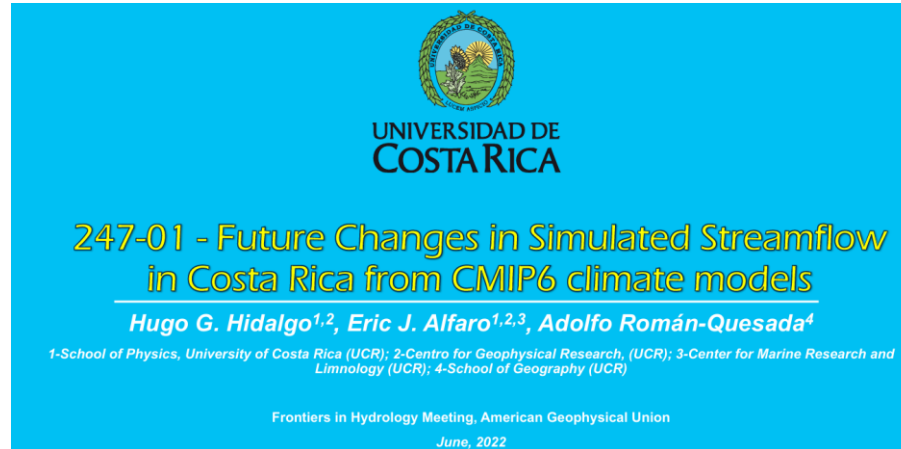
Serie simulada multianual



$$\Delta P(t)$$

$$\Delta T(t)$$

...
Colección de cambios en
variables meteorológicas



Hydrological Research Letters **18**(1), 35–42 (2024)

Published online in J-STAGE (www.jstage.jst.go.jp/browse/hrl). DOI: 10.3178/hrl.18.35

Flood projections for selected Costa Rican main basins using CMIP6 climate models downscaled output in the HBV hydrological model for scenario SSP5-8.5

Hugo G. Hidalgo^{1,2,3}, Eric J. Alfaro^{1,2,4} and Adolfo Quesada-Román⁵

¹Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

²Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

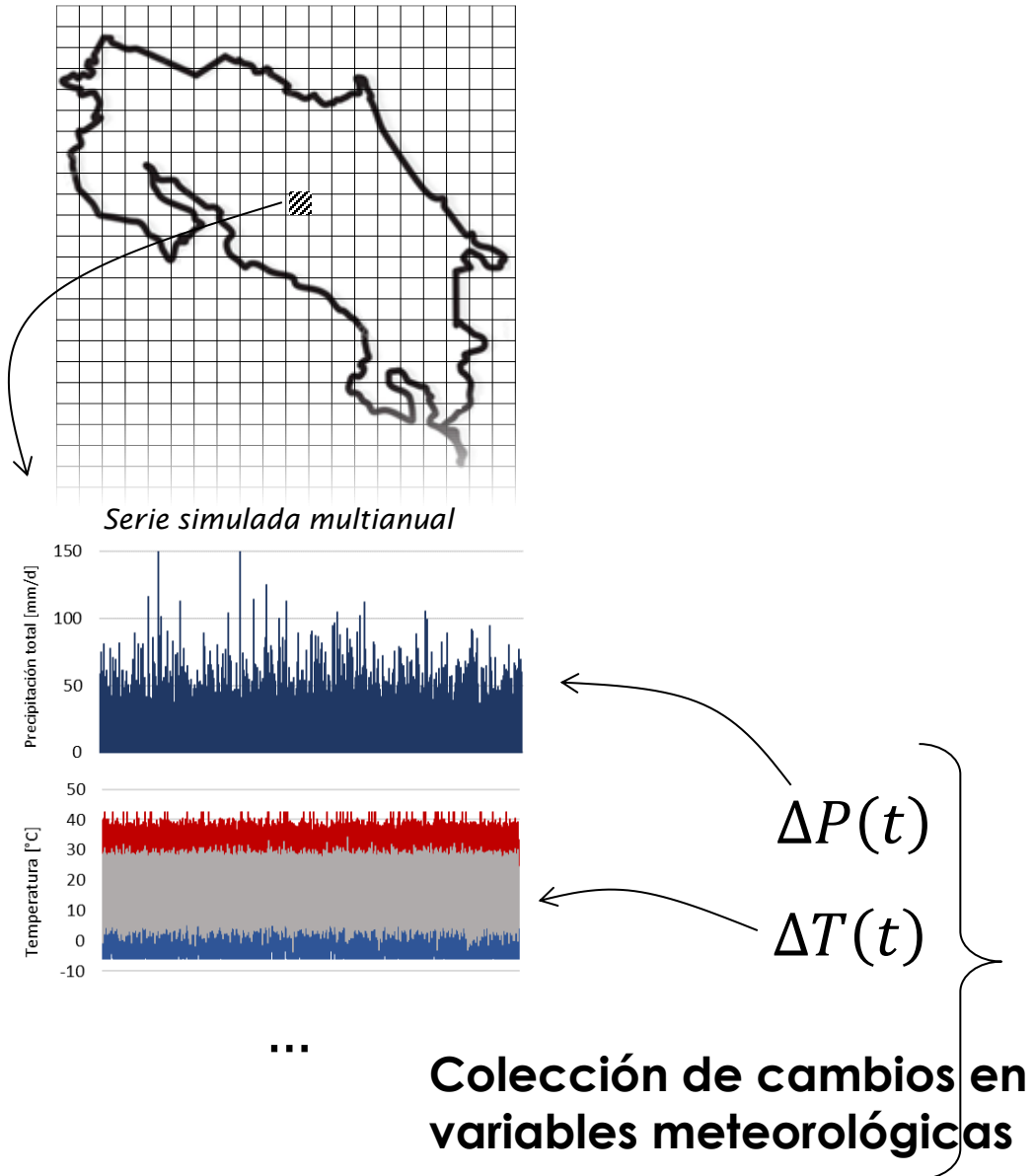
³Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

⁴Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

⁵Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, Costa Rica



Incorporación de proyecciones de cambio climático



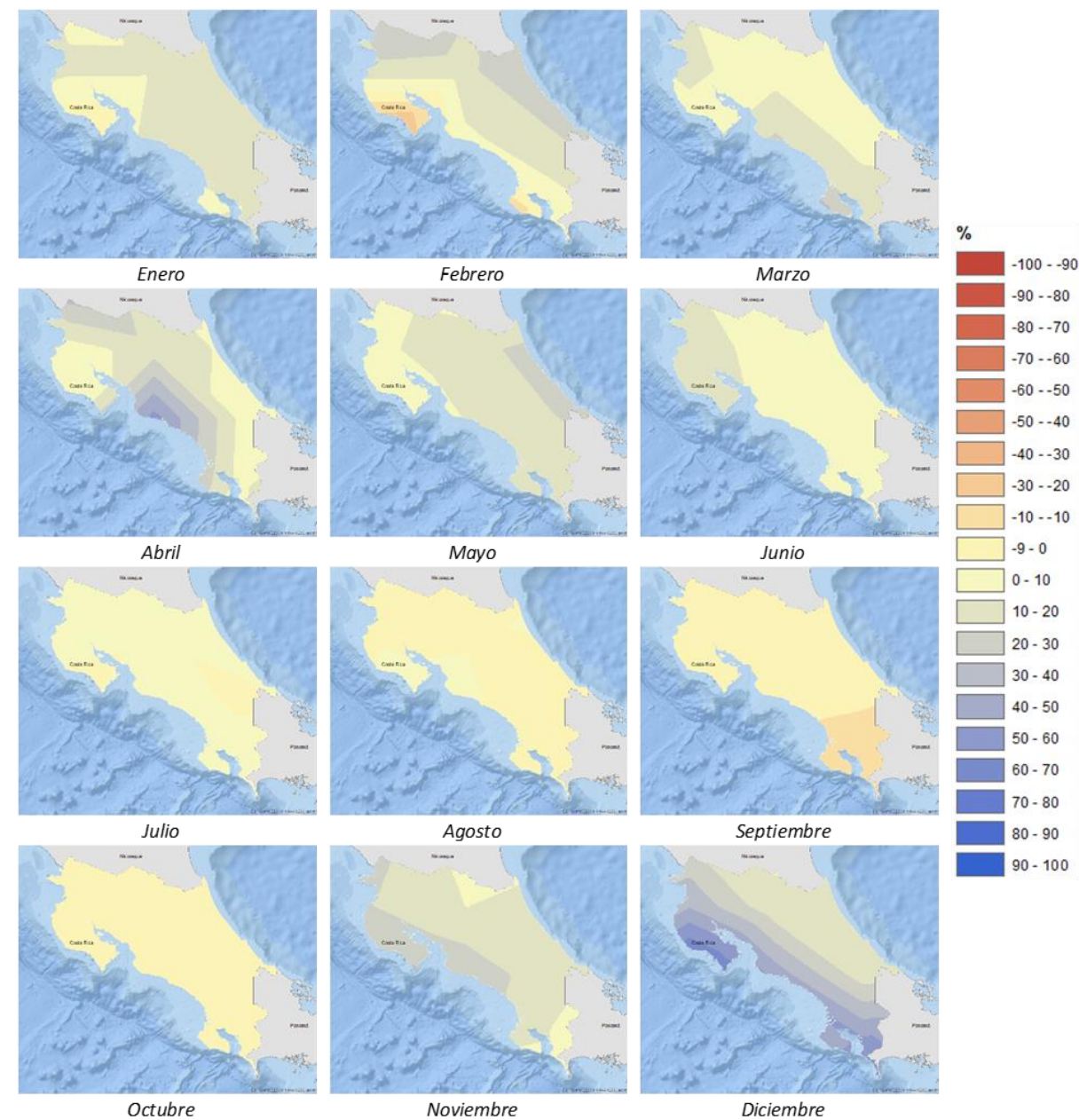
GCM	Trayectoria	Año objetivo
EC-Earth3	SSP1-2.6	2035
EC-Earth3	SSP2-4.5	2035
EC-Earth3	SSP3-7.0	2035
EC-Earth3	SSP5-8.5	2035
EC-Earth3	SSP1-2.6	2050
EC-Earth3	SSP2-4.5	2050
EC-Earth3	SSP3-7.0	2050
EC-Earth3	SSP5-8.5	2050
EC-Earth3	SSP1-2.6	2100
EC-Earth3	SSP2-4.5	2100
EC-Earth3	SSP3-7.0	2100
EC-Earth3	SSP5-8.5	2100
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2035
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2035
GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2035
GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2035
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2050
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2050

GCM	Trayectoria	Año objetivo
GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2050
GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2050
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2100
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2100
GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2100
GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2100

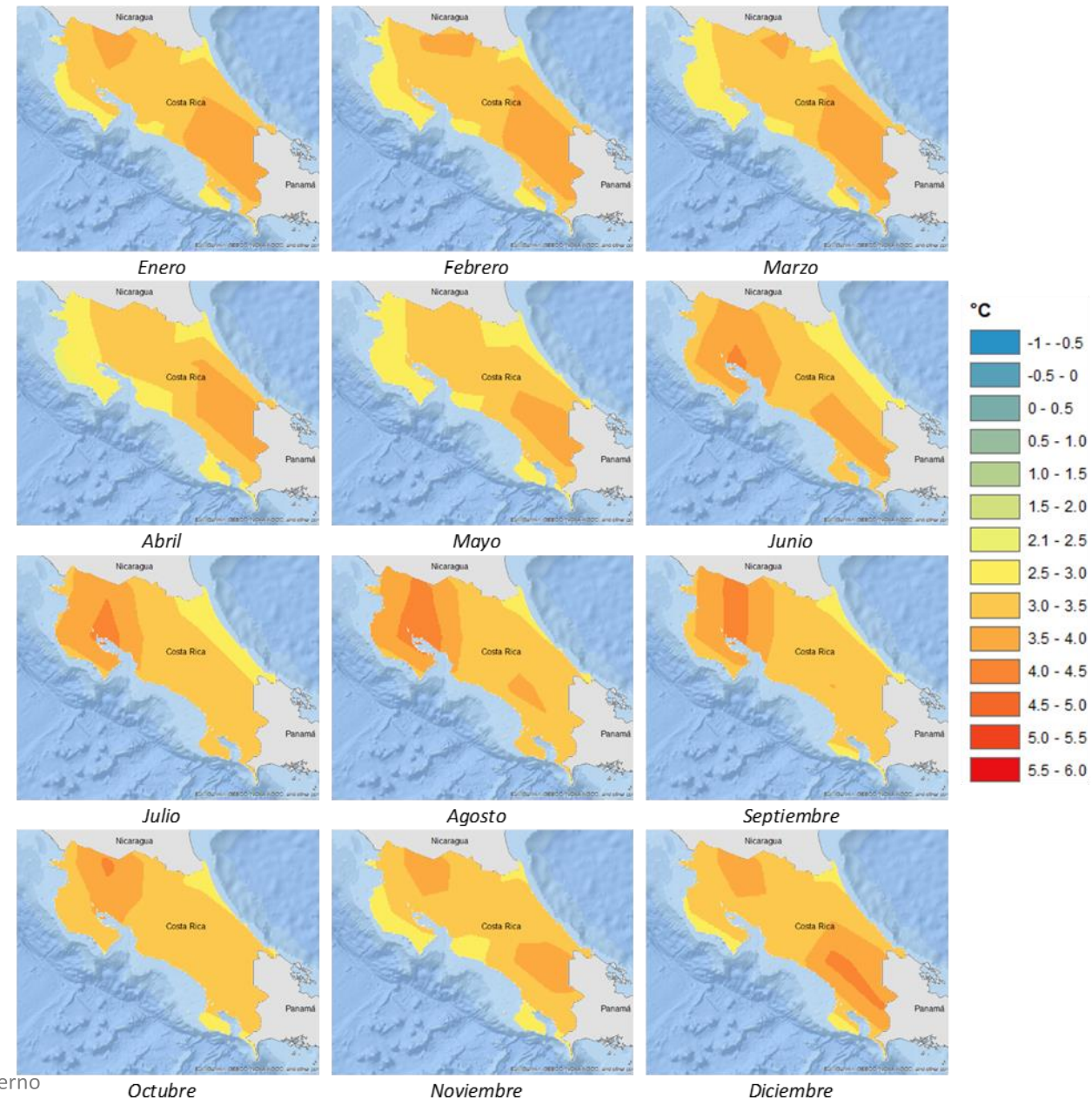
Incorporación de proyecciones de cambio climático

GFDL-ESM4 | SSP1-2.6 | 2035

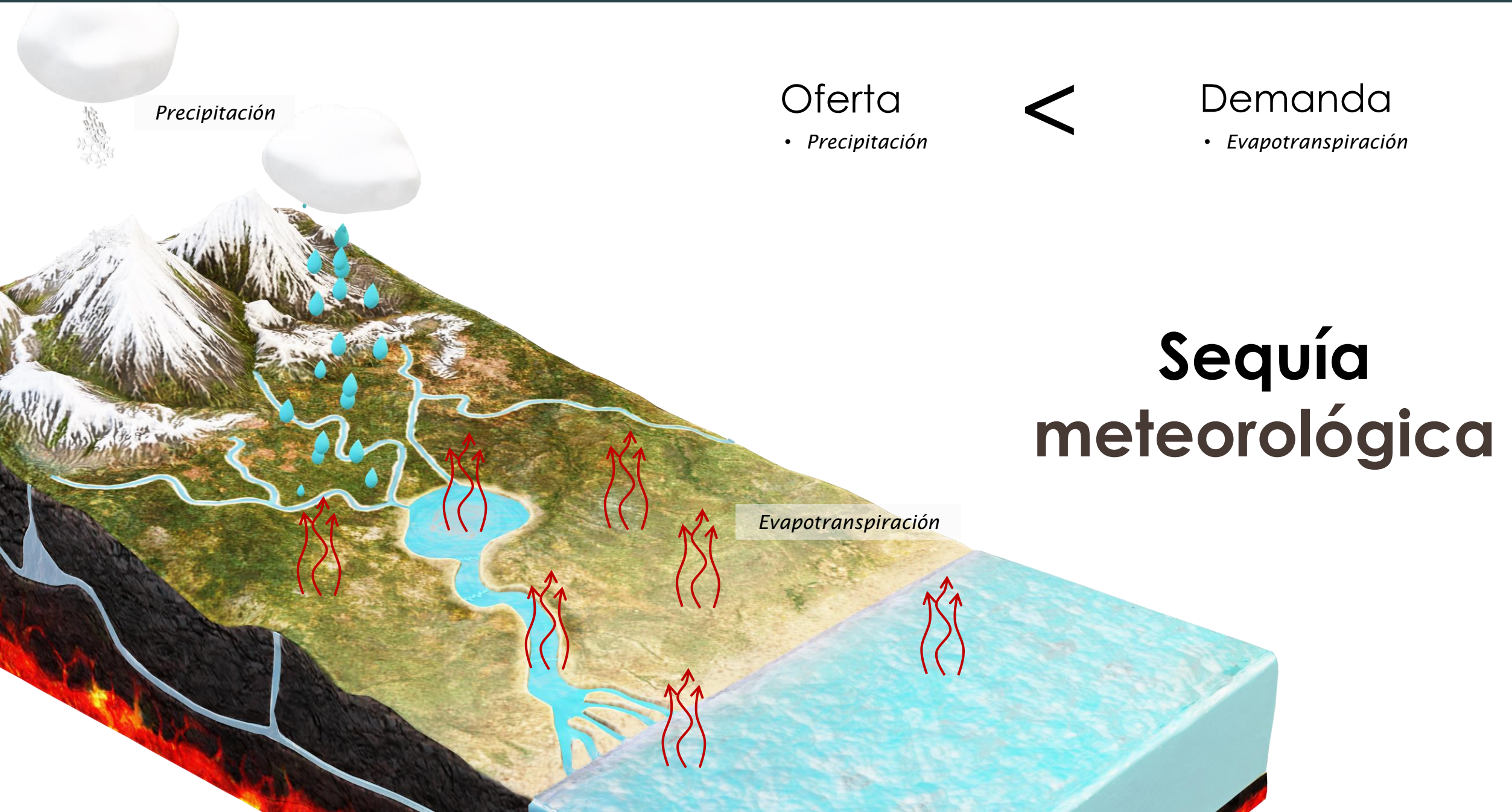
EC-Earth3 | SSP3-7.0 | 2100



Uso Interno



Modelación de la amenaza de sequía



Sequía meteorológica

Déficit de agua en la atmósfera

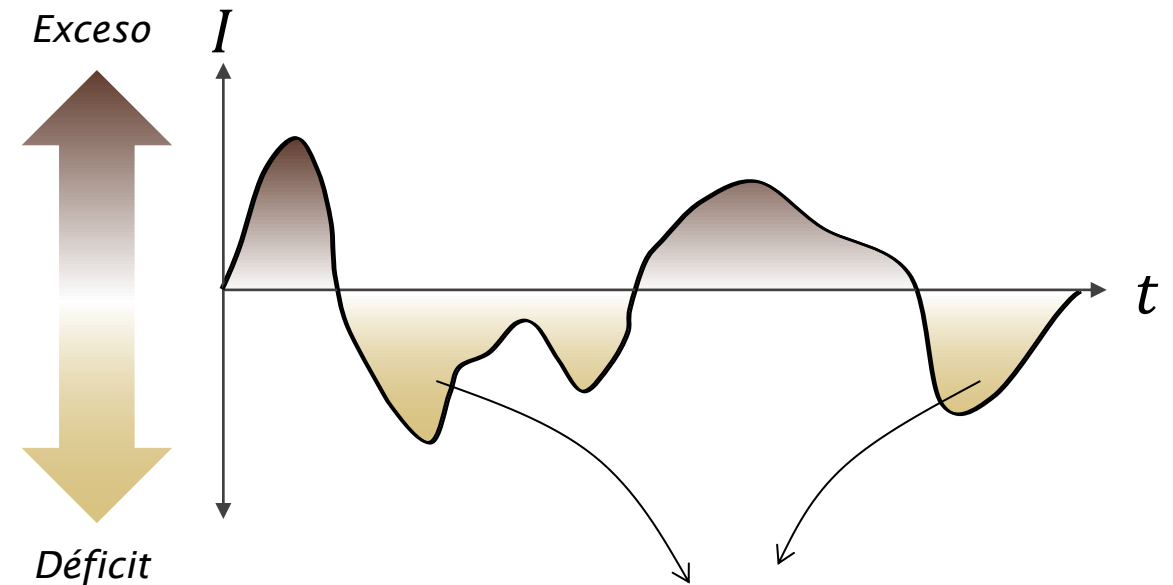
SPI

Standardized Precipitation Index

SPEI

Standardized Precipitation Evapotranspiration Index

Indicadores



Periodos en condición
de déficit importante

Sequía

Sequía meteorológica

Déficit de agua en la atmósfera

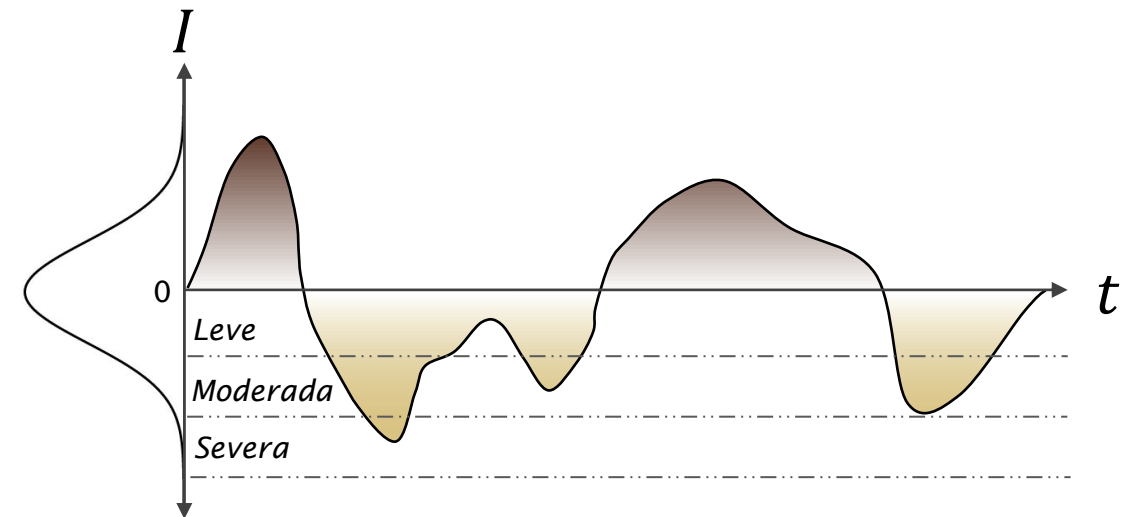
SPI

Standardized Precipitation Index

SPEI

Standardized Precipitation Evapotranspiration Index

Indicadores estandarizados



Indicador	Categoría
$0 \geq I > -1$	<i>Sequía leve</i>
$-1 \geq I > -1.5$	<i>Sequía moderada</i>
$-1.5 \geq I > -2$	<i>Sequía severa</i>
$I < -2$	<i>Sequía extrema</i>

Sequía meteorológica

Déficit de agua en la atmósfera

SPI

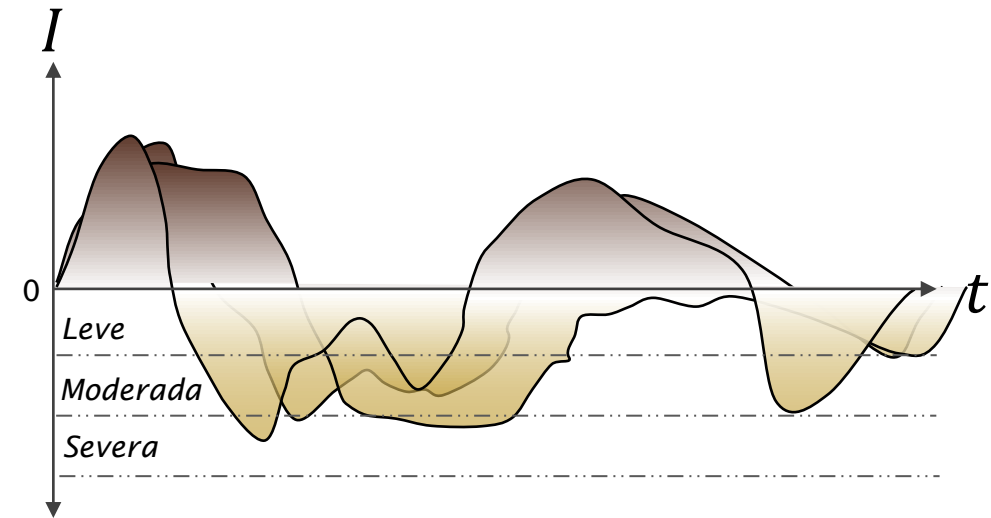
Standardized Precipitation Index

SPEI

Standardized Precipitation Evapotranspiration Index

Indicadores estandarizados

$$d = \frac{I}{2}$$

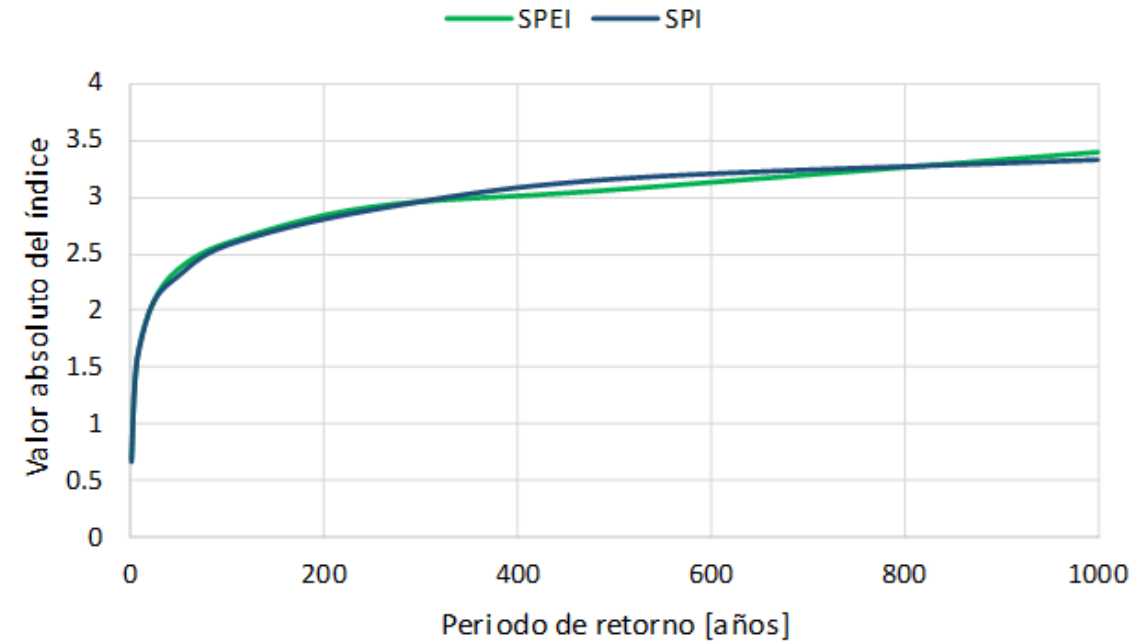
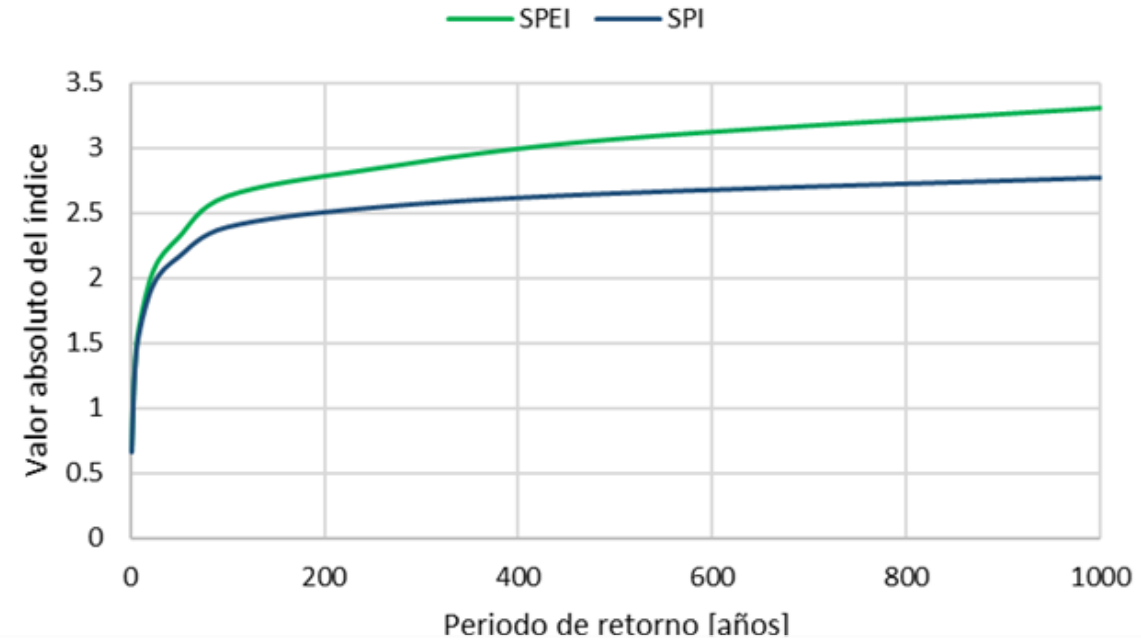


Indicadores estandarizados



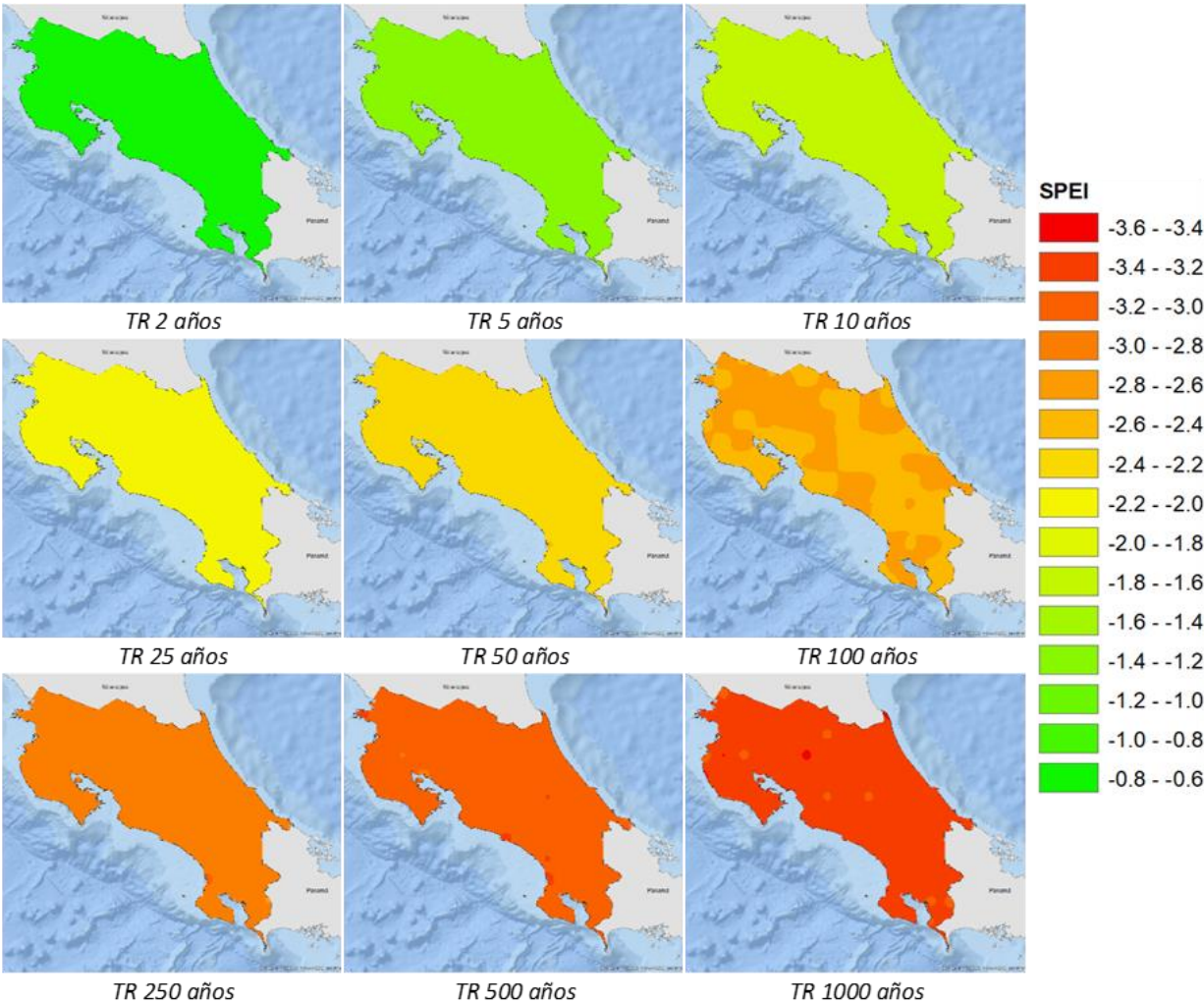
$$v(I) = \frac{N - 1}{t}$$

Curvas de amenaza

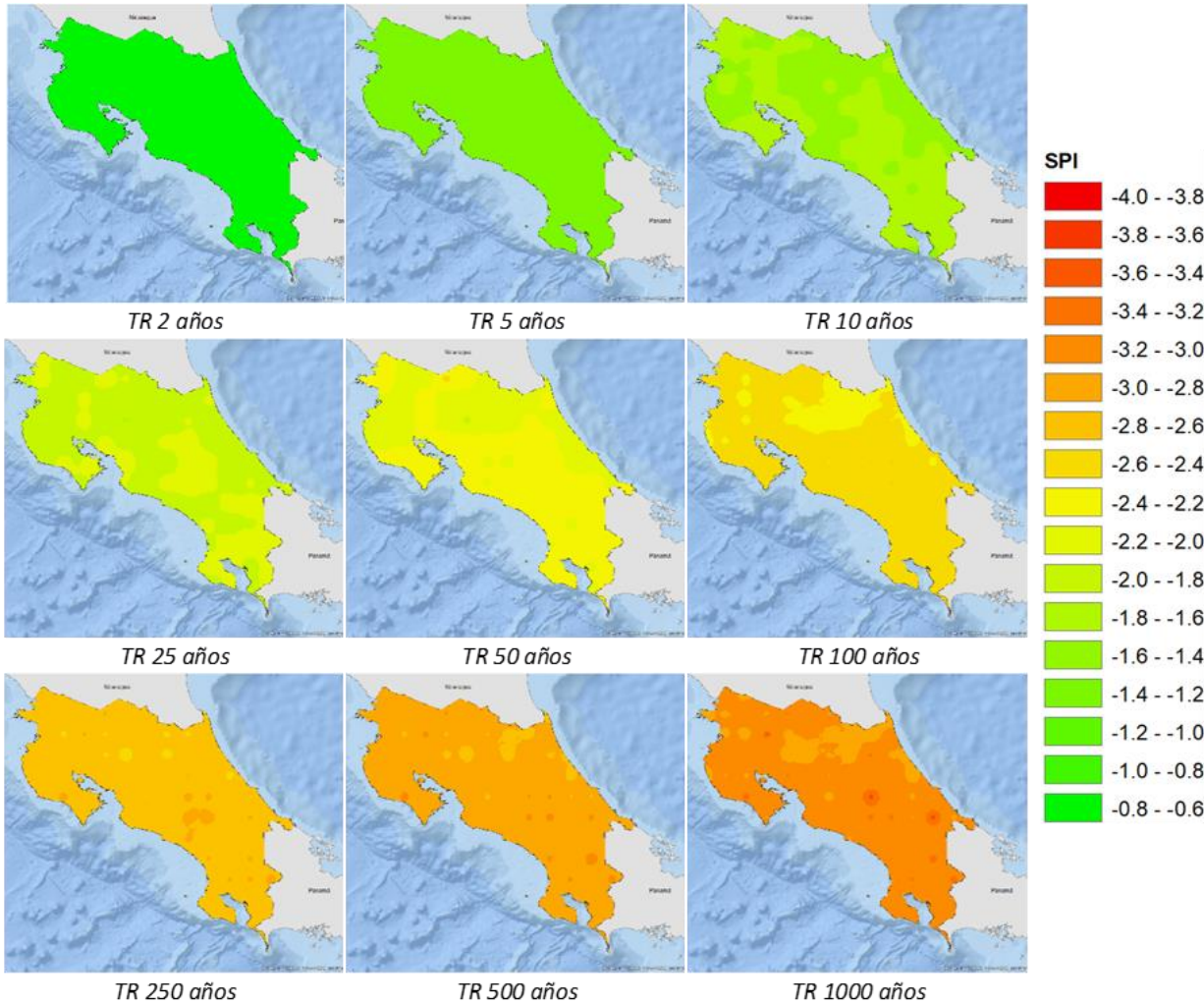


Mapas de amenaza

SPEI | Clima base

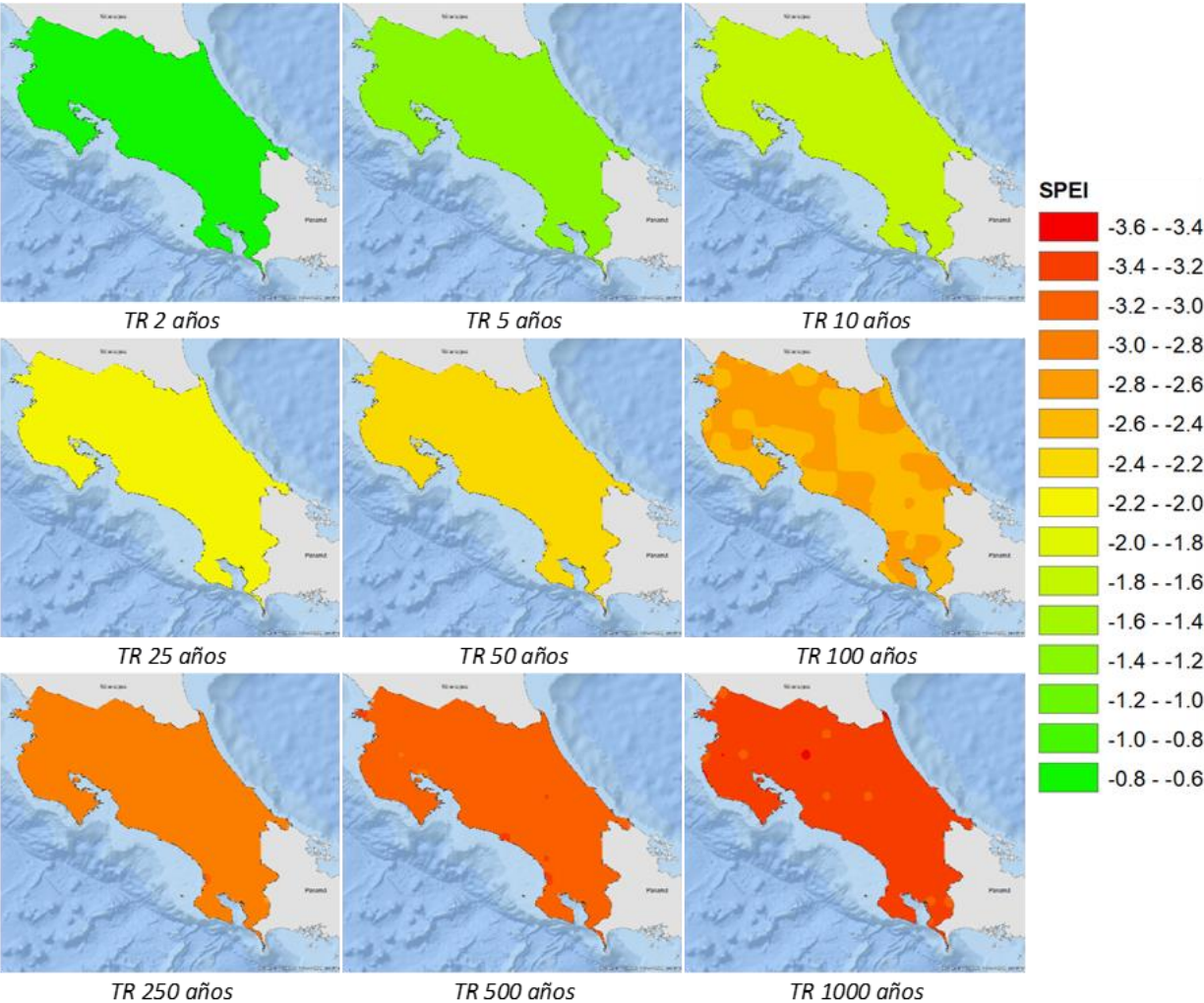


SPI | Clima base

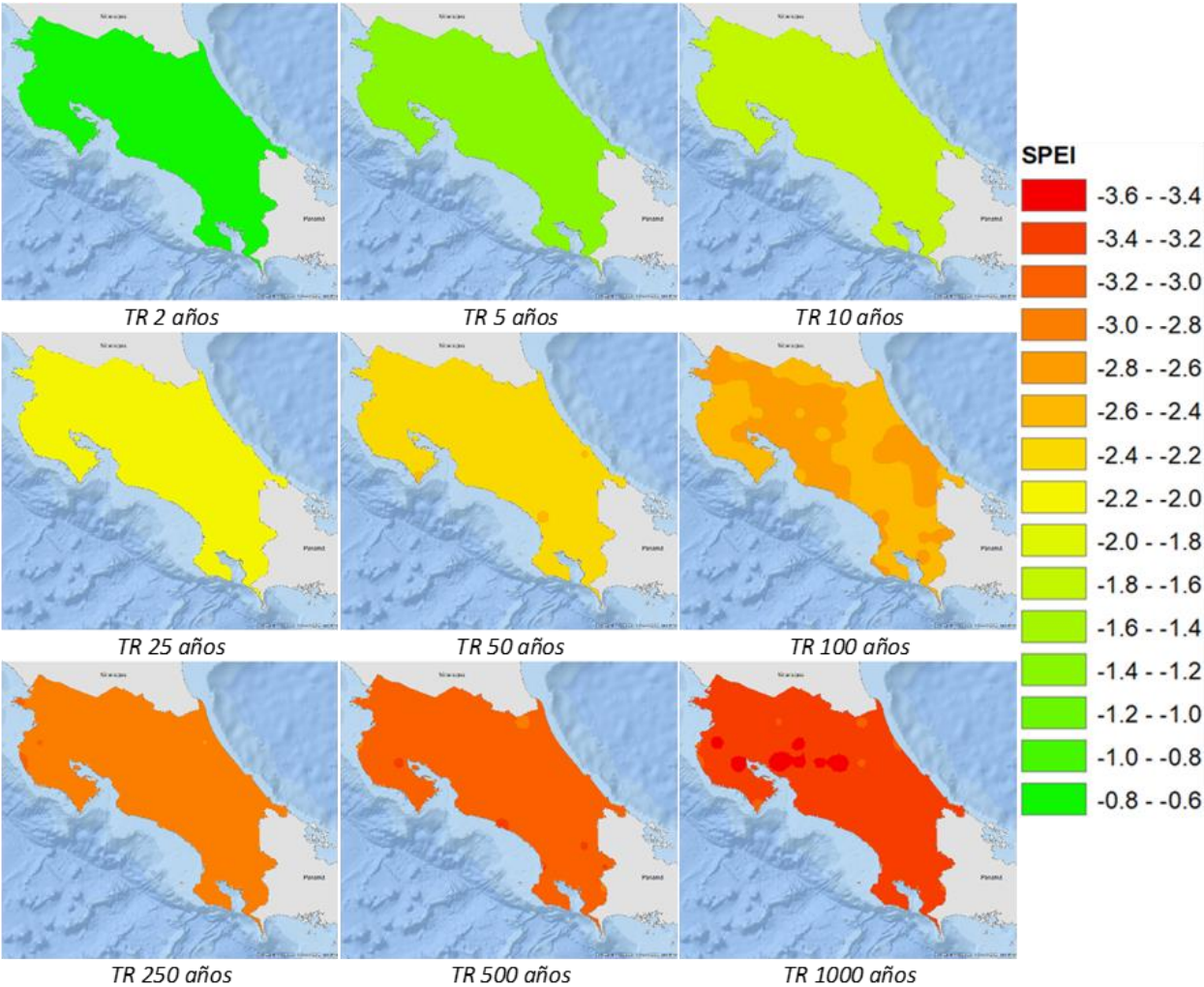


Mapas de amenaza

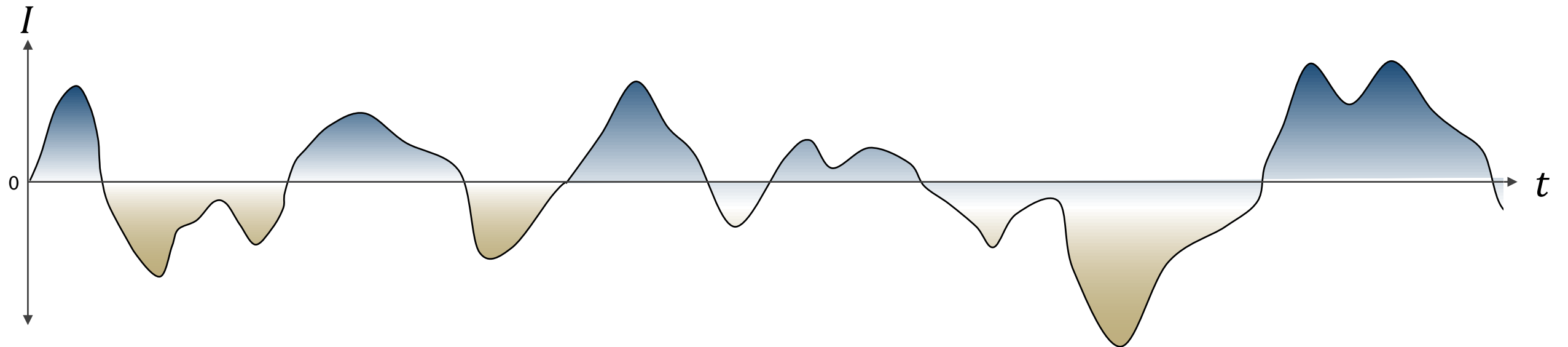
SPEI | Clima base



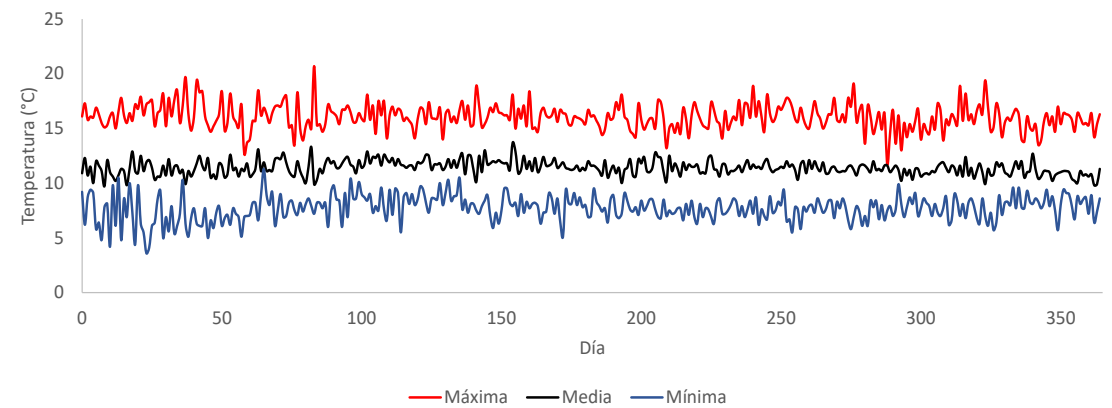
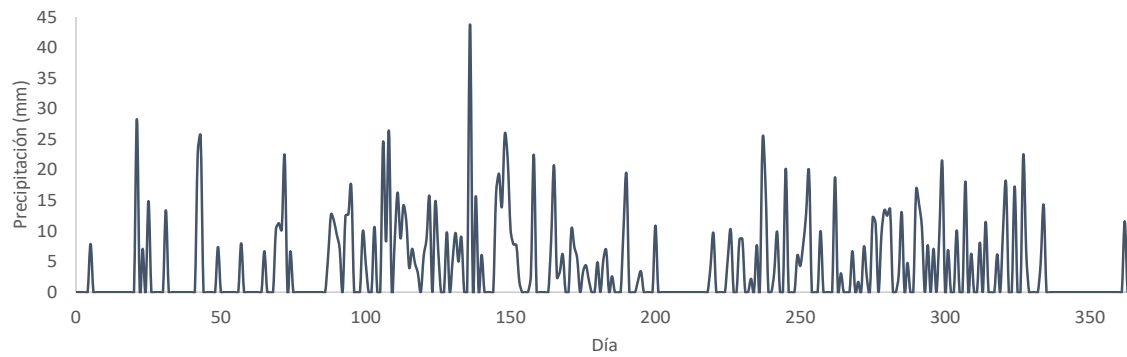
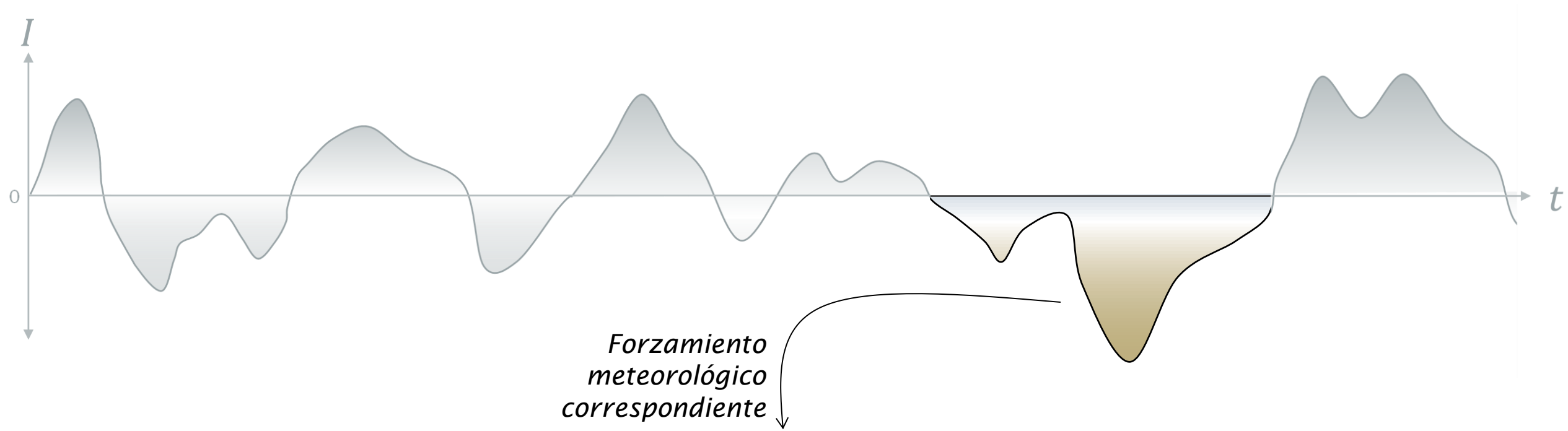
SPEI | EC-Earth3 SSP5-8.5 2050



Indicadores estandarizados

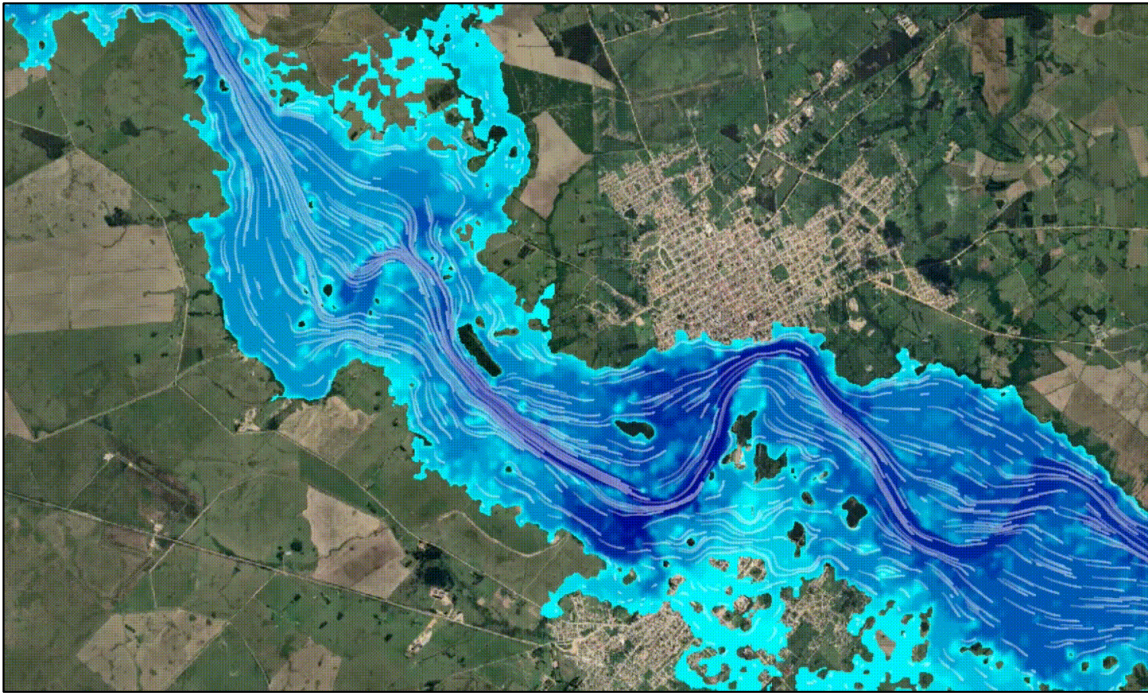


Indicadores estandarizados

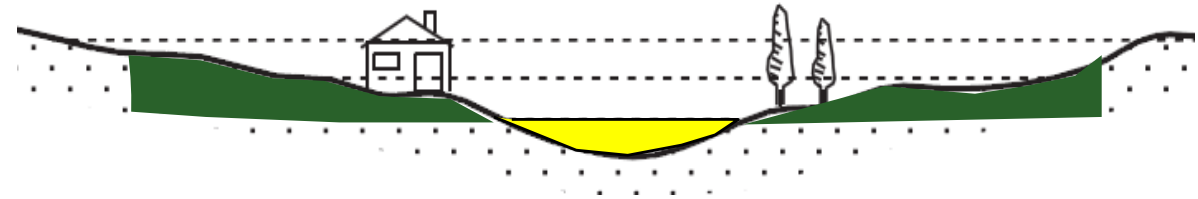
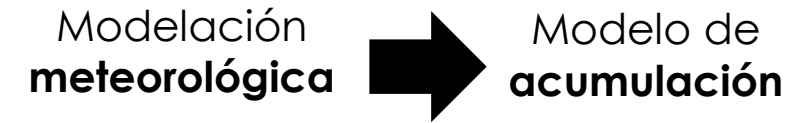


Amenaza de inundación

Inundación fluvial

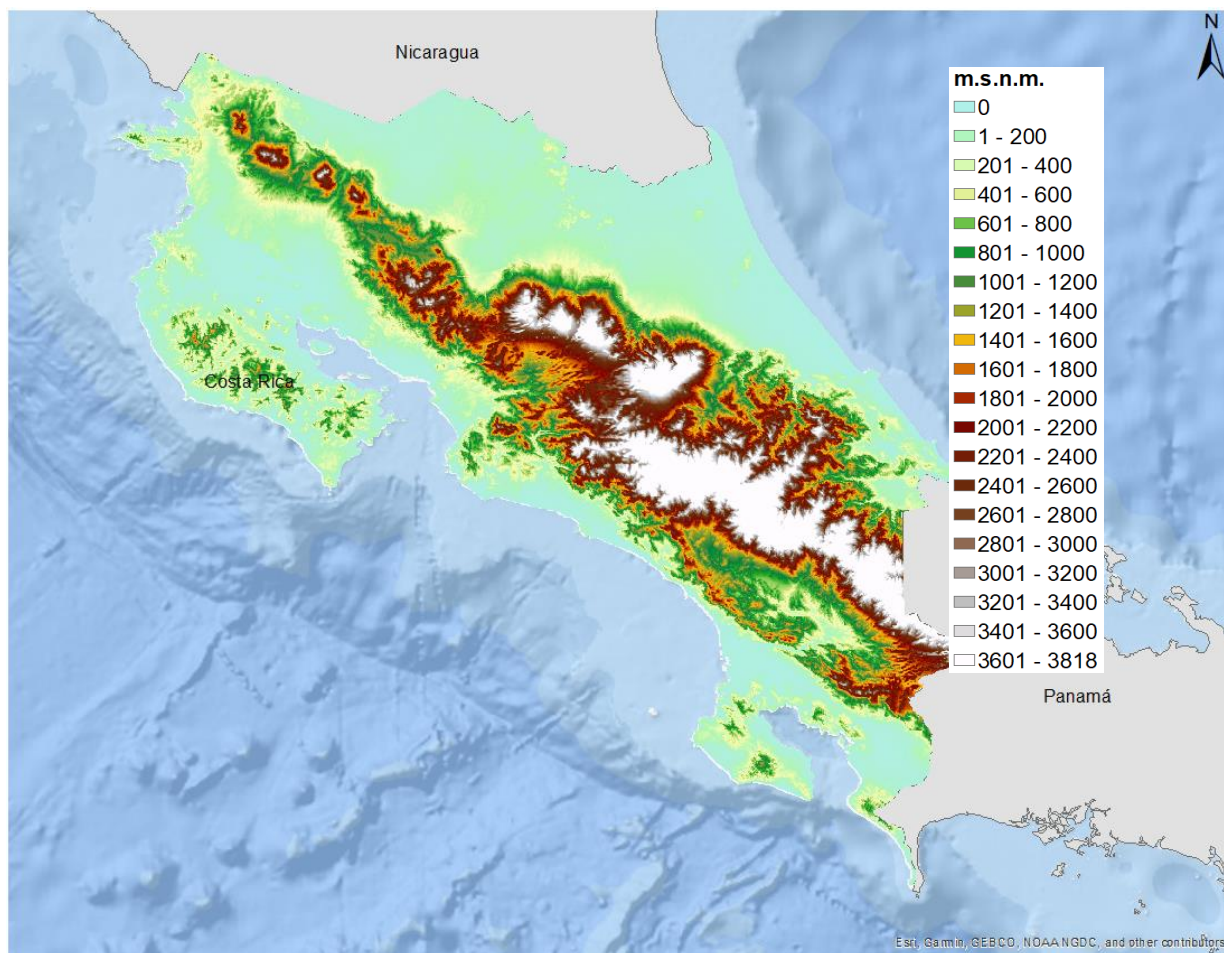


Inundación pluvial

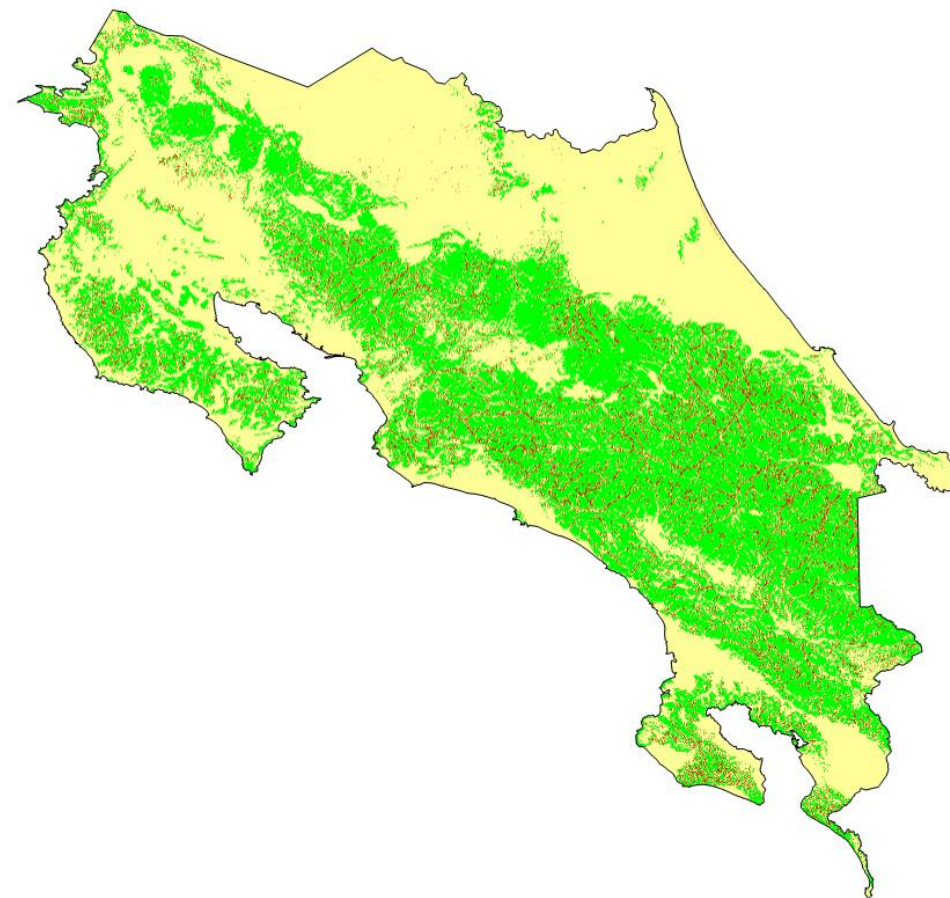


Amenaza de inundación pluvial

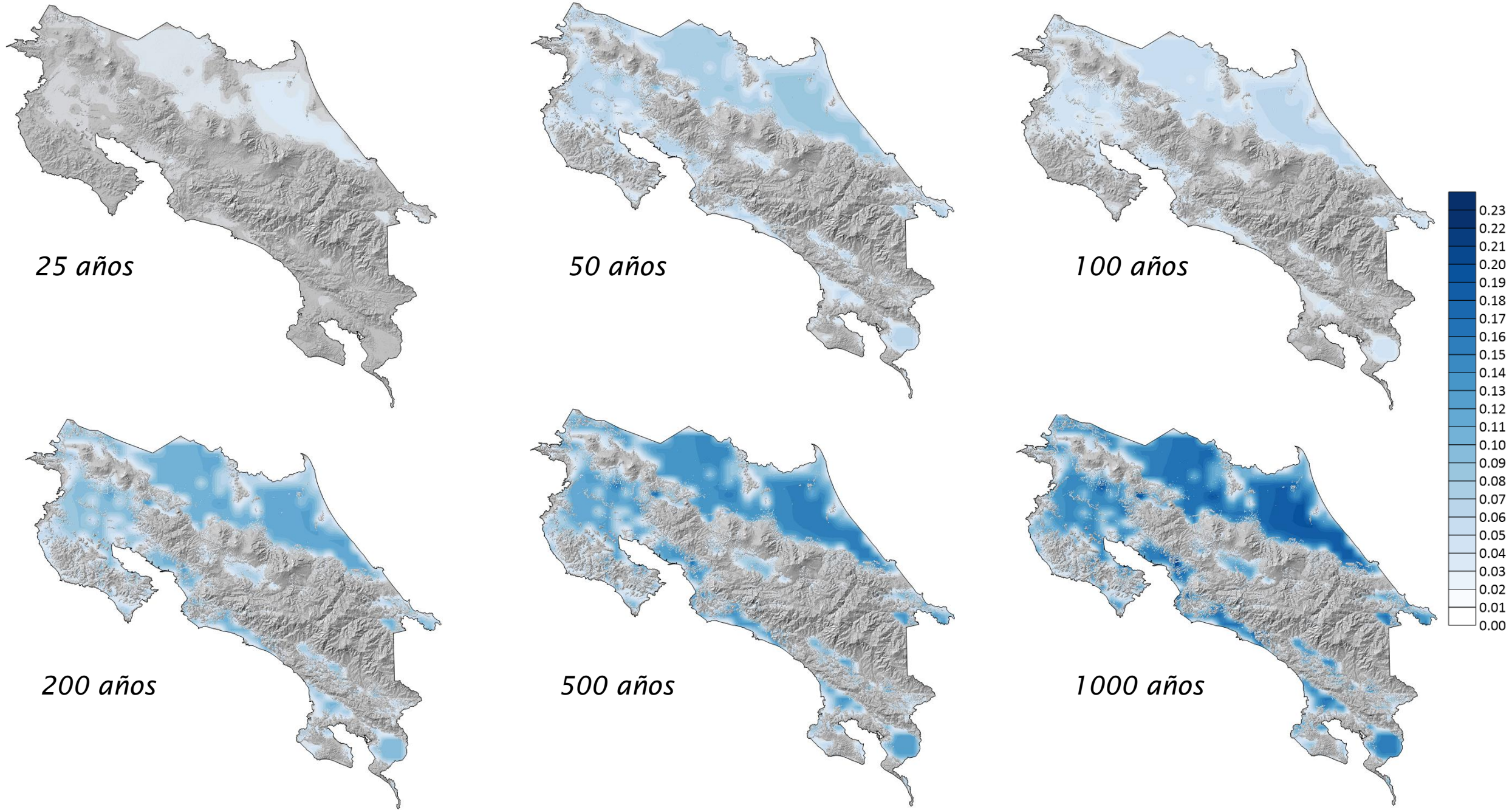
*Modelo Digital de elevación
12.5 m*



*Potencial de Acumulación Topográfica (PAT).
Rojo = Alto. Amarillo = Medio. Verde = Bajo.*

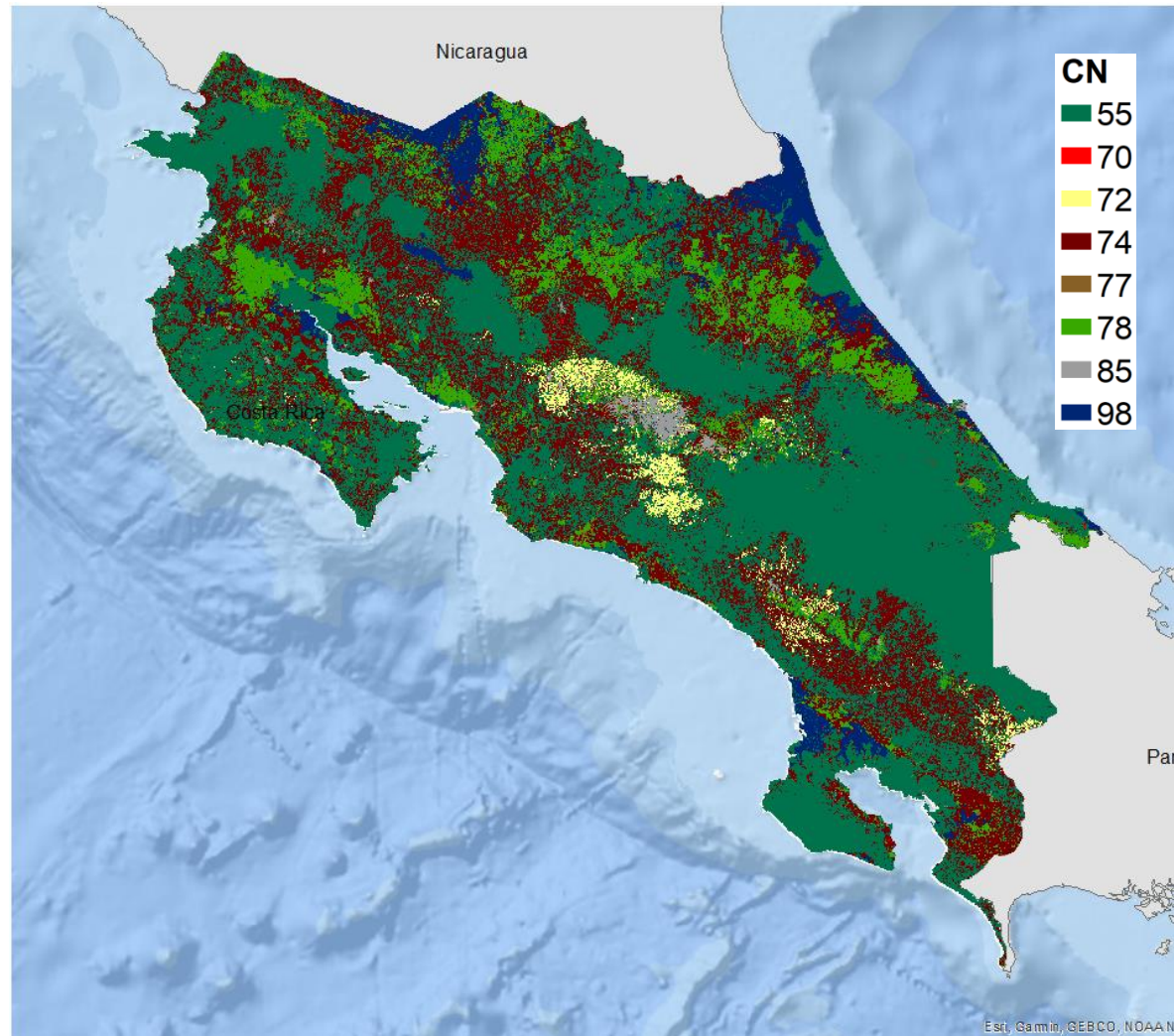


Amenaza de inundación pluvial – Clima base



Amenaza de inundación fluvial

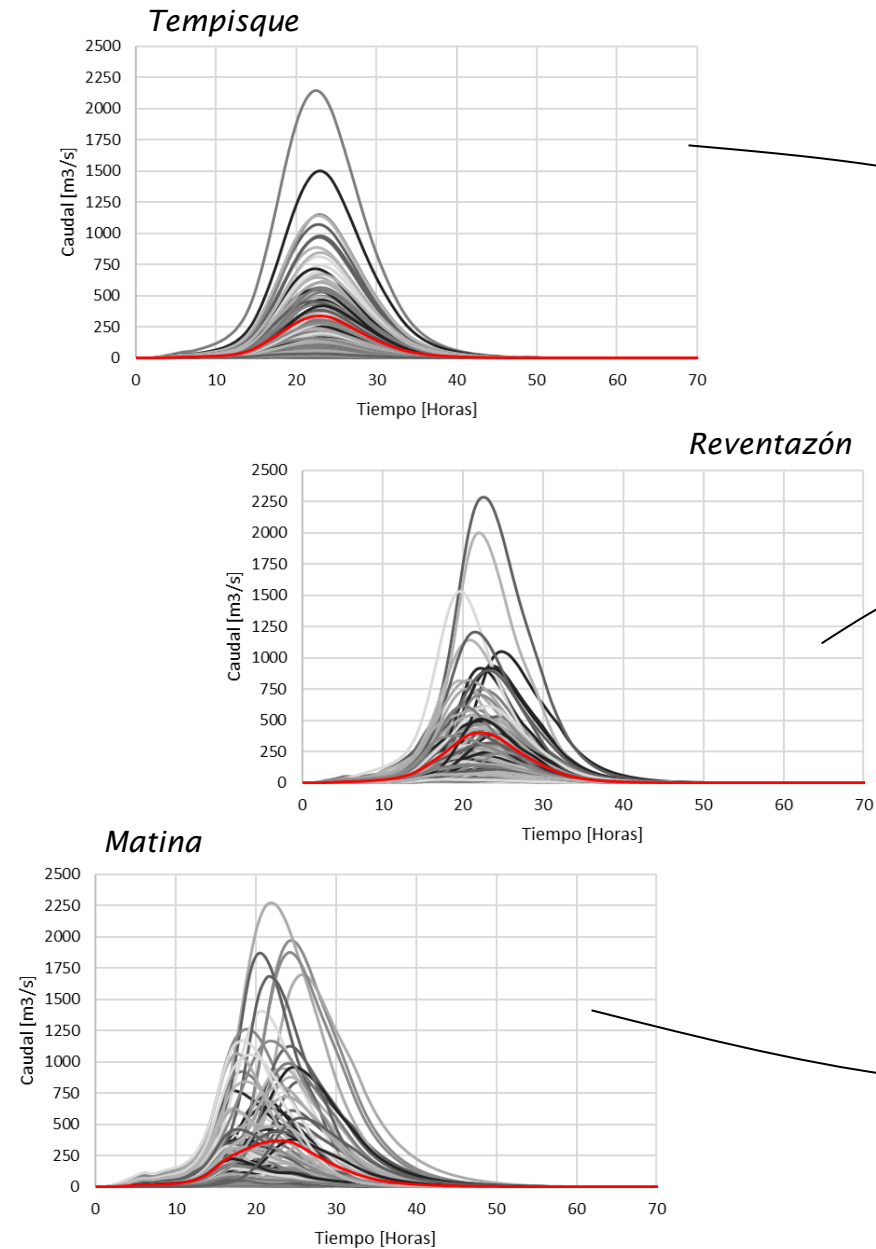
Número de Curva



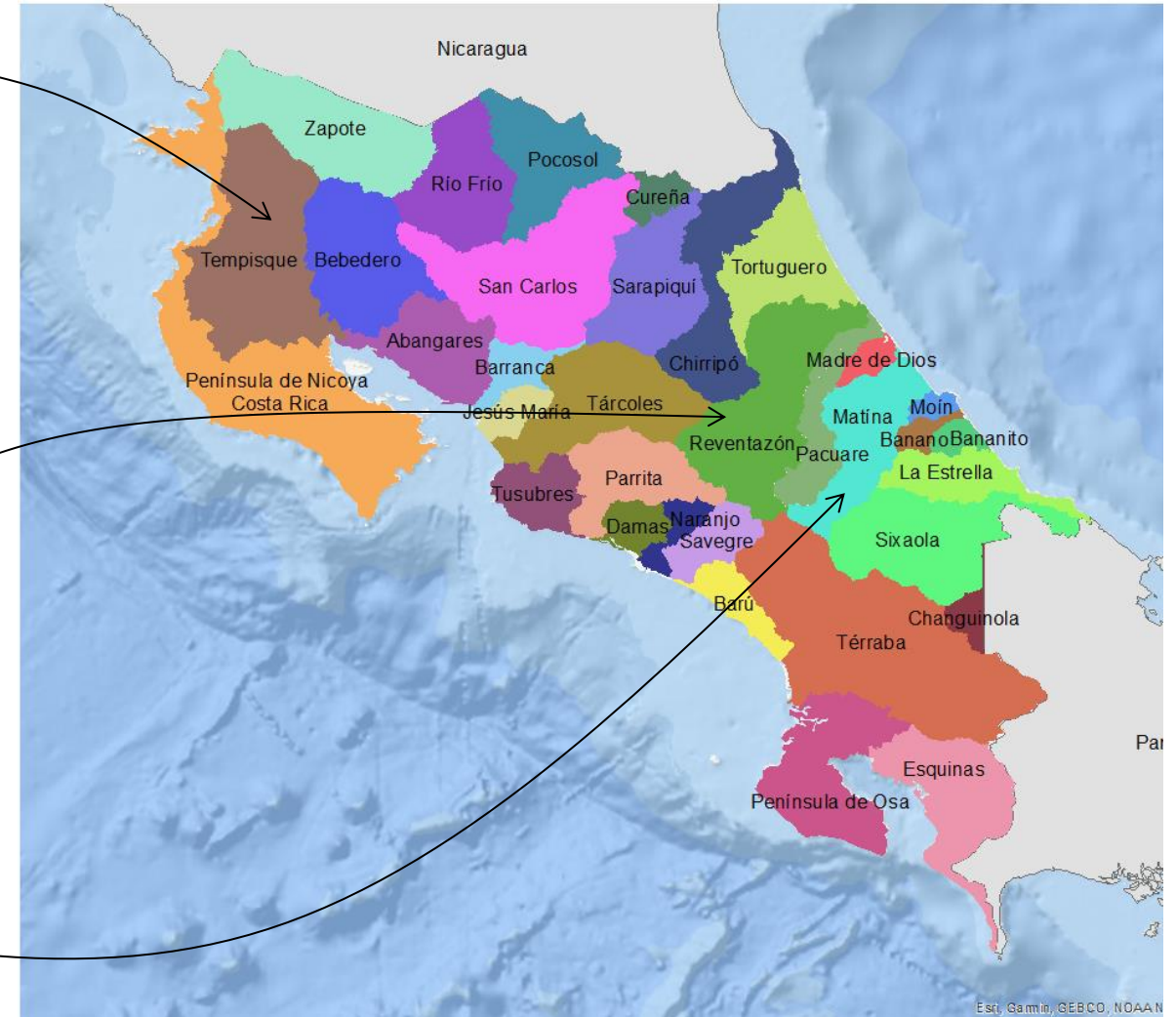
Cuencas hidrográficas



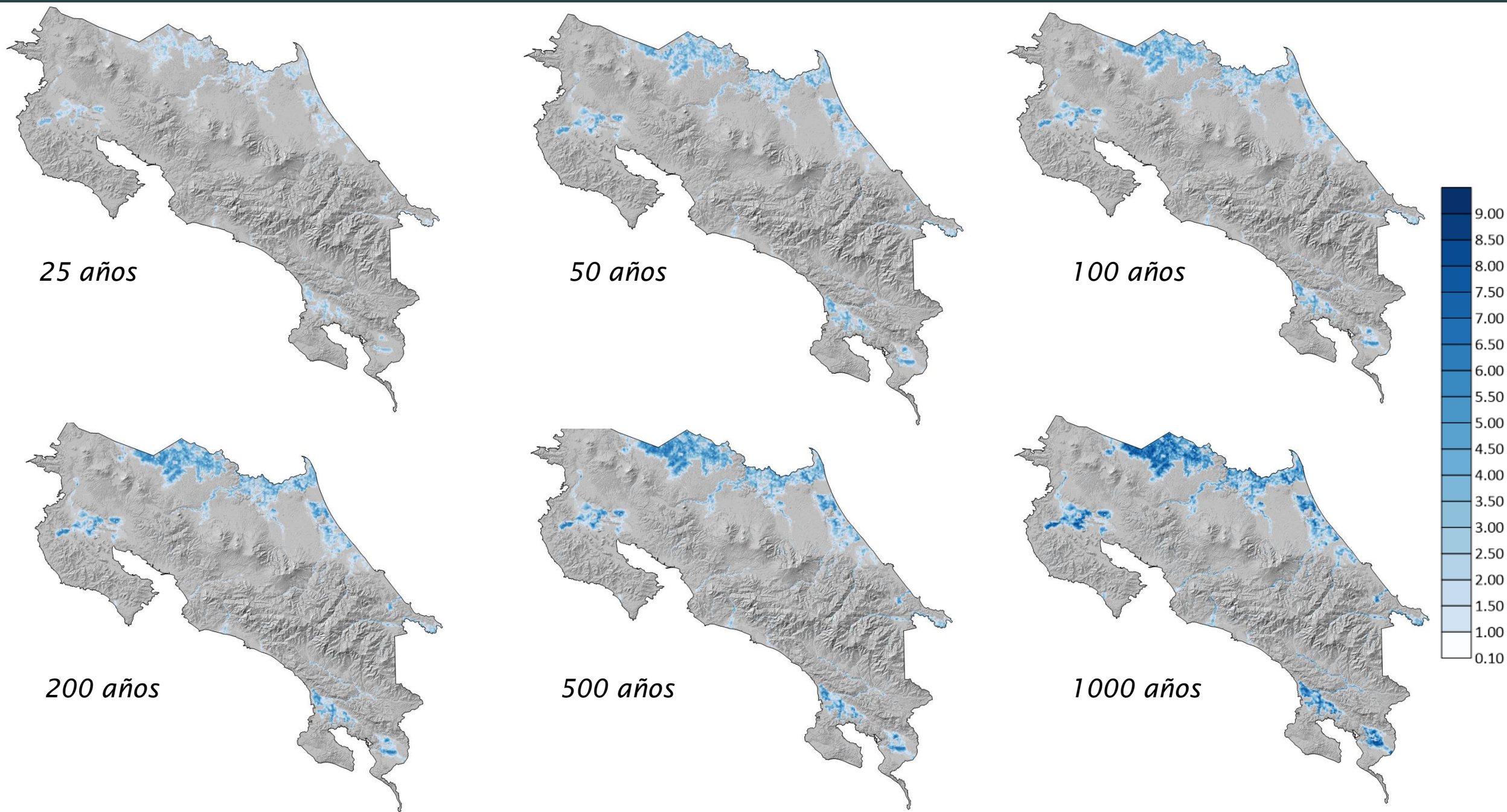
Amenaza de inundación fluvial



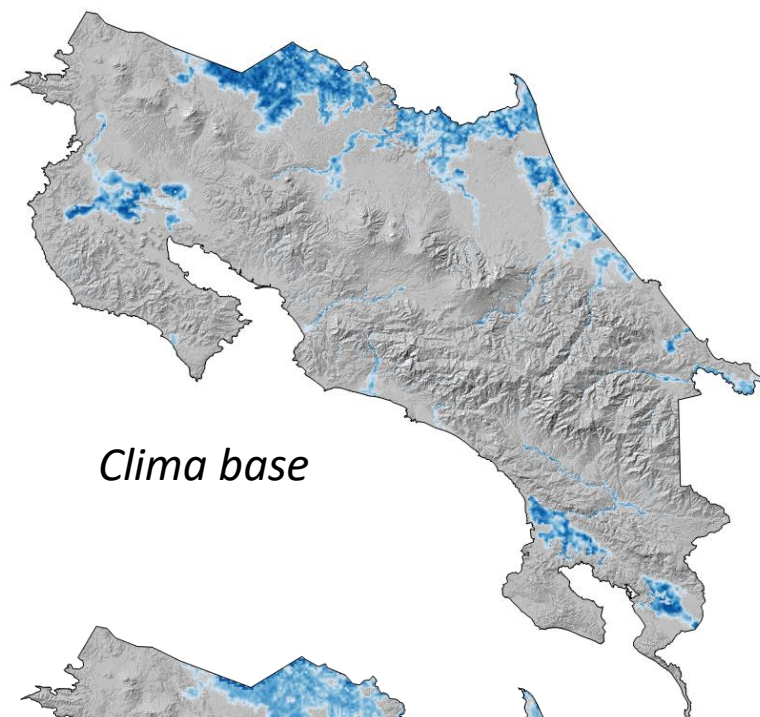
Cuencas hidrográficas



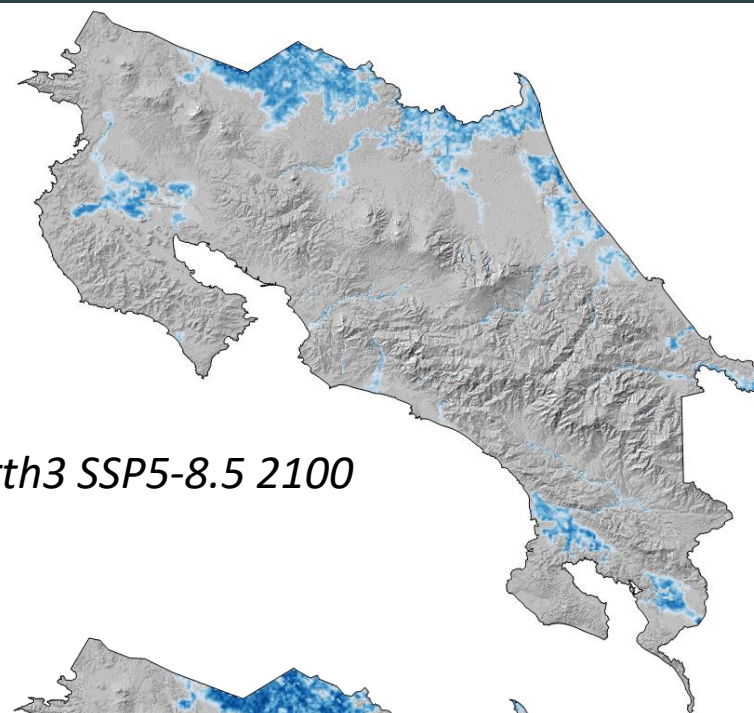
Amenaza de inundación fluvial – Clima base



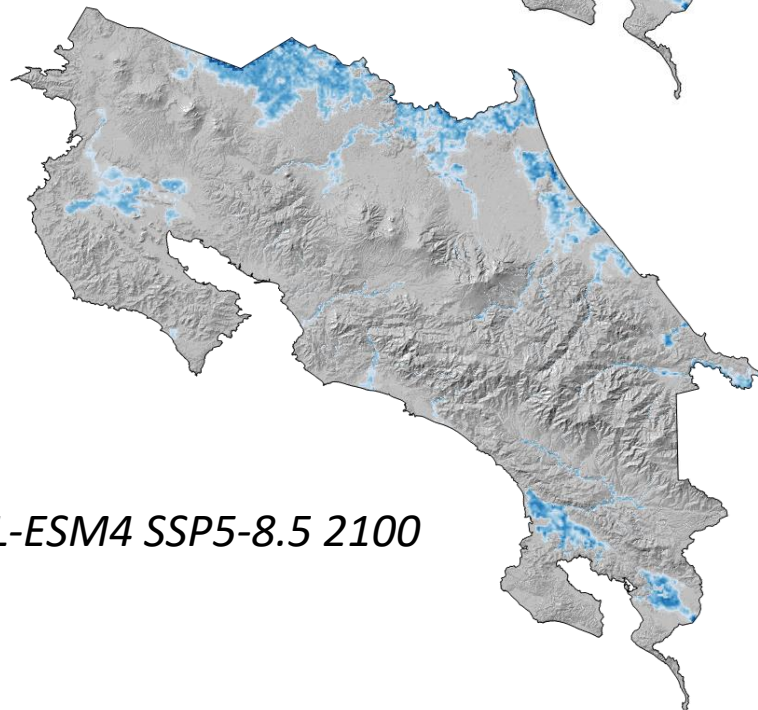
Amenaza de inundación fluvial – Clima futuro



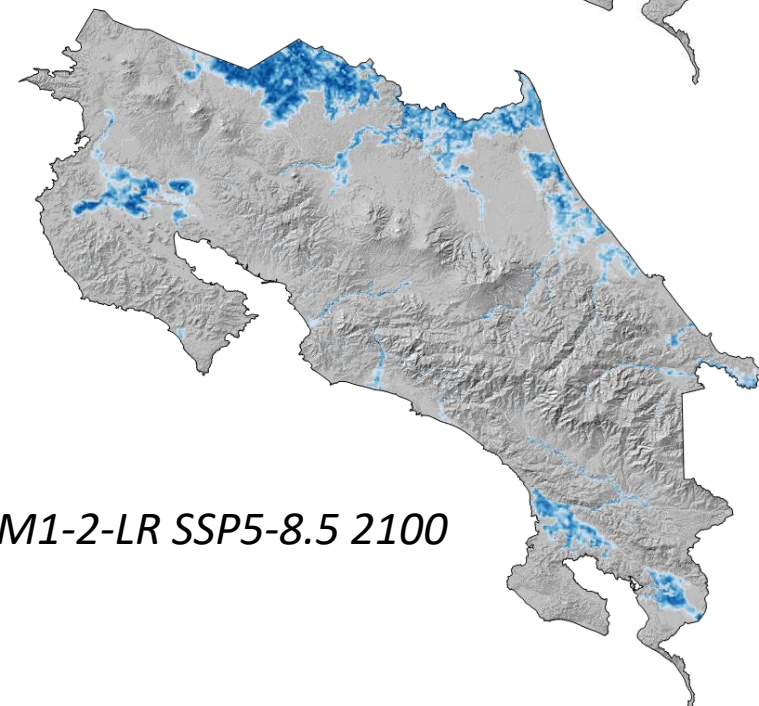
Clima base



EC-Earth3 SSP5-8.5 2100



GFDL-ESM4 SSP5-8.5 2100



MPI-ESM1-2-LR SSP5-8.5 2100

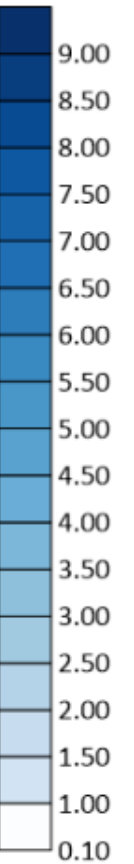


Amenaza de inundación fluvial – Comparación con GRAF

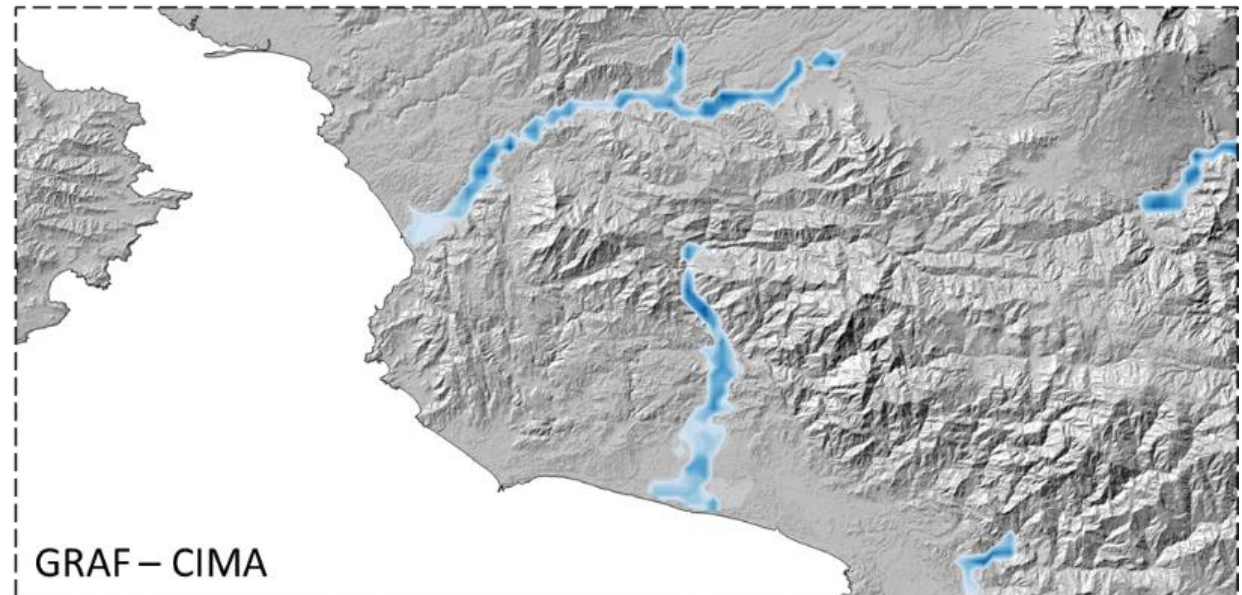
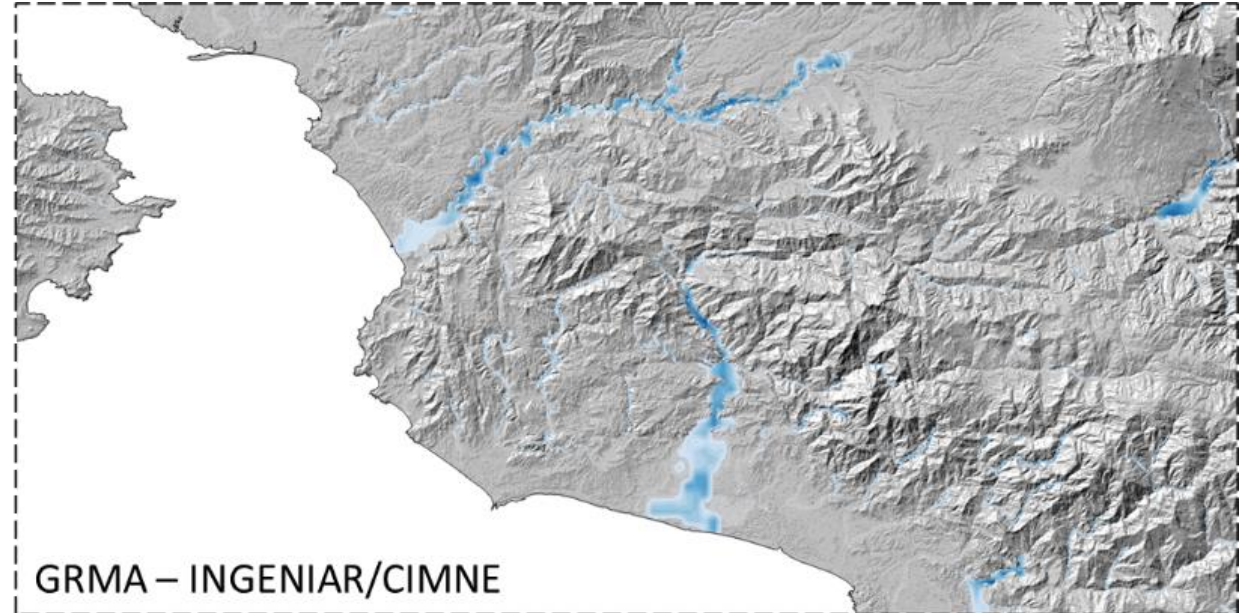
GRAF – 1000 años



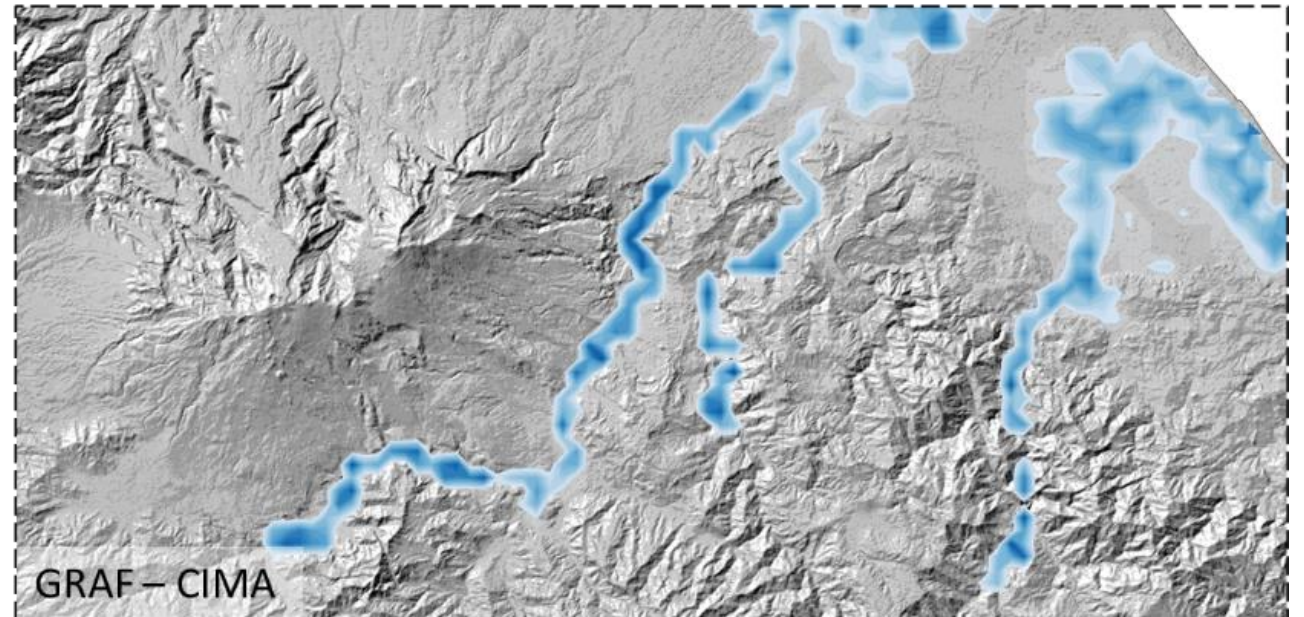
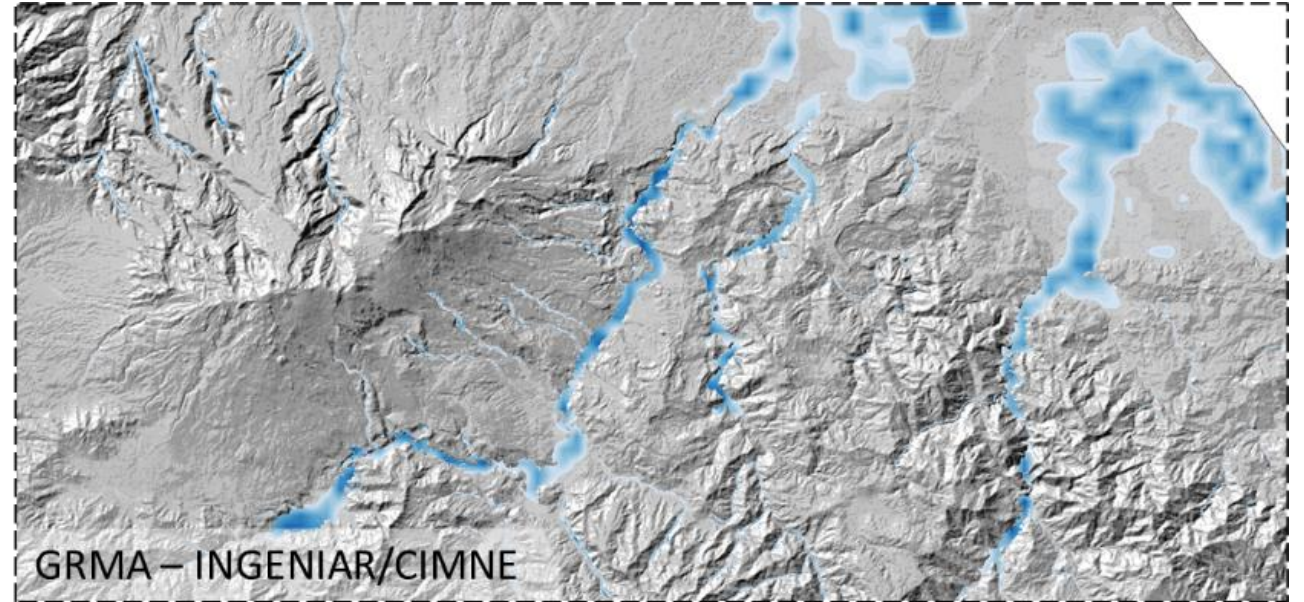
GRMA – 1000 años



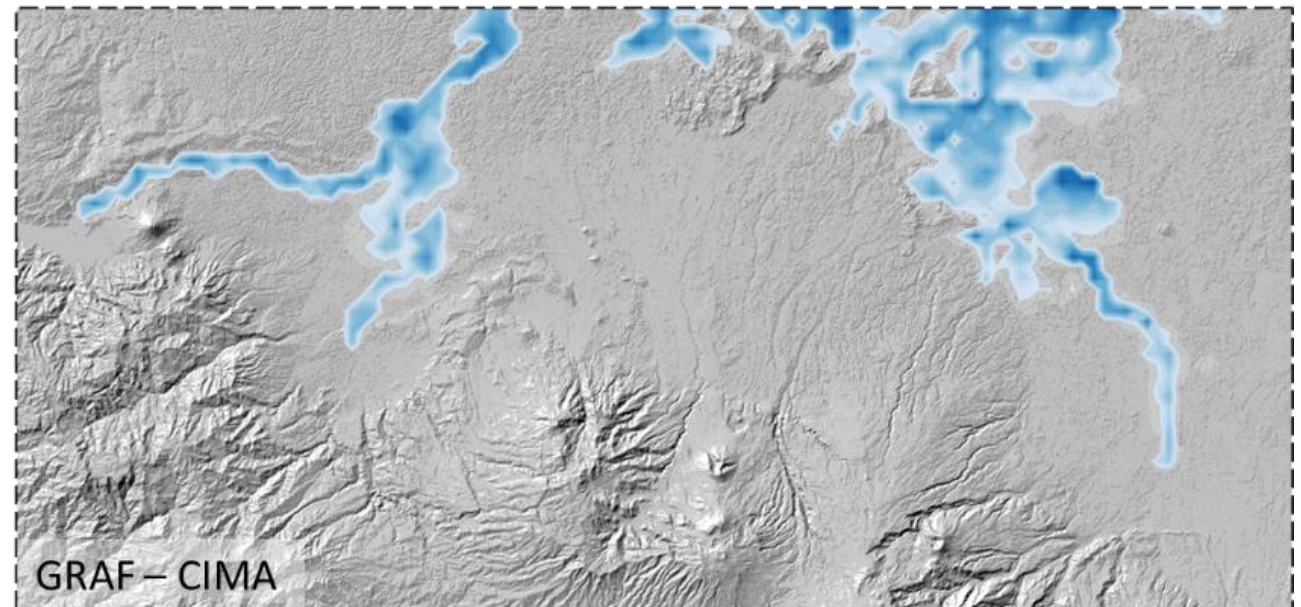
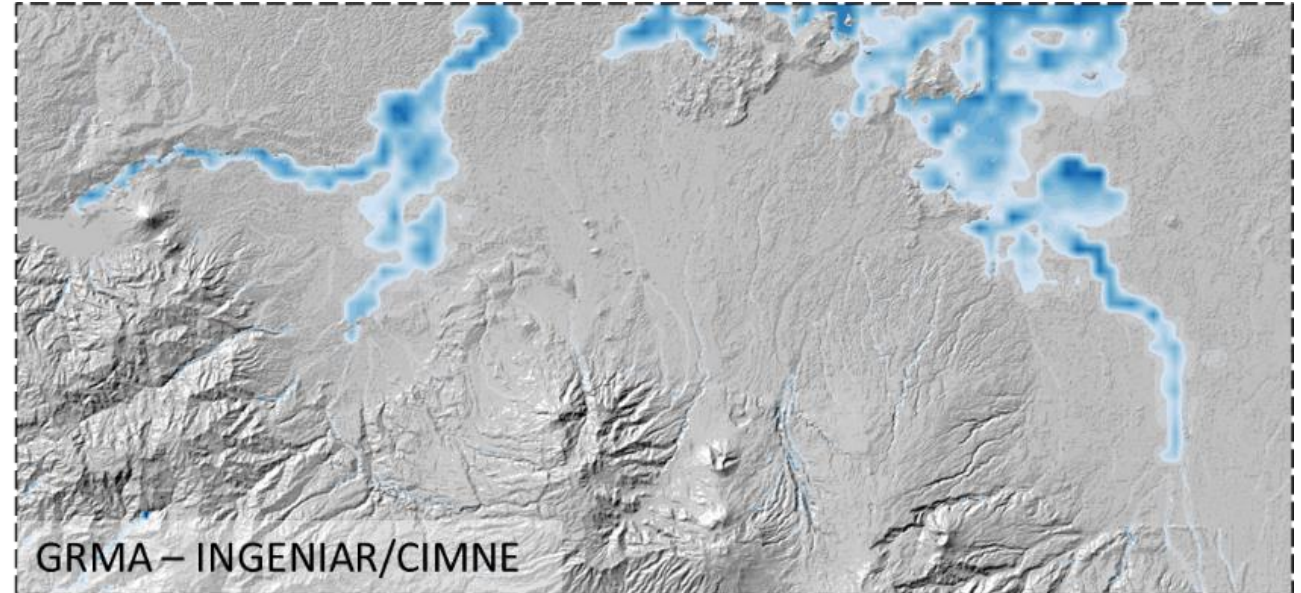
Amenaza de inundación fluvial – Comparación con GRAF



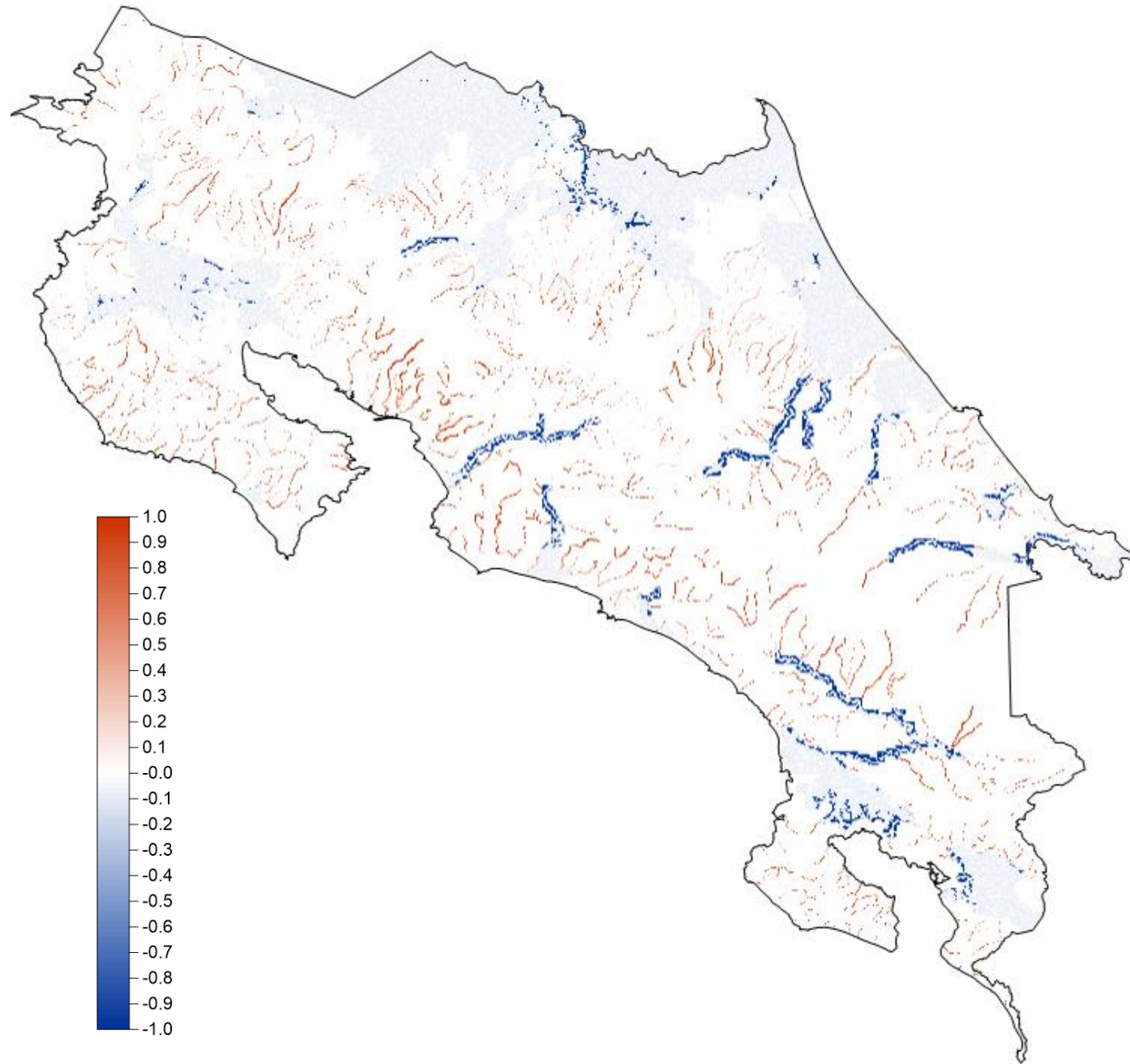
Amenaza de inundación fluvial – Comparación con GRAF



Amenaza de inundación fluvial – Comparación con GRAF



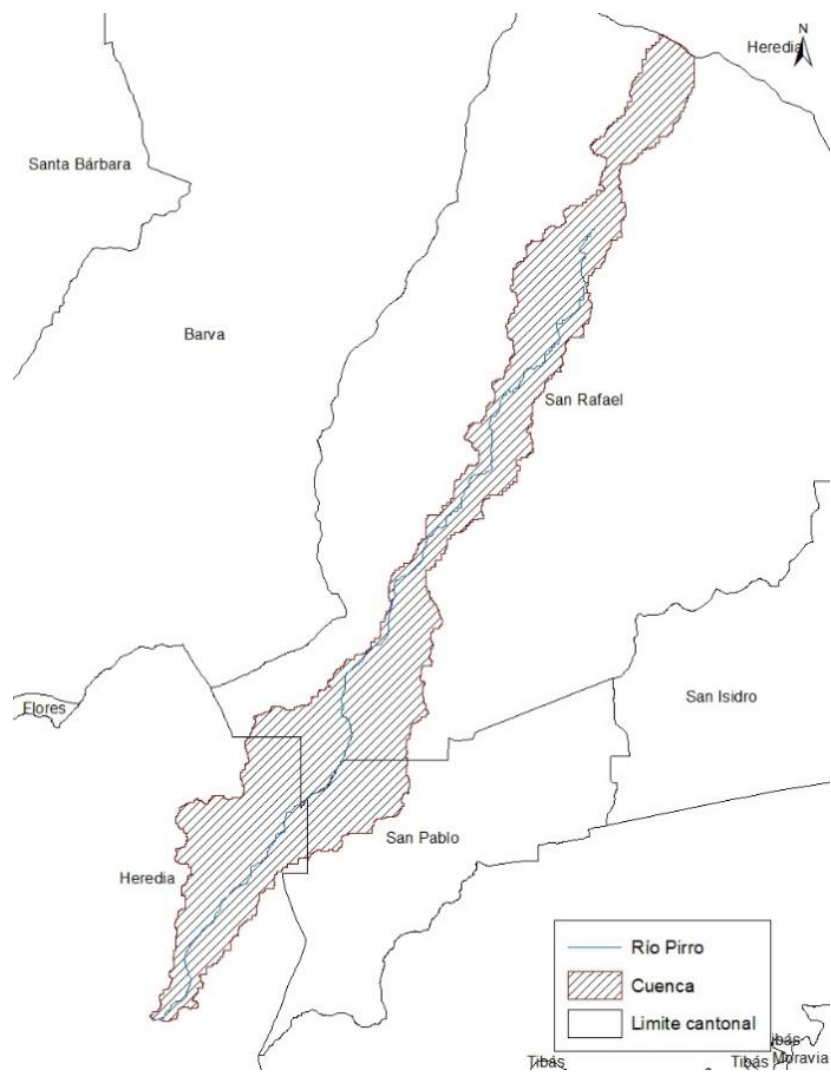
Amenaza de inundación fluvial – Comparación con GRAF



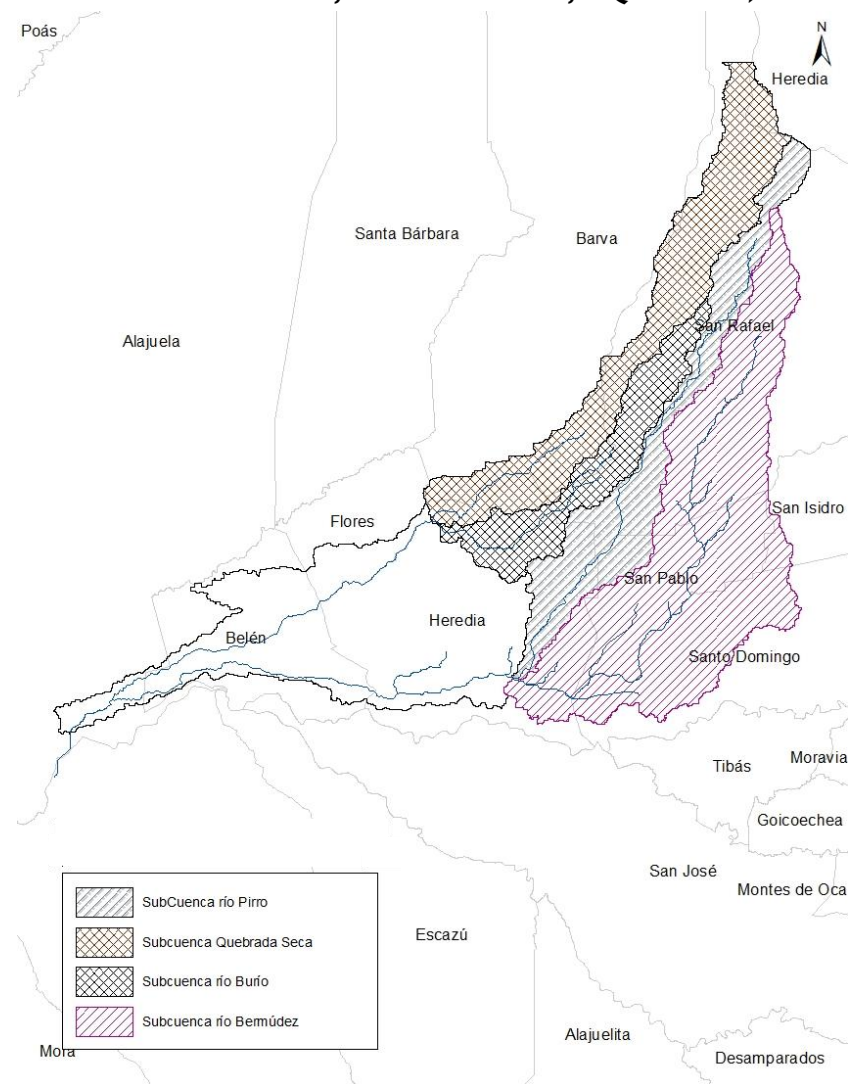
$$Diferencia = h_{GRMA} - h_{GRAF}$$

Amenaza de inundación fluvial – Heredia

Cuenca río Pirro

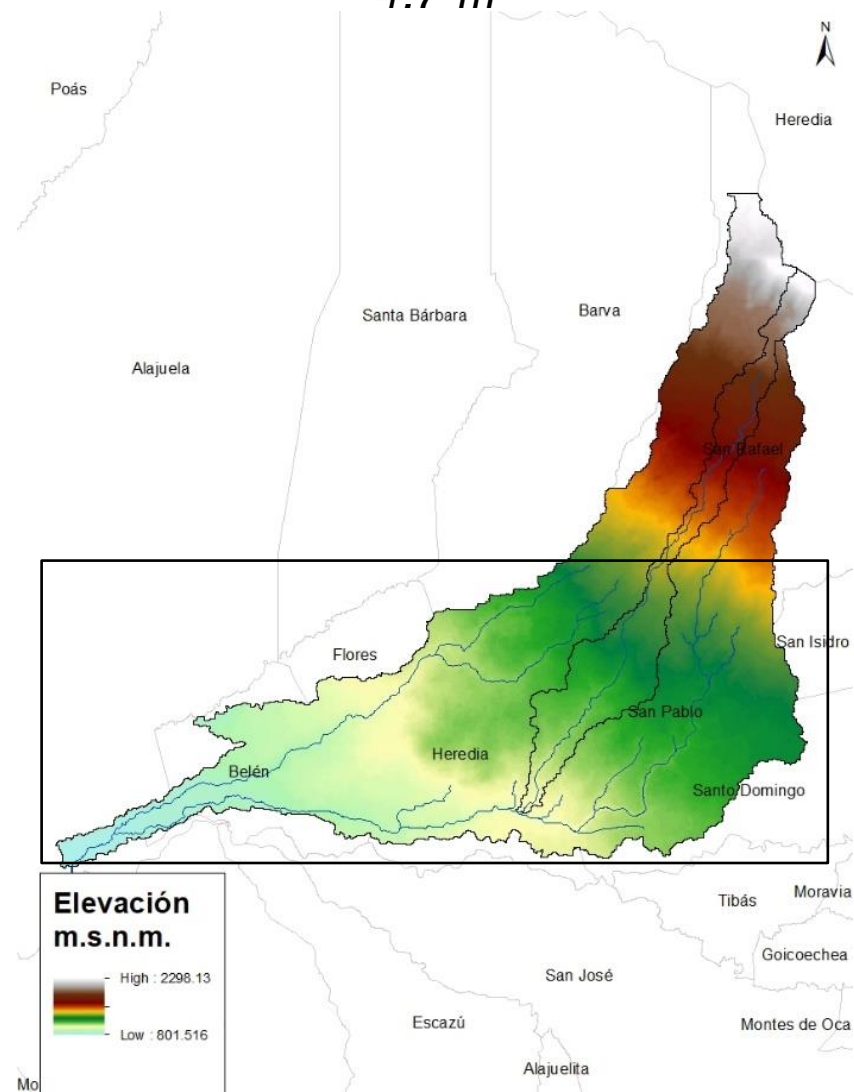


Cuenca cauces aledaños (Pirro, Burío, Bermúdez, Q. Seca)

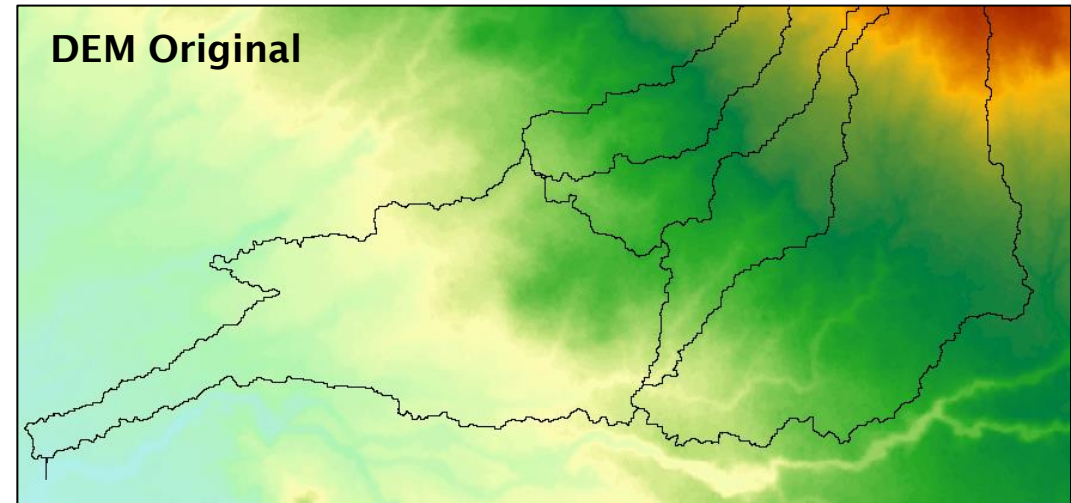


Amenaza de inundación fluvial – Heredia

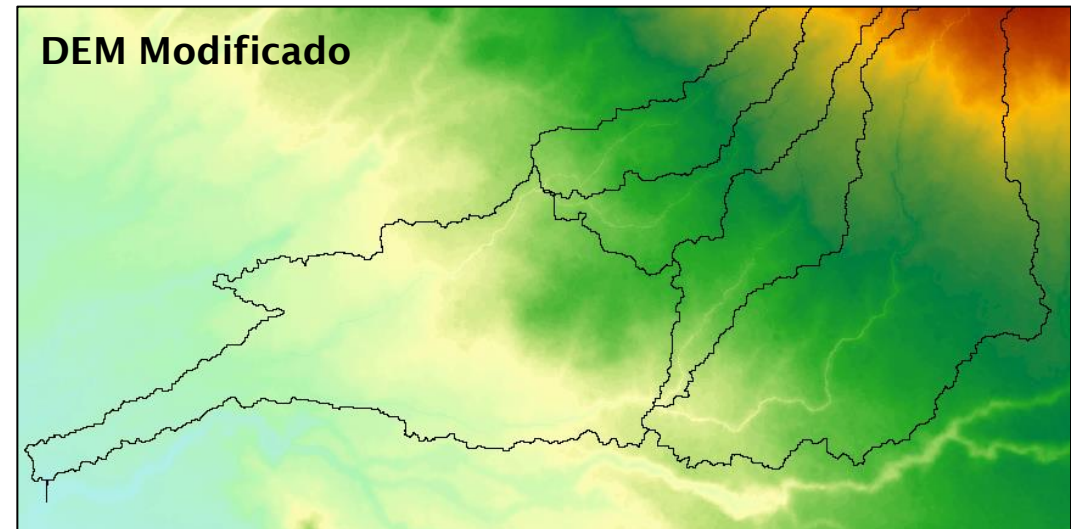
Modelo Digital de Elevación
4.7 m



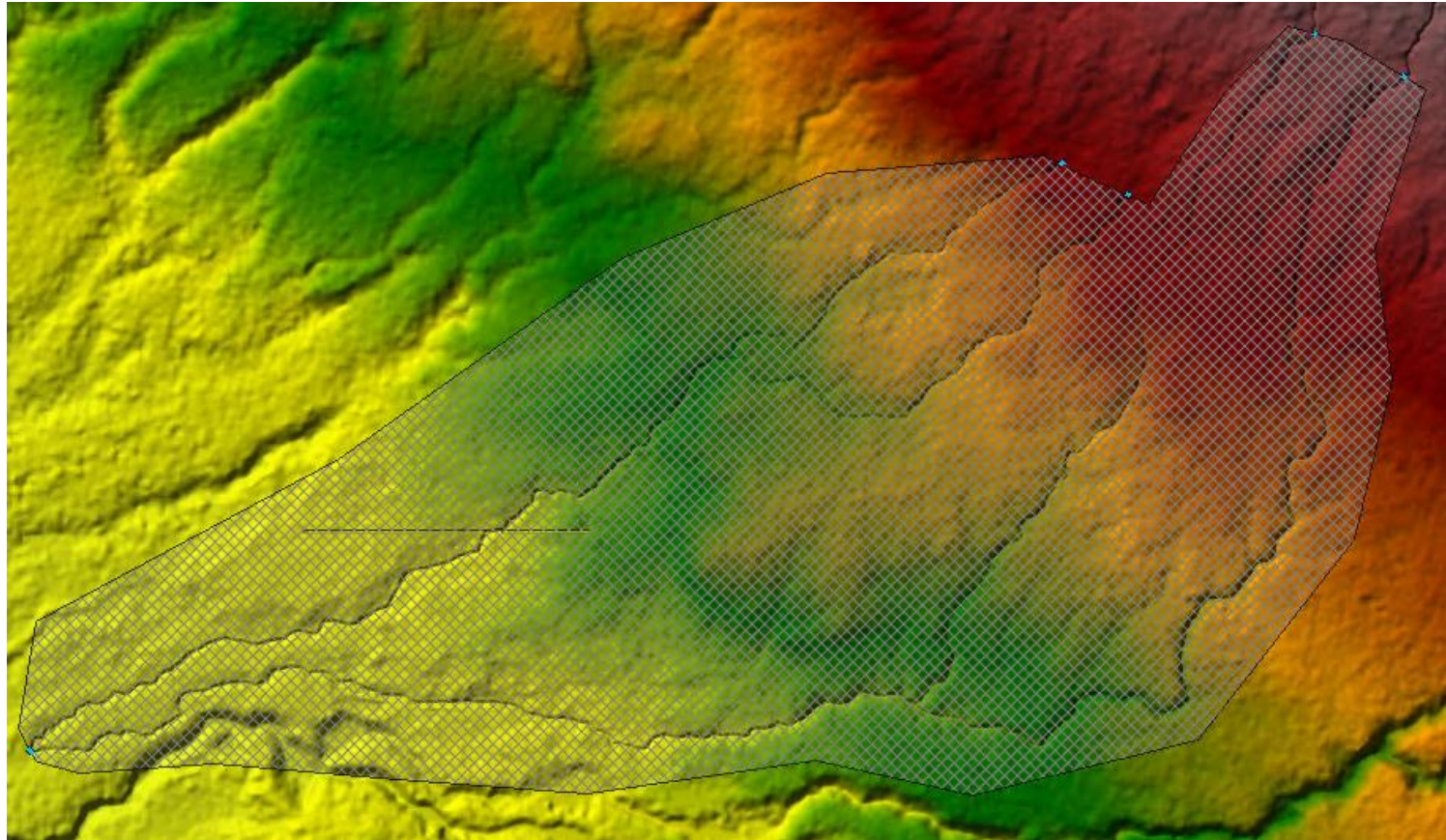
DEM Original



DEM Modificado

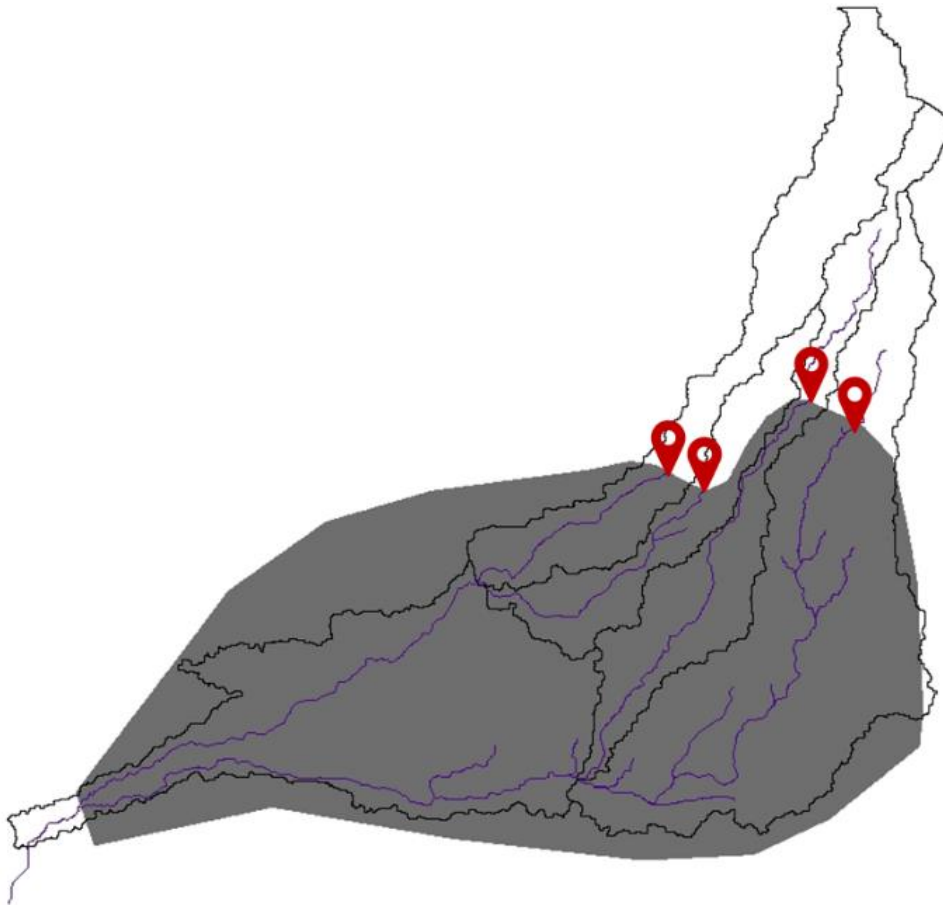


Amenaza de inundación fluvial – Heredia

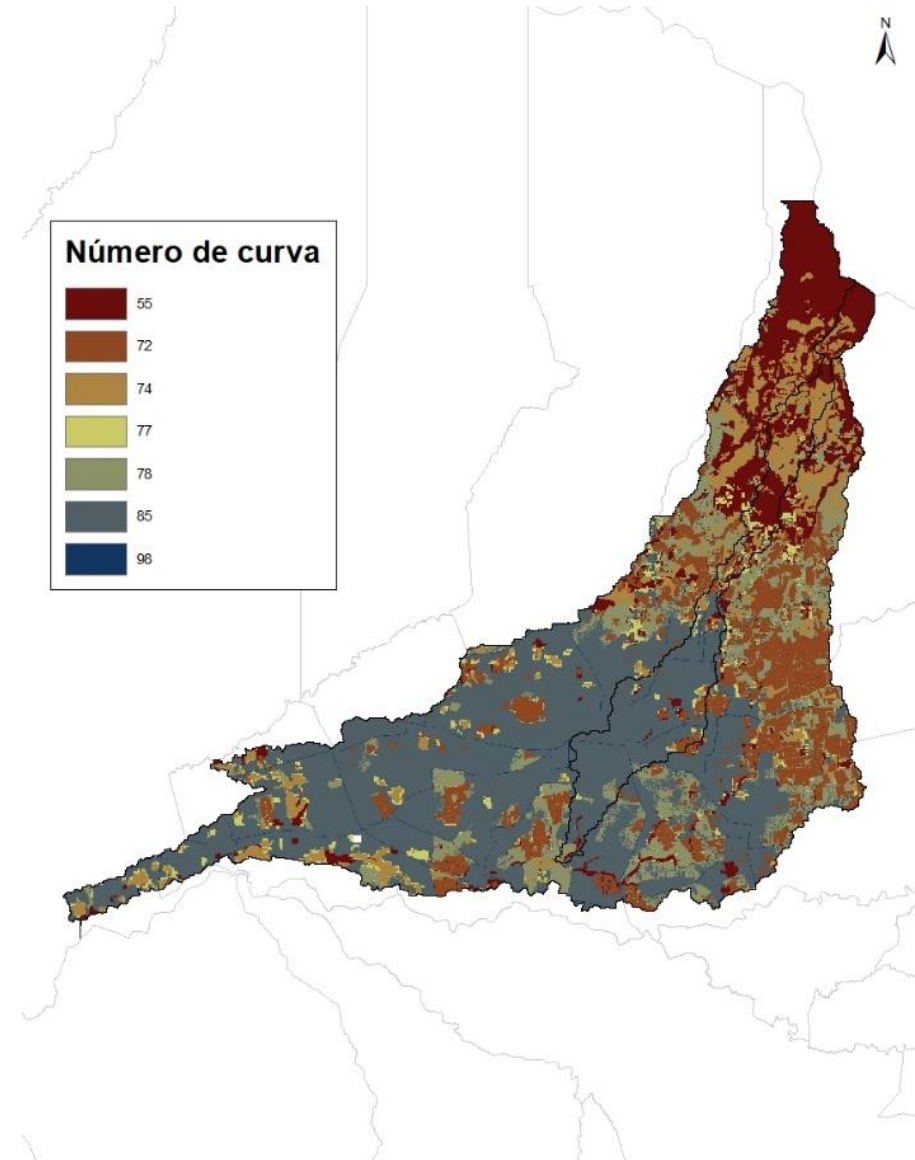


Amenaza de inundación fluvial – Heredia

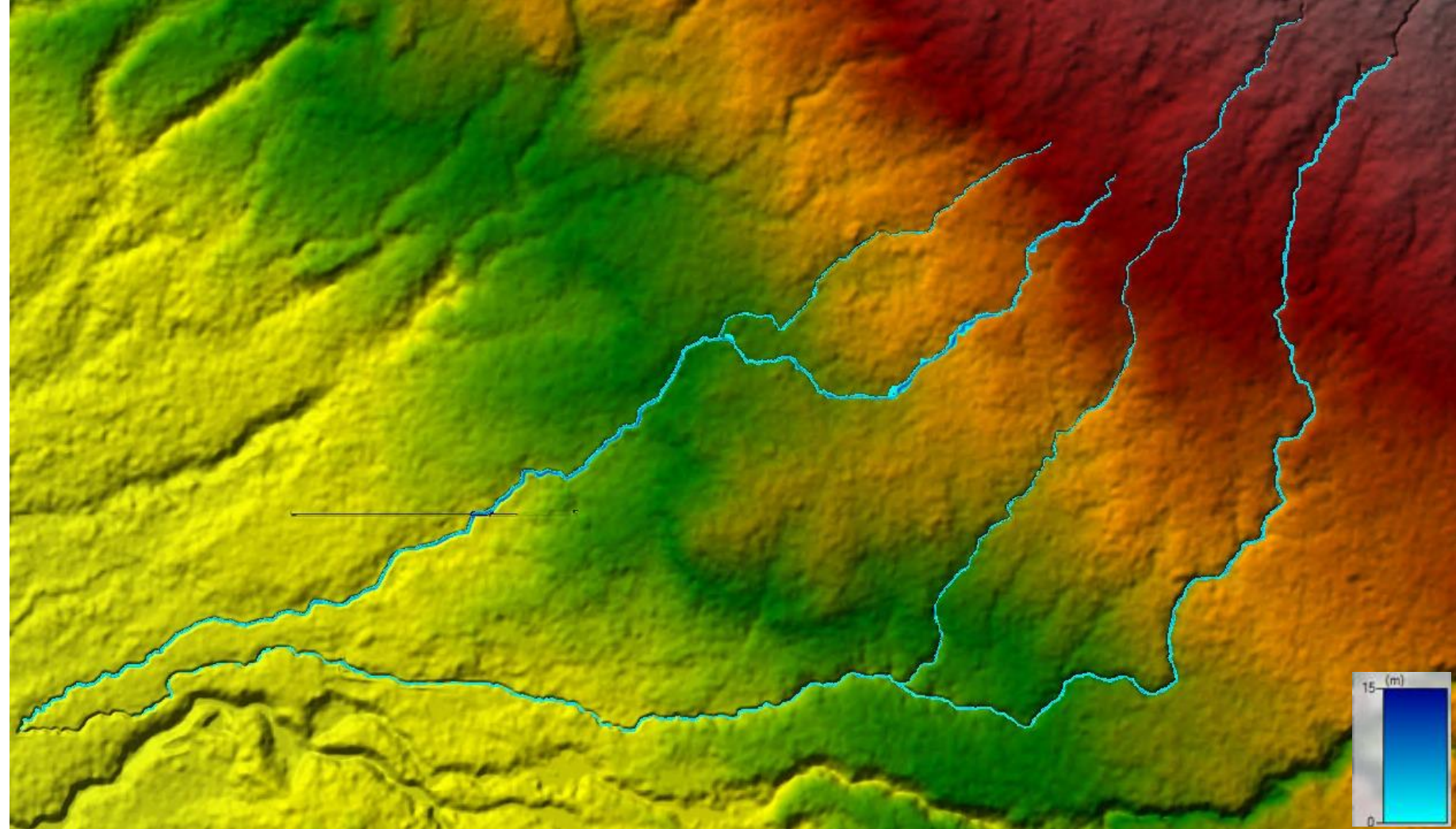
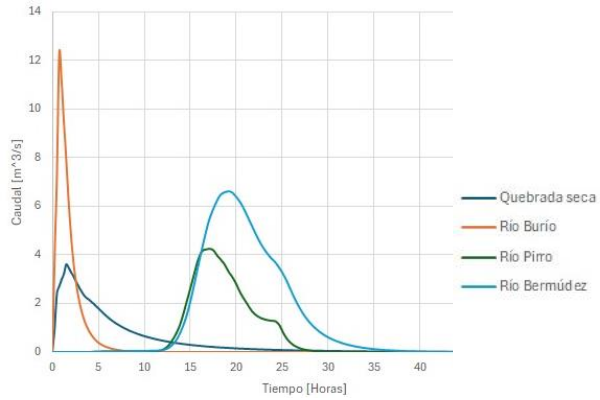
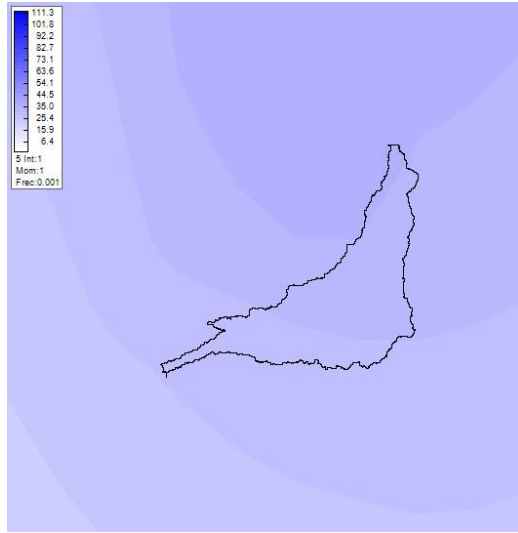
Puntos de carga



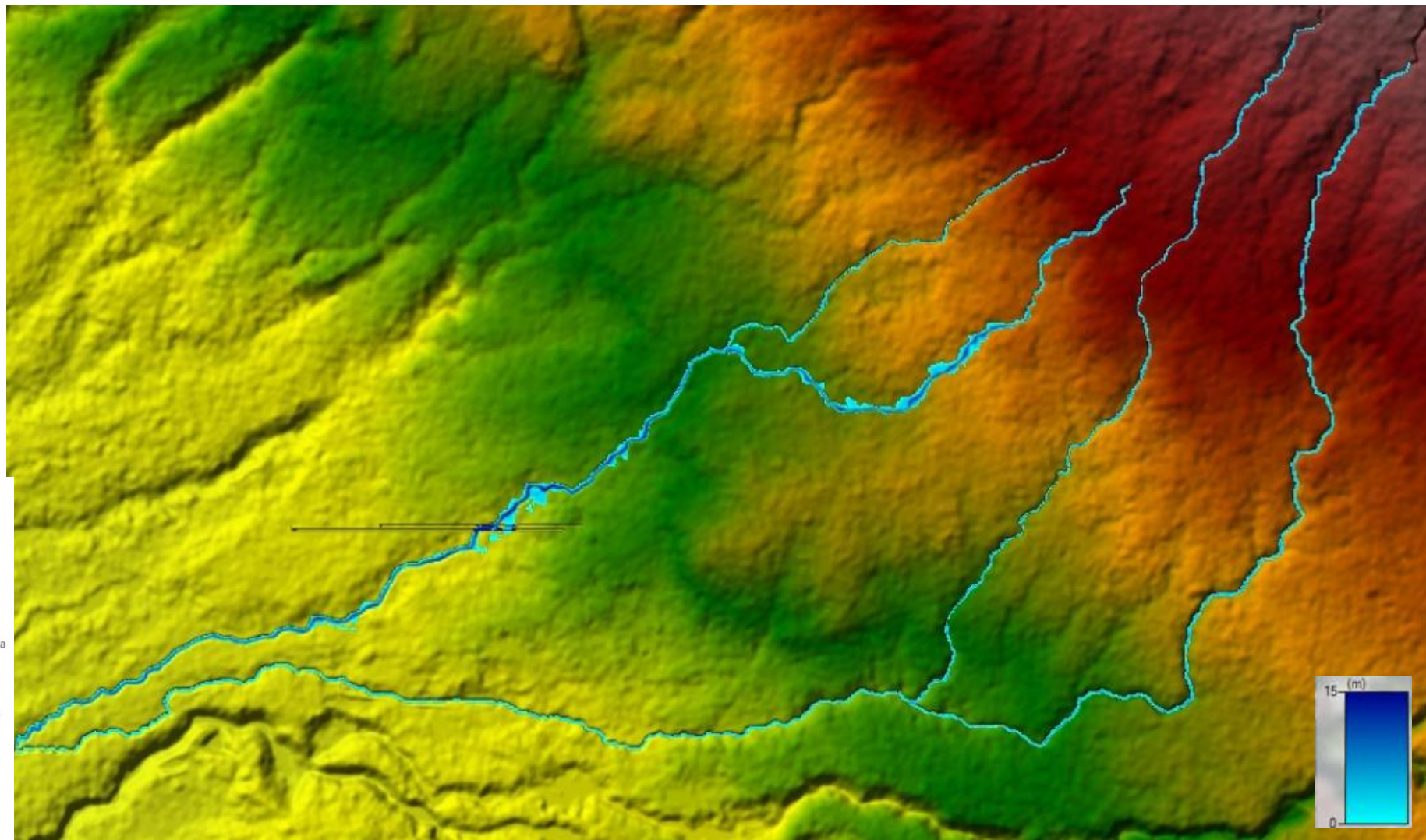
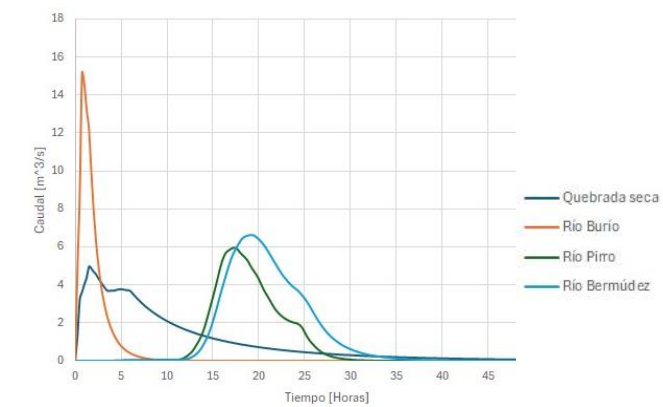
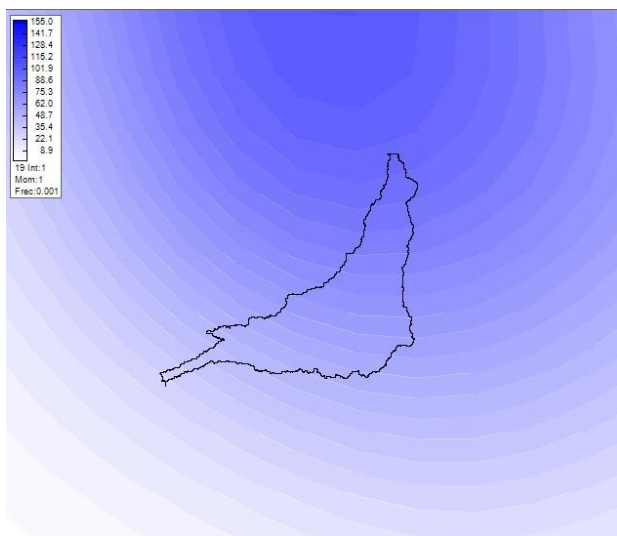
Número de Curva



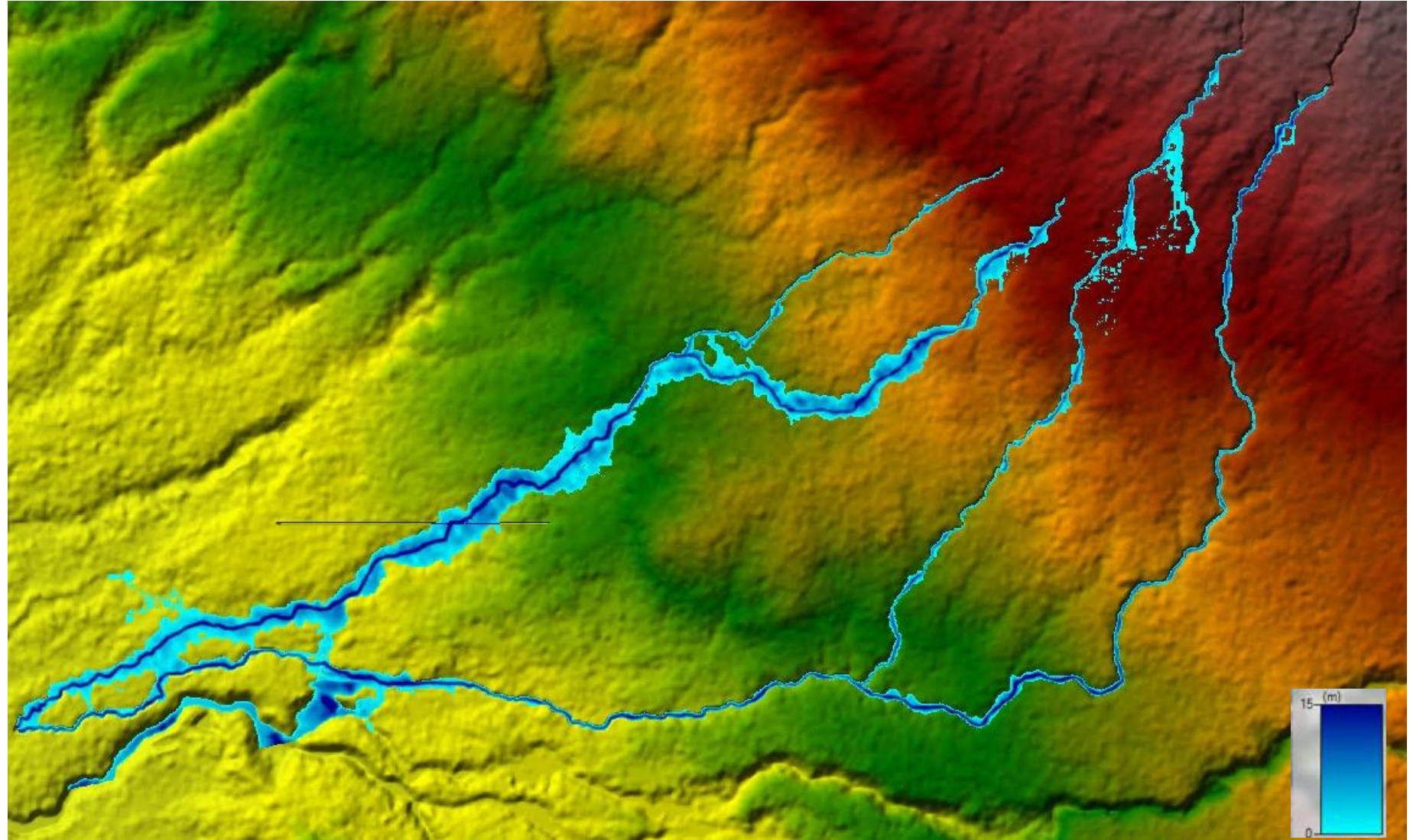
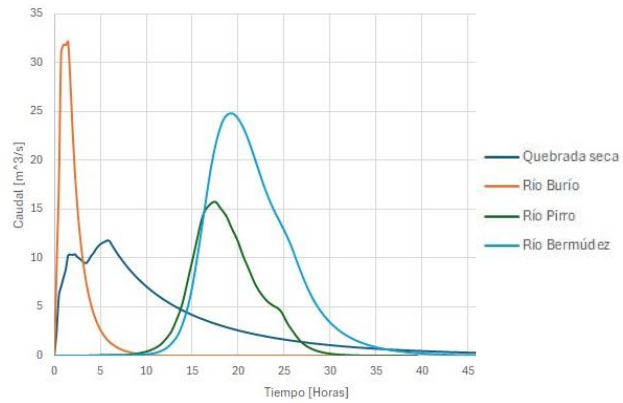
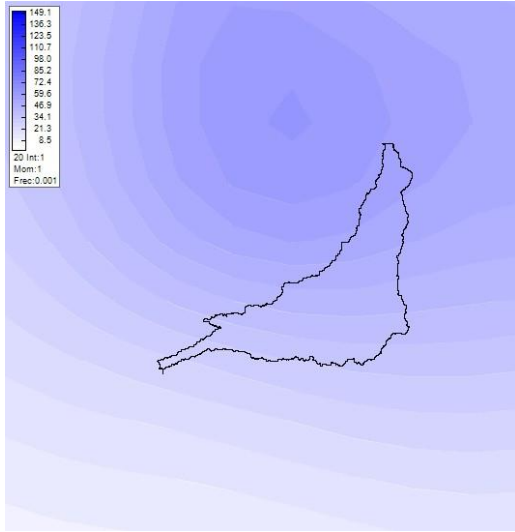
Amenaza de inundación fluvial – Heredia



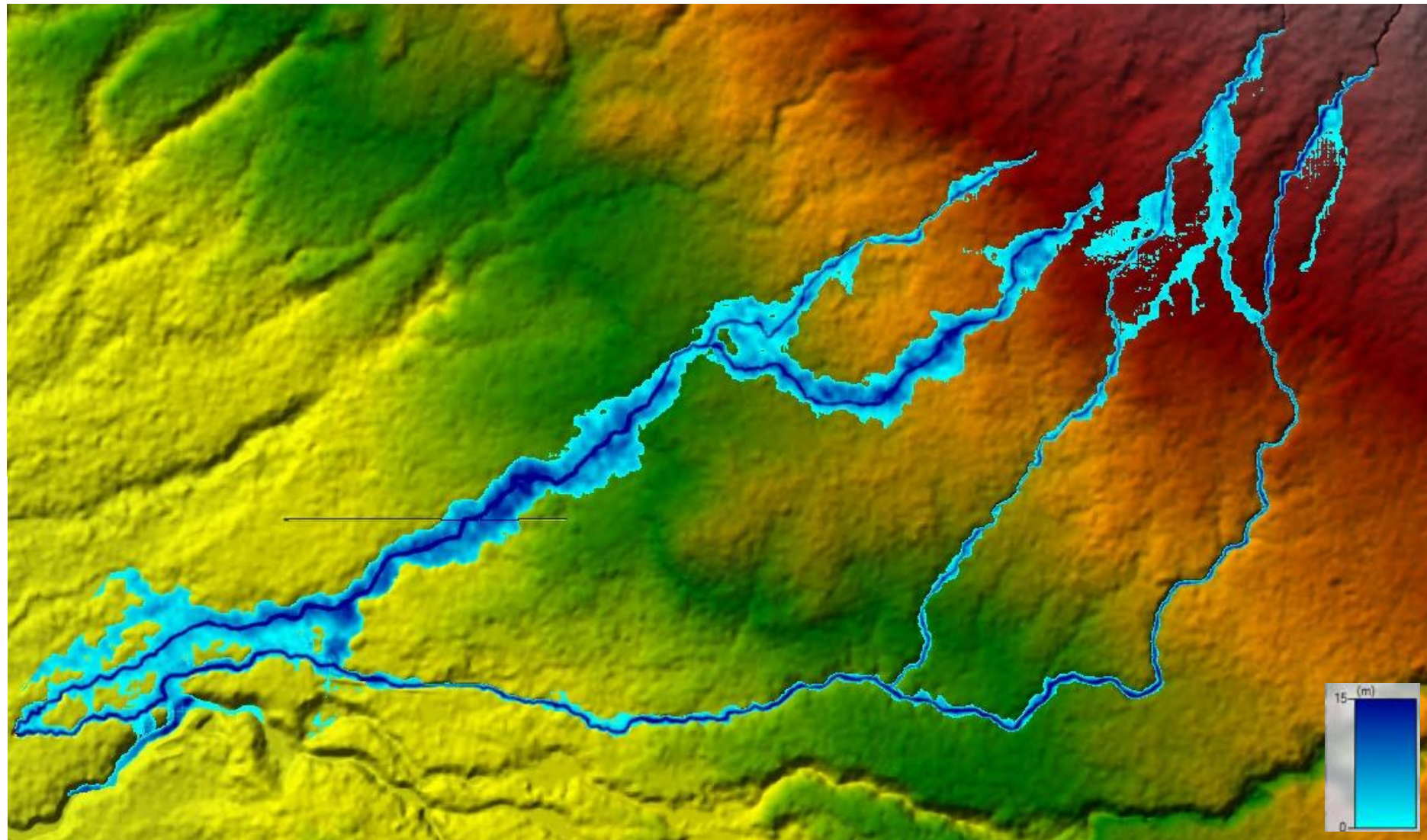
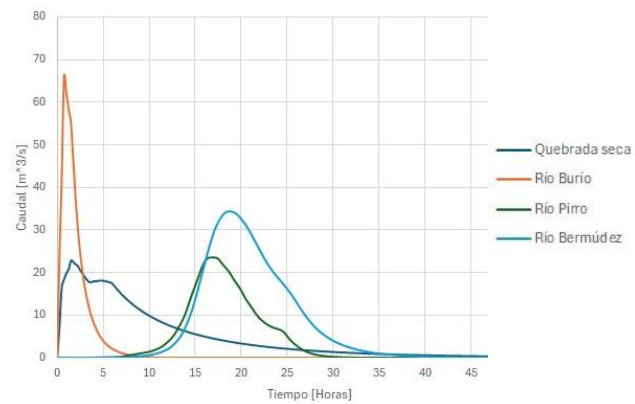
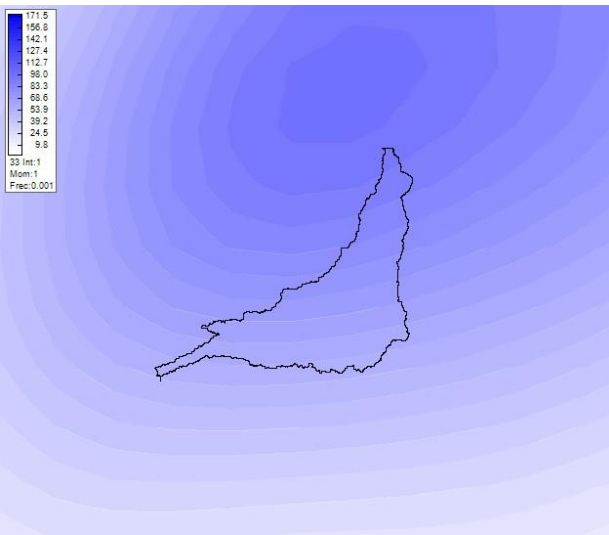
Amenaza de inundación fluvial – Heredia



Amenaza de inundación fluvial – Heredia



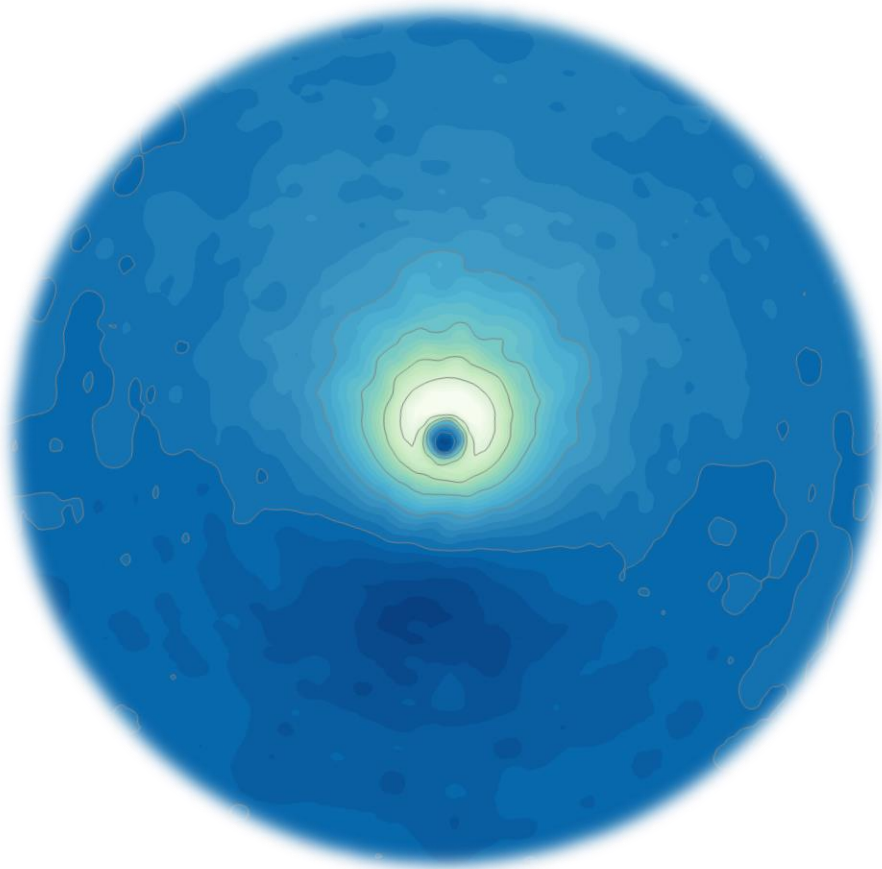
Amenaza de inundación fluvial – Heredia



Amenaza de inundación costera

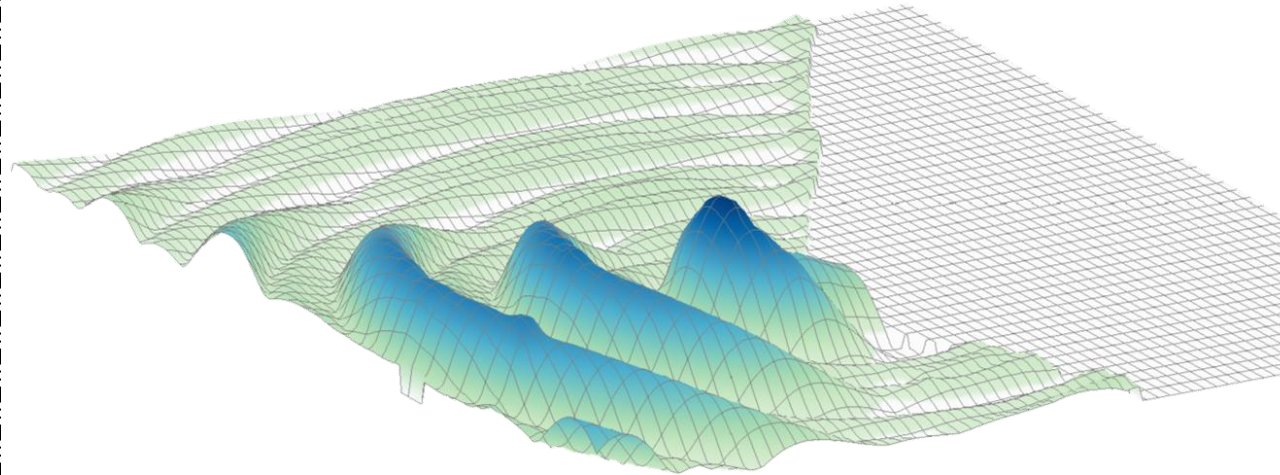
Ciclones tropicales

Simulación de trayectorias → Campo de viento → Marea de tormenta



Tsunami

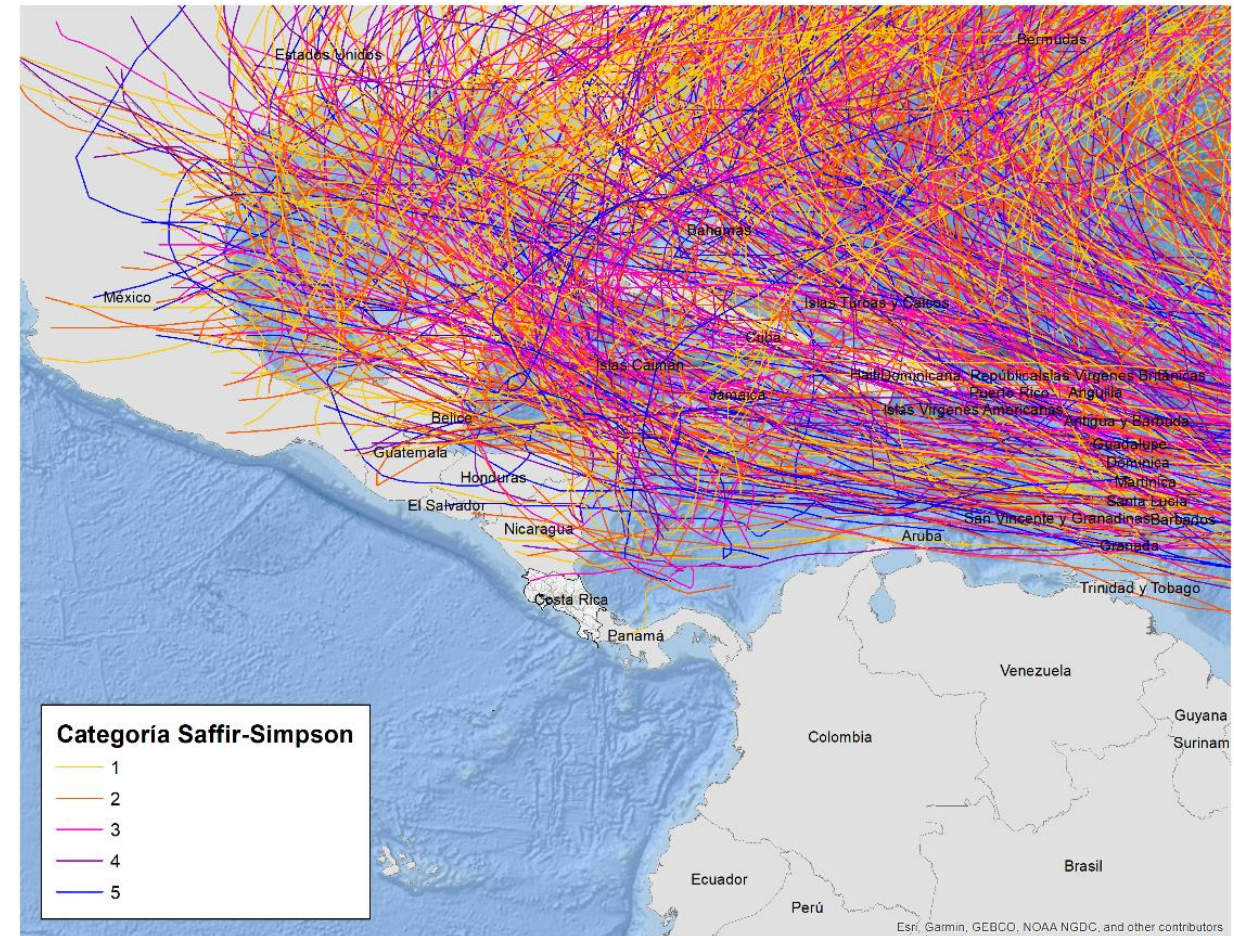
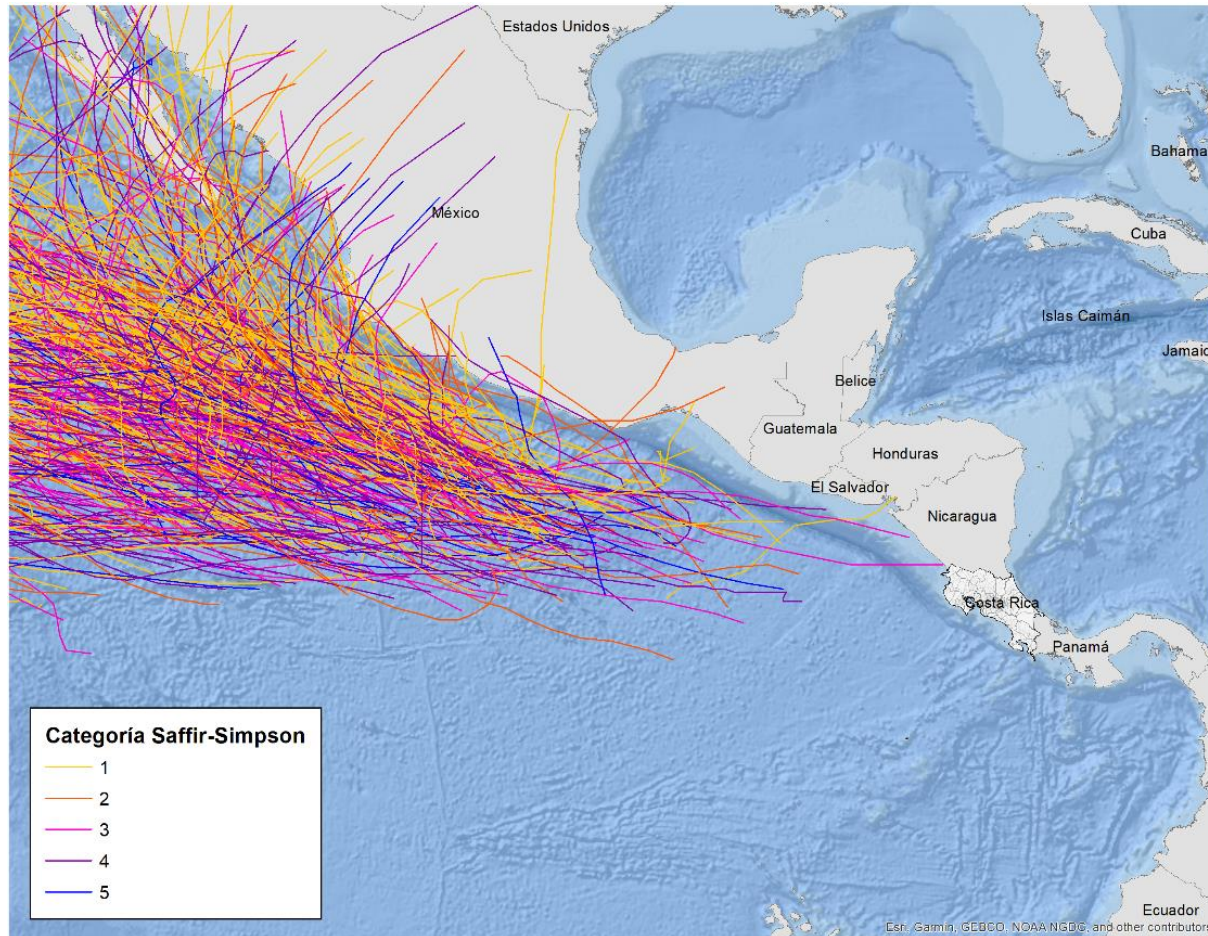
Generación → Propagación → Arribo



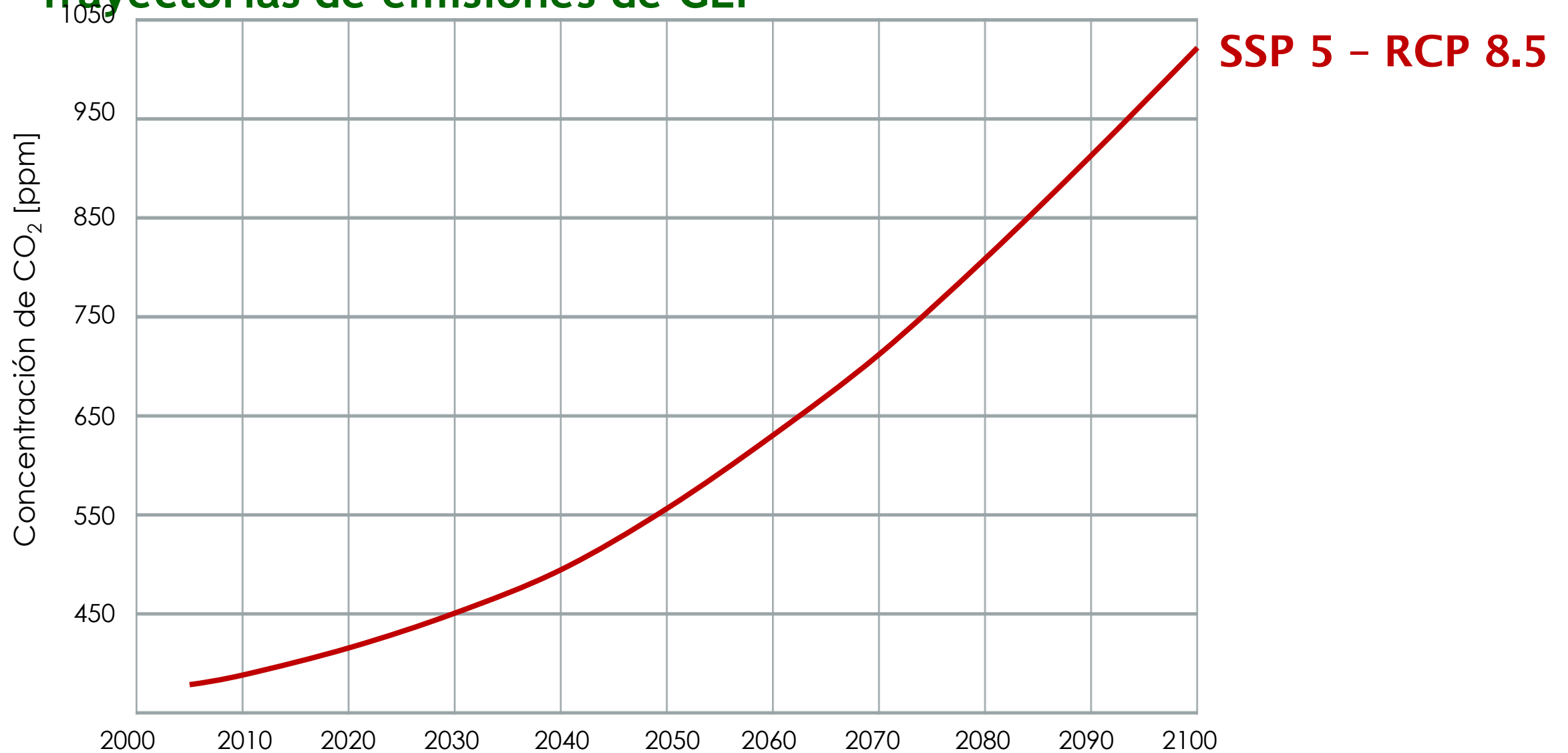
Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Trayectorias ciclónicas

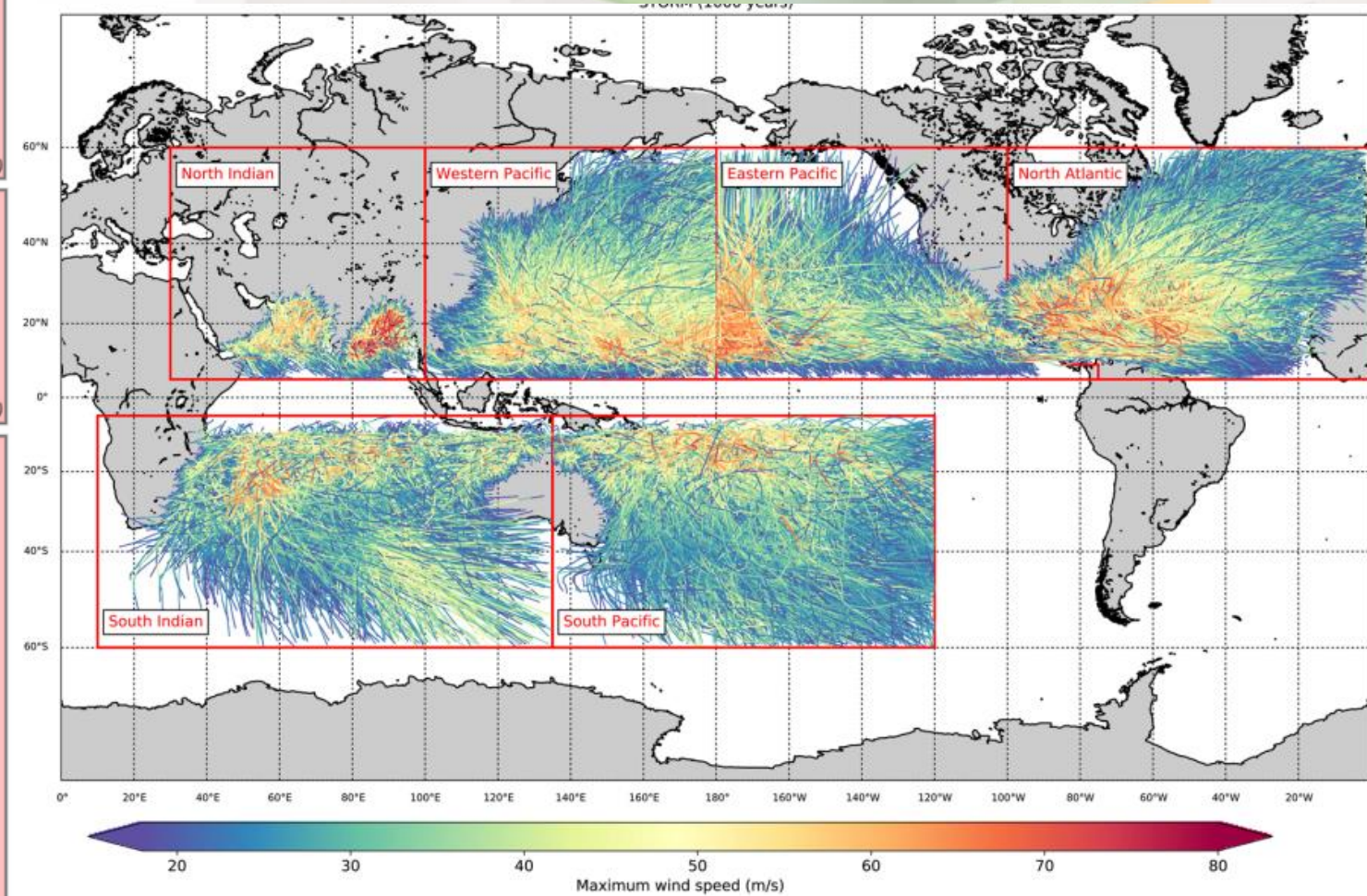
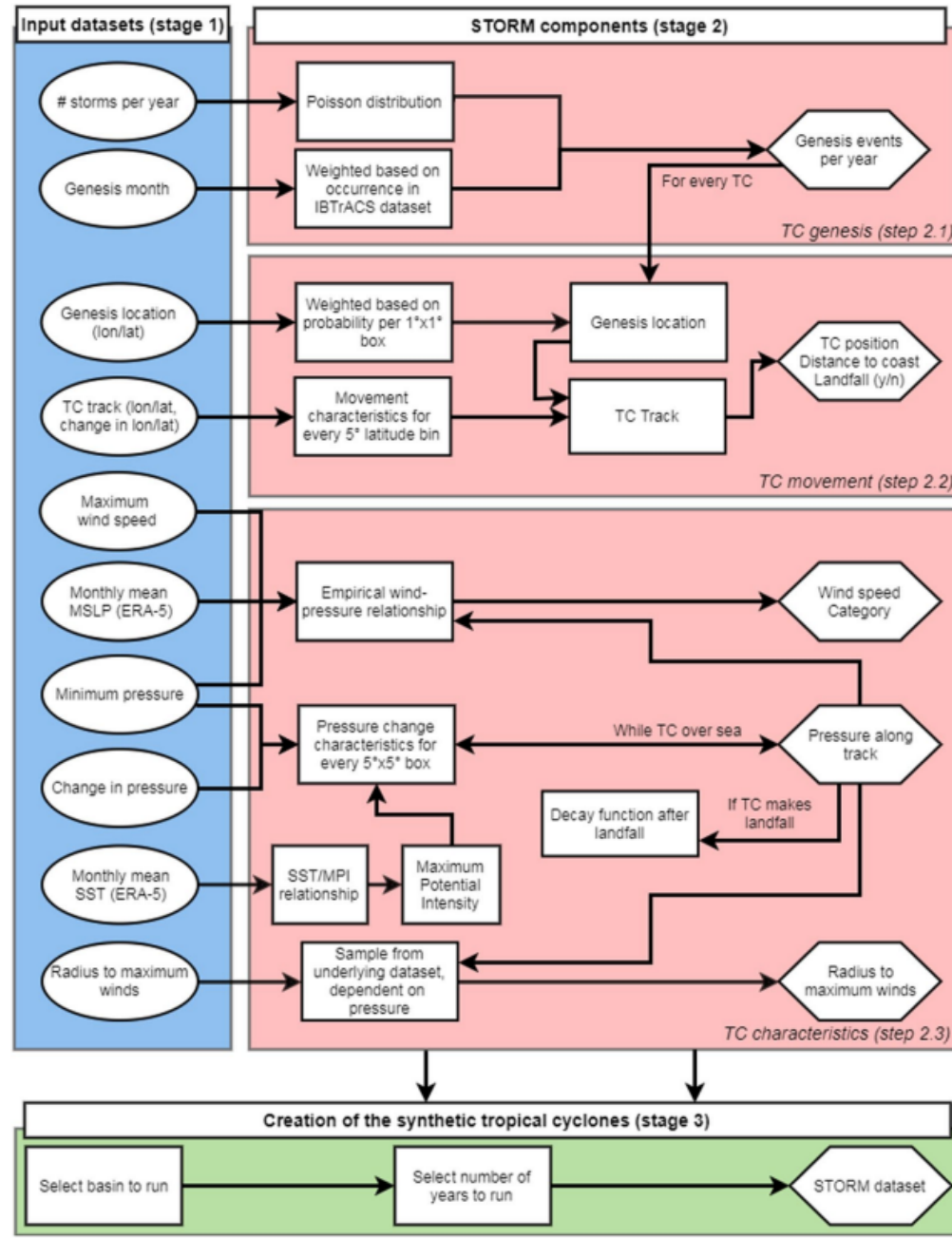
Históricas (1851-2025) - IBTrACS



Trayectorias de emisiones de GEI



Modelo STORM





CMIP6

PRIMAVERA High Resolution
Model Intercomparison
Project (HighResMIP)



Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

CMCC-CM2-VHR4



EC-Earth3P-HR



Centre National de
Recherches Météorologiques

CNRM-CM6-1-HR



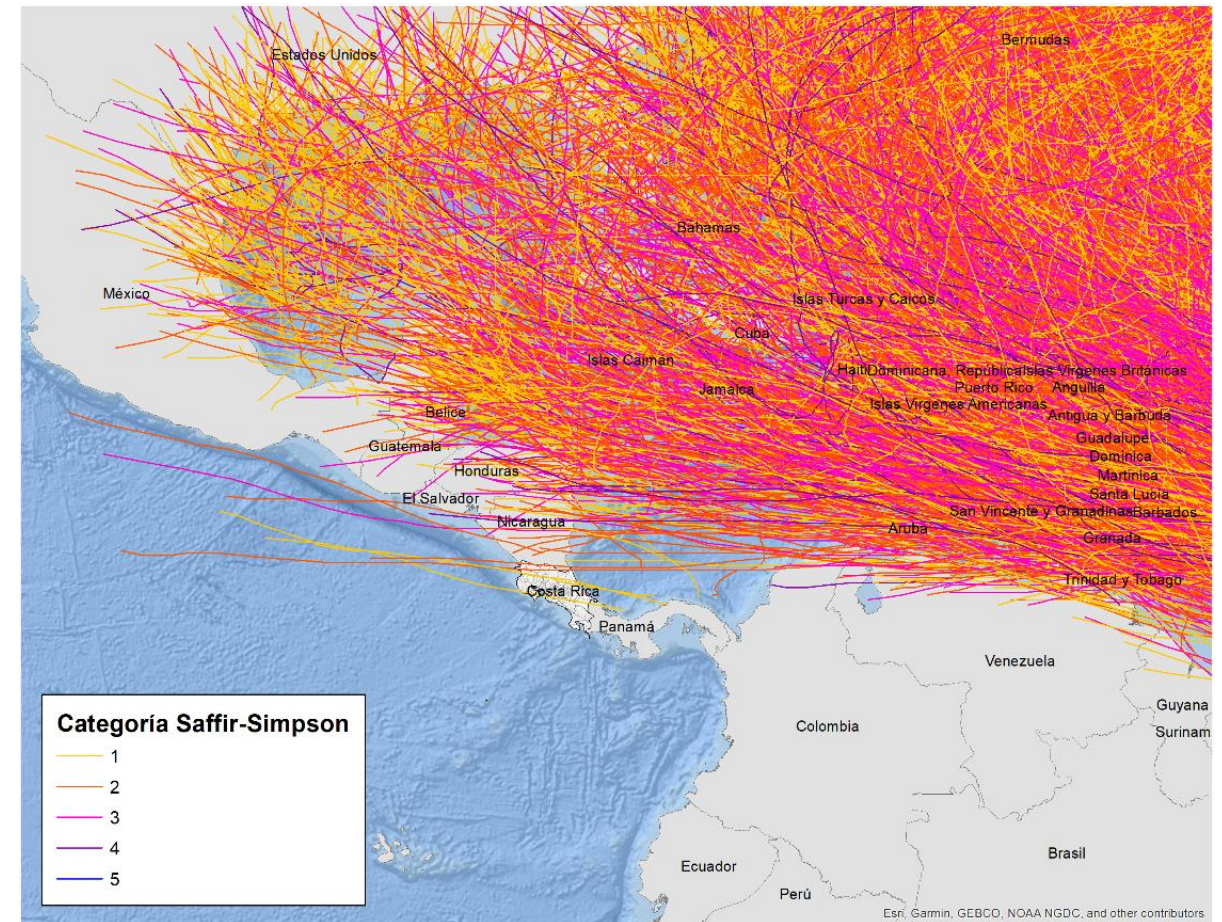
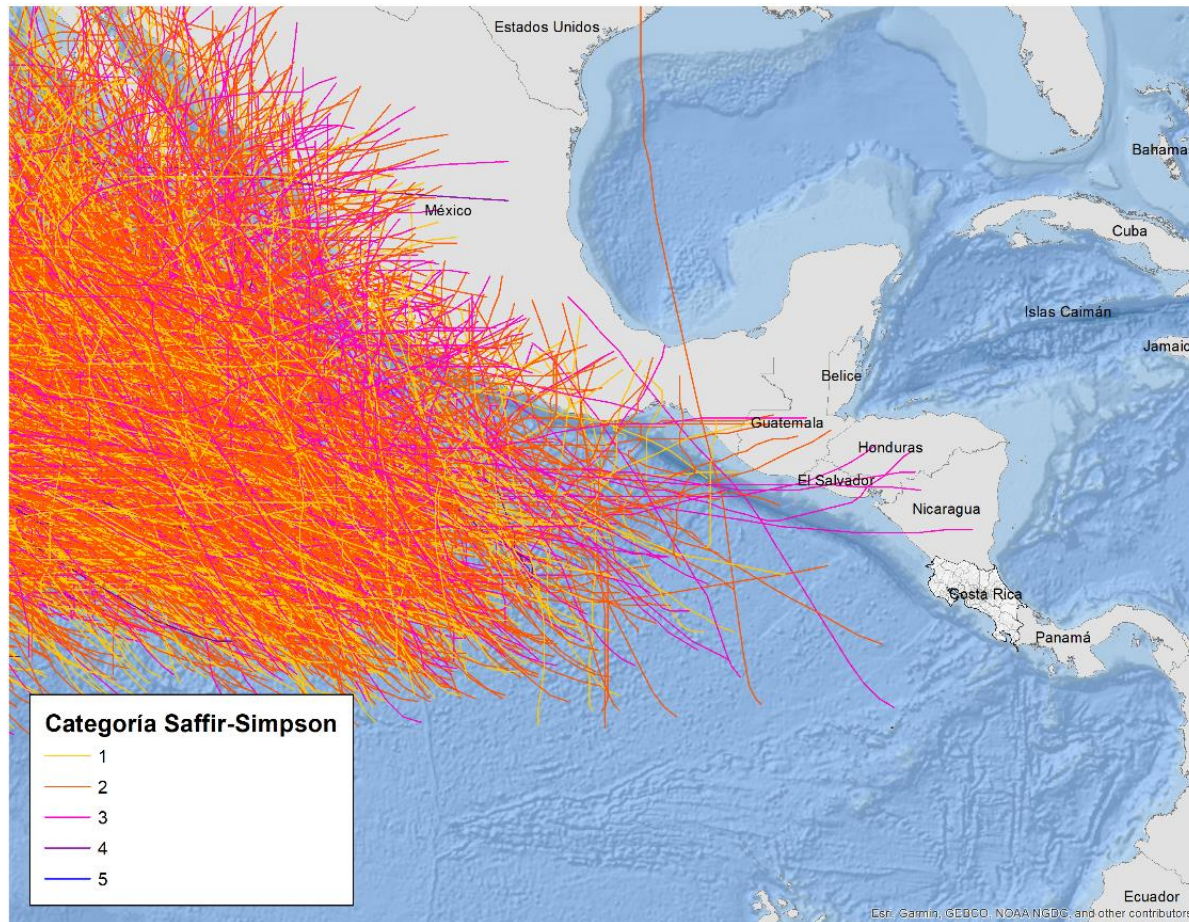
Hadley Centre Global
Environment Model

