Aplicación Práctica de las Orientaciones Técnicas de la Comisión Europea sobre la Defensa del Cambio Climático en Proyectos de Desarrollo Urbano de más de 10 millones de euros

TYPSA

Octubre -2025

European Investment Bank | Advisory

Jaspers
Joint Assistance to Support Projects in European Regions

INTRODUCCIÓN

- Presentación y calendario de formaciones previsto: Dirección General de Fondos Europeos
  - Dª Miriam Pollastrini
- Presentación de los trabajos de la consultoría: EIB Advisory
  - Dª Ioanna Kourti
- Trabajo equipo desarrollo urbano EIB Advisory
  - D Luis Hebrero
- Presentación Equipo: TYPSA
  - Dª Patricia Rullán

Próximos Webinars Sectoriales

Residuos

- 29/10/2025

Agua

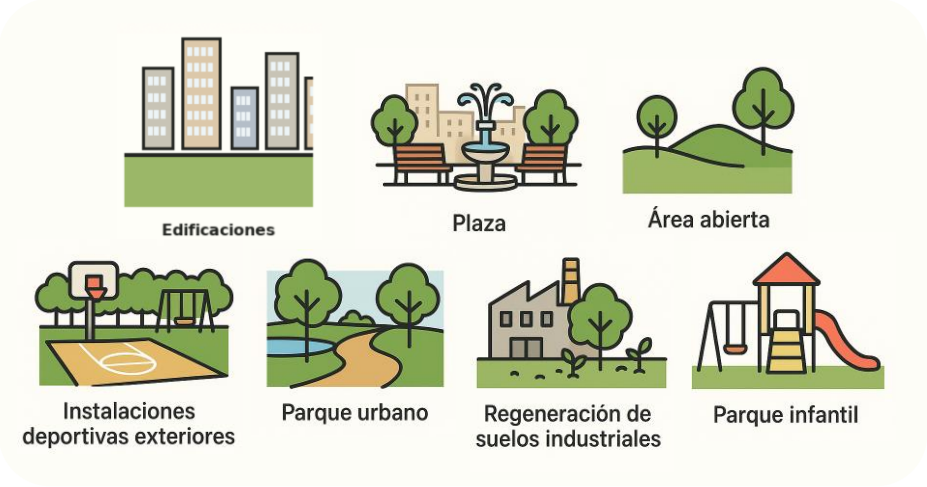
- 05/11/2025

Transportes

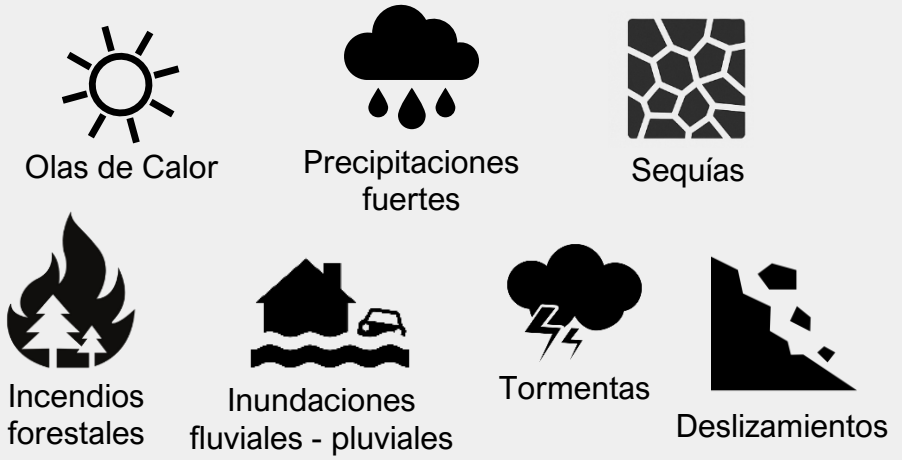
- 19/11/2025

Relevancia Desarrollo Urbano

- Proyectos de desarrollo urbano que se centran en **espacios públicos exteriores**:



Las áreas urbanas son especialmente vulnerables a:



- Si el proyecto incluye edificios se recomienda consultar Webinar Climate Proofing Sector Edificios

https://jaspers.eib.org/knowledge/events/application-of-the-european-commission-s-technical-guidelines-on-climate-change-resilience

ÍNDICE

1 ETAPAS DEL PROCESO DE CLIMATE PROOFING

- Fase 1: Comprobación previa
- Fase 2: Análisis detallado

2 MITIGACIÓN

- Metodología de cálculo
- Ejemplo concreto

3 ADAPTACIÓN

- Análisis de Tendencias Climáticas
- Análisis de vulnerabilidad
- Evaluación de riesgos
- Medidas de adaptación
- Siguientes pasos

4 PREGUNTAS Y CIERRRE

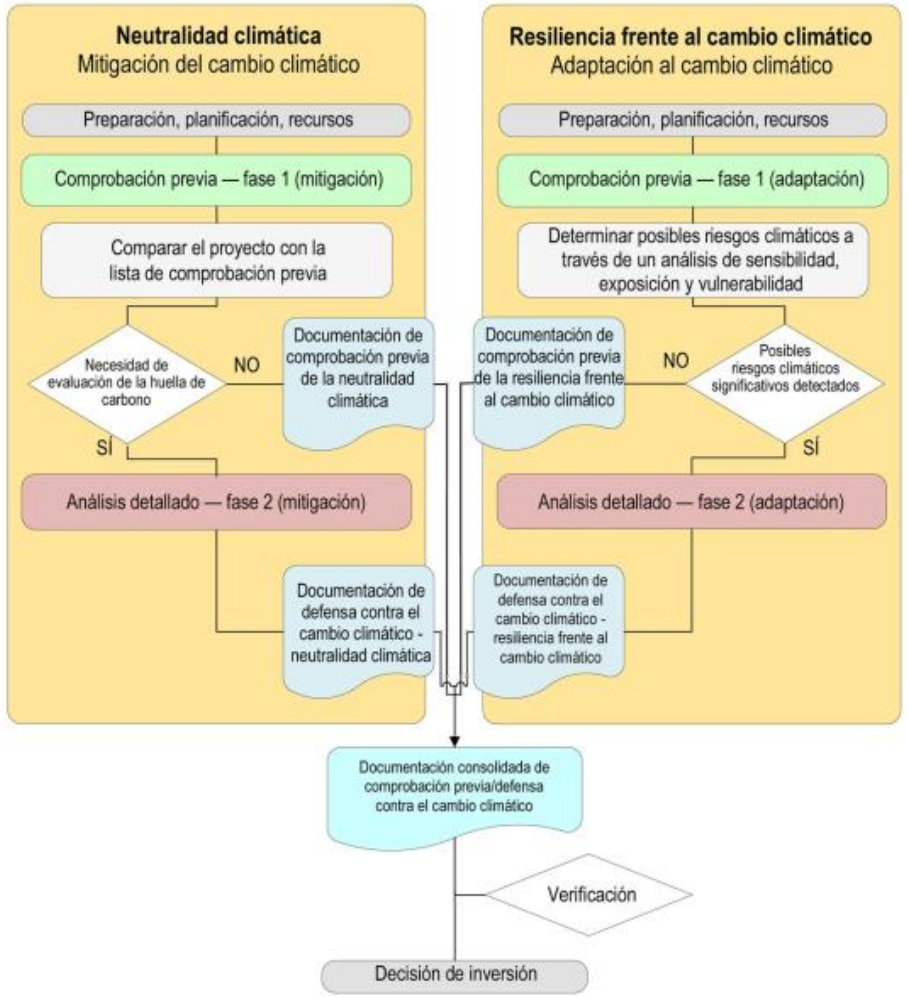
- Resolución de Preguntas

ETAPAS DEL PROCESO DE CLIMATE PROOFING

1

- Fase 1: Comprobación previa
- Fase 2: Análisis detallado

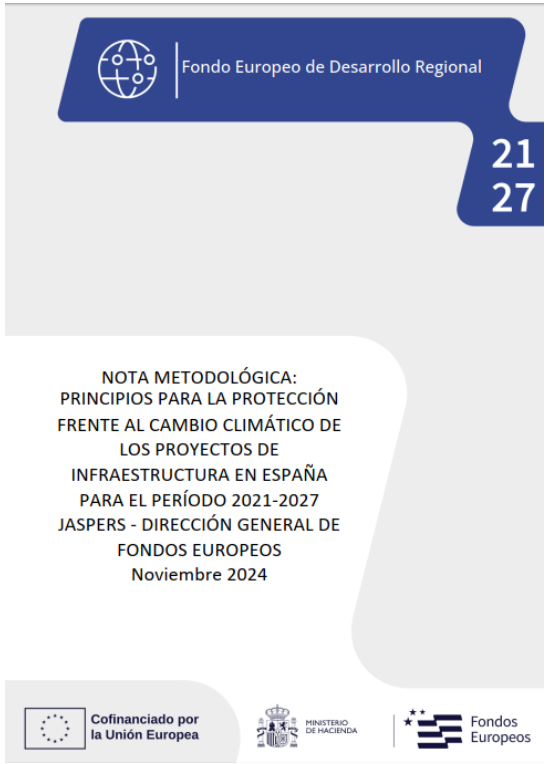
Gráfico 1 La protección frente al cambio climático y los dos pilares de protección para la «neutralidad climática» y la «resiliencia frente al cambio climático»



Fuente: Orientaciones Técnicas de la Comisión Europea

- Método Estructurado que desde una perspectiva basada en el riesgo posibilita poder reducir carga administrativa al estar sujeto el análisis detallado a la primera fase de comprobación previa.
- Dos pilares de Evaluación:
  - Neutralidad Climática / Mitigación del Cambio Climático
  - Resiliencia frente al Cambio Climático / Adaptación al Cambio Climático
- Dos fases:
  - Comprobación previa
  - Análisis detallado
- Integración de medidas de mitigación y adaptación

- Existe una Guía Española, realizada por JASPERS en noviembre de 2024, que traslada este proceso a la realidad nacional y está basada en las Orientaciones Técnicas.



MITIGACIÓN

2

- Metodología de cálculo
- Ejemplo concreto

- **Fase 1: Comprobación previa**
  - Existe una lista de comprobación previa (anexo 1, cuadro 6) que indica el requisito de valuación de huella de carbono
  - Desarrollo Urbano entra en la categoría de que **NO requieren evaluación de huella de carbono**

Fuente: Anexo 1. Nota Metodológica España. Noviembre 2024

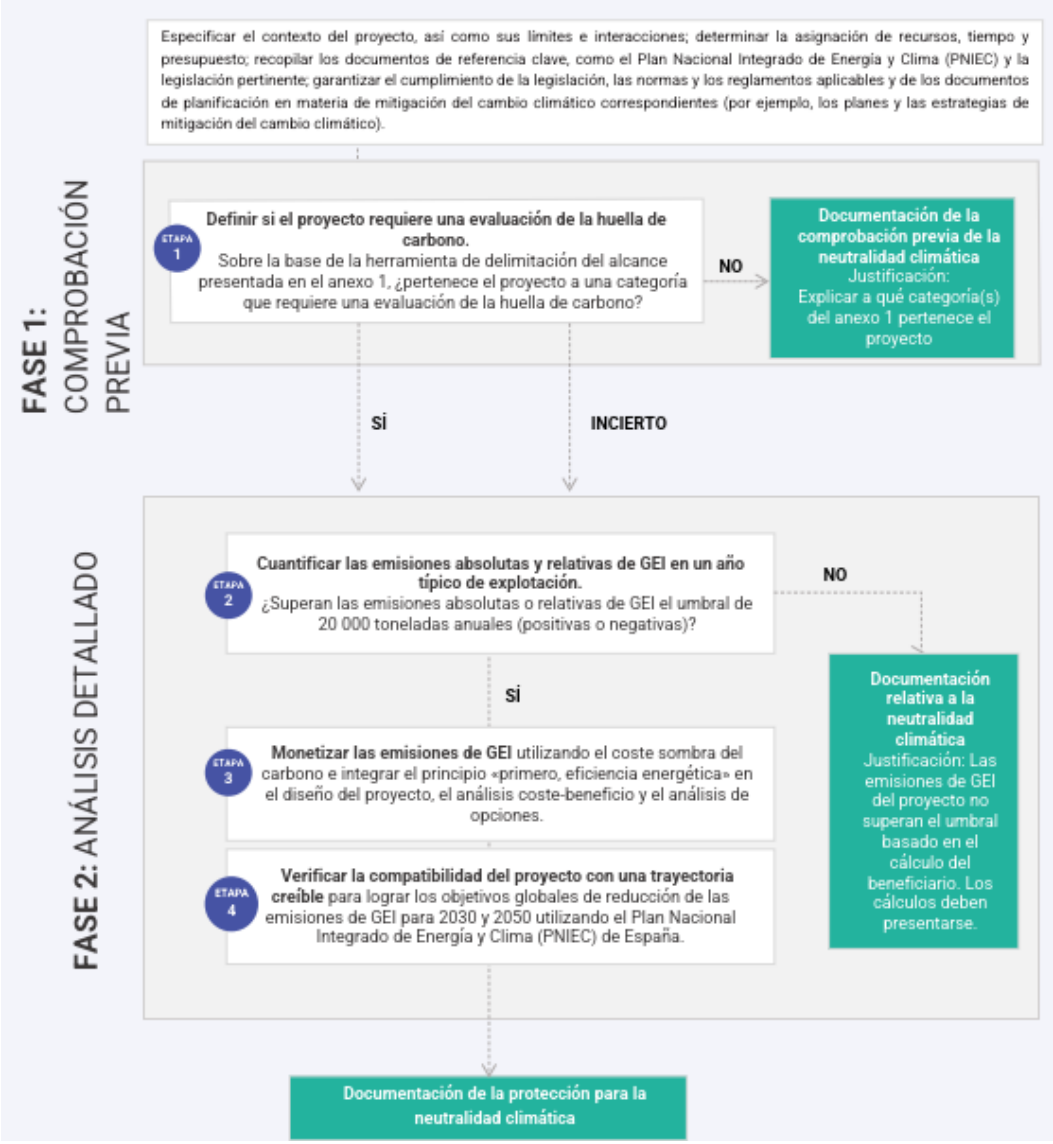
Regeneración urbana	
Intervenciones para la mejora de espacios públicos como parques o lugares de interés cultural.	No se requerirá una evaluación de la HC.

Cuadro 6. Requisito de evaluación de la huella de carbono por tipo de infraestructura para algunas de las principales categorías de proyectos

Tipo de infraestructura	Requisito de evaluación de la huella de carbono
Infraestructuras inmobiliarias	
Nueva construcción	
Construcción de nuevas infraestructuras de edificación con fines de educación, investigación, cultura, deporte, salud y bienestar social.	Solo se requiere el cálculo de la huella de carbono (HC) si el proyecto engloba un gran número de edificios o si se trata de un proyecto de desarrollo urbano de gran envergadura que supera el umbral establecido.
Intervenciones en infraestructuras existentes	
Eficiencia energética de los edificios	Solo se requiere el cálculo de la HC si se trata de un proyecto de eficiencia energética que engloba un gran número de edificios y supera el umbral establecido.
Intervenciones en edificios existentes (para mejora o reutilización)	Solo se requiere el cálculo de la HC si se trata de un proyecto de desarrollo urbano de gran envergadura que supera el umbral establecido.

Más detalle en webinar anterior (**Edificios**)

Fuente: Nota Metodológica España. Noviembre 2024



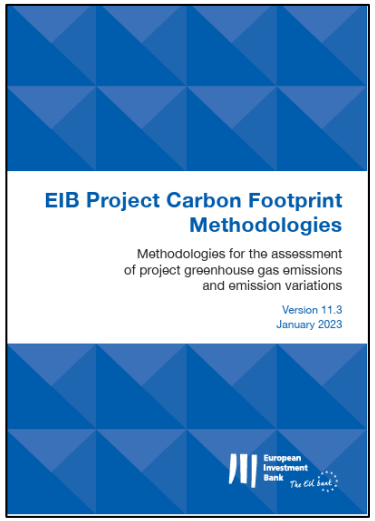
- **Fase 2 (Análisis detallado): Cuantificación de emisiones**
  - **Metodología:**

EIB Project Carbon Footprint. Methodologies for the Assesment of Project GHG Emissions and Emission Variations. (Actualmente versión 11.3, January 2023)

- Análisis típico por alcances 1 y 2 (alcance 3 según corresponda)
- Listado de factores de emisión
- Formula genérica:

$$Emisiones\ actividad\left(tn\frac{CO2e}{año}\right) = Indicador\ actividad\left(\frac{unidad}{año}\right) * Factor\ de\ emisión\ de\ actividad\ (Tn\frac{CO2e}{unidad})$$

- **Factores de emisión de MITECO:**
  - MITECO publica anualmente Factores de Emisión para Alcance 1 y 2, en su calculadora de huella de carbono.



Fuente: EIB Project Carbon Footprint Methodologies

Factores de emisión en CO_2e ($kgCO_2$e/ud)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gasóleo C (l)	2,898	2,898	2,898	2,898	2,898	2,898
Gasóleo B (l)	2,737	2,737	2,737	2,737	2,737	2,737
Gas natural (kWh_{PCS})*	0,182	0,183	0,184	0,183	0,183	0,183
Fuelóleo (l)	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031	3,031
LPG (l)	1,545	1,545	1,545	1,545	1,545	1,545

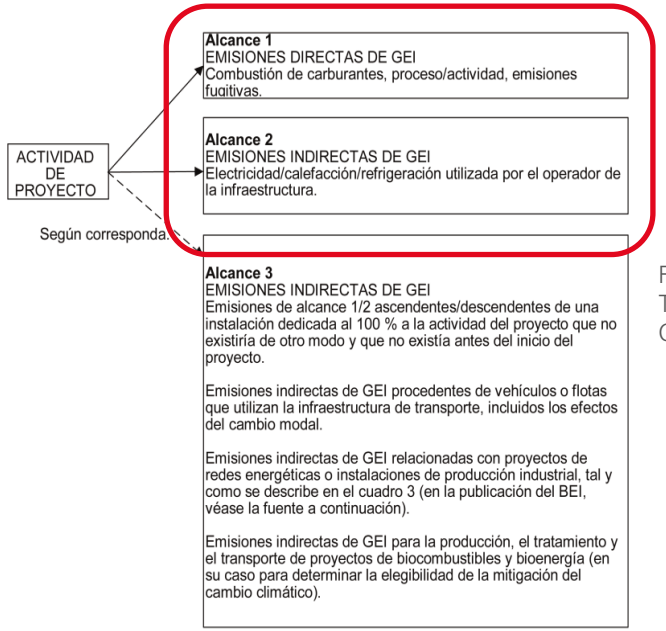
Fuente: Factores de emisión Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico 2007-2024

2024

Mix sin GdO	0,283 kg CO_2e/kWh
Factor GdO renovable	0,000 kg CO_2/kWh
Factor GdO cog. alta eficiencia	0,302 kg CO_2/kWh

Etiquetado restante de comercializadoras que han efectuado redenciones de GdO

Comercializadora	kg CO_2e/kWh
AB ENERGÍA 1903, S.L.	0,283
ACCIONA GREEN ENERGY DEVELOPMENTS SL	0,000
ACSOL ENERGÍA GLOBAL, S.A.	0,283
ADEINNOVA ENERGIA S.L	0,266
ADX Renovables, S.L.	0,283



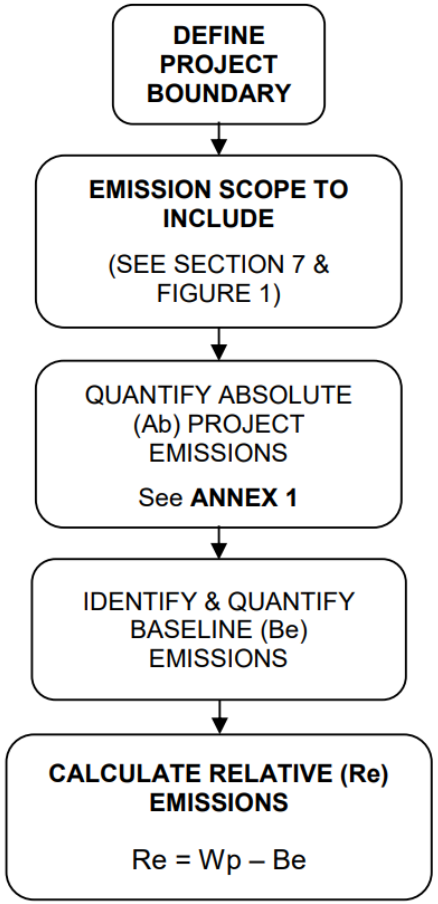
Fuente: Orientaciones Técnicas de la Comisión Europea

- **Fase 2 (Análisis detallado): Cuantificación de emisiones**
  - **Emisiones Absolutas (Ab):** Abarca todas las emisiones importantes de los alcances 1 y 2 (en el caso de edificios)
    - **Alcance 1**: emisiones de combustión in situ
    - **Alcance 2:** emisiones indirectas por electricidad adquirida
  - **Emisiones Relativas (Re):** Representan la diferencia entre las emisiones "sin proyecto" (escenario base) y "con proyecto" (escenario mejorado).
    - **Emisiones base (Be):** emisiones operativas asociadas al consumo convencional
      - Conexión a la red sin renovables

$$\boldsymbol{Re} = Ab - Be$$

- Las emisiones se estiman para un **<u>año típico de operación</u>**. Por tanto, no cuentan las emisiones en fase de construcción

Figure 2: Project carbon footprint calculation flow



Fuente: EIB Project Carbon Footprint Methodologies

ADAPTACIÓN

3

- Análisis de Tendencias Climáticas
- Análisis de vulnerabilidad
- Evaluación de riesgos
- Medidas de adaptación
- Conclusiones

FASE 1.

