



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de
enero de 2024

Cátedra Adif - UPM



adif



Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de enero de 2024



Estrategia de adaptación al cambio climático

Jonathan Sánchez García

Subdirector de Responsabilidad Corporativa, Sostenibilidad y Marca

Adif

Contexto regulatorio



España envía a la Comisión Europea el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030

Un plan para situar a España en la senda para alcanzar la neutralidad climática en 2050 y cumplir con el Acuerdo de París sobre cambio climático



The European Climate Law



2050



Climate ADAPT

SHARING ADAPTATION KNOWLEDGE FOR A CLIMATE-RESILIENT EUROPE



Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

PNACC 2021 - 2030



Estrategia de Movilidad

Segura · Sostenible · Conectada

2030



FEDER

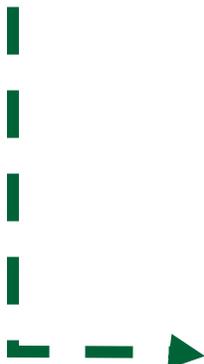
Una manera de hacer Europa



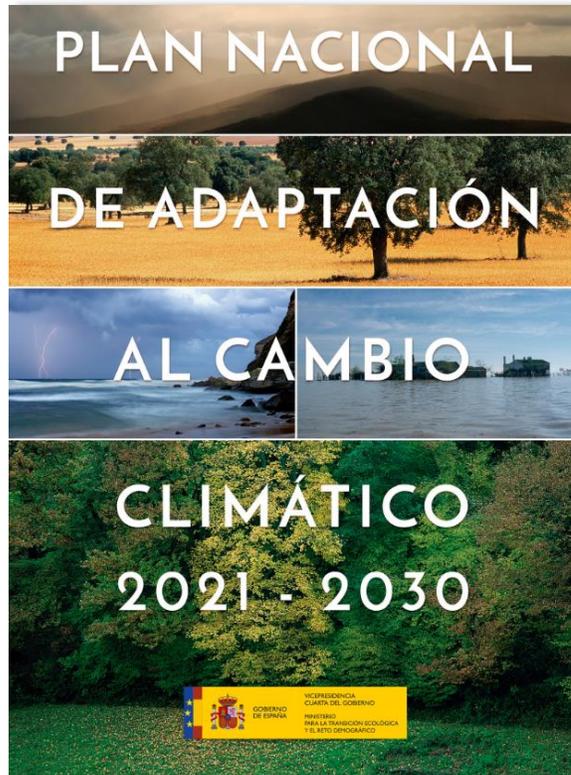
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático

Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética (Art. 17)



Instrumento de planificación básico



11. MOVILIDAD Y TRANSPORTE:

- 11.1 Sistemas de **observación, seguimiento y vigilancia** de la **operatividad** de las infraestructuras.
- 11.2 Integración de los efectos del Cambio Climático en la **normativa para el cálculo y diseño** de infraestructuras.
- 11.3 Estructuras existentes: **riesgos del cambio climático en la gestión y mantenimiento** de las infraestructuras del transporte.
- 11.4 Nuevas estructuras: **riesgos del cambio climático en la planificación de infraestructuras** del transporte.
- 11.5 **Apoyo y refuerzo** de la adaptación al cambio climático en las administraciones públicas y otros sectores y agentes.

Marco estratégico



Objetivos del Plan de Lucha contra el Cambio Climático



Estructura del Plan de Lucha contra el Cambio Climático



Líneas de actuación para la mejora de la resiliencia de las infraestructuras ferroviarias

Monitorización y seguimiento del impacto del cambio climático en las infraestructuras ferroviarias