HadGEM3-GC31-HM

Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Trayectorias ciclónicas

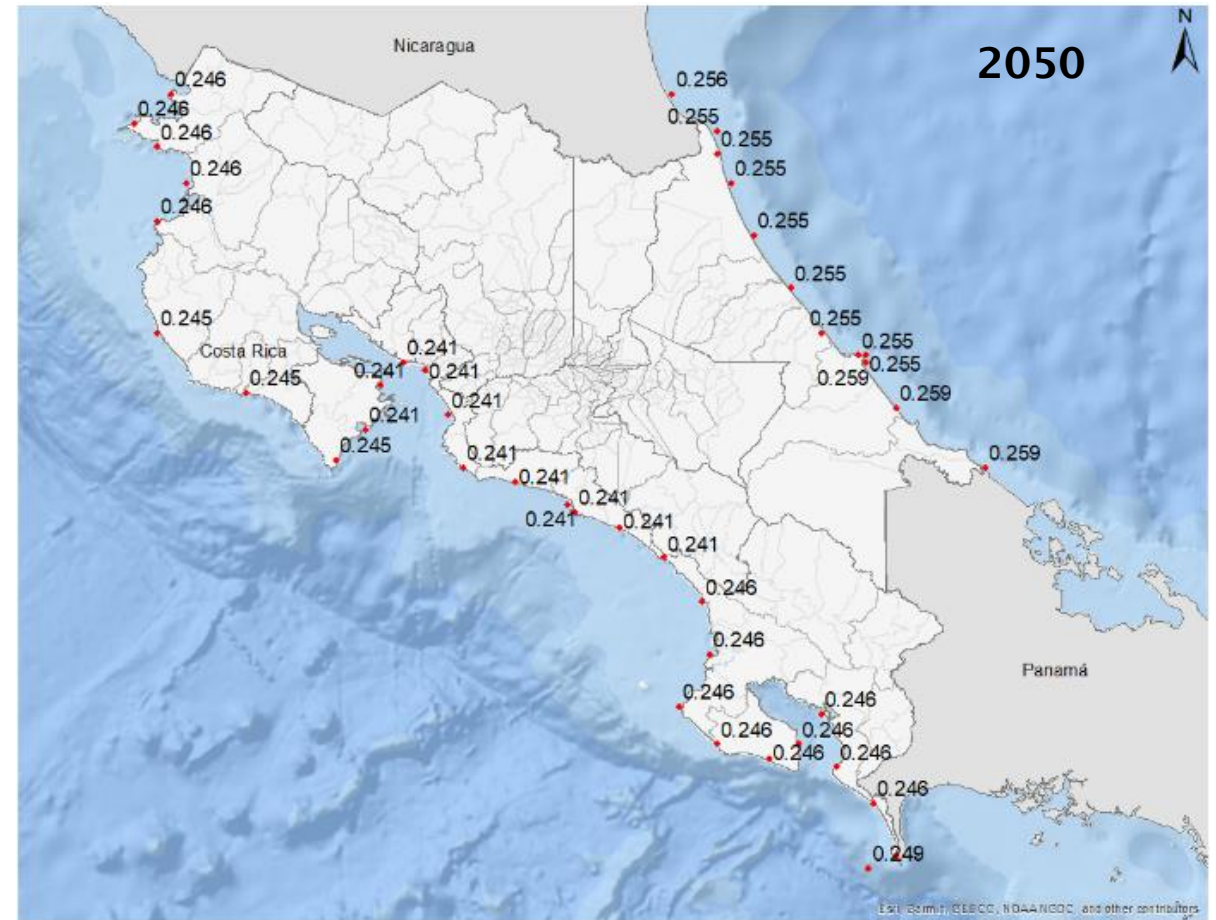
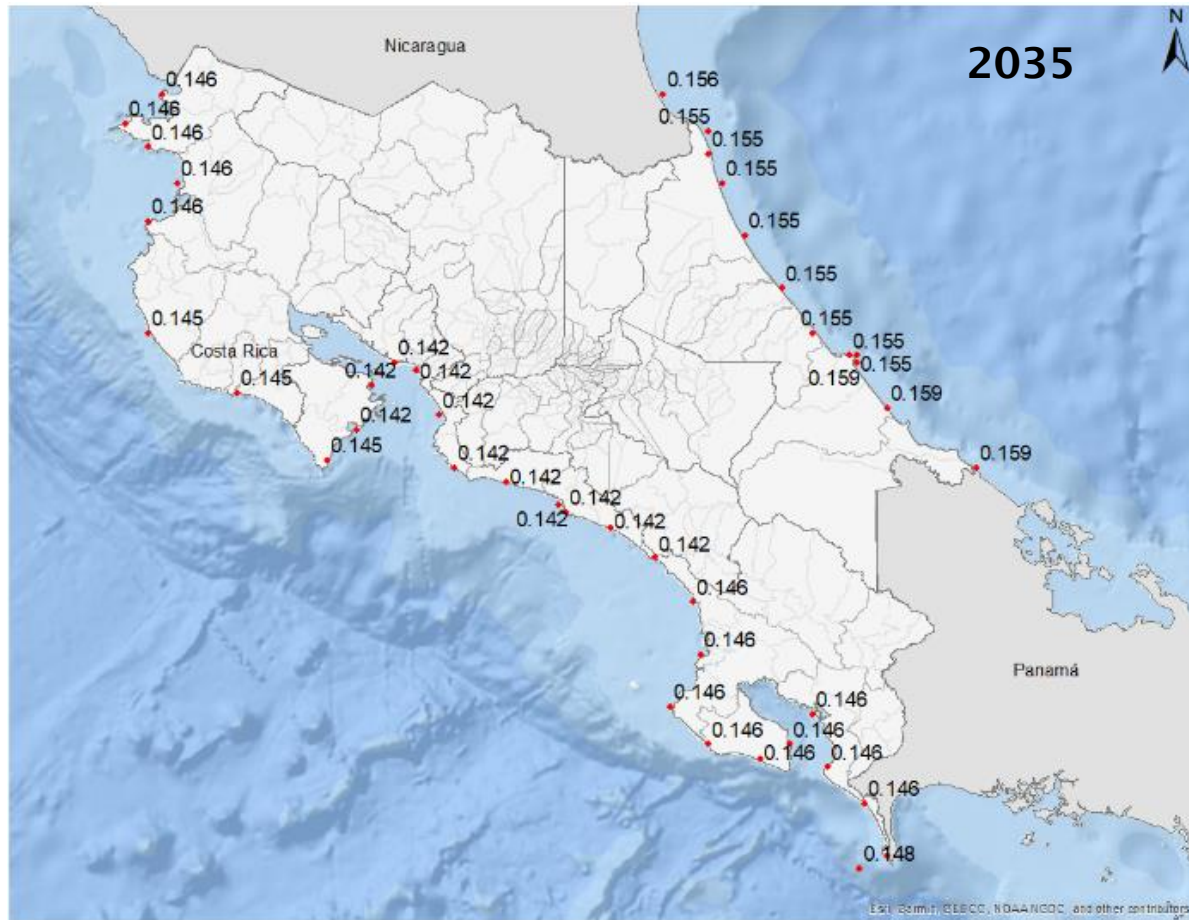
Futuras (2025 – 2050) – STORM – HighResMIP – SSP5-8.5



Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

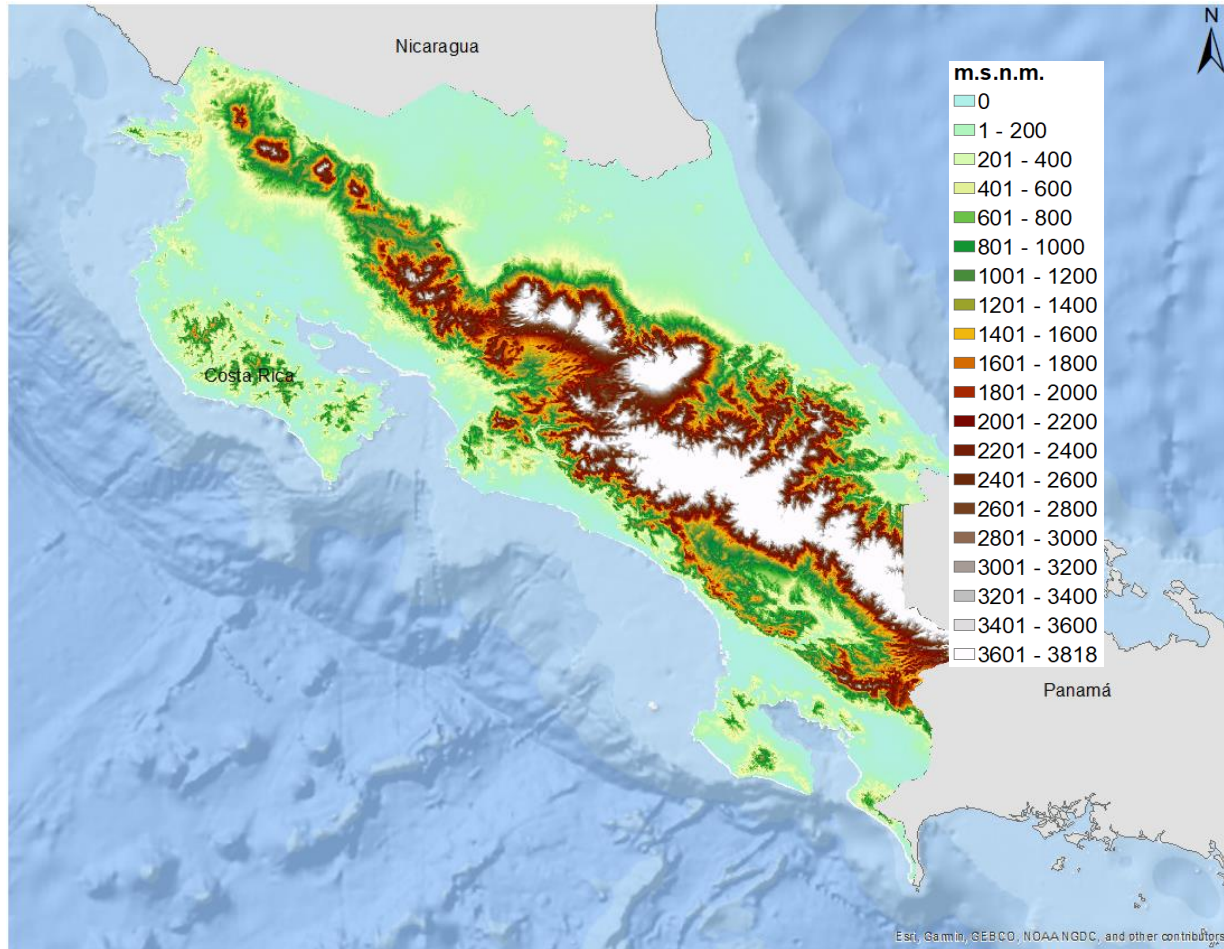
Elevación del nivel del mar

HighResMIP – SSP5-8.5

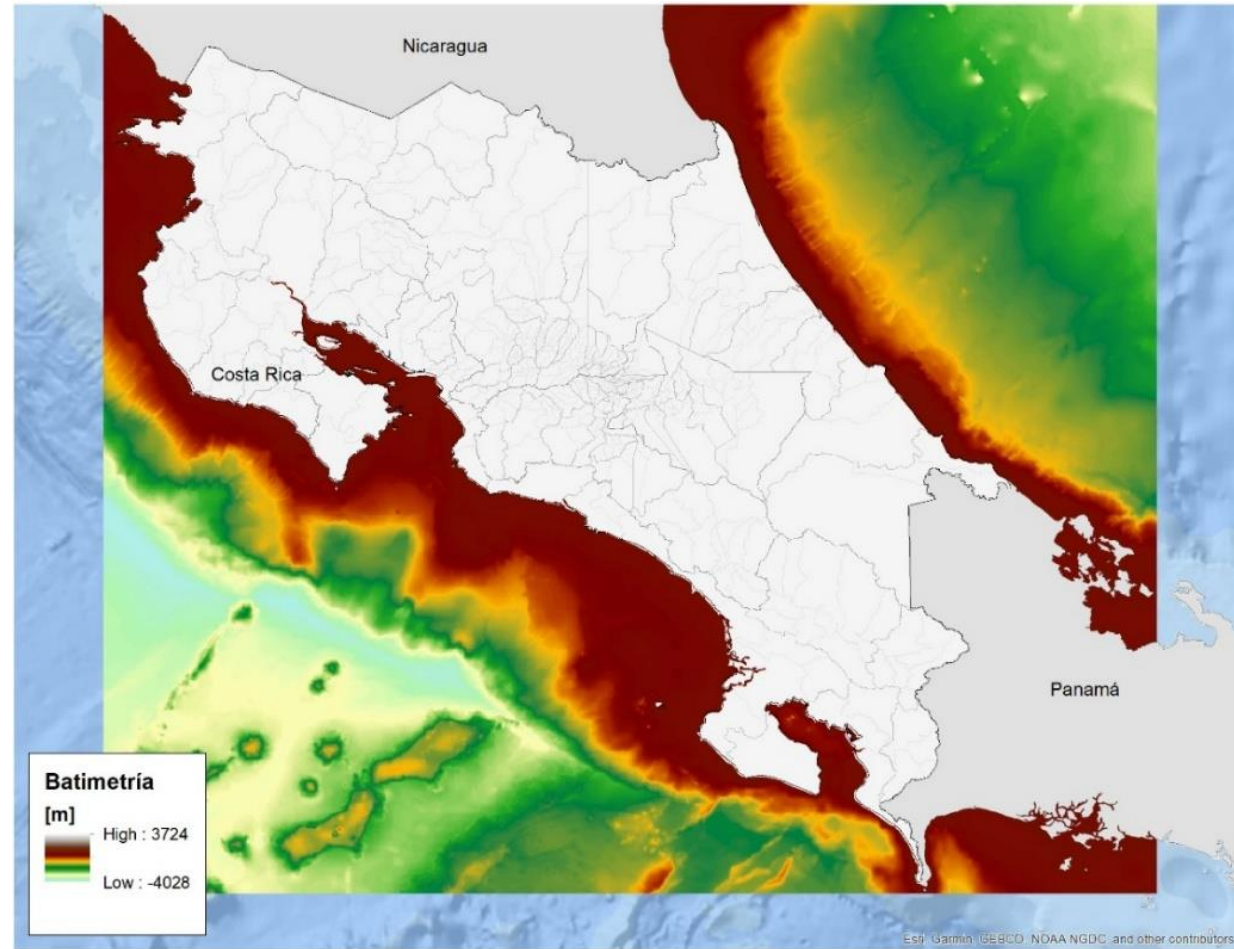


Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Modelo Digital de elevación (JAXA)
12.5 m



Batimetría (GEBCO)
500 m



Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Clima base

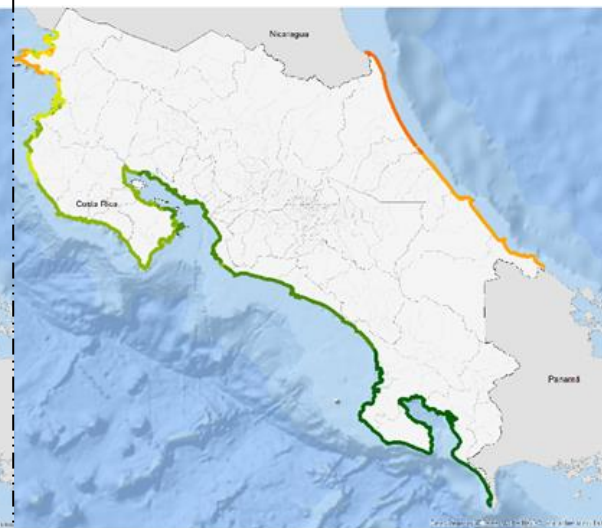
HighResMIP – SSP5-8.5 – 2050



100 años



250 años



100 años



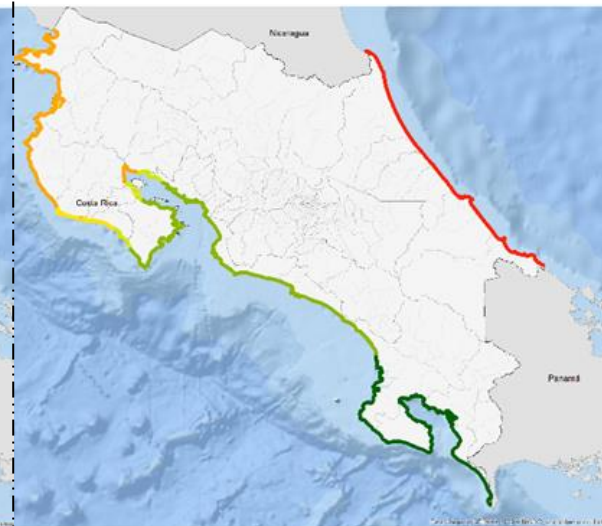
250 años



500 años



1000 años



500 años



1000 años

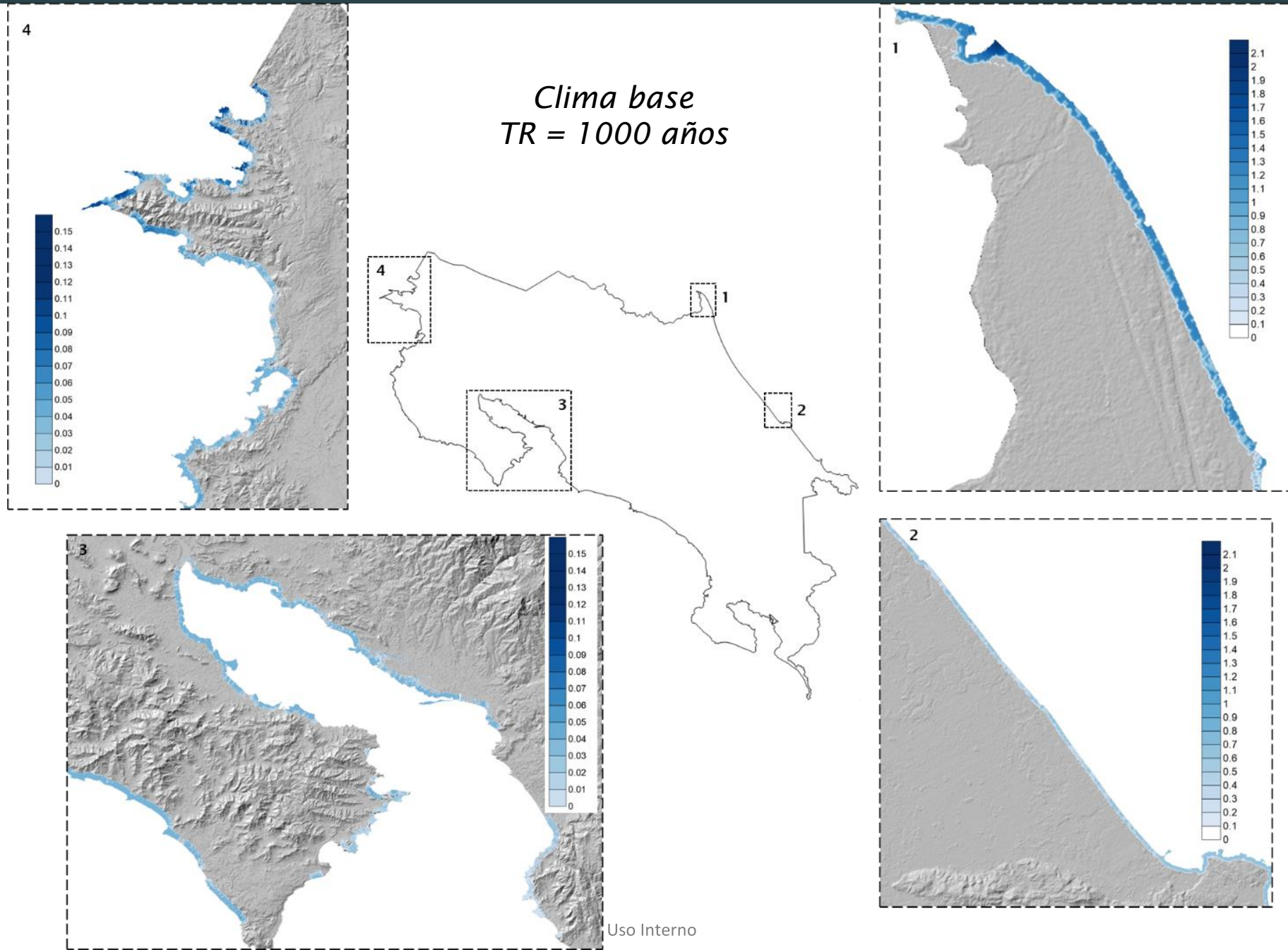
Altura de inundación [m]

• 0.00 - 0.02	• 0.03 - 0.08	• 0.13 - 0.16	• 0.20 - 0.55	• 0.91 - 2.24
	• 0.09 - 0.12	• 0.17 - 0.19	• 0.56 - 0.90	

Altura de inundación [m]

• 0.00 - 0.02	• 0.03 - 0.08	• 0.13 - 0.16	• 0.20 - 0.55	• 0.91 - 2.24
	• 0.09 - 0.12	• 0.17 - 0.19	• 0.56 - 0.90	

Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales



Amenaza de inundación costera – tsunami



50 años



100 años



500 años

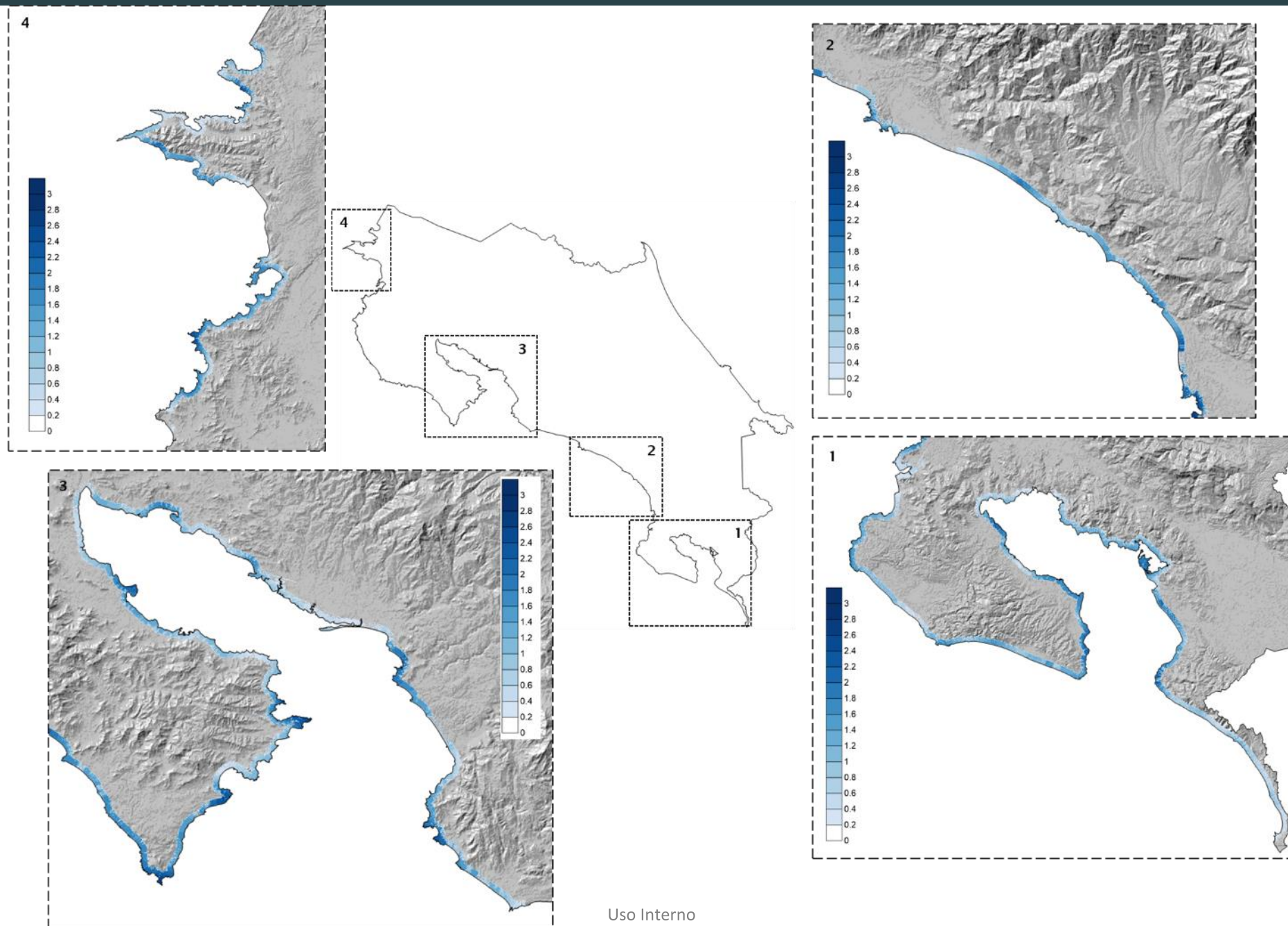


1000 años

Altura de inundación [m]

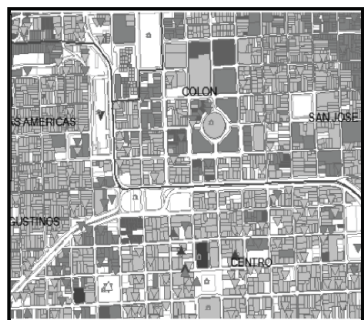
• 0.01 - 0.68	• 0.69 - 1.43	• 2.09 - 2.64	• 3.19 - 3.77	• 4.49 - 5.44
	• 1.44 - 2.08	• 2.65 - 3.18	• 3.78 - 4.48	

Amenaza de inundación costera – tsunami

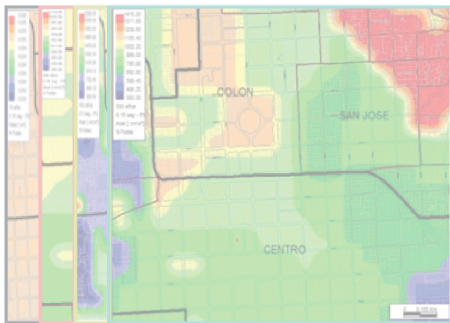


Modelos de exposición

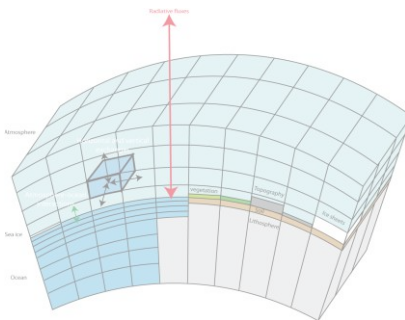
EXPOSICIÓN



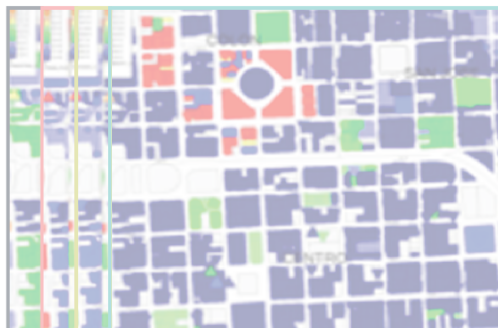
AMENAZA



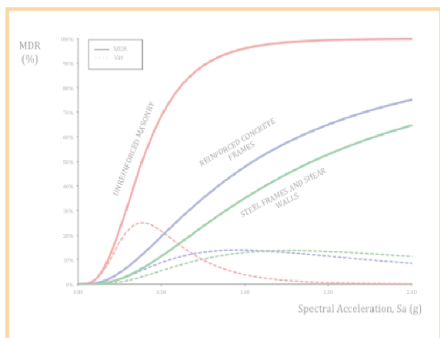
CAMBIO CLIMÁTICO



RIESGO

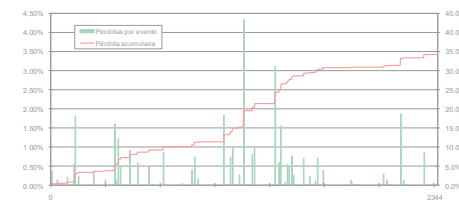


VULNERABILIDAD



MÉTRICAS DE RIESGO

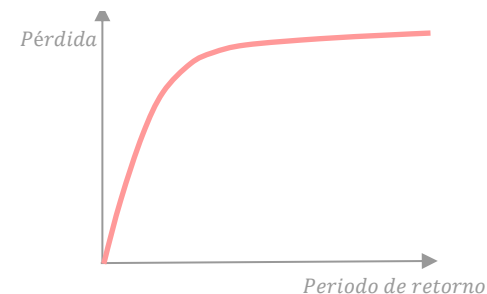
Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

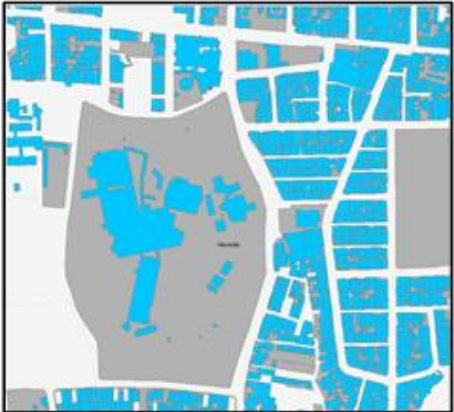
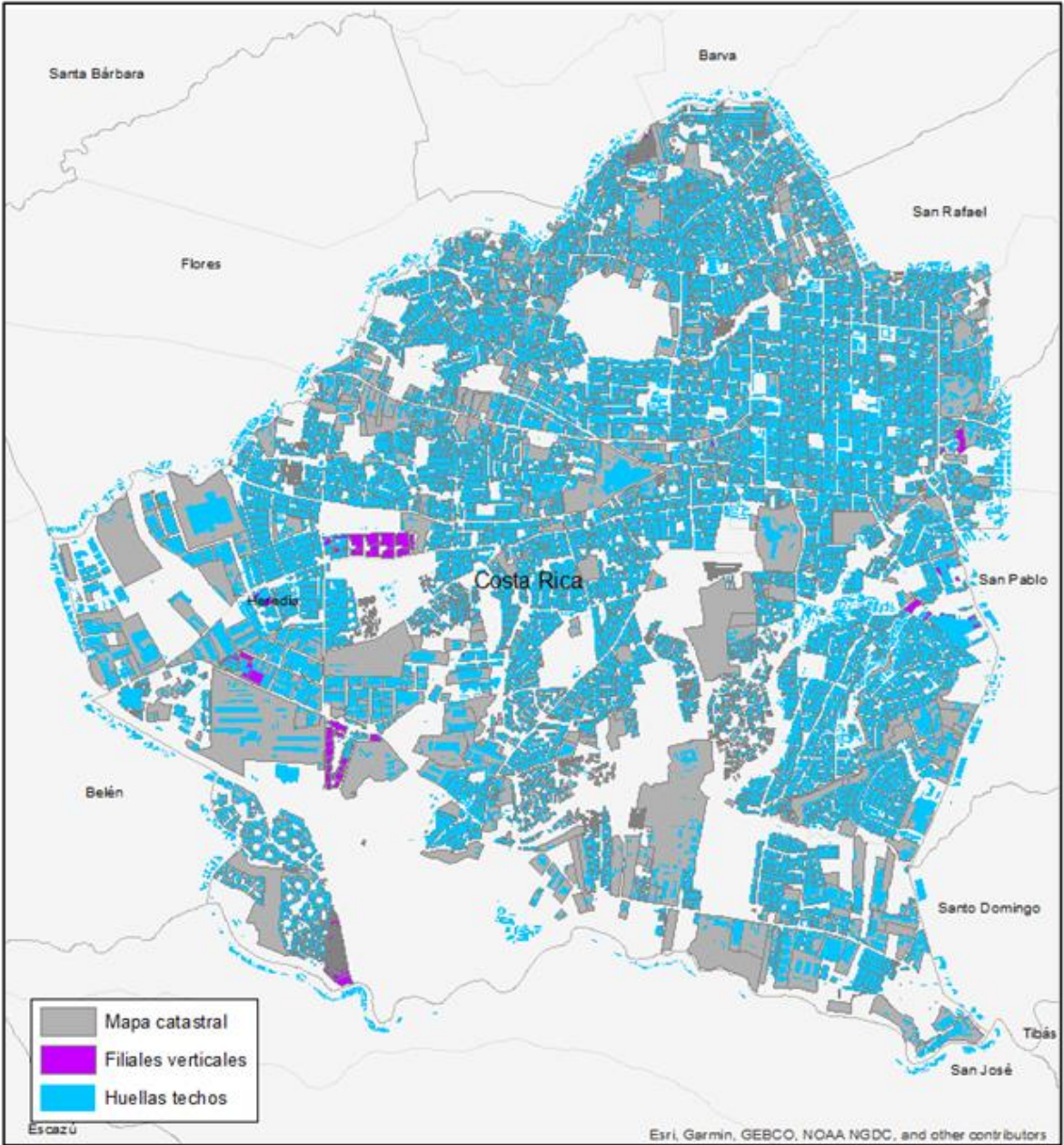
Intervención física

Protección financiera

Respuesta

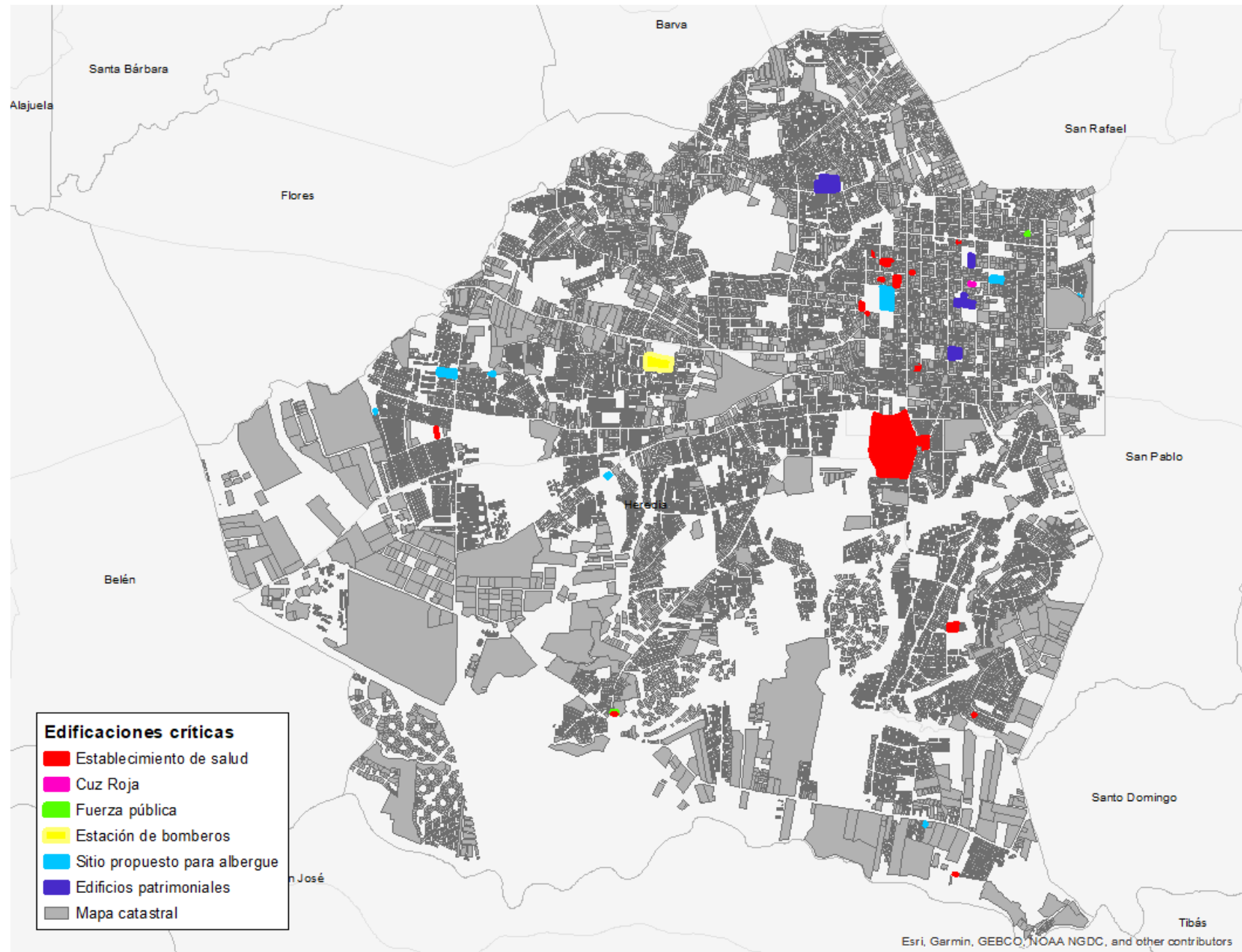
...

*Ubicación
edificaciones*



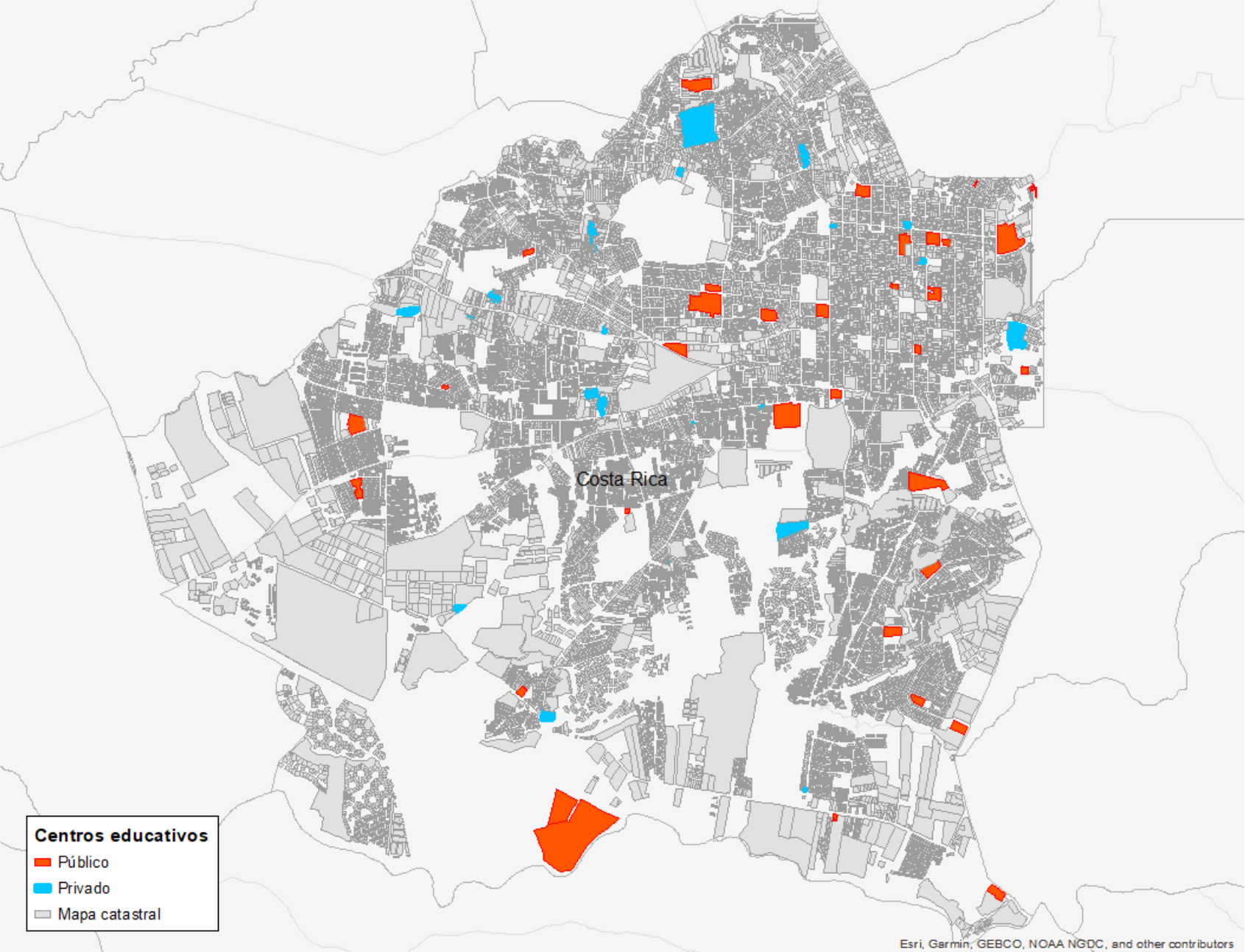
*Ubicación
edificaciones*

Edificaciones críticas

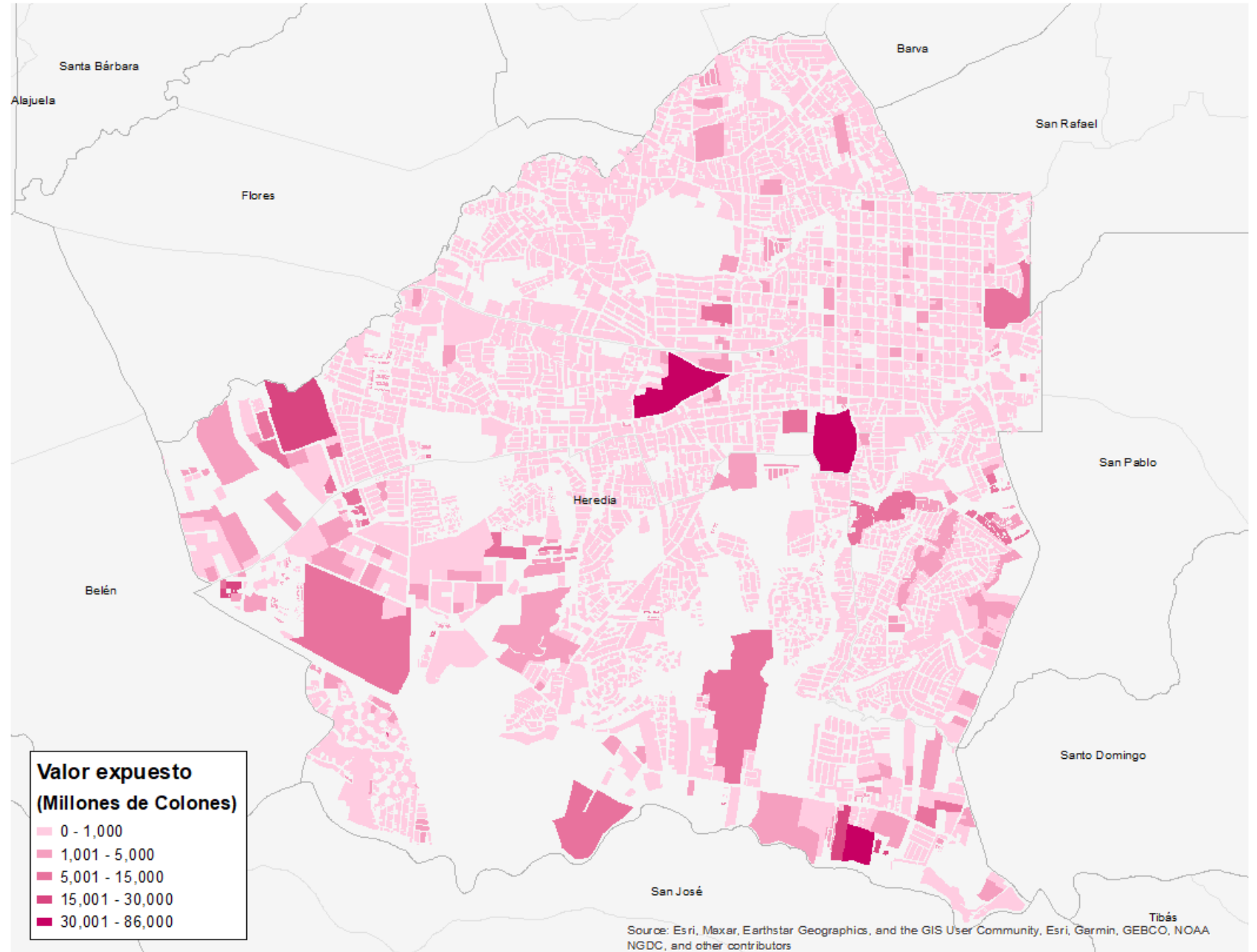


*Ubicación
edificaciones*

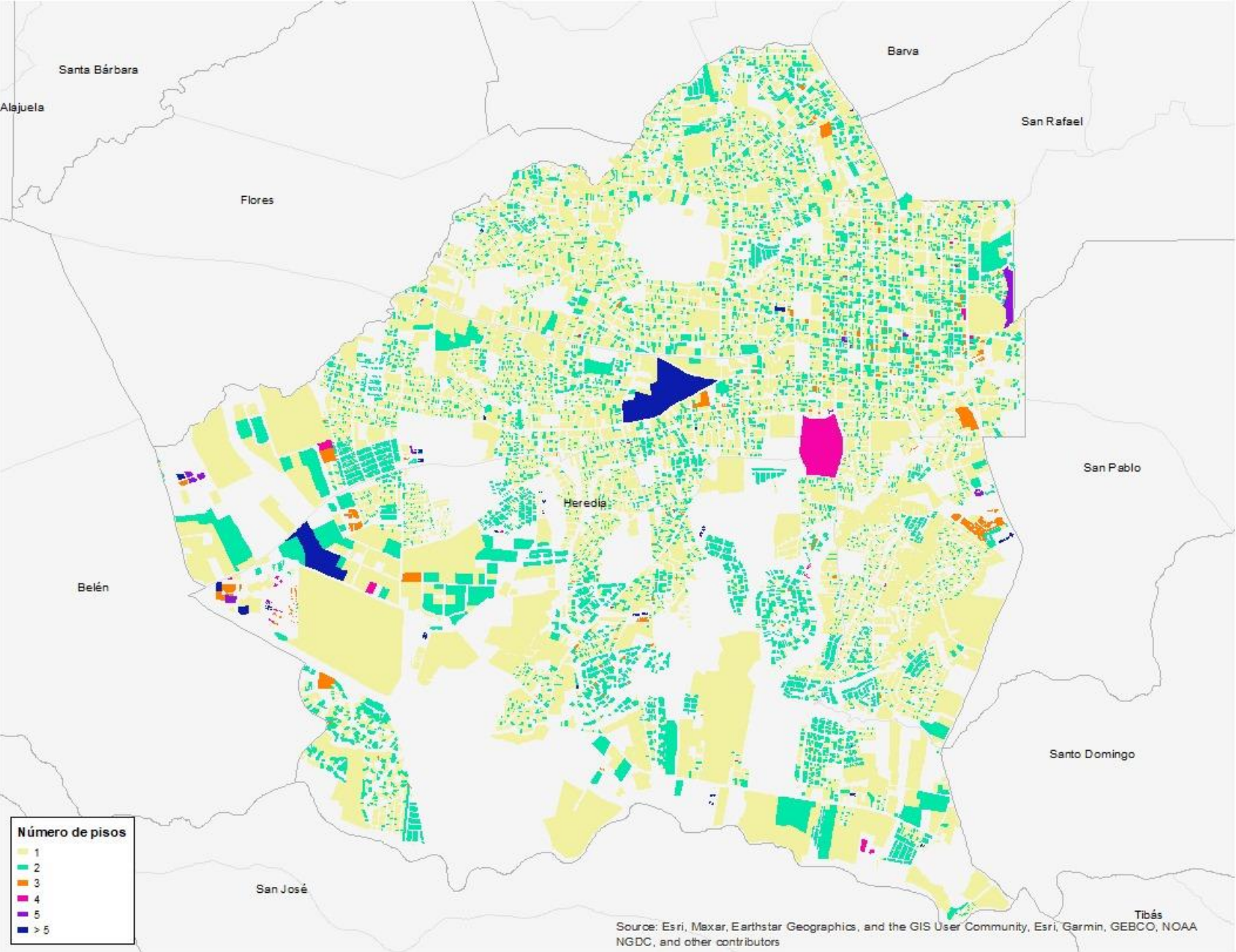
Centros educativos



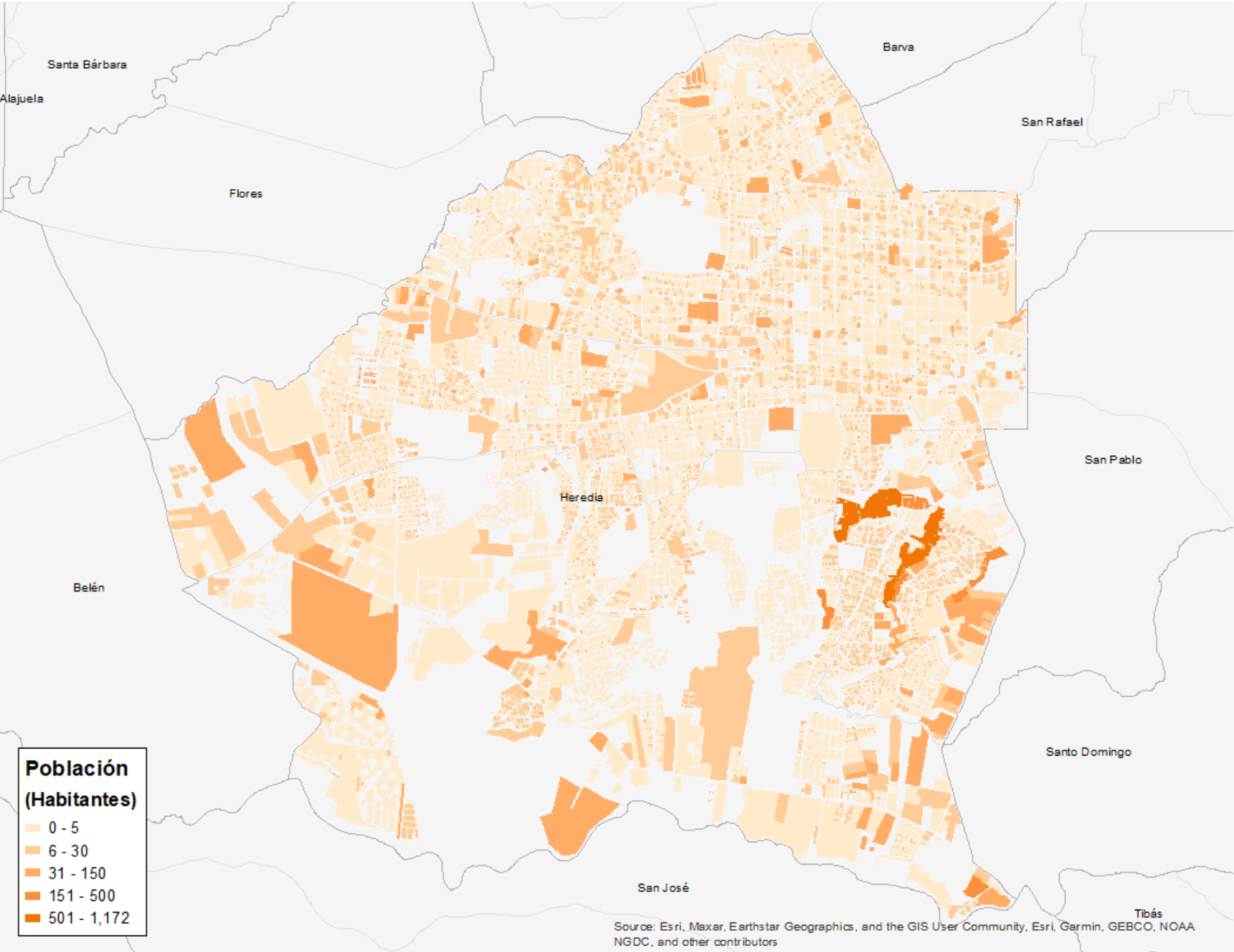
Valoración económica



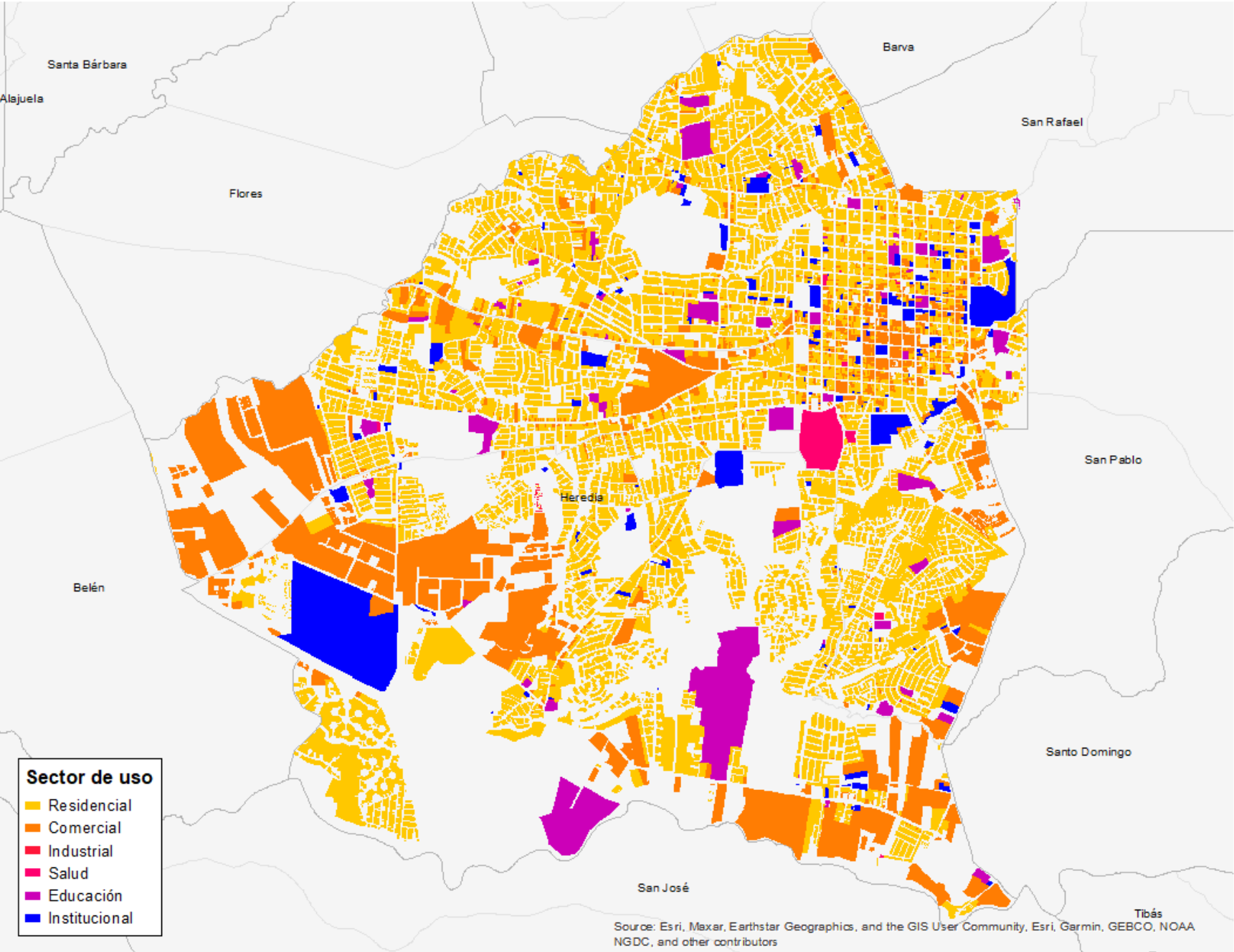
Número de pisos



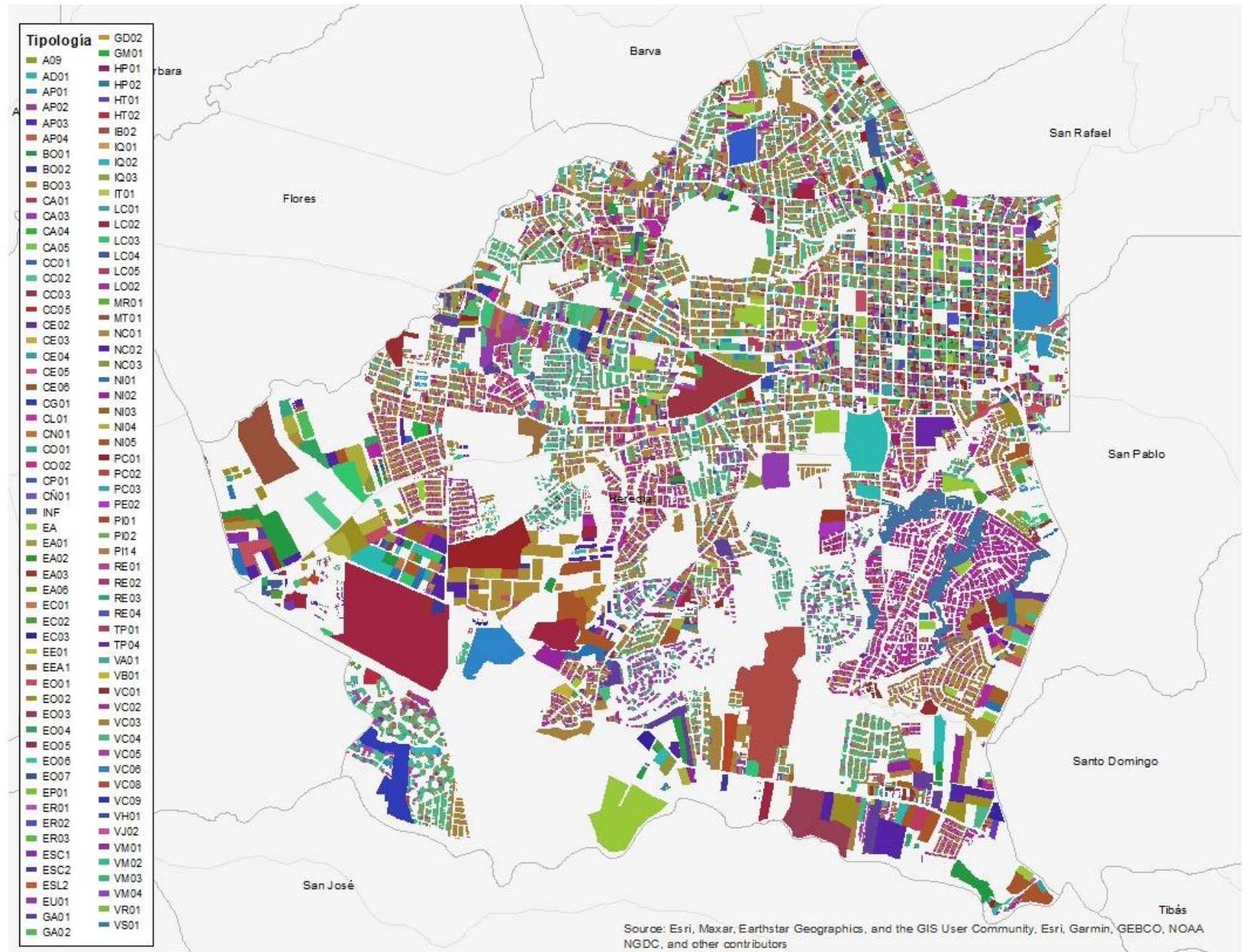
Población



Población

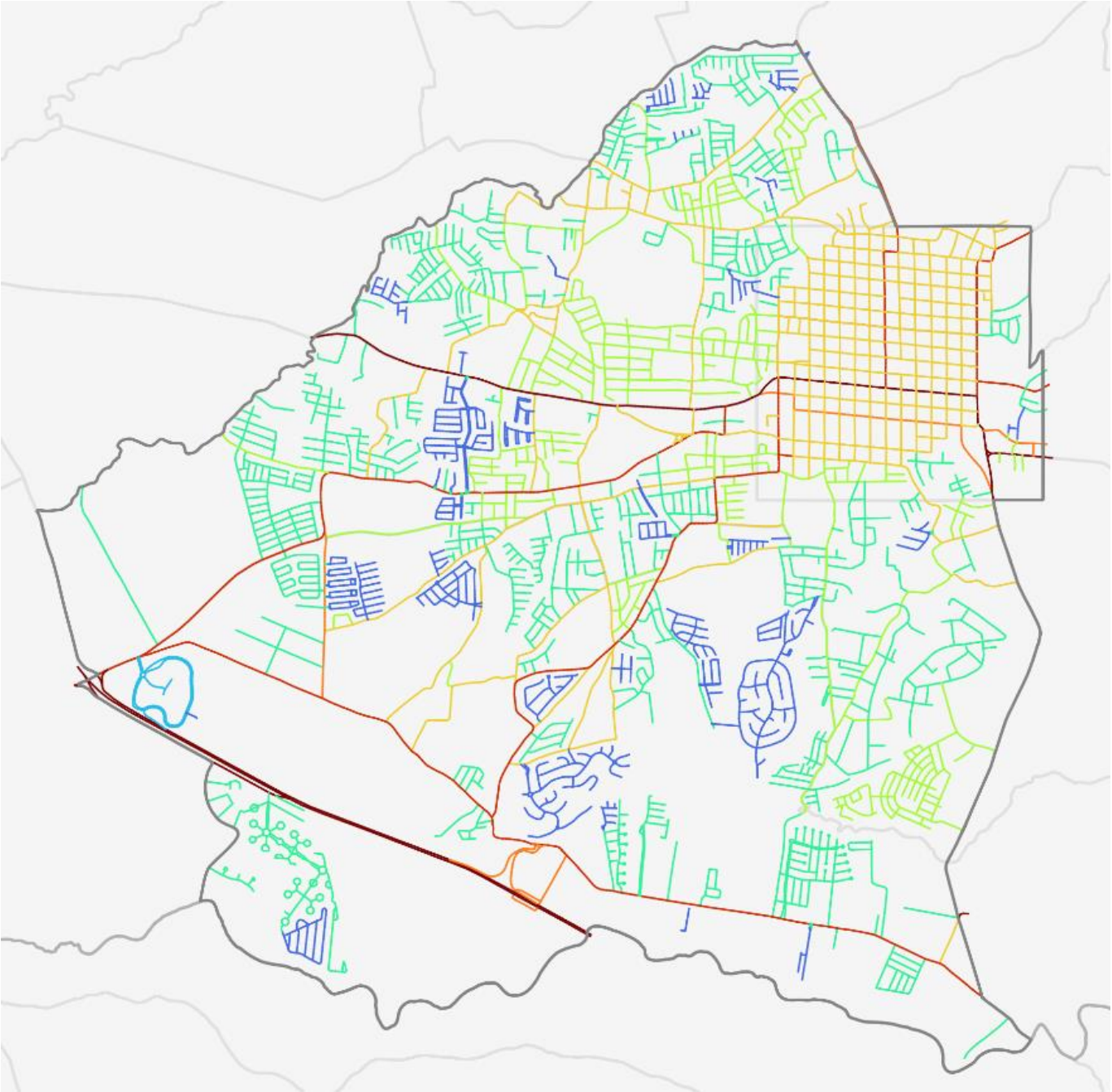


Tipo constructivo



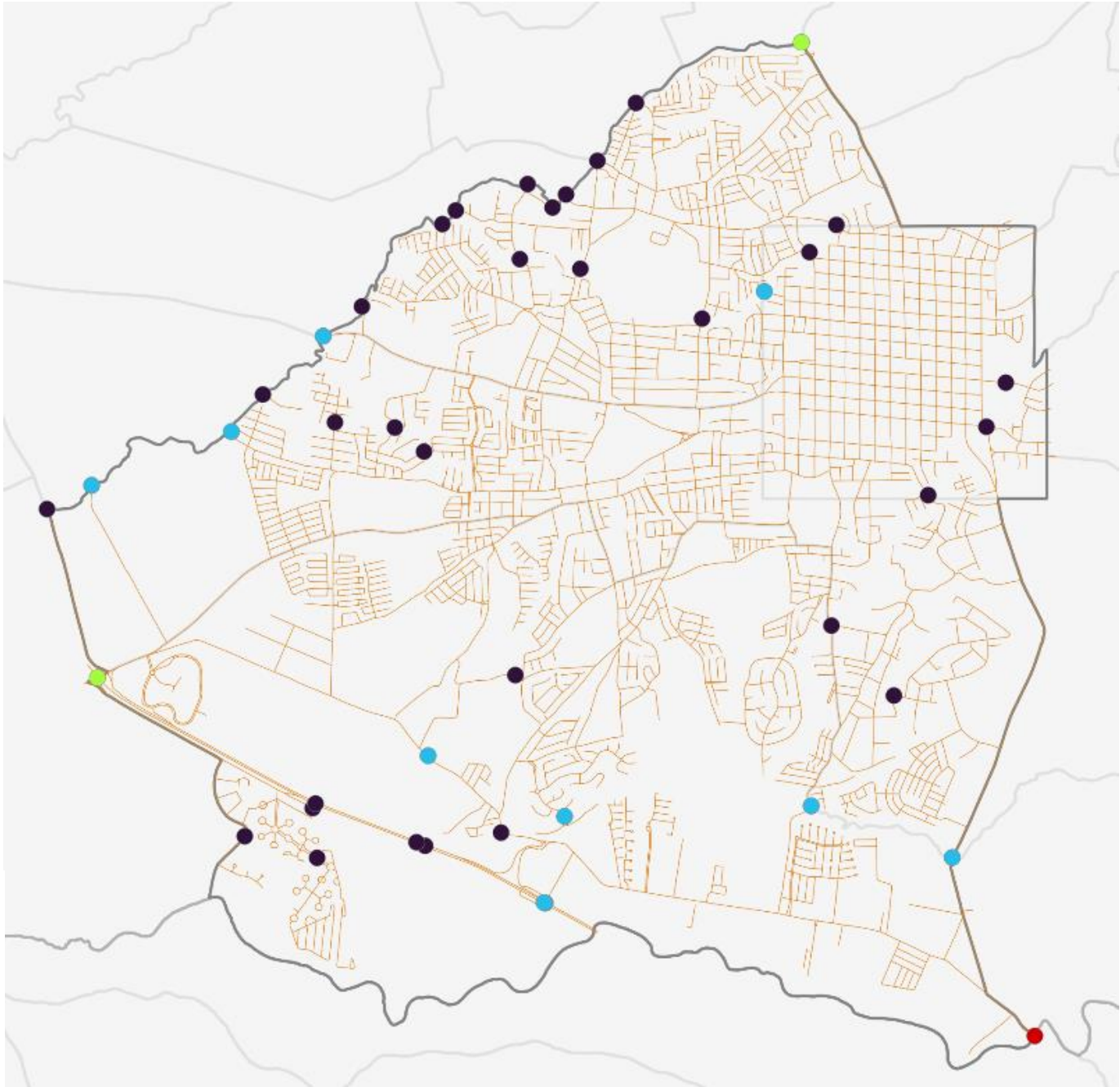
Red vial

- Jerarquía
- Nacional Primaria
 - Nacional Secundaria
 - Nacional travesía
 - Primaria Local
 - Secundaria Local
 - Terciaria Local
 - Terciaria Local - Privada
 - Privada
 - No Clasificada



Puentes vehiculares

- Clasificación de largo
- Menor que 15 m
 - Entre 15 m y 35 m
 - Entre 35 m y 50 m
 - Entre 50 m y 100 m
 - Mayor que 100 m



Sector eléctrico

Generación y Transmisión

Hidroelectricas

Subestaciones

Torres de transmisión

Circuitos - Tensión Nominal

138 kV

230 kV



Sector eléctrico

Generación y Transmisión

Hidroelectricas

Subestaciones

Torres de transmisión

Circuitos - Tensión Nominal

138 kV

230 kV



Sector eléctrico

Distribución

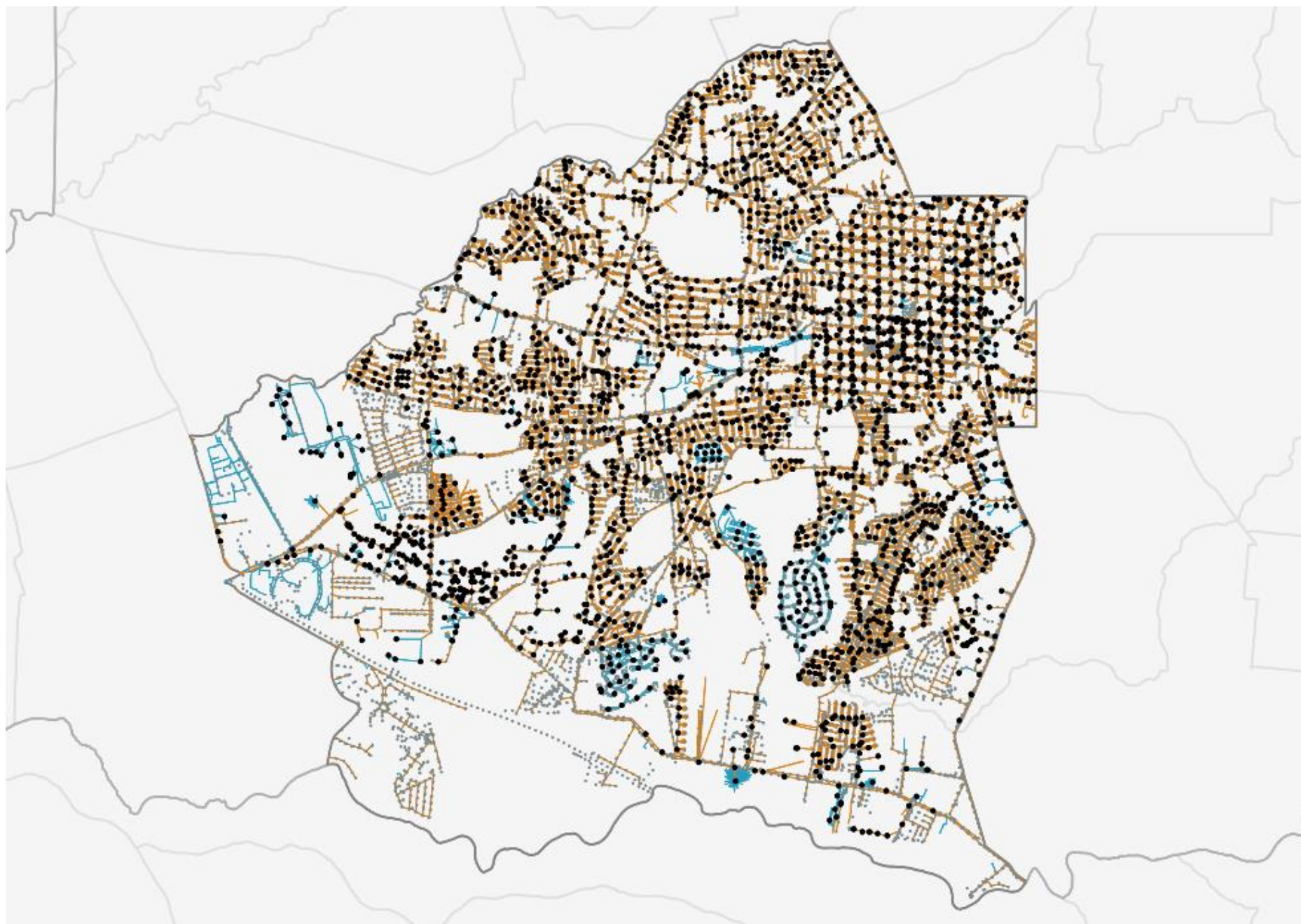
Línea de distribución - Tipo

— Aerea

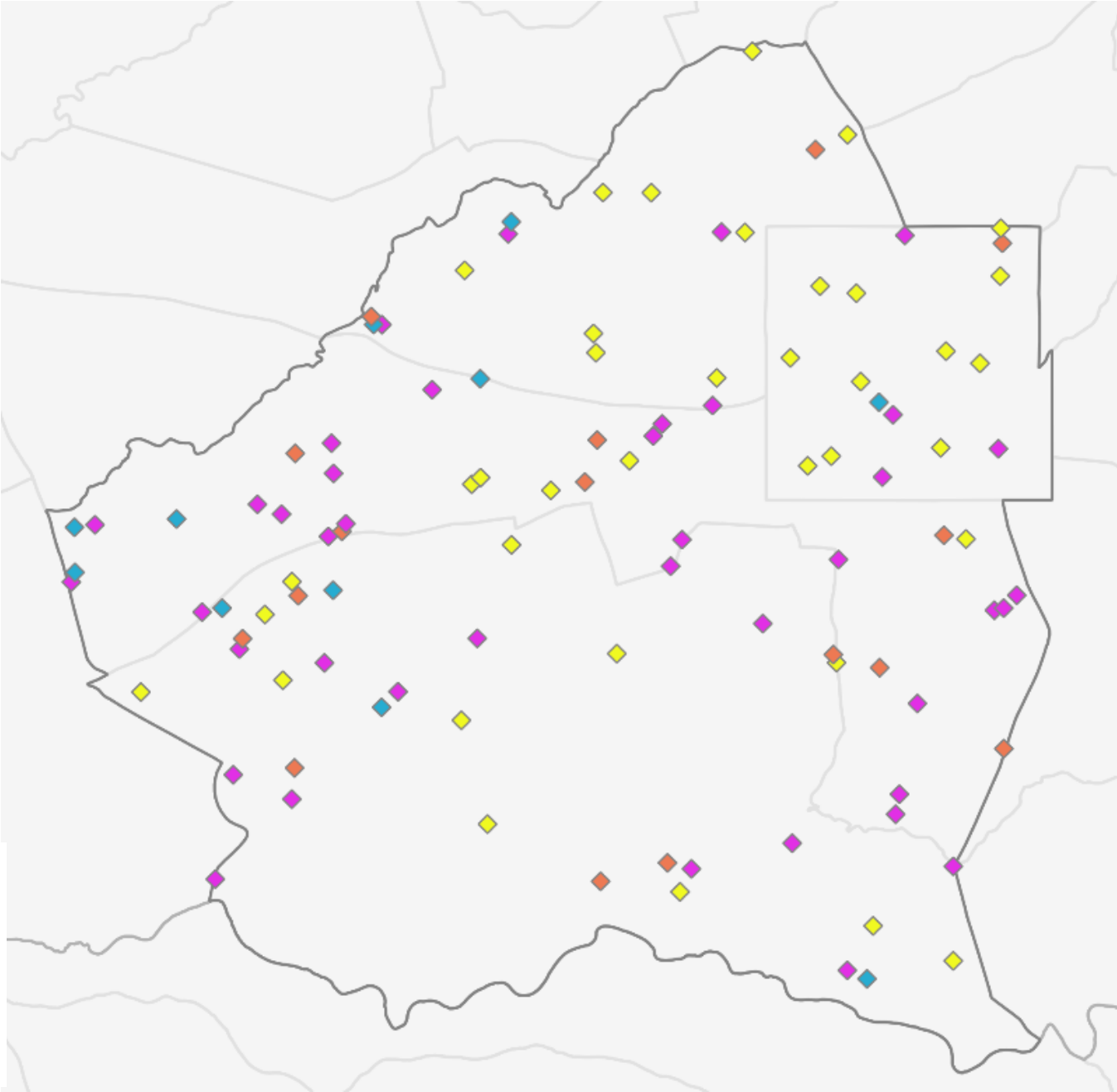
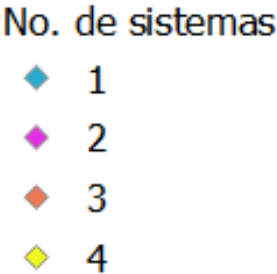
— Subterránea

• Transformadores

• Postes

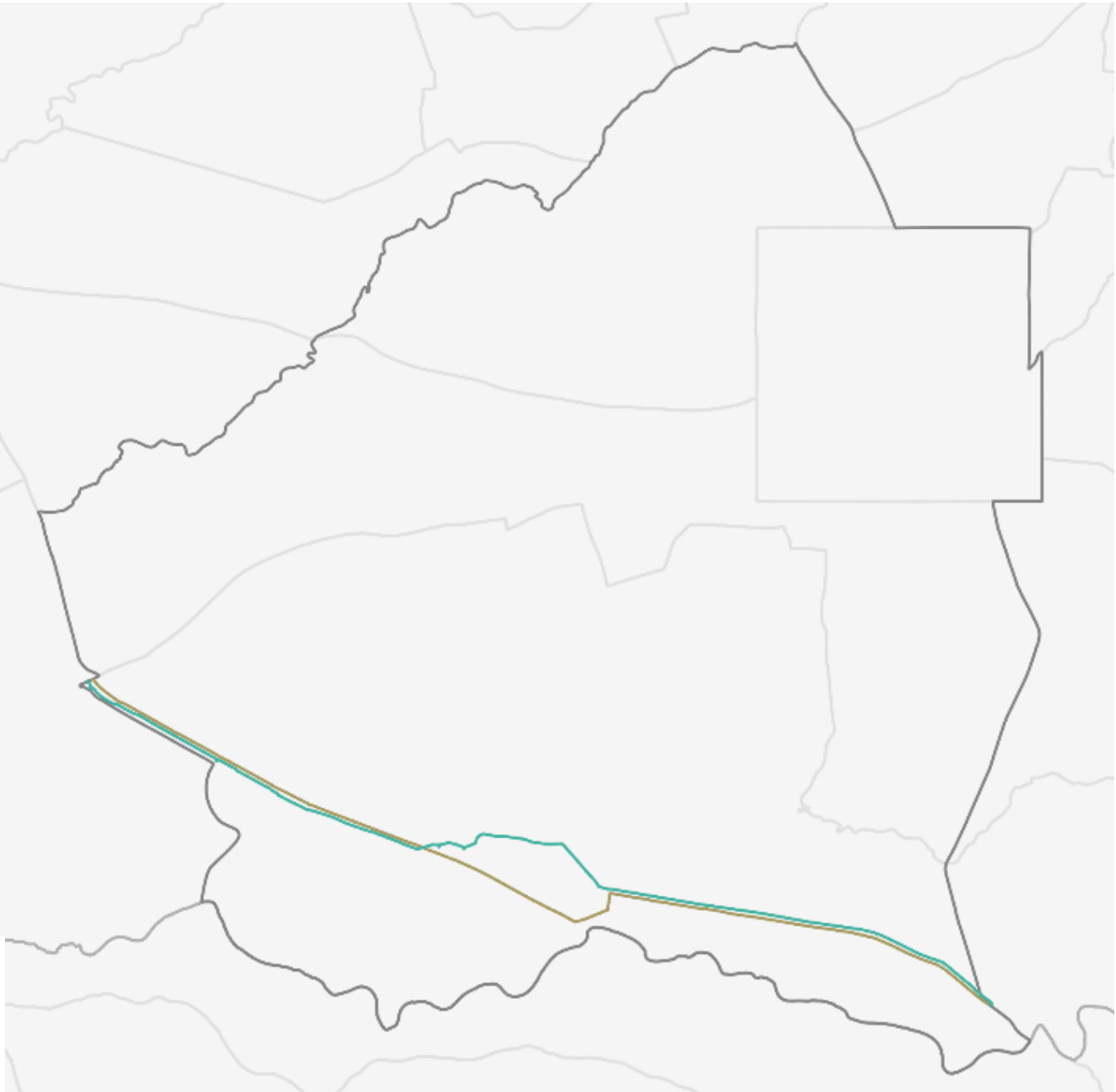


Telecomunicaciones



Hidrocarburos

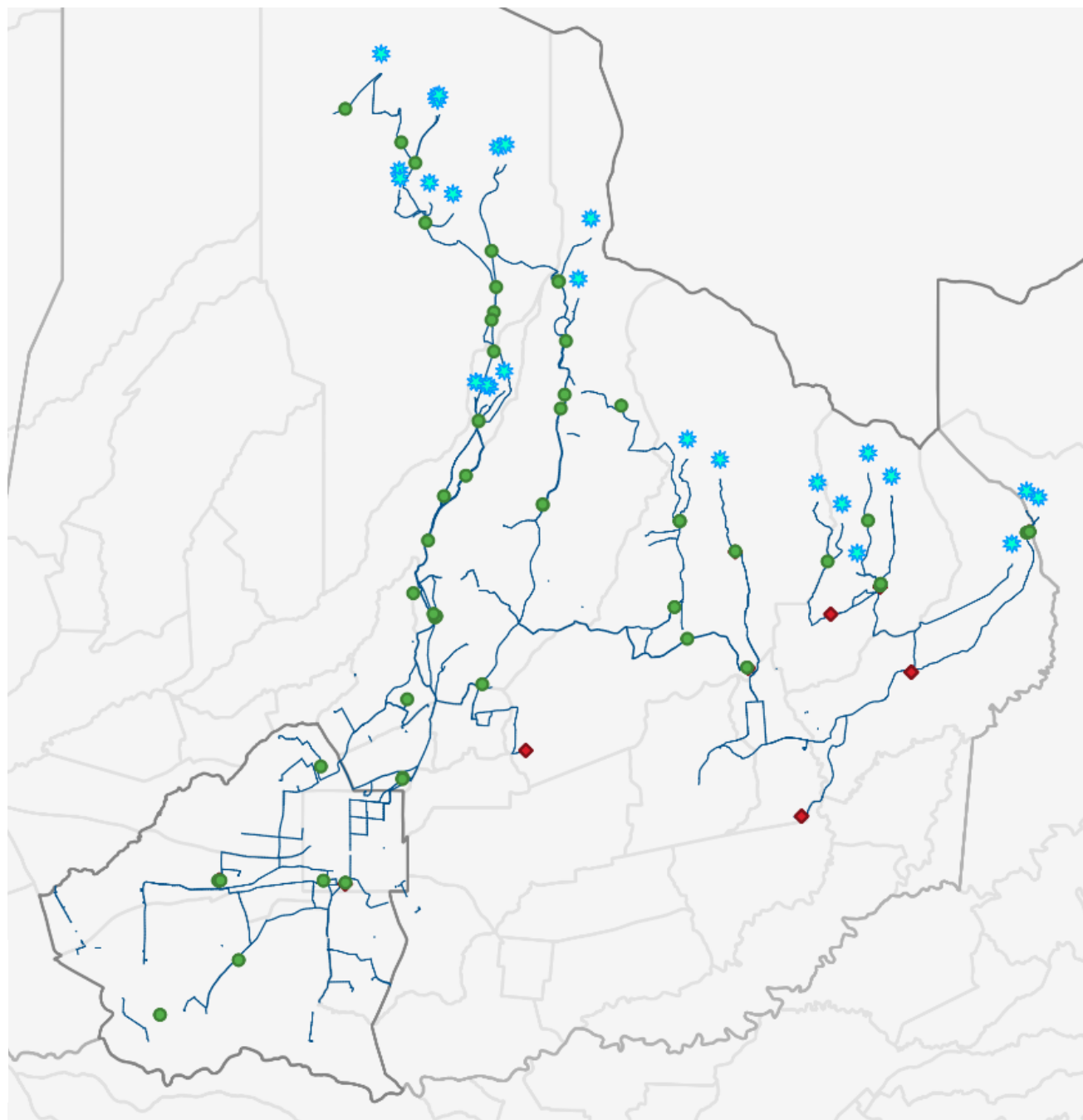
Poliducto
— Linea 3
— Linea 7



Agua potable

Abastecimiento

- Fuentes de agua potable
- Tanques de almacenamiento
- ◆ Sistemas de bombeo
- Tubería de conducción



Agua potable

Distribución

Red de abastecimiento

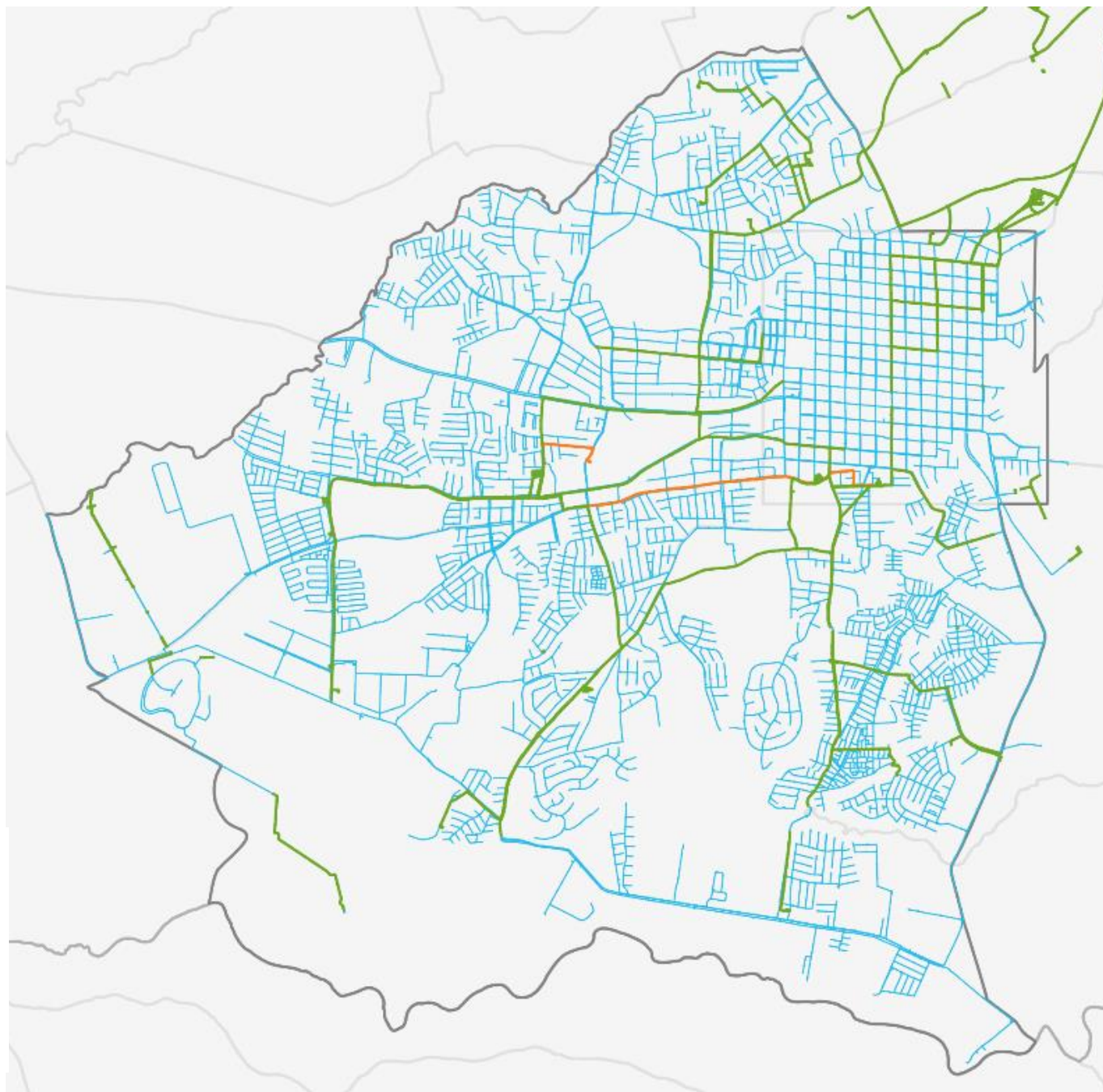
— Aducción

— Impulsión

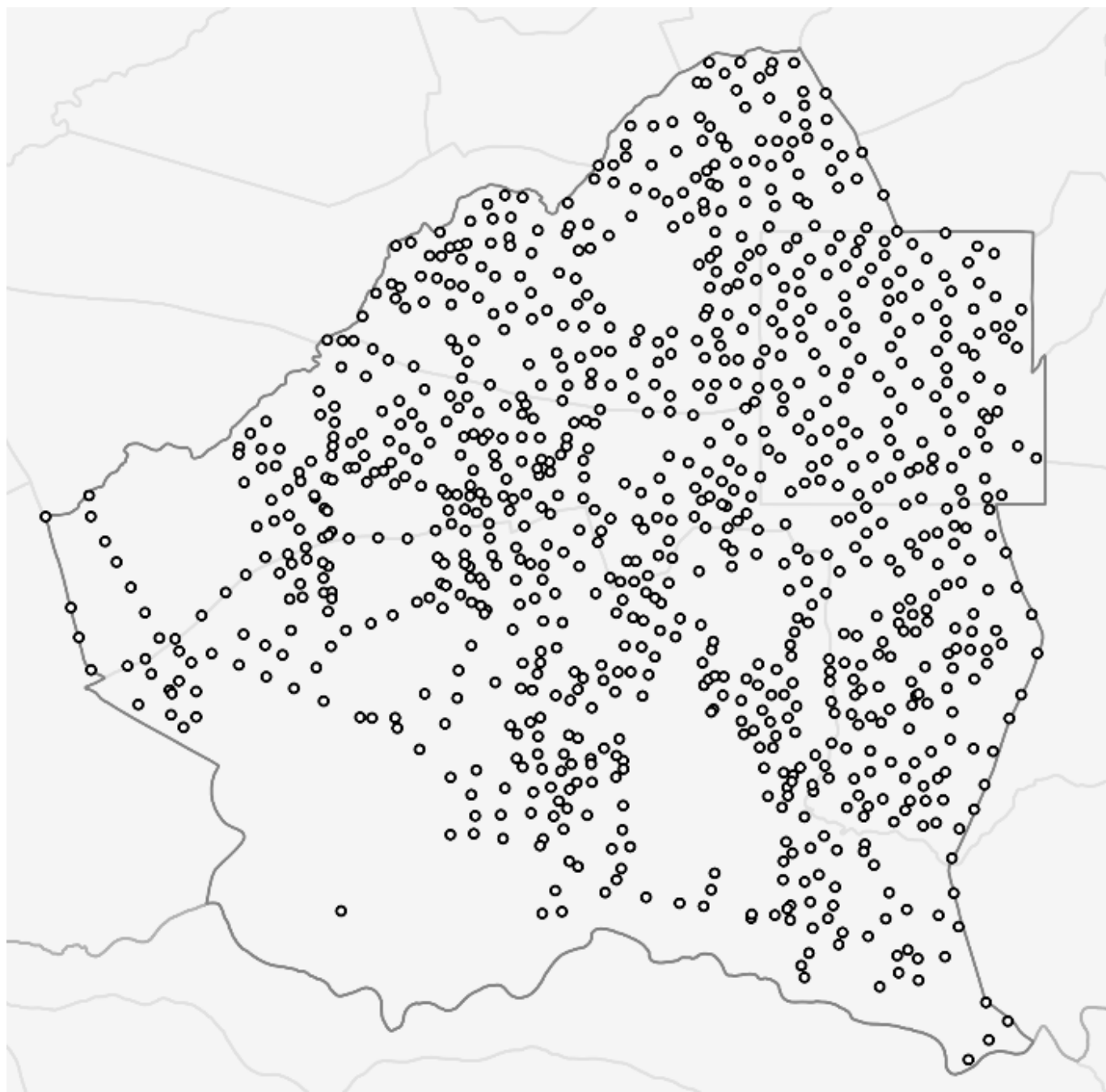
— Conducción

— Distribución

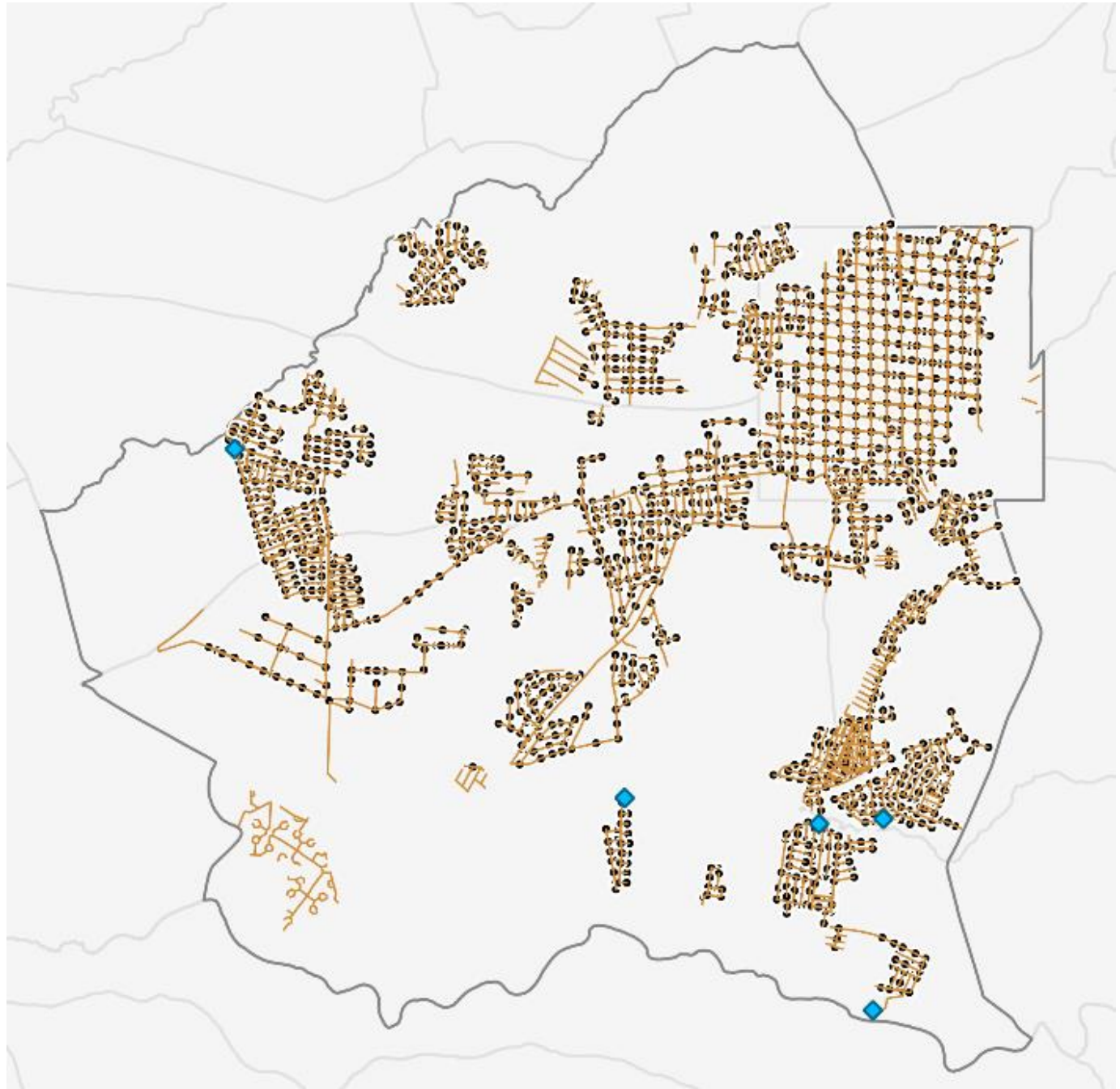
— Limpieza



Hidrantes



Agua residual



Tramos viales

RN2 - Clasif. terreno

— Llano

— Algo ondulado

— Muy ondulado

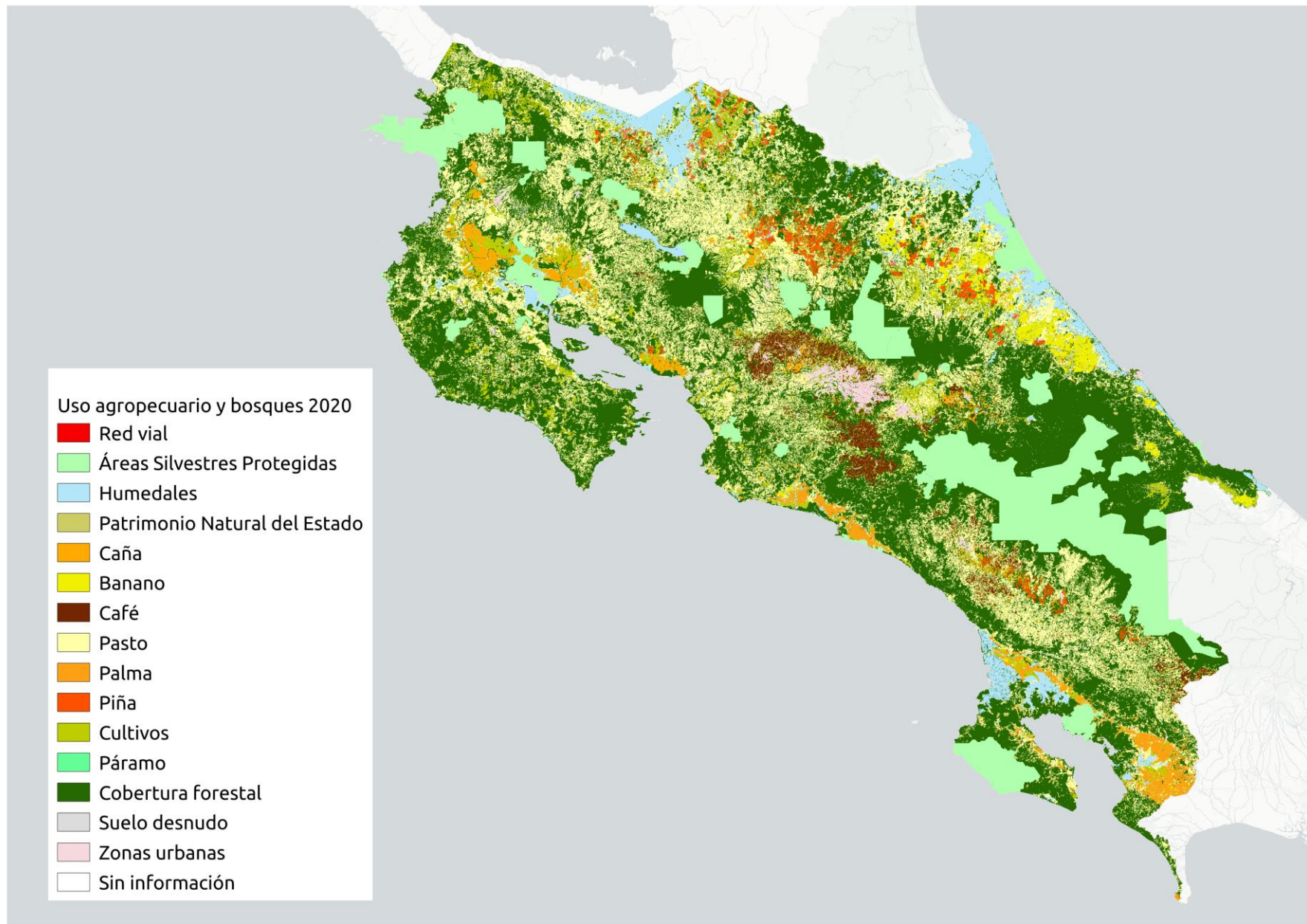
— Montañoso



Puentes



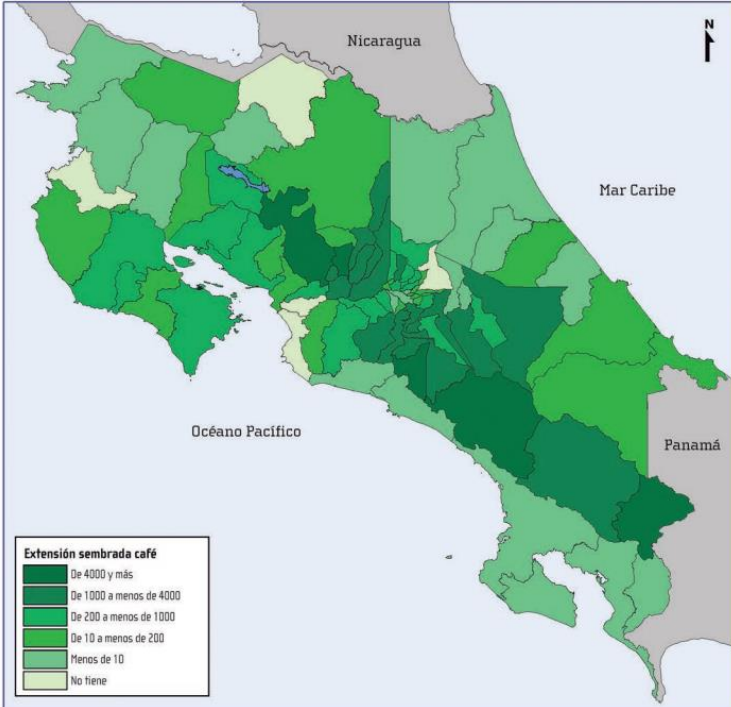
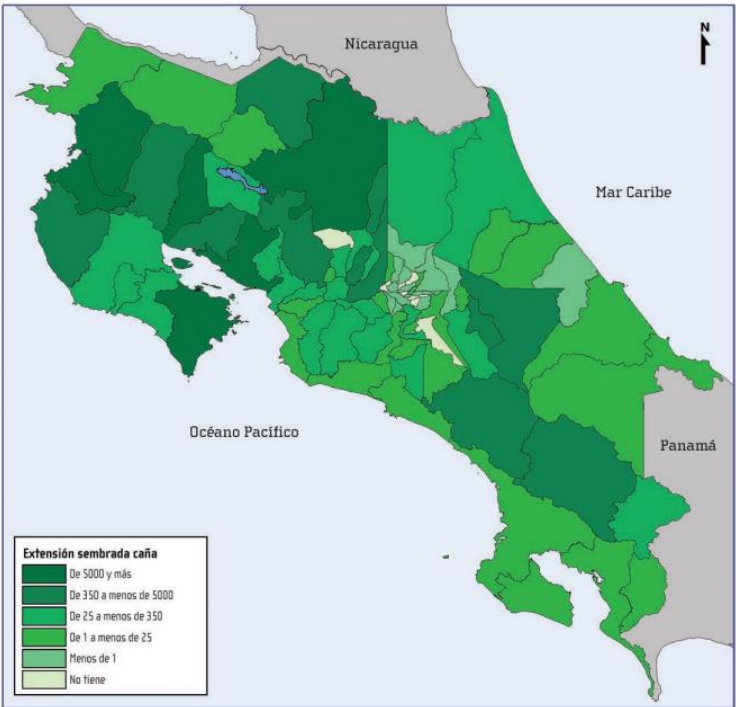
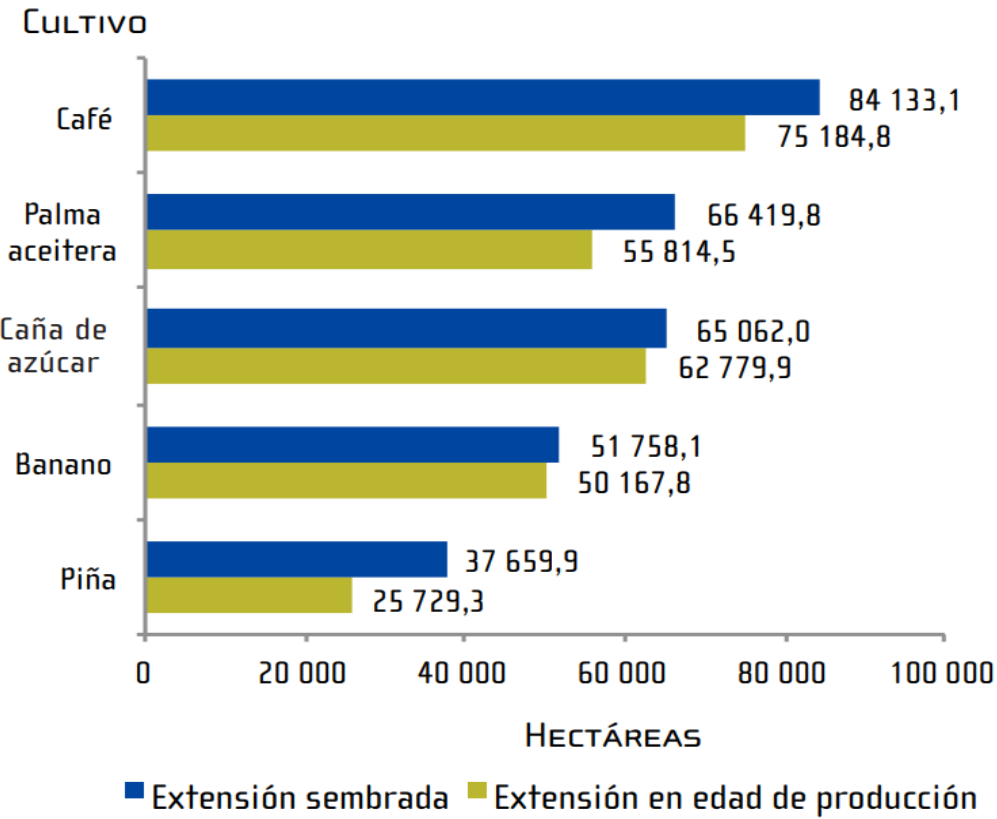
Uso agropecuario y bosques



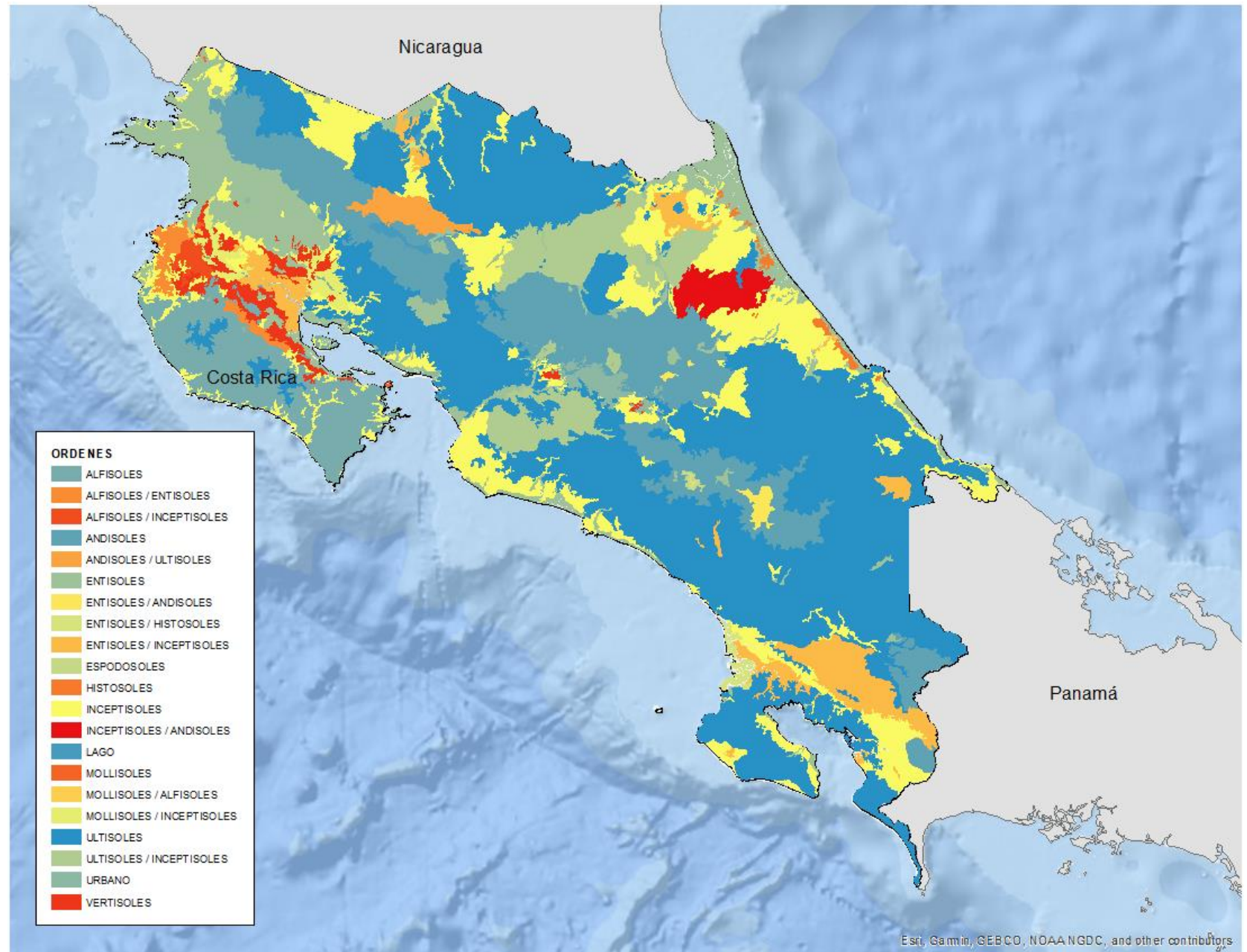
*Encuesta Nacional
Agropecuaria 2023*

Cultivo	Extensión		Producción
	Sembrada	Cosechada	
Aguacate	3 995,8	2 869,4	13 471,7
Banano	47 766,1	46 320,5	2 439 825,2
Café	74 000,2	59 175,0	416 215,4
Caña de azúcar	56 619,6	49 533,7	3 191 449,4
Chayote	444,0	366,9	39 785,5
Mango	5 637,1	3 129,5	24 583,7
Naranja	12 847,0	7 256,6	174 626,0
Palma aceitera	69 398,6	66 695,7	1 109 441,9
Palmito	3 200,3	2 820,5	2 883,5
Plátano	8 774,4	5 926,8	72 877,5

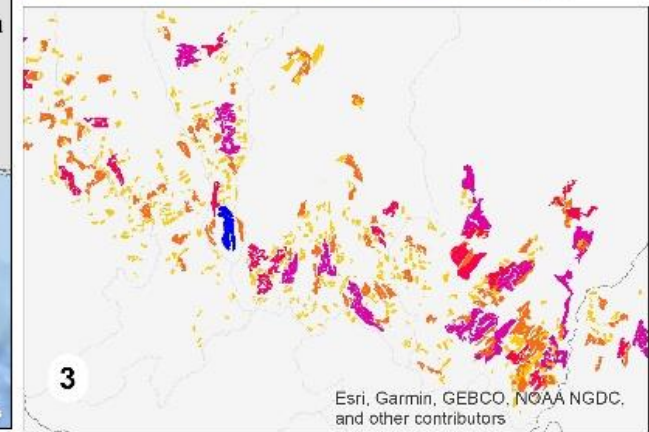
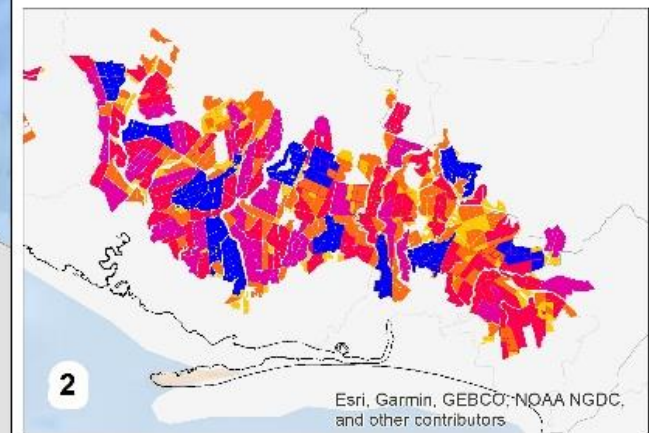
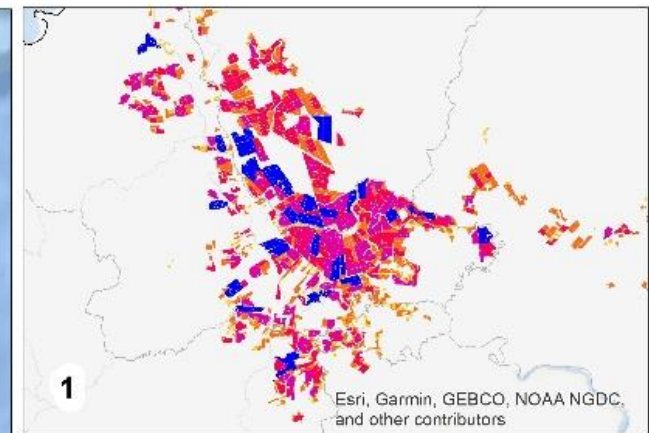
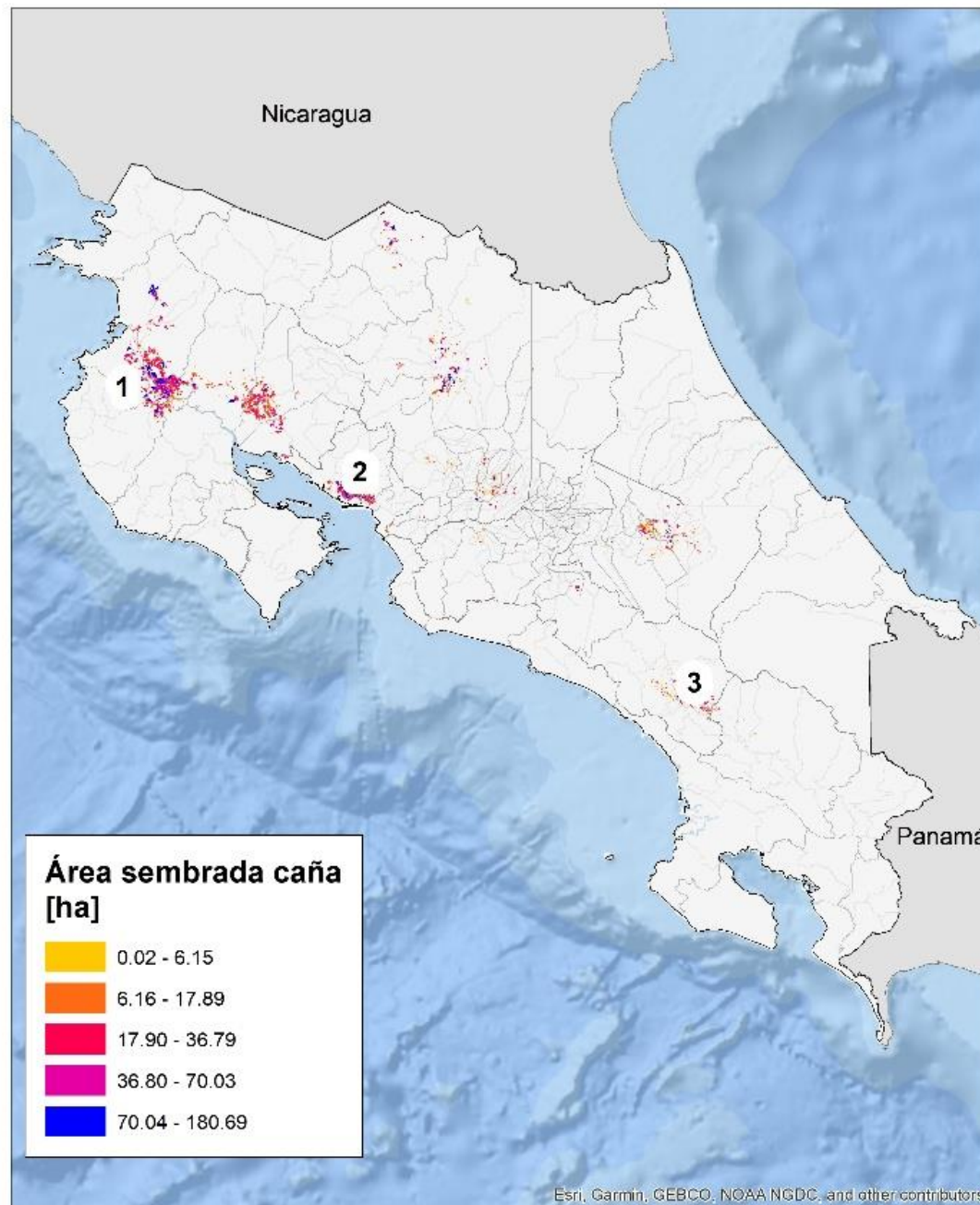
Censo Nacional Agropecuario 2014



Órdenes de suelo



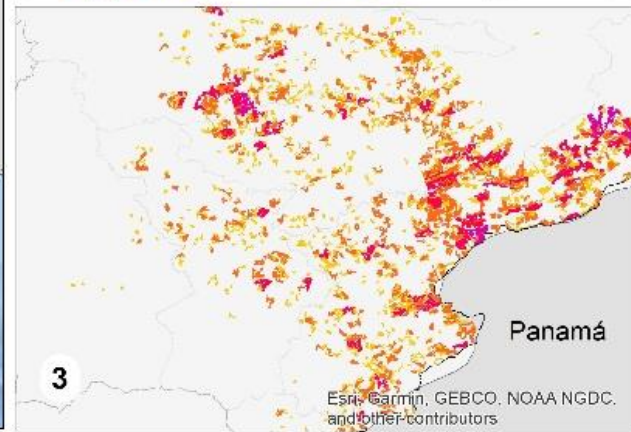
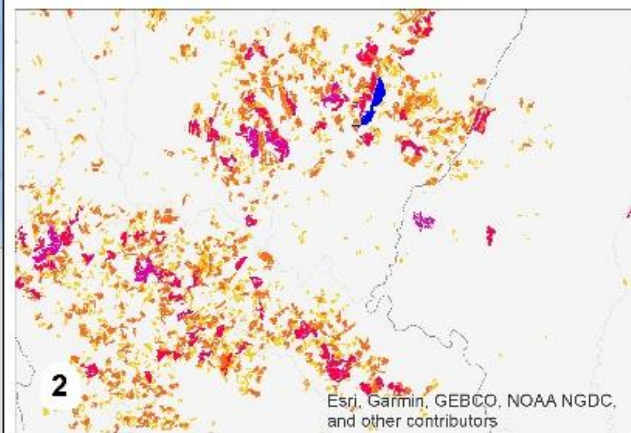
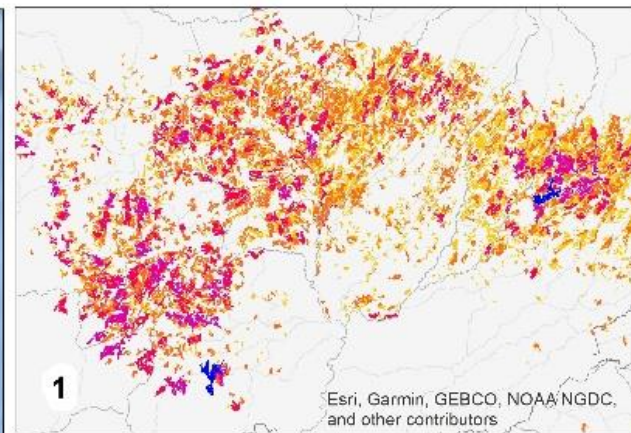
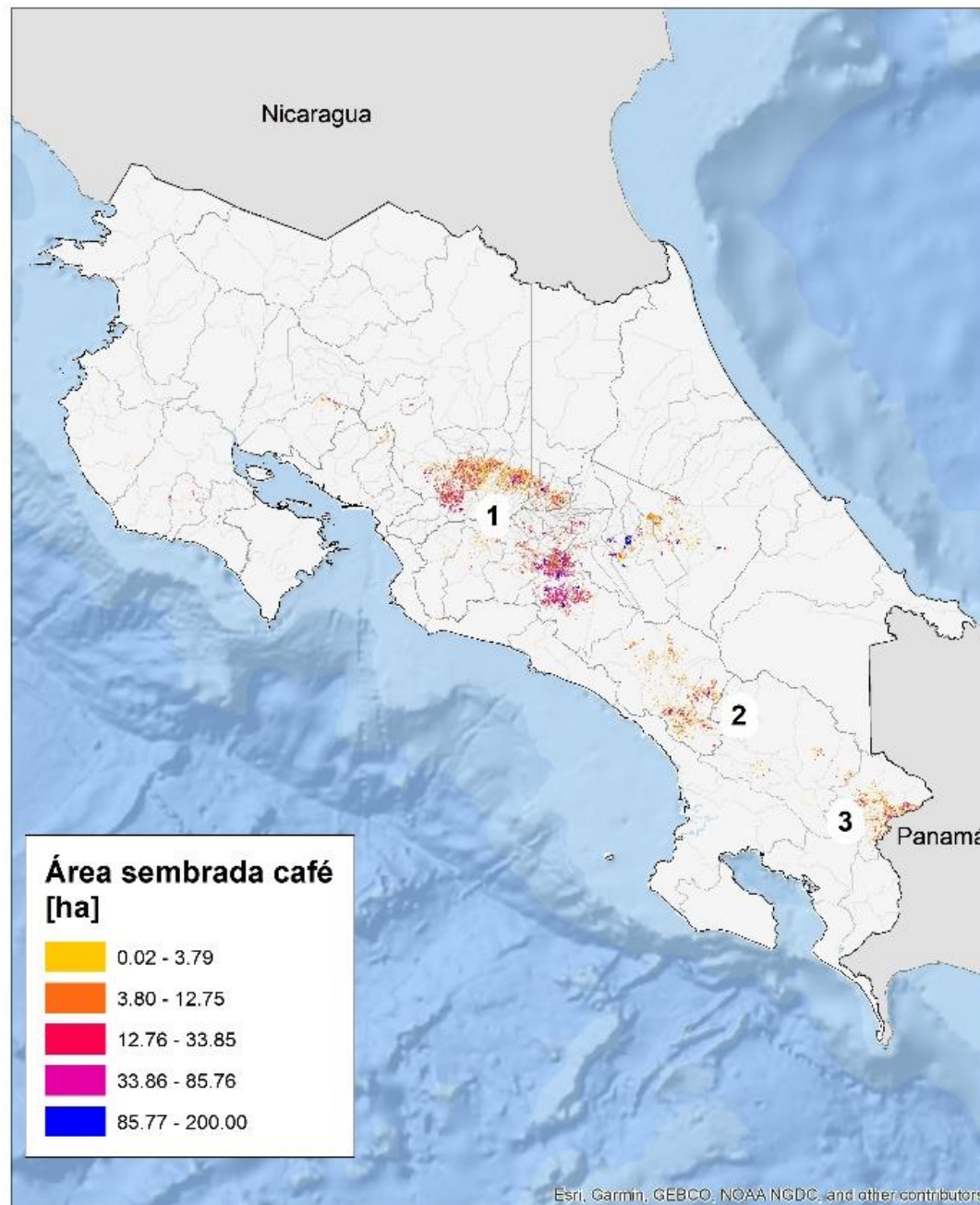
Caña



Caña

0 ----- 0 ----- 90 DDS----- 180 DDS----- 270 DDS----- 360 DDS												
Criterio	Germinación/retoñamiento			Crecimiento vegetativo			Desarrollo vegetativo			Maduración		
												
Época	Época lluviosa (Invierno)							Época seca (Verano)				
Meses	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
DDS: días después de la siembra												

Café



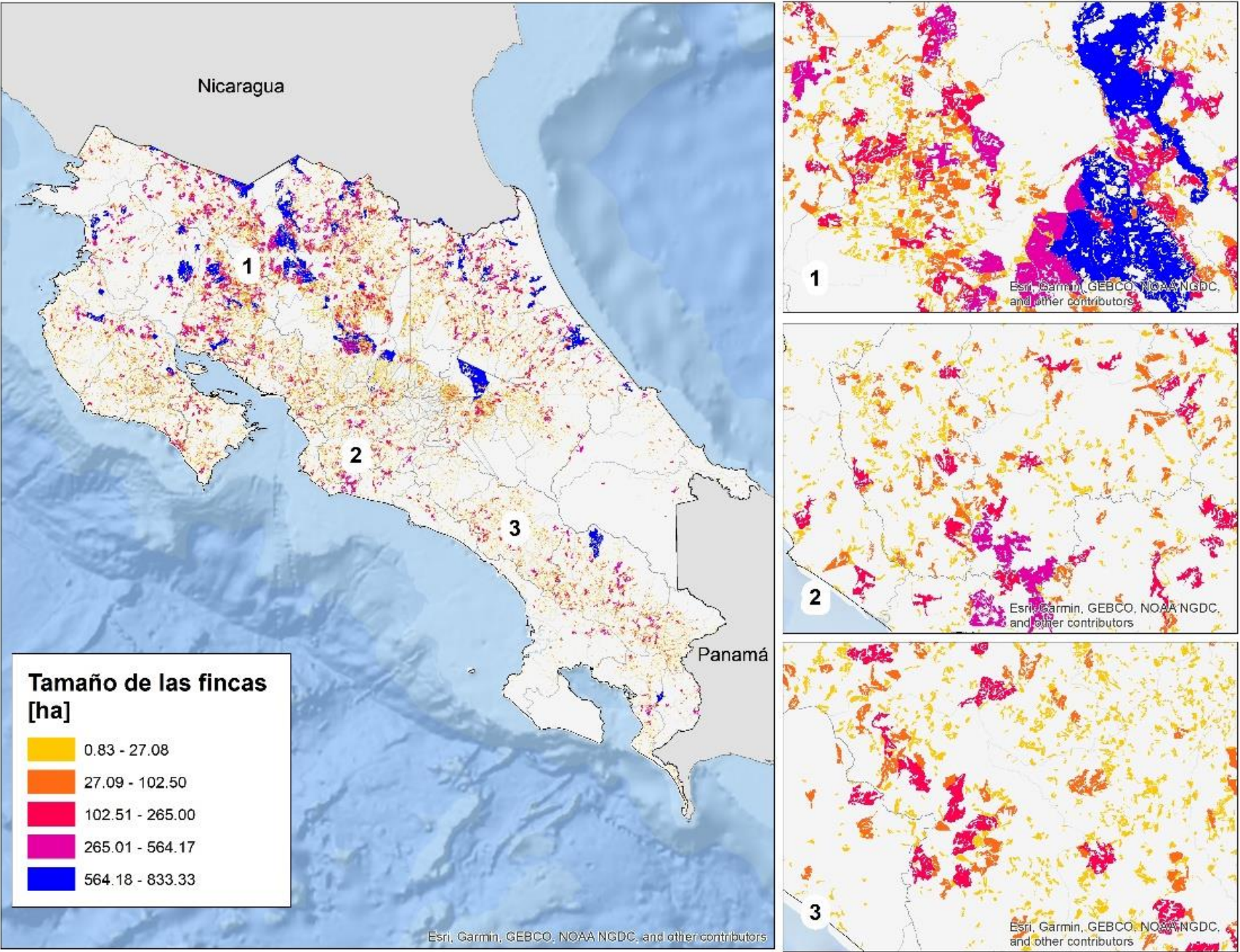
Café

o-----6 meses-----o												-----2 años-----o																	
0 Fase			1 Fase						2 Fase			3 Fase			4 Fase			5 Fase			6 Fase								
																													
Selección y preparación de semilla			Crecimiento Vegetativo						Reposo de Yema y caída de hojas / revestimiento de botones florales			Floración principal más 2 y 4 floraciones			Llenados de fruto/granos			Maduración / Cosecha			Reposo / Defoliación natural								
Germinación y Almácigo			Crecimiento en altura y formación de bandolas primarias						Inducción y desarrollo de yemas generativas y seriales			Formación de botones florales y floración			Frutos/granos muy pequeños			Frutas/granos maduras			Auto poda de los arbustos								
Época			Época seca (Verano)			Época lluviosa (Invierno)						Época seca (Verano)						Época lluviosa (Invierno)						Época seca (Verano)					
Meses			F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	

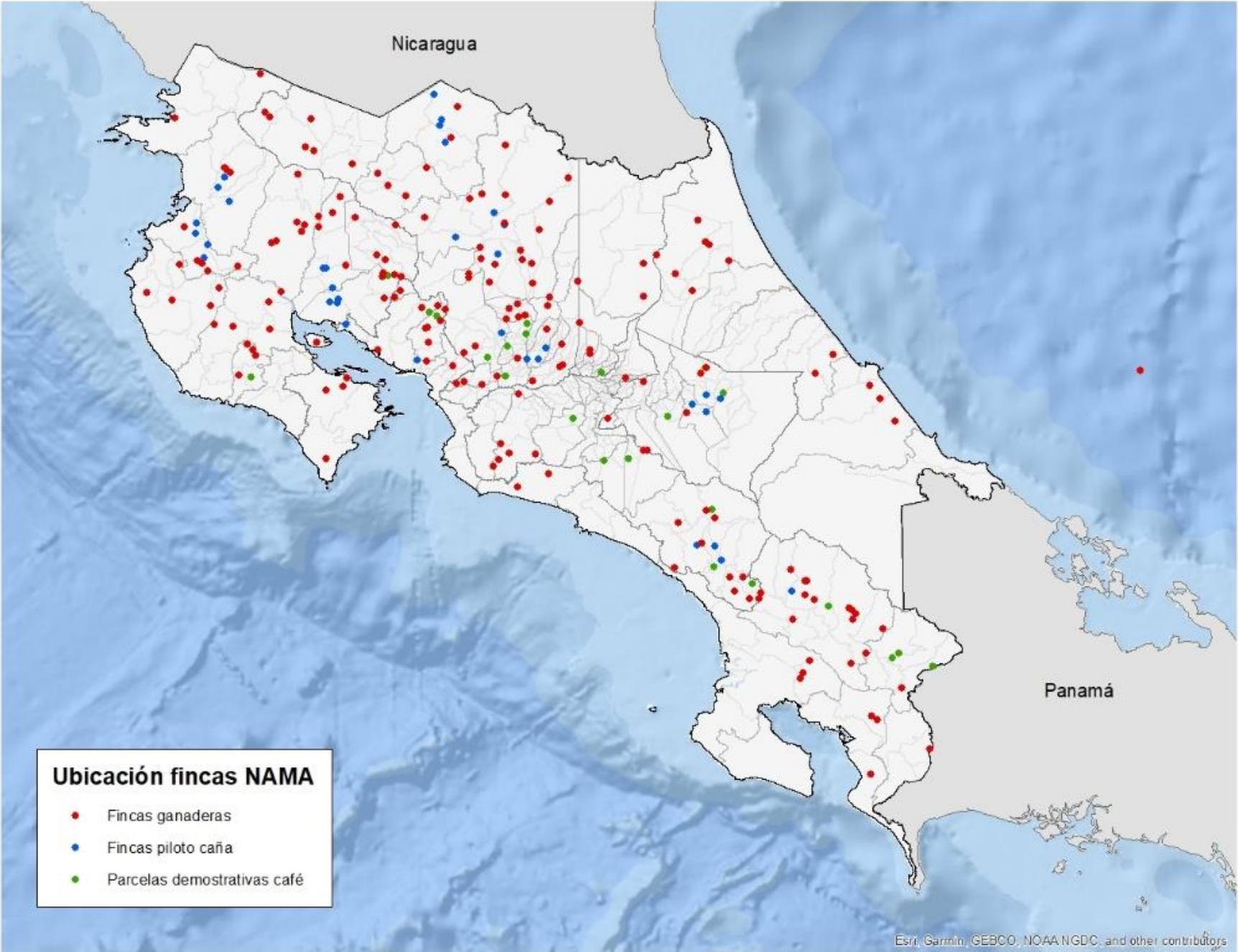
Fuente: elaboración a partir de consultas a expertos

Ganadería extensiva

Bovinos

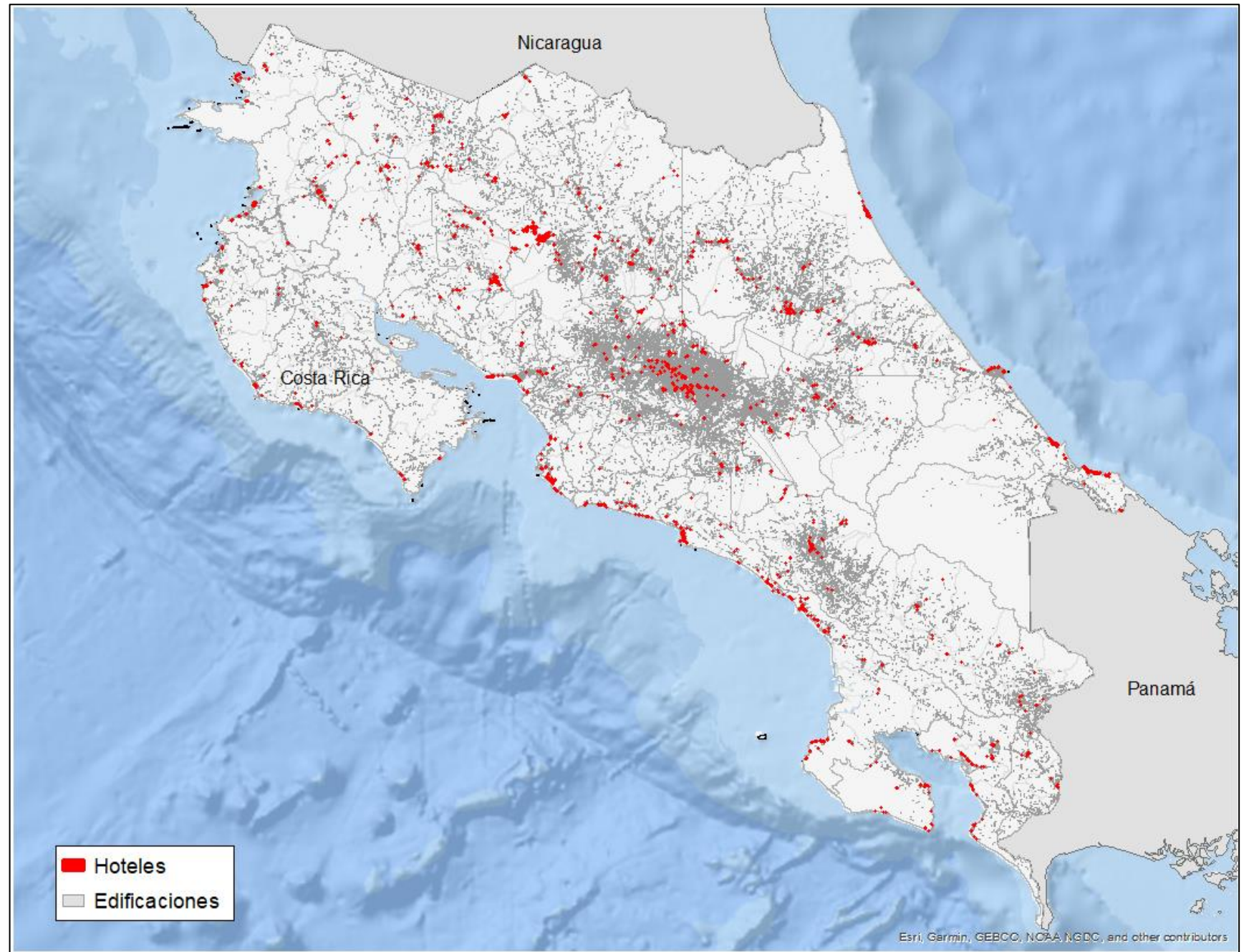


Fincas NAMA



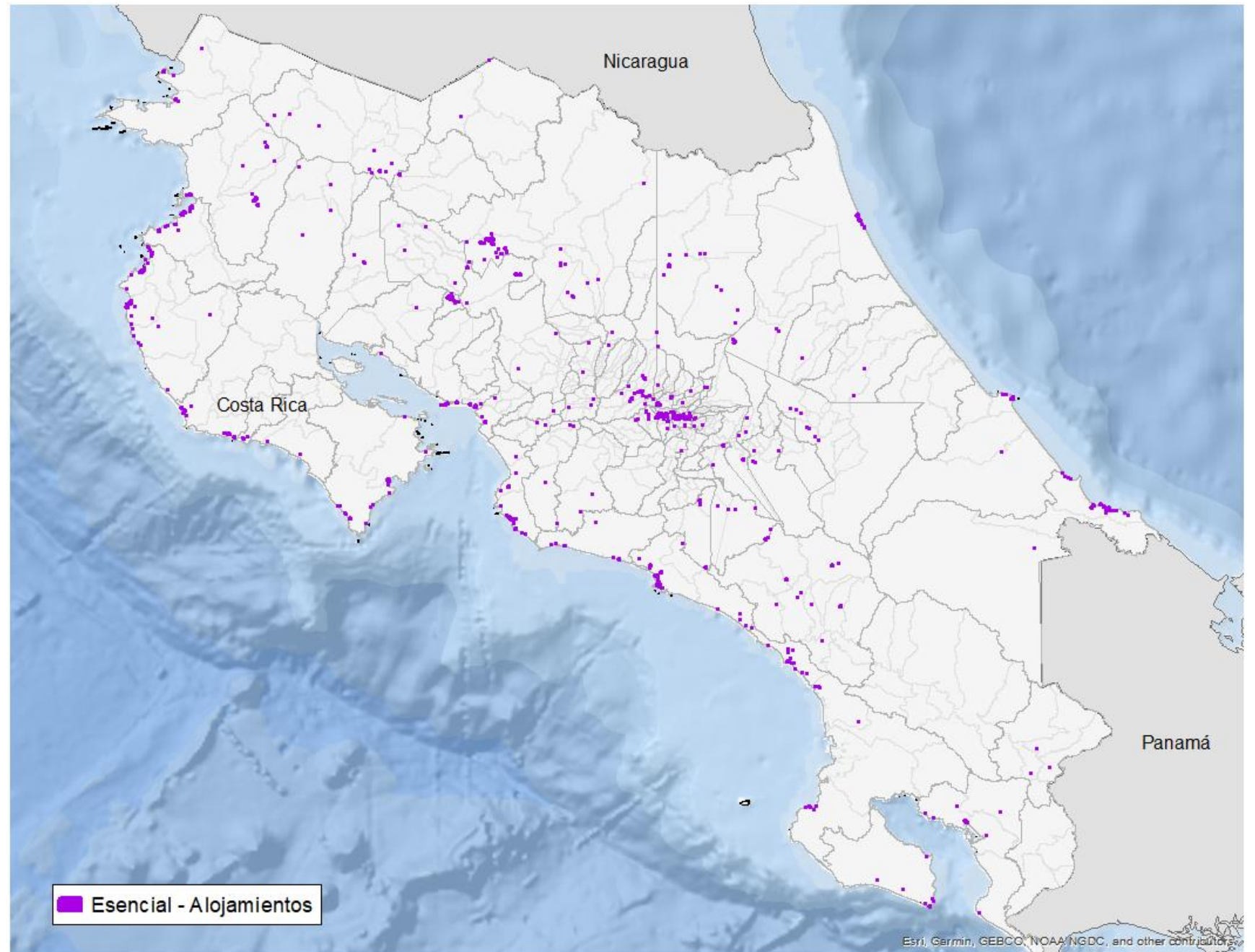
Ubicaciones

SNIT

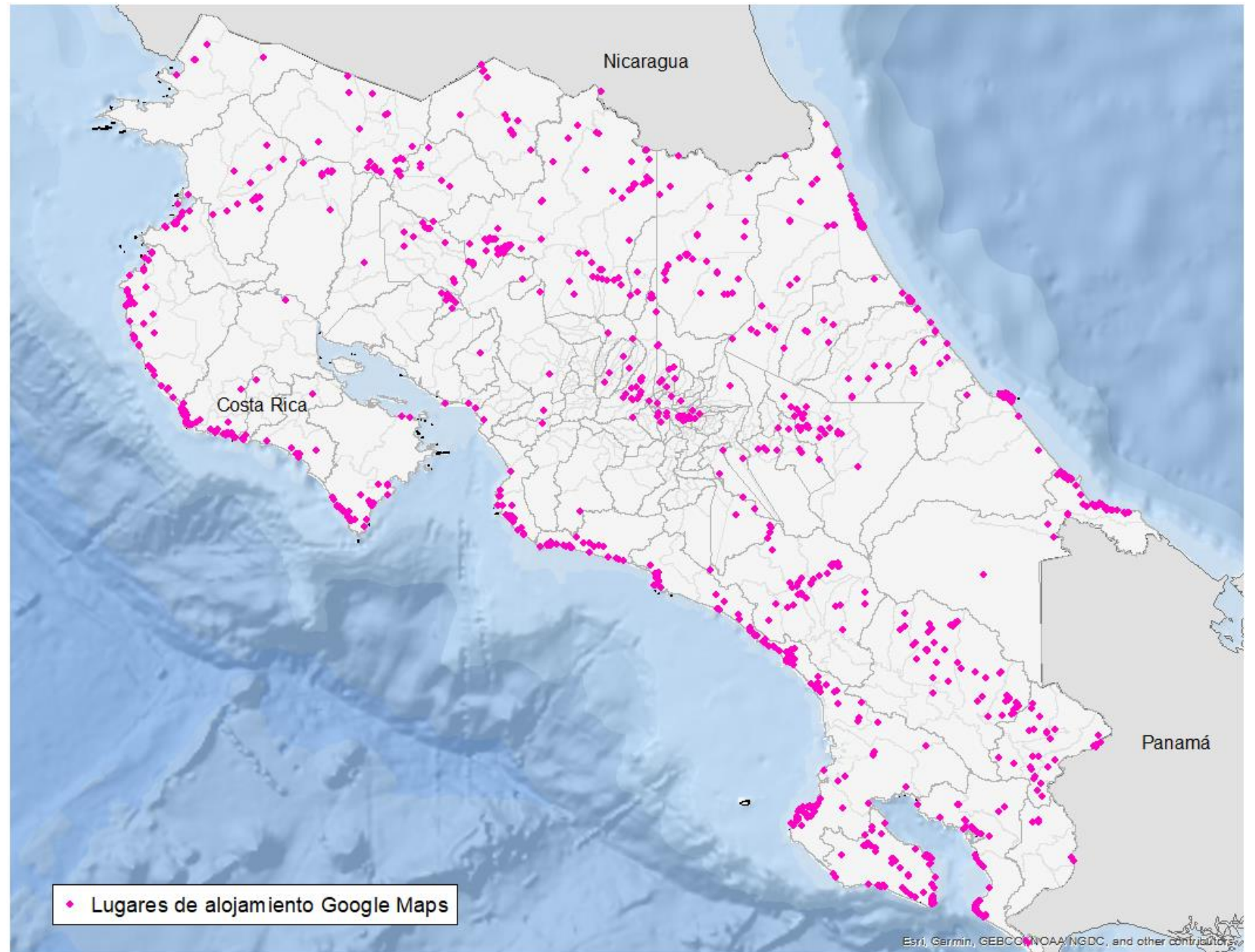


Ubicaciones

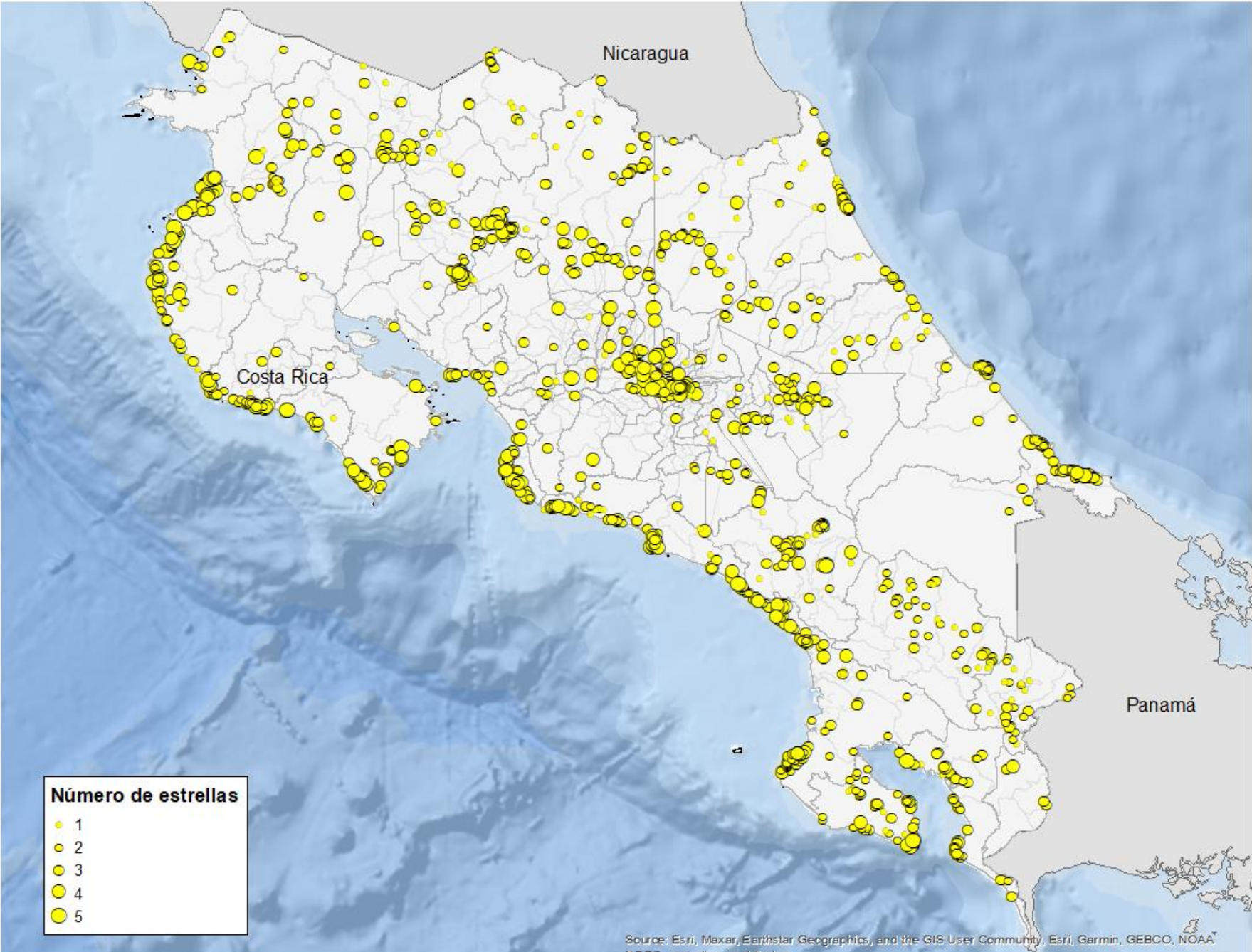
Esencial Costa Rica



Ubicaciones
Google Maps



Clasificación

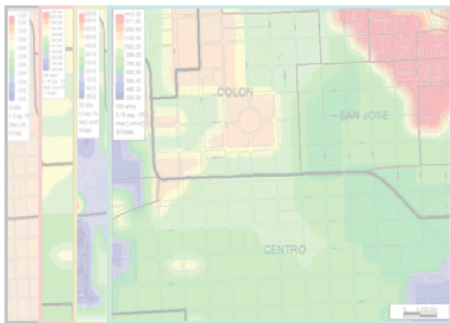


Modelos de vulnerabilidad

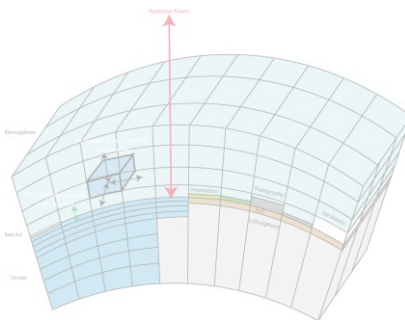
EXPOSICIÓN



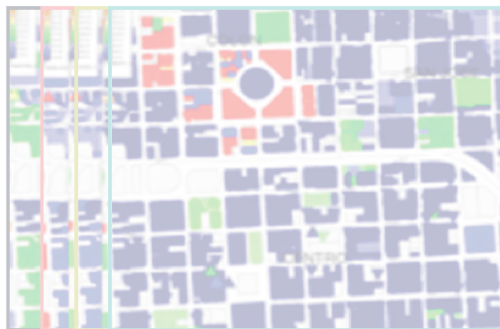
AMENAZA



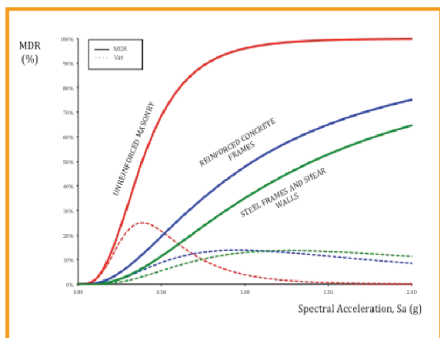
CAMBIO CLIMÁTICO



RIESGO

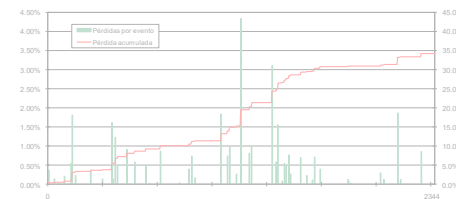


VULNERABILIDAD



MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada

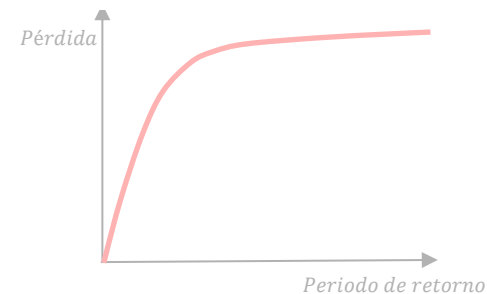


Curva de Excedencia de Pérdidas



Pérdida [unidades monetarias]

Curva de PML



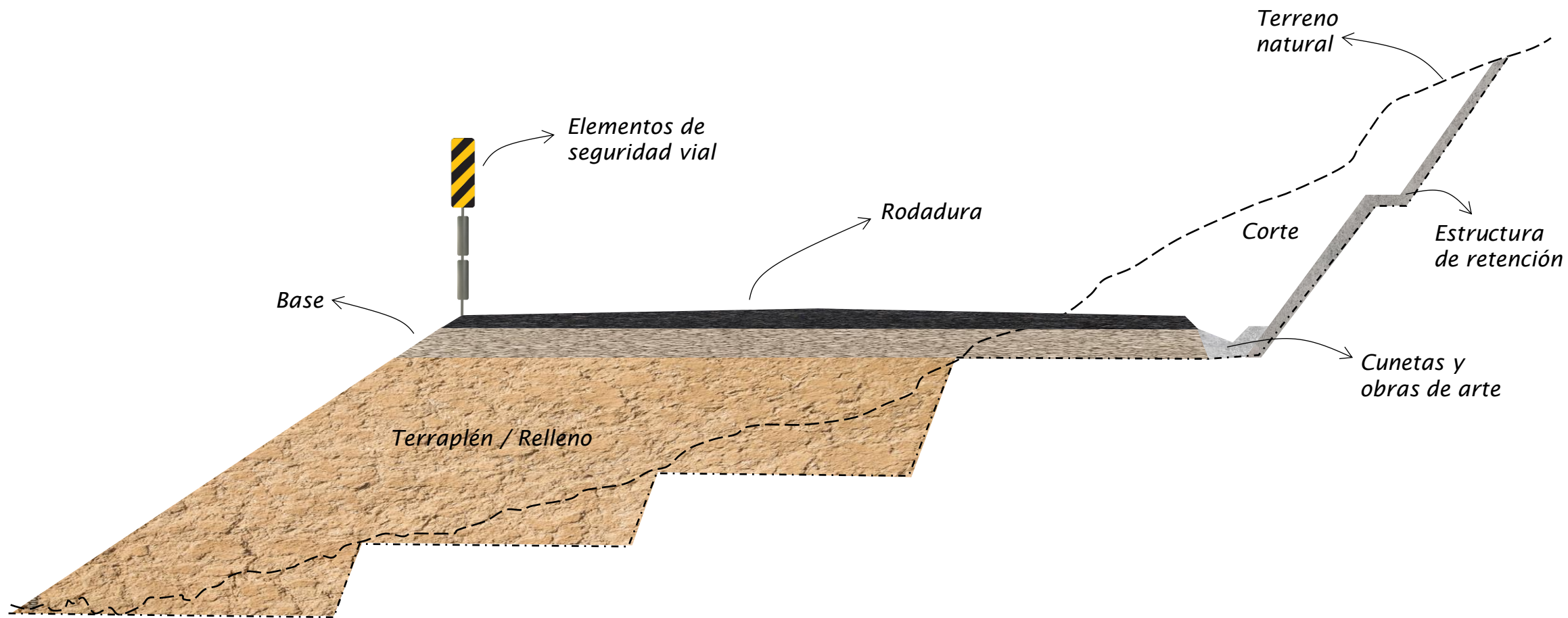
GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

Intervención física

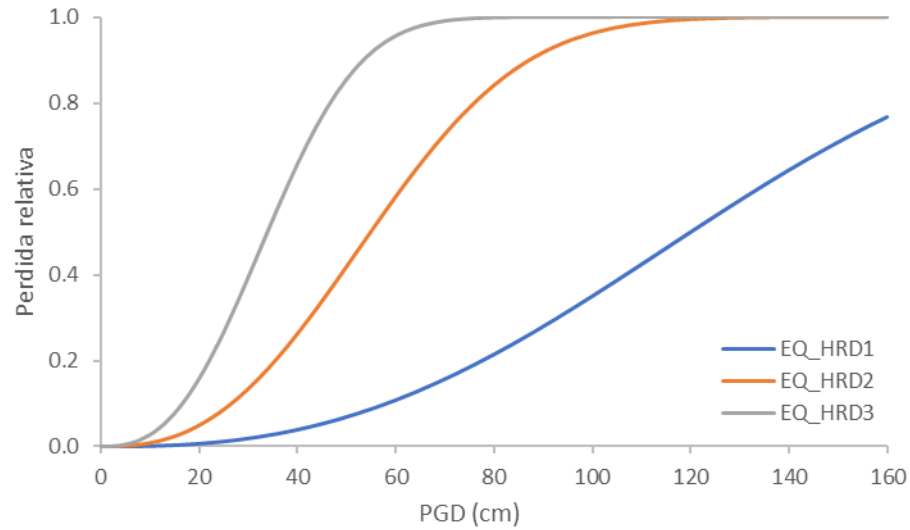
Protección financiera

Respuesta

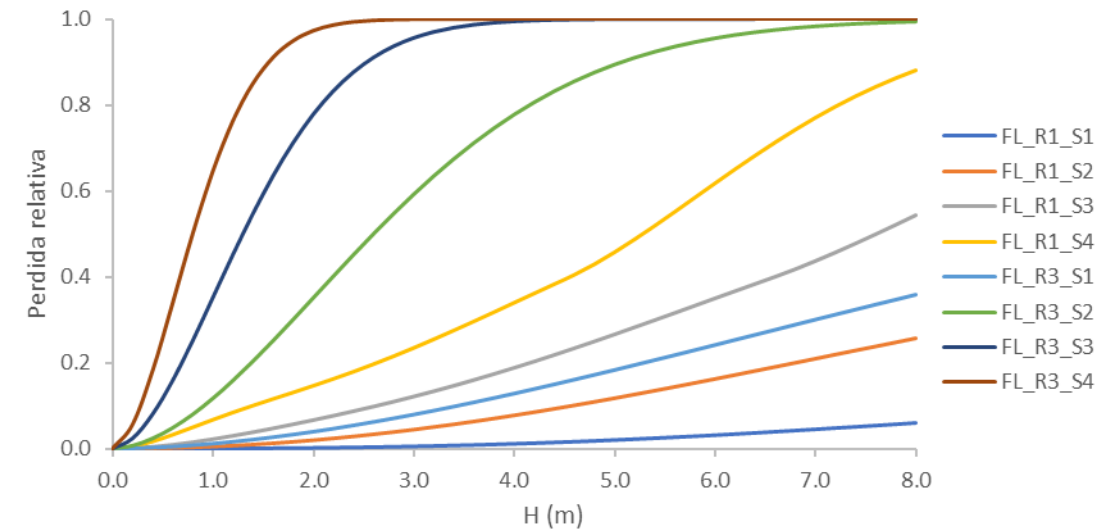
...



Vulnerabilidad de infraestructura – Tramos viales



Curva	Descripción	Fuente
EQ_HRD1	Vías nacionales (pavimentadas)	HAZUS EQ 6.1 -> HRD1
EQ_HRD2	Vías locales (pavimentadas)	HAZUS EQ 6.1 -> HRD2
EQ_HRD3	Vías rurales (sin pavimentar)	Derivada de HDR1 y HDR2



Curva	Descripción	Fuente
FL_R1_S1	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R1_S2	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R1_S3	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 20.0%	Analítica
FL_R1_S4	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 30.0%	Analítica
FL_R3_S1	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R3_S2	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R3_S3	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 20.0%	Analítica
FL_R3_S4	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 30.0%	Analítica

Vulnerabilidad de infraestructura – Puentes

C#_NC#_H#_ES##_MT#_AP# [Código clasificación INGENIAR]

Código	Clasificación por
C#	Longitud del puente
NC#	Numero de claros
H#	Altura libre
ES##	Superestructura (clasif. NBI)
MT##	Material de la superestructura
AP##	Tipos de apoyos

Ejemplo

C2_NC1_H1_ES4_MT2_AP0 [Código clasificación INGENIAR]

Puente de entre 15 m a 35 m de un claro, altura libre de menos de 3.0 m, tipología viga Te (NBI = 04) de concreto reforzado y tipo de apoyo desconocido (valor = 0)

Equivalencia NBI (a partir de material y superestructura) = 104 (Concreto, viga Te)

Código NBI	NBI
1	Concreto
2	Concreto continuo
3	Acero
4	Acero continuo
5	Concreto preesforzado
6	Concreto preesforzado continuo
7	Madera
8	Mampostería
9	Aluminio, hierro
0	Otros



Código NBI	Tipología	Elevación y sección típica	Puente en red nacional
01	Losa		
02	Viga múltiple		
03	Viga principal con vigas de piso (incluye cercha de paso medio)		
04	Viga Te O Doble Te		
05	Cajón Múltiple		



Tipología	Código equivalente NBI
Viga simple	Losa 101,301,501
	Viga tipo I 102,302,502
	Viga T 104,304,504
	Cajón 105, 106 ,305, 306, 505, 506,
	Troncos 702
Viga continua	Otros 902,802,122,322,522
	Losa 201,401,601
	Viga tipo I 202,402,602
	Viga T 204,404,604
	Cajón 205,206 ,405,406,605,606
Marco rígido	Troncos 702
	Otros 902,802,222,422,622
	Marco rígido 107,207,507,607
	Cercha paso inferior 310,410
	Cercha paso superior 309,409
Arco	Arco paso inferior 112,212,312,412
	Arco paso superior 111,211,311,411,511,611,811
	Colgantes 313,413
	Atirantados 314,414
	Cercha tipo Pony y Bailey 303
Otros	Todos las demás

Vulnerabilidad de infraestructura – Puentes

Table 7-1 Hazus Bridge Classification Scheme

Class	NBI Class	State	Year Built	# Spans	Length of Max. Span (meter)	Length less than 20 m	K ₃₀	I-shape	Design	Description
HWB1	All	Non-CA	<1990		> 150	N/A	EQ1	0	Conventional	Major Bridge – Length >150 m
HWB1	All	CA	<1975		> 150	N/A	EQ1	0	Conventional	Major Bridge – Length >150 m
HWB2	All	Non-CA	>=1990		> 150	N/A	EQ1	0	Seismic	Major Bridge – Length > 150 m
HWB2	All	CA	>=1975		> 150	N/A	EQ1	0	Seismic	Major Bridge – Length >150 m
HWB3	All	Non-CA	<1990	1		N/A	EQ1	1	Conventional	Single Span
HWB3	All	CA	<1975	1		N/A	EQ1	1	Conventional	Single Span
HWB4	All	Non-CA	>=1990	1		N/A	EQ1	1	Seismic	Single Span
HWB4	All	CA	>=1975	1		N/A	EQ1	1	Seismic	Single Span
HWB5	101-106	Non-CA	<1990			N/A	EQ1	0	Conventional	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB6	101-106	CA	<1975			N/A	EQ1	0	Conventional	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB7	101-106	Non-CA	>=1990			N/A	EQ1	0	Seismic	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB7	101-106	CA	>=1975			N/A	EQ1	0	Seismic	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB8	205-206	CA	<1975			N/A	EQ2	0	Conventional	Single Col., Box Girder – Continuous Concrete
HWB9	205-206	CA	>=1975			N/A	EQ3	0	Seismic	Single Col., Box Girder – Continuous Concrete

Class	Sa [1.0 sec in g's] for Damage Functions due to Ground Shaking			
	Slight	Moderate	Extensive	Complete
HWB1	0.40	0.50	0.70	0.90
HWB2	0.60	0.90	1.10	1.70
HWB3	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB4	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB5	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB6	0.30	0.50	0.60	0.90
HWB7	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB8	0.35	0.45	0.55	0.80
HWB9	0.60	0.90	1.30	1.60

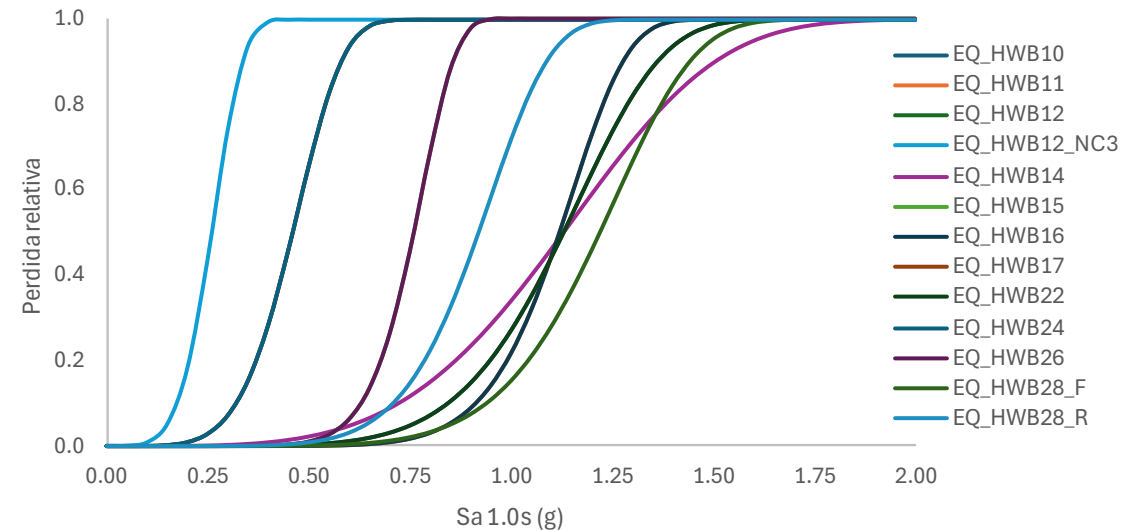
Ejemplo

C2_NC1_H1_ES4_MT2_AP0 [Código clasificación INGENIAR]

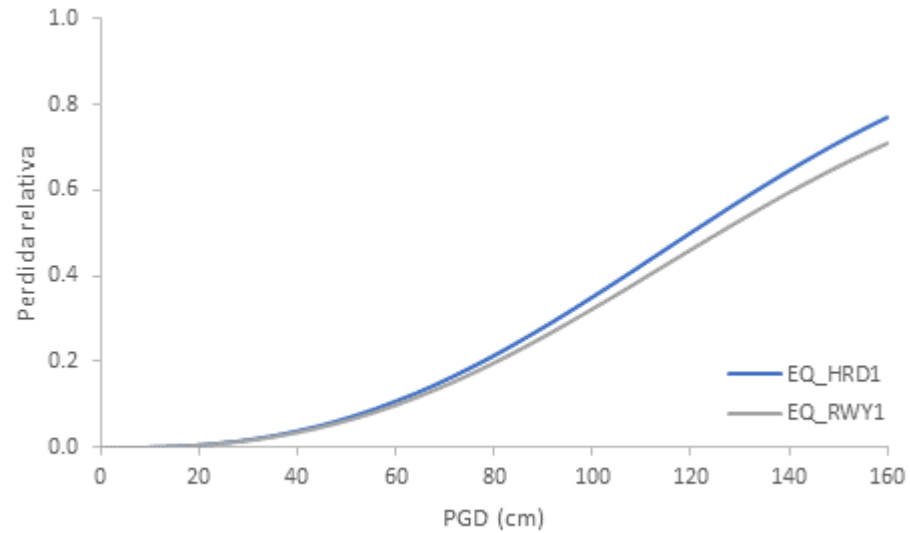
Puente de entre 15 m a 35 m, de un claro, altura libre de menos de 3.0 m, tipología viga Te (NBI = 04) de concreto reforzado y tipo de apoyo desconocido (valor = 0)

Equivalencia NBI (a partir de superestructura y material) = 104 (Concreto, viga Te)

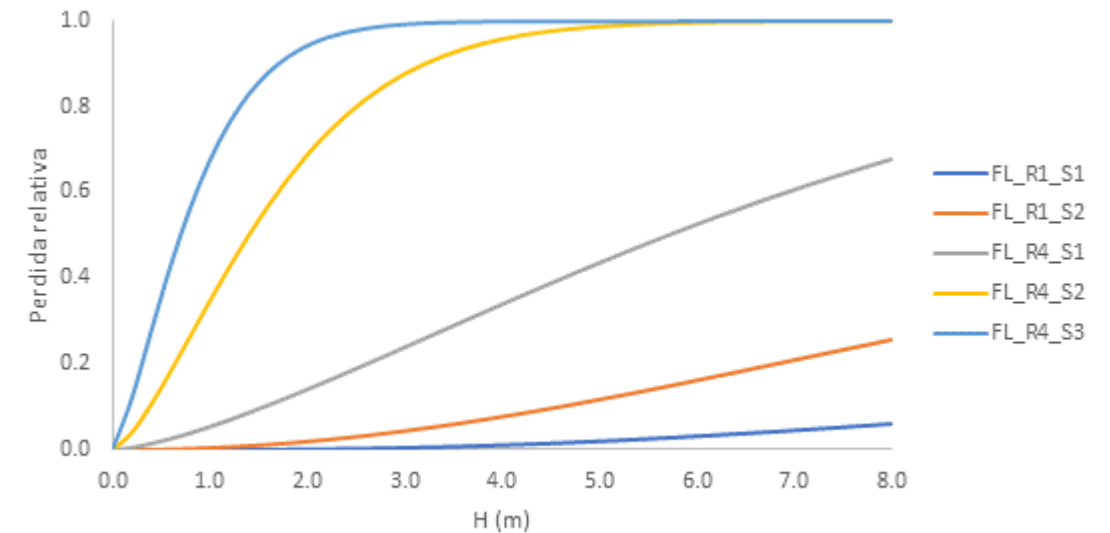
Utilizando la información brindada por el código, se revisa la clasificación de puentes de HAZUS EQ 6.1 y se obtienen los valores de las curvas de fragilidad



Vulnerabilidad de infraestructura – Vías férreas

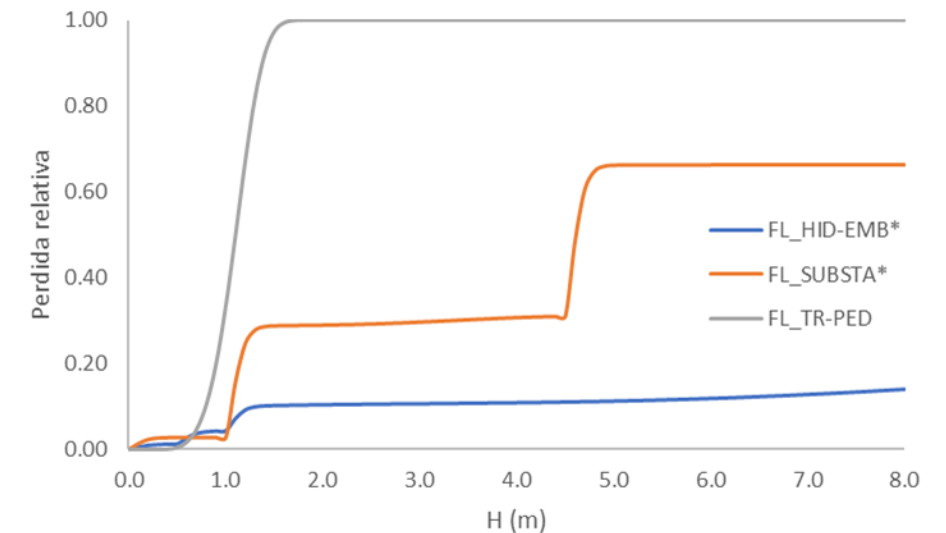
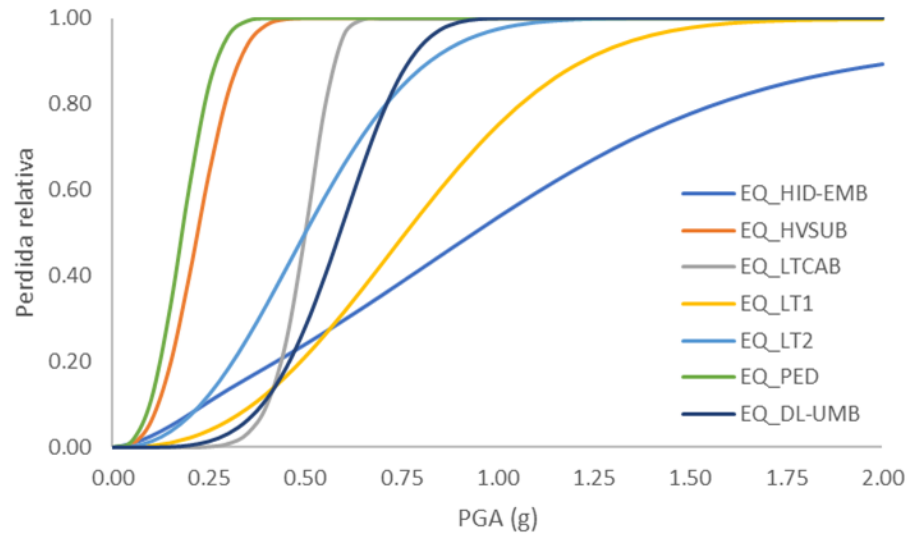


Curva	Descripción	Fuente
EQ_HRD1	Tramos de intersecciones viales (pavimentada)	HAZUS EQ 6.1 -> HRD1
EQ_RWY1	Tramos de balasto	Derivada de HDR1



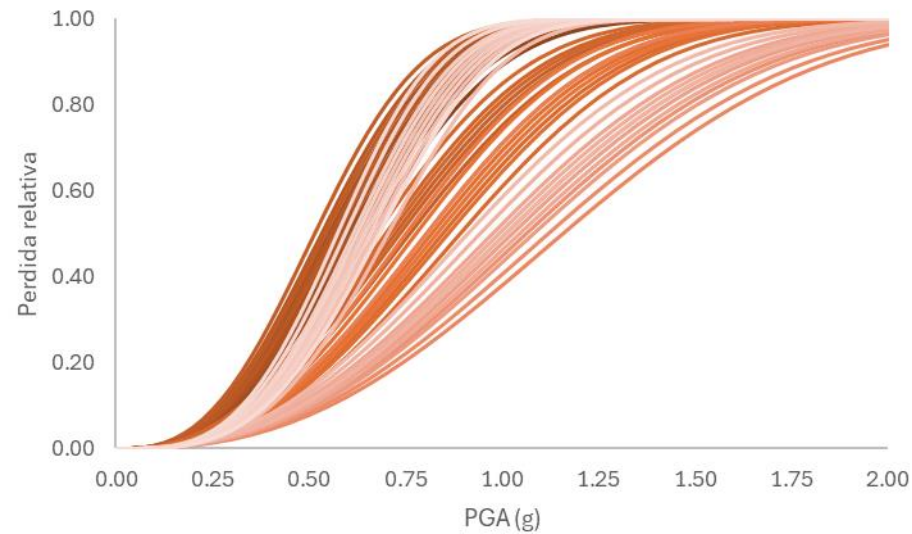
Curva	Descripción	Fuente
FL_R1_S1	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R1_S2	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R4_S1	Balasto - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R4_S2	Balasto - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R4_S3	Balasto - Pendiente prom. terreno de 20.0%	Analítica

Vulnerabilidad de infraestructura – Sector eléctrico



Subsector	Clasificación	Descripción	Curva EQ	Fuente	Curva FL	Fuente
Generación	HID-EMB	Central de generación eléctrica. Hidroeléctrica tipo embalse	EQ_HID-EMB*	Arquetipo INGENIAR	FL_HID-EMB*	Arquetipo INGENIAR
Transmisión	SUBSTAT	Subestaciones eléctricas de alta tensión	EQ_HV-SUB	HAZUS EQ 6.1 -> ESSH	FL_SUBSTA*	Arquetipo INGENIAR
	TL_CABLE	Cables de alta tensión	EQ_LTCAB	Umbral de LT2 [1]	No daño	
	LT_1C	Torres de alta tensión - 1 circuito	EQ_LT1	HAZUS EQ 6.1 -> EDC	No daño	
	LT_2C	Torres de alta tensión - 2 circuito	EQ_LT2	Derivada de EDC [2]	No daño	
	LT_3C	Torres de alta tensión - 3 circuito	EQ_LT2	Derivada de EDC [2]	No daño	
	LT_4C	Torres de alta tensión - 4 circuito	EQ_LT2	Derivada de EDC [2]	No daño	
Distribución	TR_PED	Transformador de pedestal	EQ_TR-PED	HAZUS EQ 6.1 -> ESSL	FL_TR-PED	Binaria suavizada [4]
	TR_AER	Transformador aéreo	EQ_DL-UMB	Umbral de postes [3]	No daño	
	DL_MT_SUB	Línea de distribución - media tensión - subterránea	No daño		No daño	
	DL_MT_AER	Línea de distribución - media tensión - aérea	EQ_DL-UMB	Umbral de postes [3]	No daño	
	DL_BT_SUB	Línea de distribución - media tensión - subterránea	No daño		No daño	
	DL_BT_AER	Línea de distribución - media tensión - aérea	EQ_DL-UMB	Umbral de postes [3]	No daño	

Vulnerabilidad de infraestructura – Sector eléctrico



Curvas EQ – Postes
POSTE_X#_H#_STX

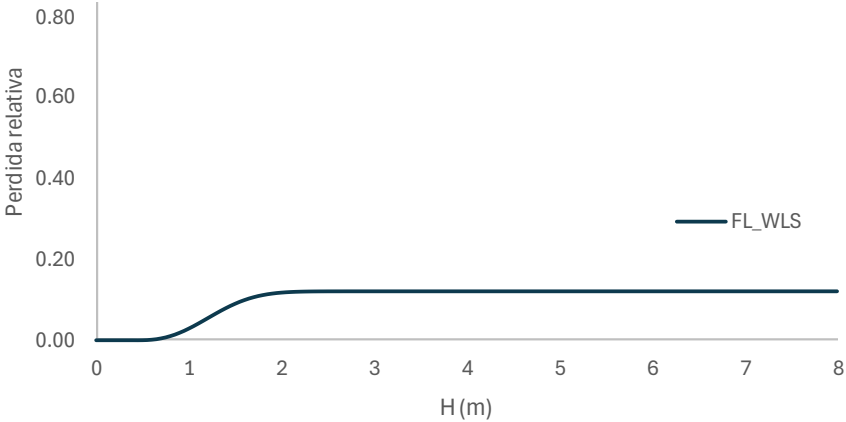
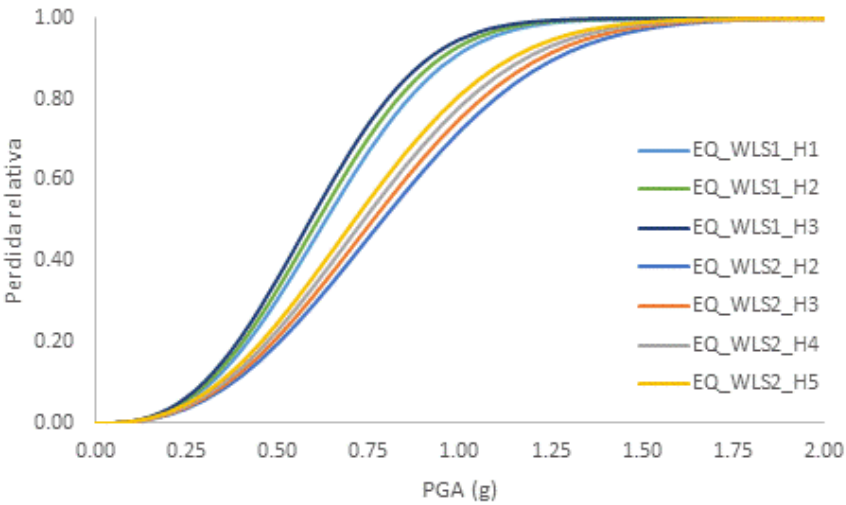
Ejemplo: POSTE_C2_H4_STB

Poste de concreto
autosoportado, entre 12.0 m a
15.0 m de altura, con una vida
útil entre el 50% a 100%

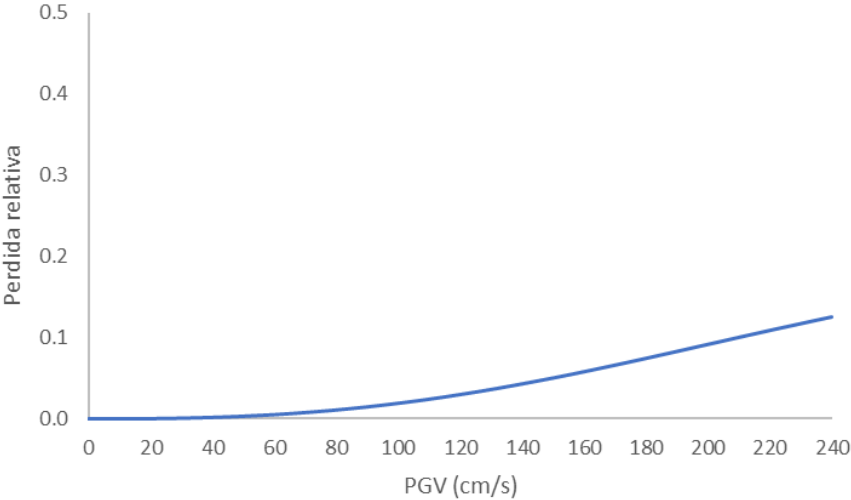
52 combinaciones de postes
en el cantón de Heredia

Clasificación	Clasificación	Descripción
Material soporte	C1	Concreto
	C2	Concreto autosoportado (empotrado)
	M1	Metal tipo torre o riel
	M2	Metal (común: acero) tubular (empotrado)
	W1	Madera
	W2	Madera autosoportada (empotrado)
Altura (H#)	1	3.0 a 6.0 m de altura
	2	6.0 a 9.0 m de altura
	3	9.0 a 12.0 m de altura
	4	12.0 a 15.0 m de altura
	5	15.0 a 18.0 m de altura
Vida útil (STX)	A	<50% de vida útil
	B	50% a 100% de vida útil
	C	>100% vida útil

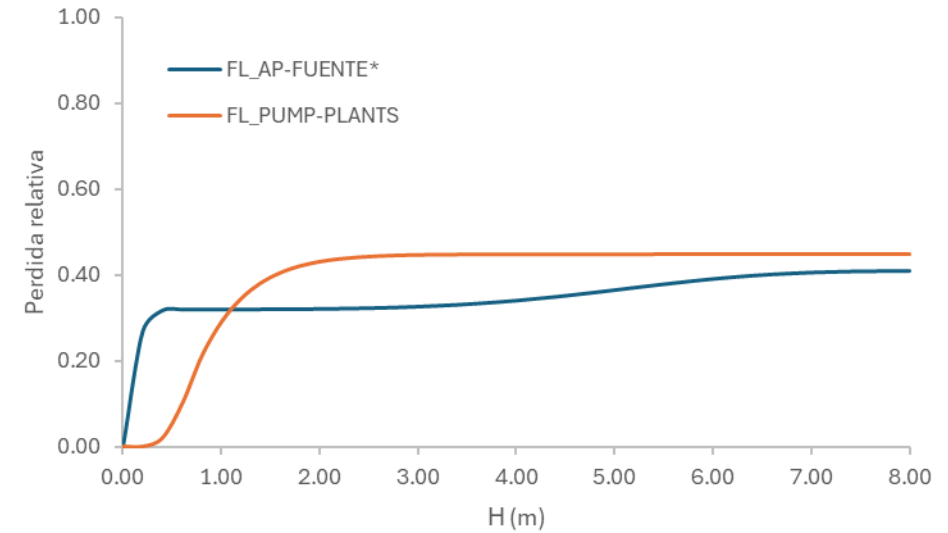
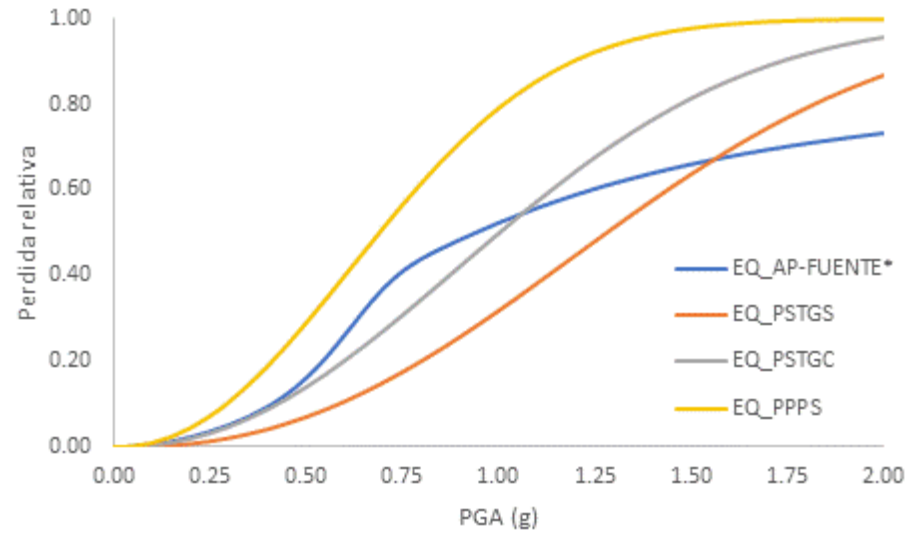
Vulnerabilidad de infraestructura – Telecomunicaciones e Hidrocarburos



Clasificación	Clasificación	Descripción
Torre	WLS1	Torres monopolo o torres ventadas
	WLS2	Torres autosoportadas
Altura (H#)	1	<15 m de altura
	2	15.0 a 30.0 m de altura
	3	30.0 a 45.0 m de altura
	4	45.0 a 60.0 m de altura
	5	60.0 a 75.0 m de altura



Vulnerabilidad de infraestructura – Acueducto



Clasificación	Descripción	Curva EQ	Fuente	Curva FL	Fuente
AP_FUENTE	Estructuras encargadas de la captación y potabilización del recurso hídrico [1]	EQ_AP-FUENTE*	Arquetipo INGENIAR	FL_AP-FUENTE*	Arquetipo INGENIAR
AP_TANQ_MC	Tanque de concreto	EQ_PSTGC	HAZUS EQ 6.1 -> PSTGC	No daño	
AP_TANQ_MH	Tanque de hierro o acero	EQ_PSTGS	HAZUS EQ 6.1 -> PSTGS	No daño	
AP_TANQ_MO	Tanque de otro material (ej. Mampostería)	EQ_PSTGC	HAZUS EQ 6.1 -> PSTGC	No daño	
AP_SIST-BOM	Sistemas de bombeo de la red	EQ_PPPS	HAZUS EQ 6.1 -> PPPS	FL_PPPS	Arquetipo INGENIAR [3]
TUB_AP	Tubería de agua potable	EQ_PIPE [2]	HAZUS EQ 6.1 -> Pipes buried	No daño	

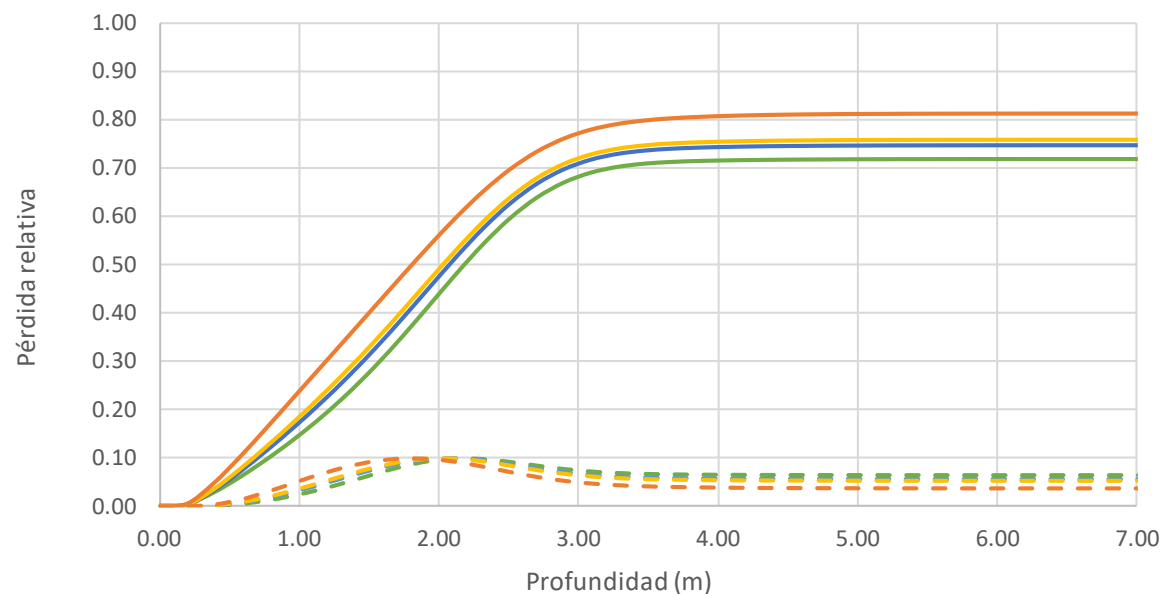
Tipo	Vida Útil	Estructura	Paredes	Cubierta	Cielos	Entrepisos	Pisos	Baños	Otros	Costo €/m²
HT01	90 años.	Mampostería integral, prefabricado o perfiles metálicos.	Bloques de concreto con repello quemado.	Cerchas de perfiles metálicos. Láminas onduladas de hierro galvanizado, con canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Láminas de cartón, madera laminada, madera aglomerada.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.	Mosaico, terrazo o similar.	Cuartos de baño tipo económico de uso común en cada planta.	Edificios de diseño sencillo, con una recepción y el resto en dormitorios. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. No posee jardines ni ascensor. Hoteles de una a tres plantas. Generalmente, la primera se destina a uso comercial.	690,000
HT02	105 años.	Columnas y vigas de concreto armado, prefabricado y/o perfiles metálicos.	Bloques de concreto con repello fino. Alturas de la primera planta de 3,00 m y las superiores de 2,80 m.	Cerchas de perfiles metálicos, láminas onduladas de hierro galvanizado. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Tablilla PVC, o láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.	Cerámica económica o similar.	Un cuarto de baño tipo normal en cada habitación y dos, tipo económico en el área de restaurante.	Edificios con diseños sencillos. Cuenta con recepción, vestíbulo y un restaurante sencillo. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines sencillos. No posee ascensor. Hoteles de una a tres plantas. con diseños sencillos. Cuenta con recepción, vestíbulo y un restaurante	745,000
HT03	115 años.	Columnas y vigas de concreto armado, prefabricado y/o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, ladrillo, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar, repello fino, aluminio compuesto. Alturas de la primera planta de 3,00 m a 3,50 m y las superiores de 2,80 m a 3,00 m.	Cerchas de perfiles metálicos. Láminas de hierro galvanizado tipo canaleta estructural, losa de concreto impermeabilizada con asfalto o similar. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Tablilla PVC, o láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.	Porcelanato, cerámica, alfombras de mediana calidad o similar.	Un baño tipo normal en cada habitación, servicios sanitarios tipo bueno en áreas de restaurante, salas de conferencias u otros.	Presentan vestíbulo, recepción, restaurante y salas de conferencia, acabados con puertas de buena calidad, enchapes en baños hasta 1,50 m en porcelanato y puertas de madera. Red de agua fría y caliente con bomba eléctrica. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines cuidados, señalamiento y focos en buen estado y localizados en zonas agradables de la ciudad y sin peligro. Ascensor. Hoteles de una a tres plantas.	820,000
HT04	120 años.	Columnas y vigas de concreto armado o prefabricado y/o perfiles metálicos.	Muros de concreto armado, bloques de concreto o prefabricado. Paredes internas de bloques de concreto, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar aluminio compuesto, azulejos, mármol, piedra, espejos y otros. Alturas de la primera planta de 3,00 m a 3,50 m, y las superiores de 2,80 m a 3,50 m.	Cerchas de perfiles metálicos. Teja de barro o similar. Canoas y bajantes de hierro galvanizado, tipo pecho paloma u ocultos por precintas.	Tablilla PVC, o madera de buena calidad, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar. Artesonados, losa de concreto.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.armado.	Cerámica importada de buena calidad. Alfombra de buena calidad en pasillos y habitaciones.	Un cuarto de baño tipo muy bueno en cada habitación y baterías de baño tipo muy buena en áreas de uso común.	Presentan vestíbulo y recepción, salas de conferencias, bar, uno o dos restaurantes con acabados de buena calidad. Tiendas de artesanías y regalos; puede también ofrecer salón de belleza y barbería. Aislante de ruidos. Buenas vistas desde habitaciones y áreas públicas. Red de agua fría y caliente con bomba eléctrica, para una adecuada distribución de aguas, sistema contra incendio, sistema de aire acondicionado, planta eléctrica de emergencia. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines cuidados meticulosamente, señalamiento claro y completo, focos en buen estado, localizados en zonas agradables de la ciudad, sin peligro ni ruido. Ascensores. Hoteles de varias plantas.	865,000
HT05	120 años.	Columnas y vigas de concreto armado coladas en sitio o prefabricadas y/o perfiles metálicos.	Muros de concreto coladas con aluminio compuesto. Paredes internas de bloques de concreto, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar, en vestíbulos y pasillos enchapes de mármol, piedra, azulejos, espejos y otros, papel tapiz de excelente calidad en pasillos y dormitorios. Alturas de más de 3,50 m en el área de recepción y las plantas superiores de 2,80 m a 3,50 m.	Cerchas de perfiles metálicos. Losa de concreto, teja de barro o similar. Domos y láminas de policarbonato. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Tablilla PVC, o madera de buena calidad, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar, materiales acústicos, artesonados con maderas finas, losas de concreto.	Viguetas prefabricadas doble T o similar o coladas, con losa de concreto.	Mármol y/o porcelanato de excelente calidad en áreas de uso común, alfombras de alto uso de excelente calidad en dormitorios, pasillos, salas de conferencias.	Un cuarto de baño tipo muy lujoso en cada habitación y baterías de baño tipo inteligente en áreas de uso común.	Diseños elegantes y lujosos. Amplias ventanas marcos de aluminio reflectivo y vidrio insulated, salas de estar, de conferencias, restaurantes, amplio vestíbulo, bares, gimnasios, renta de autos, tiendas de ropa, joyería, artesanía y regalos; puede también ofrecer salón de belleza y barbería, casino. Pasillos de acceso a los dormitorios amplios, alfombrados. Excelente ventilación e iluminación tanto artificial como natural, aislantes de ruidos. Buenas vistas desde habitaciones y áreas públicas. Red de agua fría y caliente con bomba eléctrica, aire acondicionado, sistema contra incendio, planta eléctrica de emergencia. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines cuidados meticulosamente, señalamiento claro y completo, focos en buen estado, localizados en zonas agradables, sin peligro ni ruido. Varios ascensores y ascensores de servicio. Hoteles de varias plantas.	1,080,000

Vulnerabilidad de Edificaciones - Hoteles

Tipo Estructura	Clasificación número de estrellas
A - Sistema de muros de mampostería o prefabricado	1
	2
	3
	4
	5
B - Columnas y vigas de concreto armado y/o perfiles metálicos	1
	2
	3
	4
	5

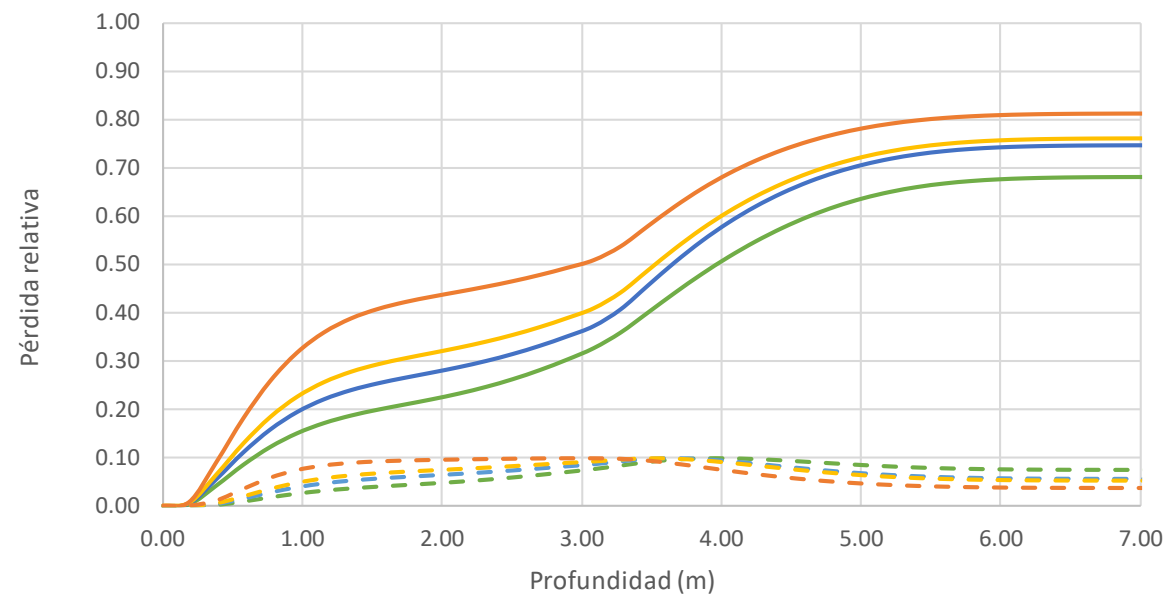
Vulnerabilidad de Edificaciones - Hoteles

Inundación Hoteles A 1 piso



Hoteles_A1_2 Hoteles_A3 Hoteles_A4 Hoteles_A5
Var Hoteles_A1_2 Var Hoteles_A3 Var Hoteles_A4 Var Hoteles_A5

Inundación Hoteles A 2 pisos (mampostería)

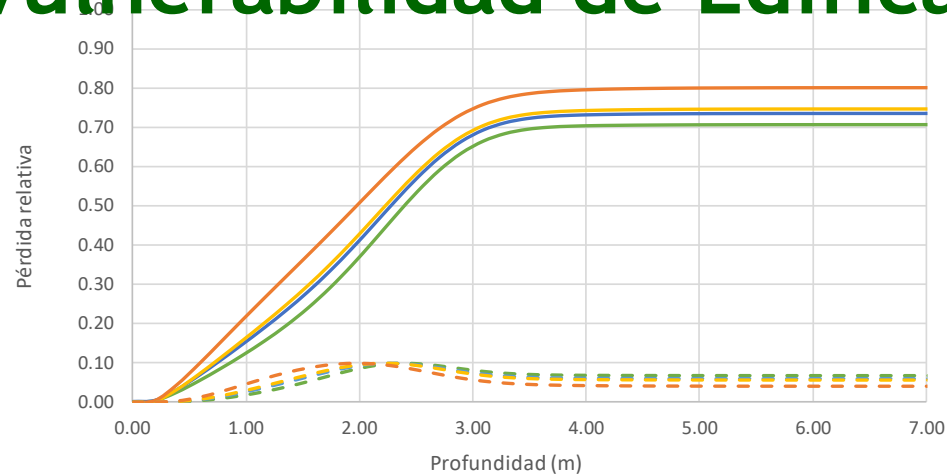


Hoteles_A1_2 Hoteles_A3 Hoteles_A4 Hoteles_A5
Var Hoteles_A1_2 Var Hoteles_A3 Var Hoteles_A4 Var Hoteles_A5

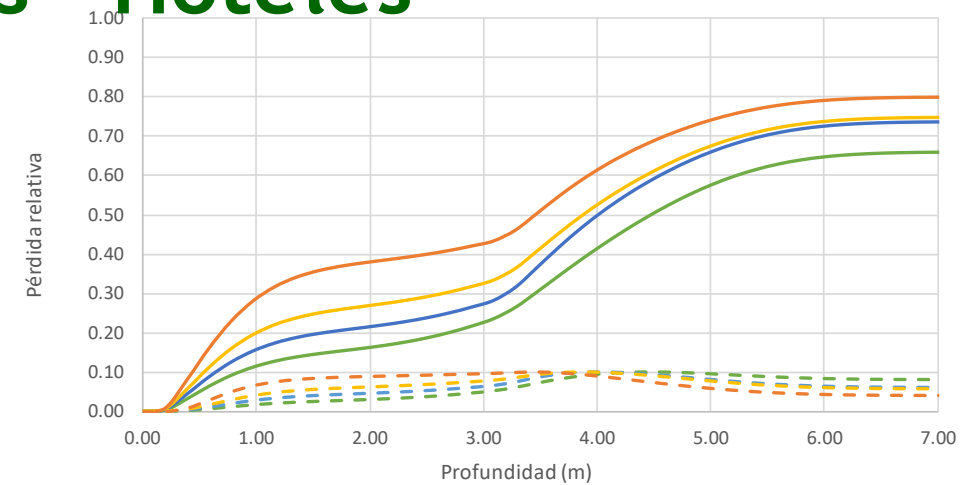
Inundación Hoteles B 1 piso (pórticos de concreto)

Vulnerabilidad de Edificaciones - Hoteles

Inundación Hoteles B 2 pisos (pórticos de concreto)

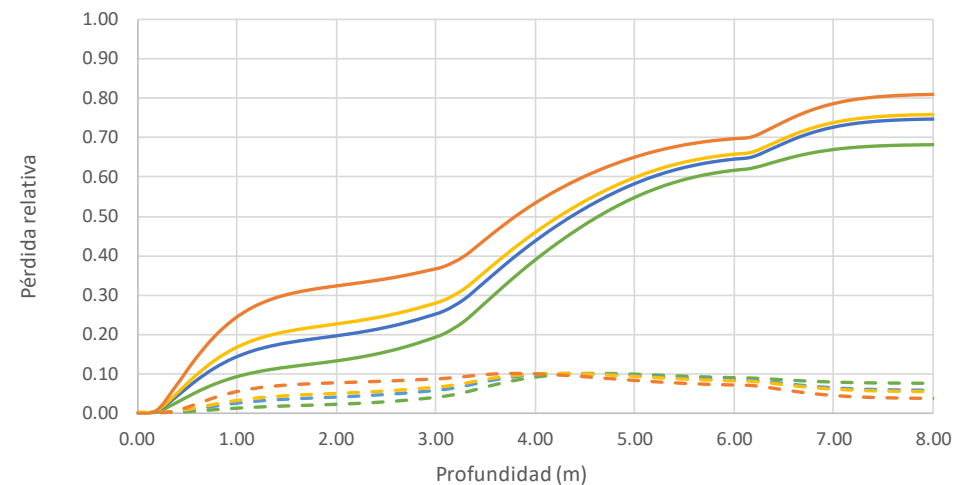


Hoteles_B1_2 Hoteles_B3 Hoteles_B4 Hoteles_B5
Var Hoteles_B1_2 Var Hoteles_B3 Var Hoteles_B4 Var Hoteles_B5

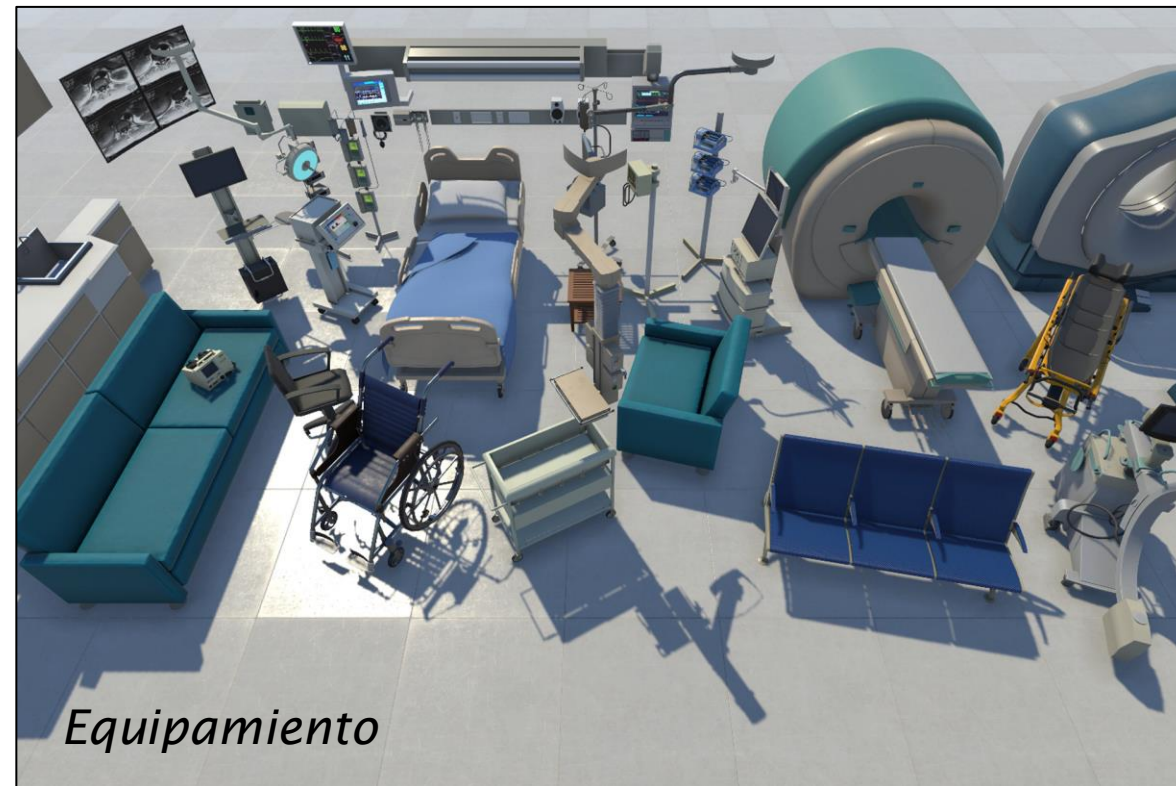


Hoteles_B1_2 Hoteles_B3 Hoteles_B4 Hoteles_B5
Var Hoteles_B1_2 Var Hoteles_B3 Var Hoteles_B4 Var Hoteles_B5

Inundación Hoteles B 3 pisos (pórticos de concreto)



Hoteles_B1_2 Hoteles_B3 Hoteles_B4 Hoteles_B5
Var Hoteles_B1_2 Var Hoteles_B3 Var Hoteles_B4 Var Hoteles_B5



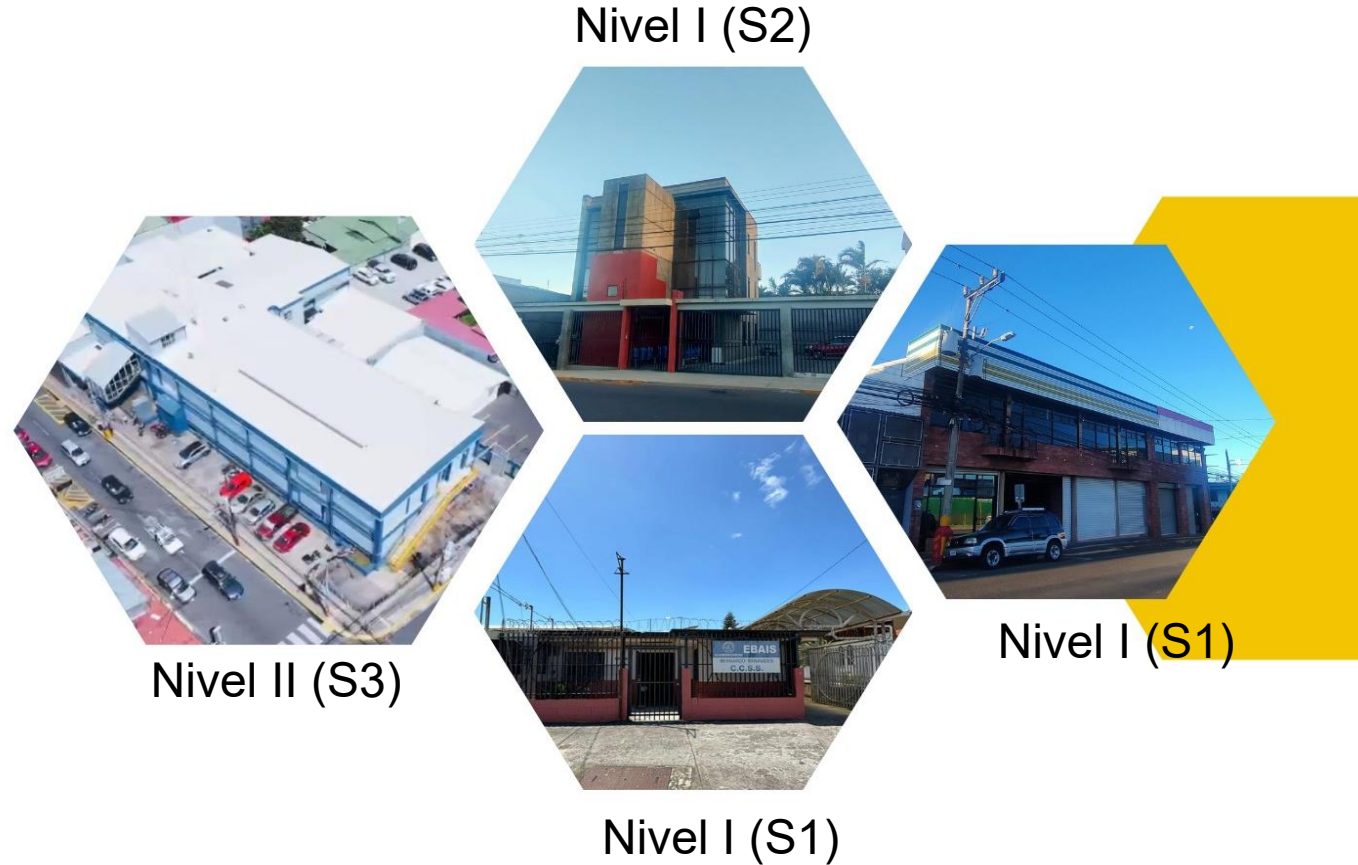
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Nivel de servicio	Área de salud	Establecimiento de salud	
Nivel I	Área de Salud Heredia <u>Cubujuquí</u> (ASHC)	Sede principal	
		Sede alterna	
		Sede estadio	
		EBAIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud)	Bernardo Benavides
			Bernardo Benavides – La Esperanza
	Área de Salud Heredia Virilla (ASHV)	Sede principal	
		EBAIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud)	<u>Guararí</u>
			La Milpa
			Los Lagos
			Lagunilla
			El Barreal
			La Aurora
	Clínicas de apoyo	<u>Cubujuquí</u>	
		<u>Guararí</u>	
		San Joaquín	
Nivel II	Hospitales regionales	Hospital San Vicente de Paul	

Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Nivel de servicio	Establecimiento de salud	Servicios prestados	Arquetipo
Nivel I	Sedes EBAIS Sedes alternas	Enfermería Laboratorio clínico Odontología Curaciones Puesto de vacunación Trabajo social, psicología, nutrición, medicina de familia	S1
	Sedes principales Clínicas	Farmacia Laboratorio clínico Departamento de vacunas Odontología Área de observación Servicios de trabajo social, psicología Electrocardiogramas Emergencias Dirección general	S2
Nivel II	Hospitales regionales	Salas de cirugía Laboratorios Laboratorios rayos X convencionales y especializados Salas de diagnóstico por imágenes Salas de partos Emergencias Consulta externa Farmacia Odontología Hospitalización Casa de máquinas	S3

Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud



Arquetipo	Porcentaje construcción	Porcentaje equipamiento
S1	74.0%	26.0%
S2	60.0%	40.0%
S3	57.4%	42.6%
S4	50.0%	50.0%
S5	40.0%	60.0%

Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud



Módulo A: Consulta Externa,

Módulo B: Urgencias

Módulo C: Rayos X y Laboratorio Clínico

Módulo D: Farmacia, Salas de Cirugía, Administración, Sala de Partos, Capilla,

Módulo E: Nutrición, Dirección General, Hospitalización,

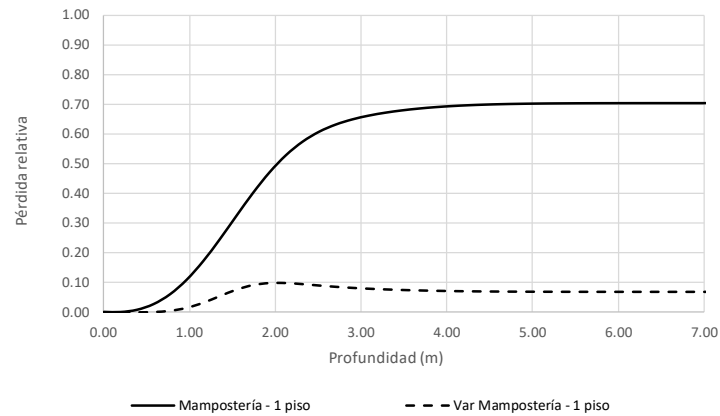
Módulo F: Proveeduría, Mantenimiento, Ropería y Casa de Máquinas.