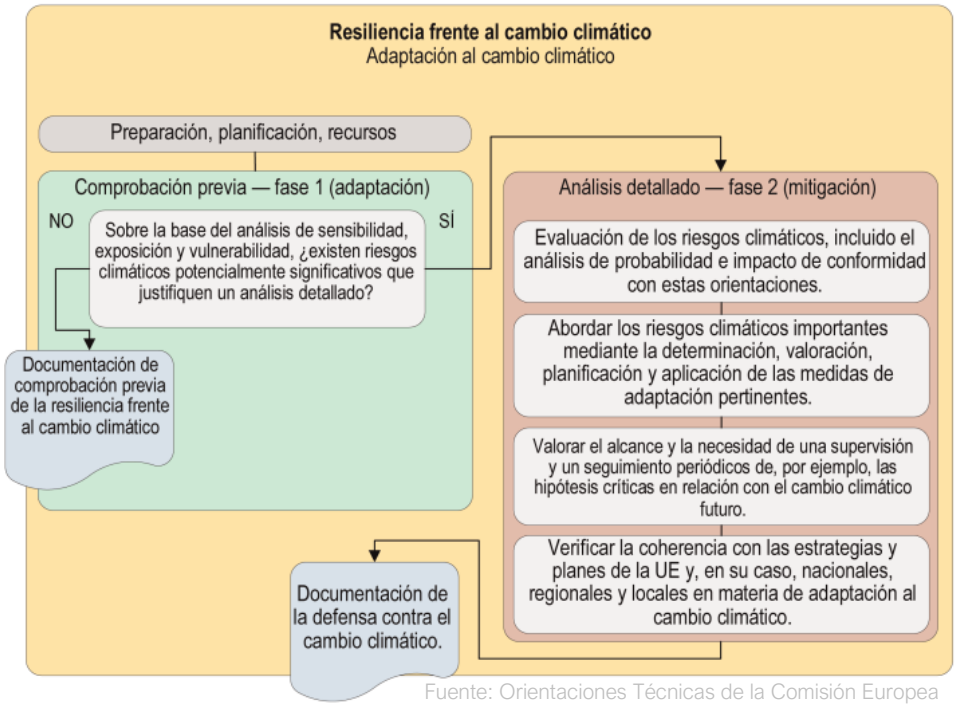
COMPROBACIONES PREVIAS

SENSIBILIDAD x EXPOSICIÓN = VULNERABILIDAD

FASE 2.

ANÁLISIS DETALLADO

IMPACTO x PROBABILIDAD = RIESGO



Fuente: Orientaciones Técnicas de la Comisión Europea

Análisis de Tendencias Climáticas Futuras (Herramientas disponibles)

- Basado en escenarios del IPCC
  - Escenario SSP2-4.5
  - Escenario SSP5-8.5
- Diferentes visores de riesgos naturales (incendios, inundación)

Fase 1: Comprobación previa

- Análisis de vulnerabilidad.

Fase 2: Análisis detallado

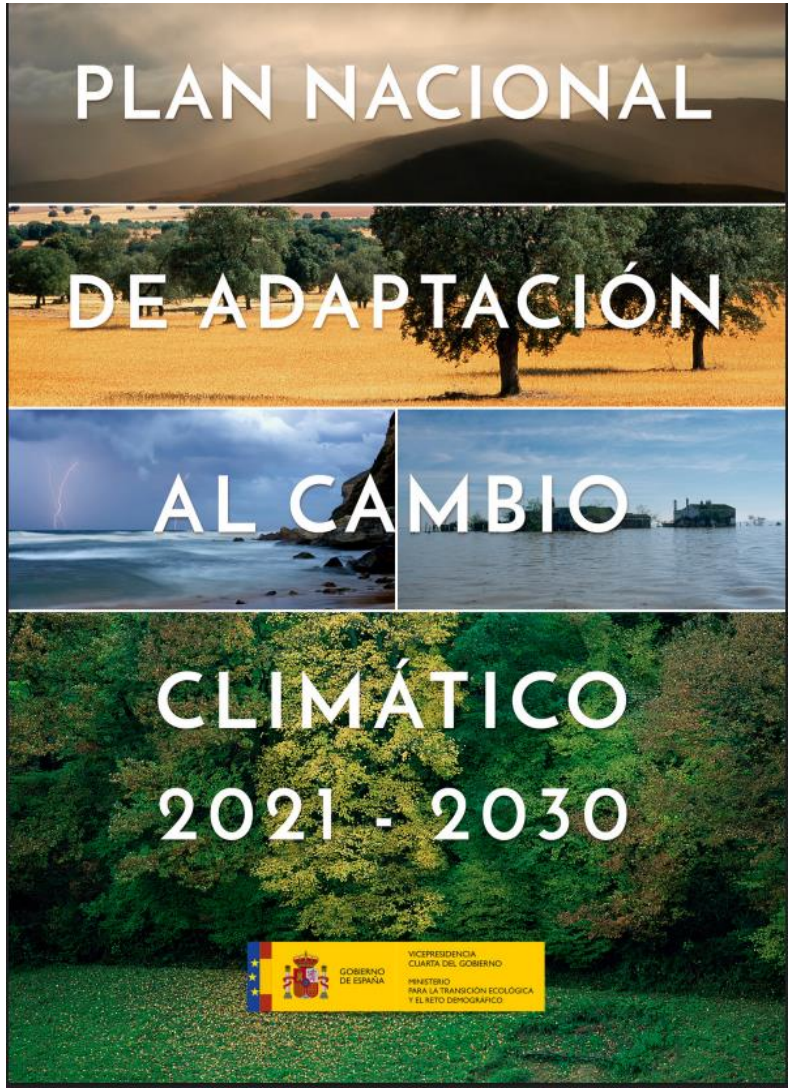
  - Evaluación de Riesgos
  - Medidas de Adaptación (Estructurales y no Estructurales)

OBJETIVO

Identificar los **principales riesgos climáticos** y definir **medidas de adaptación** para bajar esos riesgos a un nivel de riesgo aceptable.

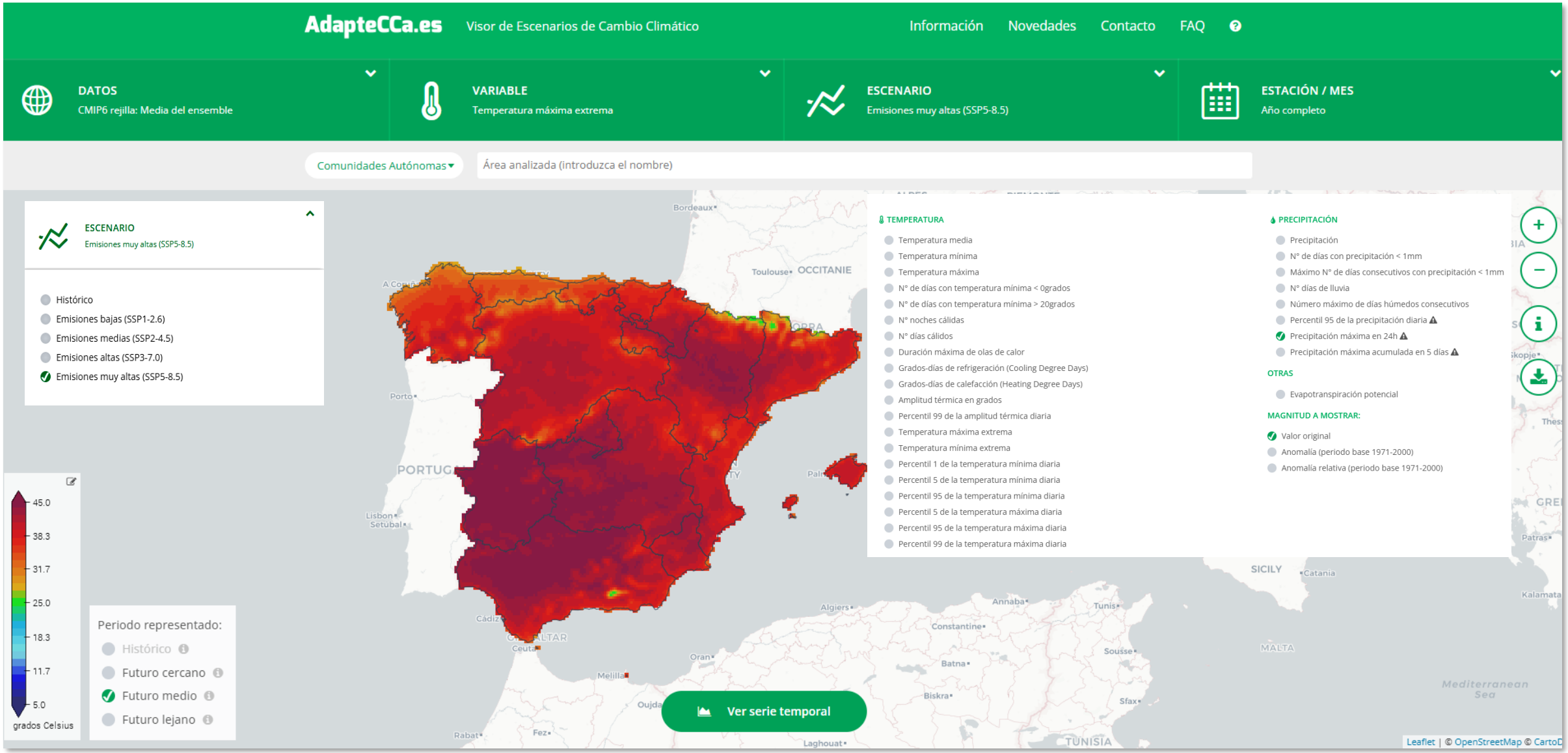
CASO PRÁCTICO

Proyecto de diseño y construcción de un desarrollo urbanístico en el municipio de Alicante, Comunidad Valenciana.



Clasificación de peligros relacionados con el clima

	Agudos	Crónicos
Relacionados con la temperatura	Olas de calor Olas de frío Incendios	Cambios en la temperatura Aire, agua dulce y salada Estrés por calor Variabilidad de la temperatura
Relacionados con el viento	Ciclones Tormentas Incluye tormentas de nieve, de polvo y arena Tornados	Cambios en los patrones de los vientos
Relacionados con el agua	Inundaciones Fluviales, pluviales, costeras Precipitaciones fuertes Lluvia, granizo, nieve/hielo Sequía Carga de nieve y hielo	Cambios en los patrones y tipos de precipitación Lluvia, granizo, nieve/hielo Acidificación del océano Intrusión salina Ascenso del nivel del mar Escasez de agua
Relacionados con las masas sólidas	Deslizamientos Avalanchas Subsidencias	Erosión costera Degradación del suelo Incluye la desertificación Erosión del suelo

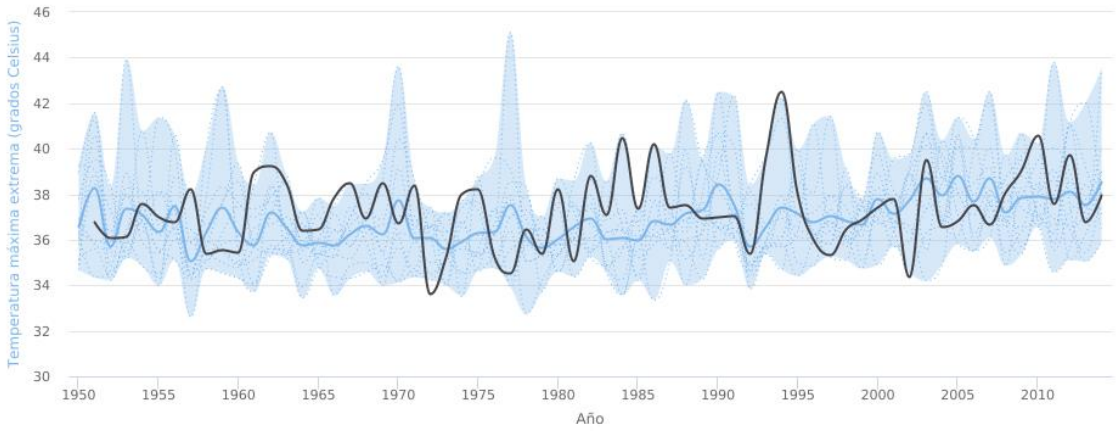


Fuente: Visor de Escenarios de Cambio Climático

Municipio: **Alicante**

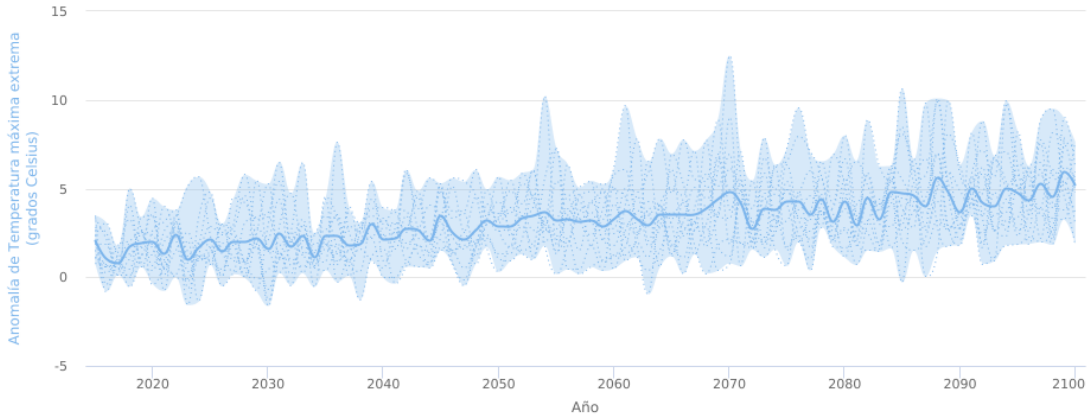
Variable climática: **Temperatura máxima extrema (ºC)**

HISTÓRICO



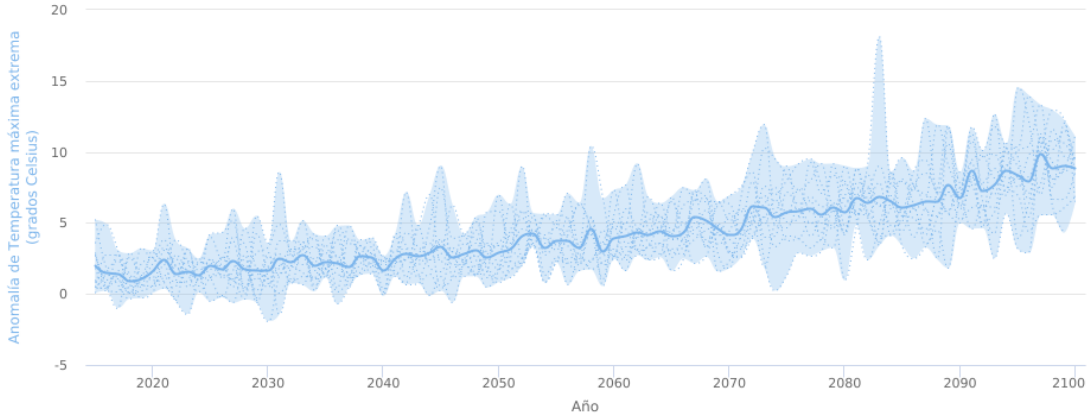
Modelos individuales (azul punteado) - Media (en azul negrita) - Observaciones (en negro cuando proceda)

ESCENARIO SSP2-4.5



Modelos individuales (azul punteado) - Media (en azul negrita)

ESCENARIO SSP5-8.5

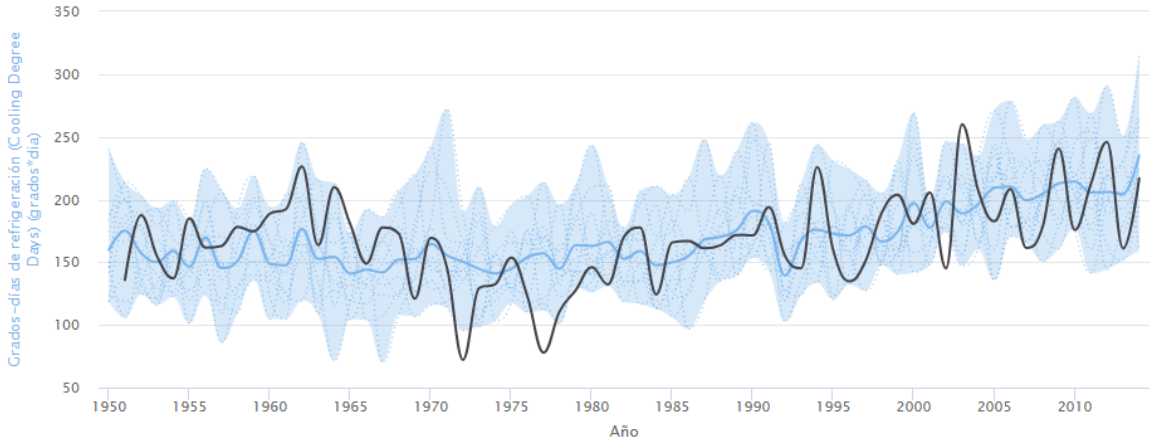


Modelos individuales (azul punteado) - Media (en azul negrita)

Municipio: **Alicante**

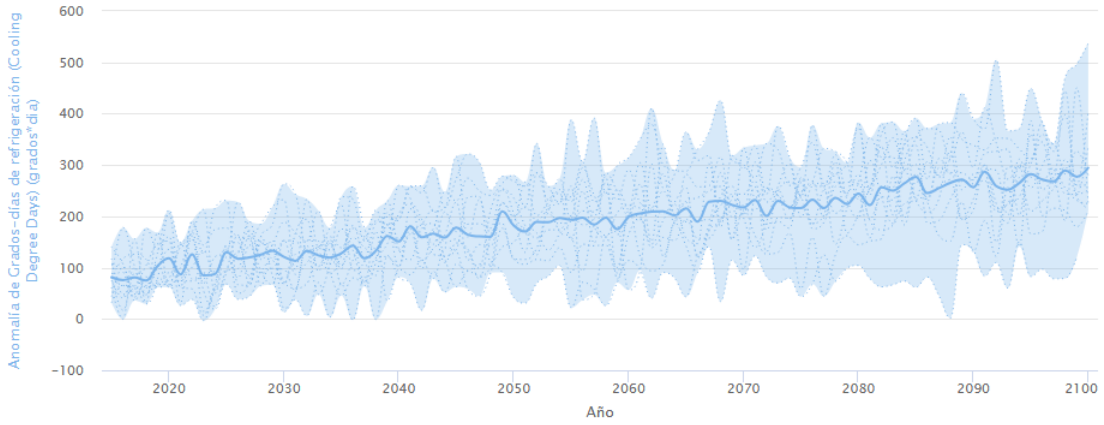
Variable climática: **Cooling Degree Days (ºC)**

HISTÓRICO



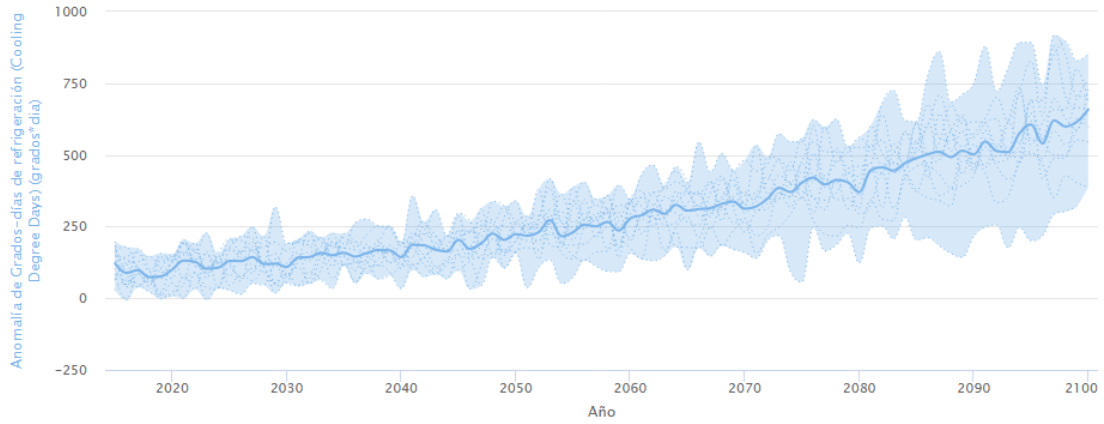
Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita) – Observaciones (en negro cuando proceda)

ESCENARIO SSP2-4.5



Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

ESCENARIO SSP5-8.5

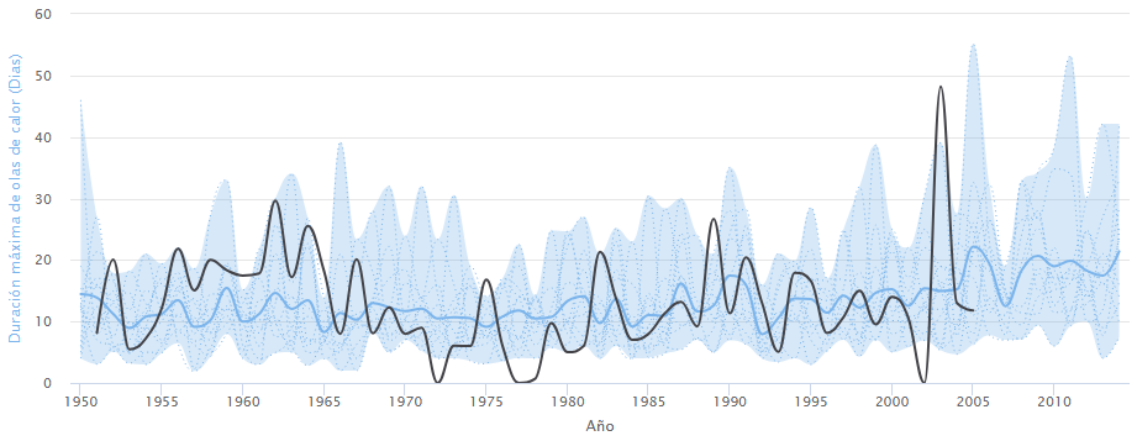


Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

Municipio: **Alicante**

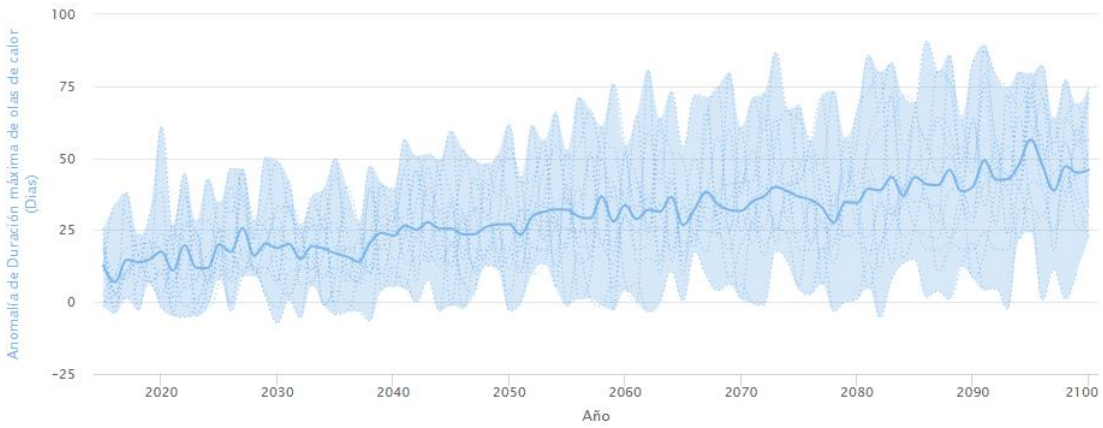
Variable climática: **Duración máxima de las olas de calor (días)**

