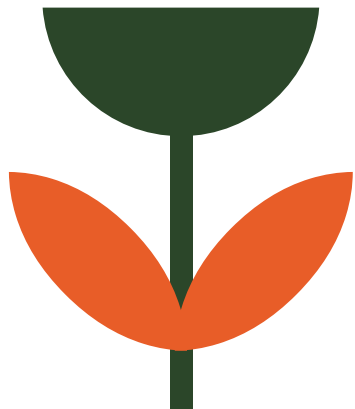




Avances de la Dirección General de Carreteras en adaptación al cambio climático y mejora de la resiliencia de las infraestructuras viarias

Ana Arcos González

Técnica superior en la Subdirección General de Sostenibilidad e Innovación

Dirección General de Carreteras



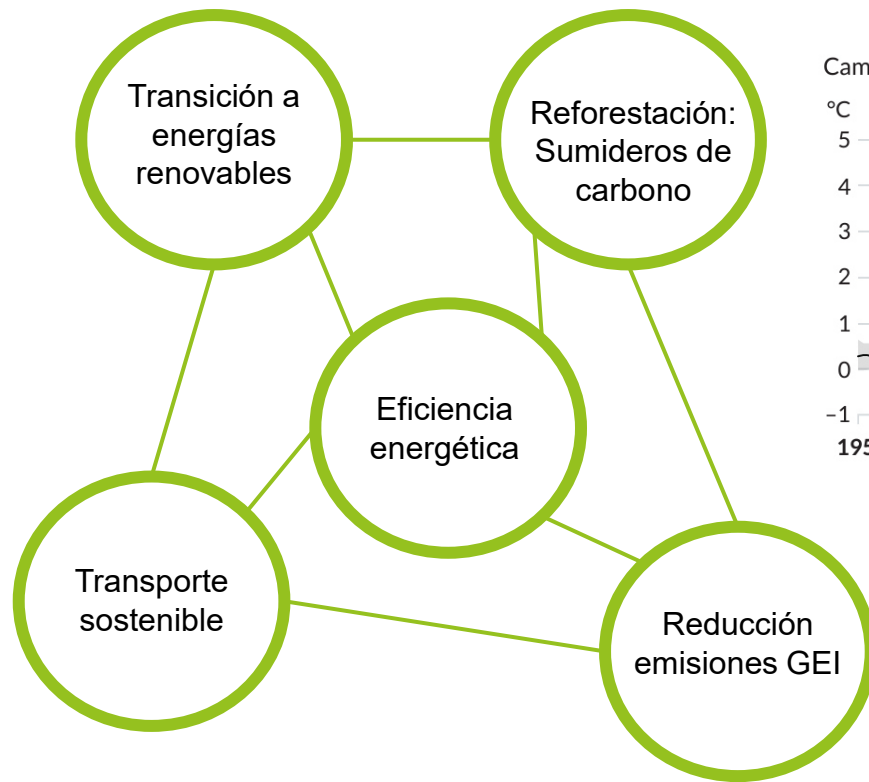


- 1 — INTRODUCCIÓN** - ¿Por qué es necesario adaptar?
- 2 — RED DE CARRETERAS DEL ESTADO (RCE)** – Datos generales.
- 3 — PLANIFICACIÓN ADAPTACIÓN** – Plan de Adaptación al Cambio Climático de la RCE.
- 4 — OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.** Priorización inversiones y mejora de la gestión de las inundaciones.
- 5 — CONCLUSIONES.**

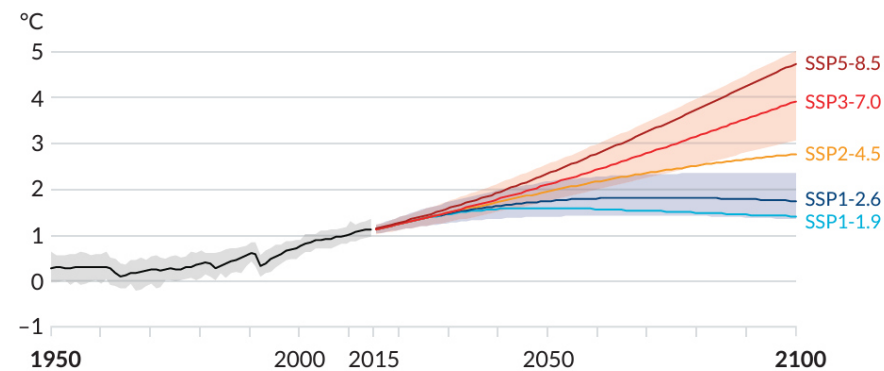


¿POR QUÉ ES NECESARIO ADAPTAR?

MITIGACIÓN

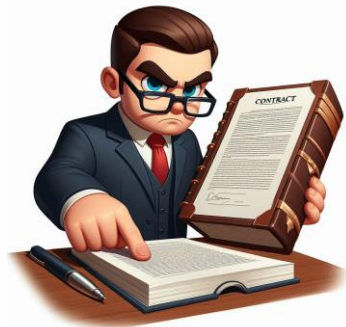


Cambio en la temperatura global de la superficie en relación a 1850-1900



ADAPTACIÓN



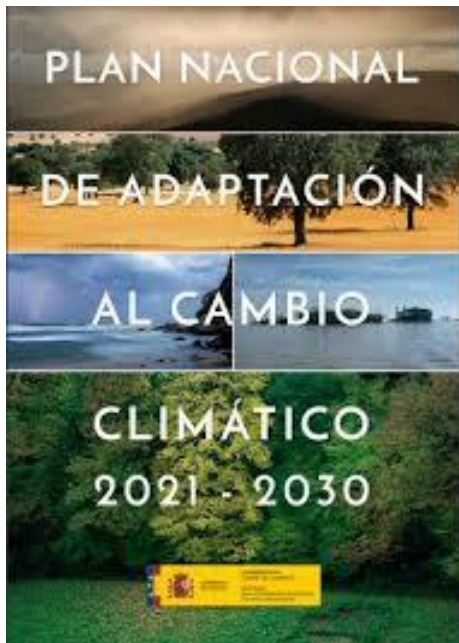


¿POR QUÉ ADAPTAR NUESTRAS CARRETERAS?

REGLAMENTO (UE) 2021/1119 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 30 de junio de 2021

por el que se establece el marco para lograr la neutralidad climática y se modifican los Reglamentos (CE) n.º 401/2009 y (UE) 2018/1999 («Legislación europea sobre el clima»)



A11.L2.M01. Identificación, análisis y evaluación de normativas, instrucciones y estándares de cálculo y diseño de las infraestructuras, edificaciones y dotaciones auxiliares para el transporte

A11.L3.M02 Evaluación de la vulnerabilidad de las redes y sistemas de transporte existentes y elaboración de planes de actuaciones para mejora de la resiliencia

A11.L3.M01 Revisión, evaluación y refuerzo de protocolos de emergencias, planes de contingencia y sistemas de alerta

A11.L4.M02 Integración del cambio climático en los planes de los titulares de infraestructuras del transporte



Graves daños en la **Autovía A-7** zona Quart de Poblet (by pass zona sur)



Graves daños en la **carretera V-31** (Pista de Silla)





Rambla N-234 (Teruel)
Septiembre 2024



AP-66 (Asturias - León)
Noviembre 2024



A-334 PK32 (Almería)
Noviembre 2024



(Comunidad de Madrid)
Octubre 2023



PO-11 (Pontevedra)
Octubre 2023



N-523(Badajoz)
Diciembre 2022



DATOS GENERALES - RED DE CARRETERAS DEL ESTADO (RCE)



Longitud total: 26.459 Km

- 44% Autovías y Autopistas
- 54% Carreteras Convencionales
- 2% Carreteras multicarril