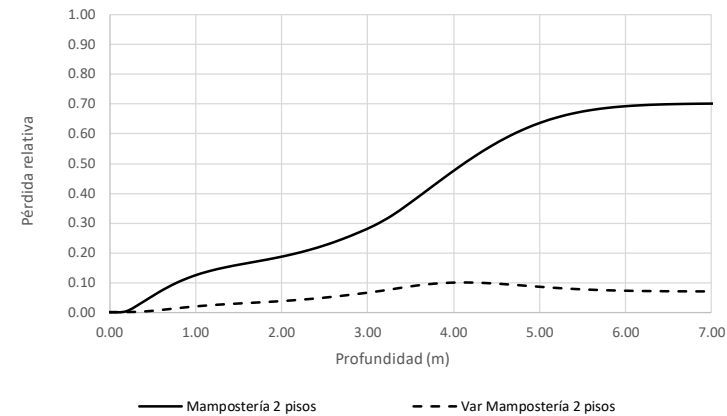
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S1 ante inundaciones

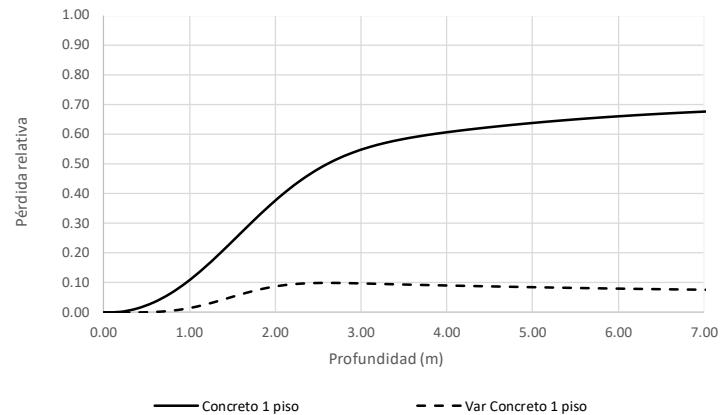
S1 – Mampostería 1 piso



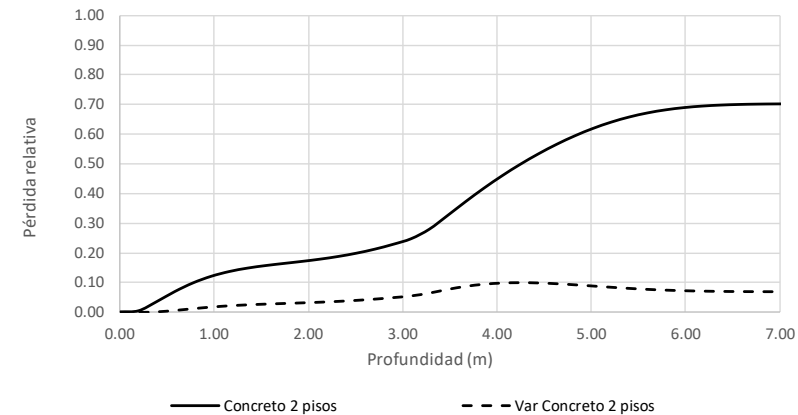
S1 – Mampostería 2 pisos



S1 – Concreto 1 piso



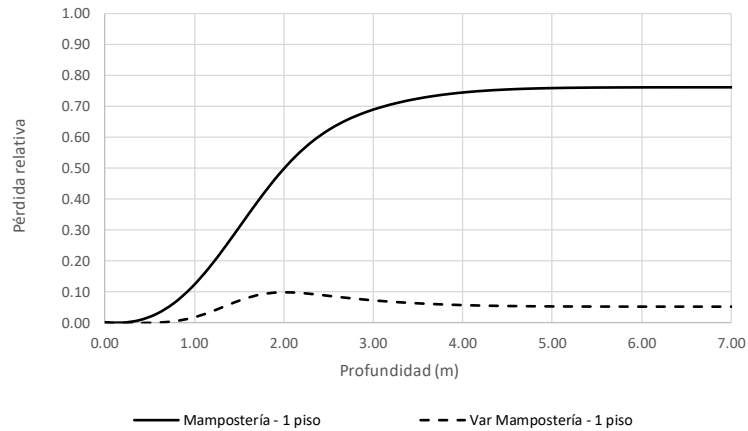
S1 – Concreto 2 pisos



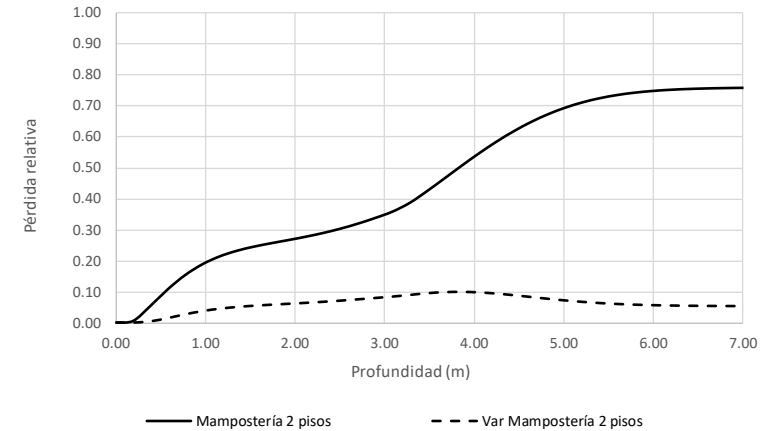
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S2 ante inundaciones

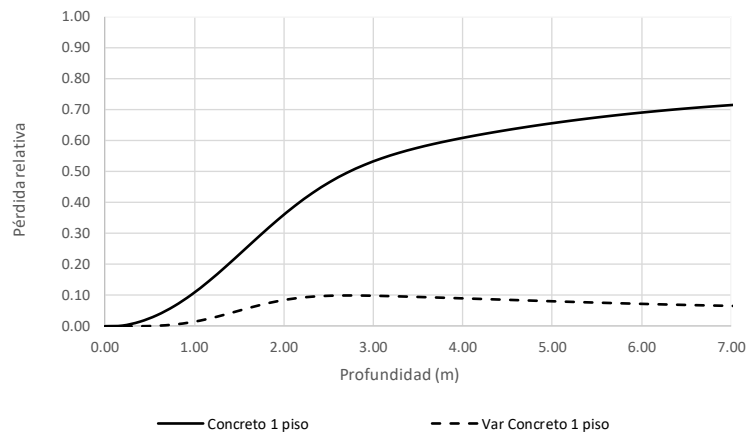
S2 – Mampostería 1 piso



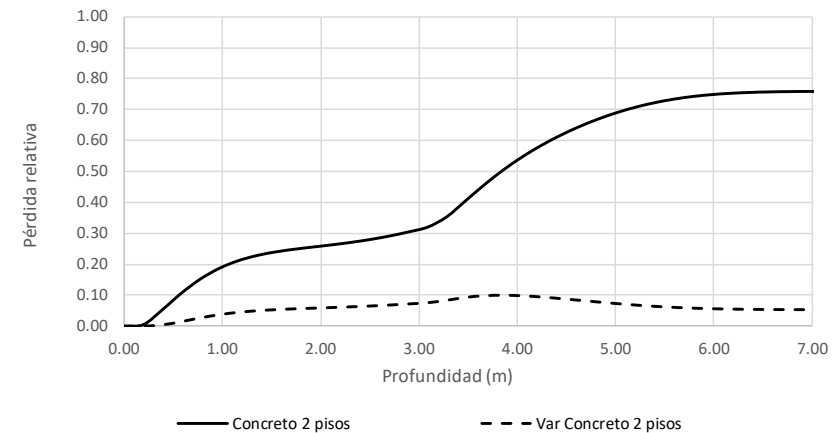
S2 – Mampostería 2 pisos



S2 – Concreto 1 piso



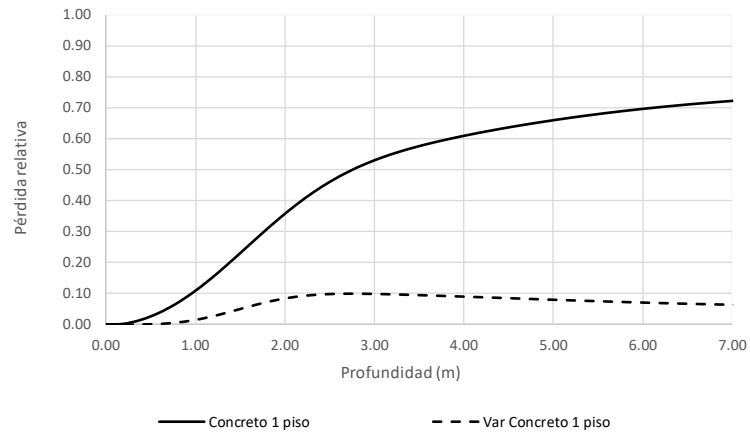
S2 – Concreto 2 pisos



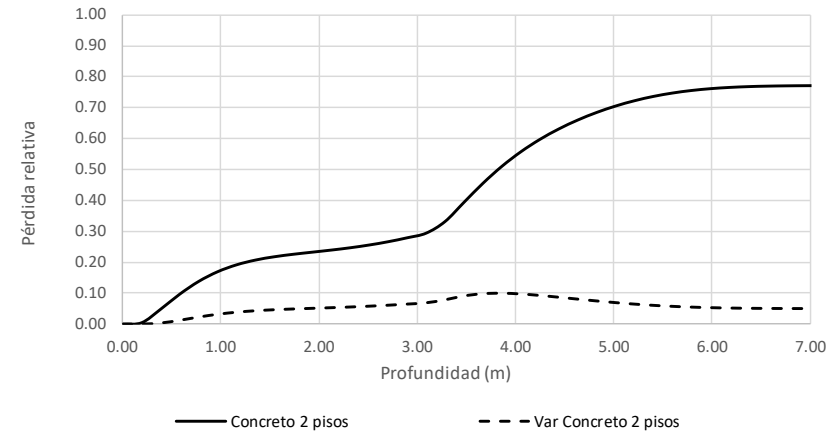
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S3 ante inundaciones

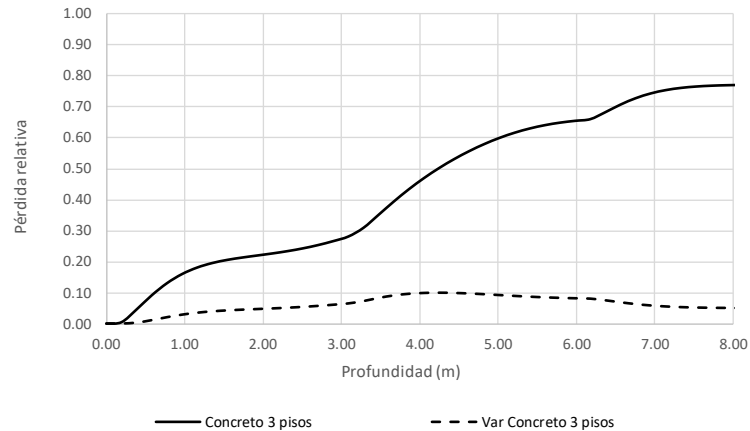
S3 – Concreto 1 piso



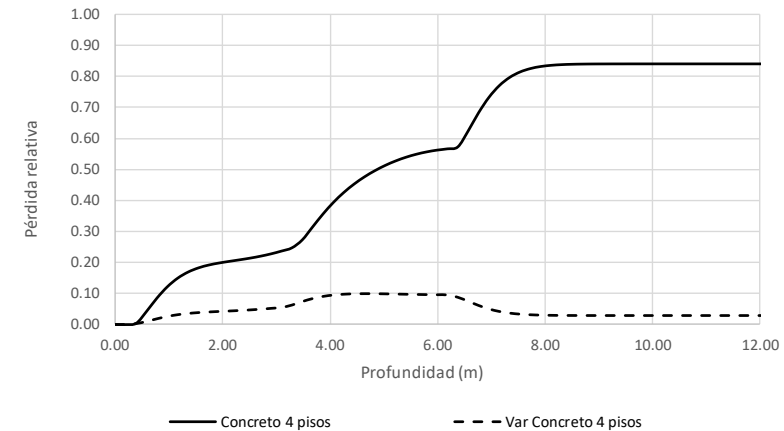
S3 – Concreto 2 pisos



S3 – Concreto 3 pisos



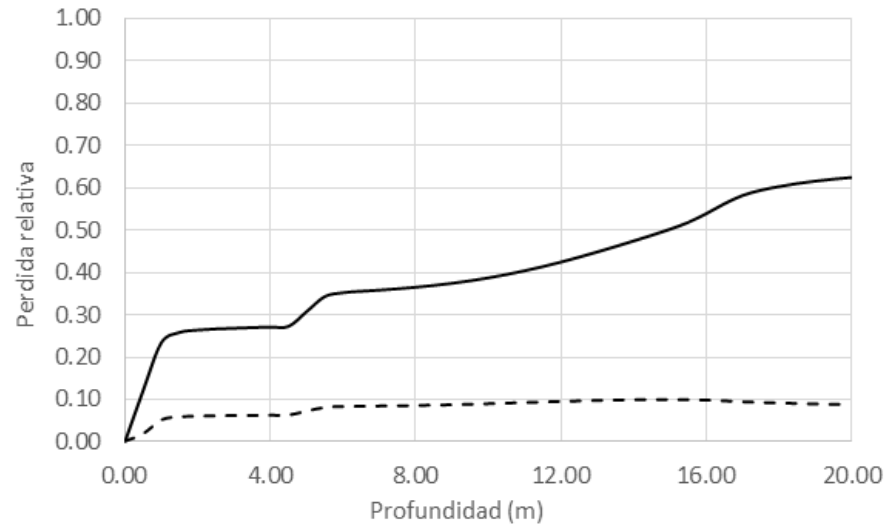
S3 – Concreto 4 pisos



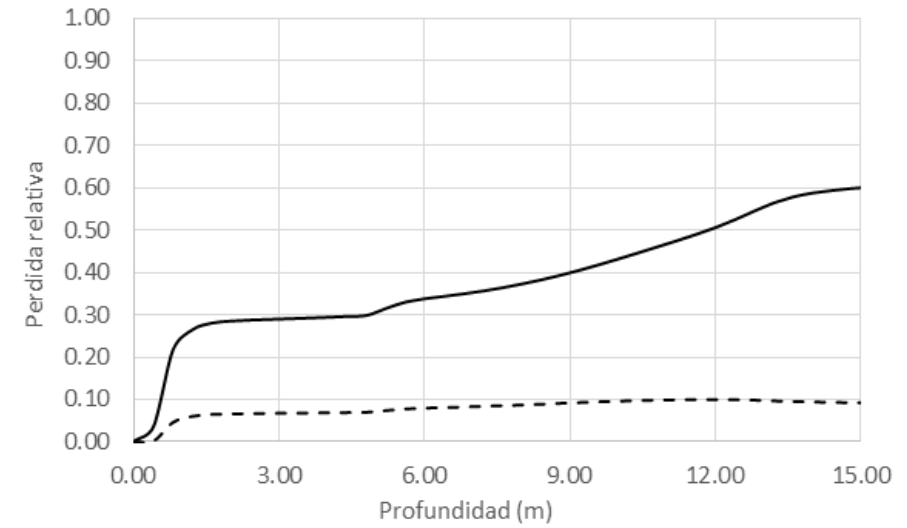
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S4 y S5 ante inundaciones

S4 – Concreto 5-6 pisos



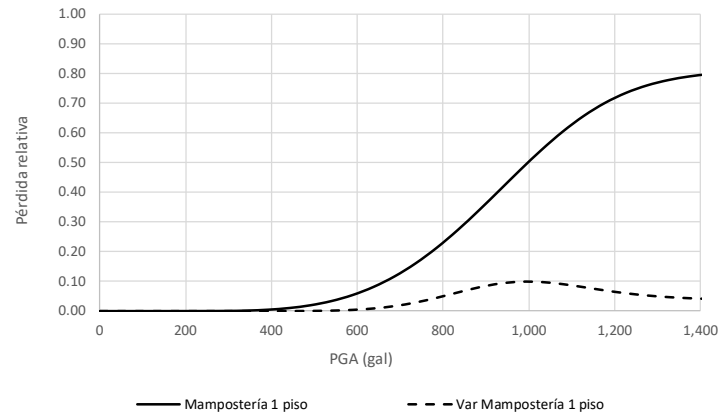
S5 – Concreto 5-6 pisos



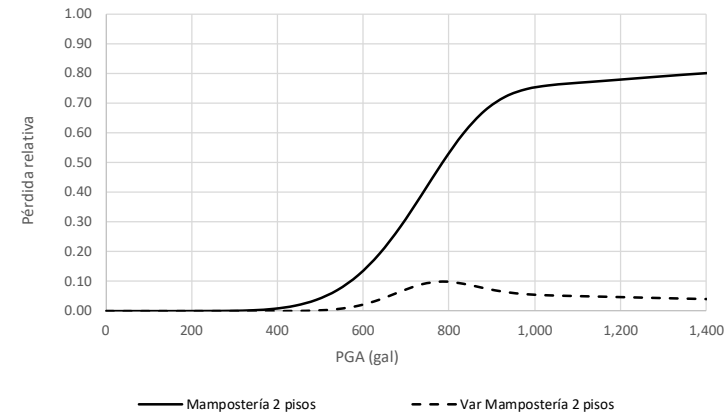
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S1 ante sismos

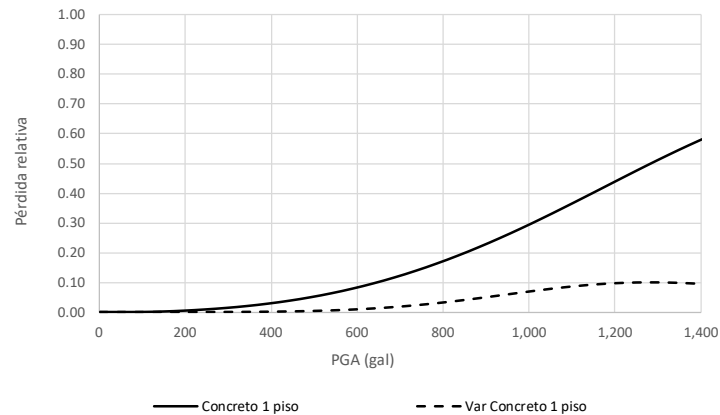
S1 – Mampostería 1 piso



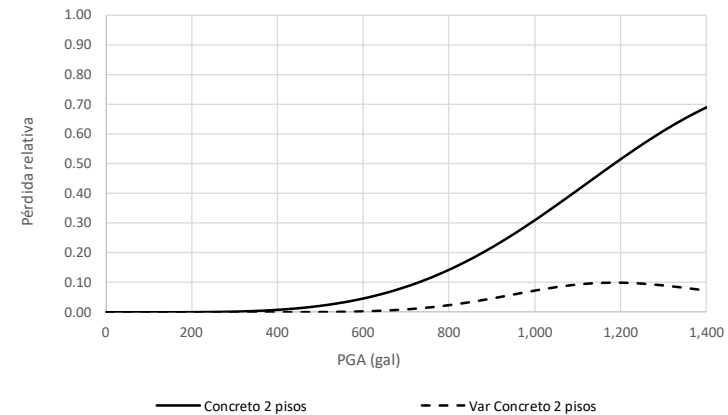
S1 – Mampostería 2 pisos



S1 – Concreto 1 piso



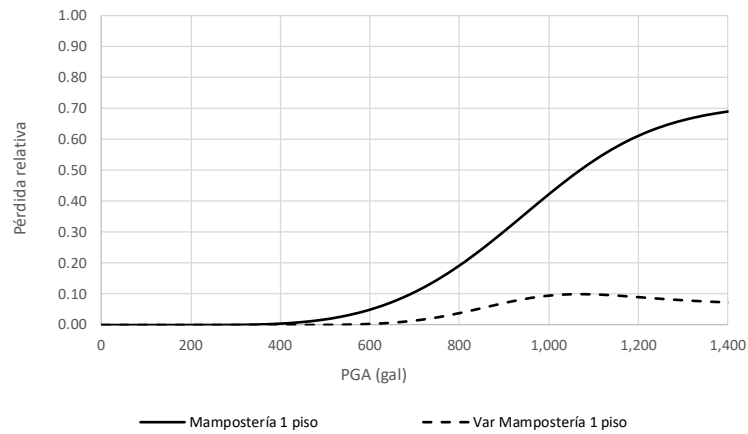
S1 – Concreto 2 pisos



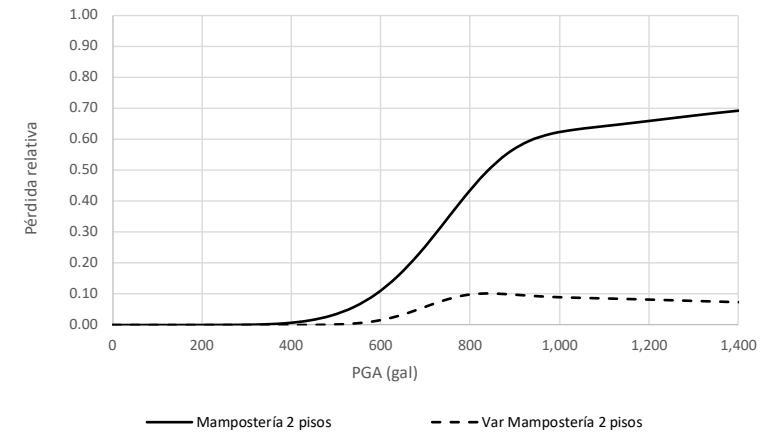
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S2 ante sismos

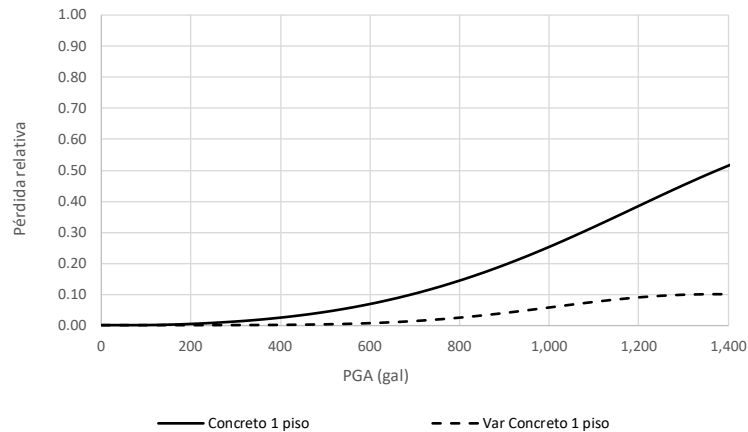
S2 – Mampostería 1 piso



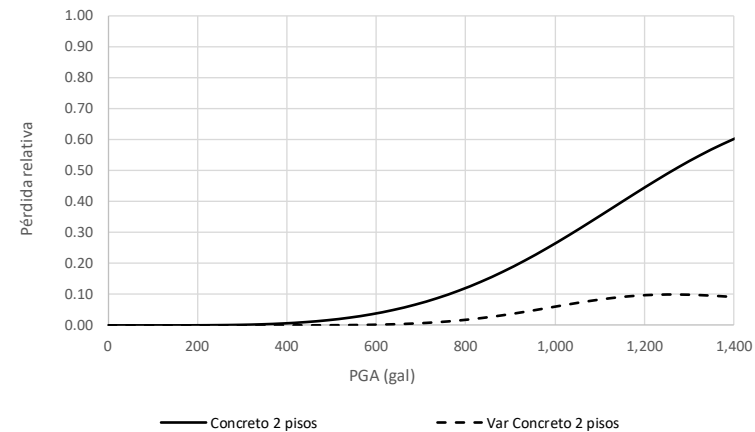
S2 – Mampostería 2 pisos



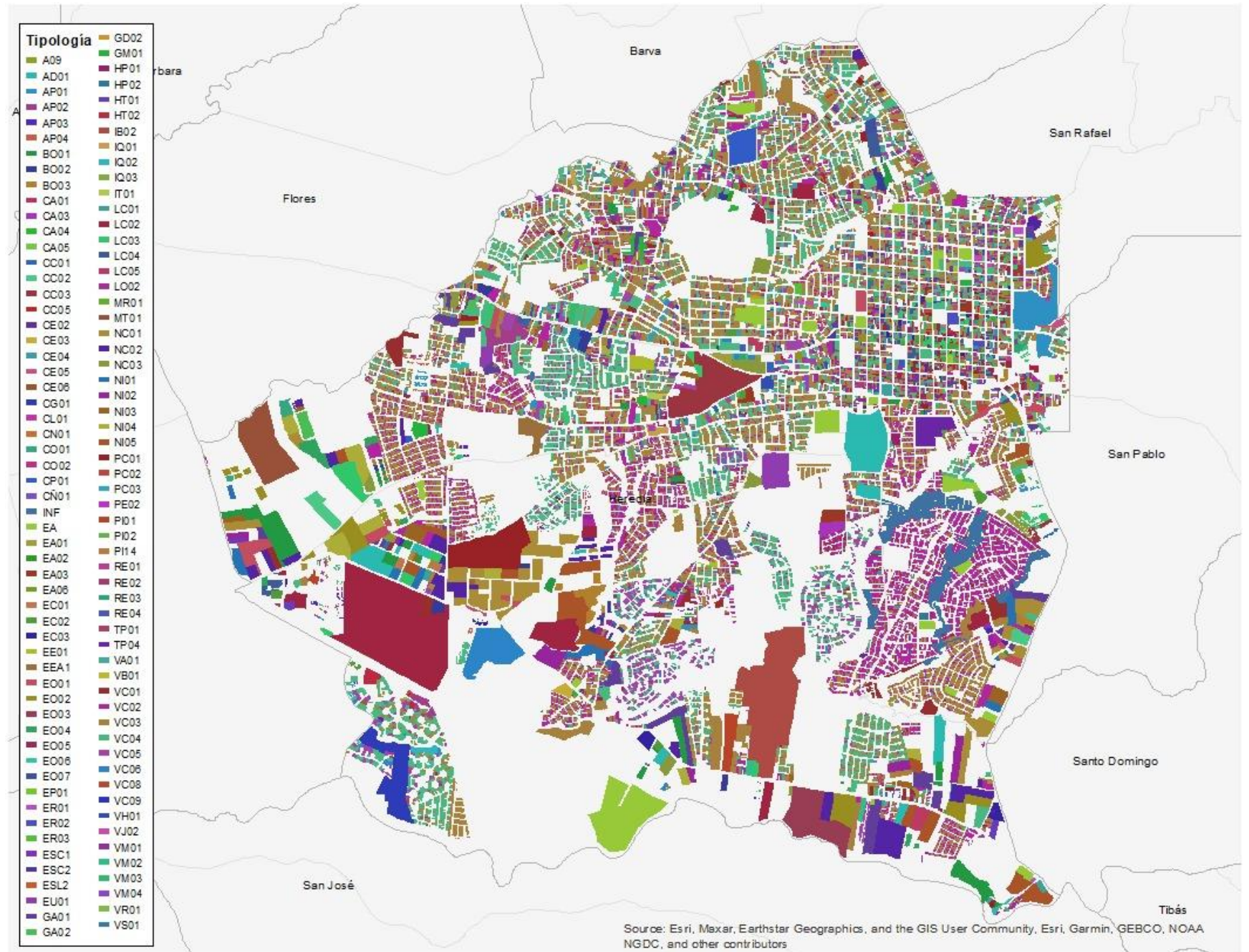
S2 – Concreto 1 piso



S2 – Concreto 2 pisos



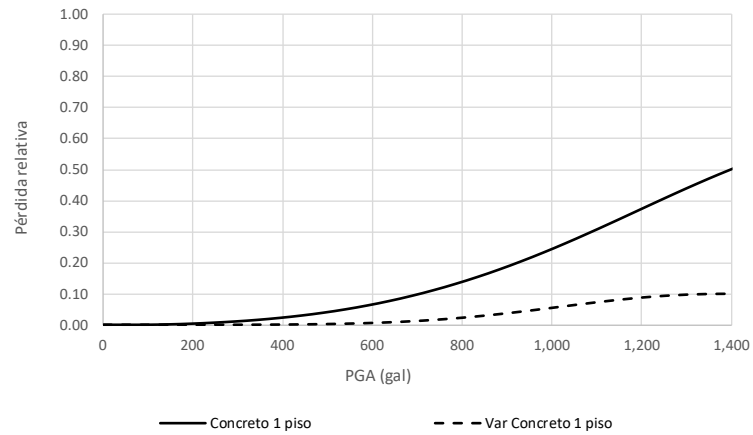
Tipo constructivo



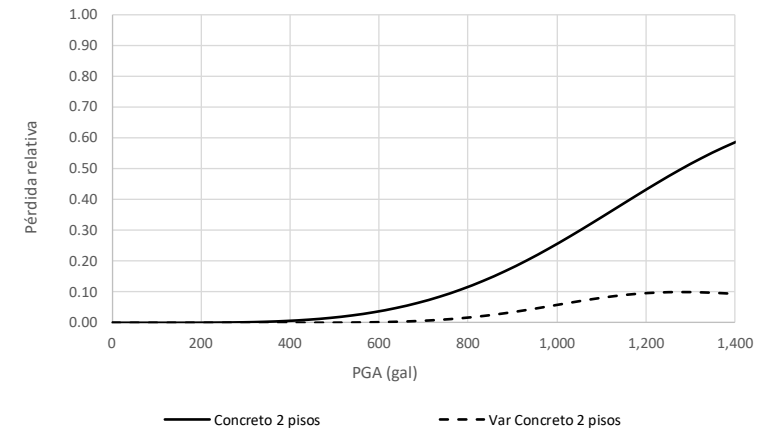
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S3 ante sismos

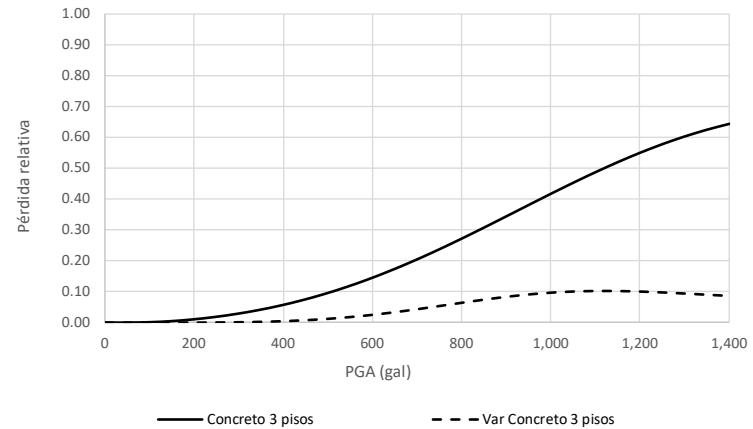
S3 – Concreto 1 piso



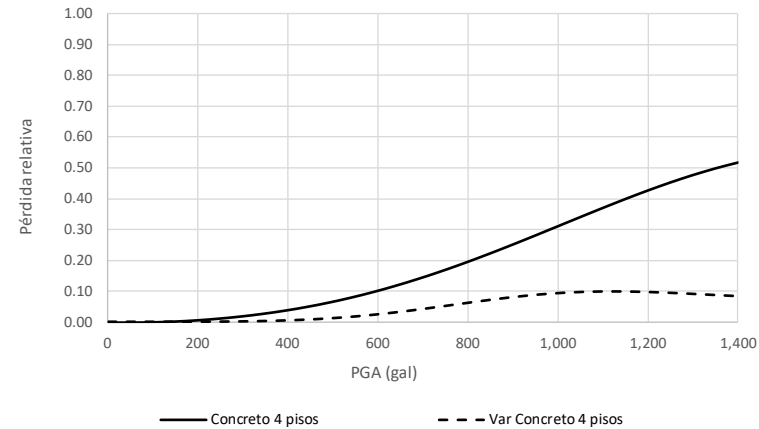
S3 – Concreto 2 pisos



S3 – Concreto 3 piso



S3 – Concreto 4 pisos



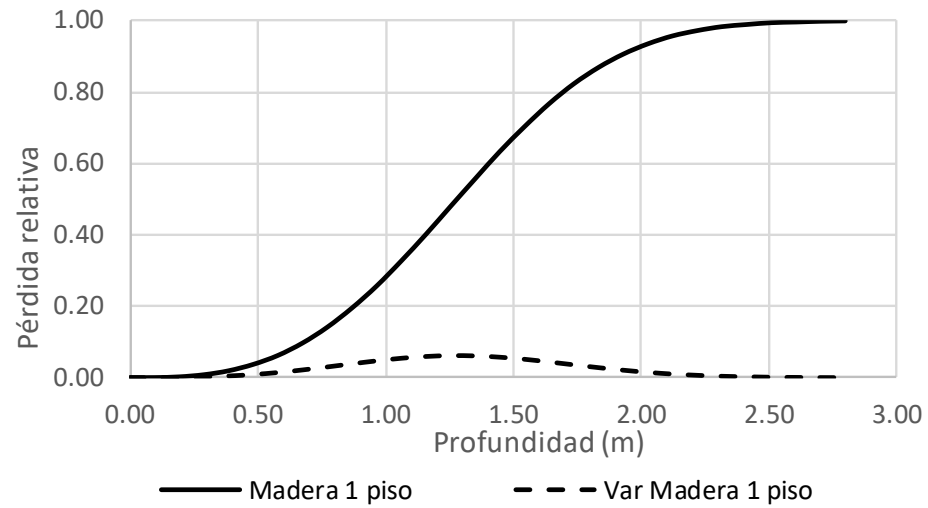
Vulnerabilidad de Edificaciones

Tipología	Estructura	Paredes exteriores	Valor (€/m²)
VC01	Mampostería integral, prefabricado.	Externas de bloques de concreto, baldosas prefabricadas, internas de fibrocemento a un forro o prefabricadas, repello quemado.	190,000
VC02	Mampostería integral, prefabricado o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, fibrocemento o baldosas prefabricadas, internas con láminas de fibrocemento, yeso, cementicias o similares (Plystone o Plyrock) a un forro, repello quemado y pintura.	240,000
VC03	Mampostería integral, prefabricado o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, fibrocemento o baldosas prefabricadas, internas con láminas de fibrocemento, yeso, cementicias o similares (Plystone o Plyrock) doble forro, repello fino y pintura.	300,000
VC04	Mampostería integral, prefabricado, paneles estructurales con poliestireno o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, paneles estructurales con poliestireno, fibrocemento o baldosas prefabricadas, internas con láminas de fibrocemento, yeso, cementicias o similares (Plystone o Plyrock) doble forro, repello fino y pintura.	340,000
VC05	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio con mampostería integral, prefabricado, paneles estructurales con poliestireno o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, baldosas prefabricadas o paneles estructurales con poliestireno, láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), láminas de tabla cemento (Durock), paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock) doble forro repello fino y enmasillado.	385,000
VC06	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio, paneles estructurales con poliestireno.	Bloques de concreto o paneles estructurales con poliestireno, repello fino enmasillado, sectores de vidrio, láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock), repello fino y enmasillado. Diseño elaborado en fachadas.	425,000
VC08	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio.	Bloques de concreto, ladrillo o mixto, con alturas de 3,00m y dobles alturas. Amplios sectores de vidrio, láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock), fachaletas. Acabados con estuco o similar. Fachadas especialmente diseñadas.	710,000
VC09	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio.	Bloques de concreto de más de 15cm de espesor, ladrillo, con alturas de más de 3,00m o más; y algunas paredes con diseños especiales coladas en sitio. En algunos sectores láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), con paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock), fachaletas. Acabados con estuco o similar. Espacios de dobles o triples alturas con detalles como relieves y columnas falsas. Amplios ventanales de piso a cielo. Enchapes de maderas finas, mármol, estuco u otros materiales de calidad.	1,200,000

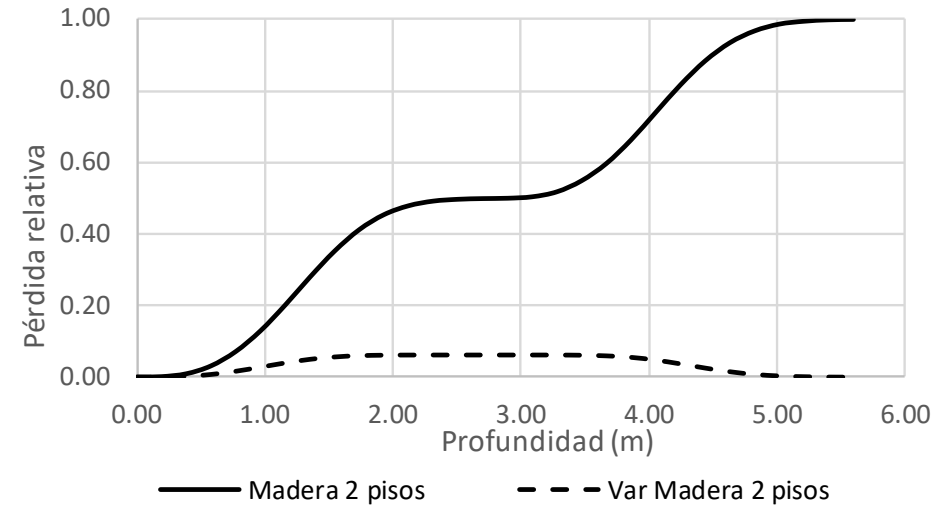
Vulnerabilidad de Edificaciones

Funciones de vulnerabilidad madera ante inundaciones

Madera 1 piso



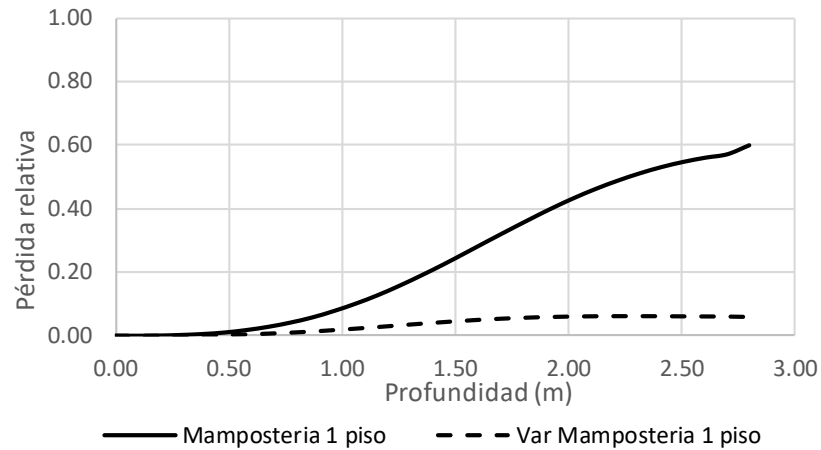
Madera 2 pisos



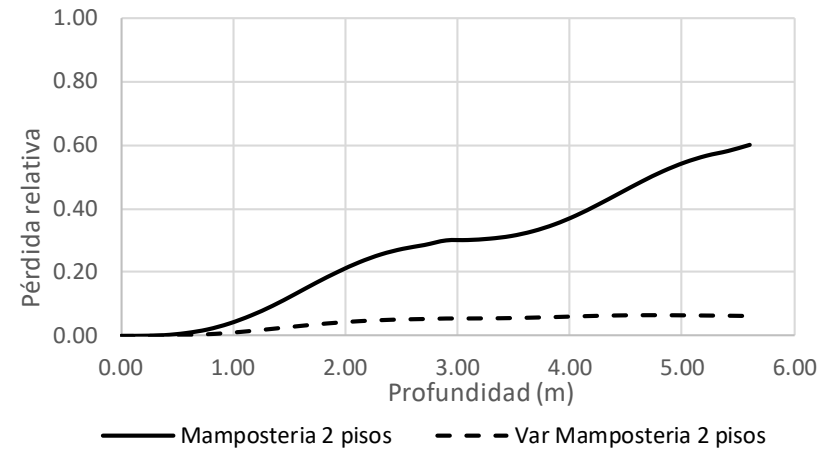
Vulnerabilidad de Edificaciones

Funciones de vulnerabilidad mampostería ante inundaciones

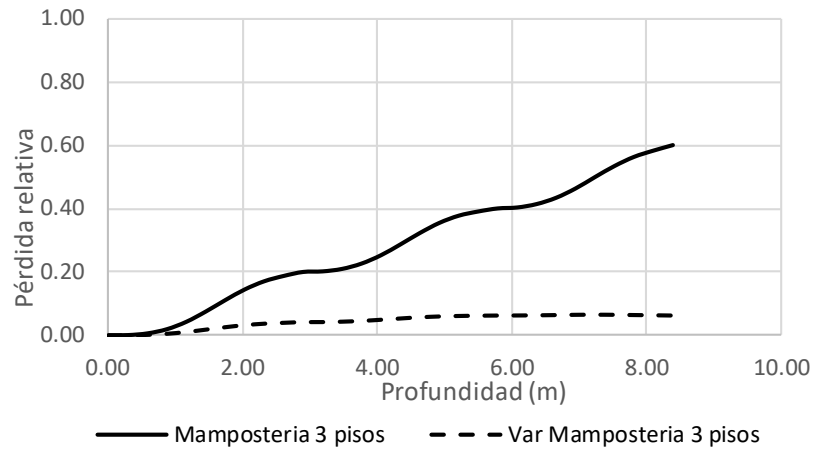
Mampostería 1 piso



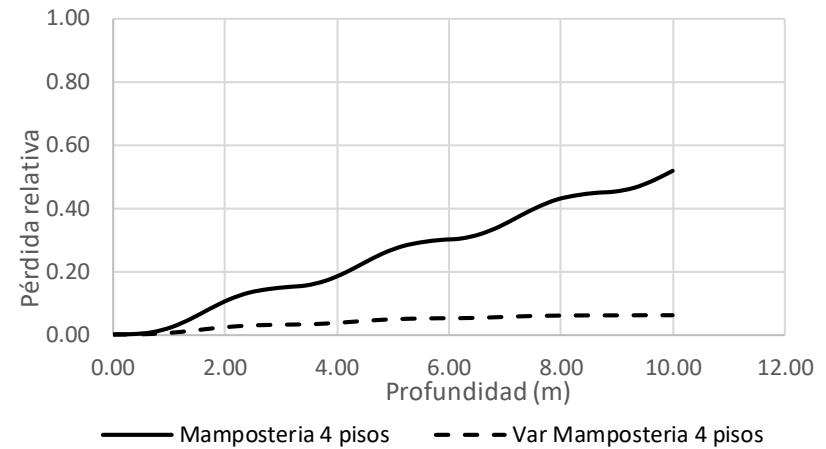
Mampostería 2 pisos



Mampostería 3 pisos

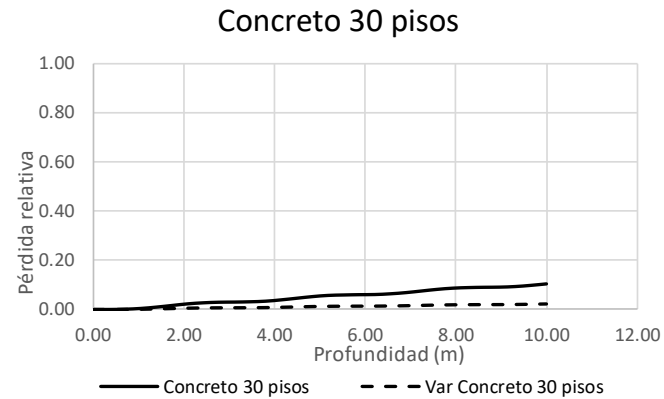
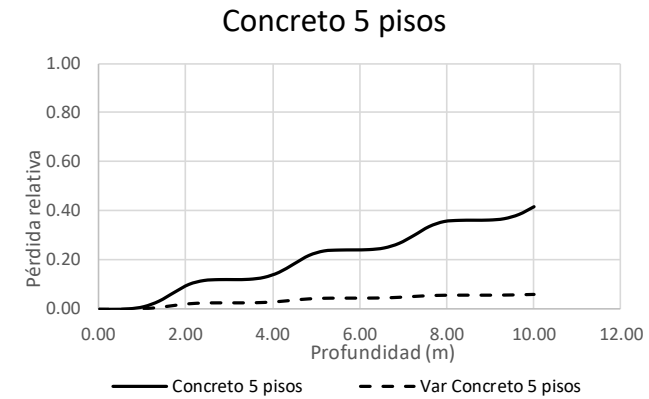
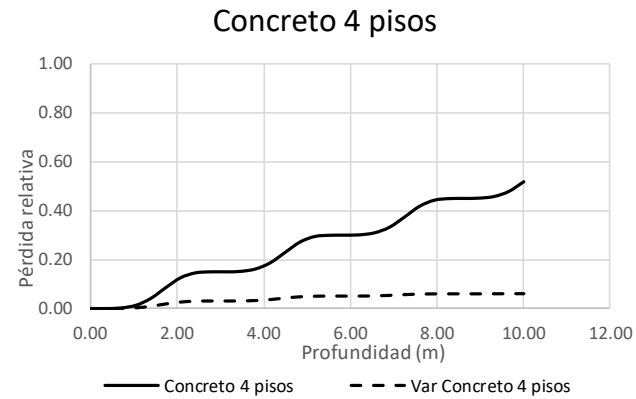
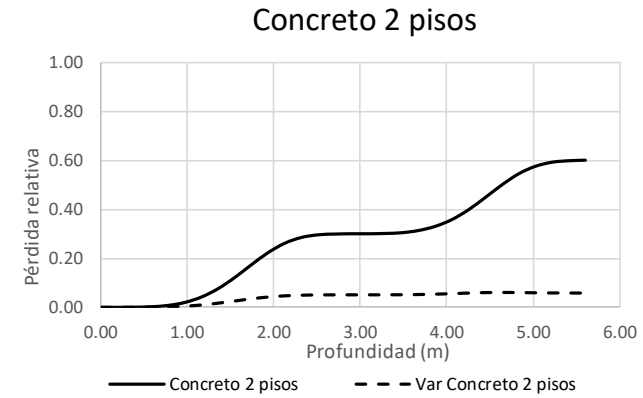
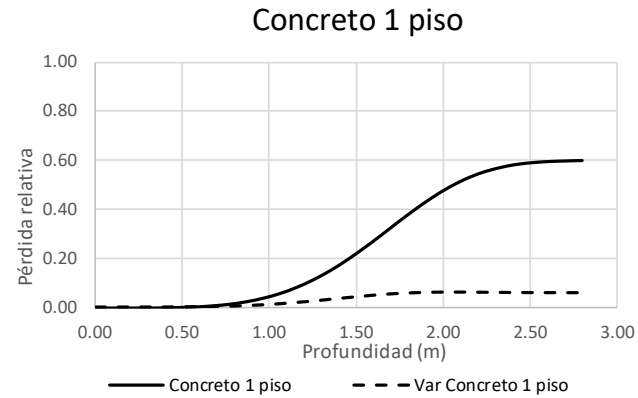


Mampostería 4 pisos



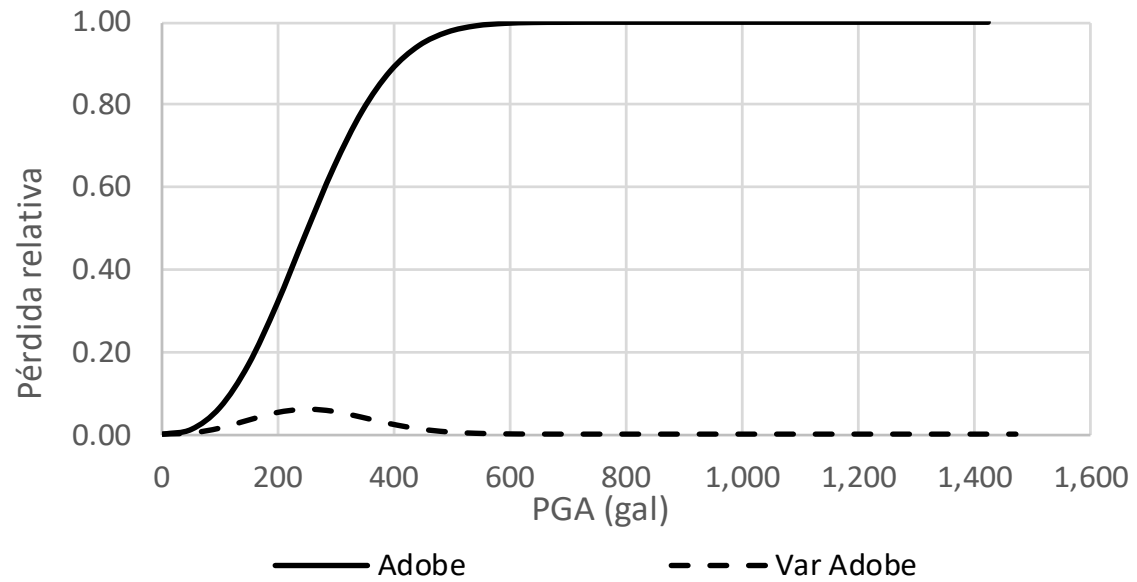
Vulnerabilidad de Edificaciones

Funciones de vulnerabilidad p[ort]icos de concreto ante inundaciones

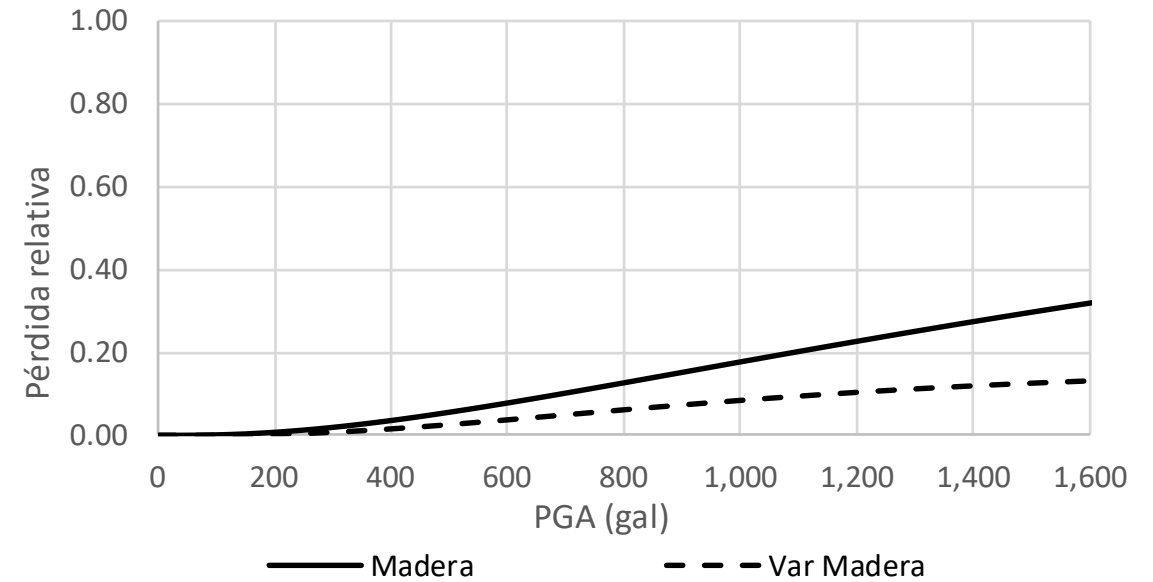


Vulnerabilidad de Edificaciones

Funciones de vulnerabilidad construcciones en tierra ante sismo

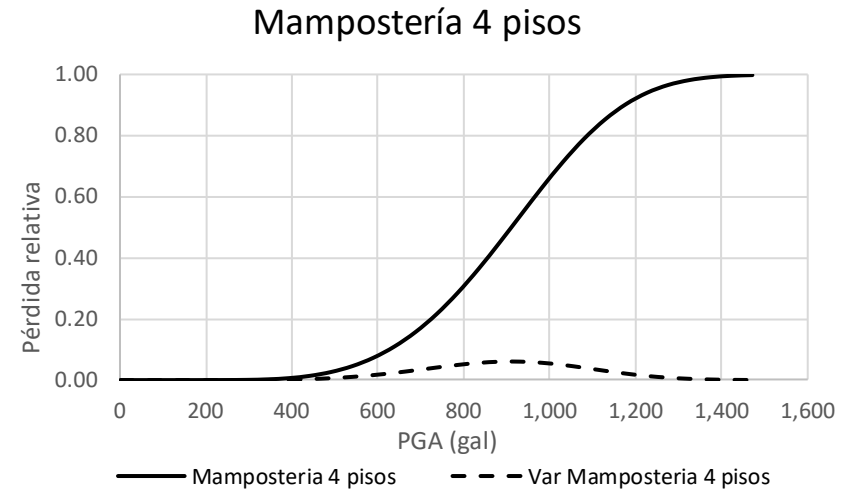
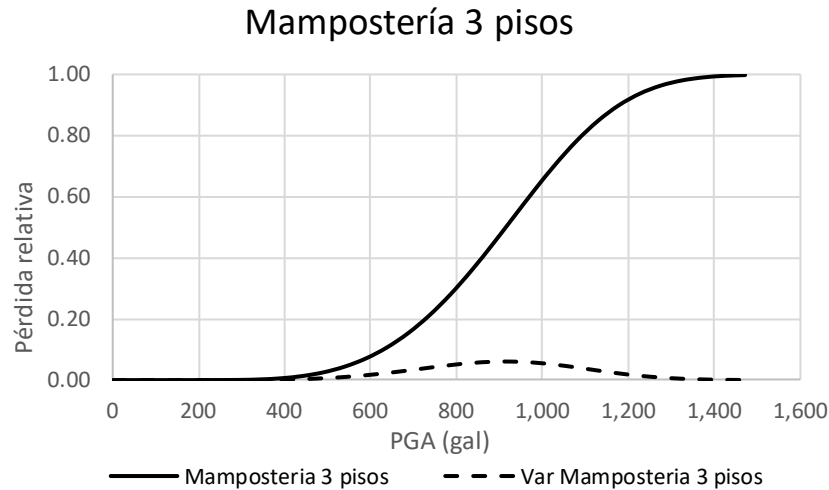
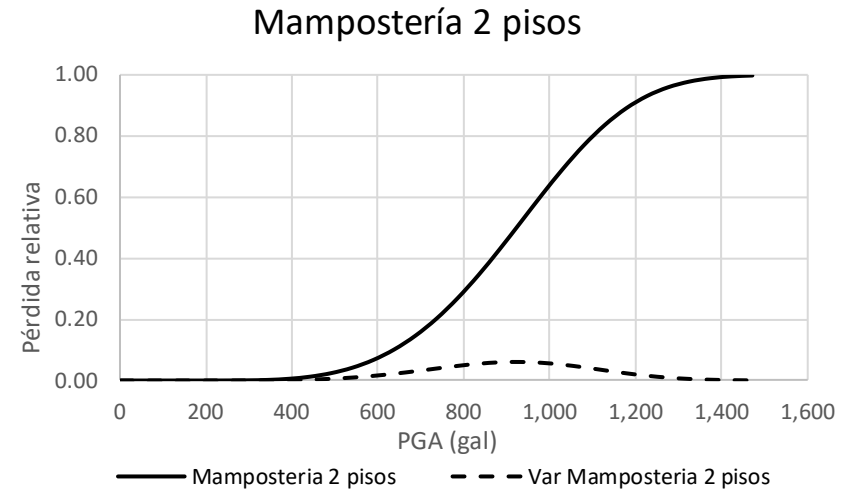
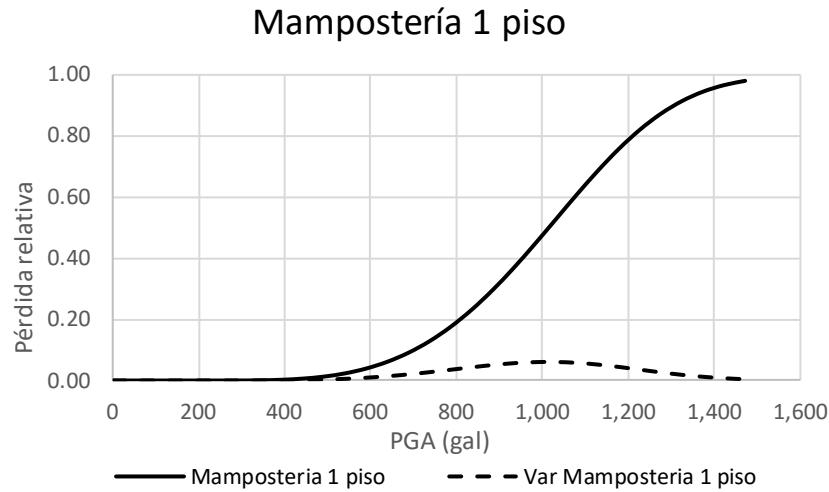


Funciones de vulnerabilidad madera ante sismo



Vulnerabilidad de Edificaciones

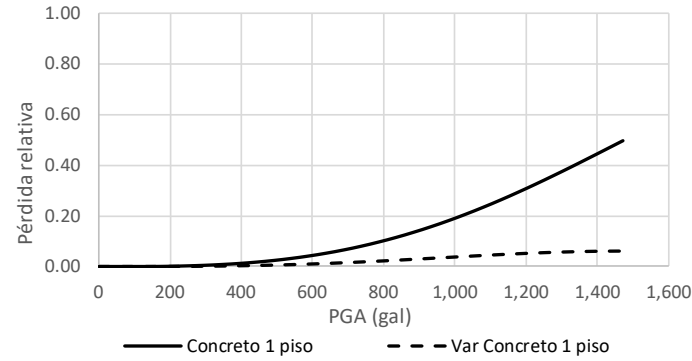
Funciones de vulnerabilidad mampostería ante sismo



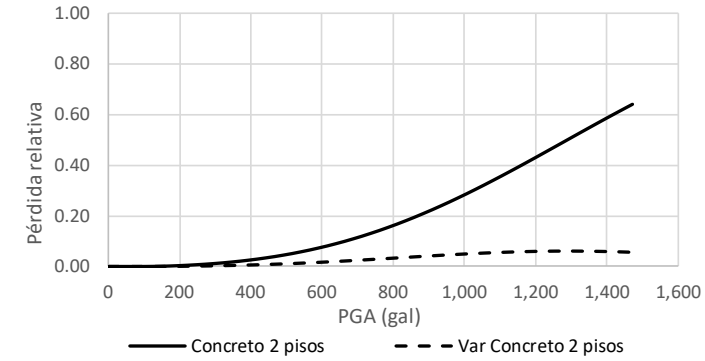
Vulnerabilidad de Edificaciones

Funciones de
vulnerabilidad pórticos
de concreto ante sismo

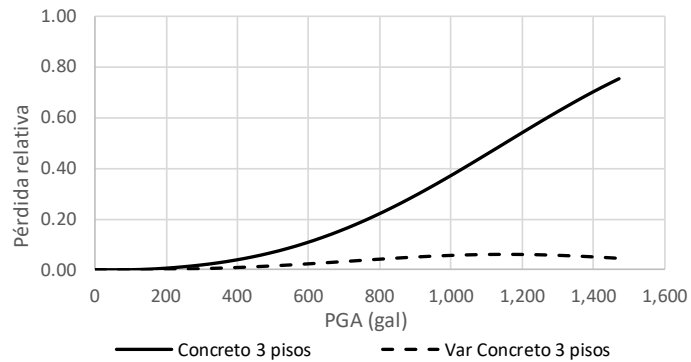
Concreto 1 piso



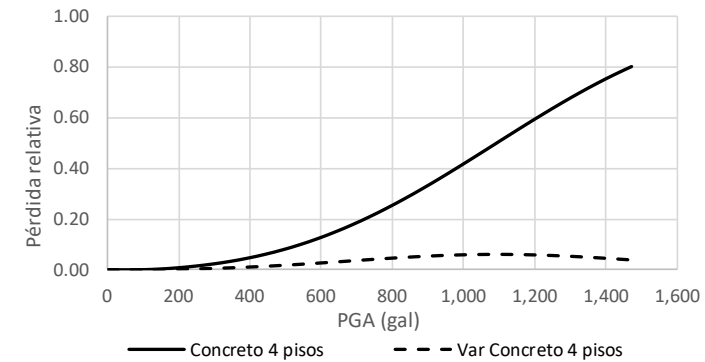
Concreto 2 pisos



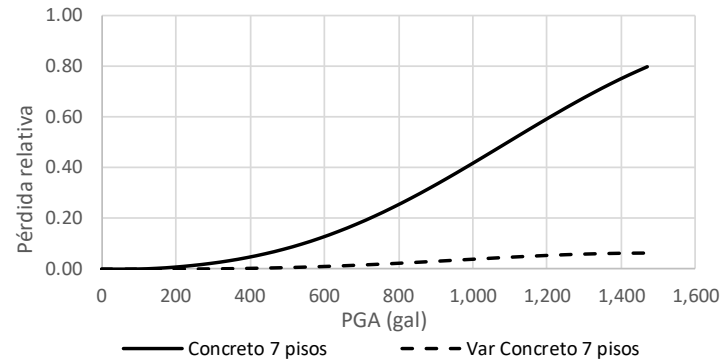
Concreto 3 pisos



Concreto 4 pisos

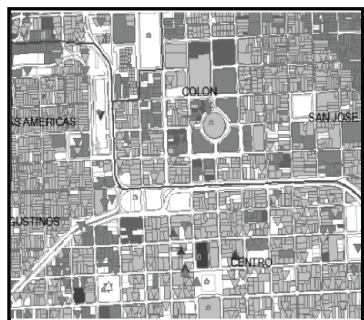


Concreto 7 pisos

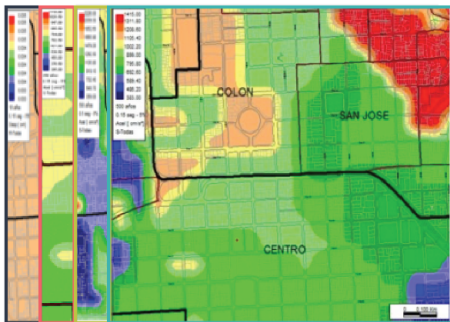


Uso interno

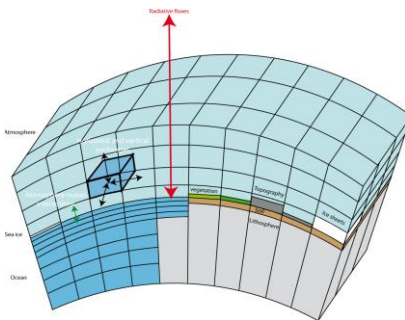
EXPOSICIÓN



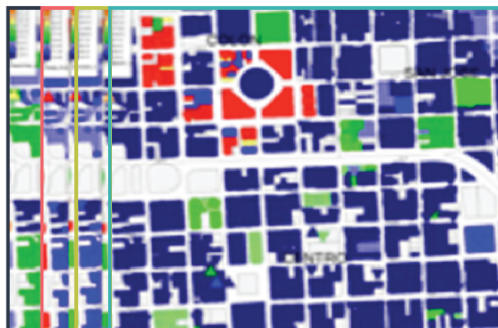
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

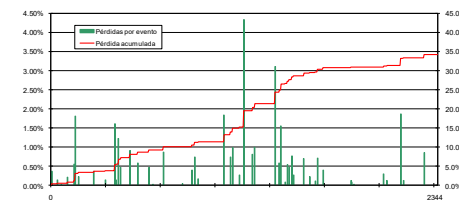


RIESGO

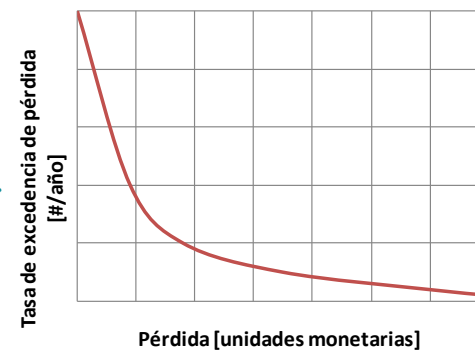


MÉTRICAS DE RIESGO

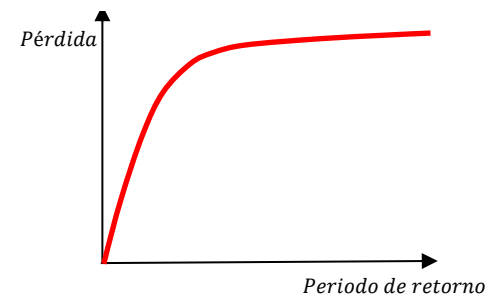
Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

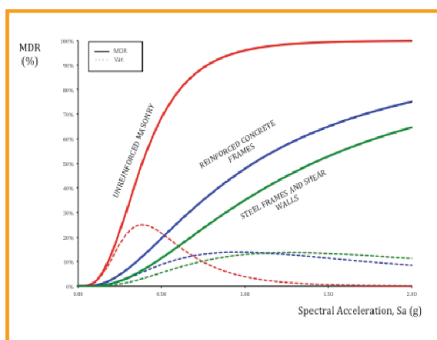
Intervención física

Protección financiera

Respuesta

...

VULNERABILIDAD



Programa de capacitación

Curso on-line en modelación del riesgo

- Proporcionar fundamentos científicos para comprender y ejecutar la **modelación probabilista del riesgo**.
- Capacitar en el uso de herramientas avanzadas del sistema **CAPRA ROBOT**.
- Formar profesionales capaces de evaluar el riesgo de desastres ante múltiples amenazas naturales.
- Se desarrollan 3 módulos principales: **Módulo 1 – Fundamentos, Módulo 2 – Modelación de amenazas naturales y vulnerabilidad de elementos expuestos, y Módulo 3 – Aplicaciones avanzadas.**

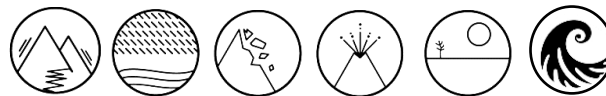
Dirigido a:

- Profesionales y especialistas del **Grupo Técnico de Trabajo GRMA – Costa Rica**.
- Funcionarios de entidades locales interesadas.
- Áreas de formación: **ciencias de la tierra, ingeniería, matemáticas, física, econometría, finanzas/actuaría.**

- **Inicio:** 18 de marzo (Módulo 1), 14 de mayo (Módulo 2)
- **Dedicación:** 2 horas semanales
- **Modalidad:** online asincrónica en la plataforma **CANVAS**
Clases teóricas en videos pregrabados acompañadas de sesiones hands-on, donde el participante aprende el manejo del software especializado de la plataforma CAPRA-ROBOT
- **Cobertura:** todas las temáticas de modelación previstas en el proyecto GRMA – Costa Rica



Fundamentos ➡ Modelación ➡ Aplicaciones



MÓDULO 1

Unidad	Contenido
1	Introducción
2	Marco conceptual de la evaluación probabilista del riesgo
3	Métricas y evaluación retrospectiva
4	Evaluación analítica del riesgo CAT
5	Modelación de elementos expuestos

MÓDULO 2*

Unidad	Contenido					
	Sismo	Volcanes	Ciclones tropicales	Deslizamientos	Inundaciones	Sequía
1	Fundamentos de sismología	Fundamentos de vulcanología	Conceptos básicos de cambio climático			
2	Movimiento fuerte	Régimen de colapso de columnas eruptivas	Downscaling e incorporación de proyecciones climáticas en la modelación de la amenaza			
3	Evaluación probabilista de la amenaza sísmica	Modelación de productos volcánicos	Estructura, formación y efectos de los ciclones trop.	Procesos de remoción en masa	Modelación hidrológica	
4	Efectos de sitio	Evaluación probabilista de la amenaza volcánica	Evaluación probabilista de la amenaza por ciclones trop.	Susceptibilidad a deslizamientos	Modelación hidráulica	Sequías e indicadores de sequía
5	Modelos de daño: Funciones de fragilidad y vulnerabilidad					Respuesta de cultivos al agua
6	Vulnerabilidad sísmica	Vulnerabilidad a los flujos gravitacionales y escombros	Vulnerabilidad al viento y la marea de tormenta	Modelación de la susceptib. y la amenaza por deslizam.	Vulnerabilidad a inundaciones	Evaluación de carga ganadera

MÓDULO 3

Unidad	Contenido
1	Modelación de la resiliencia de sistemas dinámicos
2	Evaluación holística del riesgo
3	Toma de decisiones bajo incertidumbre profunda: Toma de decisiones robusta (RMD)
4	Toma de decisiones bajo incertidumbre profunda: Ingeniería de control del riesgo
5	Introducción a la protección financiera catastrófica

i Para completar la formación integral se deben cursar los tres módulos.

Sin embargo, quienes busquen solo una visión general del proceso y su relevancia para la gestión del riesgo pueden avanzar del Módulo 1 directamente al Módulo 3.

Estado actual

- **Módulo 1:** Completado 
- Participantes trabajando en el **Módulo 2**
-  Plazo hasta **finales de septiembre 2025** para completarlo.
- Se otorgó tiempo adicional por la complejidad técnica del módulo.

Lo que sigue

- **Etapas finales del curso:** inicio del **Módulo 3** – Aplicaciones avanzadas en gestión del riesgo y adaptación al cambio climático.
- Fundamental para adquirir una comprensión integral del proceso completo
- **Duración:** 5 semanas, con una dedicación de 2 horas semanales
-  Especialmente útil ya que proporciona *herramientas avanzadas para integrar el análisis técnico del riesgo con los procesos de planificación, inversión y política pública*

Unidad	Título	Temas
1	Modelación de la resiliencia de sistemas de infraestructura	• Concepto de sistema • Interdependencia de elementos • Desbalance en oferta/demanda • Curvas de desempeño • Simulación del desempeño
2	Evaluación holística del riesgo	• Definición de condiciones de contexto • Fragilidad social y falta de resiliencia • Coeficiente de agravamiento • Sistema de indicadores y funciones de pertenencia • Desagregación de indicadores holísticos
3	Toma robusta de decisiones	• Incertidumbre profunda • Estados futuros inciertos • Teoría de conjuntos aleatorios • Métricas de riesgo imprecisas • Toma de decisiones en condición de incertidumbre profunda
4	Ingeniería de Control del Riesgo	• Proceso de control del riesgo • Formulación de acciones de intervención • Optimización estocástica • Curvas de inversión • Planes óptimos de gestión y adaptación
5	Introducción a la protección financiera	• Tipos de instrumentos financieros • Justificación y costos de los instrumentos • Estructuras de retención y transferencia del riesgo • Modalidades de reclamación en seguros • Introducción a los Bonos CAT



www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com



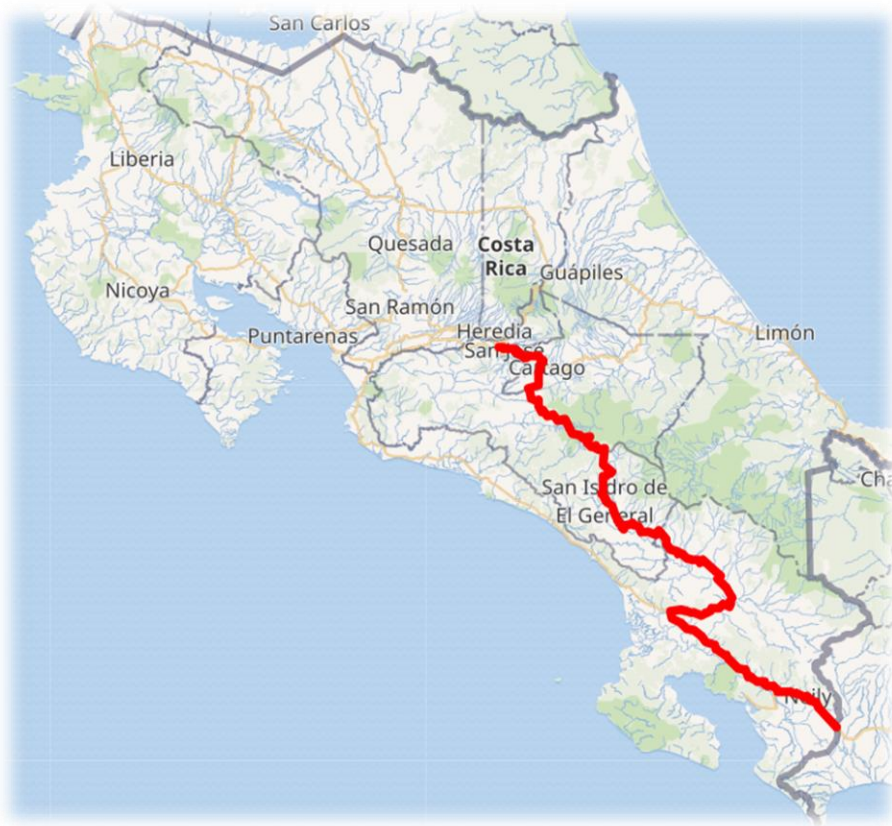
GRMA – Costa Rica

Proyecto Operacional 1: Estimación del riesgo climático y de desastres en la infraestructura vial

Estado de avance

Alcance de la modelación

Ruta Nacional Primaria 2 (RN2)



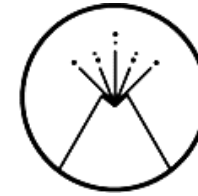
Tramos viales



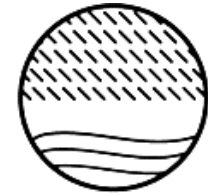
Puentes



Terremotos



Erupciones
volcánicas

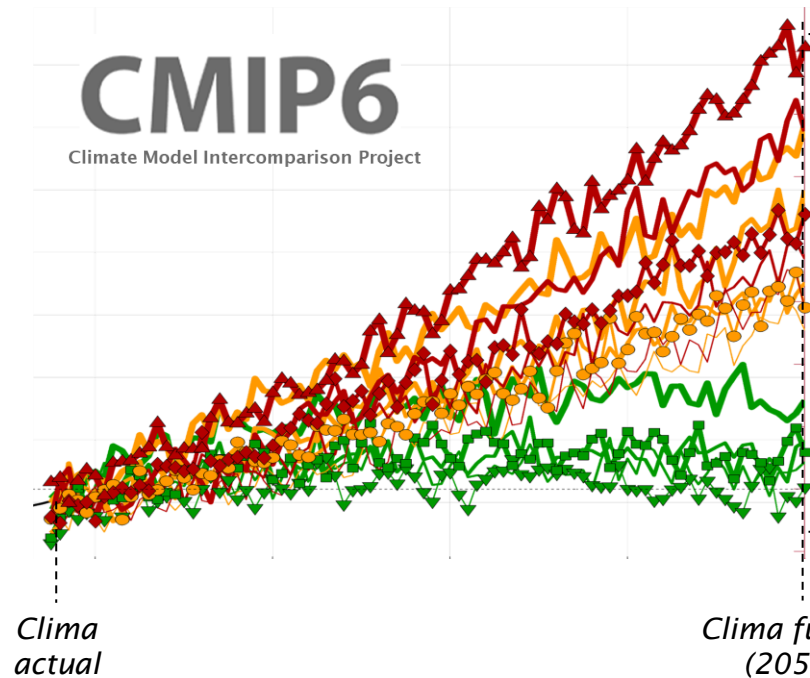


Inundaciones



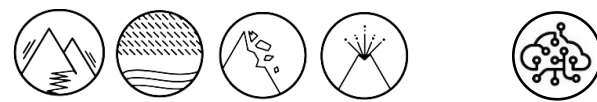
Deslizamientos

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								█			█	█	█	█	█	█	█

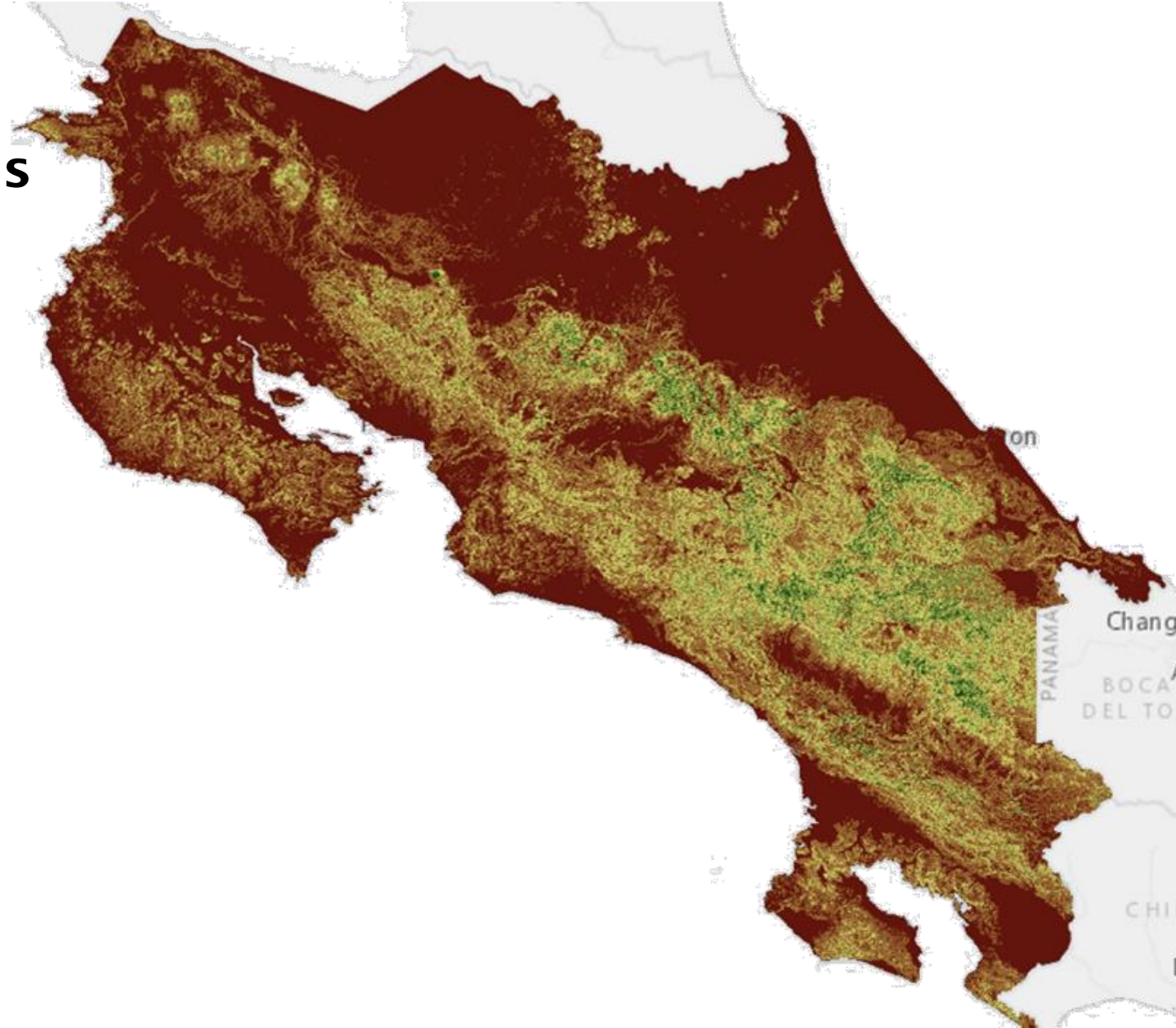


1. Modelo nacional de inundación



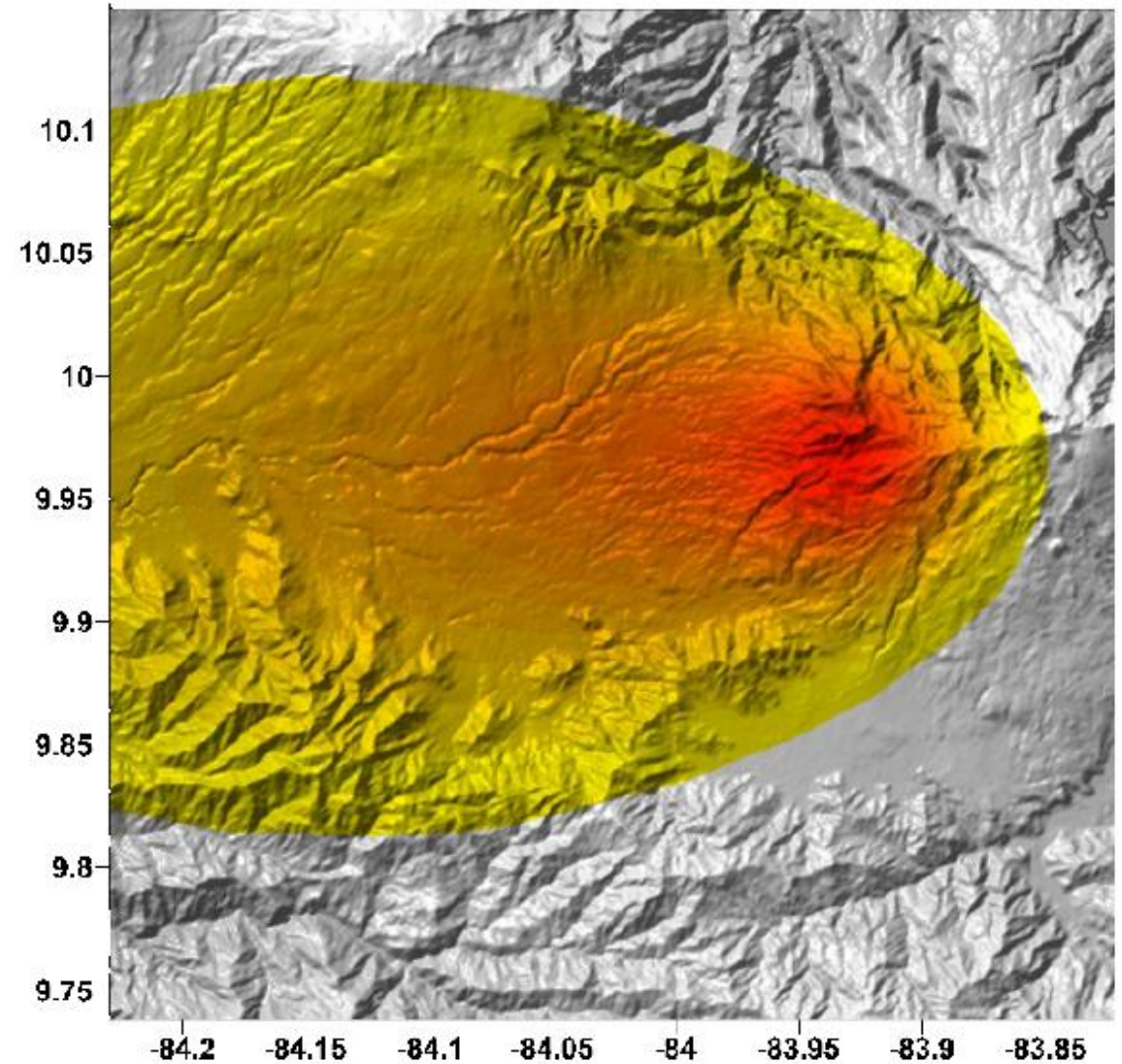
Actividades

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



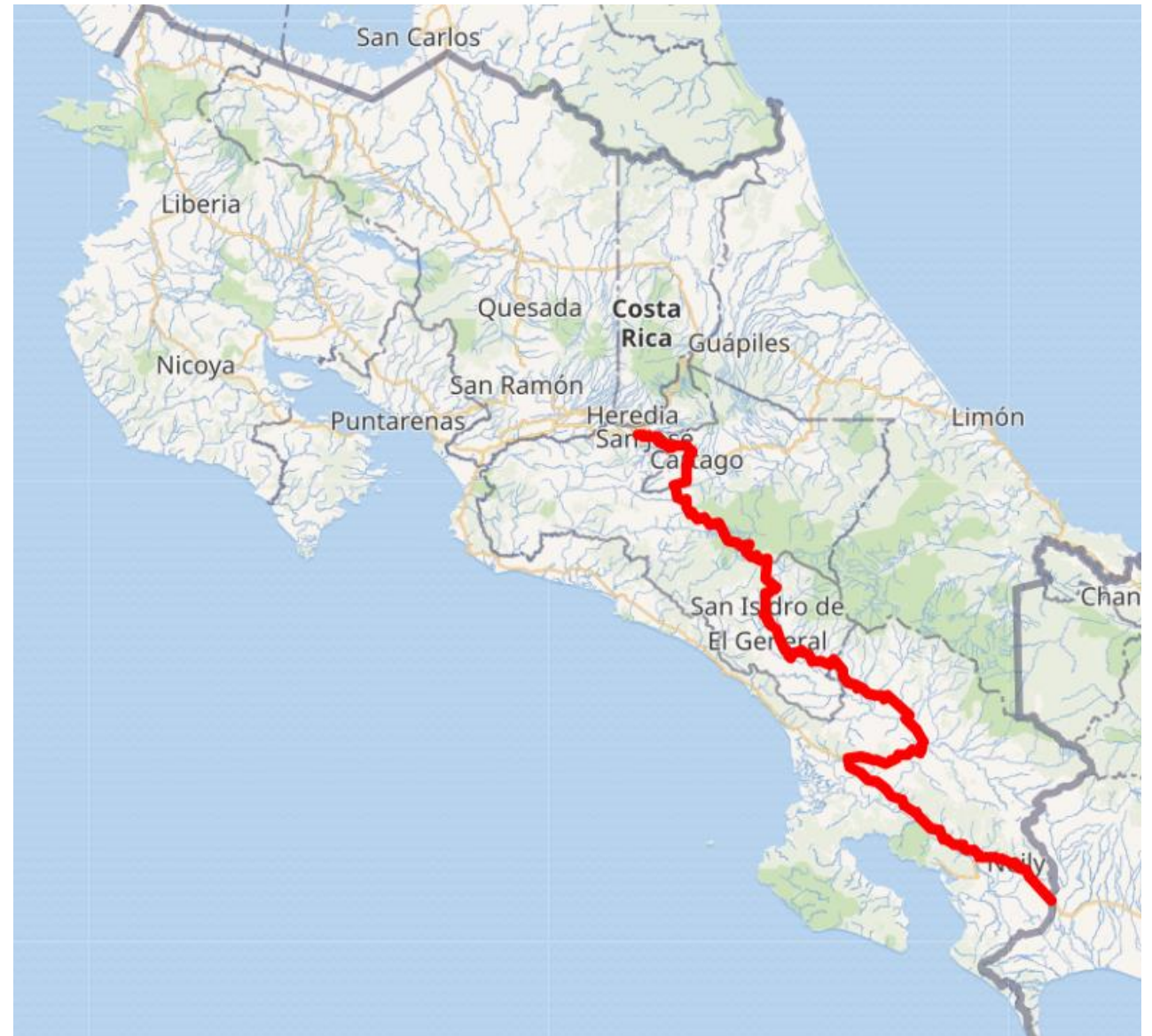
Actividades

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



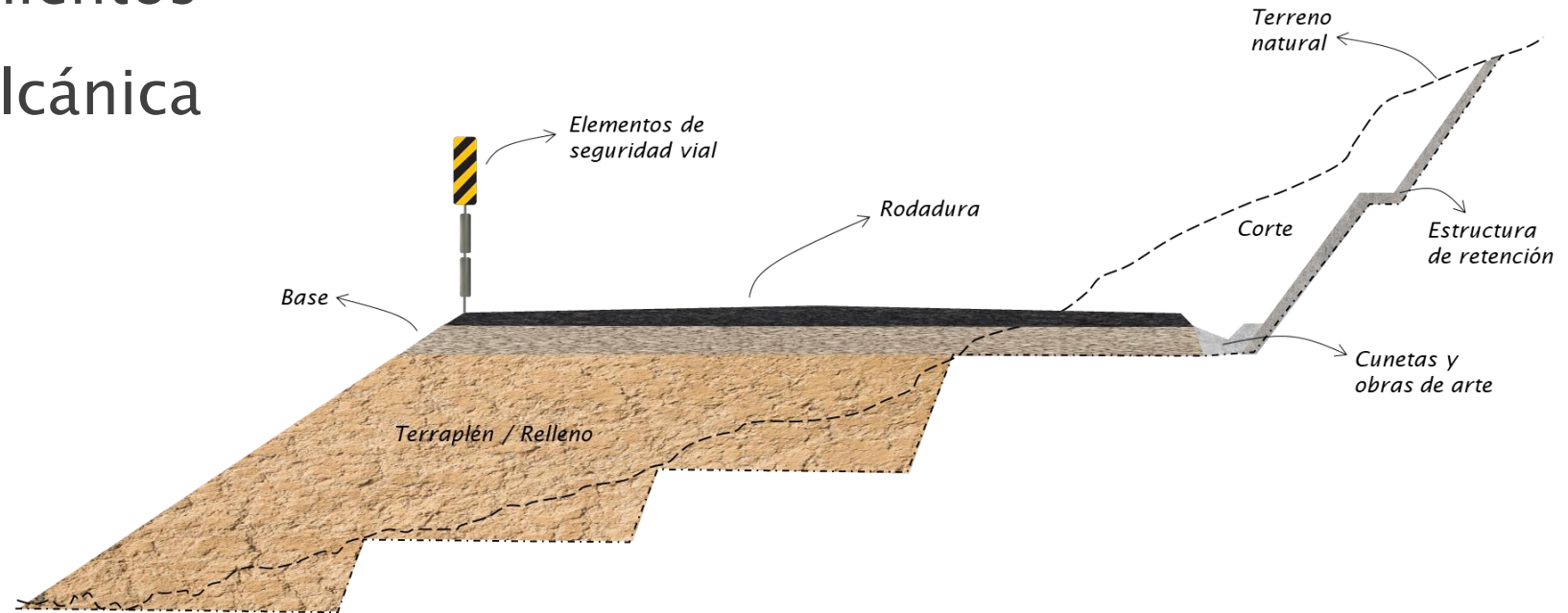
Actividades

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



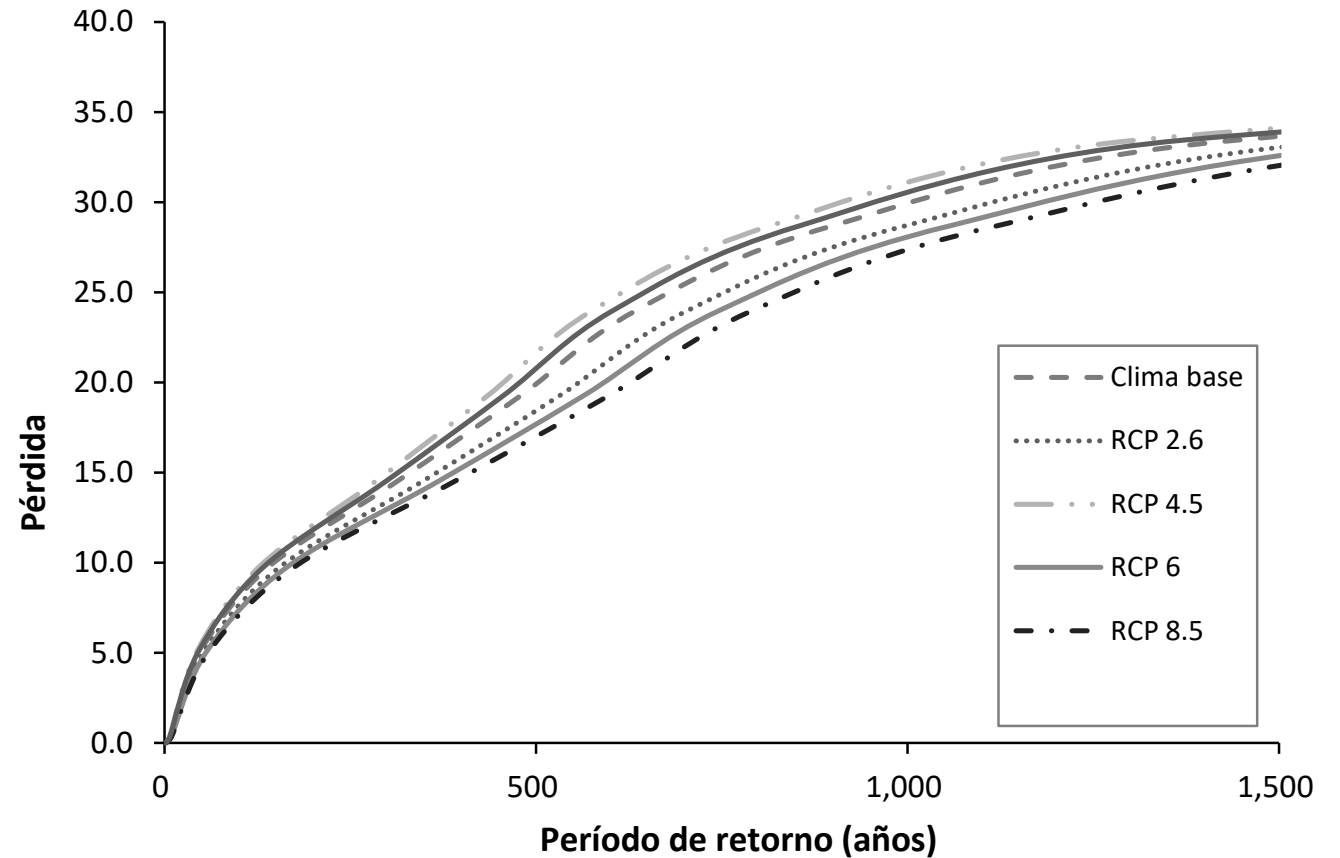
Actividades

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



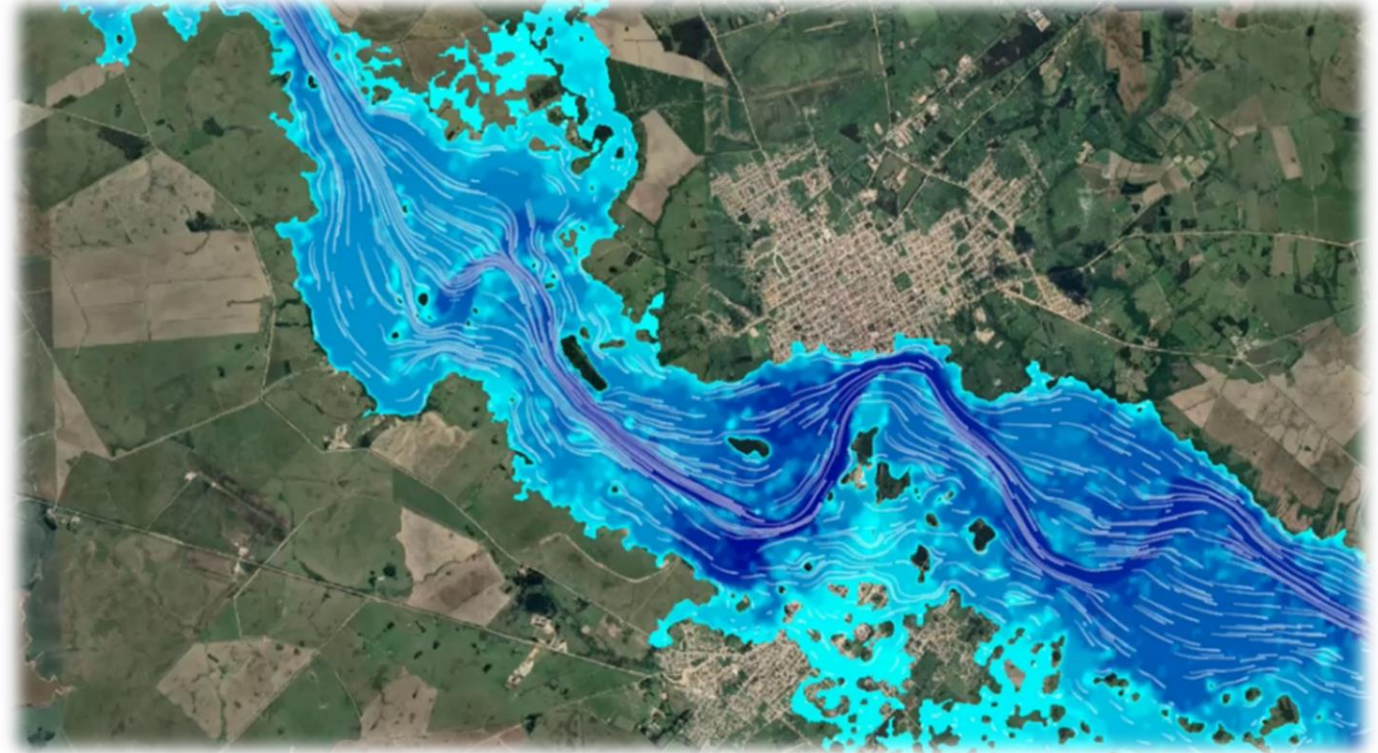
Actividades

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



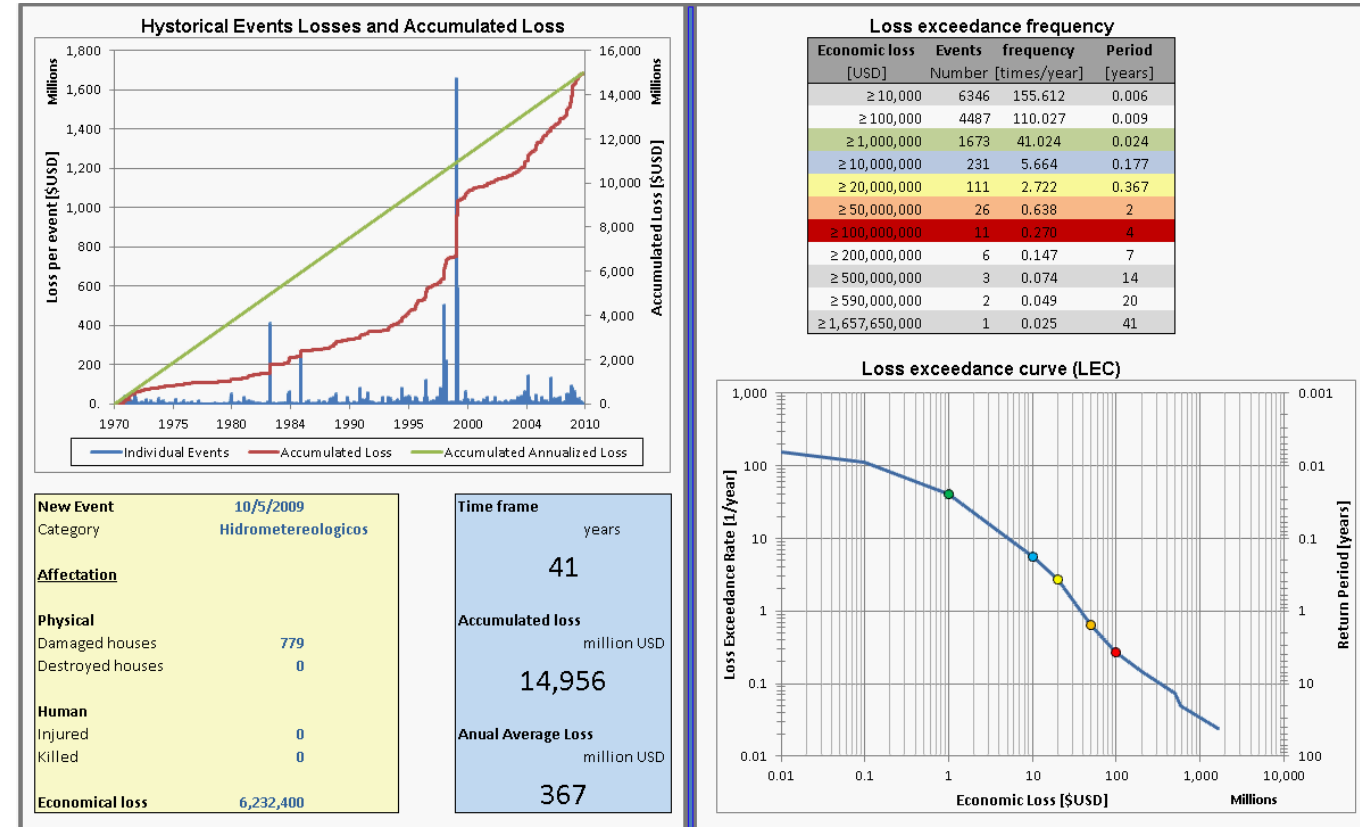
Actividades

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**



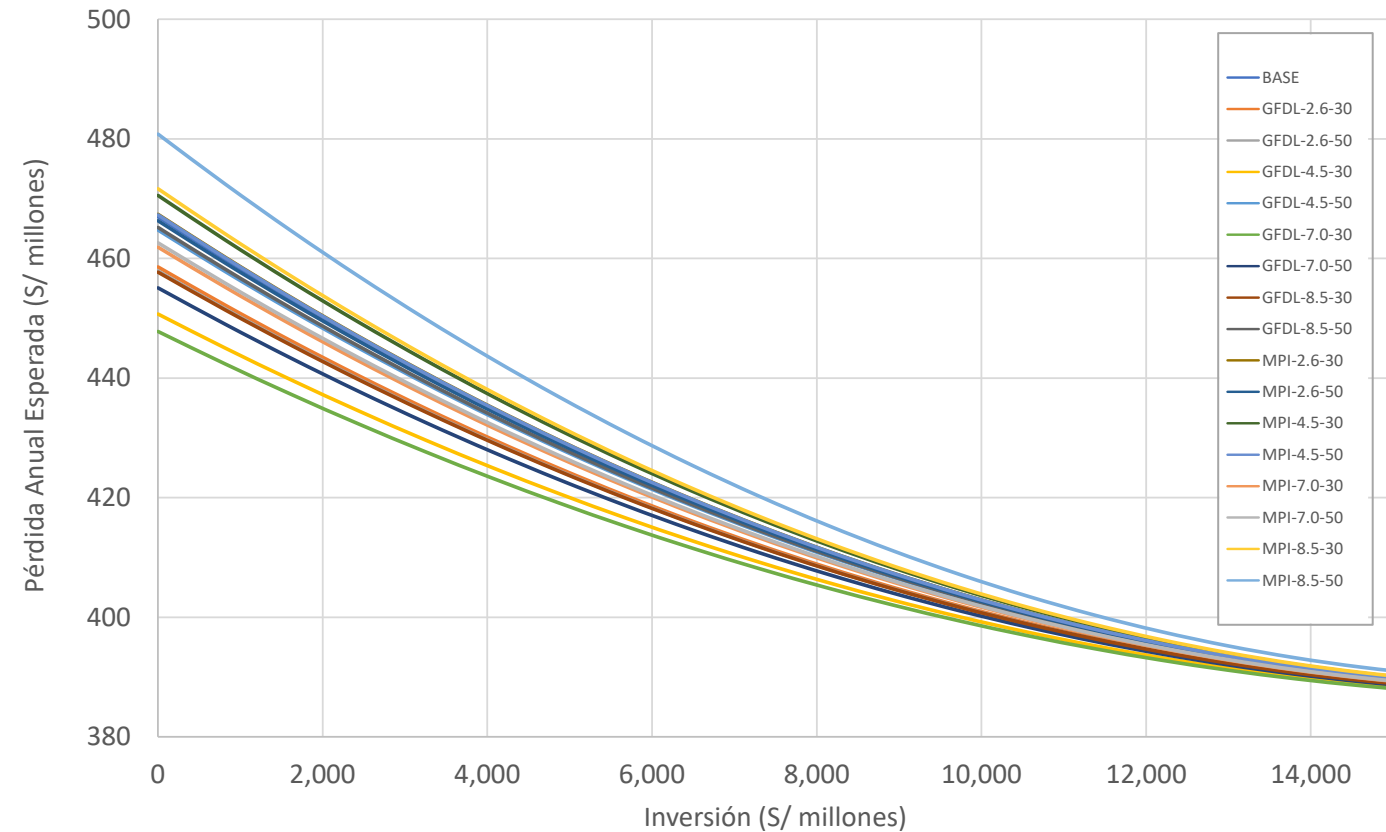
Actividades

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**



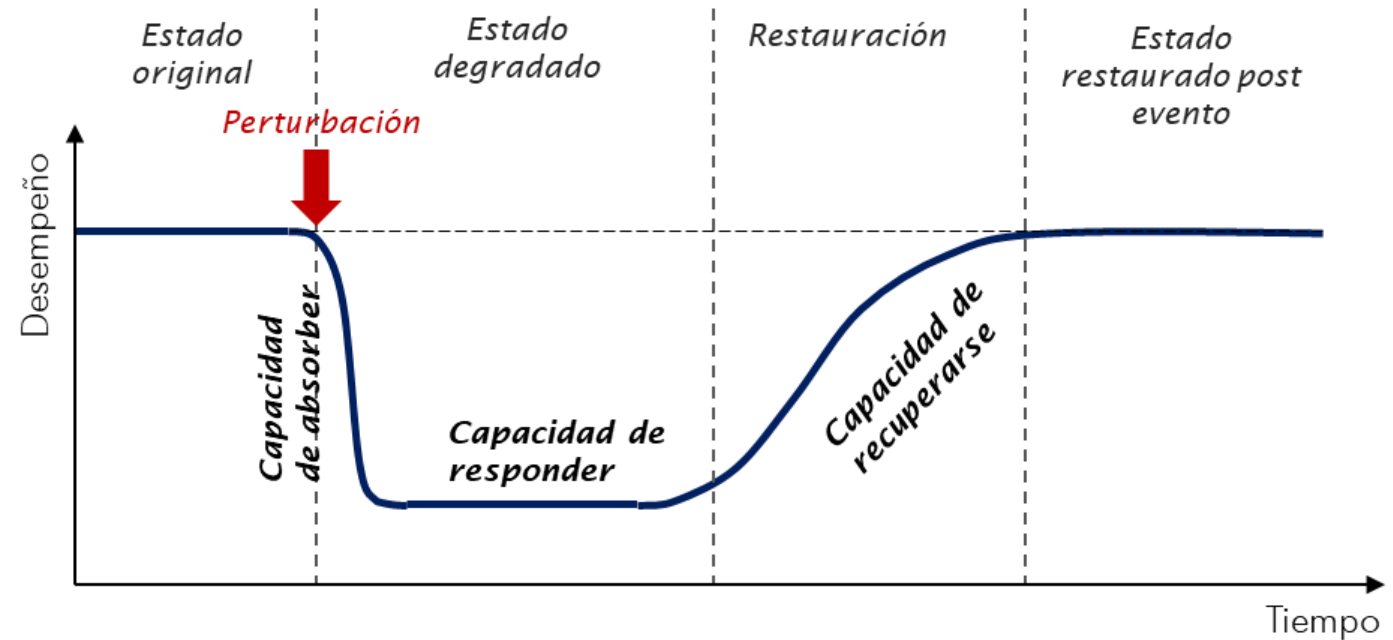
Actividades

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**

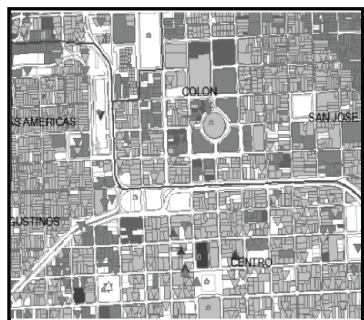


Actividades

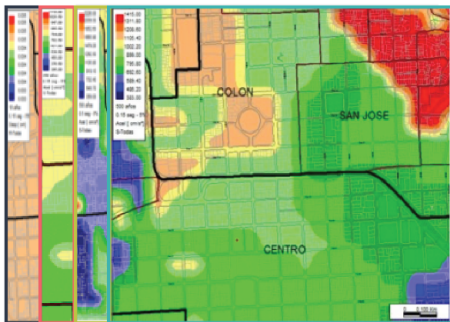
1. Modelo nacional de inundación
2. Susceptibilidad deslizamientos
3. Modelos de amenaza volcánica
4. Exposición RN2
5. Vulnerabilidad vial
6. Evaluación del riesgo
7. Evaluación determinista
8. Calibración del resultado
9. Curva de inversión
- 10. Evaluación de la resiliencia**



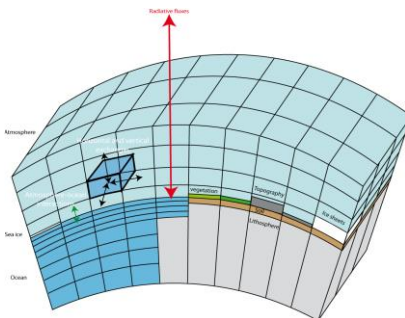
EXPOSICIÓN



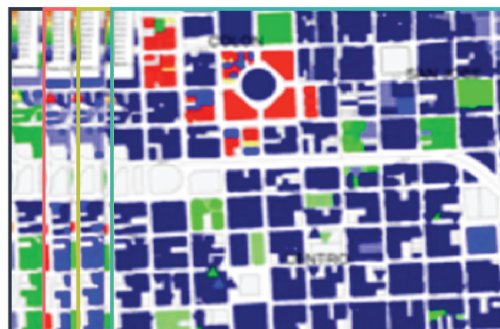
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

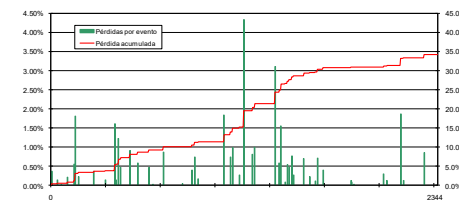


RIESGO

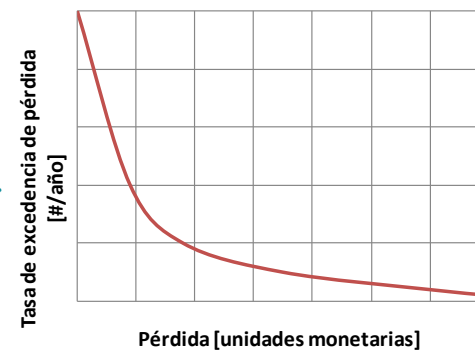


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

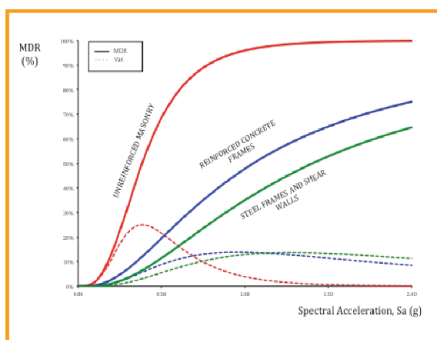
Intervención física

Protección financiera

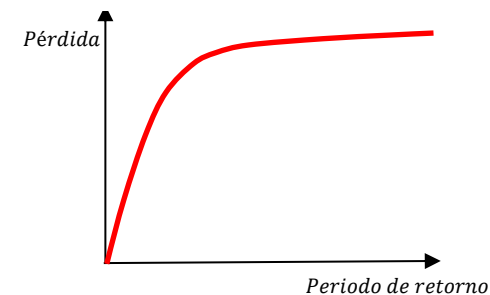
Respuesta

...

VULNERABILIDAD

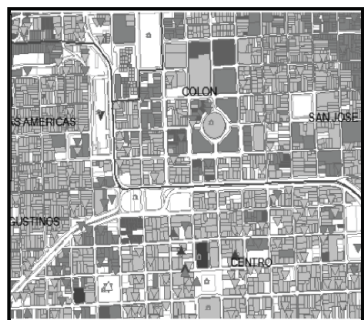


Curva de PML

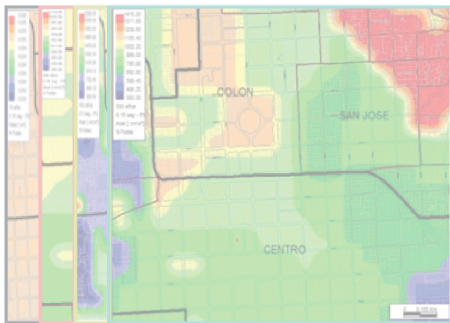


Modelo de exposición

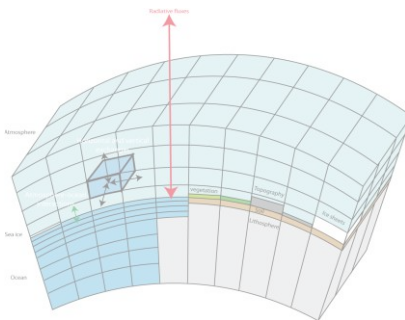
EXPOSICIÓN



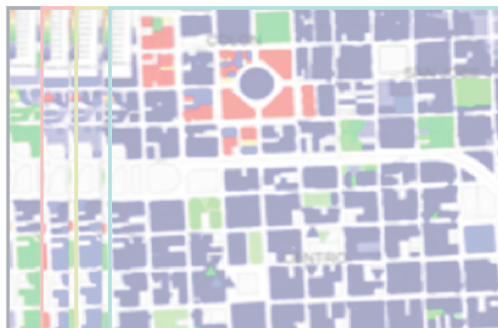
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

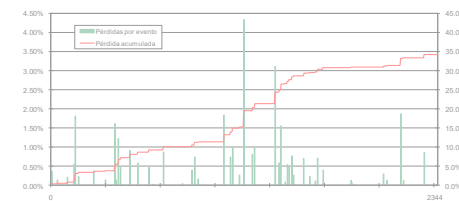


RIESGO



MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada

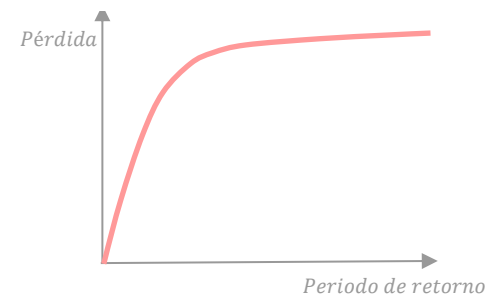


Curva de Excedencia de Pérdidas



Pérdida [unidades monetarias]

Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

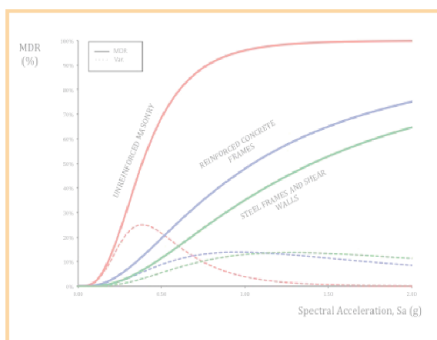
Intervención física

Protección financiera

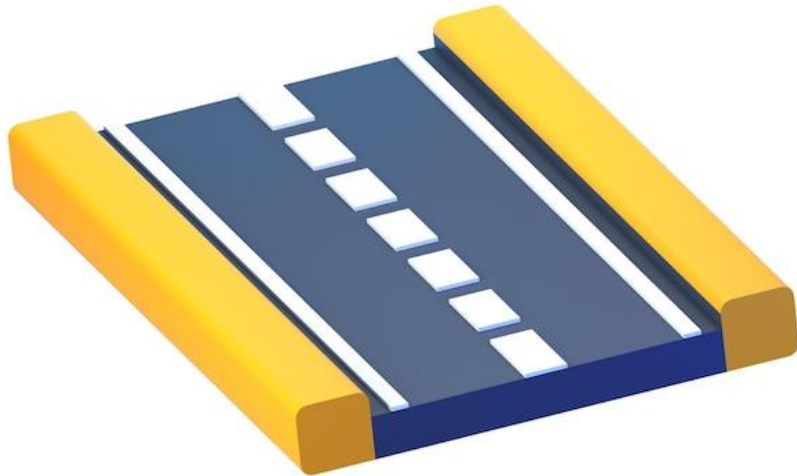
Respuesta

...

VULNERABILIDAD



Tramos viales

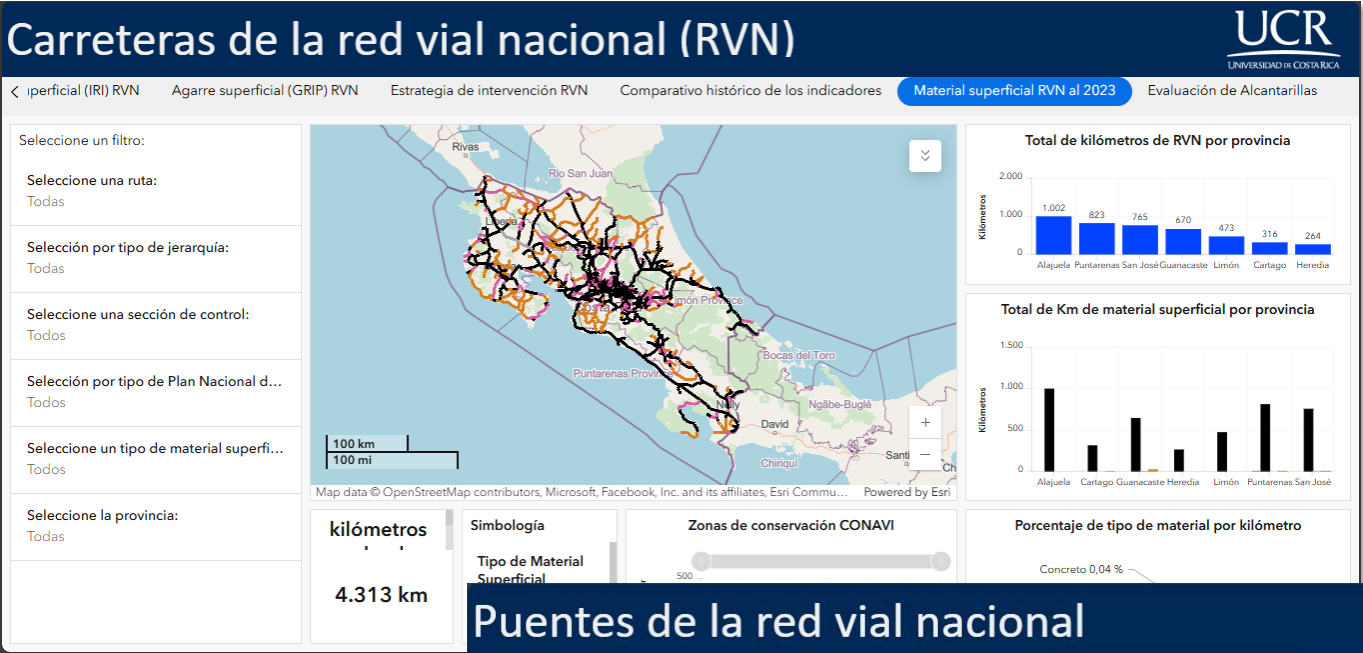


- *Longitud del tramo*
- *Ancho de vía*
- *Estructura de pavimento*
- *Condición del terreno*
- *Nivel de vía*
- *Obras aledañas*

Puentes



- *Número de claros*
- *Luz entre apoyos*
- *Ancho de vía*
- *Tipo de estructura*
- *Nivel de vía*



Tramos viales

Longitud del corredor vial: 355.3 Km

Longitud total: 772.35 km-carril

- *En hormigón: 11.91 km-carril*
- *En carpeta asfáltica: 760.44 km-carril*

RN2 - Clasif. terreno

—	Llano
—	Algo ondulado
—	Muy ondulado
—	Montañoso



Tramos viales

El corredor se segmentó en tramos de 25m

Número de tramos: 14,228

Pendientes de los segmentos:

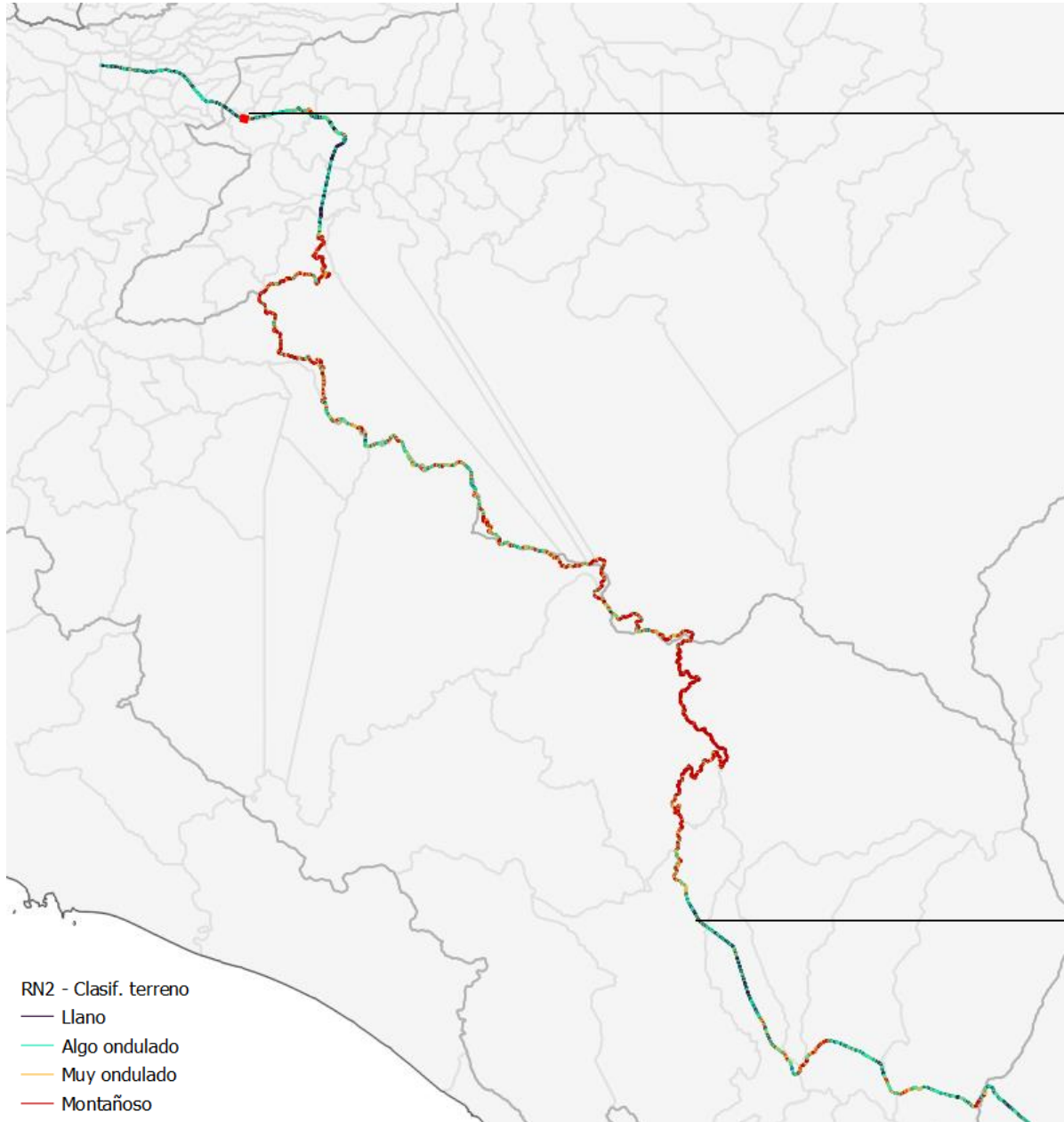
< 5.0%	-> 18.8% (Llano)
5.0 – 15.0%	-> 34.7% (Algo ondulado)
15.0 – 25.0%	-> 17.5% (Muy ondulado)
> 25.0%	-> 29.0% (Montañoso)

RN2 - Clasif. terreno

- Llano
- Algo ondulado
- Muy ondulado
- Montañoso



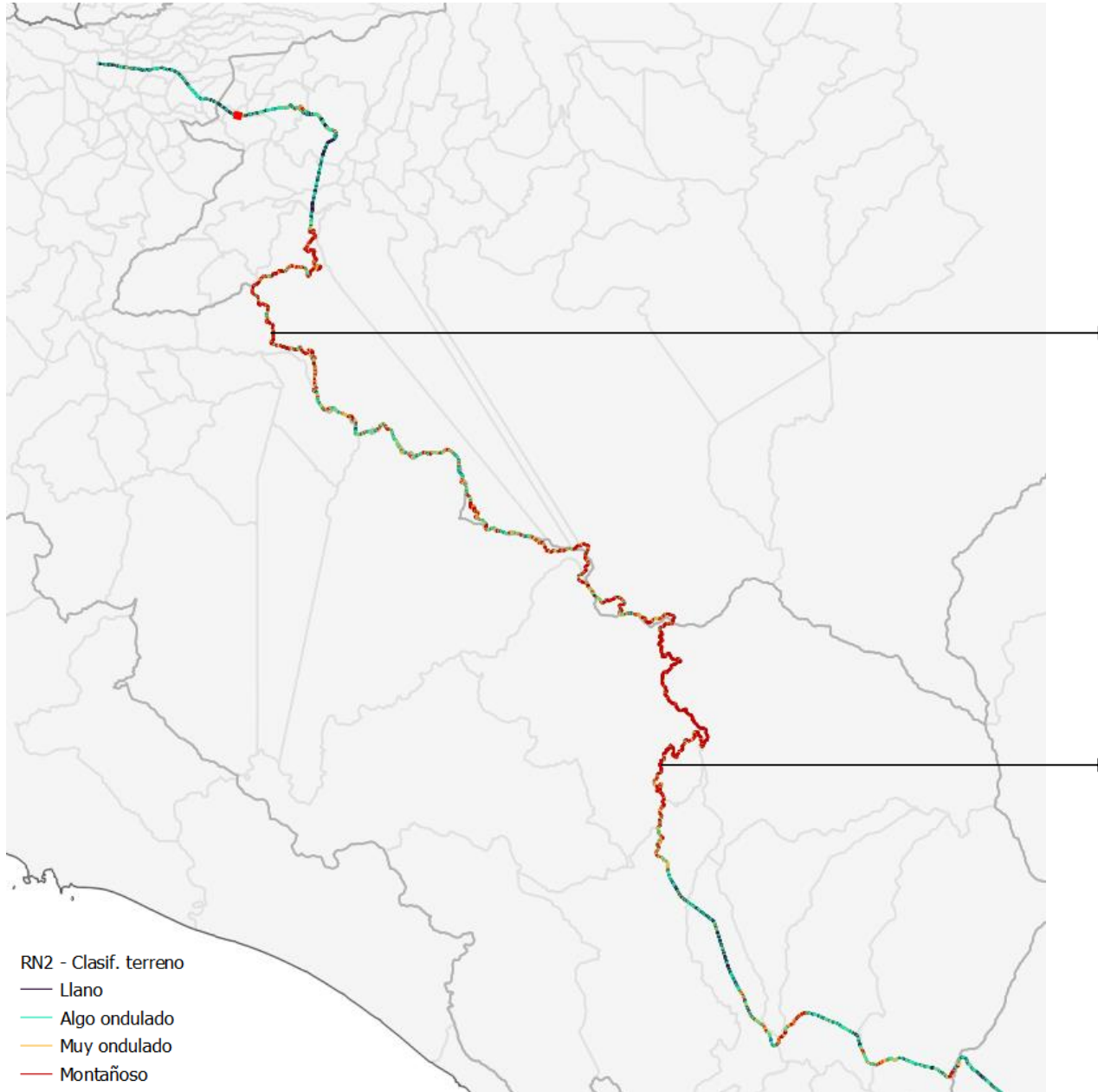
Exposición



Uso Interno



Exposición



Tramos viales

- *Las secciones se encuentran pavimentadas*
- *Las secciones tienen estructuras de drenaje superficial (cunetas y alcantarillas) en buen estado*
- *Se cuenta con el ancho de pavimento y ancho de espaldón (berma) en cada sección, los cuales son variables*

RN2 - Clasif. terreno

- Llano
- Algo ondulado
- Muy ondulado
- Montañoso



Tramos viales

Valoración final: 304,447 millones de colones

RN2 - Clasif. terreno

- Llano
- Algo ondulado
- Muy ondulado
- Montañoso



Puentes

Total puentes RN2: 65



Puentes

Total puentes RN2: 65

Clasificación:

C#_NC#_CT#_MT#_ES##_EST-X, donde:

- *C#*: Clasificación del claro máximo
- *NC#*: Número de claros
- *CT#*: Tipo de continuidad estructural
- *MT#*: Material del puente
- *ES##*: Tipo de superestructura (NBI)
- *EST-X*: Estado combinado de la estructura (subestructura + superestructura)



Puentes

Total puentes RN2: 65

Clasificación:

C#_NC#_CT#_MT#_ES##_EST-X, donde:

- *C#*: Clasificación del claro máximo
- *NC#*: Número de claros
- *CT#*: Tipo de continuidad estructural
- *MT#*: Material del puente
- *ES##*: Tipo de superestructura (NBI)
- *EST-X*: Estado combinado de la estructura (subestructura + superestructura)

- Menor que 15m [1]
- Entre 15 m y 35 m [2]
- Entre 35 m y 50 m [3]
- Entre 50 m y 100 m [4]

- Continua (un tramo).
- Continua
- Simplemente apoyada

- Concreto preesforzado [1]
- Concreto reforzado [2]
- Acero [3]

- Losa [1]
- Viga múltiple [2]
- Viga Te [4]
- Marco rígido [7]
- Cercha paso inferior [10]

- Sin información [0]
- Bueno [B], suma entre 1 y 4
- Regular [R], suma entre 5 y 7
- Malo [M], suma entre 8 y 10

Puentes

Concreto: 1,757,000 colones/m²

Acero: 1,952,000 colones/m²

Valoración final: 66,788 millones de colones

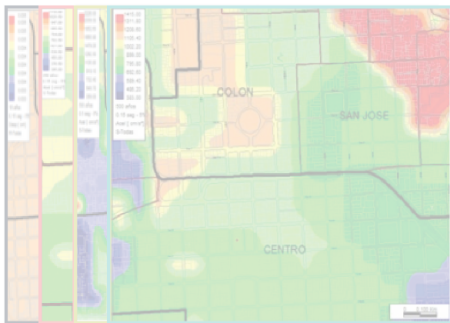


Modelos de vulnerabilidad

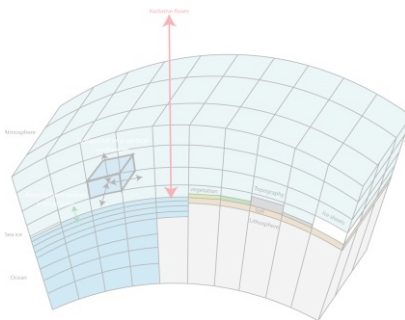
EXPOSICIÓN



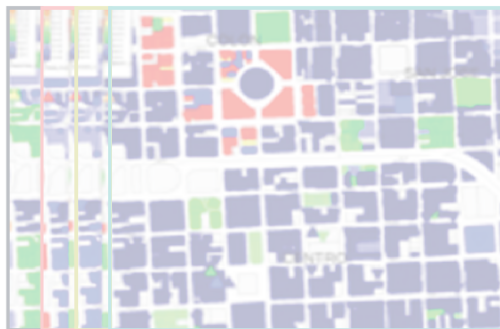
AMENAZA



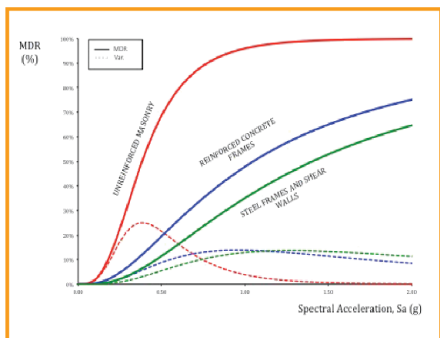
CAMBIO CLIMÁTICO



RIESGO

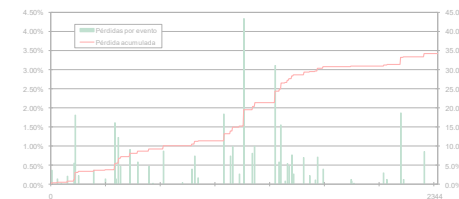


VULNERABILIDAD



MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



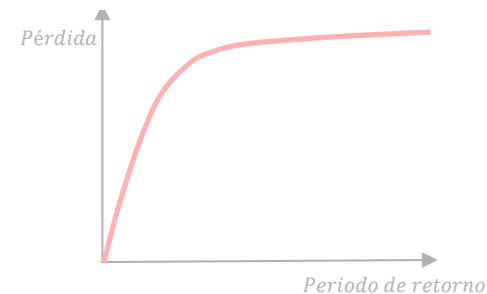
Curva de Excedencia de Pérdidas



Tasa de excedencia de pérdida
[#/año]

Pérdida [unidades monetarias]

Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

Intervención física

Protección financiera

Respuesta

...

Vulnerabilidad

¿Qué nivel de daño experimentará un elemento expuesto cuando se le somete a una intensidad con características determinadas?