HISTÓRICO



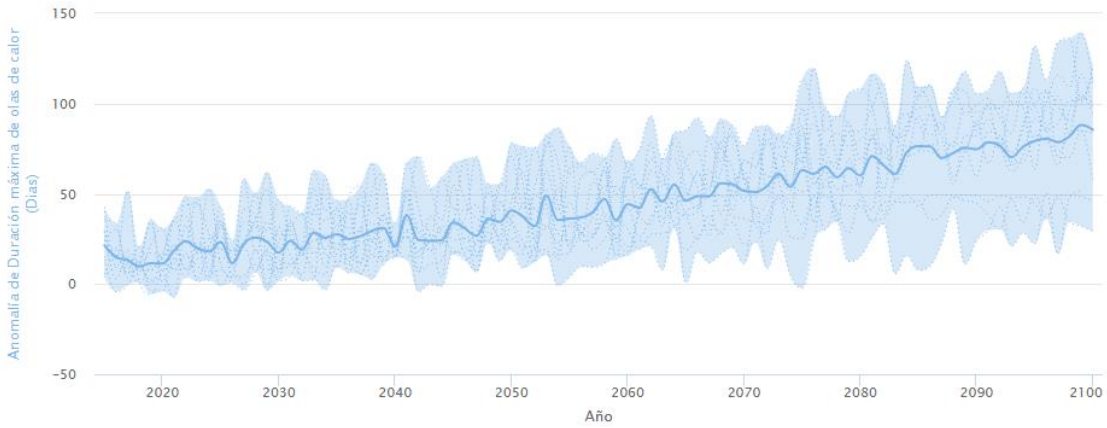
Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita) – Observaciones (en negro cuando proceda)

ESCENARIO SSP2-4.5



Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

ESCENARIO SSP5-8.5

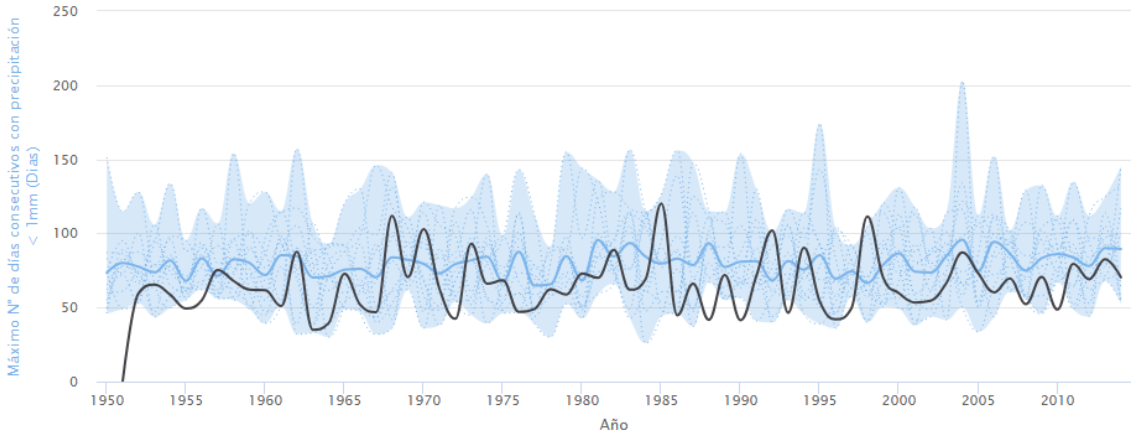


Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

Municipio: **Alicante**

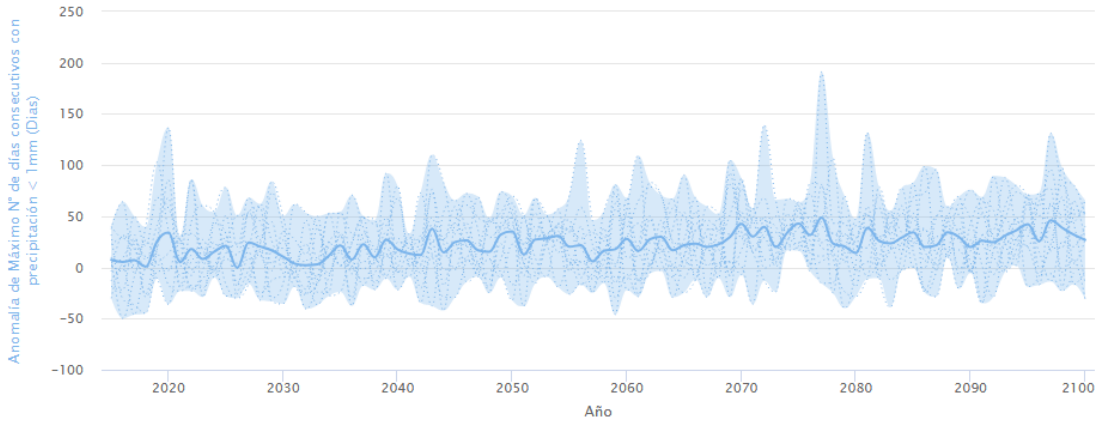
Variable climática: **Máximo número de días con precipitación <1mm (días)**

HISTÓRICO



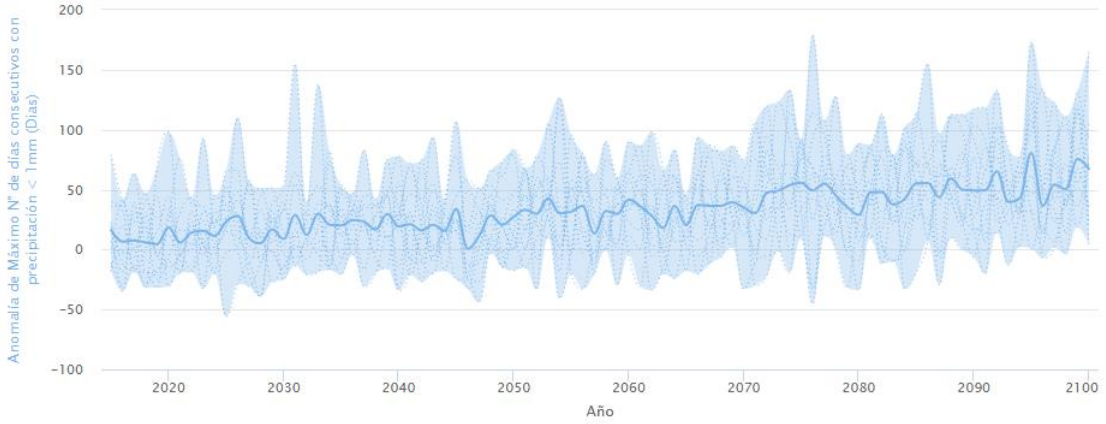
Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita) – Observaciones (en negro cuando proceda)

ESCENARIO SSP2-4.5



Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

ESCENARIO SSP5-8.5

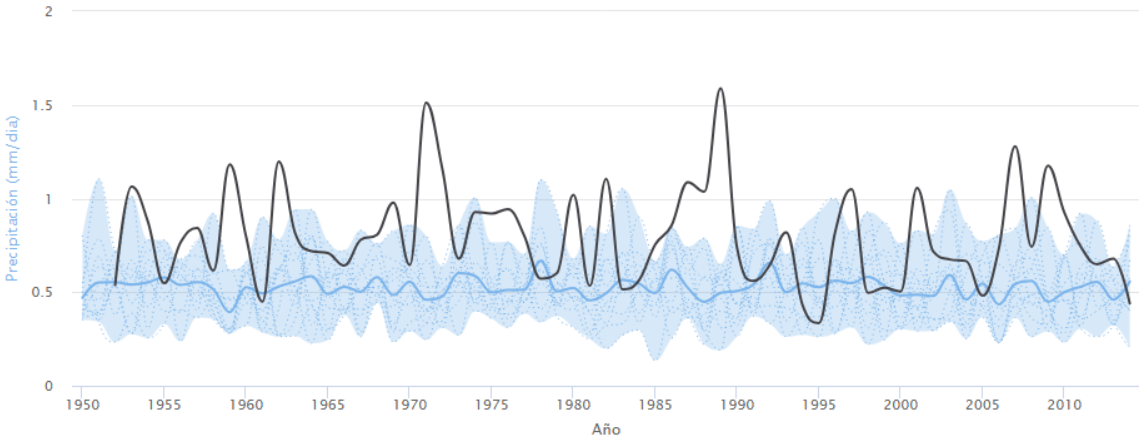


Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

Municipio: **Alicante**

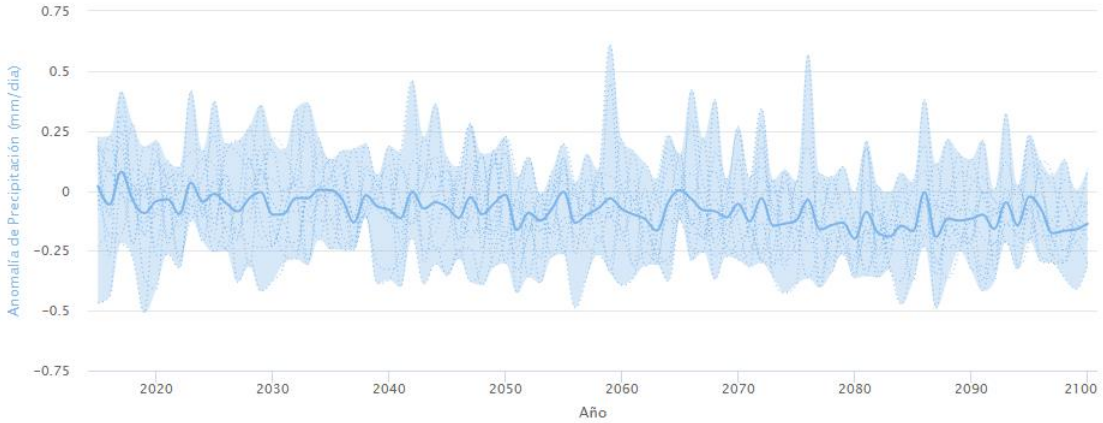
Variable climática: **Precipitación diaria (mm)**

HISTÓRICO



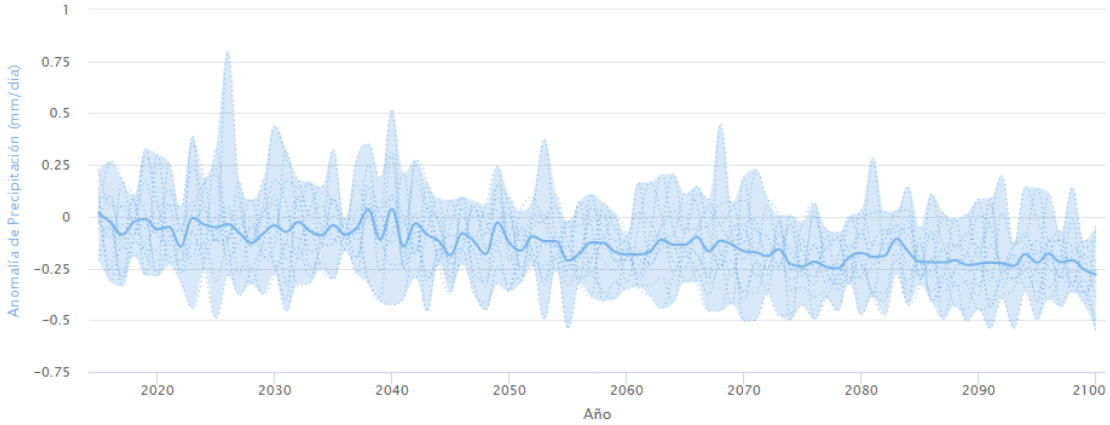
Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita) – Observaciones (en negro cuando proceda)

ESCENARIO SSP2-4.5



Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

ESCENARIO SSP5-8.5

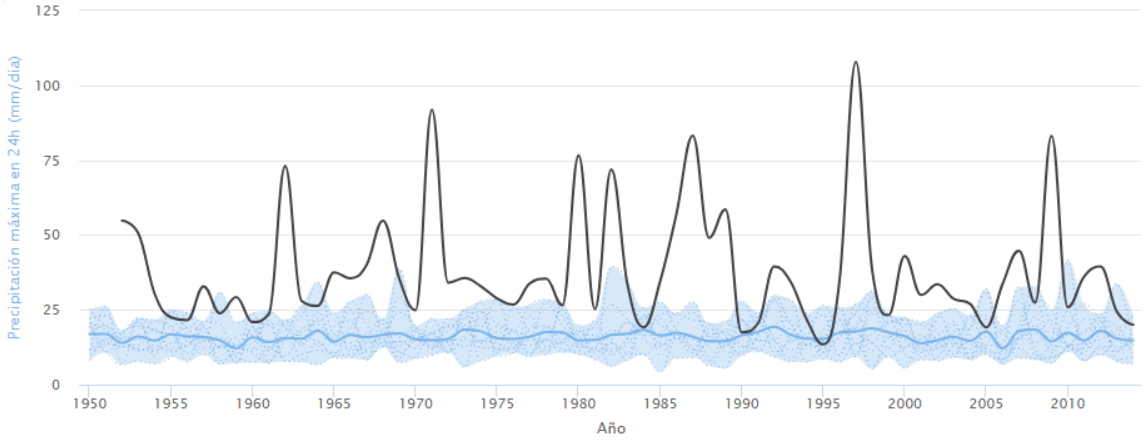


Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

Municipio: **Alicante**

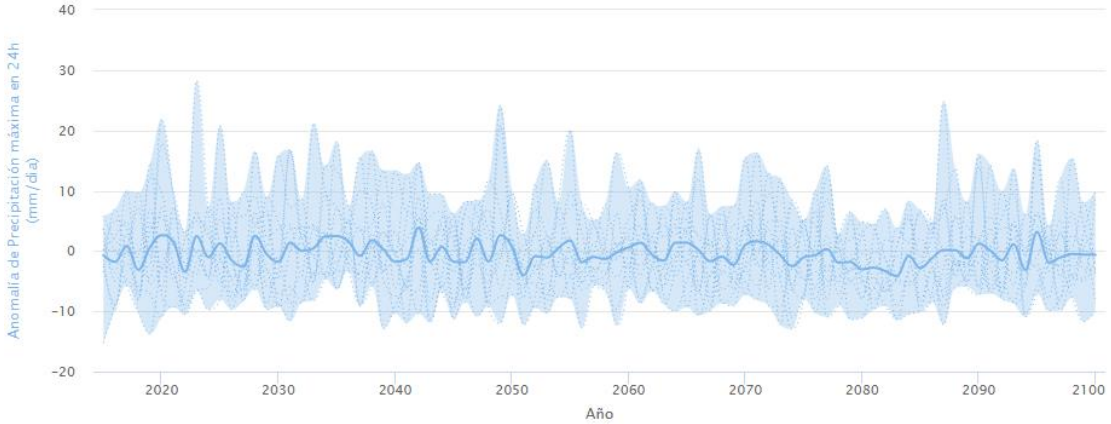
Variable climática: **Precipitación máxima en 24 horas (mm)**

HISTÓRICO



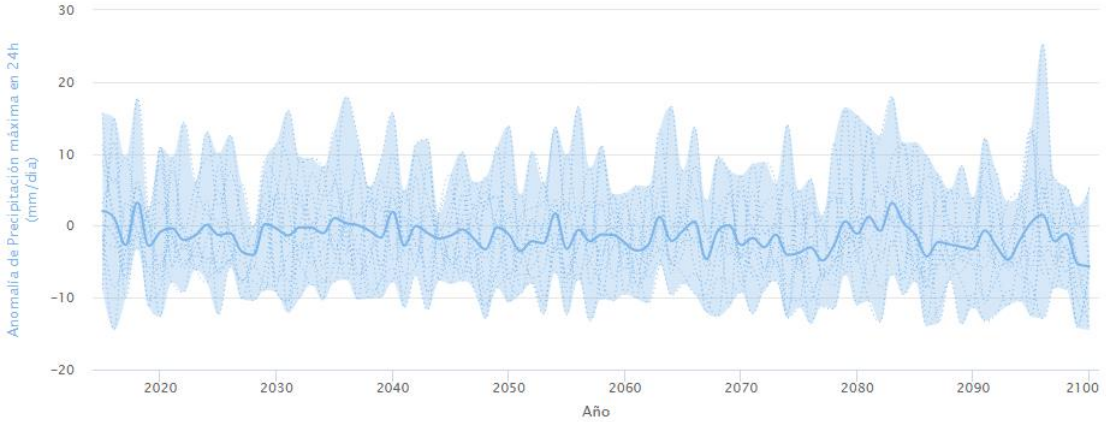
Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita) – Observaciones (en negro cuando proceda)

ESCENARIO SSP2-4.5

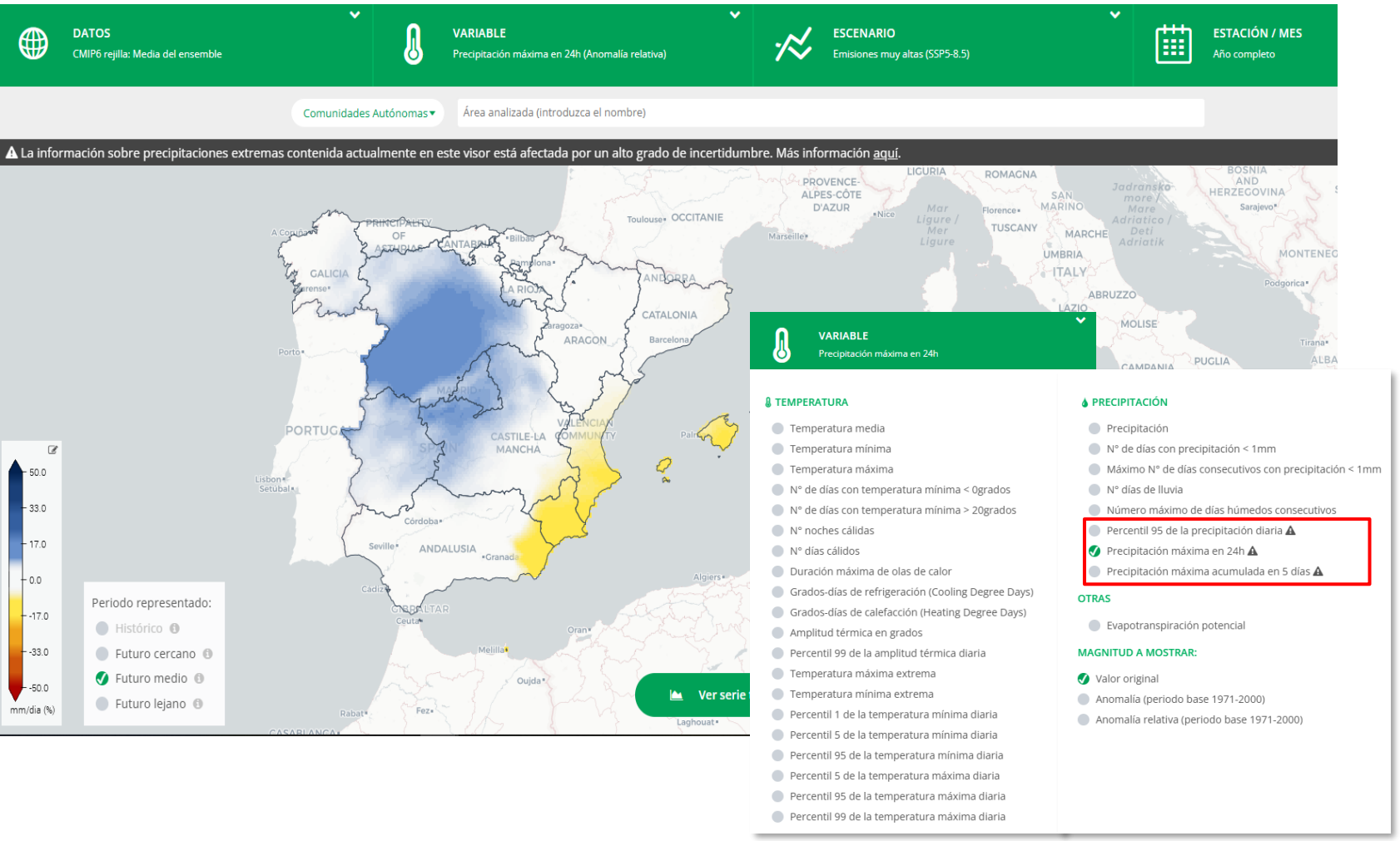


Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)

ESCENARIO SSP5-8.5



Modelos individuales (azul punteado) – Media (en azul negrita)



Advertencia sobre las proyecciones de precipitación extrema (percentil 95 de la precipitación diaria, precipitación máxima en 24h y precipitación máxima acumulada en 5 días)

En la zona costera mediterránea las proyecciones de precipitación extrema—Percentil 95, máxima en 24h y máxima acumulada en 5 días— muestran resultados que, a primera vista, parecen contradictorios: mientras un enfoque estadístico de regionalización aplicado a CMIP6 apunta a una ligera disminución de los máximos diarios y pluridiarios, el ajuste de sesgos con el método ISIMIPv3 sobre EURO-CORDEX sugiere justamente lo contrario, un ascenso de esos extremos. Estas contradicciones se dan, en realidad, en meses concretos (como febrero y noviembre); sin embargo, tienen una influencia importante en la media anual resultante. A esto hay que sumar la gran complejidad que entraña trasladar la señal climática global y continental a escalas tan finas y a fenómenos tan localizados: cada método de regionalización captura de manera distinta los sesgos originales y reinterpreta la no-estacionariedad de las tormentas intensas.