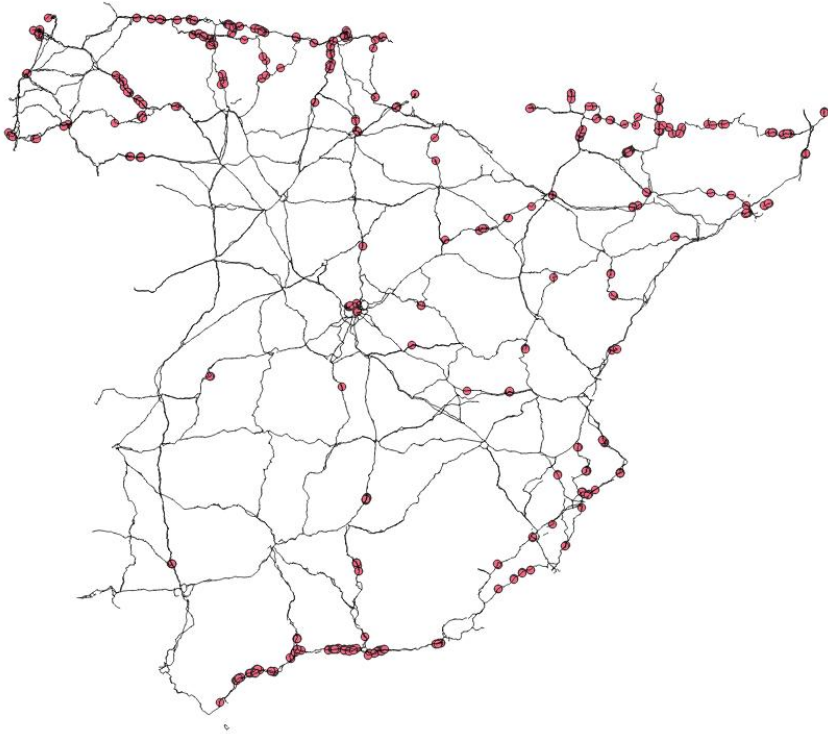


Número 1 a nivel europeo en Km de carreteras de alta capacidad

Concentra un 52% del tráfico total y un 65% del tráfico de vehículos pesados



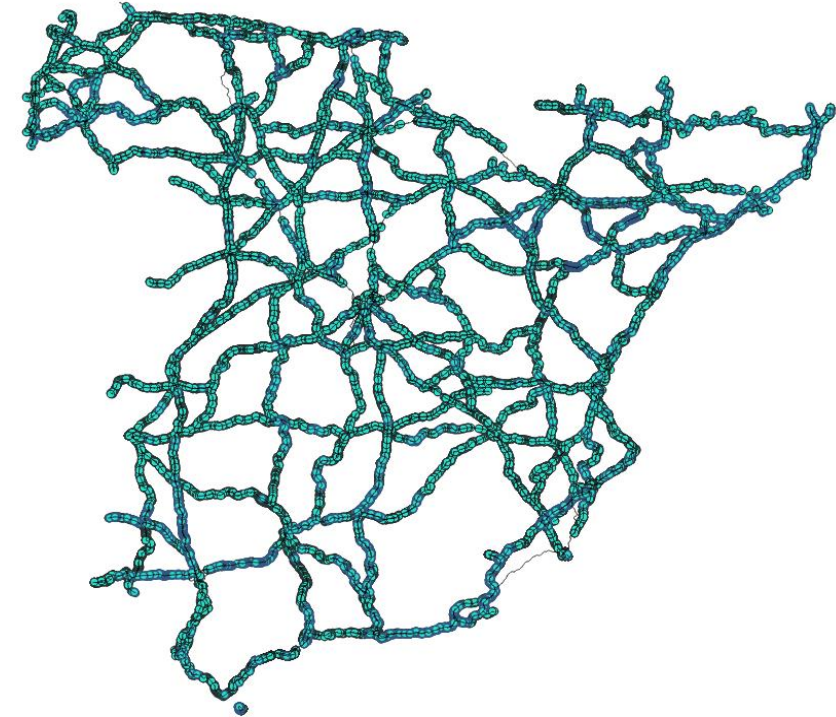
DATOS GENERALES - RCE



480 TÚNELES



26.205 PUENTES



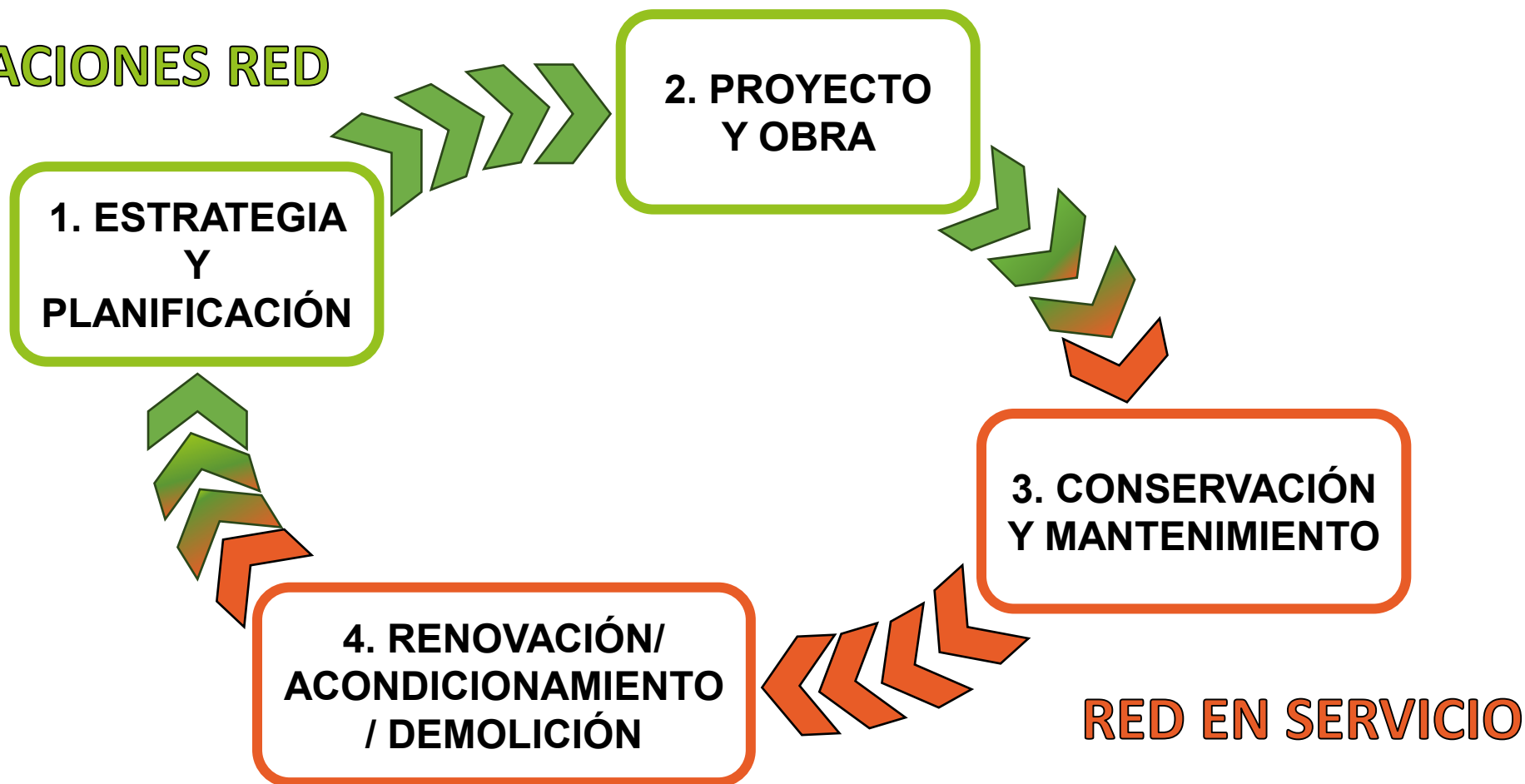
67.166 PEFA

+ FIRMES (26.459 Km)
+ OBRAS DE TIERRA (26.459 Km)
+ SEÑALIZACIÓN
(660.000 señales + 125.000 carteles)



FASES DEL CICLO DE VIDA DE UNA CARRETERA

AMPLIACIONES RED



ADAPTACIÓN DE LA RED EN SERVICIO

Plan de Adaptación de la RCE al CC

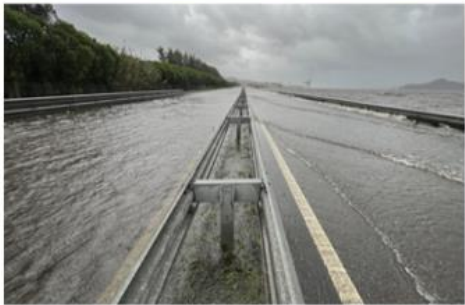
DIAGNÓSTICO DE LA
SITUACIÓN INICIAL

EVALUACIÓN DE LA
VULNERABILIDAD Y
RIESGO DE LA RED

OBJETIVOS A
ALCANZAR

LÍNEAS DE ACTUACIÓN
Y MEDIDAS

PLAN DE ADAPTACIÓN DE LA RED
DE CARRETERAS DEL ESTADO AL
CAMBIO CLIMÁTICO.