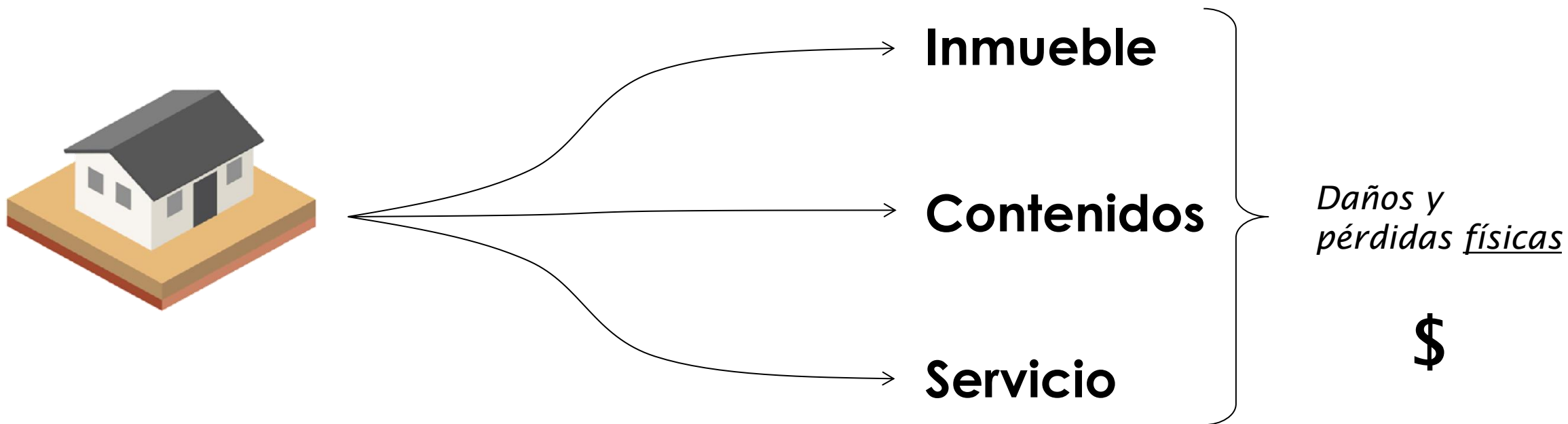
**Evento de
amenaza**



**Costo del
daño**



Estados de daño



Estados de daño



Daño Leve

Baja intensidad

Alta intensidad



Estados de daño



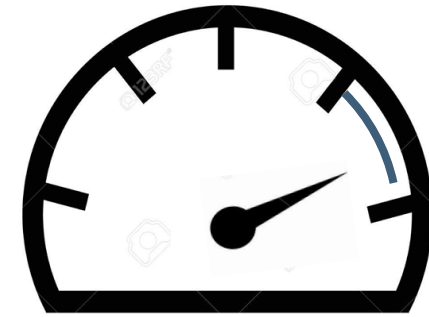
**Daño
Moderado**

Baja intensidad

Alta intensidad



Estados de daño



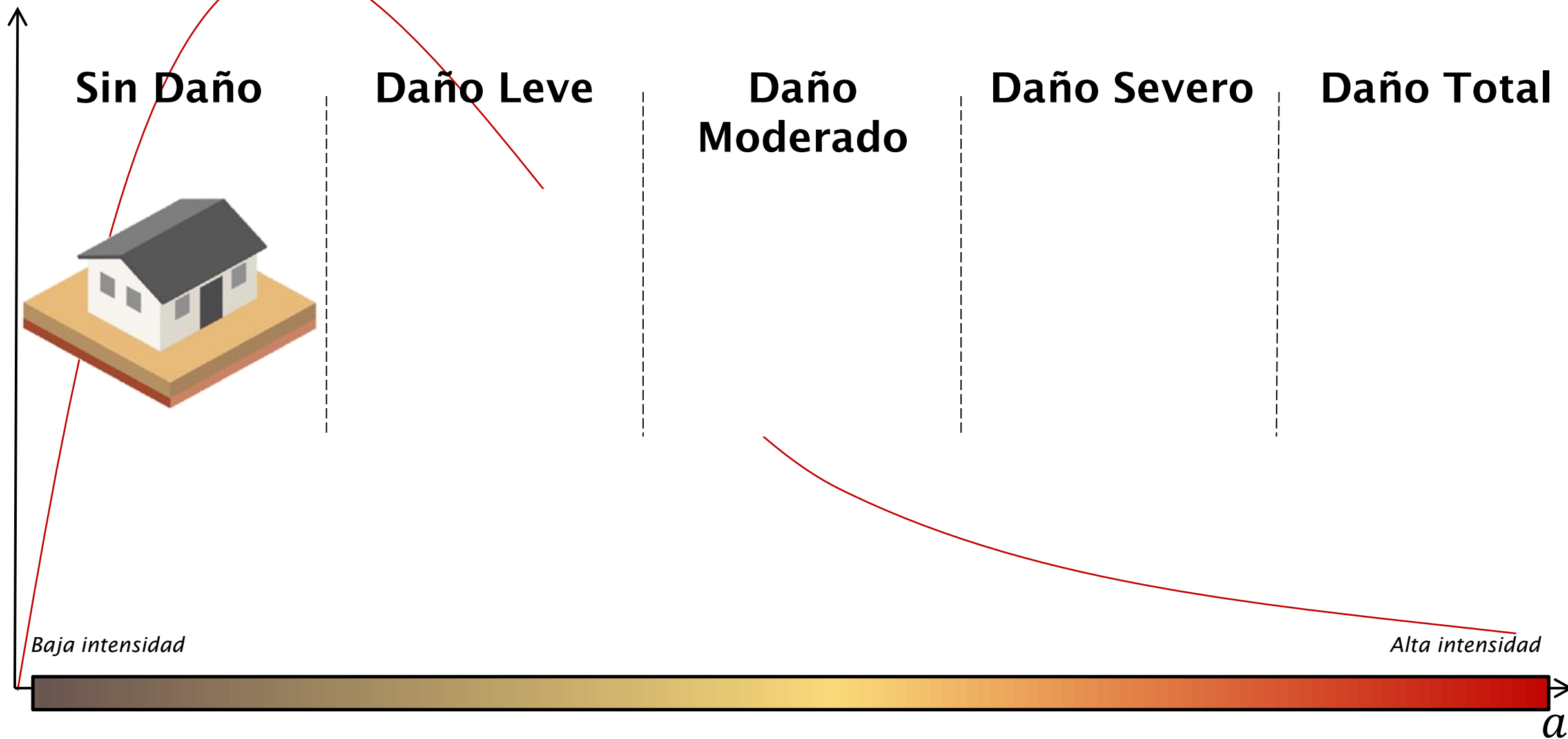
Daño Severo

Baja intensidad

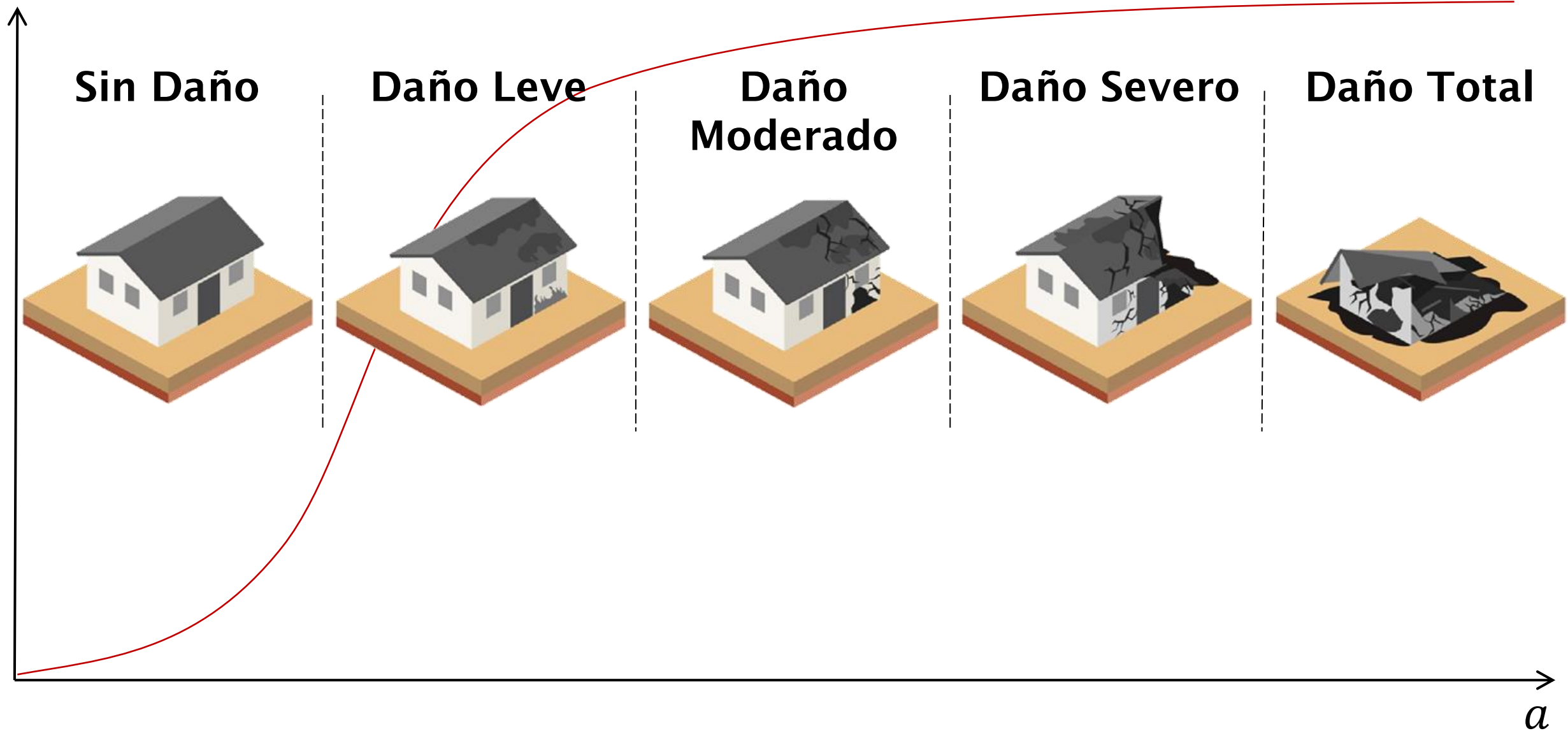
Alta intensidad



f_a Estados de daño

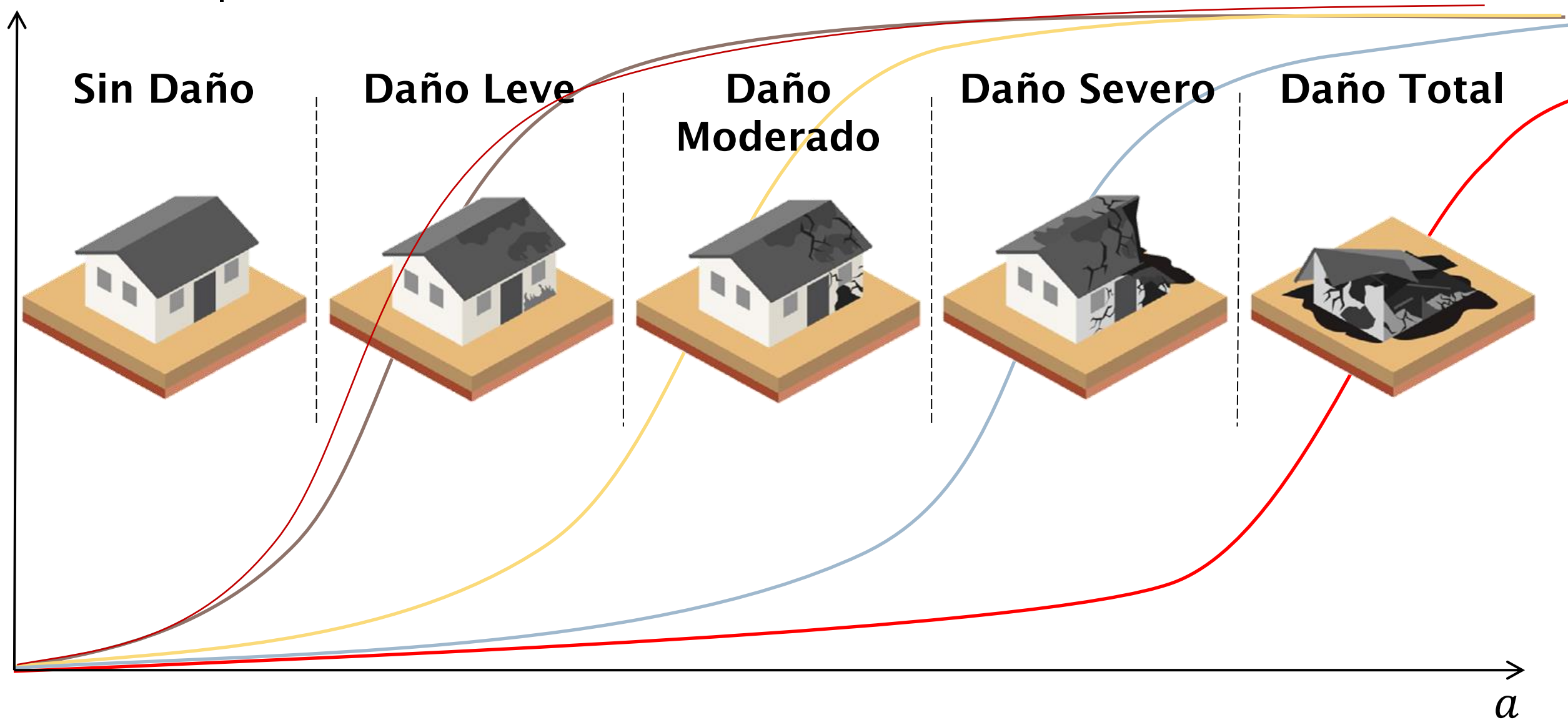


F_a Estados de daño



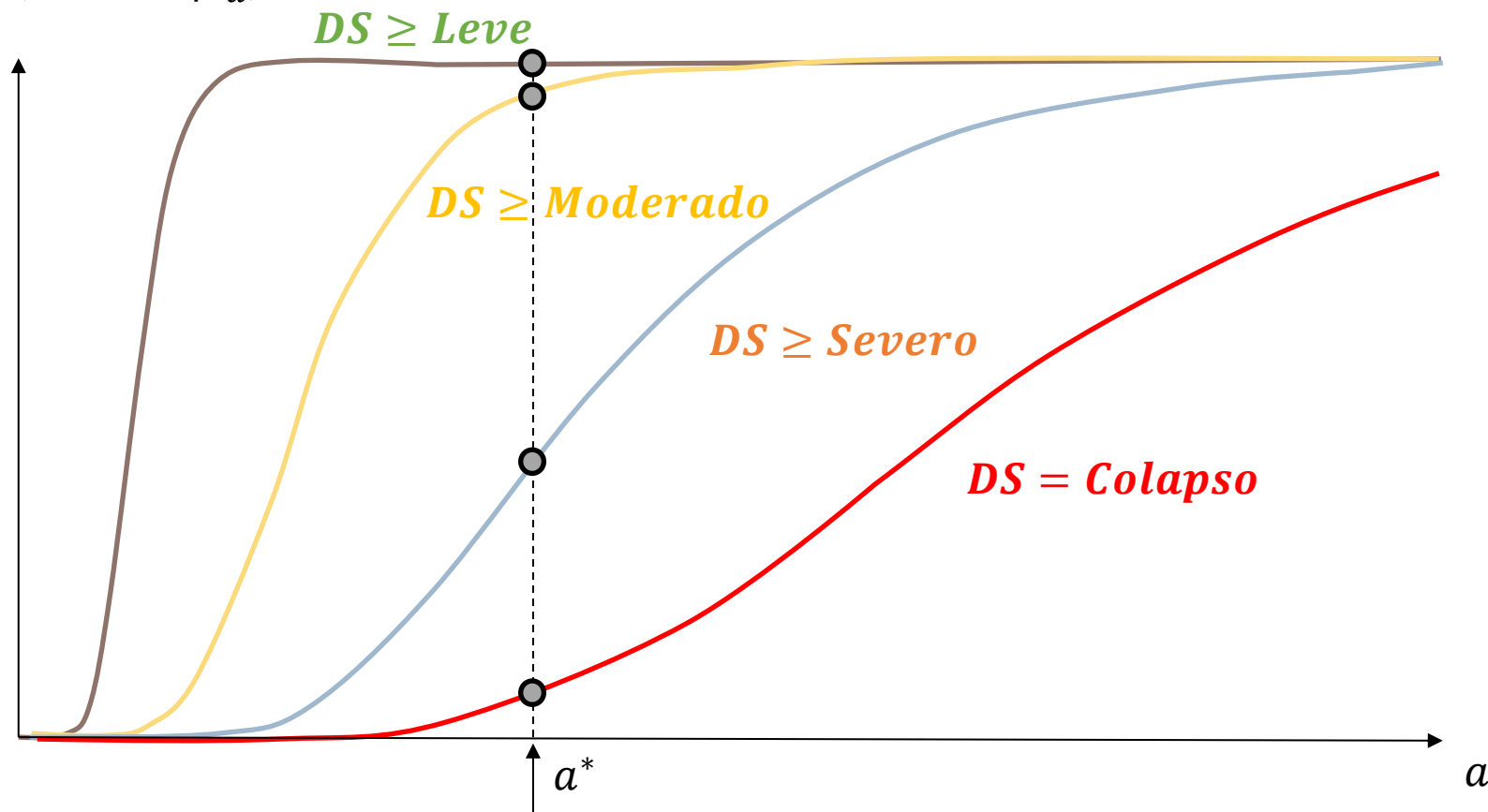
Estados de daño

$$P(DS \geq as | a)$$



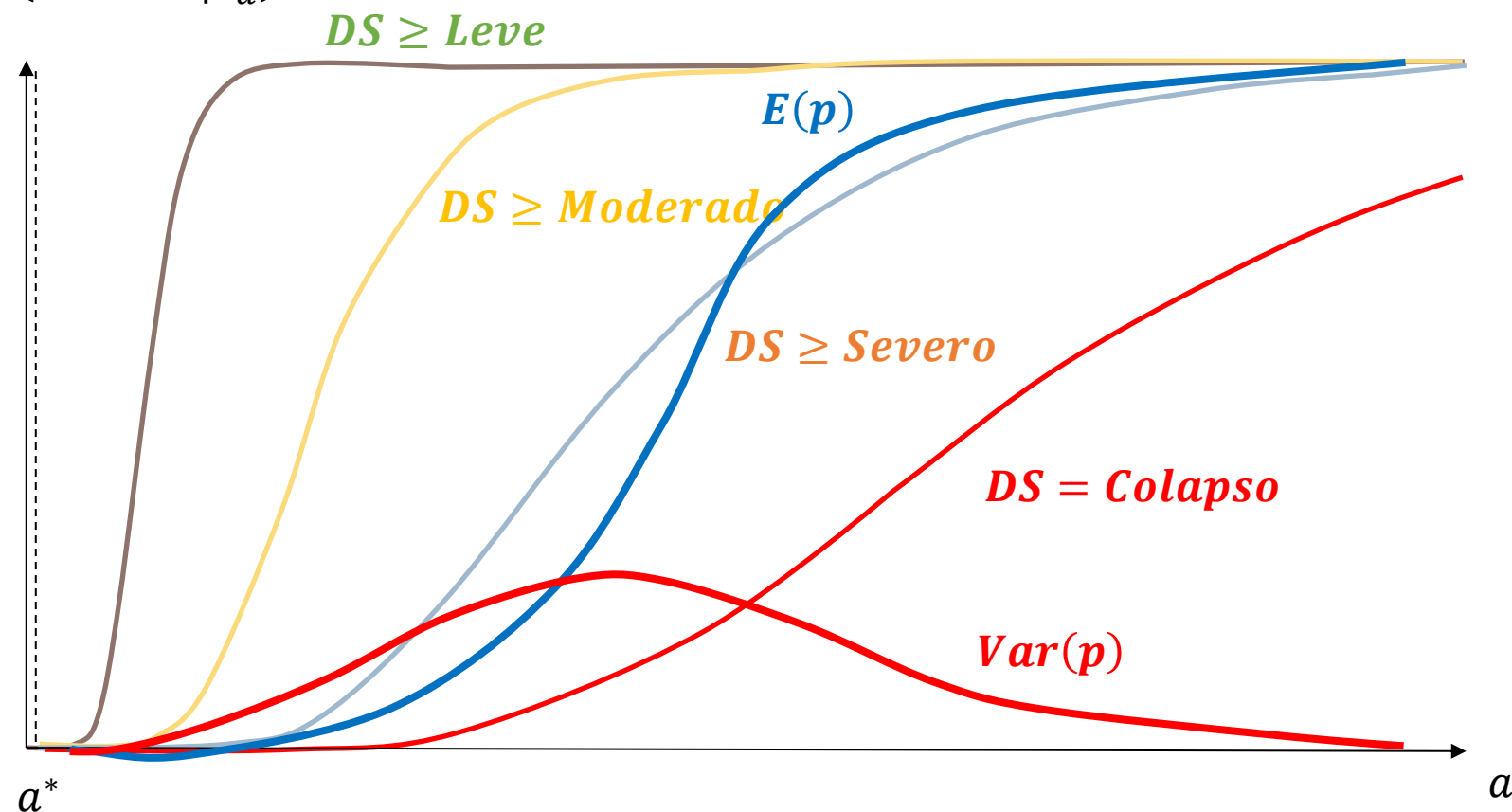
Curvas de fragilidad

$$P(DS \geq ds|S_d)$$



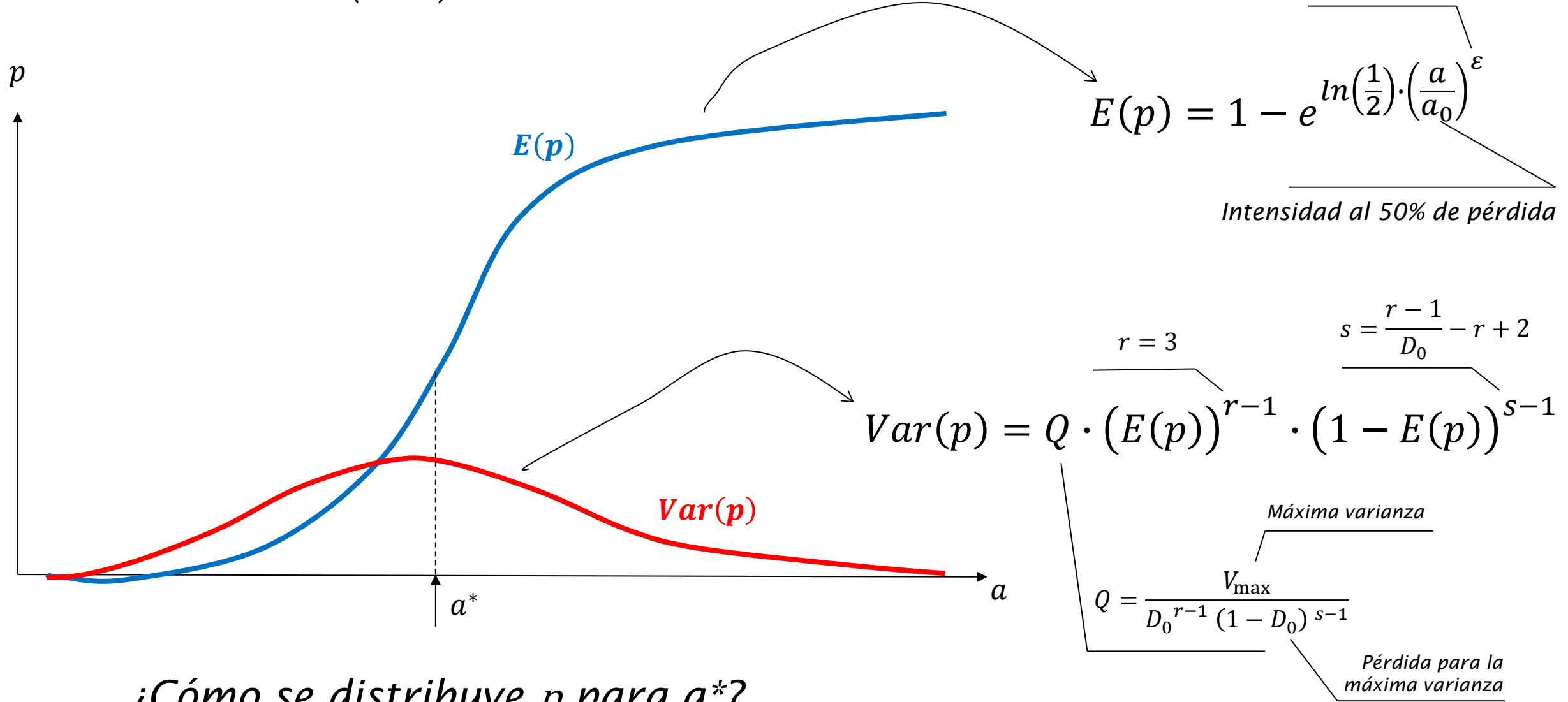
Curvas de fragilidad

$$P(DS \geq ds | S_d)$$

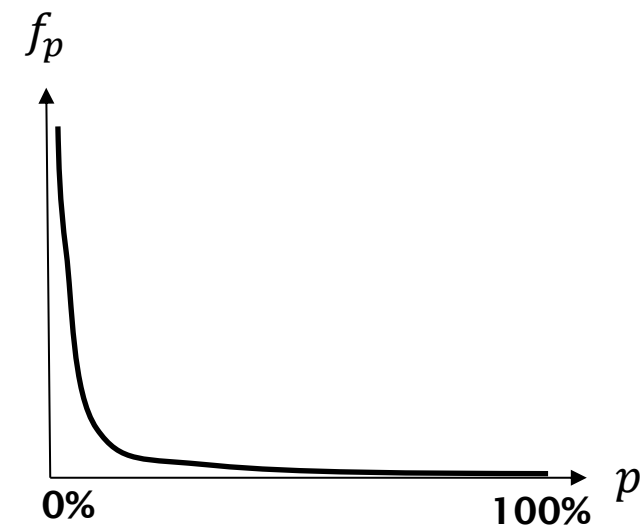
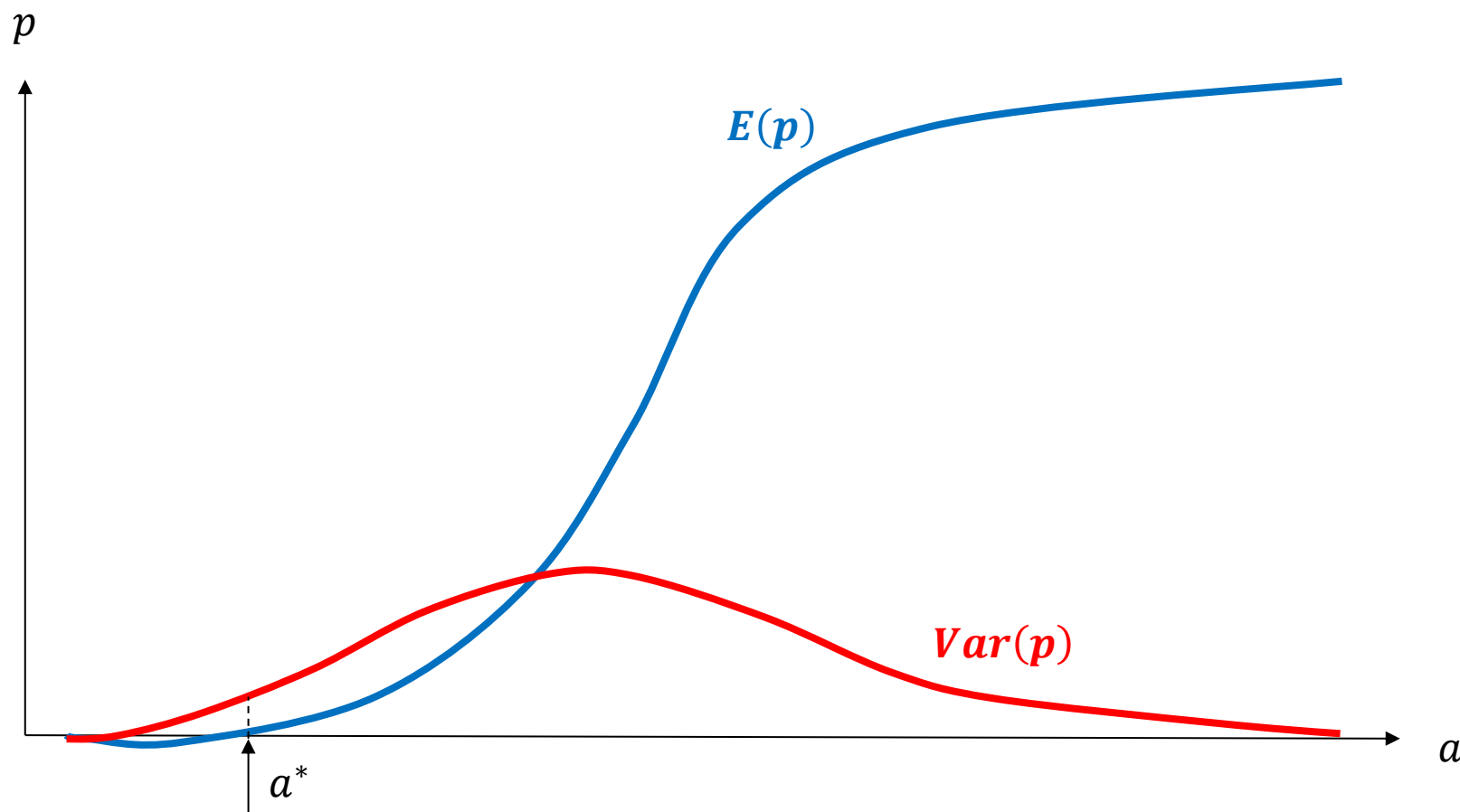


Curvas de vulnerabilidad

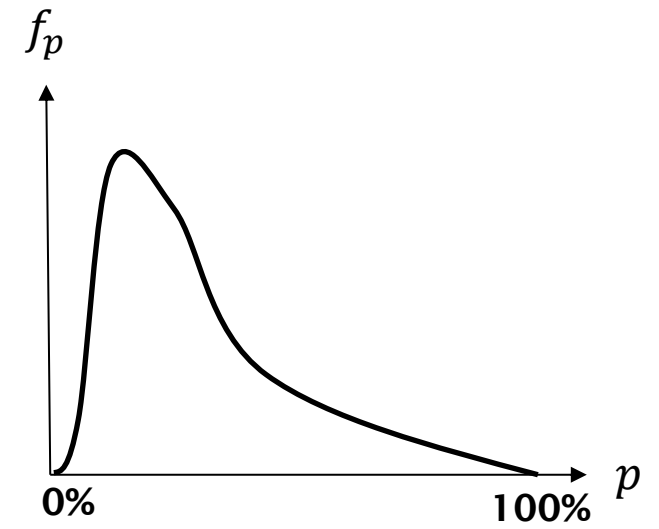
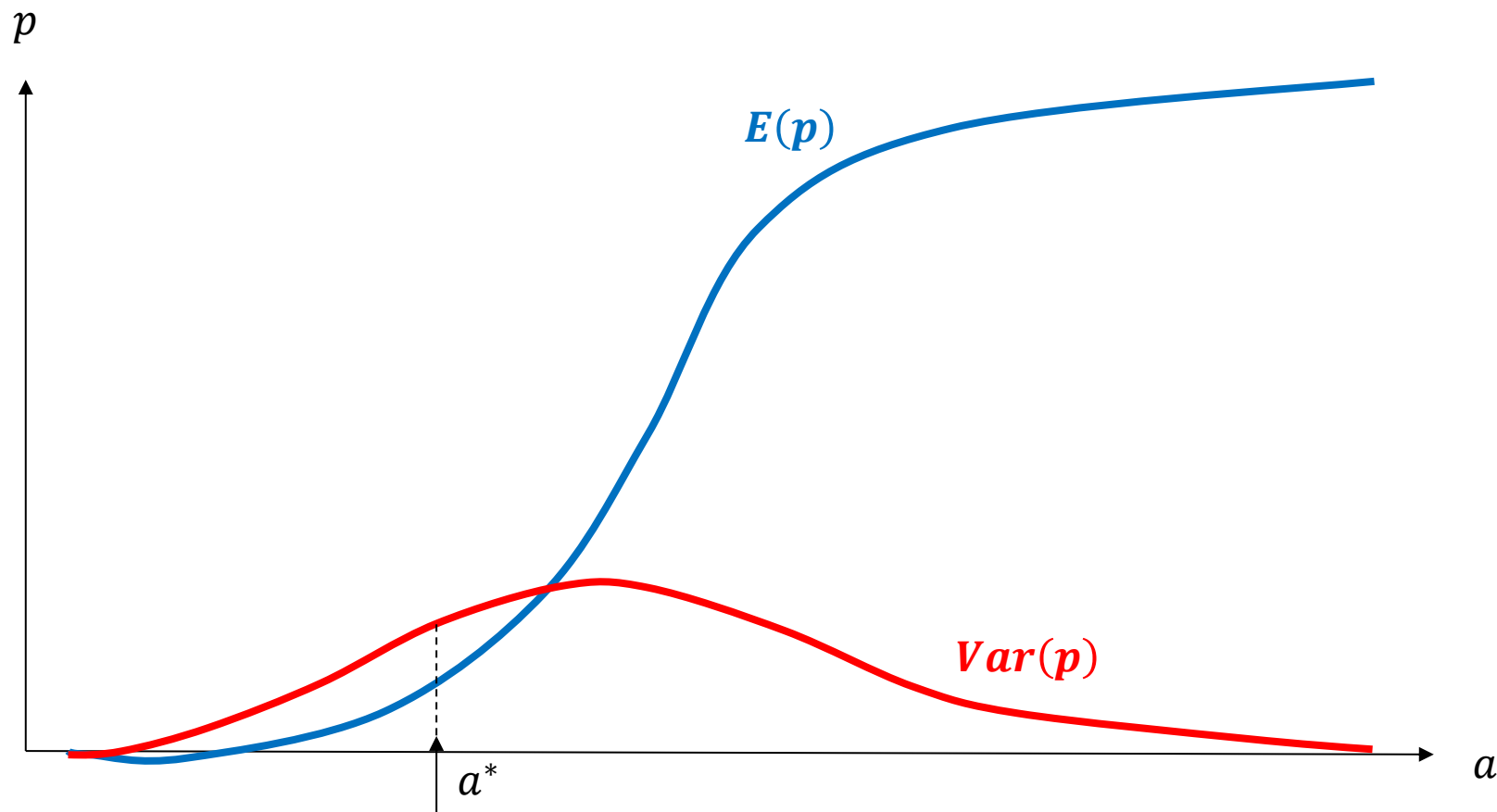
Formulación del ATC-13 (1985)



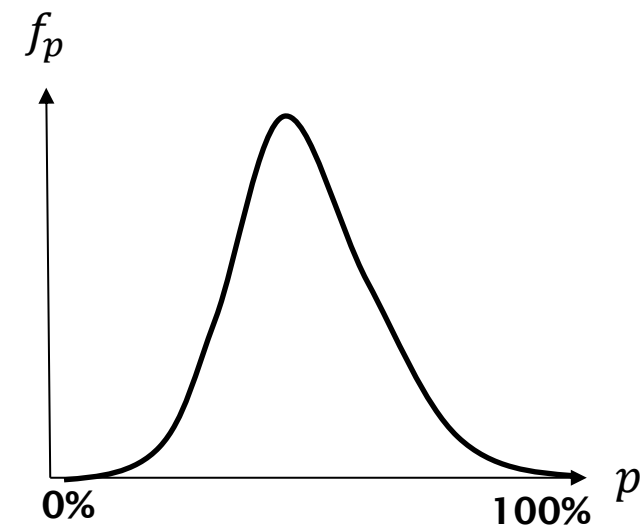
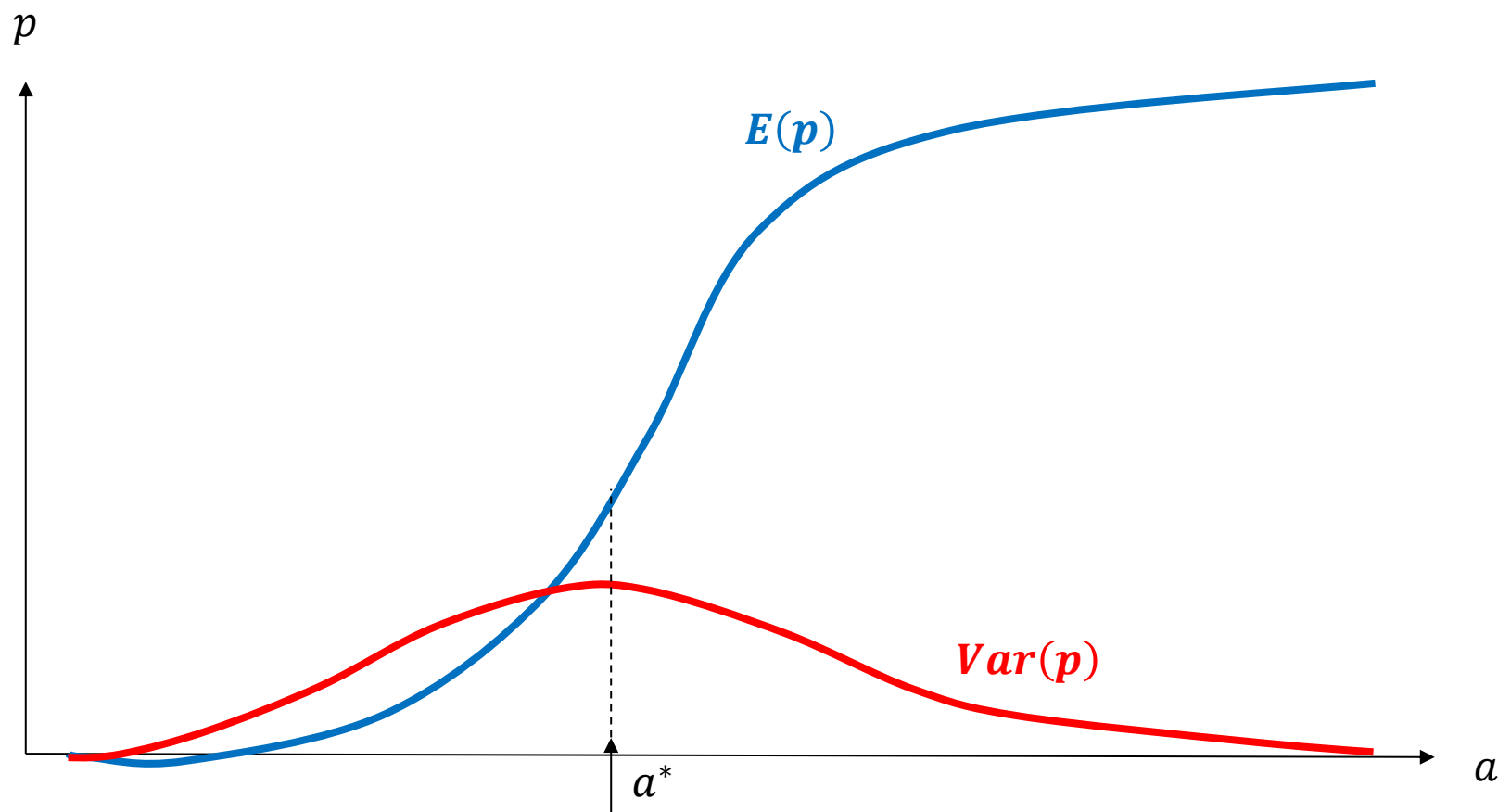
Curvas de vulnerabilidad



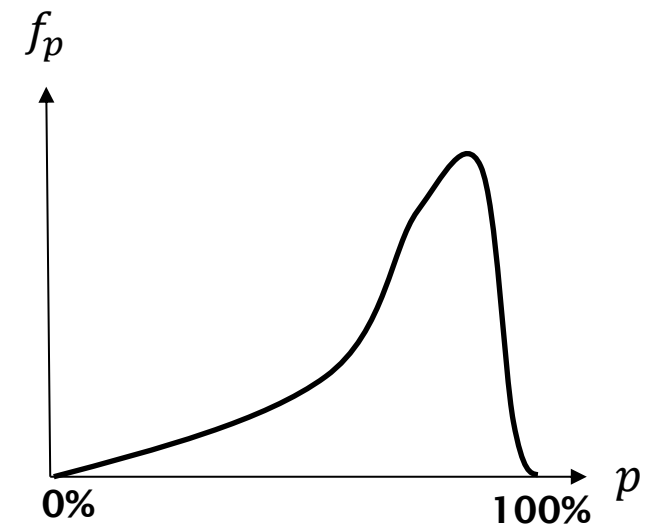
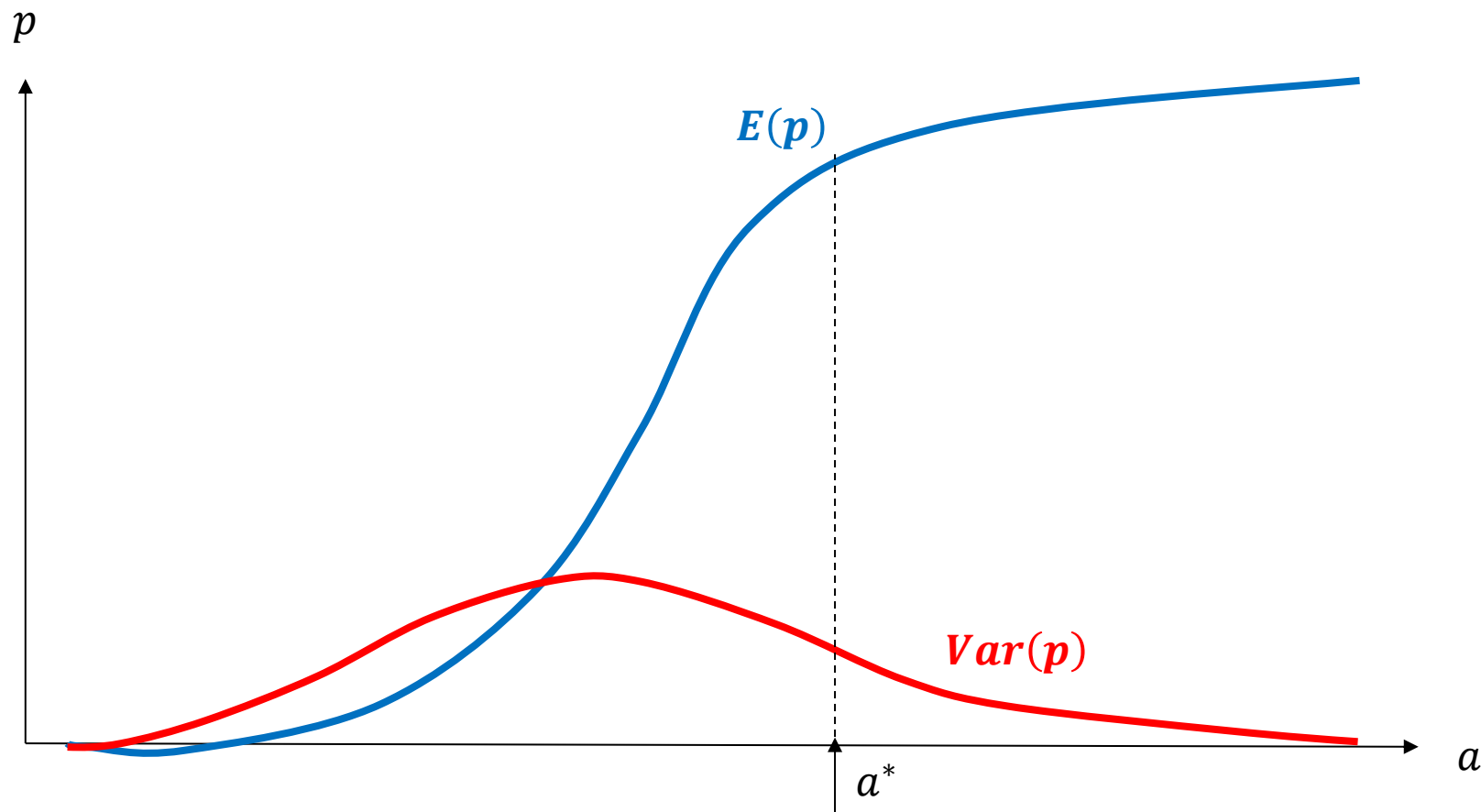
Curvas de vulnerabilidad



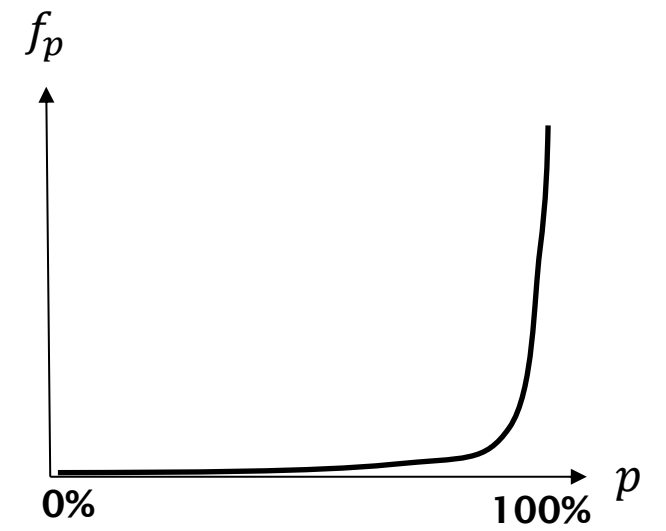
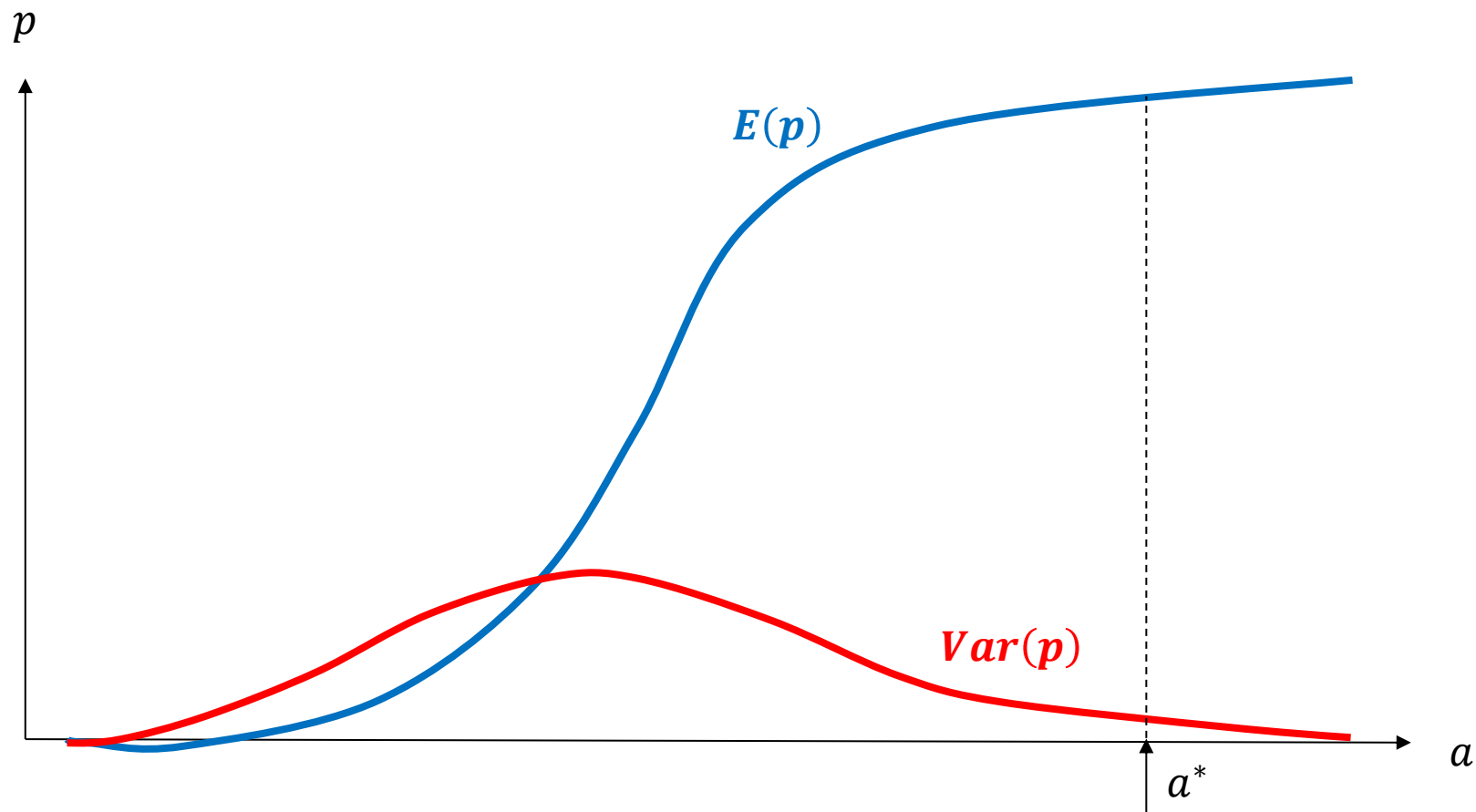
Curvas de vulnerabilidad



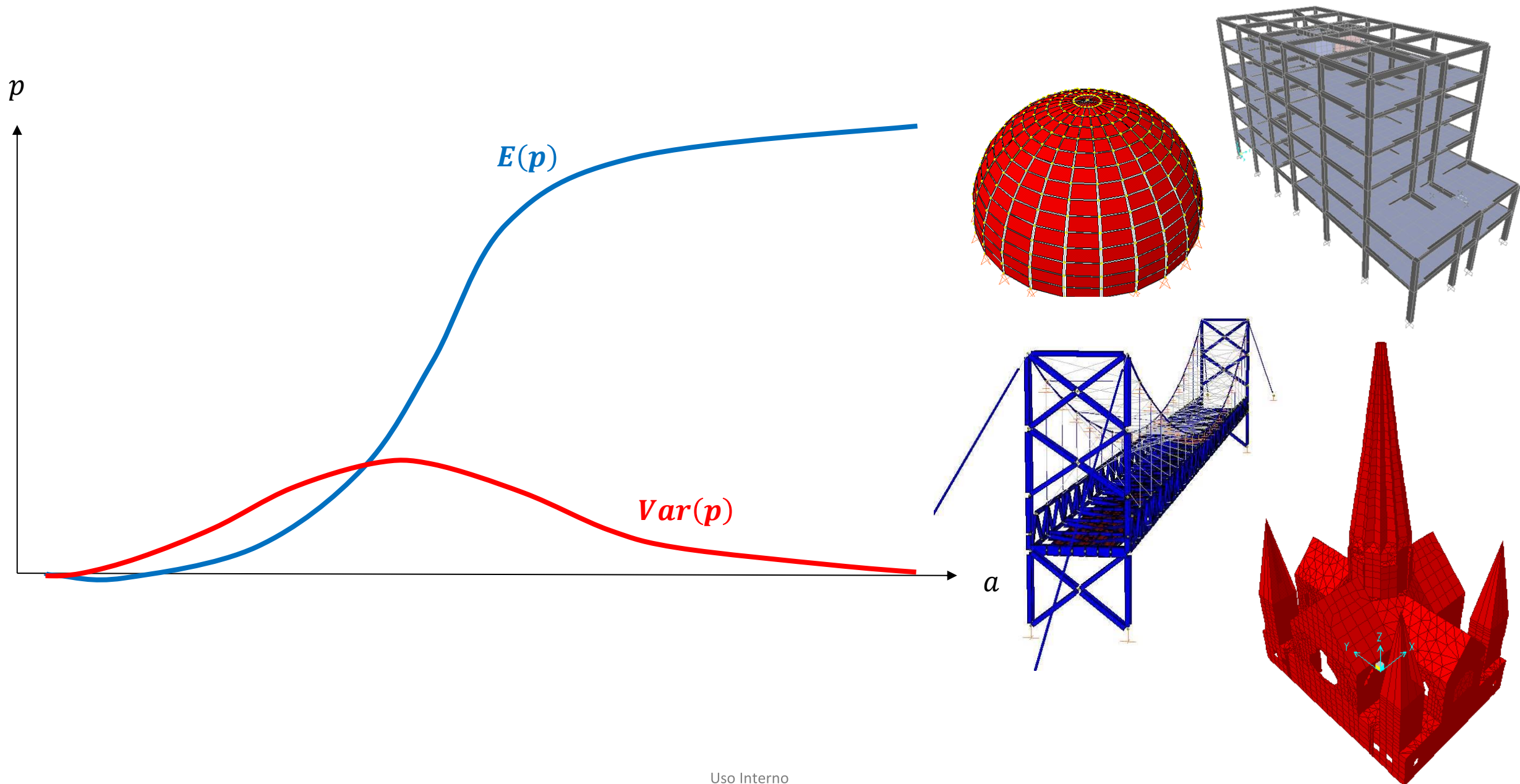
Curvas de vulnerabilidad

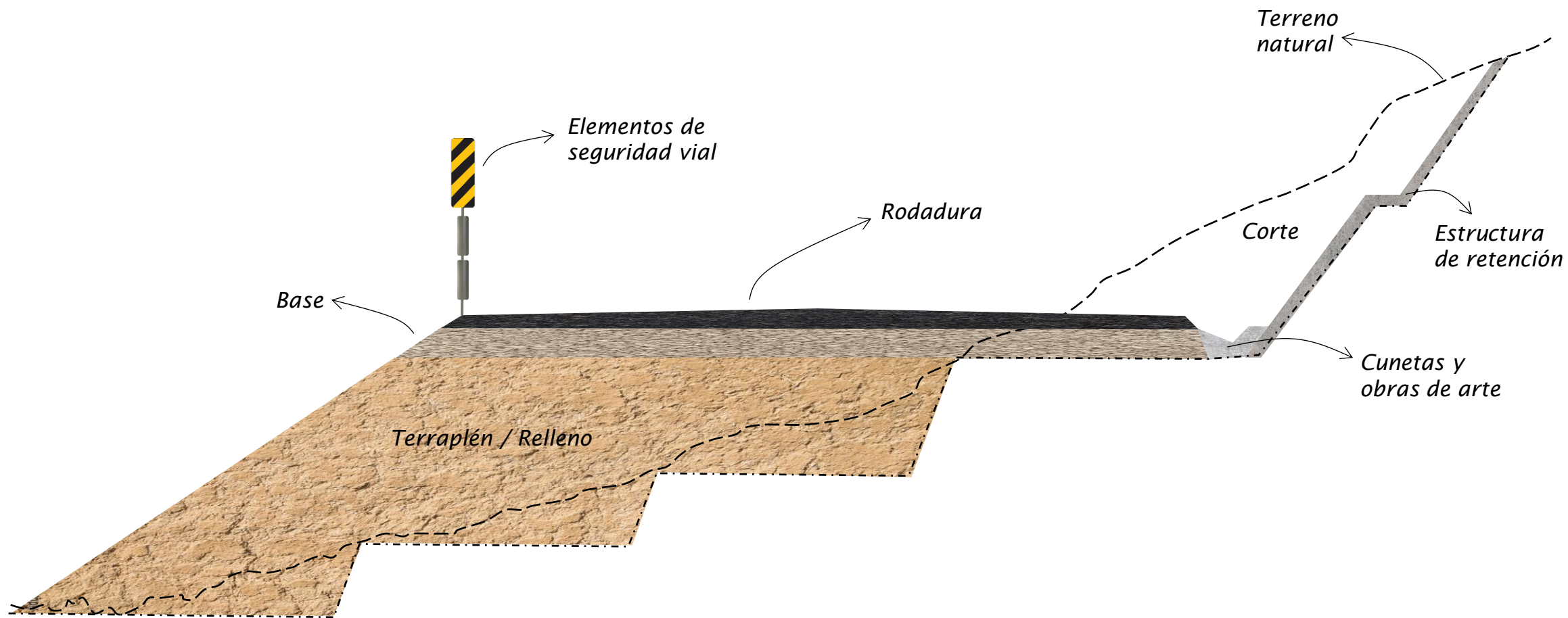


Curvas de vulnerabilidad

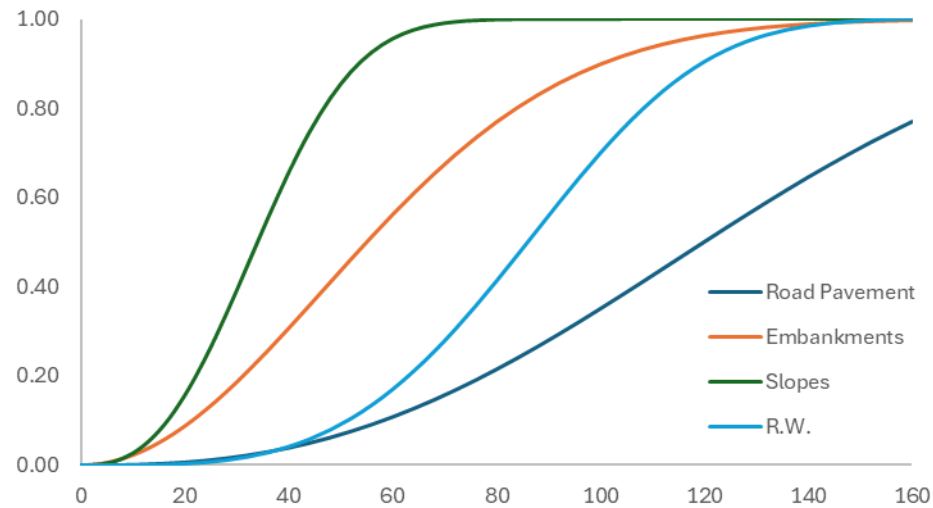
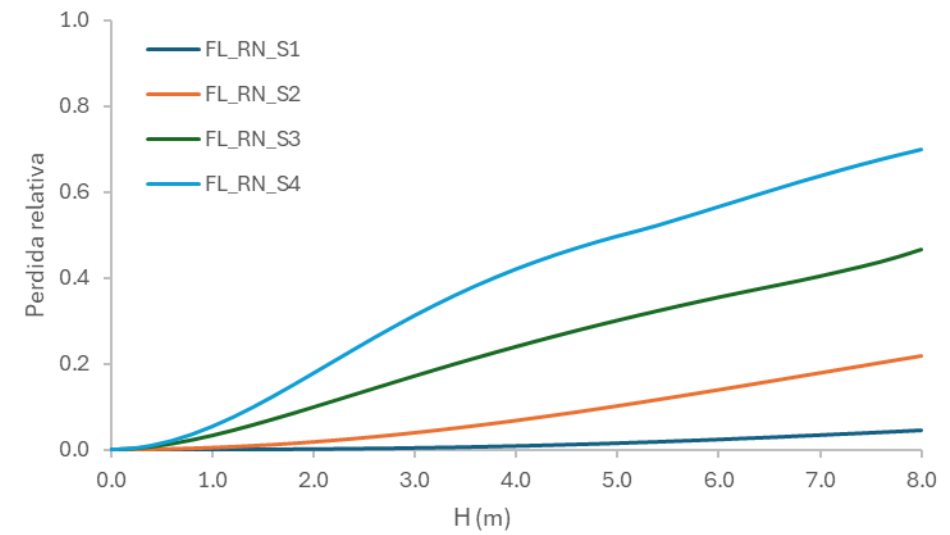
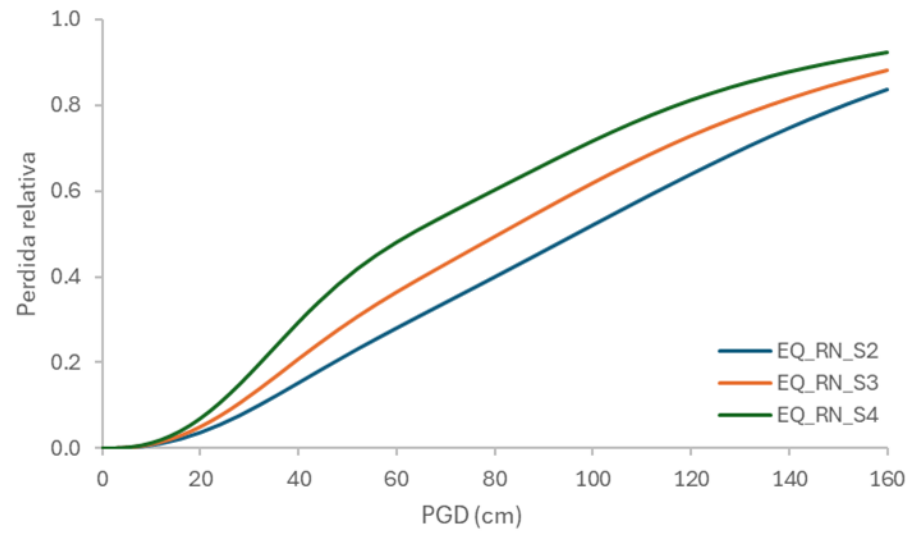


Curvas de vulnerabilidad

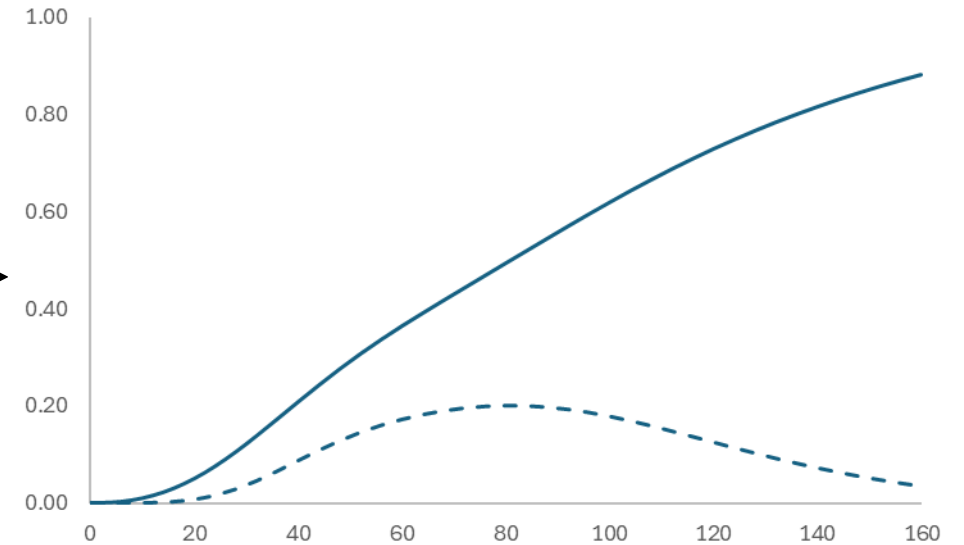
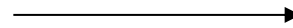




Vulnerabilidad



Ejemplo:
Arquetipo EQ
RN_S3



Vulnerabilidad

C#_NC#_CT#_MT#_ES##_EST-X [Código clasificación INGENIAR]

Código	Clasificación por
C#	Longitud del puente
NC#	Numero de claros
CT#	Continuidad de la superestructura
MT##	Material de la superestructura
ES##	Superestructura (clasif. NBI)
EST-X	Estado de la estructura

Ejemplo

C2_NC1_CT1_MT2_ES4_EST-R [Código clasificación INGENIAR]

Puente de entre 15 m a 35 m de un claro, viga continua, tipología viga Te (NBI = 04) de concreto reforzado y estado regular

Equivalencia NBI (a partir de material y superestructura) = 104 (Concreto, viga Te)

Código NBI	NBI
1	Concreto
2	Concreto continuo
3	Acero
4	Acero continuo
5	Concreto preesforzado
6	Concreto preesforzado continuo
7	Madera
8	Mampostería
9	Aluminio, hierro
0	Otros



Código NBI	Tipología	Elevación y sección típica	Puente en red nacional
01	Losa		
02	Viga múltiple		
03	Viga principal con vigas de piso (incluye cercha de paso medio)		
04	Viga Te O Doble Te		
05	Cajón Múltiple		



Tipología	Código equivalente NBI
Losa	101,301,501
Viga simple	Viga tipo I 102,302,502
	Viga T 104,304,504
	Cajón 105, 106 ,305, 306, 505, 506,
	Troncos 702
	Otros 902,802,122,322,522
Viga continua	Losa 201,401,601
	Viga tipo I 202,402,602
	Viga T 204,404,604
	Cajón 205,206 ,405,406,605,606
	Troncos 702
	Otros 902,802,222,422,622
Marco rígido	107,207,507,607
Cercha paso inferior	310,410
Cercha paso superior	309,409
Arco paso inferior	112,212,312,412
Arco paso superior	111,211,311,411,511,611,811
Colgantes	313,413
Atirantados	314,414
Cercha tipo Pony y Bailey	303
Otros	Todos las demás

Vulnerabilidad

Table 7-1 Hazus Bridge Classification Scheme

Class	NBI Class	State	Year Built	# Spans	Length of Max. Span (meter)	Length less than 20 m	K ₃₀	I-shape	Design	Description
HWB1	All	Non-CA	<1990		> 150	N/A	EQ1	0	Conventional	Major Bridge – Length >150 m
HWB1	All	CA	<1975		> 150	N/A	EQ1	0	Conventional	Major Bridge – Length >150 m
HWB2	All	Non-CA	>=1990		> 150	N/A	EQ1	0	Seismic	Major Bridge – Length > 150 m
HWB2	All	CA	>=1975		> 150	N/A	EQ1	0	Seismic	Major Bridge – Length >150 m
HWB3	All	Non-CA	<1990	1		N/A	EQ1	1	Conventional	Single Span
HWB3	All	CA	<1975	1		N/A	EQ1	1	Conventional	Single Span
HWB4	All	Non-CA	>=1990	1		N/A	EQ1	1	Seismic	Single Span
HWB4	All	CA	>=1975	1		N/A	EQ1	1	Seismic	Single Span
HWB5	101-106	Non-CA	<1990			N/A	EQ1	0	Conventional	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB6	101-106	CA	<1975			N/A	EQ1	0	Conventional	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB7	101-106	Non-CA	>=1990			N/A	EQ1	0	Seismic	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB7	101-106	CA	>=1975			N/A	EQ1	0	Seismic	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB8	205-206	CA	<1975			N/A	EQ2	0	Conventional	Single Col., Box Girder – Continuous Concrete
HWB9	205-206	CA	>=1975			N/A	EQ3	0	Seismic	Single Col., Box Girder – Continuous Concrete

Class	Sa [1.0 sec in g's] for Damage Functions due to Ground Shaking			
	Slight	Moderate	Extensive	Complete
HWB1	0.40	0.50	0.70	0.90
HWB2	0.60	0.90	1.10	1.70
HWB3	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB4	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB5	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB6	0.30	0.50	0.60	0.90
HWB7	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB8	0.35	0.45	0.55	0.80
HWB9	0.60	0.90	1.30	1.60

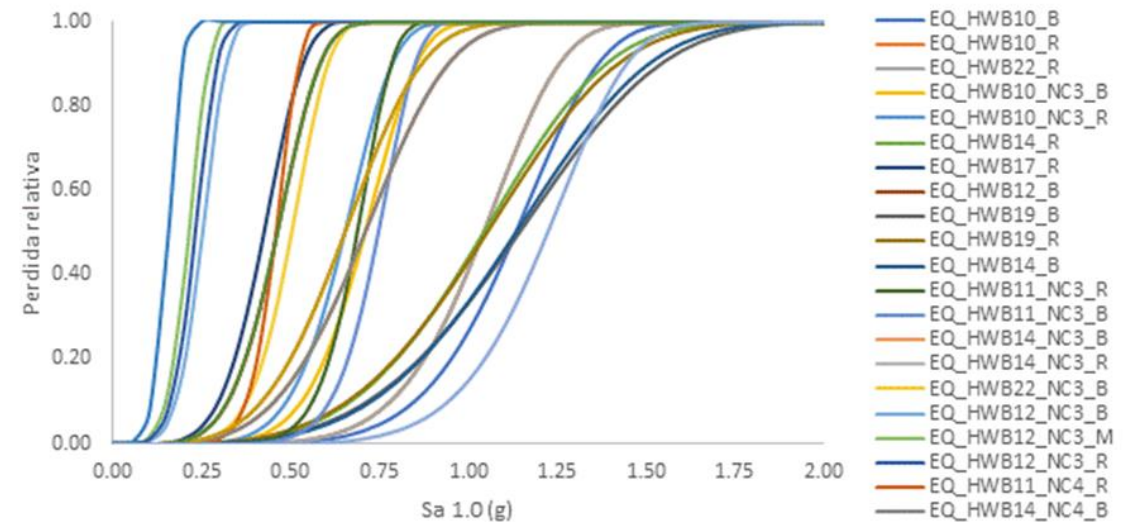
Ejemplo

C2_NC1_CT1_MT2_ES4_EST-R [Código clasificación INGENIAR]

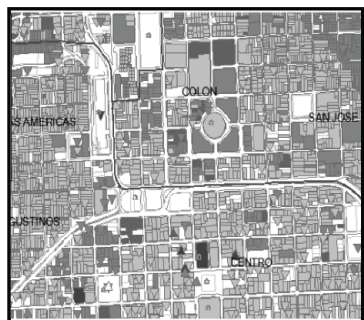
Puente de entre 15 m a 35 m de un claro, viga continua, tipología viga Te (NBI = 04) de concreto reforzado y estado regular

Equivalencia NBI (a partir de superestructura y material) = 104 (Concreto, viga Te)

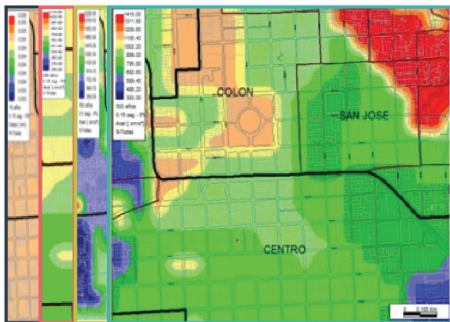
Utilizando la información brindada por el código, se revisa la clasificación de puentes de HAZUS EQ 6.1 y se obtienen los valores de las curvas de fragilidad



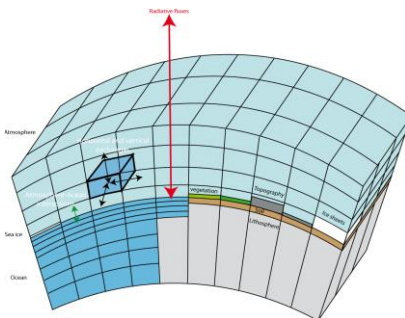
EXPOSICIÓN



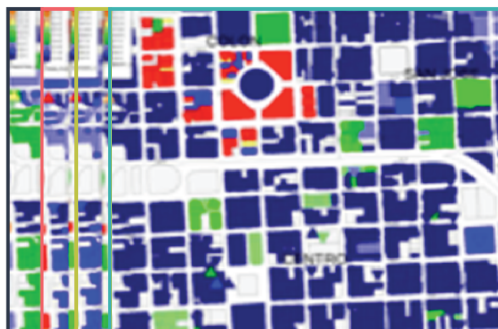
AMENAZA



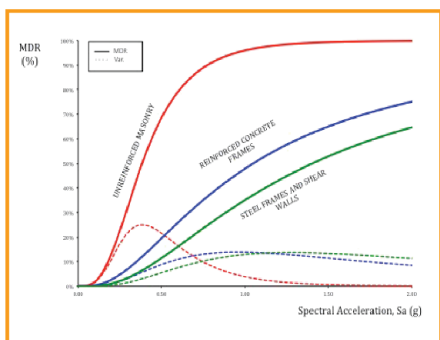
CAMBIO CLIMÁTICO



RIESGO

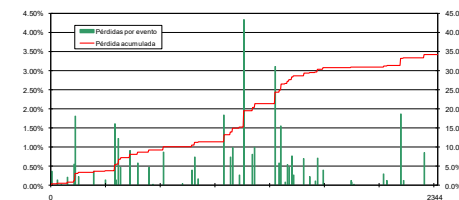


VULNERABILIDAD

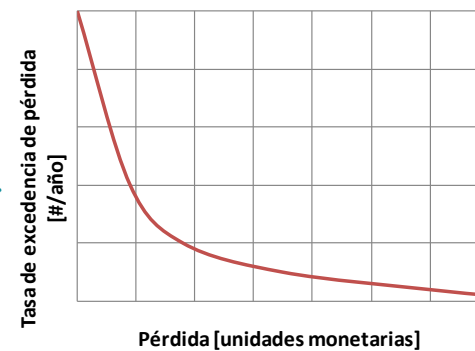


MÉTRICAS DE RIESGO

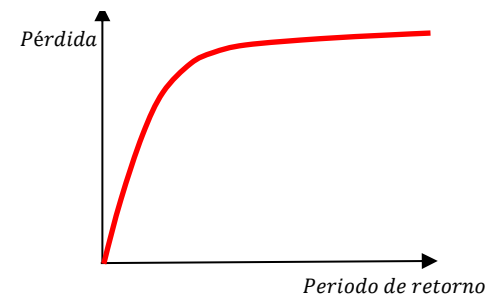
Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

Intervención física

Protección financiera

Respuesta

...

¿Otra Ruta Nacional?





www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com

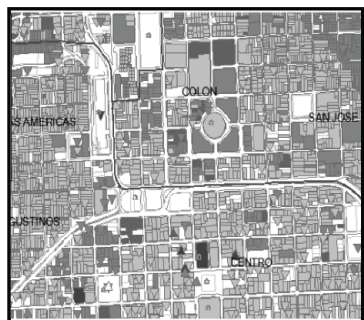


GRMA – Costa Rica

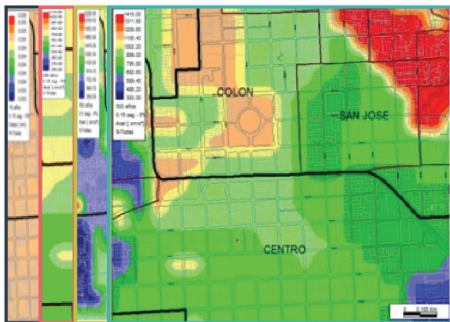
**Proyecto Operacional 2: Riesgo de inundaciones
y sequías para pequeños y medianos
productores agropecuarios**

Estado de avance

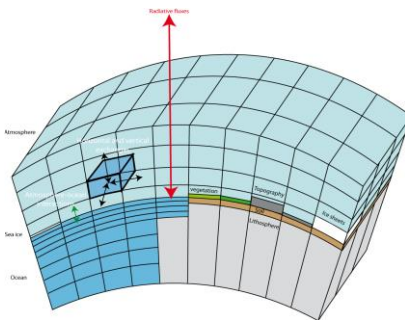
EXPOSICIÓN



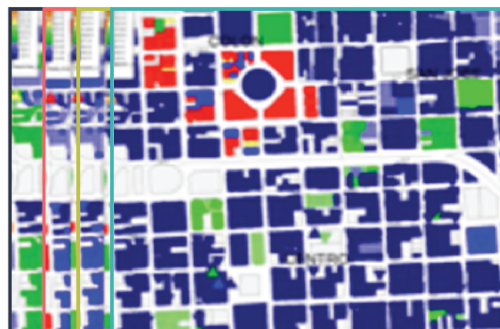
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

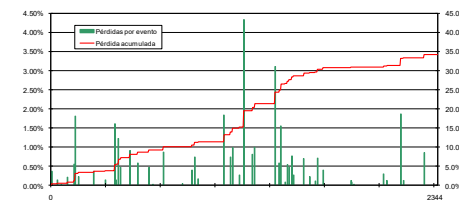


RIESGO

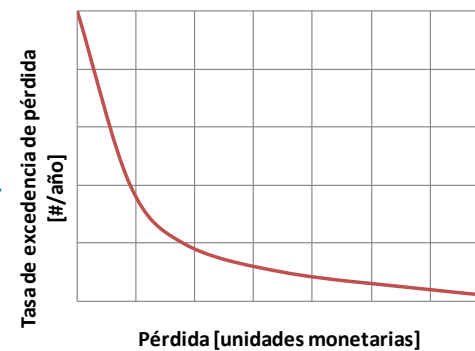


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

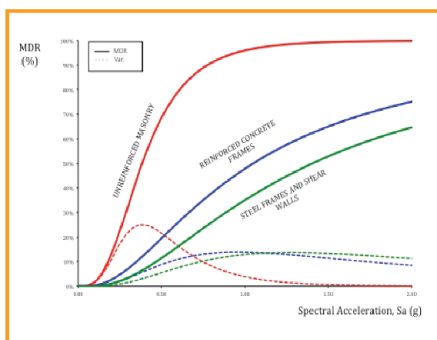
Intervención física

Protección financiera

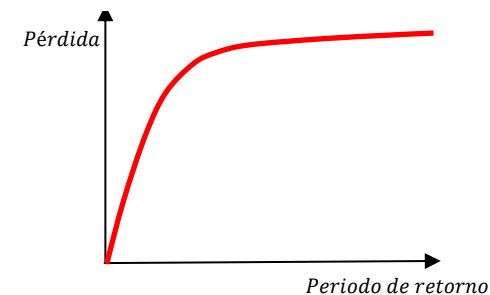
Respuesta

...

VULNERABILIDAD



Curva de PML

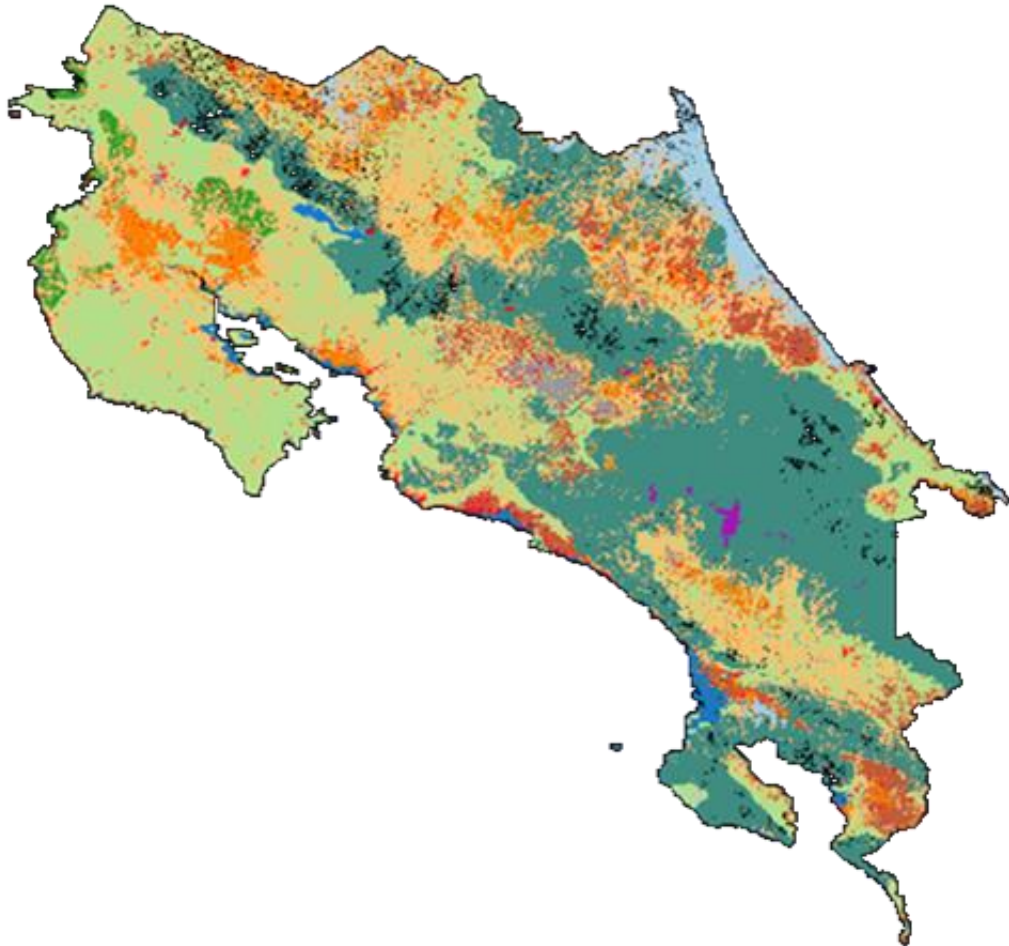


Alcance de la modelación

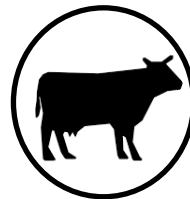
Caña de azúcar

Café

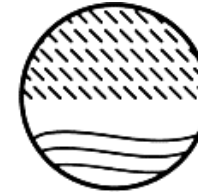
Ganadería extensiva (bovinos)



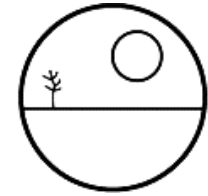
Cultivos



Ganadería
extensiva

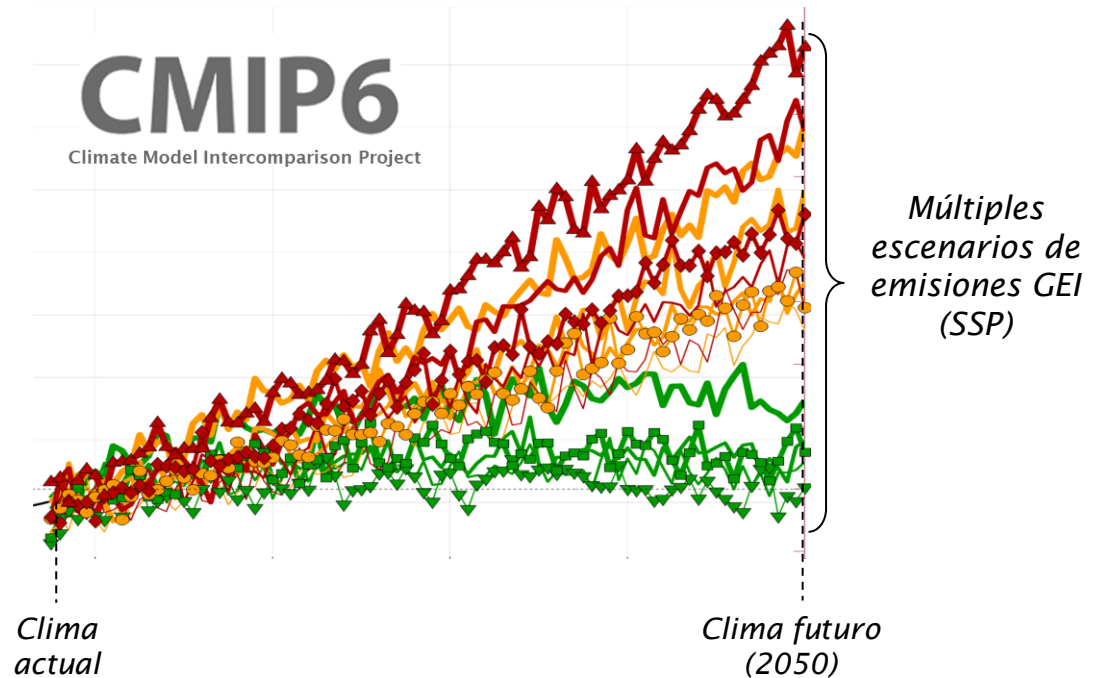


Inundaciones



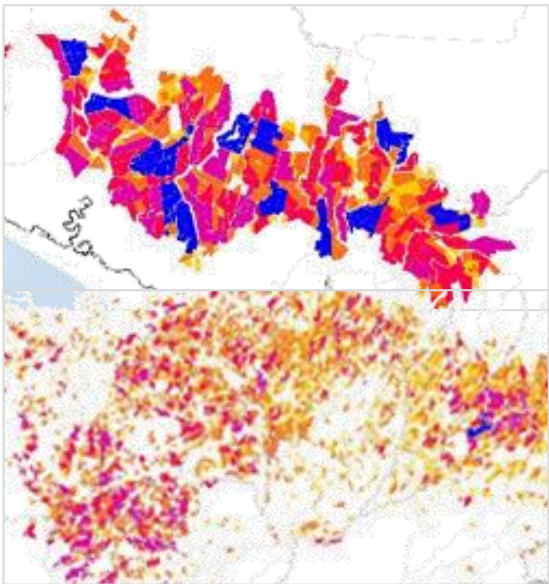
Sequías

Cambio climático



Proyecto Operacional 2 - Agropecuario

Proyecto Operacional 2
Agropecuario

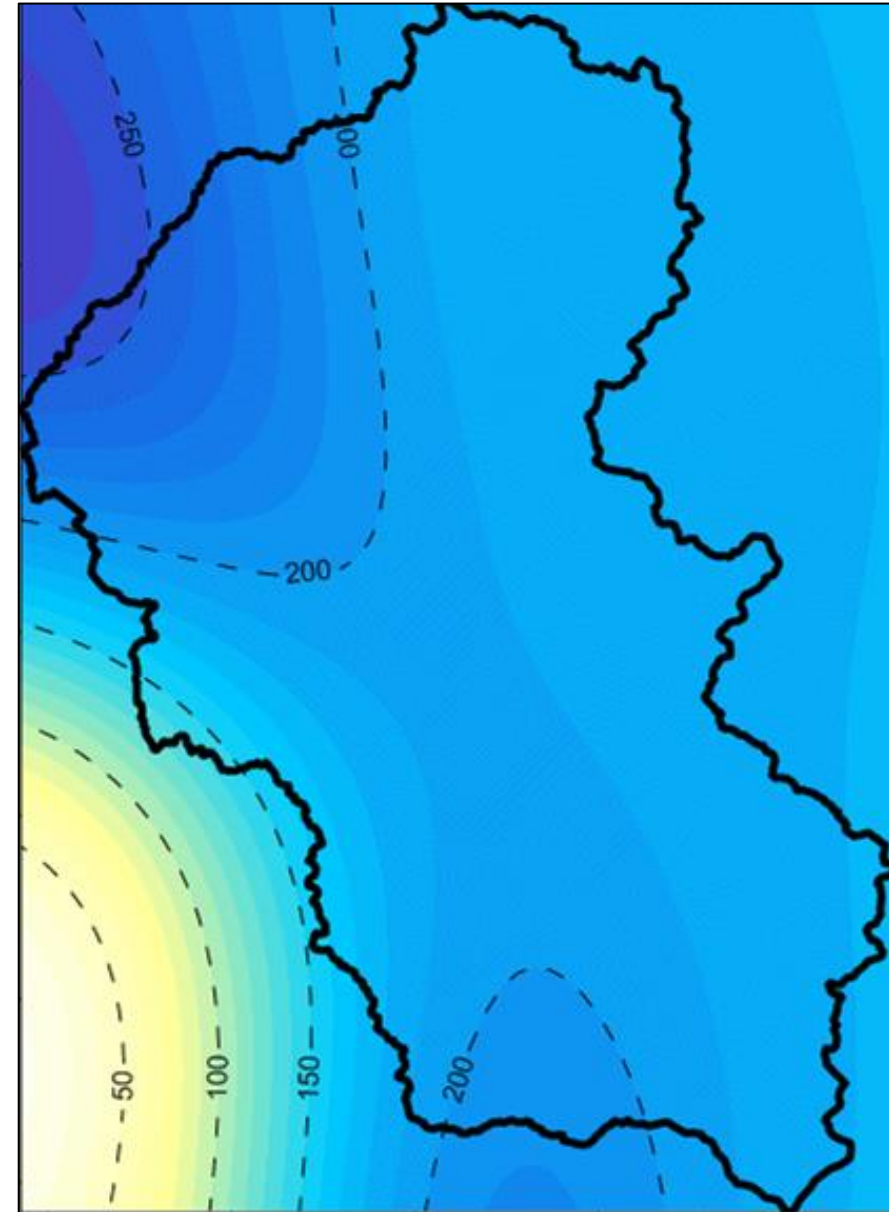


Evaluación del riesgo climático para pequeños productores ganaderos y de café y caña

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																	



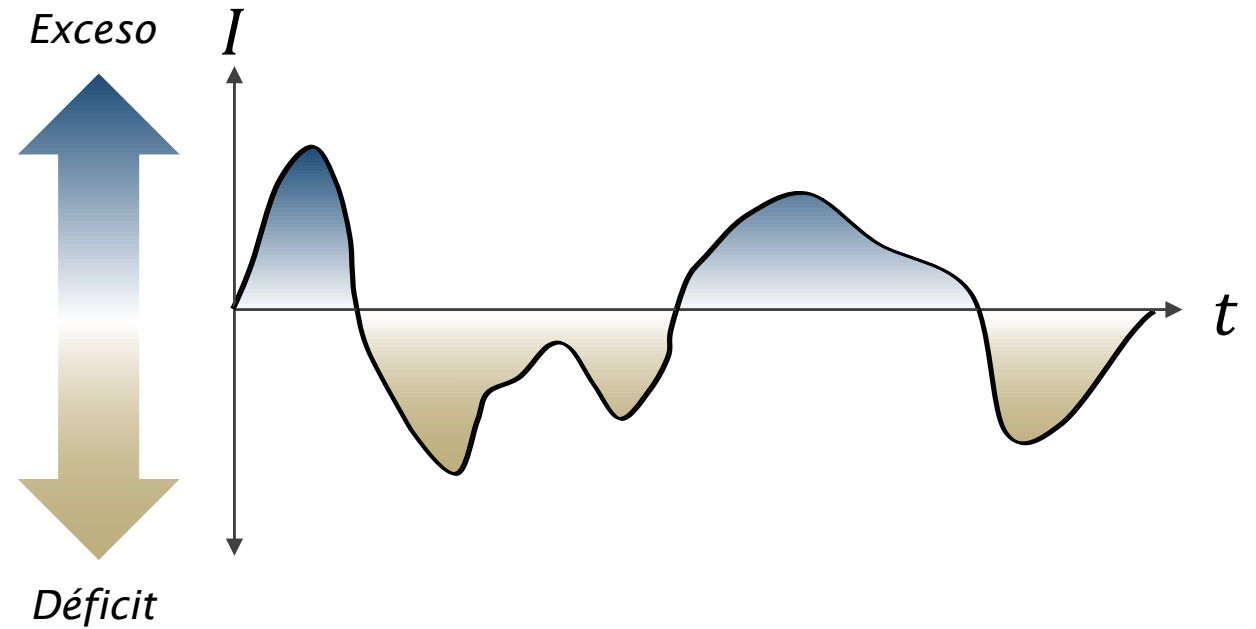
1. Modelo climático



Actividades

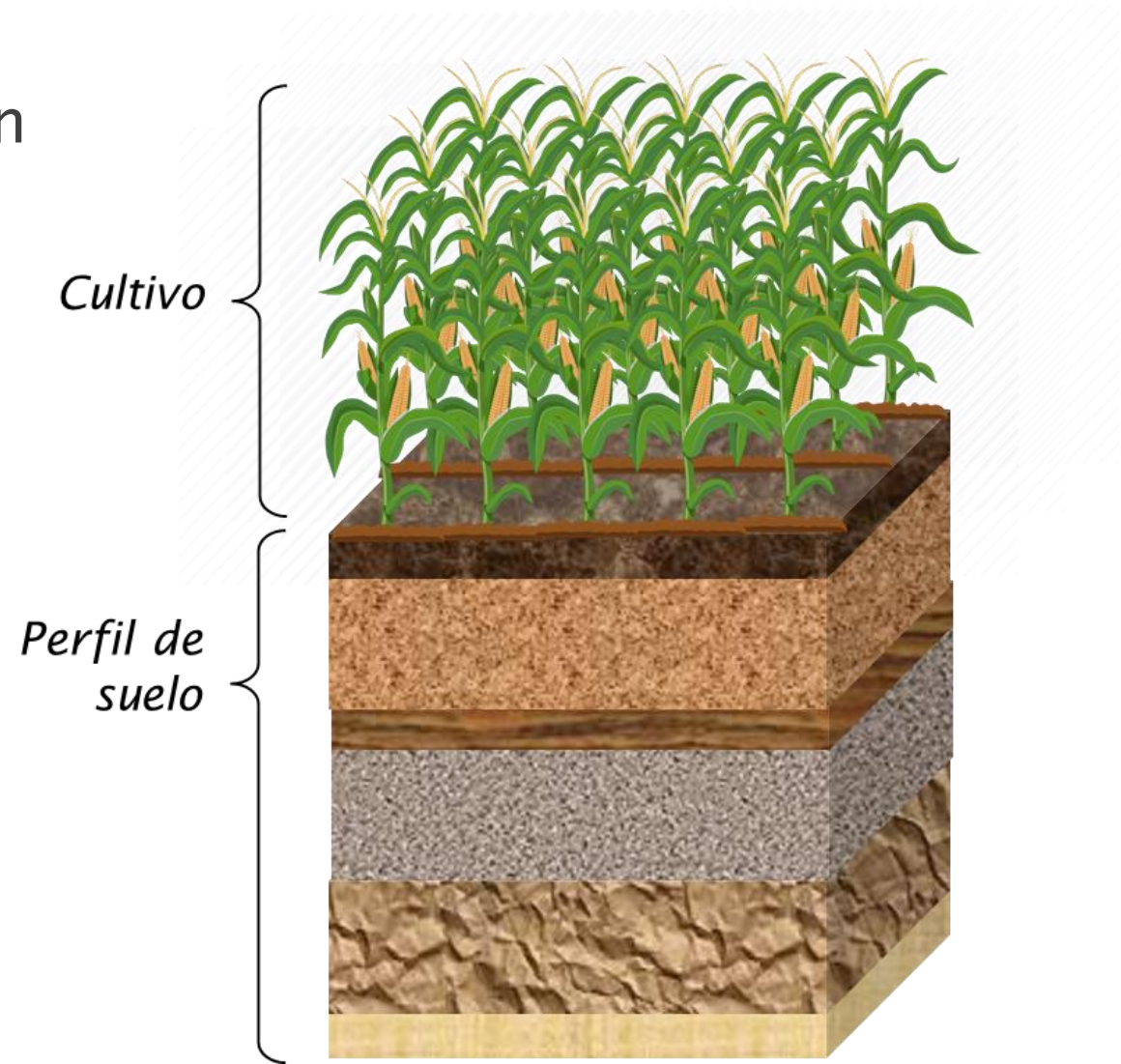
1. Modelo climático

2. Amenazas de sequía e inundación



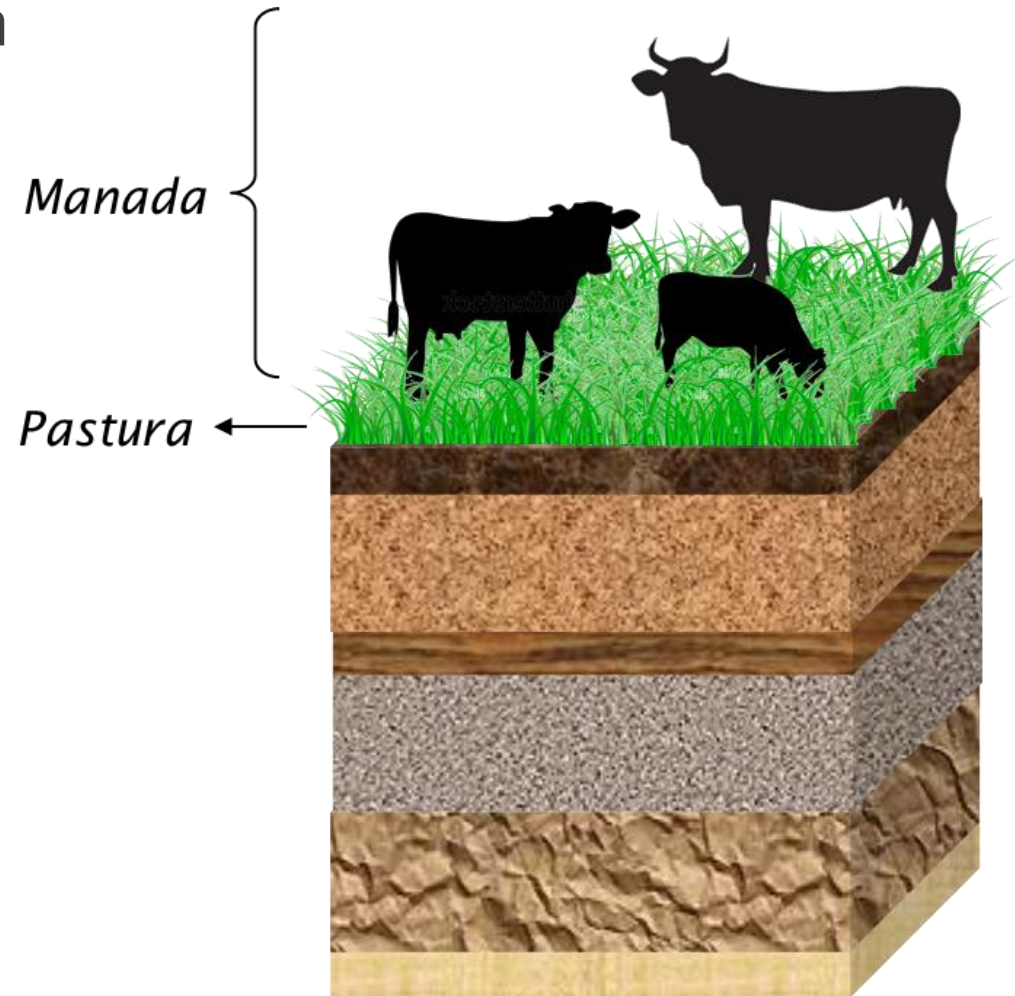
Actividades

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



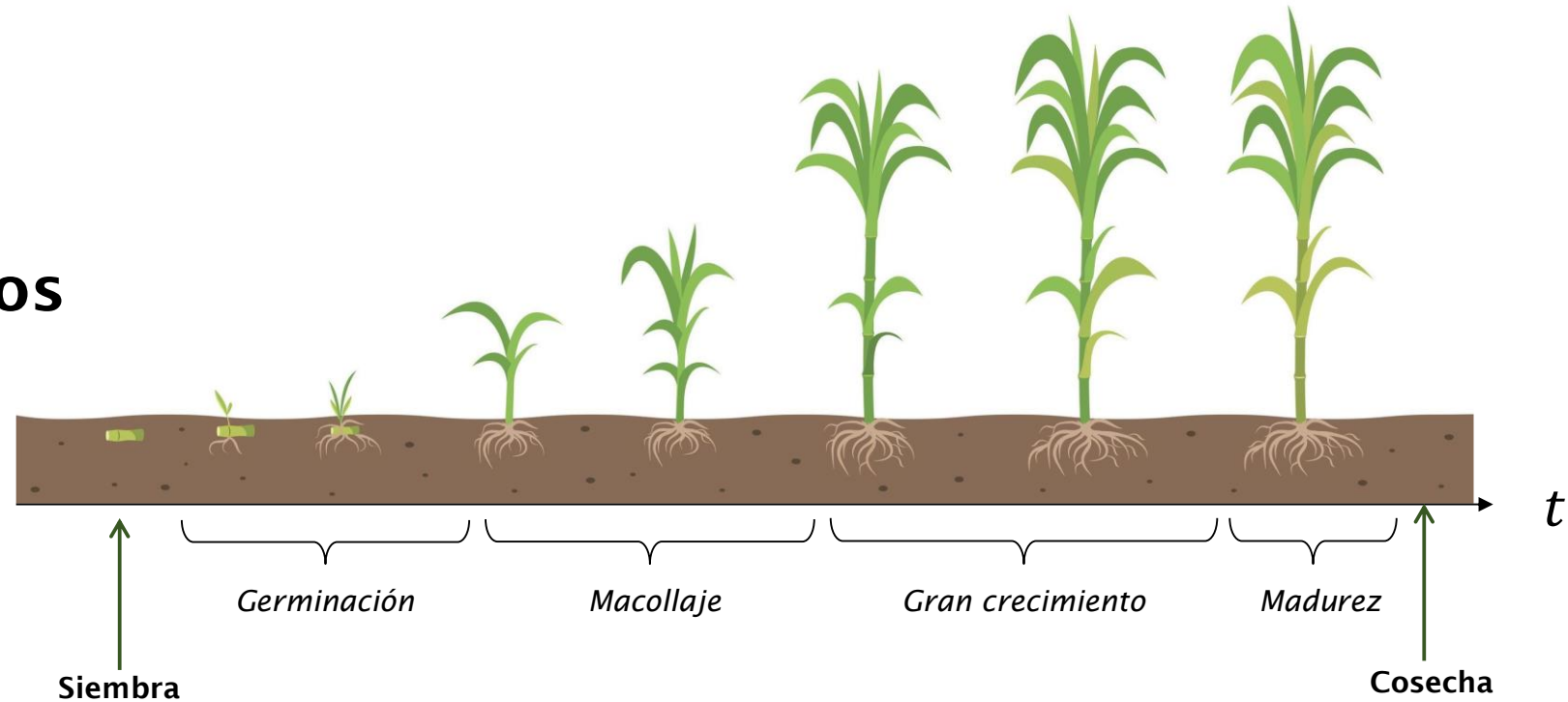
Actividades

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**



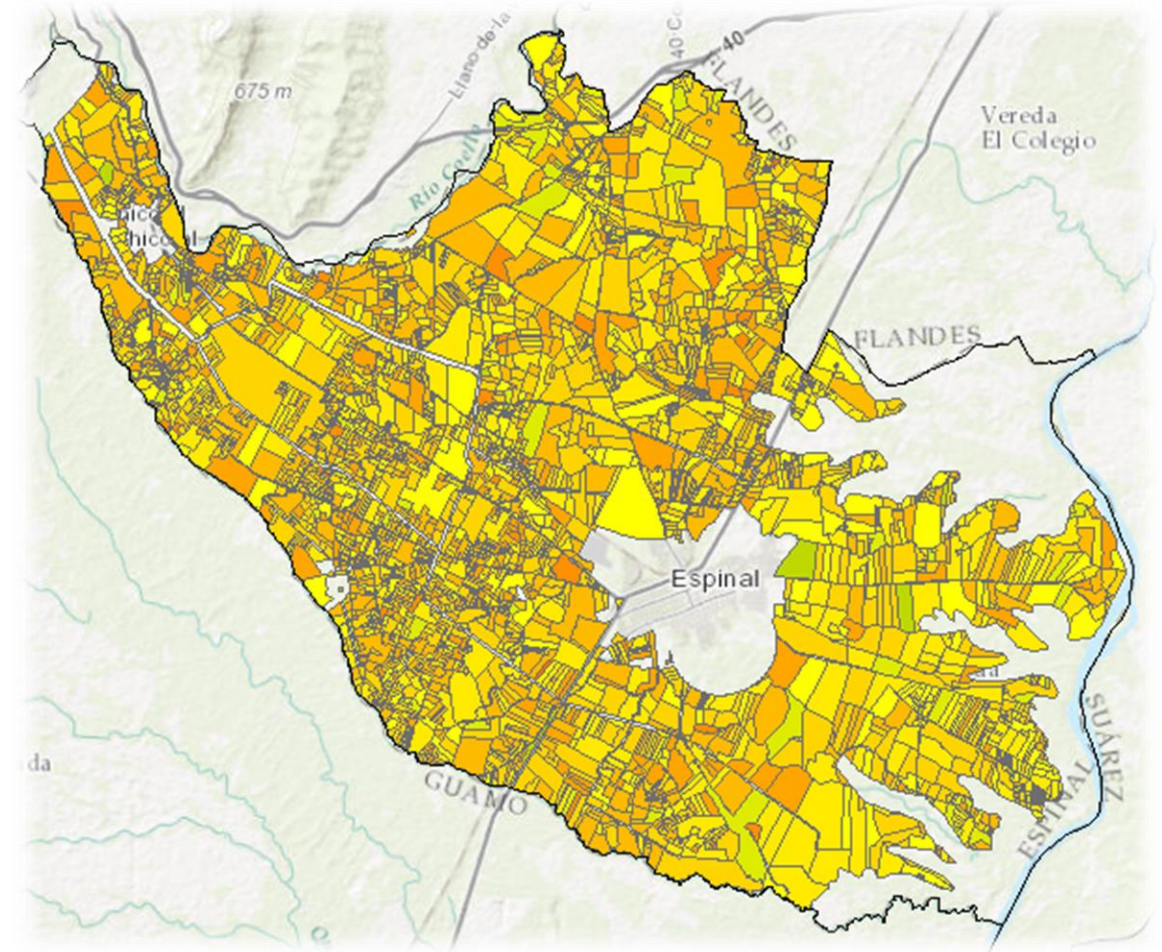
Actividades

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**



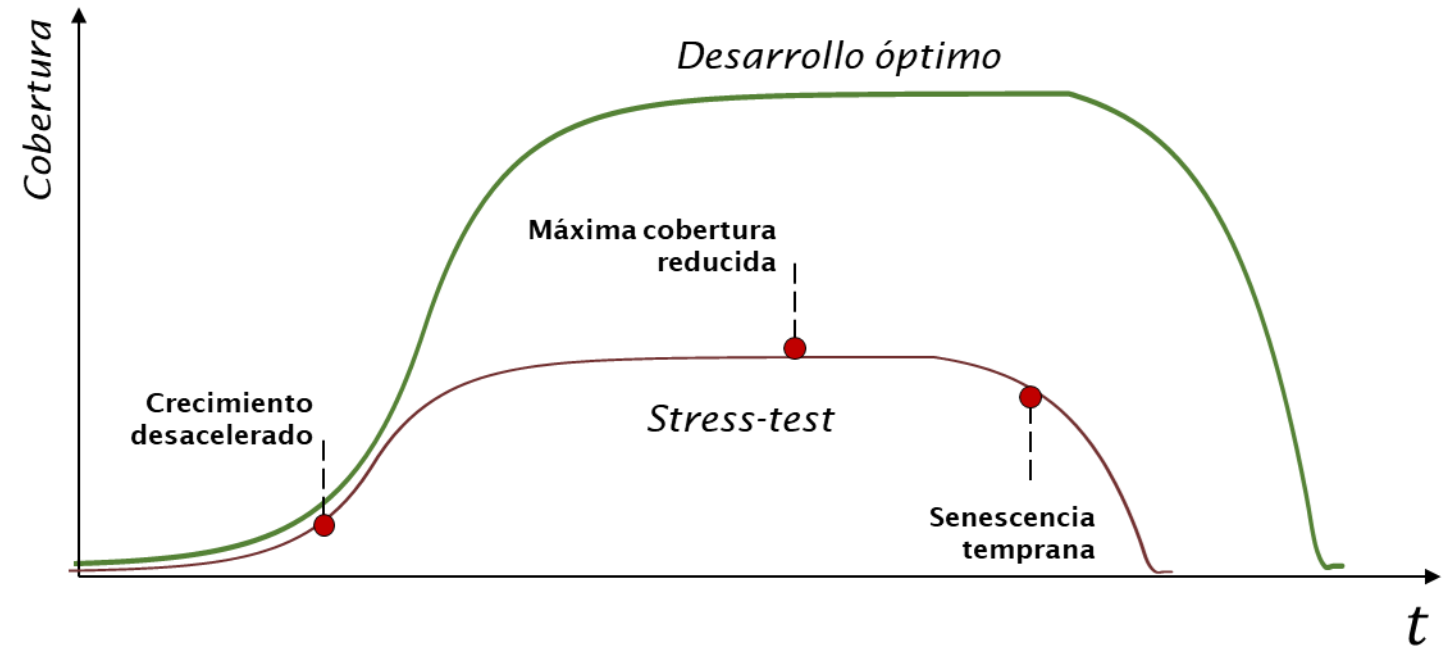
Actividades

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**



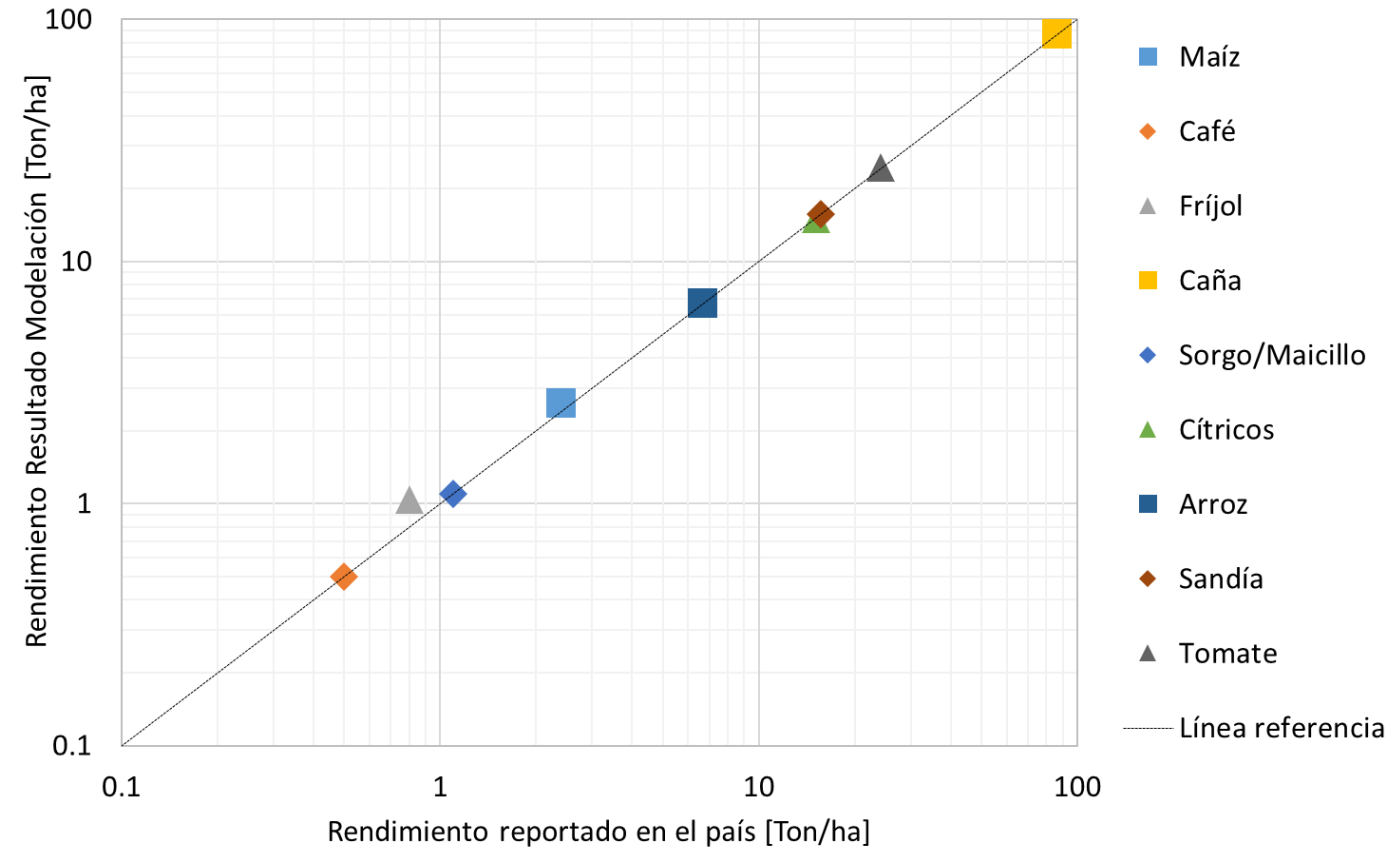
Actividades

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**



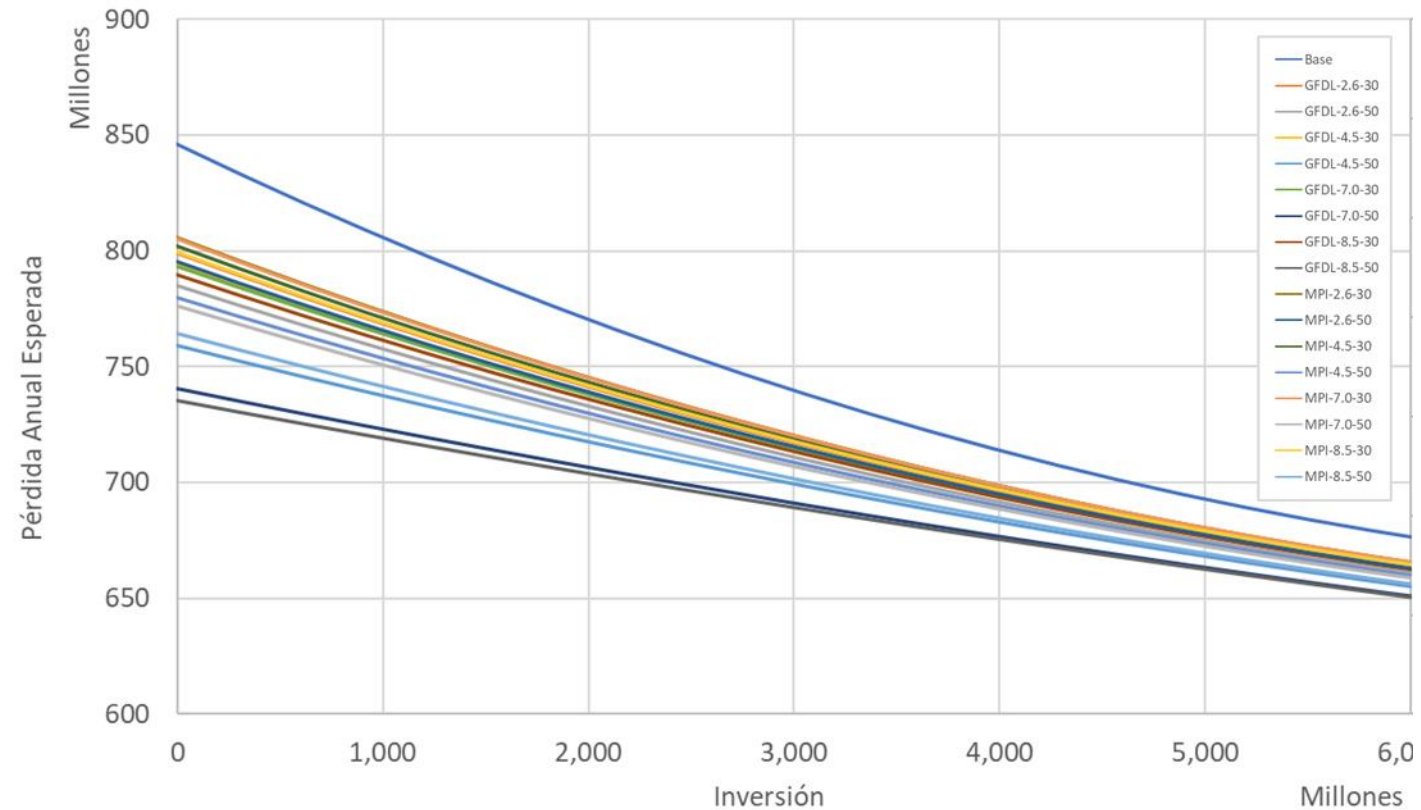
Actividades

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. Calibración de rendimientos**



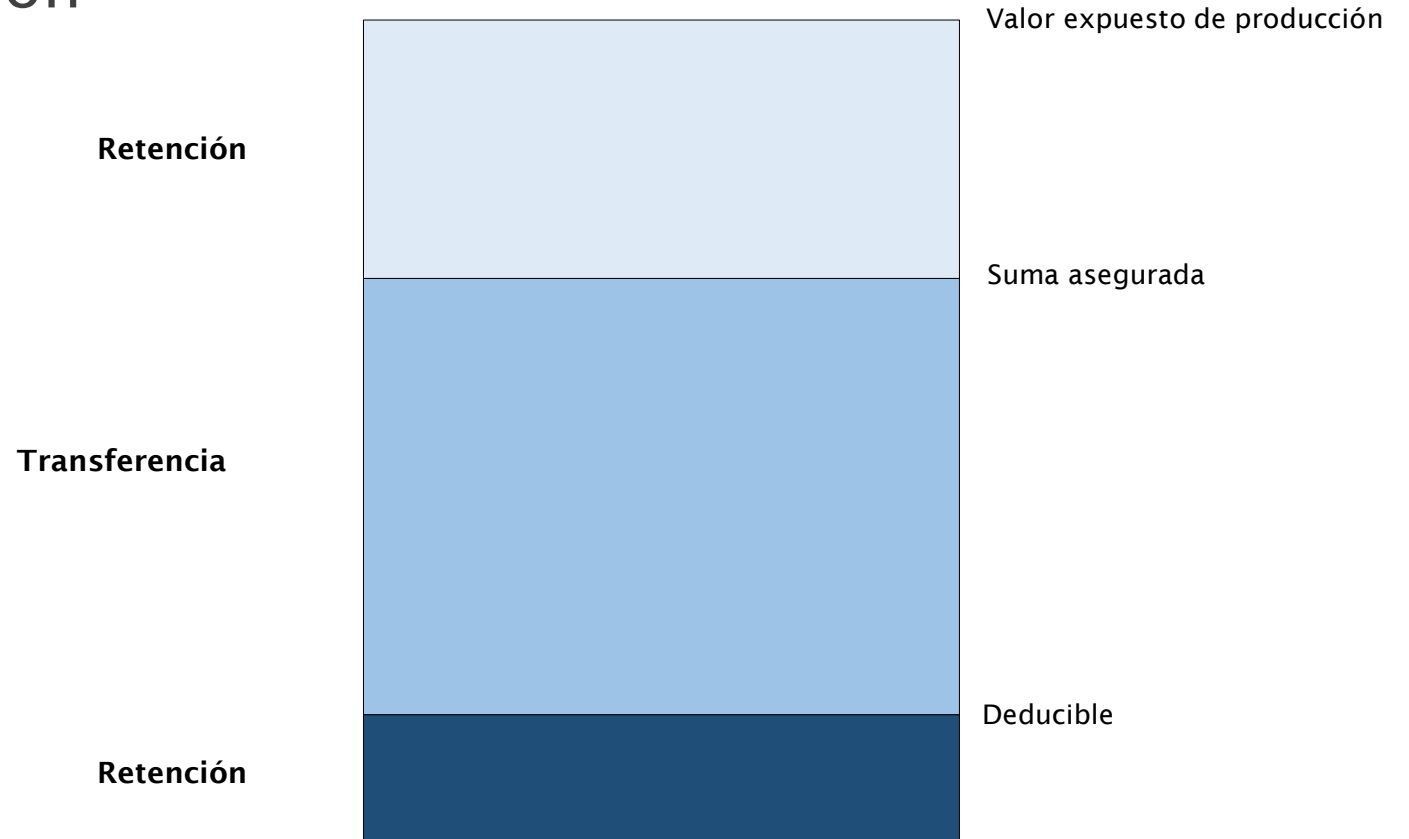
Actividades

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**

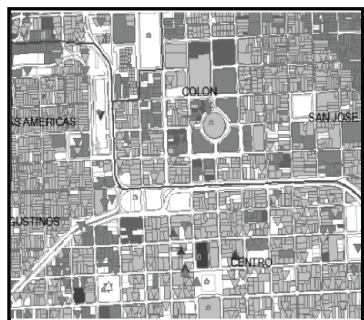


Actividades

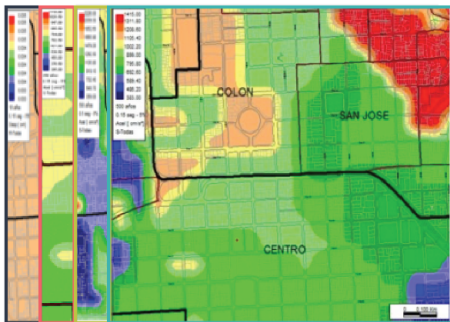
1. Modelo climático
2. Amenazas de sequía e inundación
3. Exposición de cultivos
4. Exposición de ganadería
5. Vulnerabilidad de cultivos
6. Vulnerabilidad de ganadería
7. Evaluación del riesgo
8. Evaluación determinista
9. Calibración de rendimientos
10. Curva de inversión
- 11. Seguro agrícola**



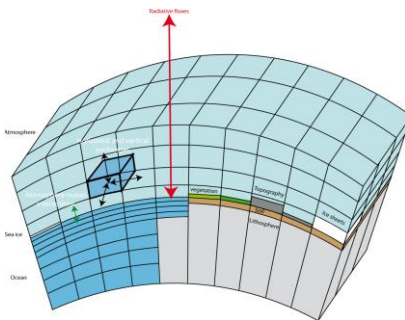
EXPOSICIÓN



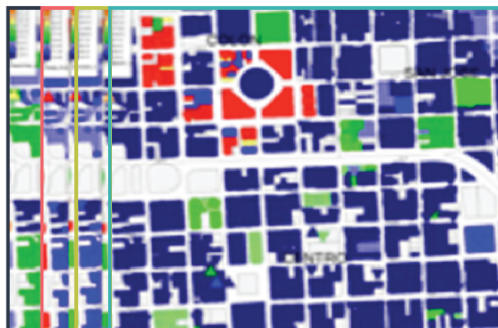
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

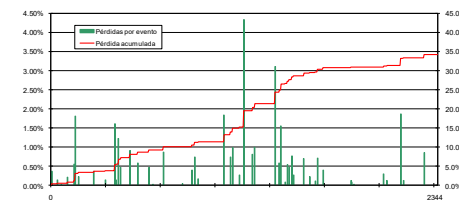


RIESGO

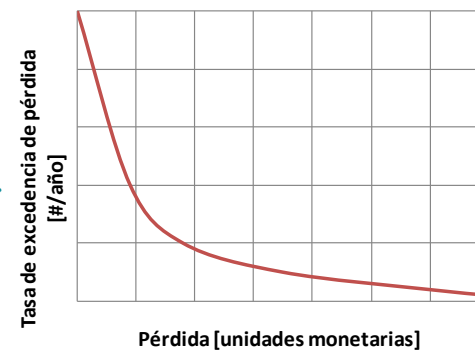


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada

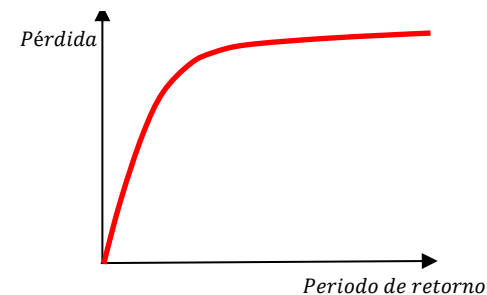


Curva de Excedencia de Pérdidas



Pérdida [unidades monetarias]

Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

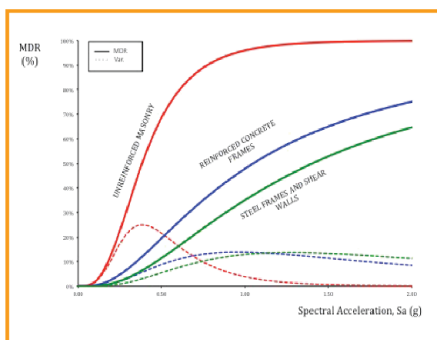
Intervención física

Protección financiera

Respuesta

...

VULNERABILIDAD



Modelo de exposición

Cultivos (caña y café)

Exposición del sector agropecuario

Elementos en riesgo

Construcciones

(graneros, establos, silos, bodegas, beneficiaderos)

Maquinaria / Infraestructura

(tractores, molindas, sensores, sistemas de riego)

Producción

(rendimiento)

Tipo de afectación física

Daño

(destrucción de los activos físicos)

Pérdida

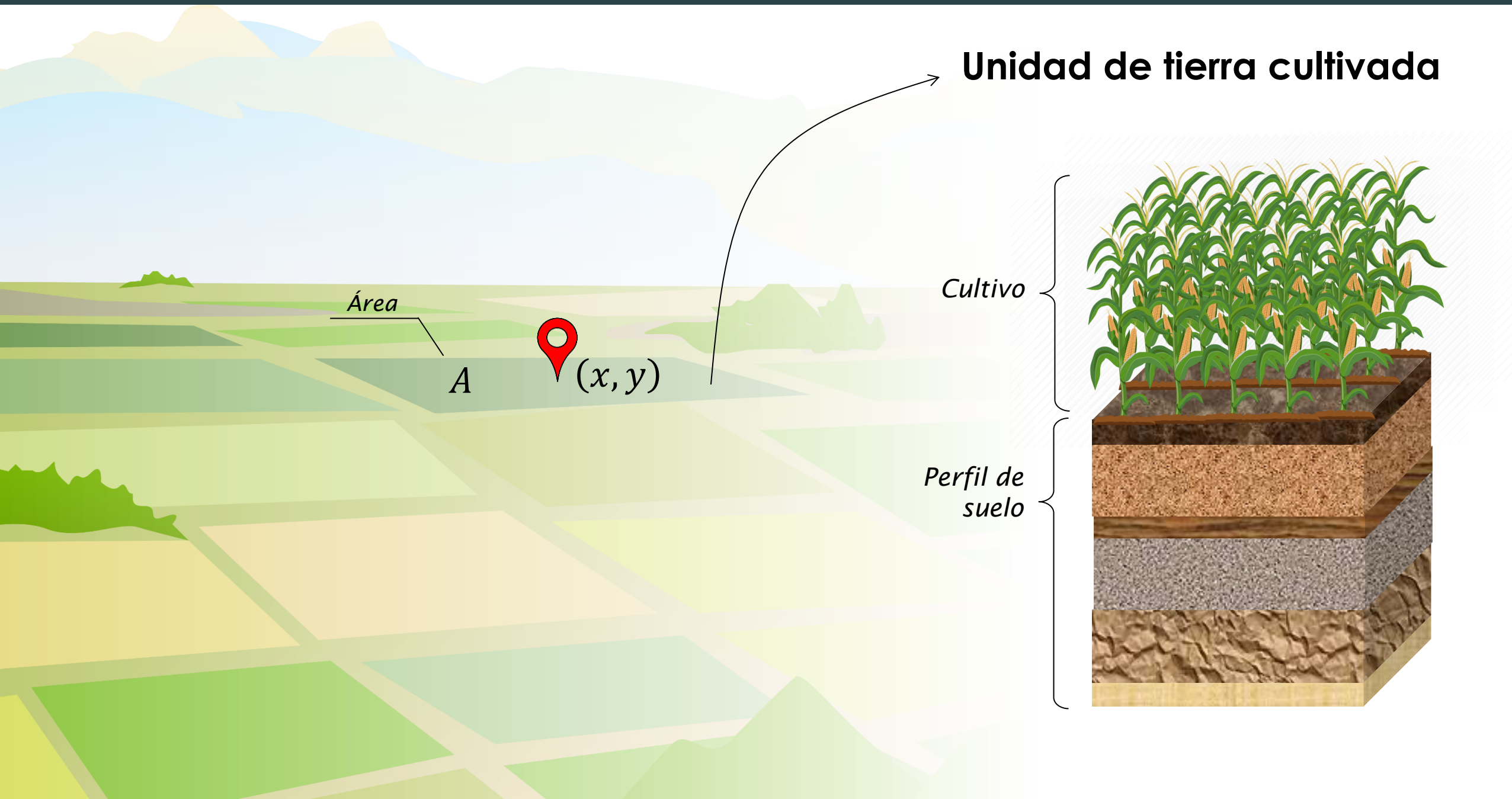
(cambios en flujo económico)

FAO, 2017

Construcciones	Daño
Maquinaria	Daño
Producción	Pérdida

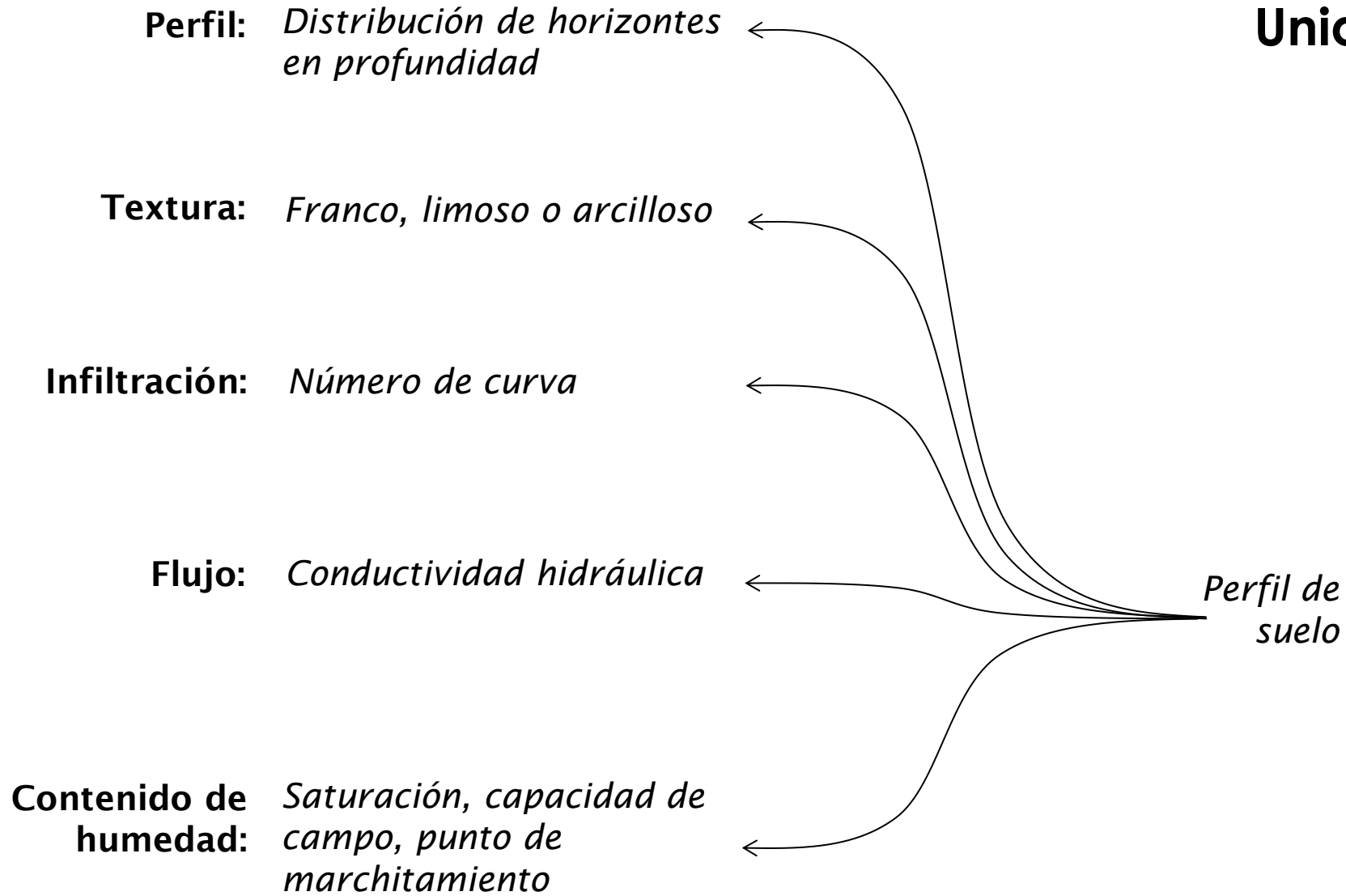


Exposición de cultivos

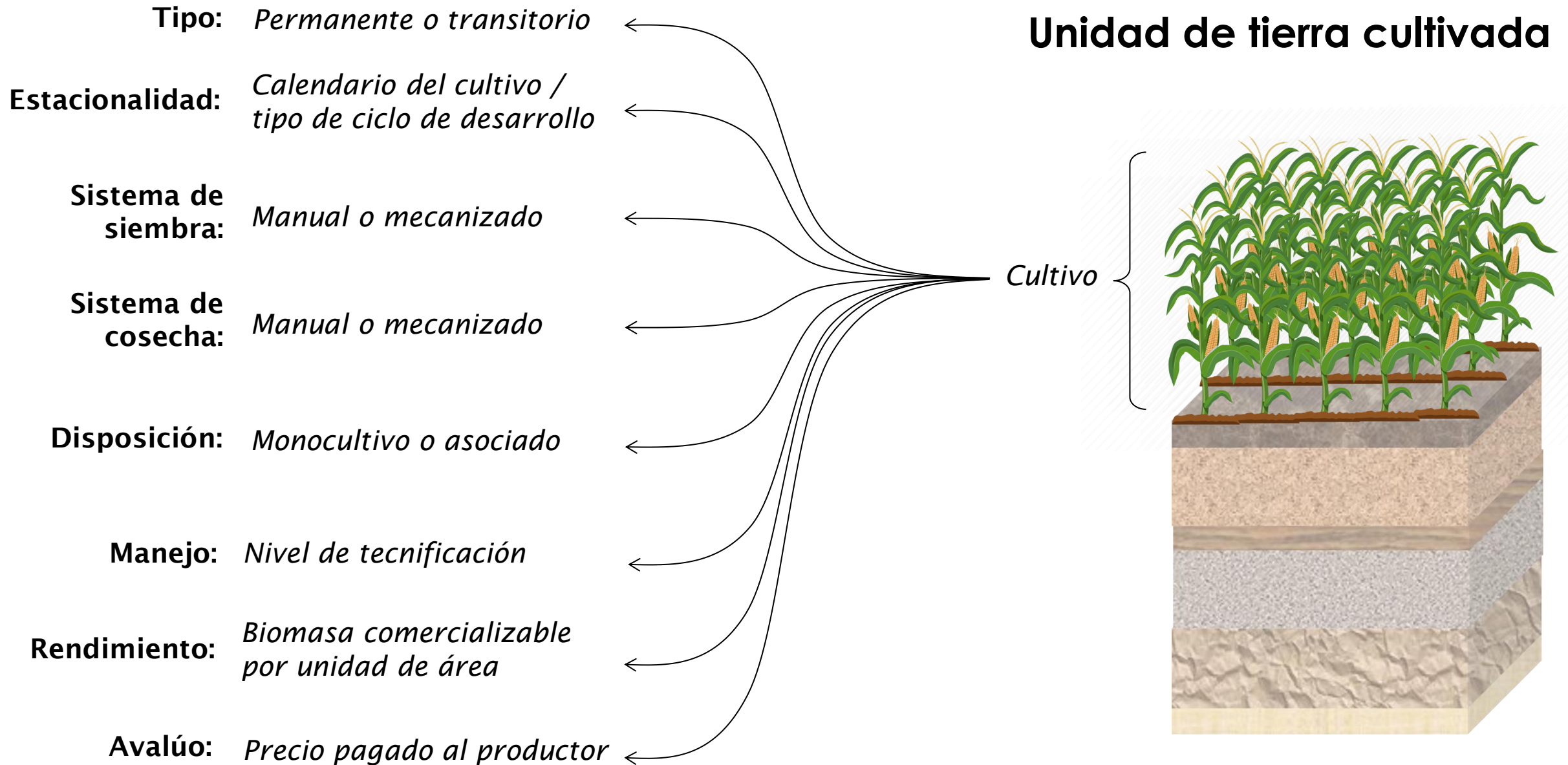


Exposición de cultivos

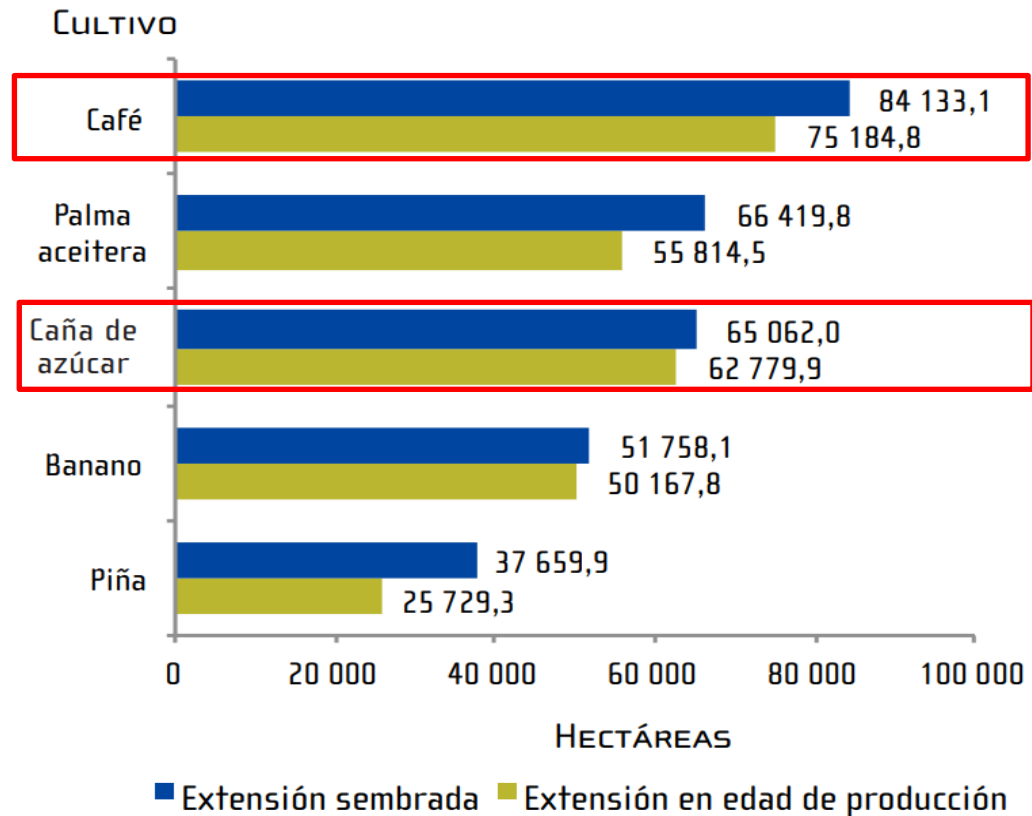
Unidad de tierra cultivada



Exposición de cultivos



Información histórica



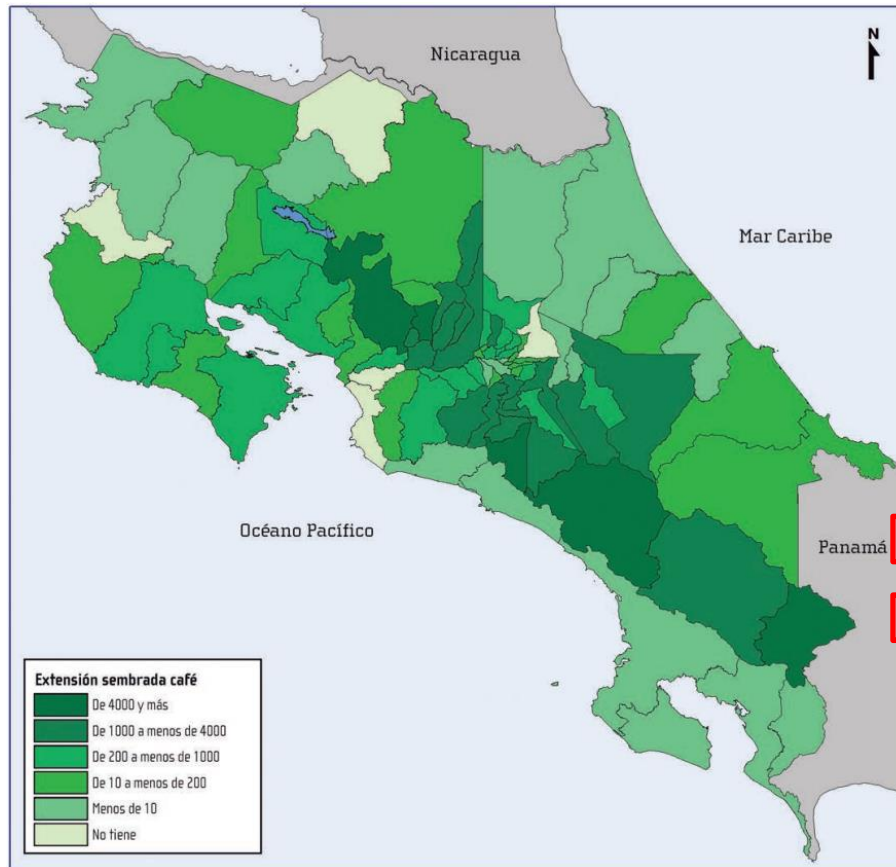
**VI Censo Nacional
Agropecuario (2014)**

Cultivo	Extensión		Producción
	Sembrada	Cosechada	
Aguacate	3 995,8	2 869,4	13 471,7
Banano	47 766,1	46 320,5	2 439 825,2
Café	74 000,2	59 175,0	416 215,4
Caña de azúcar	56 619,6	49 533,7	3 191 449,4
Chayote	444,0	366,9	39 785,5
Mango	5 637,1	3 129,5	24 583,7
Naranja	12 847,0	7 256,6	174 626,0
Palma aceitera	69 398,6	66 695,7	1 109 441,9
Palmito	3 200,3	2 820,5	2 883,5
Plátano	8 774,4	5 926,8	72 877,5

**Encuesta Nacional
Agropecuaria - ENA (2023)**

Información histórica

Distribución de la extensión sembrada en hectáreas por cantón



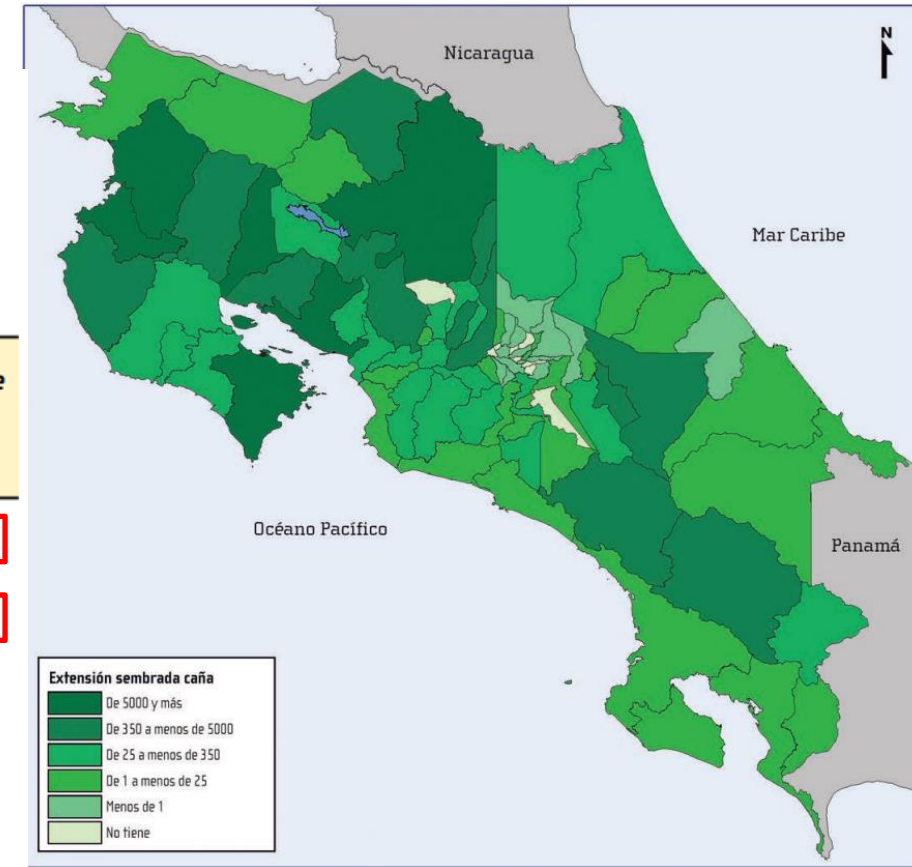
Café

CUADRO II.7

Costa Rica: Total de fincas con los principales cultivos permanentes por extensión sembrada, en edad de producción en hectáreas y cantidad de plantas dispersas, según cultivo 2014

Cultivo	Total de fincas	Extensión		Cantidad de plantas dispersas
		Sembrada	En edad de producción	
Café	26 527	84 133,1	75 184,8	-
Palma aceitera	2 169	66 419,8	55 814,5	-
Caña de azúcar	4 880	65 062,0	62 779,9	-
Banano	15 924	51 758,1	50 167,8	1 316 673
Piña	1 228	37 659,9	25 729,3	-
Naranja	12 913	19 595,7	16 305,7	255 624
Plátano	17 487	10 014,5	8 599,8	848 780
Mango	10 163	5 161,5	4 757,2	80 382
Palmito	802	4 618,0	4 441,7	-
Cacao	3 041	3 169,7	2 560,9	84 297
Papaya	3 264	1 393,5	1 070,8	37 806
Mora	638	1 352,5	1 321,1	2 007
Rambután	3 786	1 216,4	931,4	60 239
Aguacate	11 923	1 108,3	933,5	197 181
Coco	4 118	1 069,6	845,2	99 037

Fuente: INEC. VI Censo Nacional Agropecuario, 2014.

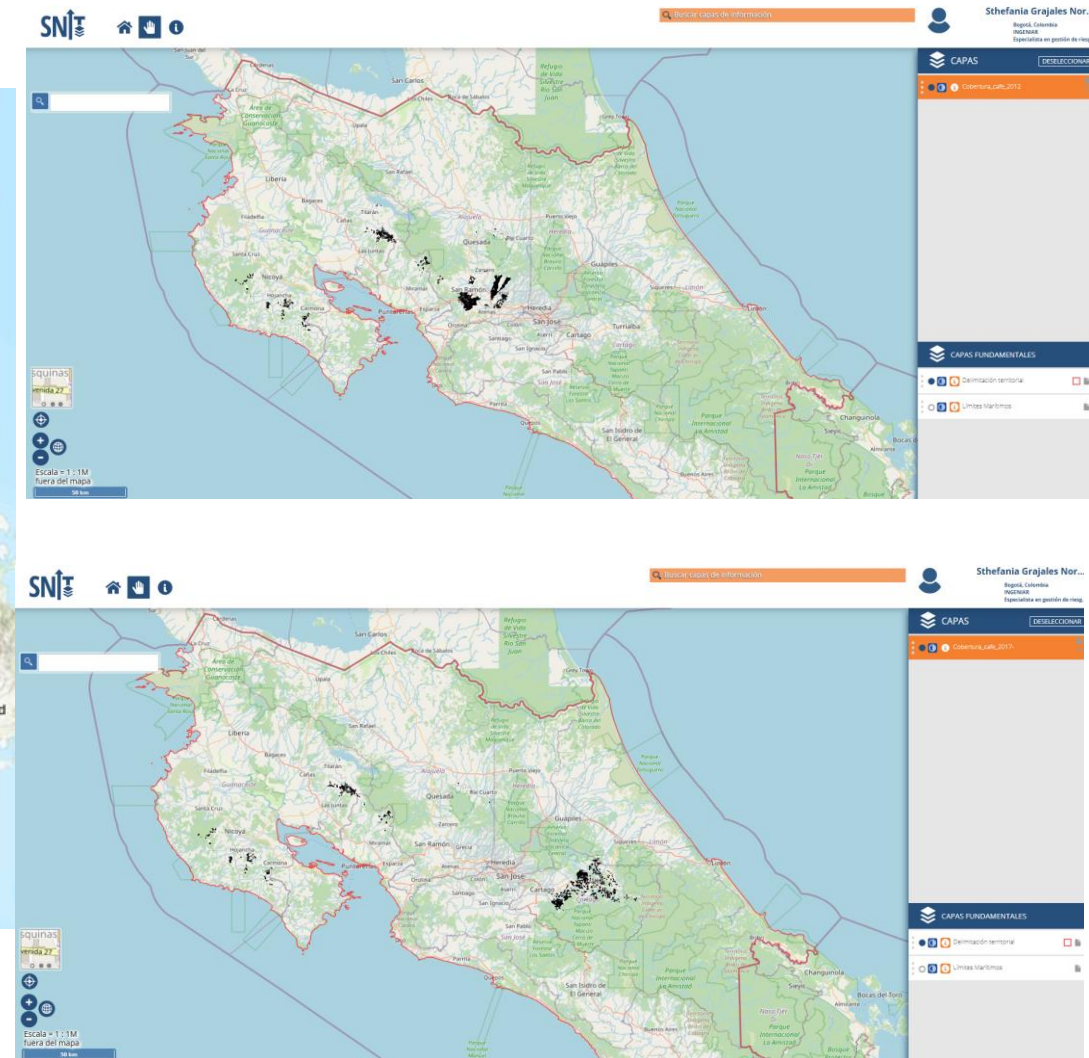
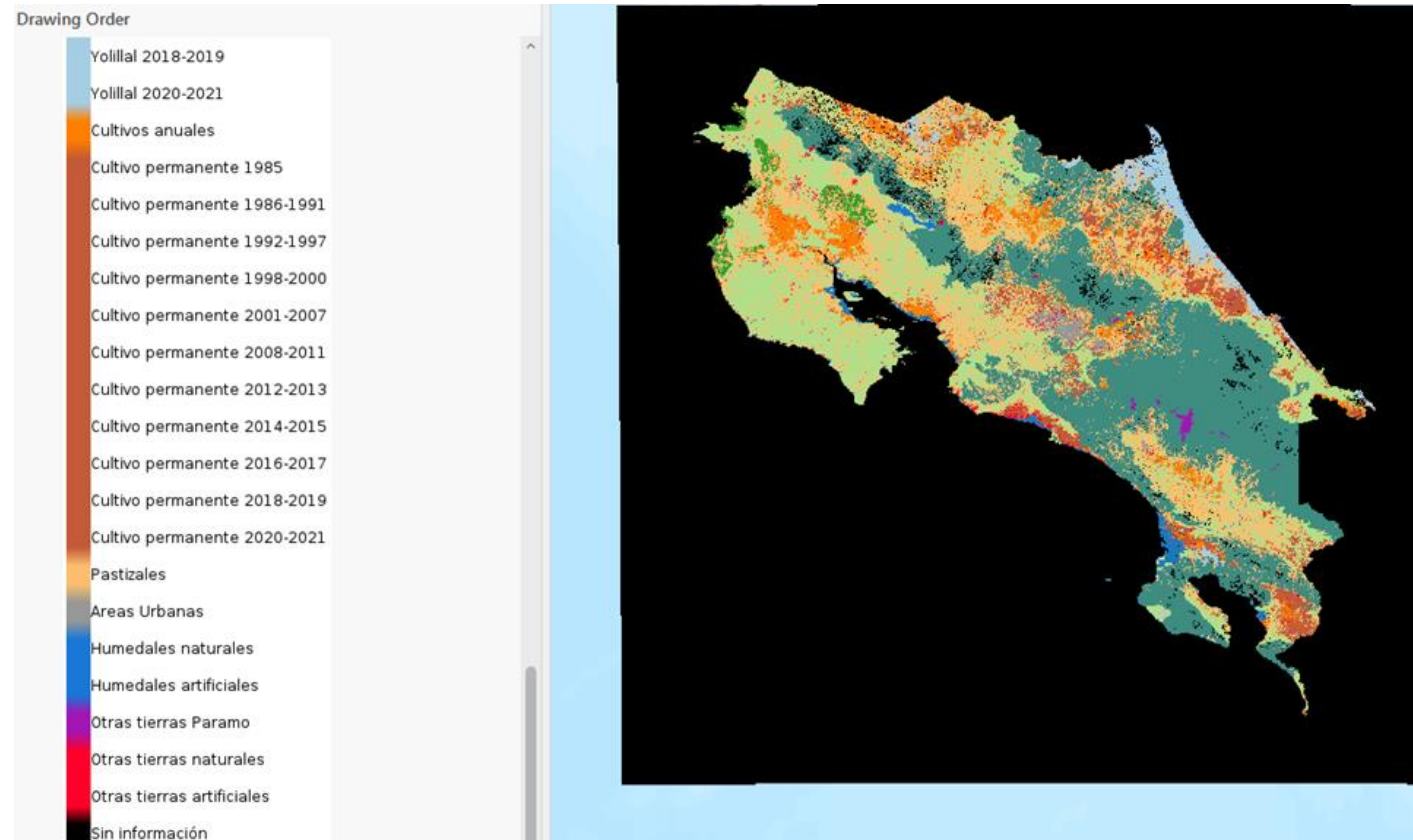


Caña de azúcar

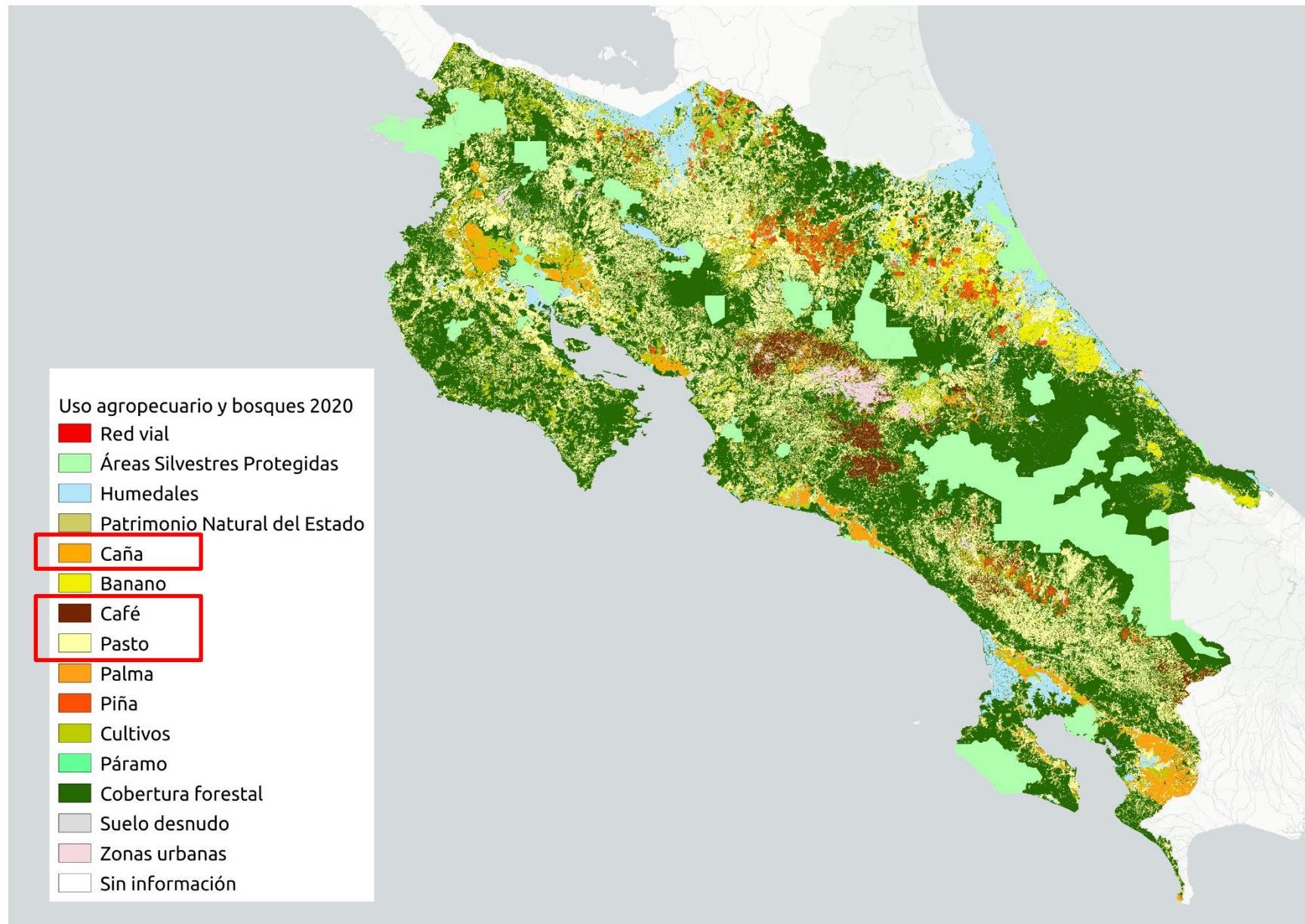
Censo (2014)

Sistema Nacional de Información Territorial – SNIT

Mapa de Cobertura y Usos de la Tierra de Costa Rica (REDD+)

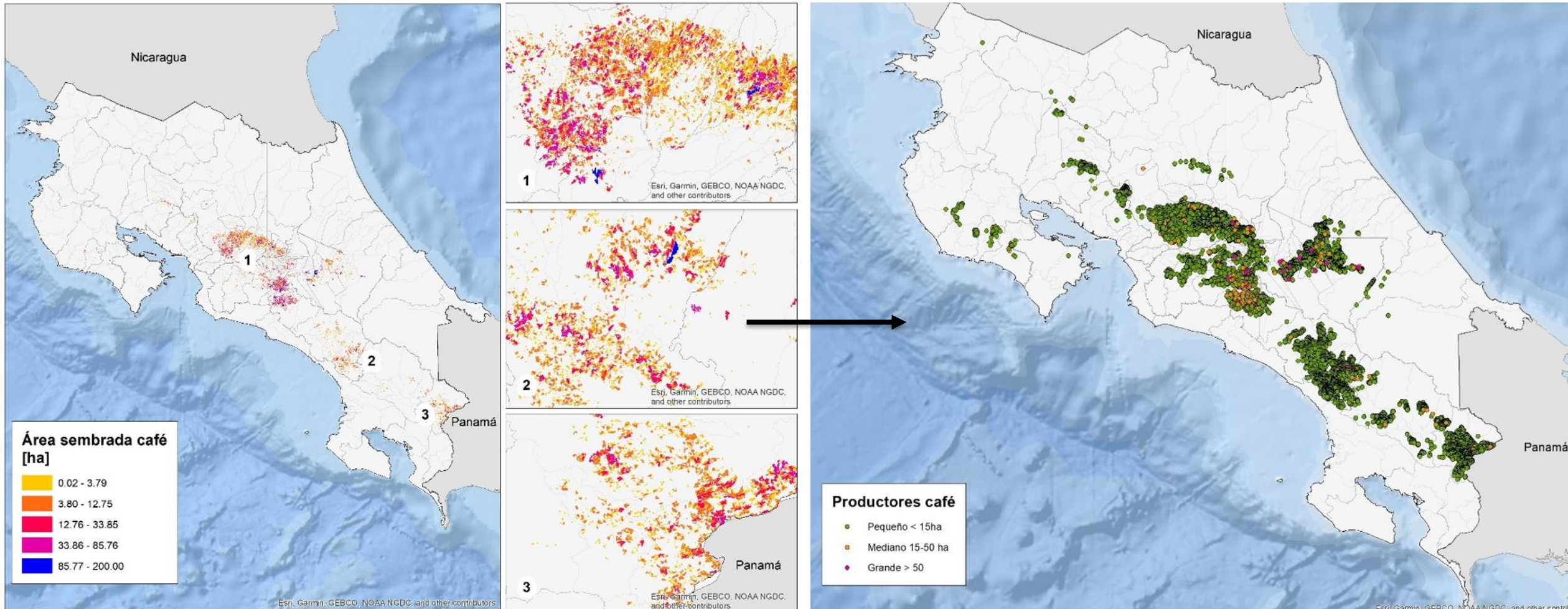


Uso agropecuario y bosques (2020)



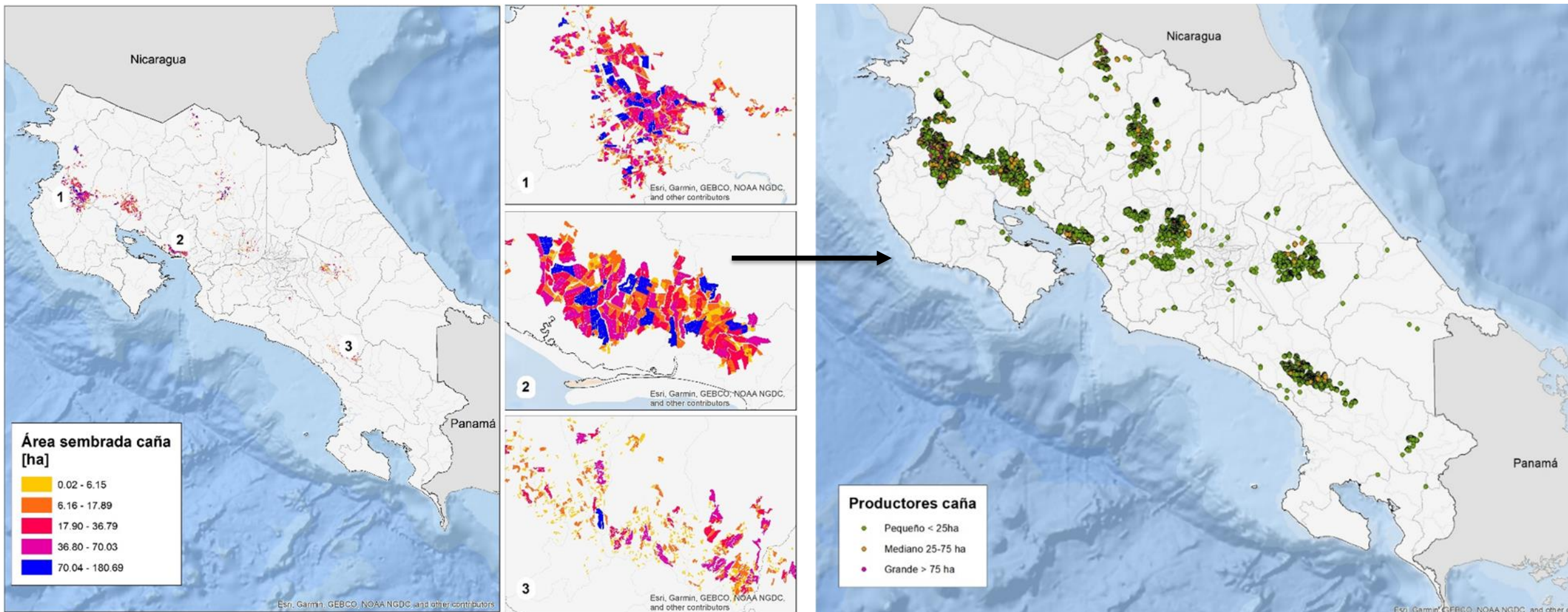
Área sembrada – Café

ICAFFE (2024) registra en Costa Rica 25549 productores de café, de los cuales el 84,8 % entregan menos de 100 fanegas.



Área sembrada – Caña de azúcar

Según LAICA (2022), en Costa Rica hay 7078 productores de caña, de los cuales el 97,7 % son pequeños o medianos.



Rendimiento y costo de producción – Café

Estructura de Costos de Producción Agrícola de Café Fruta
Estudio de Campo^a - Fincas de 34 a 40 fan^b/ha
Cosecha 2024-2025 (abr-mar)

Productividad (fan/ha):		37.4						
Rubro de Costo	Coficiente Técnico	Unidad Técnica	Costo Unitario	Unidad Costo	Costo Total			Porc.
					(CRC/ha)	(CRC/fan)	(USD ² /fan)	
1 Mano-Obra:					733,266.22	19,606.05	38.23	25.0%
Labores de cultivo	314.3	hh/ha	1,609.53	CRC/hh	505,875.28	13,526.08	26.37	17.2%
Cargas sociales	44.95%	Porc.	723.48	CRC/hh	227,390.94	6,079.97	11.86	7.7%
2 Insumos:					675,460.70	18,060.45	35.22	23.0%
Almácigo (resiem/repobl)	141	ptas/ha	286.45	CRC/pta	40,390.06	1,079.95	2.11	1.4%
Fórmula completa	742.6	kg/ha	387.70	CRC/kg	287,906.02	7,698.02	15.01	9.8%
Fórmula nitrogenada	245.2	kg/ha	282.30	CRC/kg	69,219.96	1,850.80	3.61	2.4%
Corrector de acidez	683.6	kg/ha	85.86	CRC/kg	58,693.90	1,569.36	3.06	2.0%
Fungicida (triazol)	1.548	L-ha	30,131.33	CRC/L	46,643.30	1,247.15	2.43	1.6%
Fungicida (estrobilurina)	0.453	(L-k)/ha	124,983.74	CRC/(L-k)	56,617.63	1,513.84	2.95	1.9%
Fungicida (cobre)	1.153	kg/ha	18,722.49	CRC/kg	21,587.03	577.19	1.13	0.7%
Foliar (zinc)	2.011	(L-k)/ha	6,785.67	CRC/(L-k)	13,645.98	364.87	0.71	0.5%
Foliar (boro)	1.649	(L-k)/ha	6,372.29	CRC/(L-k)	10,507.91	280.96	0.55	0.4%
Foliar (general)	3.618	L/ha	7,072.90	CRC/L	25,589.75	684.22	1.33	0.9%
Coadyuvantes	3.336	L/ha	8,246.05	CRC/L	27,508.82	735.53	1.43	0.9%
Herbicida (glifosato)	2.279	L/ha	3,346.80	CRC/L	7,627.36	203.94	0.40	0.3%
Herbicida (paraquat)	1.917	L/ha	2,227.65	CRC/L	4,270.41	114.18	0.22	0.1%
Difusores	9.0	und/ha	50.50	CRC/und	454.50	12.15	0.02	0.0%
Insecticida	0.394	kg/ha	12,177.87	CRC/kg	4,798.08	128.29	0.25	0.2%
Costo Paquete Tecnológico (CRC):					1,408,726.92	37,666.50	73.44	47.9%
3 Cosecha:					1,081,296.46	28,911.67	56.37	36.8%
Recolección café fruta	37.4	fan/ha	28,911.67	CRC/fan	1,081,296.46	28,911.67	56.37	36.8%
4 Transporte:					93,474.28	2,499.31	4.87	3.2%
Transp. (abonos y cal)	1,671.4	kg/ha	14.92	CRC/kg	24,928.93	666.55	1.30	0.8%
Transporte (almácigo)	141	ptas/ha	26.96	CRC/pta	3,801.66	101.65	0.20	0.1%
Transporte café fruta	37.4	fan/ha	1,731.11	CRC/fan	64,743.69	1,731.11	3.38	2.2%
Costos Directos + Transporte (CRC)					2,583,497.65	69,077.48	134.69	87.9%
5 Otros costos indirectos:					355,019.84	9,492.51	18.51	12.1%
Agotamiento de Cultivo				CRC/ha	178,589.32	4,775.12	9.31	6.1%
Depreciación:				CRC/ha	25,471.20	681.05	1.33	0.9%
Construcciones				CRC/ha	11,196.10	299.36	0.58	0.4%
Equipo agrícola				CRC/ha	14,275.10	381.69	0.74	0.5%
Mantenimiento				CRC/ha	105,118.31	2,810.65	5.48	3.6%
Construcciones				CRC/ha	10,255.62	274.21	0.53	0.3%
Medios de transporte				CRC/ha	90,935.28	2,431.42	4.74	3.1%
Equipo agrícola				CRC/ha	3,297.55	88.17	0.17	0.1%
Herramientas agrícolas				CRC/ha	629.85	16.84	0.03	0.0%
Gastos administrativos				CRC/ha	45,841.01	1,225.70	2.39	1.6%
Costo Total de Producción Agrícola de Café (CRC)					2,938,517.49	78,569.99	153.20	100.0%

a/ La base técnica de esta estructura de costos es el Estudio de Costos de Producción Agrícola de Café 2009-2010 (ECPAC0910).
b/ Fanega: unidad de volumen que corresponde 400 L o dos dobles hectolitros (2 Dhl).
c/ Tipo de Cambio Promedio de la Cosecha [BCCR]: CRC/USD: 512.86
Fuente: Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE).

Estructura de Costos de Producción Agrícola de Café Fruta
Estudio de Campo^a - Fincas de 26 a 34 fan^b/ha
Cosecha 2024-2025 (abr-mar)

Productividad (fan/ha):		30.5						
Rubro de Costo	Coficiente Técnico	Unidad Técnica	Costo Unitario	Unidad Costo	Costo Total			Porc.
					(CRC/ha)	(CRC/fan)	(USD ² /fan)	
1 Mano-Obra:					750,763.82	24,615.21	47.94	28.7%
Labores de cultivo	321.8	hh/ha	1,609.53	CRC/hh	517,946.75	16,961.86	33.08	19.8%
Cargas sociales	44.95%	Porc.	723.48	CRC/hh	232,817.07	7,633.35	14.87	8.9%
2 Insumos:					584,631.39	19,168.24	37.33	22.3%
Almácigo (resiem/repobl)	152	ptas/ha	286.45	CRC/pta	43,541.05	1,427.58	2.78	1.7%
Fórmula completa	635.1	kg/ha	387.70	CRC/kg	246,230.95	8,073.15	15.72	9.4%
Fórmula nitrogenada	221.0	kg/ha	282.30	CRC/kg	62,388.01	2,045.51	3.98	2.4%
Corrector de acidez	676.1	kg/ha	85.86	CRC/kg	58,050.85	1,903.31	3.71	2.2%
Fungicida (triazol)	1.037	L-ha	30,131.33	CRC/L	31,246.19	1,024.47	2.00	1.2%
Fungicida (estrobilurina)	0.304	(L-k)/ha	124,983.74	CRC/(L-k)	37,995.06	1,245.74	2.43	1.5%
Fungicida (cobre)	0.773	kg/ha	18,722.49	CRC/kg	14,472.48	474.51	0.92	0.6%
Foliar (zinc)	2.251	(L-k)/ha	6,785.67	CRC/(L-k)	15,274.54	500.80	0.98	0.6%
Foliar (boro)	2.018	(L-k)/ha	6,372.29	CRC/(L-k)	12,859.28	421.62	0.82	0.5%
Foliar (general)	3.330	L/ha	7,072.90	CRC/L	23,552.76	772.22	1.50	0.9%
Coadyuvantes	2.602	L/ha	8,246.05	CRC/L	21,456.22	703.48	1.37	0.8%
Herbicida (glifosato)	3.299	L/ha	3,346.80	CRC/L	11,041.09	362.00	0.71	0.4%
Herbicida (paraquat)	1.912	L/ha	2,227.65	CRC/L	4,259.27	139.65	0.27	0.2%
Difusores	6.0	und/ha	50.50	CRC/und	303.00	9.93	0.02	0.0%
Insecticida	0.161	kg/ha	12,177.87	CRC/kg	1,960.64	64.28	0.13	0.1%
Costo Paquete Tecnológico (CRC):					1,335,395.21	43,783.45	85.28	51.0%
3 Cosecha:					881,805.94	28,911.67	56.31	33.7%
Recolección café fruta	30.5	fan/ha	28,911.67	CRC/fan	881,805.94	28,911.67	56.31	33.7%
4 Transporte:					79,750.00	2,614.75	5.09	3.0%
Transp. (fertiliz. y cal)	1,532.2	kg/ha	14.92	CRC/kg	22,852.76	749.27	1.46	0.9%
Transporte (almácigo)	152	ptas/ha	26.96	CRC/pta	4,098.24	134.37	0.26	0.2%
Transporte café fruta	30.5	fan/ha	1,731.11	CRC/fan	52,799.00	1,731.11	3.37	2.0%
Costos Directos + Transporte (CRC)					2,296,951.14	75,309.87	146.68	87.8%
5 Otros costos indirectos:					320,035.16	10,492.96	20.44	12.2%
Agotamiento de Cultivo				CRC/ha	143,604.64	4,708.35	9.17	5.5%
Depreciación:				CRC/ha	25,471.20	835.12	1.63	1.0%
Construcciones				CRC/ha	11,196.10	367.09	0.71	0.4%
Equipo agrícola				CRC/ha	14,275.10	468.04	0.91	0.5%
Mantenimiento				CRC/ha	105,118.31	3,446.50	6.71	4.0%
Construcciones				CRC/ha	10,255.62	336.25	0.65	0.4%
Medios de transporte				CRC/ha	90,935.28	2,981.48	5.81	3.5%
Equipo agrícola				CRC/ha	3,297.55	108.12	0.21	0.1%
Herramientas agrícolas				CRC/ha	629.85	20.65	0.04	0.0%
Gastos administrativos				CRC/ha	45,841.01	1,502.98	2.93	1.8%
Costo Total de Producción Agrícola de Café (CRC)					2,616,986.30	85,802.83	167.12	100.0%

a/ La base técnica de esta estructura de costos es el Estudio de Costos de Producción Agrícola de Café 2009-2010 (ECPAC0910).
b/ Fanega: unidad de volumen que corresponde 400 L o dos dobles hectolitros (2 Dhl).
c/ Tipo de Cambio Promedio de la Cosecha [BCCR]: CRC/USD: 513.43
Fuente: Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE).

Estructura de Costos de Producción Agrícola de Café Fruta
Estudio de Campo^a - Fincas de 20 a 26 fan^b/ha
Cosecha 2024-2025 (abr-mar)

Productividad: 22.4 fan/ha

Rubro / Descripción		Costos Directos		Costos	Acumulado Total
		Labores	Materiales	Indirectos	
Poda		53,919.26	-	-	53,919.26
Deshija		70,980.27	-	-	70,980.27
Arreglo de sombra		67,600.26	-	-	67,600.26
Reposición de plantas		16,739.11	41,249.42	-	57,988.53
Aplicación de abonos		34,604.90	247,957.75	-	282,562.65
Aplicación de fertilizantes		18,187.69	63,022.22	-	81,209.91
Atomizaciones		85,627.00	192,128.50	-	277,755.50
Control manual-malezas		101,078.48	-	-	101,078.48
Aplicación de herbicidas		37,984.91	8,959.38	-	46,944.29
Control de plagas		37,341.10	4,302.71	-	41,643.80
Mantenim. de finca		24,947.72	-	-	24,947.72
Cargas sociales		246,780.30	-	-	246,780.30
Costo del Paquete Tecnológico:	CRC/ha	795,790.99	557,619.98	0.00	1,353,410.97
	CRC/fan	35,526.38	24,893.75	0.00	60,420.13
	USD ² /fan	69.17	48.47	0.00	117.64
Cosecha café fruta		647,621.41	-	-	647,621.41
Transporte general		-	-	63,961.11	63,961.11
Costo Directo + Transporte:	CRC/ha	1,443,412.39	557,619.98	63,961.11	2,064,993.49
	CRC/fan	64,438.05	24,893.75	2,855.41	92,187.21
	USD ² /fan	125.46	48.47	5.56	179.49
Agotamiento de Cultivo		-	-	101,603.31	101,603.31
Depreciación		-	-	25,471.20	25,471.20
Mantenimiento		-	-	105,118.31	105,118.31
Gastos administrat.		-	-	45,841.01	45,841.01
Otros Costos Indirectos:	CRC/ha	0.00	0.00	278,033.82	278,033.82
	CRC/fan	0.00	0.00	12,412.22	12,412.22
	USD ² /fan	0.00	0.00	24.17	24.17
Costo Total de Producción Agrícola:	CRC/ha	1,443,412.39	557,619.98	341,994.94	2,343,027.32
	CRC/fan	64,438.05	24,893.75	15,267.63	104,599.43
	USD ² /fan	125.46	48.47	29.73	203.66

a/ La base técnica de esta estructura de costos es el ECPAC0910.
b/ Fanega: unidad de volumen que corresponde 400 L o dos dobles hectolitros (2 Dhl).
c/ Tipo de Cambio Promedio de la Cosecha [BCCR]: CRC/USD: 513.60
Fuente: Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE).

Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE)

Unidad de Estudios Económicos y Mercado (UEEM)

Rendimiento y costo de producción – Café

Rendimiento y costo de producción del café para el 2025

Rendimiento fan/ha	Costo total de producción CRC/fan
22.4	104,599.43
30.5	85,802.83
37.4	78,569.99
40	78,288.22

(ICAFE & UEEM, 2025)

Estructura de Costos de Producción Agrícola de Café Fruta
Recomendación Técnica Nacional^a - Fincas de 40 a 70 fan^b/ha
Cosecha 2024-2025 (abr-mar)

Productividad (fan/ha):		40.0						
Rubro de Costo	Coficiente Técnico	Unidad Técnica	Costo Unitario	Unidad Costo	(CRC/ha)	Costo Total (CRC/fan)	(USD ^c /fan)	Porc.
1 Mano-Obra:					794,624.48	19,865.61	38.79	25.4%
Labores de cultivo	340.6	hh/ha	1,609.53	CRC/hh	548,205.92	13,705.15	26.76	17.5%
Cargas sociales	44.95%	Porc.	723.48	CRC/hh	246,418.56	6,160.46	12.03	7.9%
					714,998.65	17,874.97	34.90	22.8%
2 Insumos:					0.00	0.00	0.00	0.0%
Almácigo (resiem/repobl)	0	ptas/ha	286.45	CRC/pta	296,593.73	7,414.84	14.48	9.5%
Fórmula completa	765.0	kg/ha	387.70	CRC/kg	63,517.20	1,587.93	3.10	2.0%
Fórmula nitrogenada	225.0	kg/ha	282.30	CRC/kg	77,275.20	1,931.88	3.77	2.5%
Corrector de acidez	900.0	kg/ha	85.86	CRC/kg	68,882.96	1,722.07	3.36	2.2%
Fungicida (triazol)	2.286	L-ha	30,132.53	CRC/L	85,361.84	2,134.05	4.17	2.7%
Fungicida (estrobilurina)	0.686	kg/ha	124,434.17	CRC/L	37,187.14	929.68	1.82	1.2%
Fungicida (cobres)	2.000	(kg-L)/ha	18,593.57	CRC/(kg-L)	6,603.90	165.10	0.32	0.2%
Bioinsumo (Funibiol)	0.571	L/ha	11,565.50	CRC/L	38,322.30	958.06	1.87	1.2%
Coadyuv.(Surfactante)	3.380	L/ha	11,337.96	CRC/L	20,254.68	506.37	0.99	0.6%
Herbicida (glifosato)	6.000	L/ha	3,375.78	CRC/L	0.00	0.00	0.00	0.0%
Herbicida (glufosinato)	0.000	L/ha	8,635.38	CRC/L	3,950.69	98.77	0.19	0.1%
Coadyuv.(Regulador pH)	0.624	(L-kg)/ha	6,331.23	CRC/(kg-L)	0.00	0.00	0.00	0.0%
Difusores (Broca)	0.0	und/ha	50.50	CRC/und	17,049.02	426.23	0.83	0.5%
Insecticida (Broca)	1.40	L/ha	12,177.87	CRC/kg				
Costo Paquete Tecnológico (CRC):					1,509,623.13	37,740.58	73.69	48.2%
3 Cosecha:					1,156,466.80	28,911.67	56.45	36.9%
Recolección café fruta	40.0	fan/ha	28,911.67	CRC/fan	1,156,466.80	28,911.67	56.45	36.9%
4 Transporte:					97,433.94	2,435.85	4.76	3.1%
Transp. (fertiliz. y cal)	1,890.0	kg/ha	14.92	CRC/kg	28,189.35	704.73	1.38	0.9%
Transporte (almácigo)	0	ptas/ha	26.96	CRC/pta	0.00	0.00	0.00	0.0%
Transporte café fruta	40.0	fan/ha	1,731.11	CRC/fan	69,244.59	1,731.11	3.38	2.2%
Costos Directos + Transporte (CRC)					2,763,523.87	69,088.10	134.89	88.2%
5 Otros costos indirectos:					368,004.85	9,200.12	17.96	11.8%
Agotamiento de Cultivo				CRC/ha	191,574.33	4,789.36	9.35	6.1%
Depreciación:				CRC/ha	25,471.20	636.78	1.24	0.8%
Construcciones				CRC/ha	11,196.10	279.90	0.55	0.4%
Equipo agrícola				CRC/ha	14,275.10	356.88	0.70	0.5%
Mantenimiento				CRC/ha	105,118.31	2,627.96	5.13	3.4%
Construcciones				CRC/ha	10,255.62	256.39	0.50	0.3%
Medios de transporte				CRC/ha	90,935.28	2,273.38	4.44	2.9%
Equipo agrícola				CRC/ha	3,297.55	82.44	0.16	0.1%
Herramientas agrícolas				CRC/ha	629.85	15.75	0.03	0.0%
Gastos administrativos				CRC/ha	45,841.01	1,146.03	2.24	1.5%
Costo Total de Producción Agrícola de Café (CRC)					3,131,528.72	78,288.22	152.86	100.0%

a/ La base técnica de esta estructura de costos son las recomendaciones técnicas establecidas por ICAFE para asistencia del cultivo.
b/ Fanega: unidad de volumen correspondiente a 400 L o dos dobles hectolitros (2 Dhl).
c/ Tipo de Cambio Promedio de la Cosecha (BCCR)- CRC/USD: 512.17
Fuente: Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE).

Rendimiento y costo de producción – Caña de azúcar

Actividad: CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum)

Corte: 1

Unidad de Costeo: Hectáreas

Sistema:	Convencional seco	Rendimiento:	65	Unidad de Costo:	ton
Ubicación:	Región Pacífico Central	Ciclo de Costeo:	12	Medida de ciclo:	Meses
Elaborado por:	Sepsa con apoyo de DIECA y la Dirección de la Región Pacífico Central	Tipo de Cambio:	\$501,15	Fecha Actualización:	26/03/2025

LABORES MECANIZADAS / CONTRATADAS								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Roturar (Rastra pesada)	Preparación de terreno		ha	1,00	\$31 900,00	\$31 900,00	\$63,65
2	Subsolada (1 pasada)	Preparación de terreno		ha	1,00	\$33 000,00	\$33 000,00	\$65,85
3	Rastrea (afinadora)	Preparación de terreno		ha	1,00	\$26 400,00	\$26 400,00	\$52,68
4	Surcado y abonada	Preparación de terreno		ha	1,00	\$19 800,00	\$19 800,00	\$39,51
5	Tapa mecánica siembra	Labores contratadas		hora máquina	1,00	\$18 700,00	\$18 700,00	\$37,31
6	Carga de la caña	Labores contratadas		t	65,00	\$1 680,00	\$109 200,00	\$217,90
7	Acarreo cosecha e insumos	Labores contratadas		t	65,00	\$2 815,00	\$182 975,00	\$365,11
Total labores mecanizadas:						\$421 975,00	\$842,01	25,30%

LABORES MANUALES								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Descarga de semilla (Cargadora)	Labores de presiembra		hora hombre	16,00	\$1 529,62	\$24 473,90	\$48,84
2	Corta, riega, pica y etapa (1,5 m)	Labores de presiembra		hora hombre	81,00	\$1 529,62	\$123 899,12	\$247,23
3	Control de malezas (Preemergente)	Labores culturales		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
4	Primer fertilización	Fertilización manual		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
5	Segunda fertilización	Fertilización manual		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
6	Aplicación mecánica	Control de plagas y enfermedades		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
7	Aplicación Rodenticida	Control de plagas y enfermedades		hora hombre	4,00	\$1 529,62	\$6 118,48	\$12,21
8	Corta manual (Caña quemada)	Cosecha manual		hora hombre	170,00	\$1 529,62	\$260 035,19	\$518,88
9	Rondas y quema del cañal	Cosecha manual		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
10	Mantenimiento de rondas y caminos	Mantenimiento de fincas		hora hombre	16,00	\$1 529,62	\$24 473,90	\$48,84
Subtotal mano de obra directa:						\$500 185,33	\$998,08	29,99%
Cargas Sociales y seguros laborales:						\$0,00	43,50%	\$217 563,94
Total labores manuales:						\$717 749,28	\$1 432,20	43,03%

INSUMOS (*)								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Semilla	Semilla		t	12,00	\$20 000,00	\$240 000,00	\$478,90
2	Fertilizante 11-52-0	Fertilizantes		saco	4,00	\$17 495,00	\$69 980,00	\$139,64
3	Fertilizante Urea 46 %	Fertilizantes	1	saco	8,00	\$18 511,00	\$148 088,00	\$295,50
4	Ametrina, Terbutrina,	Herbicida		L	4,00	\$2 545,00	\$10 180,00	\$20,31
5	Diurón	Herbicida		kg	1,00	\$3 213,00	\$3 213,00	\$6,41
6	2,4-D, Picloram,	Herbicida	1	gl	0,30	\$14 028,00	\$4 208,40	\$8,40
7	Coadyuvante	Coadyuvantes y adherentes		kg	0,25	\$2 009,00	\$502,25	\$1,00
8	Coumatetralyl	Rodenticida		kg	1,50	\$6 300,00	\$9 450,00	\$18,86
Total insumos:						\$485 621,65	\$969,02	29,11%

OTROS								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Análisis suelo	Análisis de suelos	2	global	1,00	\$8 000,32	\$8 000,32	\$15,96
2	Supervisión (administración)	Gastos administrativos		global	1,00	\$10 481,90	\$10 481,90	\$20,92
Subtotal otros costos:						\$18 482,22	\$36,88	1,11%
Imprevistos: 5,00%						\$24 281,08	\$48,45	1,46%
Total otros costos:						\$42 763,30	\$85,33	2,56%

COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				Costo Total	Costo Total (US)	%
				\$1 668 109,23	\$3 328,56	100,00%
				Costo Unitario:	\$25 663,22	\$51,21 /ton

SUPUESTOS Y ANOTACIONES	
1	Precio según III sondeo de insumos agropecuarios, Sepsa diciembre 2024
2	Se recomienda realizar un análisis de suelo antes de iniciar la siembra para validar el estado nutricional del suelo y realizar año por medio.

Actividad: CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum)

Corte: 2

Unidad de Costeo: Hectáreas

Sistema:	Convencional seco	Rendimiento:	60	Unidad de Costo:	ton
Ubicación:	Región Pacífico Central	Ciclo de Costeo:	12	Medida de ciclo:	Meses
Elaborado por:	Sepsa con apoyo de DIECA y la Dirección de la Región Pacífico Central	Tipo de Cambio:	\$501,15	Fecha Actualización:	26/03/2025

LABORES MECANIZADAS / CONTRATADAS								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Carga de la caña	Labores contratadas		t	60,00	\$1 680,00	\$100 800,00	\$201,14
2	Acarreo cosecha e insumos	Labores contratadas		t	60,00	\$2 815,00	\$168 900,00	\$337,02
Total labores mecanizadas:						\$269 700,00	\$538,16	26,33%

LABORES MANUALES								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Control de malezas (Preemergente)	Labores culturales		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
2	Aplicación fertilizante	Fertilización manual		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
3	Aplicación mecánica	Control de plagas y enfermedades		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
4	Aplicación Rodenticida	Control de plagas y enfermedades		hora hombre	4,00	\$1 529,62	\$6 118,48	\$12,21
5	Corta manual (Caña quemada)	Cosecha manual		hora hombre	170,00	\$1 529,62	\$260 035,19	\$518,88
6	Rondas y quema del cañal	Cosecha manual		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42
7	Mantenimiento de rondas y caminos	Mantenimiento de fincas		hora hombre	16,00	\$1 529,62	\$24 473,90	\$48,84
Subtotal mano de obra directa:						\$339 575,36	\$677,59	35,67%
Cargas Sociales y seguros laborales:						\$0,00	43,50%	\$147 703,96
Total labores manuales:						\$487 279,32	\$972,32	51,19%

INSUMOS (*)								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Fertilizante Urea 46 %	Fertilizantes	1	saco	8,00	\$18 511,00	\$148 088,00	\$295,50
2	Ametrina, Terbutrina,	Herbicida		L	4,00	\$2 545,00	\$10 180,00	\$20,31
3	Diurón	Herbicida		kg	1,00	\$3 213,00	\$3 213,00	\$6,41
4	2,4-D, Picloram,	Herbicida	1	gl	0,30	\$14 028,00	\$4 208,40	\$8,40
5	Coadyuvante	Coadyuvantes y adherentes		kg	0,25	\$2 009,00	\$502,25	\$1,00
6	Coumatetralyl	Rodenticida		kg	1,50	\$6 300,00	\$9 450,00	\$18,86
Total insumos:						\$175 641,65	\$350,48	18,45%

OTROS								
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)
1	Supervisión (administración)	Gastos administrativos		global	1,00	\$10 481,90	\$10 481,90	\$20,92
Subtotal otros costos:						\$10 481,90	\$20,92	1,10%
Imprevistos: 5,00%						\$8 782,08	\$17,52	0,92%
Total otros costos:						\$19 263,98	\$38,44	2,02%

COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN				Costo Total	Costo Total (US)	%
				\$951 884,96	\$1 899,40	100,00%
				Costo Unitario:	\$15 864,75	\$31,66 /ton

SUPUESTOS Y ANOTACIONES	
1	Precio según III sondeo de insumos agropecuarios, Sepsa diciembre 2024
2	
3	

Rendimiento y costo de producción – Caña de azúcar

Rendimiento y costo de producción de la caña de azúcar para el 2025

Rendimiento TCH ⁸	Costo total de producción CRC/ton
65	25,663.22
60	15,864.75
50	18,298.71
40	21,549.62
30	27,234.50

Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA, 2025)

⁸ Tonelada de caña por hectárea

Actividad: CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum)		Corte: 5	
Unidad de Costo: Hectáreas			
Sistema: Convencional seco	Rendimiento: 30	Unidad de Costo: ton	
Ubicación: Región Pacífico Central	Ciclo de Costeo: 12	Medida de ciclo: Meses	
Elaborado por: Sepsa con apoyo de DIECA y la Dirección de la Región Pacífico Central	Tipo de Cambio: \$501,15	Fecha Actualización: 26/03/2025	

LABORES MECANIZADAS / CONTRATADAS									
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%
1	Carga de la caña	Labores contratadas		t	30,00	\$1 680,00	\$50 400,00	\$100,57	6,17%
2	Acarreo cosecha e insumos	Labores contratadas		t	30,00	\$2 815,00	\$84 450,00	\$168,51	10,34%
Total labores mecanizadas:							\$134 850,00	\$269,08	16,50%

LABORES MANUALES									
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%
1	Control de malezas (Preemergente)	Labores culturales		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42	1,50%
2	Aplicación fertilizante	Fertilización manual		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42	1,50%
3	Aplicación mecánica	Control de plagas y enfermedades		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42	1,50%
4	Aplicación Rodenticida	Control de plagas y enfermedades		hora hombre	4,00	\$1 529,62	\$6 118,48	\$12,21	0,75%
5	Corta manual (Caña quemada)	Cosecha manual		hora hombre	170,00	\$1 529,62	\$260 035,19	\$518,88	31,83%
6	Rondas y quema del cañal	Cosecha manual		hora hombre	8,00	\$1 529,62	\$12 236,95	\$24,42	1,50%
7	Mantenimiento de rondas y caminos	Mantenimiento de fincas		hora hombre	16,00	\$1 529,62	\$24 473,90	\$48,84	3,00%
Subtotal mano de obra directa:							\$339 575,36	\$677,59	41,56%
Cargas Sociales y seguros laborales:							\$0,00	43,50%	
Total labores manuales:							\$487 279,32	\$972,32	59,64%

INSUMOS (*)									
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%
1	Fertilizante Urea 46 %	Fertilizantes	1	saco	8,00	\$18 511,00	\$148 088,00	\$295,50	18,13%
2	Ametrina, Terbutrina,	Herbicida		L	4,00	\$2 545,00	\$10 180,00	\$20,31	1,25%
3	Diurón	Herbicida		kg	1,00	\$3 213,00	\$3 213,00	\$6,41	0,39%
4	2,4-D, Picloram,	Herbicida	1	gl	0,30	\$14 028,00	\$4 208,40	\$8,40	0,52%
5	Coadyuvante	Coadyuvantes y adherentes		kg	0,25	\$2 009,00	\$502,25	\$1,00	0,06%
6	Coumatetralyl	Rodenticida		kg	1,50	\$6 300,00	\$9 450,00	\$18,86	1,16%
Total insumos:							\$175 641,65	\$350,48	21,50%

OTROS									
#	Tarea/Insumos	Categoría	Notas	Medida	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Costo Total (US)	%
1	Supervisión (administración)	Gastos administrativos		global	1,00	\$10 481,90	\$10 481,90	\$20,92	1,28%
Subtotal otros costos:							\$10 481,90	\$20,92	1,28%
Imprevistos: 5,00%							\$8 782,08	\$17,52	1,07%
Total otros costos:							\$19 263,98	\$38,44	2,36%

COSTO TOTAL DE PRODUCCIÓN							Costo Total	Costo Total (US)	%
							\$817 024,00	\$1 630,32	100,00%
							Costo Unitario:	\$27 234,50	\$54,34 /ton

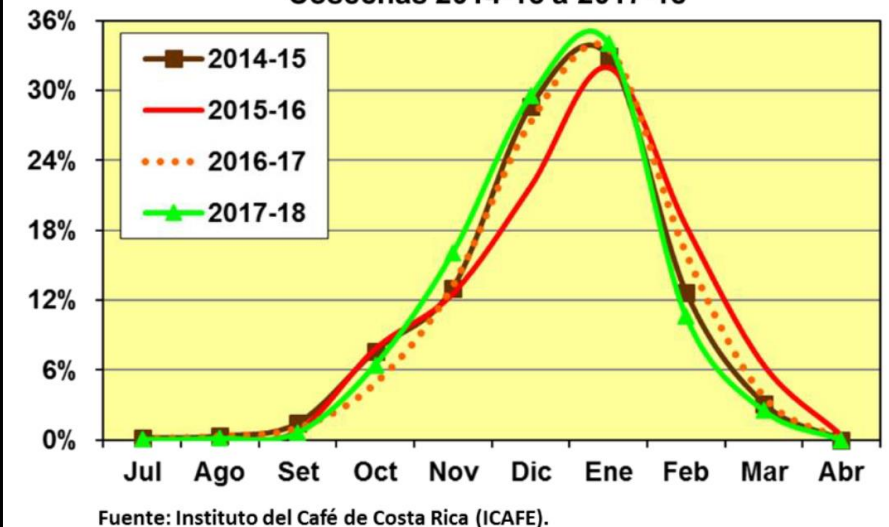
SUPUESTOS Y ANOTACIONES									
1	Precio según III sondeo de insumos agropecuarios, Sepsa diciembre 2024								
2									
3									

Ciclo fenológico

0	0	90 DDS	180 DDS	270 DDS	360 DDS							
Criterio	Germinación/retoñamiento		Crecimiento vegetativo		Desarrollo vegetativo	Maduración						
												
Época	Época lluviosa (Invierno)						Época seca (Verano)					
Meses	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
DDS: días después de la siembra												

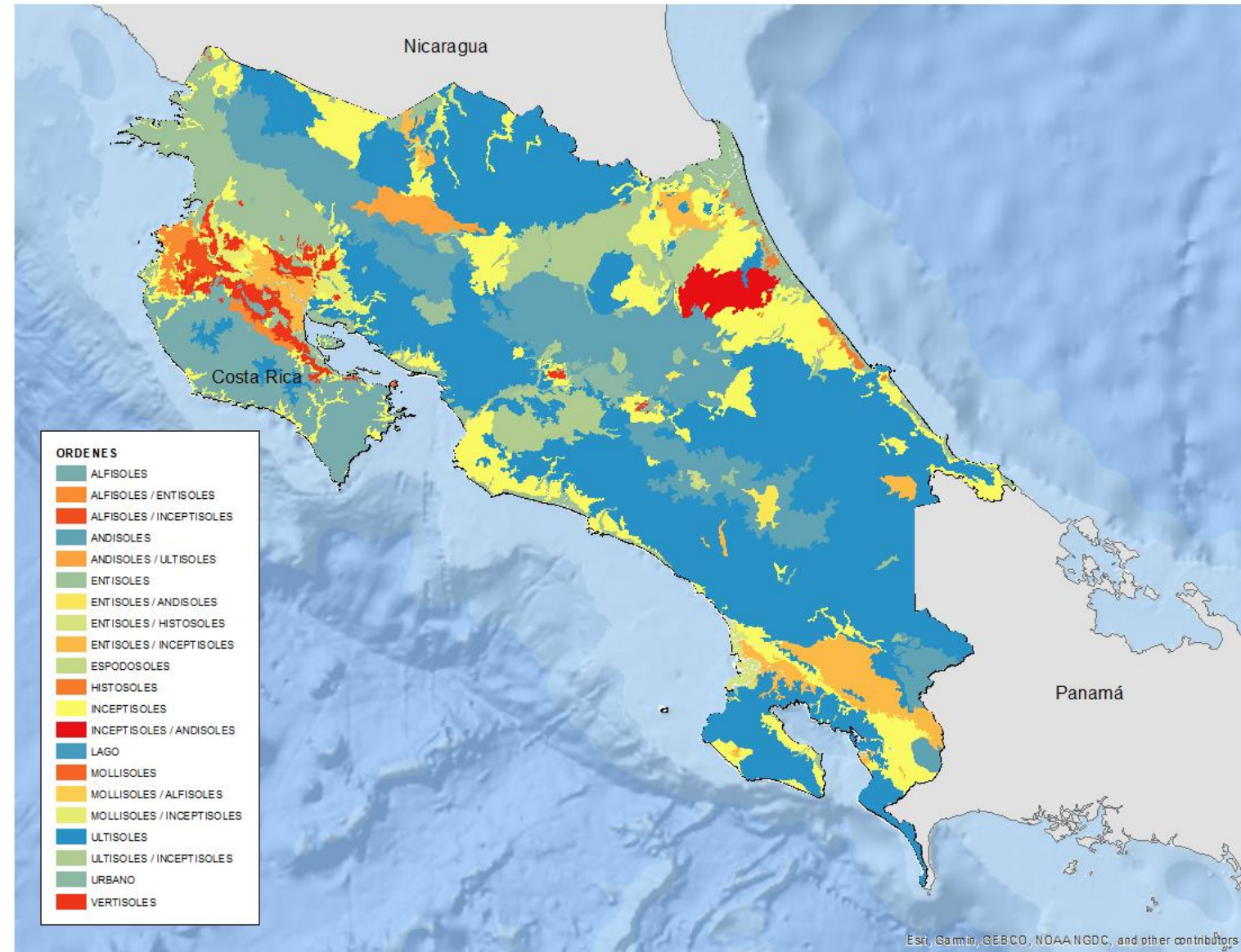
0-----6 meses-----0											-----2 años-----0																	
0 Fase			1 Fase					2 Fase			3 Fase			4 Fase			5 Fase			6 Fase								
																												
Selección y preparación de semilla			Crecimiento Vegetativo					Reposo de Yema y caída de hojas / revestimiento de botones florales			Floración principal más 2 y 4 floraciones			Llenados de fruto/granos			Maduración / Cosecha			Reposo / Defoliación natural								
Germinación y Almácigo			Crecimiento en altura y formación de bandolas primarias					Inducción y desarrollo de yemas generativas y seriales			Formación de botones florales y floración			Frutos/granos muy pequeños			Frutas/granos maduras			Auto poda de los arbustos								
Época			Época seca (Verano)			Época lluviosa (Invierno)					Época seca (Verano)					Época lluviosa (Invierno)					Época seca (Verano)							
Meses			F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F

Gráfico 2-2. Estacionalidad de la Cosecha de Café
Meses de Cosecha (% Recolección)
Cosechas 2014-15 a 2017-18



Textura del suelo

Mapa de Suelos de Costa Rica a escala 1:200,000, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en conjunto con el MINAE y el CATIE (MAG-MINAE-CATIE, 2002)



Textura del suelo

Textura	TXT	SAT ⁶ [%vol]	FC [%vol]	PWP [%vol]	TAW [%vol]	Ksat [mm/d]	Grupo
Arena	0	36	13	6	70	3000	A
Arenoso franco	1	38	16	8	80	2200	A
Franco arenoso	2	41	22	10	120	1200	A
Franco	3	46	31	15	160	500	B
Franco limoso	4	46	33	13	200	575	B
Limoso	5	43	33	9	240	500	B
Franco arcillo arenoso	6	47	32	20	120	225	C
Franco arcilloso	7	50	39	23	160	125	C
Franco arcillo limoso	8	52	44	23	210	150	C
Arcillo arenoso	9	50	39	27	120	35	D
Arcillo limoso	10	54	50	32	180	100	D
Arcilla	11	55	54	39	150	35	D
Impermeable	12	0.5	0.3	0.1	2	0	D
Agua	-1	0.5	0.3	0.1	2	0	D

SAT: Saturación.

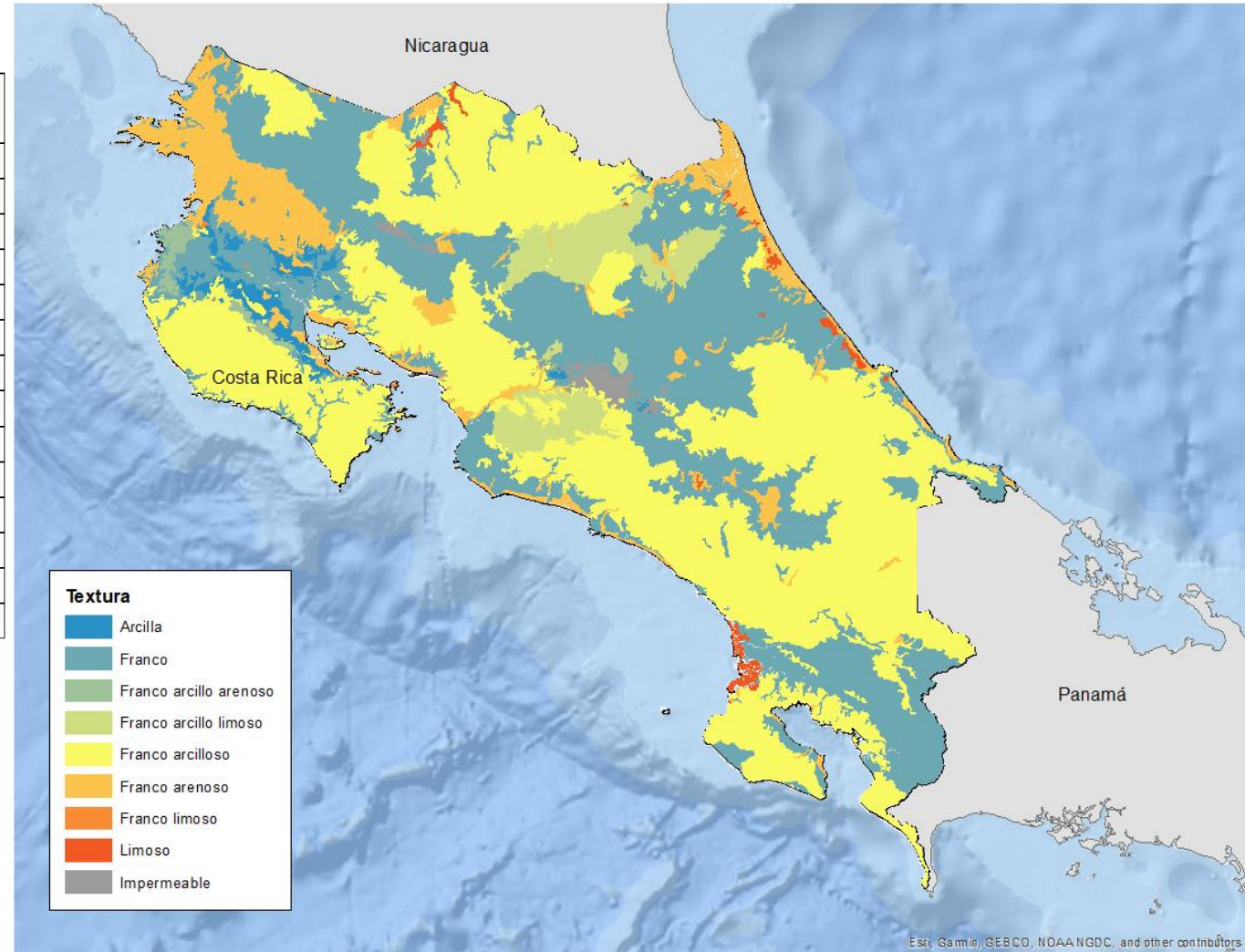
FC: Capacidad de campo.

PWP: Punto de marchitamiento permanente.

TAW: Total de agua disponible.

Ksat: Conductividad hidráulica del suelo saturado.

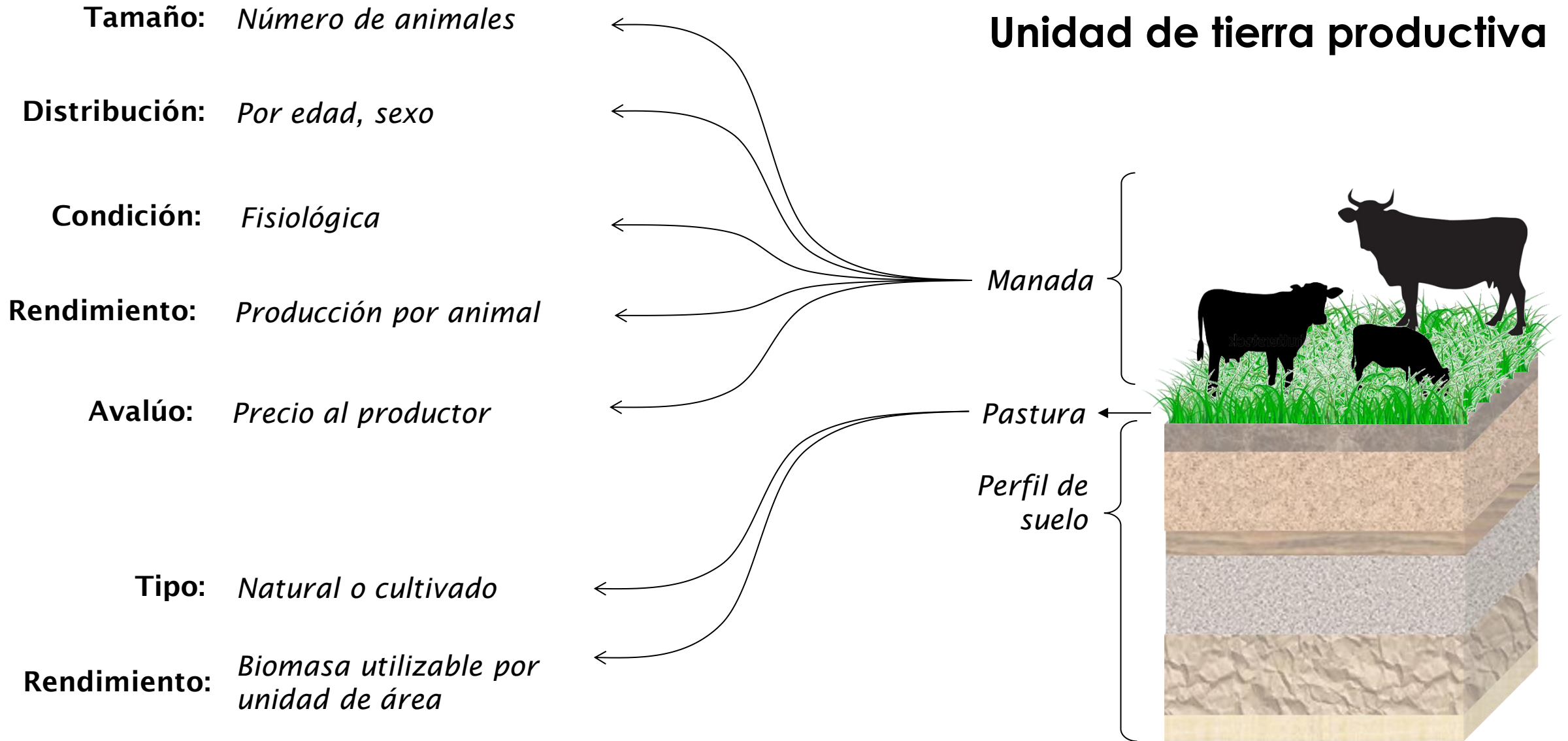
Grupo: Grupo de clasificación hidrológica.



Modelo de exposición

Ganadería extensiva (bovinos)

Exposición de ganadería extensiva



CUADRO 4.1
Costa Rica. Total de ganado vacuno por sexo, según propósito, 2023

Propósito	Total	Sexo	
		Machos	Hembras
Total	1 510 563	420 620	1 089 943
Carne	901 299	325 247	576 052
Leche	284 904	16 505	268 399
Doble propósito	322 599	77 107	245 492
Trabajo ^{1/}	1 761	1 761	-

1/ Los animales de trabajo corresponden a bueyes.

Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Nacional Agropecuaria, 2023.

Del total de cabezas:

59,7% corresponde a ganado de carne
18,8% a ganado de leche
21,4% a doble propósito
0,1% trabajo como la preparación del terreno.

CUADRO 4.5
Costa Rica. Total de ganado vacuno de carne por sexo, según edad, 2023

Edad	Total	Sexo	
		Machos	Hembras
Total	901 299	325 247	576 052
Menores de 1 año	207 177	104 928	102 249
De 1 a menos de 2 años	280 810	142 039	138 771
De 2 años y más	413 312	78 280	335 032

Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Nacional Agropecuaria, 2023.