A ello se añade la enorme sensibilidad de los episodios convectivos mediterráneos —y, en particular, de las conocidas DANAs— a la resolución y a la física de convección que incorpora cada modelo. Hay que tener en cuenta que los modelos de CMIP6 y de EURO-CORDEX trabajan con resoluciones que no alcanzan a capturar adecuadamente parte de estos procesos, por lo que, aunque se puedan ajustar sus sesgos, la alta variabilidad e incertidumbre puede ocasionar que las diferencias metodológicas se amplifiquen, y los resultados entre diferentes metodologías difieran. Esta divergencia entre enfoques es, en sí misma, un indicador de dicha incertidumbre.

De forma más general, en el ámbito global y europeo, tanto CMIP6 como EURO-CORDEX muestran un ligero descenso de los extremos en esta zona. Sin embargo, no profundizan demasiado en las particularidades regionales que revela el uso de registros observacionales de alta resolución. Además, para este tipo de variables, muestran incertidumbre, es decir, tendencias proyectadas por un modelo pueden quedar contrarrestadas por las de otro, y la extensión de sus intervalos pueden abarcar rangos de valores amplios, incluso tanto incrementos como decrementos.

Por otro lado, estudios recientes como los recogidos en el Informe CLIVAR-SPAIN apuntan a un aumento claro de eventos convectivos y precipitaciones torrenciales (≥ 200 mm/día). Investigaciones de Meseguer-Ruiz et al. (2021), Miró et al. (2018) y Muñoz et al. (2020) confirman asimismo no solo un alza en frecuencia y magnitud de estos episodios, sino también un cambio en su distribución interanual, favorecido por un Mediterráneo más cálido. En conjunto, estas evidencias observacionales apuntan a intensificación de precipitaciones extremas.

Para navegar esta diversidad, una forma práctica de integrar toda esta información es el desarrollo de "storylines", narrativas de futuro basadas en subconjuntos de modelos que describan de modo coherente y físicamente plausible distintos caminos posibles —por ejemplo, otoños con picos intensos de lluvia frente a escenarios de otoño más seco— y ayuden a diseñar medidas de prevención y adaptación que funcionen bajo varios futuros plausibles. Así, la toma de decisiones se basa en la transparencia de las incertidumbres.

En próximas líneas de trabajo, el grupo de Escenarios-PNACC evaluará las nuevas generaciones de CORDEX y de la iniciativa DestinE, aprovechando sus mayores resoluciones y esquemas de convección mejorados para reducir la incertidumbre en la simulación de episodios de lluvia extrema. Estos avances permitirán elaborar proyecciones más fiables y ajustadas a la realidad regional y local, facilitando herramientas de decisión cada vez más robustas.

Síntesis anomalías proyectadas Visor AdapteCCa

Municipio: **Alicante**

ALICANTE			ESCENARIO SSP2-4.5			ESCENARIO SSP5-8.5		
			Cambio proyectado respecto al valor original			Cambio proyectado respecto al valor original		
	VARIABLE CLIMÁTICA	Valor histórico de referencia (1971-2000)	Futuro cercano (2015-2040)	Futuro medio (2041-2070)	Futuro lejano (2071-2100)	Futuro cercano (2015-2040)	Futuro medio (2041-2070)	Futuro lejano (2071-2100)
	Temperatura máxima (ºC)	23,42ºC	1,4ºC	2,2ºC	2,8ºC	1,4ºC	2,7ºC	4,7ºC
	Temperatura máxima extrema (ºC)	36,63ºC	1,9ºC	3,2ºC	4,3ºC	1,9ºC	3,6ºC	6,9ºC
	Duración máxima de las olas de calor (Días)	12,21 días	17 días	29,6 días	40,8 días	21 días	40,3 días	70,2 días
	Grados-día de refrigeración (ºC)	162,57 ºC	115ºC	191,3ºC	252ºC	127,5ºC	250,3ºC	481,6ºC
	Precipitación (mm/año)	194,6 mm	-7,6 %	-14,4 %	-23,2 %	-9,7%	-25,1 %	-39,2 %
	Precipitación máxima en 24 horas (mm/día)	16,56 mm/día	-0,24 %	-0,46 %	-5,76 %	-3,6 %	-8,3 %	-12 %
	Máximo número de días consecutivos con precipitación <1mm	79,15 días	13,3 días	22,1 días	30,4 días	16,3 días	27,5 días	50 días

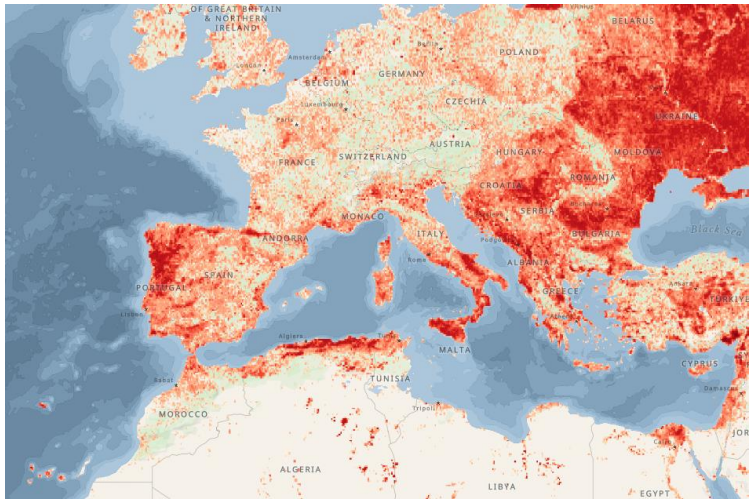
Estos resultados deben tomarse con precaución. Sujetos a alto grado de incertidumbre

Evaluación de la exposición

- Variación de la temperatura
- Olas de calor
- Sequía
- Precipitaciones fuertes

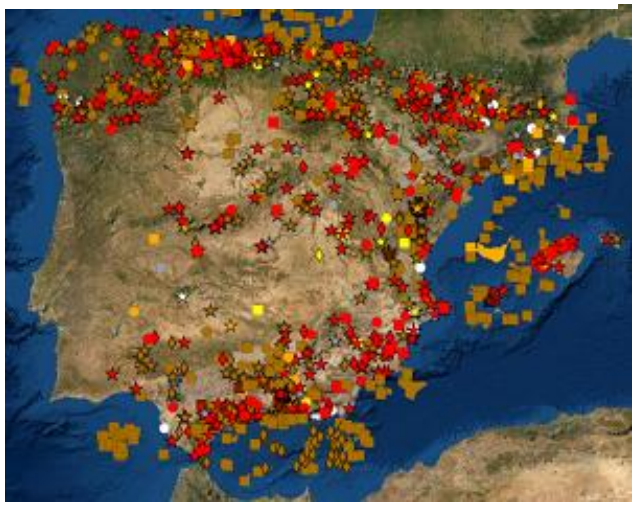
- **Plataforma de mapas de UNISDR** basada en el Atlas GAR (Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction - Risk Data Platform)
- **Think Hazard** desarrollado por GFDRR (Global Facility for Disaster Reductión and Recovery) en colaboración con World Bank Group
- **NASA Sea Level Projection Tool**
- **Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)**
- **Base de Datos de Movimientos del terreno (BDMOVES) del IGME**

UNISDR
The United Nations Office for Disaster Risk Reduction



CSIC
IGME

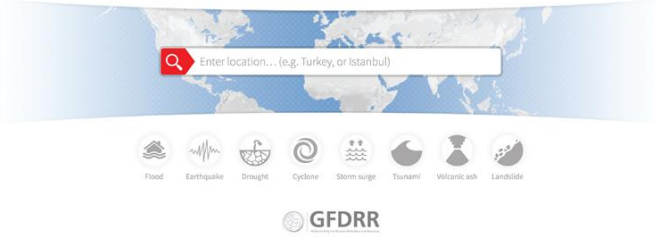
ipcc NASA



Sea Level Projection Tool

ThinkHazard!

Identify natural hazards in your project area and understand how to reduce their impact

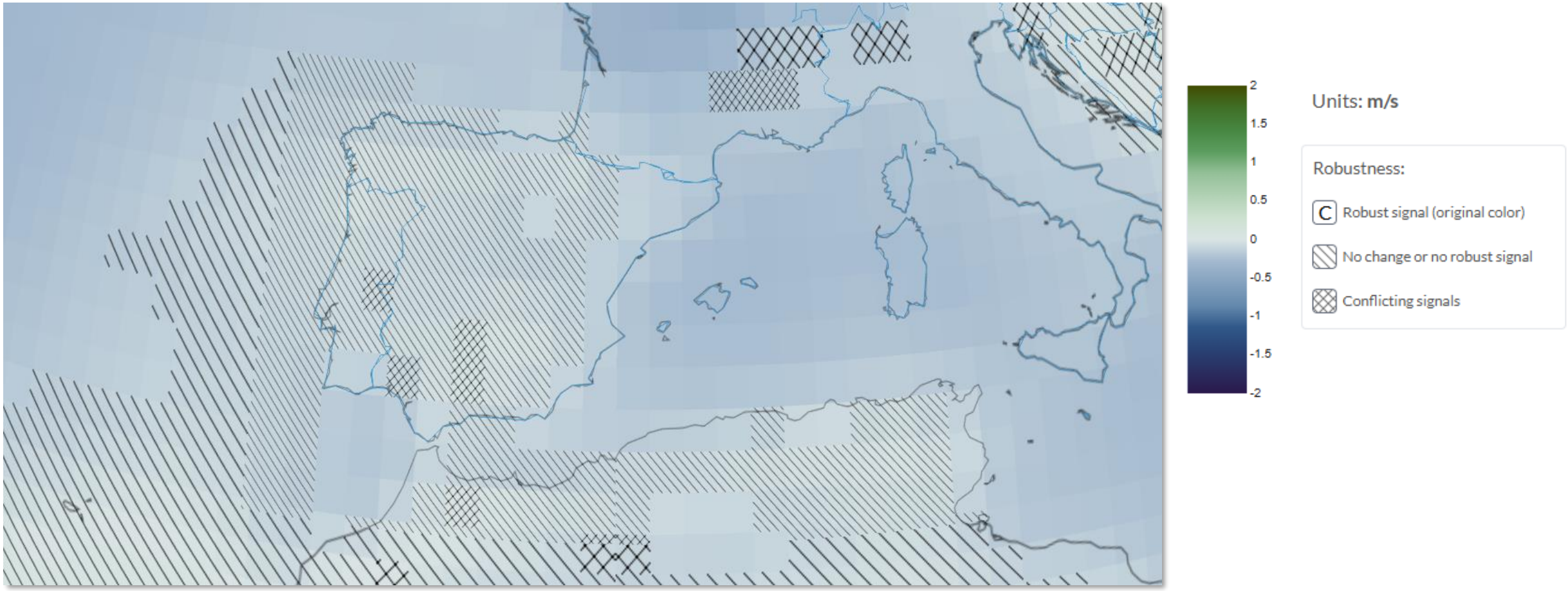


Velocidad media del viento

PROGRAMME OF THE EUROPEAN UNION · Copernicus · Climate Change Service · IMPLEMENTED BY ECMWF

Copernicus Interactive Climate Atlas

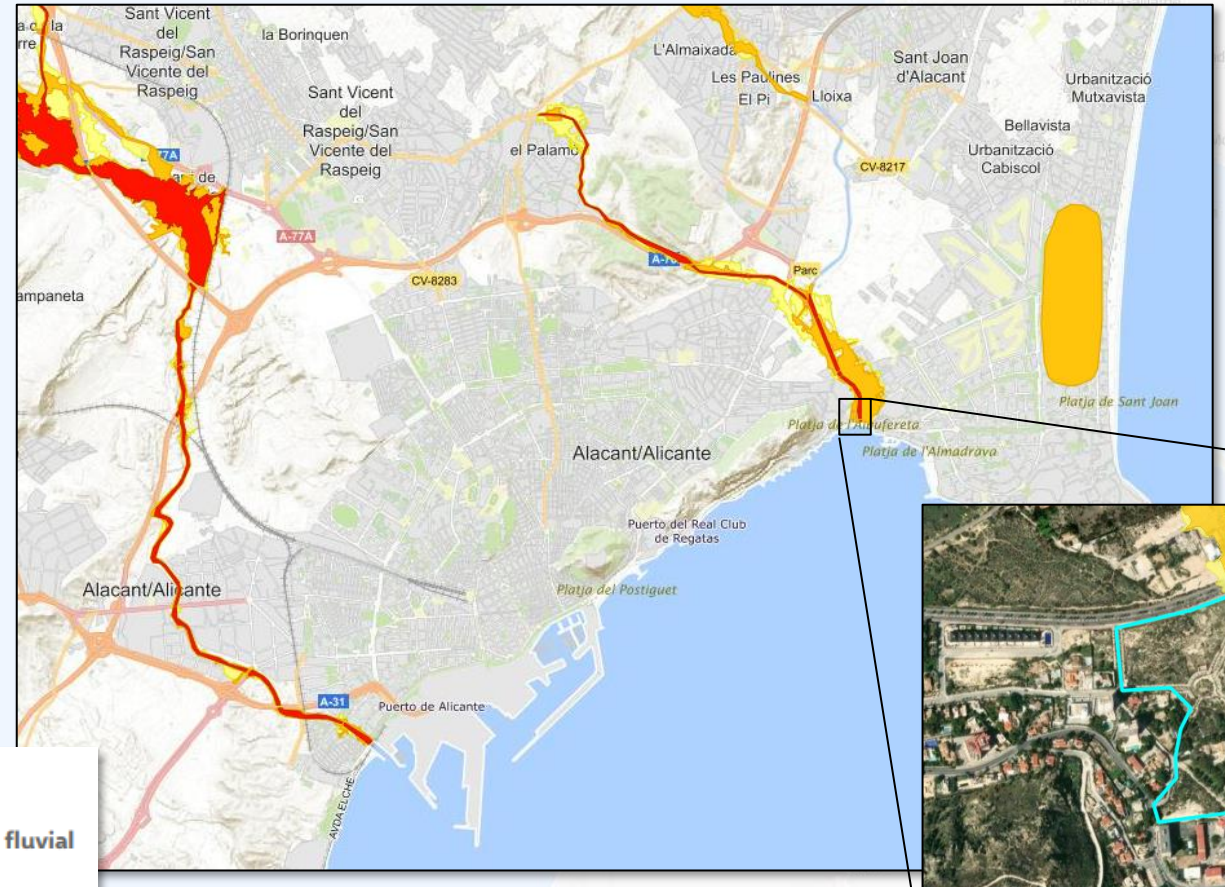
Mean of daily mean wind speed (m/s) - CMIP6 - Change - rel. to 1850-1900 - SSP5-8.5 - Medium Term (2041-2060) - Annual



Inundación fluvial

Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI)

Municipio: **Alicante**



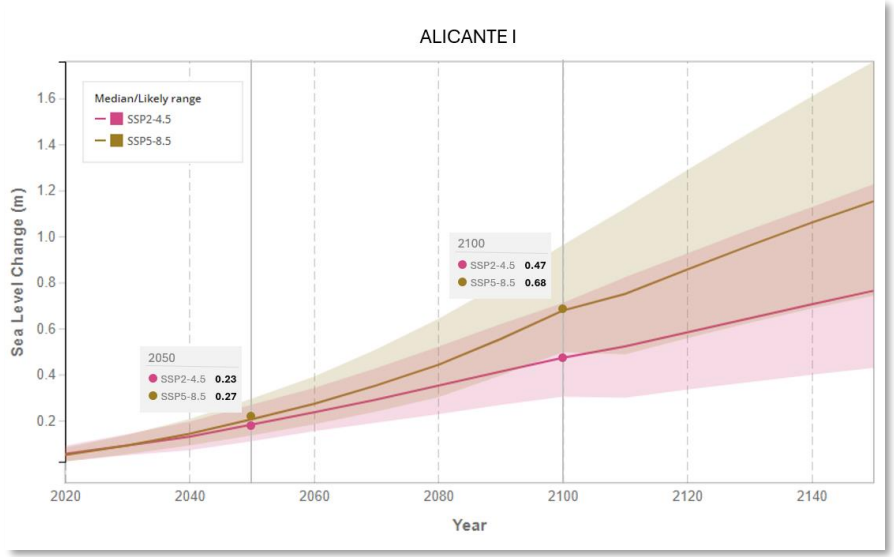
Fuente: SNCZI

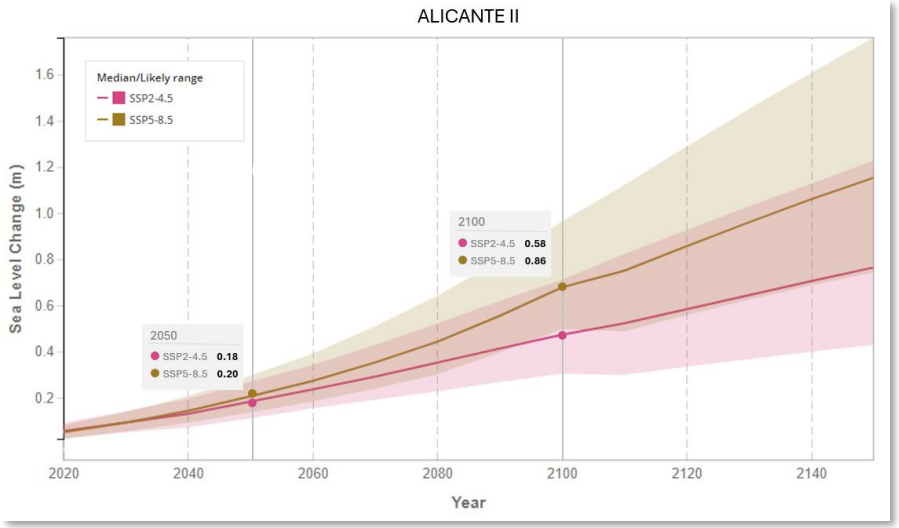
Z.I. con alta probabilidad (T=10años) de origen fluvial

Z.I. con probabilidad media u ocasional (T=100 años) de origen fluvial

Z.I. con probabilidad baja o excepcional (T= 500 años) de origen fluvial

Aumento nivel del mar





Fuente: Sea Level Projection Tool – NASA Sea Level Change Portal

Aumento nivel del mar

CLIMATE CENTRAL

Escenario de emisiones:
SSP5-8.5 + Inundación TR10 años
Horizonte: 2100

Municipio: **Alicante**

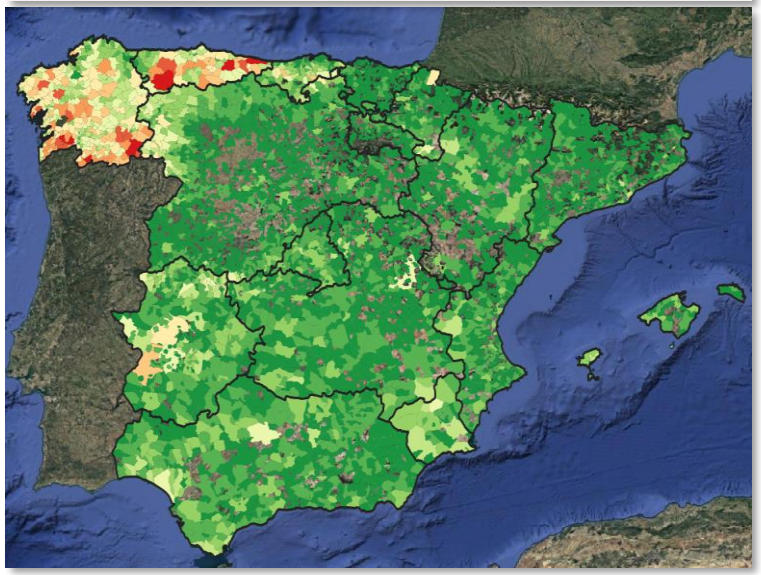
Fuente: Climate Central

Incendios forestales

Número de incendios 1996-2015

Municipio Alicante

- No. de incendios: 27

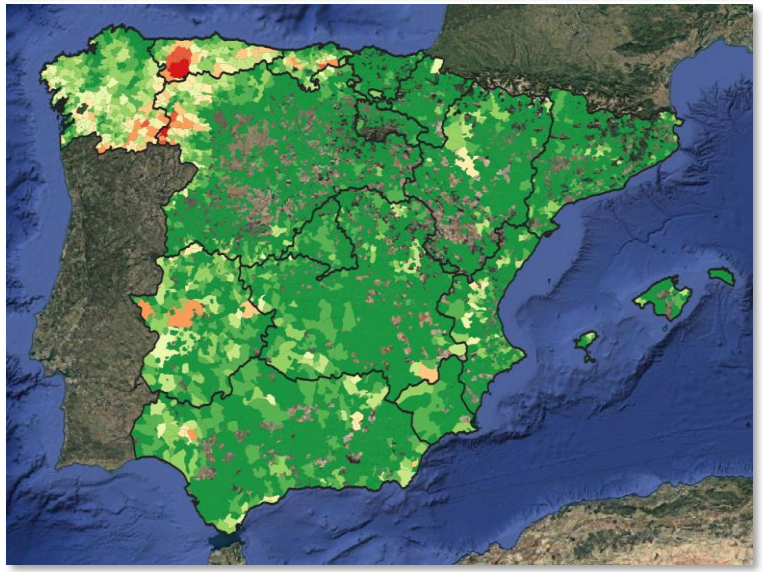


Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Superficie forestal afectada 1996-2015