**EVALUACIÓN DE LA
VULNERABILIDAD Y
RIESGO DE LA RED**

Plan de Adaptación de la RCE al CC

IMPACTOS

VULNERABILIDAD

RIESGO

**EVALUACIÓN DE
LA RESILIENCIA**

=

EXPOSICIÓN

×

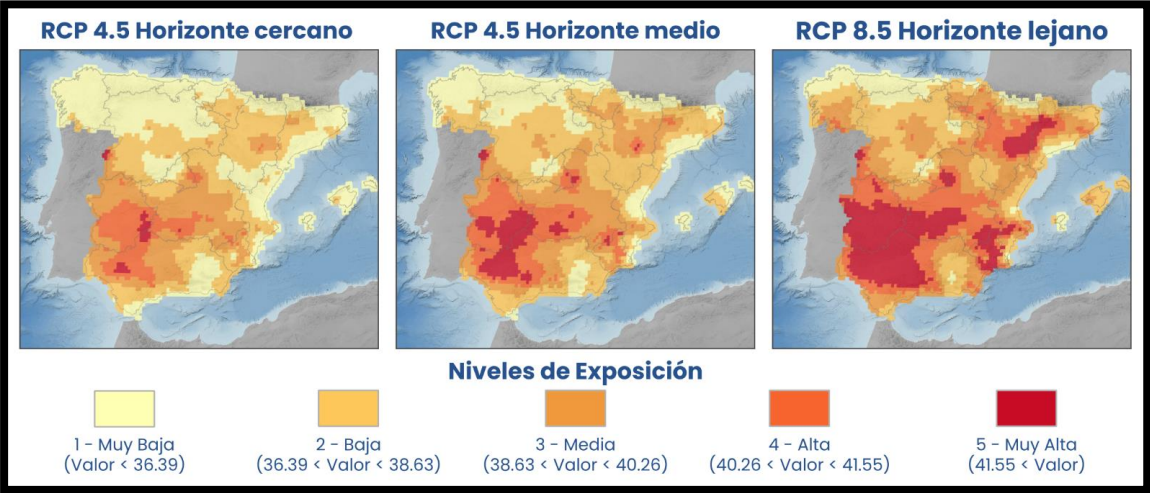
SENSIBILIDAD

=

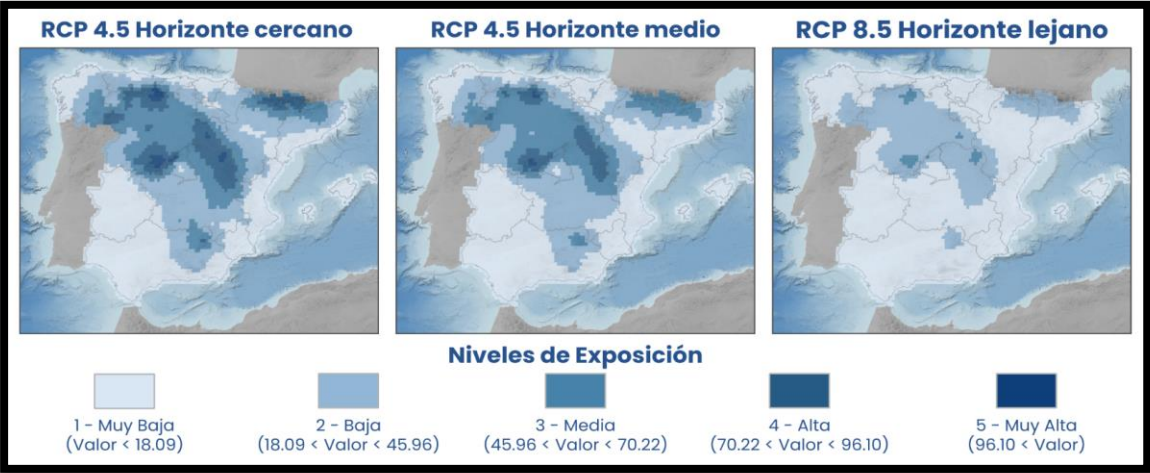
PROBABILIDAD

×

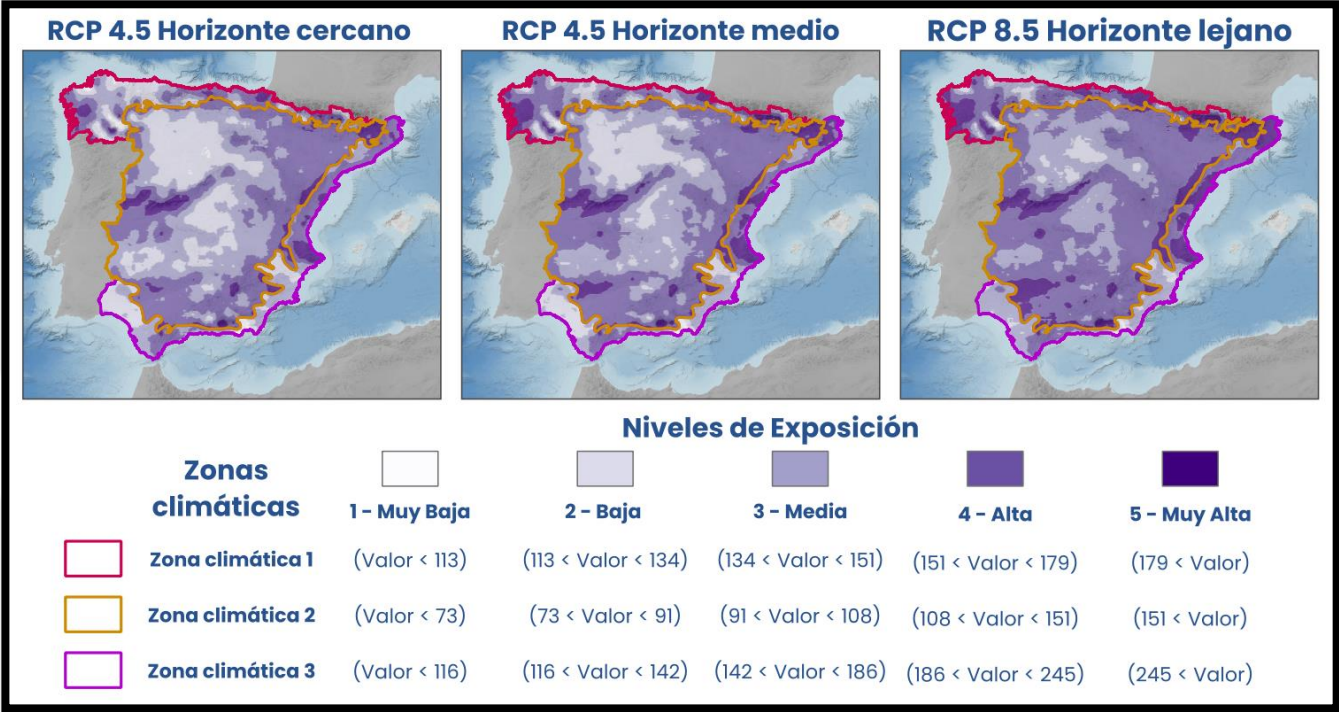
GRAVEDAD



Percentil 99 de la Temperatura Máxima (°C)



Días de Temperatura menor a 0 (°C)