CUADRO 4.6
Costa Rica. Total de ganado vacuno de leche por sexo, según edad, 2023

Edad	Total	Sexo	
		Machos	Hembras
Total	284 904	16 505	268 399
Menores de 1 año	60 499	9 432	51 067
De 1 a menos de 2 años	50 875	3 412	47 463
De 2 años y más	173 530	3 661	169 869

Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Nacional Agropecuaria, 2023.

CUADRO 4.7
Costa Rica. Total de ganado vacuno de doble propósito por sexo, según edad, 2023

Edad	Total	Sexo	
		Machos	Hembras
Total	322 599	77 107	245 492
Menores de 1 año	99 012	49 867	49 145
De 1 a menos de 2 años	69 405	18 220	51 185
De 2 años y más	154 182	9 020	145 162

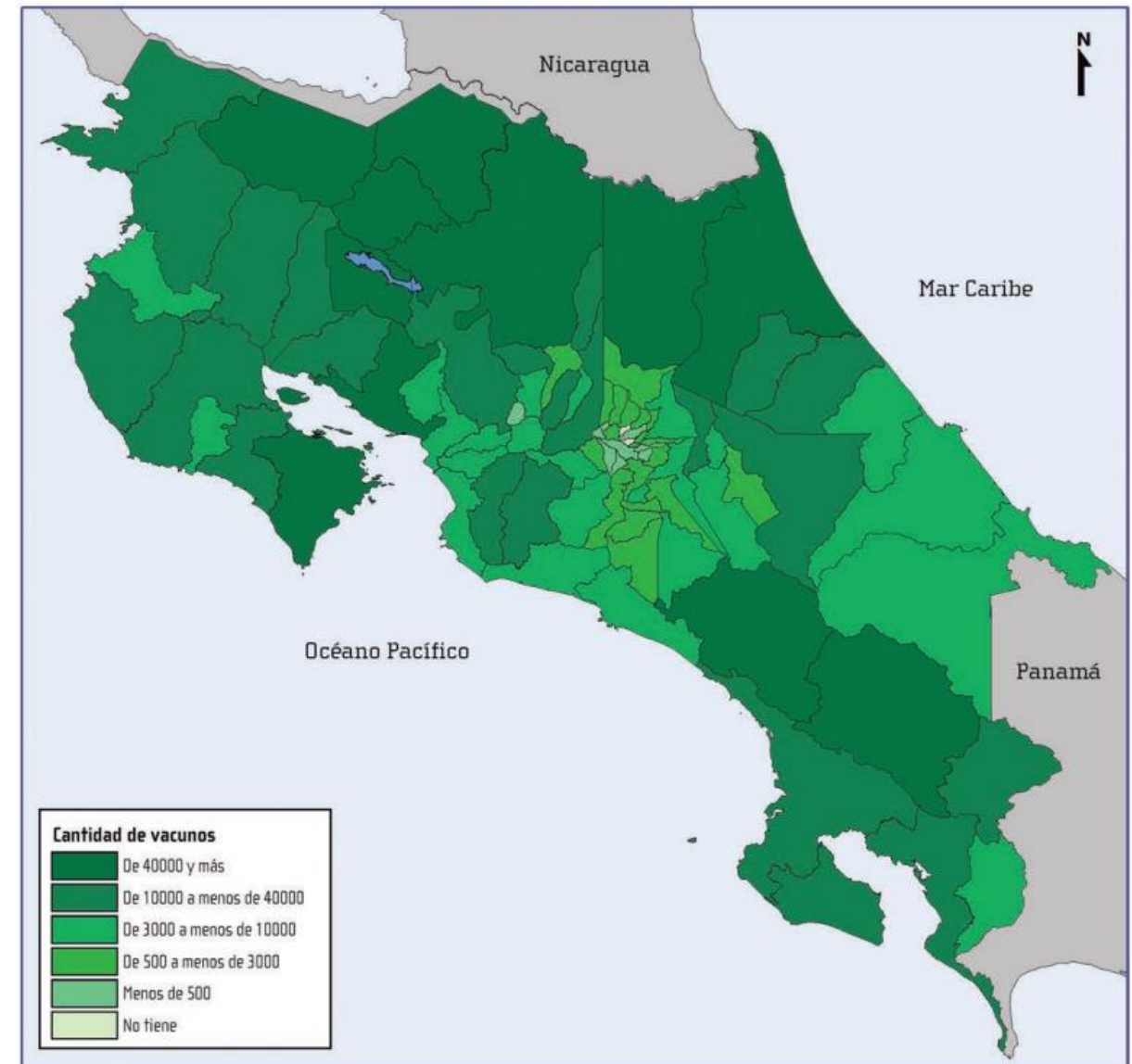
Fuente: INEC-Costa Rica. Encuesta Nacional Agropecuaria, 2023.

Información histórica

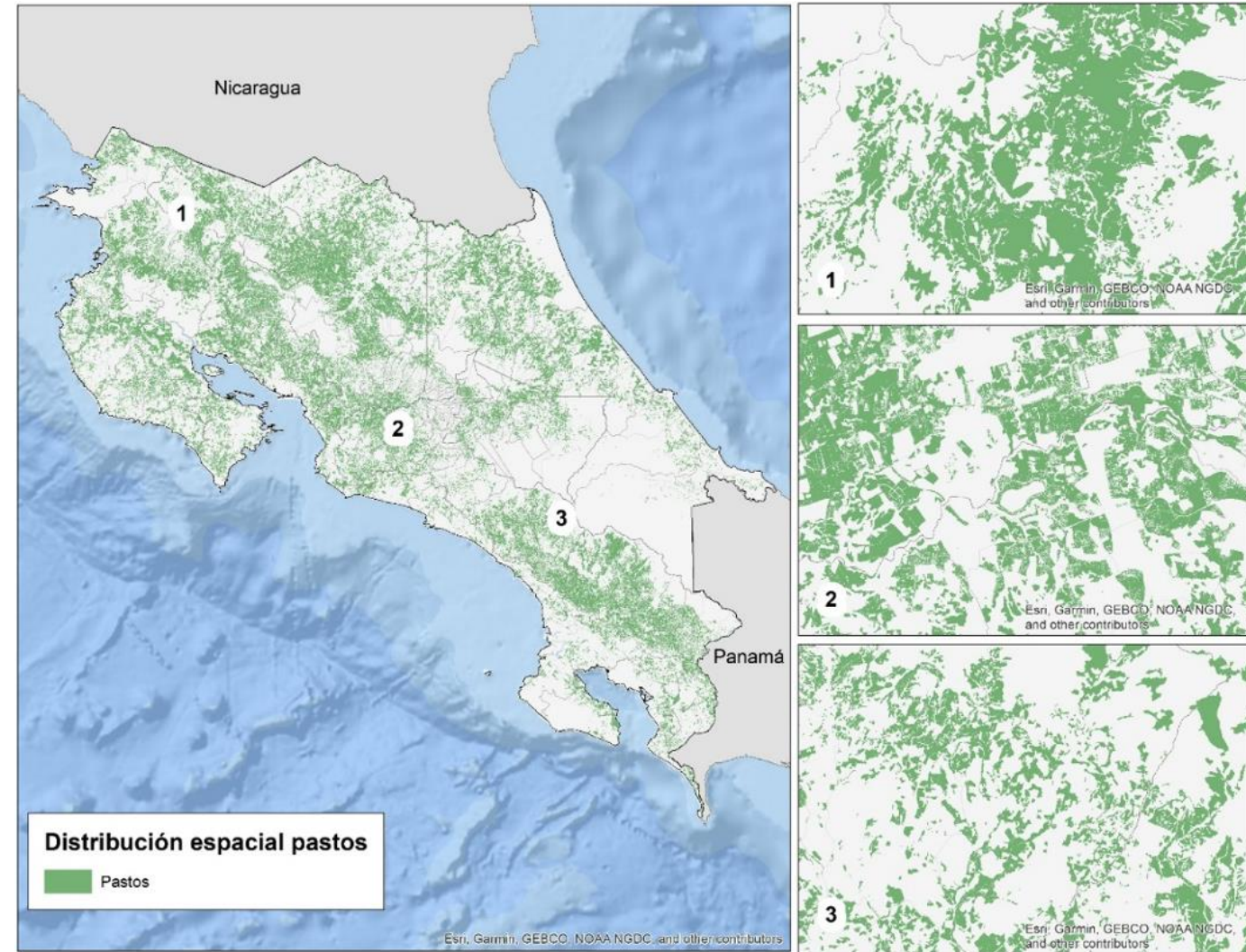
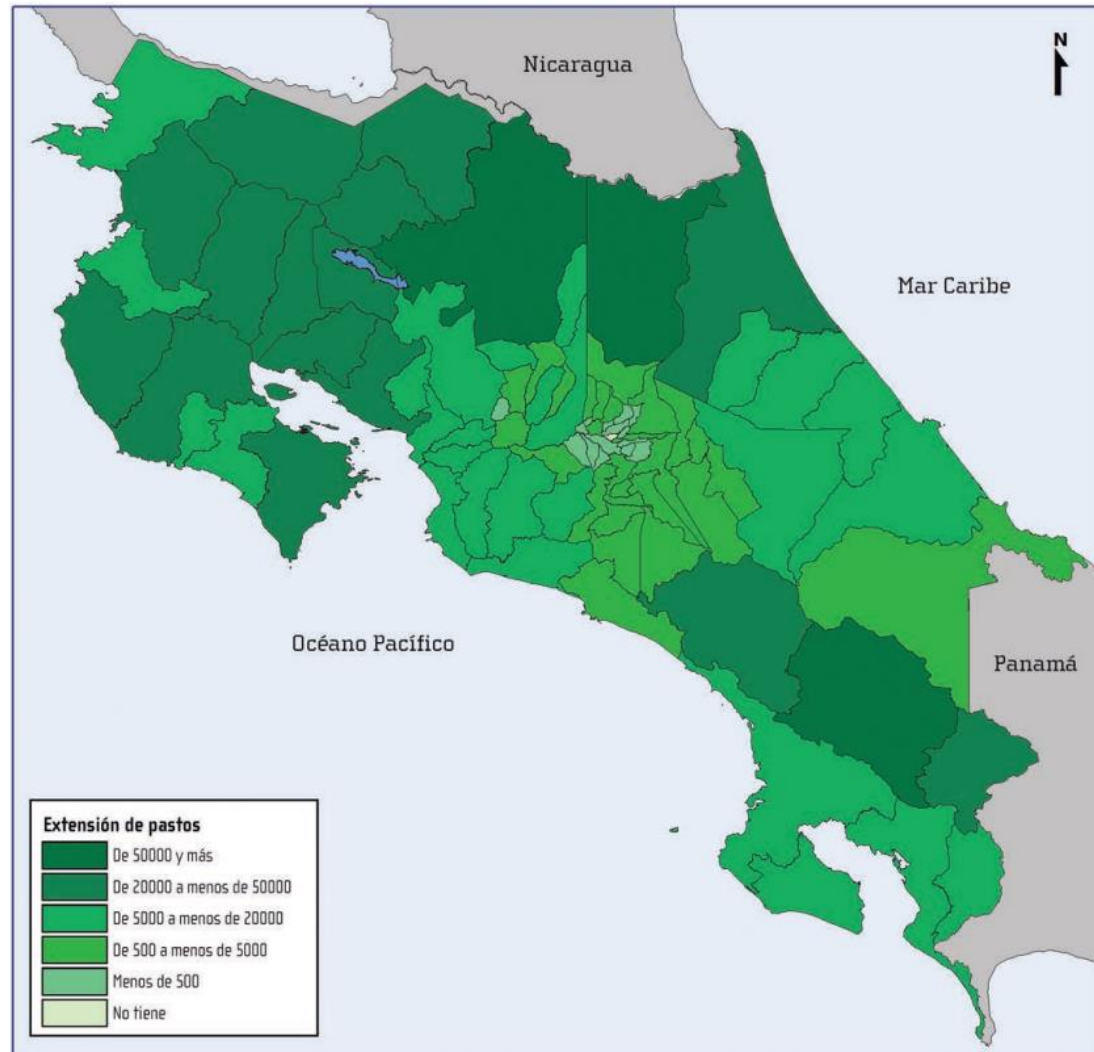
Distribución de la extensión sembrada en hectáreas por cantón

Actividad	Total de fincas	Total de animales
Ganado vacuno	37 171	1 278 817
Ganado caprino	2 348	12 852
Ganado ovino	1 792	35 800
Ganado porcino	14 355	435 243
Ganado asnal	482	1 349
Ganado bufalino	247	4 380
Ganado caballar	19 695	66 942
Ganado mular	880	2 730
Aves de corral ^{2/}	36 752	18 589 455

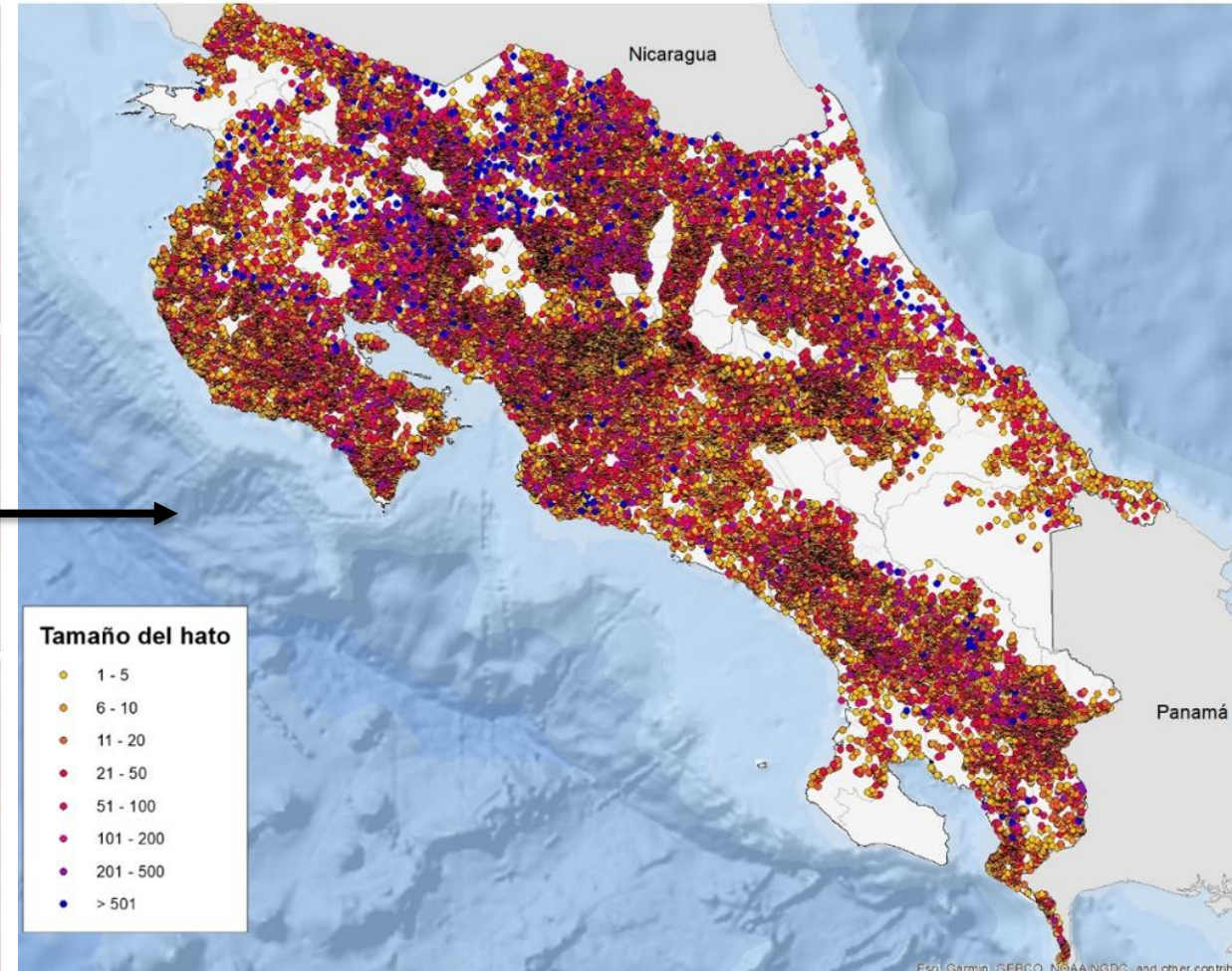
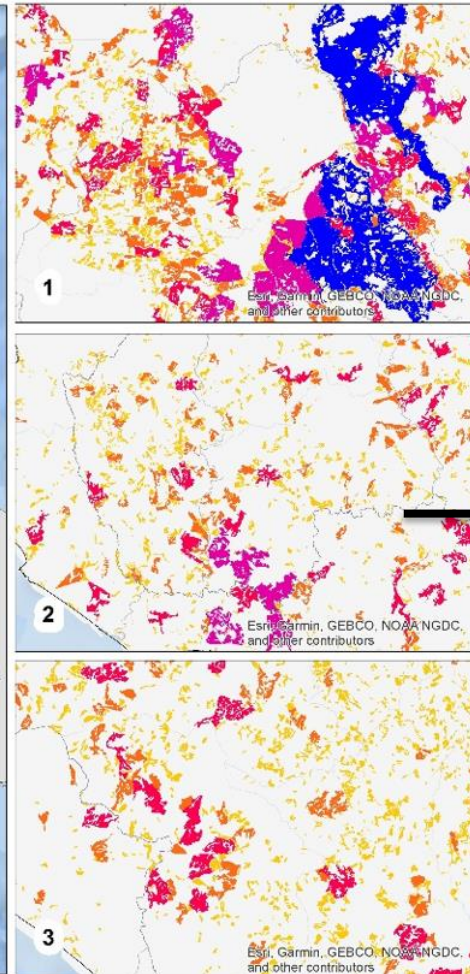
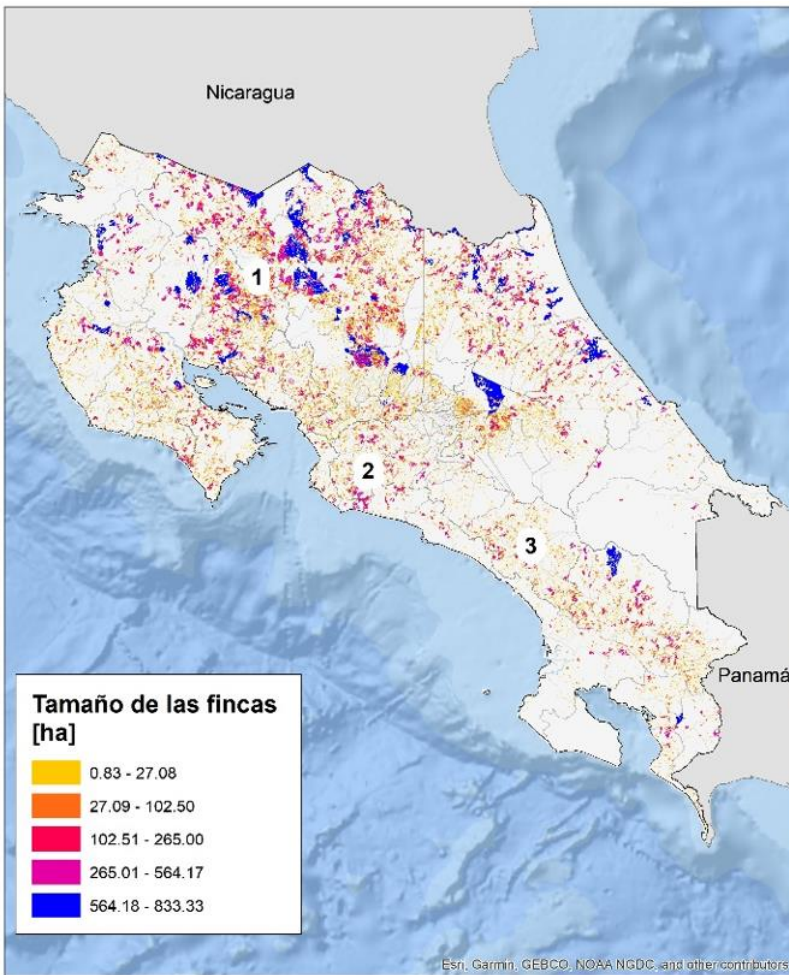
VI Censo Nacional Agropecuario (2014)



Pastos



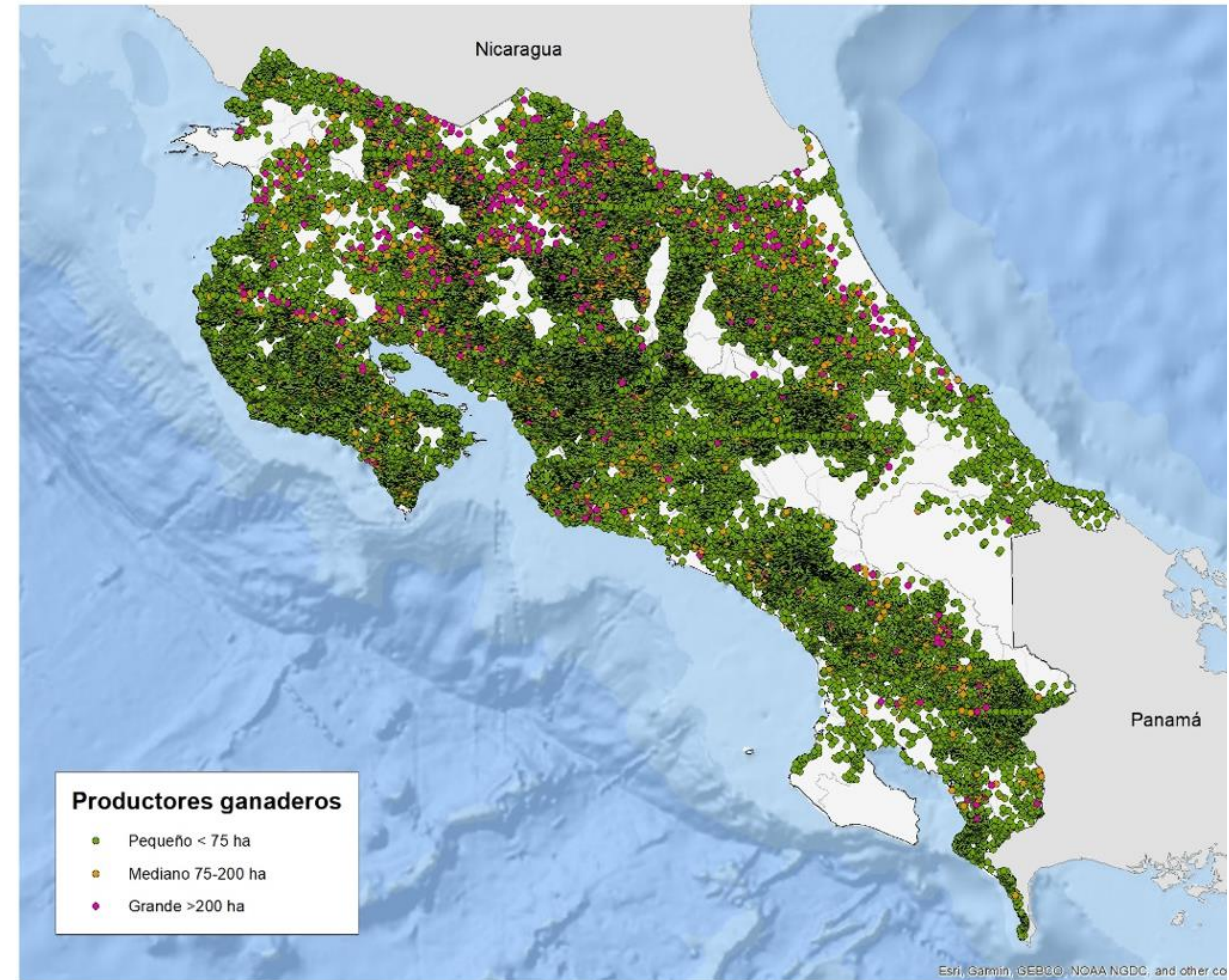
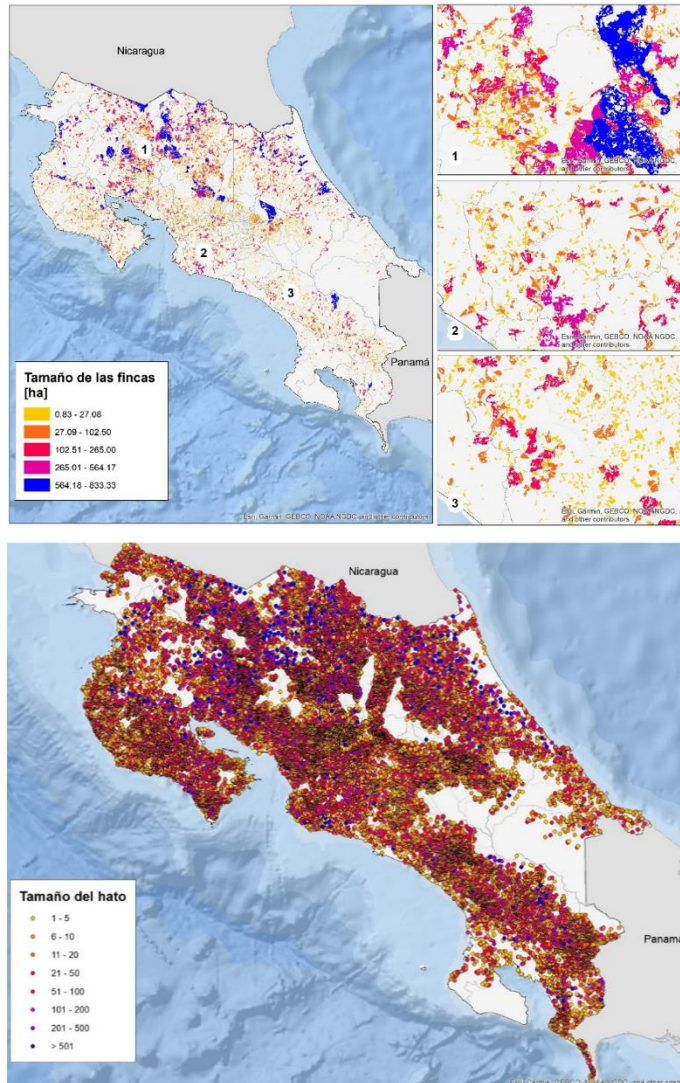
Ganadería



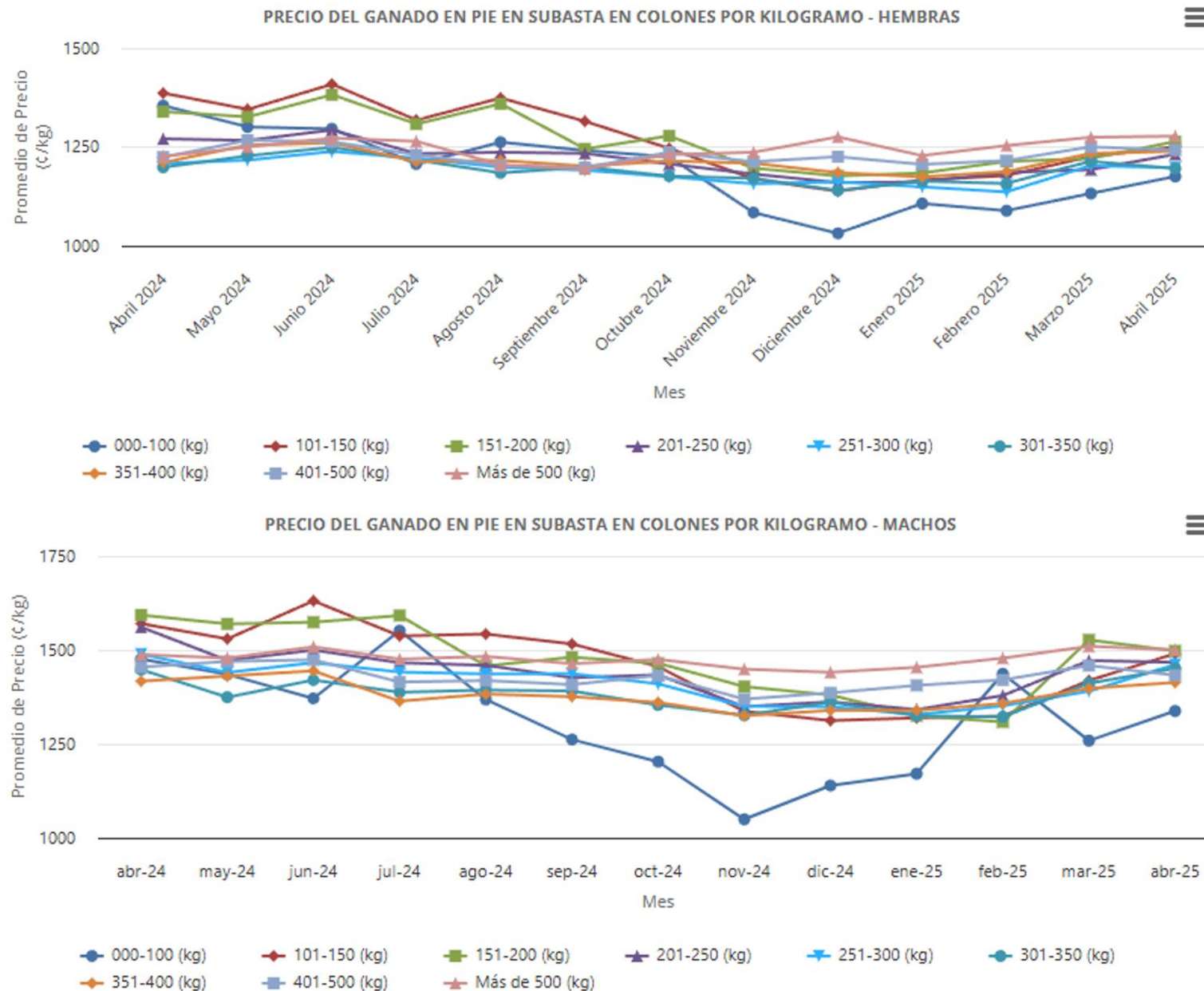
Tamaño del hato ganadero para cada productor.

Ganadería

Según CCAFS (2015), en Costa Rica existen más de 37,000 productores ganaderos.



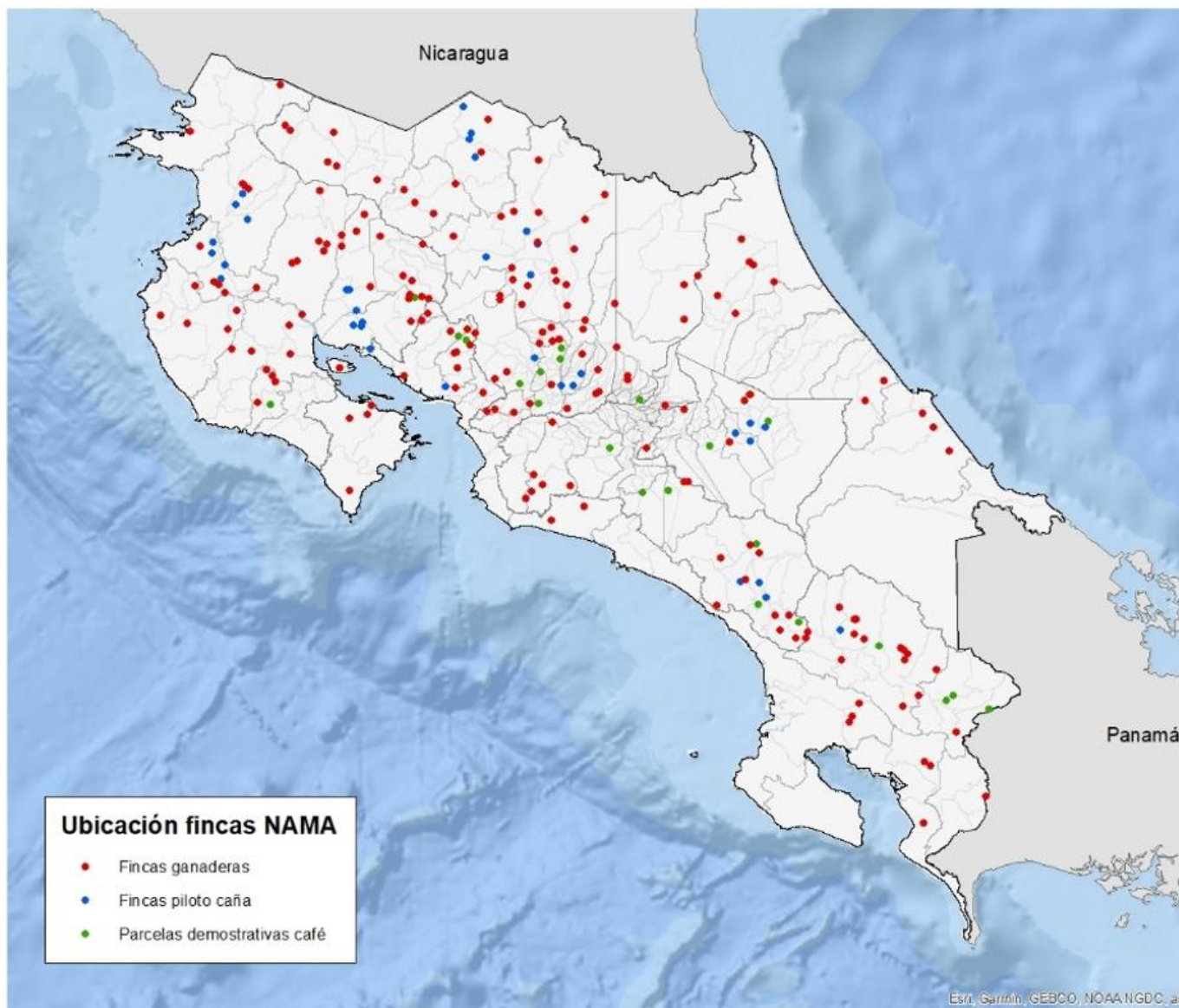
Ganadería



El ganado vacuno fue valorado a partir de la información estadística obtenida de la Corporación Ganadera (CORFOGA, 2025).

Precio promedio 1354.2 CRC/kg de animal vivo.

Acciones de Mitigación Nacionalmente Apropriadas – NAMA



Ganadería - Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)

Cuadro 66.

Número de FP y sus respectivas parcelas de validación con implementación de la NAMA y tecnología propia del productor, según región y cantón.

Región	Cantón	Total de Fincas Piloto/Región	Total de Parcelas Región
Norte	San Carlos	4	8
	Los Chiles	4	8
Sur	Pérez Zeledón	3	6
	Buenos Aires	1	2
Turrialba	Jiménez	2	4
	Turrialba	2	4
Valle Central	Grecia	3	6
	San Ramón	1	2
Guanacaste Oeste	Carrillo	4	8
	Liberia	3	6
Guanacaste Este	Cañas	3	6
	Abangares - Bagaces	3	6
Puntarenas	Puntarenas	2	4
Total		35	70

Nota: Cada Finca Piloto contará con dos tipos de parcelas: tecnología NAMA (TESCA) y tecnología del PRODUCTOR.

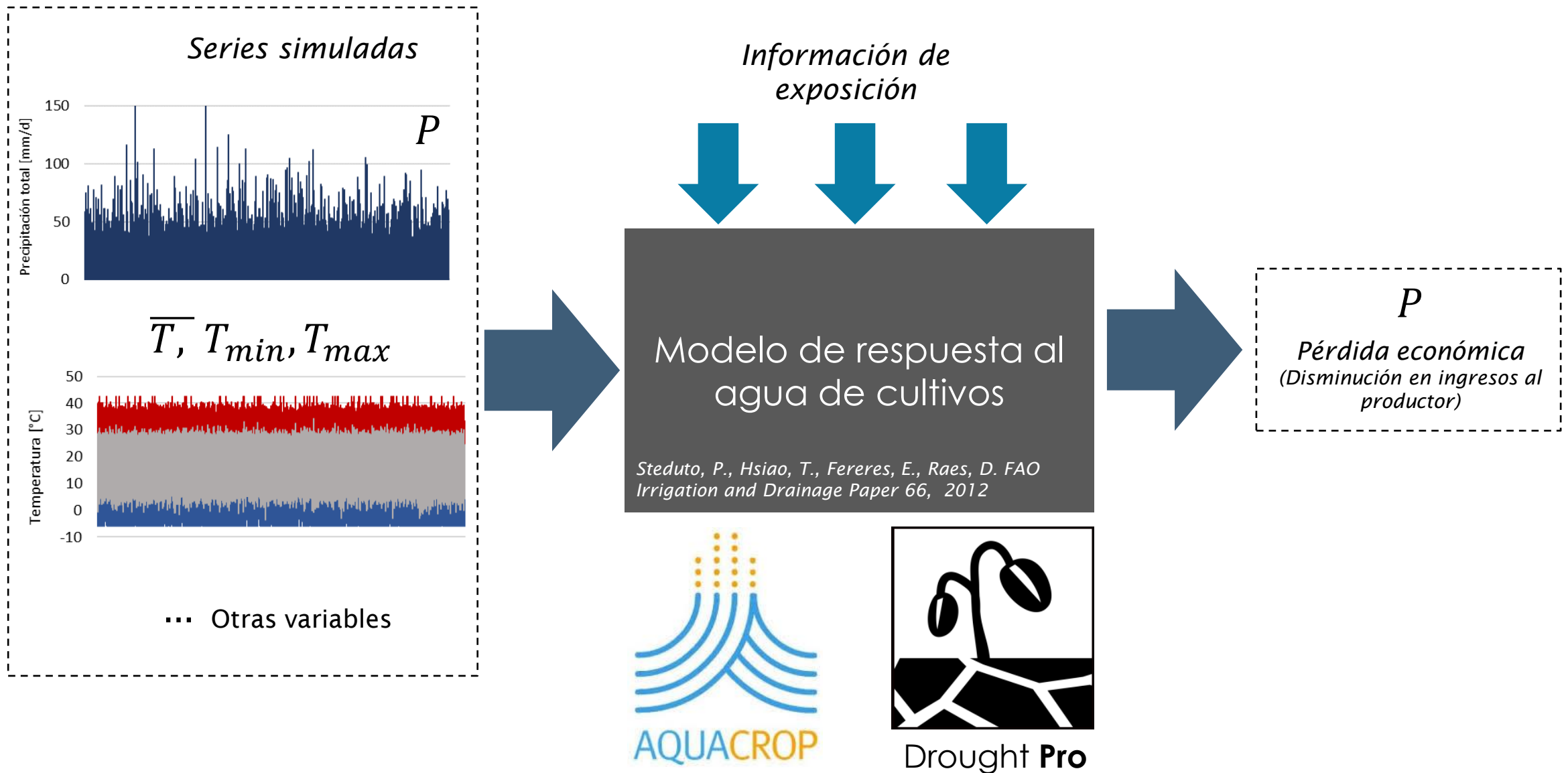
LAICA

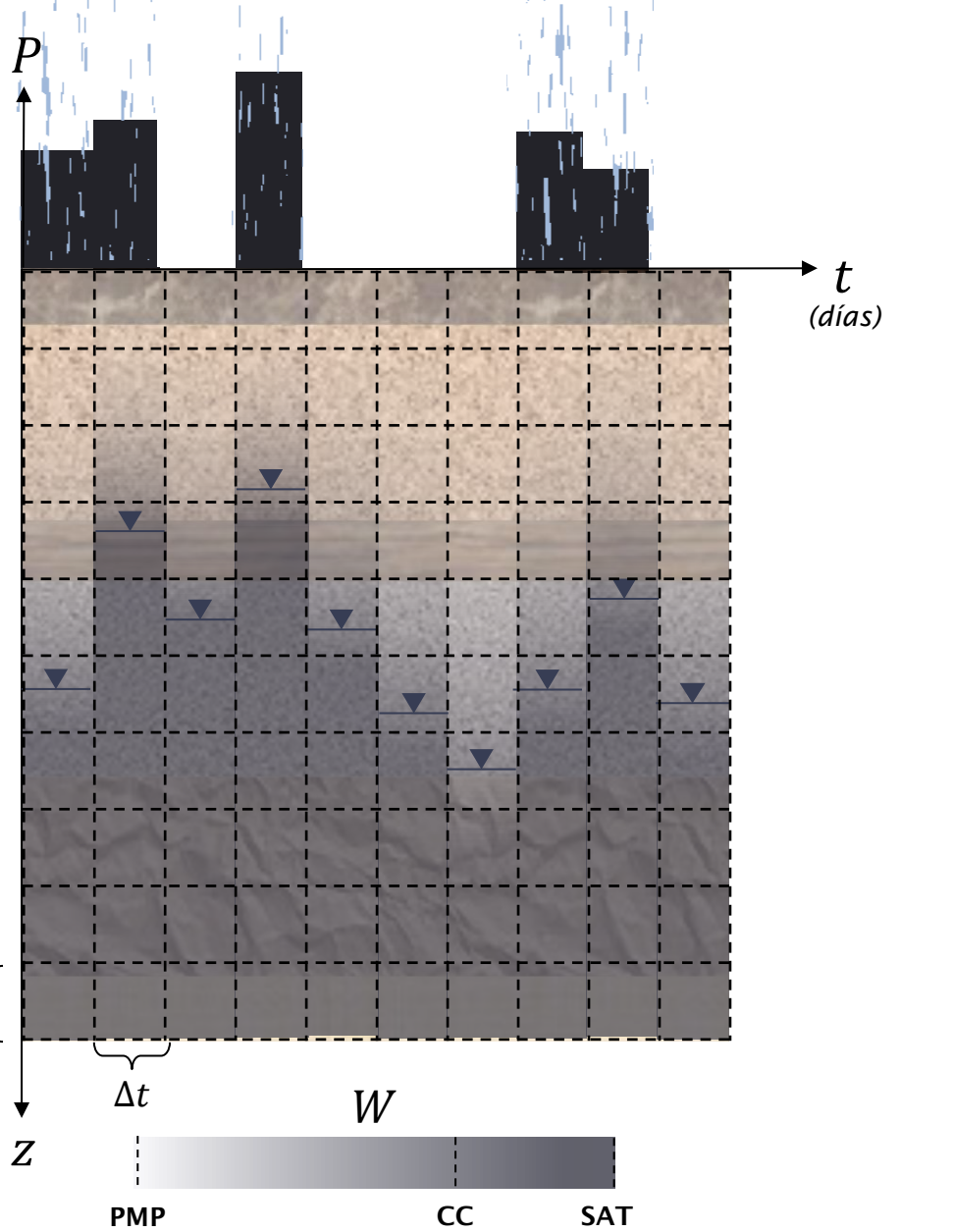
Ganadería – 514
Café 23
Caña de azúcar 35

Modelo de vulnerabilidad

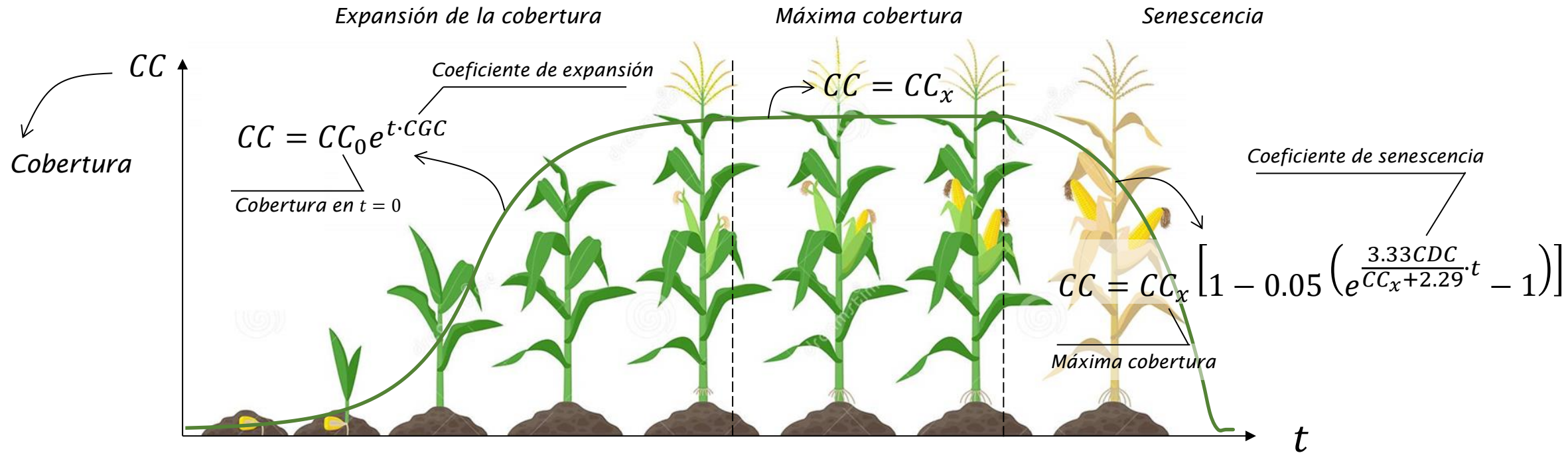
Respuesta al agua de cultivos

Vulnerabilidad

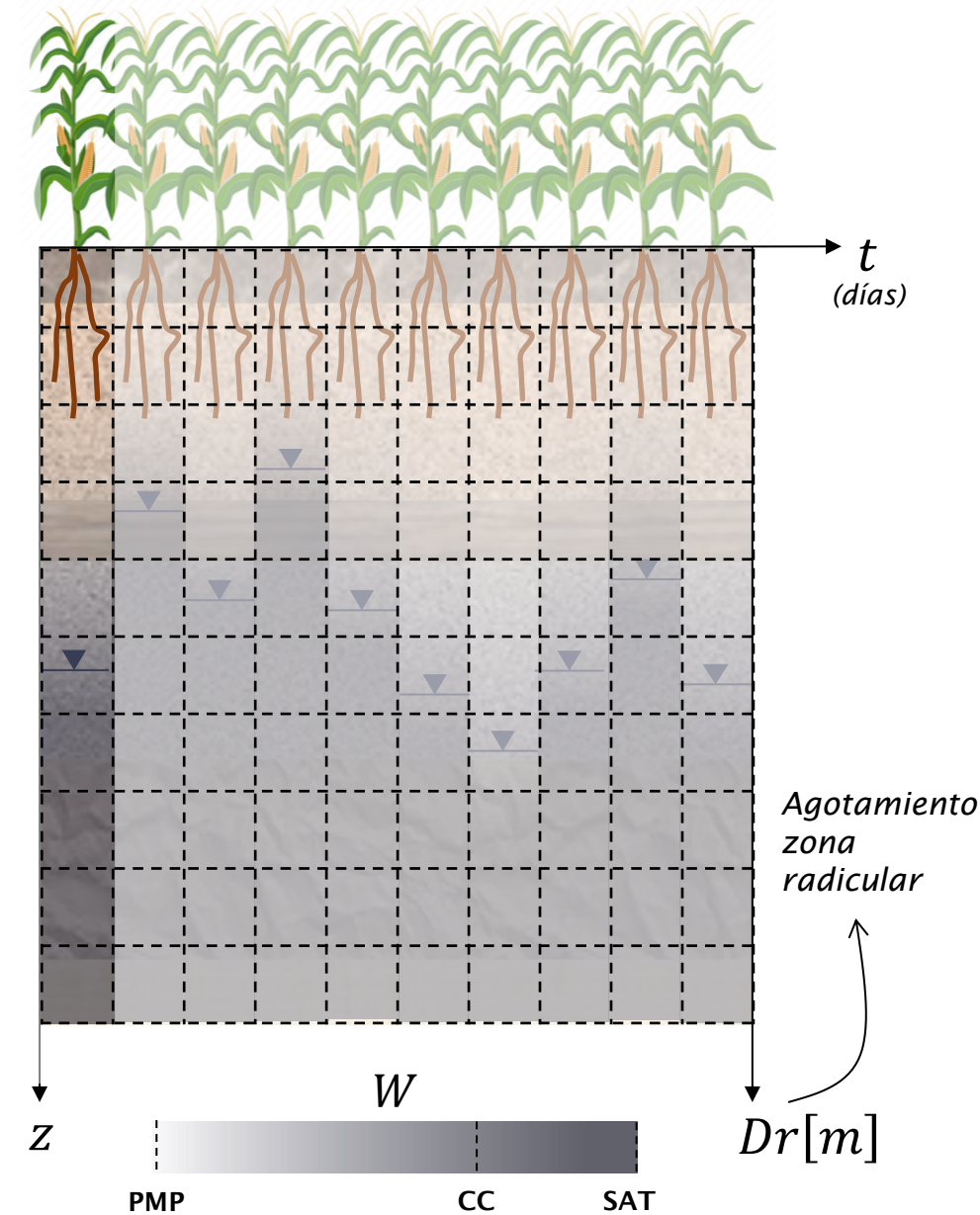
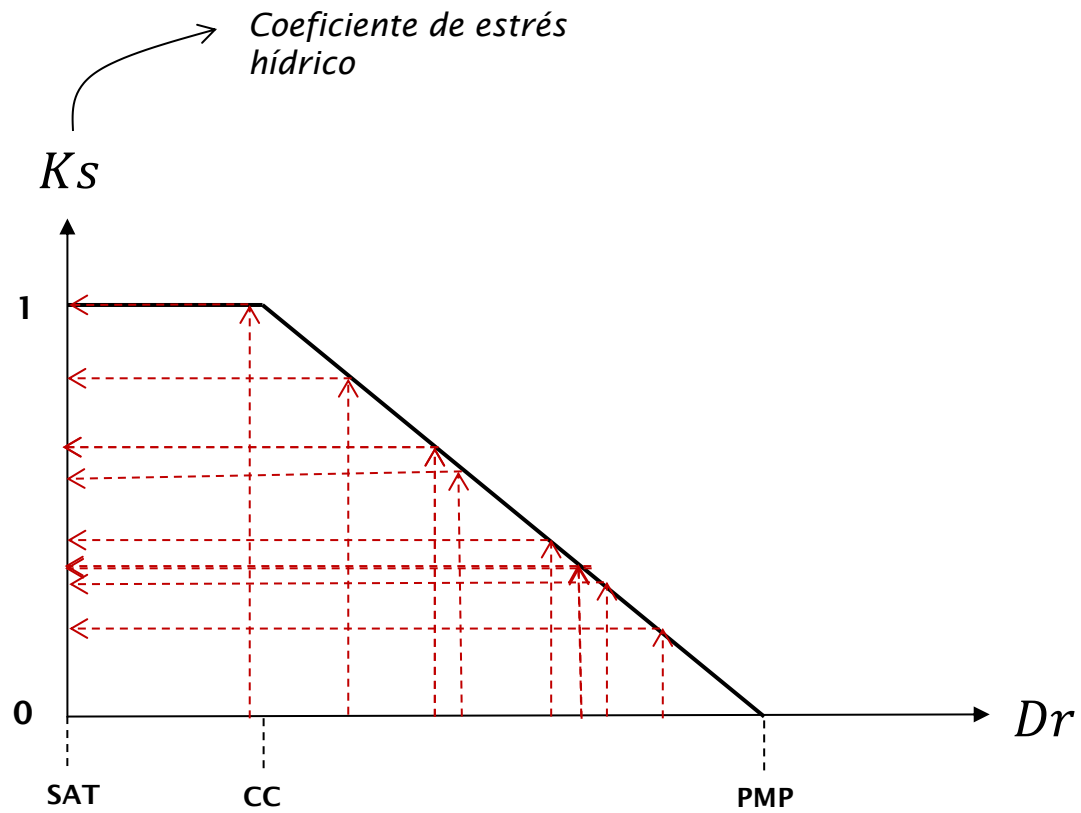


[illegible]

Desarrollo del cultivo

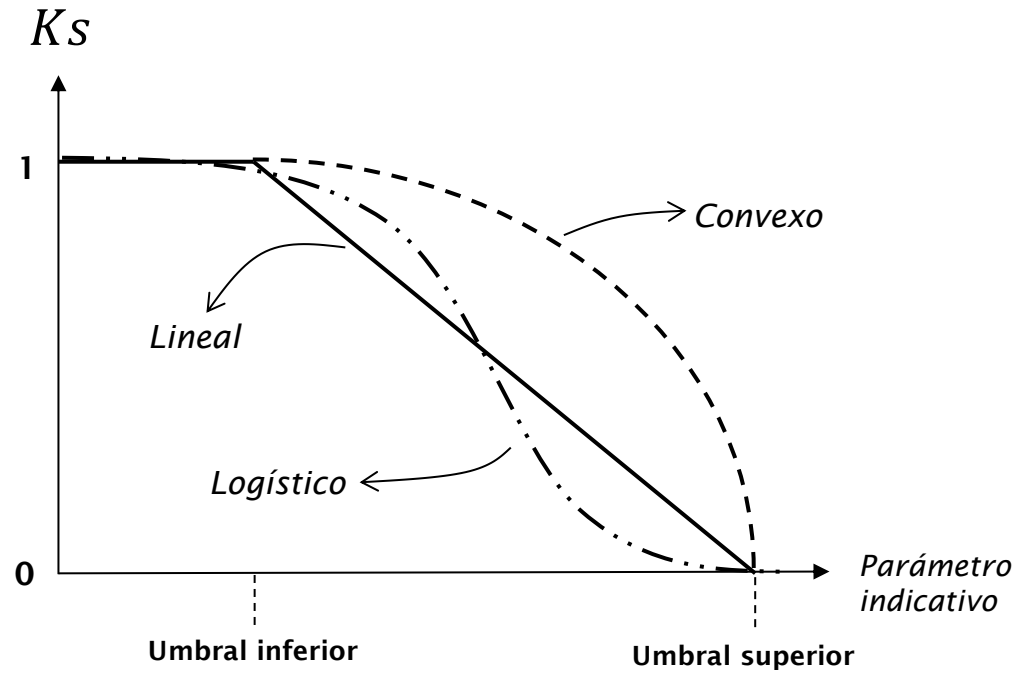


Desarrollo del cultivo

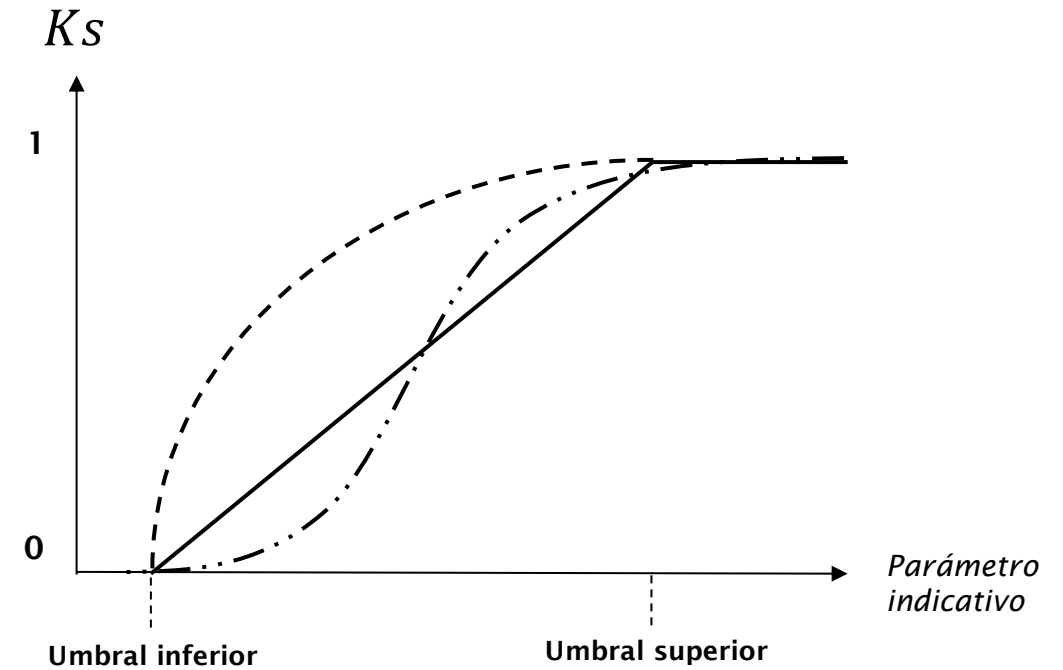


Coeficientes de estrés

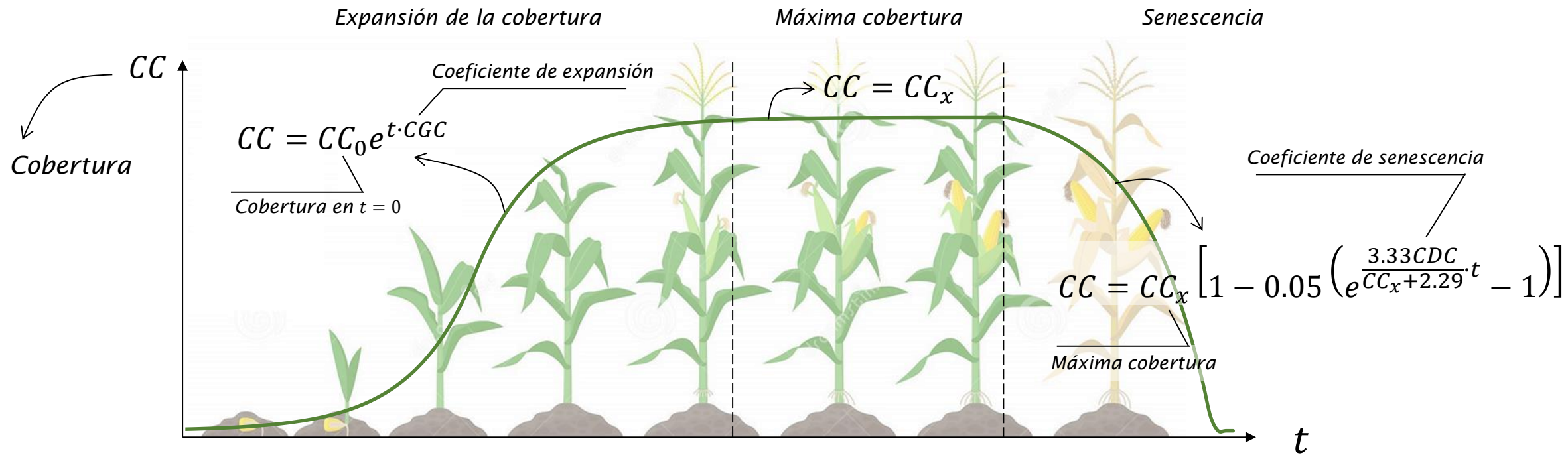
Decreciente



Creciente

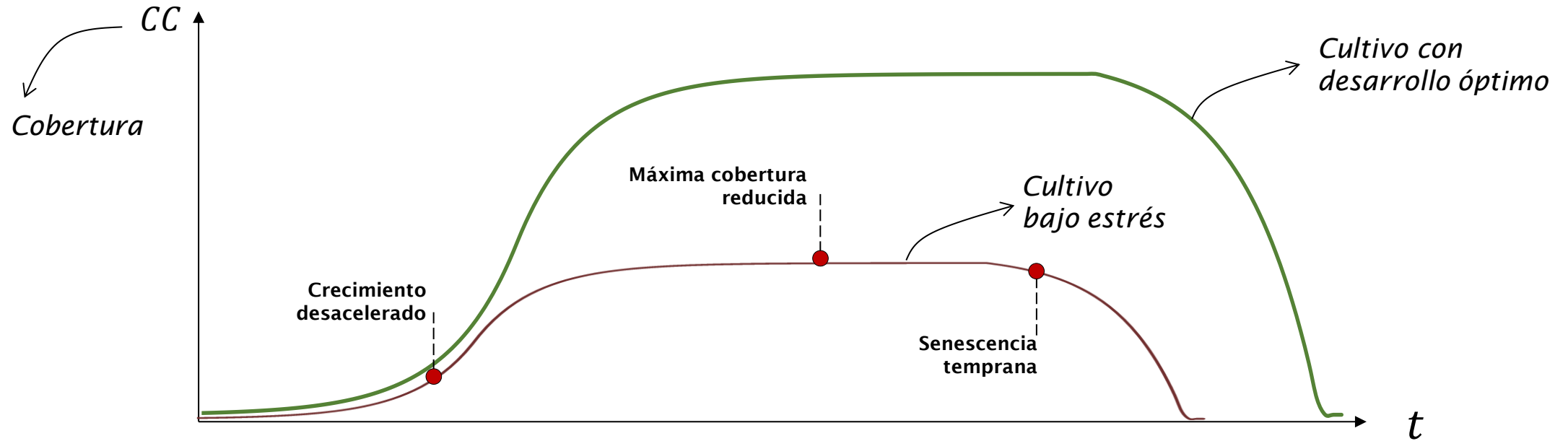


Desarrollo del cultivo



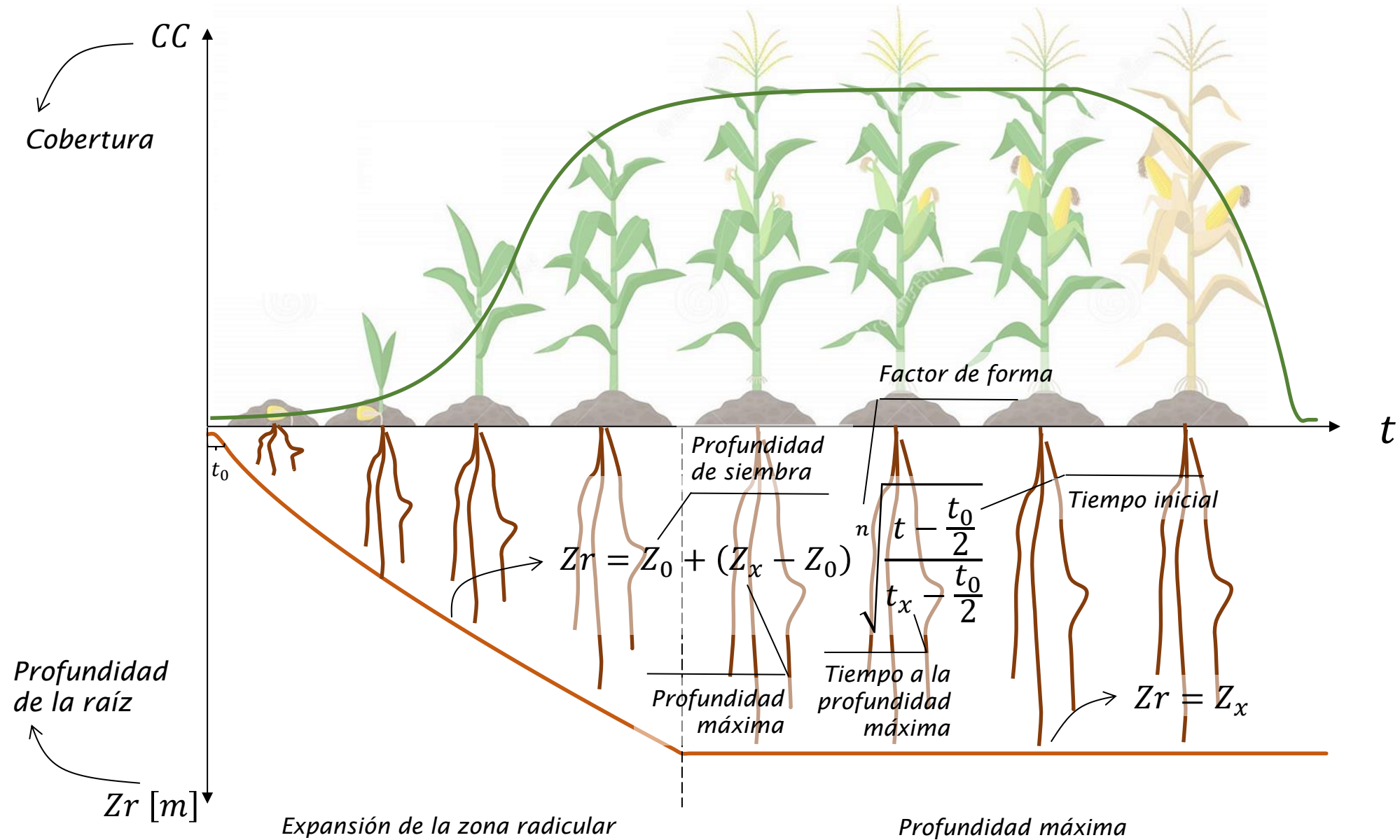
Tipo de estrés	Efecto causado	Coefficiente de estrés	Parámetro modificado	Parámetro indicativo
Estrés hídrico	Expansión disminuida de la cobertura	$K_{S_{exp,w}}$	CGC	Agotamiento en zona radicular (Dr)
	Senescencia temprana	$K_{S_{sen}}$	CDC	Agotamiento en zona radicular (Dr)
Estrés por fertilidad	Expansión disminuida de la cobertura	$K_{S_{exp,f}}$	CC_x	Fertilidad
	Menor cobertura máxima	$K_{S_{CCx,f}}$	CGC	Fertilidad
Infestación por malas hierbas	Menor cobertura inicial	f_{weed}	CC_0	Cobertura relativa por hierbas
	Menor cobertura máxima	f_{weed}	CC_x	Cobertura relativa por hierbas

Desarrollo del cultivo



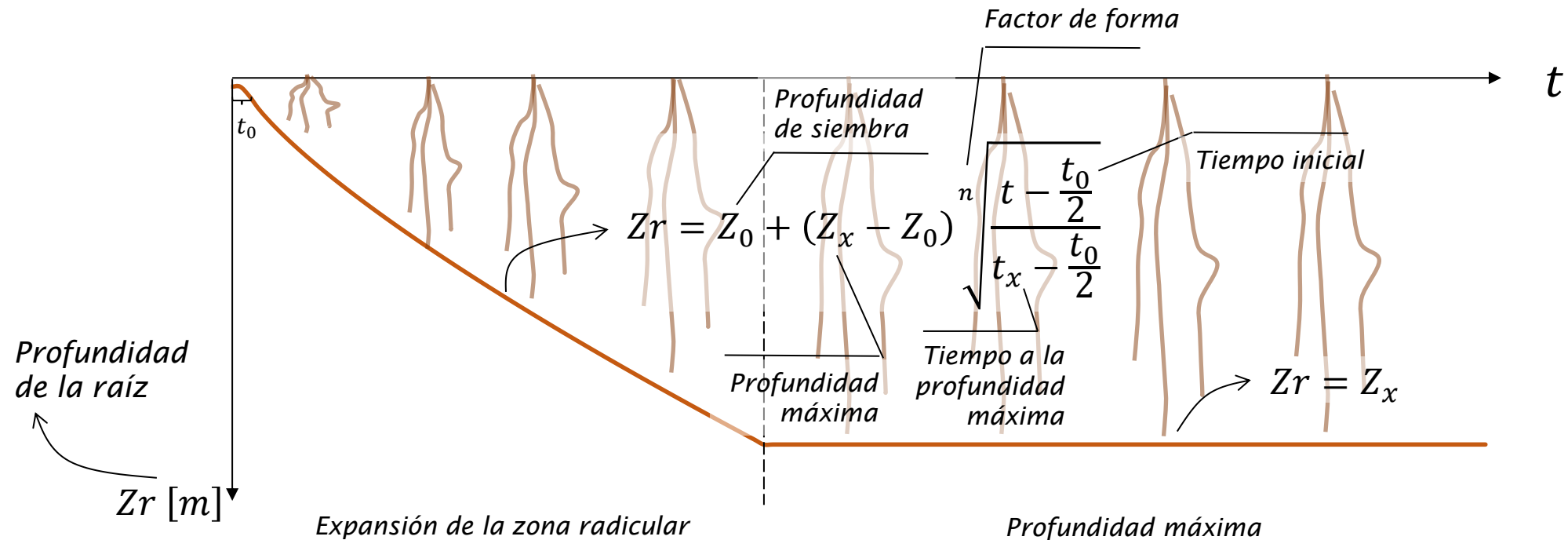
Tipo de estrés	Efecto causado	Coefficiente de estrés	Parámetro modificado	Parámetro indicativo
Estrés hídrico	Expansión disminuida de la cobertura	$K_{S_{exp,w}}$	CGC	Agotamiento en zona radicular (Dr)
	Senescencia temprana	$K_{S_{sen}}$	CDC	Agotamiento en zona radicular (Dr)
Estrés por fertilidad	Expansión disminuida de la cobertura	$K_{S_{exp,f}}$	CC_x	Fertilidad
	Menor cobertura máxima	$K_{S_{CCx,f}}$	CGC	Fertilidad
Infestación por malas hierbas	Menor cobertura inicial	f_{weed}	CC_0	Cobertura relativa por hierbas
	Menor cobertura máxima	f_{weed}	CC_x	Cobertura relativa por hierbas

Desarrollo del cultivo

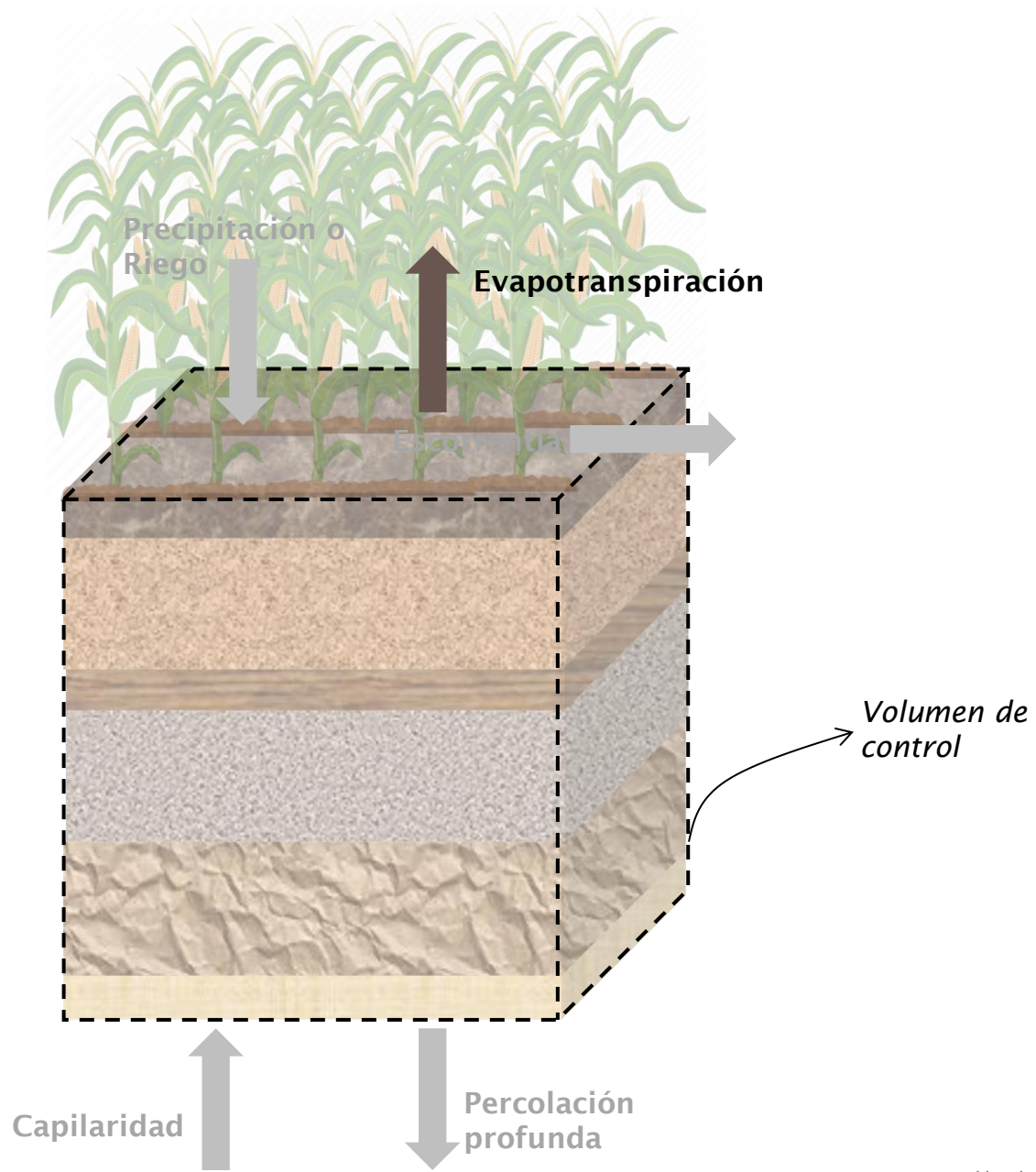


Desarrollo del cultivo

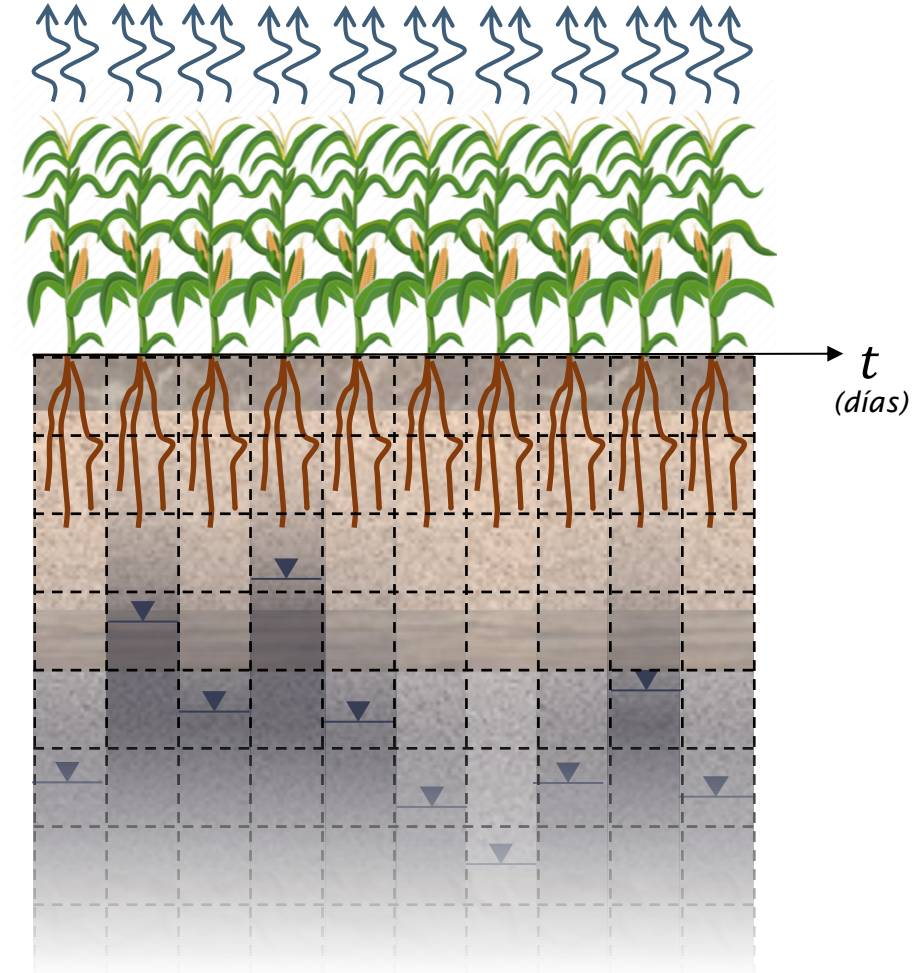
Tipo de estrés	Efecto causado	Coefficiente de estrés	Parámetro modificado	Parámetro indicativo
Estrés hídrico	Tasa de expansión reducida	$K_{s_{sto}}$	$\frac{dZ}{dt}$	Agotamiento en zona radicular (Dr)
Presencia de un horizonte restrictivo	Tasa de expansión reducida	$\frac{\text{Penetrabilidad}}{100}$	$\frac{dZ}{dt}$	Penetrabilidad del horizonte restrictivo



Transpiración



$$ET = E + T$$

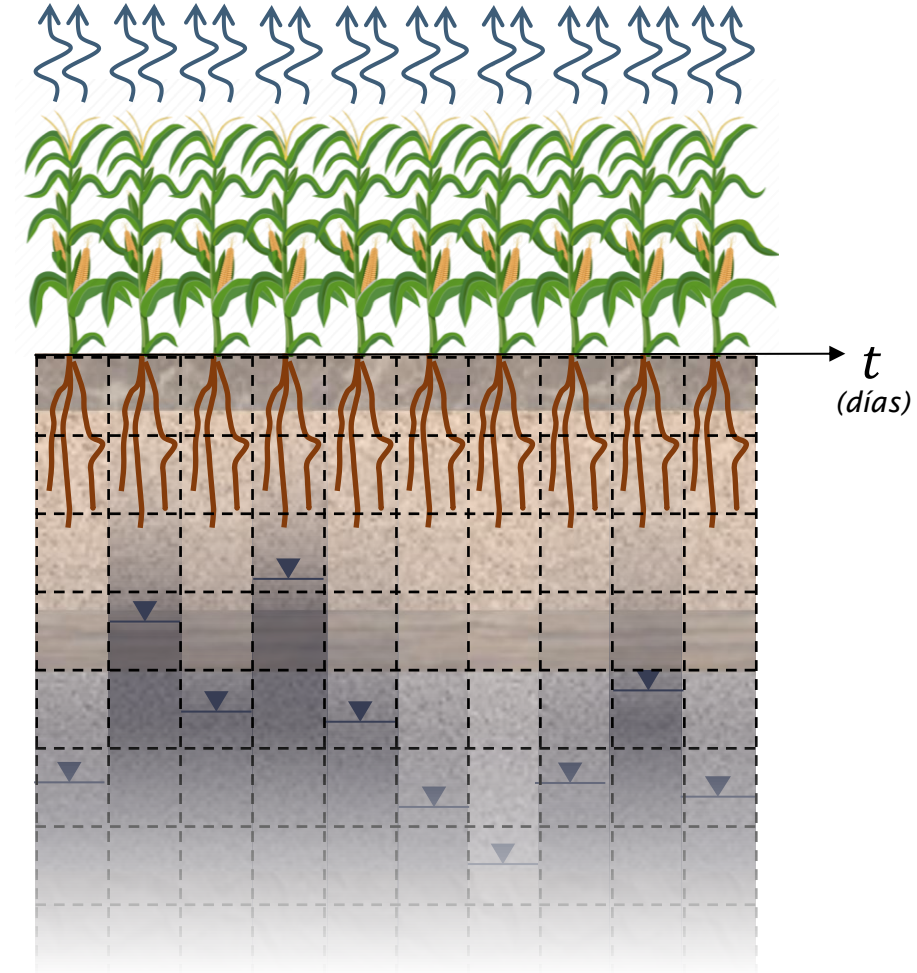


Transpiración

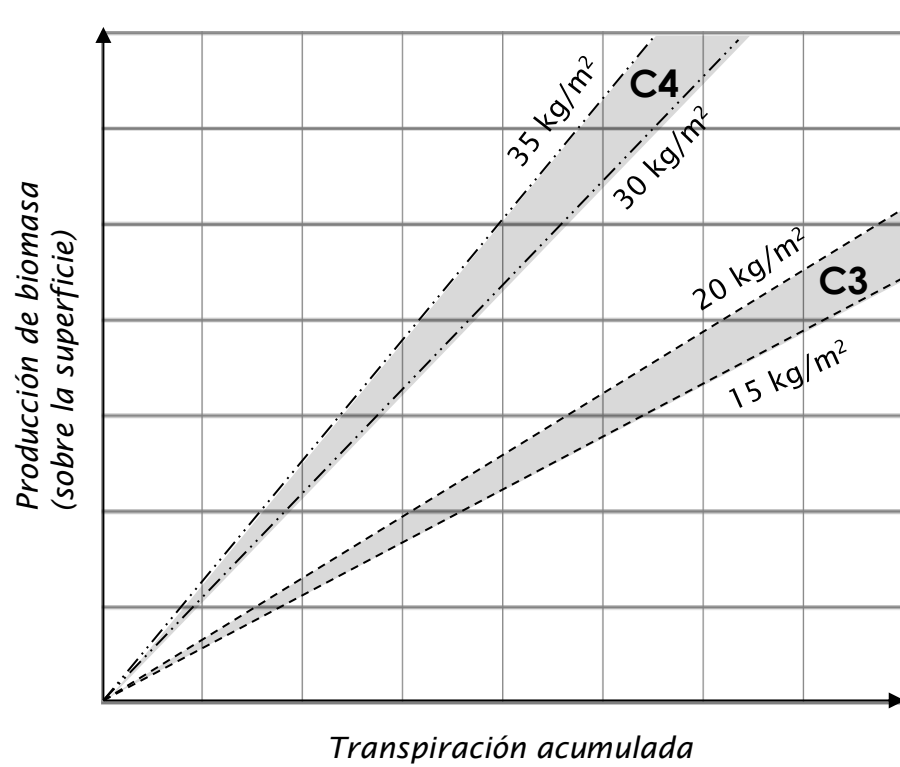
$$T = \overbrace{CC^*}^{\text{Cobertura ajustada por estrés}} \cdot \underbrace{K_C}_{\text{Coeficiente de cultivo}} \cdot \underbrace{ET_0}_{\text{Evapotranspiración potencial}}$$

Tipo de estrés	Coeficiente de estrés	Parámetro modificado	Parámetro indicativo
Estrés hídrico (cierre de estomas)	$K_{S_{sto}}$	K_C	Agotamiento en zona radicular (Dr)
Anegamiento (aireación deficiente)	$K_{S_{aer}}$	K_C	% volumen aire con respecto al volumen total de poros
Baja temperatura	$K_{S_{Tr}}$	K_C	Temperatura mínima diaria

$$ET = E + T$$



Producción de biomasa



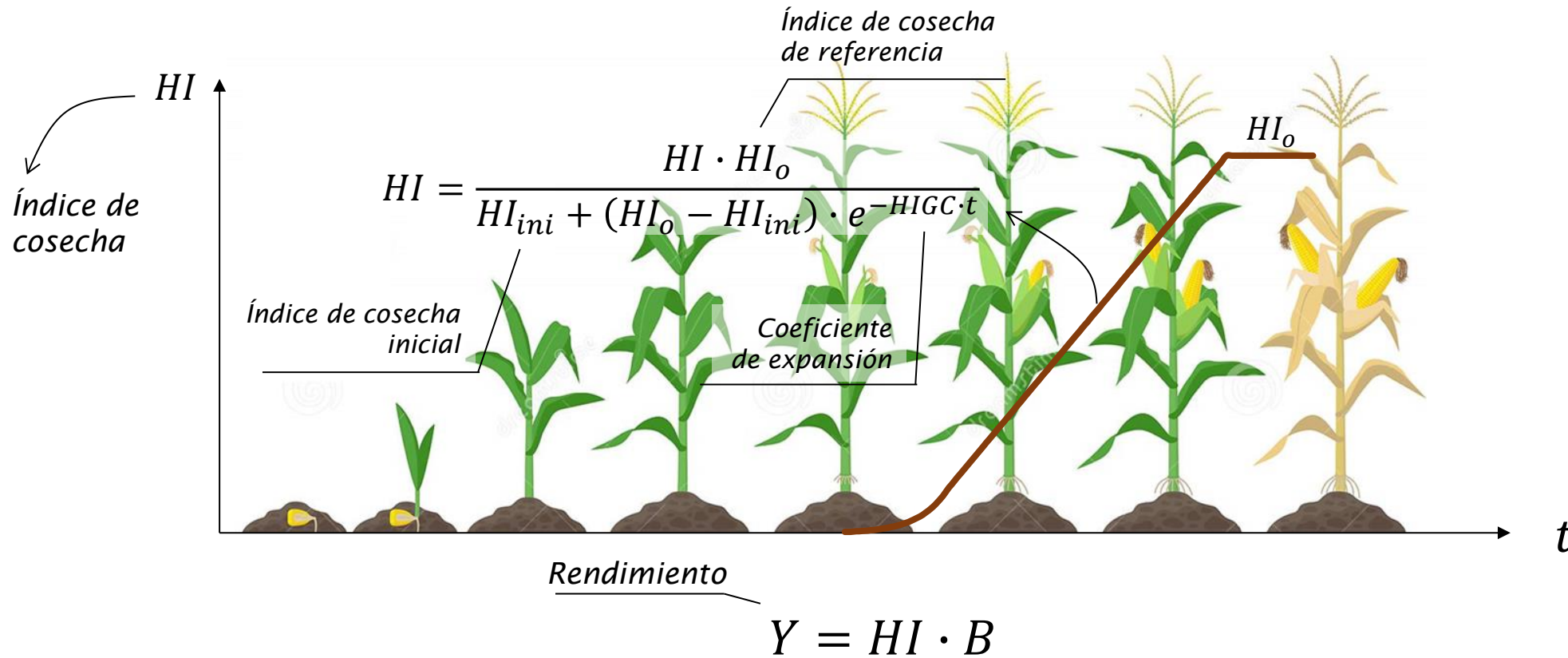
Biomasa

Productividad hídrica

$$B = WP \sum T$$

Tipo de estrés	Coficiente de estrés	Parámetro modificado	Parámetro indicativo
Estrés por fertilidad	K_{SWP}	WP	Fertilidad

Rendimiento



Tipo de estrés	Coeficiente de estrés	Parámetro modificado	Parámetro indicativo
Estrés hídrico	$KS_{KS_{exp,w}}$	HI	Agotamiento en zona radicular (Dr)
Estrés por temperatura (polinización reducida por frío excesivo)	$KS_{KS_{pol,c}}$	HI_o	Temperatura mínima diaria
Estrés por temperatura (polinización reducida por calor excesivo)	$KS_{KS_{pol,h}}$	HI_o	Temperatura máxima diaria

Rendimiento



Pérdida
(para la unidad de tierra
cultivada, en el evento)

Avalúo
(precio al productor)

$$P = (Y_x - Y_e) \cdot A \cdot Val$$

Área

Cultivos

Variable	Descripción
CropType	Tipo de cultivo: '1' - Vegetales de hoja, '2' - Raíz/tubérculo, '3' - Fruto/grano
CalendarType	Determinación del ciclo de crecimiento: '1' - Días calendario, '2' - Grados diarios acumulados de crecimiento (GDD)
SwitchGDD	Convertir días calendario a GDD ('0': No; '1': Si)
PlantingDate	Fecha de siembra
HarvestDate	Último día de cosecha
Emergence	Tiempo desde la siembra hasta la germinación
MaxRooting	Tiempo desde la siembra hasta alcanzar la mayor profundidad de la raíz
Senescence	Tiempo desde la siembra hasta la senescencia
Maturity	Tiempo desde la siembra hasta la madurez
Hlstart	Tiempo desde la siembra hasta la formación del rendimiento
Flowering	Duración de la floración (-999 para cultivos que no sean frutos/granos)
YldForm	Duración de la formación del rendimiento
GDDmethod	Método utilizado para el cálculo del GDD: '1': $Tavg=(Tx+Tn)/2$; '2': $Tavg=(T*x+T*n)/2$; '3': $Tavg=(T*x+Tn)/2$
Tbase	Temperatura base por debajo de la cual el cultivo deja de desarrollarse
Tupp	Umbral superior de temperatura sobre la cual el cultivo deja de desarrollarse
PolHeatStress	Polinización afectada por estrés por calor (0: No; 1: Si)
Tmax_up	Temperatura máxima del aire sobre la cual la polinización comienza a fallar
Tmax_lo	Temperatura máxima del aire en la cual la polinización falla completamente
PolColdStress	Polinización afectada por estrés por frío (0: No; 1: Si)
Tmin_up	Temperatura máxima del aire debajo de la cual la polinización comienza a fallar
Tmin_lo	Temperatura del aire debajo de la cual la polinización falla completamente
BioTempStress	Producción de biomasa afectada por estrés por temperatura (0: No; 1: Si)
GDD_up	GDD mínimos requeridos para la producción total de biomasa
GDD_lo	GDD en la cual no se produce la producción de biomasa
fshape_b	Factor de forma describiendo la reducción en la producción de biomasa por insuficientes GDD
PctZmin	Porcentaje inicial de la profundidad mínima efectiva de la raíz
Zmin	Profundidad mínima efectiva de la raíz
Zmax	Profundidad máxima de la raíz
fshape_r	Factor de forma describiendo la expansión de la raíz
fshape_ex	Factor de forma describiendo los efectos de estrés hídrico en la expansión de la raíz
SxTopQ	Máxima extracción de agua en la zona superior de la raíz
SxBotQ	Máxima extracción de agua en la zona inferior de la raíz
a_Tr	Parámetro que describe el efecto del decrecimiento del dosel en la capacidad de transpiración/fotosíntesis de la planta
SeedSize	Superficie de suelo cubierta por una planta al 90% de germinación

Variable	Descripción
PlantPop	Número de plantas por hectárea
CCmin	Fracción del dosel mínima para asegurar la formación de la cosecha
CCx	Cobertura máxima del dosel
CDC	Coefficiente de decrecimiento de la cobertura
CGC	Coefficiente de crecimiento de la cobertura
Kcb	Coefficiente del cultivo cuando el crecimiento del dosel está completo, pero antes de la senescencia
fage	Coefficiente de disminución del cultivo debido a la edad
WP	Productividad hídrica normalizada para ET0 y C02
WPy	Ajuste a productividad hídrica normalizada por ET0 y CO2 durante formación de cosecha
fsink	Evaluación de la capacidad de absorción y respuesta al CO2 de cada cultivo. Cereales (Maíz, Arroz, Trigo, Girasol, Sorgo): entre 0 y 0.2 Legumbres (Soja, Frijol): entre 0.2 y 0.4 No determinados (tomate, quinoa): entre 0.4 y 0.6 Raíces y tubérculos (Papa, Remolacha): entre 0.6 y 0.8
bsted	Ajuste de la productividad hídrica por CO2, dado por Steduto et al. 2007
bface	Ajuste de WP según ensayos en laboratorio (FACE experiments)
HI0	Índice de cosecha de referencia
HIini	Índice de cosecha inicial
dHI_pre	Incremento posible del índice de cosecha debido al estrés hídrico antes de la floración
a_HI	Coefficiente que describe el impacto positivo en HI por cierre de los estomas durante la formación de la cosecha
b_HI	Coefficiente que describe el impacto negativo en HI por cierre de los estomas durante la formación de la cosecha
dHI0	Incremento máximo permitido del índice de cosecha sobre la referencia
Determinant	Producción del cultivo asociada a floración ('0': Indeterminado, '1': Determinado)
exc	Exceso de frutas potenciales
MaxFlowPct	Porcentaje del periodo de florescencia total en el que el pico de flores ocurre

Variable	Descripción
p_up1	Umbral superior de agotamiento del agua del suelo para los efectos del estrés hídrico en la expansión del dosel afectado
p_up2	Umbral superior de agotamiento del agua en el suelo para efectos de estrés hídrico en el control estomático del dosel
p_up3	Umbral superior de agotamiento del agua para los efectos del estrés hídrico en la senescencia del dosel
p_up4	Umbral superior de agotamiento del agua en el suelo para los efectos del estrés hídrico en la polinización del dosel
p_lo1	Umbral inferior de agotamiento del agua del suelo para los efectos del estrés hídrico en la expansión del dosel afectado
p_lo2	Umbral inferior de agotamiento del agua en el suelo para efectos de estrés hídrico en el control estomático del dosel
p_lo3	Umbral inferior de agotamiento del agua para los efectos del estrés hídrico en la senescencia del dosel
p_lo4	Umbral inferior de agotamiento del agua en el suelo para los efectos del estrés hídrico en la polinización del dosel
fshape_w1	Factor de forma describiendo los efectos del estrés hídrico en la expansión del dosel
fshape_w2	Factor de forma describiendo los efectos del estrés hídrico en el control estomático
fshape_w3	Factor de forma describiendo los efectos del estrés hídrico en la senescencia del dosel
fshape_w4	Factor de forma describiendo los efectos del estrés hídrico en la polinización
ETadj	Ajuste al umbral de estrés hídrico dependiendo de la ET0 diaria (0: 'No', 1: 'Si')
Aer	Volumen debajo de la saturación en la cual comienza el estrés debido al déficit por aireación
LagAer	Número de días para considerar estrés por falta de aireación
beta	Reducción del umbral inferior de disponibilidad de agua en suelo cuando la senescencia inicia por estrés hídrico
GermThr	Proporción del agua disponible total necesaria en la zona radicular para que el cultivo germine

Cultivos

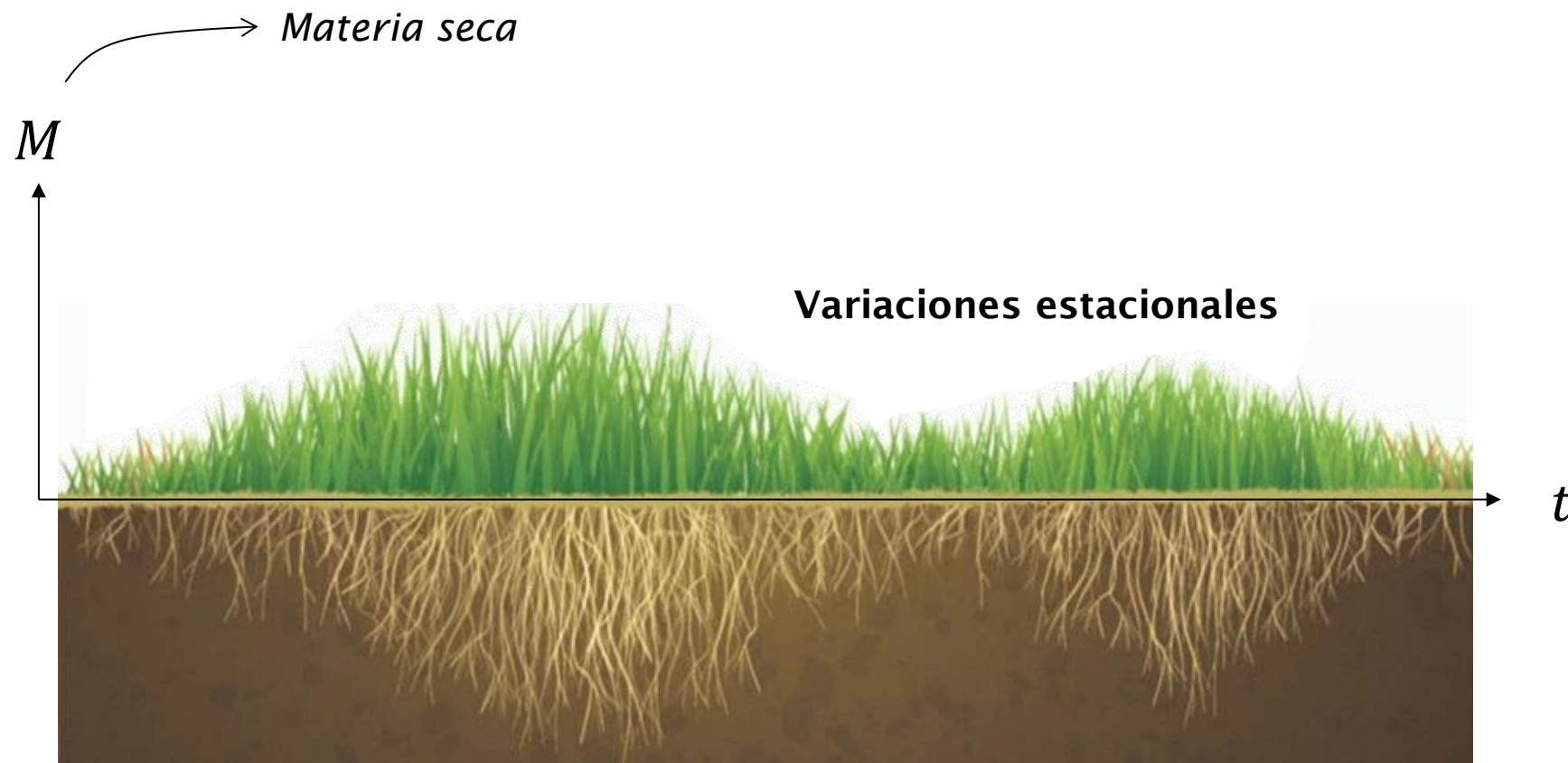
Variable	Café	Caña de azúcar	Unidad
CropType	3	2	[-]
CalendarType	1	1	[-]
SwitchGDD	0	0	[-]
PlantingDate	15/08	01/01	(dd/mm)
HarvestDate	10/07	31/12	(dd/mm)
Emergence	6	30	días
MaxRooting	55	150	días
Senescence	300	330	días
Maturity	330	360	días
HIstart	80	120	días
Flowering	30	0	días
YldForm	230	180	días
GDDmethod	2	2	[-]
Tbase	12	15	[°C]
Tupp	30	35	[°C]
PolHeatStress	0	0	[-]
Tmax_up	0	0	[°C]
Tmax_lo	0	0	[°C]
PolColdStress	0	0	[-]
Tmin_up	0	0	[°C]
Tmin_lo	0	0	[°C]
BioTempStress	0	0	[-]
GDD_up	0	0	[°C/día]
GDD_lo	0	0	[°C/día]
fshape_b	13.8	13.8	[-]
PctZmin	70	70	[%]
Zmin	0.3	0.3	[m]
Zmax	2	2	[m]
fshape_r	1.3	15	[-]
fshape_ex	-6	-6	[-]
SxTopQ	0.024	0.048	[m³/m³/día]
SxBotQ	0.006	0.012	[m³/m³/día]
a_Tr	1	1	[-]
SeedSize	15	15	[cm2]

Variable	Café	Caña de azúcar	Unidad
PlantPop	4000	12000	[Plantas/ha]
CCmin	0.07	0.05	[fracción del dosel]
CCx	0.95	0.95	[fracción de cobertura del suelo]
CDC	0.01	0.012	[fracción por día/GDD]
CGC	0.012	0.12	[fracción por día/GDD]
Kcb	1.05	1.25	[-]
fage	0.15	0.15	[%/día]
WP	18	20	[g/m2]
WPY	100	100	[% de WP]
fsink	0.5	0.7	[-]
bsted	0.000138	0.000138	[-]
bface	0.001165	0.001165	[-]
HI0	0.1	0.35	[-]
HIini	0.01	0.01	[-]
dHI_pre	10	2	[%]
a_HI	10	-	[-]
b_HI	8	10	[-]
dHI0	15	5	[-]
Determinant	1	0	[-]
exc	50	-	[%]
MaxFlowPct	33.33	33.33	[%]
p_up1	0.25	0.2	[0 - 1]
p_up2	0.5	0.6	[0 - 1]
p_up3	0.85	0.7	[0 - 1]
p_up4	0.9	0.8	[0 - 1]
p_lo1	0.55	0.6	[0 - 1]
p_lo2	1	1	[0 - 1]
p_lo3	1	1	[0 - 1]
p_lo4	1	1	[0-1]
fshape_w1	3	3	[-]
fshape_w2	3	3	[-]
fshape_w3	3	3	[-]
fshape_w4	1	1	[-]
ETadj	1	1	[-]
Aer	5	5	[%]
LagAer	3	3	días
beta	12	12	[%]
GermThr	0.2	0.2	[0 - 1]

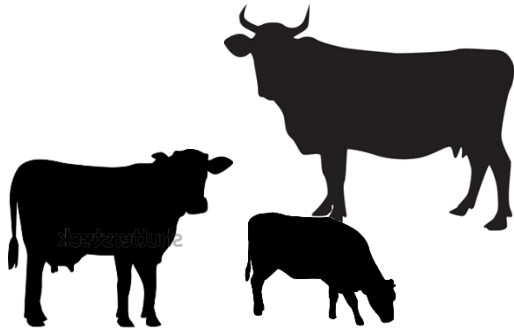
Modelo de vulnerabilidad

Ganadería extensiva

Materia seca disponible



Potencial



Peso óptimo de referencia

Factor de condición

$$I = j \cdot A \cdot Z(1.7 - Z) \cdot CF \cdot m \cdot p \cdot t$$

Factor de especie

Tamaño relativo

*Factores de corrección
por lactancia, destete
y estrés térmico*

Relativo



Calidad

$$RQ = 1 - 1.7 \cdot \max\{(0.8 - (1 - P_{legume})g) - D, 0\}$$

Disponibilidad

$$\frac{dF}{dB} = 1 - F$$

$$F = 1 - \exp(-aB)$$

Selección

$$IS = \max\{a \cdot \ln(D_{fd} - b) + c + d \cdot B + 1, 1\}$$

Unidad de tierra productiva

$$P = (C_R - C_X) \cdot V$$

Pérdida points to P

Carga real points to C_R

Avalúo points to V

Carga potencial points to C_X

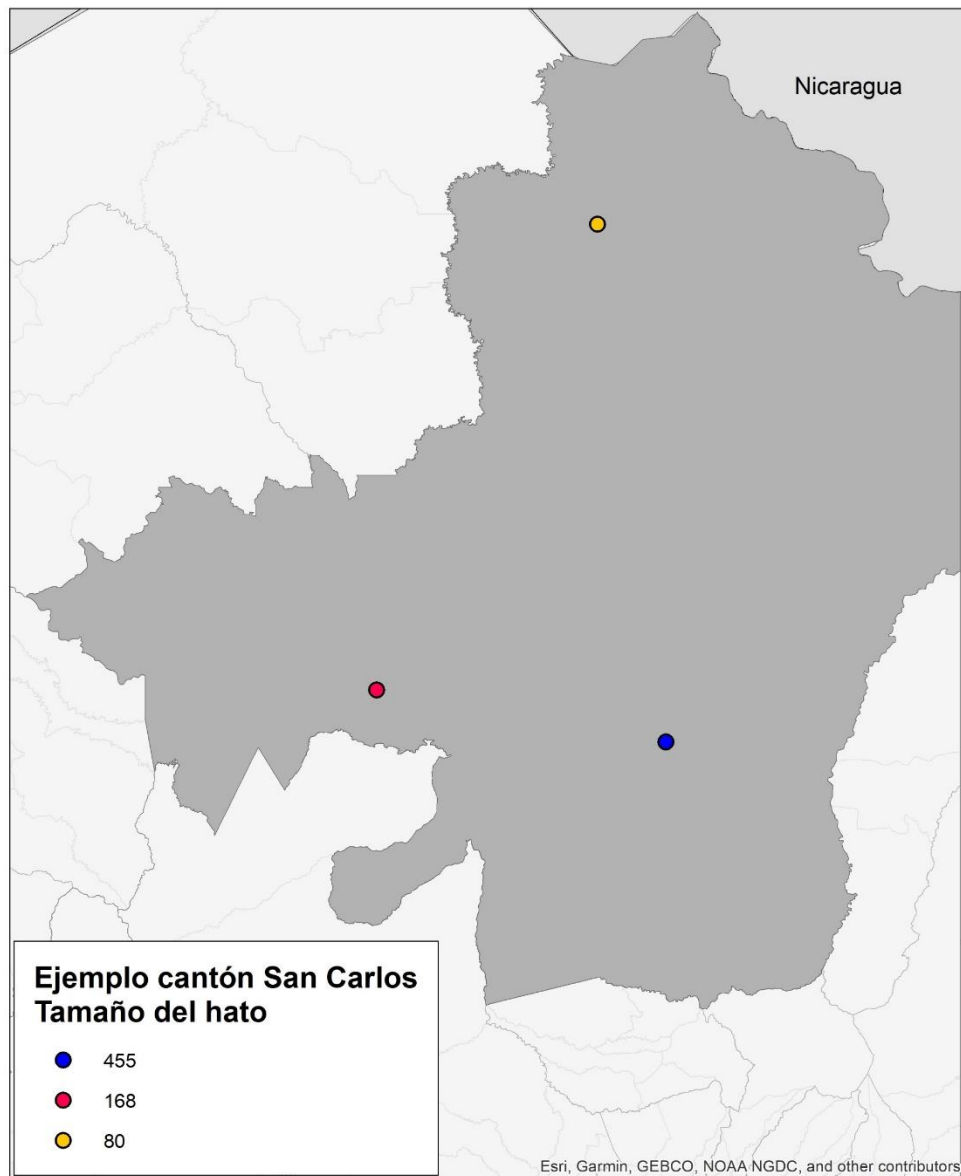


Ganadería

Variable	Pastos	Unidad
CropType	3	[-]
CalendarType	1	[-]
SwitchGDD	0	[-]
PlantingDate	01/05	(dd/mm)
HarvestDate	30/09	(dd/mm)
Emergence	10	días
MaxRooting	45	días
Senescence	60	días
Maturity	75	días
Hlstart	20	días
Flowering	0	días
YldForm	55	días
GDDmethod	2	[-]
Tbase	10	[°C]
Tupp	40	[°C]
PolHeatStress	0	[-]
Tmax_up	0	[°C]
Tmax_lo	0	[°C]
PolColdStress	0	[-]
Tmin_up	0	[°C]
Tmin_lo	0	[°C]
BioTempStress	1	[-]
GDD_up	8	[°C/día]
GDD_lo	2	[°C/día]
fshape_b	10	[-]
PctZmin	60	[%]
Zmin	0.3	[m]
Zmax	1.2	[m]
fshape_r	12	[-]
fshape_ex	-5	[-]
SxTopQ	0.05	[m³/m²/día]
SxBotQ	0.015	[m³/m²/día]
a_Tr	1	[-]
SeedSize	10	[cm²]
PlantPop	200000	[Plantas/ha]

Variable	Pastos	Unidad
CCmin	0.05	[fracción del dosel]
CCx	0.95	[fracción de cobertura del suelo]
CDC	0.15	[fracción por día/GDD]
CGC	0.12	[fracción por día/GDD]
Kcb	1.0	[-]
fage	0.2	[%/día]
WP	15	[g/m²]
WP _y	20	[% de WP]
fsink	0.3	[-]
bsted	0.000138	[-]
bface	0.001165	[-]
HI0	0.9	[-]
HIini	0.02	[-]
dHI_pre	5	[%]
a_HI	-8	[-]
b_HI	-8	[-]
dHI0	5	[-]
Determinant	0	[-]
exc	20	[%]
MaxFlowPct	33.33	[%]
p_up1	0.25	[0 - 1]
p_up2	0.5	[0 - 1]
p_up3	0.8	[0 - 1]
p_up4	0.8	[0 - 1]
p_lo1	0.5	[0 - 1]
p_lo2	1	[0 - 1]
p_lo3	1	[0 - 1]
p_lo4	1	[0-1]
fshape_w1	3	[-]
fshape_w2	3	[-]
fshape_w3	3	[-]
fshape_w4	1	[-]
ETadj	1	[-]
Aer	5	[%]
LagAer	3	días
beta	10	[%]
GermThr	0.25	[0 - 1]

Ganadería



Hato 455 - Doble propósito			
Edad	Total	Machos	Hembras
Total	455	109	346
Menores 1 año	139	70	69
1 - 2 años	98	26	72
> 2 años	218	13	205

Hato 168 - Carne			
Edad	Total	Machos	Hembras
Total	168	61	107
Menores 1 año	39	20	19
1 - 2 años	52	26	26
> 2 años	77	15	62

Hato 80 - Leche			
Edad	Total	Machos	Hembras
Total	80	5	75
Menores 1 año	17	3	14
1 - 2 años	14	1	13
> 2 años	49	1	48



www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com

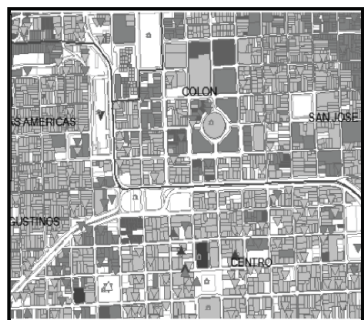


GRMA – Costa Rica

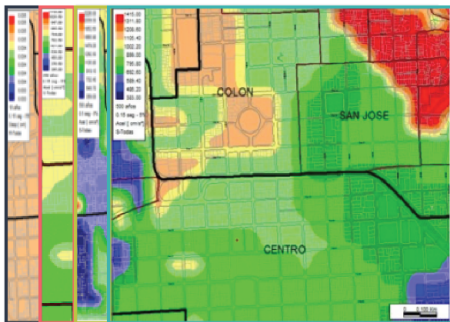
**Proyecto Estratégico: Demostración de métodos
de evaluación del riesgo para infraestructura
crítica en Heredia**

Estado de avance

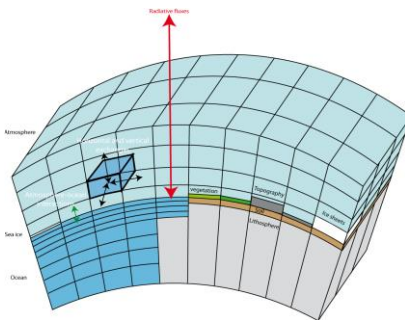
EXPOSICIÓN



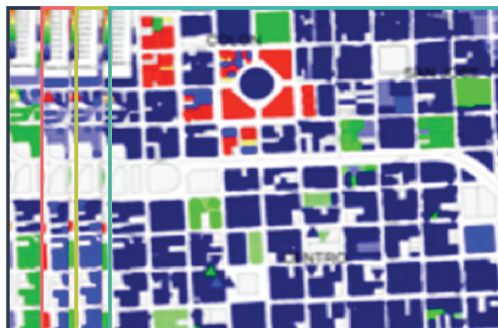
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

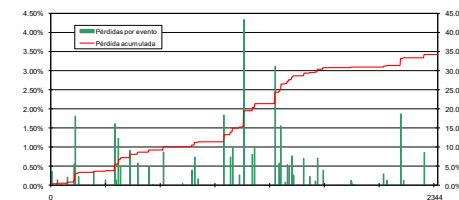


RIESGO

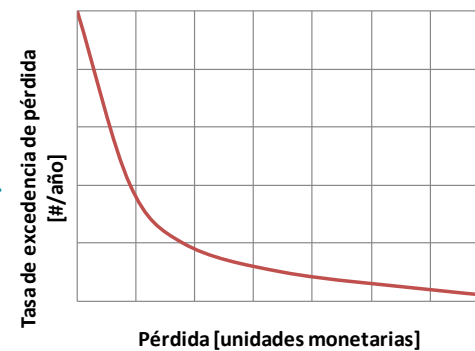


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

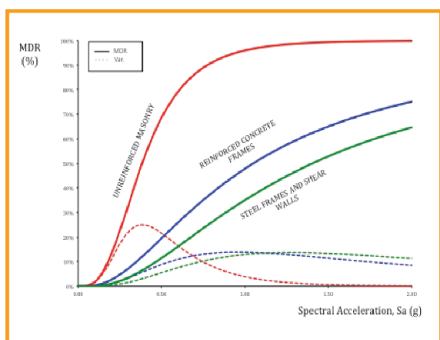
Intervención física

Protección financiera

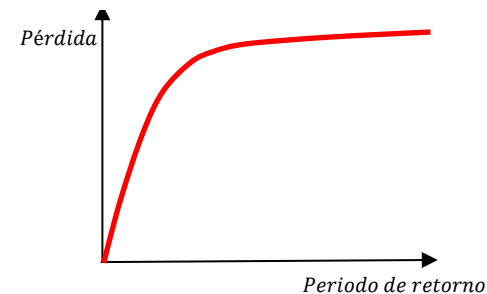
Respuesta

...

VULNERABILIDAD



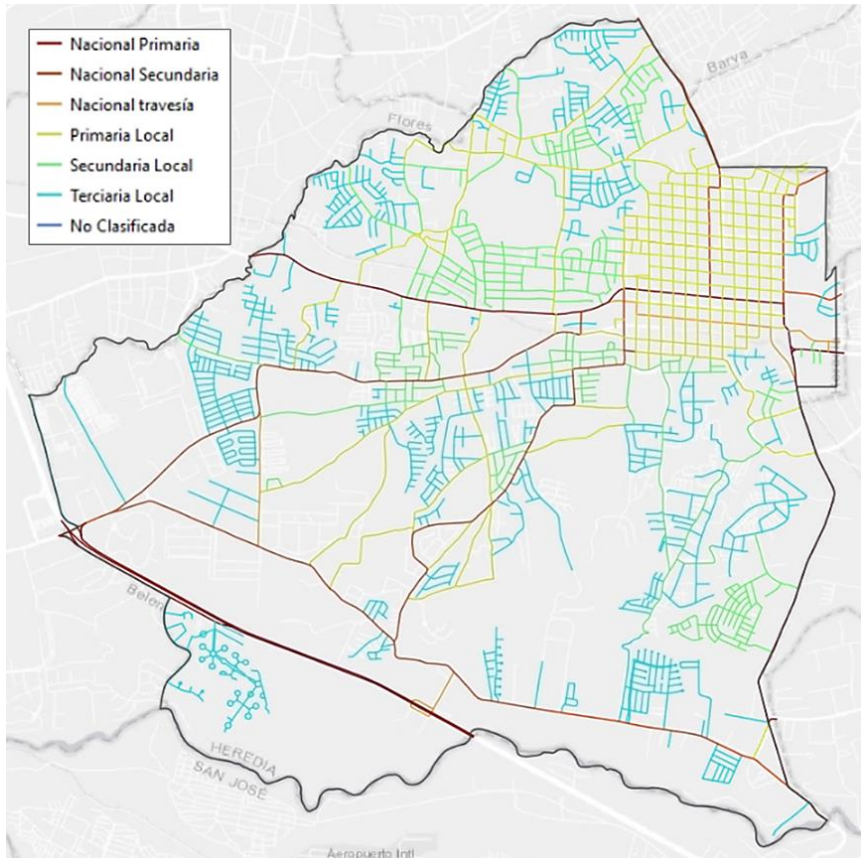
Curva de PML



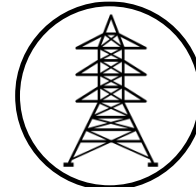
Alcance de la modelación

Edificaciones e infraestructura

Cantón Heredia



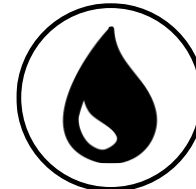
Edificaciones



Energía



Vías



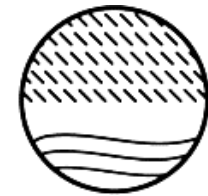
Agua y Saneamiento



Comunicación
Uso Interno

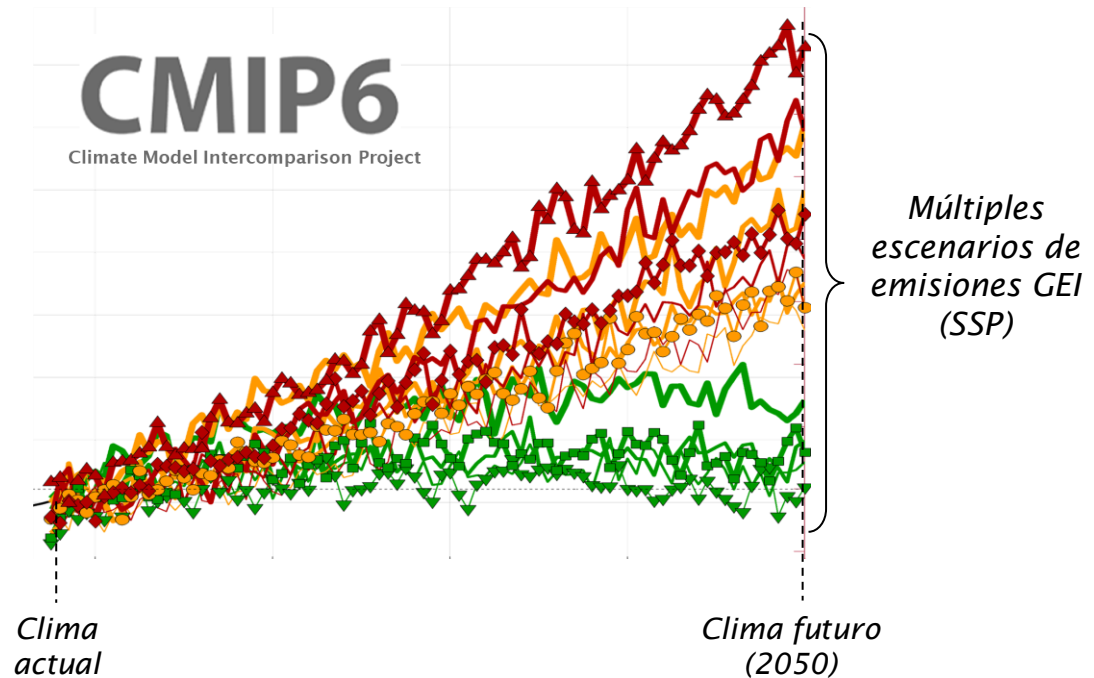


Terremoto



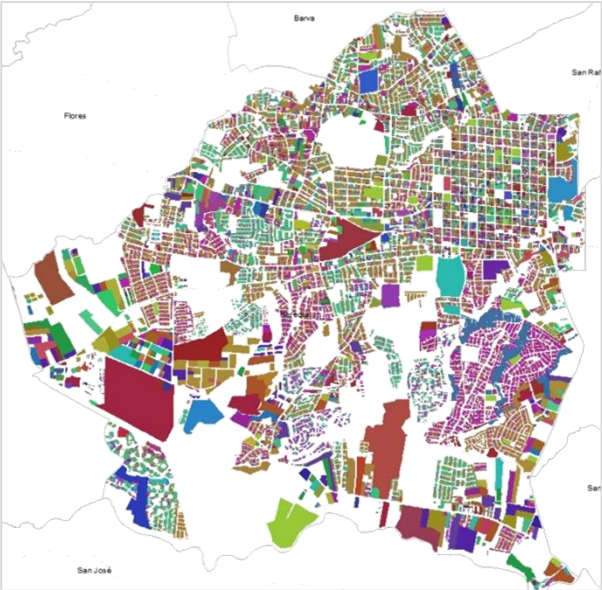
Inundaciones
fluviales

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																



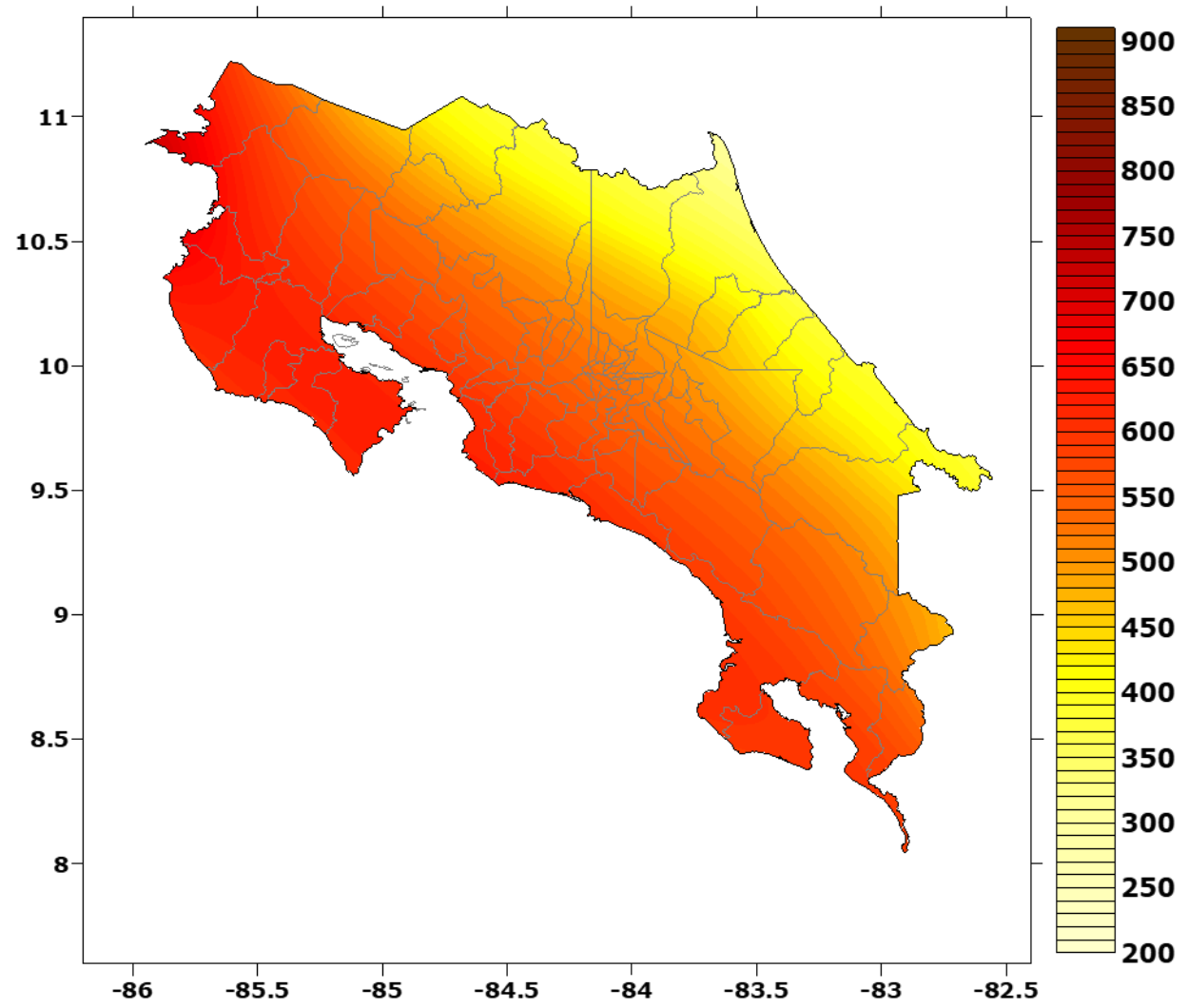
1. Modelo inundación río Pirro



Actividades

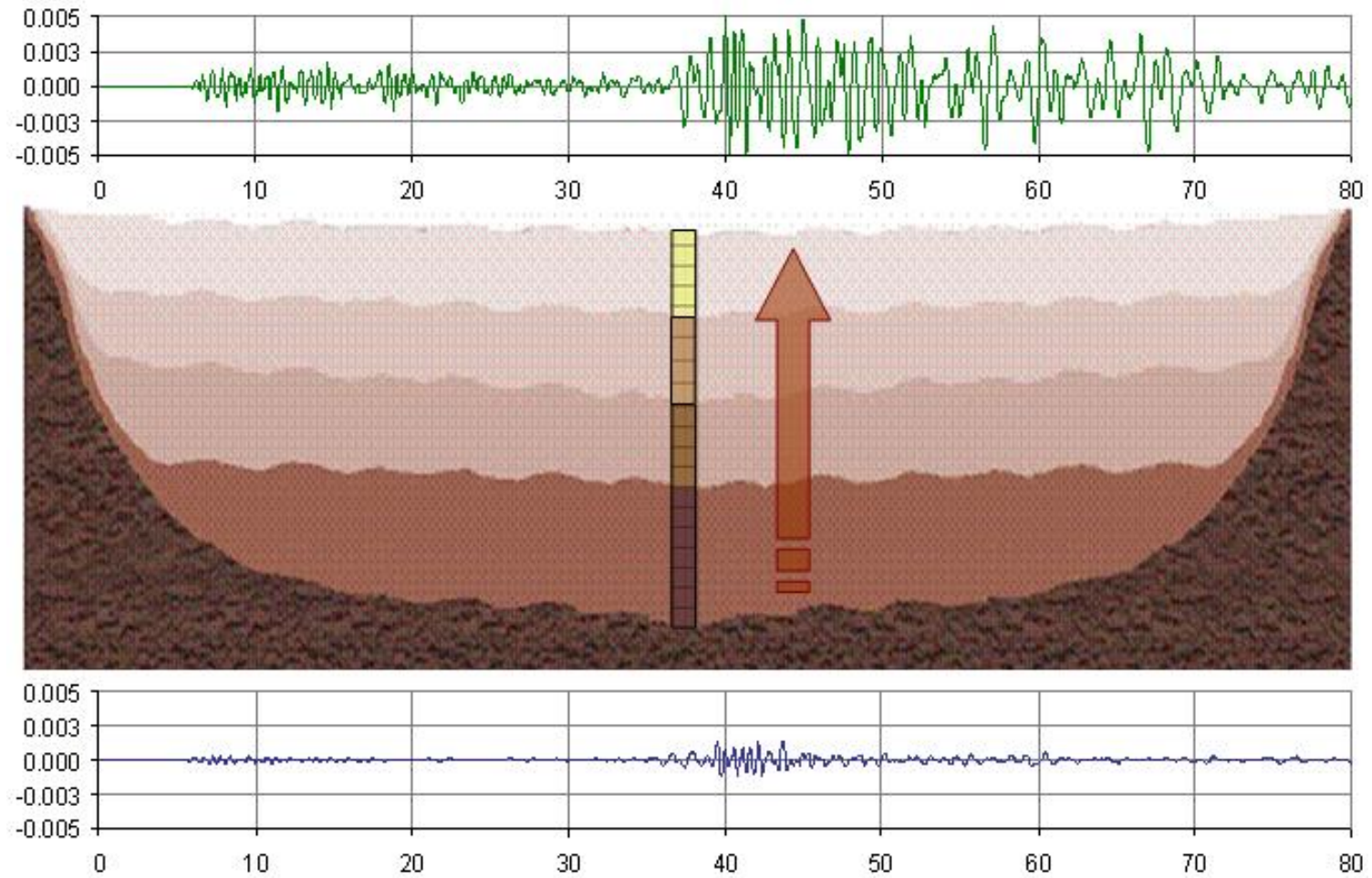
1. Modelo inundación río Pirro

2. **Modelo amenaza sísmica**



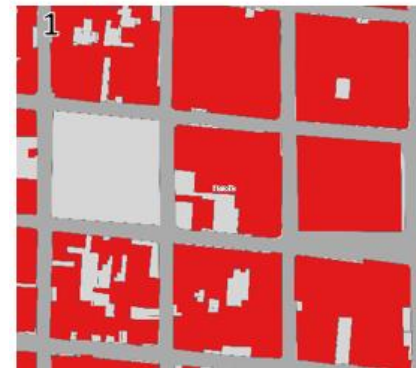
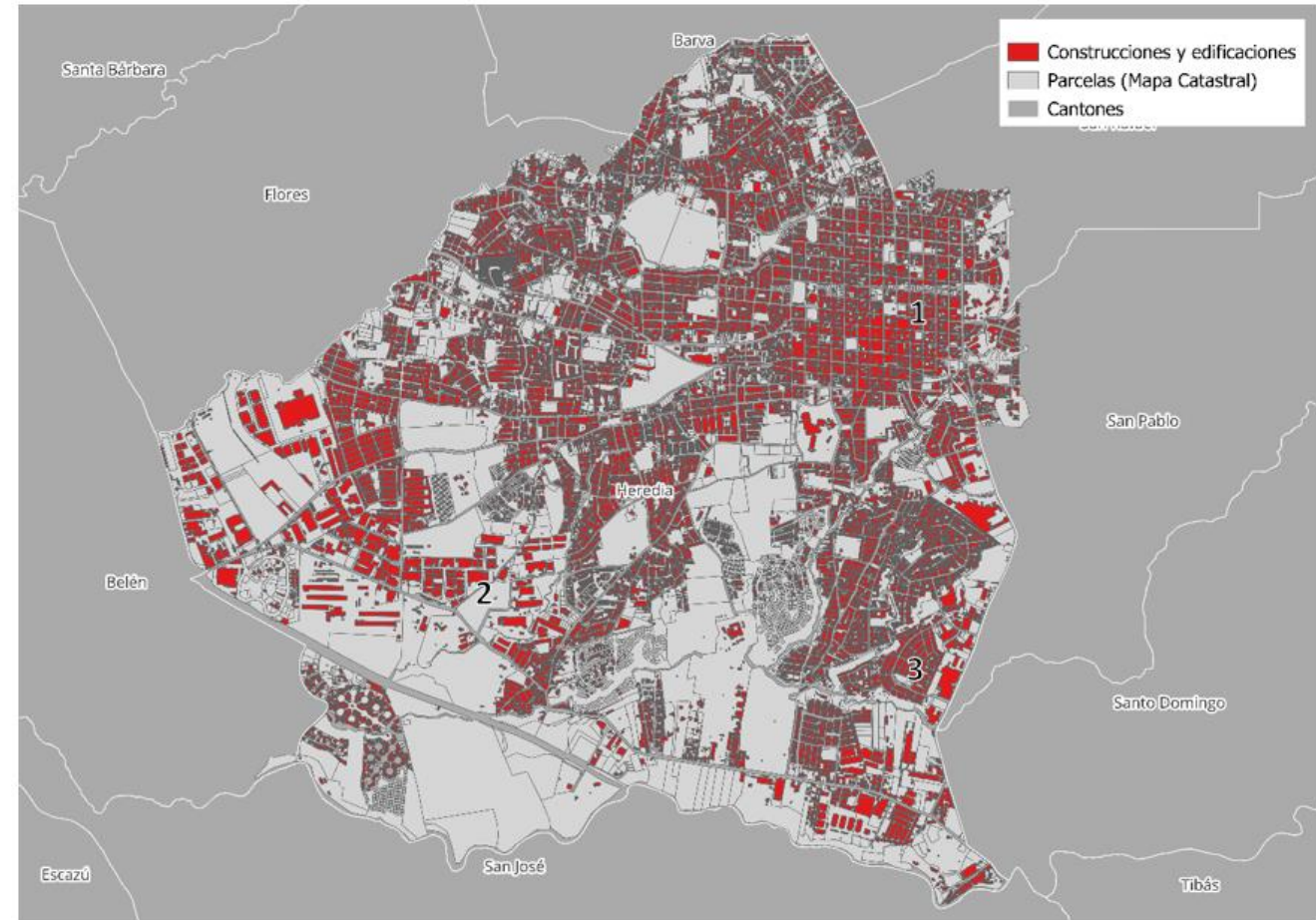
Actividades

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



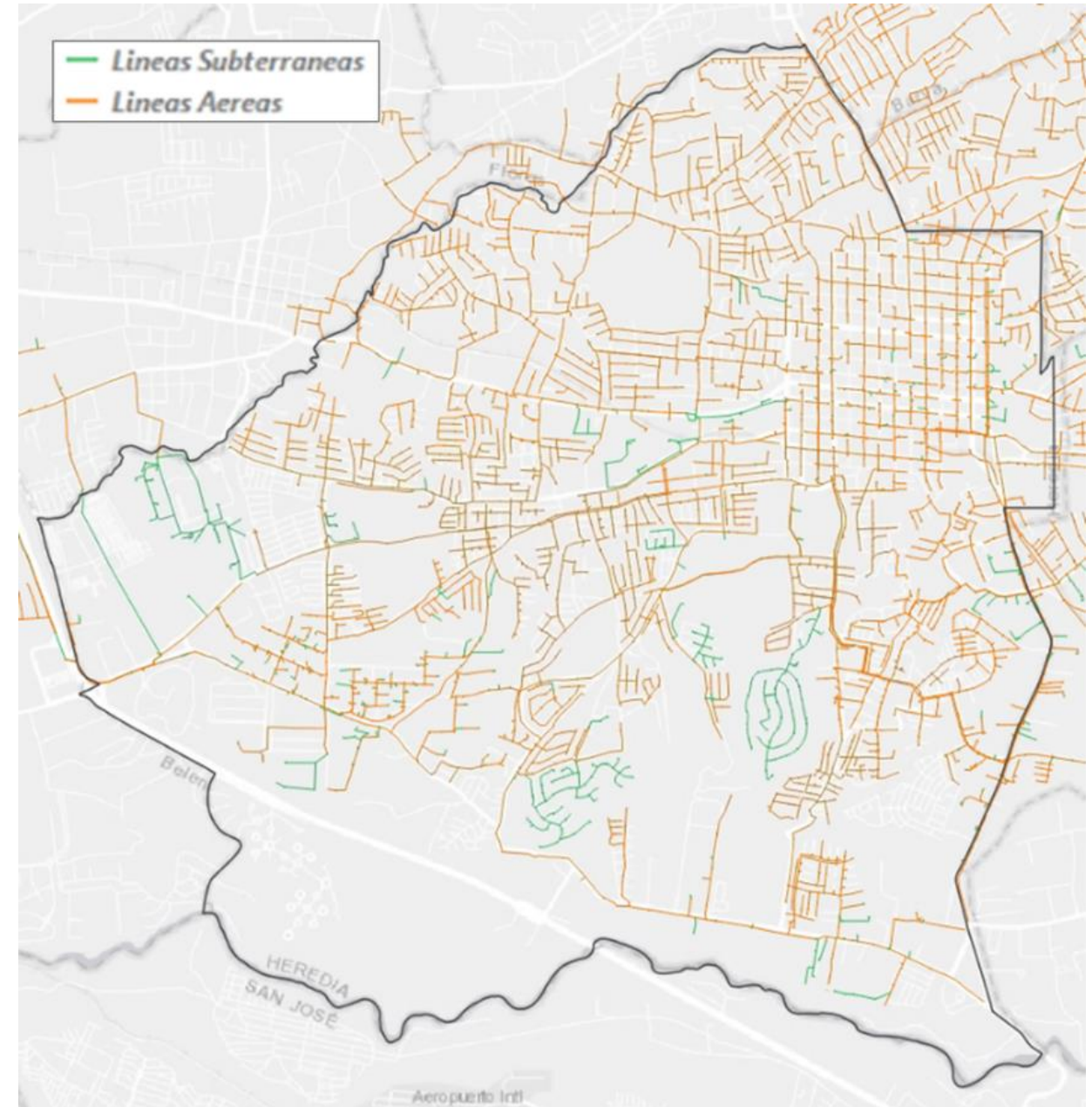
Actividades

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



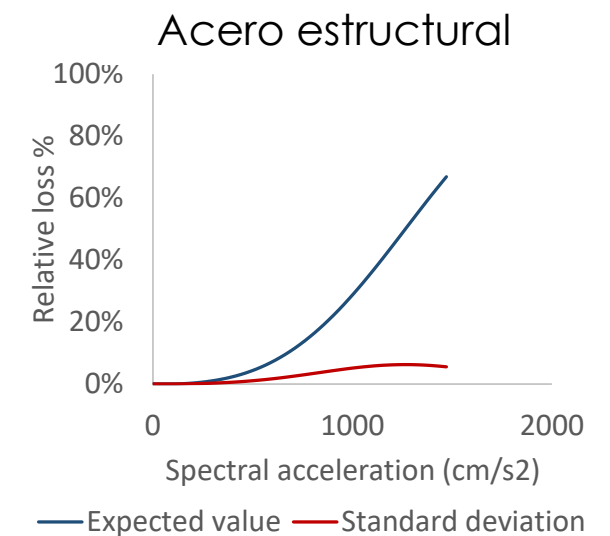
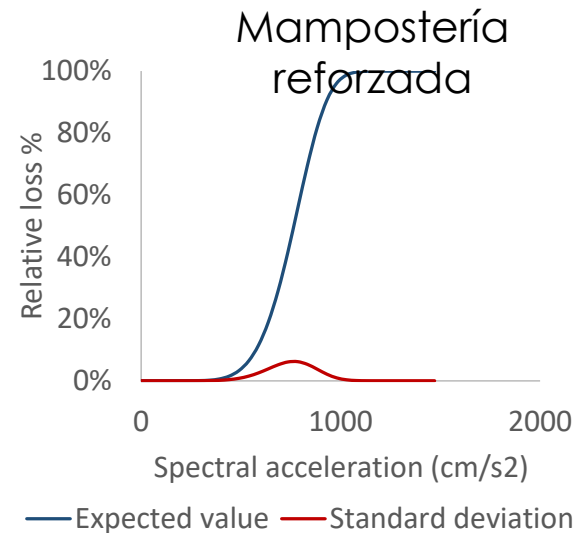
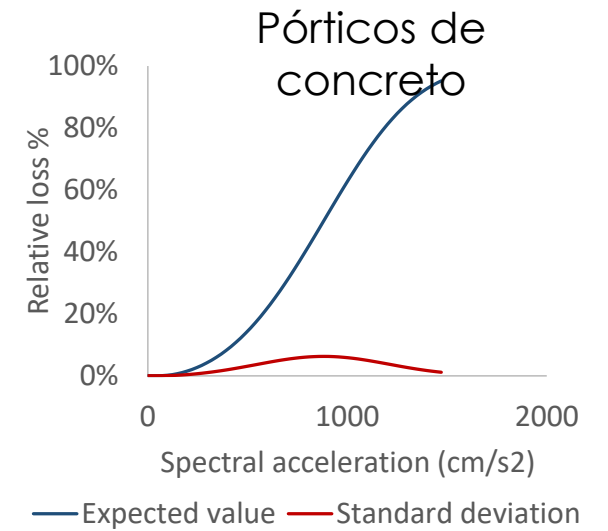
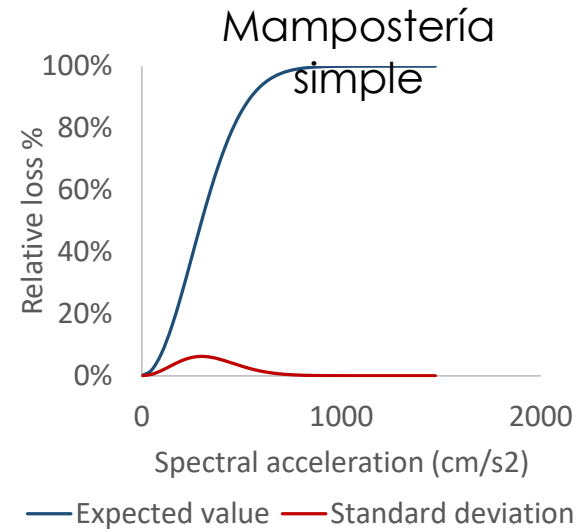
Actividades

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



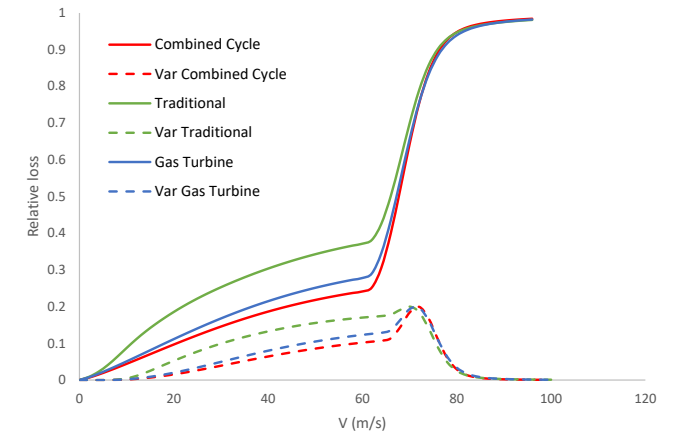
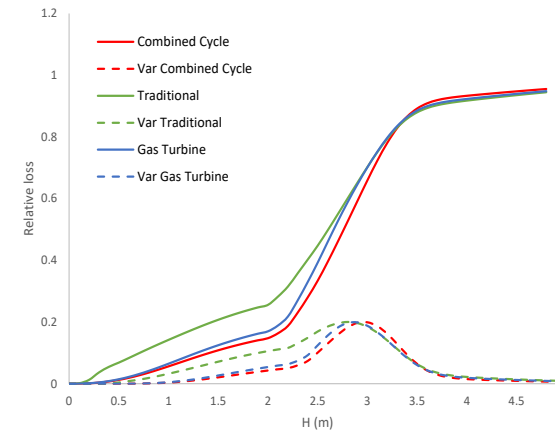
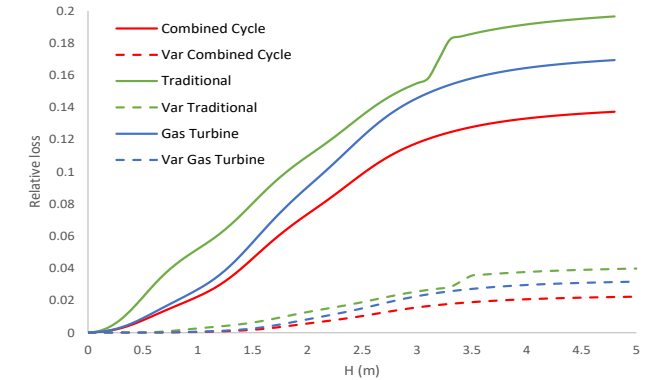
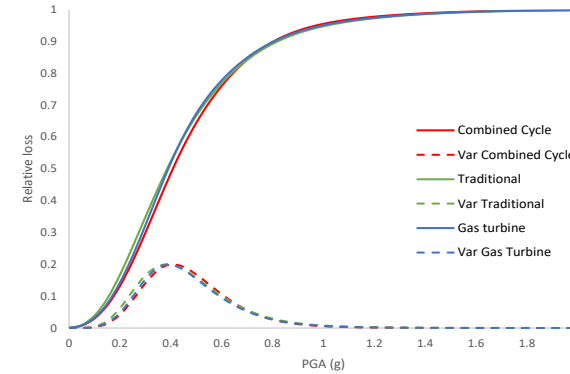
Actividades

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**



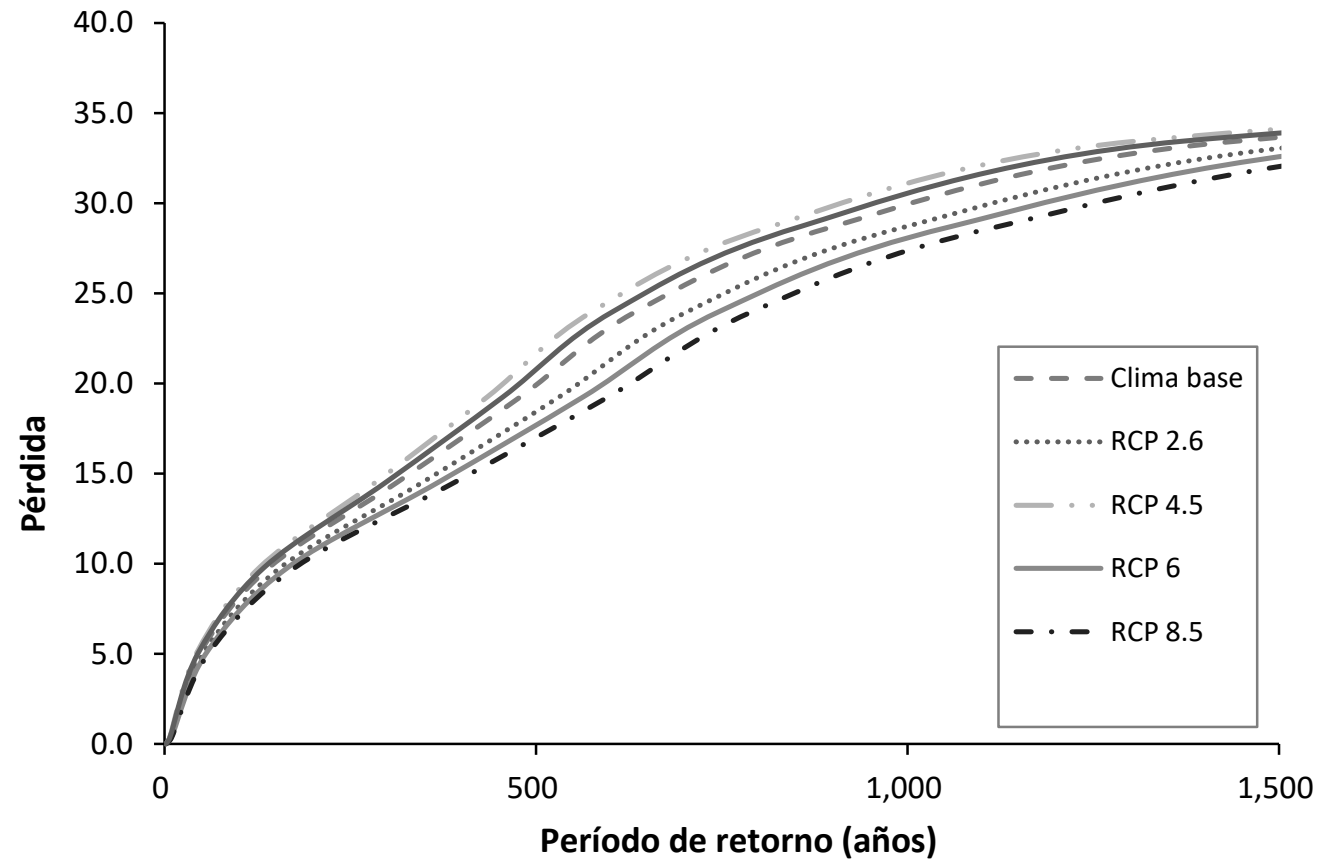
Actividades

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**



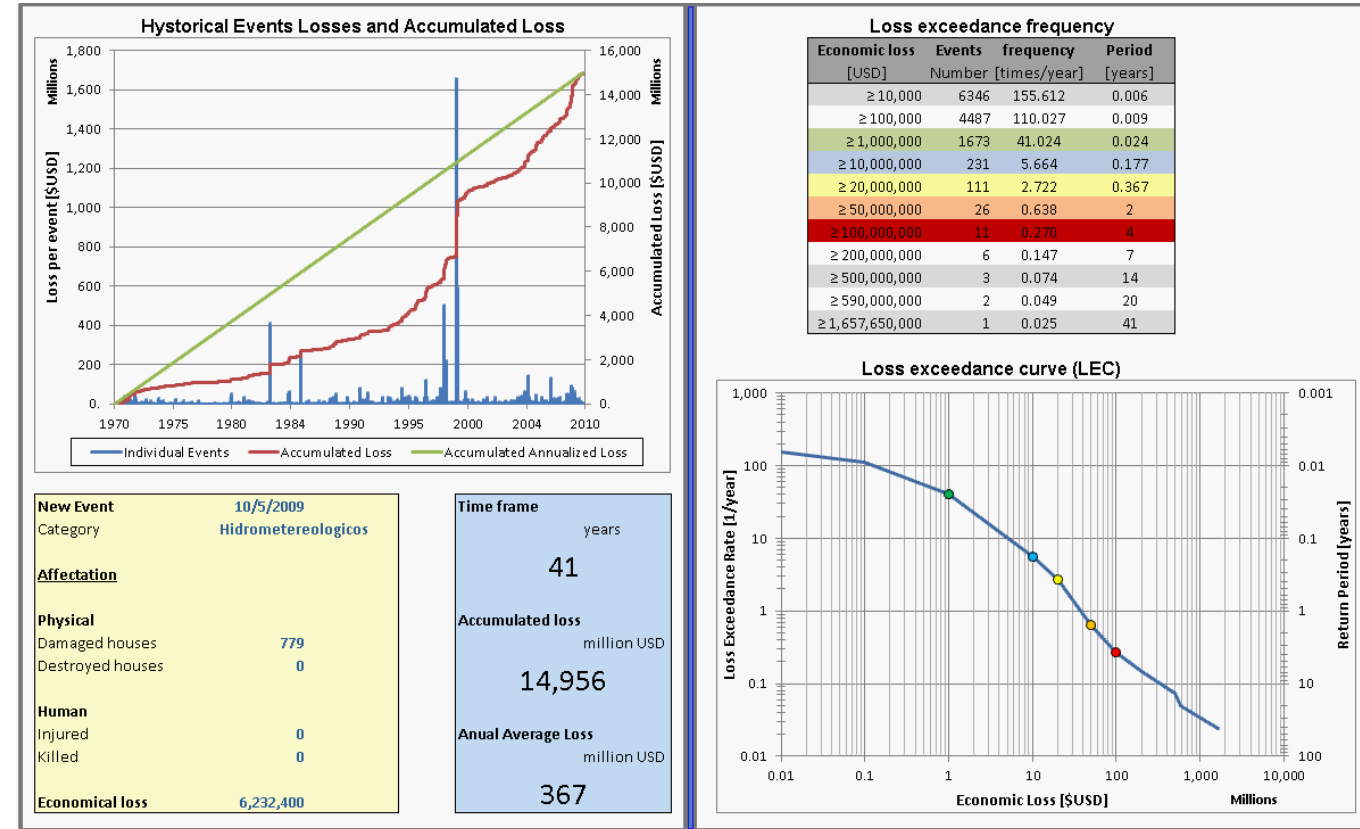
Actividades

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**



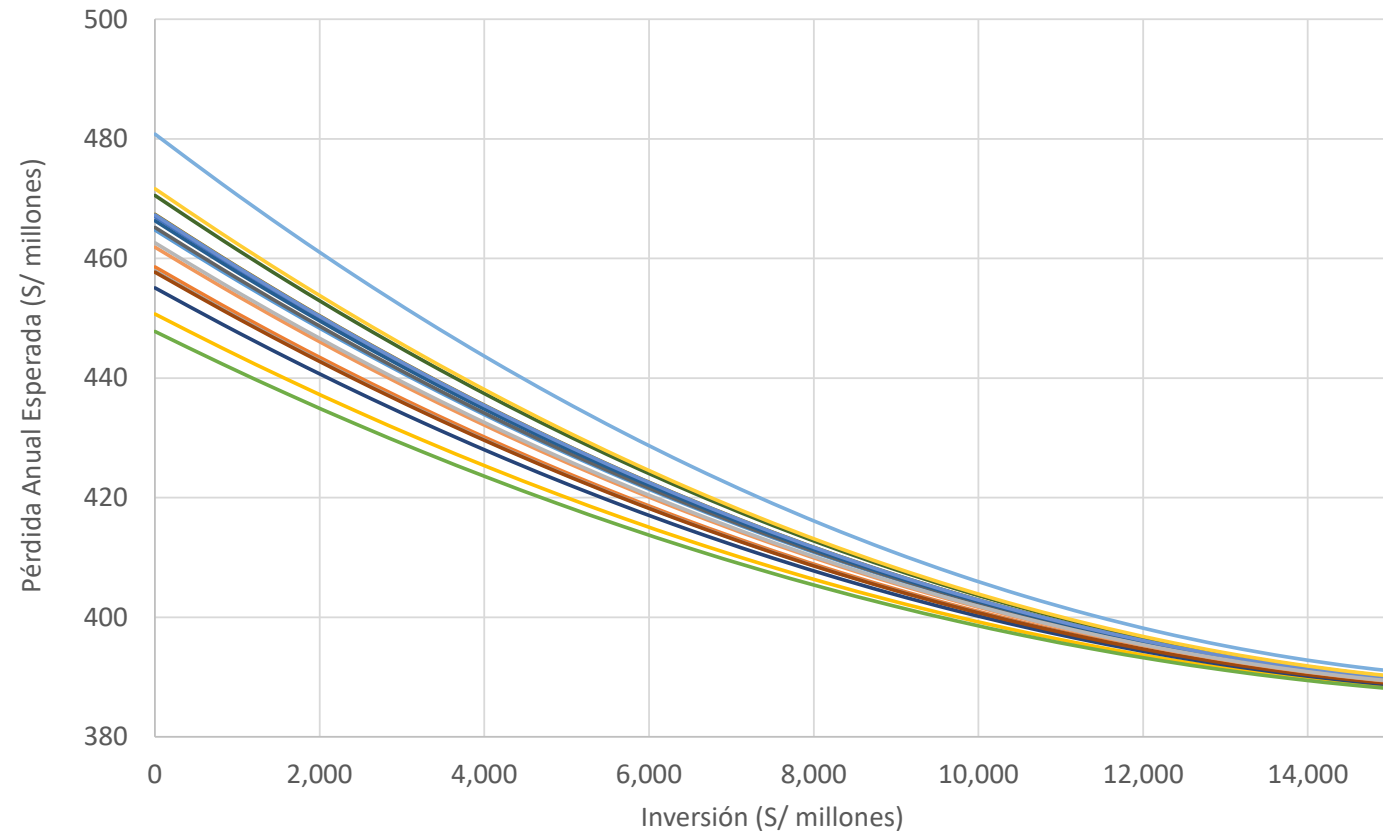
Actividades

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. Calibración del resultado



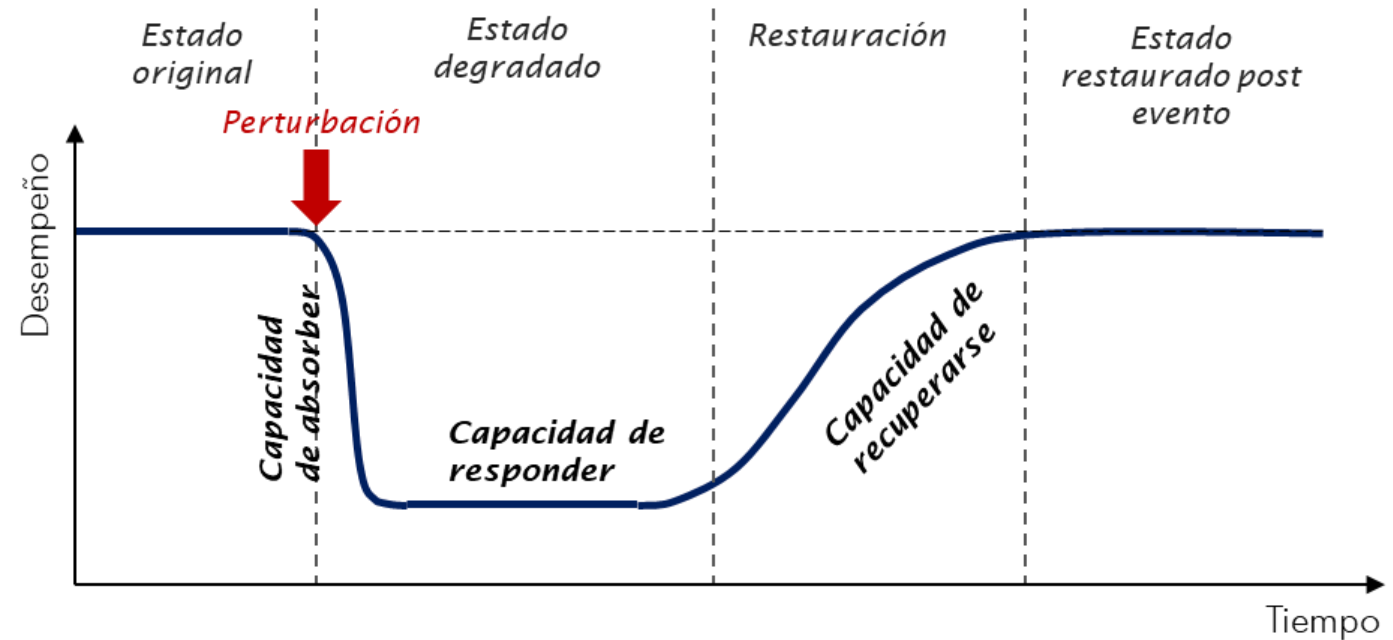
Actividades

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. Calibración del resultado
- 10. Curva de inversión**

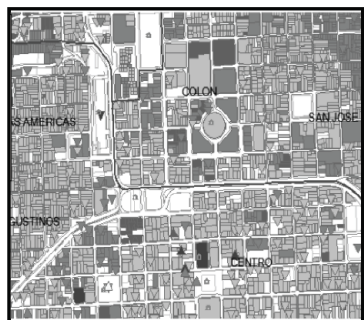


Actividades

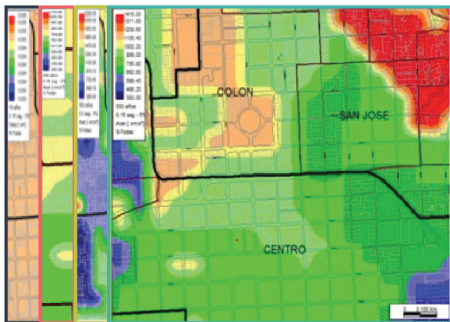
1. Modelo inundación río Pirro
2. Modelo amenaza sísmica
3. Efectos de sitio Heredia
4. Exposición de edificaciones
5. Exposición de infraestructura
6. Vulnerabilidad edificios
7. Vulnerabilidad infraestructura
8. Evaluación del riesgo
9. Calibración del resultado
10. Curva de inversión
- 11. Evaluación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



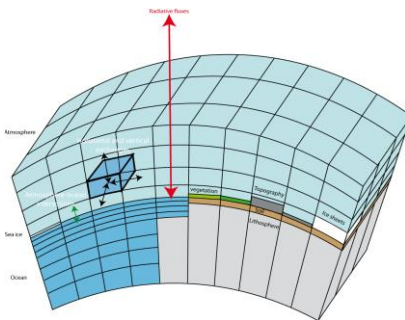
EXPOSICIÓN



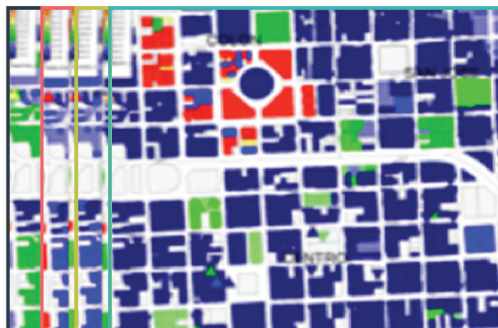
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

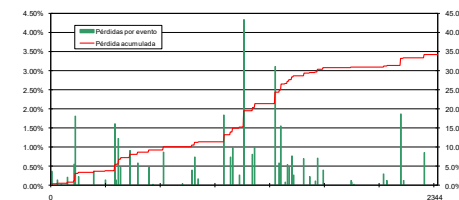


RIESGO

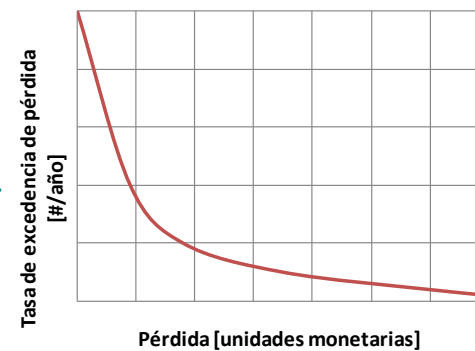


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

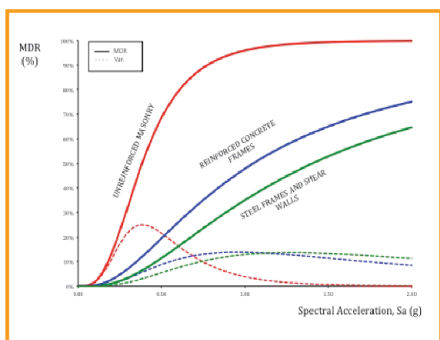
Intervención física

Protección financiera

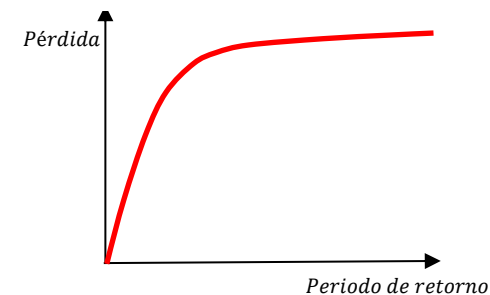
Respuesta

...