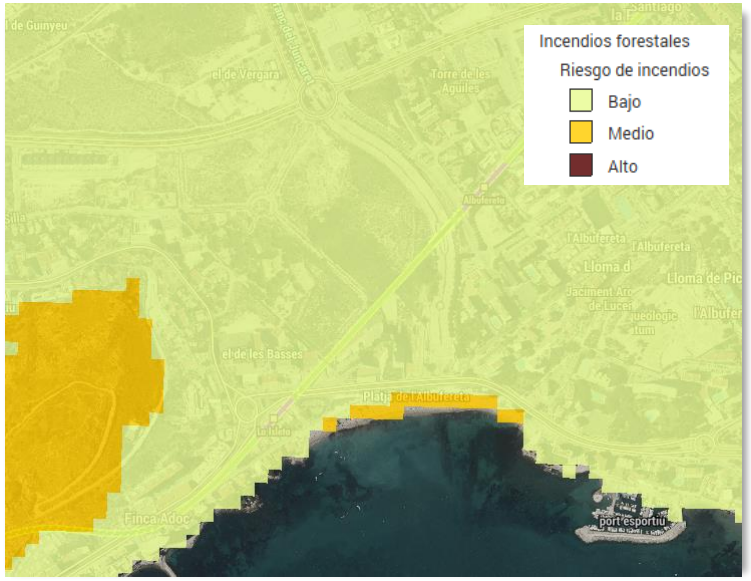
Municipio Alicante

- Superficie afectada: 123 ha

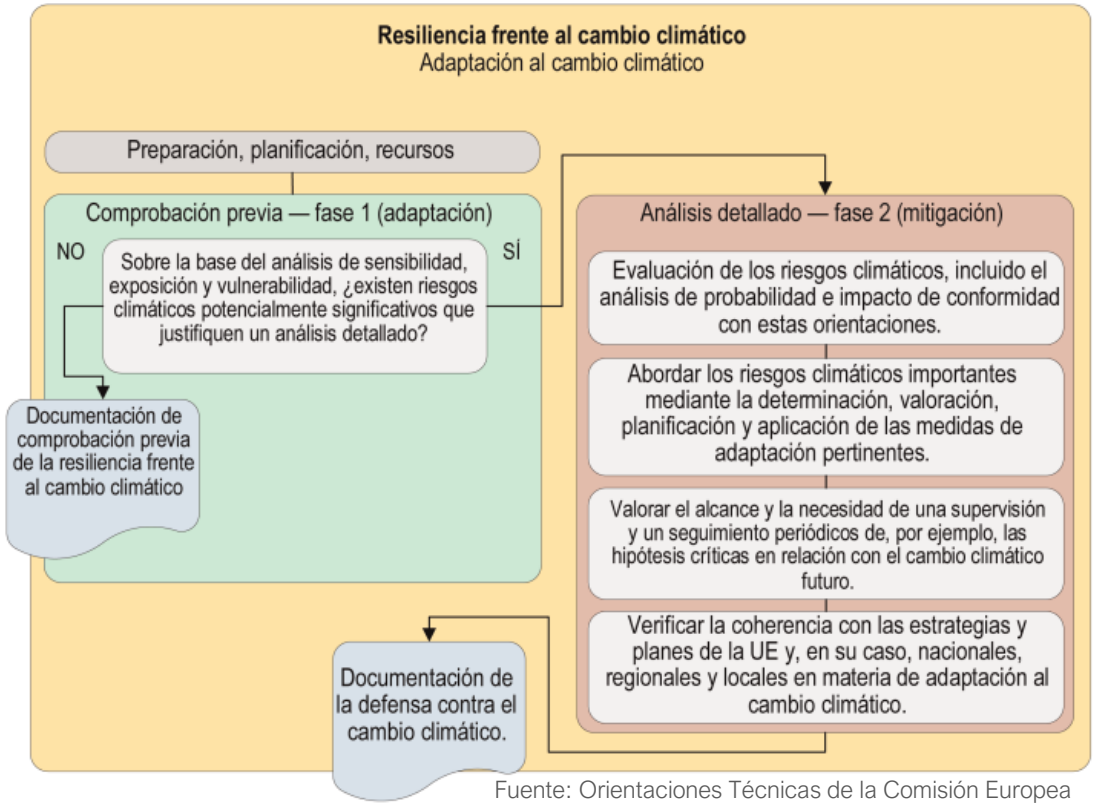


Riesgo de incendios forestales

Plan de Acción Territorial Forestal de la Comunitat Valenciana – PATFOR



Fuente: Visor cartogràfic de la Generalitat



Fuente: Orientaciones Técnicas de la Comisión Europea

Análisis de Tendencias Climáticas Futuras (Herramientas disponibles)

- Basado en escenarios del IPCC
  - Escenario SSP2-4.5
  - Escenario SSP5-8.5
- Diferentes visores de riesgos naturales (incendios, inundación)

Fase 1: Comprobación previa

- Análisis de vulnerabilidad.

Fase 2: Análisis detallado

- Evaluación de Riesgos
- Medidas de Adaptación (Estructurales y no Estructurales)

PELIGROS CLIMÁTICOS

Variación de la Temperatura

Olas de Calor

Precipitaciones fuertes

Inundaciones pluviales-fluviales

Inundación costera

Sequía

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El objetivo del **análisis de sensibilidad** es determinar qué peligros climáticos son relevantes para el tipo específico de proyecto, independientemente de su ubicación.

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Cuadro de sensibilidad indicativo: *(ejemplo)*	Variables y peligros climáticos: Inundación	Calor	...	Sequía
Temas: Activos sobre el terreno...	Alto	Bajo	...	Bajo
Insumos (agua...)	Medio	Medio	...	Bajo
Resultados (productos...)	Alto	Bajo	...	Bajo
Enlaces de transporte	Medio	Bajo	...	Bajo
Puntuación más alta en cuatro temas	Alto	Medio	...	Bajo

El resultado del análisis de sensibilidad puede resumirse en un cuadro con la clasificación de la sensibilidad de las variables y los peligros climáticos pertinentes para un tipo de proyecto determinado, independientemente de la ubicación, incluidos los parámetros críticos, y divididos, por ejemplo, en los cuatro temas.

ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN

Cuadro de exposición indicativo: *(ejemplo)*	Variables y peligros climáticos: Inundación	Calor	...	Sequía
Clima actual	Medio	Bajo	...	Bajo
Clima futuro	Alto	Medio	...	Bajo
Puntuación más alta, actual+futuro	Alto	Medio	...	Bajo

El resultado del análisis de exposición puede resumirse en un cuadro con la clasificación de la exposición de las variables y los peligros climáticos pertinentes para la ubicación seleccionada, independientemente del tipo de proyecto y divididos, por ejemplo, en clima actual y futuro. Tanto para el análisis de sensibilidad como para el de exposición, el sistema de puntuación debe definirse y explicarse de forma cuidadosa y las puntuaciones otorgadas deben justificarse.

El objetivo del **análisis de exposición** es determinar qué peligros son pertinentes para la ubicación prevista del proyecto, independientemente del tipo de proyecto.

El **análisis de vulnerabilidad** combina el resultado del análisis de sensibilidad y el análisis de exposición

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Cuadro de vulnerabilidad indicativa: *(ejemplo)*		Exposición (clima actual + futuro): Alto	Medio	Bajo
Sensibilidad (puntuación más alta en los cuatro temas)	Alto	Inundación		
	Medio		Calor	
	Bajo			Sequía

Leyenda: Nivel de vulnerabilidad
Alto
Medio
Bajo

El análisis de vulnerabilidad puede resumirse en un cuadro para el tipo de proyecto específico en la ubicación seleccionada. Combina el análisis de sensibilidad y el de exposición. Las variables y los peligros climáticos más pertinentes son los que tienen un nivel de vulnerabilidad alto o medio, que llevan a los pasos siguientes. Los niveles de vulnerabilidad deben definirse y explicarse cuidadosamente y las puntuaciones dadas deben justificarse.

Tiene como objetivo determinar los posibles peligros significativos y los riesgos conexos.

Análisis de Sensibilidad

Vulnerabilidad = **Sensibilidad** x Exposición

PELIGRO CLIMÁTICO	SENSIBILIDAD				
	ACTIVOS SOBRE EL TERRENO	INSUMOS	RESULTADOS	SISTEMAS INTERDEPENDIENTES	MÁXIMA
Variabilidad de la temperatura	1	2	2	-	Media
Ola de calor	1	2	2	-	Media
Precipitaciones fuertes	2	1	2	2	Media
Inundación pluvial y fluvial	3	2	2	3	Alta
Inundación costera	3	2	3	3	Alta
Sequía	2	3	2	-	Alta

Los principios de evaluación, los niveles de puntuación, etc. deben adaptarse a las características específicas del proyecto, esto es solo un ejemplo, lo importante es demostrar un razonamiento claro y lógico.

SENSIBILIDAD	VALOR	DESCRIPCIÓN
NULA	-	El peligro climático no tiene impacto (nulo)
BAJA	1	El peligro climático podría impactar mínimamente
MEDIA	2	El peligro climático podría tener un impacto moderado
ALTA	3	El peligro climático podría tener un impacto significativo

Activos sobre el terreno y procesos	Infraestructuras asociadas, equipamientos, construcciones e instalaciones que conforman el proyecto. Incluye: materiales, mobiliario, alumbrado, sistemas de drenaje (tradicional o SUDs), sistema eléctrico, sistema de abastecimiento, espacios de estacionamiento, zonas verdes, carril bici, etc.
Insumos	Energía y agua (potable / no potable) necesario para el funcionamiento de los diferentes espacios. Se considera además los servicios de mantenimiento regulares, así como al personal que lo lleva a cabo.
Resultados	Relativo al funcionamiento óptimo de los diferentes elementos y la correcta prestación de servicios.
Sistemas interdependientes	Fuera del control directo del proyecto. Accesos y conexiones al desarrollo urbanístico, así como de este con las zonas aledañas.

Análisis de Exposición

Vulnerabilidad = Sensibilidad x **Exposición**

PELIGRO CLIMÁTICO	EXPOSICIÓN ACTUAL	EXPOSICIÓN FUTURA	EXPOSICIÓN MÁXIMA
Variabilidad de la temperatura	2	2	Media
Ola de calor	2	3	Alta
Precipitaciones fuertes	2	2	Media
Inundación pluvial y fluvial	2	3	Alta
Inundación costera	1	2	Media
Sequía	2	3	Alta

Precipitación máxima 24h (Municipio Alicante)

Horizonte	Escenarios RCP: RCP 4.5	Escenarios RCP: RCP 8.5	Escenarios SSP: SSP2-4.5	Escenarios SSP: SSP5-8.5
2015-2040	7%	11%	1%	-4%
2041-2070	8%	6%	-2%	-9%
2071-2100	3%	4%	-6%	-12%

EXPOSICIÓN	
Clasificación	Valor
Sin exposición	-
Baja	1
Media	2
Alta	3

Importante tener en cuenta la **vida útil** de los distintos componentes de los desarrollos urbanos

ALICANTE		ESCENARIO SSP2-4.5 (Cambio proyectado respecto al valor original)			ESCENARIO SSP5-8.5 (Cambio proyectado respecto al valor original)		
VARIABLE CLIMÁTICA	Valor histórico de referencia (1971-2000)	Futuro cercano (2015-2040)	Futuro medio (2041-2070)	Futuro lejano (2071-2100)	Futuro cercano (2015-2040)	Futuro medio (2041-2070)	Futuro lejano (2071-2100)
Temperatura máxima (ºC)	23,42ºC	1,4ºC	2,2ºC	2,8ºC	1,4ºC	2,7ºC	4,7ºC
Temperatura máxima extrema (ºC)	36,63ºC	1,9ºC	3,2ºC	4,3ºC	1,9ºC	3,6ºC	6,9ºC
Duración máxima de las olas de calor (Días)	12,21 días	17 días	29,6 días	40,8 días	21 días	40,3 días	70,2 días
Grados-día de refrigeración (ºC)	162,57 ºC	115ºC	191,3ºC	252ºC	127,5ºC	250,3ºC	481,6ºC
Precipitación (mm/año)	194,6 mm	-7,6 %	-14,4 %	-23,2 %	-9,7%	-25,1 %	-39,2 %
Precipitación máxima en 24 horas (mm/día)	16,56 mm/día	-0,24 %	-0,46 %	-5,76 %	-3,6 %	-8,3 %	-12 %
Máximo número de días consecutivos con precipitación <1mm	79,15 días	13,3 días	22,1 días	30,4 días	16,3 días	27,5 días	50 días

Análisis de Vulnerabilidad

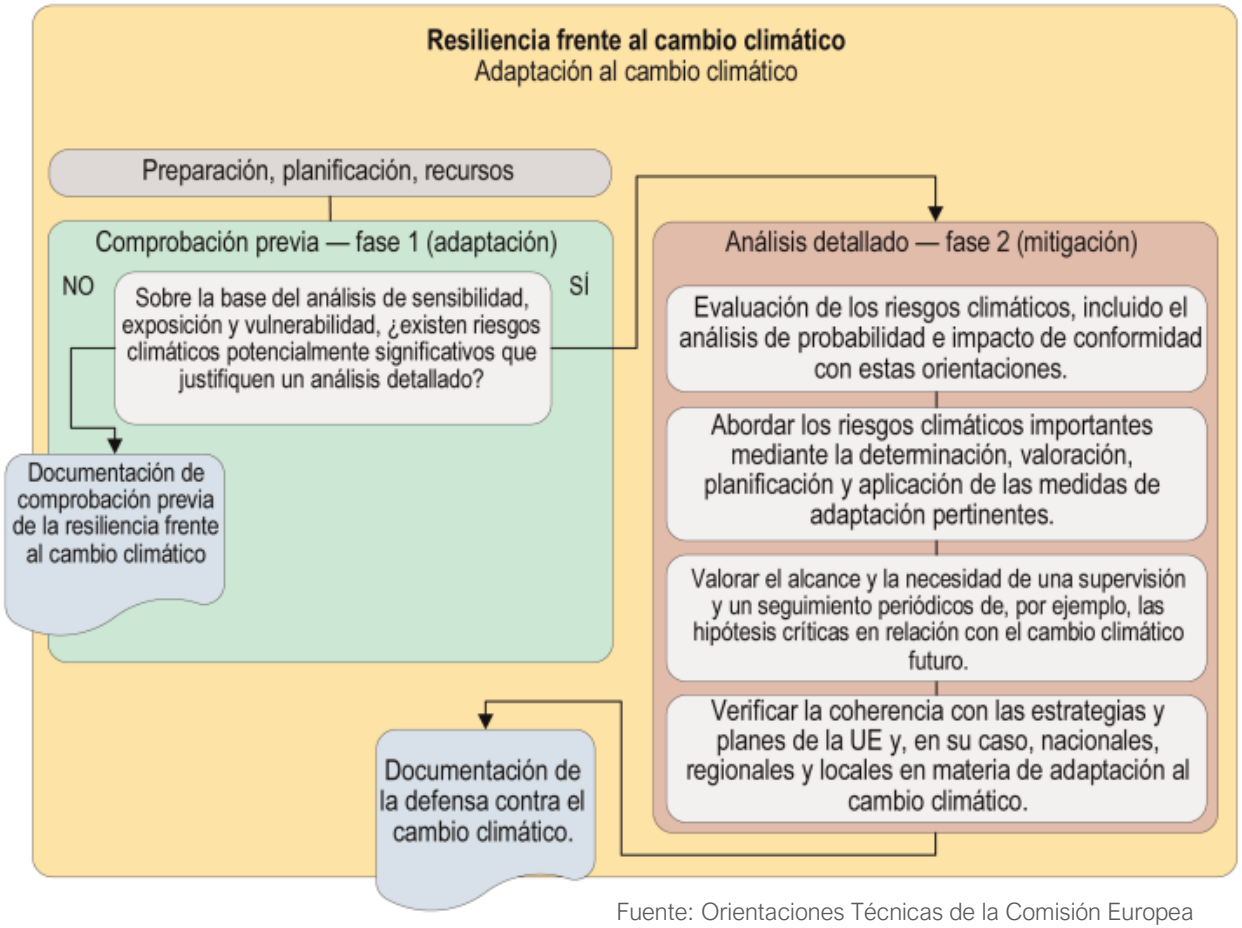
Vulnerabilidad = Sensibilidad x Exposición

PELIGRO CLIMÁTICO	VULNERABILIDAD		
	EXPOSICIÓN	SENSIBILIDAD	VULNERABILIDAD
Variabilidad de la temperatura	2	2	Media
Ola de calor	3	2	Alta
Precipitaciones fuertes	2	2	Media
Inundación pluvial y fluvial	3	3	Alta
Inundación costera	2	3	Alta
Sequía	3	3	Alta

VULNERABILIDAD		EXPOSICIÓN		
		BAJA	MEDIA	ALTA
SENSIBILIDAD	BAJA	1	2	3
	MEDIA	2	4	6
	ALTA	3	6	9

- Si el proyecto presenta vulnerabilidades bajas no es necesario realizar la Fase 2: Análisis Detallado
- Sin embargo, si presenta vulnerabilidades **medias y altas** para algunos peligros climáticos es necesario pasar al análisis detallado y elaborar la evaluación de riesgos climáticos para esos peligros climáticos.

Resumen del proceso relativo a la adaptación al cambio climático para la defensa contra el cambio climático



Fuente: Orientaciones Técnicas de la Comisión Europea

Análisis de Tendencias Climáticas Futuras (Herramientas disponibles)

- Basado en escenarios del IPCC
  - Escenario SSP2-4.5
  - Escenario SSP5-8.5
- Diferentes visores de riesgos naturales (incendios, inundación)

Fase 1: Comprobación previa

- Análisis de vulnerabilidad.

Fase 2: Análisis detallado

- Evaluación de Riesgos
- Medidas de Adaptación (Estructurales y no Estructurales)

EVALUACIÓN DE RIESGOS CLIMÁTICOS

Probabilidad de que los peligros climáticos detectados se materialicen en un plazo determinado

ANÁLISIS DE PROBABILIDAD

Escala indicativa para evaluar la probabilidad de un peligro climático (ejemplo):

Término	Cualitativo	Cuantitativo (*)
Raro	Muy poco probable que ocurra	5 %
Improbable	Poco probable que ocurra	20 %
Moderado	Misma probabilidad de ocurrir que de no ocurrir	50 %
Probable	Es probable que ocurra	80 %
Casi seguro	Es muy probable que ocurra	95 %

El resultado del análisis de probabilidad puede resumirse en una estimación cualitativa o cuantitativa de la probabilidad de cada una de las variables y los peligros climáticos esenciales. (*) La definición de las escalas requiere un análisis cuidadoso por varias razones, entre ellas, que la probabilidad y el impacto de los peligros climáticos esenciales podrían cambiar significativamente durante la vida útil del proyecto de infraestructura, entre otras razones, debido al cambio climático. En los estudios existentes se hace referencia a varias escalas.

Consecuencias derivadas del peligro climático en caso de que este se produzca

ANÁLISIS DE IMPACTO

Escala indicativa para evaluar el impacto probable de un peligro climático (ejemplo) *Áreas de riesgo:* / *Impacto:*	Insignificante	Leve	Moderado	Grave	Catastrófico
Daños a los activos, ingeniería, operativos					
Seguridad y salud					
Medio ambiente, patrimonio cultural					
Social					
Financiera					
Reputación					
Cualquier otra área de riesgo pertinente					
Global, para las áreas de riesgo mencionadas anteriormente					

El análisis de impacto proporciona una evaluación especializada del impacto potencial para cada una de las variables y los peligros climáticos esenciales.

Representa el nivel de importancia de cada riesgo potencial

EVALUACIÓN DE RIESGOS

Cuadro de riesgos indicativo: *(ejemplo)*

Probabilidad	Impacto general de las variables y los peligros climáticos esenciales (ejemplo): Insignificante	Leve	Moderado	Grave	Catastrófico
Raro					
Improbable		Sequía			
Moderado		Calor	Inundación		
Probable					
Casi seguro					

Leyenda:

Nivel de riesgo
Bajo
Medio
Alto
Extremo

El resultado del análisis de riesgos puede resumirse en un cuadro que combine la probabilidad y el impacto de las variables y los peligros climáticos esenciales. Se requieren explicaciones detalladas para calificar y fundamentar las conclusiones de la evaluación. Los niveles de riesgo se deben explicar y justificar.

Análisis de Probabilidad

Riesgo = **Probabilidad** X Impacto

PELIGRO CLIMÁTICO	PROBABILIDAD VALOR
Variabilidad de la temperatura	5
Ola de calor	5
Precipitaciones fuertes	3
Inundación pluvial y fluvial	4
Inundación costera	3
Sequía	4

Probabilidad		Escala de probabilidad de un peligro climático	
		Cualitativo	Cuantitativo *
Clasificación	Raro (1)	Es muy poco probable que ocurra	5%
	Improbable (2)	Es poco probable que se produzca	20%
	Posible (3)	Es posible, ha ocurrido en un país / contextos similares	50%
	Probable (4)	Es probable que ocurra	80%
	Casi seguro (5)	Es muy probable que se produzca, posiblemente varias veces.	95%

* Probabilidad de ocurrencia (%)

Evaluación de Impactos

Riesgo = Probabilidad X **Impacto**

PELIGRO CLIMÁTICO	IMPACTO				
	DAÑOS A ACTIVOS	DAÑOS OPERATIVOS	MEDIO AMBIENTE	SOCIAL	MÁXIMA
Variabilidad de la temperatura	2	3	2	3	Moderado
Ola de calor	3	4	3	4	Grave
Precipitaciones fuertes	3	3	2	3	Moderado
Inundación pluvial y fluvial	4	5	3	5	Muy Grave
Inundación costera	5	5	4	5	Muy Grave
Sequía	2	4	4	3	Grave

IMPACTO	ÁREA DE RIESGO			
	DAÑOS A LOS ACTIVOS	DAÑOS OPERATIVOS	MEDIO AMBIENTE	SOCIAL
MAGNITUD DE LAS CONSECUENCIAS				
INSIGNIFICANTE (1)	El impacto no supone un cambio en la actividad normal	El impacto no supone un cambio en la actividad normal	Acontecimiento sin afección al medio ambiente (suelo, vegetación, etc.)	Acontecimiento sin afección al ámbito social
LEVE (2)	La actividad normal puede absorber el impacto	La actividad normal puede absorber el impacto	Sin impacto en el ambiente de referencia. Localizado en la zona de origen. No se requiere recuperación	Ningún impacto social negativo
MODERADO (3)	Acontecimiento adverso que se puede absorber adoptando medidas de continuidad de la actividad	Acontecimiento adverso que se puede absorber adoptando medidas de continuidad de la actividad	Localizado dentro de los límites del emplazamiento. Recuperación medible en el plazo de un mes desde el impacto.	Impactos sociales localizados y temporales. Reducción del confort moderada
GRAVE (4)	Acontecimiento grave que requiere medidas adicionales de emergencia para la continuidad de la actividad	Acontecimiento grave que requiere medidas adicionales de emergencia para la continuidad de la actividad	Daño moderado con posible efecto más amplio. Recuperación en un año	Impactos sociales localizados y a largo plazo. Reducción del confort significativa.
MUY GRAVE (5)	Acontecimiento crítico que requiere medidas extraordinarias de emergencia y compromete la continuar de la actividad	Acontecimiento crítico que requiere medidas extraordinarias de emergencia y compromete la continuar de la actividad	Daño significativo con efecto local. Recuperación superior a un año. Incumplimiento de los reglamentos medioambientales o de la autorización	Daños personales moderados. Impactos sociales generalizados y a largo plazo.