Precipitación Máxima 24h (mm/día) para el periodo de retorno T100 años



B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
METODOLOGÍA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN CARRETERAS							PUESTA DE DETERMINACIÓN DE LA SENSIBILIDAD EN BASE A LOS DA					
Factor de Sostenibilidad	Nivel de Sensibilidad					Código Impacto	Tenido en cuenta "Panel de Expertos"?	DATO PODEMUS IISAB	Nivel de Sensibilidad			Amenazas
	Muy Baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy Alta (5)				Baja (1)	Media (2)	Alta (3)	
Estado de conservación (Condición del activo)	Puente en excelente estado, o con daños durables menores y aislados	Puente en buen estado, con daños durables menores generalizados, o moderados puntuales	Puente con daños durables moderados de forma generalizada; o daños funcionales en elementos no estructurales	Puente con daños graves, durables o funcionales, que afectan a los elementos estructurales. O puente con daños mecánicos de severidad media	Puente con daños mecánicos graves, que comprometen la estabilidad de la estructura o la seguridad de los usuarios.	D1-D2/S1/G1/I1-I5/A1	No	Índice global	<65	Sin dato	>=65	Precipitación Temperaturas bajas Temperatura alta Viento Nevadas Incendios Embate de mar
Gravedad de daños durables en última inspección	Sin daños	Daños durables leves	Daños durables moderados	Daños durables graves o generalizados	Daños durables graves y generalizados	D1-D2/S1	No	AVISO EN BÁSICAS	NO	Sin dato	SI	Precipitación Temperaturas bajas Temperatura alta Viento Nevadas Incendios Embate de mar
Uso de sales fundentes como actividad de mantenimiento	No	Puntual / Poco frecuente	Esporádico	Frecuente	Recurrente	D1-D2/S1	No	USO DE FUNDENTES DE VI	Sin dato	Preventivo	Curativo	Temperaturas bajas Nevadas
Grado de socavación actual	No existe socavación	Socavación leve y puntual	Socavación leve generalizada	Socavación moderada/grave puntual	Socavación moderada/grave generalizada	G1	No	SOCAYACIÓN	No	Sin dato	Si	Precipitación Embate de mar
Pilas sobre el cauce	0%	<25%	<50%	<75%	>75%	G1	No	Salva cauce	No	Sin dato	Si	Precipitación Nevadas Incendios Embate de mar

3 horizontes temporales / amenaza * 8 amenazas * 100.000 activos

= 2.400.000 matrices

VULNERABILIDAD



VULNERABILIDAD FRENTE A LLUVIA INTENSA

VULNERABILIDAD



		EXPOSICIÓN				
		MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
		1	2	3	4	5
SENSIBILIDAD	REDUCIDA	1	2	3	4	5
	MODERADA	2	4	6	8	10
	IMPORTANTE	3	6	9	12	15