VULNERABILIDAD

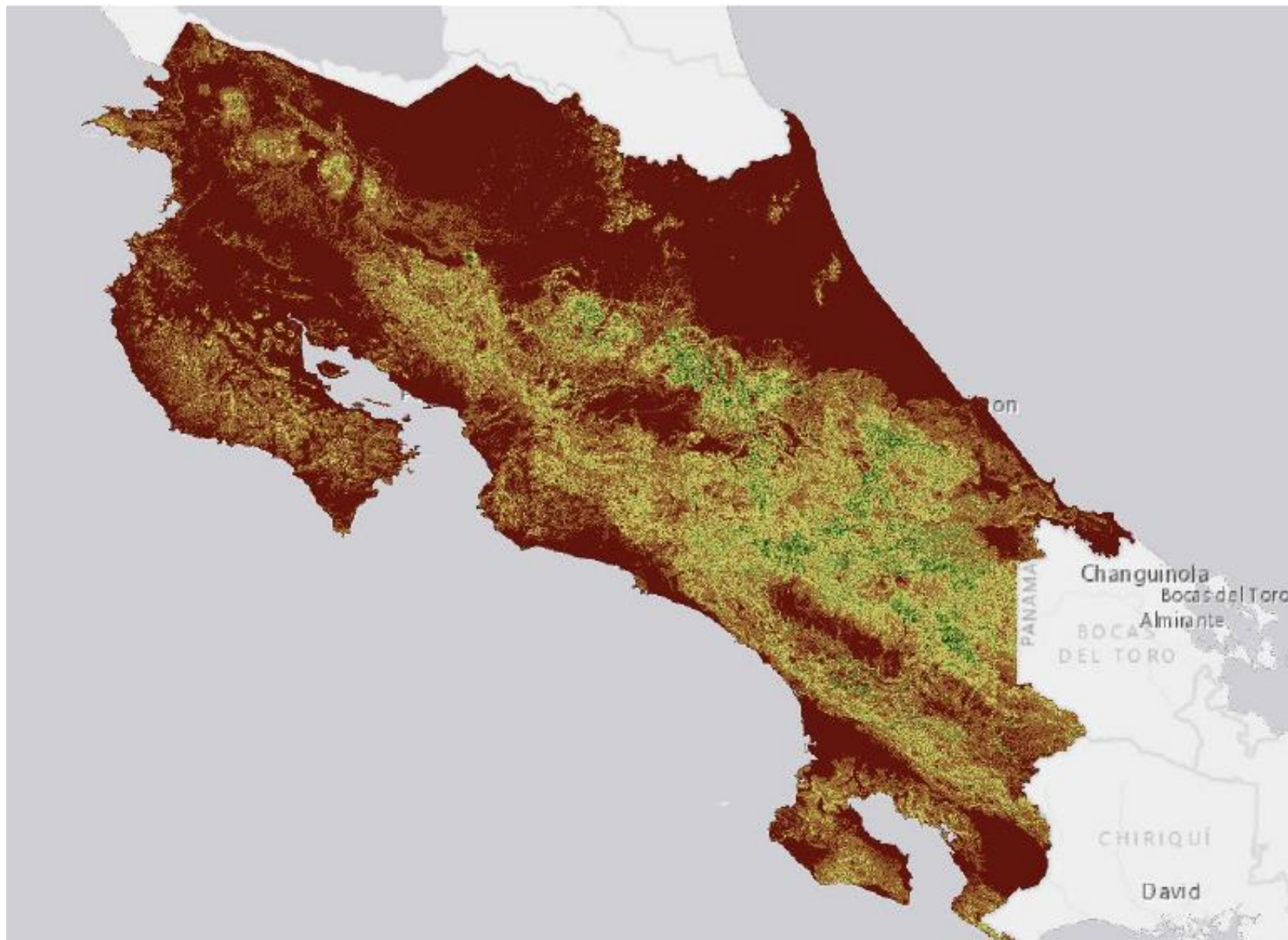


Curva de PML



Modelos de amenaza

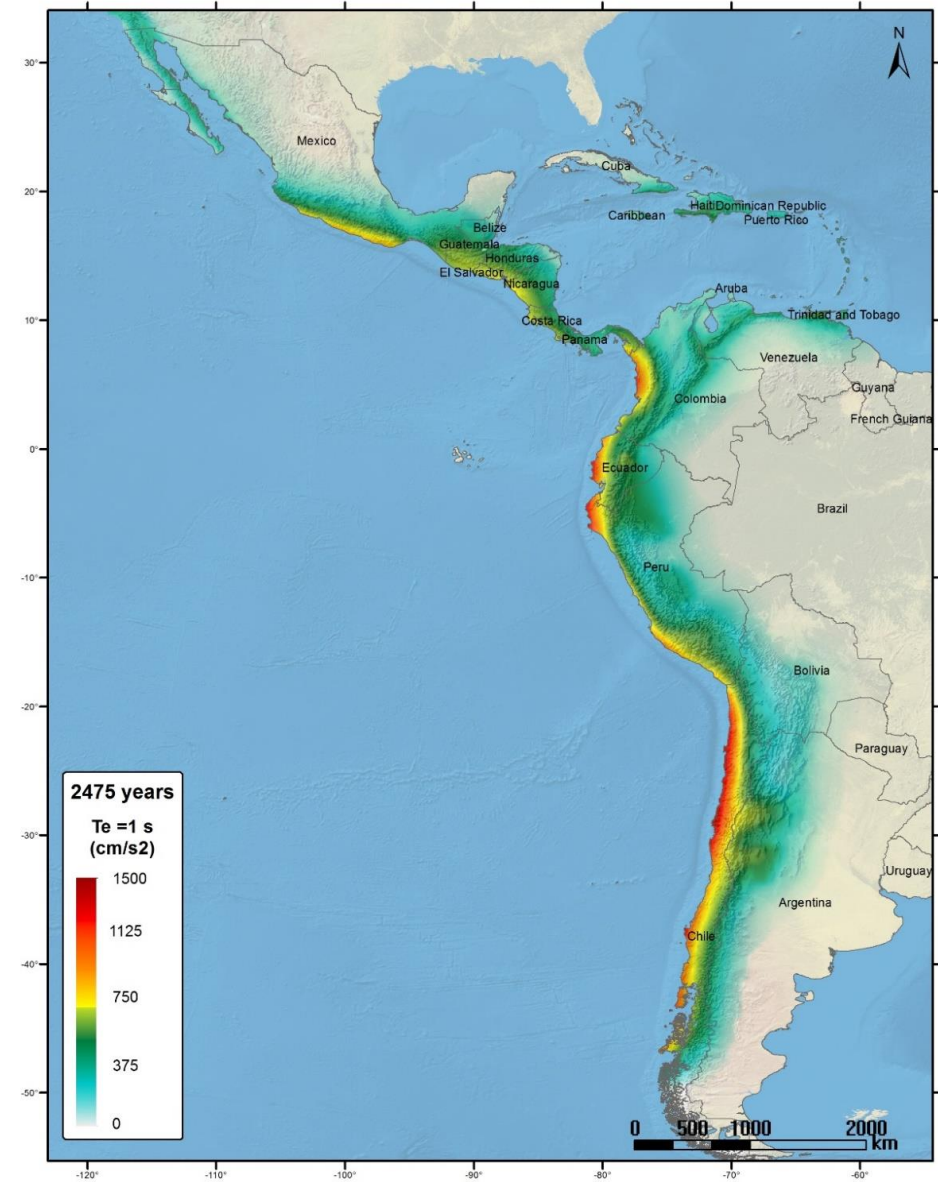
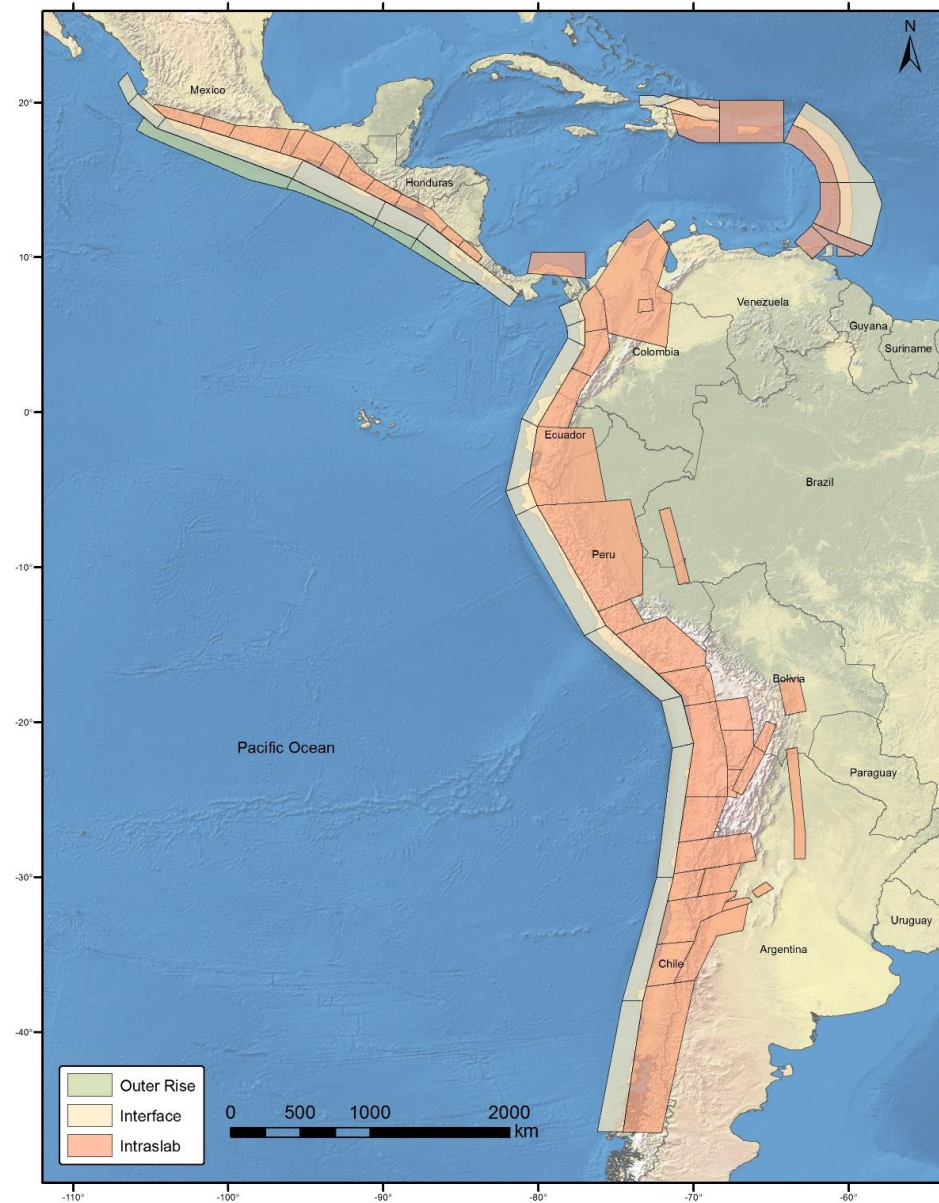
Susceptibilidad. CDRI-GIRI
90 m

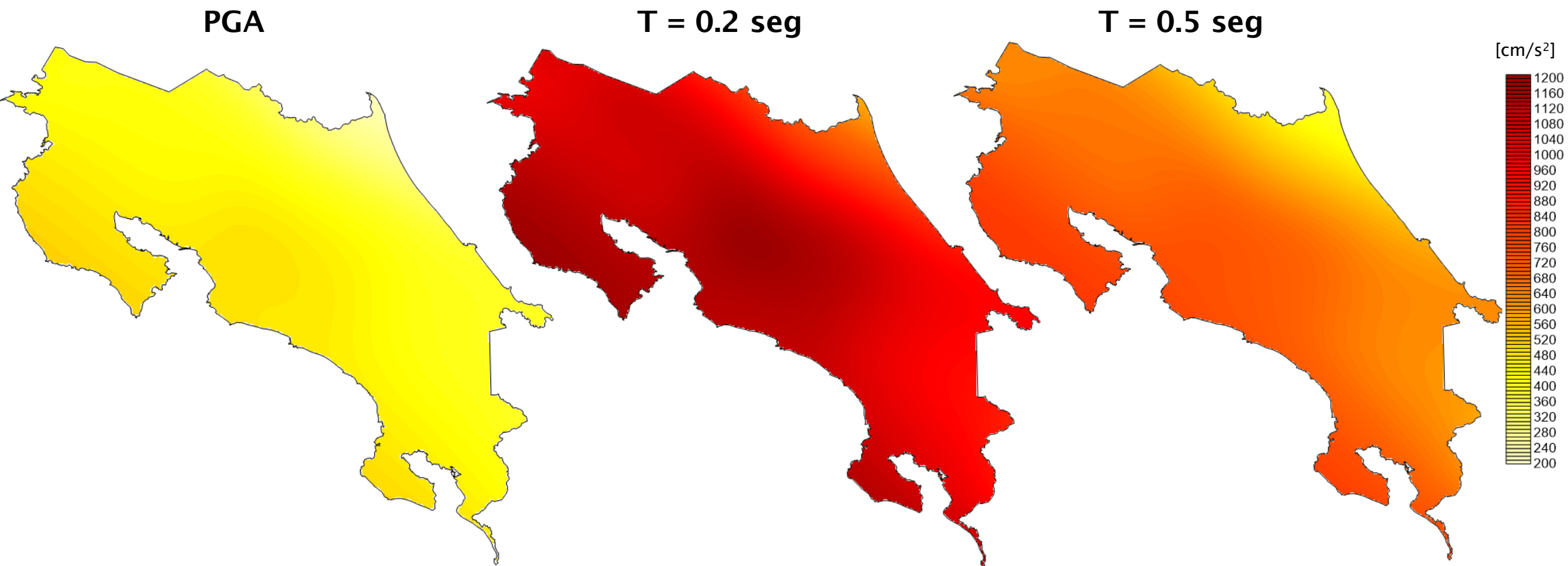


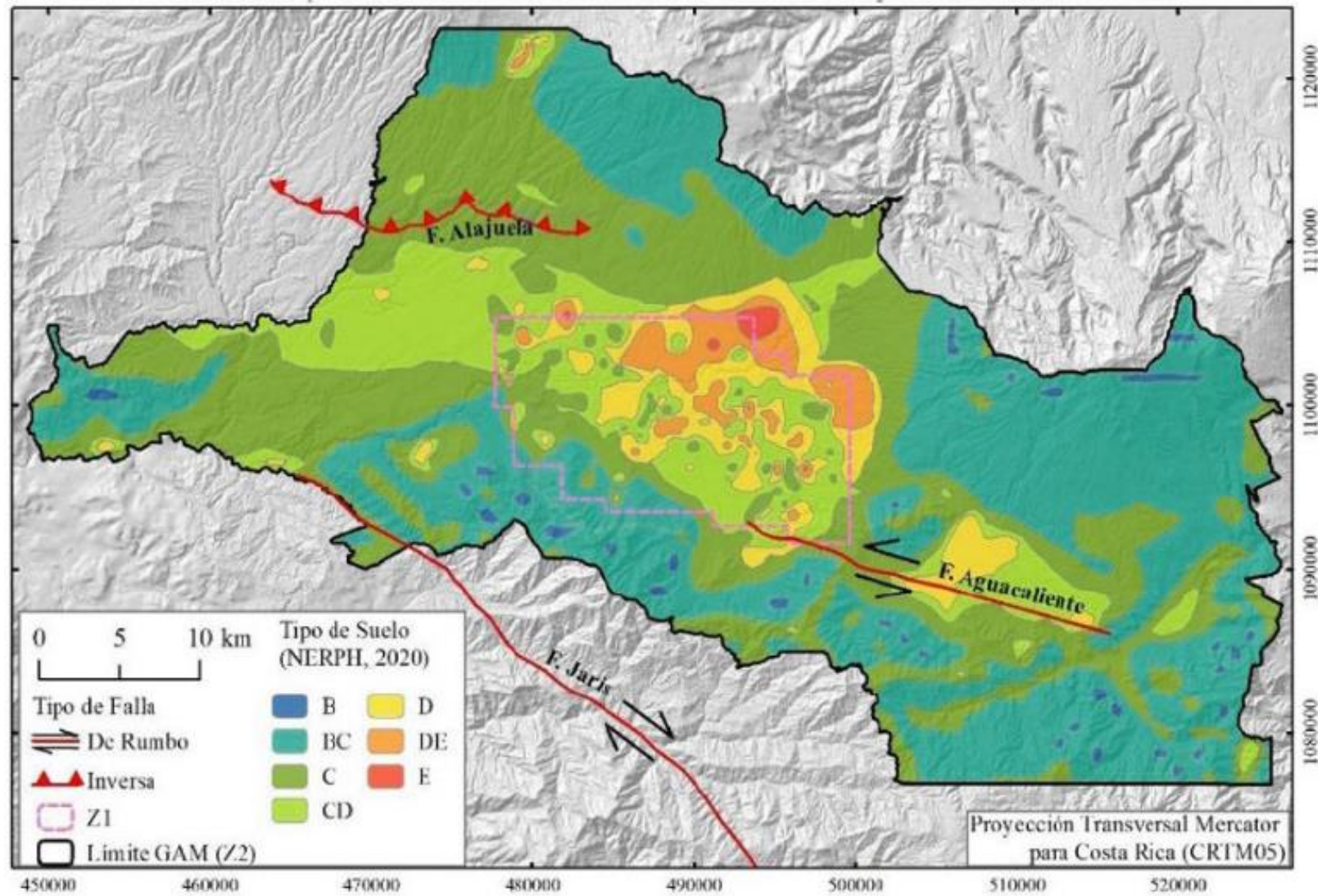
Uso interno

Palau et al., 2022

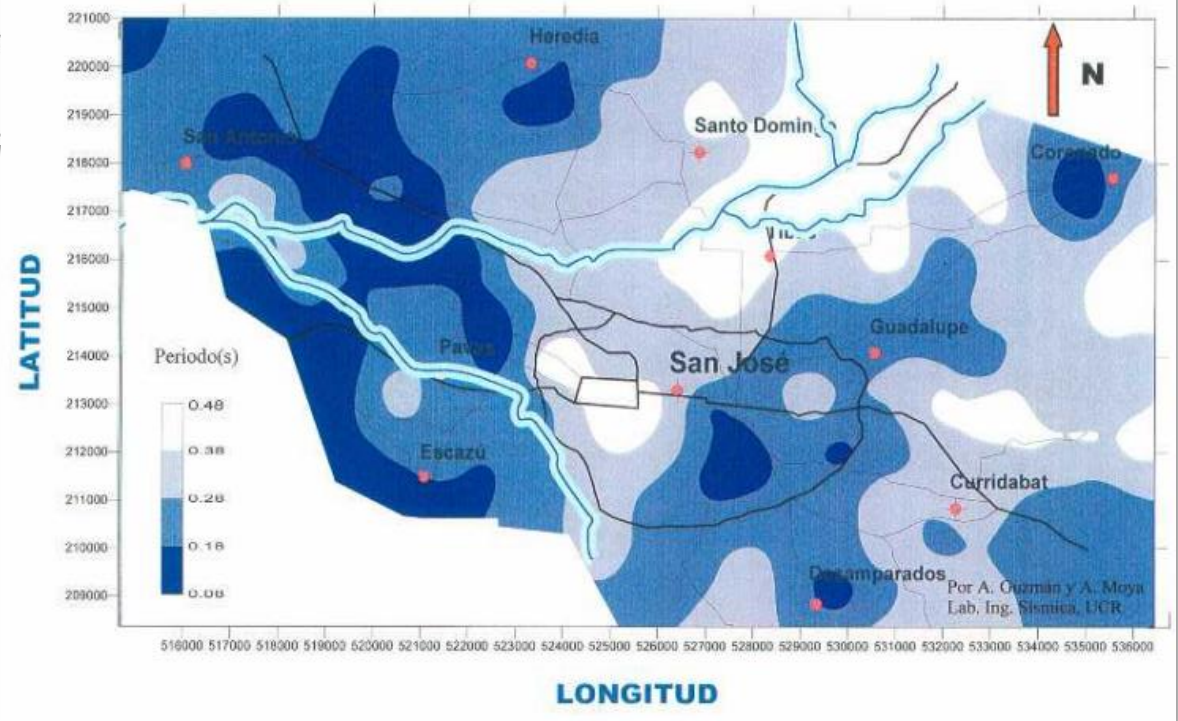
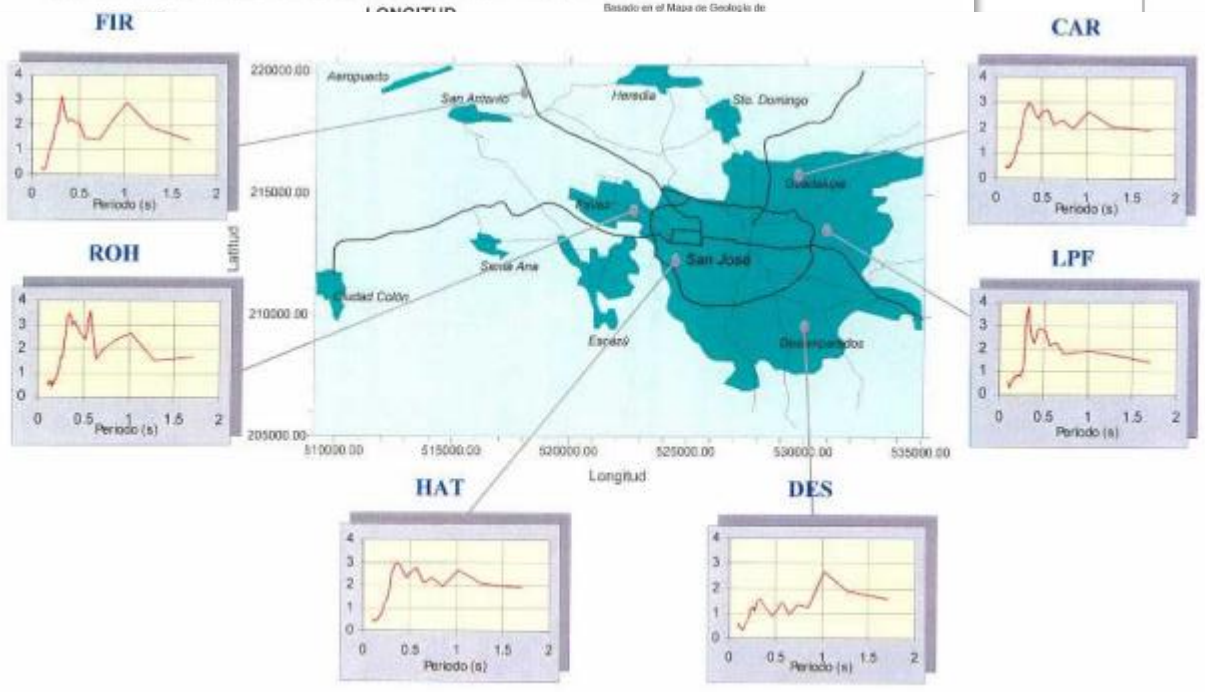
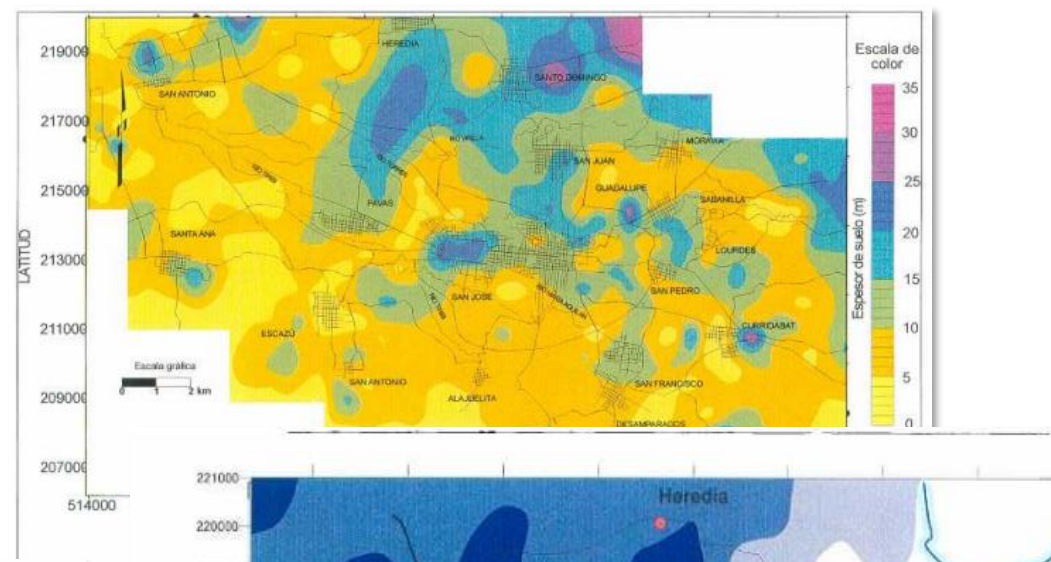
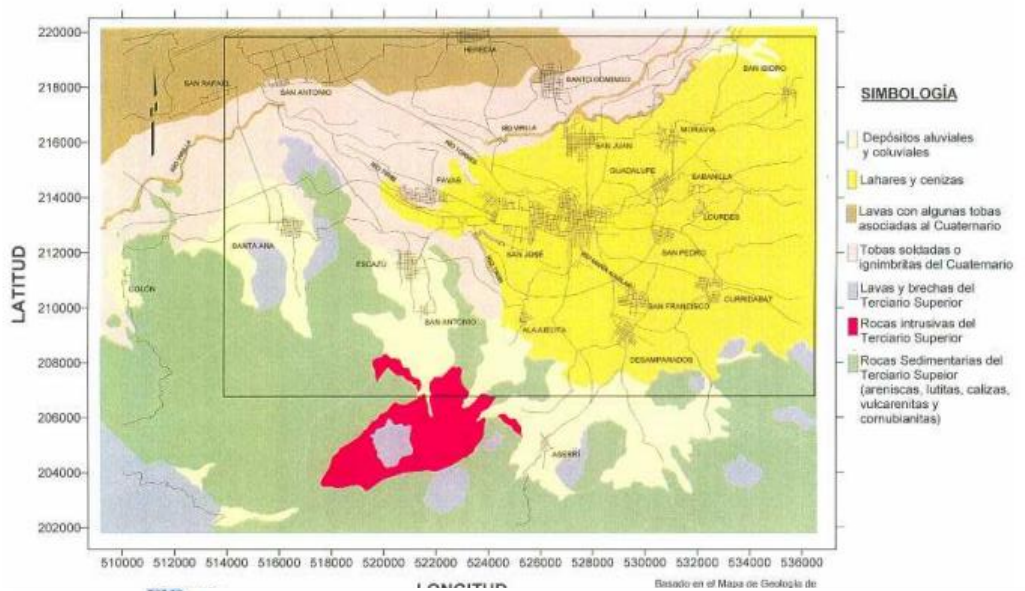
Proyecto ASLAC (Amenaza Sísmica de América Latina y El Caribe)





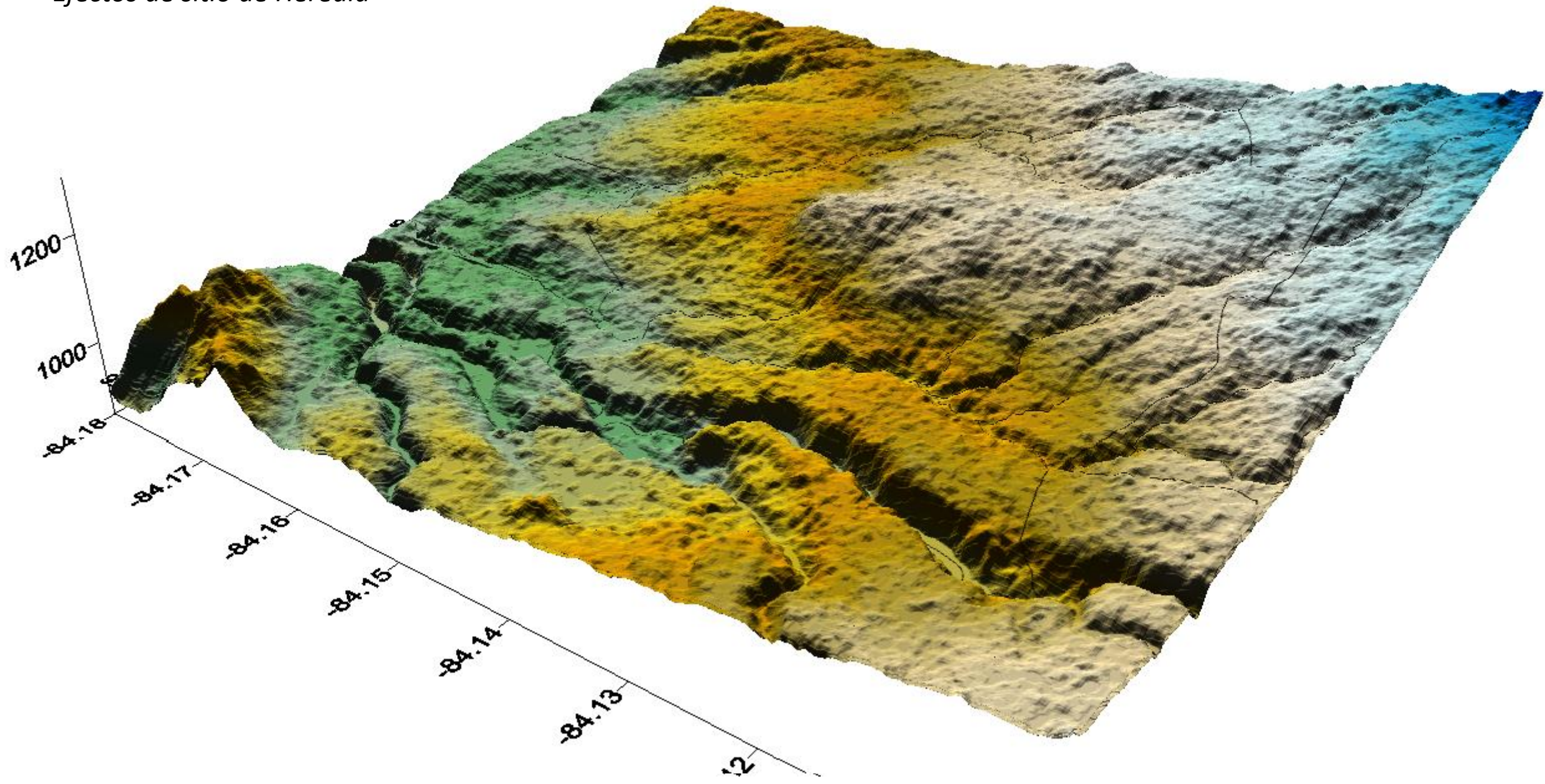


Arroyo-Solórzano, 2023

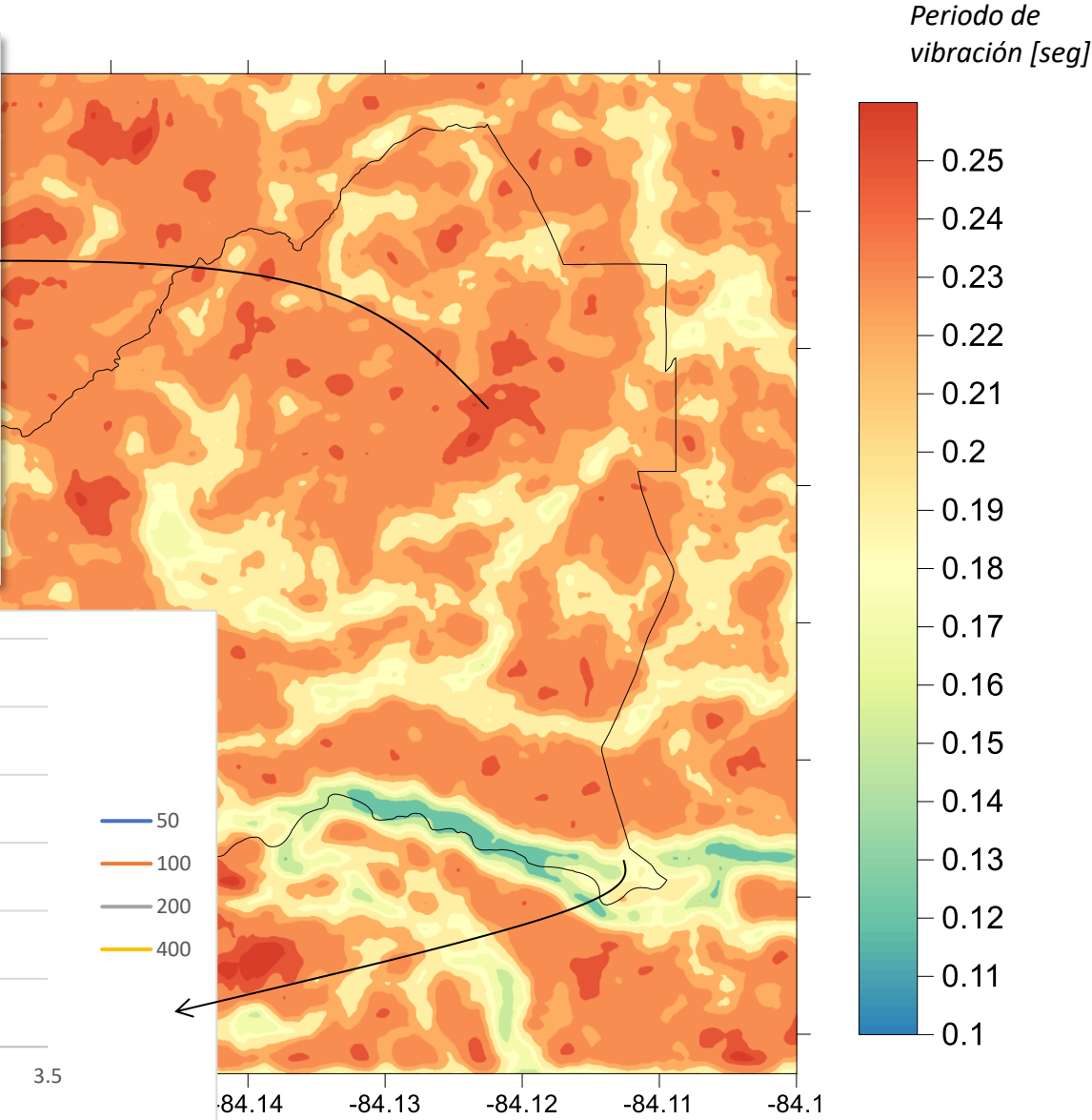
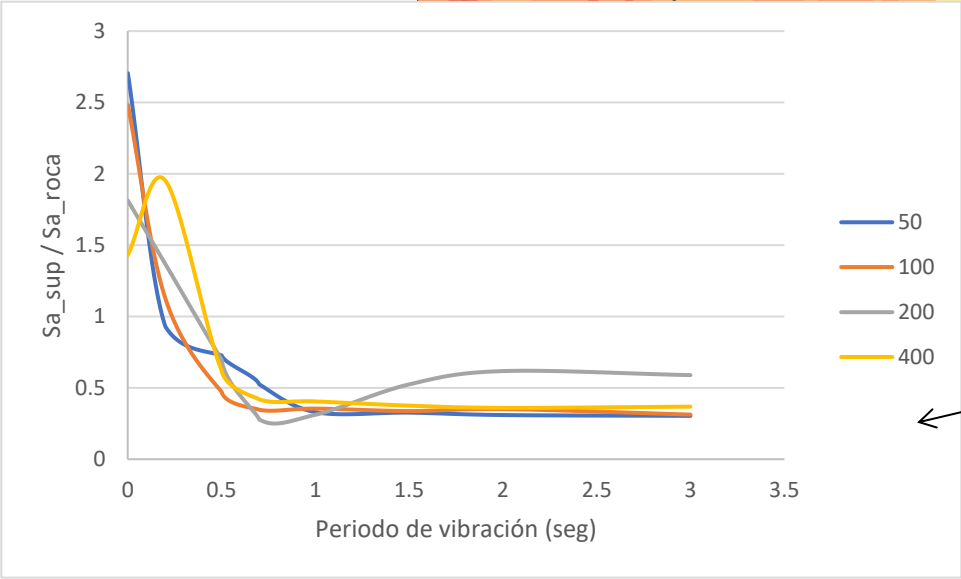
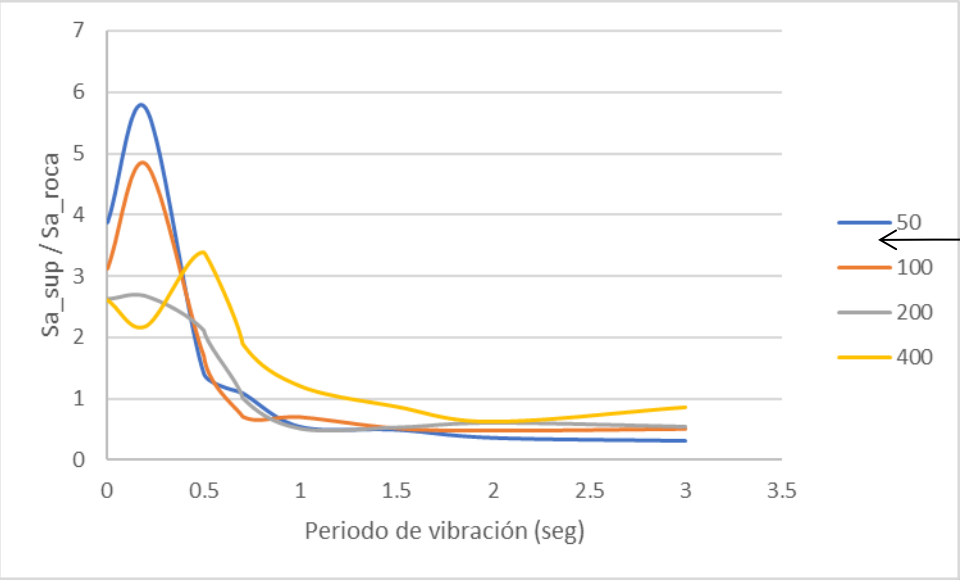


Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de San José

Efectos de sitio de Heredia



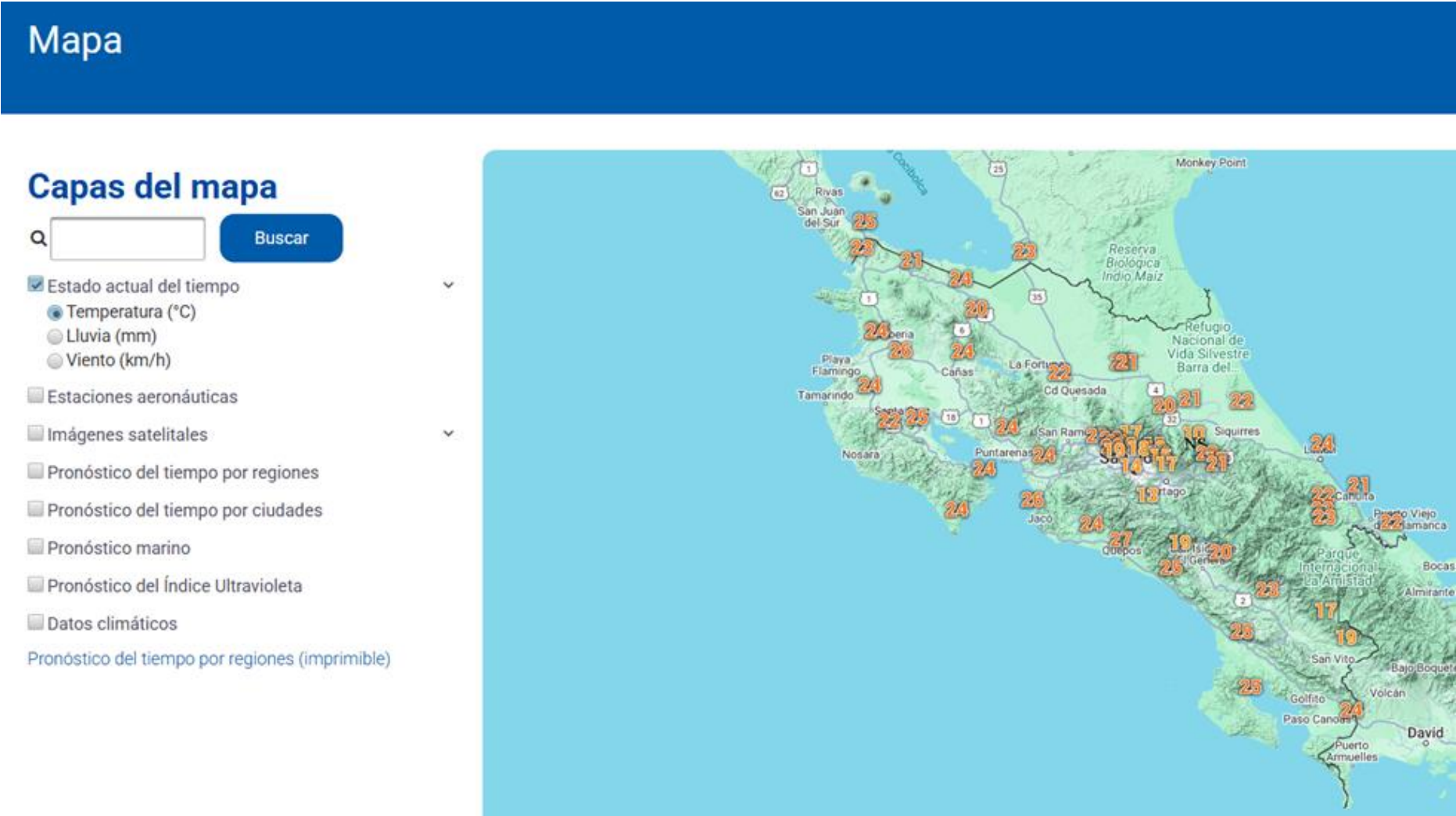
Efectos de sitio de Heredia



Estaciones meteorológicas

Precipitación
(222 estaciones)

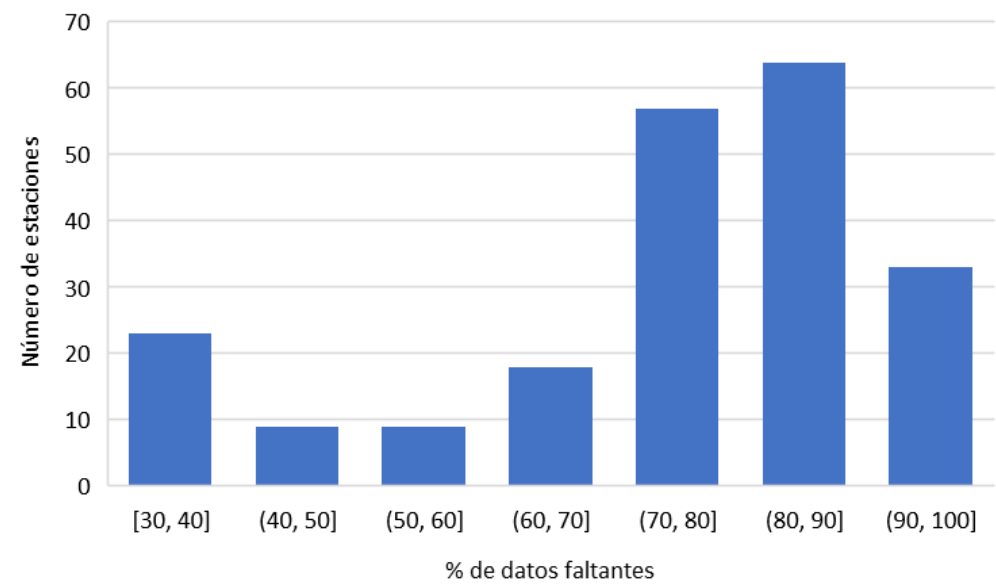
Temperatura
(219 estaciones)



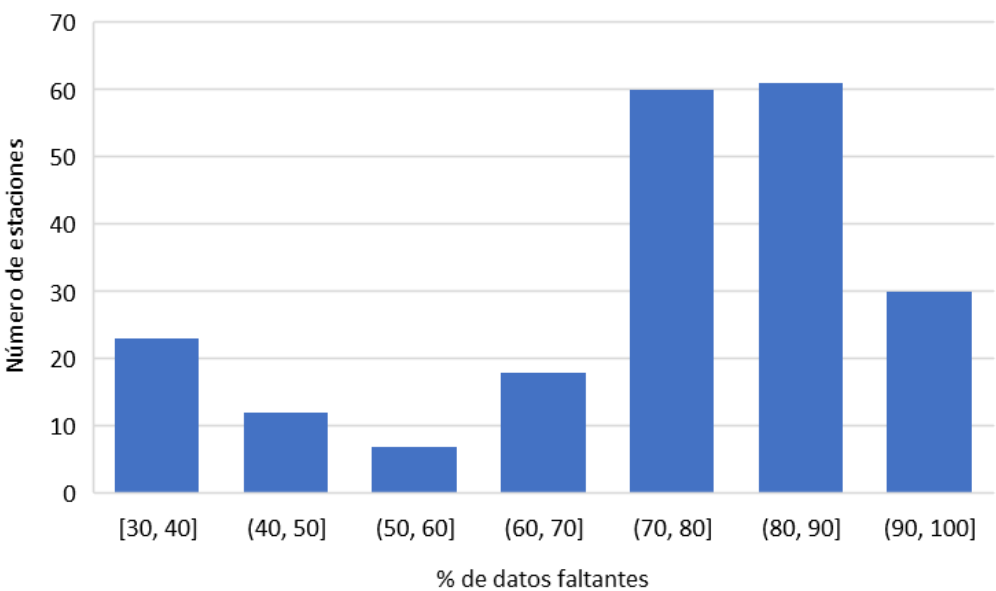
Estaciones meteorológicas

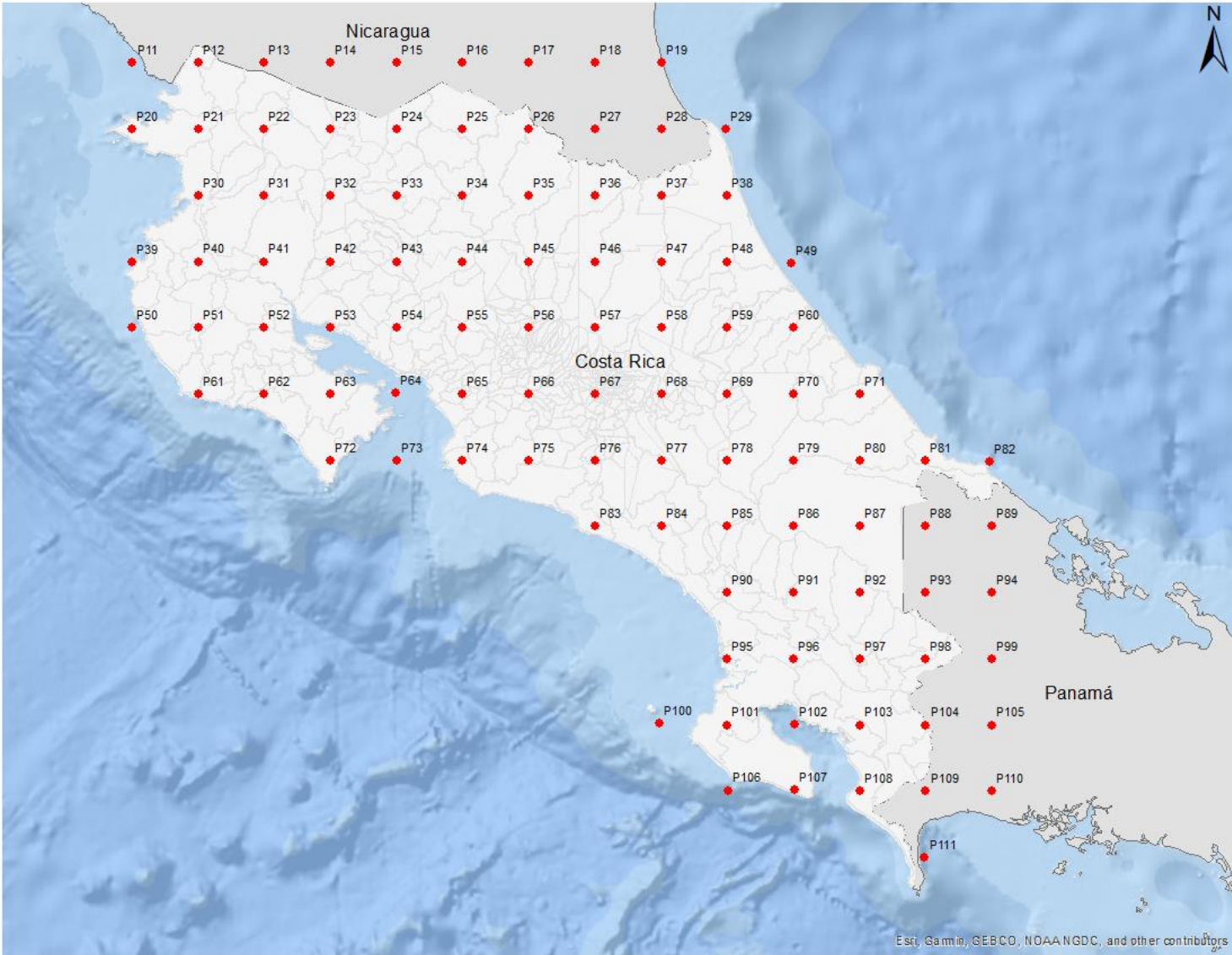
Precipitación
(222 estaciones)

Temperatura
(219 estaciones)



Datos faltantes
(periodo 1991-2020)





Precipitación

CHIRPS

Climate Hazards Group InfraRed
Precipitation with Station data



Climate
Hazards
Center
UC SANTA BARBARA

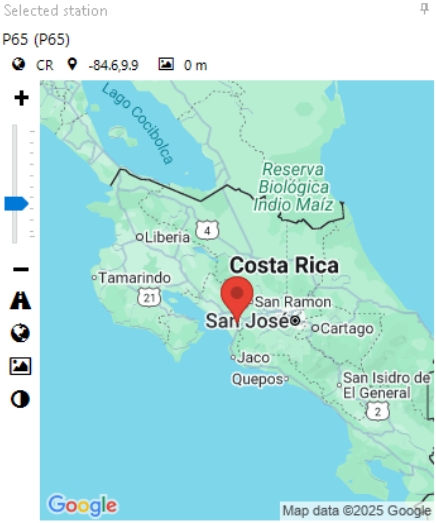
Temperatura

ERA5

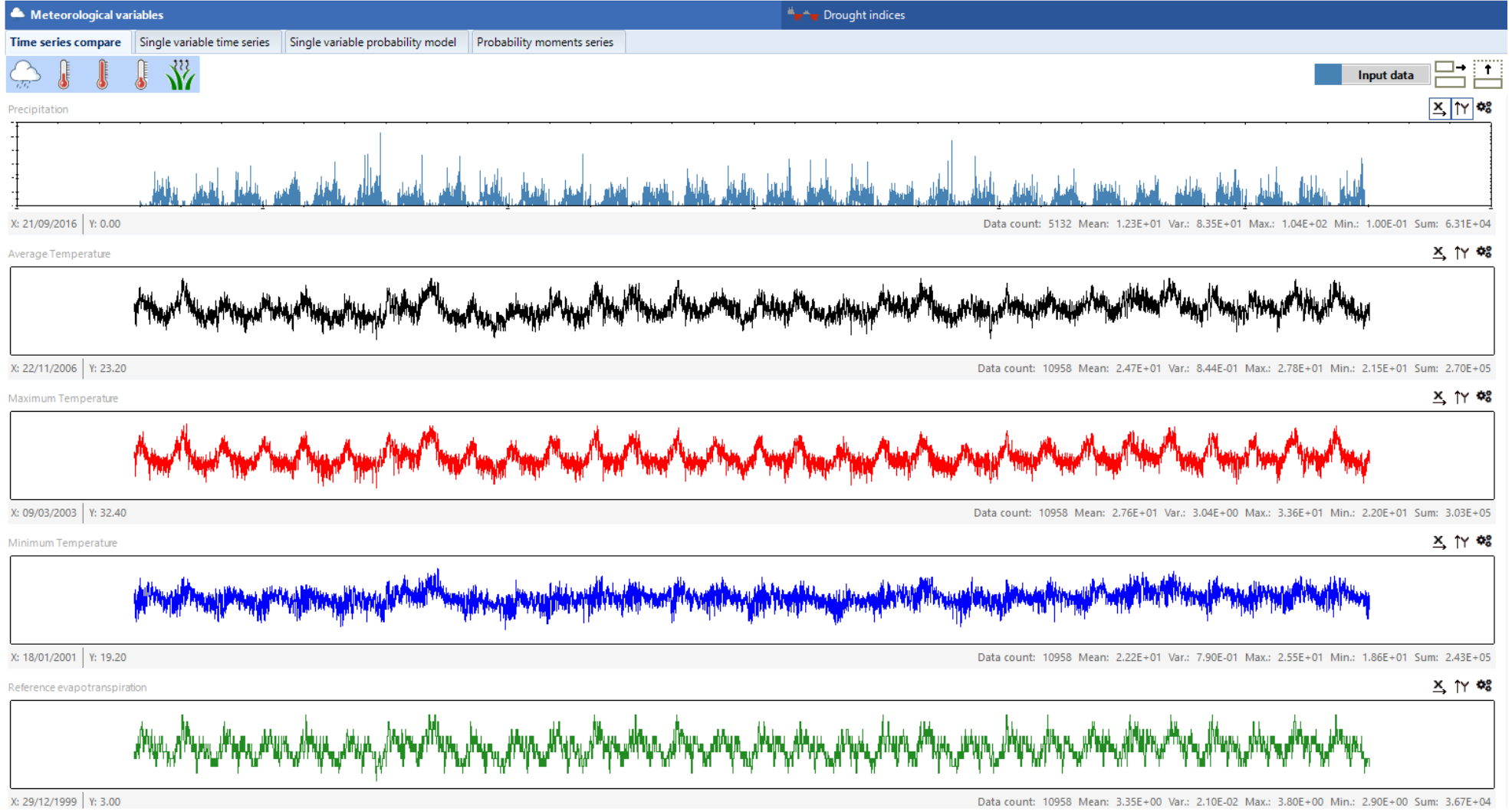
ECMWF Reanalysis v5
European Centre for Medium-
Range Weather Forecasts



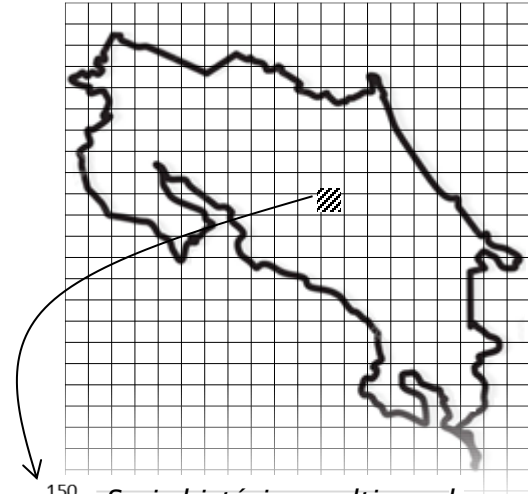
Copernicus
Europe's eyes on Earth



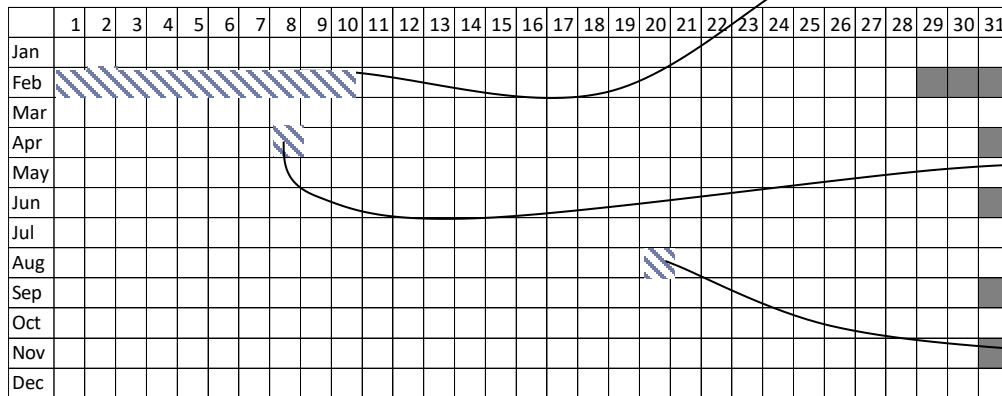
- Stations list
- P53
 - P54
 - P55
 - P56
 - P57
 - P58
 - P59
 - P60
 - P61
 - P62
 - P63
 - P64
 - P65
 - P66
 - P67
 - P68
 - P69
 - P70
 - P71
 - P72
 - P73



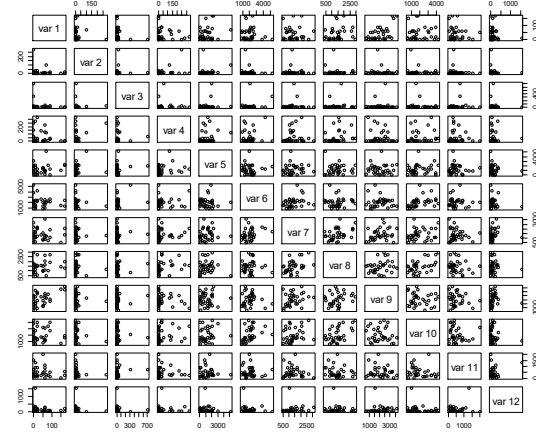
Simulación de series meteorológicas



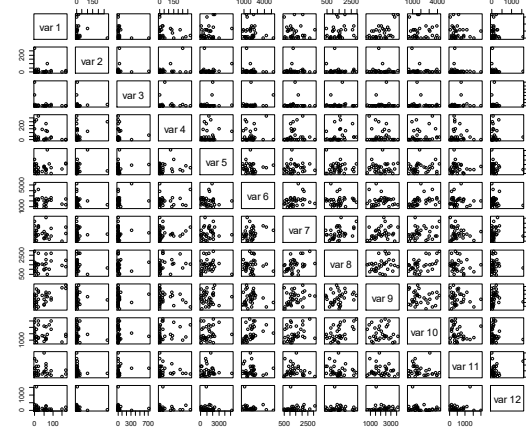
Calendario



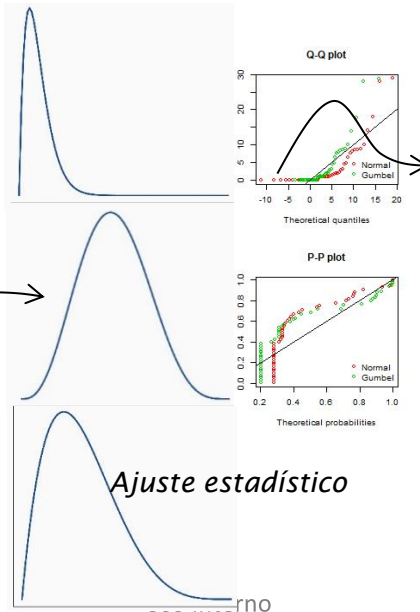
Correlación temporal



Correlación espacial

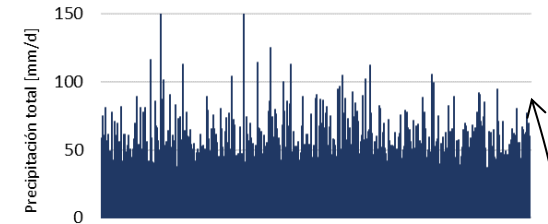


Modelos de probabilidad

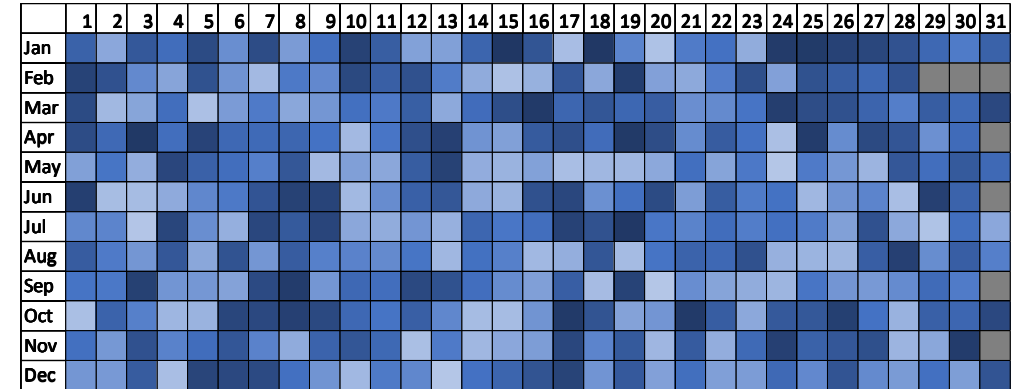


Ajuste estadístico

Serie simuladas multianuales

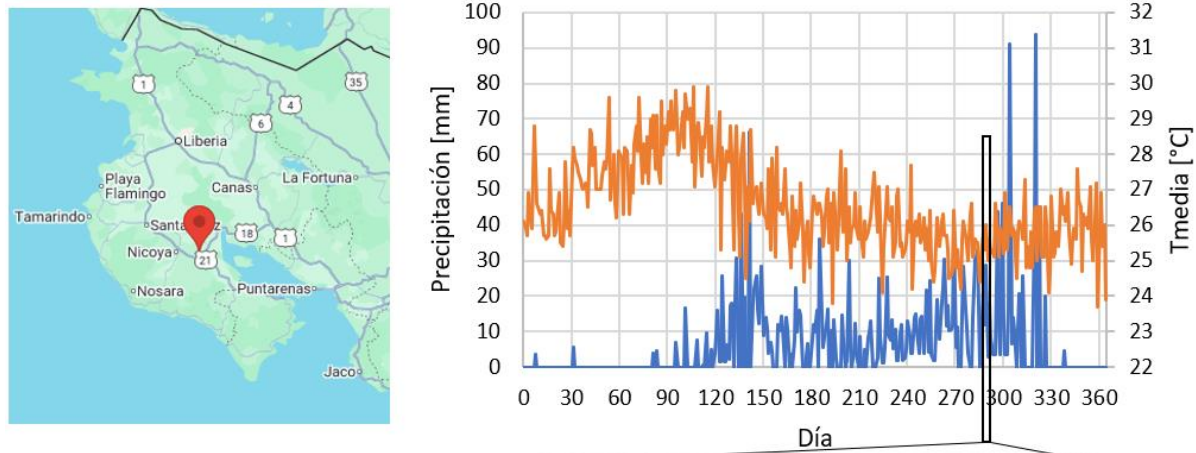


Lluvia Viento
 Temperatura Evapotranspiración

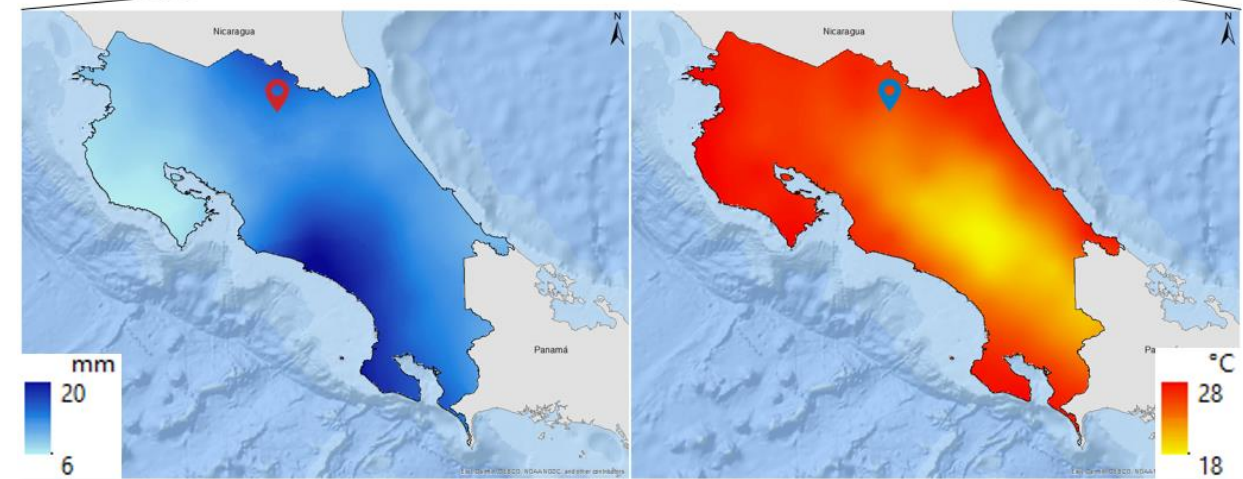
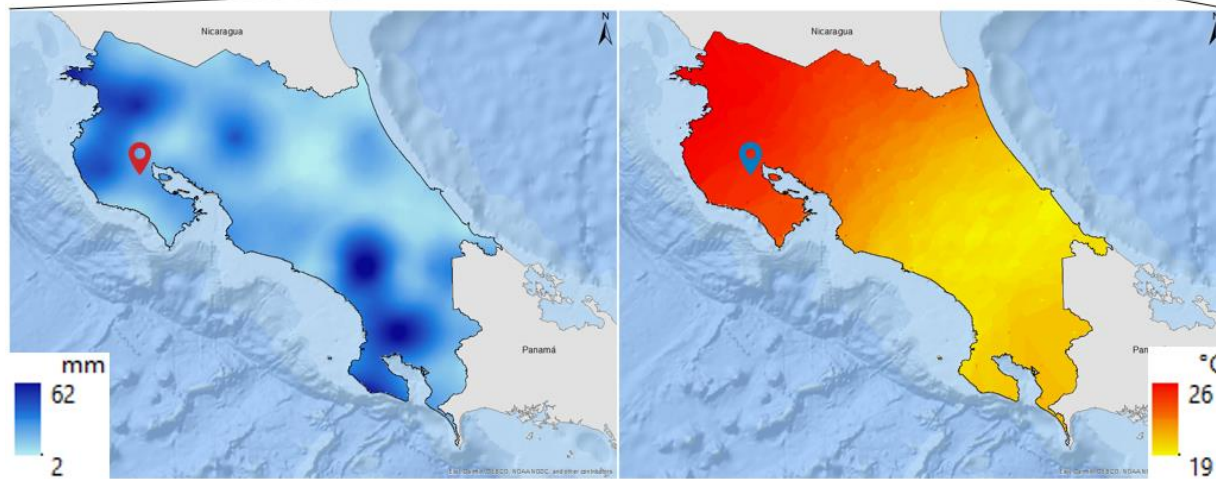
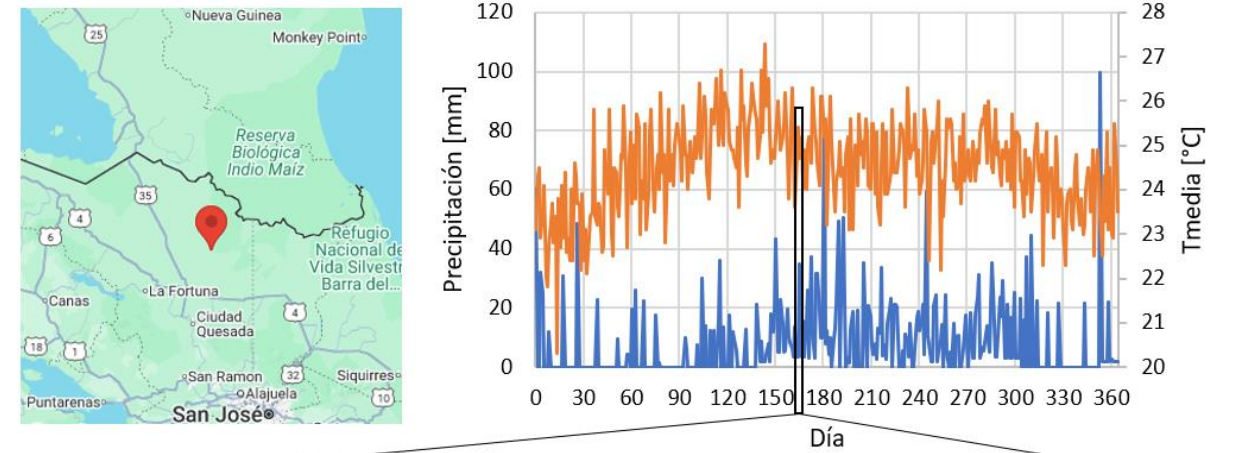


Simulación de años completos a escala diaria

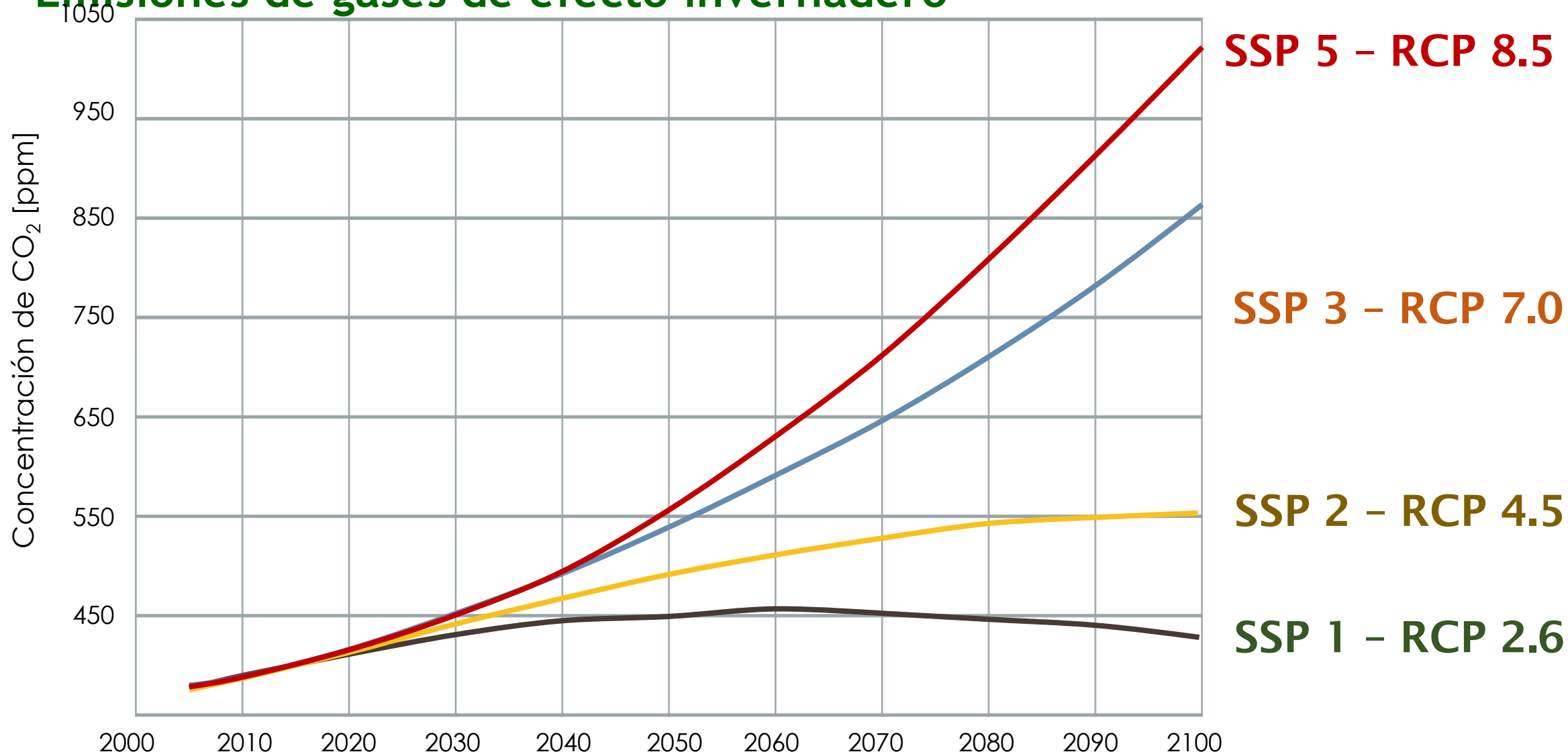
Simulación 737 en el punto P52. Día 288



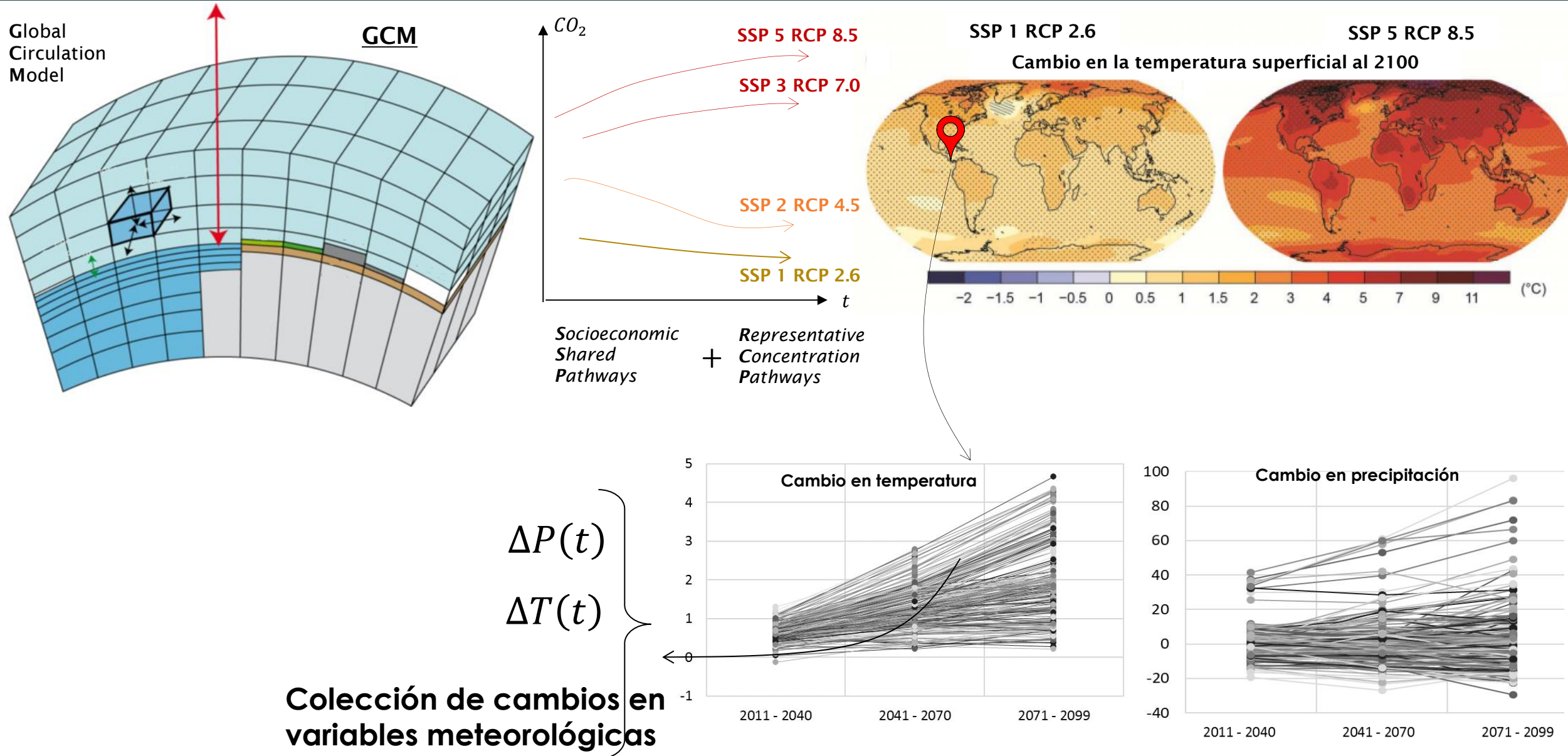
Simulación 222 en el punto P35. Día 163



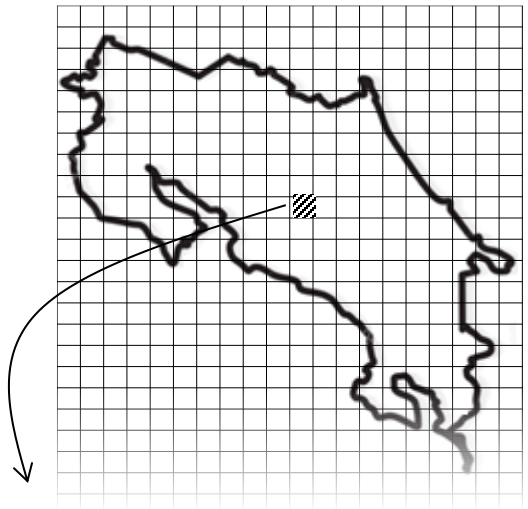
Emisiones de gases de efecto invernadero



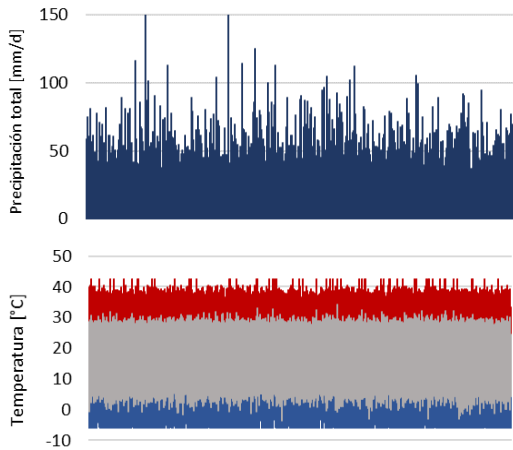
Incorporación de proyecciones de cambio climático



Incorporación de proyecciones de cambio climático



Serie simulada multianual



...

**Colección de cambios en
variables meteorológicas**

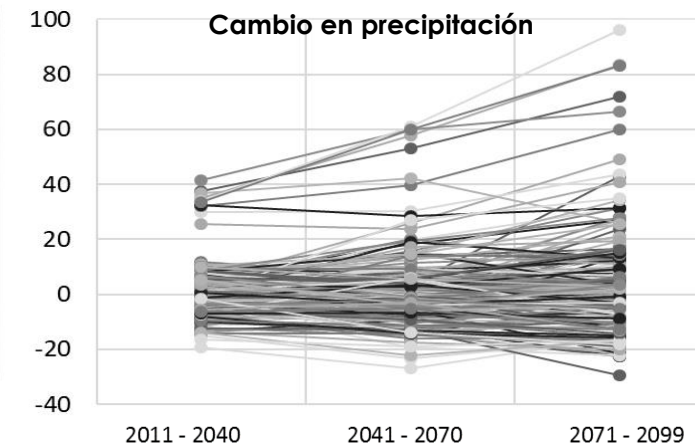
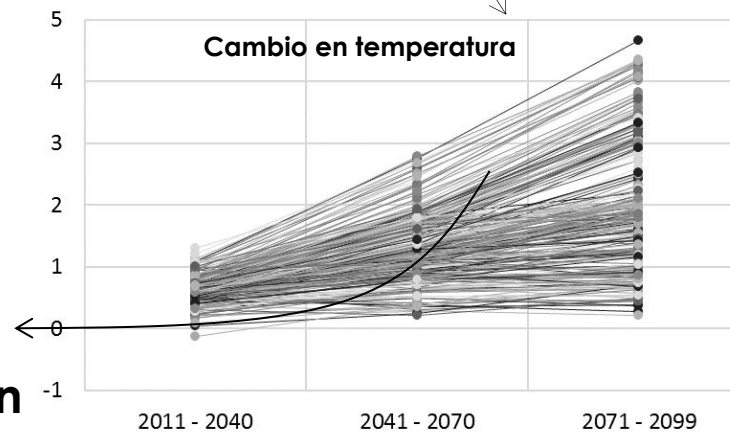
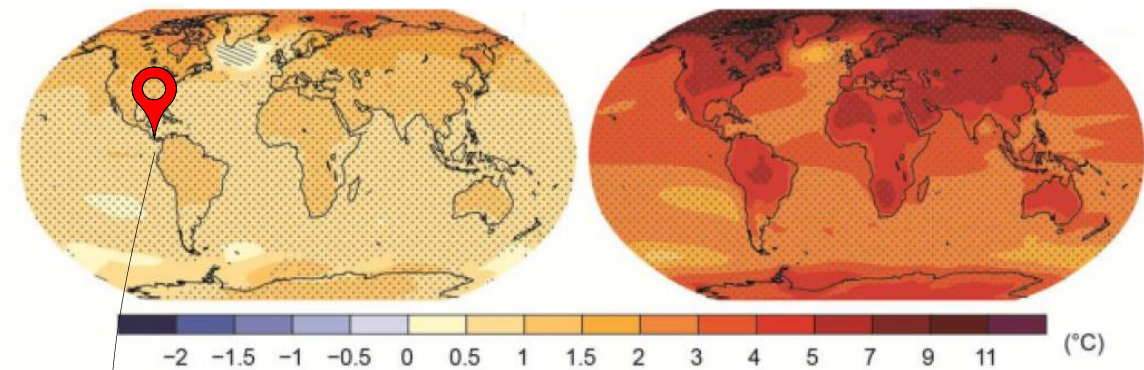
$$\Delta P(t)$$

$$\Delta T(t)$$

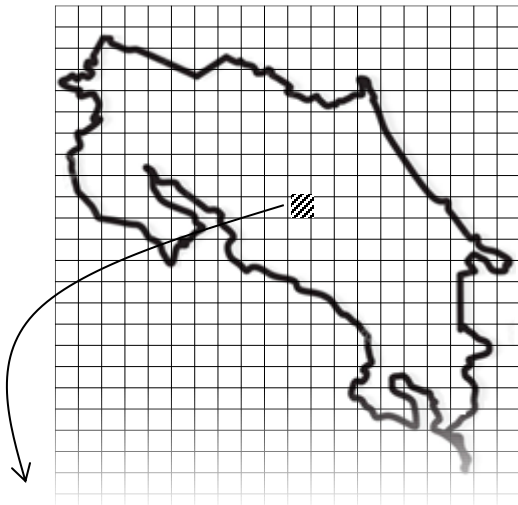
SSP 1 RCP 2.6

SSP 5 RCP 8.5

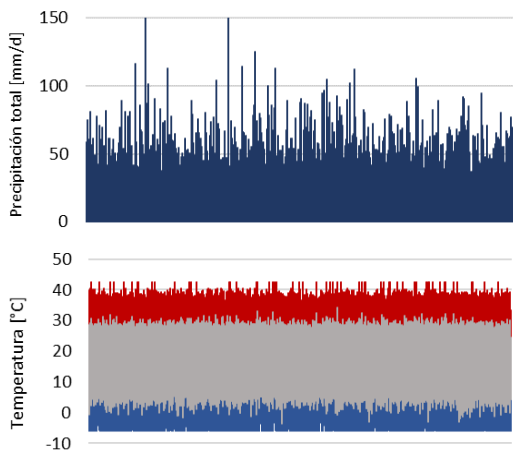
Cambio en la temperatura superficial al 2100



Incorporación de proyecciones de cambio climático



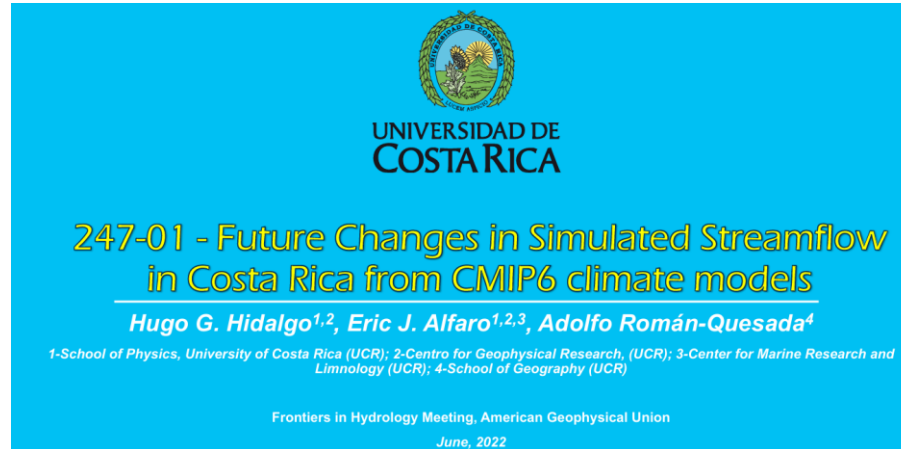
Serie simulada multianual



$$\Delta P(t)$$

$$\Delta T(t)$$

...
Colección de cambios en
variables meteorológicas



Hydrological Research Letters **18**(1), 35–42 (2024)

Published online in J-STAGE (www.jstage.jst.go.jp/browse/hrl). DOI: 10.3178/hrl.18.35

Flood projections for selected Costa Rican main basins using CMIP6 climate models downscaled output in the HBV hydrological model for scenario SSP5-8.5

Hugo G. Hidalgo^{1,2,3}, Eric J. Alfaro^{1,2,4} and Adolfo Quesada-Román⁵

¹Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

²Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

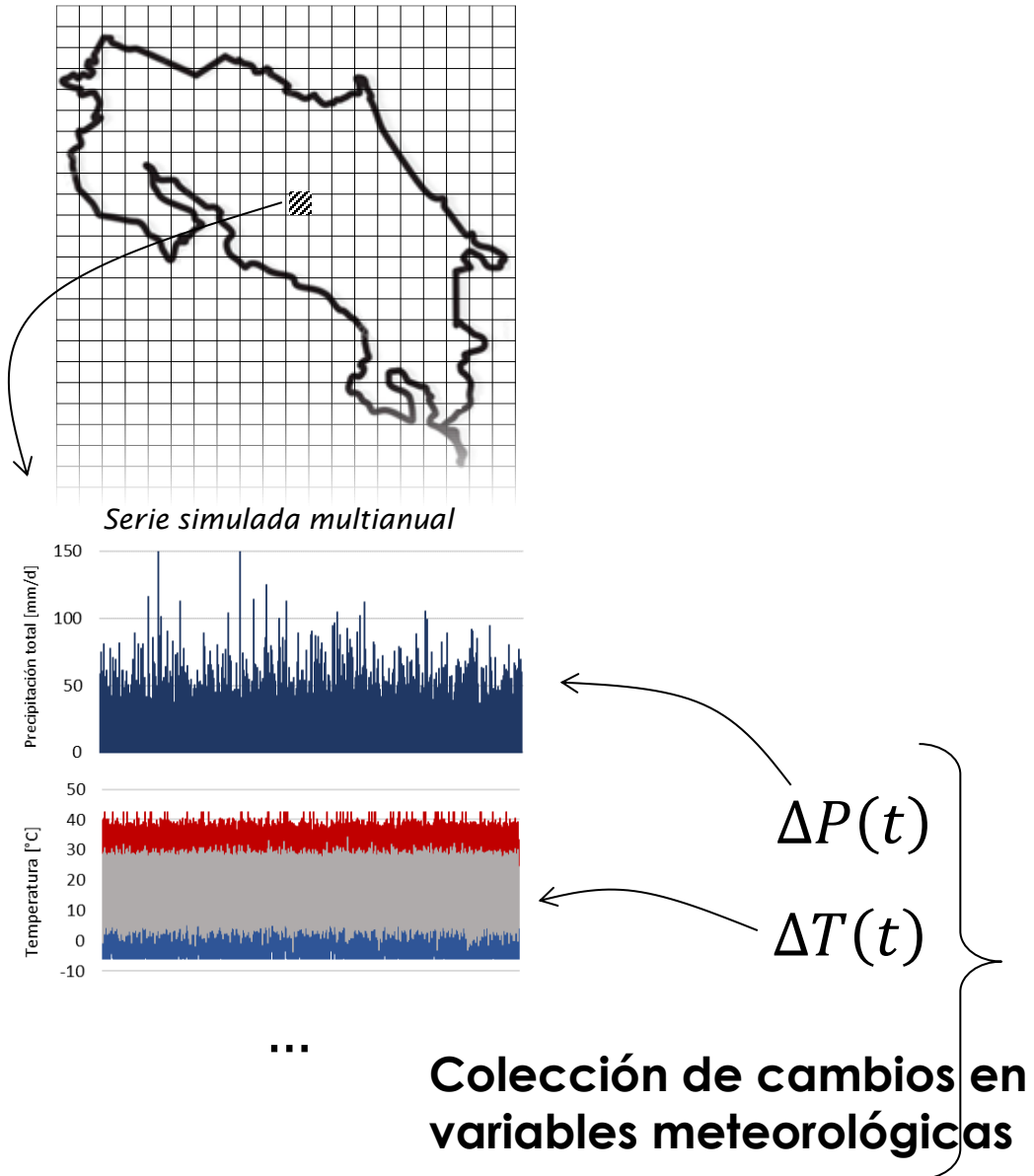
³Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

⁴Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

⁵Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, Costa Rica



Incorporación de proyecciones de cambio climático

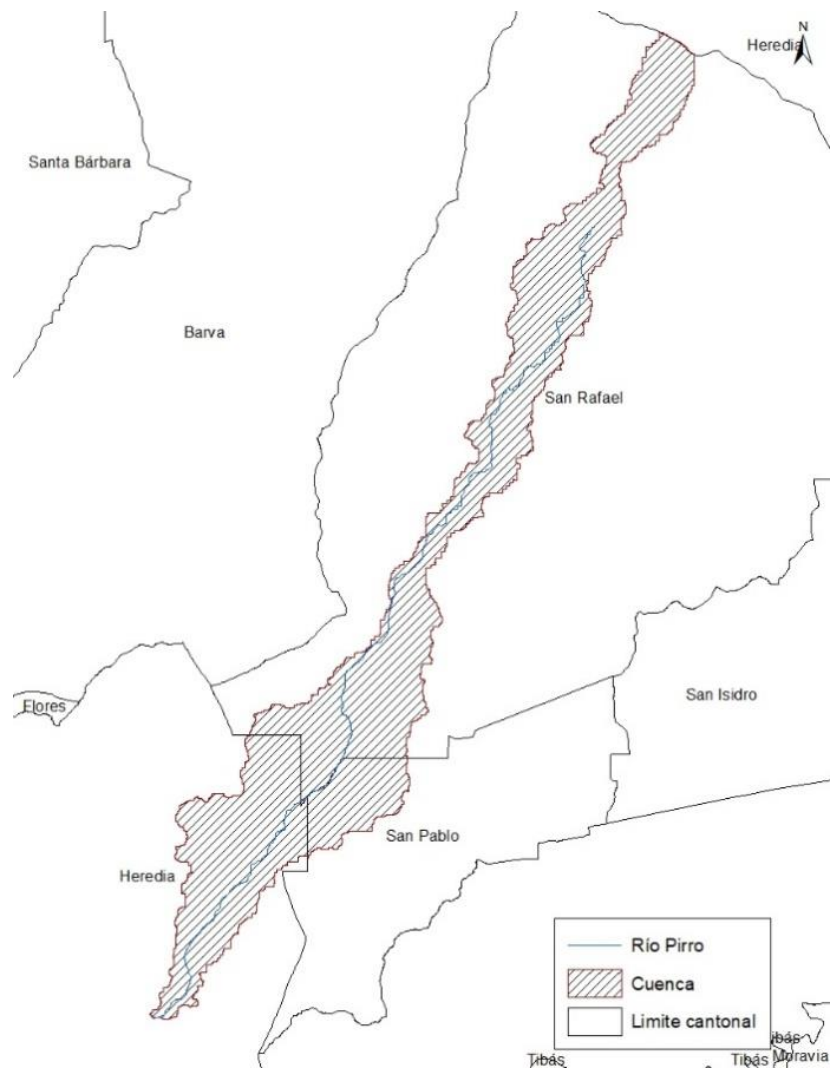


GCM	Trayectoria	Año objetivo
EC-Earth3	SSP1-2.6	2035
EC-Earth3	SSP2-4.5	2035
EC-Earth3	SSP3-7.0	2035
EC-Earth3	SSP5-8.5	2035
EC-Earth3	SSP1-2.6	2050
EC-Earth3	SSP2-4.5	2050
EC-Earth3	SSP3-7.0	2050
EC-Earth3	SSP5-8.5	2050
EC-Earth3	SSP1-2.6	2100
EC-Earth3	SSP2-4.5	2100
EC-Earth3	SSP3-7.0	2100
EC-Earth3	SSP5-8.5	2100
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2035
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2035
GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2035
GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2035
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2050
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2050

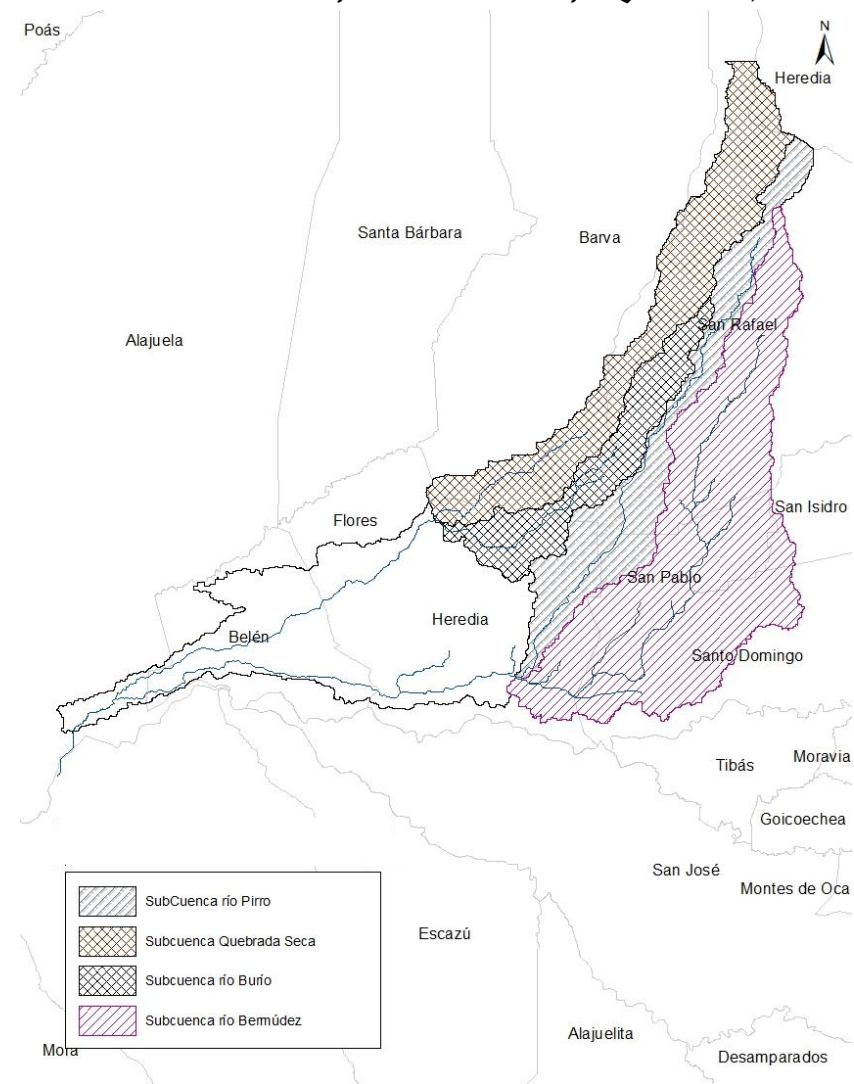
GCM	Trayectoria	Año objetivo
GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2050
GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2050
GFDL-ESM4	SSP1-2.6	2100
GFDL-ESM4	SSP2-4.5	2100
GFDL-ESM4	SSP3-7.0	2100
GFDL-ESM4	SSP5-8.5	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2035
MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2050
MPI-ESM1-2-LR	SSP1-2.6	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP2-4.5	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP3-7.0	2100
MPI-ESM1-2-LR	SSP5-8.5	2100

Amenaza de inundación fluvial – Heredia

Cuenca río Pirro

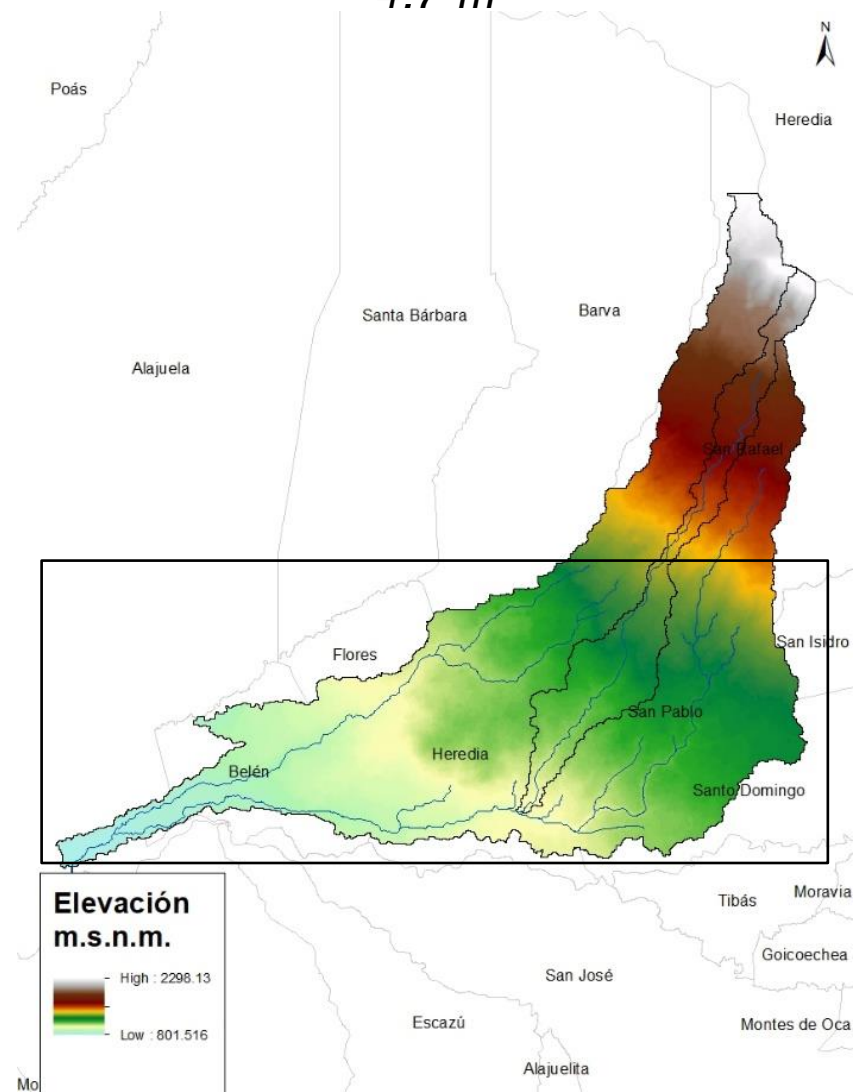


Cuenca cauces aledaños (Pirro, Burío, Bermúdez, Q. Seca)

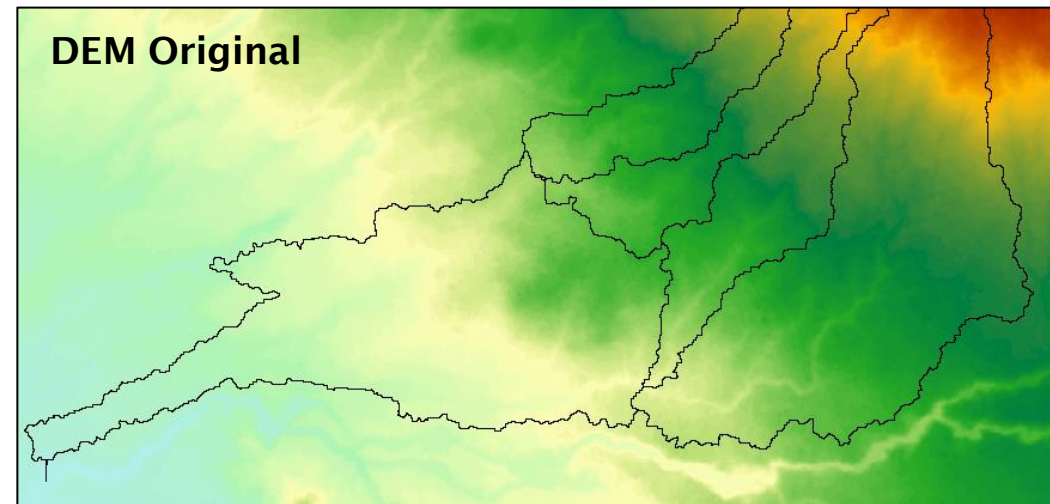


Amenaza de inundación fluvial – Heredia

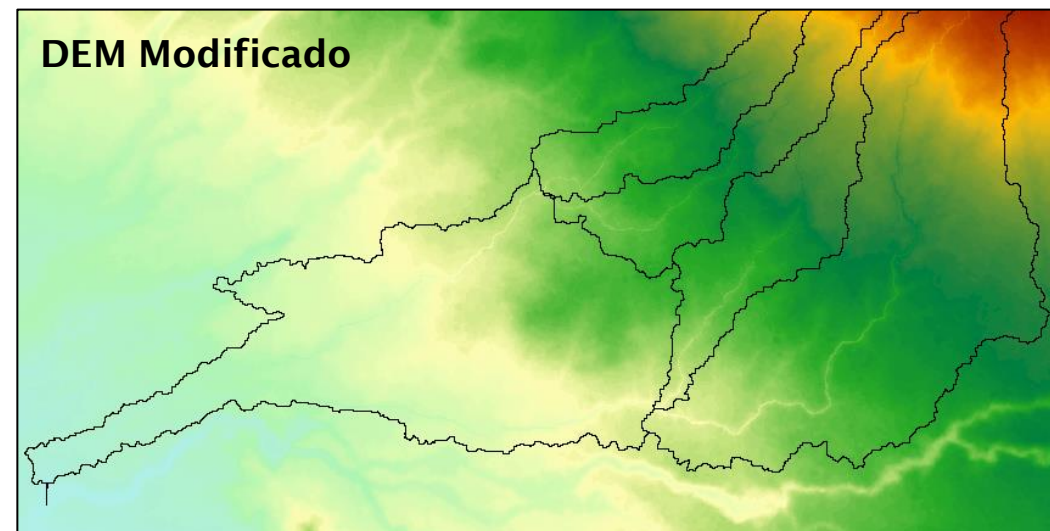
Modelo Digital de Elevación
4.7 m



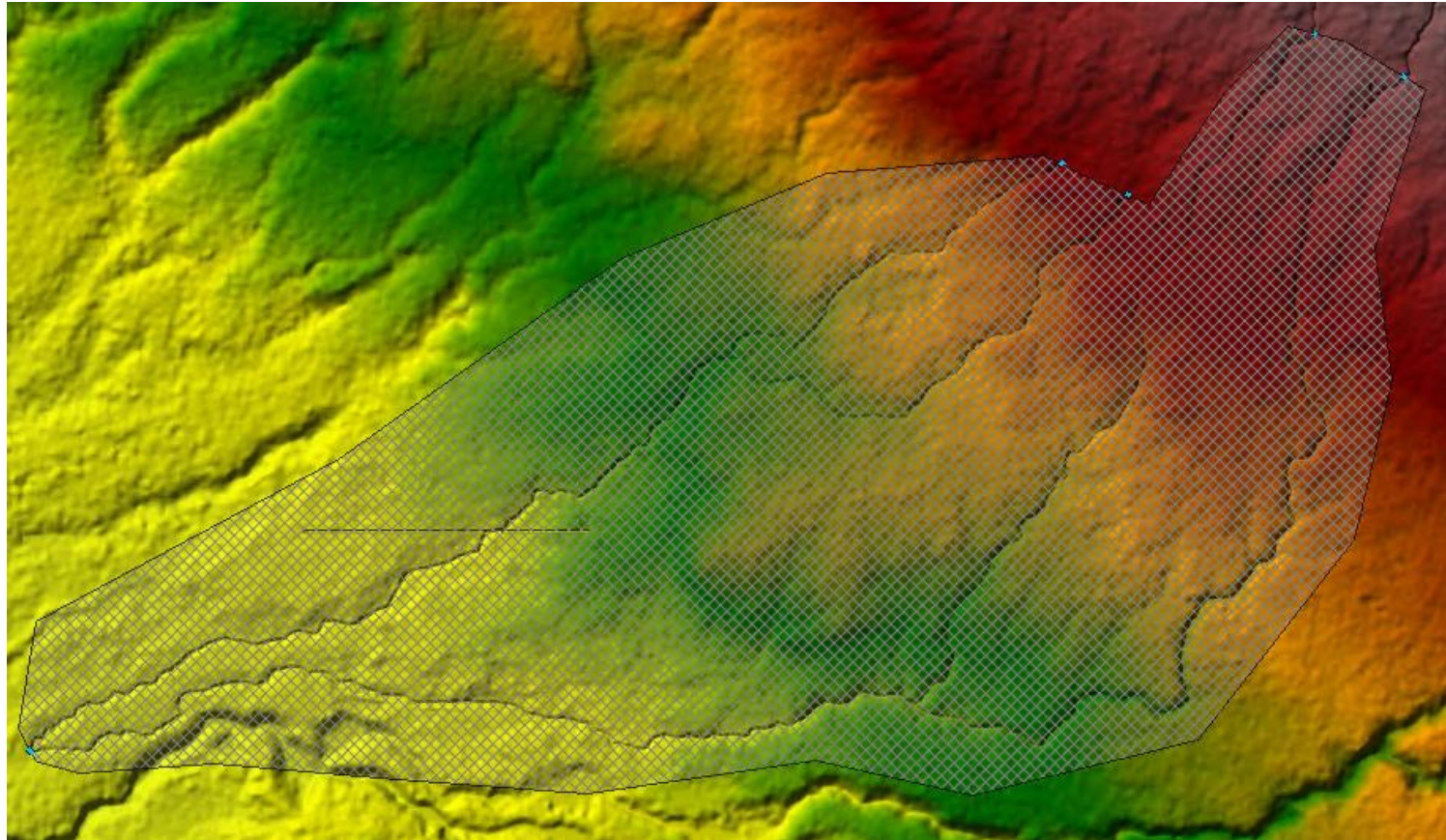
DEM Original



DEM Modificado

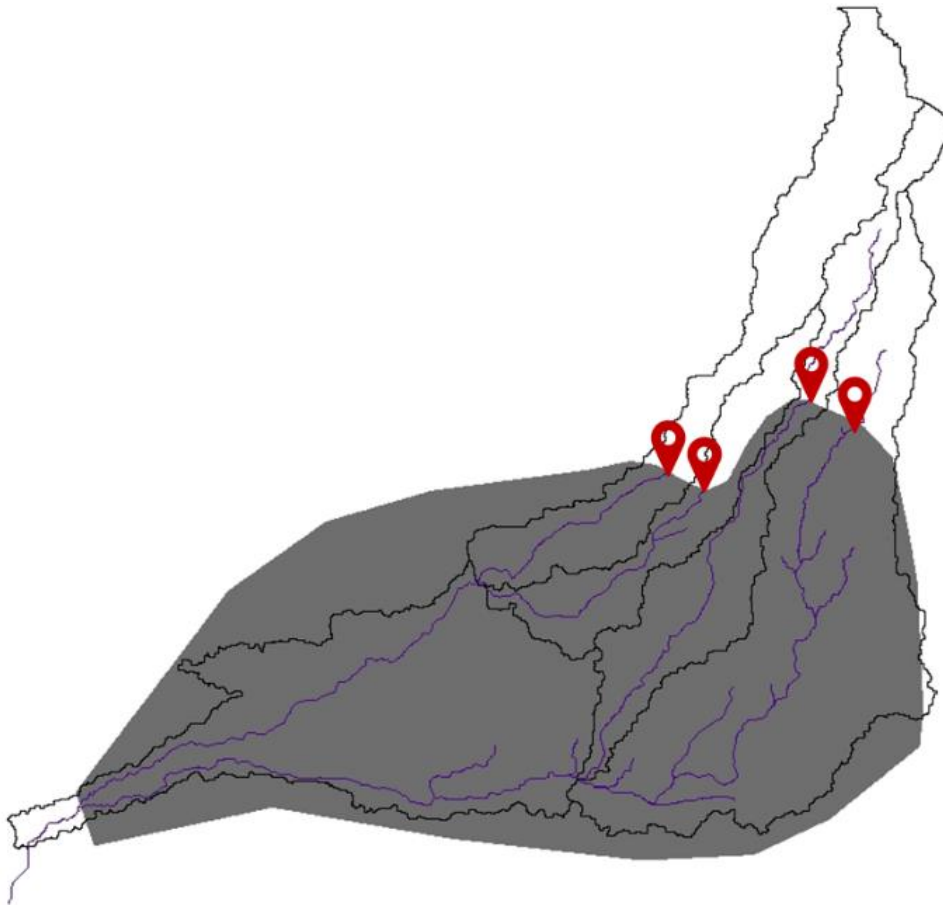


Amenaza de inundación fluvial – Heredia

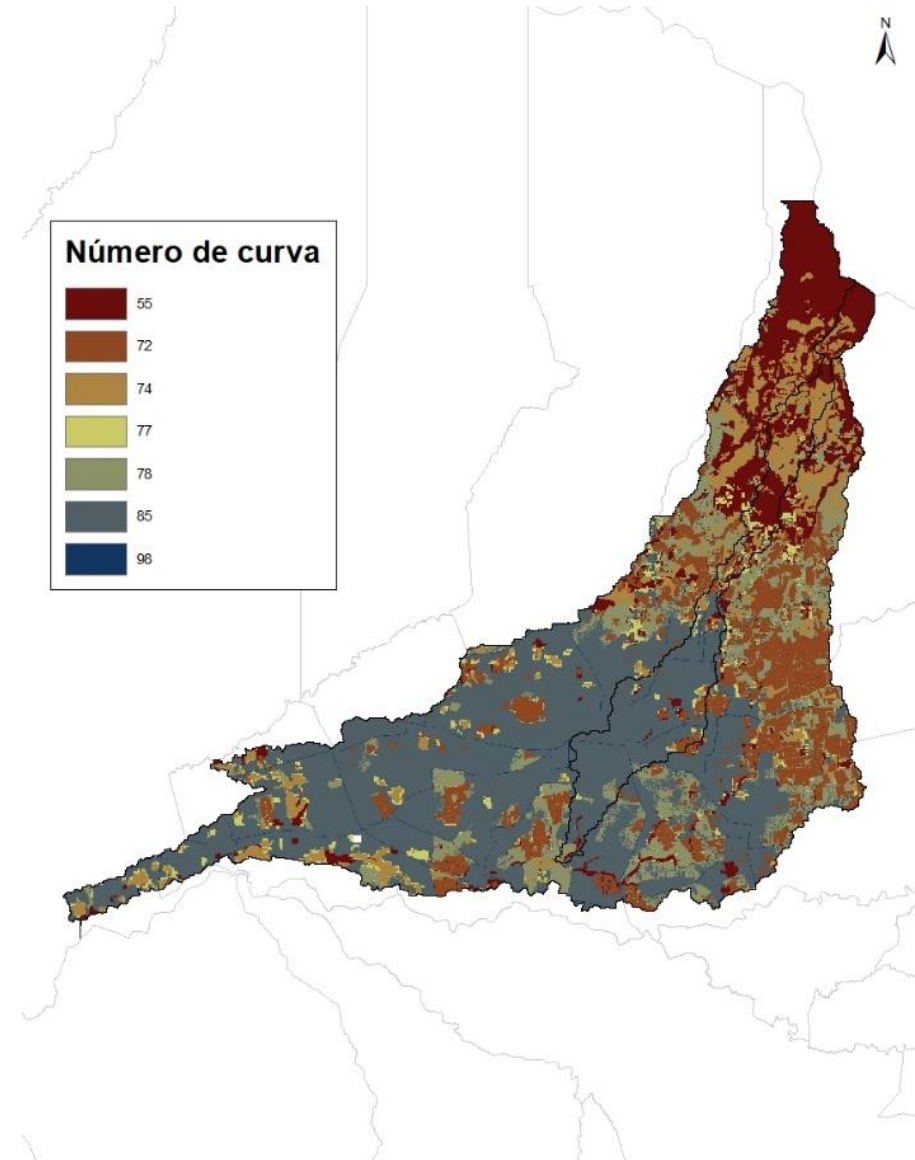


Amenaza de inundación fluvial – Heredia

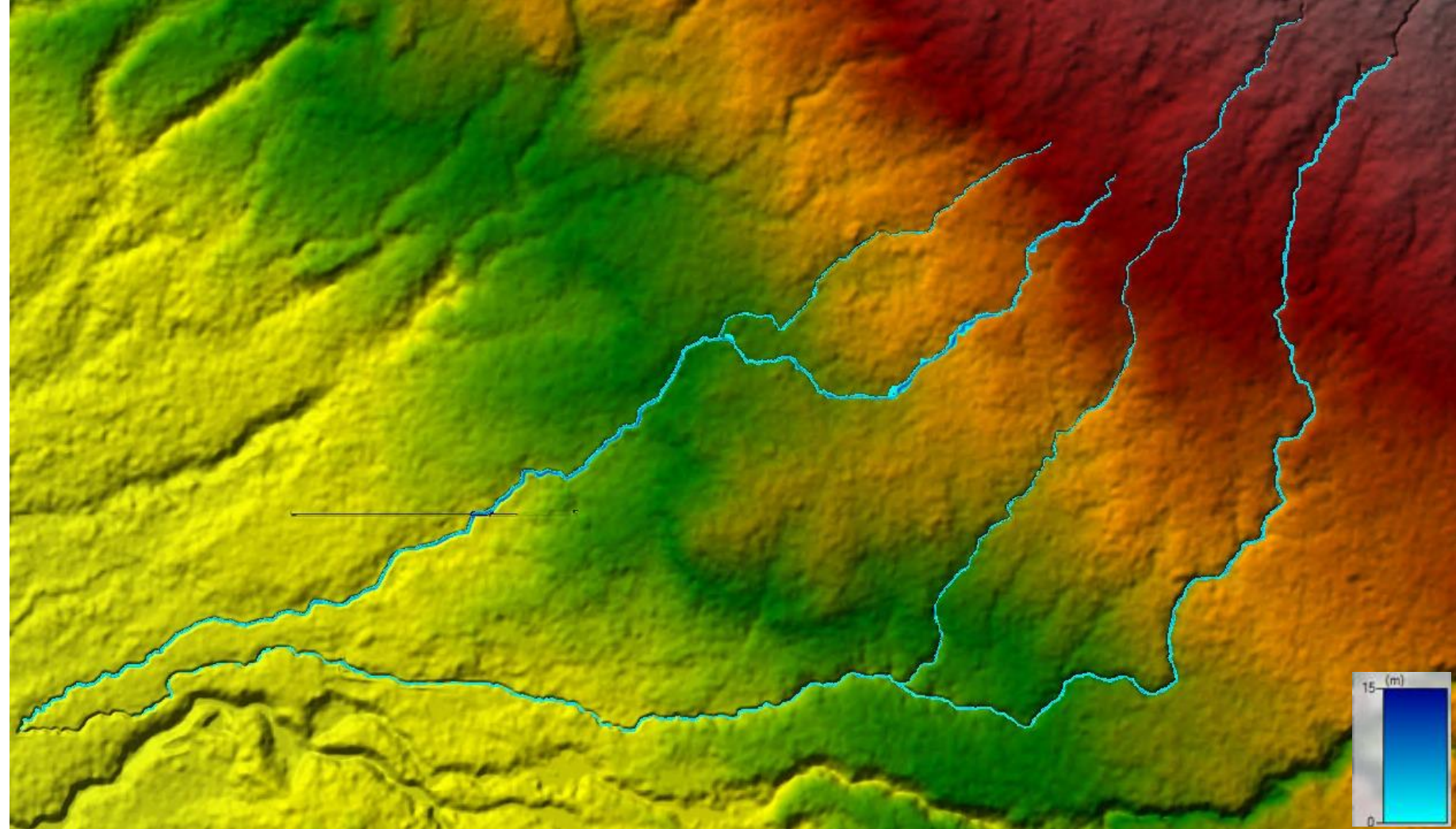
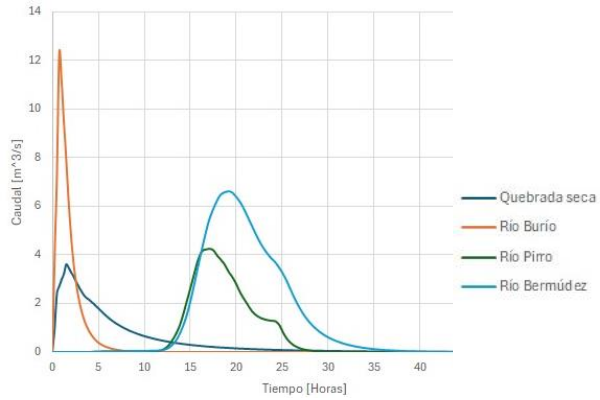
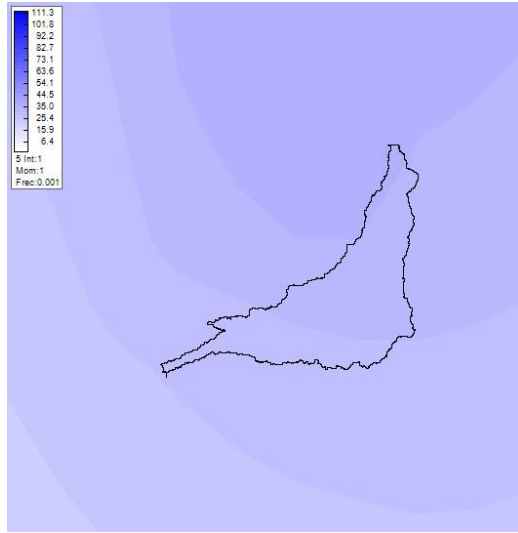
Puntos de carga



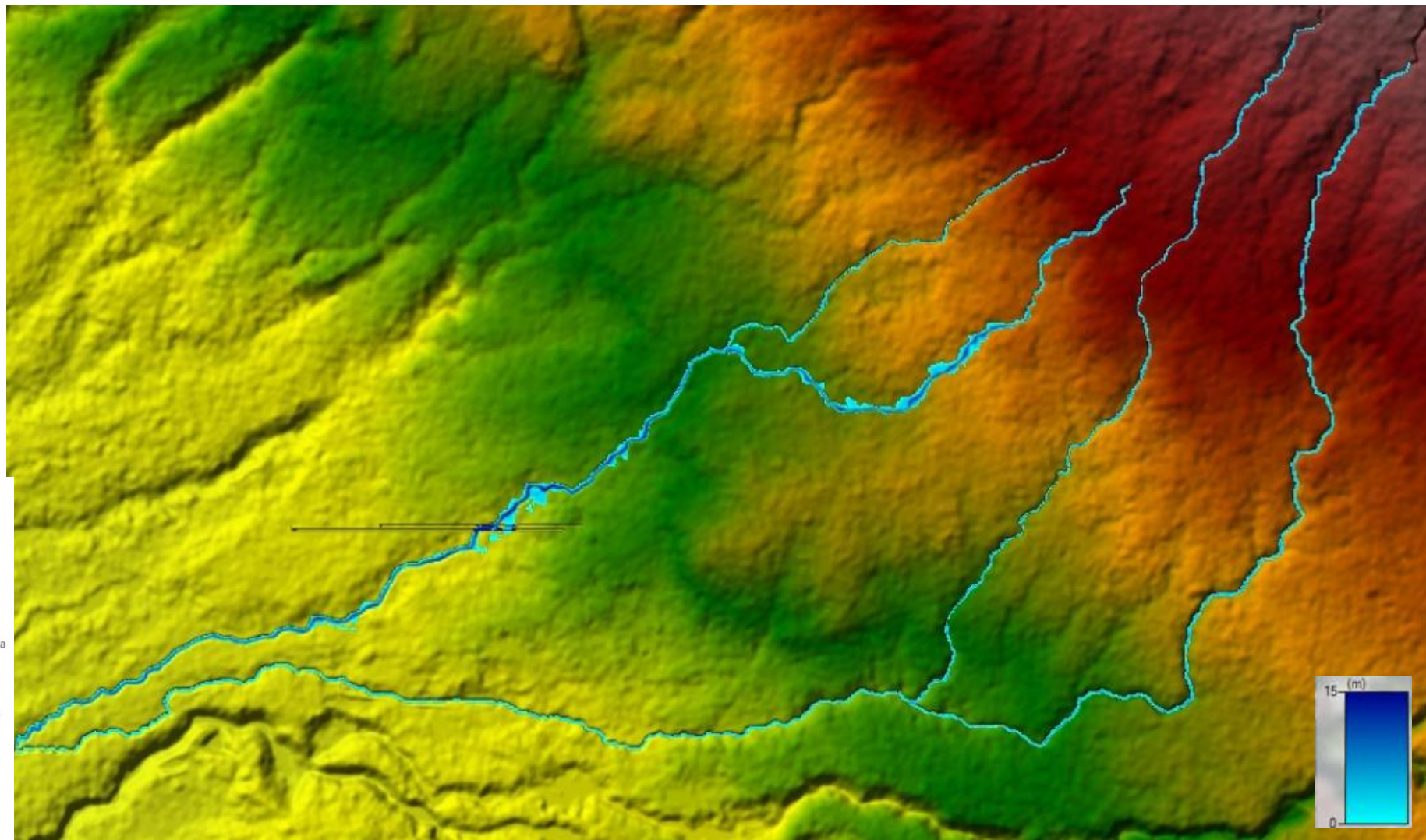
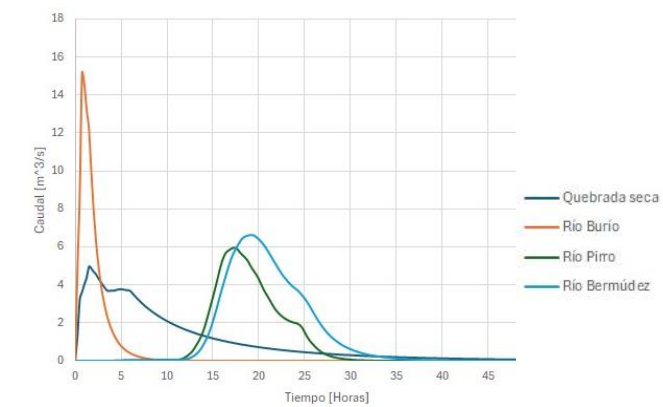
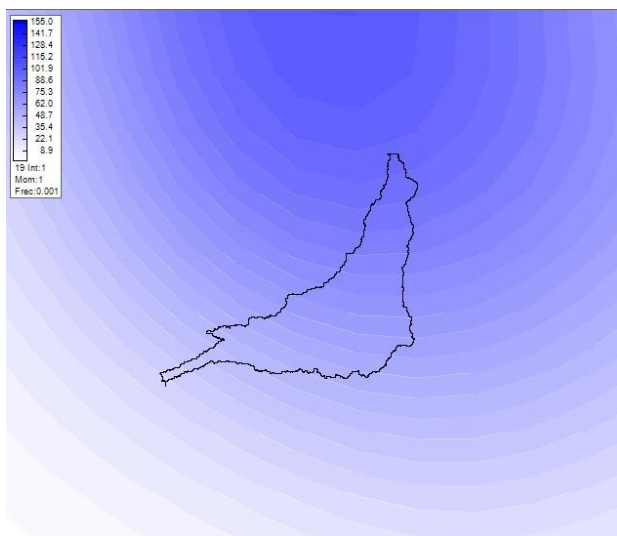
Número de Curva



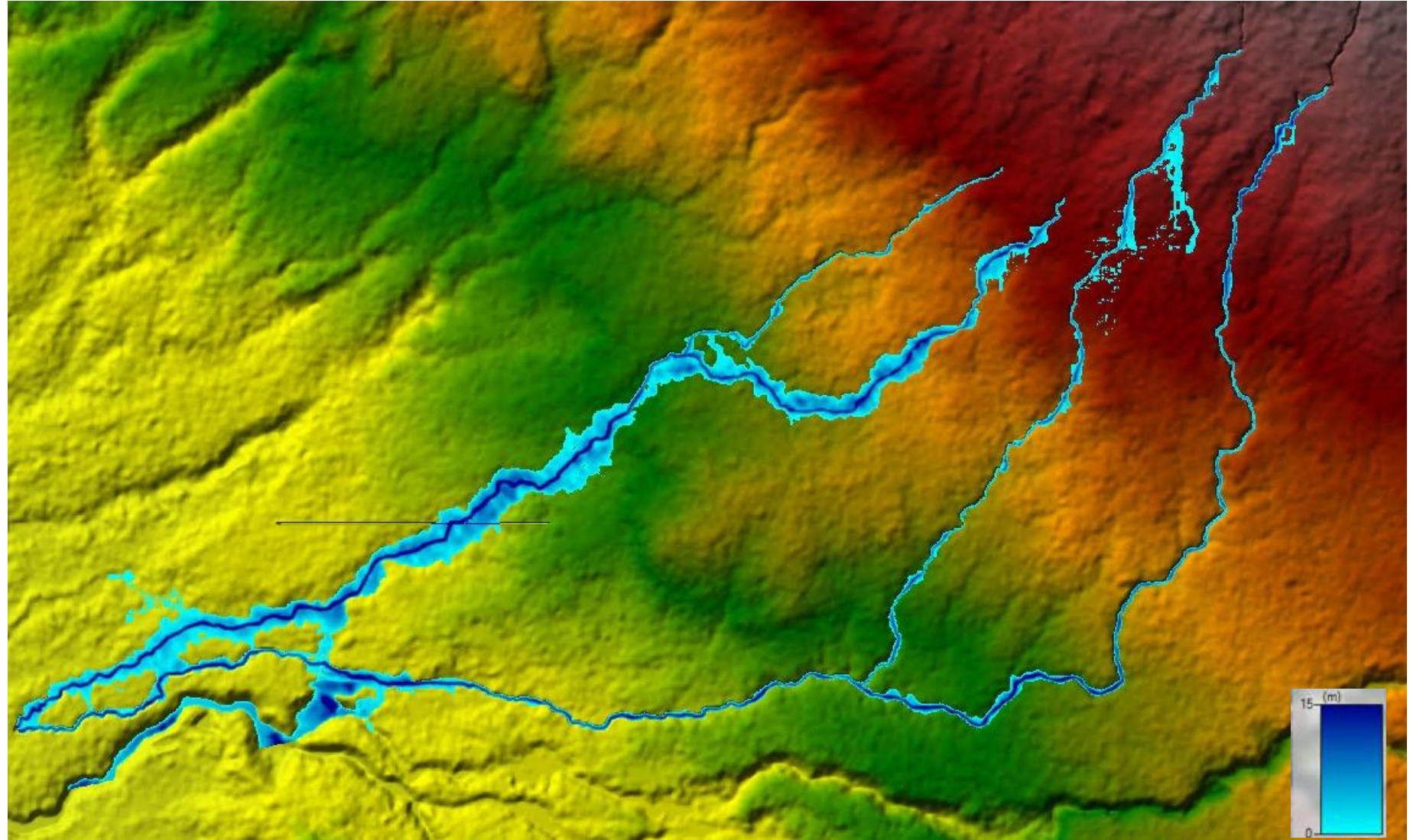
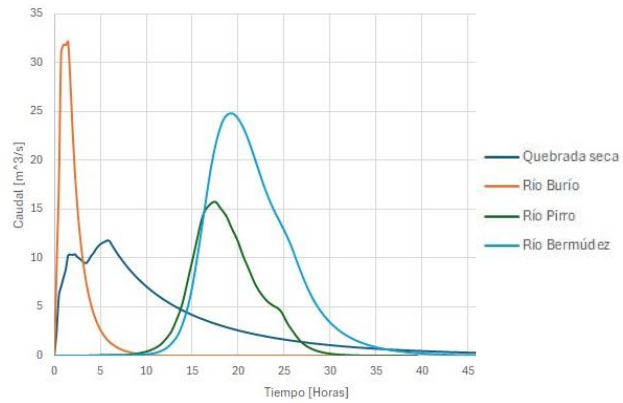
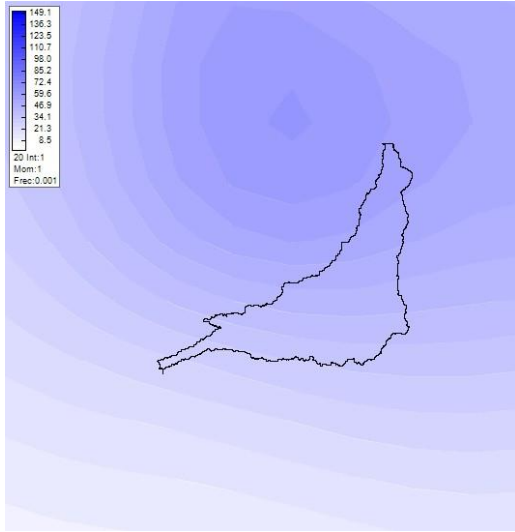
Amenaza de inundación fluvial – Heredia



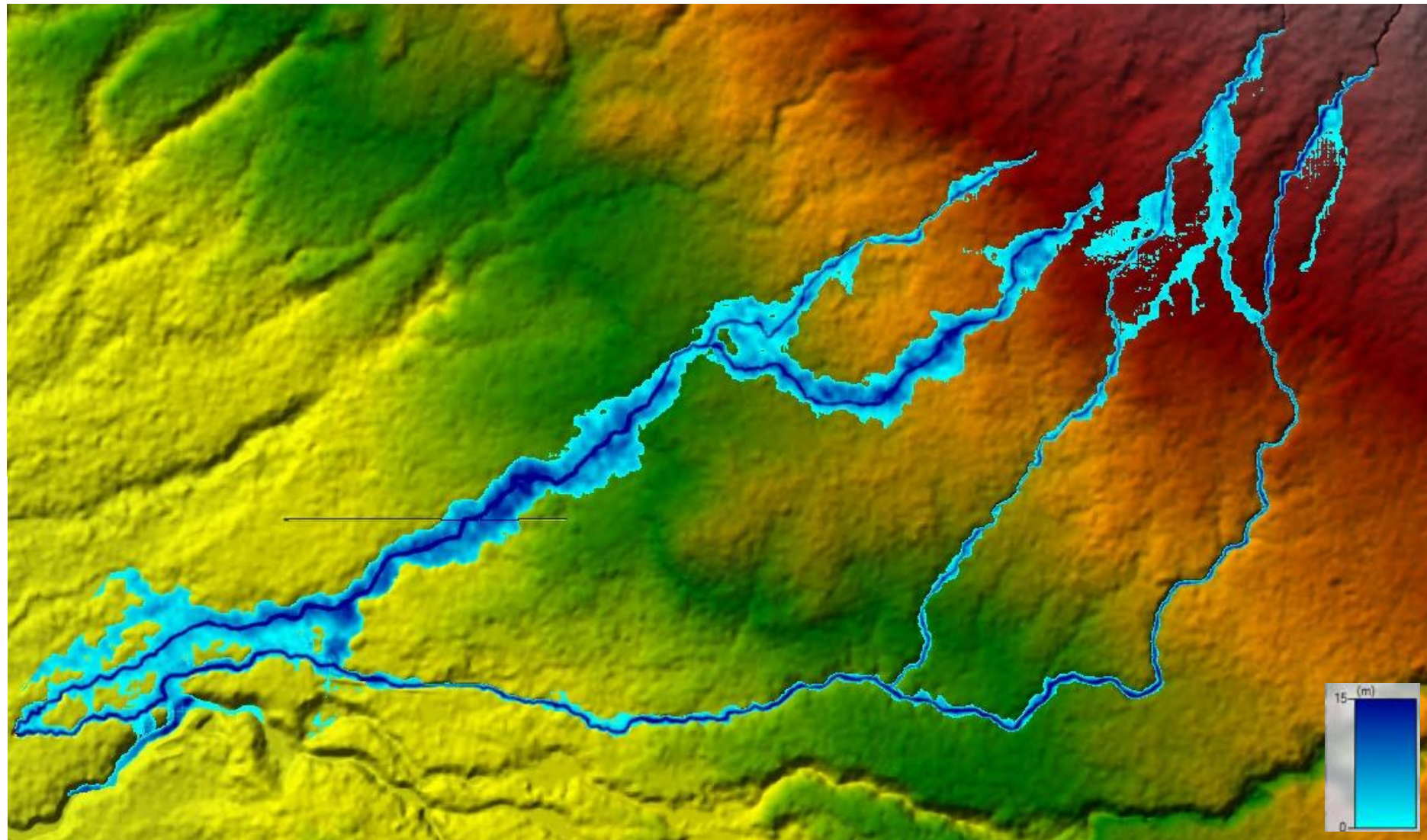
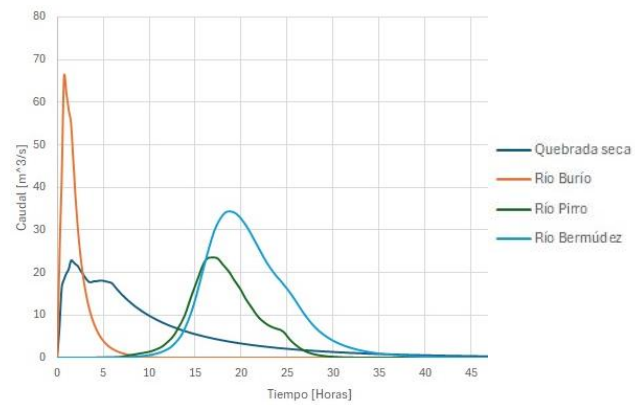
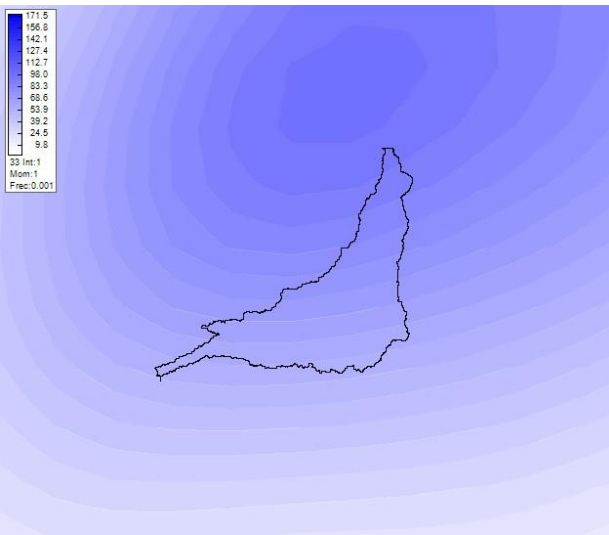
Amenaza de inundación fluvial – Heredia



Amenaza de inundación fluvial – Heredia

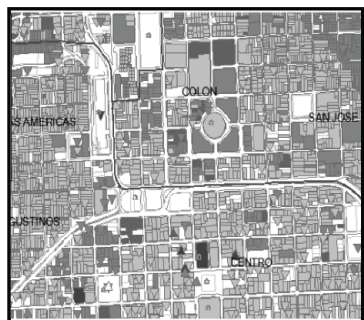


Amenaza de inundación fluvial – Heredia

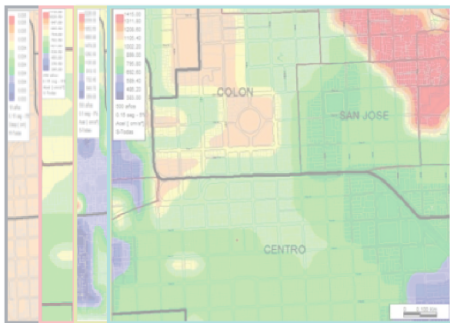


Modelos de exposición

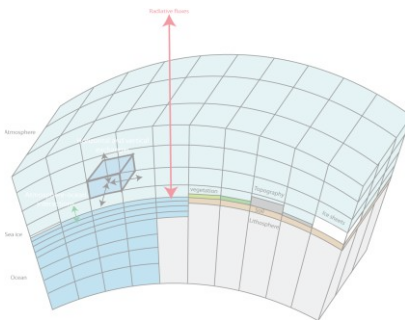
EXPOSICIÓN



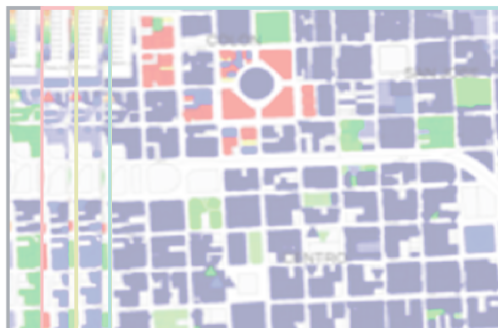
AMENAZA



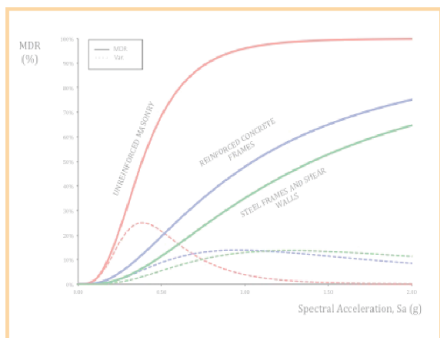
CAMBIO CLIMÁTICO



RIESGO

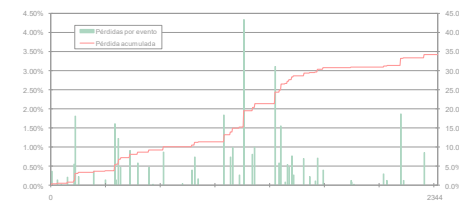


VULNERABILIDAD



MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada

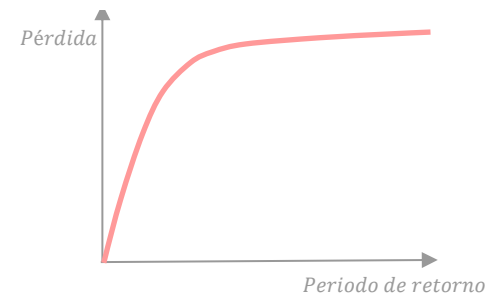


Curva de Excedencia de Pérdidas



Pérdida [unidades monetarias]

Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Intervención física

Protección financiera

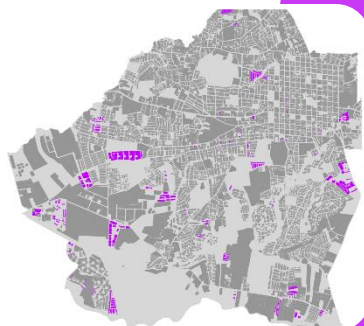
Respuesta

...



Información catastral

- Localización
- Área construida
- Avalúo catastral
- Número de pisos
- Tipología
- Sector de uso



Filiales verticales

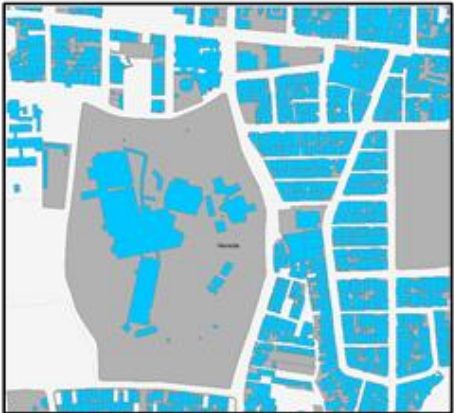
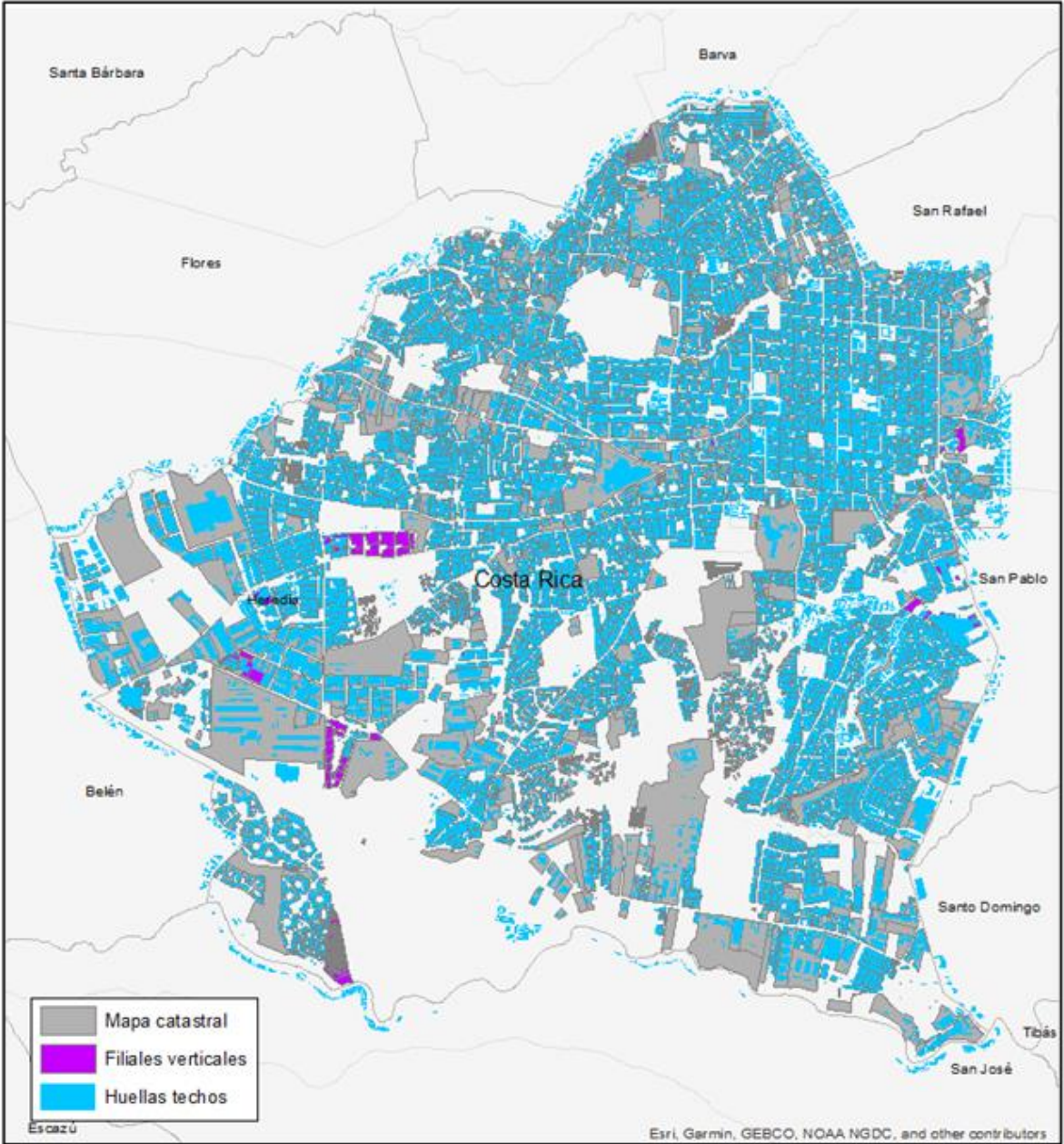
- Localización
- Área construida
- Número de pisos
- Sector de uso



Áreas públicas

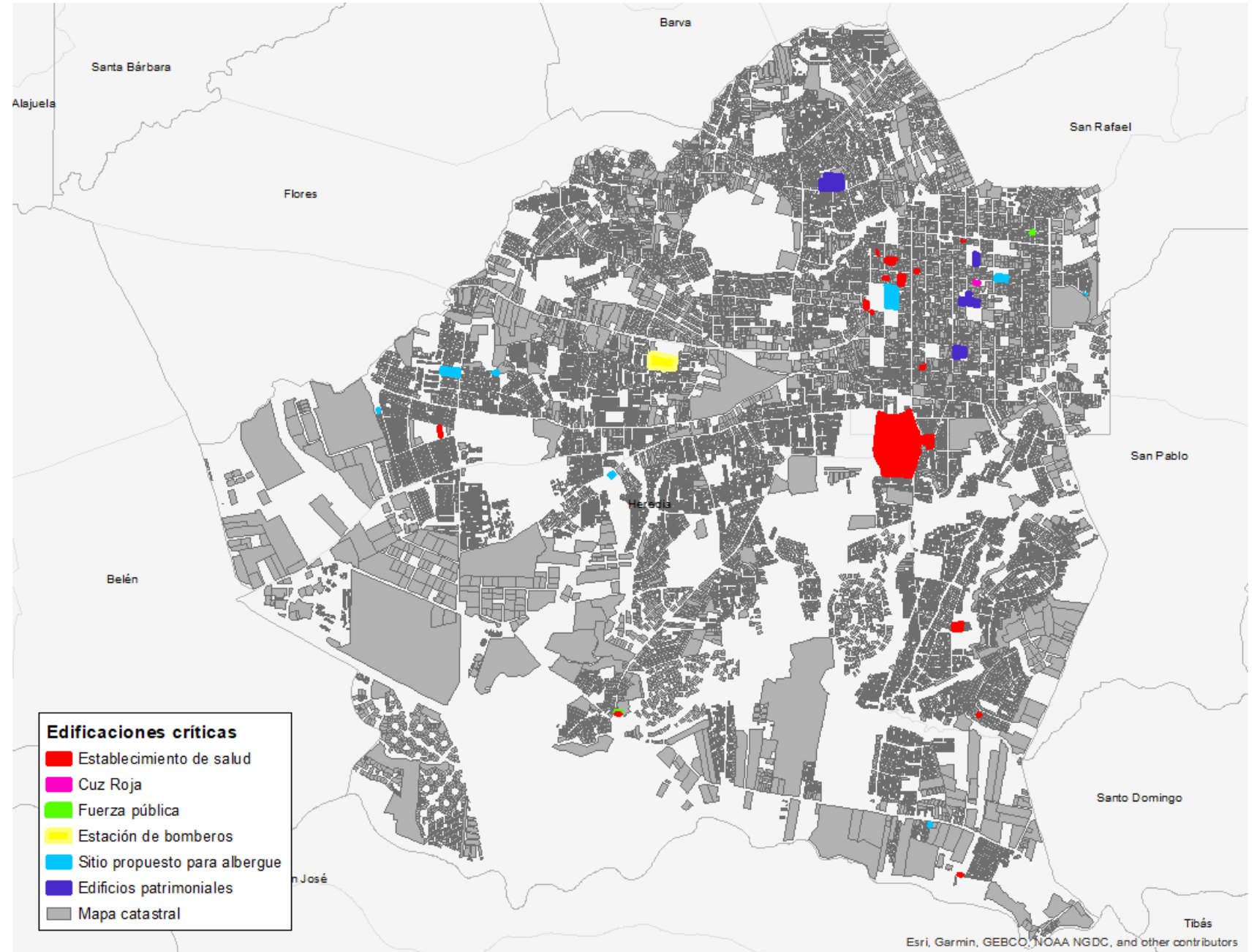
- Localización
- Sector de uso

*Ubicación
edificaciones*



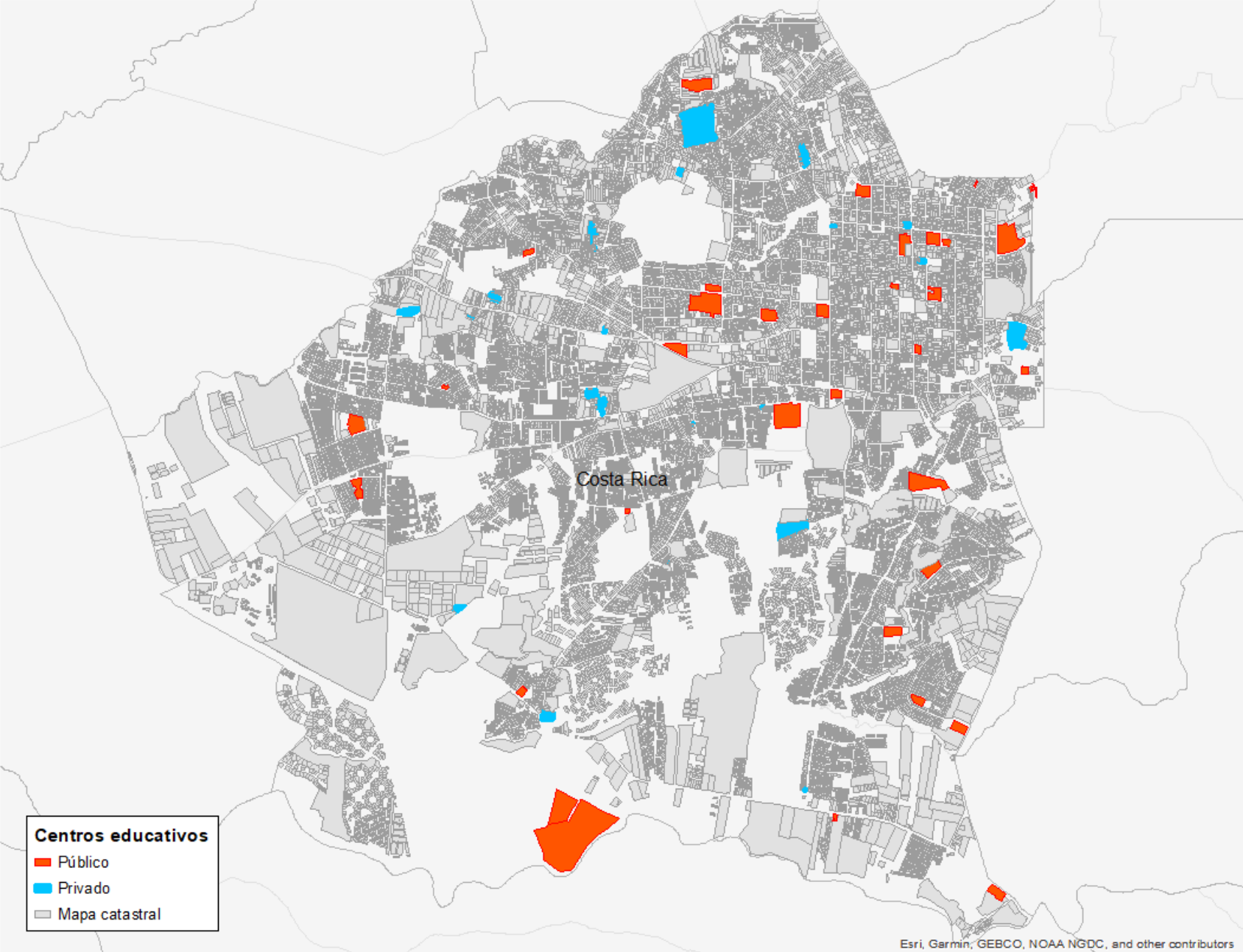
*Ubicación
edificaciones*

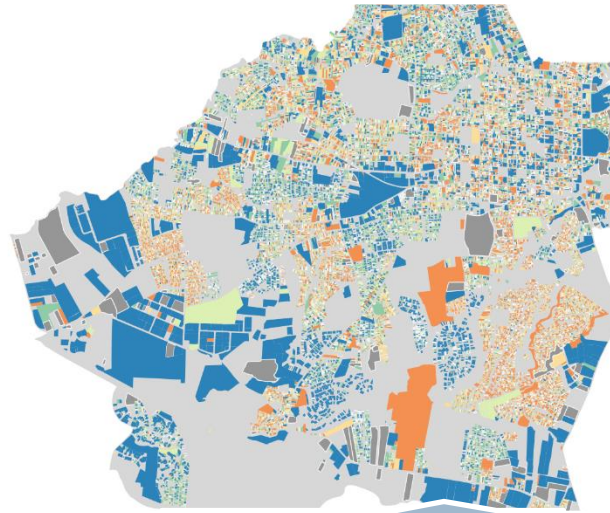
Edificaciones críticas



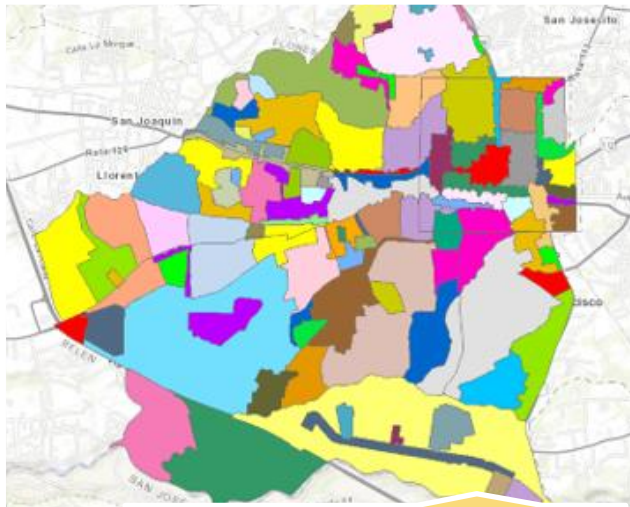
*Ubicación
edificaciones*

Centros educativos

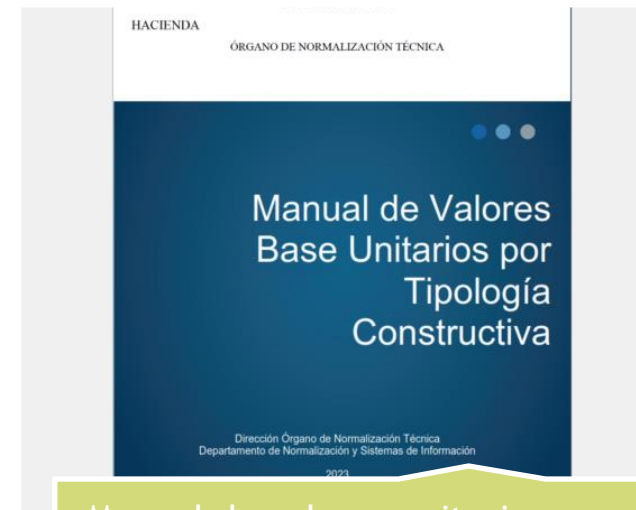




Avalúo catastral

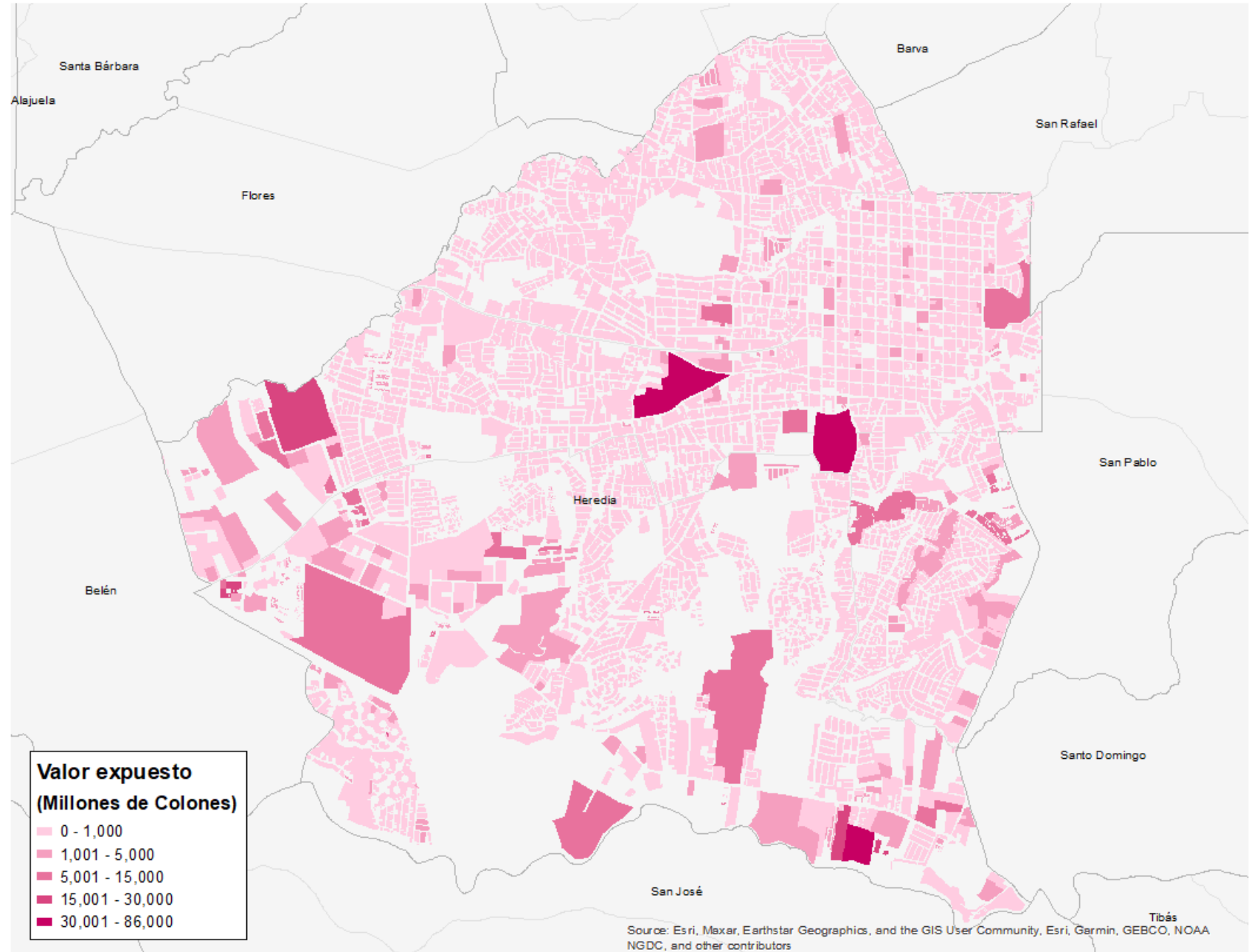


Mapa de zonas homogéneas
de valor por m²

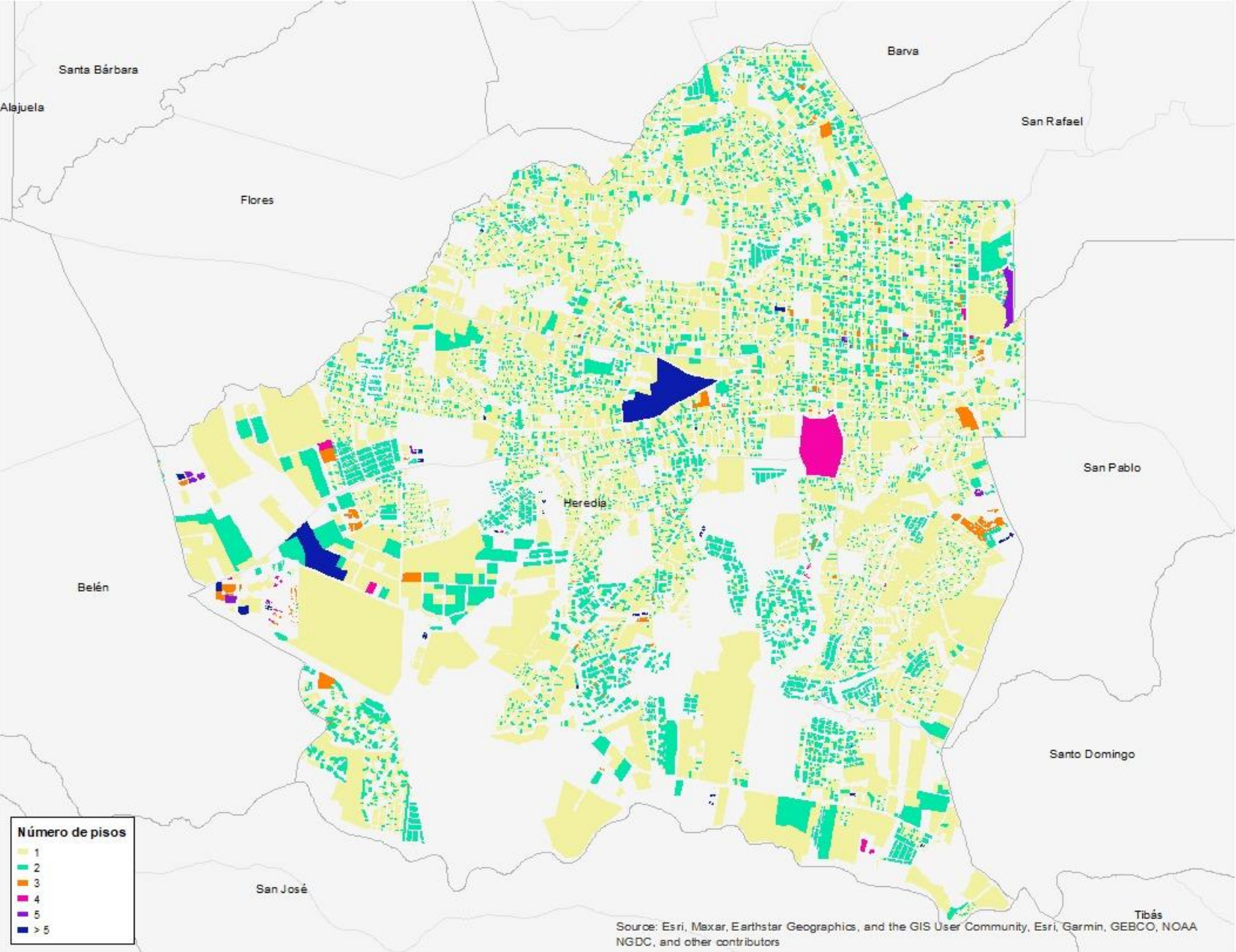


Manual de valores unitarios por
tipología constructiva

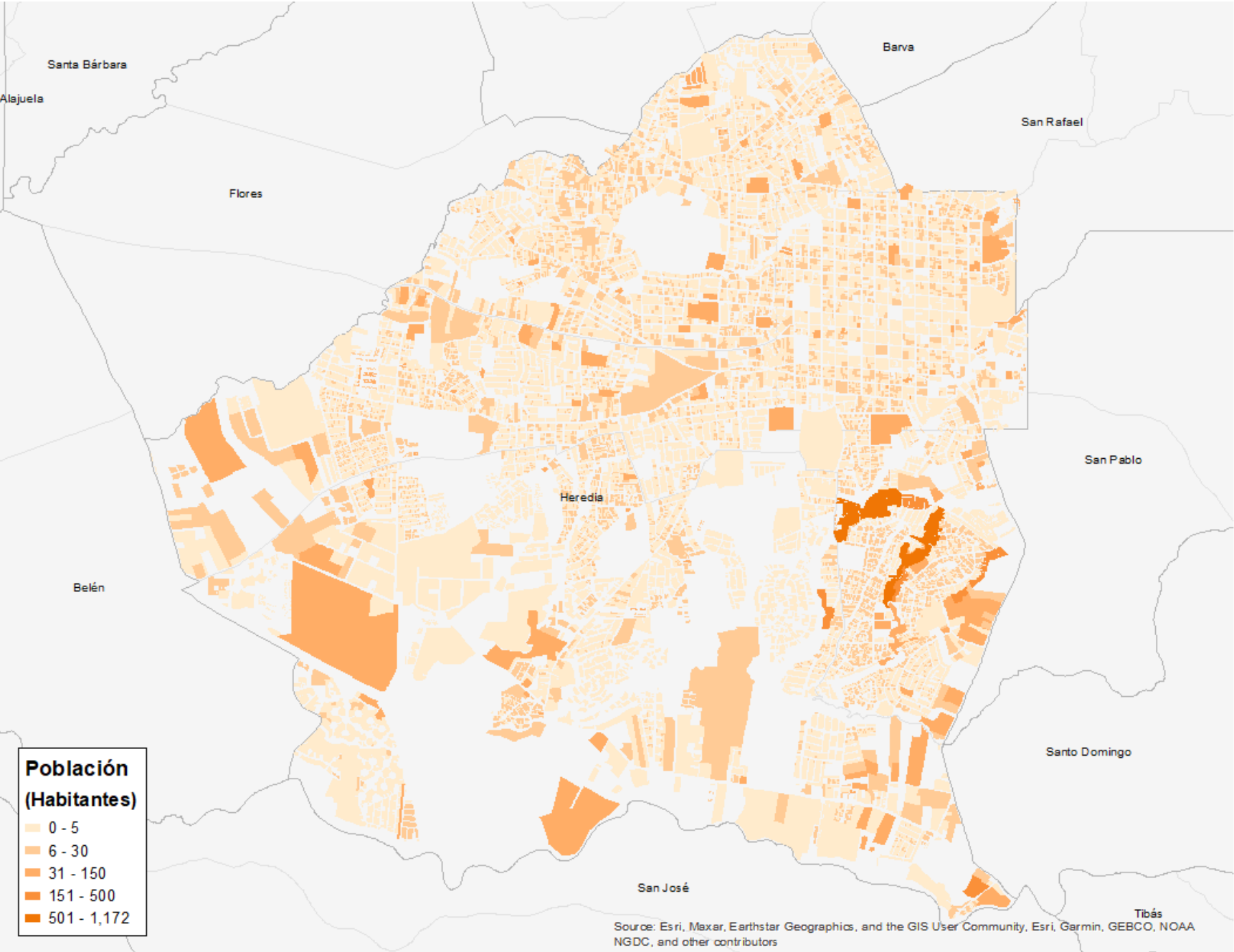
Valoración económica



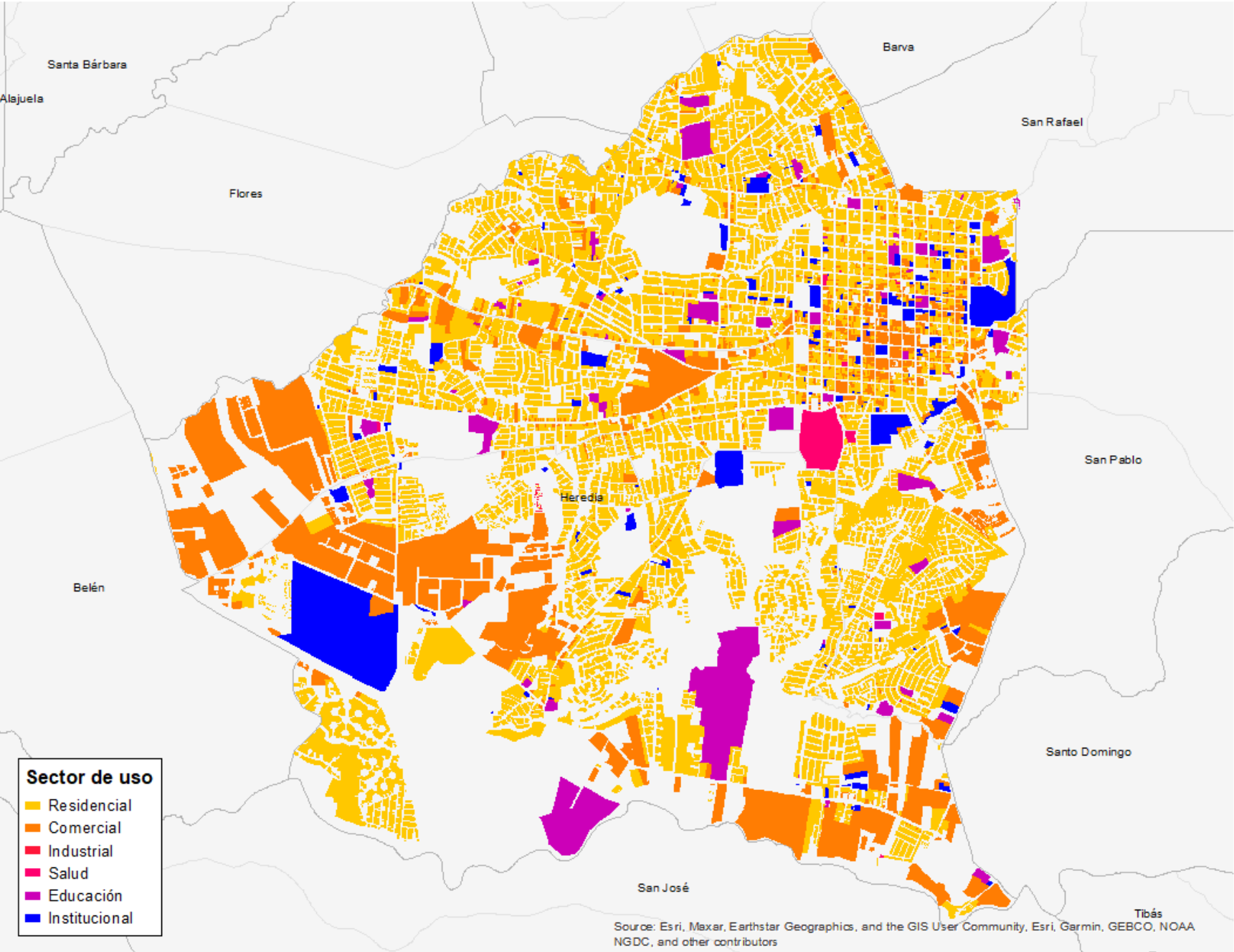
Número de pisos



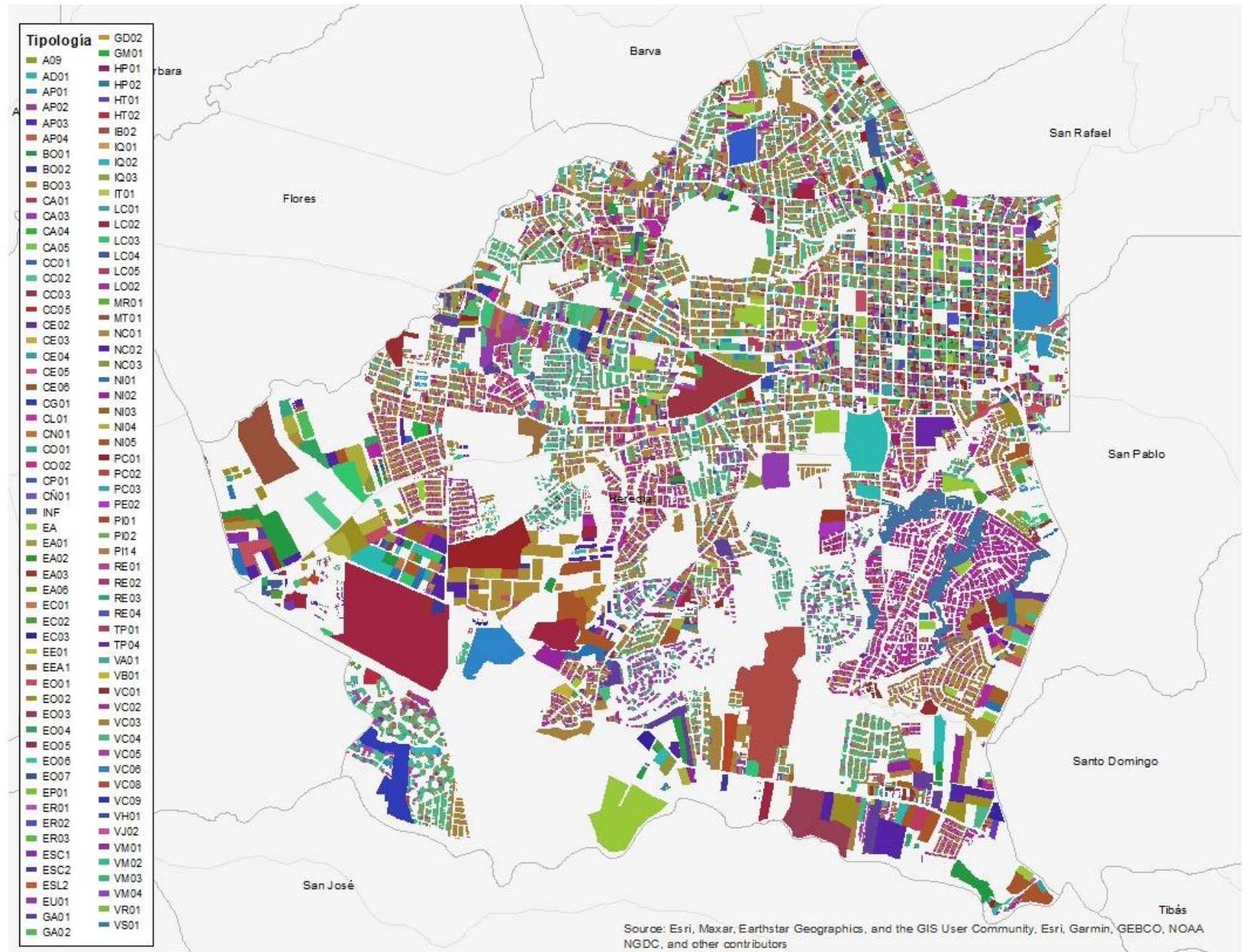
Población



Población

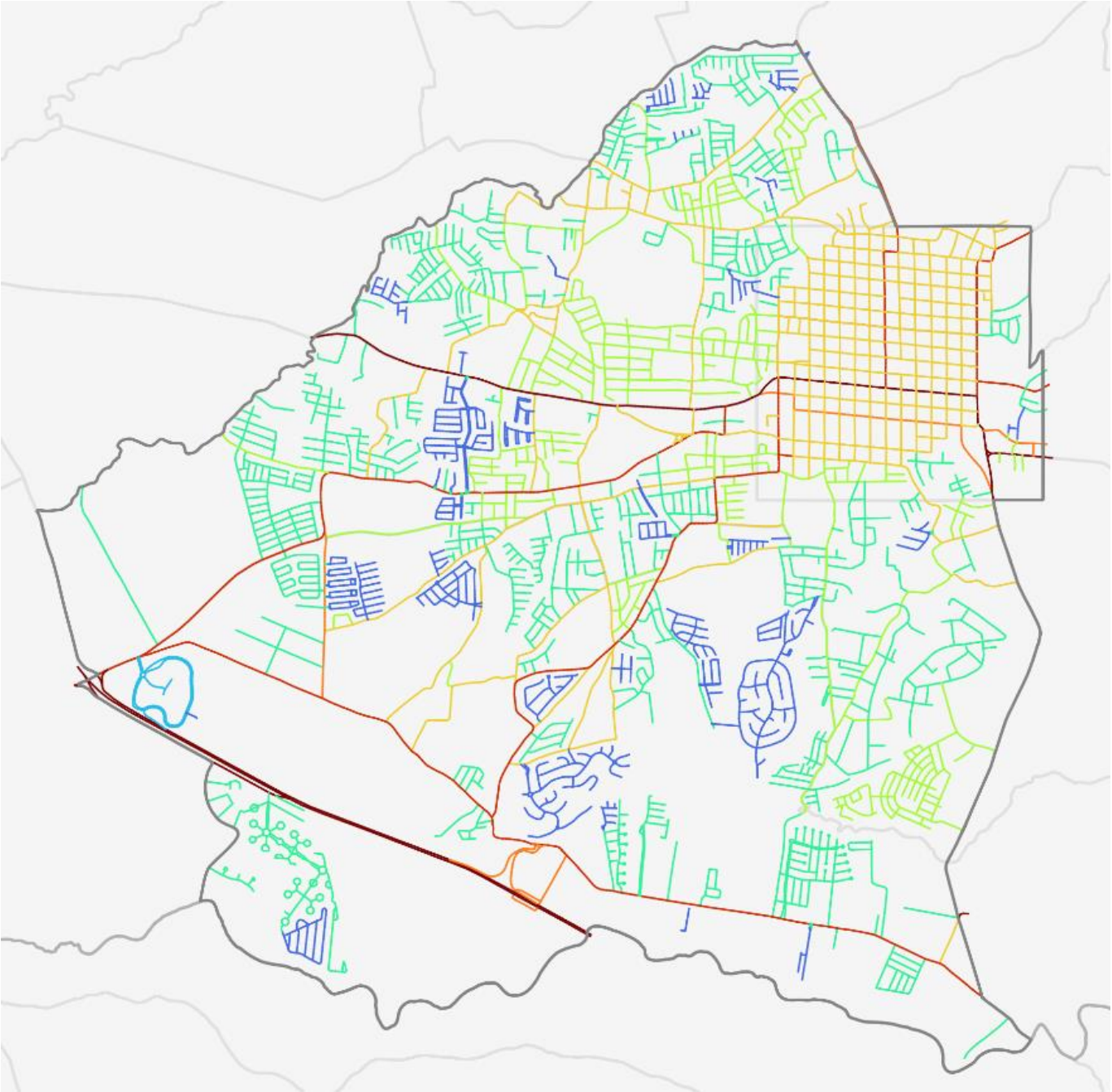


Tipo constructivo



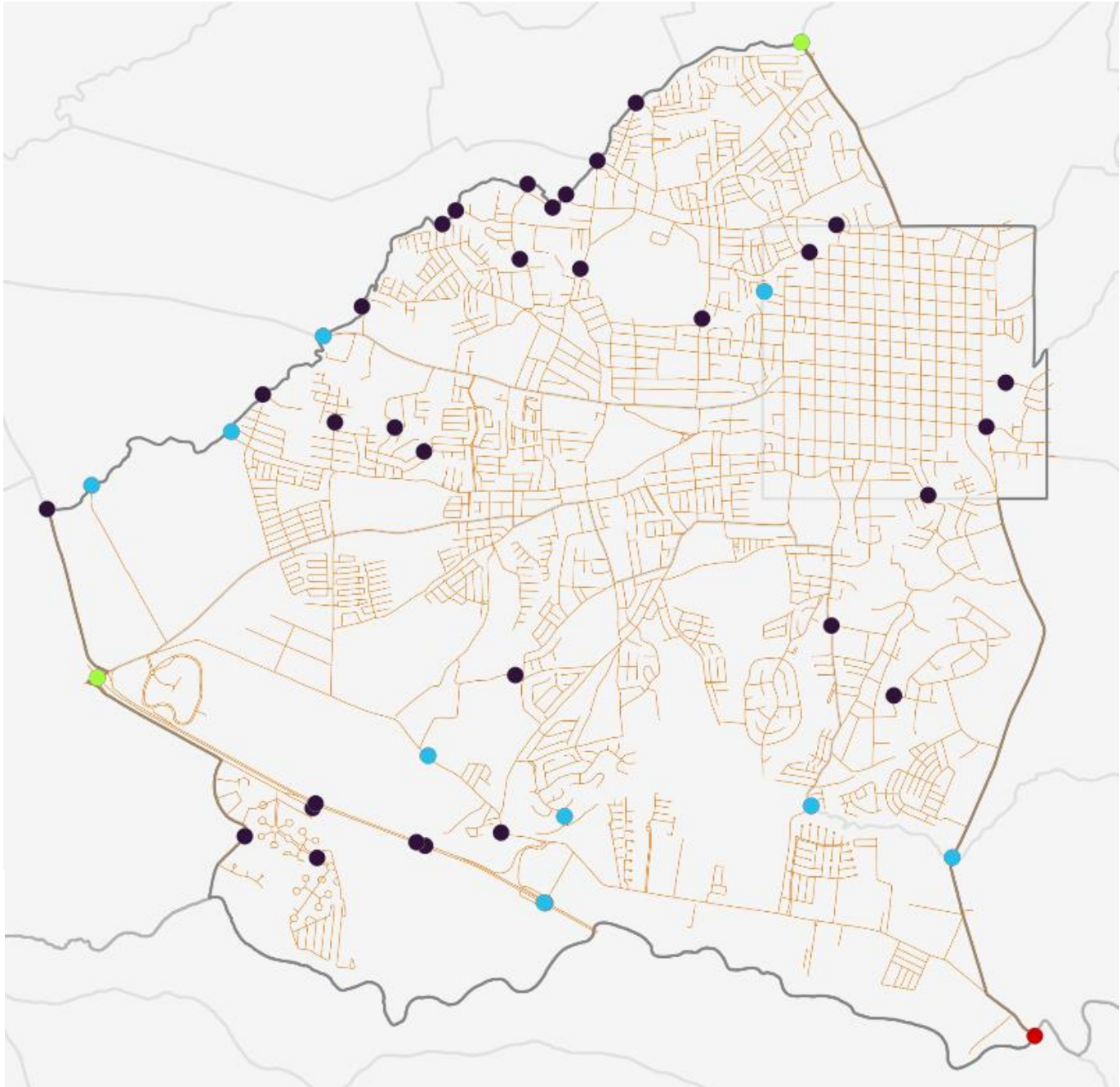
Red vial

- Jerarquía
- Nacional Primaria
 - Nacional Secundaria
 - Nacional travesía
 - Primaria Local
 - Secundaria Local
 - Terciaria Local
 - Terciaria Local - Privada
 - Privada
 - No Clasificada



Puentes vehiculares

- Clasificación de largo
- Menor que 15 m
 - Entre 15 m y 35 m
 - Entre 35 m y 50 m
 - Entre 50 m y 100 m
 - Mayor que 100 m



Sector eléctrico

Generación y Transmisión

Hidroelectricas

Subestaciones

Torres de transmisión

Circuitos - Tensión Nominal

138 kV

230 kV



Sector eléctrico

Generación y Transmisión

Hidroelectricas

Subestaciones

Torres de transmisión

Circuitos - Tensión Nominal

138 kV

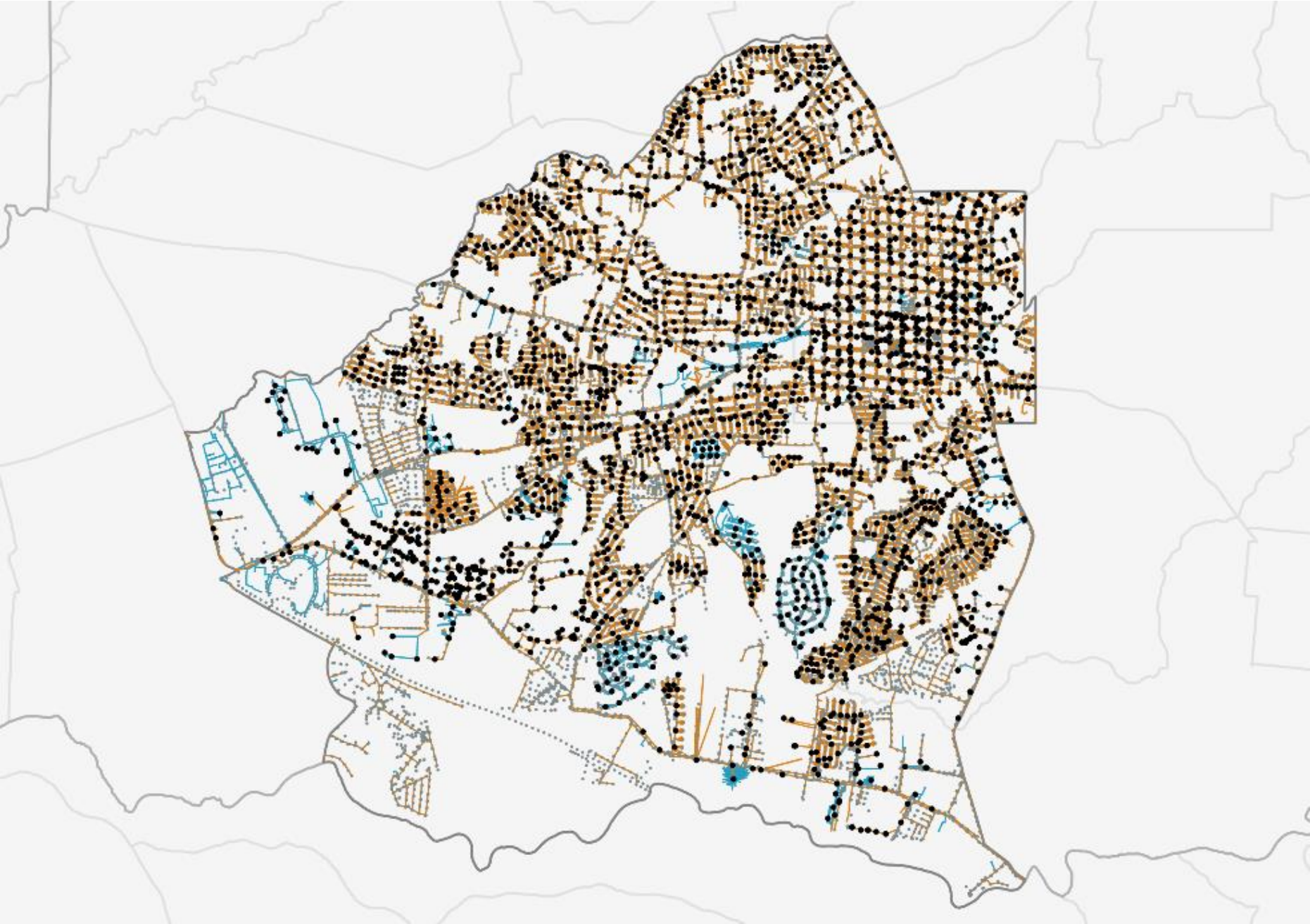
230 kV



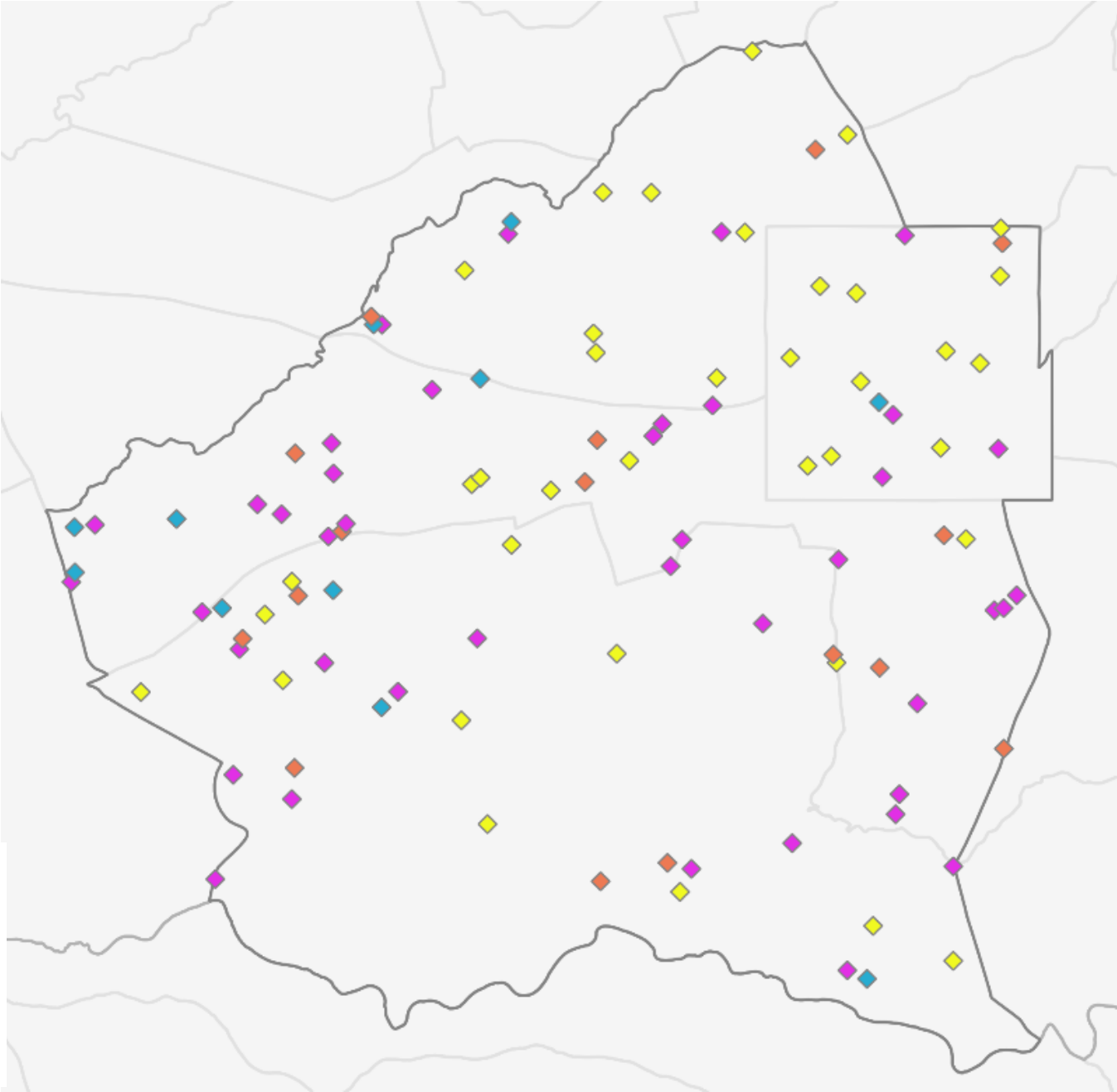
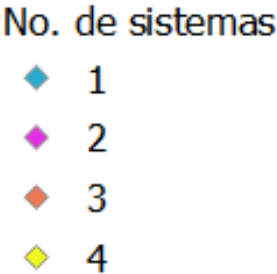
Sector eléctrico

Distribución

- Línea de distribución - Tipo
- Aerea
 - Subterranea
 - Transformadores
 - Postes

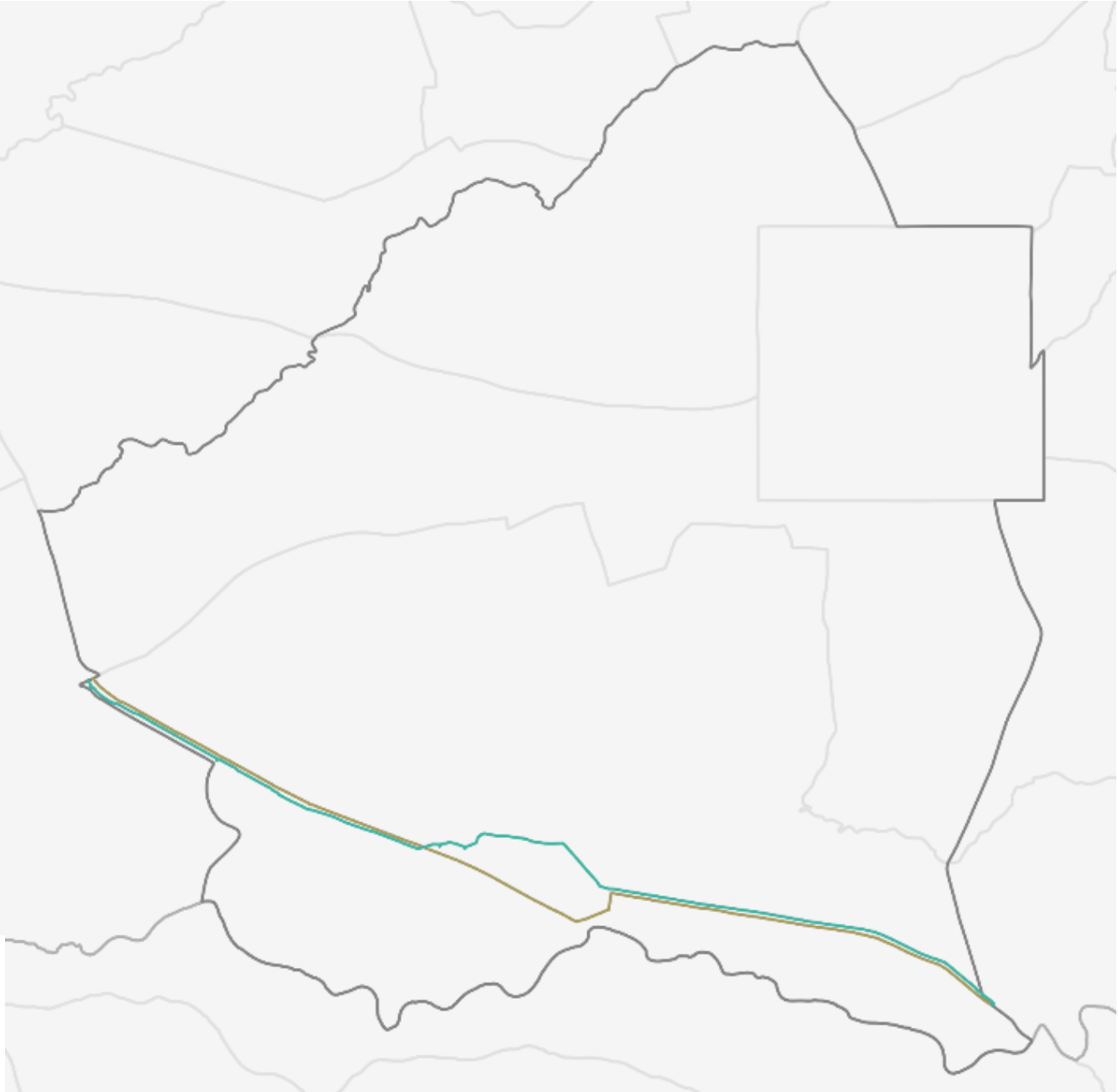


Telecomunicaciones



Hidrocarburos

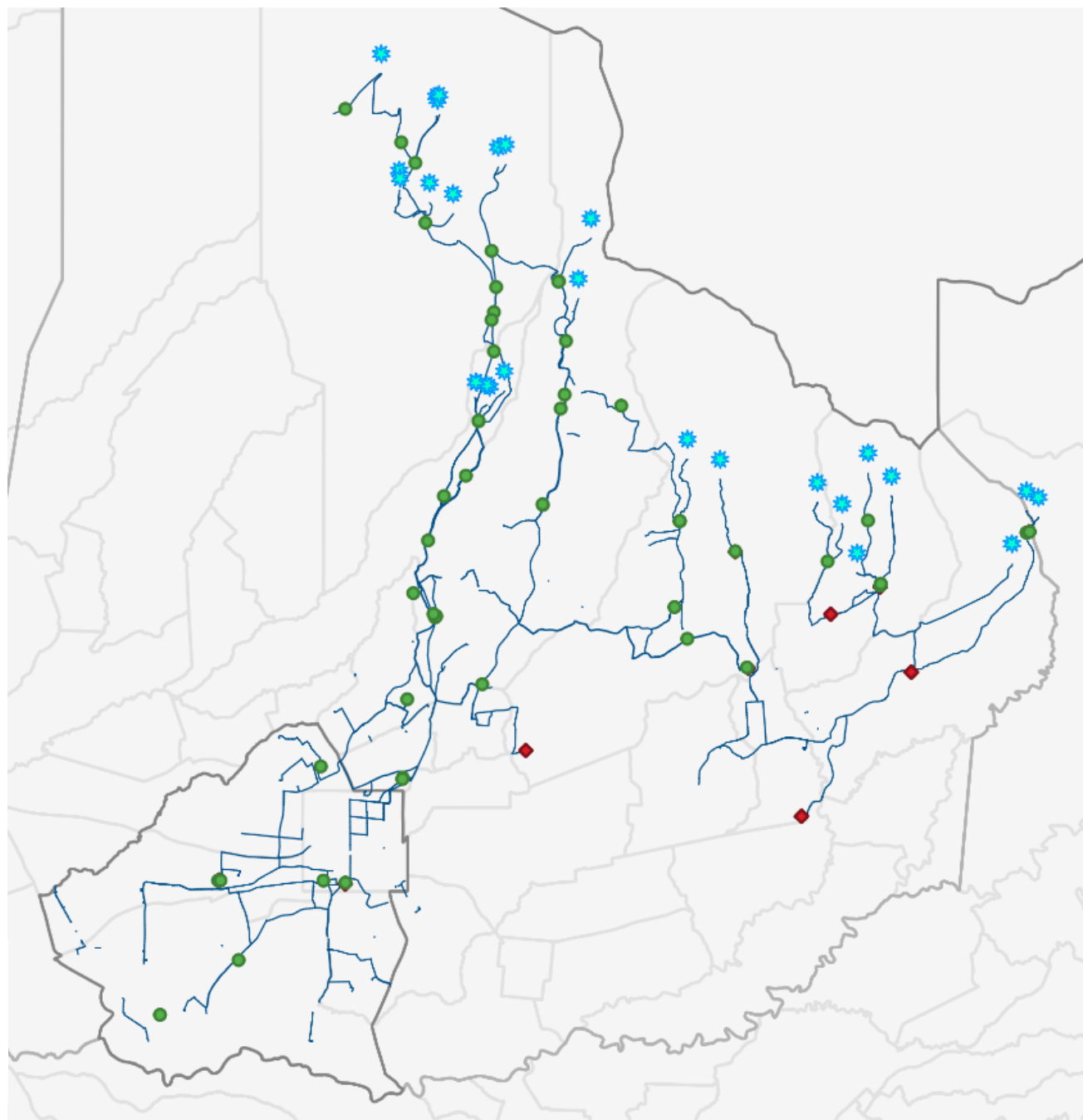
Poliducto
— Linea 3
— Linea 7



Agua potable

Abastecimiento

- Fuentes de agua potable
- Tanques de almacenamiento
- ◆ Sistemas de bombeo
- Tubería de conducción



Agua potable

Distribución

Red de abastecimiento

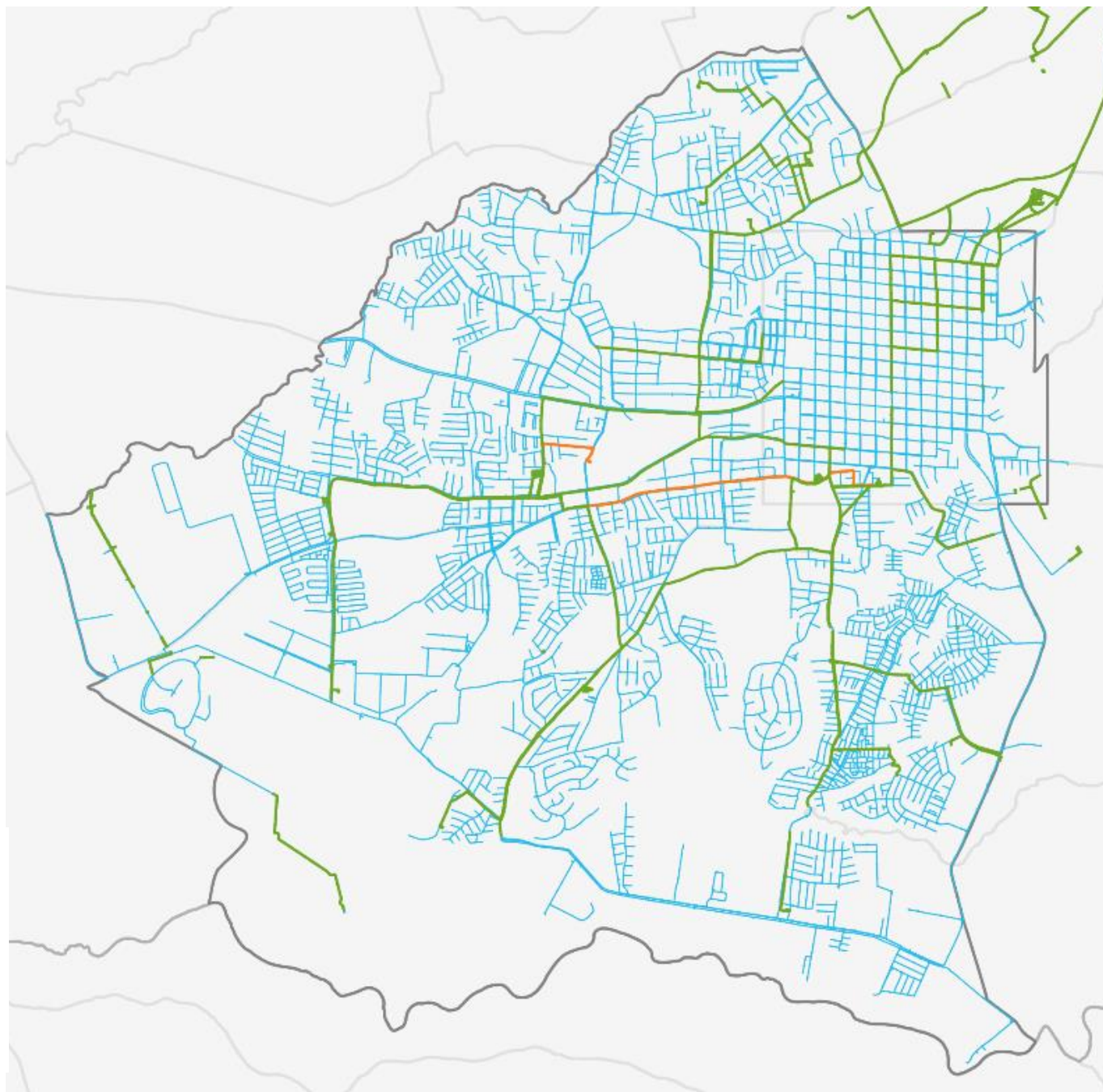
— Aducción

— Impulsión

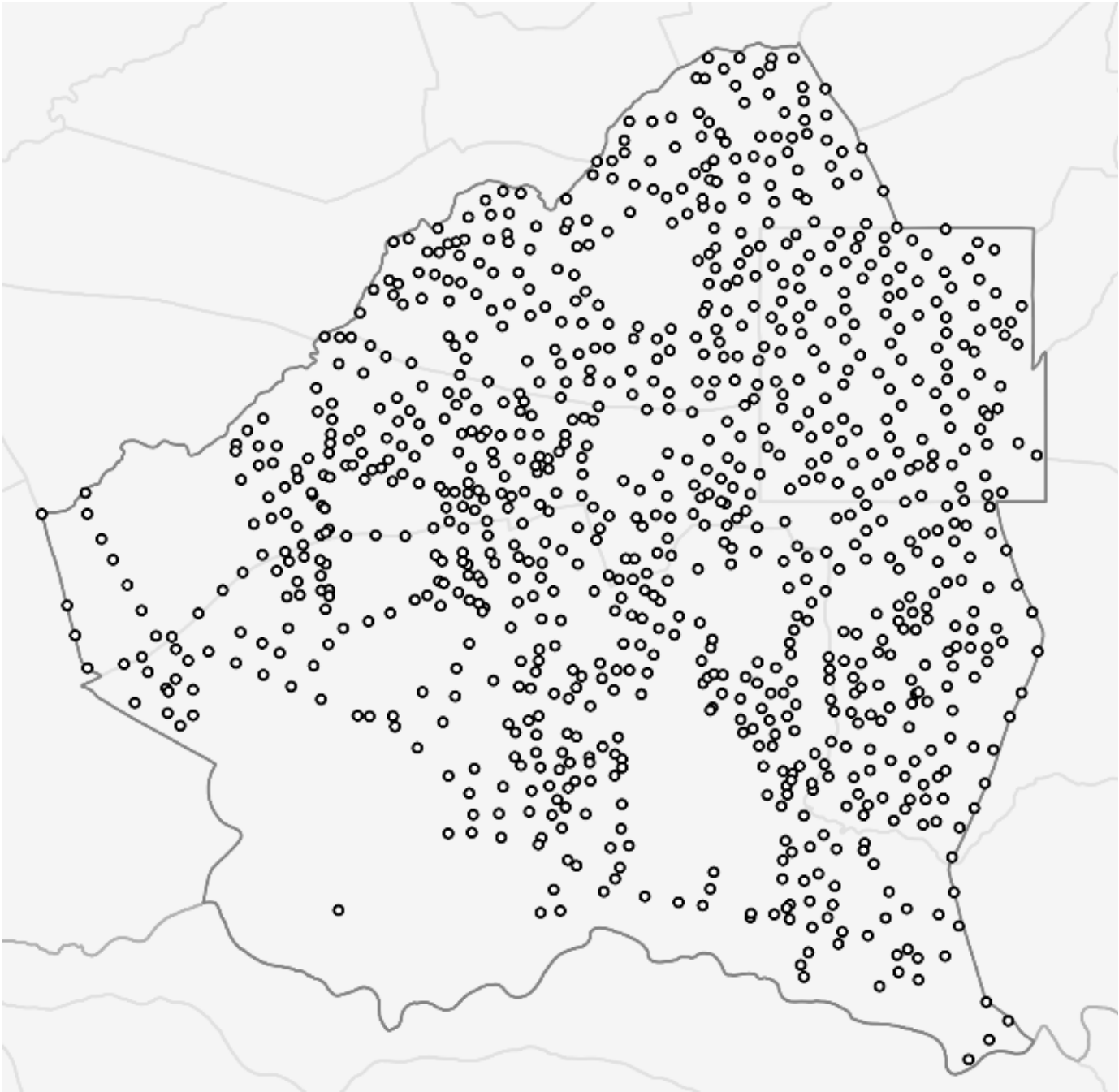
— Conducción

— Distribución

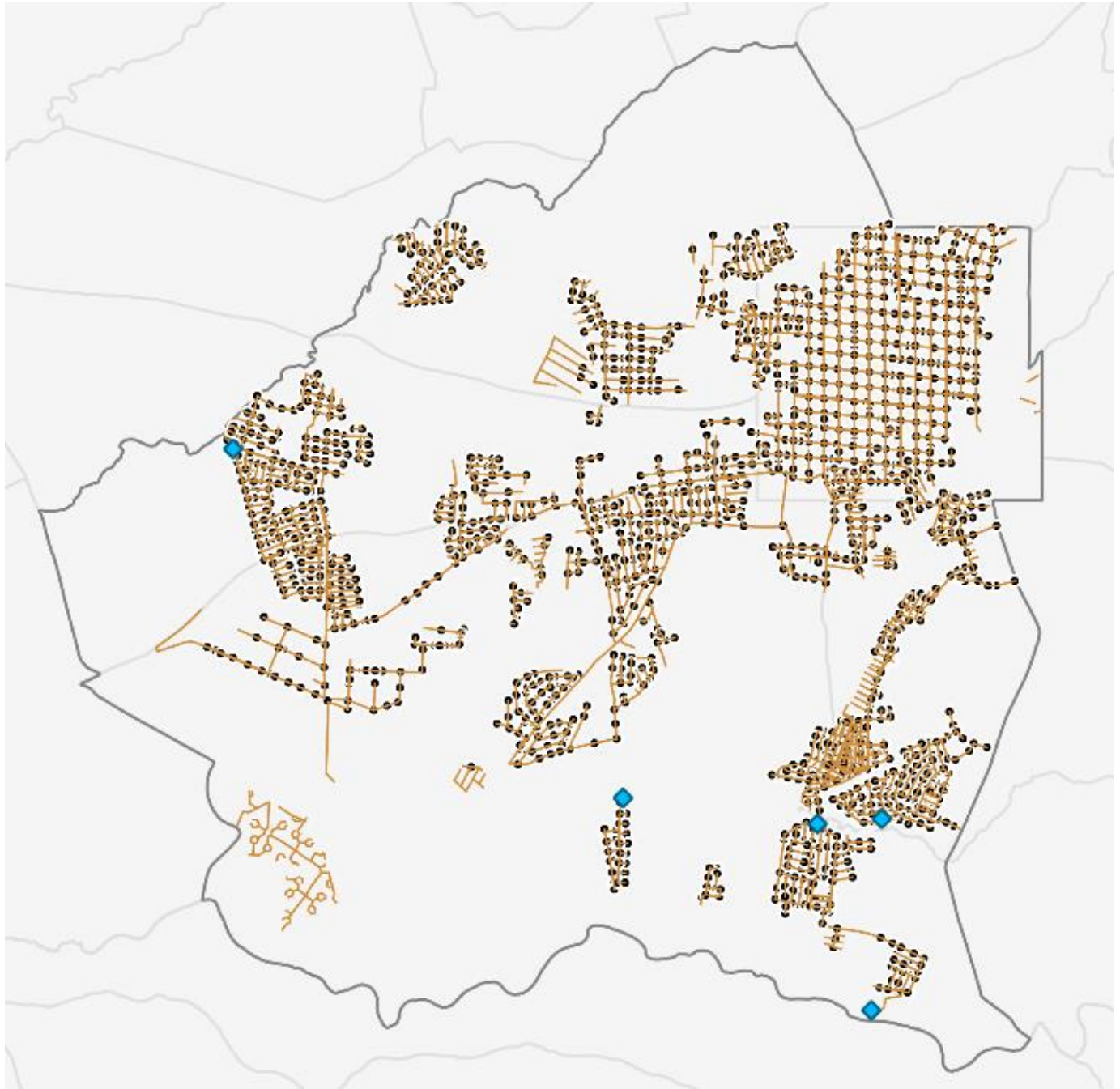
— Limpieza



Hidrantes



Agua residual

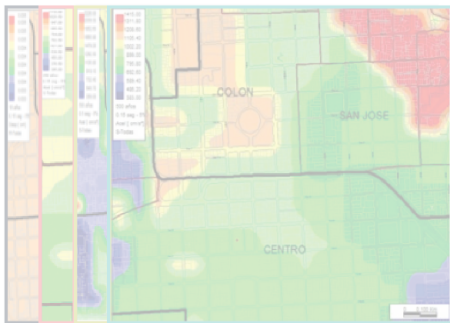


Modelos de vulnerabilidad

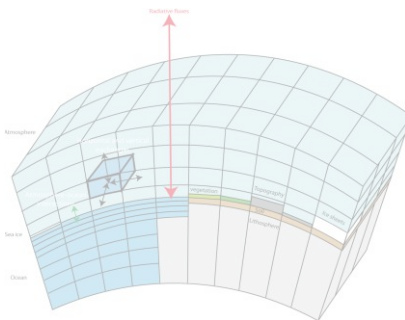
EXPOSICIÓN



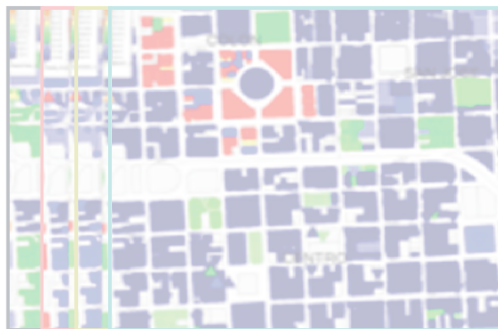
AMENAZA



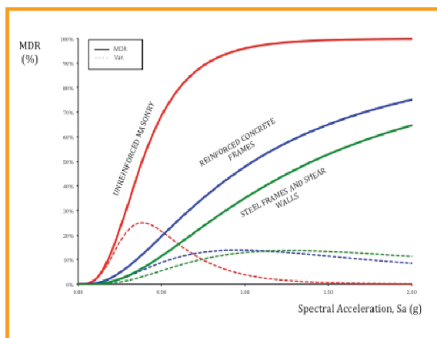
CAMBIO CLIMÁTICO



RIESGO

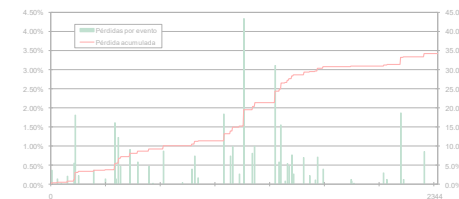


VULNERABILIDAD



MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



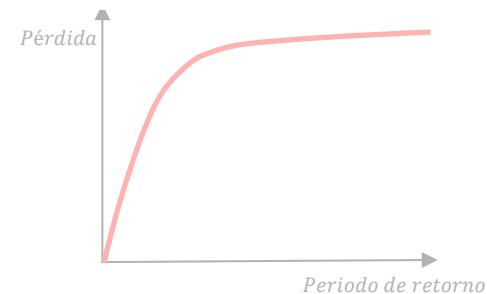
Curva de Excedencia de Pérdidas



Tasa de excedencia de pérdida
[#/año]

Pérdida [unidades monetarias]

Curva de PML



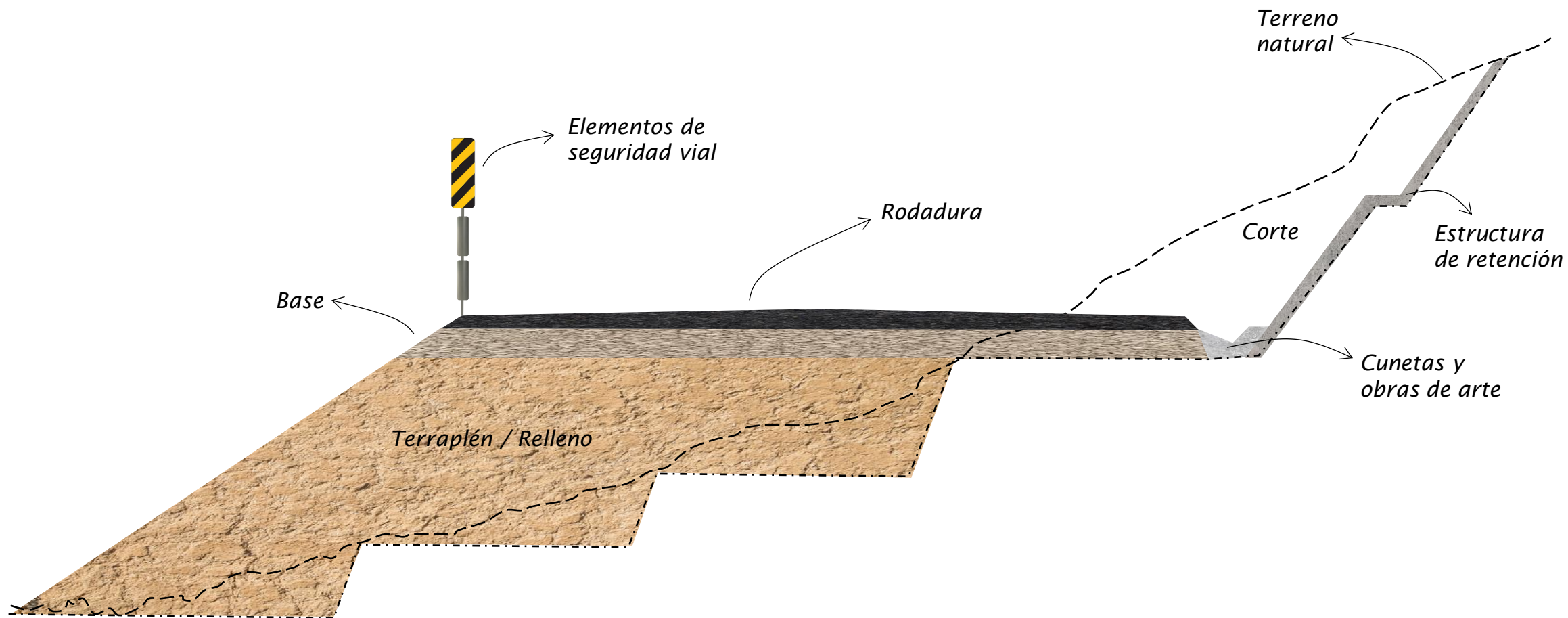
GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

Intervención física

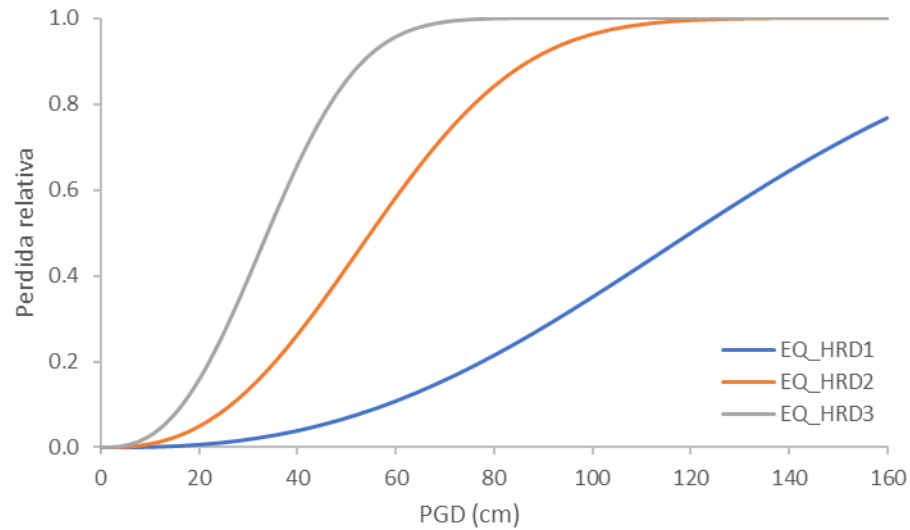
Protección financiera

Respuesta

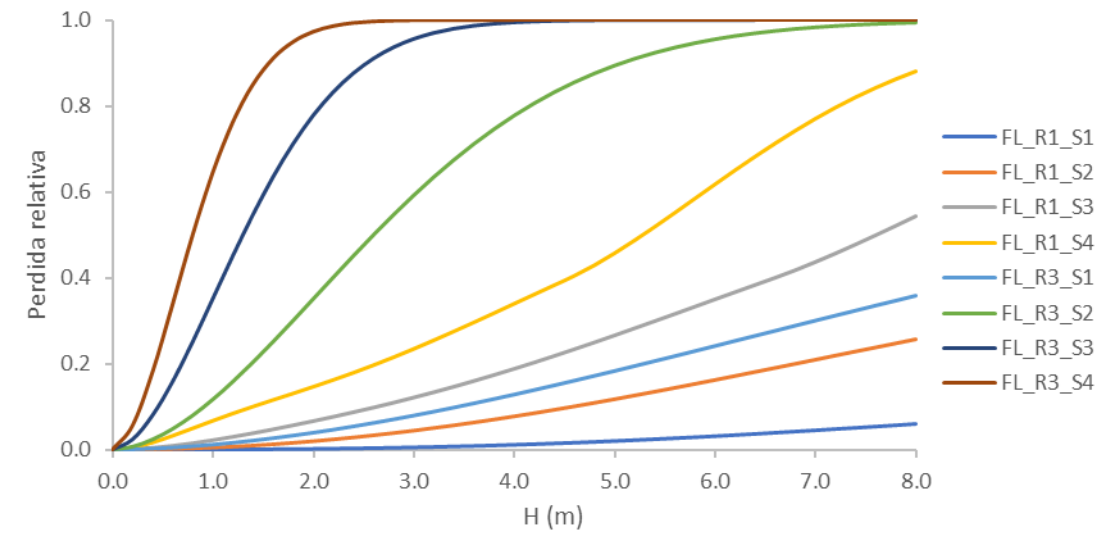
...