Evaluación del Riesgo

Riesgo = Probabilidad X Impacto

PELIGRO CLIMÁTICO	RIESGO		
	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO
Variabilidad de la temperatura	5	3	Alto
Ola de calor	5	4	Muy alto
Precipitaciones fuertes	3	3	Medio
Inundación pluvial y fluvial	4	5	Muy alto
Inundación costera	3	5	Alto
Sequía	4	4	Alto

RIESGO	
CLASIFICACIÓN	RESULTADO
INSIGNIFICANTE	1-2
BAJO	3-6
MEDIO	7-10
ALTO	11-16
MUY ALTO	17-25

Gestión de riesgos

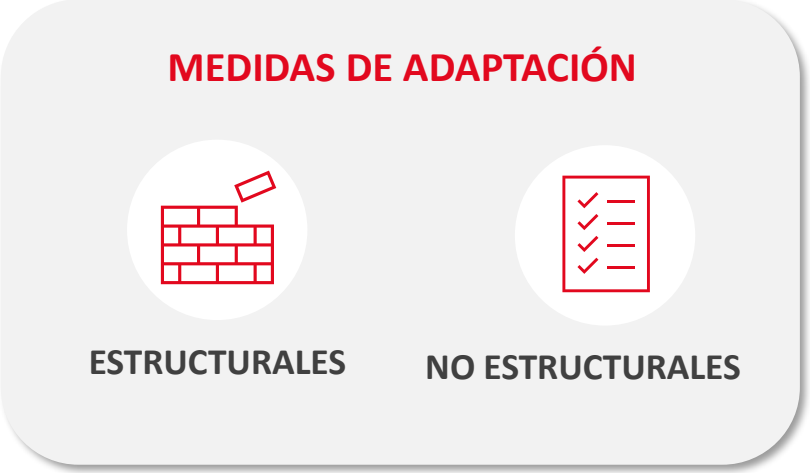
Para los riesgos climáticos **significativos** se definirán medidas de adaptación específicas para reducir dichos riesgos a niveles aceptables.

RIESGO		IMPACTO				
		Insignificante (1)	Leve (2)	Moderado (3)	Grave (4)	Muy grave (5)
PROBABILIDAD	Raro (1)	1	2	3	4	5
	Improbable (2)	2	4	6	8	10
	Posible (3)	3	6	9	12	15
	Probable (4)	4	8	12	16	20
	Casi seguro (5)	5	10	15	20	25

DISEÑO DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

DETERMINAR OPCIONES DE ADAPTACIÓN	VALORAR OPCIONES DE ADAPTACIÓN	PLANIFICAR LA ADAPTACIÓN
Proceso de determinación de opciones: — Determinar las opciones que responden a los riesgos (utilizar, p. ej., talleres de expertos, reuniones y evaluaciones) — La adaptación puede implicar una combinación de respuestas, por ejemplo,: — formación, desarrollo de la capacidad, seguimiento — uso de mejores prácticas, normas — soluciones basadas en la naturaleza — soluciones de ingeniería, diseño técnico — gestión de riesgos, seguros	La valoración de las opciones de adaptación debe tener en cuenta las circunstancias específicas y la disponibilidad de datos. En algunos casos, podría bastar con una rápida opinión de los expertos, mientras que en otros casos se podría justificar un análisis coste-beneficio detallado. Podría ser pertinente estudiar la solidez de varias opciones de adaptación frente a las incertidumbres del cambio climático.	Integrar las medidas pertinentes de resiliencia frente al cambio en el diseño técnico del proyecto y en las opciones de gestión. Elaborar un plan de ejecución, un plan de financiación, un plan de seguimiento y respuesta, un plan de revisión periódica de las hipótesis y de la evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos climáticos, etc. La evaluación de la vulnerabilidad y los riesgos y la planificación de la adaptación tienen como objetivo reducir los riesgos climáticos restantes a un nivel aceptable.

Fuente: Orientaciones Técnicas de la Comisión Europea



- Las **medidas estructurales** comprenden la modificación del diseño o las especificaciones de los activos físicos y las infraestructuras, o la adopción de soluciones alternativas o mejoradas.
- Las **medidas no estructurales** comprenden la planificación de la utilización del suelo, la mejora de los programas de seguimiento o de respuesta a emergencias, la formación del personal y las actividades de transferencia de capacidades, la elaboración de marcos estratégicos o empresariales de evaluación de riesgos climáticos, las soluciones financieras como los seguros contra fallos en la cadena de suministro o los servicios alternativos.

Diseño para la adaptación al Cambio Climático

Principios básicos del diseño urbano adaptativo

1. Diseño de la morfología urbano
   - Relación altura–anchura de calles para equilibrar sombra y ventilación.
   - Estudios para la **orientación** y **ordenación de los espacios urbanos** para favorecer la **generación de espacios de sombra** y la **ventilación** y circulación del viento.
   - Uso de la topografía como elemento de diseño
   - Estrategias de ventilación para reducir el efecto isla de calor.
2. Elección de materiales y acabados
   - Pavimentos y materiales con **alta reflectividad solar** y **baja inercia térmica**.
   - Uso de materiales **permeables** que reduzcan escorrentías y acumulación de calor
3. Integración desde el diseño de infraestructura verde y azul
   - Vegetación autóctona y adaptada a condiciones de estrés térmico e hídrico.
   - Trazado de **corredores verdes** conectados con parques y zonas naturales.
   - Incorporación de **láminas de agua**, estanques o fuentes como reguladores térmicos.
4. Diseño de microclimas locales
   - Distribución estratégica de **masas vegetales** y arbolado para generar **refugios climáticos.**
   - Creación de **plazas, parques y jardines** ventilados con vegetación autóctona.
5. Gestión del agua
   - Incorporación desde el diseño de **Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS)** como jardines de lluvia, drenes filtrantes, balsas de detención, parques inundables, etc.
   - Sistemas de eficiencia en el manejo del agua (sistema de riego por goteo)
   - Reutilización de agua de lluvia para otros usos.
6. Eficiencia pasiva de las edificaciones (Abordado en el Webinar de edificaciones)
   - Orientación de fachadas y ventanas
   - Cubiertas verdes
7. Movilidad adaptada y sostenible
   - **Recorridos peatonales y ciclistas** sombreados y confortables
   - Minimizar la exposición al calor **en paradas y zonas de espera**
8. Flexibilidad frente al cambio climático
   - **Espacios multifuncionales** que puedan adaptarse a distintos usos (parques inundables, balsas de retención, etc.)

Medidas de adaptación

Inundaciones

Fluviales - Pluviales

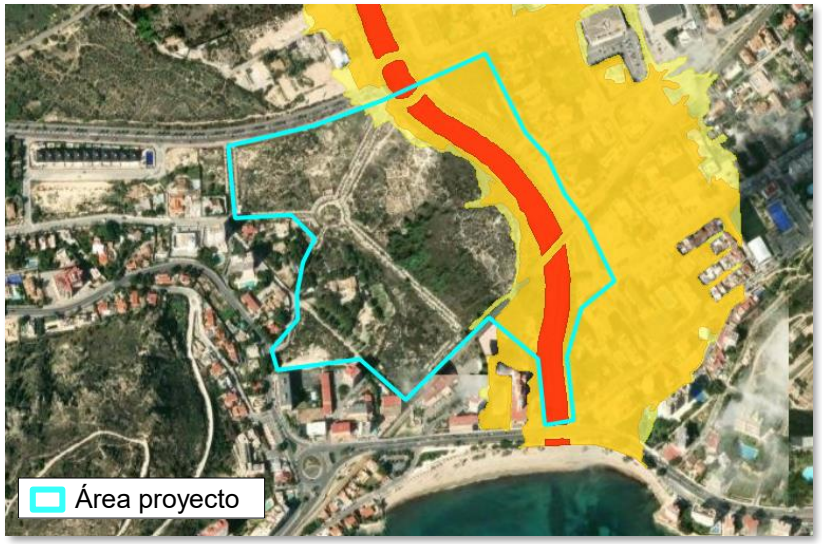
Selección del emplazamiento

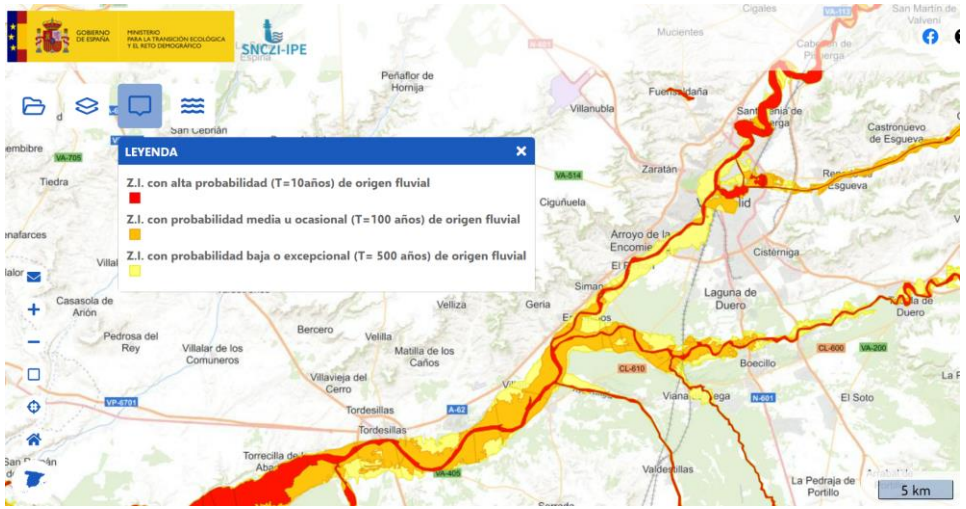
Inundaciones

Aspecto fundamental para la Adaptación al Cambio Climático:

1. Buscar **emplazamiento con exposición** baja frente a inundaciones fluviales y/o costeras
   - **Ubicación del proyecto fuera de zonas de inundación y zonas de flujo preferente**
2. Si no hay alternativa de ubicación **priorizar la ordenación de los usos**
   - En las zonas inundables o más cercanas a estas priorizar los usos más compatibles y menos críticos y sensibles.
3. Establecer **medidas de adaptación** adecuadas

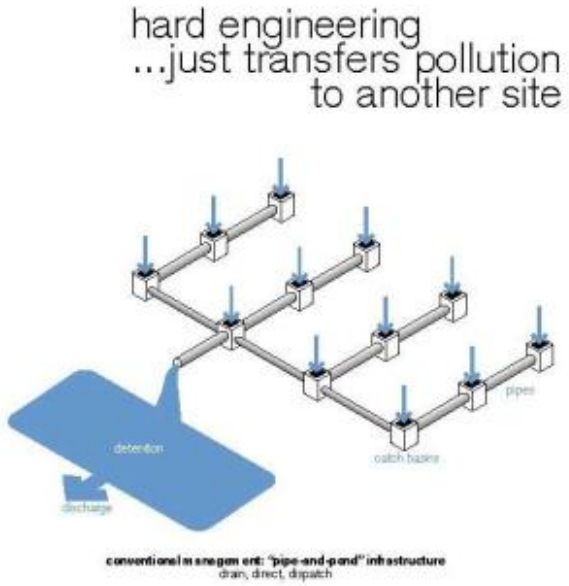
   Ejemplo. Desarrollo urbanístico sobre zona inundable
   - Dimensionar sistemas de **drenaje** y evacuación adecuados, asegurando que no aumenten el riesgo en zonas colindantes.
   - **Elevación** de estructuras y estaciones de potencia.
   - Implementar **Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)** como balsas de retención.

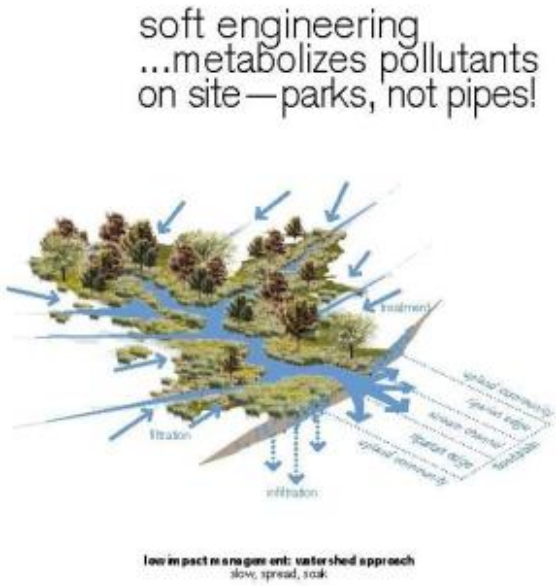


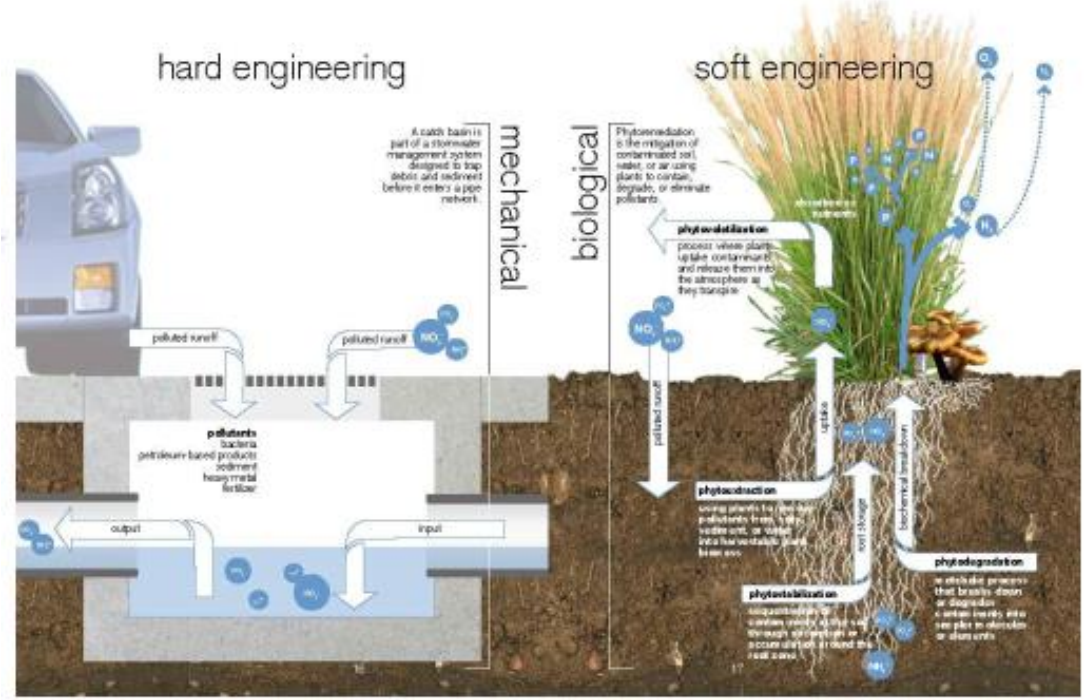


Fuente: SNCZI

Cambio de paradigma - **Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN)**



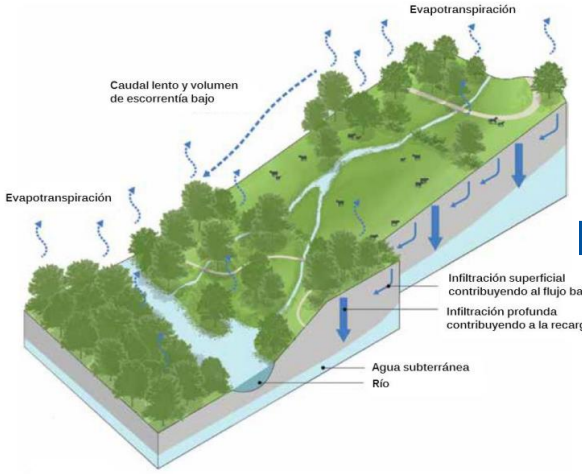




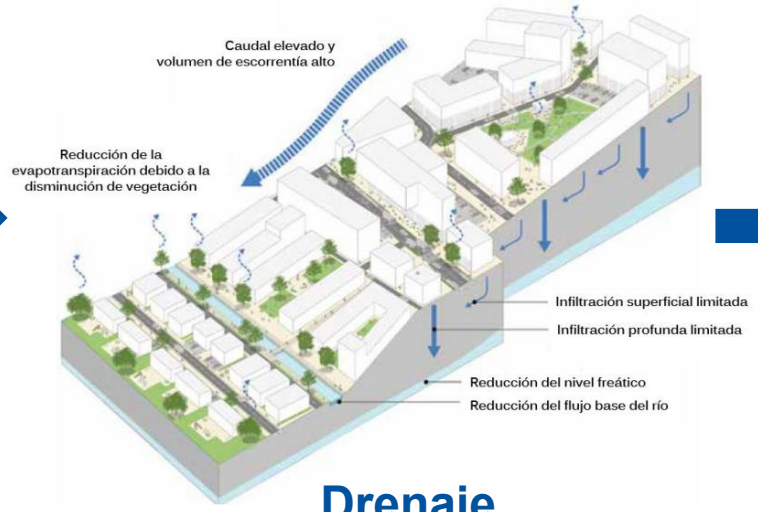
*"soluciones que **se inspiran** y se basan **en la naturaleza**, que son rentables y proporcionan simultáneamente beneficios ambientales, sociales y económicos ayudando a crear resiliencia de modo que aportan más y más diversas características y procesos naturales a las ciudades, así como a los paisajes terrestres y marinos a través de acciones sistémicas, adaptadas al ámbito local y eficientes en el uso de recursos"* Comisión Europea, 2021.

SUDS - Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

Estrategia “innovadora” de gestión de aguas pluviales y planeamiento urbano que persigue **reproducir/restituir los procesos hidrológicos previos al desarrollo urbanístico** (filtrado, almacenamiento, evapotranspiración, infiltración…), integrando estratégicamente elementos de control de escorrentía en el paisaje urbano.



Escenario pre-urbanizado



Drenaje convencional

SUDS

Ejemplos de SUDS

Cubiertas vegetadas

Parterres inundables

Balsas de detención e infiltración

Drenes filtrantes

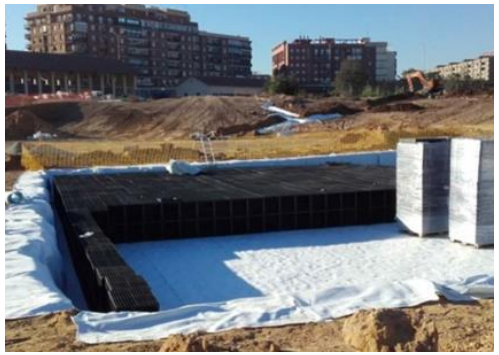
Zanjas de infiltración

Cunetas vegetadas

Alcorques estructurales

Pavimentos permeables

Depósitos reticulares



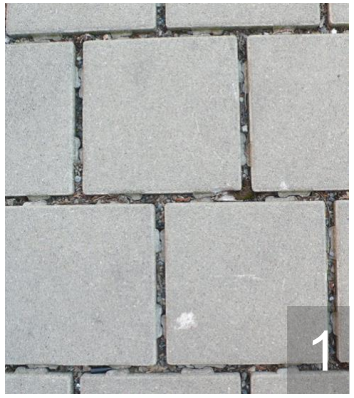
Humedales artificiales y estanques

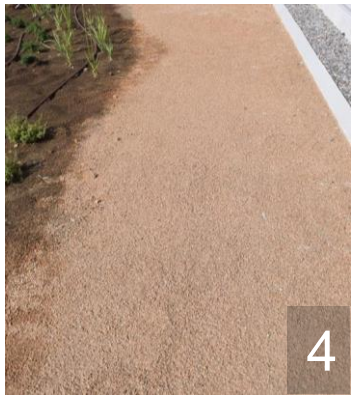
Pavimentos permeables

Inundaciones

Pavimentos que permiten la filtración de la escorrentía a través de ellos, hacia capas subsuperficiales. De este modo, el agua puede almacenarse temporalmente en la subbase (mediante gravas o geoceldas), pudiendo infiltrarse al terreno o descargarse controladamente hacia aguas abajo.