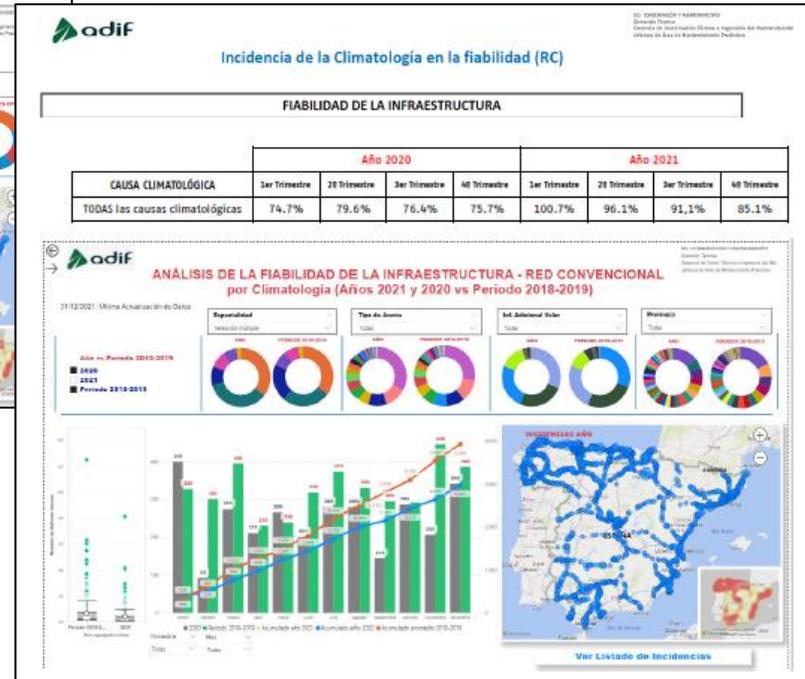
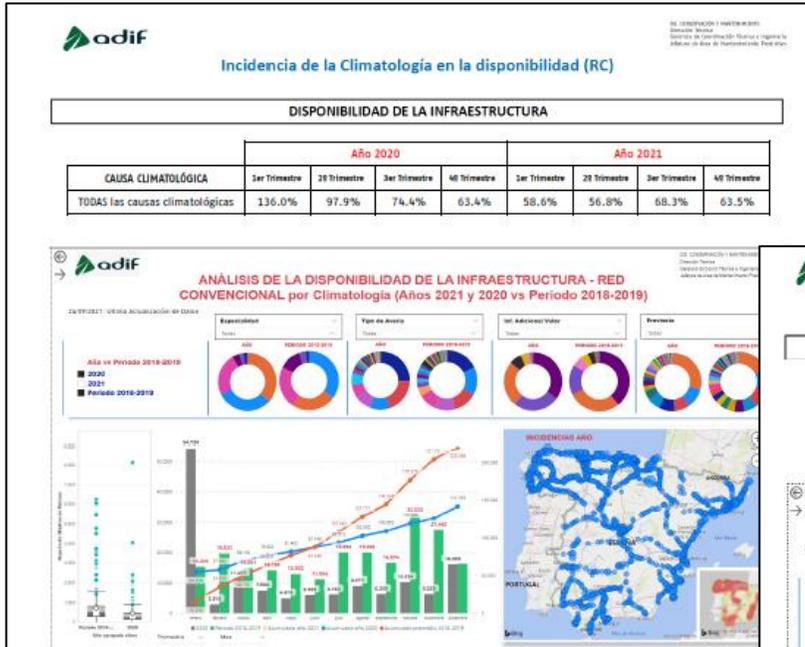
- ➔ Sistema de registro y seguimiento de incidencias ocasionadas por fenómenos meteorológicos debidos al cambio climático
- ➔ Adecuación y actualización de los procedimientos de actuación ante emergencias

Evaluación del impacto del cambio climático en las infraestructuras ferroviarias

- ➔ Identificación de zonas potencialmente inundables
- ➔ Elaboración de Análisis del Riesgo y Adaptación a los efectos del Cambio Climático

Sistema de registro y seguimiento de incidencias

Indicadores de seguimiento



→ Incidencia de la climatología en la fiabilidad de la red

→ Incidencia de la climatología en la disponibilidad de la red

Red de Alta Velocidad

Red Convencional

Adecuación de los procedimientos de actuación ante emergencias



Nudo de La Encina. Septiembre 2019



Identificación de zonas potencialmente inundables

Manual de Prevención y
Gestión de Incidencias



Ficha 2 "Actuaciones frente a los temporales de lluvia"