Vulnerabilidad frente a la amenaza "Lluvia intensa" - Puentes

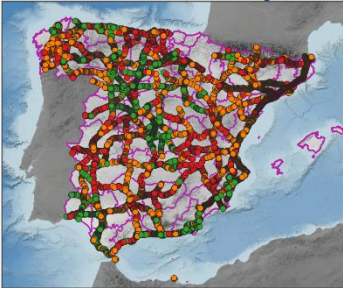
RCP 4.5 Horizonte cercano



RCP 4.5 Horizonte medio

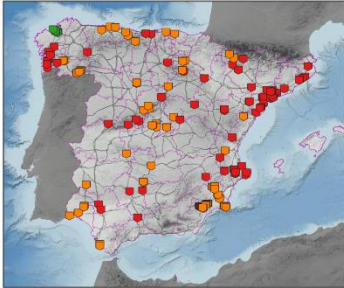


RCP 8.5 Horizonte lejano

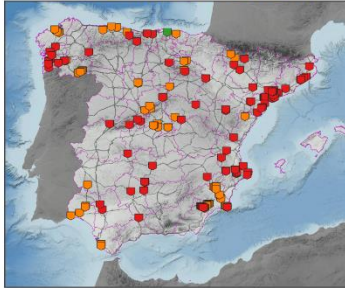


Vulnerabilidad frente a la amenaza "Lluvia intensa" - Obras de tierra

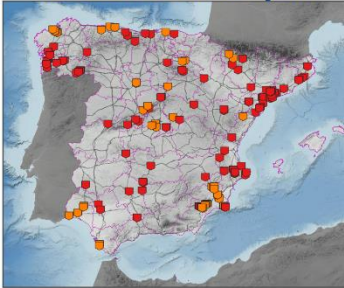
RCP 4.5 Horizonte cercano



RCP 4.5 Horizonte medio

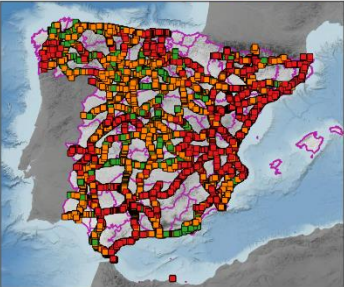


RCP 8.5 Horizonte lejano

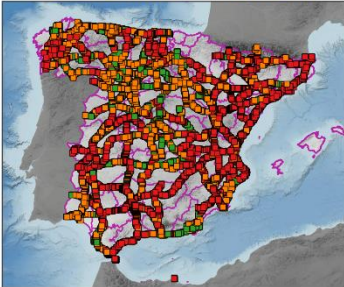


Vulnerabilidad frente a la amenaza "Lluvia intensa" - PEFAS

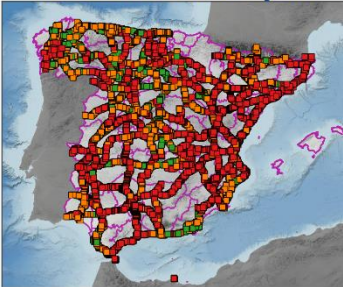
RCP 4.5 Horizonte cercano



RCP 4.5 Horizonte medio

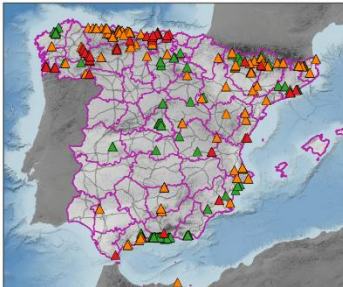


RCP 8.5 Horizonte lejano

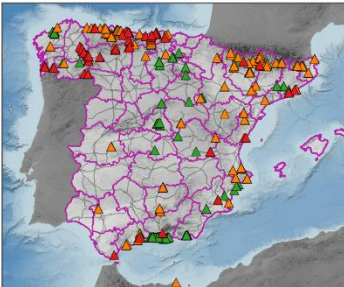


Vulnerabilidad frente a la amenaza "Lluvia intensa" - Túneles

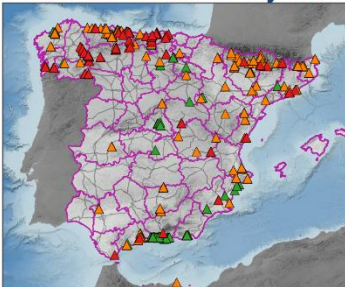
RCP 4.5 Horizonte cercano

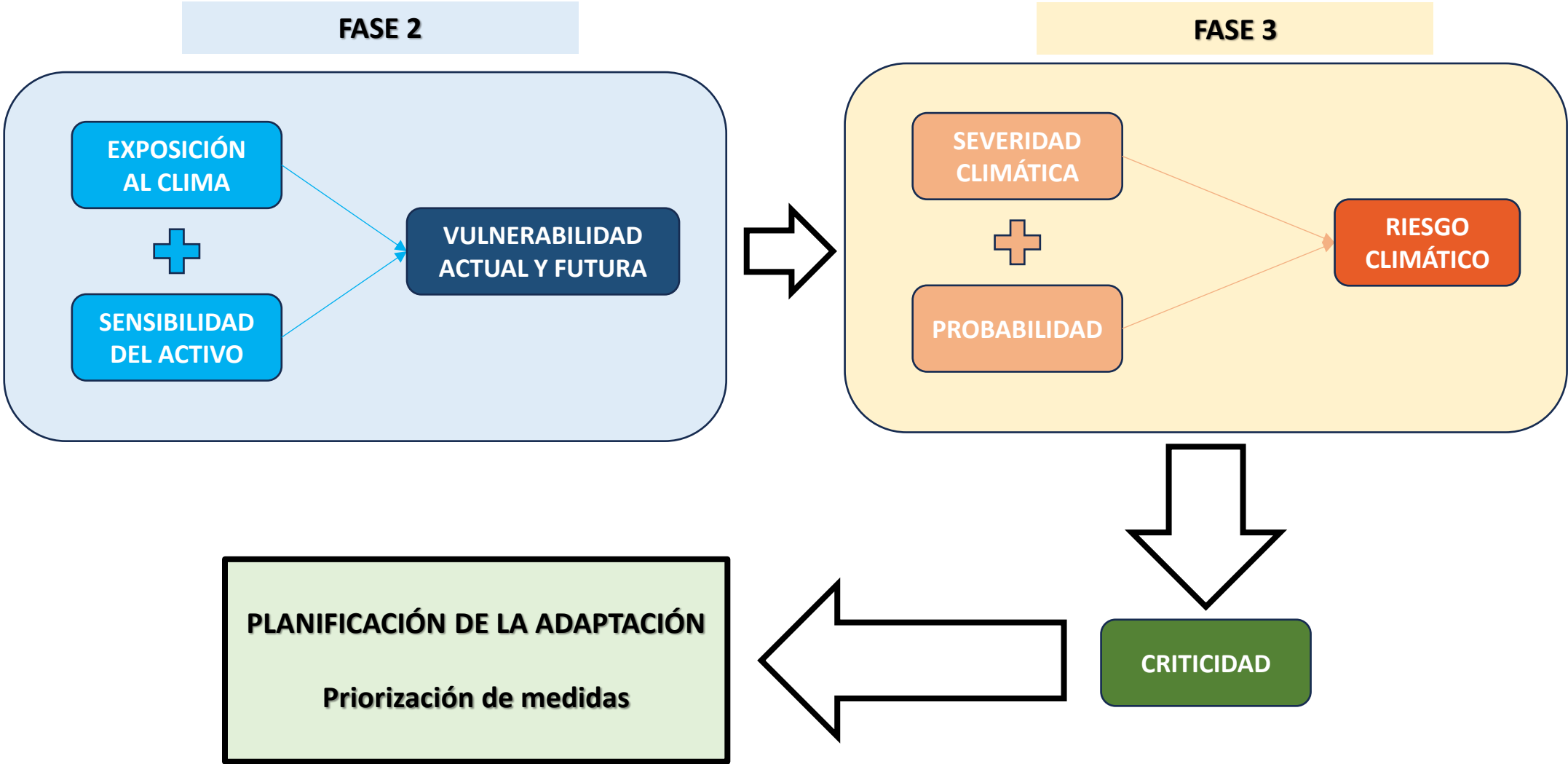


RCP 4.5 Horizonte medio



RCP 8.5 Horizonte lejano







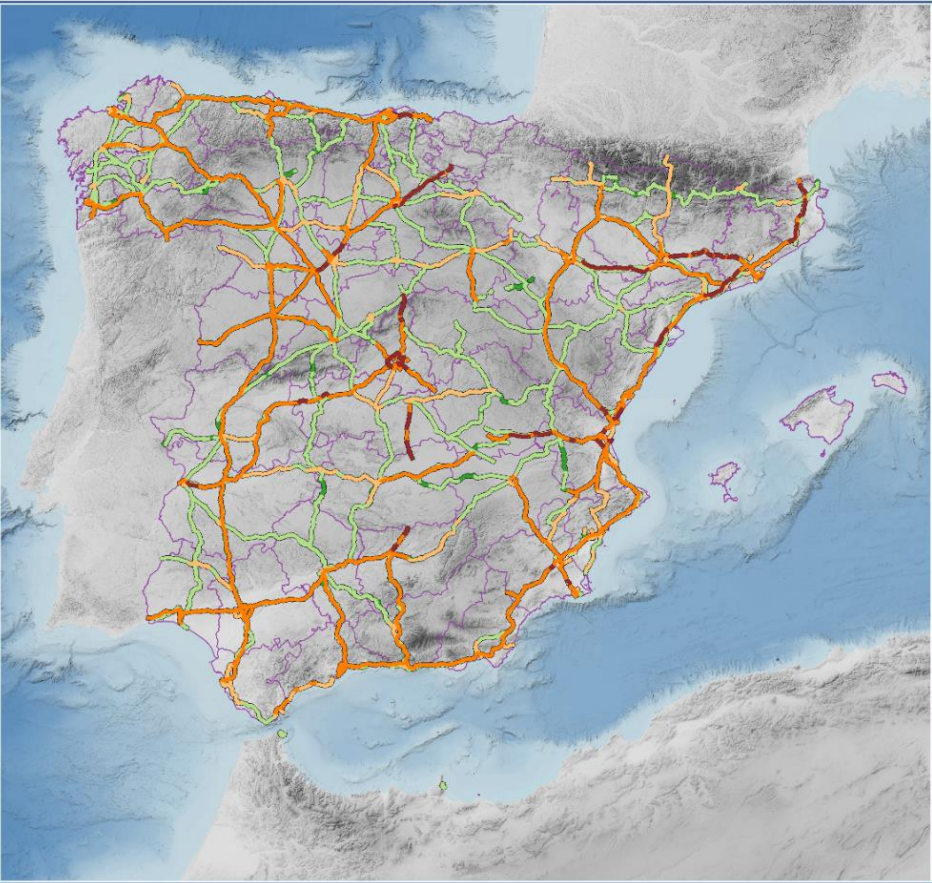
MAPAS DE CRITICIDAD

VARIABLE	NIVEL DE CRITICIDAD				
	Muy baja (1)	Baja (2)	Media (3)	Alta (4)	Muy alta (5)
TRÁFICO AFECTADO (IMD)	<2.500	2.500-5.000	5.000 – 10.000	10.000 – 20.000	>20.000
TRÁFICO DE VEHÍCULOS PESADOS AFECTADO (IMDp)	0-8%	8-10%	10-12%	12-15%	>15%
RED TEN-T	Resto	-	-	Global	Básica
ECONOMÍA Y EMPLEO (NÚMERO DE EMPRESAS AFECTADAS)	<75.311	75.311-150.621	150.621-225.932	225.932-301.242	>301.242
POBLACIÓN AFECTADA (NÚMERO DE PERSONAS)	<919.060	919.060-1.838.119	1.838.119-2.757.179	2.757.179-3.676.238	>3.676.238
TIPO DE VÍA	Carretera Convencional	-	-	Carretera multicarril	Autovía/ Autopista
ACCESIBILIDAD GLOBAL	1	2	3	4	5

Acceso a servicios básicos	El indicador global de accesibilidad se ha construido mediante un análisis multicriterio, tomando como base el municipio y considerando tres ámbitos: acceso a servicios, transporte por carretera y modos alternativos a la carretera. Cada ámbito se subdivide en bloques de indicadores que evalúan aspectos como la disponibilidad de servicios, los tiempos de viaje a puntos de interés y la distancia a estaciones ferroviarias o aeropuertos.	2021	Sistema Integrado de Datos Municipales (SIDAMUN), del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
----------------------------	---	------	---



MAPAS DE CRITICIDAD



PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Red de Carreteras del Estado (RCE)

Estado actual (2022)

Nivel de criticidad

- Muy baja (1)
- Baja (2)
- Media (3)
- Alta (4)
- Muy alta (5)

ineco

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE



PLAN DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Red de Carreteras del Estado (RCE)

Horizonte Temporal Lejano (2085)

Nivel de criticidad

- Muy baja (1)
- Baja (2)
- Media (3)
- Alta (4)
- Muy alta (5)