- **Pavimentos permeables discontinuos**
  - Juntas entre baldosas o adoquines (1)
  - Celdas permeables (2)
- **Pavimentos permeables continuos**
  - Hormigón poroso (3)
  - Tierra compactada aditivada (4)
  - Pavimentos bituminosos porosos
  - Pavimento de caucho
- **Pavimentos disgregados y vegetales** (velocidad de penetración en función de la granulometría)
  - Pavimento de grava
  - Cantos rodados
  - Mulch (5)
  - Superficies vegetadas (6)

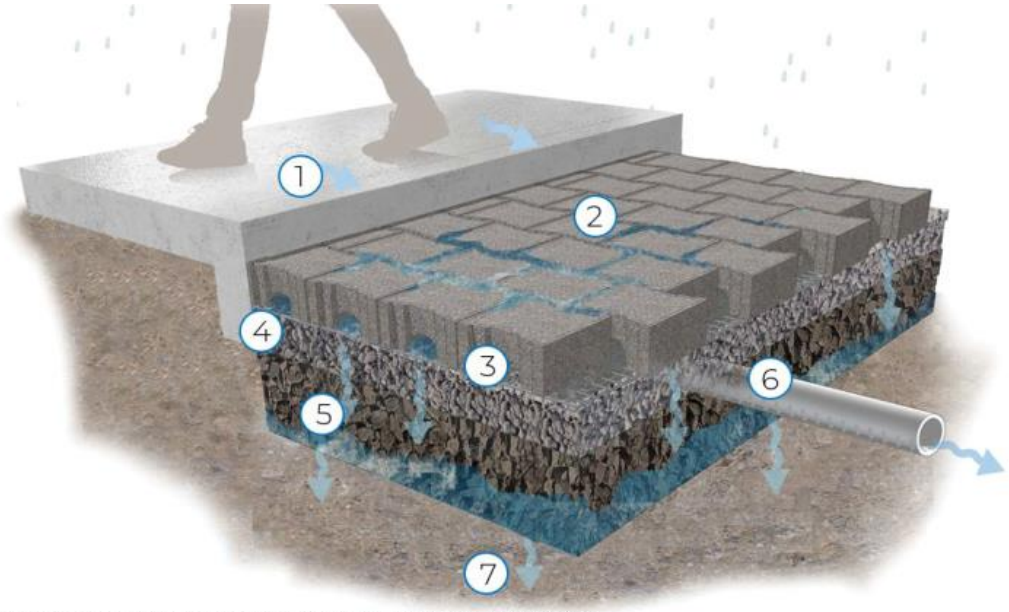




Fuente: Guía SUDs MITECO

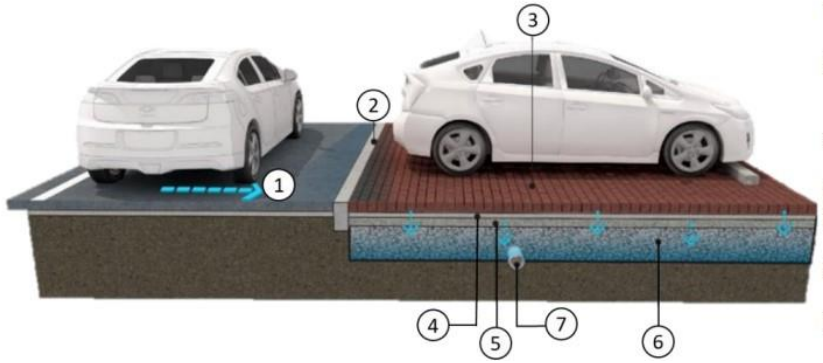
Pavimentos permeables

Inundaciones



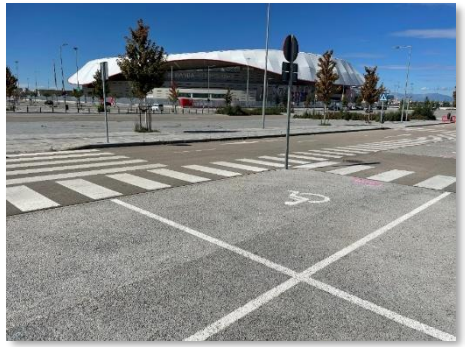
Fuente: Alameda County Flood Control & Water Conservation District (2021).

1. Escorrentía de áreas impermeables adyacentes **2.** Pavimento de adoquín permeable por junta **3.** Capa de apoyo **4.** Capa de transición con gravas medianas **5.** Capa de almacenamiento con gravas gruesas **6.** Conducto drenante **7.** Infiltración al terreno



1. Escorrentía de áreas impermeables adyacentes
2. Bordillo rebajado/discontinuo que permite la entrada de escorrentía
3. Pavimento permeable por junta de adoquín
4. Capa de apoyo de gravillín
5. Capa de transición con gravas medianas
6. Capa de almacenamiento con gravas gruesas
7. Conducto drenante embebido (si fuera necesario)

Ejemplos en aparcamientos exteriores

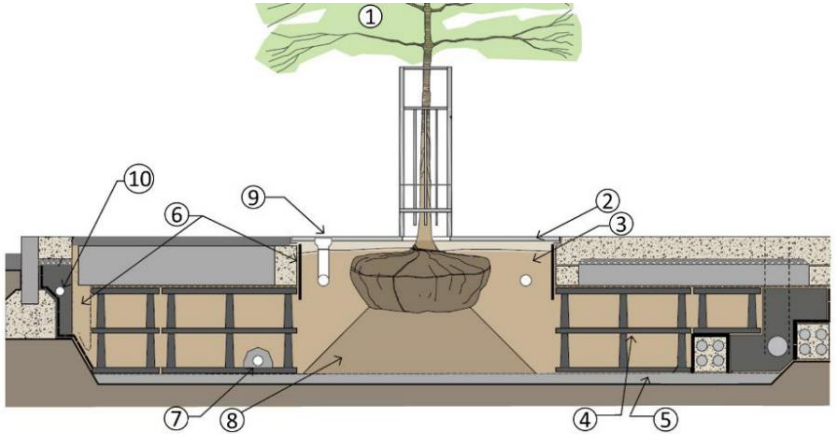


Alcorques de infiltración

Inundaciones

- **Favorecen la infiltración** de agua: Al aumentar la vegetación en los alcorques, se favorece la absorción del agua de lluvia o riego, lo que reduce la escorrentía superficial y minimiza el riesgo de inundaciones urbanas.

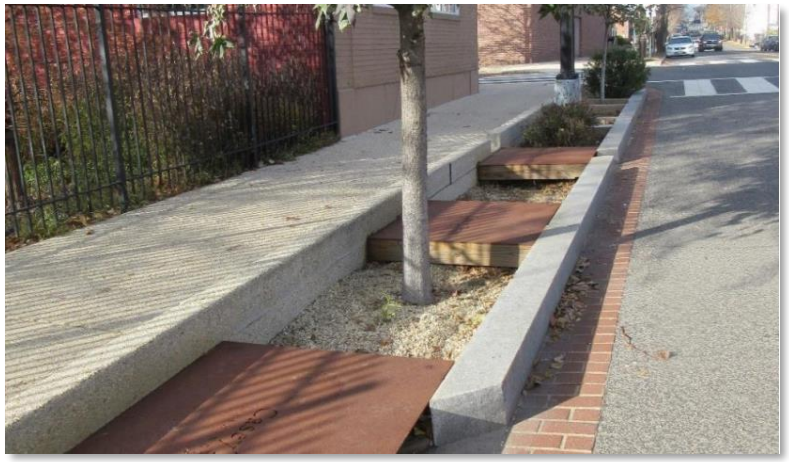
Alcorques naturalizados



Fuente: Green Blue Management

1. Árbol
2. Rejilla que protege al árbol
3. Tierra vegetal preparada
4. Estructura geocelular rellena con material granular
5. Capa de gravas
6. Barrera antirraíces
7. Conducto drenante
8. Desarrollo de raíces
9. Sistema de aireación
10. Servicios

Alcorque estructural

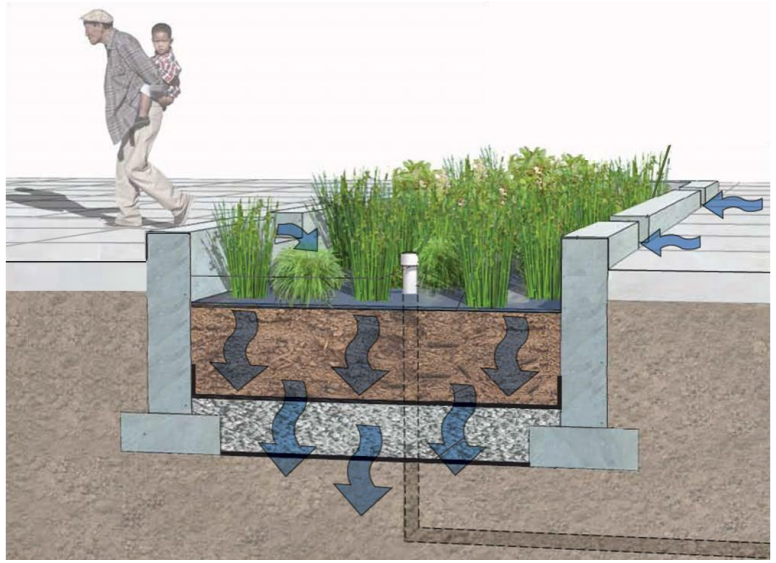


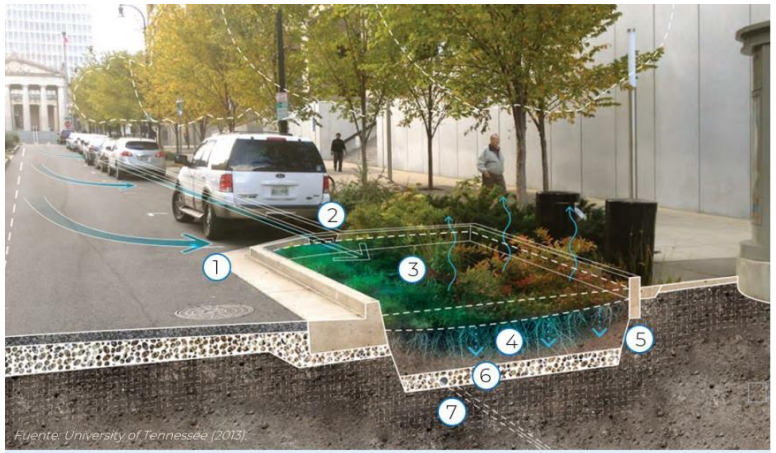
Parterres Inundables

Inundaciones

Zonas vegetadas que están **rebajadas** para almacenar en superficie la escorrentía que proviene de las áreas impermeables adyacentes. La escorrentía se **filtra**, antes de su infiltración al terreno, a través de las siguientes capas:

- Capa de mantillo o suelo acolchado: protege al medio filtrante de la erosión y ofrecer un medio para el crecimiento de la vegetación.
- Medio filtrante: para filtrar y **adsorber los contaminantes** presentes en la escorrentía. En función de su espesor, se divide en:
  - **Jardines de lluvia:** gestionan las escorrentías con niveles bajos de contaminación y el medio filtrante suele tener un espesor de 0,3-0,5 m.
  - **Áreas de biorretención:** gestionan el agua de lluvia que tienen elevados niveles de contaminantes (p. ej. calzadas, viarios) y la capa del medio filtrante está entre 0,8-1 m.
- Capa de transición: previene el lavado de finos del medio filtrante a la capa drenante. Puede emplearse un geotextil.
- Capa drenante: si el terreno es lo suficientemente permeable, esta capa no es necesaria. En caso contrario, esta capa de material granular tiene un conducto drenante embebido en su base para transportar la escorrentía aguas abajo.





1. Escorrentía procedente de zonas impermeables adyacentes 2. Dispositivo de entrada de escorrentía 3. Vegetación y capa de mantillo o suelo acolchado 4. Medio filtrante 5. Geotextil o geomembrana (si fuese necesaria) 6. Capa drenante 7. Tubo dren (si fuese necesario)

Parterres Inundables – Áreas de biorremediación

Inundaciones

Parterres Inundables – Jardines de lluvia

Inundaciones

- Los jardines de lluvia son una de las alternativas más accesibles y eficientes.
- Son espacios diseñados para **captar y filtrar el agua pluvial** procedente de superficies impermeables como tejados, aceras o calles.
- Ayudan a **prevenir la erosión**, **reducir los contaminantes** y **minimizar el riesgo de inundación.** Además, ayudan a mitigar el efecto isla de calor.
- Son **espacios ajardinados generalmente hundidos** que actúa como un sistema natural para **ralentizar la escorrentía** del agua. Permiten la **infiltración lenta** del agua en el suelo.
- Su estructura combina capas de **sustrato permeable** -tierra absorbente, arena y mantillo- con **vegetación**.
- La elección de la **vegetación** es importante. Debe ser preferiblemente **autóctona**, resistente tanto a la humedad como a la sequía, con raíces profundas y adaptadas al clima local. Esta puede actuar a la vez como elemento filtrador de contaminantes presentes en el agua.

Zanjas de infiltración y drenes filtrantes

Inundaciones

Son sistemas de drenaje que permiten la captación, filtrado y almacenaje temporal de la escorrentía, para su posterior infiltración al terreno. Esta capacidad de almacenamiento la logran al estar rellenas de un material con un alto porcentaje de huecos.

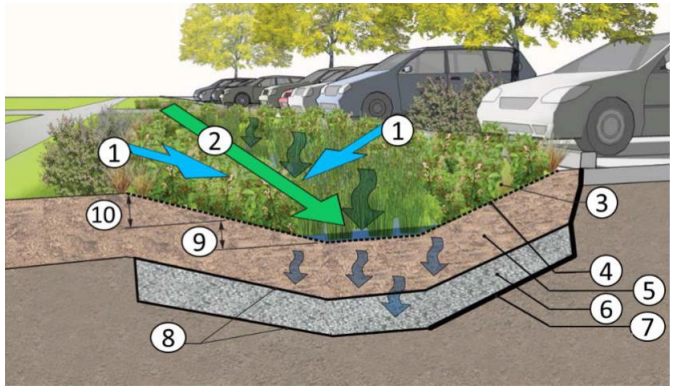
Fuente: University of Arkansas Community Design Center (2010).

1. Entrada lateral de escorrentía **2.** Franja vegetada de pretratamiento **3.** Capa de gravas **4.** Capa de geotextil **5.** Gravas o material drenante sintético **6.** Infiltración al terreno

Cunetas vegetadas

Inundaciones

- **Estructuras lineales** anchas y de poca profundidad, cubiertas de **vegetación**, que permiten **captar, filtrar e infiltrar la escorrentía.**
- La escorrentía de las áreas impermeables adyacentes drena de forma homogénea y directamente por los laterales de la cuneta, en vez de entrar por una única zona. Esto minimiza la erosión y distribuye los contaminantes por la zona vegetada.
- La vegetación favorece la eliminación de contaminantes a través de la sedimentación, la filtración, la evapotranspiración y la infiltración al terreno.



1. Entrada lateral de escorrentía
2. Pendiente longitudinal 0,5 - 5 %
3. Altura de vegetación en torno a 15 cm, para favorecer la sedimentación.
4. Pendiente lateral máxima 1V:3H y, cuando sea posible, 1V:4H.
5. Medio filtrante
6. Capa drenante (opcional)
7. Geomembrana en el lado de la calzada para su protección (opcional)
8. Geotextil (opcional)
9. Altura máxima de agua en eventos frecuentes: 2/3 la altura de la vegetación para garantizar el tratamiento de la escorrentía
10. Resguardo

Parques inundables

Inundaciones

- **Infraestructuras verdes** que actúan como grandes vasos de retención de aguas pluviales.
- **Amortiguan los efectos de las inundaciones y las sequías**.
- Permiten combinar la resiliencia urbana al cambio climático con la conservación de la biodiversidad y el ocio sostenible.

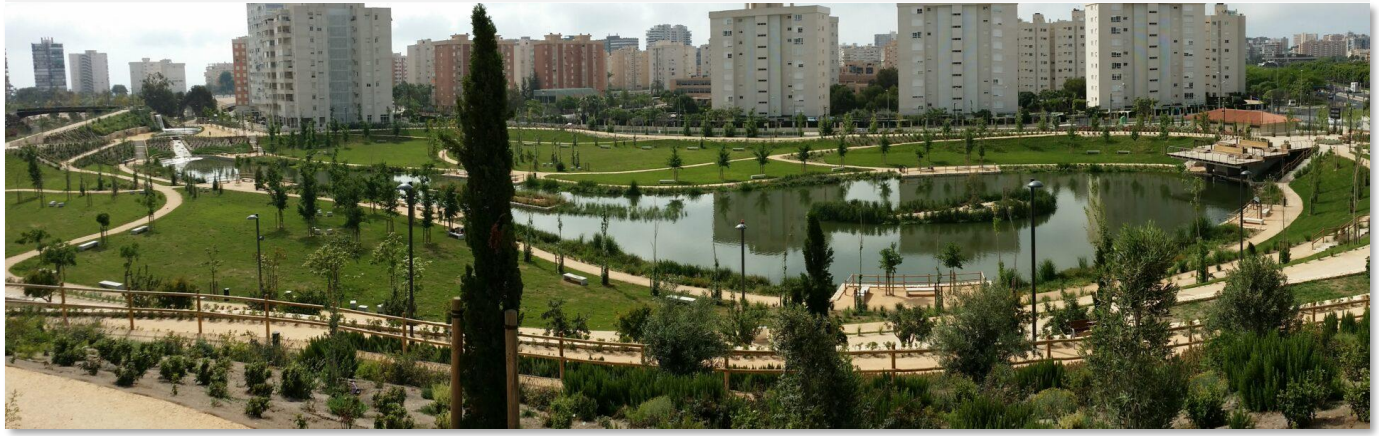
Ejemplo - Parque Urbano Inundable La Marjal (Alicante)

- Objetivo: proteger y mitigar los efectos de las inundaciones y la sequía.
- El Parque La Marjal cuenta con dos colectores, ubicados en las avenidas con tendencia a inundarse, que recogen el agua procedente de las crecidas y la canalizan hasta los dos estanques del parque

Parque urbano inundable en Rafal (Alicante)

Parque urbano inundable San Javier (Murcia)

Parque urbano inundable La Marjal (Alicante)



Fuente: Parque La Marjal, Fundación Aquae

Humedales artificiales y estanques

Inundaciones

- **Son lagunas artificiales que detienen la escorrentía y la descargan lentamente aguas abajo.**
- Aportan flexibilidad ante eventos de lluvias intensas e inundaciones pluviales.
- Mejoran la calidad de la escorrentía mediante la sedimentación de contaminantes.

Humedal artificial

1. Entrada de escorrentía
2. Franja vegetal como pretratamiento
3. Lámina de agua permanente
4. Estructura de rebose

Fuente: Adaptado de Philadelphia Water Department

Balsas de detención e infiltración

Inundaciones

Son elementos inundables situados en una depresión en el terreno, que se mantienen habitualmente **secas**; pero que, en eventos de lluvia, ofrecen un **almacenamiento temporal superficial de escorrentía**.

Después, liberan la escorrentía lentamente, proporcionando una laminación del caudal punta. Pueden ser vegetadas o no vegetadas (superficies duras) y se distinguen:

- Balsas de detención: laminan los caudales con un desagüe de fondo controlado.
- Balsas de infiltración: permiten la evacuación de escorrentía a través de la infiltración en el suelo.

Funciones:

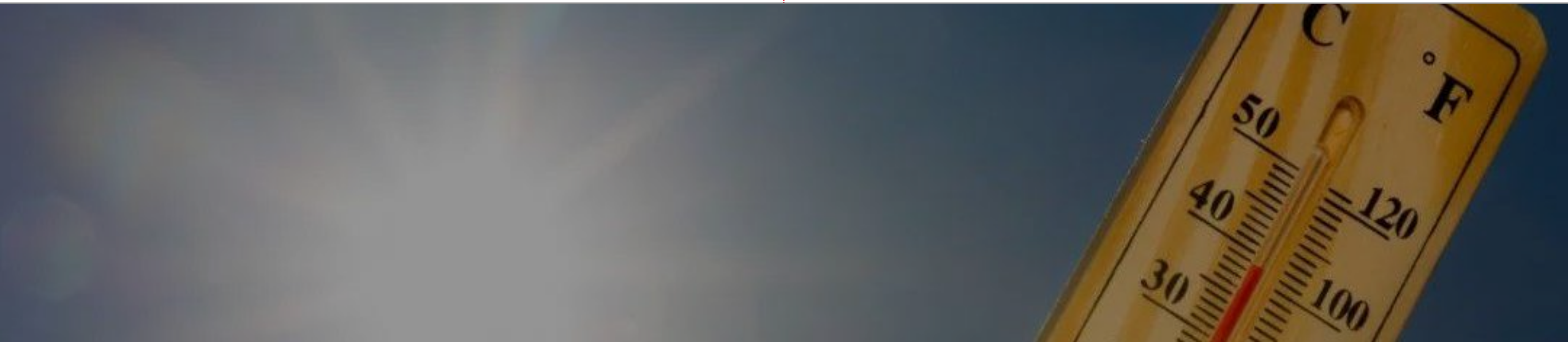
- **Reducen el caudal punta** al liberar lentamente la escorrentía almacenada.
- Pueden ser **multifunción**, empleándose como **parques** o **áreas de recreo y deporte** en tiempo seco.
- Contribuyen a controlar la **calidad de la escorrentía** (filtración de contaminantes).
- Pueden incluir gran variedad de vegetación contribuyendo a la **biodiversidad** y creando hábitats.

Balsa de detención e infiltración Parc Central de Valencia

Medidas de adaptación

Olas de Calor

Variabilidad de la temperatura



Estrategias de ventilación

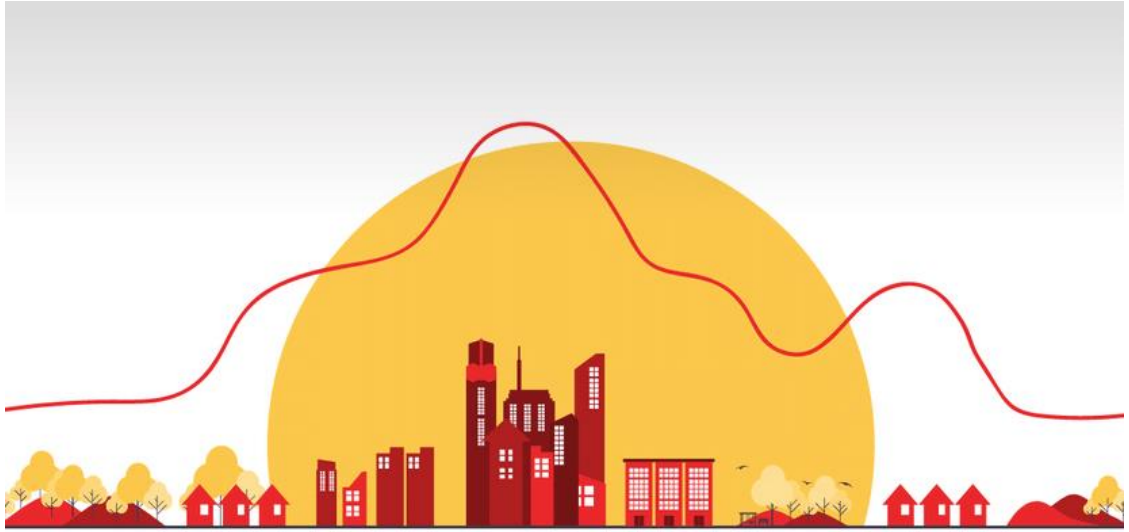
Variación de la temperatura

Olas de calor

Reducción del Efecto Isla de Calor

Tener en consideración el patrón de circulación de los vientos y diseñar la distribución de los espacios urbanos teniendo esto en cuenta, puede favorecer la reducción del efecto Isla de Calor.