Actualización de la identificación de tramos potencialmente inundables

Análisis de información

Análisis hidrometeorológicos

Análisis geomorfológicos

Análisis multicriterio



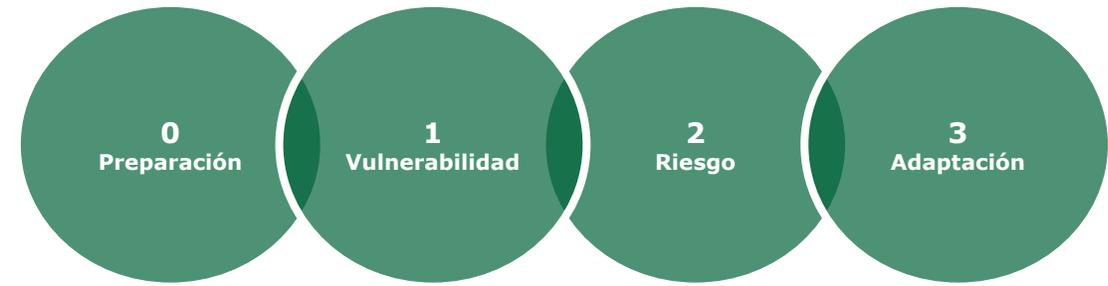
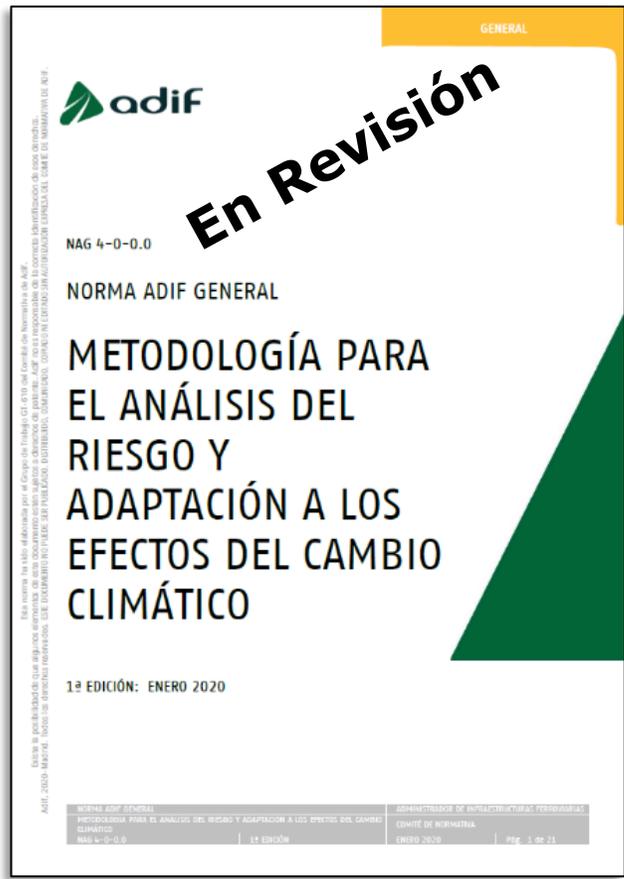
Mapas de riesgo

- Red de Alta Velocidad
- Red Convencional y Red de Ancho Métrico



Línea entre Castelló – Tarragona. Septiembre 2021

Elaboración de Análisis del riesgo y adaptación a los efectos del Cambio Climático



JASPERS. Guidance Note "The basics of Climate Change Adaptation. Vulnerability and Risk Assessment"

Etapa 0. Preparación

- Descripción del tramo: datos de partida (incidencias, zonas inundables) + actuaciones previstas de mejora.
- Características climáticas: Variables, proyecciones.
- Criticidad del tramo (Informes del CEDEX de 2013 y 2018).

Etapa 1. Análisis de Vulnerabilidad

- Componentes más comprometidos.
- Sensibilidad x Exposición = Vulnerabilidad.
- Horizonte temporal de la evaluación.

Etapa 2. Evaluación del riesgo

- Identificación de impactos potenciales en los componentes vulnerables.
 - Evaluación del riesgo: Severidad x Probabilidad
- Infraestructura ferroviaria
Servicio ferroviario

Etapa 3. Adaptación

- Identificación y selección de medidas.
- Plan de Adaptación.

Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de enero de 2024



Gracias por su atención



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de
enero de 2024

Cátedra Adif - UPM



adif



Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de enero de 2024



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

M^a Vanesa Campillos Balas

Subdirectora de Proyectos de Obra Civil

Adif Alta Velocidad

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS



Enero 2024

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

INDICE

1. Objetivos y beneficios.
2. Variables climáticas y componentes ferroviarios.
3. Herramientas.
 - 3.1 La normativa y su actualización.
 - 3.2 Estudios de riesgo y plan de adaptación.
 - 3.3 Coordinación con otros organismos.
4. Consideraciones.



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

1. Objetivos y beneficios.

1. **Identificar** los **peligros y amenazas** del cambio climático desde las **primeras fases de diseño (planificación y proyecto)**.
 2. **Valorar** el **riesgo** de las amenazas de acuerdo a la **vulnerabilidad del sistema ferroviario a diseñar**.
 3. **Determinar** las **medidas a implementar** en el **diseño** para la **adaptación** de la **infraestructura ferroviaria** al cambio climático.
- 
- Prevenir** el **impacto**, **proteger** las **infraestructuras** y hacerlas **más resilientes**.
 - Minimizar** las **incidencias** asociadas al cambio climático durante las **fases del ciclo de vida (construcción, mantenimiento y explotación)**.