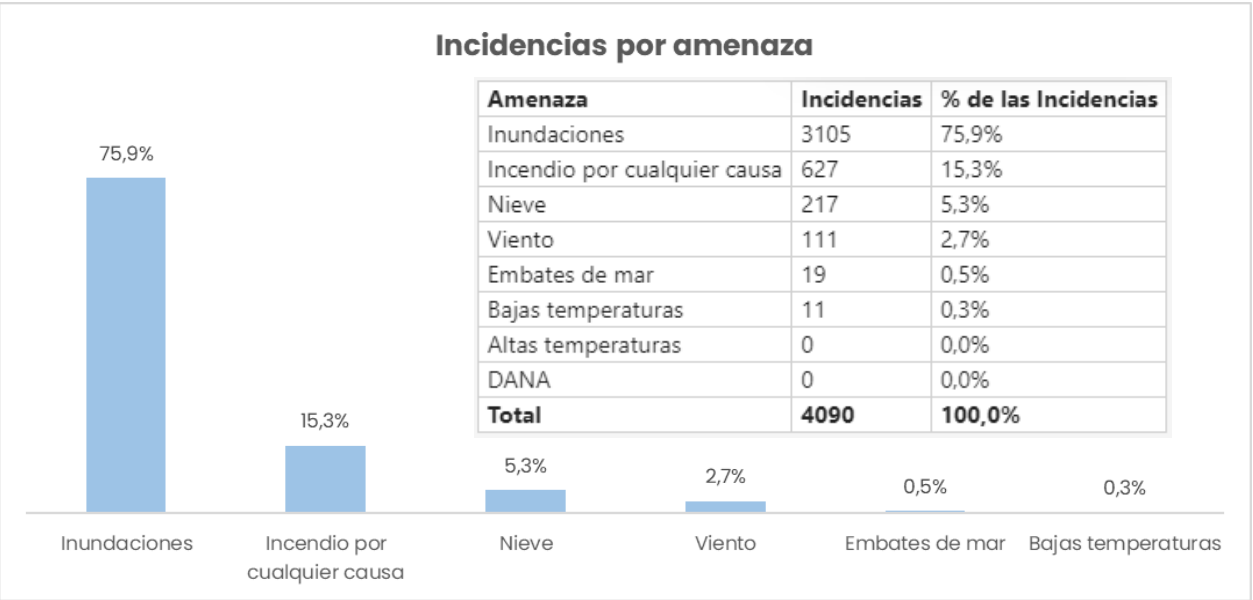
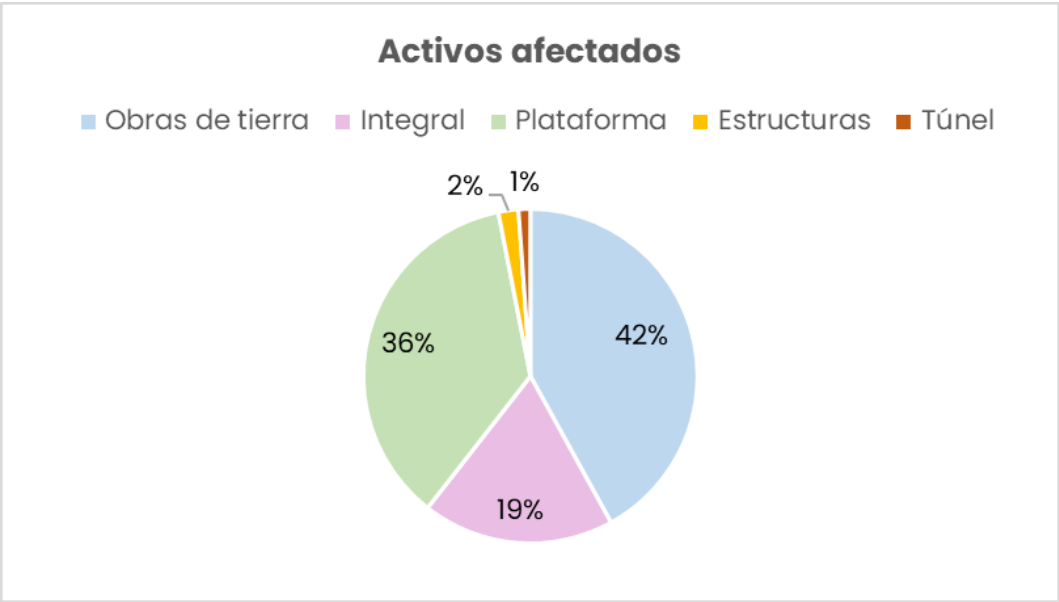
ineco

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y MOVILIDAD SOSTENIBLE



La norma IEC/ISO 31010-2009, sugiere tres enfoques:

- a) El uso de datos históricos relevantes para identificar eventos o situaciones que han ocurrido en el pasado y, por lo tanto, ser capaz de extrapolar la probabilidad de su ocurrencia en el futuro.
- b) La utilización de técnicas de predicción, las cuales permiten realizar pronósticos de probabilidad de ocurrencia de un fenómeno climático.
- c) La opinión de los expertos se puede utilizar en un proceso sistemático y estructurado para estimar la probabilidad, con base en toda la información relevante disponible.



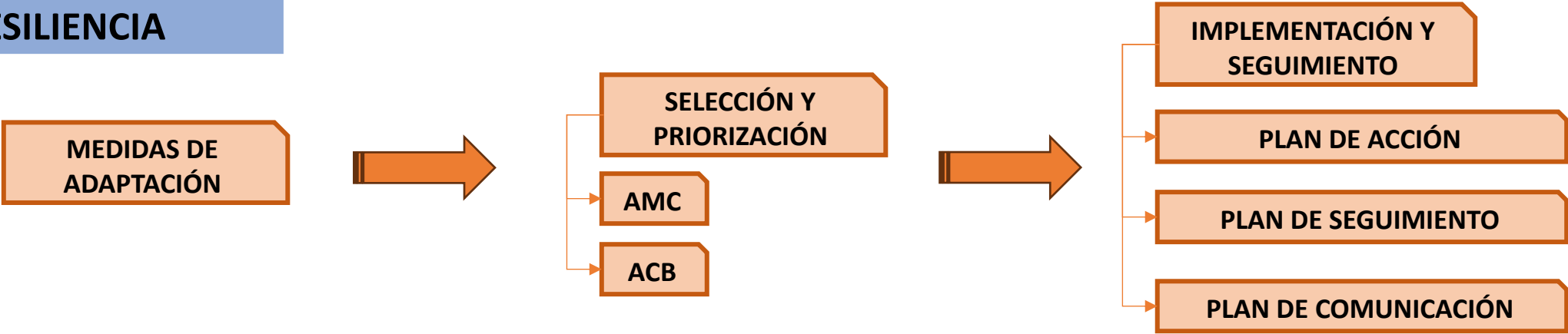
RIESGO



		Probabilidad				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
		1	2	3	4	5
Gravedad	Muy Baja 1	1	2P	3P	4P	5P
	Baja 2	2G	4	6P	8P	10P
	Media 3	3G	6G	9	12P	15P
	Alta 4	4G	8G	12G	16	20P
	Muy Alta 5	5G	10G	15G	20G	25

Riesgo	Rangos de Riesgo (Probabilidad x Gravedad)
Muy Bajo	1-3
Bajo	4-6
Medio	7-10
Alto	12-16
Muy Alto	17-25

EVALUACIÓN DE LA RESILIENCIA



GESTIÓN DE INUNDACIONES

Contrato de servicios de asistencia técnica
para la **evaluación** de la **resiliencia** de la
Red de Carreteras del Estado ante
eventos hidrometeorológicos
y la **gestión de inundaciones**

PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA
FINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA NEXTGENERATIONEU

PBL: 4.970.291 €



RIESGOS ASOCIADOS A PRECIPITACIONES EXTREMAS

- Fallo/Colapso de estructuras de drenaje transversal



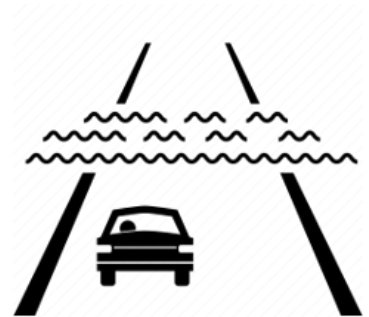
Análisis de riesgos de origen hidrológico e implementación de un sistema de alertas