Vulnerabilidad de infraestructura – Tramos viales



Curva	Descripción	Fuente
EQ_HRD1	Vías nacionales (pavimentadas)	HAZUS EQ 6.1 -> HRD1
EQ_HRD2	Vías locales (pavimentadas)	HAZUS EQ 6.1 -> HRD2
EQ_HRD3	Vías rurales (sin pavimentar)	Derivada de HDR1 y HDR2



Curva	Descripción	Fuente
FL_R1_S1	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R1_S2	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R1_S3	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 20.0%	Analítica
FL_R1_S4	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 30.0%	Analítica
FL_R3_S1	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R3_S2	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R3_S3	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 20.0%	Analítica
FL_R3_S4	No pavimentada - Pendiente prom. terreno de 30.0%	Analítica

Vulnerabilidad de infraestructura – Puentes

C#_NC#_H#_ES##_MT#_AP# [Código clasificación INGENIAR]

Código	Clasificación por
C#	Longitud del puente
NC#	Numero de claros
H#	Altura libre
ES##	Superestructura (clasif. NBI)
MT##	Material de la superestructura
AP##	Tipos de apoyos

Ejemplo

C2_NC1_H1_ES4_MT2_AP0 [Código clasificación INGENIAR]

Puente de entre 15 m a 35 m de un claro, altura libre de menos de 3.0 m, tipología viga Te (NBI = 04) de concreto reforzado y tipo de apoyo desconocido (valor = 0)

Equivalencia NBI (a partir de material y superestructura) = 104 (Concreto, viga Te)

Código NBI	NBI
1	Concreto
2	Concreto continuo
3	Acero
4	Acero continuo
5	Concreto preesforzado
6	Concreto preesforzado continuo
7	Madera
8	Mampostería
9	Aluminio, hierro
0	Otros



Código NBI	Tipología	Elevación y sección típica	Puente en red nacional
01	Losa		
02	Viga múltiple		
03	Viga principal con vigas de piso (incluye cercha de paso medio)		
04	Viga Te O Doble Te		
05	Cajón Múltiple		



Tipología	Código equivalente NBI
Viga simple	Losa 101,301,501
	Viga tipo I 102,302,502
	Viga T 104,304,504
	Cajón 105, 106 ,305, 306, 505, 506,
	Troncos 702
Viga continua	Otros 902,802,122,322,522
	Losa 201,401,601
	Viga tipo I 202,402,602
	Viga T 204,404,604
	Cajón 205,206 ,405,406,605,606
Marco rígido	Troncos 702
	Otros 902,802,222,422,622
	Marco rígido 107,207,507,607
	Cercha paso inferior 310,410
	Cercha paso superior 309,409
Arco	Arco paso inferior 112,212,312,412
	Arco paso superior 111,211,311,411,511,611,811
	Colgantes 313,413
	Atirantados 314,414
	Cercha tipo Pony y Bailey 303
Otros	Todos las demás

Vulnerabilidad de infraestructura – Puentes

Table 7-1 Hazus Bridge Classification Scheme

Class	NBI Class	State	Year Built	# Spans	Length of Max. Span (meter)	Length less than 20 m	K ₃₀	I-shape	Design	Description
HWB1	All	Non-CA	<1990		> 150	N/A	EQ1	0	Conventional	Major Bridge – Length >150 m
HWB1	All	CA	<1975		> 150	N/A	EQ1	0	Conventional	Major Bridge – Length >150 m
HWB2	All	Non-CA	>=1990		> 150	N/A	EQ1	0	Seismic	Major Bridge – Length > 150 m
HWB2	All	CA	>=1975		> 150	N/A	EQ1	0	Seismic	Major Bridge – Length >150 m
HWB3	All	Non-CA	<1990	1		N/A	EQ1	1	Conventional	Single Span
HWB3	All	CA	<1975	1		N/A	EQ1	1	Conventional	Single Span
HWB4	All	Non-CA	>=1990	1		N/A	EQ1	1	Seismic	Single Span
HWB4	All	CA	>=1975	1		N/A	EQ1	1	Seismic	Single Span
HWB5	101-106	Non-CA	<1990			N/A	EQ1	0	Conventional	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB6	101-106	CA	<1975			N/A	EQ1	0	Conventional	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB7	101-106	Non-CA	>=1990			N/A	EQ1	0	Seismic	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB7	101-106	CA	>=1975			N/A	EQ1	0	Seismic	Multi-Col. Bent, Simple Support – Concrete
HWB8	205-206	CA	<1975			N/A	EQ2	0	Conventional	Single Col., Box Girder – Continuous Concrete
HWB9	205-206	CA	>=1975			N/A	EQ3	0	Seismic	Single Col., Box Girder – Continuous Concrete

Class	Sa [1.0 sec in g's] for Damage Functions due to Ground Shaking			
	Slight	Moderate	Extensive	Complete
HWB1	0.40	0.50	0.70	0.90
HWB2	0.60	0.90	1.10	1.70
HWB3	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB4	0.80	1.00	1.20	1.70
HWB5	0.25	0.35	0.45	0.70
HWB6	0.30	0.50	0.60	0.90
HWB7	0.50	0.80	1.10	1.70
HWB8	0.35	0.45	0.55	0.80
HWB9	0.60	0.90	1.30	1.60

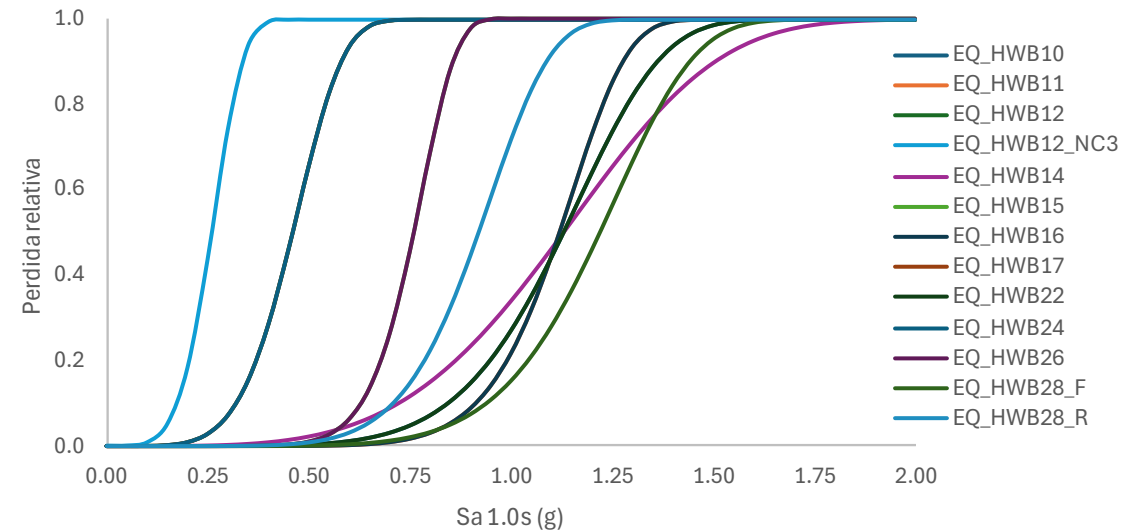
Ejemplo

C2_NC1_H1_ES4_MT2_AP0 [Código clasificación INGENIAR]

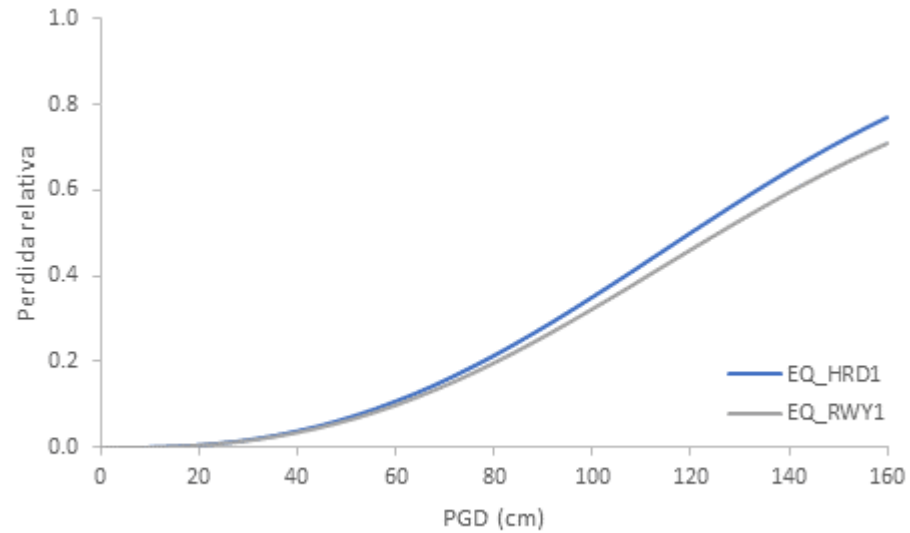
Puente de entre 15 m a 35 m, de un claro, altura libre de menos de 3.0 m, tipología viga Te (NBI = 04) de concreto reforzado y tipo de apoyo desconocido (valor = 0)

Equivalencia NBI (a partir de superestructura y material) = 104 (Concreto, viga Te)

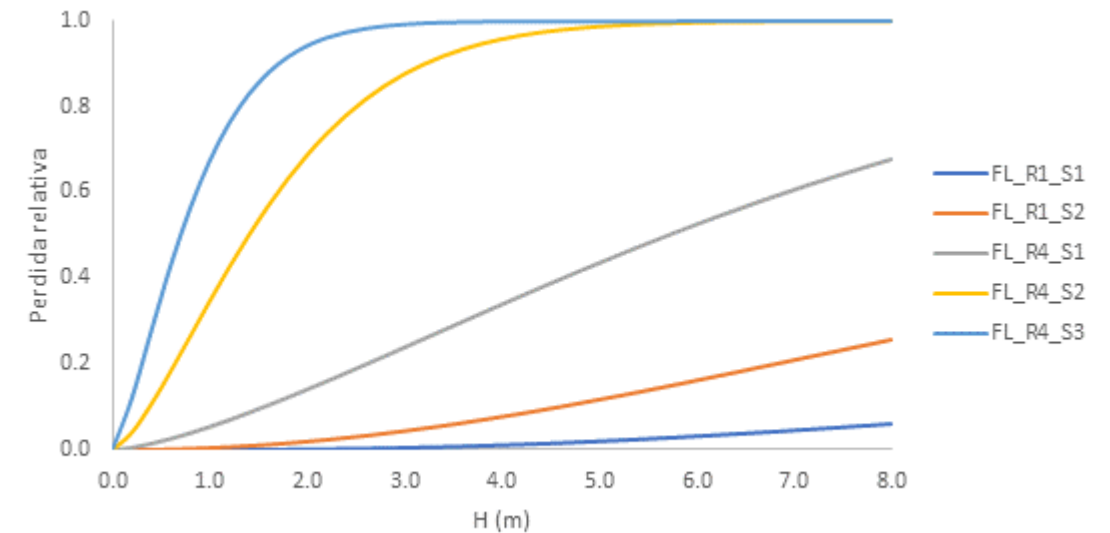
Utilizando la información brindada por el código, se revisa la clasificación de puentes de HAZUS EQ 6.1 y se obtienen los valores de las curvas de fragilidad



Vulnerabilidad de infraestructura – Vías férreas

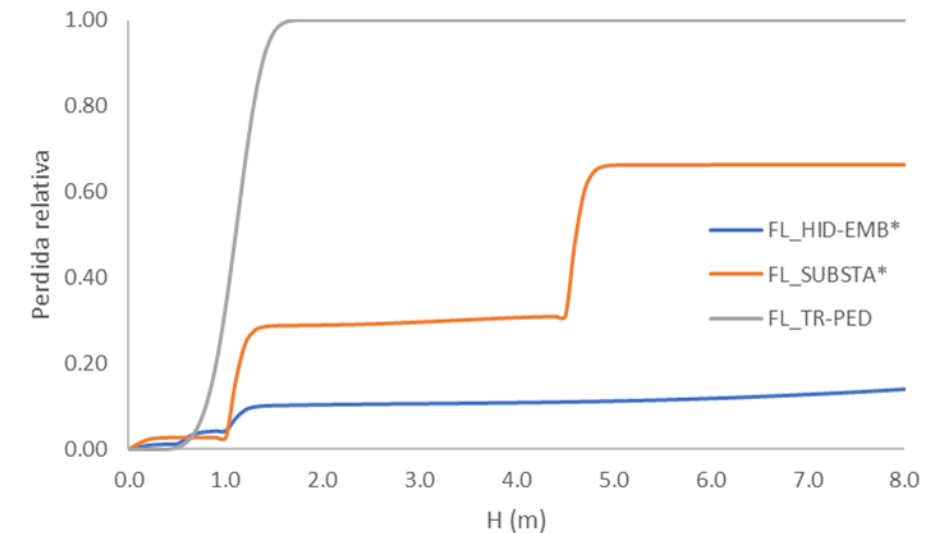
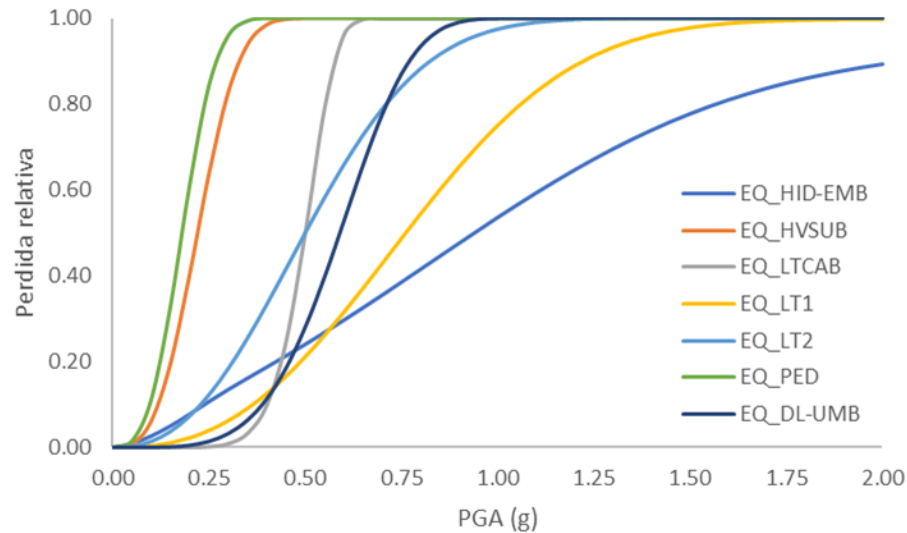


Curva	Descripción	Fuente
EQ_HRD1	Tramos de intersecciones viales (pavimentada)	HAZUS EQ 6.1 -> HRD1
EQ_RWY1	Tramos de balasto	Derivada de HDR1



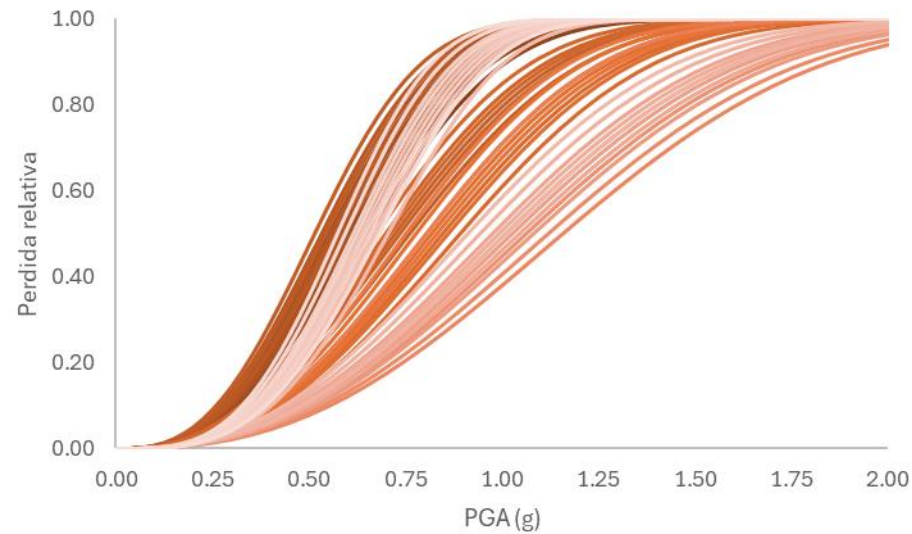
Curva	Descripción	Fuente
FL_R1_S1	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R1_S2	Pavimentada - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R4_S1	Balasto - Pendiente prom. terreno de 2.5%	Analítica
FL_R4_S2	Balasto - Pendiente prom. terreno de 10.0%	Analítica
FL_R4_S3	Balasto - Pendiente prom. terreno de 20.0%	Analítica

Vulnerabilidad de infraestructura – Sector eléctrico



Subsector	Clasificación	Descripción	Curva EQ	Fuente	Curva FL	Fuente
Generación	HID-EMB	Central de generación eléctrica. Hidroeléctrica tipo embalse	EQ_HID-EMB*	Arquetipo INGENIAR	FL_HID-EMB*	Arquetipo INGENIAR
Transmisión	SUBSTAT	Subestaciones eléctricas de alta tensión	EQ_HV-SUB	HAZUS EQ 6.1 -> ESSH	FL_SUBSTA*	Arquetipo INGENIAR
	TL_CABLE	Cables de alta tensión	EQ_LTCAB	Umbral de LT2 [1]	No daño	
	LT_1C	Torres de alta tensión - 1 circuito	EQ_LT1	HAZUS EQ 6.1 -> EDC	No daño	
	LT_2C	Torres de alta tensión - 2 circuito	EQ_LT2	Derivada de EDC [2]	No daño	
	LT_3C	Torres de alta tensión - 3 circuito	EQ_LT2	Derivada de EDC [2]	No daño	
	LT_4C	Torres de alta tensión - 4 circuito	EQ_LT2	Derivada de EDC [2]	No daño	
Distribución	TR_PED	Transformador de pedestal	EQ_TR-PED	HAZUS EQ 6.1 -> ESSL	FL_TR-PED	Binaria suavizada [4]
	TR_AER	Transformador aéreo	EQ_DL-UMB	Umbral de postes [3]	No daño	
	DL_MT_SUB	Línea de distribución - media tensión - subterránea	No daño		No daño	
	DL_MT_AER	Línea de distribución - media tensión - aérea	EQ_DL-UMB	Umbral de postes [3]	No daño	
	DL_BT_SUB	Línea de distribución - media tensión - subterránea	No daño		No daño	
	DL_BT_AER	Línea de distribución - media tensión - aérea	EQ_DL-UMB	Umbral de postes [3]	No daño	

Vulnerabilidad de infraestructura – Sector eléctrico



Curvas EQ – Postes
POSTE_X#_H#_STX

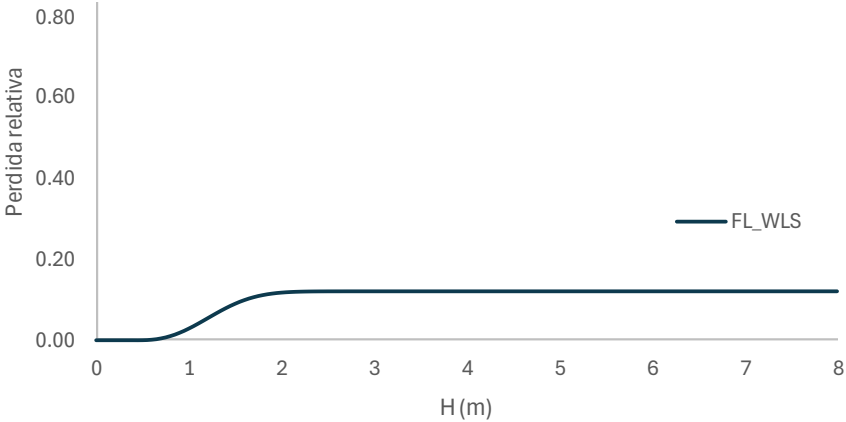
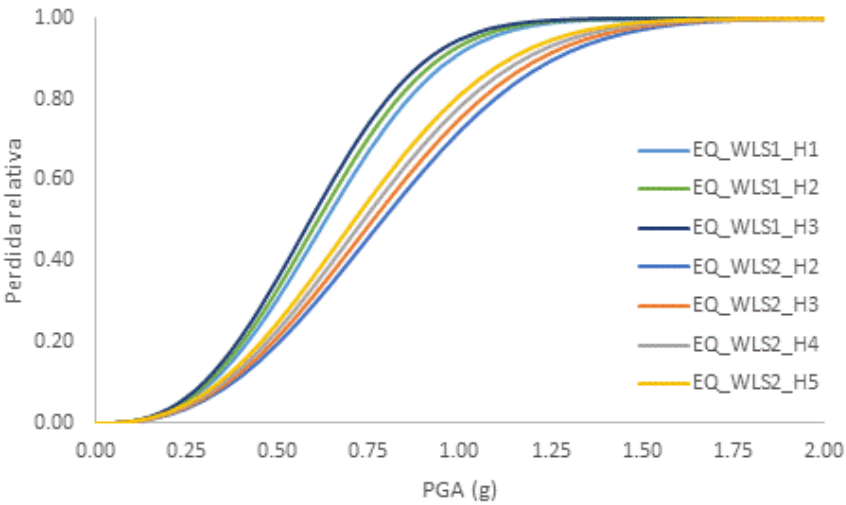
Ejemplo: POSTE_C2_H4_STB

Poste de concreto
autosoportado, entre 12.0 m a
15.0 m de altura, con una vida
útil entre el 50% a 100%

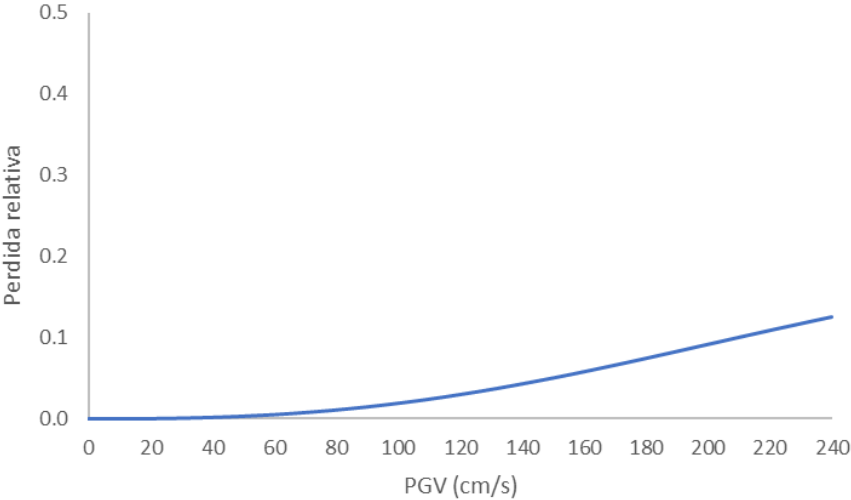
52 combinaciones de postes
en el cantón de Heredia

Clasificación	Clasificación	Descripción
Material soporte	C1	Concreto
	C2	Concreto autosoportado (empotrado)
	M1	Metal tipo torre o riel
	M2	Metal (común: acero) tubular (empotrado)
	W1	Madera
	W2	Madera autosoportada (empotrado)
Altura (H#)	1	3.0 a 6.0 m de altura
	2	6.0 a 9.0 m de altura
	3	9.0 a 12.0 m de altura
	4	12.0 a 15.0 m de altura
	5	15.0 a 18.0 m de altura
Vida útil (STX)	A	<50% de vida útil
	B	50% a 100% de vida útil
	C	>100% vida útil

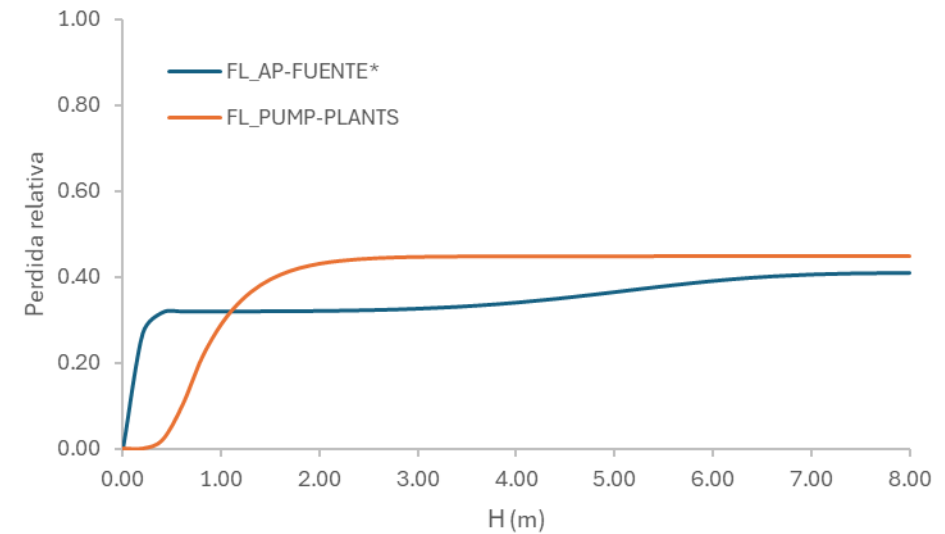
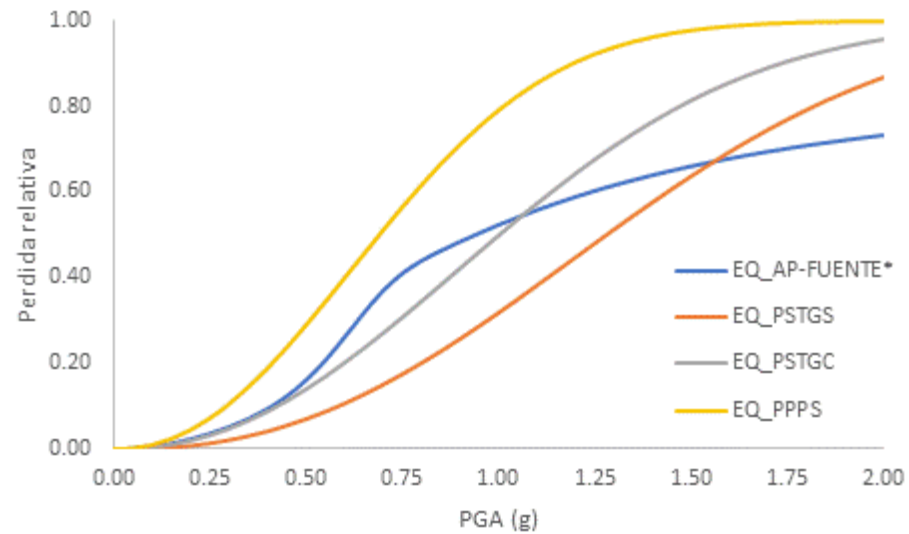
Vulnerabilidad de infraestructura – Telecomunicaciones e Hidrocarburos



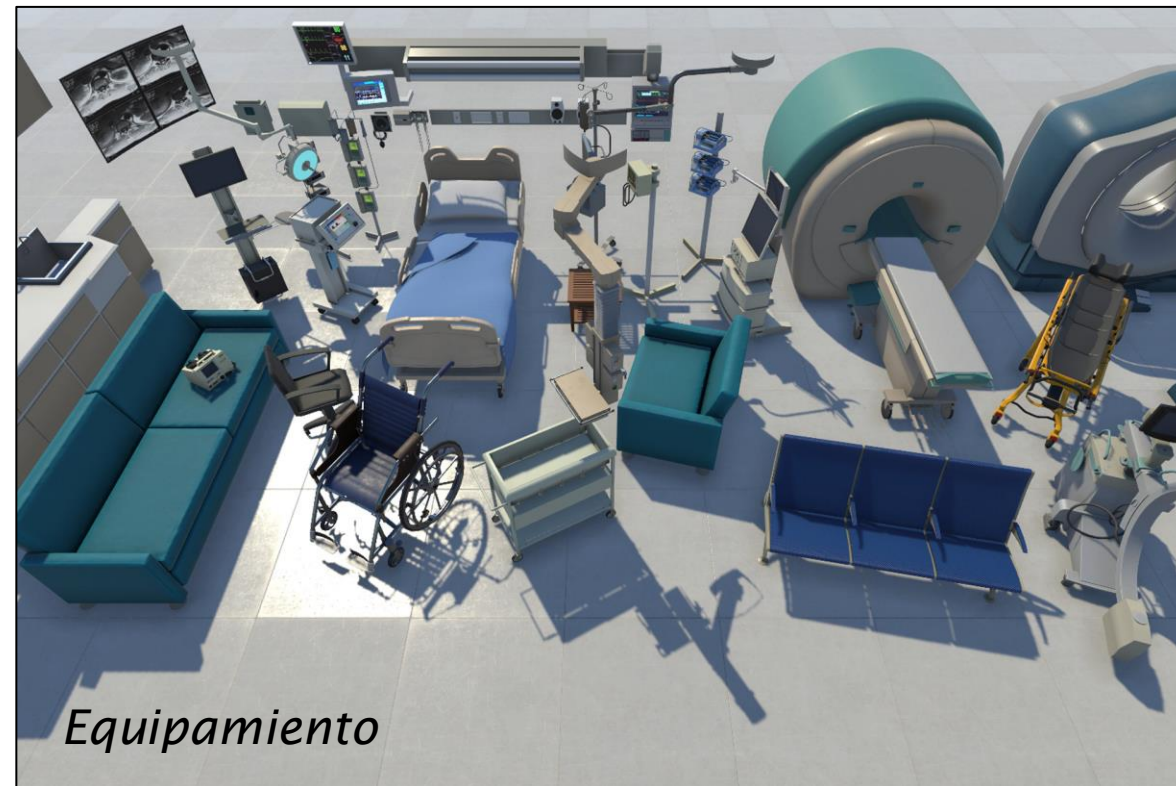
Clasificación	Clasificación	Descripción
Torre	WLS1	Torres monopolo o torres ventadas
	WLS2	Torres autosoportadas
Altura (H#)	1	<15 m de altura
	2	15.0 a 30.0 m de altura
	3	30.0 a 45.0 m de altura
	4	45.0 a 60.0 m de altura
	5	60.0 a 75.0 m de altura



Vulnerabilidad de infraestructura – Acueducto



Clasificación	Descripción	Curva EQ	Fuente	Curva FL	Fuente
AP_FUENTE	Estructuras encargadas de la captación y potabilización del recurso hídrico [1]	EQ_AP-FUENTE*	Arquetipo INGENIAR	FL_AP-FUENTE*	Arquetipo INGENIAR
AP_TANQ_MC	Tanque de concreto	EQ_PSTGC	HAZUS EQ 6.1 -> PSTGC	No daño	
AP_TANQ_MH	Tanque de hierro o acero	EQ_PSTGS	HAZUS EQ 6.1 -> PSTGS	No daño	
AP_TANQ_MO	Tanque de otro material (ej. Mampostería)	EQ_PSTGC	HAZUS EQ 6.1 -> PSTGC	No daño	
AP_SIST-BOM	Sistemas de bombeo de la red	EQ_PPPS	HAZUS EQ 6.1 -> PPPS	FL_PPPS	Arquetipo INGENIAR [3]
TUB_AP	Tubería de agua potable	EQ_PIPE [2]	HAZUS EQ 6.1 -> Pipes buried	No daño	



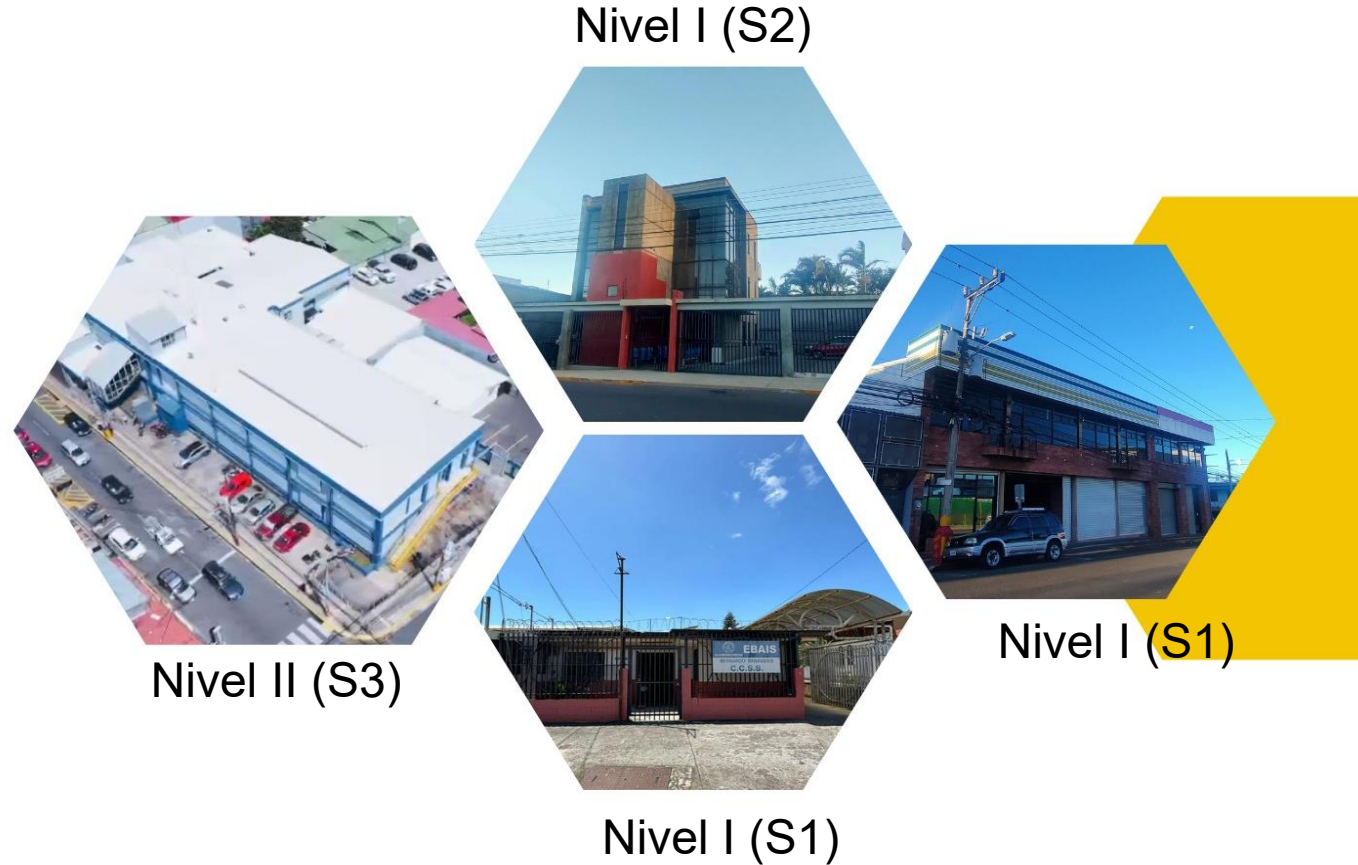
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Nivel de servicio	Área de salud	Establecimiento de salud	
Nivel I	Área de Salud Heredia <u>Cubujuquí</u> (ASHC)	Sede principal	
		Sede alterna	
		Sede estadio	
		EBAIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud)	Bernardo Benavides
			Bernardo Benavides – La Esperanza
	Área de Salud Heredia Virilla (ASHV)	Sede principal	
		EBAIS (Equipos Básicos de Atención Integral en Salud)	<u>Guararí</u>
			La Milpa
			Los Lagos
			Lagunilla
			El Barreal
			La Aurora
	Clínicas de apoyo	<u>Cubujuquí</u>	
		<u>Guararí</u>	
		San Joaquín	
Nivel II	Hospitales regionales	Hospital San Vicente de Paul	

Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Nivel de servicio	Establecimiento de salud	Servicios prestados	Arquetipo
Nivel I	Sedes EBAIS Sedes alternas	Enfermería Laboratorio clínico Odontología Curaciones Puesto de vacunación Trabajo social, psicología, nutrición, medicina de familia	S1
	Sedes principales Clínicas	Farmacia Laboratorio clínico Departamento de vacunas Odontología Área de observación Servicios de trabajo social, psicología Electrocardiogramas Emergencias Dirección general	S2
Nivel II	Hospitales regionales	Salas de cirugía Laboratorios Laboratorios rayos X convencionales y especializados Salas de diagnóstico por imágenes Salas de partos Emergencias Consulta externa Farmacia Odontología Hospitalización Casa de máquinas	S3

Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud



Arquetipo	Porcentaje construcción	Porcentaje equipamiento
S1	74.0%	26.0%
S2	60.0%	40.0%
S3	57.4%	42.6%
S4	50.0%	50.0%
S5	40.0%	60.0%

Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud



Módulo A: Consulta Externa,

Módulo B: Urgencias

Módulo C: Rayos X y Laboratorio Clínico

Módulo D: Farmacia, Salas de Cirugía, Administración, Sala de Partos, Capilla,

Módulo E: Nutrición, Dirección General, Hospitalización,

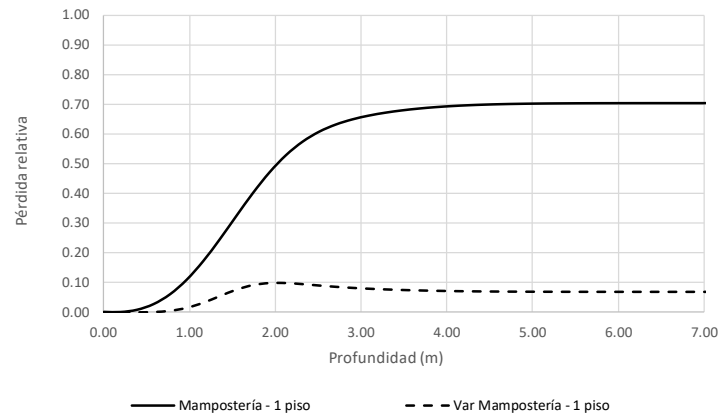
Módulo F: Proveeduría, Mantenimiento, Ropería y Casa de Máquinas.



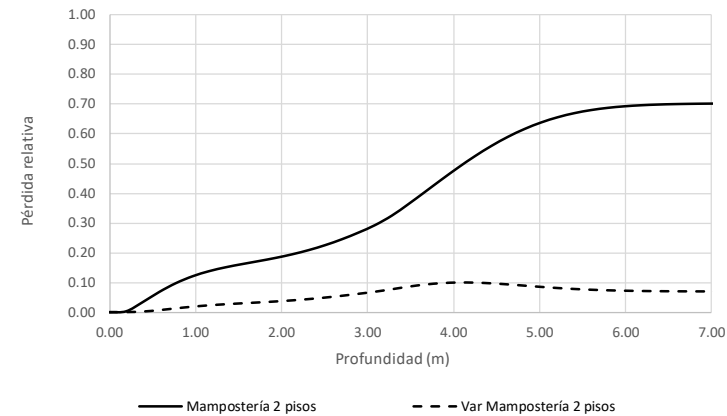
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S1 ante inundaciones

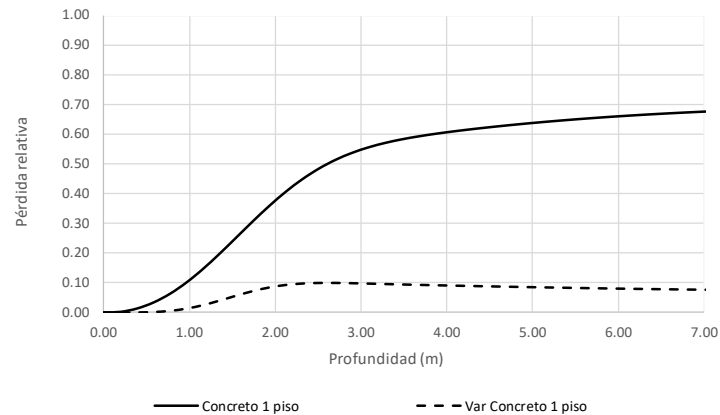
S1 – Mampostería 1 piso



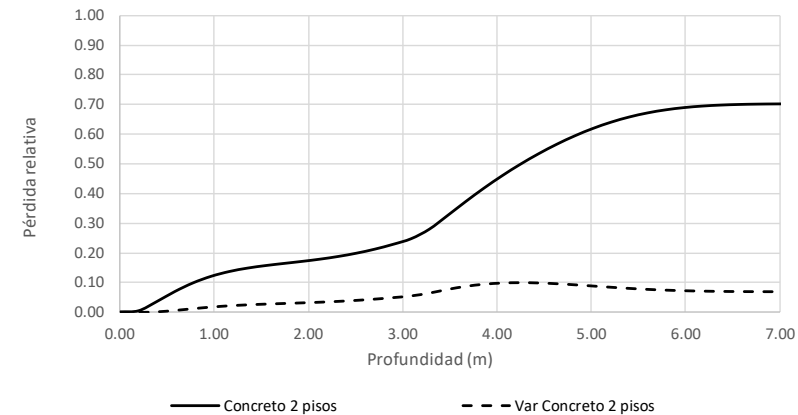
S1 – Mampostería 2 pisos



S1 – Concreto 1 piso



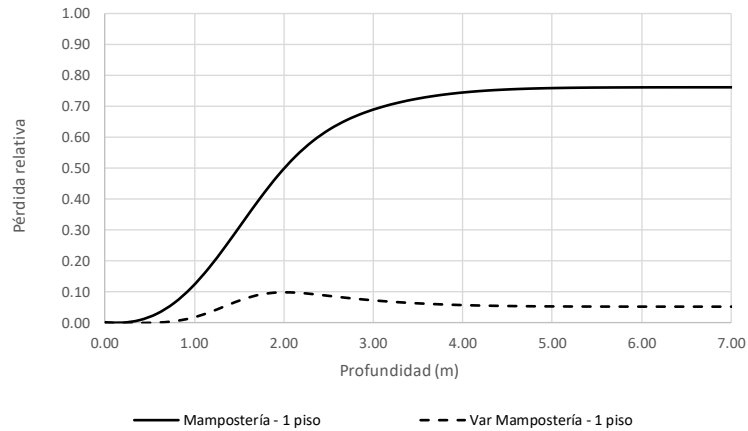
S1 – Concreto 2 pisos



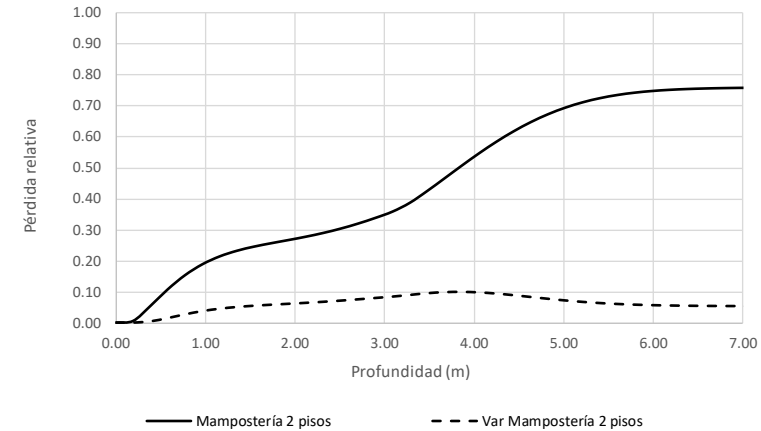
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S2 ante inundaciones

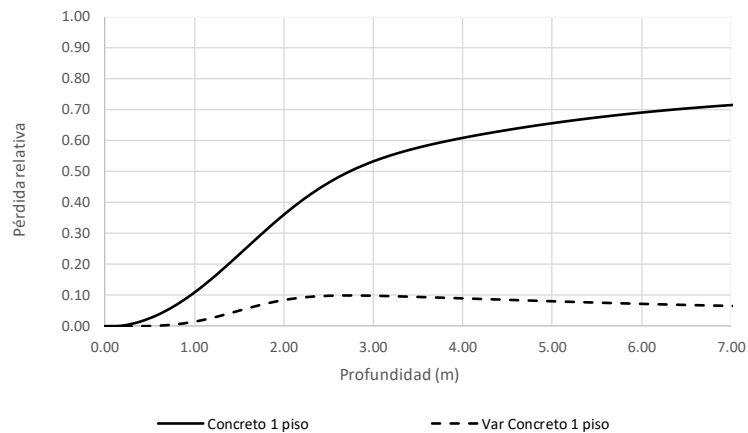
S2 – Mampostería 1 piso



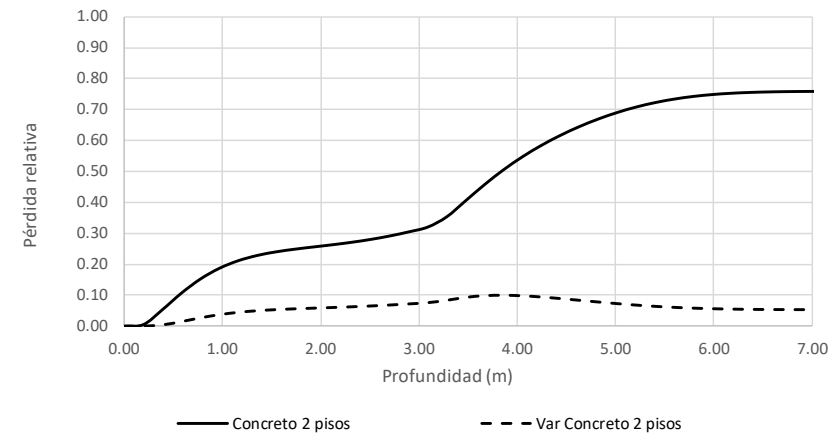
S2 – Mampostería 2 pisos



S2 – Concreto 1 piso



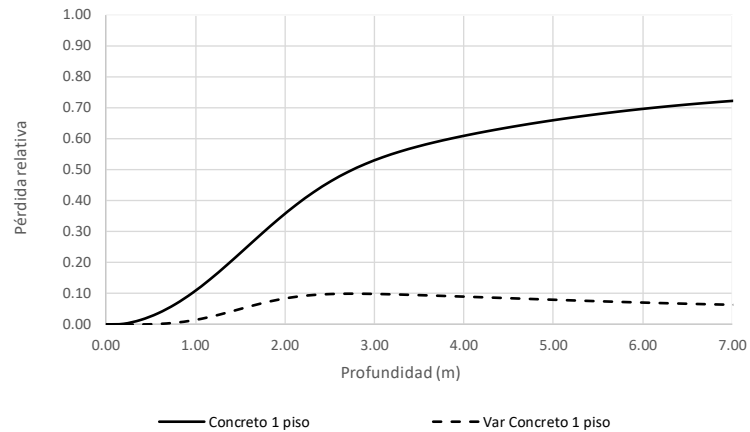
S2 – Concreto 2 pisos



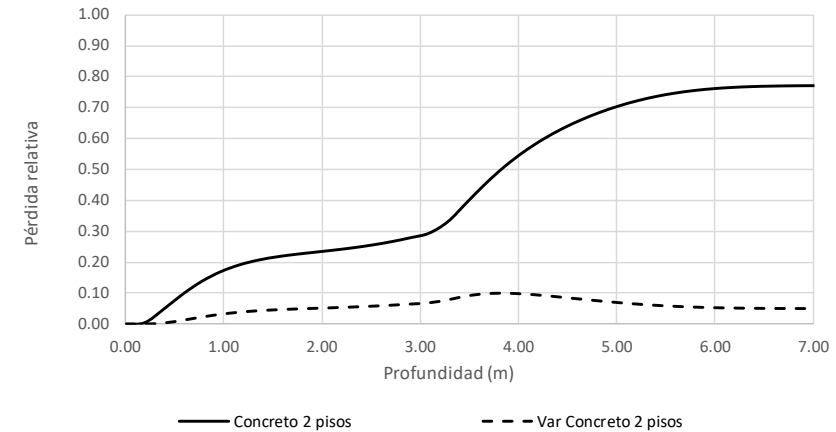
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S3 ante inundaciones

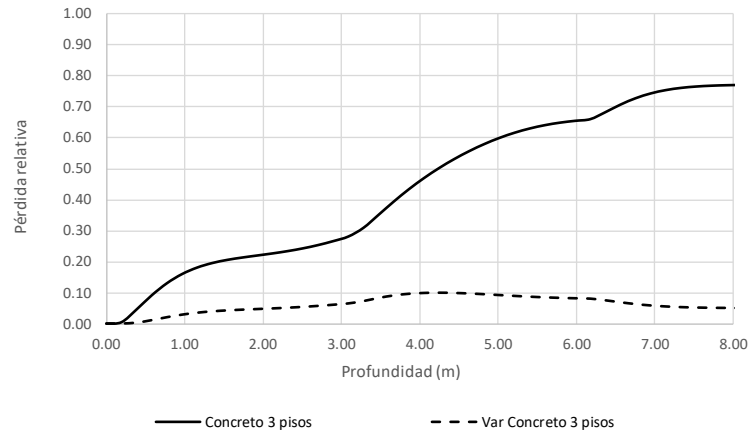
S3 – Concreto 1 piso



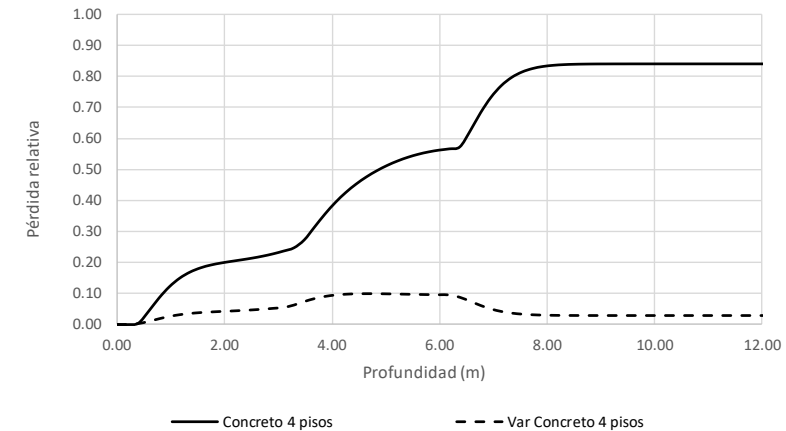
S3 – Concreto 2 pisos



S3 – Concreto 3 pisos



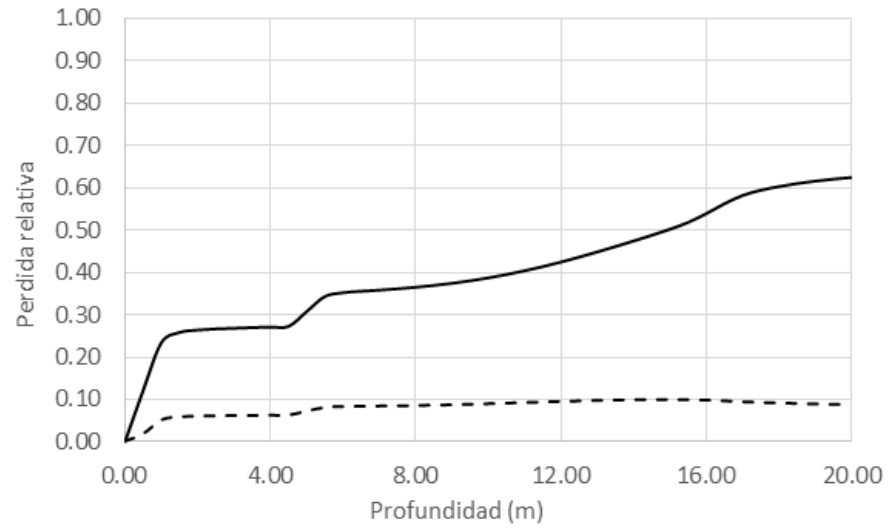
S3 – Concreto 4 pisos



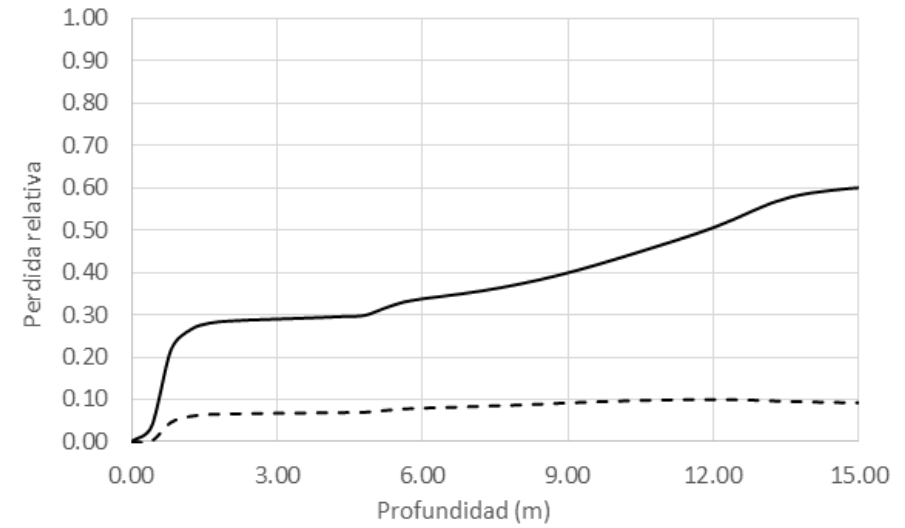
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S4 y S5 ante inundaciones

S4 – Concreto 5-6 pisos



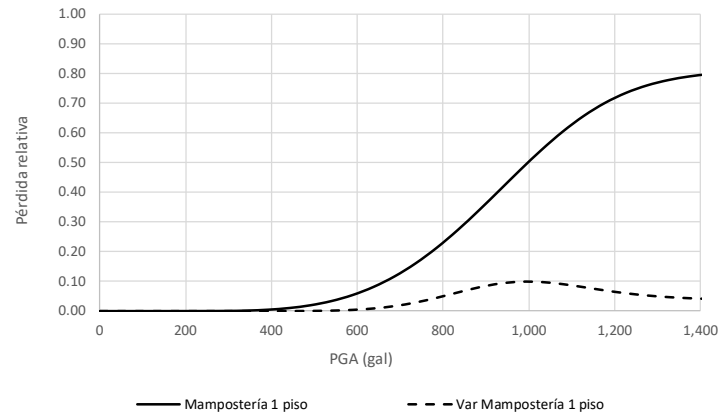
S5 – Concreto 5-6 pisos



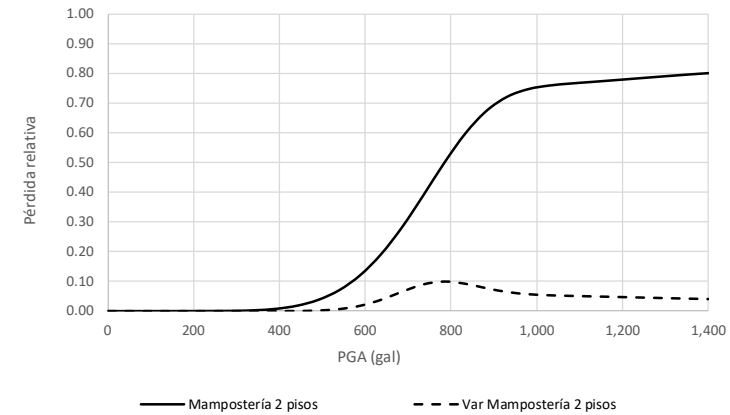
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S1 ante sismos

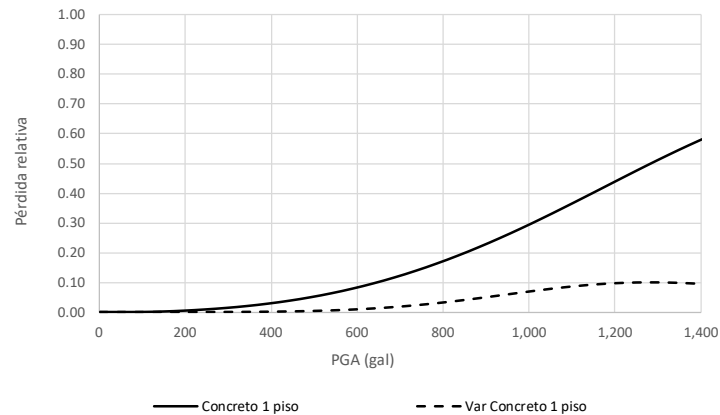
S1 – Mampostería 1 piso



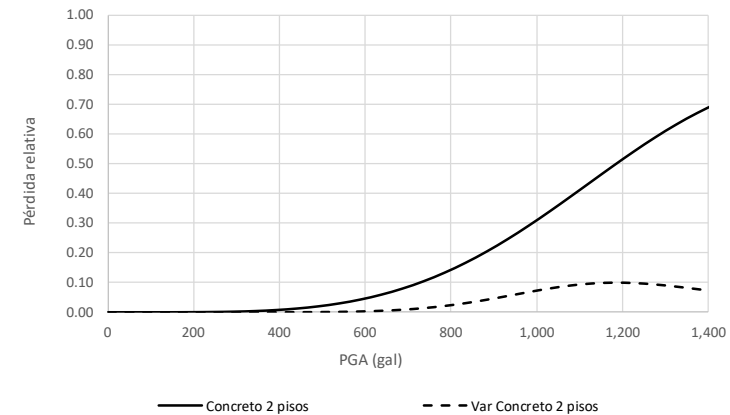
S1 – Mampostería 2 pisos



S1 – Concreto 1 piso



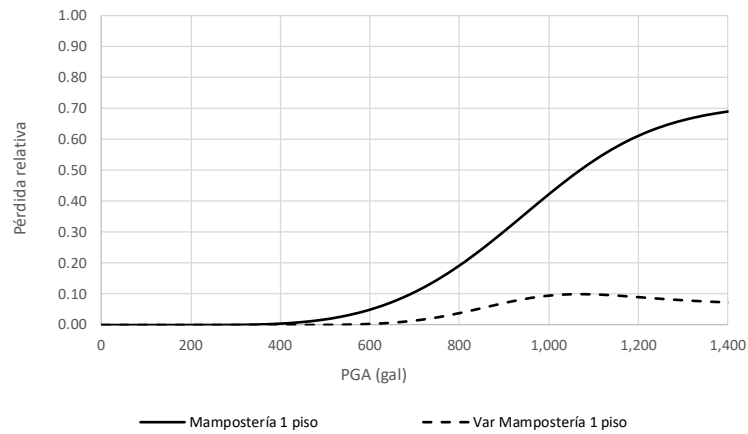
S1 – Concreto 2 pisos



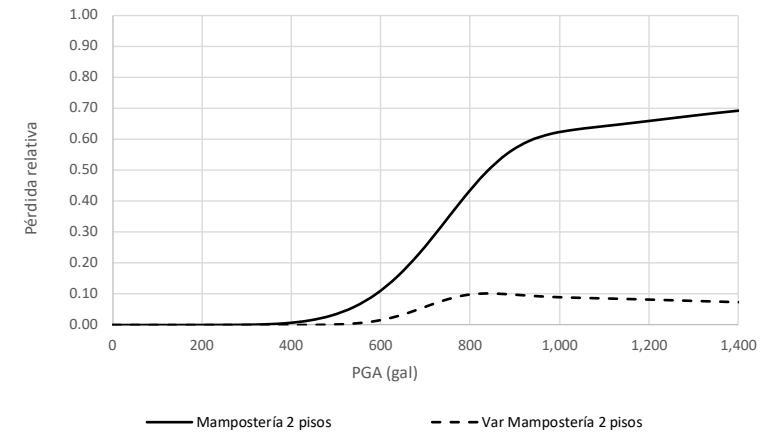
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S2 ante sismos

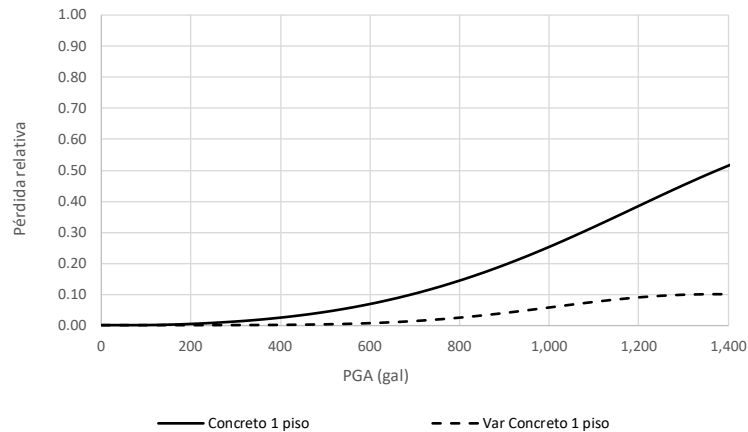
S2 – Mampostería 1 piso



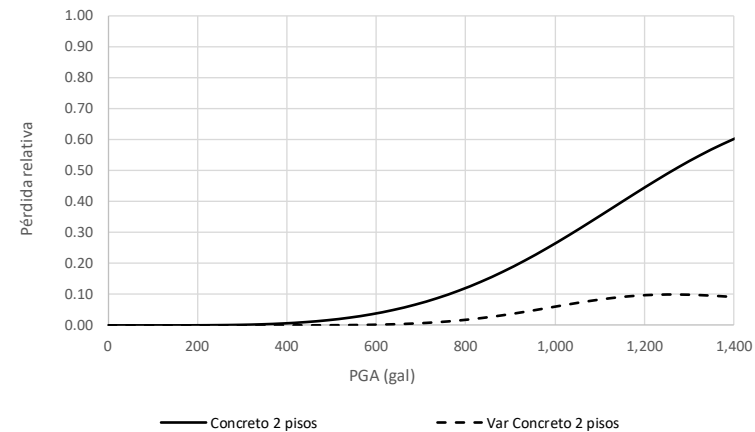
S2 – Mampostería 2 pisos



S2 – Concreto 1 piso



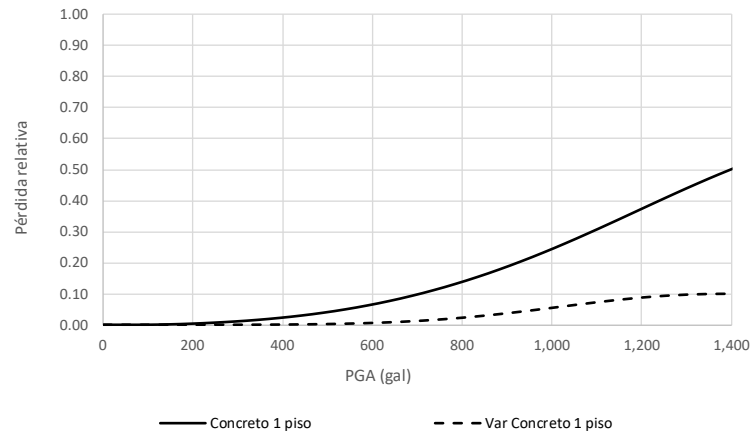
S2 – Concreto 2 pisos



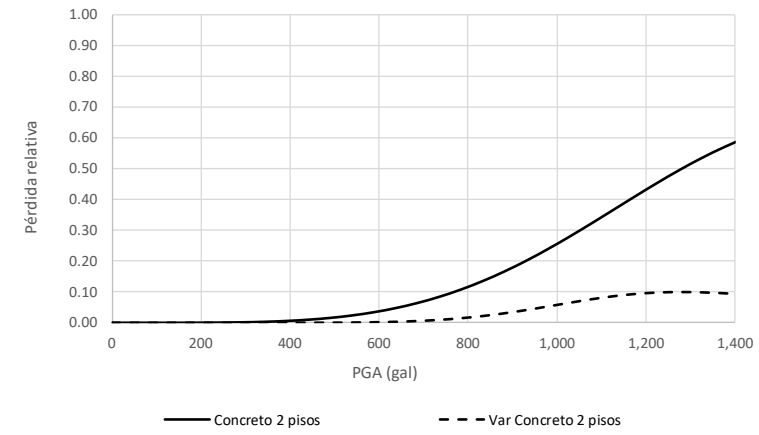
Vulnerabilidad de Edificaciones - Salud

Funciones de vulnerabilidad arquetipos de salud S3 ante sismos

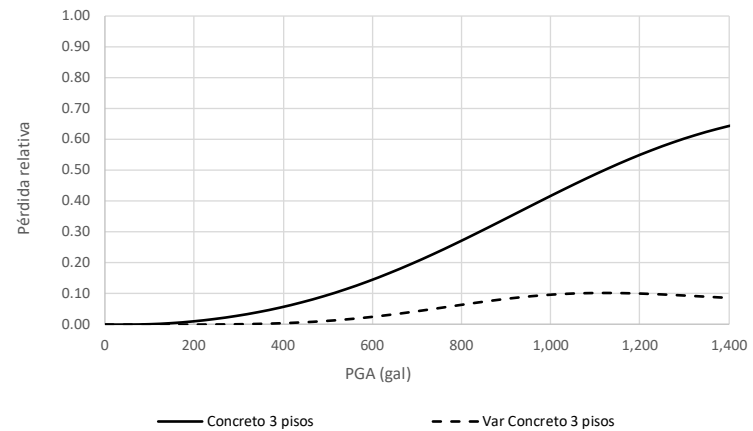
S3 – Concreto 1 piso



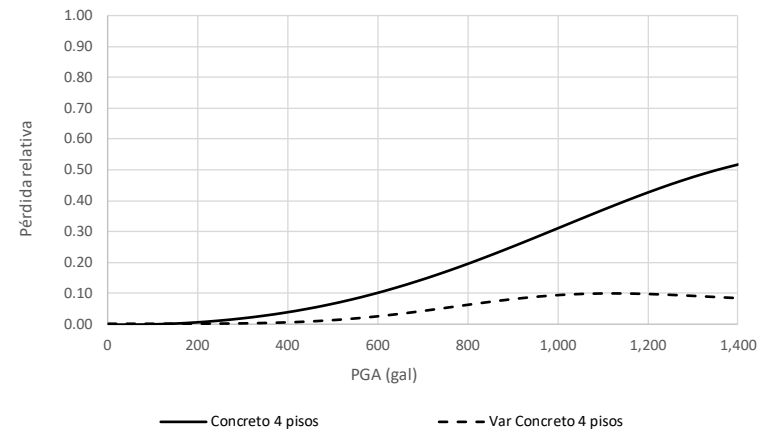
S3 – Concreto 2 pisos



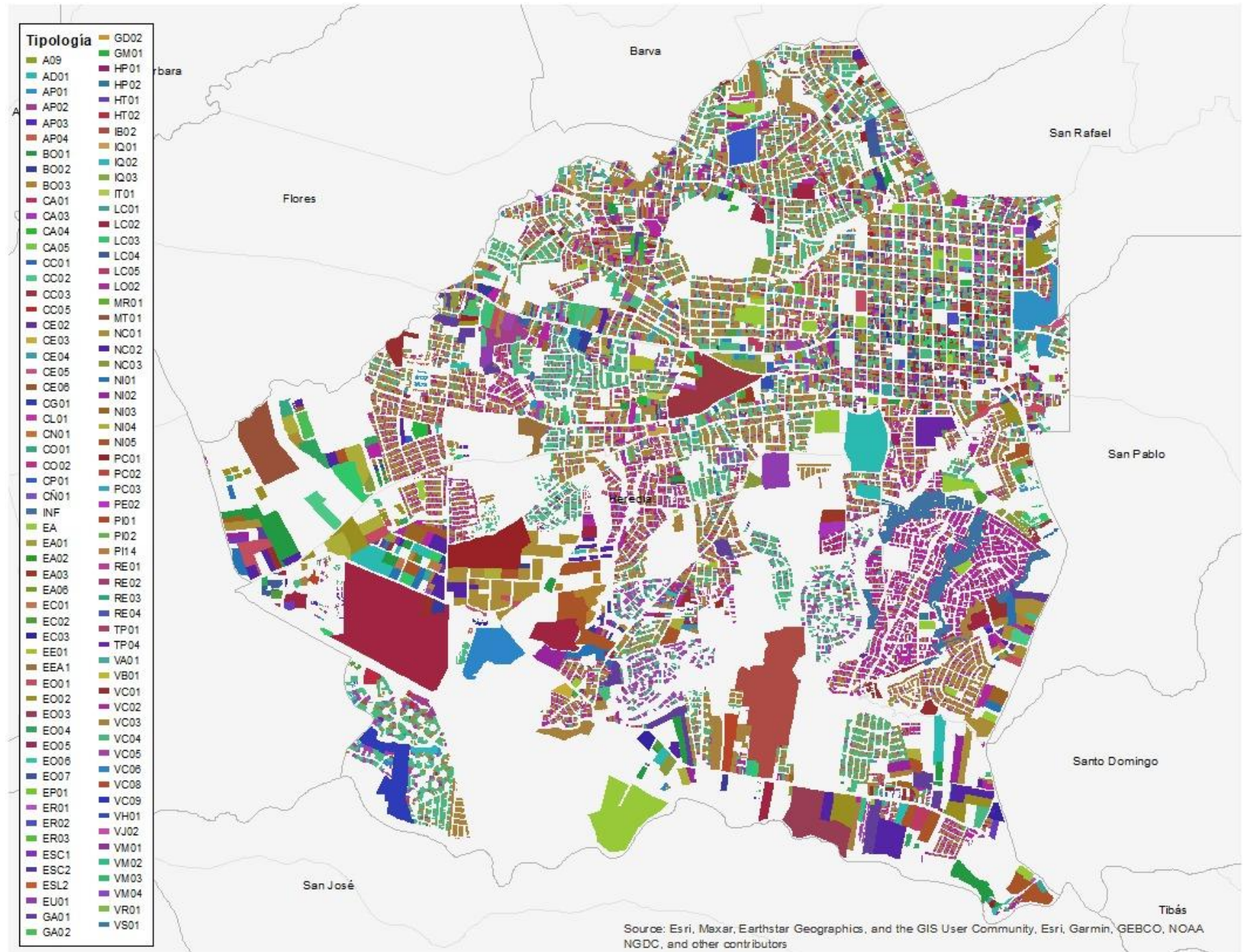
S3 – Concreto 3 piso



S3 – Concreto 4 pisos



Tipo constructivo



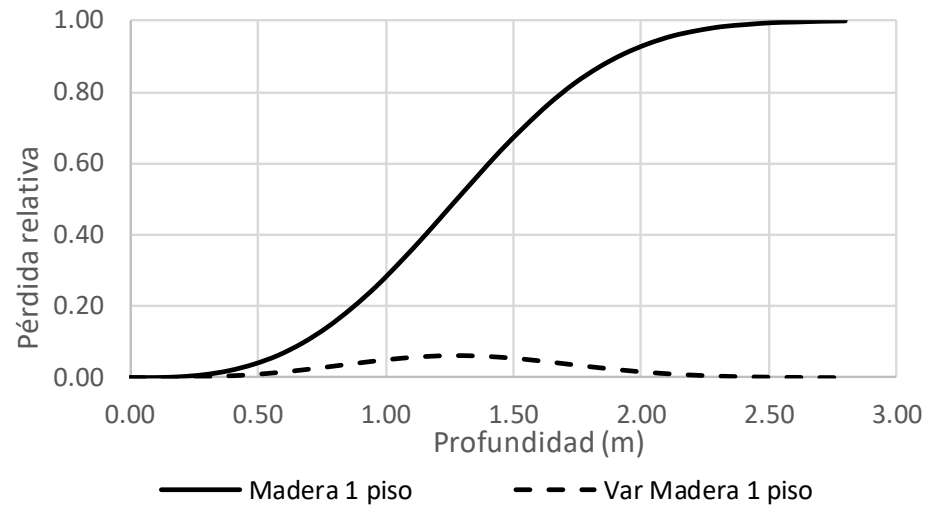
Vulnerabilidad de Edificaciones

Tipología	Estructura	Paredes exteriores	Valor (€/m²)
VC01	Mampostería integral, prefabricado.	Externas de bloques de concreto, baldosas prefabricadas, internas de fibrocemento a un forro o prefabricadas, repello quemado.	190,000
VC02	Mampostería integral, prefabricado o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, fibrocemento o baldosas prefabricadas, internas con láminas de fibrocemento, yeso, cementicias o similares (Plystone o Plyrock) a un forro, repello quemado y pintura.	240,000
VC03	Mampostería integral, prefabricado o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, fibrocemento o baldosas prefabricadas, internas con láminas de fibrocemento, yeso, cementicias o similares (Plystone o Plyrock) doble forro, repello fino y pintura.	300,000
VC04	Mampostería integral, prefabricado, paneles estructurales con poliestireno o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, paneles estructurales con poliestireno, fibrocemento o baldosas prefabricadas, internas con láminas de fibrocemento, yeso, cementicias o similares (Plystone o Plyrock) doble forro, repello fino y pintura.	340,000
VC05	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio con mampostería integral, prefabricado, paneles estructurales con poliestireno o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, baldosas prefabricadas o paneles estructurales con poliestireno, láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), láminas de tabla cemento (Durock), paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock) doble forro repello fino y enmasillado.	385,000
VC06	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio, paneles estructurales con poliestireno.	Bloques de concreto o paneles estructurales con poliestireno, repello fino enmasillado, sectores de vidrio, láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock), repello fino y enmasillado. Diseño elaborado en fachadas.	425,000
VC08	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio.	Bloques de concreto, ladrillo o mixto, con alturas de 3,00m y dobles alturas. Amplios sectores de vidrio, láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock), fachaletas. Acabados con estuco o similar. Fachadas especialmente diseñadas.	710,000
VC09	Columnas y vigas en concreto armado colado en sitio.	Bloques de concreto de más de 15cm de espesor, ladrillo, con alturas de más de 3,00m o más; y algunas paredes con diseños especiales coladas en sitio. En algunos sectores láminas de fibra de vidrio y yeso (Dens Glass), con paneles de yeso, cemento y fibra de vidrio (Gypsum), cementicios o similares (Plystone o Plyrock), fachaletas. Acabados con estuco o similar. Espacios de dobles o triples alturas con detalles como relieves y columnas falsas. Amplios ventanales de piso a cielo. Enchapes de maderas finas, mármol, estuco u otros materiales de calidad.	1,200,000

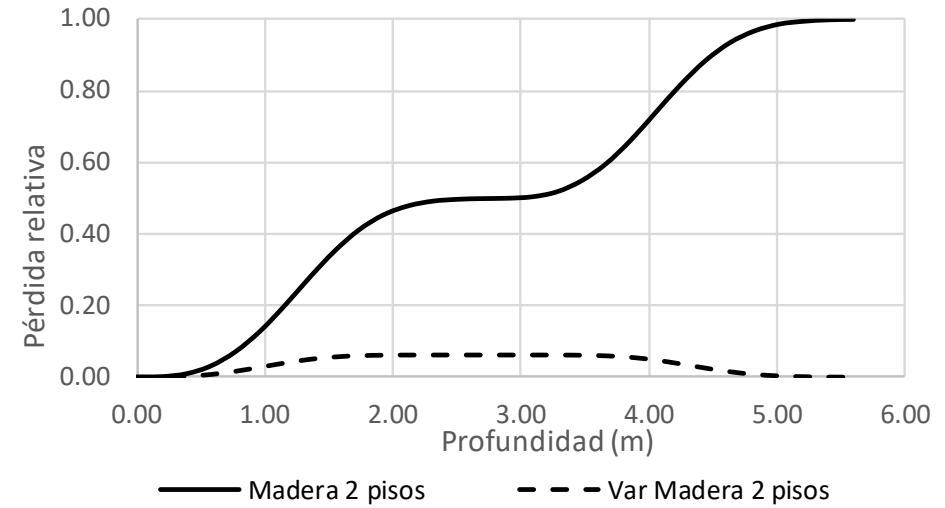
Vulnerabilidad de Edificaciones

Funciones de vulnerabilidad madera ante inundaciones

Madera 1 piso



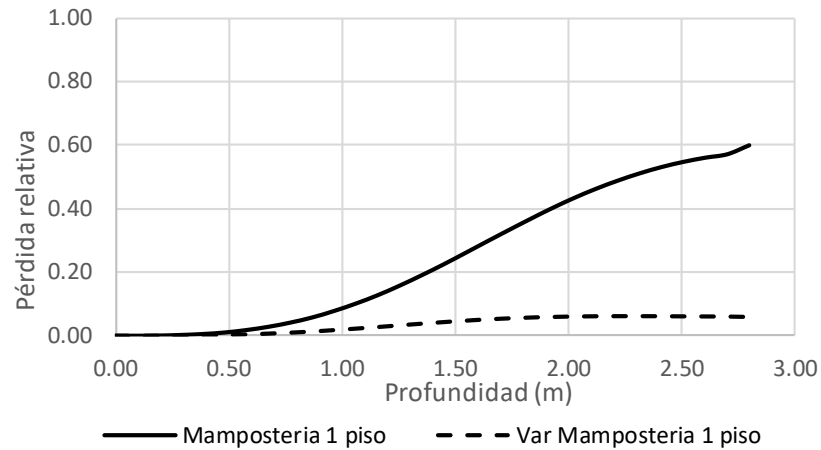
Madera 2 pisos



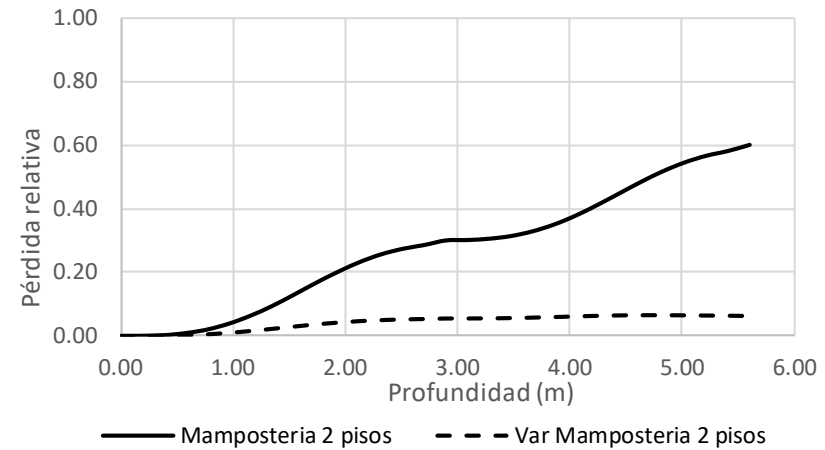
Vulnerabilidad de Edificaciones

Funciones de vulnerabilidad mampostería ante inundaciones

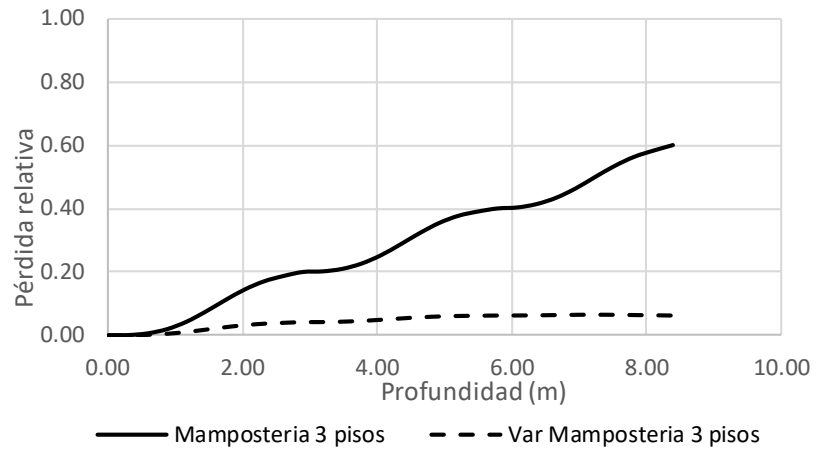
Mampostería 1 piso



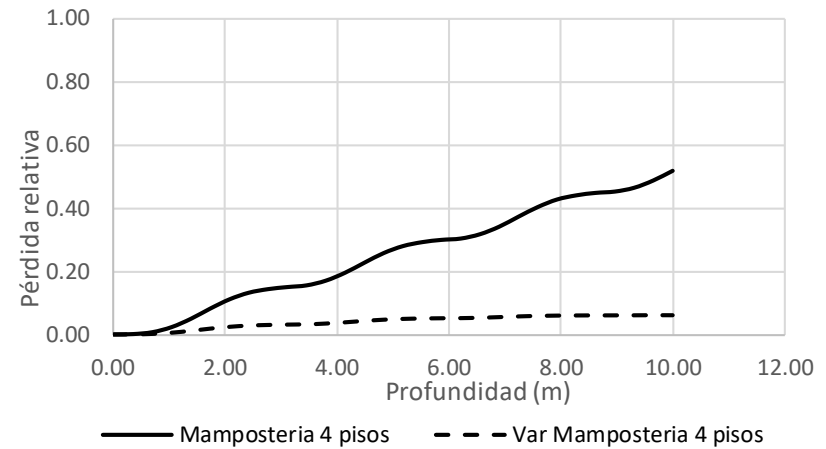
Mampostería 2 pisos



Mampostería 3 pisos

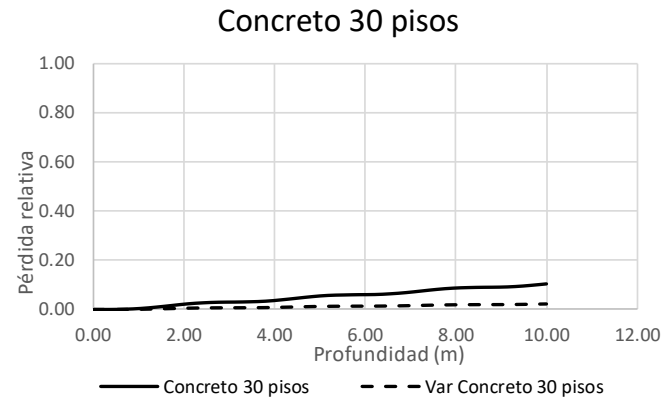
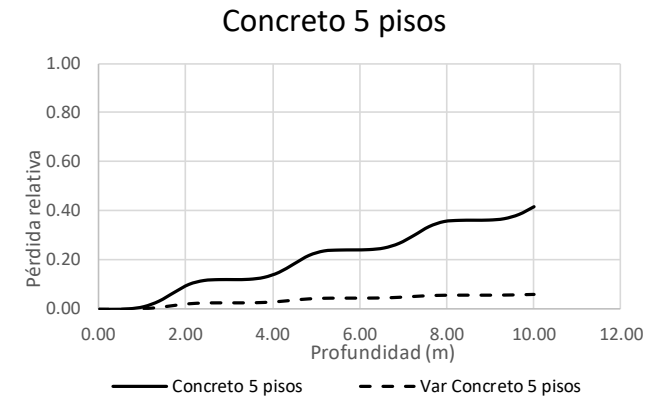
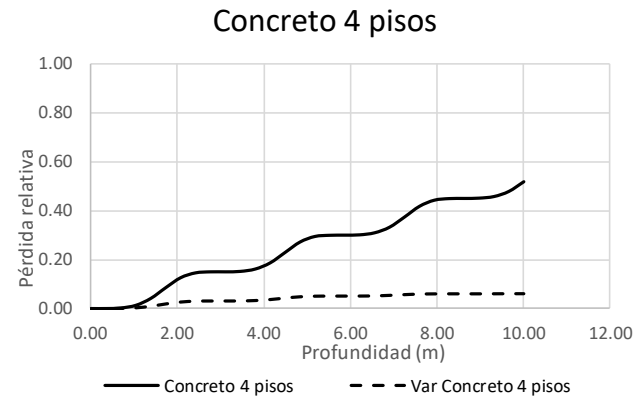
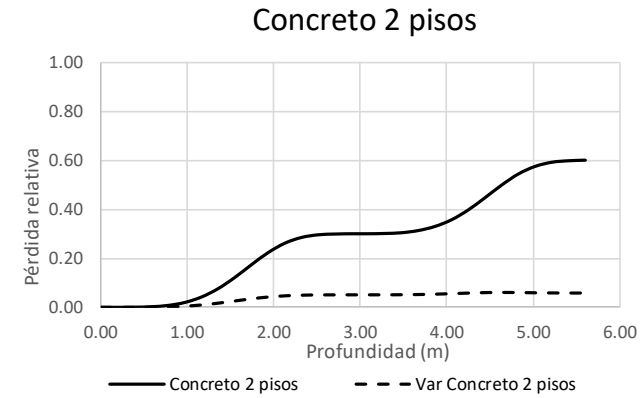
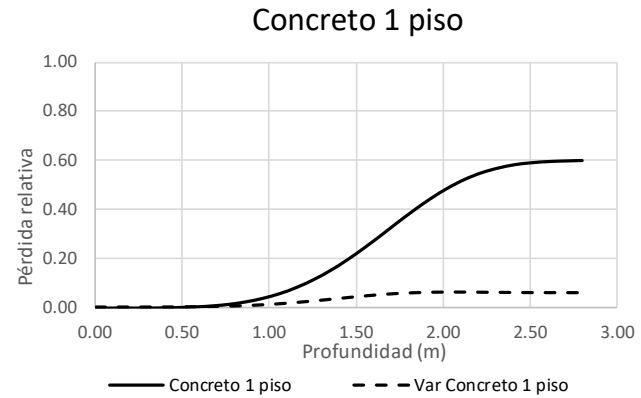


Mampostería 4 pisos

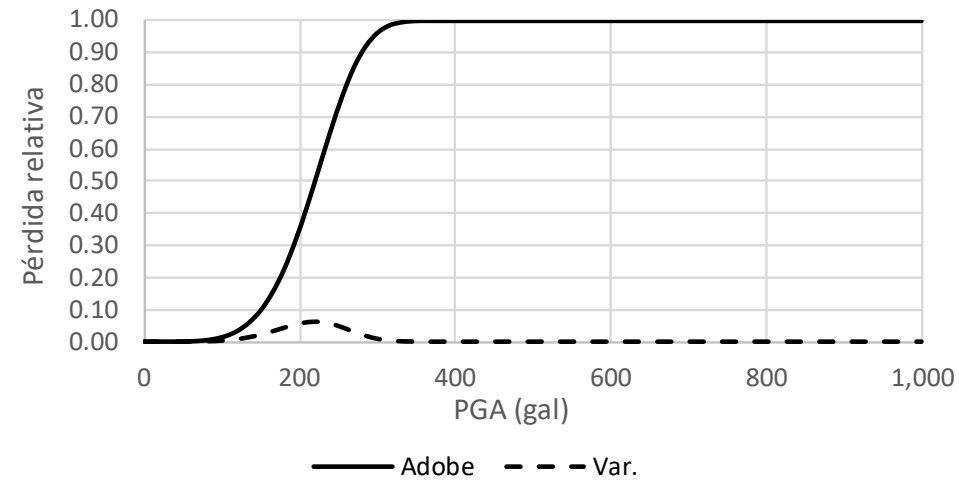


Vulnerabilidad de Edificaciones

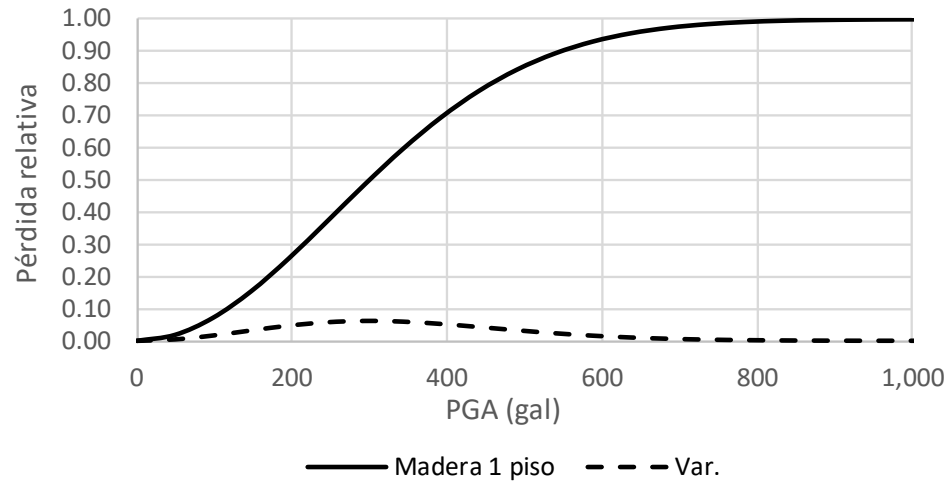
Funciones de vulnerabilidad p[ort]icos de concreto ante inundaciones



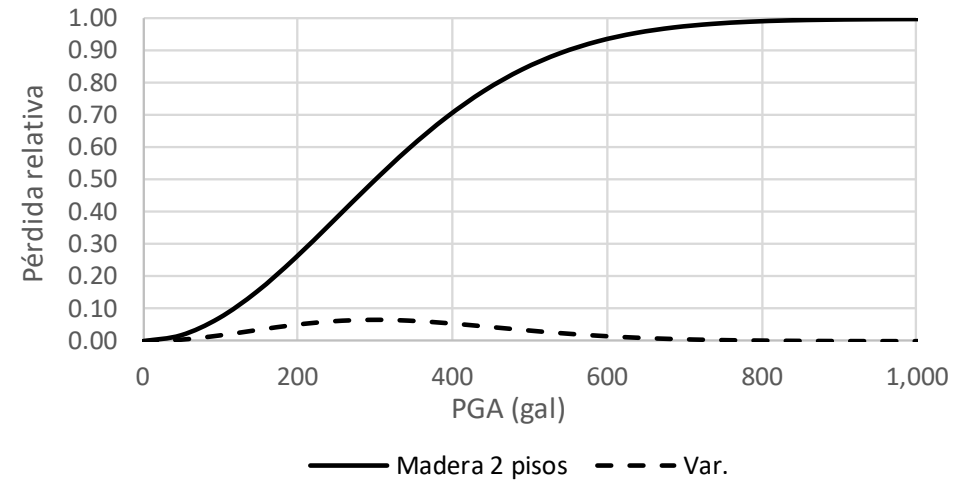
Adobe



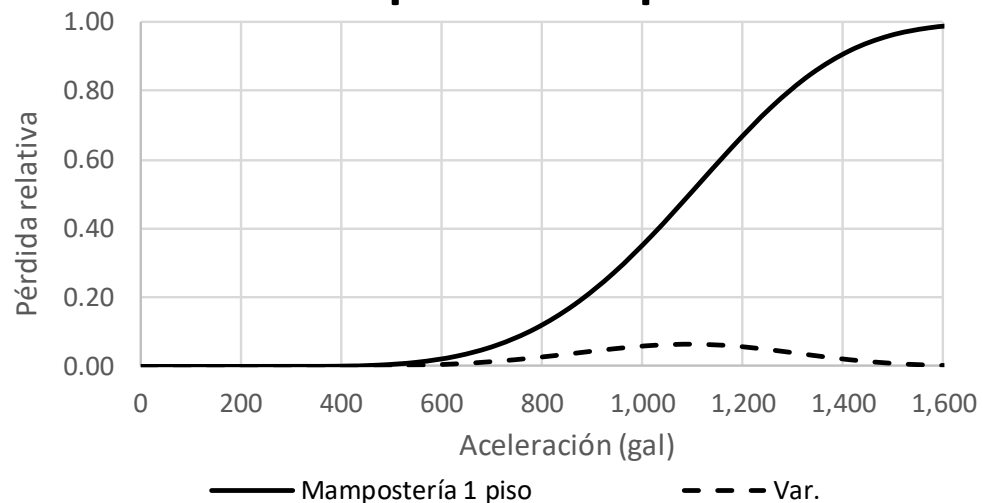
Madera 1 piso



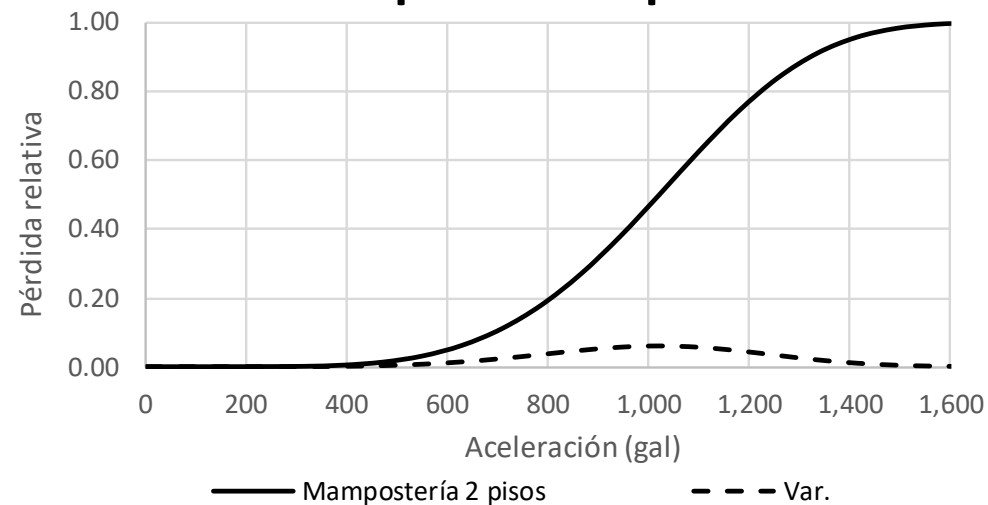
Madera 2 pisos



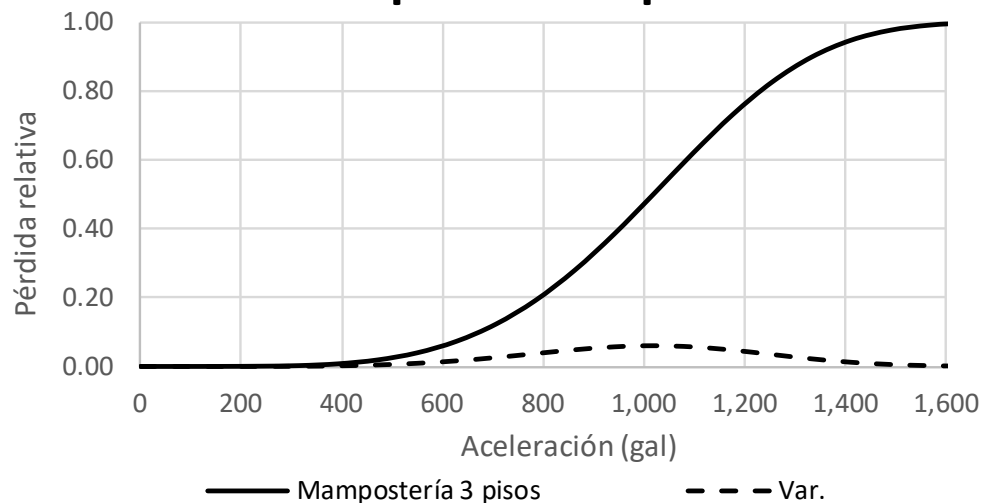
Mampostería 1 piso



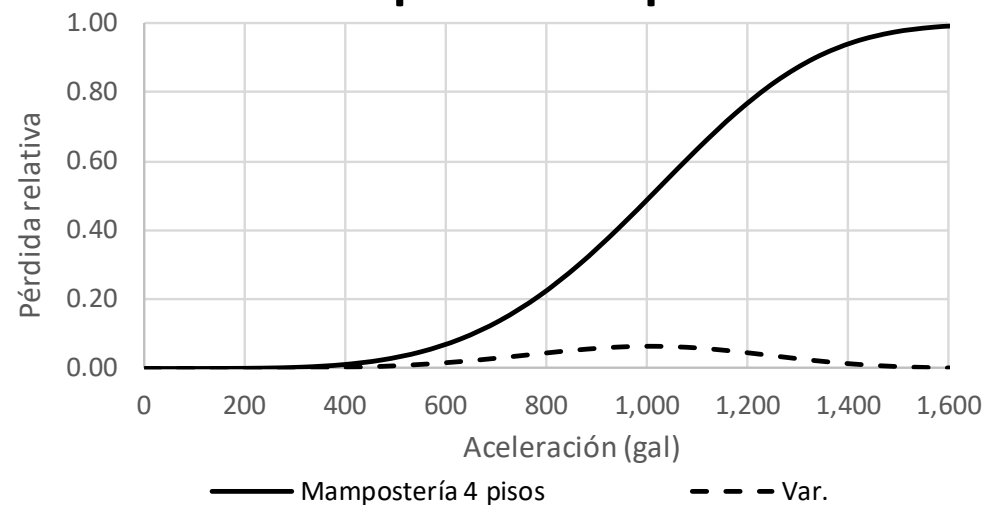
Mampostería 2 pisos



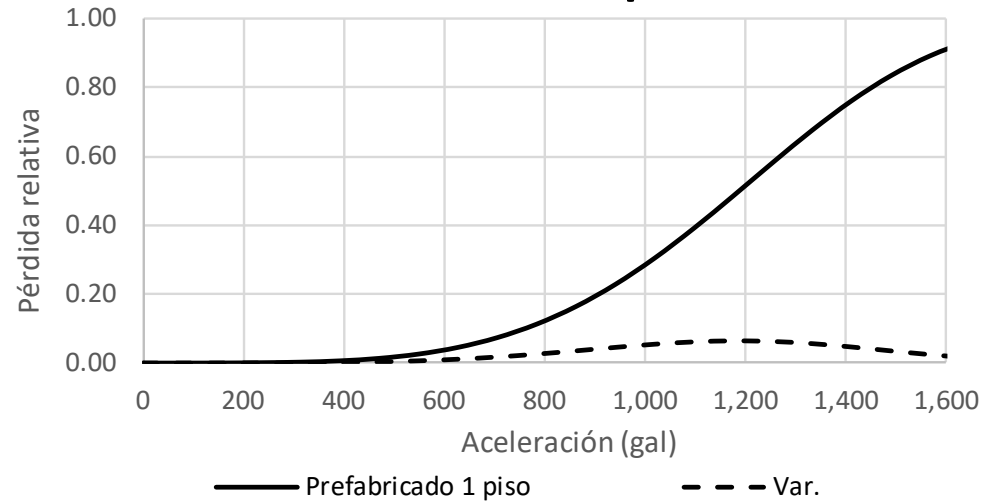
Mampostería 3 pisos



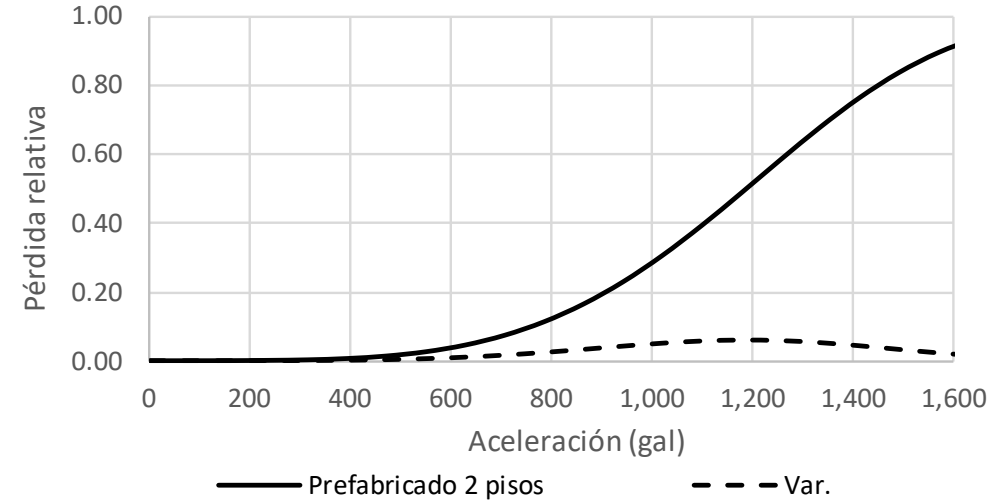
Mampostería 4 pisos



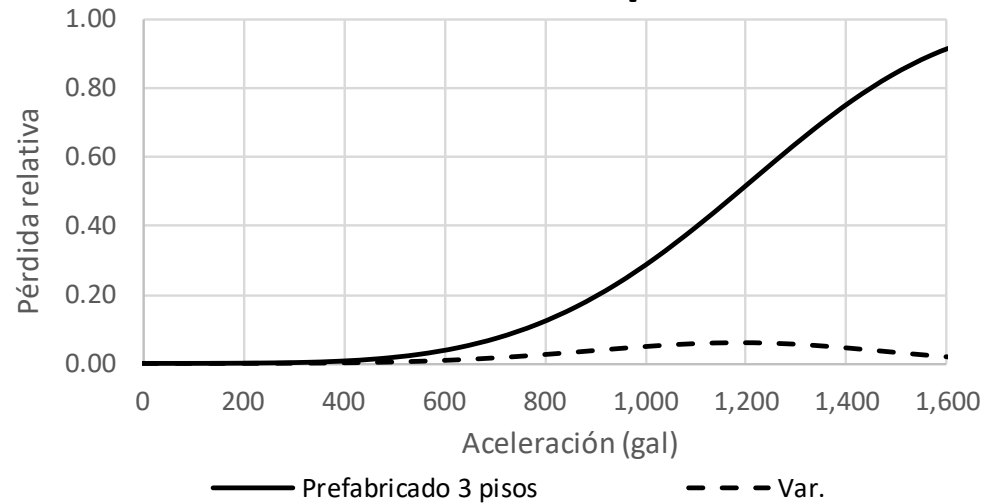
Prefabricado 1 piso



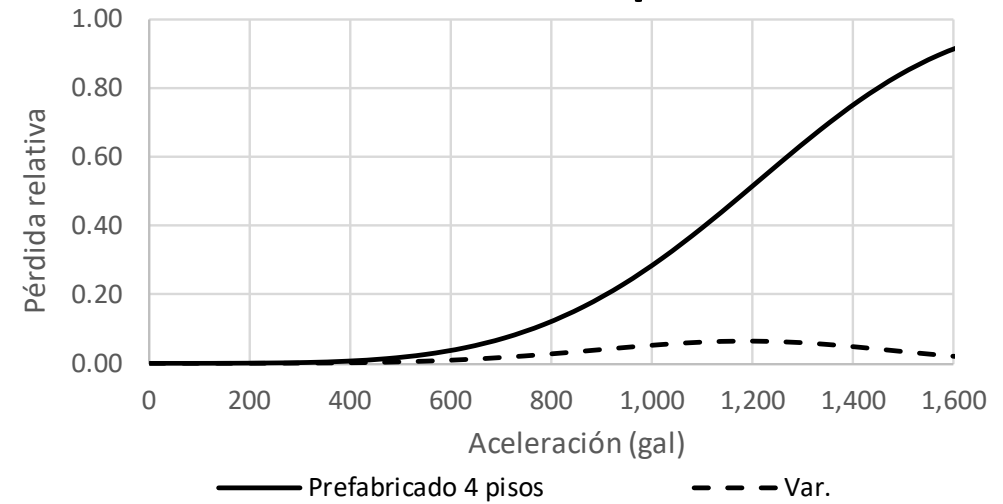
Prefabricado 2 pisos



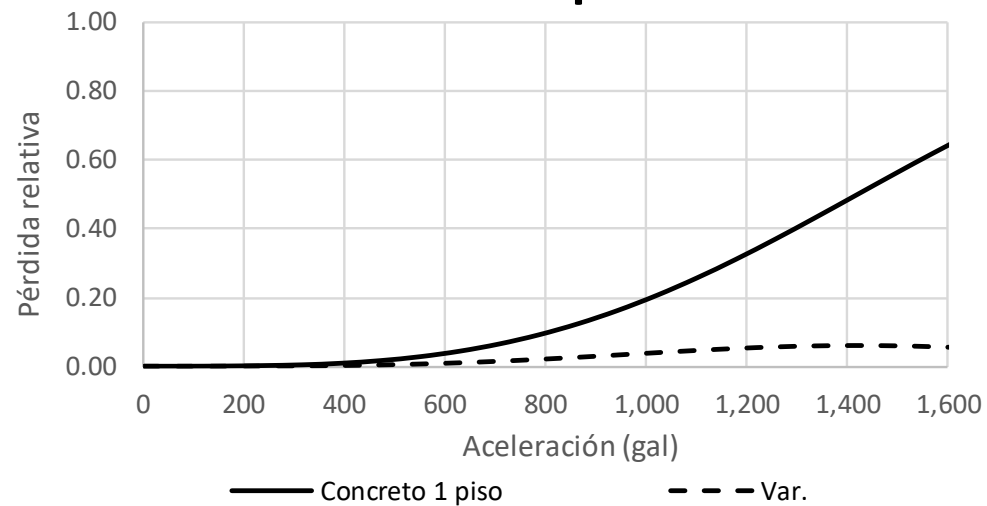
Prefabricado 3 pisos



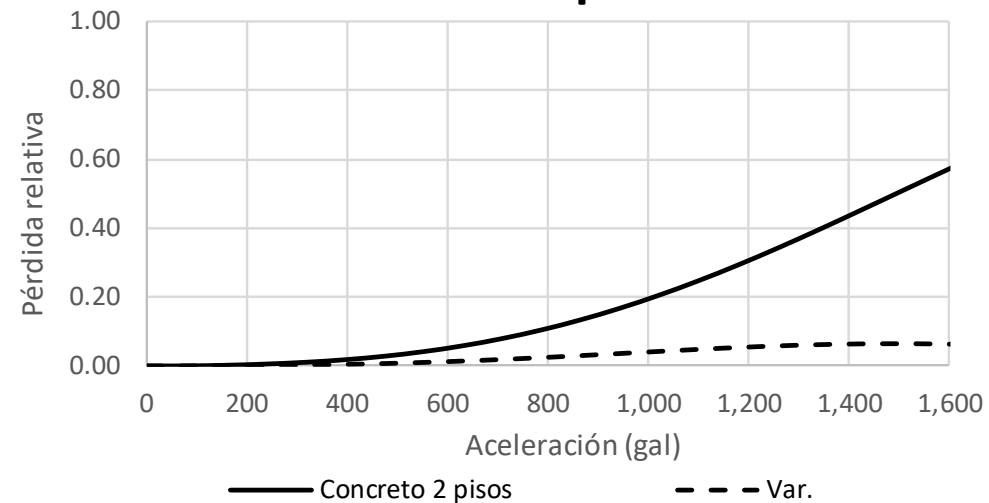
Prefabricado 4 pisos



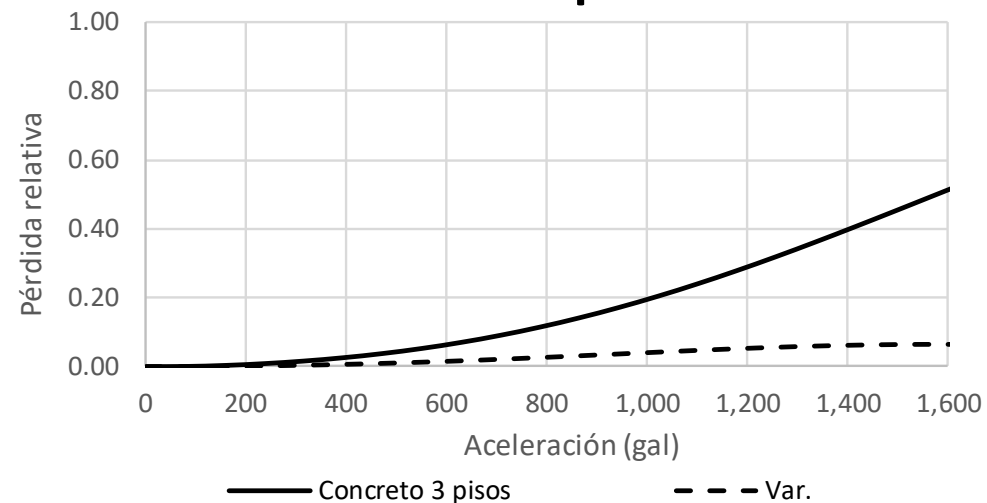
Concreto 1 piso



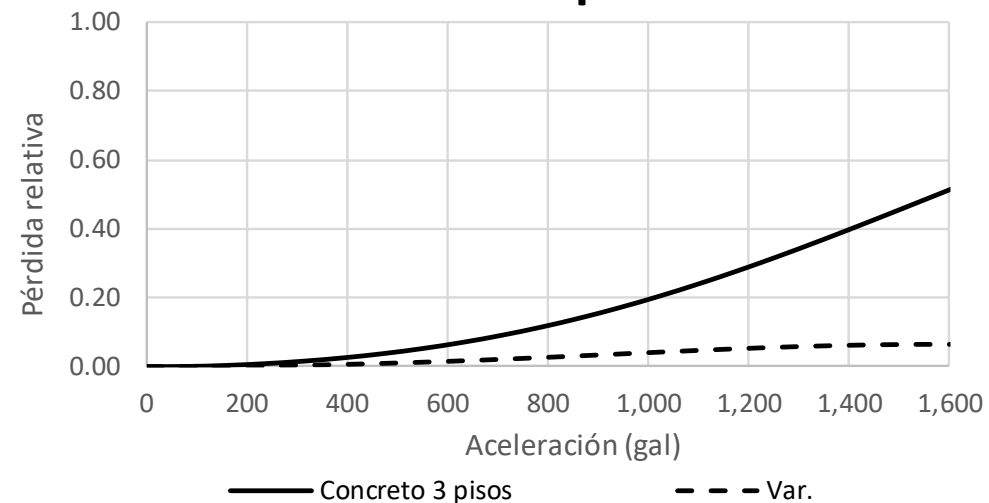
Concreto 2 pisos



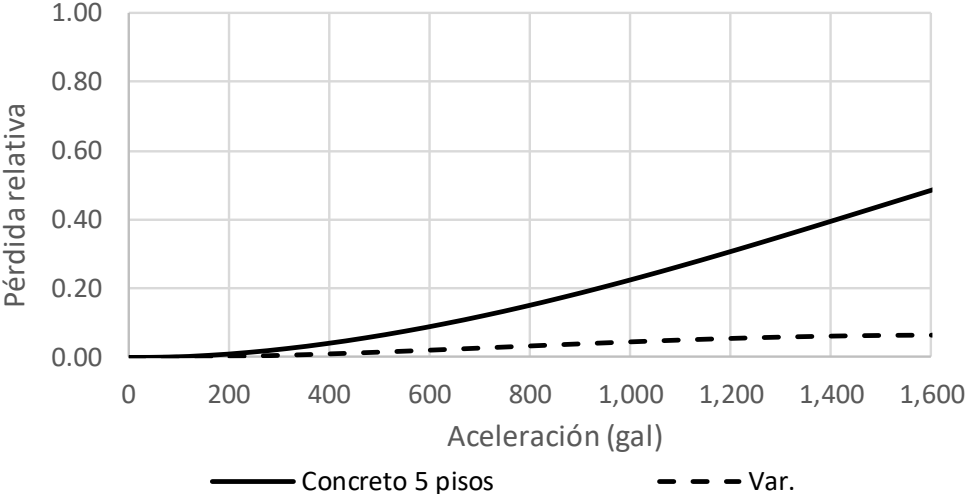
Concreto 3 pisos



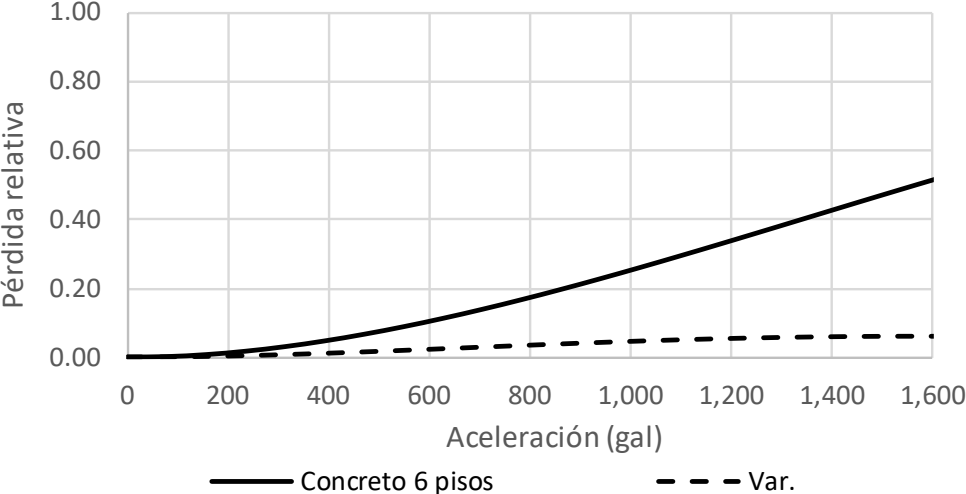
Concreto 4 pisos



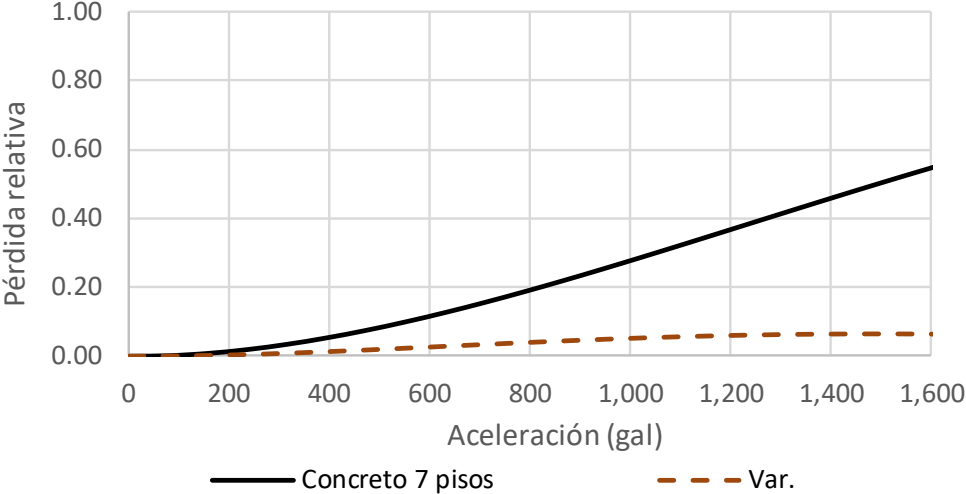
Concreto 5 pisos



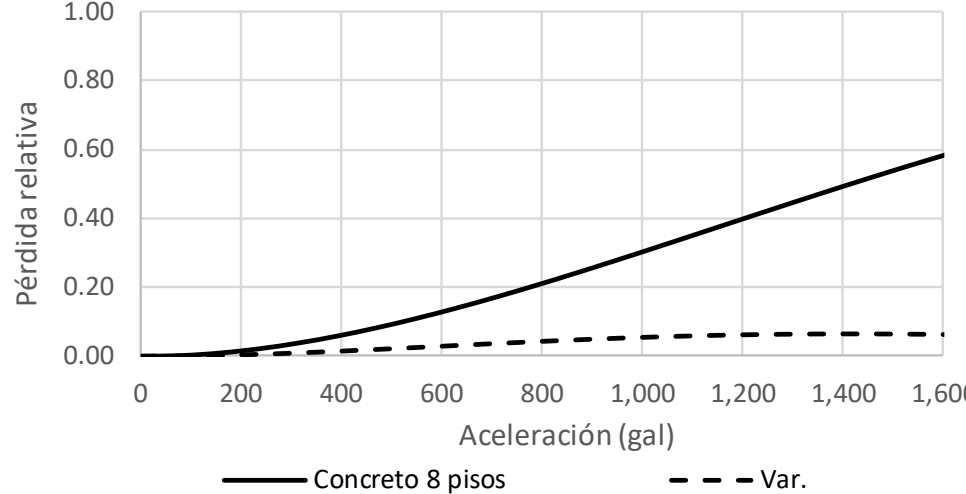
Concreto 6 pisos



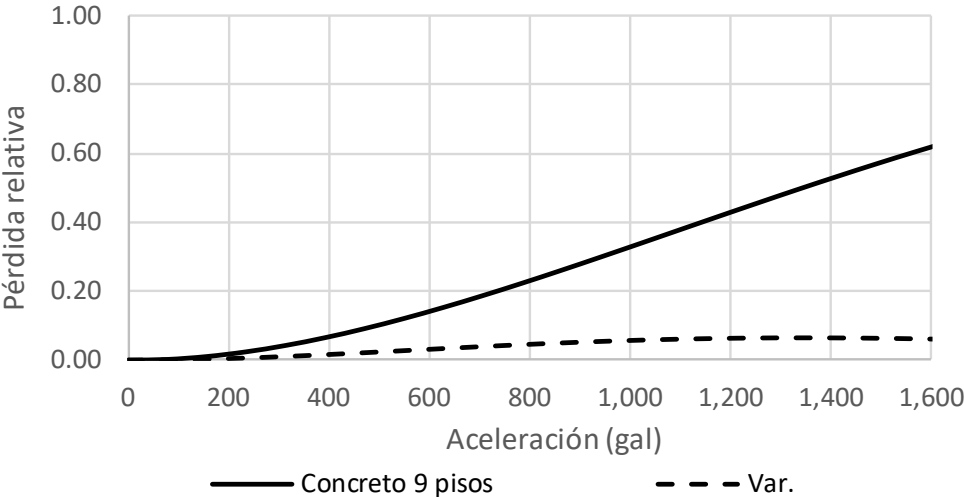
Concreto 7 pisos



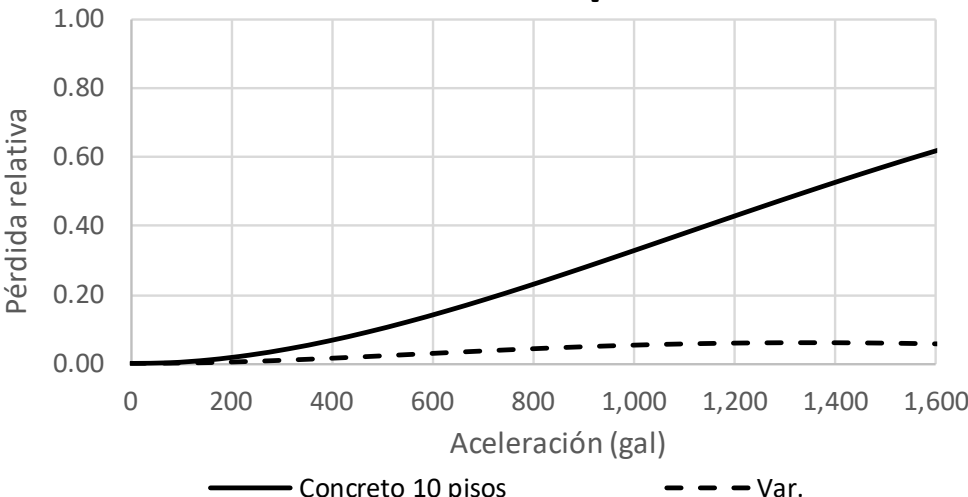
Concreto 8 pisos



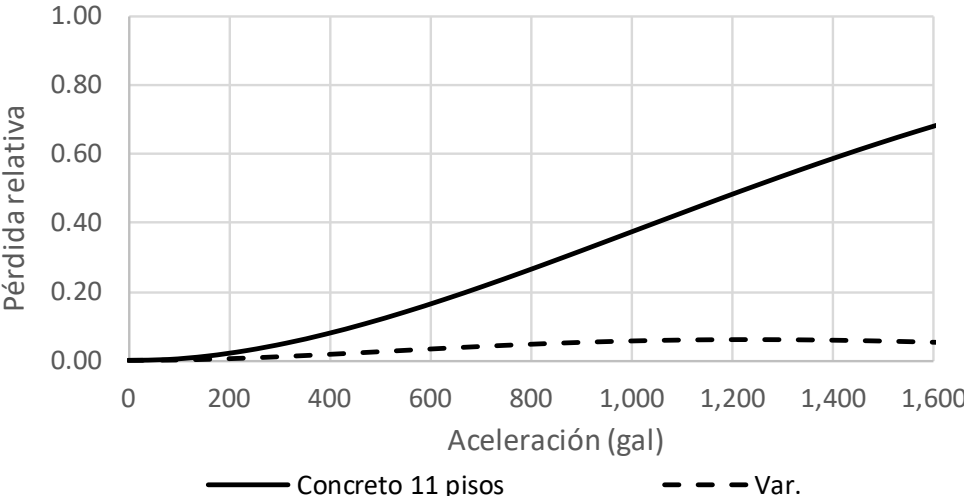
Concreto 9 pisos



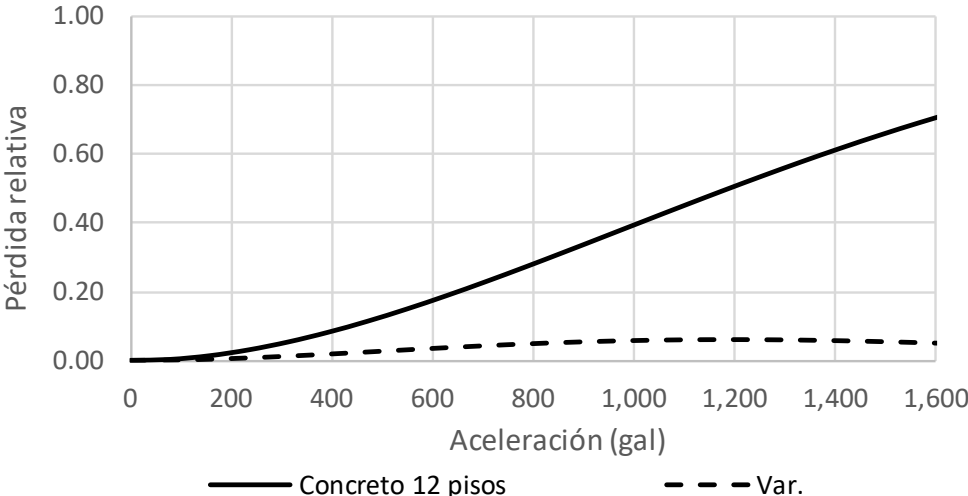
Concreto 10 pisos



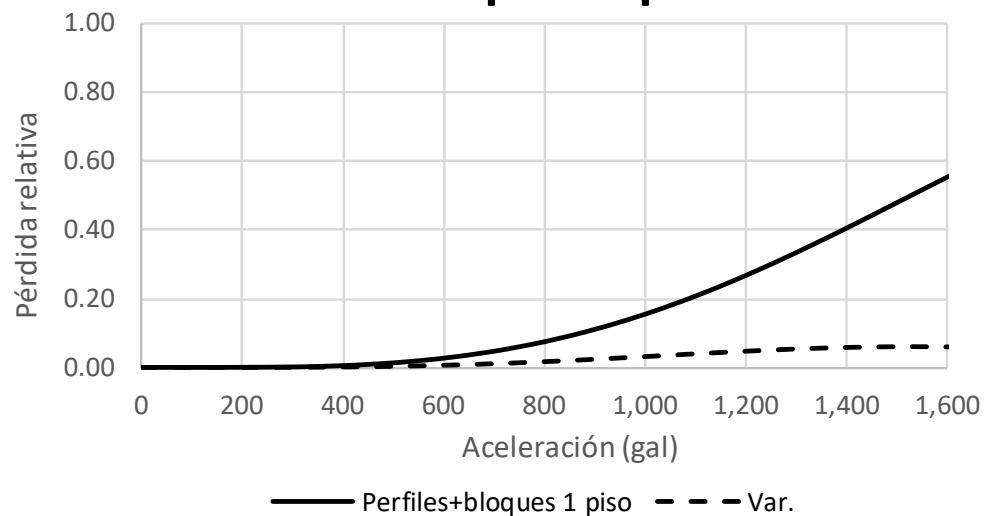
Concreto 11 pisos



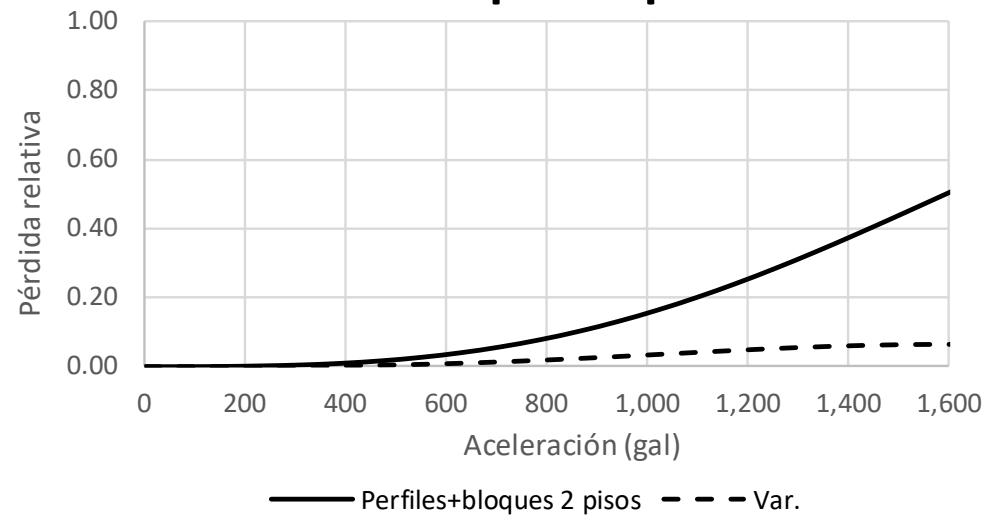
Concreto 12 pisos



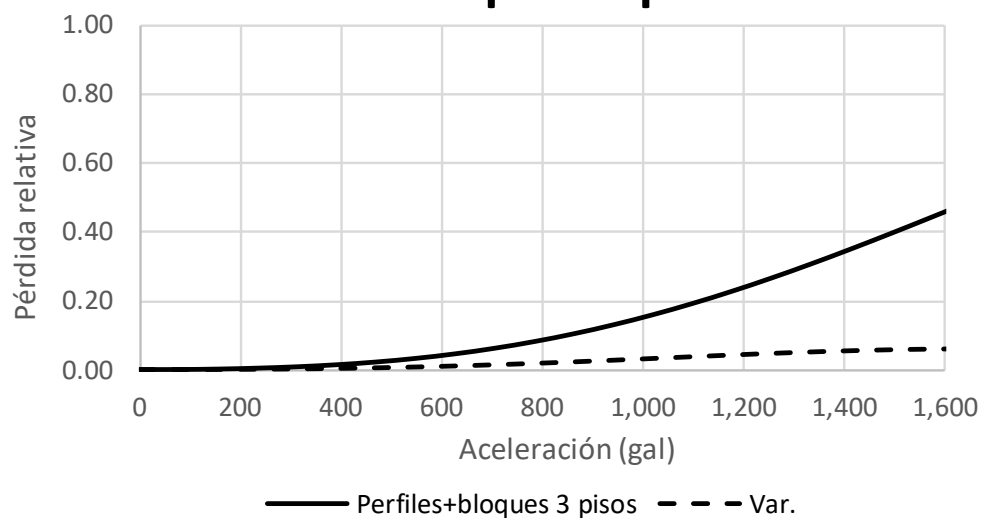
Perfiles+bloques 1 piso



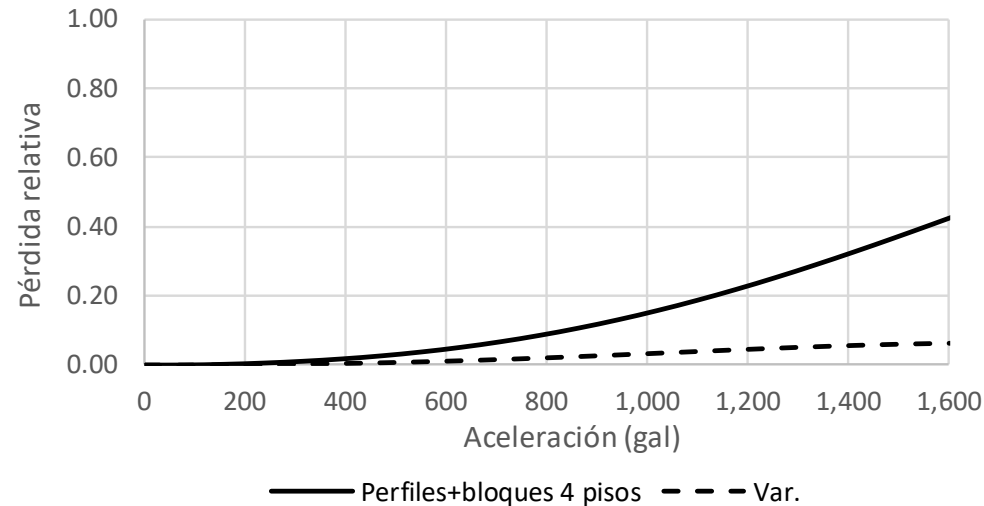
Perfiles+bloques 2 pisos



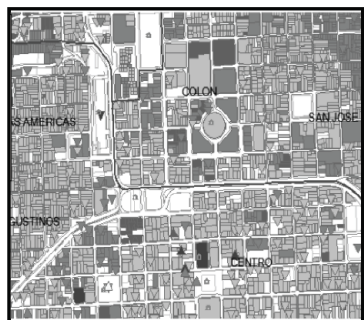
Perfiles+bloques 3 pisos



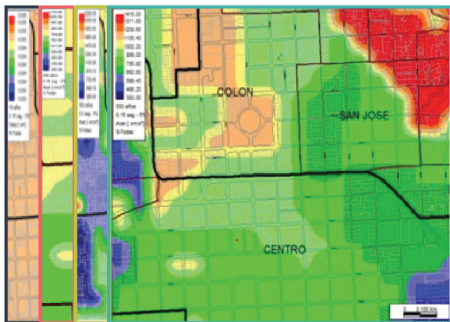
Perfiles+bloques 4 pisos



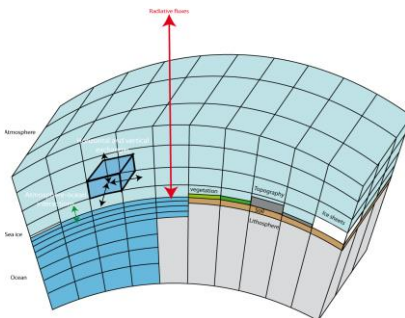
EXPOSICIÓN



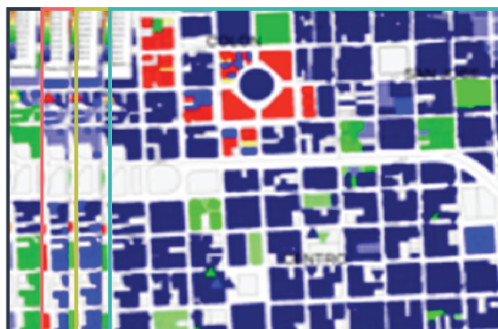
AMENAZA



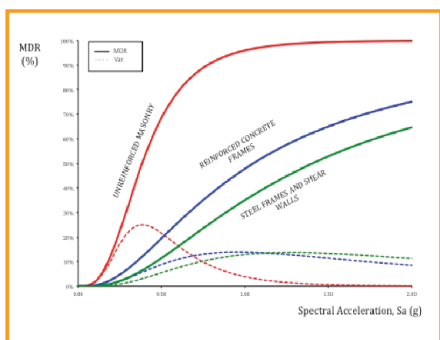
CAMBIO CLIMÁTICO



RIESGO

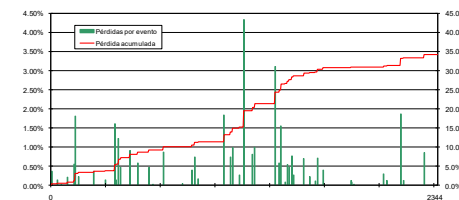


VULNERABILIDAD

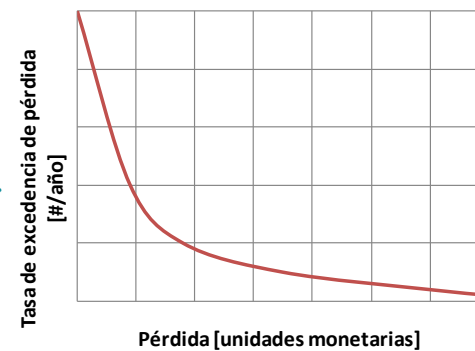


MÉTRICAS DE RIESGO

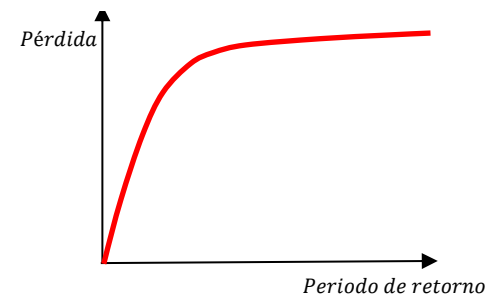
Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



Curva de PML



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

Intervención física

Protección financiera

Respuesta

...



www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com



GRMA – Costa Rica

**Proyecto Operacional 3: Evaluación de
exposición y riesgos de pequeños y medianos
hoteles y hostales para Fu-turismo**

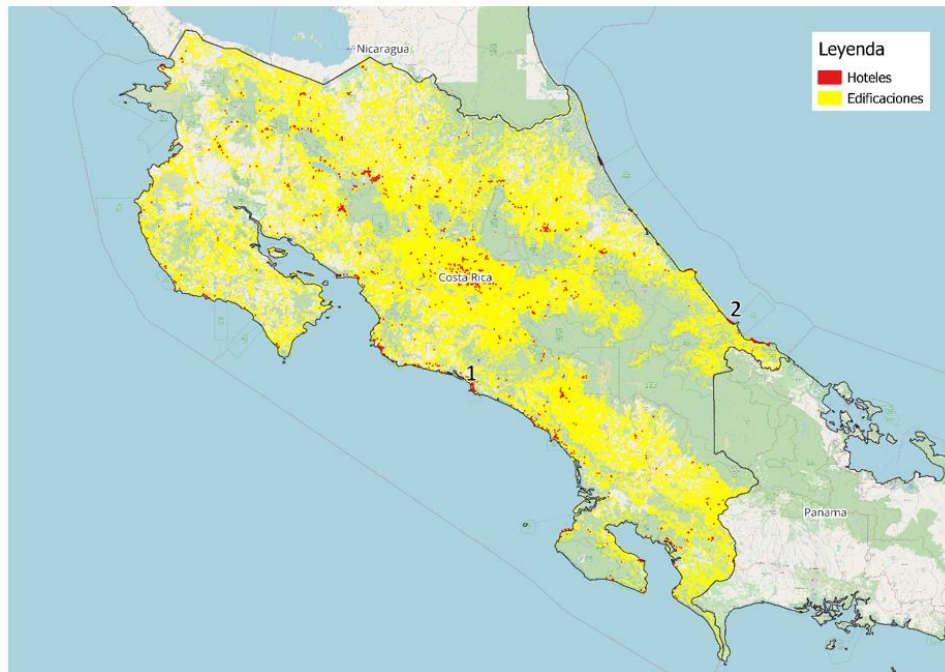
Reunión del Grupo Técnico de Trabajo

Alcance de la modelación

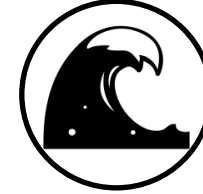
Edificaciones hoteleras

Índice de riesgo sector turismo

Riesgo implícito



Terremoto



Inund. costera /
Tsunami



Inund. costera /
Ciclón

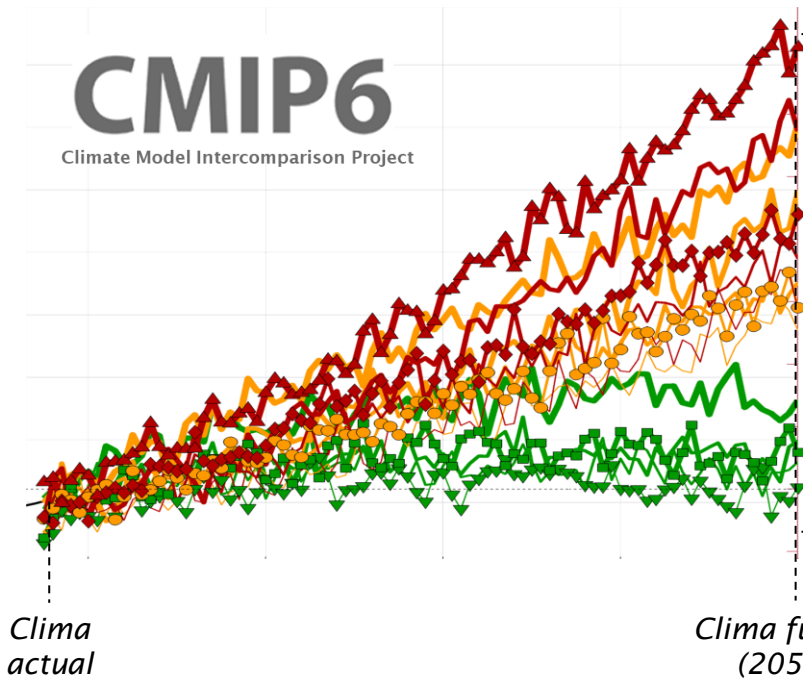


Inundaciones
fluviales

Cambio climático



Edificaciones



Múltiples
escenarios de
emisiones GEI
(SSP)

Proyecto Operacional 3 - Fu-Turismo

Proyecto Operacional 3
Fu-Turismo

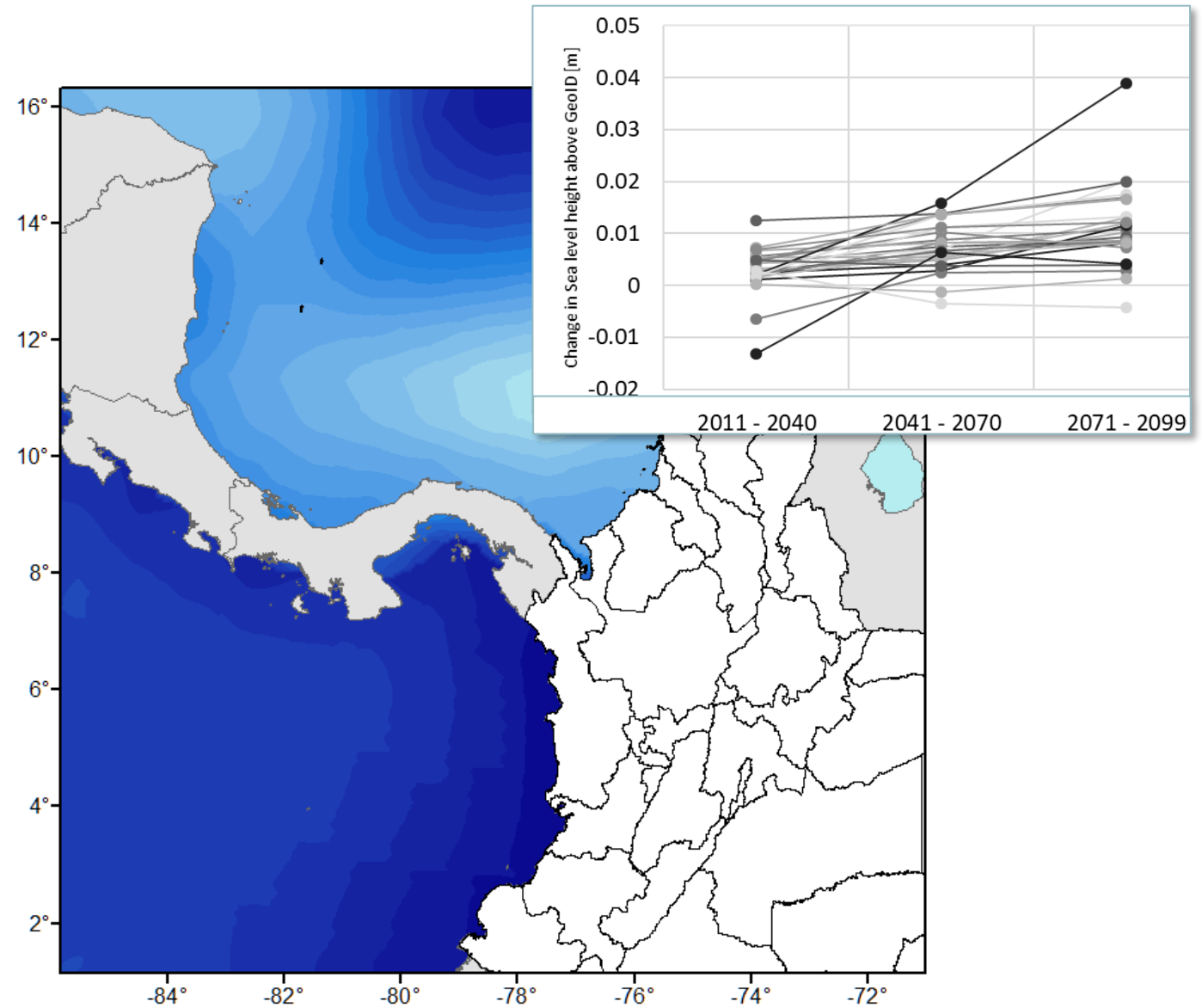


Evaluación multi-amenaza del riesgo para pequeñas y medianas empresas del sector turismo (hoteles y hostales)

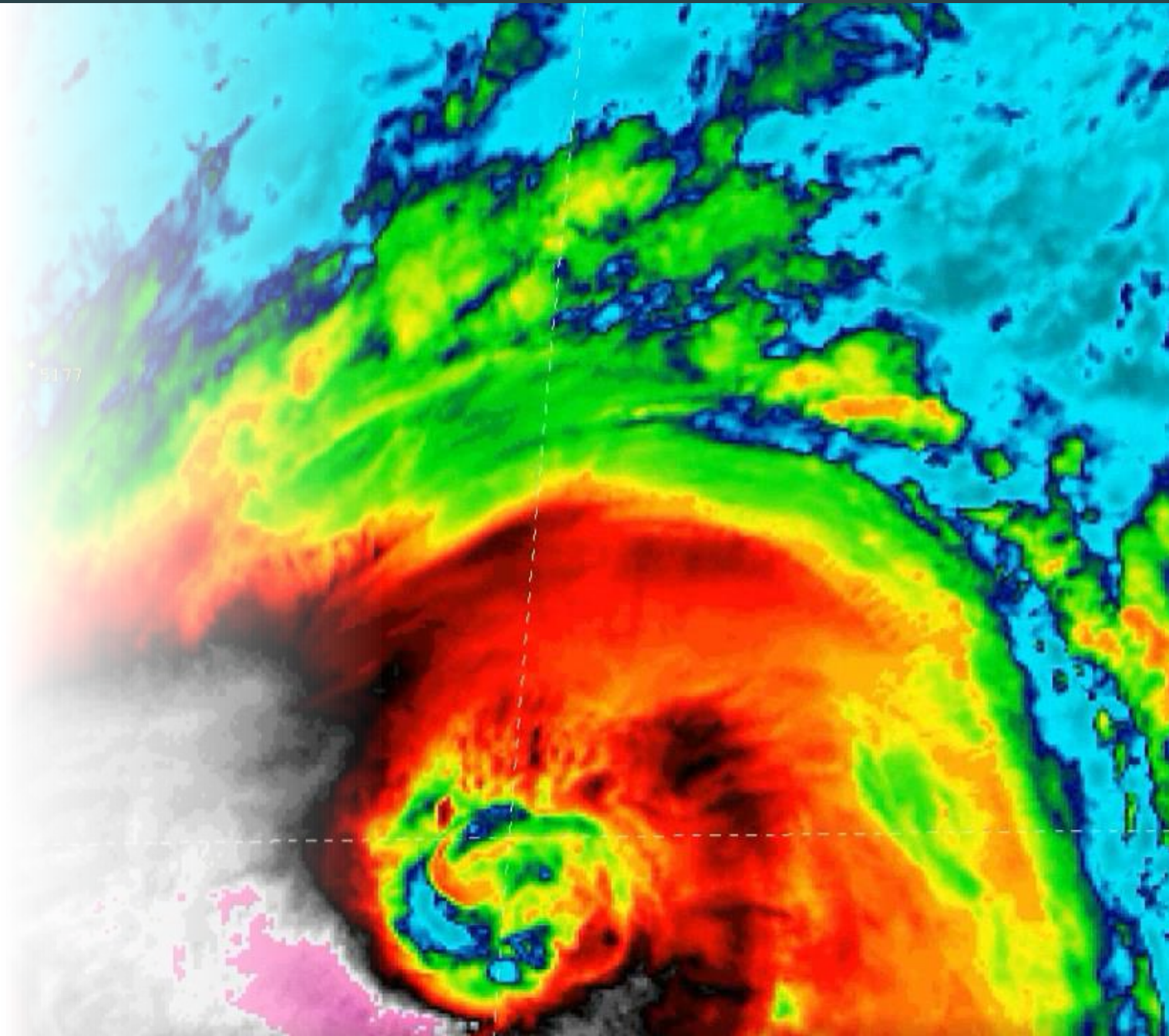
Tarea	15 Ene 25		Mes													15 Abr 26	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Proyecto Operacional 3: Evaluación de exposición y riesgo de pequeños y medianos hoteles y hostales del programa Futurismo.																	
Modelo de clima																	
Modelo nacional inundación																	
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

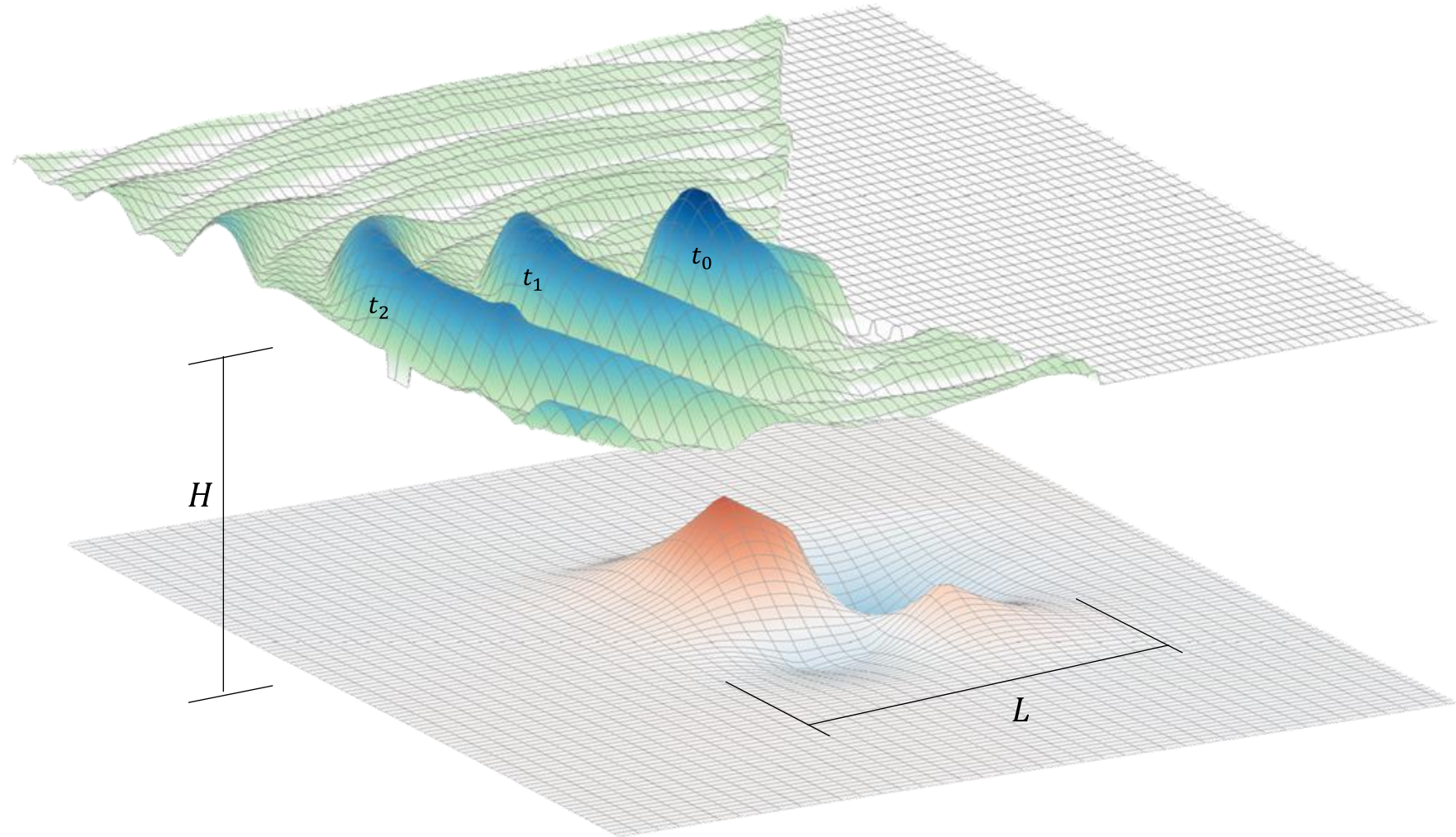


1. Elevación nivel del mar
- 2. Modelo ciclones**



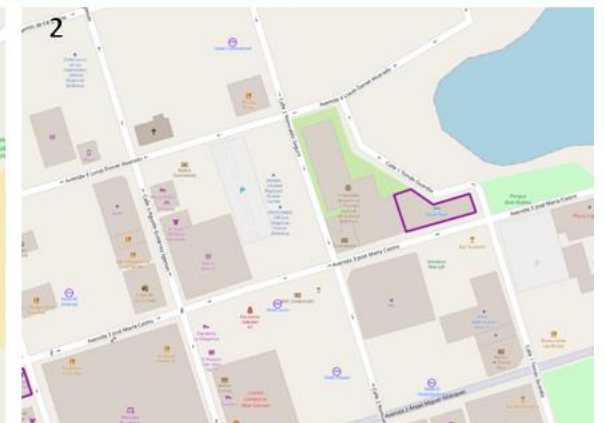
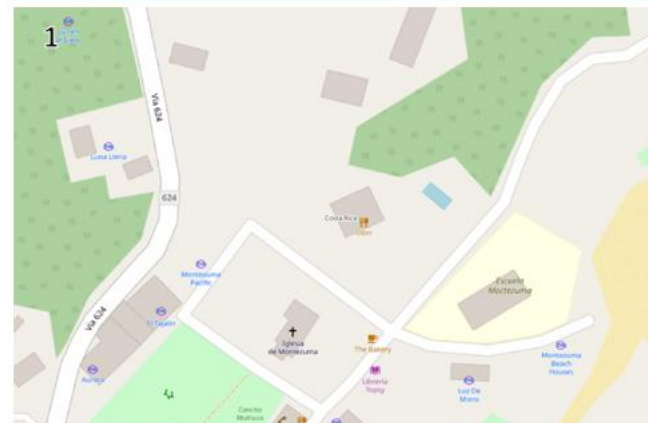
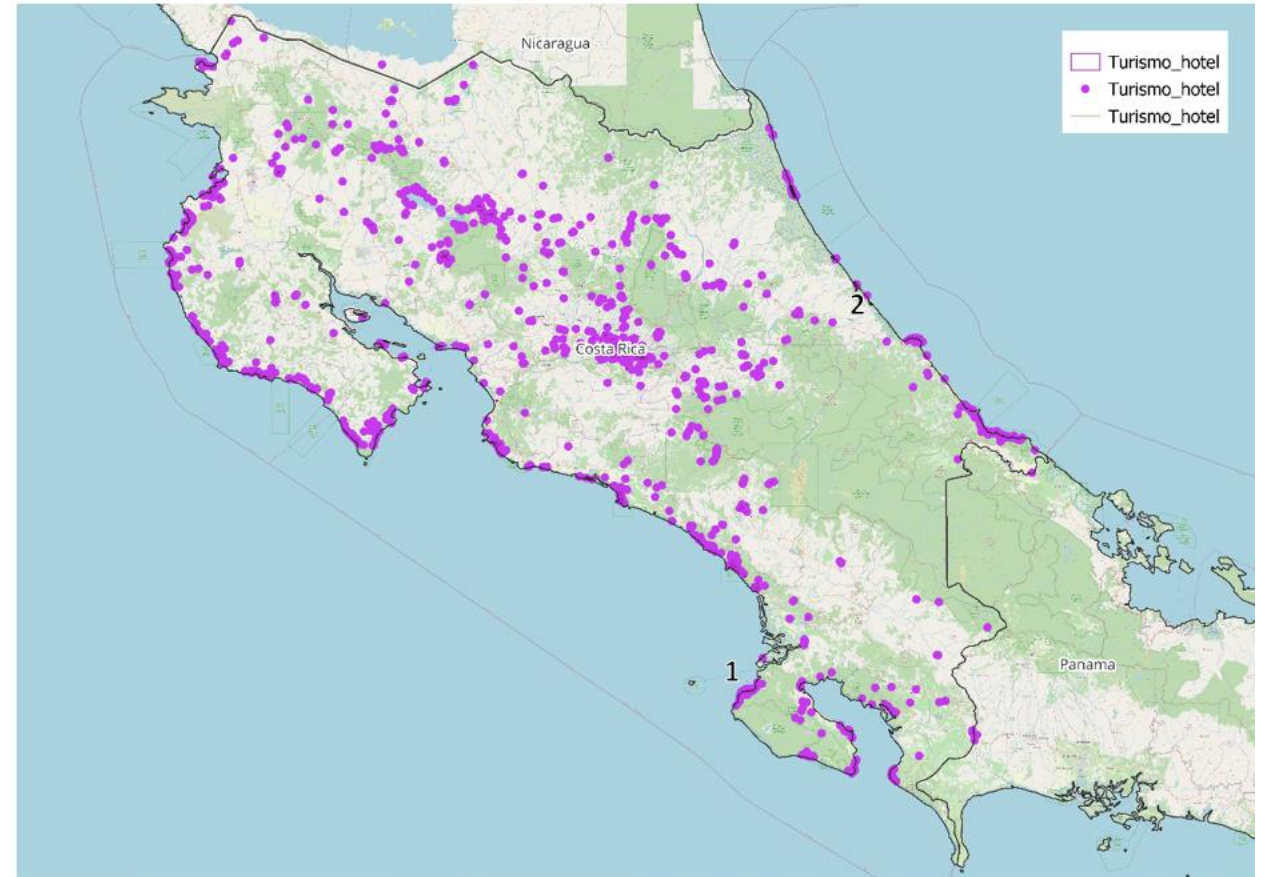
Actividades

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



Actividades

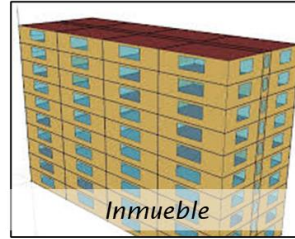
1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
- 4. Exposición de hoteles**



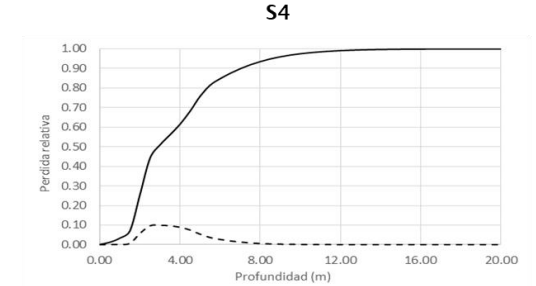
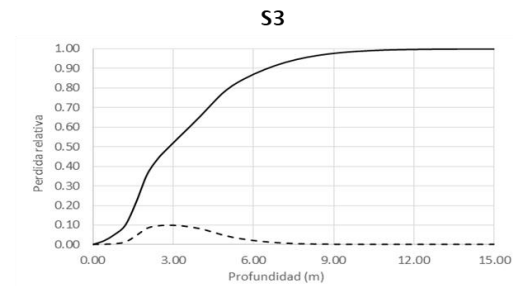
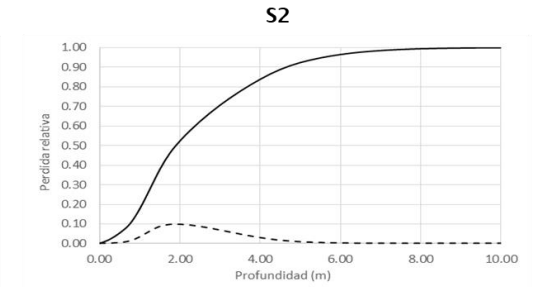
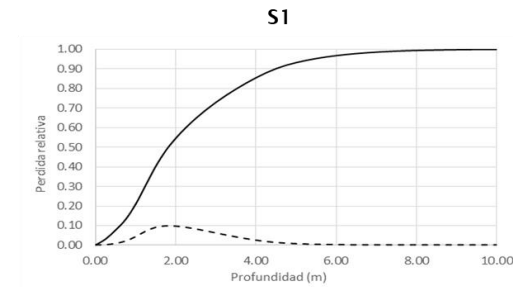
Actividades

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

Rubros

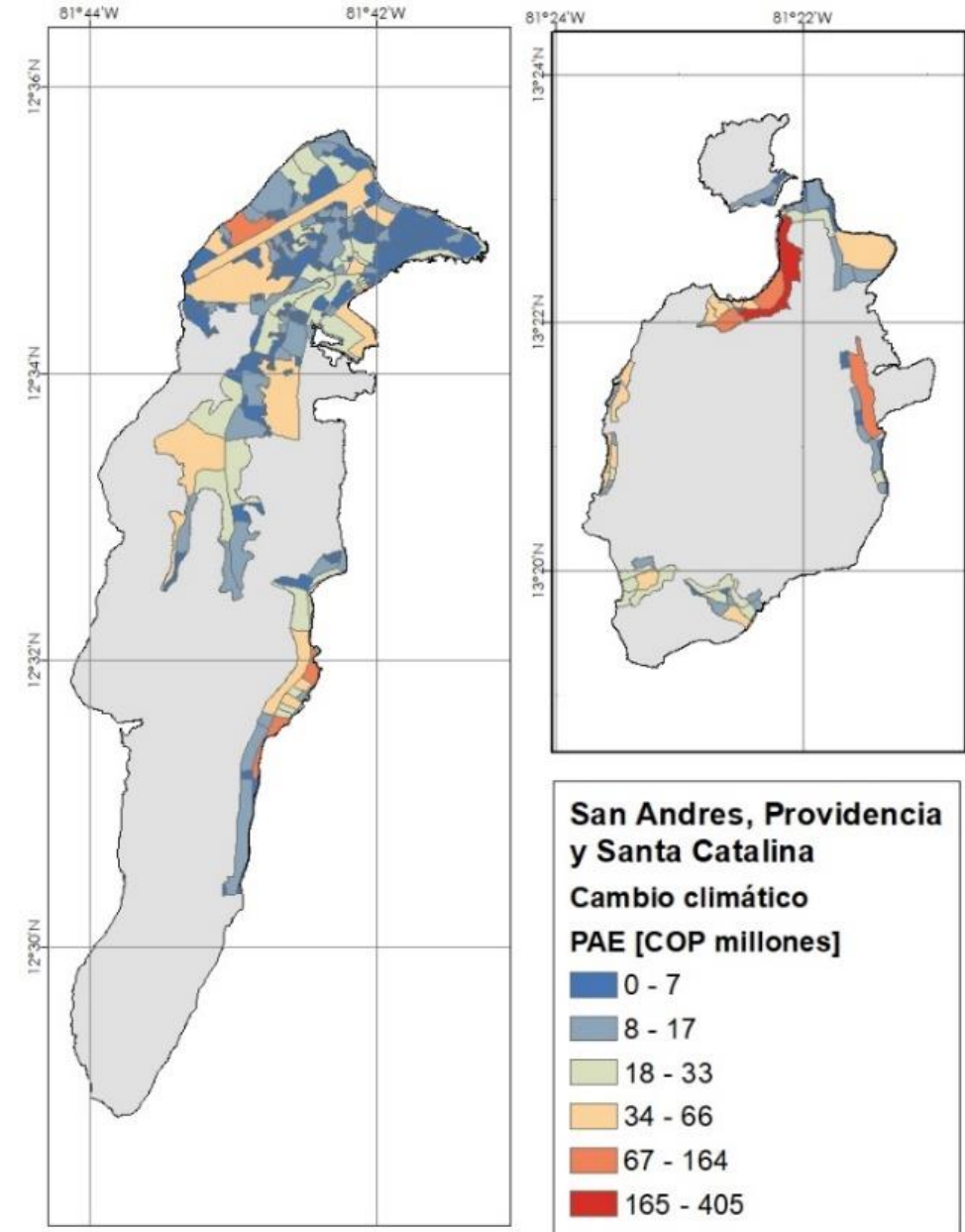


Diferentes sistemas estructurales



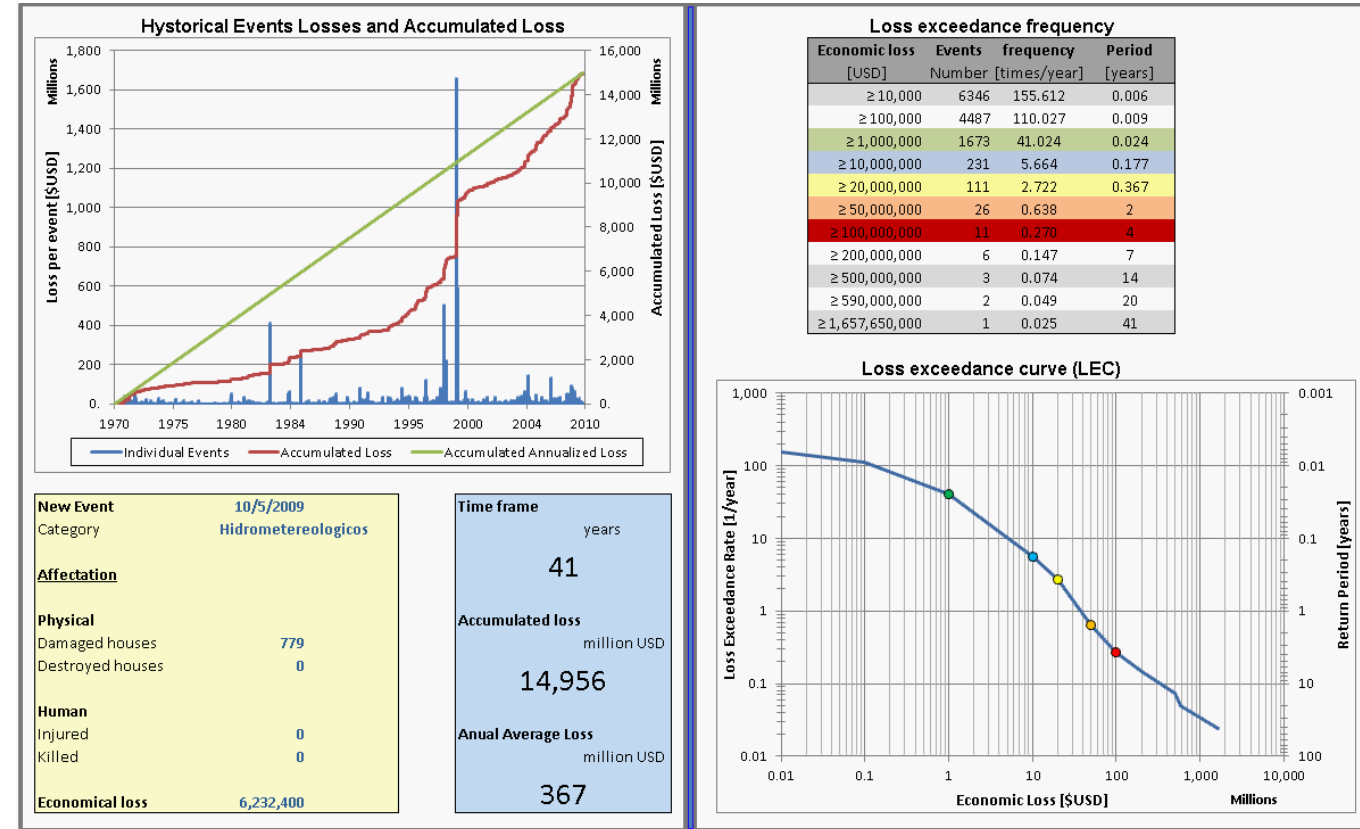
Actividades

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



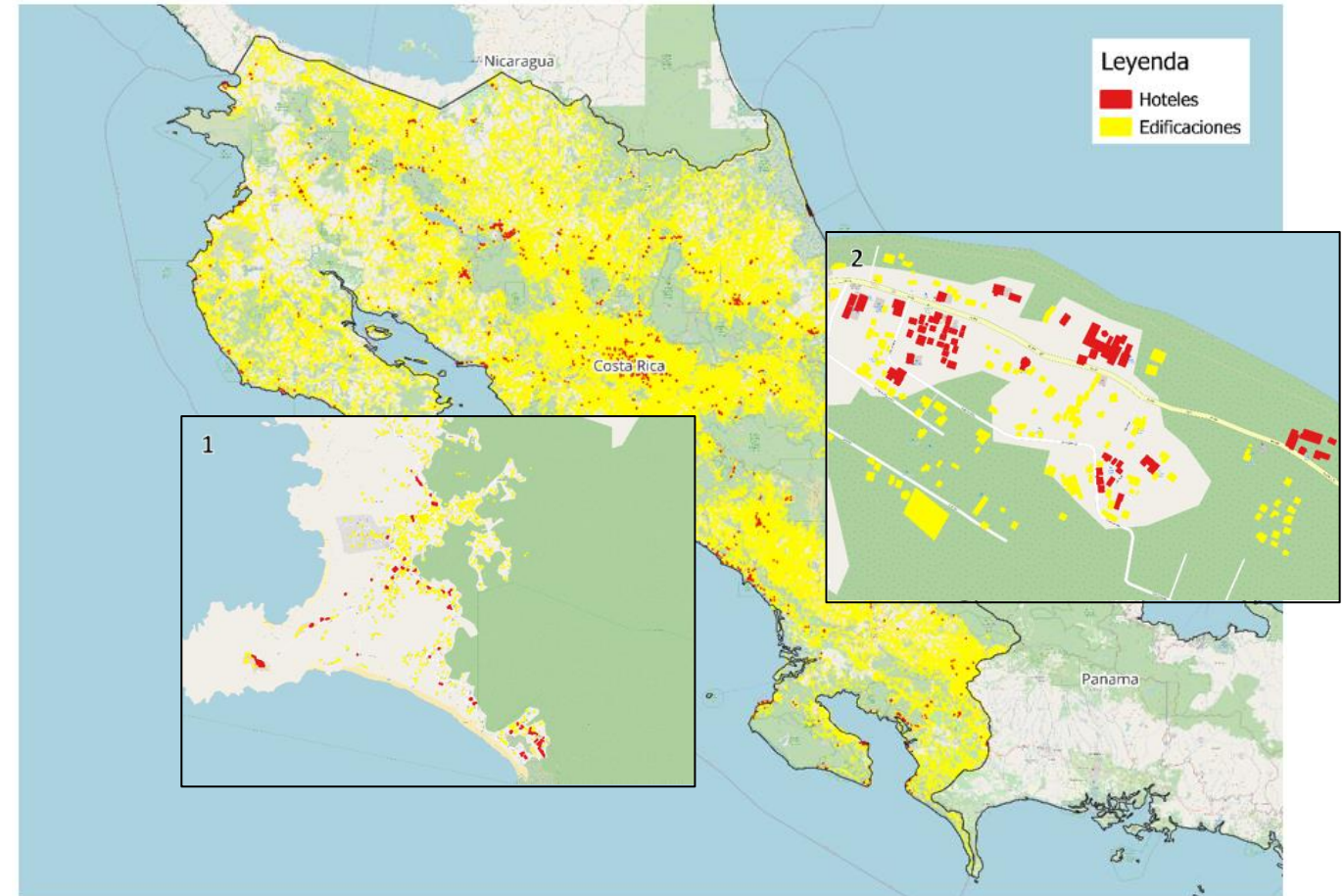
Actividades

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**



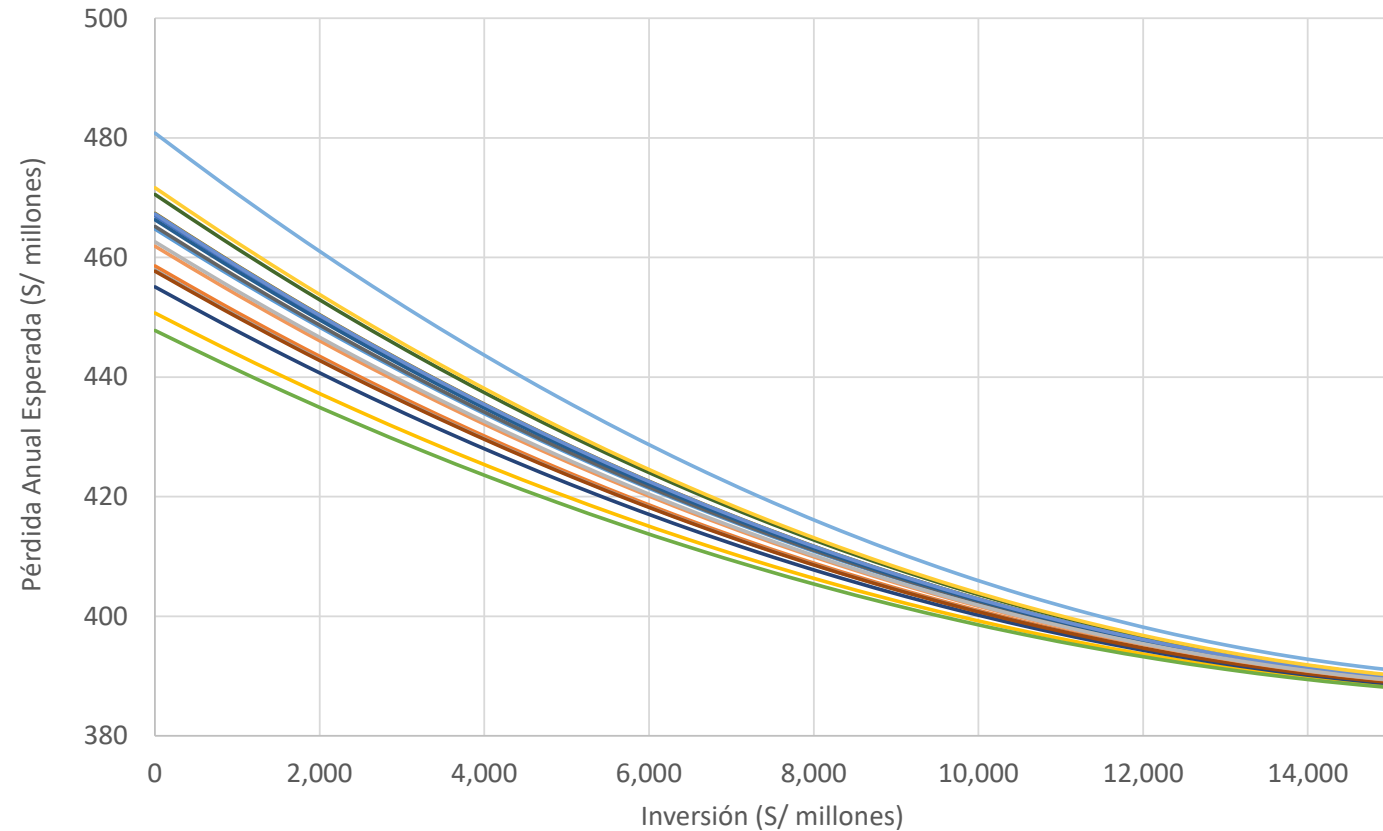
Actividades

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. **Indicadores de riesgo**

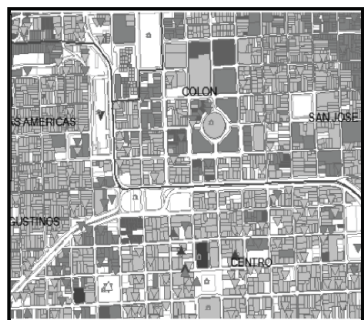


Actividades

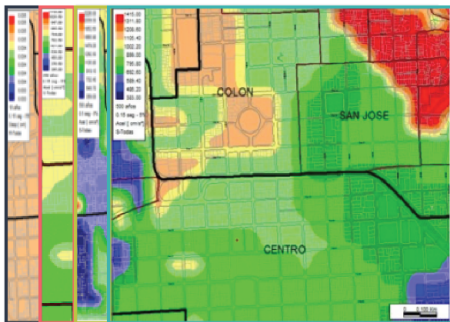
1. Elevación nivel del mar
2. Modelo ciclones
3. Modelo tsunami
4. Exposición de hoteles
5. Vulnerabilidad de hoteles
6. Evaluación del riesgo
7. Calibración del resultado
8. Indicadores de riesgo
9. **Curva de inversión**



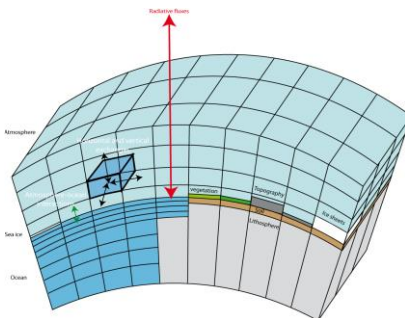
EXPOSICIÓN



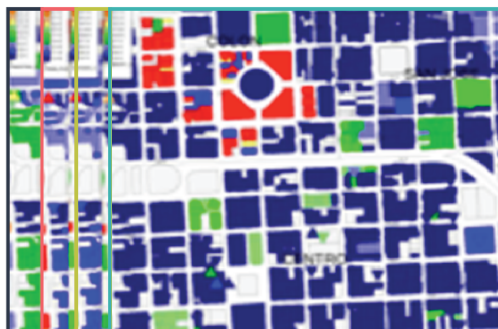
AMENAZA



CAMBIO CLIMÁTICO

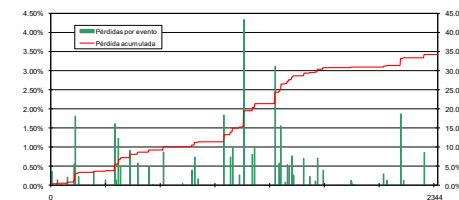


RIESGO

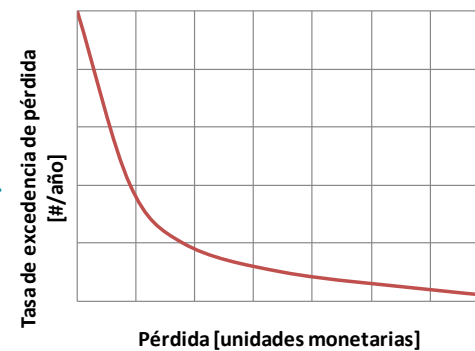


MÉTRICAS DE RIESGO

Pérdida Anual Esperada



Curva de Excedencia de Pérdidas



GESTIÓN DEL RIESGO
Y ADAPTACIÓN AL
CAMBIO CLIMÁTICO

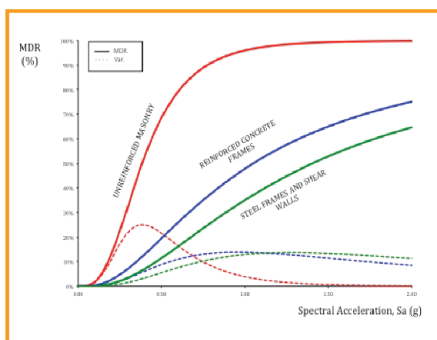
Intervención física

Protección financiera

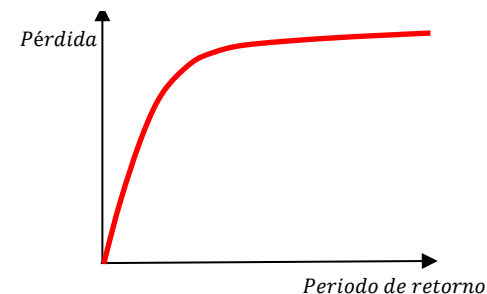
Respuesta

...