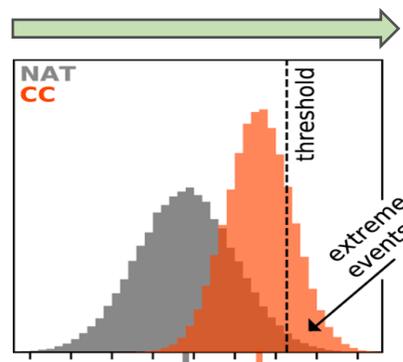
IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

2. Variables climáticas y componentes ferroviarios.

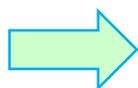
- ❑ **Precipitaciones:** Episodios de **lluvia intensa** que aumentan el **riesgo de inundación** | **Plataforma:** **rasante**, obras de tierra (desmontes, terraplenes), **drenaje**, **estructuras**.
- ❑ **Temperatura:** **Aumento** de los **valores máximos** y de **las diferencias térmicas** | **Vía:** **carriles**, **sujeciones**.
- ❑ **Viento:** **Velocidades** de viento **extremas** | **Pantallas de protección acústica**, **línea area de contacto**.



- **Frecuencia**
- **Severidad**
- **Intensidad**



Riesgo para la integridad y calidad del servicio



La **variabilidad climática** debe ser **tenida en cuenta** en el **diseño** de los distintos **subsistemas y componentes** mediante una **evaluación del riesgo** que realizamos **con dos horizontes temporales:**

- **Intermedio → 30 años**
- **Máximo → 80 años**

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.1. Herramientas. La normativa y su actualización.

- ❑ La **Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030** recoge, entre las **líneas de actuación** del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, la **integración de los efectos del cambio climático** en la **normativa para cálculo y diseño de infraestructuras de transporte**.
- ❑ **En Adif y Adif - AV estamos trabajando** en la misma línea **para la actualización de las normas de diseño ferroviario**.



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.1. Herramientas. La normativa y su actualización.

NAP 1 - 2 - 0.3 Norma Adif Plataforma Climatología, Hidrología y Drenaje. 2ª edición (Enero 2021 + M1: Julio 2021).

❑ Criterios y consideraciones para el diseño de las obras de drenaje:

- La **Instrucción 5.2-I.C. "Drenaje Superficial"** de la Dirección General de Carreteras, se considera la **guía fundamental** para el **diseño** y dimensionado.
- La Instrucción 5.2-I.C. fue **actualizada** por la **Orden FOM 298/2016** (última modificación B.O.E, de fecha 5 junio de 2018) respecto a la **metodología** de **cálculo** de los **caudales punta** e **intensidad de precipitaciones**, e introdujo un **nuevo método de cálculo** para las **cuencas del Levante y Sureste peninsular**. Se prevé una nueva revisión.
- La **NAP introduce modificaciones** a los **criterios** de dicha **Instrucción** por las **particularidades de las líneas ferroviarias**:



- ✓ **Daños a la vía.** El **coste de la reparación** de los daños originados por la inundación y el **tiempo de reposición del servicio**, son mayores en los ferrocarriles.



- ✓ La **lámina de agua no debe alcanzar la base del balasto** en ningún punto del trazado para la **avenida de 300 años de período de retorno** por la **obra de drenaje transversal**.



- ✓ En las **estructuras sobre cauces importantes**, se dimensiona siempre para **500 años de periodo de retorno** manteniendo un **resguardo mínimo de 1,50 m bajo el intradós**.



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.1. Herramientas. La normativa y su actualización.

Documentación actualizada

- ✓ **NAG 4 - 0 - 0.0**: Metodología para el **análisis de la vulnerabilidad, riesgo y adaptación** a los efectos del cambio climático.
- ✓ **NAG 3 - 0 - 0.0**: Índice y contenido tipo de **proyectos**.
- ✓ **NAG 3 - 0 - 2.0**: Índice y contenido tipo de los **proyectos de edificación**.
- ✓ **NAP 1 - 2 - 0.1**: Índice tipo y contenido de los **proyectos de plataforma** ferroviaria.
- ✓ **NAP 2 - 0 - 0.1**: **Puentes y viaductos ferroviarios** → Incluido en el **análisis multicriterio** de la solución **la adaptación al cambio climático** (materiales, sistemas constructivos).