- Acumulación de agua en la calzada



Elaboración de directrices técnicas para mejorar la gestión de las inundaciones





ESTUDIO HIDROMETEOROLÓGICO Y CÁLCULO HIDRÁULICO

Definición del emplazamiento y condiciones locales del entorno del PIR

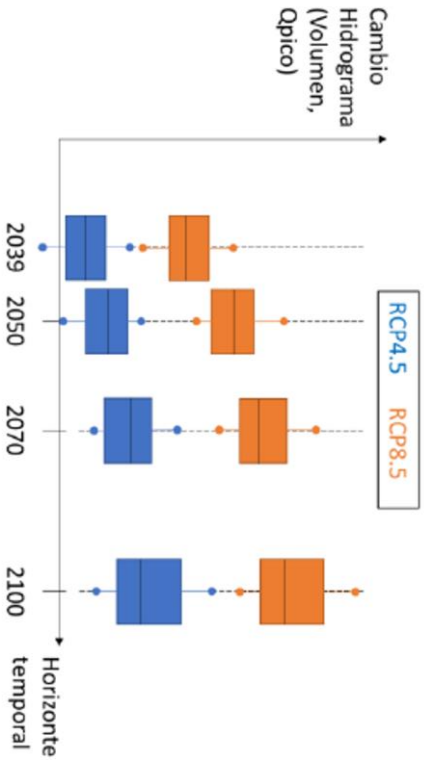
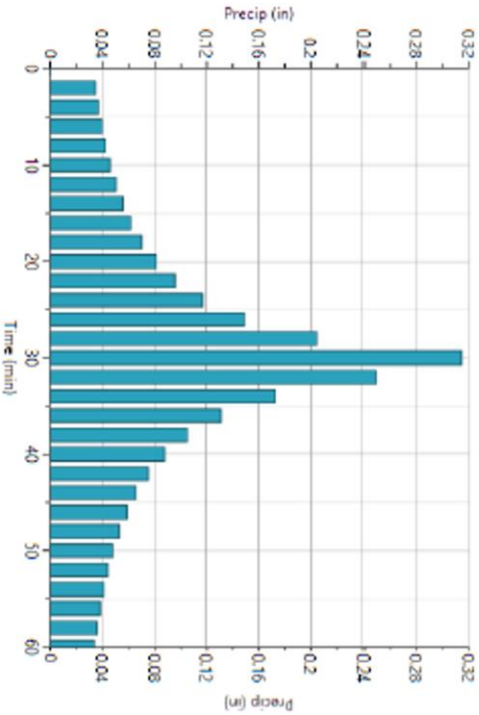
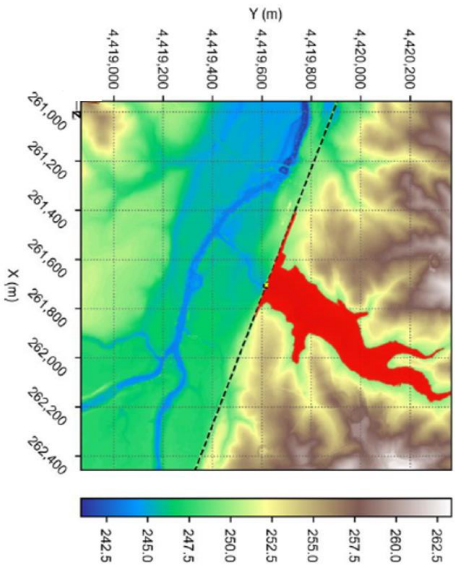
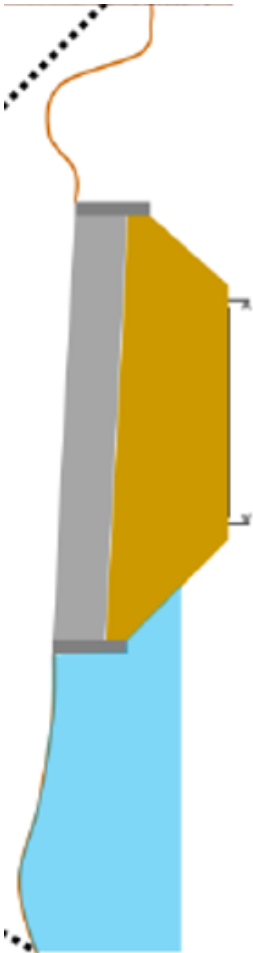
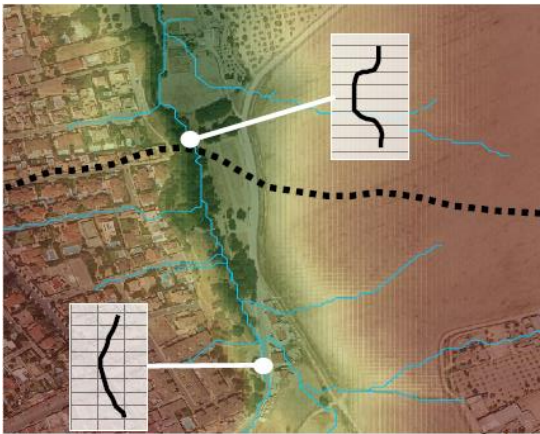
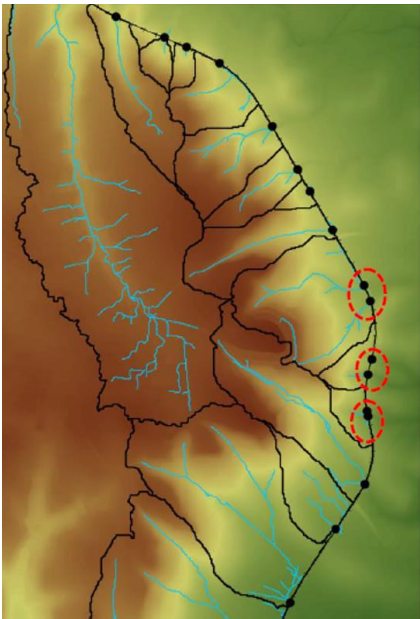
Análisis geomorfológico de la cuenca y la red de drenaje

Parametrización del modelo hidrometeorológico

Regionalización de precipitaciones y c. modelo meteorológico

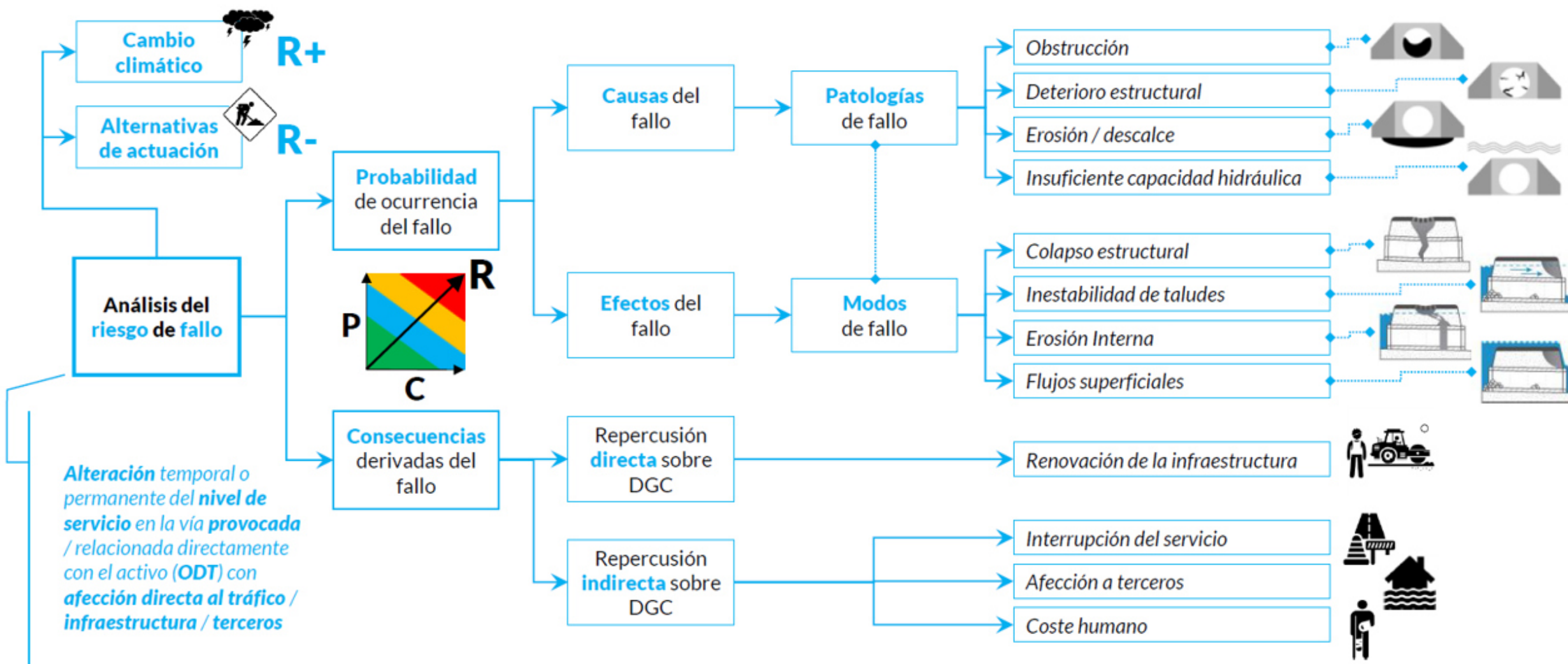
Caracterización Hidrometeorológica - Hidráulica