- **Grandes corredores de ventilación urbanos**: crear franjas libres o de baja densidad (alineamientos libres de obstáculos grandes) para mejorar el flujo de aire, ayudar a disipar el calor y reducir temperatura superficial.
- **Orientación calles:** orientar las calles para aprovechar vientos predominantes e incrementar la ventilación.
- **Anchura calles**: cuanto más abiertas sean las calles mejor flujo de aire y dispersión del calor.
- **Porosidad del tejido urbano:** con espacios abiertos como plazas y parques para favorecer el flujo de aire.



Selección de los materiales de construcción

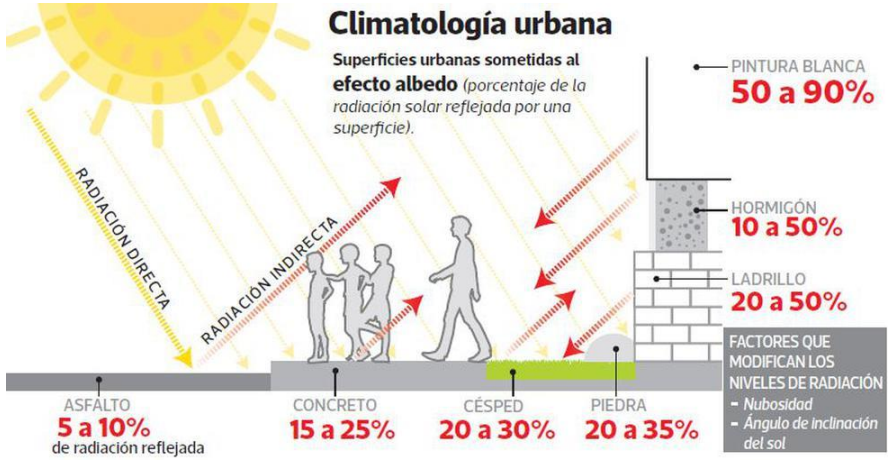
Variación de la temperatura | **Olas de calor**

Reducción del Efecto Isla de Calor

Una selección adecuada de los materiales favorecerá que se almacene menos calor en las diferentes superficies que conforman la urbanización.

- Realizar un estudio de materiales adecuados para la zona específica.
- Utilizar **materiales** con **baja inercia térmica** y **alta reflectividad**
  - Materiales de **colores claros** con una menor absorción de calor.
  - Materiales con **brillo**

- Optar por materiales con **alta durabilidad**
- Evitar materiales dúctiles para evitar deformaciones (Ej. Aluminio)



Estudiar el uso de materiales innovadores

Ejemplo:

Desarrollo de un nuevo **cemento** (mortero fotónico con propiedades radiativas) capaz de reflejar eficazmente la radiación solar e irradiar el calor acumulado al espacio de forma pasiva. Es capaz de reducir hasta 12°C la temperatura urbana durante una ola de calor, con lo que aporta una mejora del confort térmico y una reducción del consumo energético. Esta innovación ha sido verificada en el marco del proyecto europeo Horizon 2020 MIRACLE.

Fuente: Nota de prensa CSIC

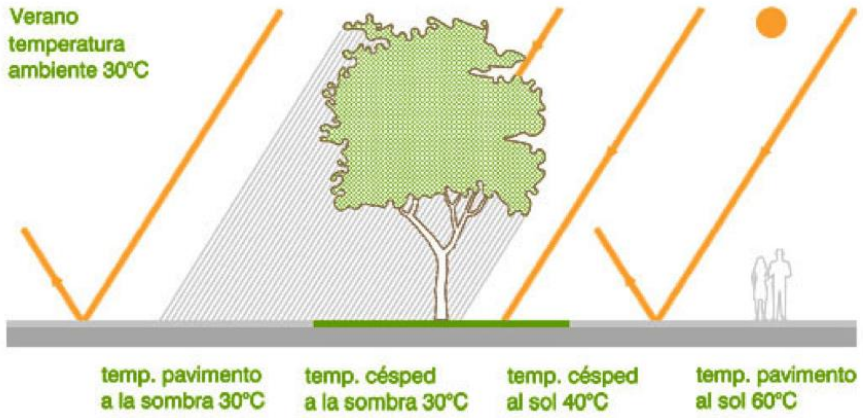
Incorporación de elementos que reducen la acumulación de calor

Variación de la temperatura

Olas de calor

Reducción del Efecto Isla de Calor

- Presencia de **vegetación**: los espacios vegetados van a reducir la acumulación de calor, proporcionar humedad al ambiente y en añadido proporcionar zonas de sombra.
- **Pavimentos permeables**: permiten mantener las superficies mas frescas



Es importante optar por especies vegetales autóctonas y que respondan bien ante situación de estrés térmico y escasez de agua.

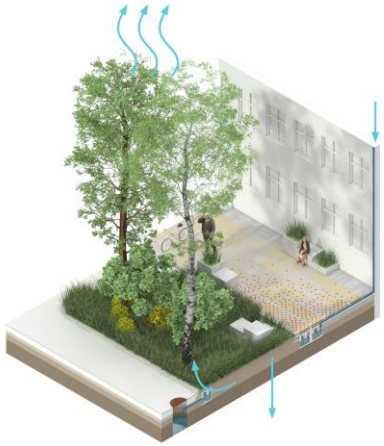
Incorporación de vegetación natural

Variación de la temperatura

Olas de calor

Creación o conservación de zonas arborizadas:

- **Refrigeración pasiva:** refresca el ambiente por la evapotranspiración.
- **Control Solar:** generación de áreas sombreadas y proyección de sombra en fachadas adyacentes.
- Favorecen la **reducción del Efecto Isla de Calor**



Elementos / dispositivos de sombreamiento

Variación de la temperatura

Olas de calor

Los elementos de sombreamiento, tanto naturales como artificiales, constituyen una estrategia eficaz de adaptación frente al aumento de temperaturas en entornos urbanos.

- Permiten **reducir la temperatura ambiente** en espacios exteriores, **disminuir el calor acumulado en superficies urbanas** (pavimentos, fachadas, mobiliario), y mejorar significativamente el **confort térmico**.
- Fomenta el uso y permanencia en espacios públicos como parques, jardines, áreas de juego y zonas peatonales, especialmente durante los meses más cálidos.
- El incremento de zonas sombreadas contribuye a **mitigar el efecto isla de calor** urbano y promueve una ciudad más resiliente, habitable e inclusiva.

Refugios climáticos

Variación de la temperatura | **Olas de calor**

- **Espacios renaturalizados**, públicos y accesibles, que reducen el estrés térmico y mitigan los efectos del cambio climático.
- Se consideran una estrategia de adaptación al cambio climático en forma de infraestructura verde (arboles y vegetación) y/o azul (espacios con agua, estanques y fuentes) integrada dentro de la trama urbana.
- Son espacios que **generan confort térmico** ante olas de calor o episodios de calor o frio extremo.
- Principales espacios que actúan como refugios climáticos: parques y jardines, los espacios centrales de las supermanzanas de viviendas y los patios de los colegios.
- También existen refugios climáticos de emergencia para episodios de tormentas, inundaciones o incendios forestales.

Proyecto Jardín del Viento - Madrid Nuevo Norte

Ecobulevar de Vallecas para mejorar el confort climático

Elementos acuáticos

Variación de la temperatura

Olas de calor

- **Fuentes para el consumo**
- **Fuentes ornamentales** con sistemas de recirculación y de tratamiento del recurso hídrico para alargar la renovación del agua del vaso.
- **Láminas de agua** que ayudan a disminuir la temperatura ambiental.
- **Parques con chorros de agua**
- **Pulverizadores/ vaporizadores** de agua
- **Estanques**

Medidas de adaptación

Sequía

Aljibes para aprovechamiento de agua de lluvia

Sequía

- Son depósitos que permiten captar y almacenar escorrentía para su posterior aprovechamiento.
- El agua es almacenada, tratada (si se requiere) y utilizada en usos de agua no potable (como puede ser el **riego**).
- Pueden ubicarse en el exterior o ser subterráneos.
- El tamaño y el diseño del aljibe dependerá del área a drenar, de los patrones de lluvias locales y de la demanda de agua a cubrir.
- Normalmente van asociados a edificaciones, pero pueden diseñarse para su instalación en espacios urbanos.

1. Generación de escorrentía en la cubierta
2. Recogida del agua de lluvia con canaletas y bajantes
3. Rejilla/filtro para evitar la entrada de hojas, sedimentos y mosquitos
4. Aljibe al aire libre
5. Rebose dirigido hacia una zona vegetada.
6. En caso de ser necesario, bomba de agua y sistema de filtrado
7. Transporte hasta el punto de aprovechamiento
8. Segundo suministro de agua opcional

Fuente: Green Blue Management

Aljibe semienterrado en el centro social de Benaguasil, Valencia.

Otras medidas de adaptación

Sequía

Algunas **medidas para mitigar el riesgo de inundación** pueden considerarse a su vez **medidas para paliar los efectos de la sequía** al permitir recoger y almacenar el recurso hídrico para su **reutilización** tras someterse a un proceso de tratamiento y filtración. Medidas como:

- Parques inundables
- Balsas de retención e infiltración
- Humedales y estanques artificiales
- Cunetas vegetadas
- Parterres inundables

Por otro lado, pueden contemplarse medidas no estructurales enfocadas en la reducción del consumo del recurso como:

- **Programas de concienciación de la población**
- Implantación de **sistemas de eficiencia en el consumo de agua** como:
  - Sistemas de pulsación o válvula temporizada en la red pública de fuentes de agua para consumo.
  - Sistemas de riego de parques y jardines más eficientes (riego por goteo)
- **Protocolos y planes de actuación** frente a episodios graves de sequía: que contemplen medidas de control y regulación del suministro y uso del agua.
  - Limitar/ suspender el uso del recurso en elementos ornamentales como fuentes.
  - Restricciones en el uso de agua para la limpieza del entorno urbano
  - Limitaciones en el riego de parques y jardines.

Medidas de adaptación

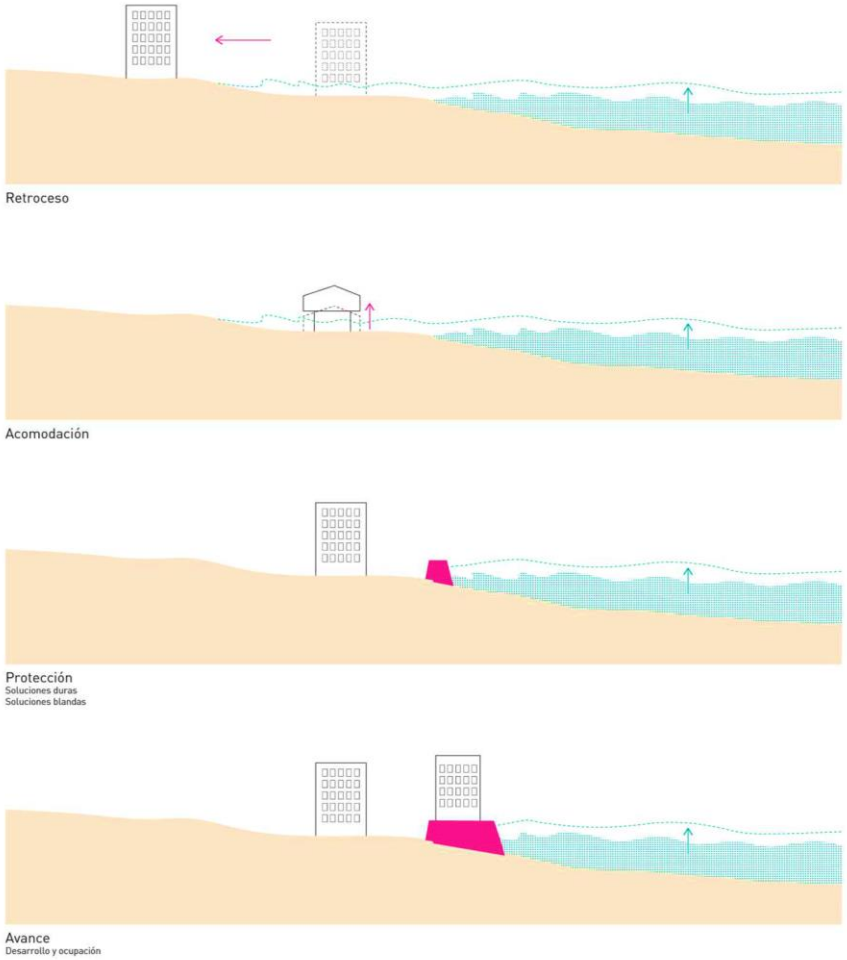
Inundación costera

Estrategias de manejo del riesgo costero

Inundación costera

Las **estrategias de adaptación en la costa** se pueden organizar atendiendo a cuatro grandes grupos:

1. **Retirada o retroceso:** abandono planificado de las zonas susceptibles de verse afectadas por los impactos del cambio climático reduciendo el riesgo mediante la reducción de la exposición.
2. **Acomodación:** Promueve la coexistencia de los elementos expuestos en las zonas afectadas. Medidas dirigidas a reducir la vulnerabilidad de los elementos.
3. **Protección:** medidas que tienen el fin de proteger zonas en riesgo tratando de evitar que se produzcan los impactos derivados de la inundación o erosión. Los elementos de las medidas de protección pueden ser estructuras de ingeniería grises (diques), soluciones basadas en la naturaleza (Sbn) o una mezcla de ambas.
4. **Avance:** se busca evitar el efecto de las amenazas o la reducción de la exposición avanzando la línea de costa. Entre las medidas de avance más utilizada está la ocupación de la costa mediante rellenos artificiales.



Fuente: Guía para el análisis de riesgos en zonas costeras

Regeneración y restauración de playas y sistemas dunares

Inundación costera

Soluciones basadas en la naturaleza (Sbn) cuyo objetivo es reducir el efecto de la erosión costera mediante el refuerzo de la defensa natural y proteger frente a la inundación.

Tipo de actuaciones:

- Instalación de **captadores** pasivos de arena.
- Plantación de **vegetación dunar** para favorecer la fijación y estabilización.
- **Adecuación de los accesos** peatonales sobre las dunas hasta las playas mediante pasarelas
- **Remodelación del perfil dunar** mediante aporte de arena
- Instalación de un **cerramiento de protección** en las zonas plantadas o zonas con necesidad de limitar el paso.
- **Señalización** mediante carteles y paneles informativos de las actuaciones y de la importancia de la conservación del sistema dunar.

Cerramiento de protección

Pasarela sobre cordón dunar

Captadores para la regeneración dunar

Revegetación del frente dunar

Conservación, restauración o creación de humedales

Inundación costera

Soluciones basadas en la naturaleza (Sbn) cuyo objetivo es mitigan la **erosión** del suelo, el impacto de las **inundaciones**, **tormentas**, **olas de marea** y **deslizamientos** de tierra.

Los humedales costeros (pantanos, marismas) actúan como **barreras naturales de protección** contra las inundaciones costeras y la erosión.

- Absorben la fuerza de las tormentas y disminuyen la velocidad del agua.
- La vegetación semisumergida de los humedales mitiga la erosión al estabilizar la línea costera y, a la vez, favorecer la acumulación de sedimentos

Construcción de estructuras de protección

Inundación costera

Técnicas duras (Ingeniería gris): Medidas orientadas a la protección de la línea de costa a través de la **construcción de estructuras rígidas**. Su objetivo es evitar la inundación y la erosión. Pueden ser permanentes, temporales o removibles. Las principales tipologías de estructuras de protección son:

- **Muros:** Estructuras verticales de hormigón, mampostería u otros materiales, diseñadas para contener la fuerza del oleaje y prevenir la erosión de la costa.
- **Diques :** bloquean o disipan la energía del oleaje entrante, el flujo de agua y/o la deriva litoral de sedimentos.
- **Espigones:** Estructuras perpendiculares a la línea de costa, construidas para disipar la energía de las olas y atrapar sedimentos, favoreciendo la formación de playas.
- **Rompeolas:** Estructuras paralelas a la costa, ubicadas a cierta distancia de ella, diseñadas para reducir la altura de las olas y proteger las zonas costeras interiores.

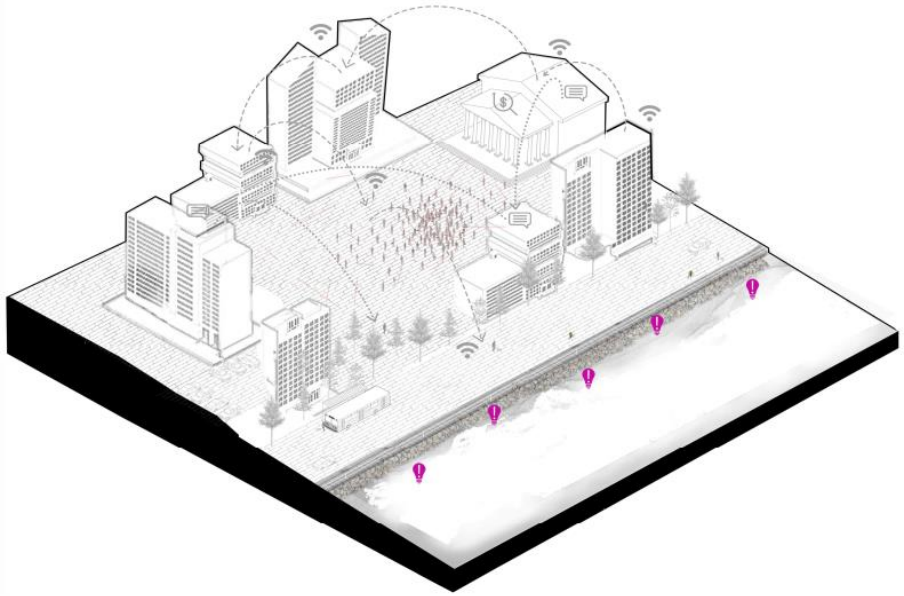
También se pueden implementar **técnicas blandas**, soluciones de ingeniería blandas como:

- **Regeneración de playas** (mediante rellenos y aportación de arena y/o gravas).
- Cambios en la **granulometría de la arena** de playa (incorporar sedimentos de mayor grosor favorece una mayor infiltración reduciendo la subida del agua por el perfil de la playa. Además tiende a desarrollar pendientes de mayor gradiente)
- **Establecimiento de motas** (barreras artificiales de sedimentos)

Medidas no estructurales

Inundación costera

- **Sistemas de alerta temprana**
- **Medidas de concienciación:** objetivo de mejorar la conciencia pública y política sobre los peligros relacionados con los peligros y el riesgo de inundación costera.
- **Desarrollar planes de protección costera**



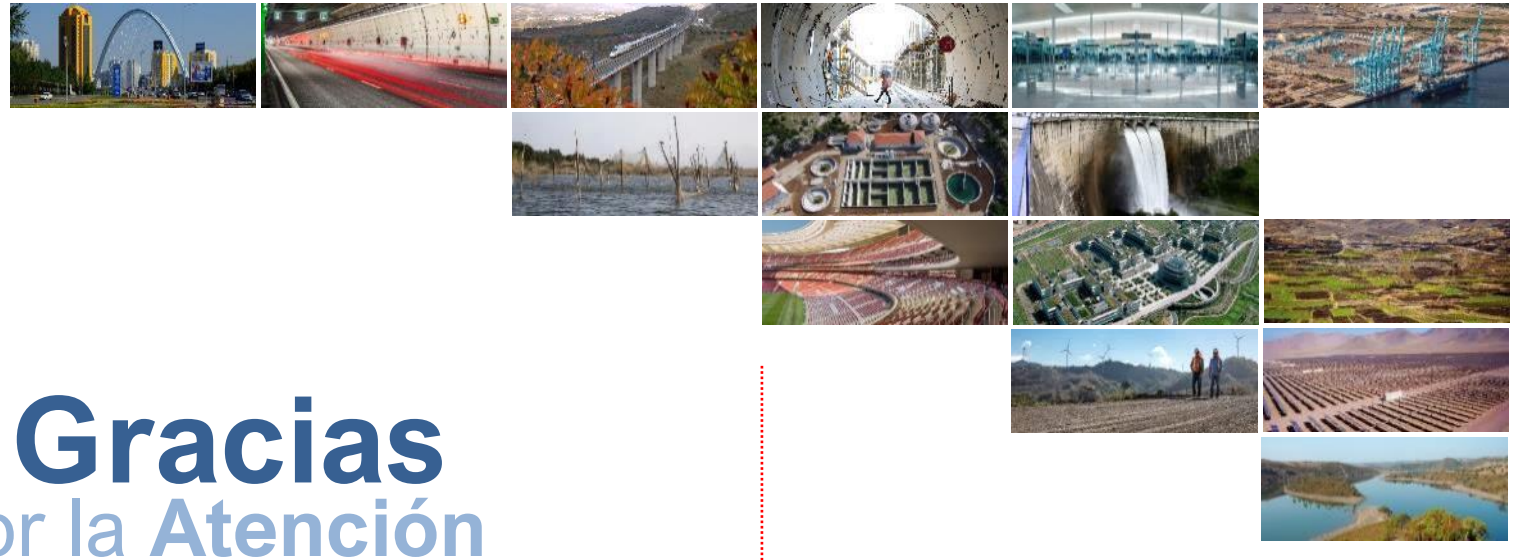
SIGUIENTES PASOS

- Matriz de riesgos residuales después de implementación de medidas de adaptación
- Plan de monitoreo y control de las medidas
- Reporte:
  - Fase 1 Comprobación previa: Análisis de vulnerabilidad
  - Fase 2 Análisis detallado: Evaluación de Riesgos, en caso de tener que desarrollarla
  - Medidas de adaptación identificadas, estructurales y no estructurales
  - Alineación del proyecto con las estrategias y objetivos internacionales, nacionales y regionales en materia de adaptación

PREGUNTAS Y CIERRE

4

- Resolución de preguntas



Gracias
por la Atención

TYPSA

Patricia Rullán de la Mata | Directora de la División de Sostenibilidad y Evaluación Ambiental
prullan@typsa.com

Nuria Mesonero Picazo | Coordinadora de la Sección de Cambio Climático
nmesonero@typsa.com

Maria de los Ángeles Zamora Fernández | Experta de Cambio Climático
mazamora@typsa.com

Cristina Rosón González | Arquitecta. Coordinadora de Sostenibilidad | croson@typsa.com

Octubre 2025