Documentación en análisis para su actualización

- ✓ **NAP 1 - 2 - 1.0**: Metodología para el diseño del **trazado ferroviario** → Inclusión de la **gestión del riesgo potencial de inundación** de origen pluvial en el diseño.
- ✓ **NAP 2 - 0 - 0.1**: **Puentes y viaductos ferroviarios** → Tener en cuenta el **fenómeno de socavación de cimentaciones** por el impacto del cambio climático.
- ✓ **NAV 3 - 4 - 3.0**: **Montaje de vía en balasto para obra nueva** → Tener en cuenta **datos de temperatura** conforme a los aumentos registrados.

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.2. Herramientas. Estudios de riesgo y plan de adaptación al cambio climático.

Algunos estudios desarrollados

- Línea La Encina – Alicante.
- Adaptación del Sector Sagrera - Sector Sant Andreu Comtal.
- Complejo ferroviario de la Estación de Madrid – Puerta de Atocha Almudena Grandes.
- Complejo ferroviario de la Estación de Madrid – Chamartín – Clara Campoamor.

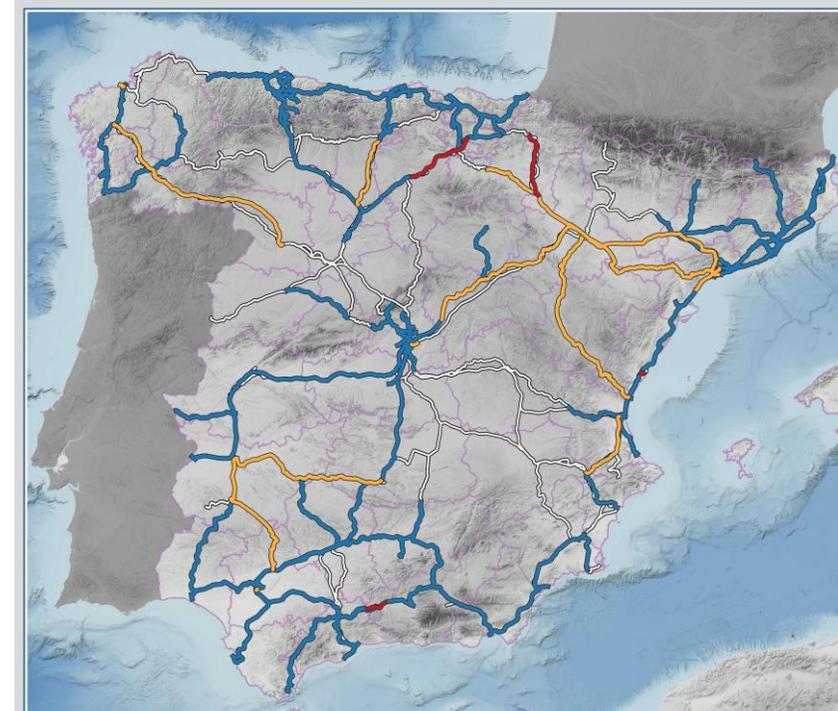


Algunos estudios en desarrollo/actualización/revisión

- Línea de Alta Velocidad Palencia – Alar del Rey - Reinosa.
- Integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria – Gasteiz.
- Línea de Alta Velocidad Zaragoza – Castejón – Pamplona.
- Línea de Alta Velocidad Antequera – Granada. Tramo: Variante de Loja.
- Línea de Alta Velocidad Conexión Madrid – País Vasco - Frontera Francesa. Tramo: Burgos - Vitoria.
- Línea de Alta Velocidad Vitoria – Bilbao – San Sebastián.
- Línea de Alta Velocidad Murcia – Cartagena.
- Línea Zafra – Huelva.
- Línea Torralba – Soria.
- Adaptación de la Estación de Can Tunis.
- Línea de Alta Velocidad Madrid – Extremadura.
- Acceso ferroviario al Puerto de Sevilla.
- Línea de Alta Velocidad Ourense – Santiago.
- Nuevo acceso ferroviarios sur al puerto de Castellón.
- Integración del ferrocarril en la ciudad de Vitoria – Gasteiz.
- Línea de Alta Velocidad Zaragoza – Castejón – Pamplona.