Simulación Hidrometeorológica - Hidráulica

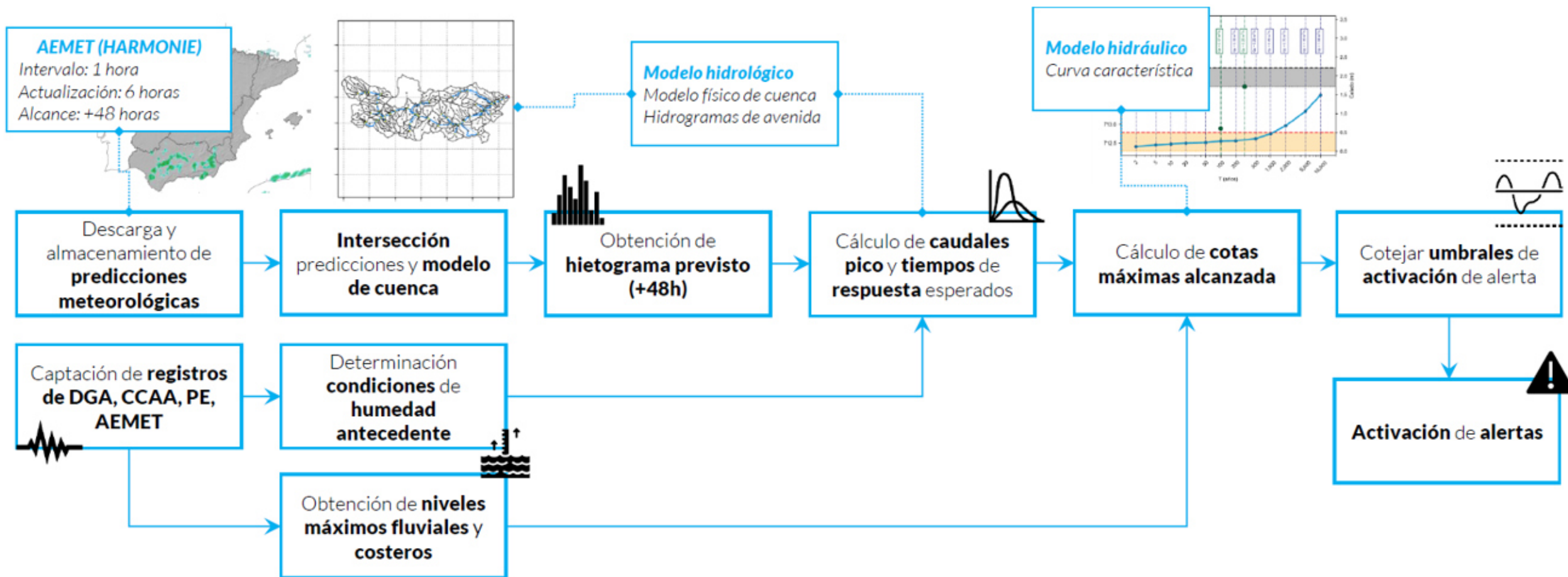




ANÁLISIS DE RIESGO – PRIORIZACIÓN DE INVERSIONES

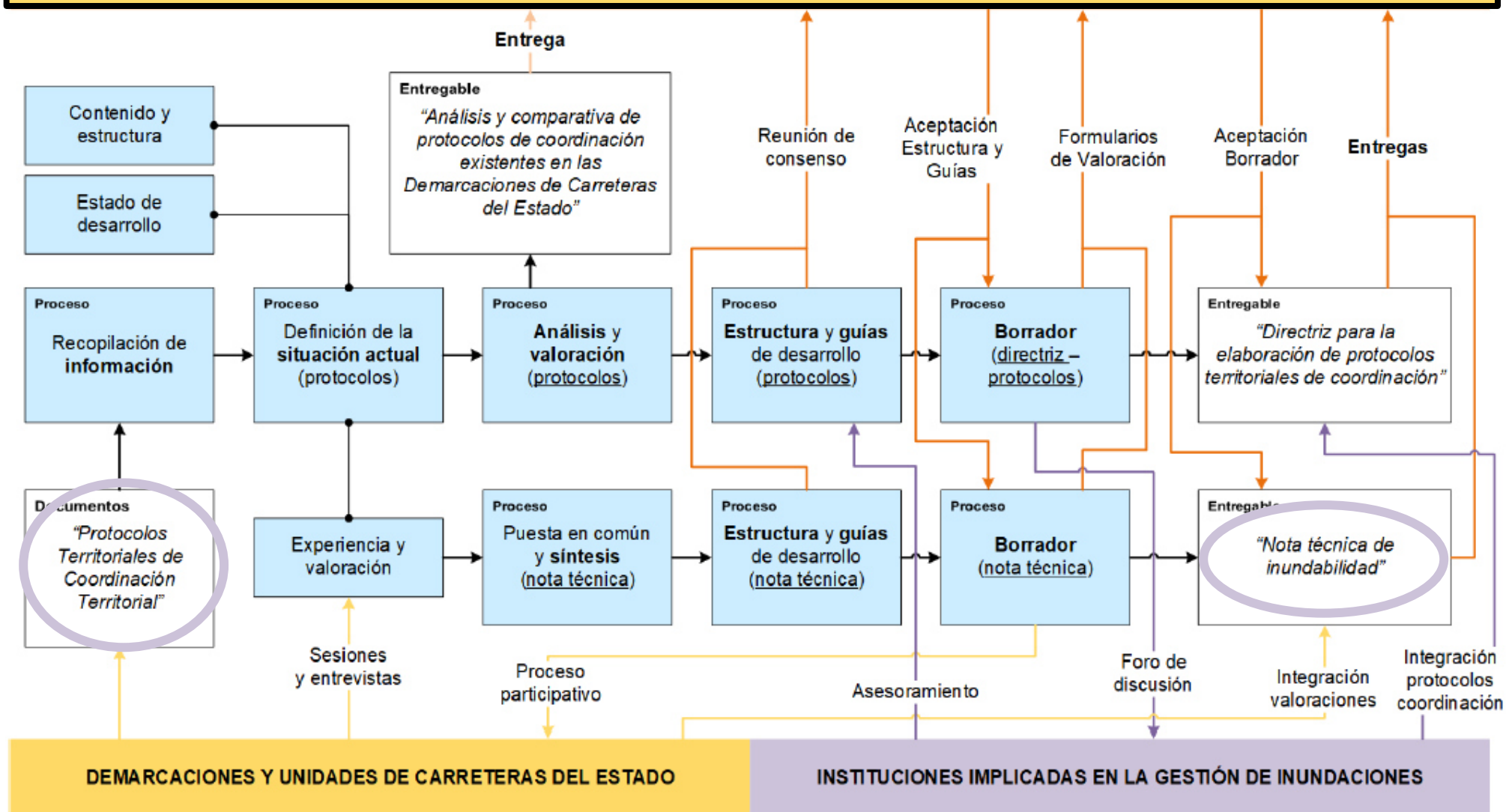


SISTEMA DE ALERTA





DIRECTRICES TÉCNICAS Y PROTOCOLOS DE COORDINACIÓN





1 - El planeta tiene una inercia climática que lo va a mantener caliente.

Incluso si las emisiones pudieran reducirse mágicamente a cero de inmediato, la absorción de CO₂ por parte del planeta sería tan lenta que el gas que ya estaba en el aire permanecería en su mayor parte allí y mantendría el planeta caliente durante mucho tiempo.

2 – No hay que centrar únicamente los esfuerzos en MITIGAR los efectos del CC → La ADAPTACIÓN es igualmente importante.

3 – La ADAPTACIÓN de las infraestructuras viarias constituye una necesidad y representa una oportunidad.

“Adaptation is the only means to reduce the now-unavoidable costs of climate change over the next few decades” – Nicholas Stern

¡Gracias! 

Ana Arcos González
aarcos@transportes.gob.es