VULNERABILIDAD

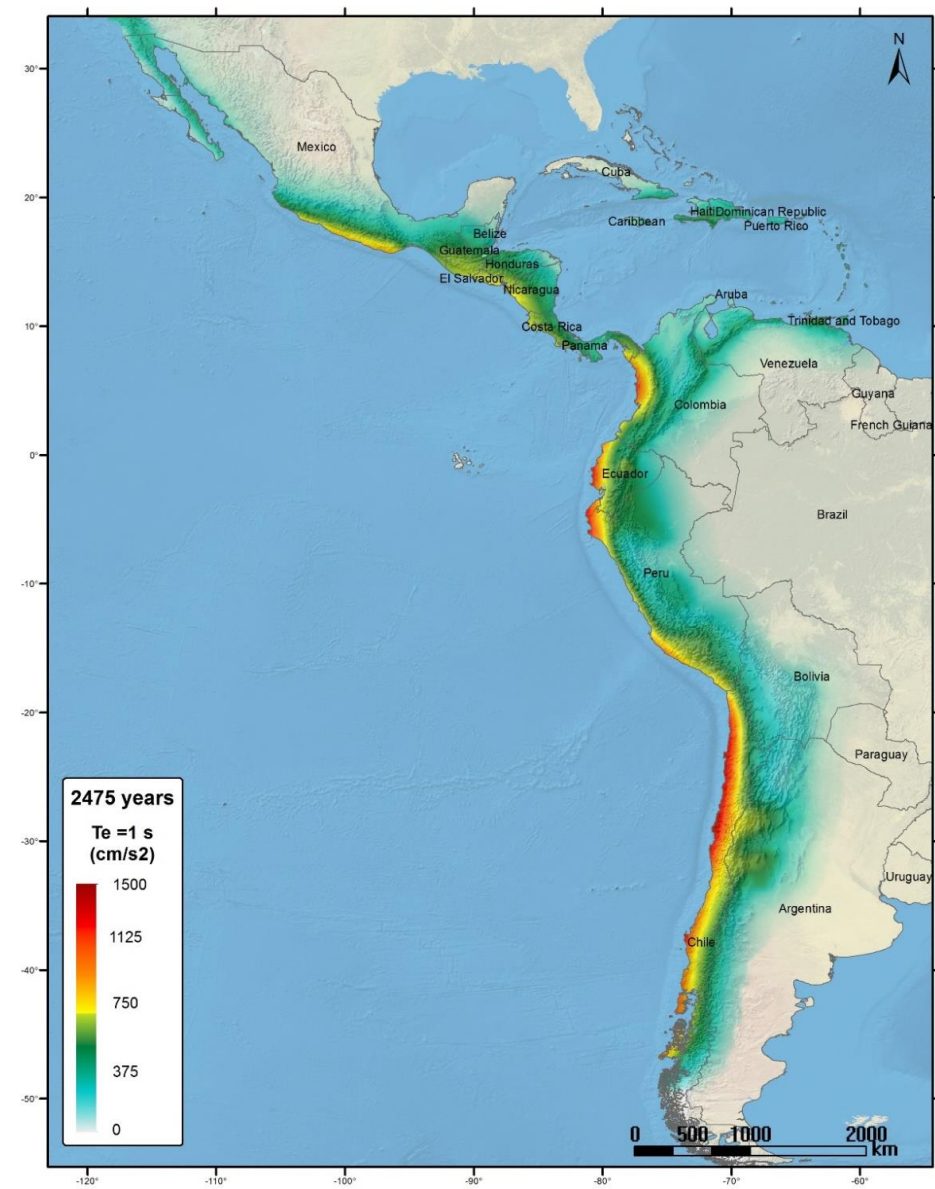
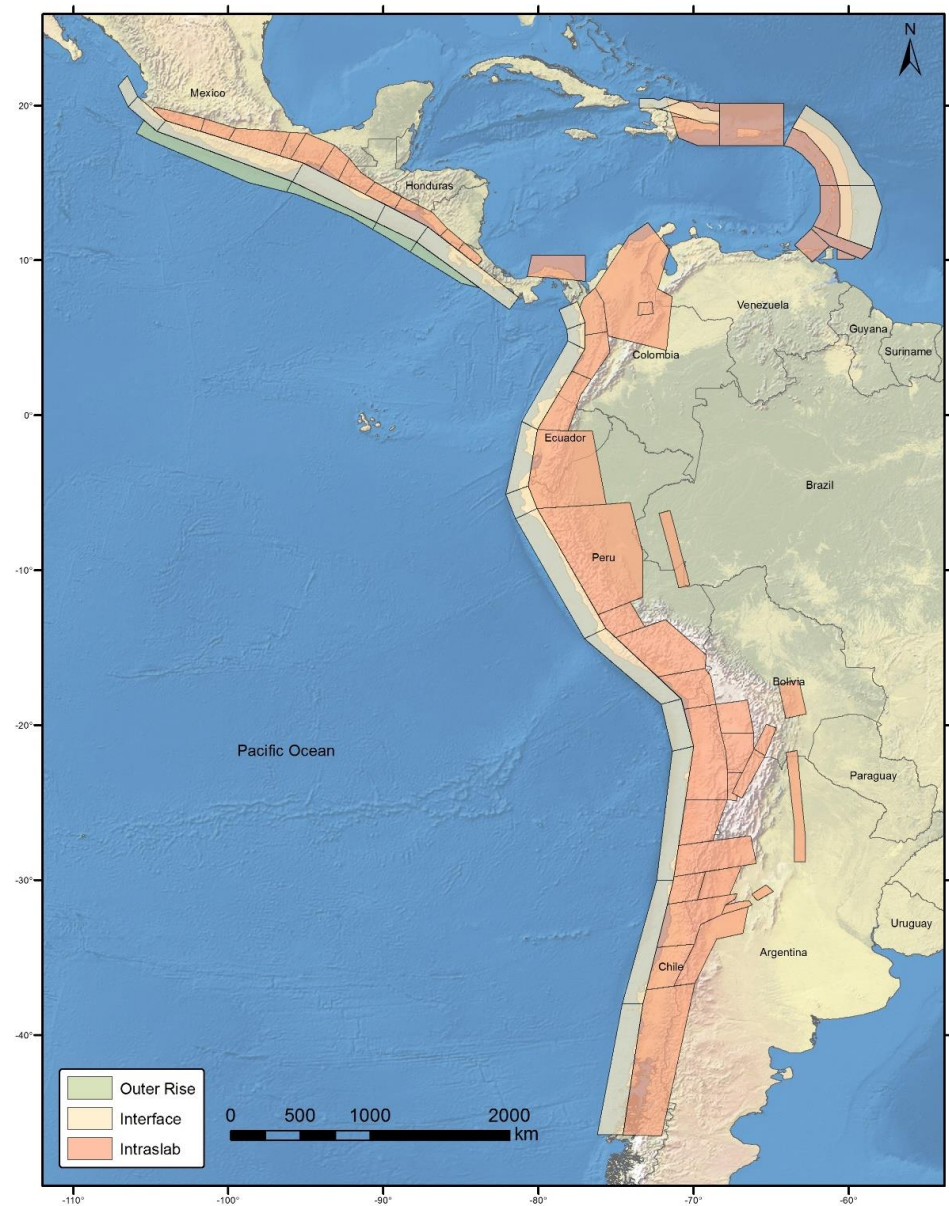


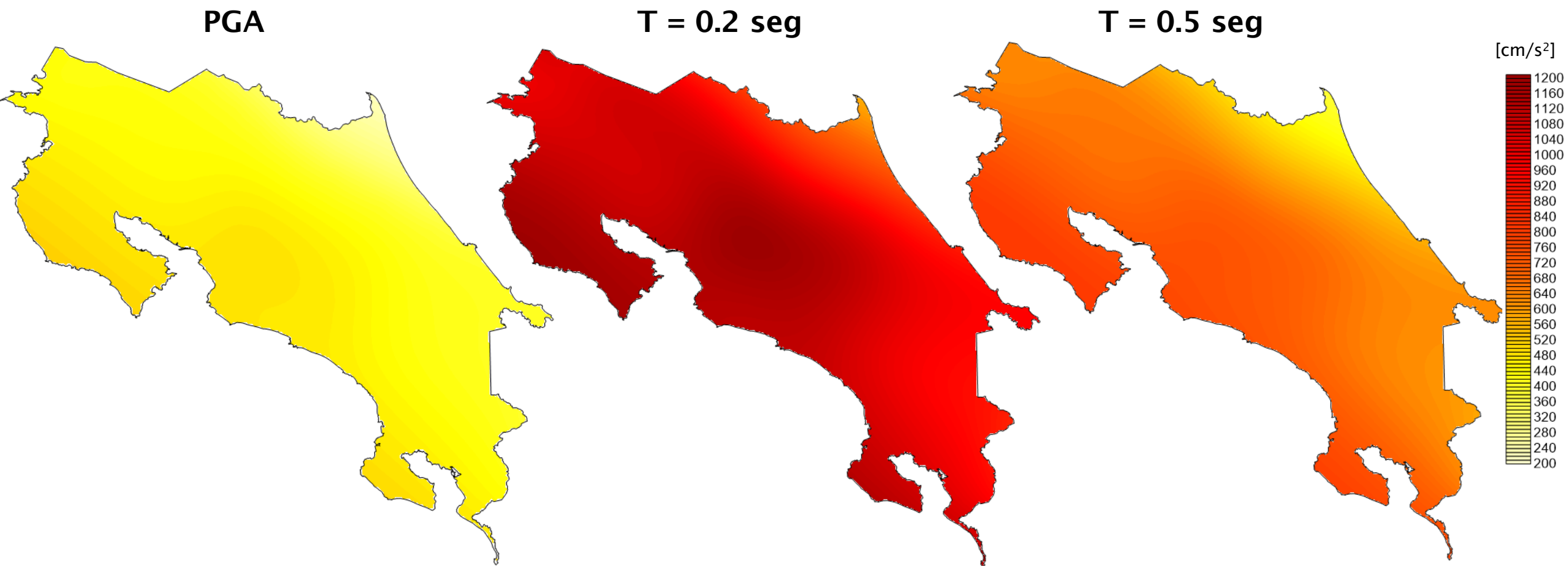
Curva de PML



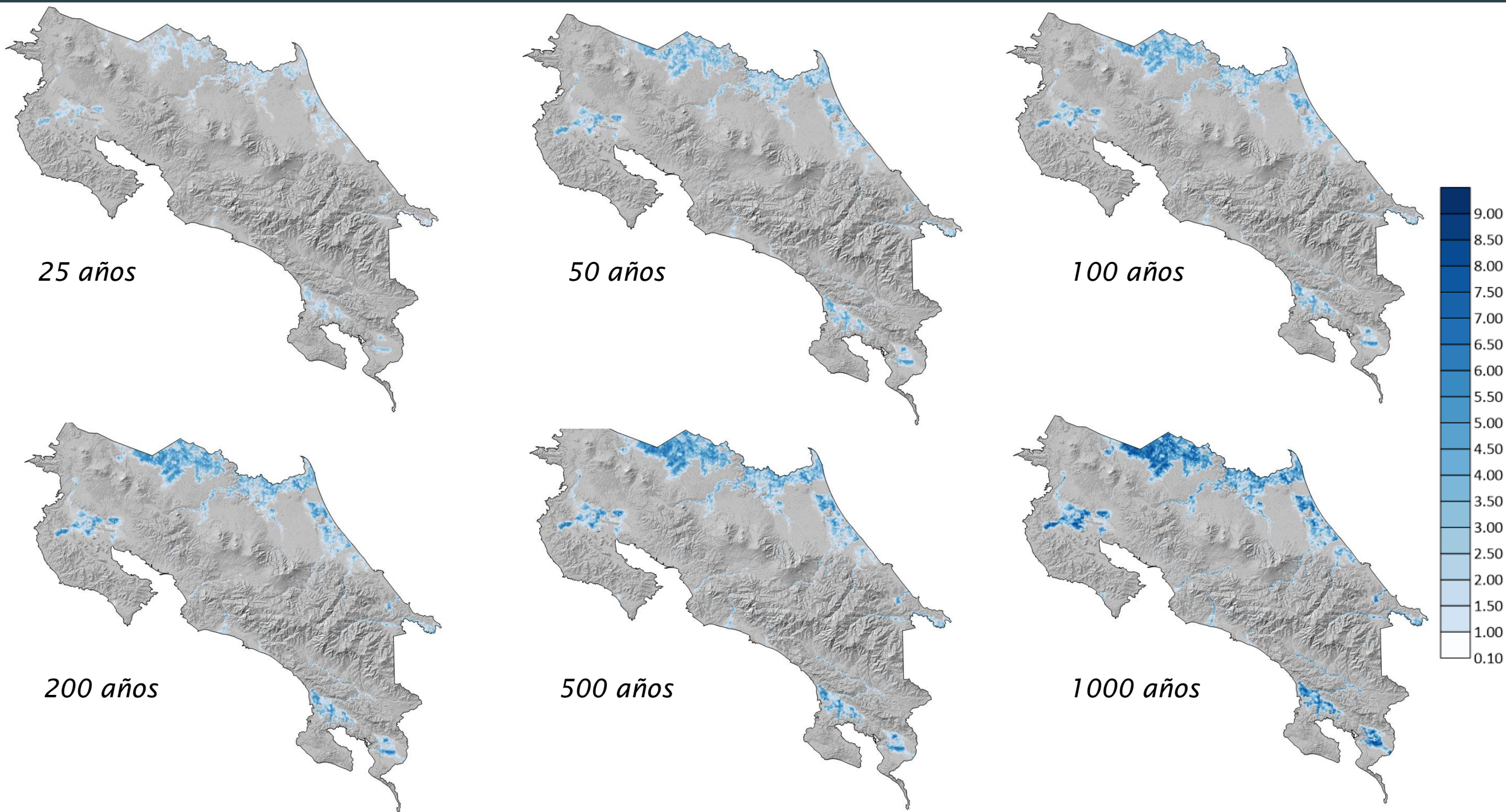
Modelos de amenaza

Proyecto ASLAC (Amenaza Sísmica de América Latina y El Caribe)

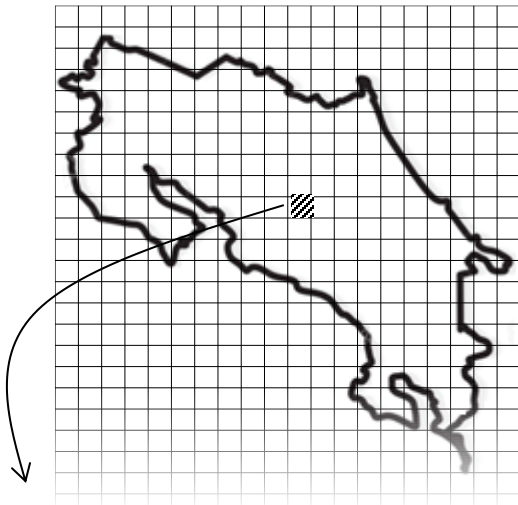




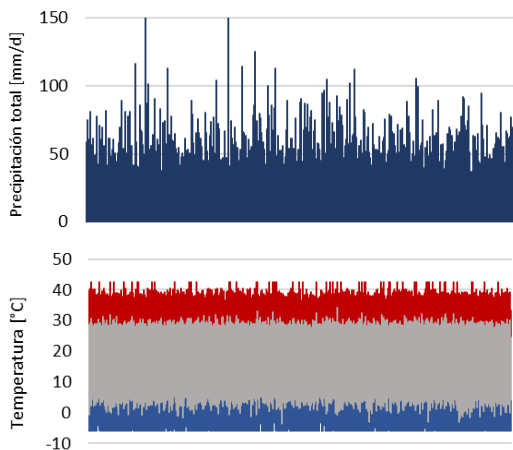
Amenaza de inundación fluvial – Clima base



Incorporación de proyecciones de cambio climático



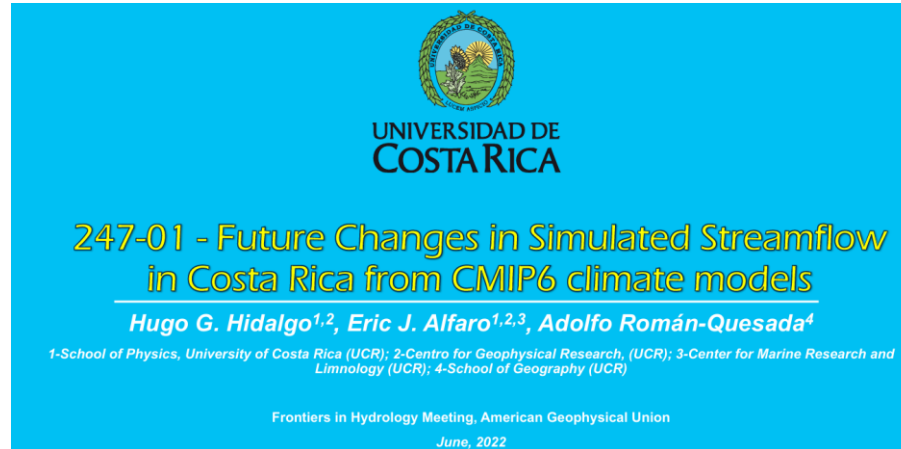
Serie simulada multianual



$$\Delta P(t)$$

$$\Delta T(t)$$

...
Colección de cambios en
variables meteorológicas



Hydrological Research Letters **18**(1), 35–42 (2024)

Published online in J-STAGE (www.jstage.jst.go.jp/browse/hrl). DOI: 10.3178/hrl.18.35

Flood projections for selected Costa Rican main basins using CMIP6 climate models downscaled output in the HBV hydrological model for scenario SSP5-8.5

Hugo G. Hidalgo^{1,2,3}, Eric J. Alfaro^{1,2,4} and Adolfo Quesada-Román⁵

¹Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

²Escuela de Física, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

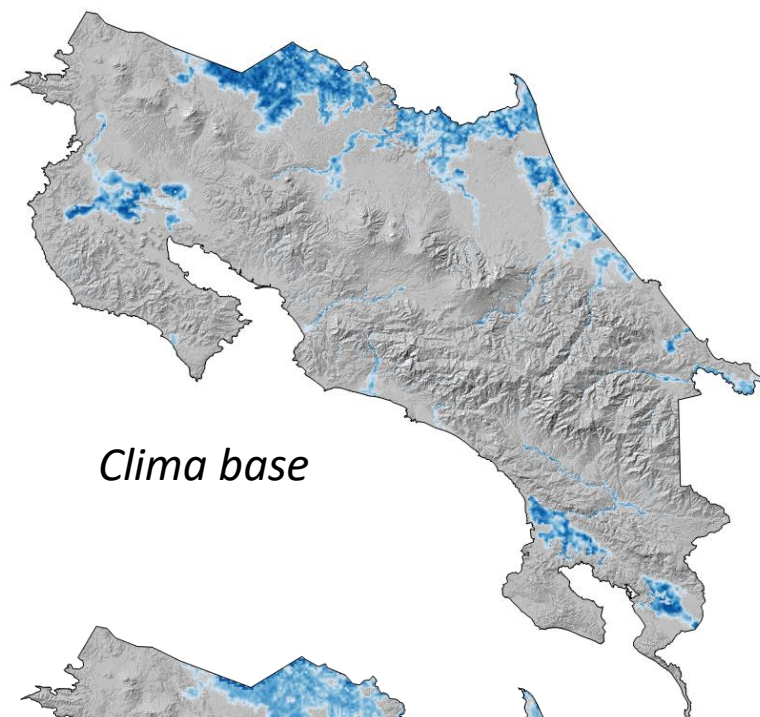
³Centro de Investigación en Matemática Pura y Aplicada (CIMPA), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

⁴Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR), Universidad de Costa Rica, Costa Rica

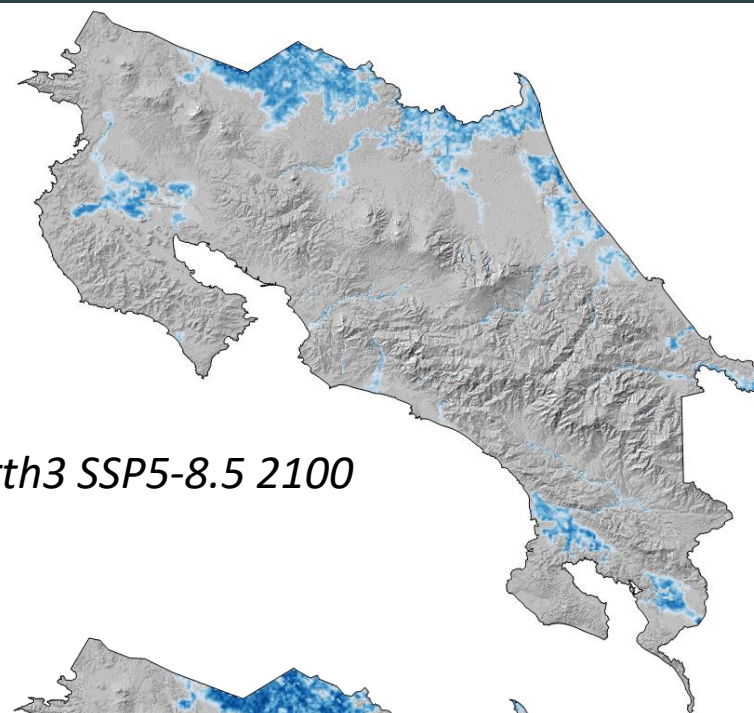
⁵Escuela de Geografía, Universidad de Costa Rica, Costa Rica



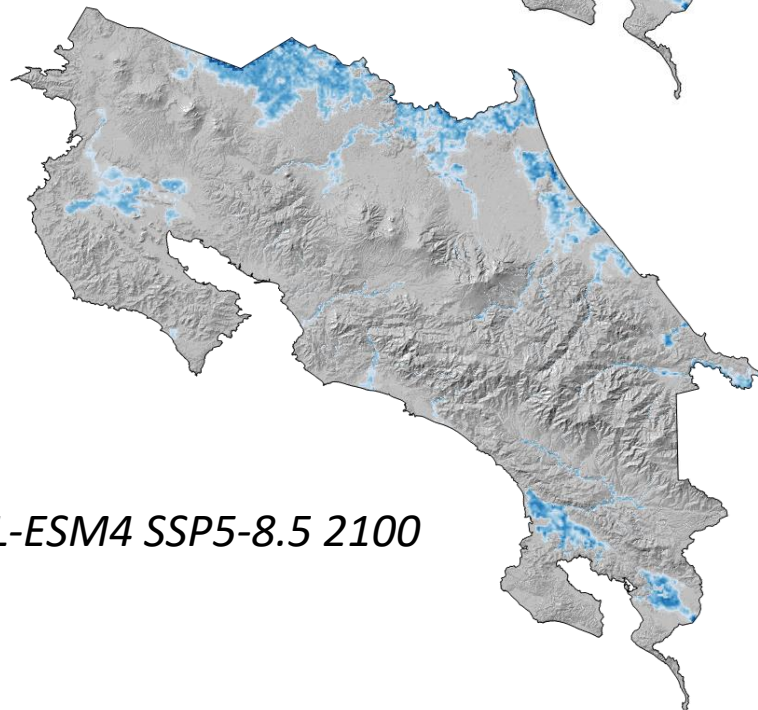
Amenaza de inundación fluvial – Clima futuro



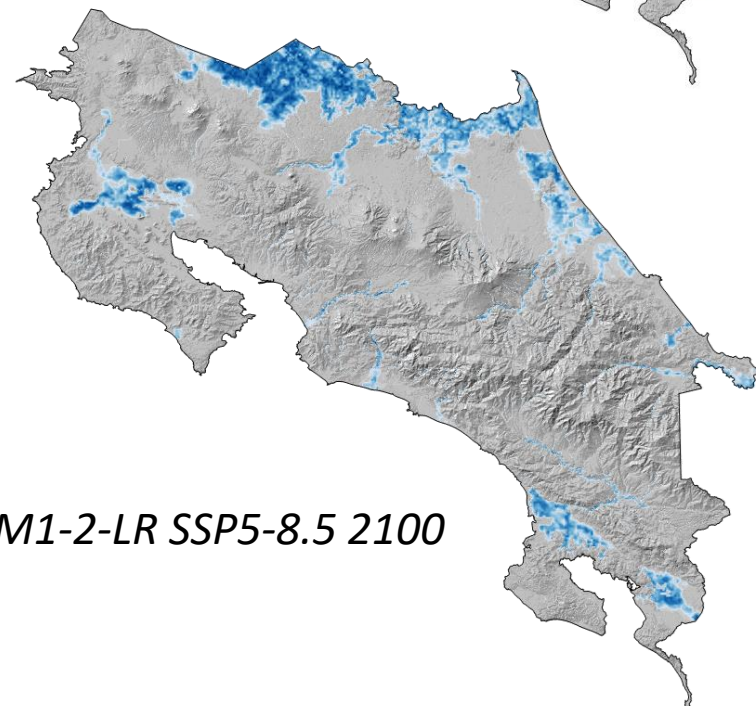
Clima base



EC-Earth3 SSP5-8.5 2100



GFDL-ESM4 SSP5-8.5 2100



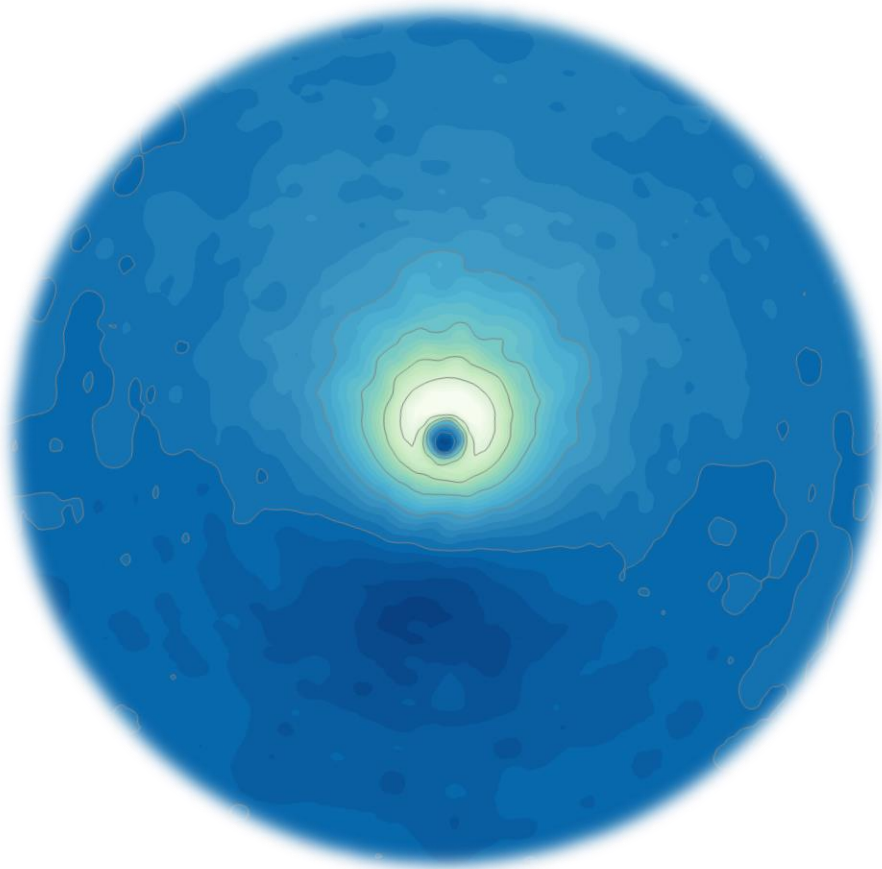
MPI-ESM1-2-LR SSP5-8.5 2100



Amenaza de inundación costera

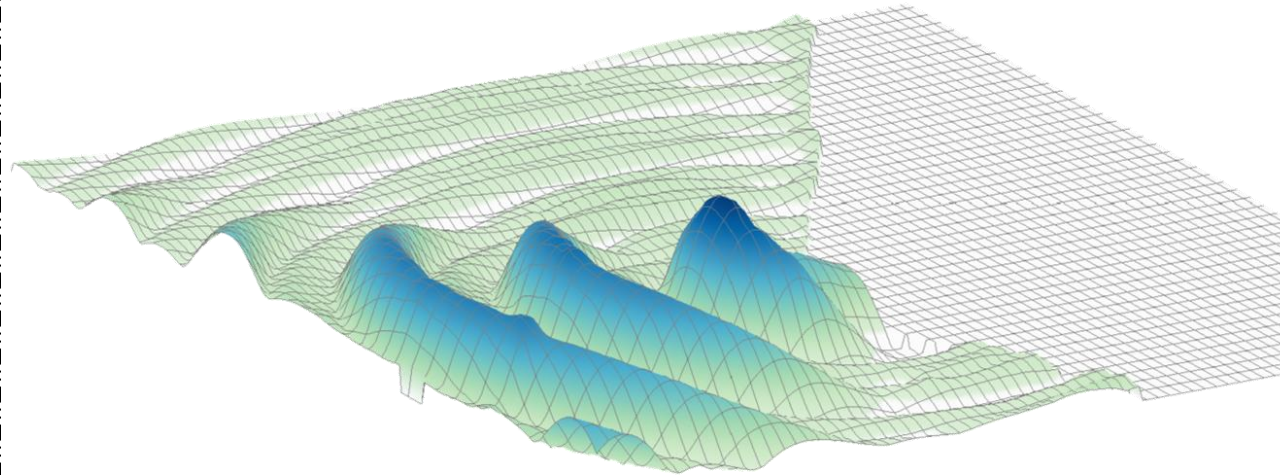
Ciclones tropicales

Simulación de trayectorias → Campo de viento → Marea de tormenta



Tsunami

Generación → Propagación → Arribo

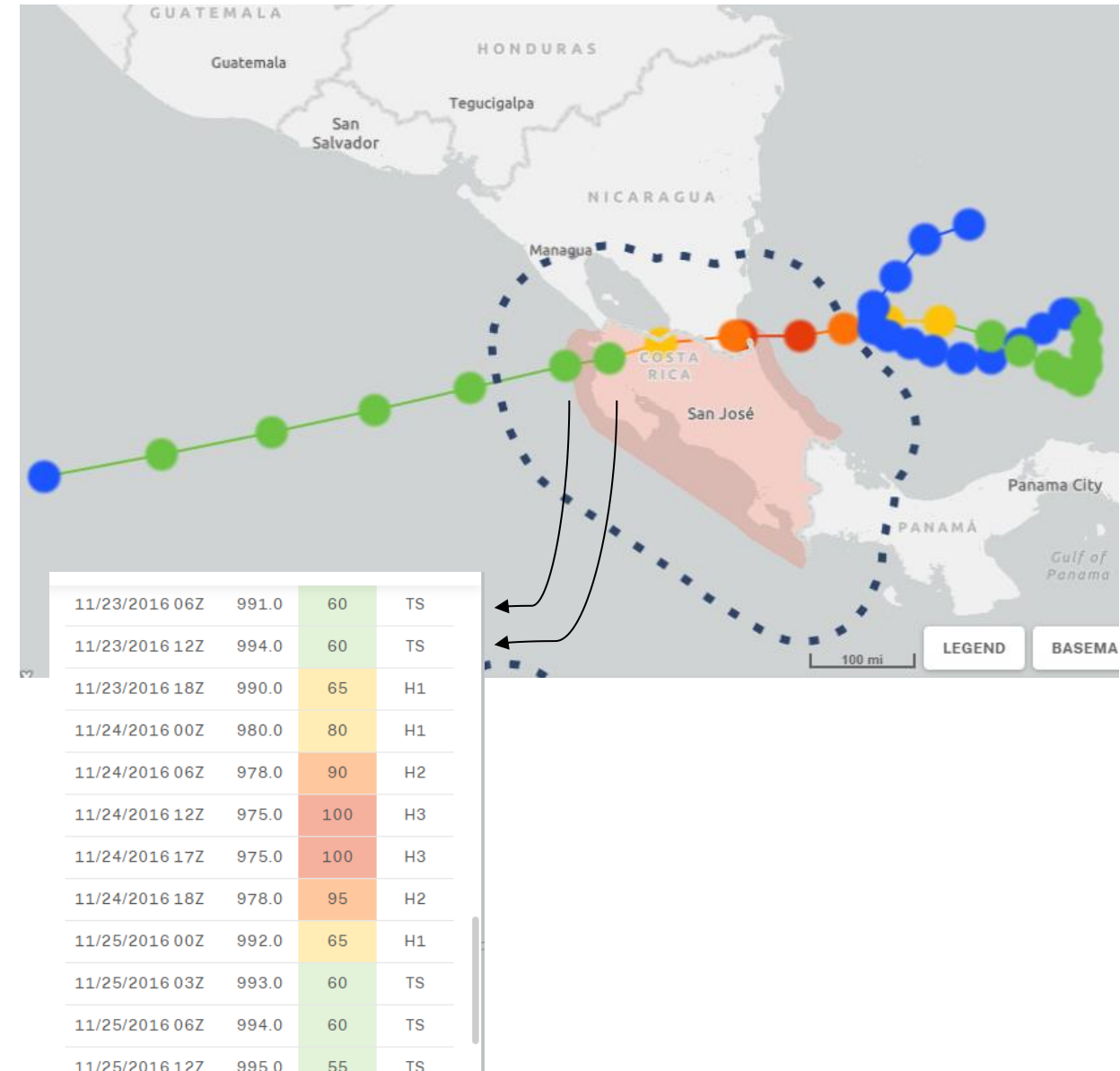


Amenaza de inundación costera - ciclones tropicales

- **Fuente de información:** IBTrACS (International Best Track Archive for Climate Stewardship – NOAA)

La base de datos tiene información de:

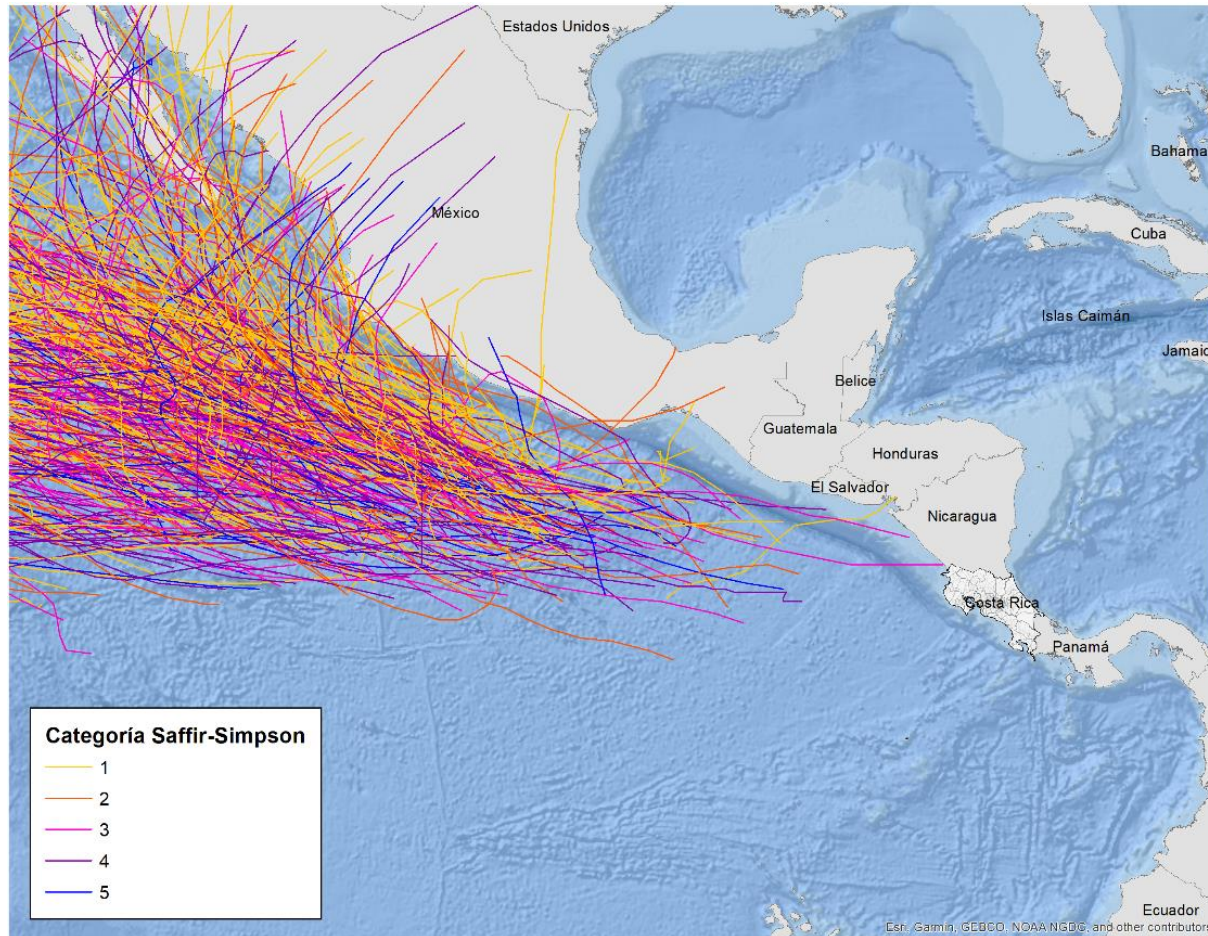
- Posición geográfica (latitud, longitud)
- Fecha (hora, día, mes y año) de cada observación
- Presión central del ciclón (en milibares)
- Velocidad máxima sostenida de viento promediada a 1 min



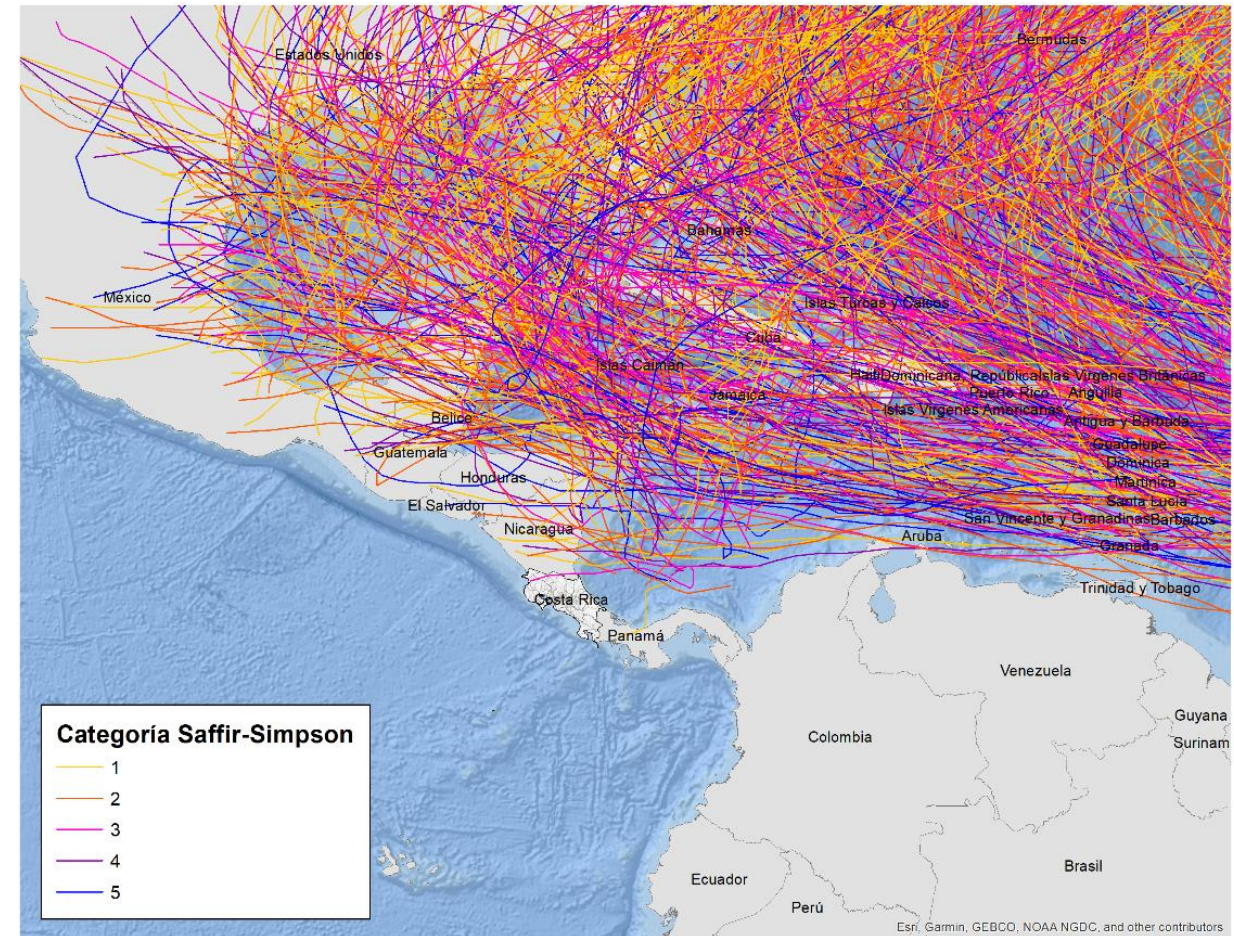
Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Trayectorias ciclónicas

Históricas

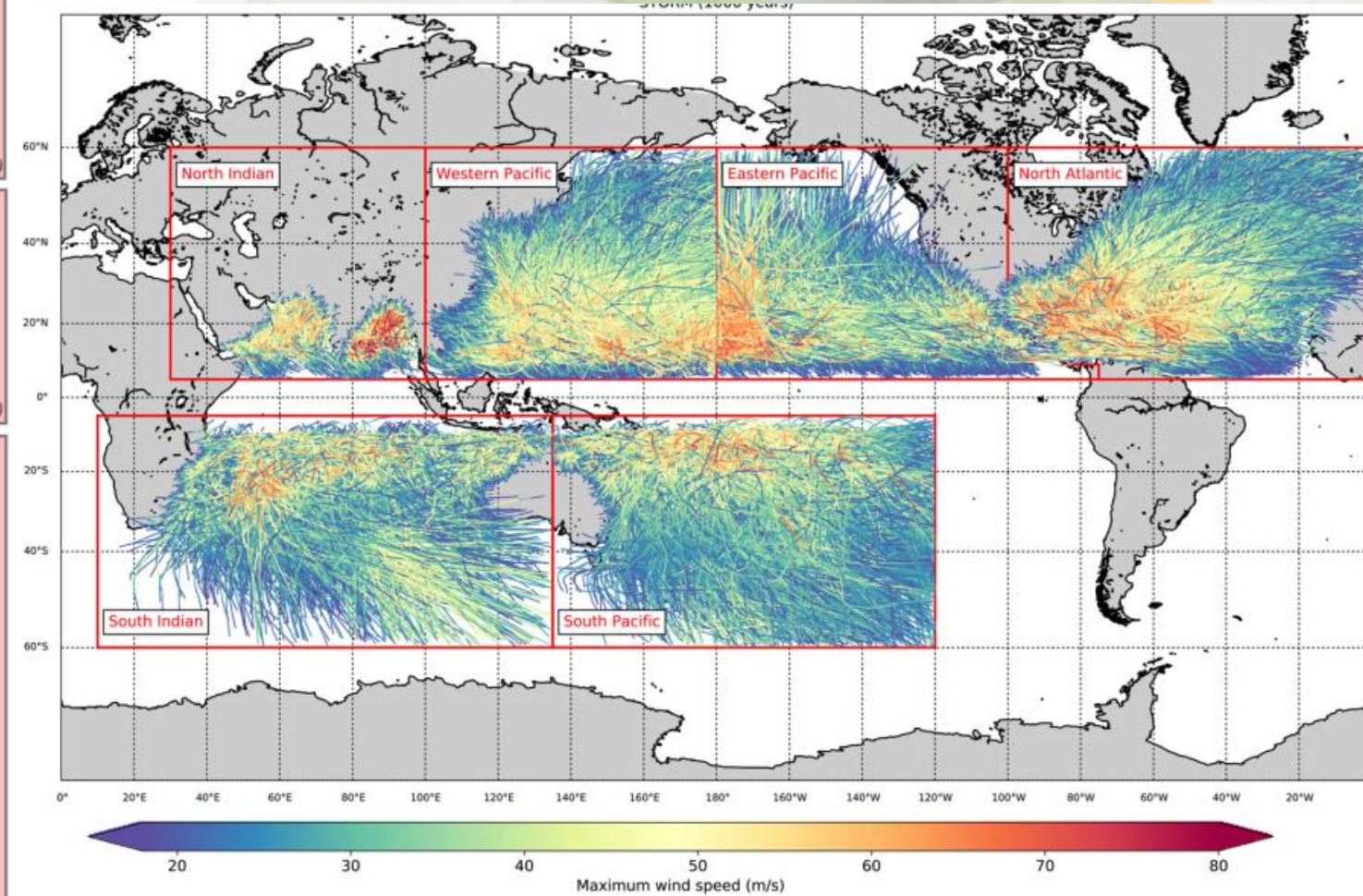
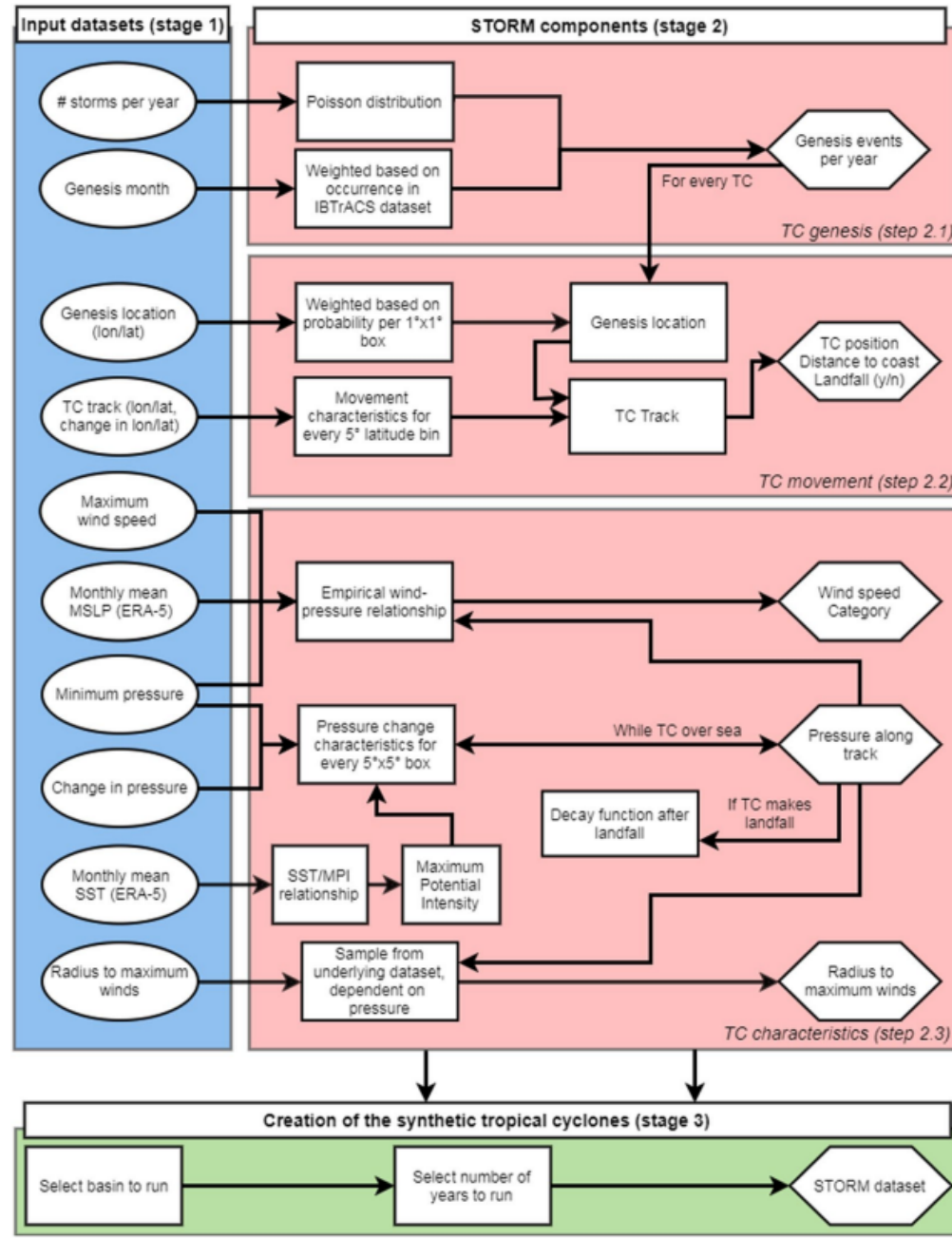


965 trayectorias de 1950 a 2025



1589 trayectorias de 1851 a 2025

Modelo STORM





CMIP6

PRIMAVERA High Resolution
Model Intercomparison
Project (HighResMIP)



Centro Euro-Mediterraneo
sui Cambiamenti Climatici

CMCC-CM2-VHR4



EC-Earth3P-HR



Centre National de
Recherches Météorologiques

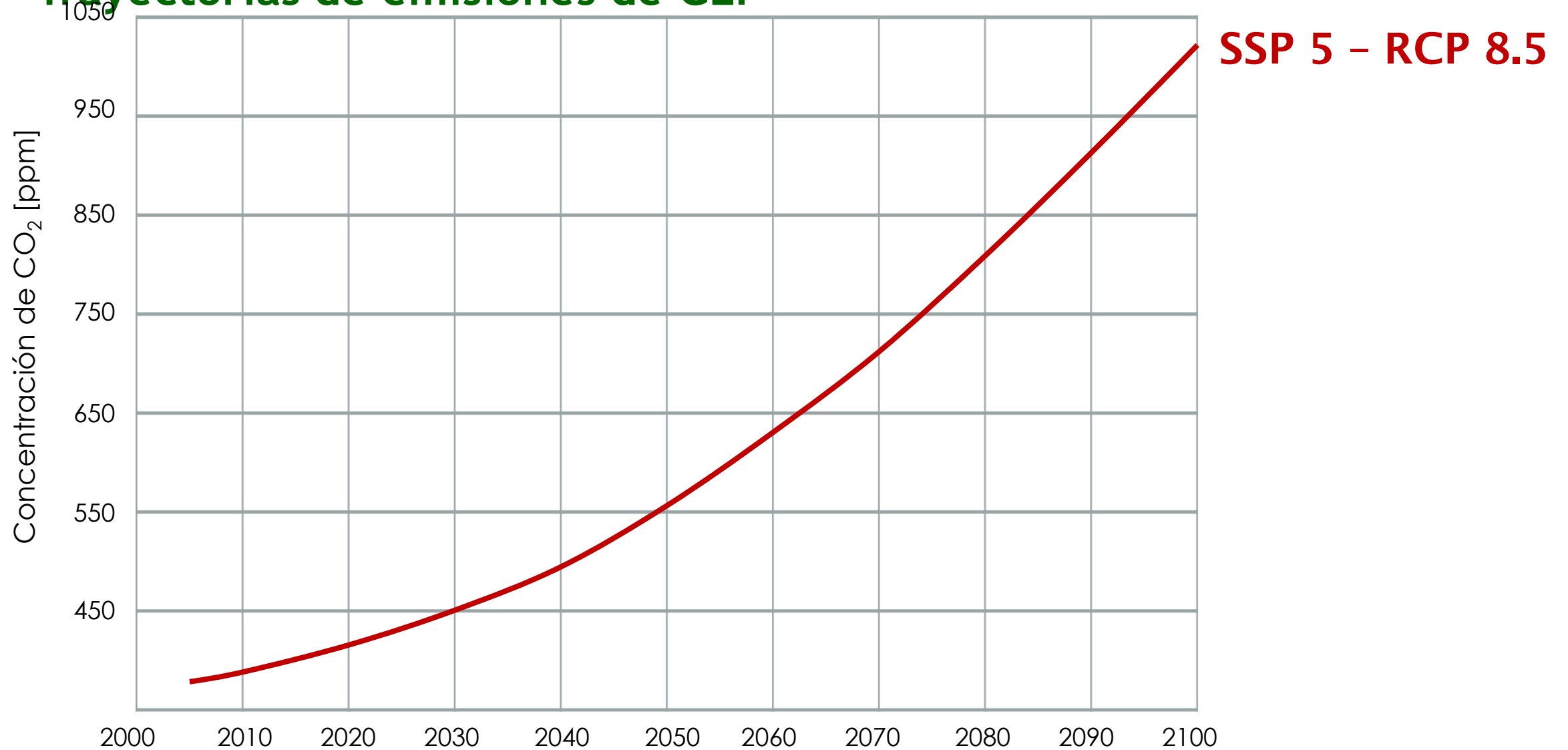
CNRM-CM6-1-HR



Hadley Centre Global
Environment Model

HadGEM3-GC31-HM

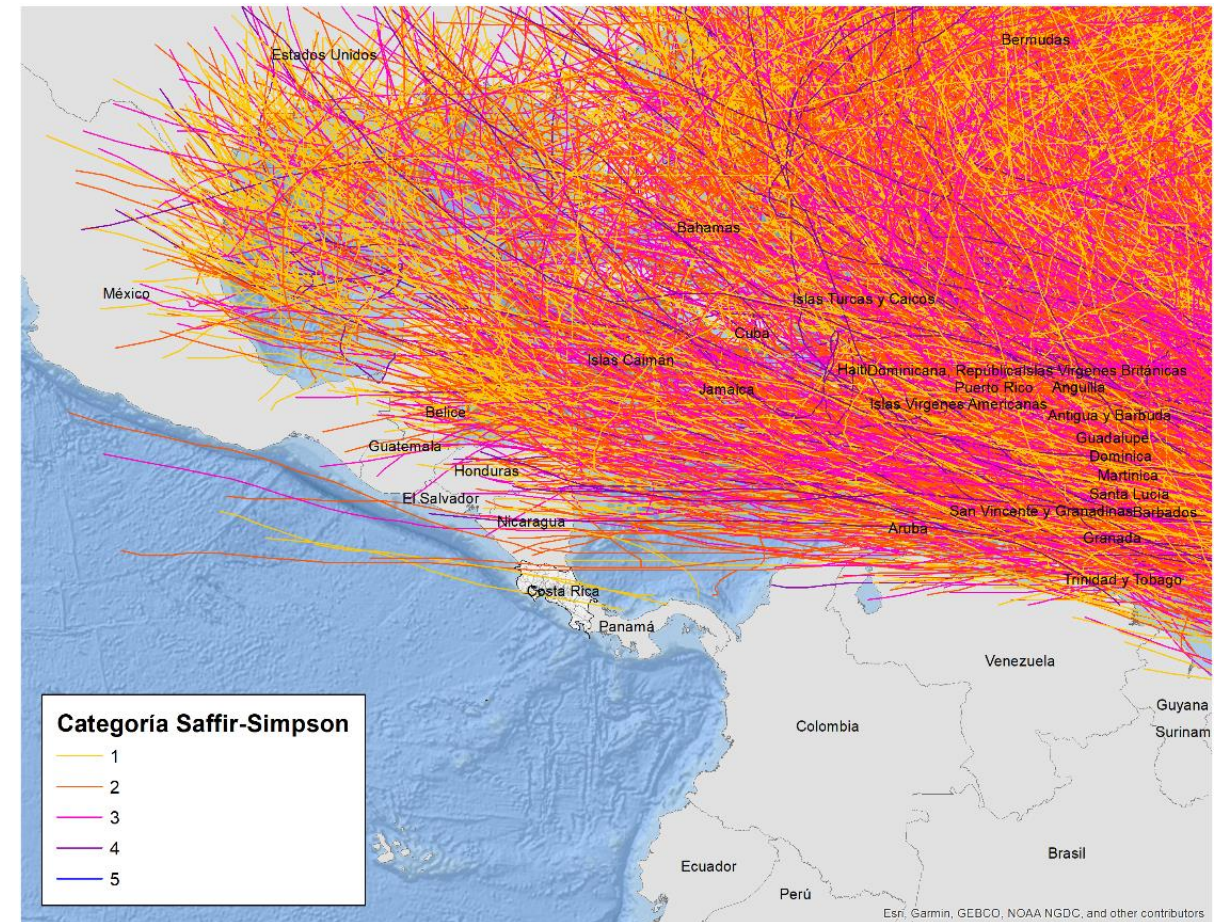
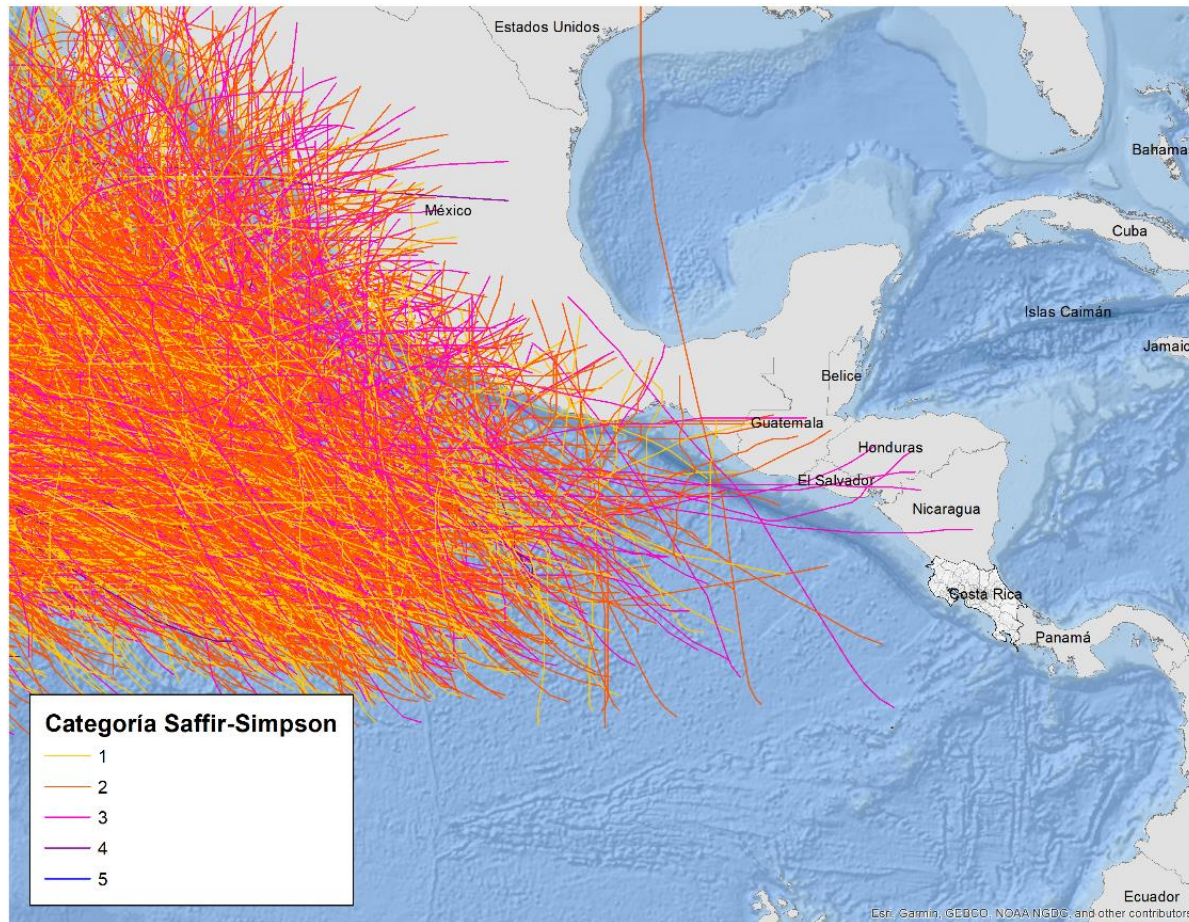
Trayectorias de emisiones de GEI



Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Trayectorias ciclónicas

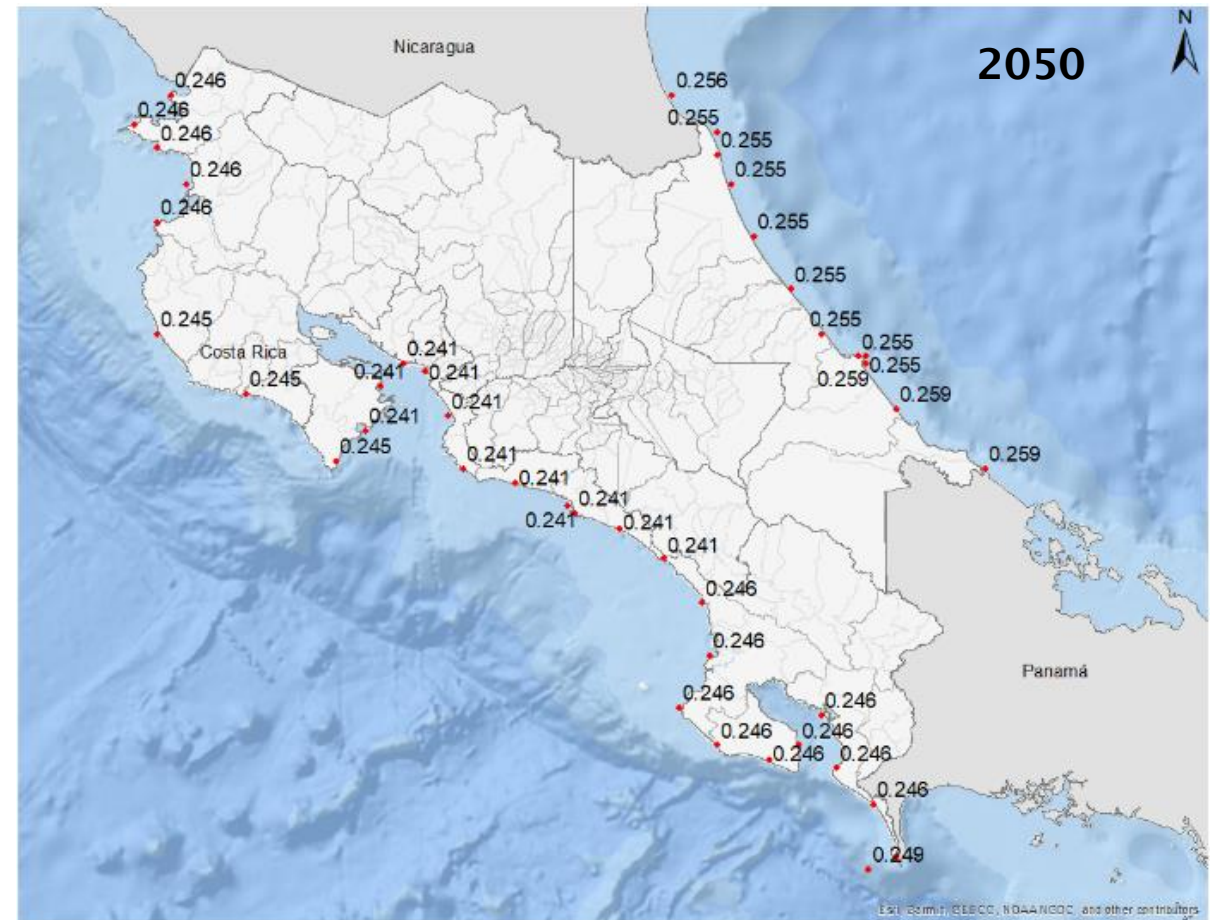
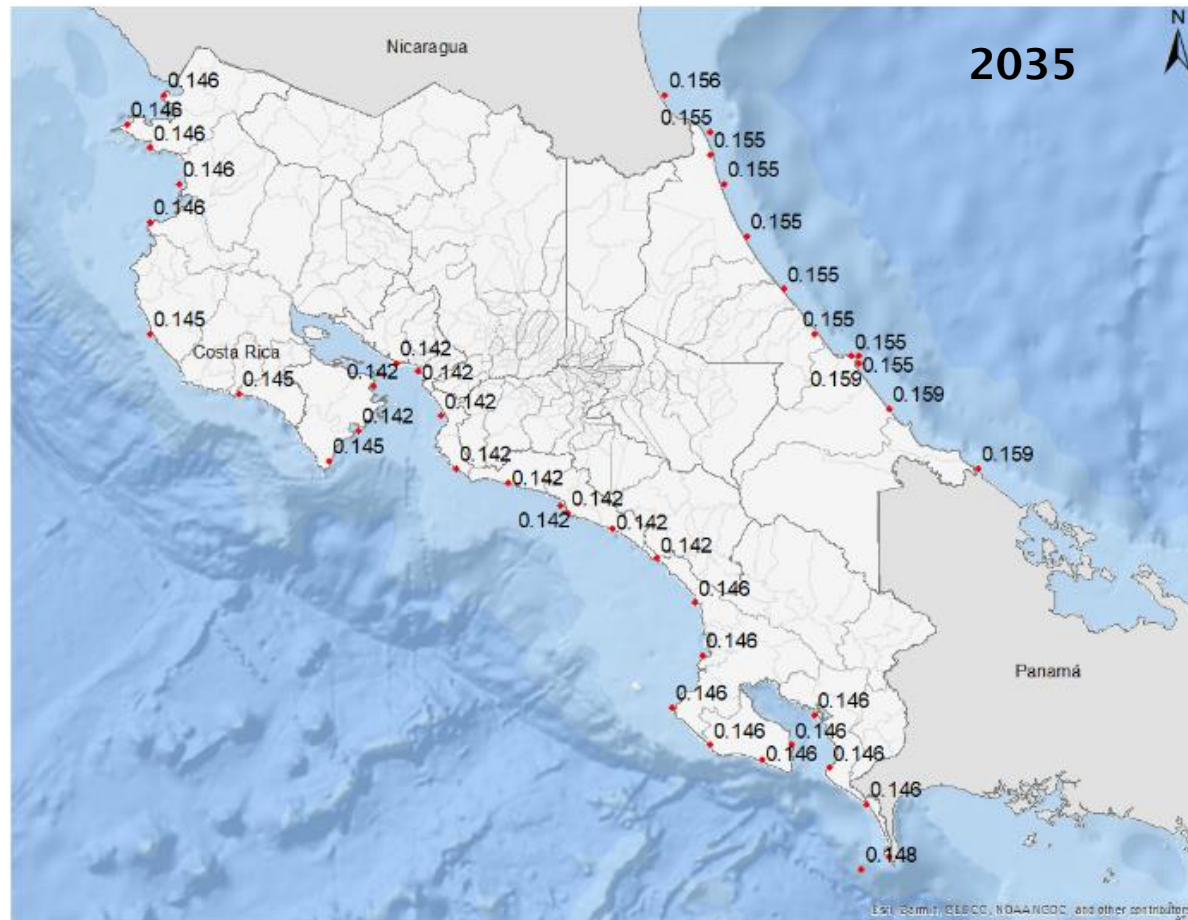
Futuras (2025 – 2050) – STORM – HighResMIP – SSP5-8.5



Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

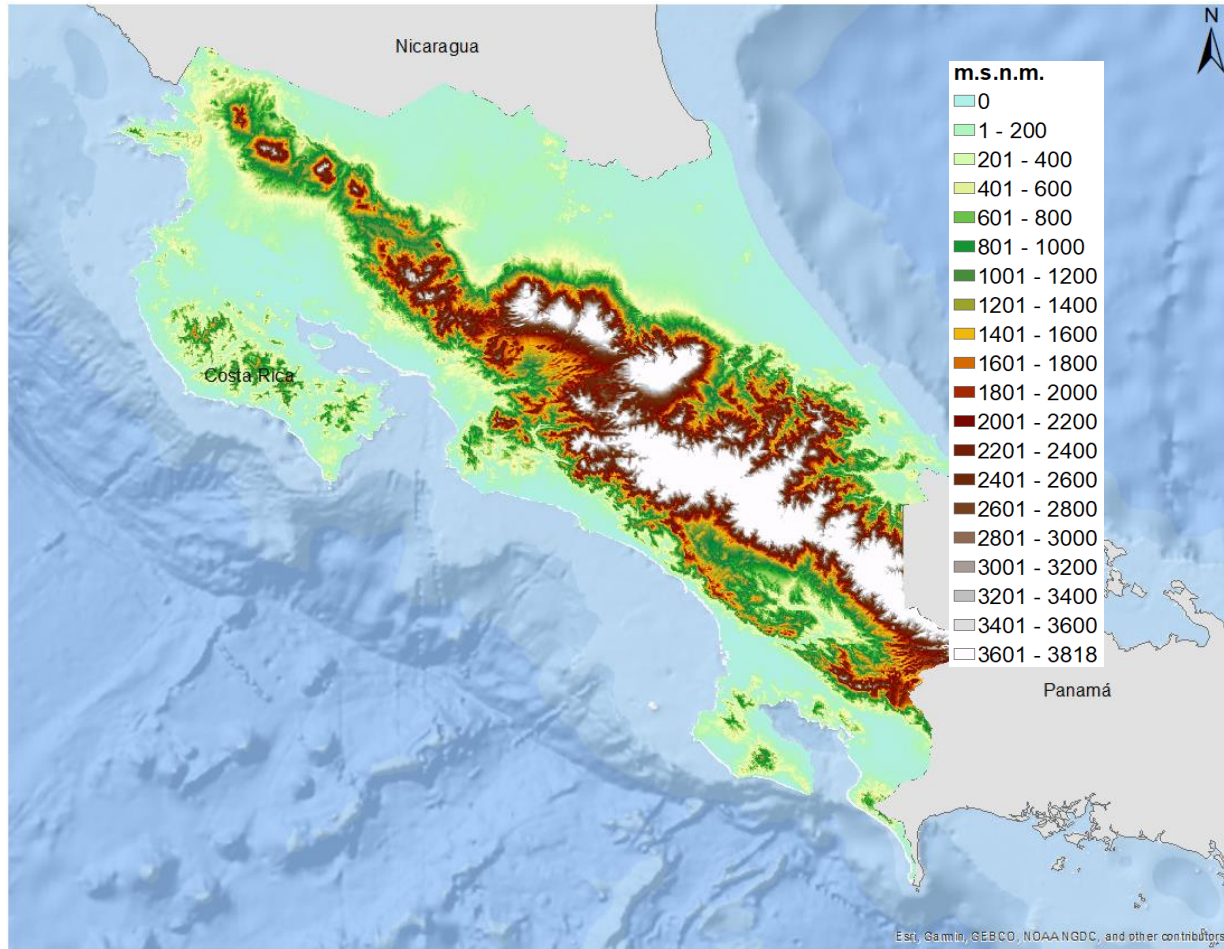
Elevación del nivel del mar

HighResMIP – SSP5-8.5

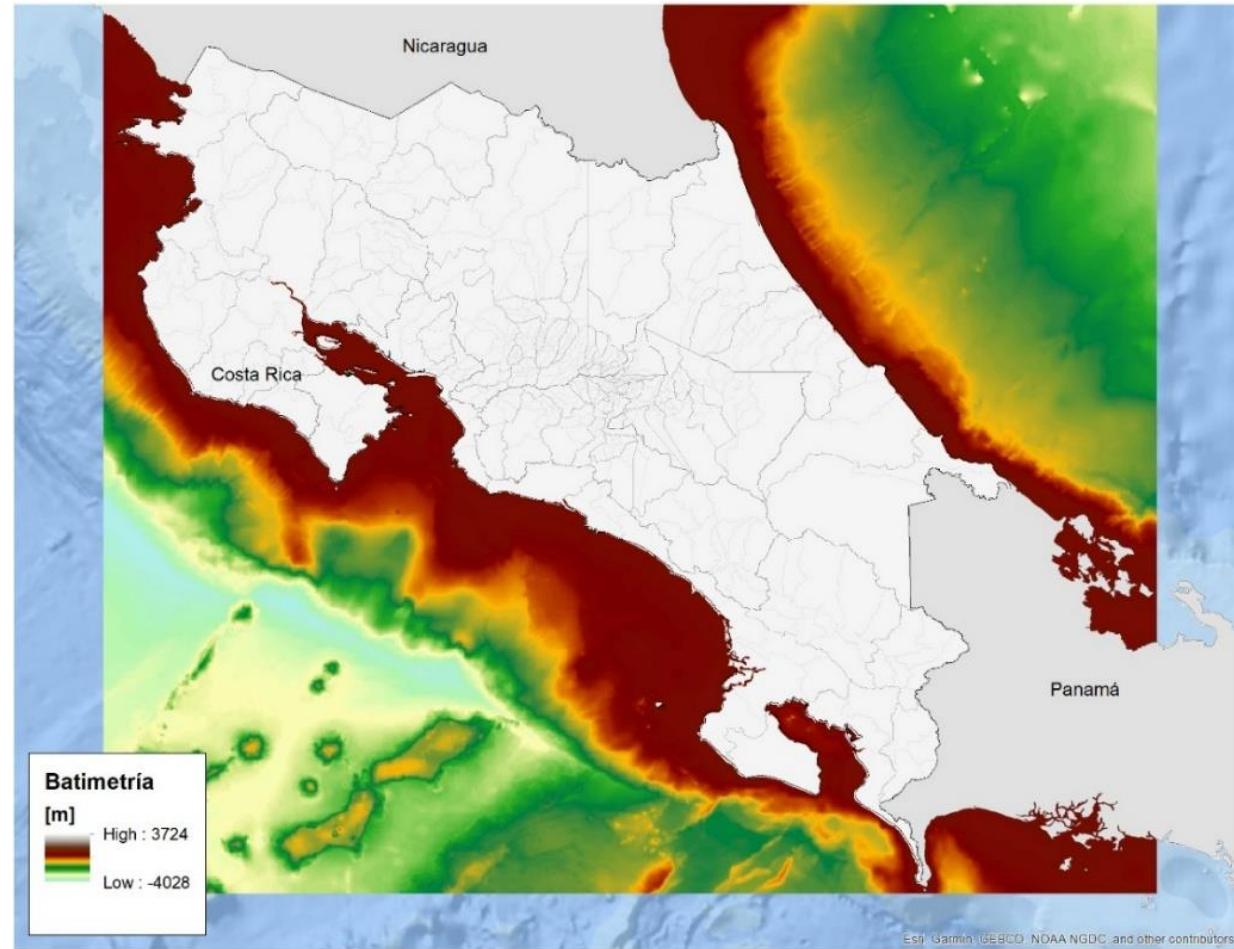


Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Modelo Digital de elevación (JAXA)
12.5 m



Batimetría (GEBCO)
500 m



Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales

Clima base

HighResMIP – SSP5-8.5 – 2050



100 años



250 años



500 años

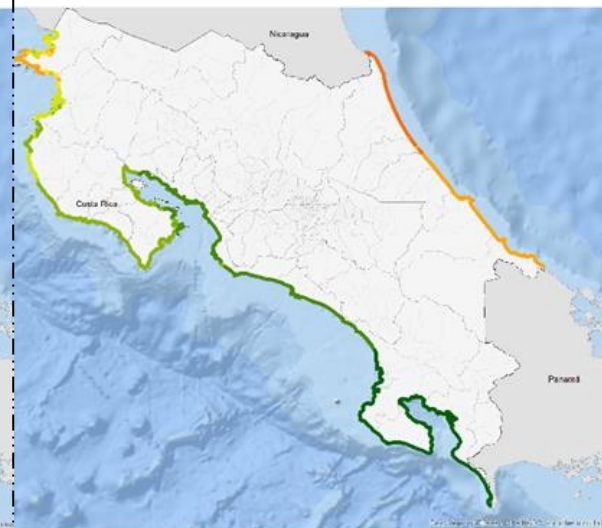


1000 años

Altura de inundación [m]

• 0.00 - 0.02	• 0.03 - 0.08	• 0.13 - 0.16	• 0.20 - 0.55	• 0.91 - 2.24
• 0.09 - 0.12	• 0.17 - 0.19	• 0.56 - 0.90		

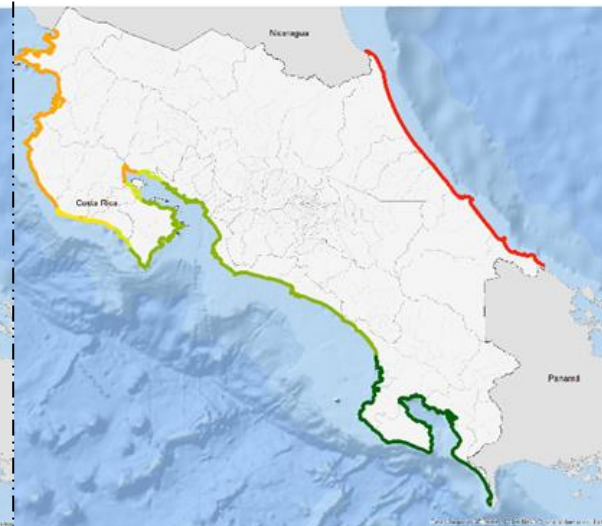
Uso Interno



100 años



250 años



500 años

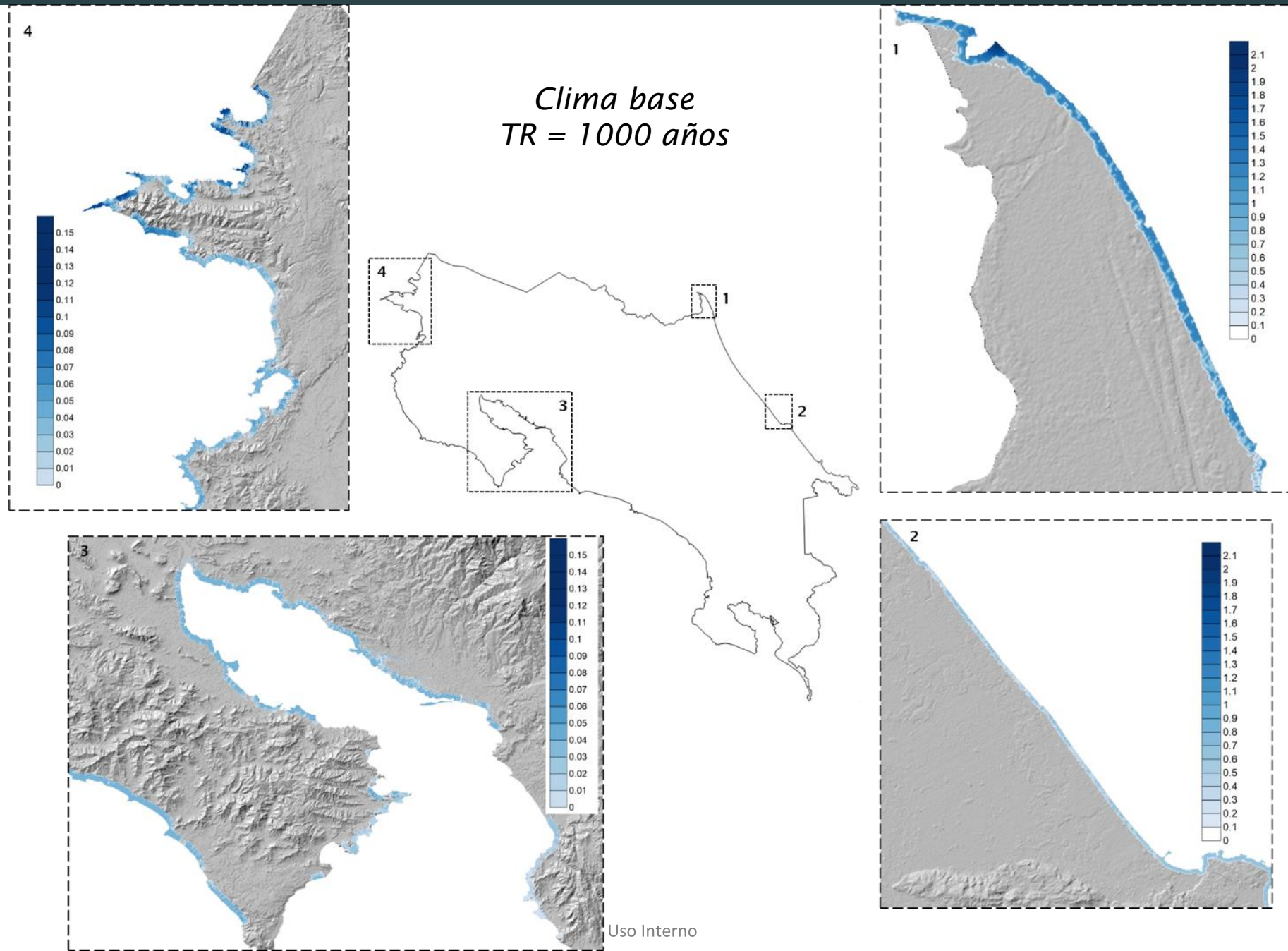


1000 años

Altura de inundación [m]

• 0.00 - 0.02	• 0.03 - 0.08	• 0.13 - 0.16	• 0.20 - 0.55	• 0.91 - 2.24
• 0.09 - 0.12	• 0.17 - 0.19	• 0.56 - 0.90		

Amenaza de inundación costera – ciclones tropicales



Amenaza de inundación costera – tsunami



50 años



100 años



500 años

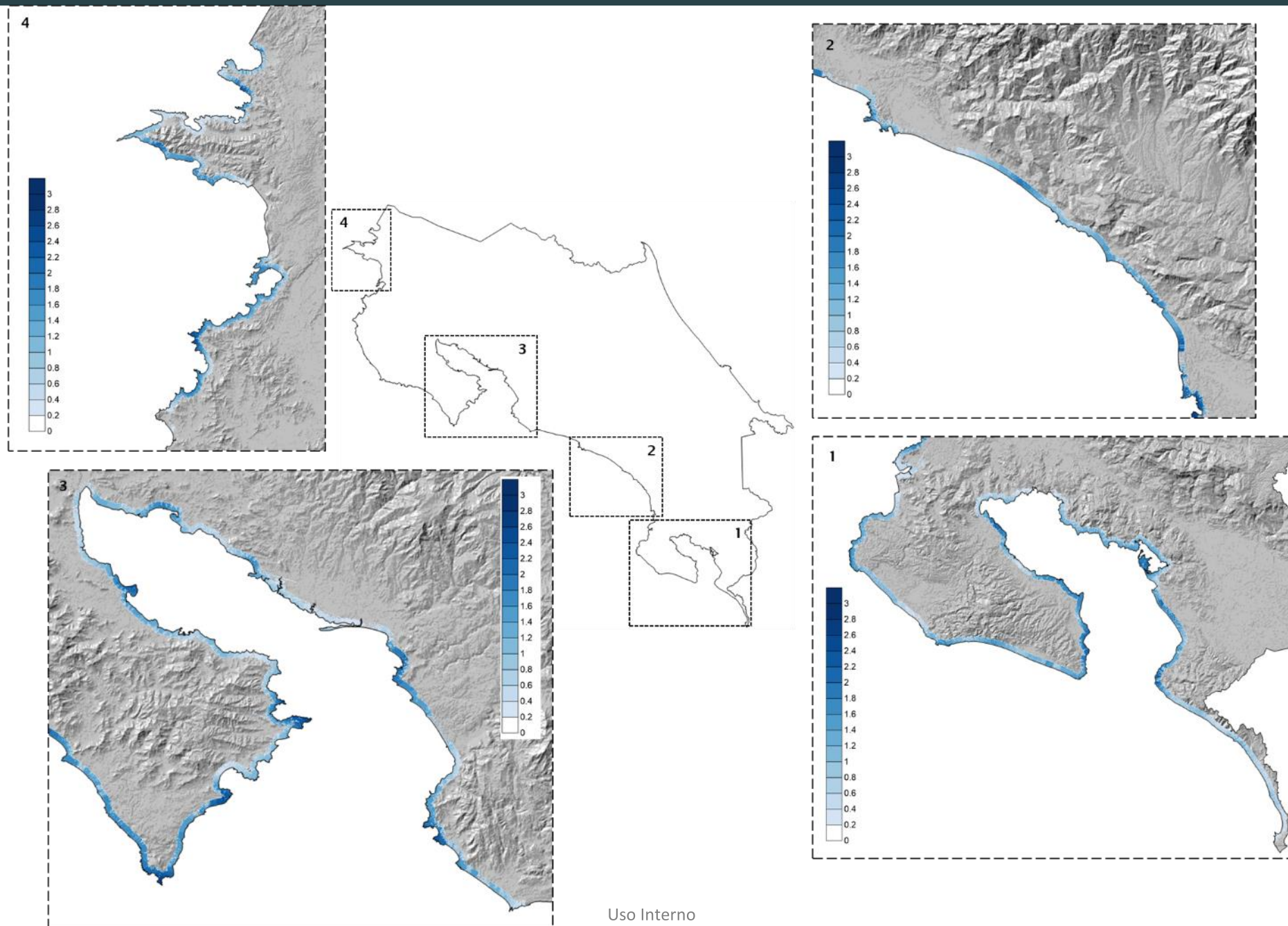


1000 años

Altura de inundación [m]

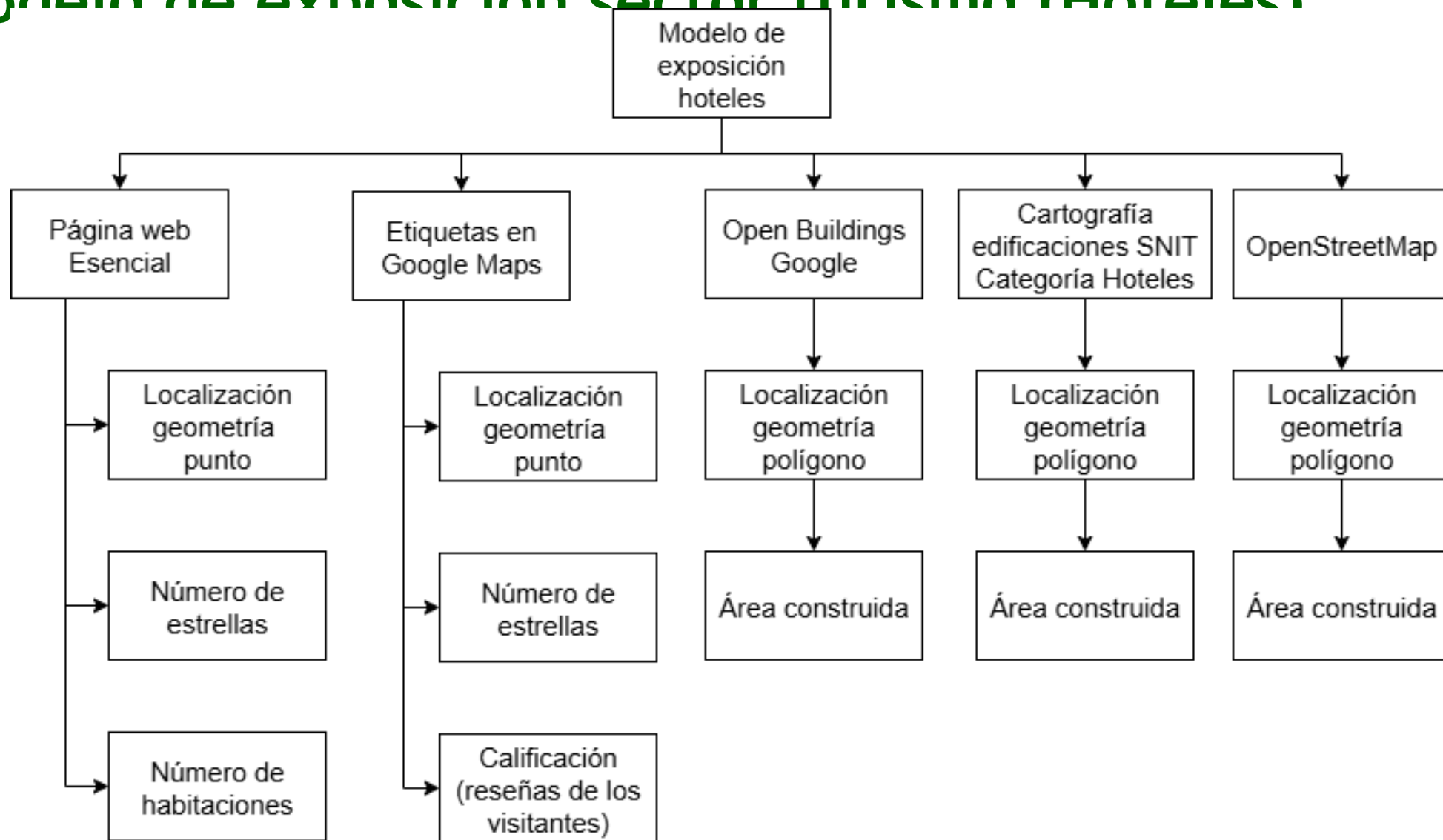
• 0.01 - 0.68	• 0.69 - 1.43	• 2.09 - 2.64	• 3.19 - 3.77	• 4.49 - 5.44
	• 1.44 - 2.08	• 2.65 - 3.18	• 3.78 - 4.48	

Amenaza de inundación costera – tsunami



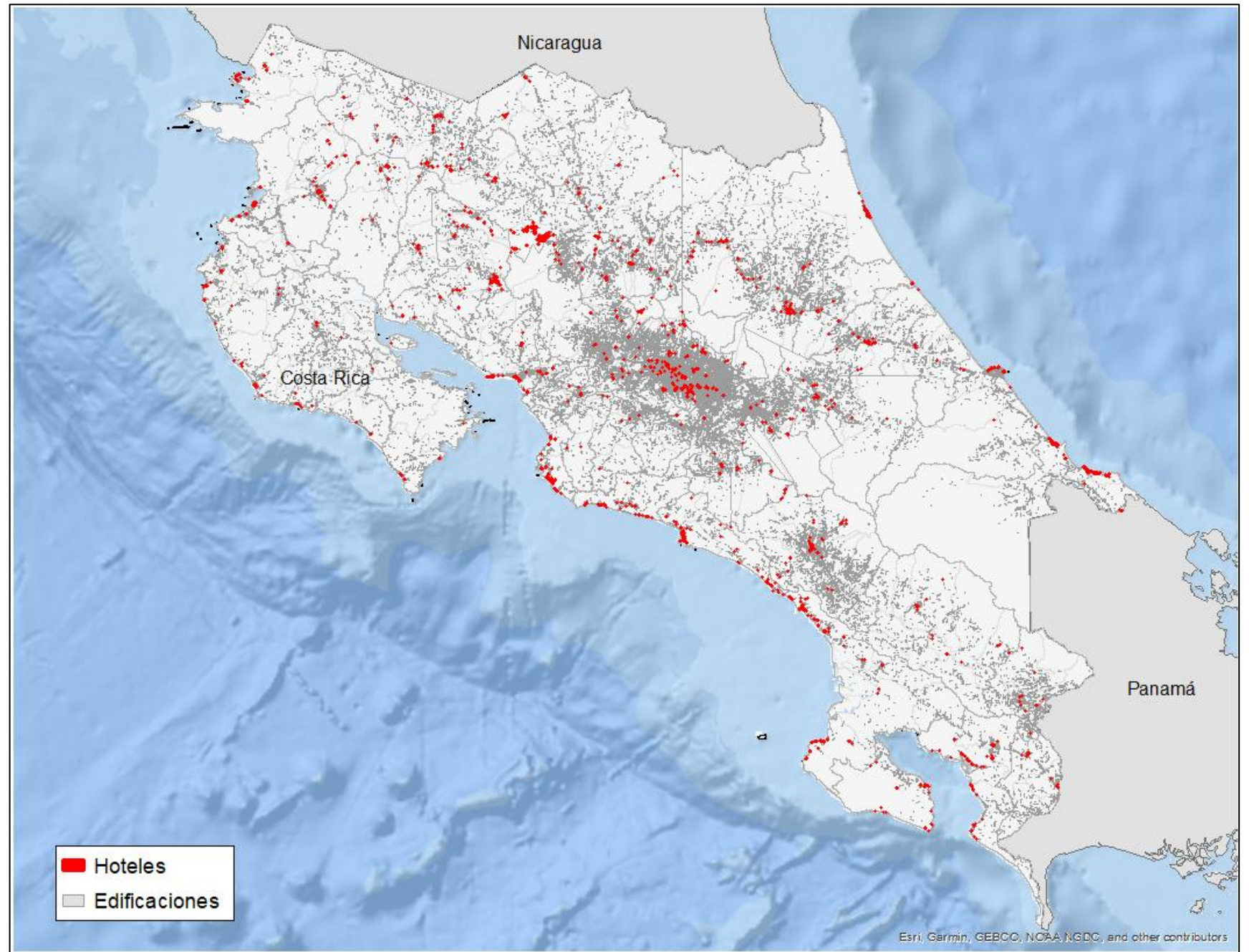
Modelo de exposición

Modelo de exposición sector turismo (Hoteles)



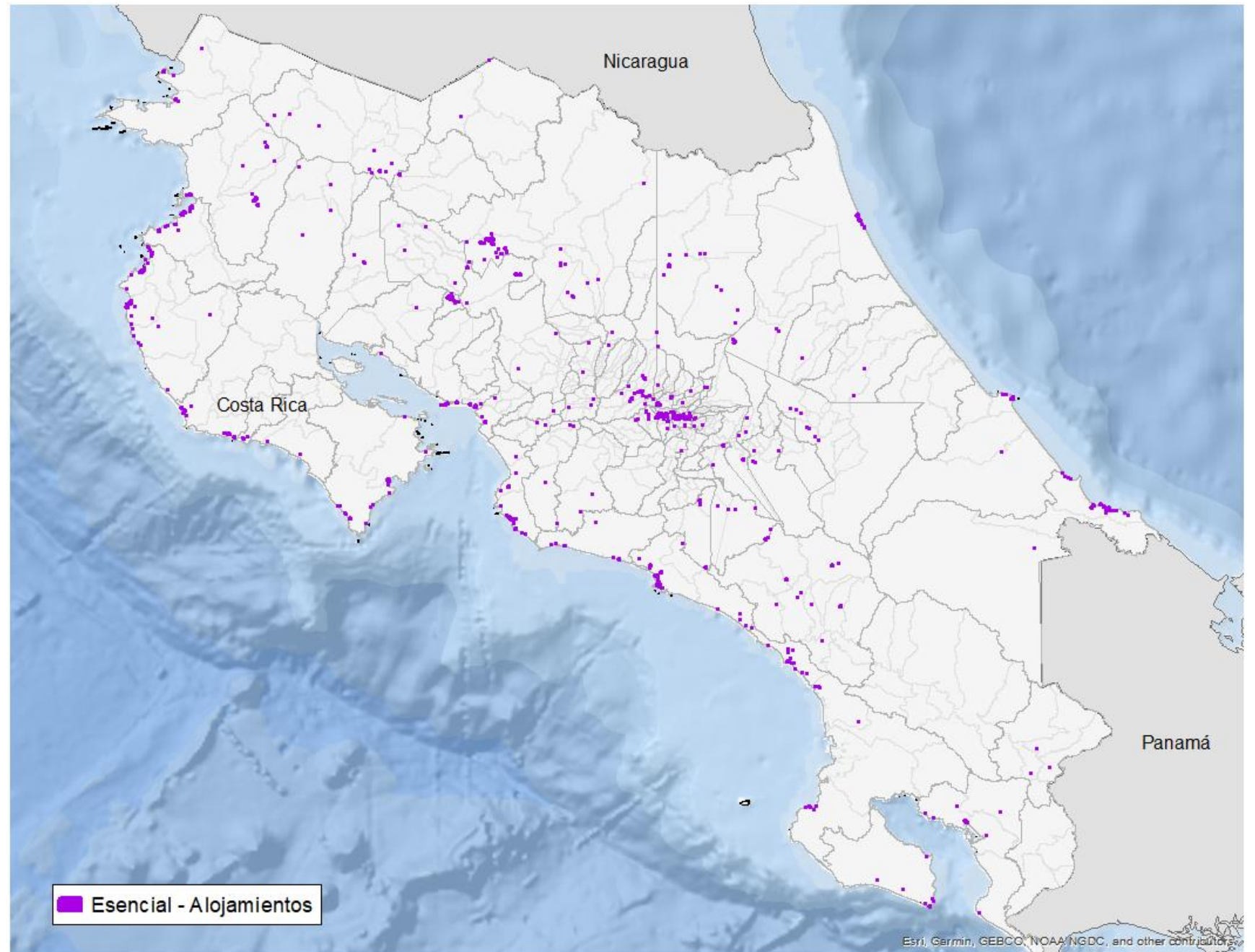
Ubicaciones

SNIT

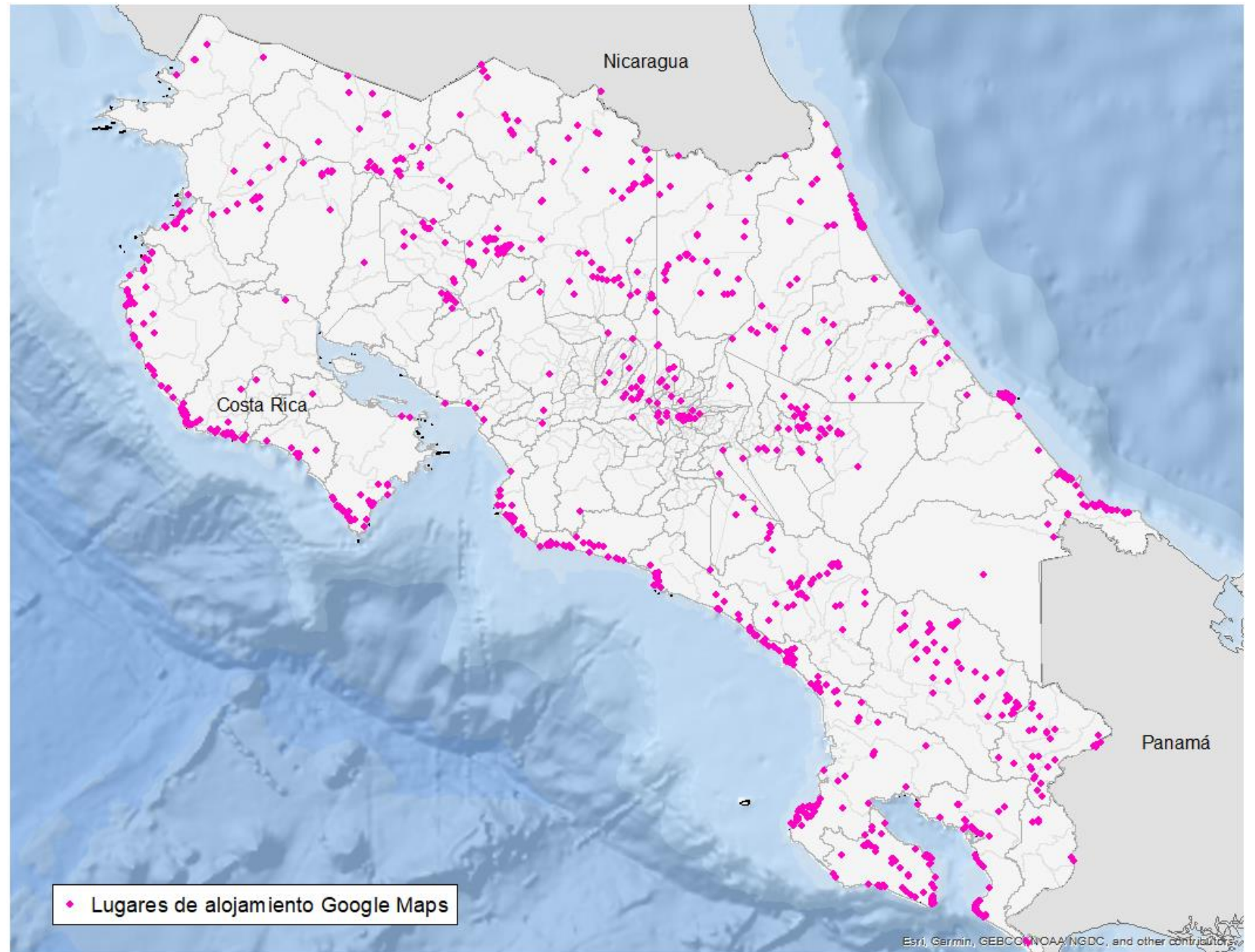


Ubicaciones

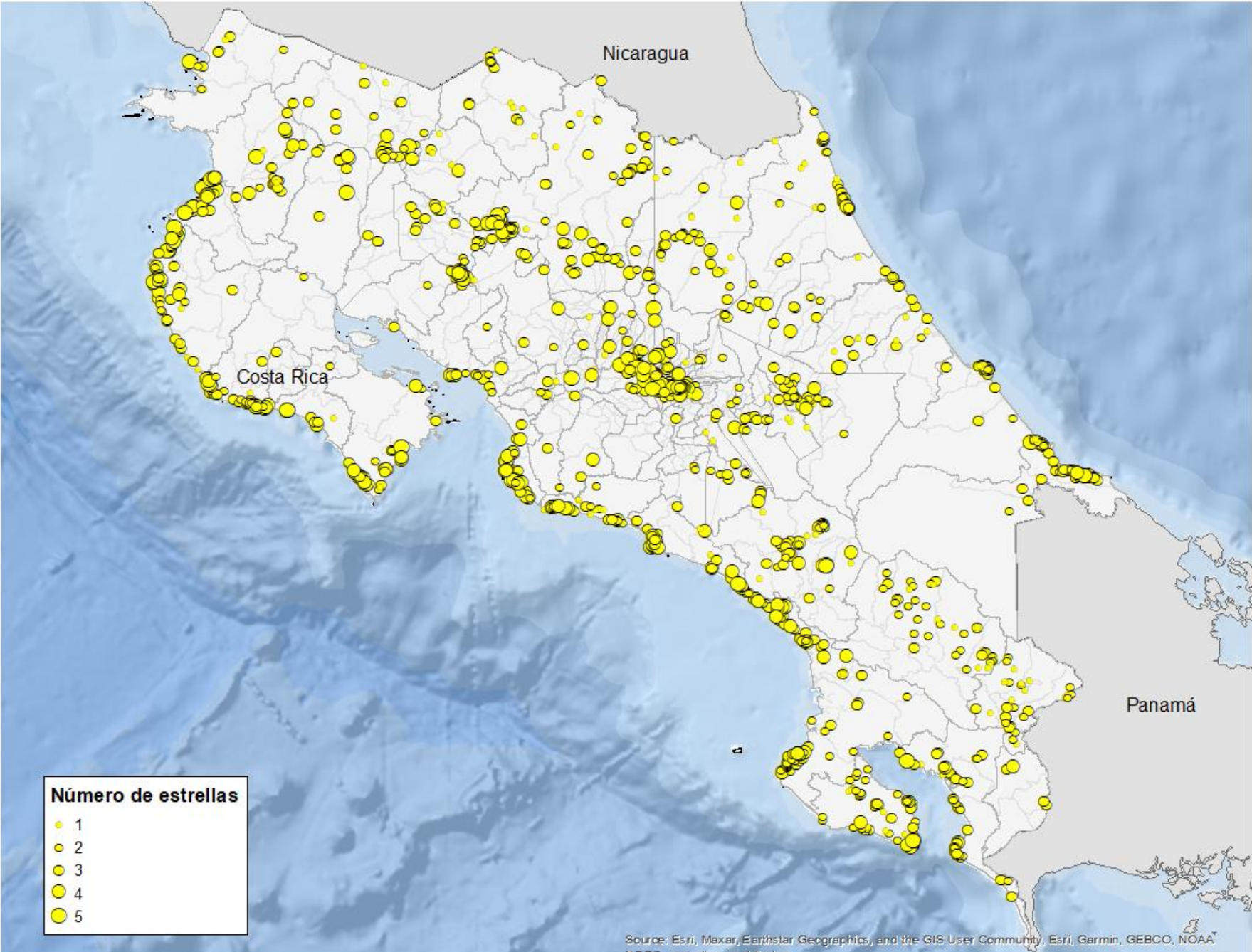
Esencial Costa Rica



Ubicaciones
Google Maps



Clasificación



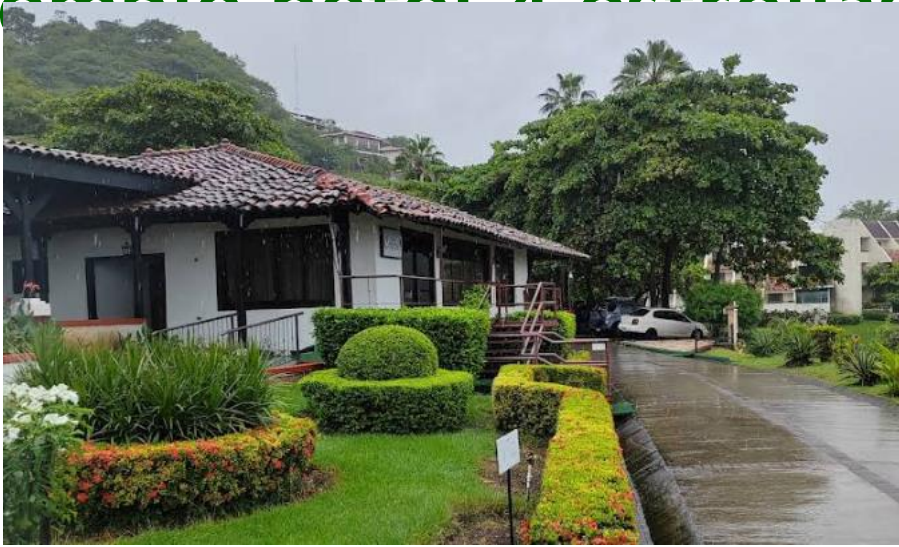
Modelo de vulnerabilidad

Tipo	Vida Útil	Estructura	Paredes	Cubierta	Cielos	Entrepisos	Pisos	Baños	Otros	Costo €/m²
HT01	90 años.	Mampostería integral, prefabricado o perfiles metálicos.	Bloques de concreto con repello quemado.	Cerchas de perfiles metálicos. Láminas onduladas de hierro galvanizado, con canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Láminas de cartón, madera laminada, madera aglomerada.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.	Mosaico, terrazo o similar.	Cuartos de baño tipo económico de uso común en cada planta.	Edificios de diseño sencillo, con una recepción y el resto en dormitorios. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. No posee jardines ni ascensor. Hoteles de una a tres plantas. Generalmente, la primera se destina a uso comercial.	690,000
HT02	105 años.	Columnas y vigas de concreto armado, prefabricado y/o perfiles metálicos.	Bloques de concreto con repello fino. Alturas de la primera planta de 3,00 m y las superiores de 2,80 m.	Cerchas de perfiles metálicos, láminas onduladas de hierro galvanizado. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Tablilla PVC, o láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.	Cerámica económica o similar.	Un cuarto de baño tipo normal en cada habitación y dos, tipo económico en el área de restaurante.	Edificios con diseños sencillos. Cuenta con recepción, vestíbulo y un restaurante sencillo. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines sencillos. No posee ascensor. Hoteles de una a tres plantas. con diseños sencillos. Cuenta con recepción, vestíbulo y un restaurante	745,000
HT03	115 años.	Columnas y vigas de concreto armado, prefabricado y/o perfiles metálicos.	Bloques de concreto, ladrillo, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar, repello fino, aluminio compuesto. Alturas de la primera planta de 3,00 m a 3,50 m y las superiores de 2,80 m a 3,00 m.	Cerchas de perfiles metálicos. Láminas de hierro galvanizado tipo canaleta estructural, losa de concreto impermeabilizada con asfalto o similar. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Tablilla PVC, o láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.	Porcelanato, cerámica, alfombras de mediana calidad o similar.	Un baño tipo normal en cada habitación, servicios sanitarios tipo bueno en áreas de restaurante, salas de conferencias u otros.	Presentan vestíbulo, recepción, restaurante y salas de conferencia, acabados con puertas de buena calidad, enchapes en baños hasta 1,50 m en porcelanato y puertas de madera. Red de agua fría y caliente con bomba eléctrica. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines cuidados, señalamiento y focos en buen estado y localizados en zonas agradables de la ciudad y sin peligro. Ascensor. Hoteles de una a tres plantas.	820,000
HT04	120 años.	Columnas y vigas de concreto armado o prefabricado y/o perfiles metálicos.	Muros de concreto armado, bloques de concreto o prefabricado. Paredes internas de bloques de concreto, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar aluminio compuesto, azulejos, mármol, piedra, espejos y otros. Alturas de la primera planta de 3,00 m a 3,50 m, y las superiores de 2,80 m a 3,50 m.	Cerchas de perfiles metálicos. Teja de barro o similar. Canoas y bajantes de hierro galvanizado, tipo pecho paloma u ocultos por precintas.	Tablilla PVC, o madera de buena calidad, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar. Artesonados, losa de concreto.	Viguetas prefabricadas o coladas en sitio con losa de concreto.armado.	Cerámica importada de buena calidad. Alfombra de buena calidad en pasillos y habitaciones.	Un cuarto de baño tipo muy bueno en cada habitación y baterías de baño tipo muy buena en áreas de uso común.	Presentan vestíbulo y recepción, salas de conferencias, bar, uno o dos restaurantes con acabados de buena calidad. Tiendas de artesanías y regalos; puede también ofrecer salón de belleza y barbería. Aislante de ruidos. Buenas vistas desde habitaciones y áreas públicas. Red de agua fría y caliente con bomba eléctrica, para una adecuada distribución de aguas, sistema contra incendio, sistema de aire acondicionado, planta eléctrica de emergencia. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines cuidados meticulosamente, señalamiento claro y completo, focos en buen estado, localizados en zonas agradables de la ciudad, sin peligro ni ruido. Ascensores. Hoteles de varias plantas.	865,000
HT05	120 años.	Columnas y vigas de concreto armado coladas en sitio o prefabricadas y/o perfiles metálicos.	Muros de concreto coladas con aluminio compuesto. Paredes internas de bloques de concreto, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar, en vestíbulos y pasillos enchapes de mármol, piedra, azulejos, espejos y otros, papel tapiz de excelente calidad en pasillos y dormitorios. Alturas de más de 3,50 m en el área de recepción y las plantas superiores de 2,80 m a 3,50 m.	Cerchas de perfiles metálicos. Losa de concreto, teja de barro o similar. Domos y láminas de policarbonato. Canoas y bajantes de hierro galvanizado.	Tablilla PVC, o madera de buena calidad, láminas de yeso, cemento y fibra de vidrio o similar, materiales acústicos, artesonados con maderas finas, losas de concreto.	Viguetas prefabricadas doble T o similar o coladas, con losa de concreto.	Mármol y/o porcelanato de excelente calidad en áreas de uso común, alfombras de alto uso de excelente calidad en dormitorios, pasillos, salas de conferencias.	Un cuarto de baño tipo muy lujoso en cada habitación y baterías de baño tipo inteligente en áreas de uso común.	Diseños elegantes y lujosos. Amplias ventanas marcos de aluminio reflectivo y vidrio insulated, salas de estar, de conferencias, restaurantes, amplio vestíbulo, bares, gimnasios, renta de autos, tiendas de ropa, joyería, artesanía y regalos; puede también ofrecer salón de belleza y barbería, casino. Pasillos de acceso a los dormitorios amplios, alfombrados. Excelente ventilación e iluminación tanto artificial como natural, aislantes de ruidos. Buenas vistas desde habitaciones y áreas públicas. Red de agua fría y caliente con bomba eléctrica, aire acondicionado, sistema contra incendio, planta eléctrica de emergencia. Todos los pasillos con detectores de fuego y extintores. Jardines cuidados meticulosamente, señalamiento claro y completo, focos en buen estado, localizados en zonas agradables, sin peligro ni ruido. Varios ascensores y ascensores de servicio. Hoteles de varias plantas.	1,080,000

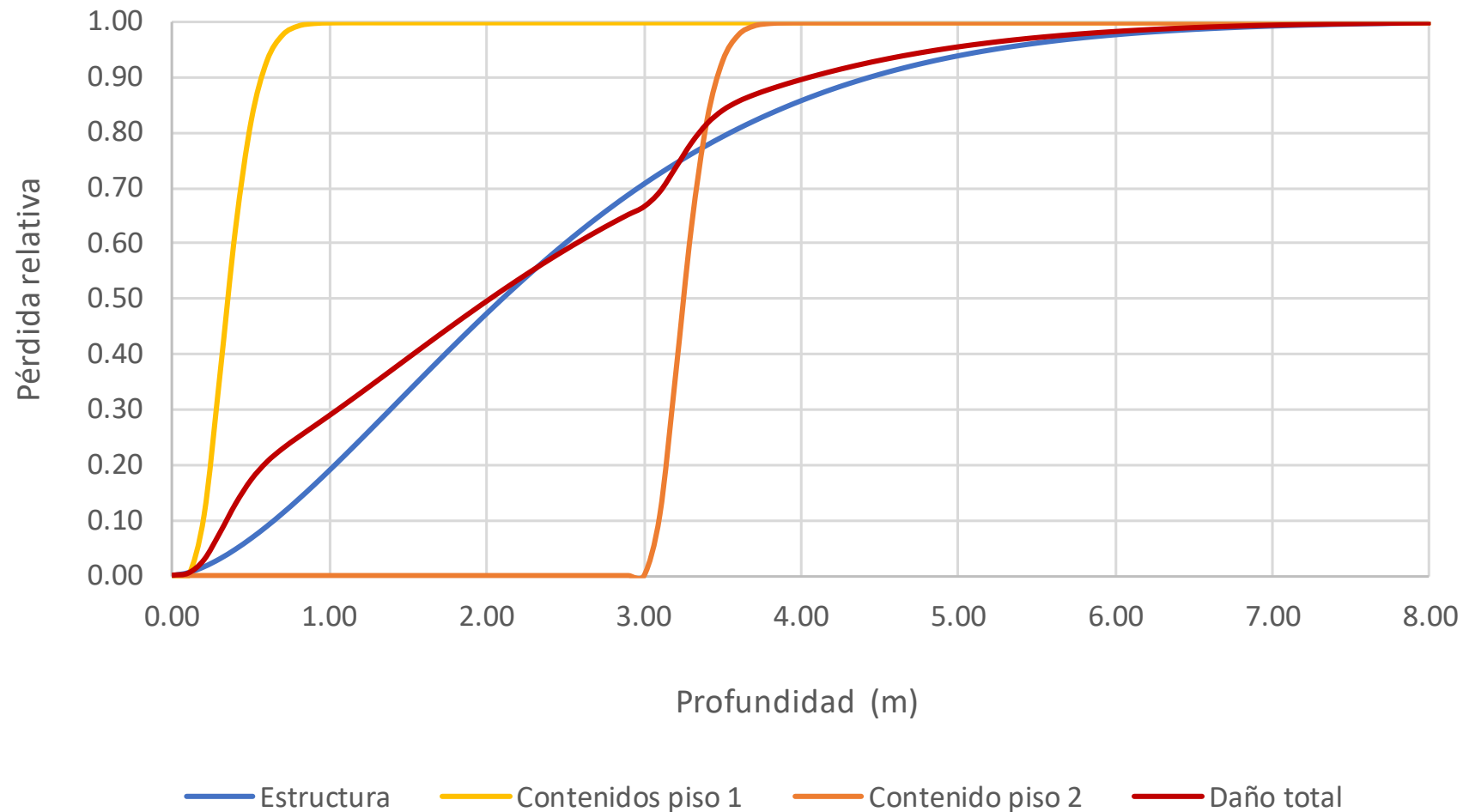
Vulnerabilidad de Edificaciones - Hoteles

Tipo Estructura	Clasificación número de estrellas
A - Sistema de muros de mampostería o prefabricado	1
	2
	3
	4
	5
B - Columnas y vigas de concreto armado y/o perfiles metálicos	1
	2
	3
	4
	5

Ejemplo hotel 4 estrellas en manesteria

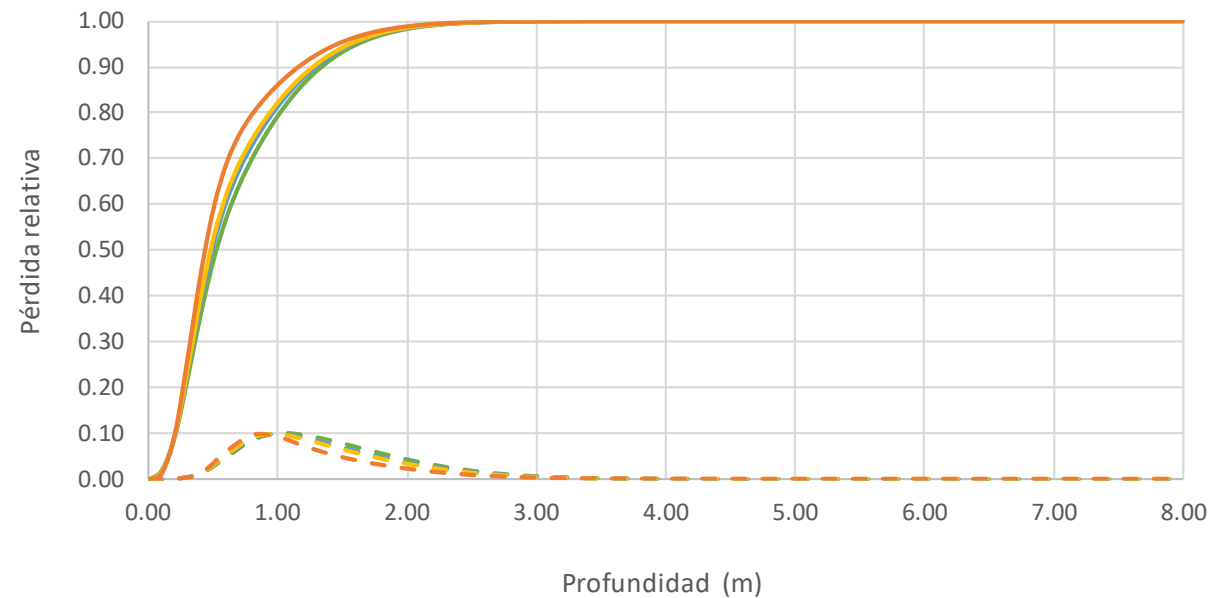


Ejemplo funciones de vulnerabilidad para tsunami - Hotel



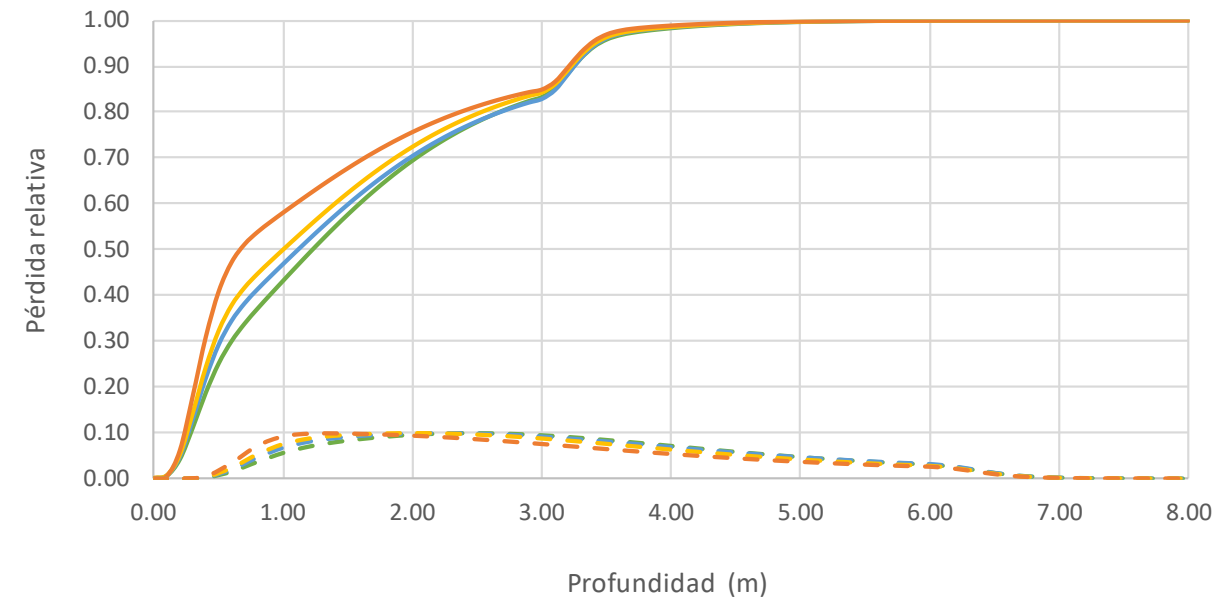
Funciones de vulnerabilidad para tsunami - Hoteles A

1 piso



Hotel_A1_2 Hotel_A3 Hotel_A4 Hotel_A5
Var Hotel_A1_2 Var Hotel_A3 Var Hotel_A4 Var Hotel_A5

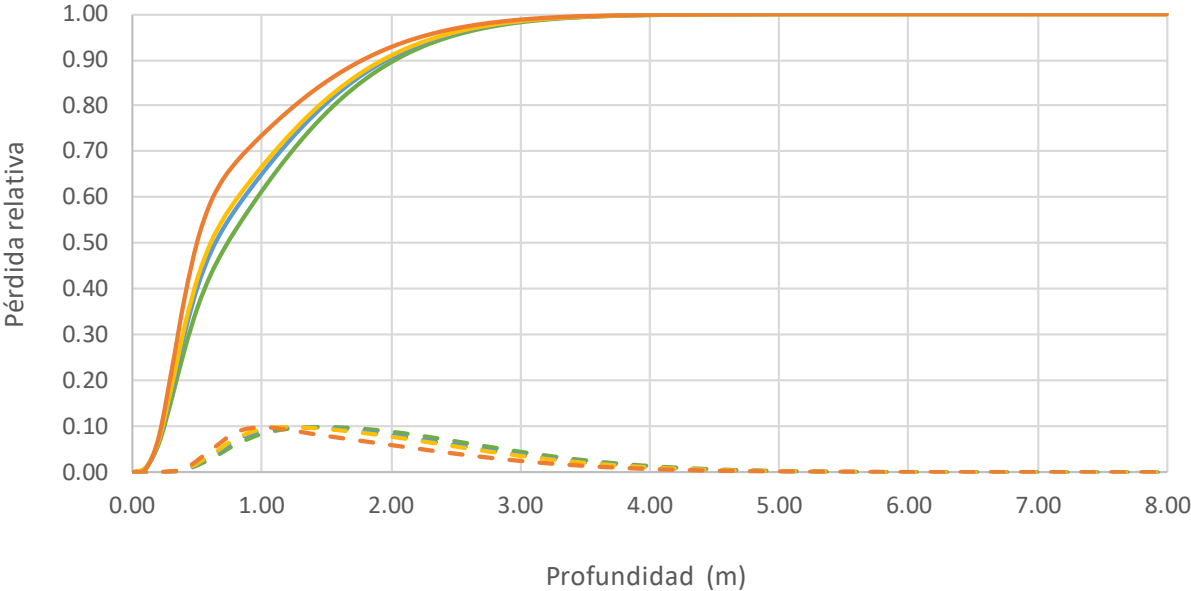
2 pisos



Hotel_A1_2 Hotel_A3 Hotel_A4 Hotel_A5
Var Hotel_A1_2 Var Hotel_A3 Var Hotel_A4 Var Hotel_A5

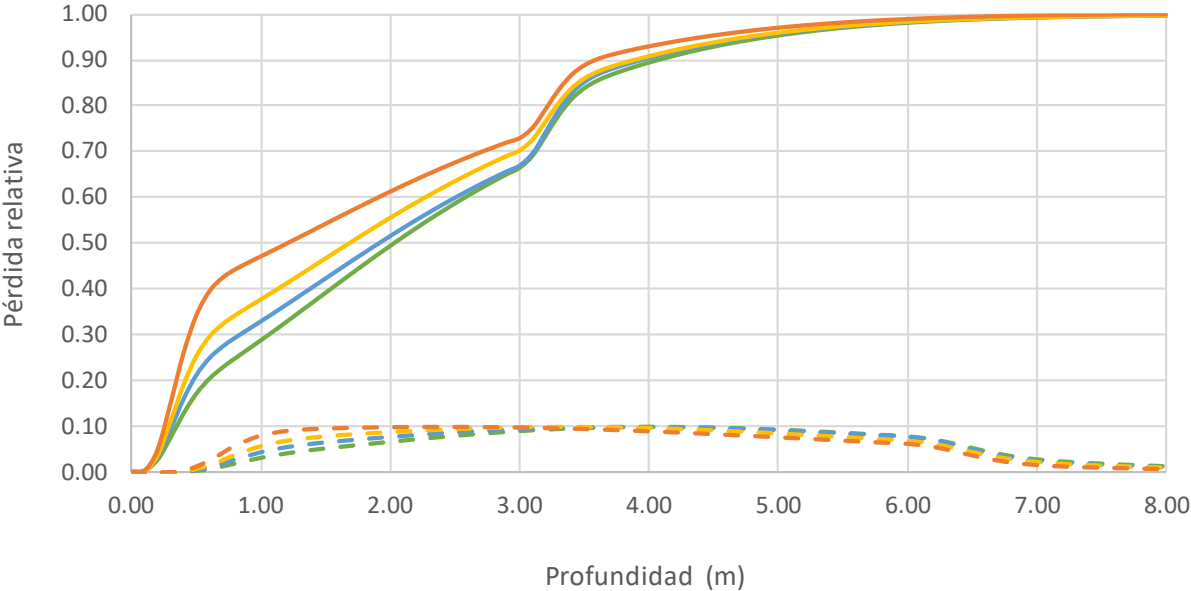
Funciones de vulnerabilidad para tsunami - Hoteles B

1 piso



Hotel_A1_2 Hotel_A3 Hotel_A4 Hotel_A5
Var Hotel_A1_2 Var Hotel_A3 Var Hotel_A4 Var Hotel_A5

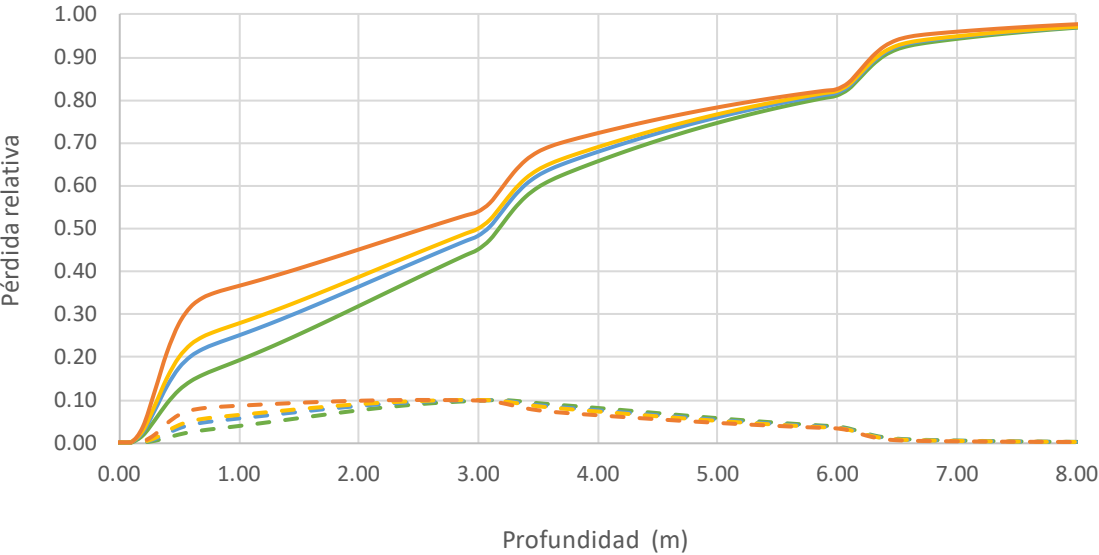
2 pisos



Hotel_A1_2 Hotel_A3 Hotel_A4 Hotel_A5
Var Hotel_A1_2 Var Hotel_A3 Var Hotel_A4 Var Hotel_A5

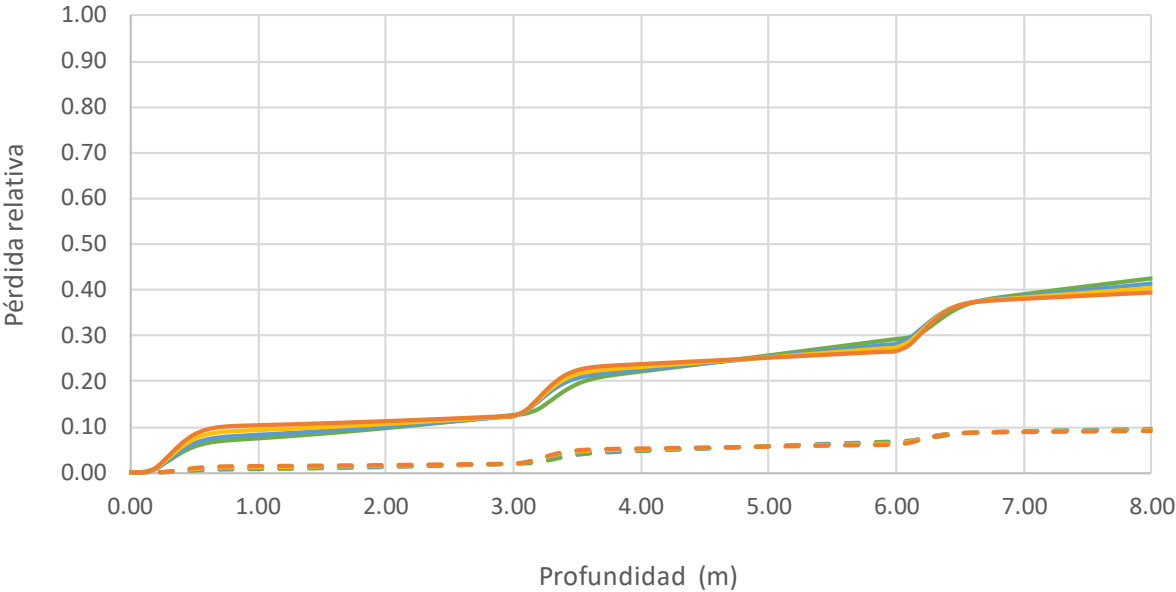
Funciones de vulnerabilidad para tsunami - Hoteles B

3 pisos



Hotel_B1_2 Hotel_B3 Hotel_B4 Hotel_B5
Var Hotel_B1_2 Var Hotel_B3 Var Hotel_B4 Var Hotel_B5

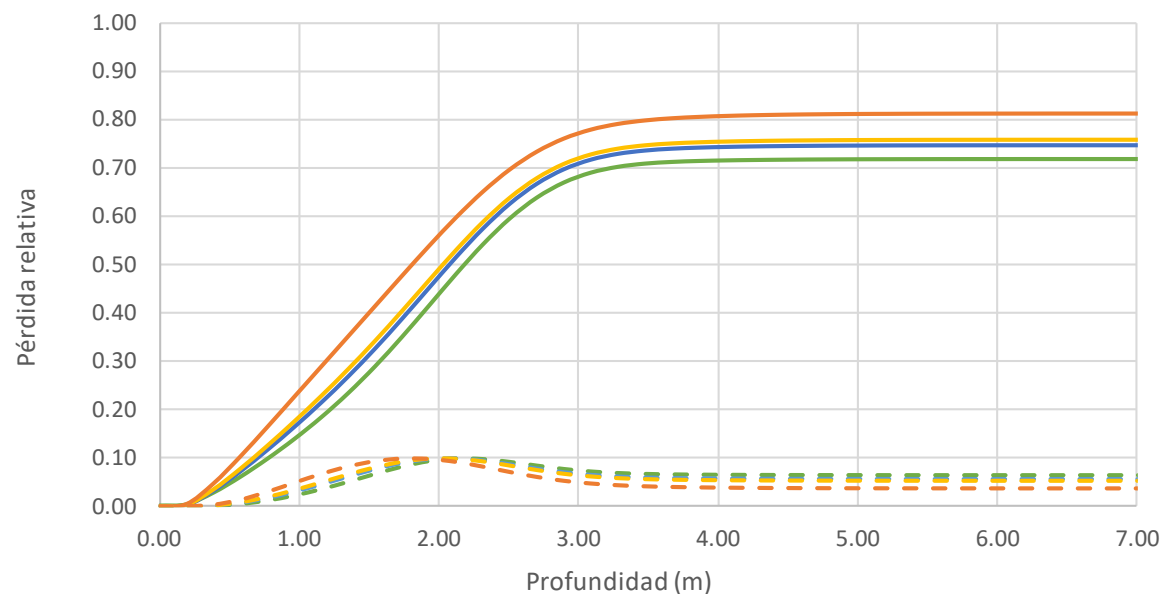
8 pisos



Hotel_B1_2 Hotel_B3 Hotel_B4 Hotel_B5
Var Hotel_B1_2 Var Hotel_B3 Var Hotel_B4 Var Hotel_B5

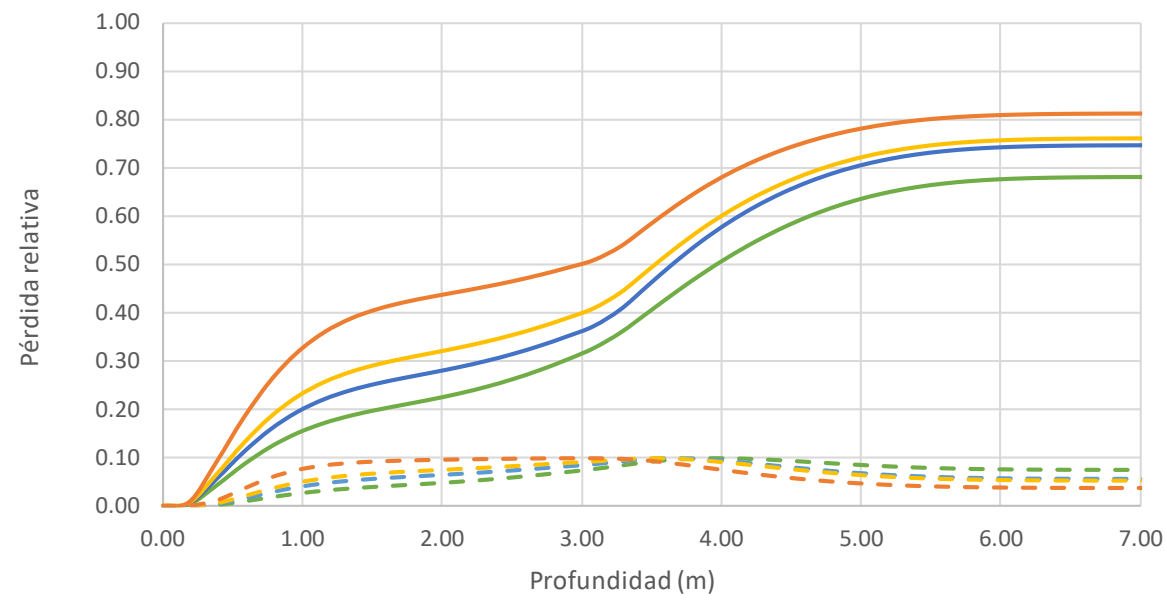
Vulnerabilidad de Edificaciones - Hoteles

Inundación Hoteles A 1 piso



Hoteles_A1_2 Hoteles_A3 Hoteles_A4 Hoteles_A5
Var Hoteles_A1_2 Var Hoteles_A3 Var Hoteles_A4 Var Hoteles_A5

Inundación Hoteles A 2 pisos (mampostería)

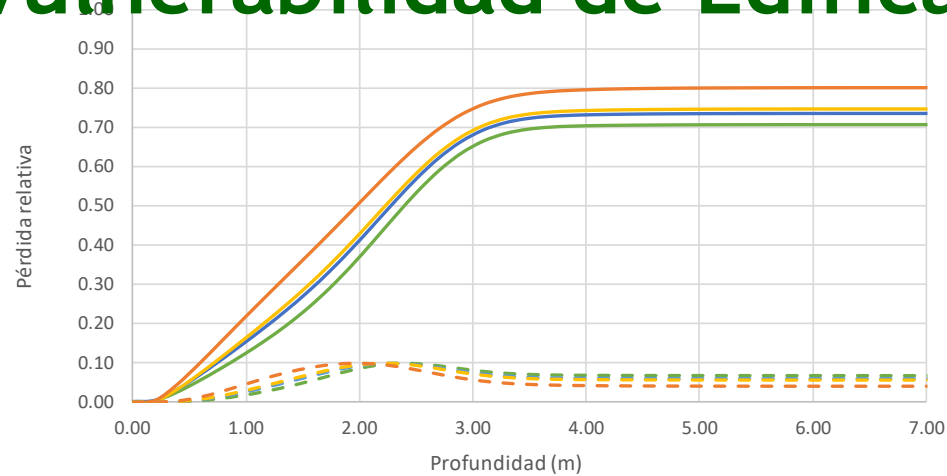


Hoteles_A1_2 Hoteles_A3 Hoteles_A4 Hoteles_A5
Var Hoteles_A1_2 Var Hoteles_A3 Var Hoteles_A4 Var Hoteles_A5

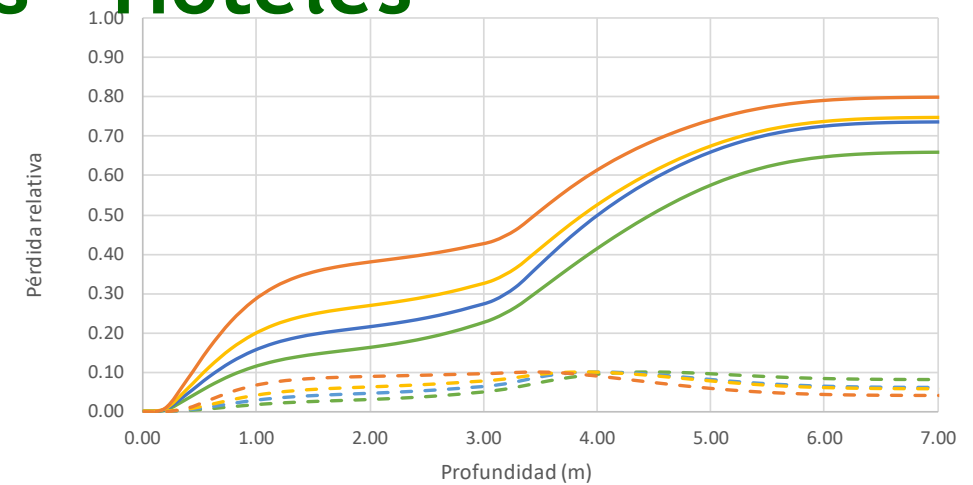
Inundación Hoteles B 1 piso (pórticos de concreto)

Vulnerabilidad de Edificaciones - Hoteles

Inundación Hoteles B 2 pisos (pórticos de concreto)

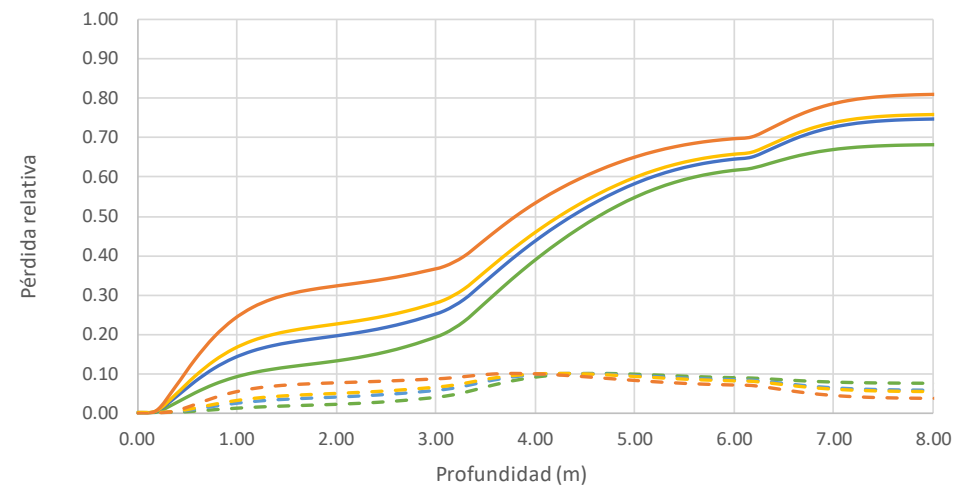


Hoteles_B1_2 Hoteles_B3 Hoteles_B4 Hoteles_B5
 Var Hoteles_B1_2 Var Hoteles_B3 Var Hoteles_B4 Var Hoteles_B5



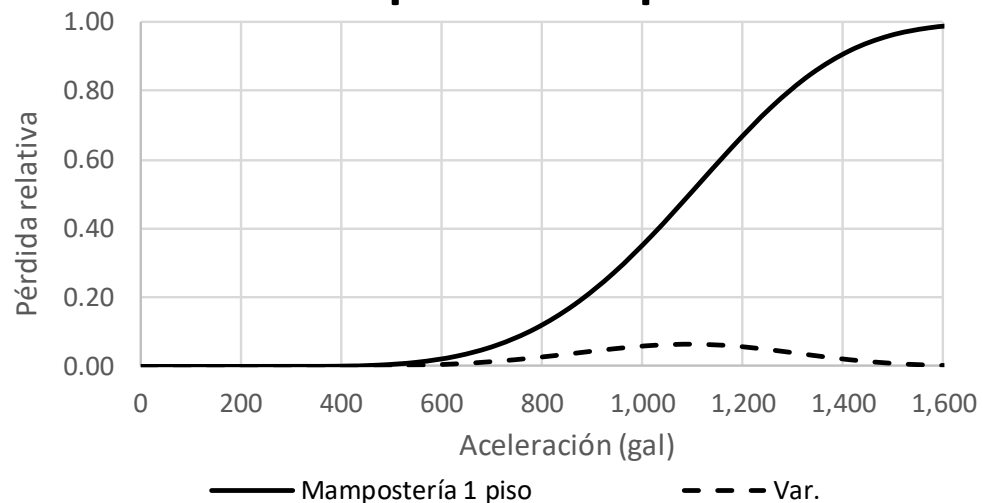
Hoteles_B1_2 Hoteles_B3 Hoteles_B4 Hoteles_B5
 Var Hoteles_B1_2 Var Hoteles_B3 Var Hoteles_B4 Var Hoteles_B5

Inundación Hoteles B 3 pisos (pórticos de concreto)

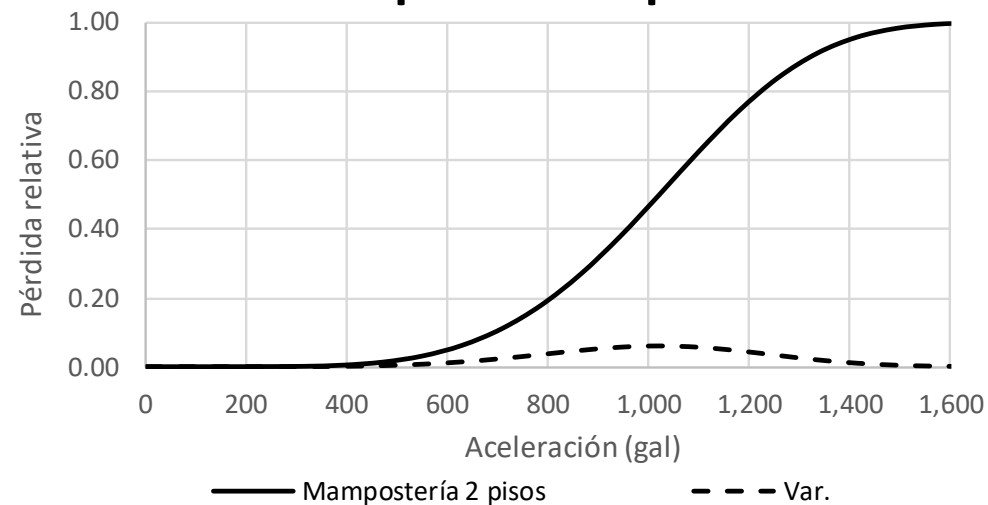


Hoteles_B1_2 Hoteles_B3 Hoteles_B4 Hoteles_B5
 Var Hoteles_B1_2 Var Hoteles_B3 Var Hoteles_B4 Var Hoteles_B5

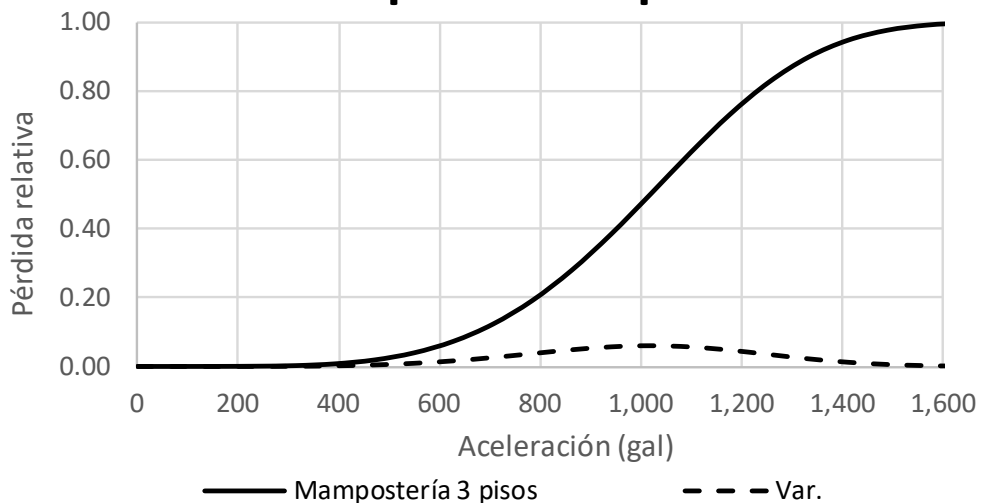
Mampostería 1 piso



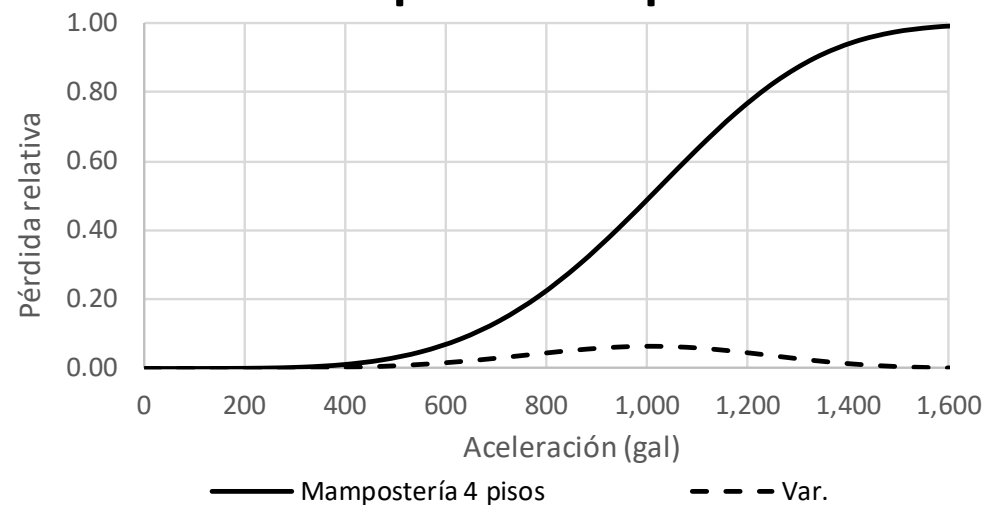
Mampostería 2 pisos



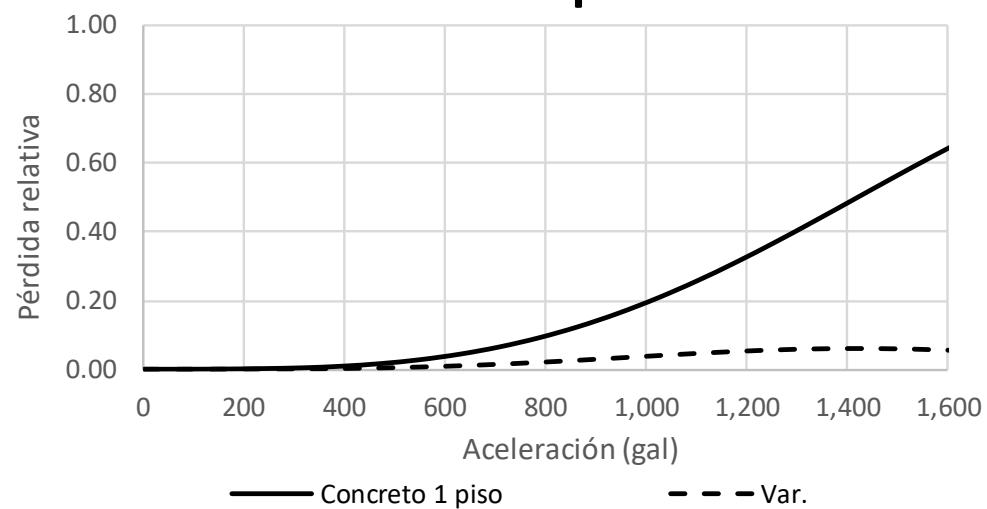
Mampostería 3 pisos



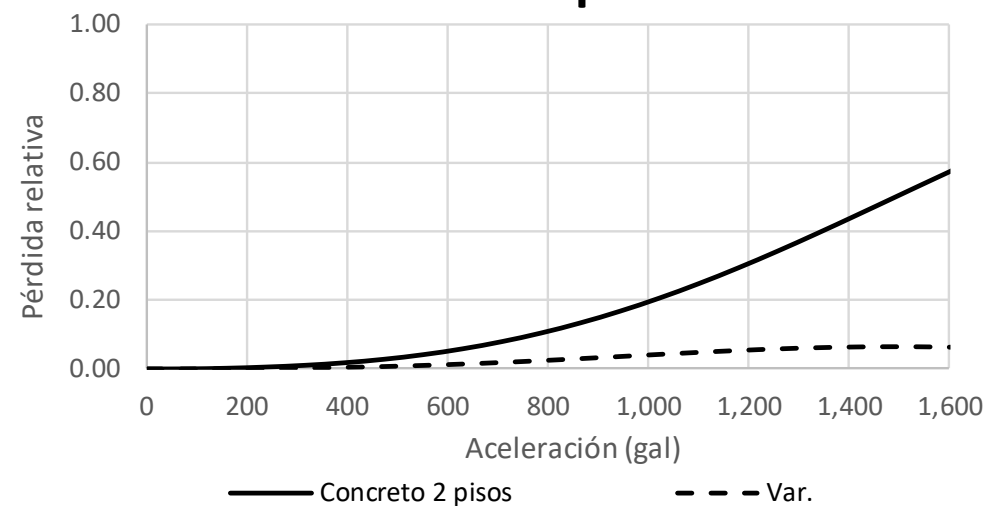
Mampostería 4 pisos



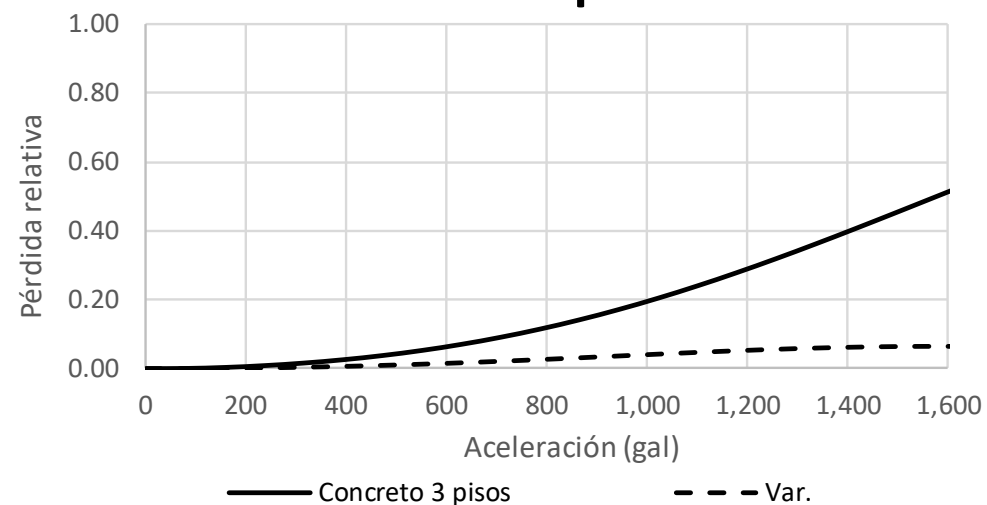
Concreto 1 piso



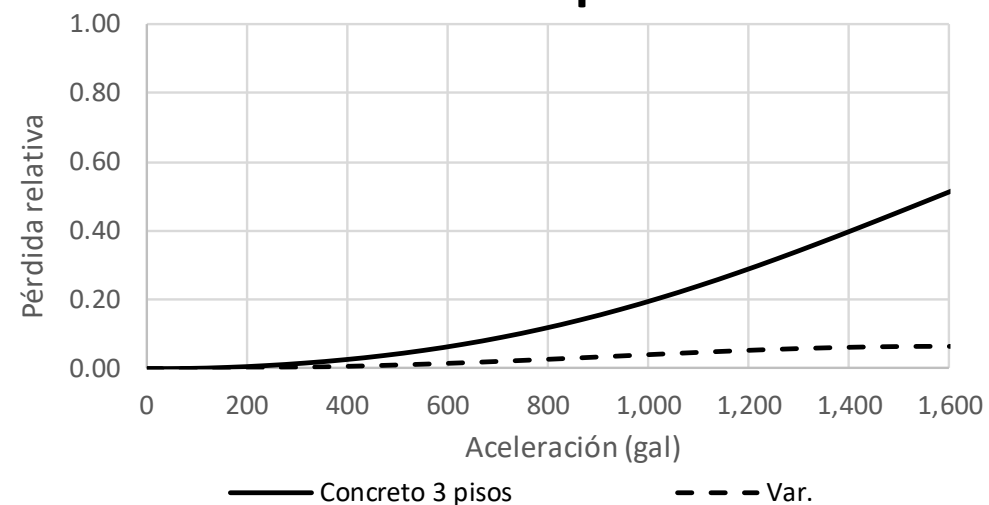
Concreto 2 pisos



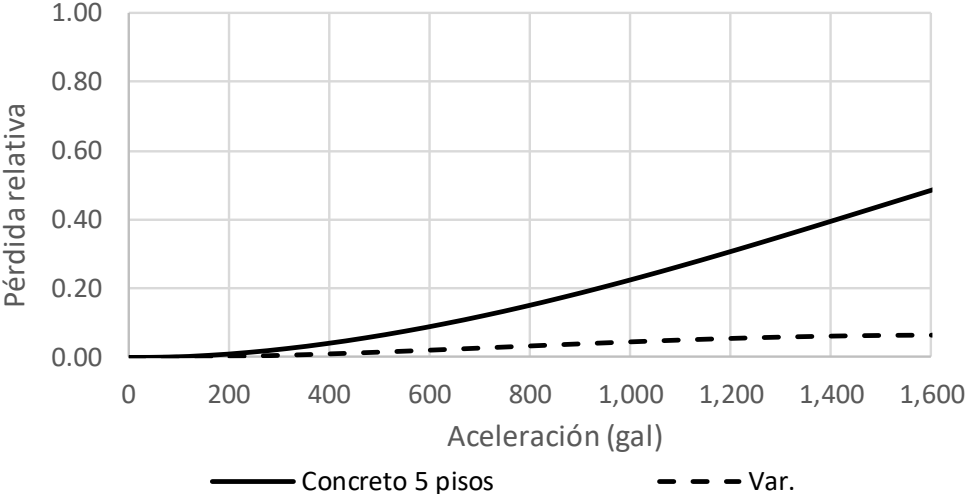
Concreto 3 pisos



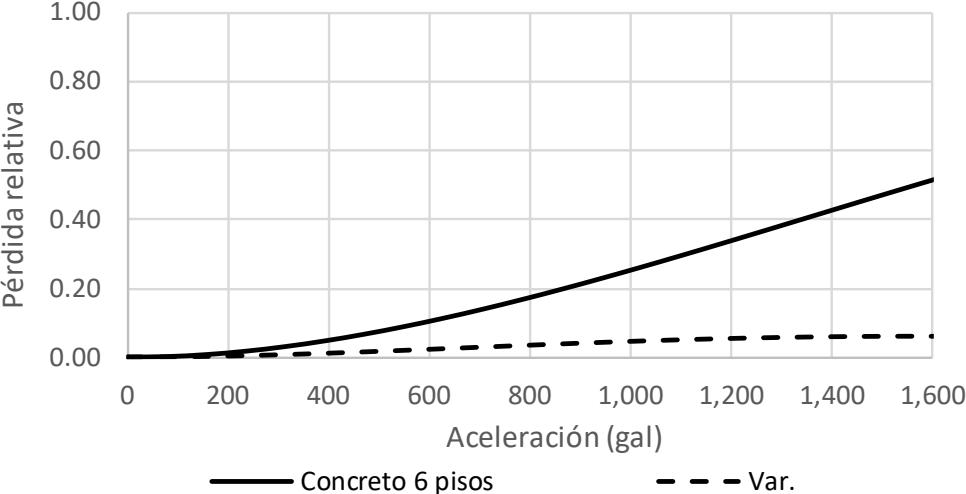
Concreto 4 pisos



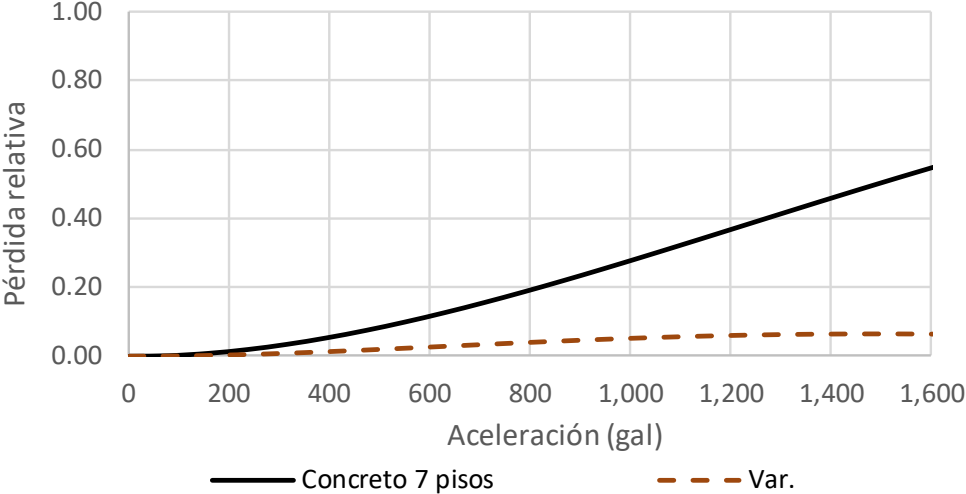
Concreto 5 pisos



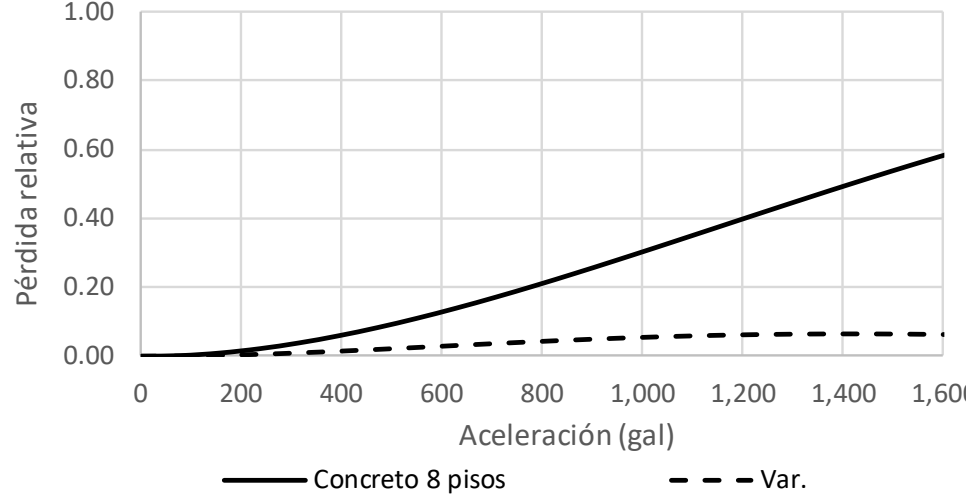
Concreto 6 pisos



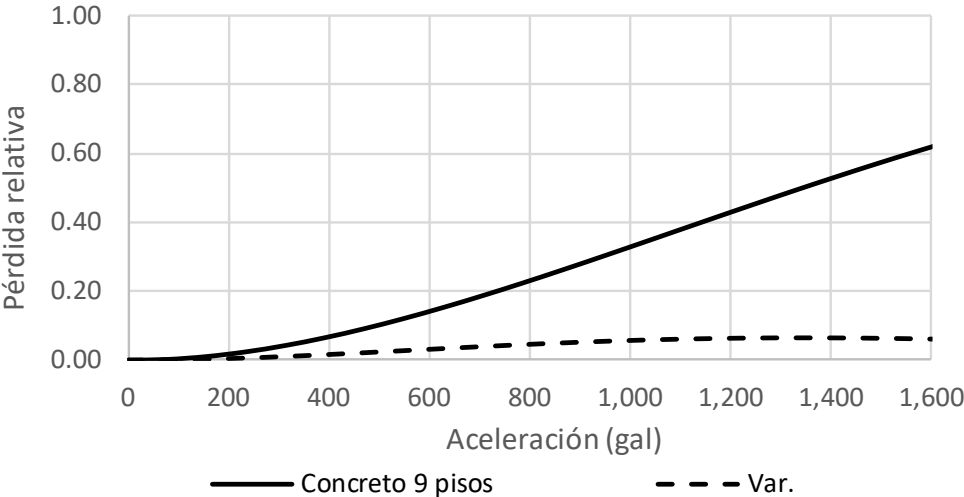
Concreto 7 pisos



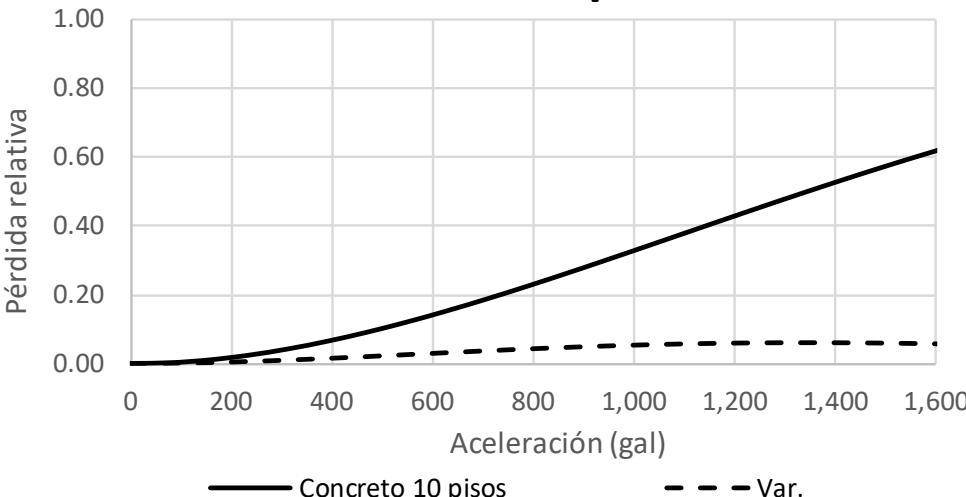
Concreto 8 pisos



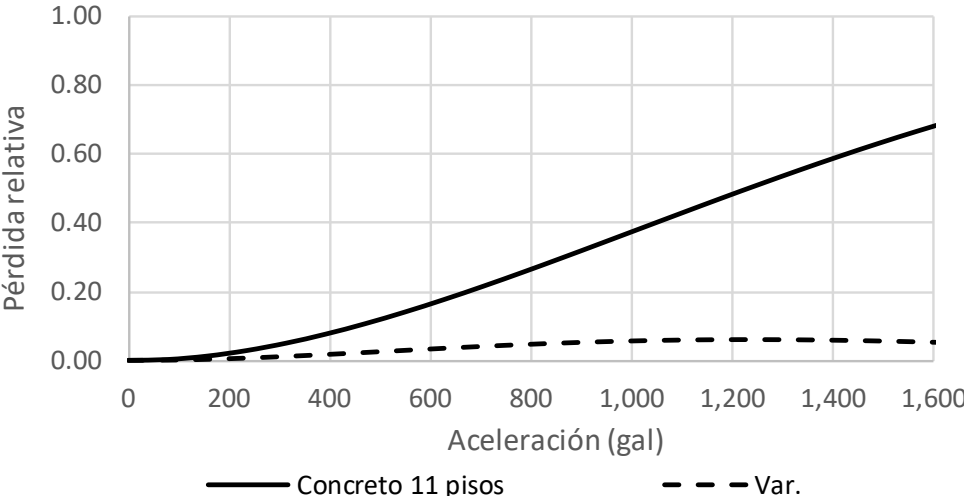
Concreto 9 pisos



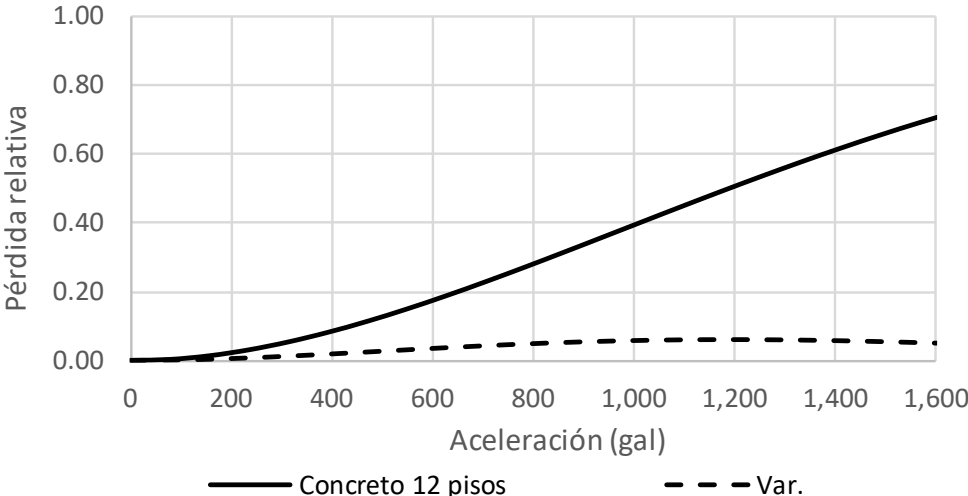
Concreto 10 pisos



Concreto 11 pisos



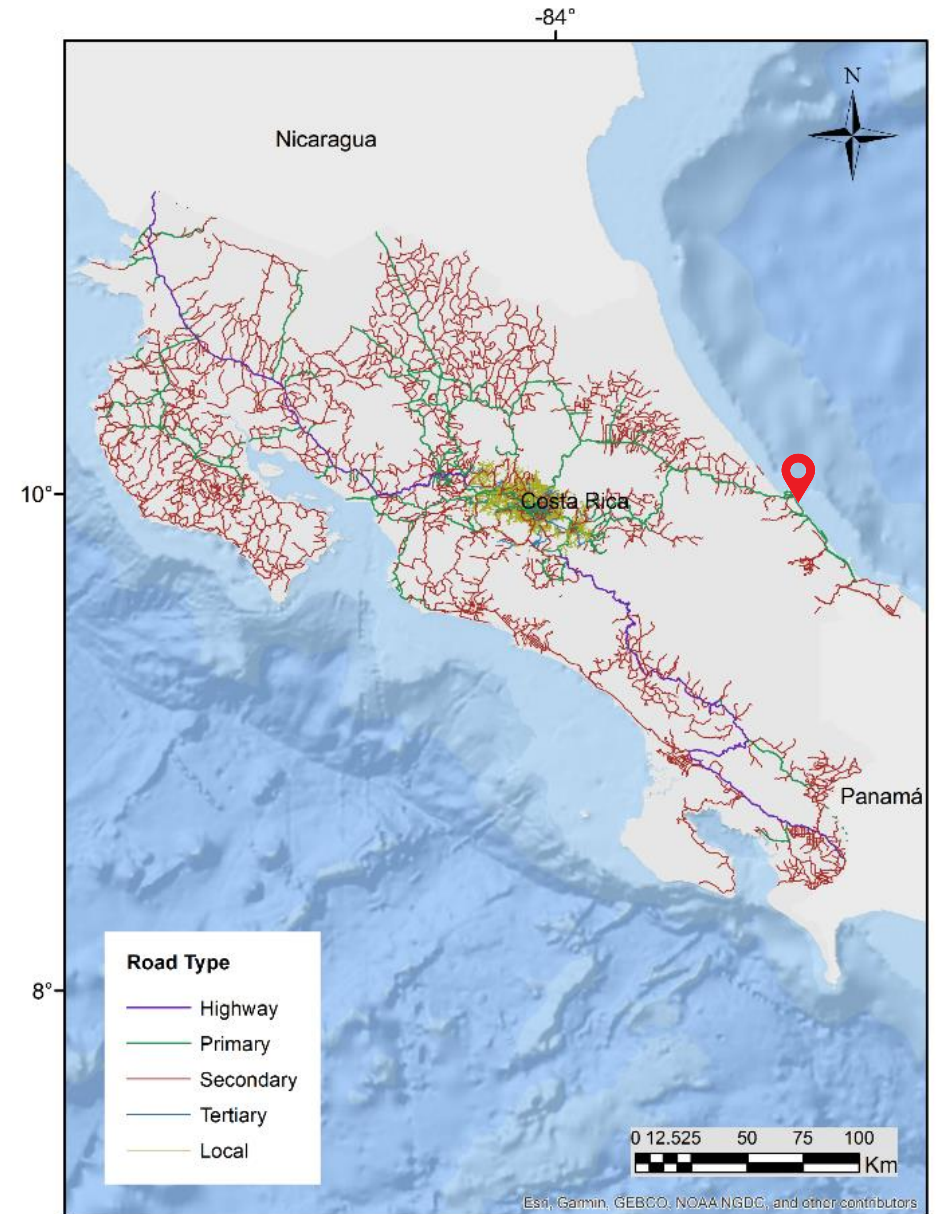
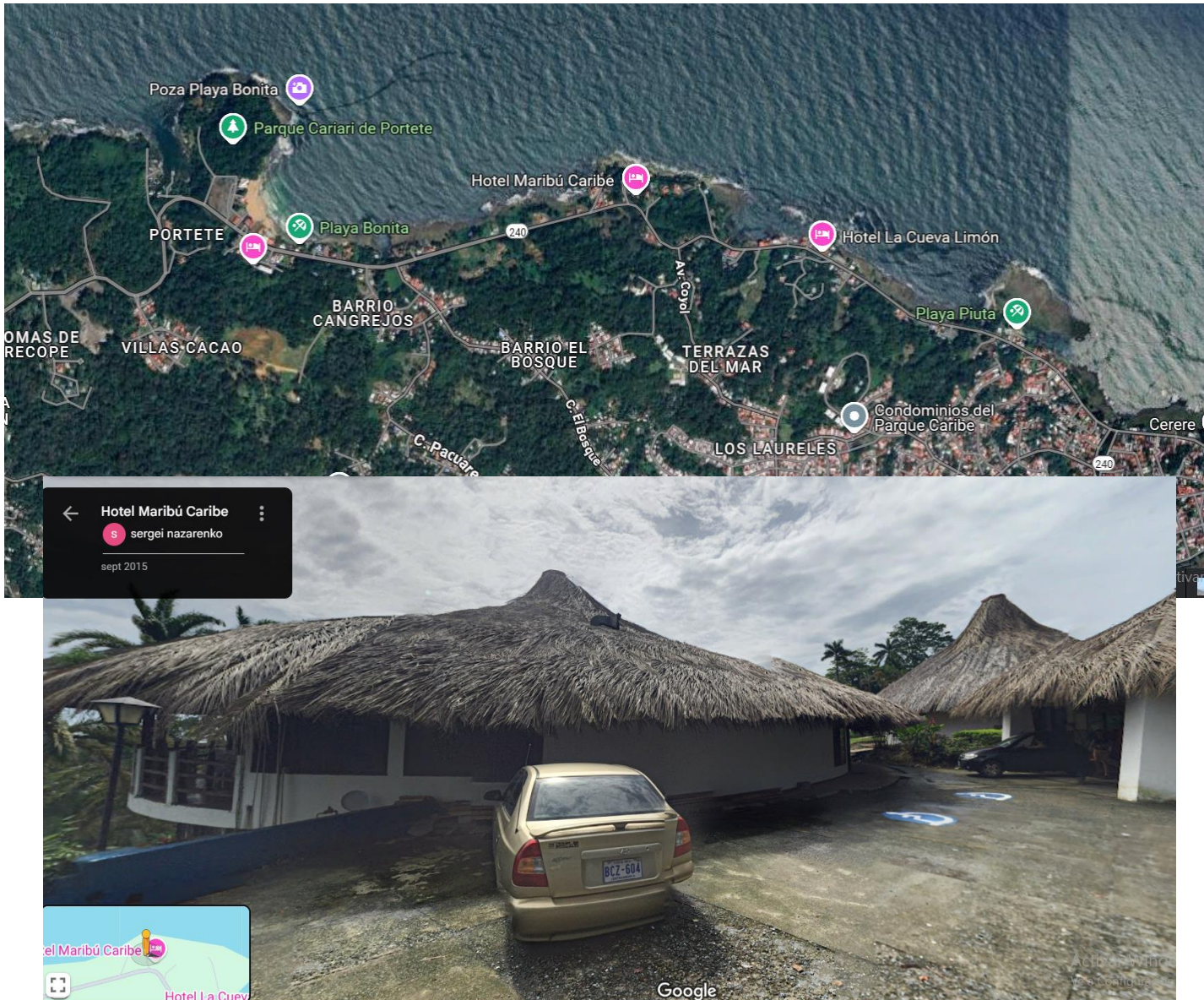
Concreto 12 pisos



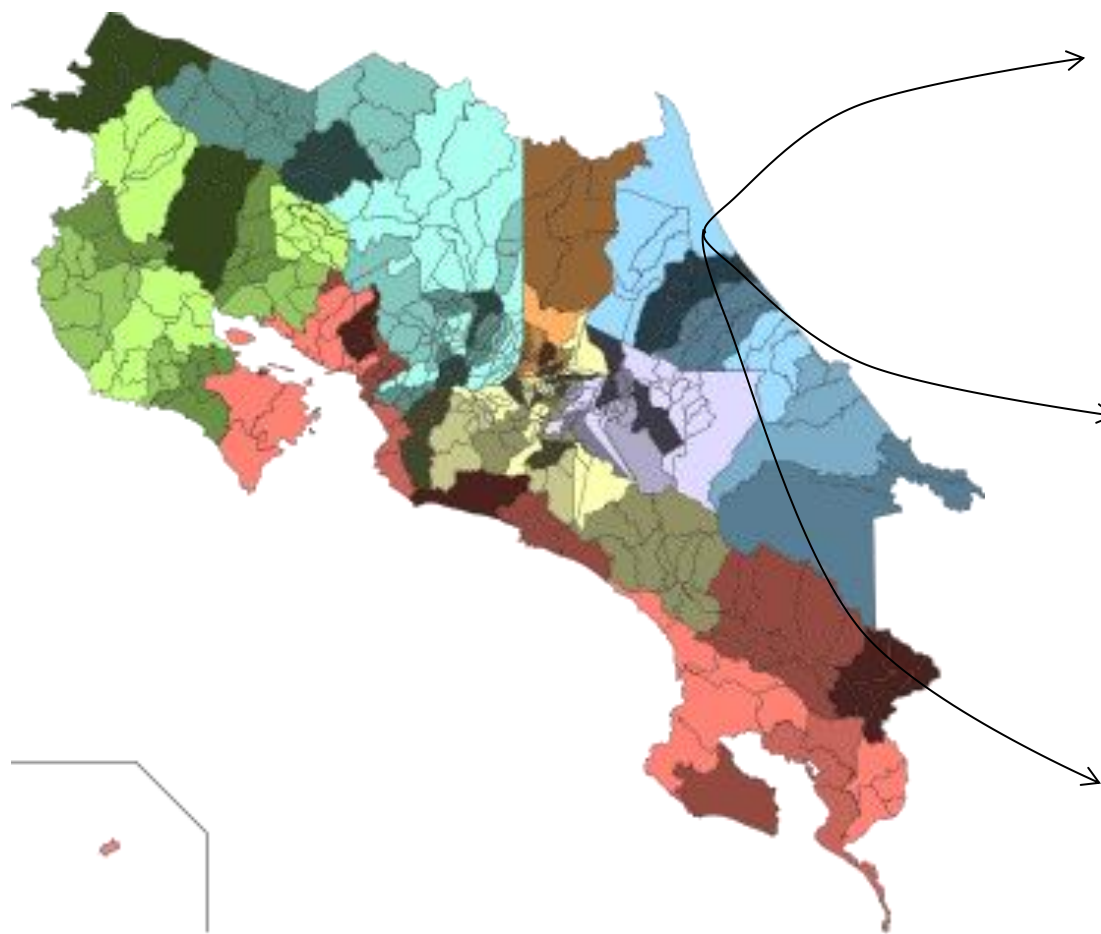
Indicadores de riesgo

Resultados para la plataforma Fu-turismo

Índice de Riesgo del Sector Turismo



Índice de Riesgo del Sector Turismo



Ingresos



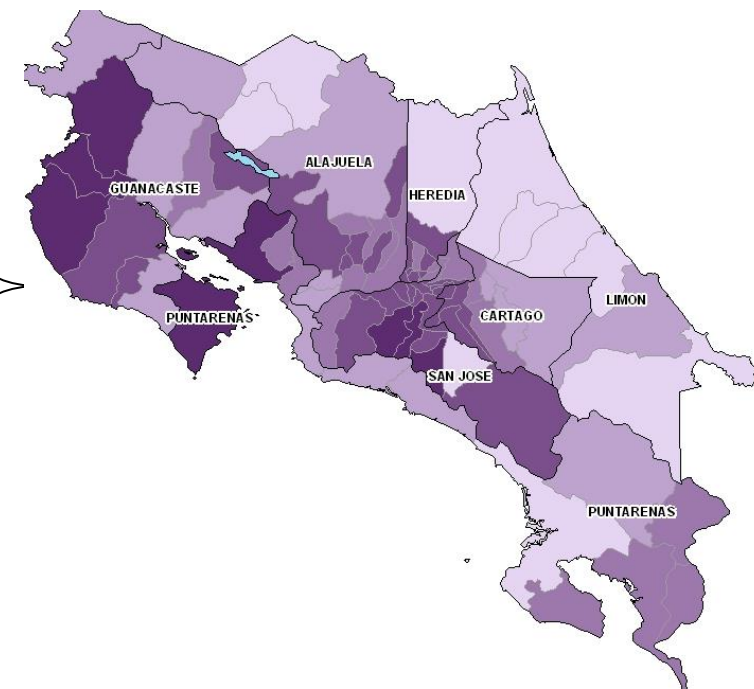
Movilidad



Seguridad



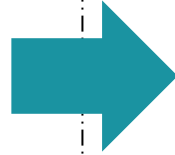
*Agravamiento
del riesgo*



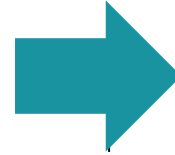
...

Riesgo implícito

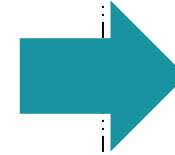
Ubicación



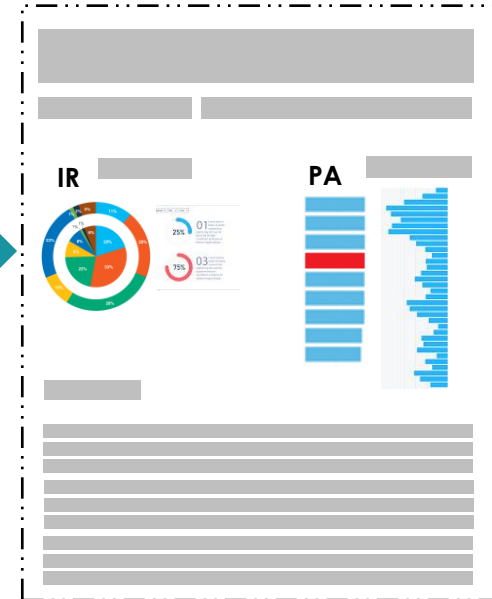
Arquetipo



Categoría



Perfil de Riesgo



*Evaluaciones
precalculadas por
INGENIAR-CIMNE*



www.ingeniar-risk.com



www.cimne.com