Estudios de Resiliencia – Planificación Actualización noviembre 2023



— Informe por realizar (2024) — Informes ejecutados
— Informe por realizar (2025) — Tramos sin estudiar

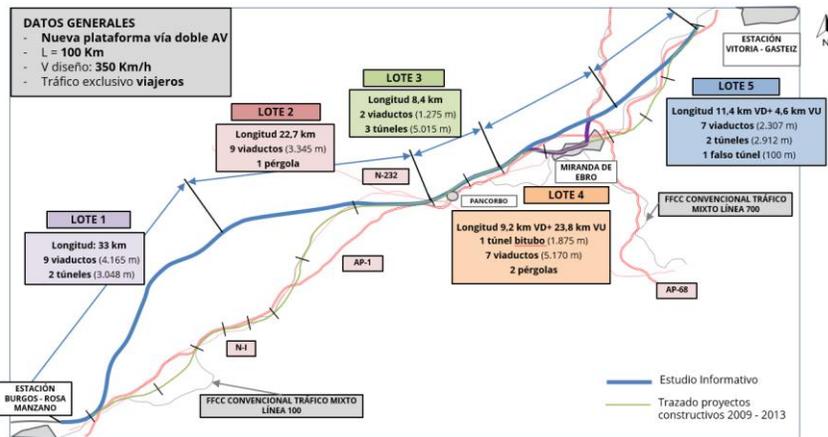


IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.2. Herramientas. Estudios de riesgo y plan de adaptación al cambio climático.

Etapa 0. Descripción del proyecto

➤ Descripción de la línea y principales componentes



➤ Criticidad. Prognosis de tráfico

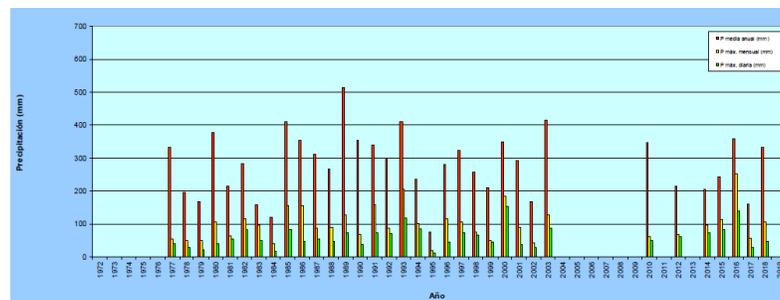
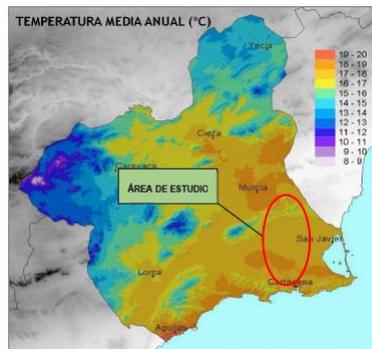
Estimación de circulaciones de viajeros por tramo (sentido/día)

Red	2019	2030 MP	2030 P
LAV	-	33	26
Convencional	14	5	5
	14	8	8

➤ Análisis de las incidencias de líneas existentes

Componente Ferroviario	Incidencias asociadas a variables climáticas							
	Lluvias	Temperaturas altas	Nevadas	Heladas	Temporal marítimo	Vientos	Tormentas	Total
Infraestructura ferroviaria	74%	68	25	0	6	0	26	142
Plataforma y Vía	62%	65	19	0	6	0	25	119
Electrificación	3%	1	0	0	0	0	4	5
Instalaciones de seguridad y comunicaciones	9%	2	6	0	0	1	9	18
Estaciones ferroviarias	0%	0	0	0	0	0	0	0
Servicio Ferroviario	26%	31	9	0	0	5	5	50
		99	34	0	6	0	31	192

➤ Caracterización climática de la zona



IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.2. Herramientas. Estudios de riesgo y plan de adaptación al cambio climático.

Etapa 1. Análisis de la vulnerabilidad

- ❑ **Sensibilidad:** componentes, materiales.
- ❑ **Exposición:** localización geográfica, factores externos.

VULNERABILIDAD = SENSIBILIDAD x EXPOSICIÓN					
	Muy improbable 1	Improbable 2	Posible 3	Probable 4	Muy probable 5
Inexistente 0	0	0	0	0	0
Reducida 1	1	2	3	4	5
Moderada baja 2	2	4	6	8	10
Moderada alta 3	3	6	9	12	15
Notable 4	4	8	12	16	20
Importante 5	5	10	15	20	25
ESCALA VULNERABILIDAD	Vulnerabilidad baja <8	Vulnerabilidad media baja 8-9	Vulnerabilidad media 10-11	Vulnerabilidad alta 12-16	Vulnerabilidad muy alta >16

ESCALA PARA CARACTERIZAR LA EXPOSICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA				
Muy improbable 1	Improbable 2	Posible 3	Probable 4	Muy probable 5
La exposición de la infraestructura frente a la variable climática es nula o muy improbable	La exposición de la infraestructura frente a la variable climática es improbable	La exposición de la infraestructura frente a la variable climática es posible	La exposición de la infraestructura frente a la variable climática es probable	La exposición de la infraestructura es muy probable

Etapa 2. Evaluación del riesgo

- ❑ **Severidad:** gravedad potencial.
- ❑ **Probabilidad:** frecuencia de incidencias.

AMENAZA asociada a la variable	IMPACTO INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA	RIESGO		
		t	t+30	t+80
Aumento de la precipitación	Asentamiento de terraplenes / Erosión de desmontes y terraplenes	DESPRECIABLE	BAJO	
	Insuficiencia de capacidad del sistema de drenaje / red de saneamiento	DESPRECIABLE	BAJO	
Lluvias intensas	Insuficiencia de capacidad de drenaje (túneles)	DESPRECIABLE	BAJO	
Avenidas extraordinarias	Desprendimiento/arrastre/caída de materiales a la vía en túneles (fenómeno filtración...)	DESPRECIABLE	BAJO	
	Sobreelevación de la lámina de agua	Fallo por daño en componentes del sistema de electrificación	DESPRECIABLE	
		Fallo por daño en componentes de las instalaciones de seguridad y comunicaciones	DESPRECIABLE	

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.2. Herramientas. Estudios de riesgo y plan de adaptación al cambio climático.

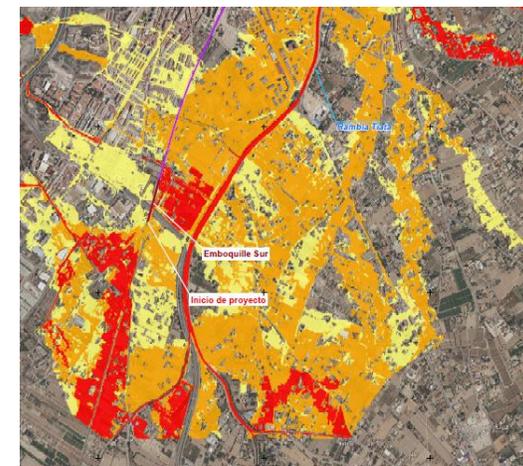
Etapa 3. Plan de adaptación de los componentes en fase de diseño

➤ Detección de **riesgos inadmisibles asociados a zonas potencialmente inundables.**

- Variable climática: **Precipitación máxima 24 horas.**
- Sistema o componente: **Plataforma: viaductos y túneles.**

➔ **Impacto en el diseño:**

- ✓ **Insuficiencia de capacidad de las obras de drenaje.**
- ✓ **Arrastre de materiales a la vía.**
- **Medida: Diseño** teniendo en cuenta los **incrementos de la variable** en el **horizonte temporal más lejano.**



Mapa de zonas inundables.

➔ **Impacto en el diseño:**

- ✓ **Factibilidad constructiva.**
- **Medida: Evitar** uso de **cimbra cuajada** y disponer en su lugar **cimbra porticada** en la ejecución de **viaductos.**



Cimbra porticada

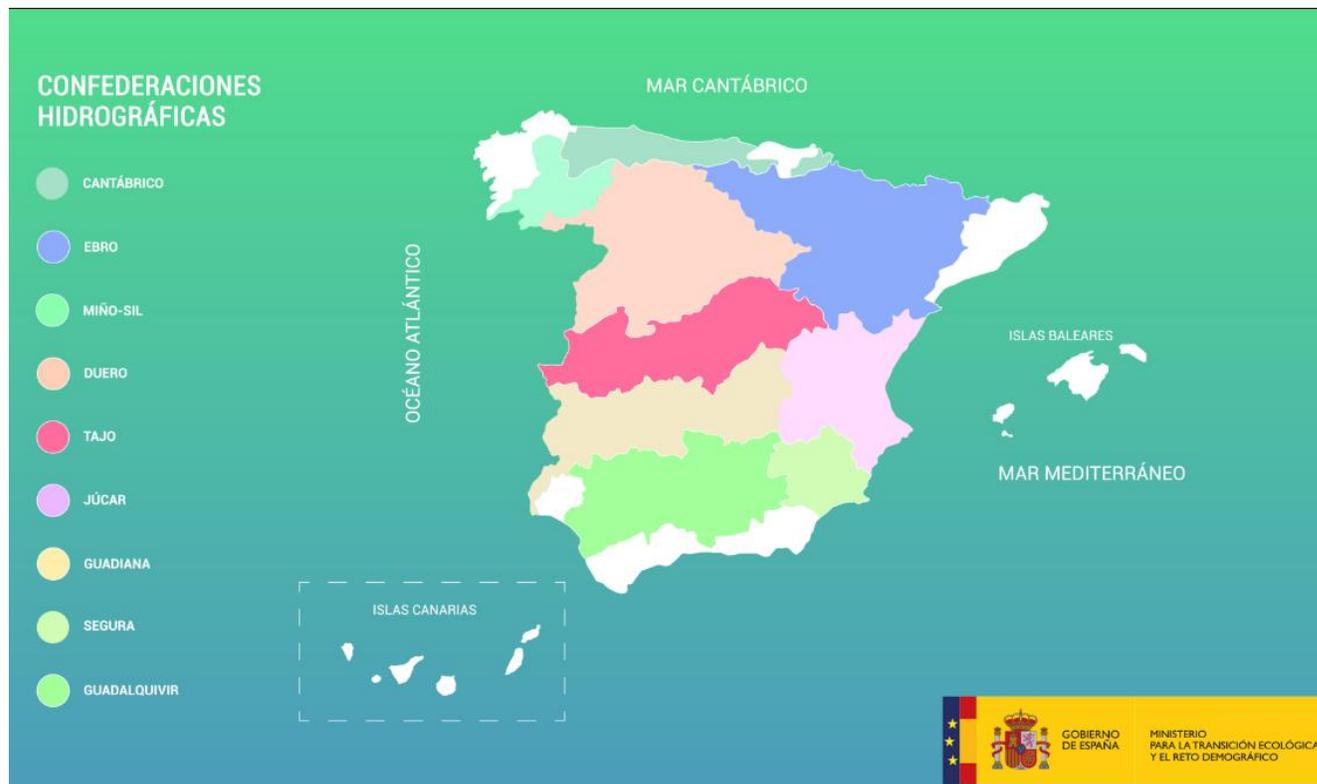


Cimbra cuajada

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

3.3. Herramientas. Coordinación con otros organismos.

☐ Confederaciones hidrográficas

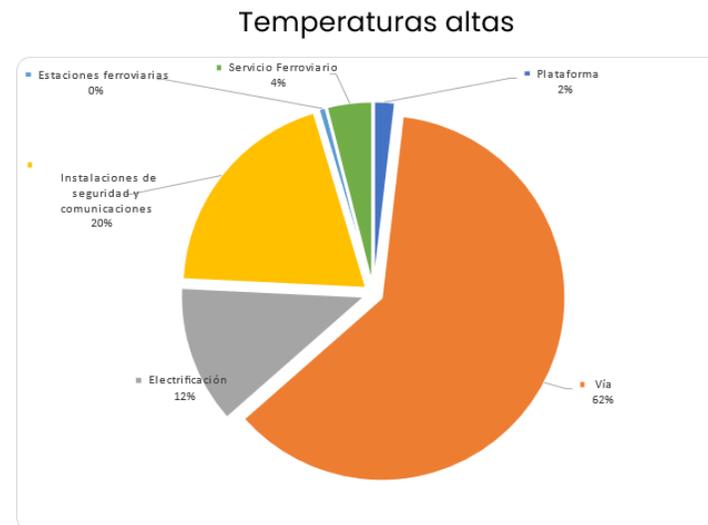
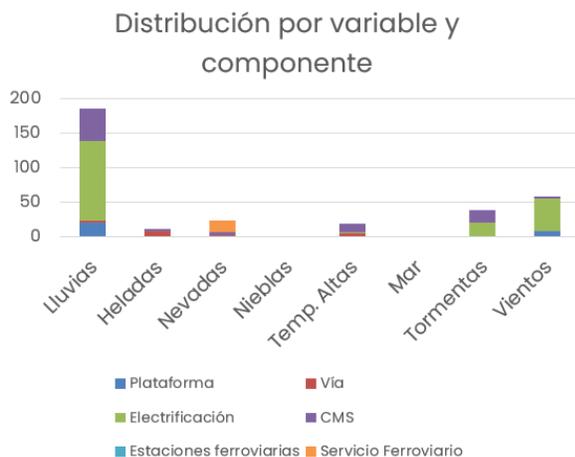


☐ Otras administraciones (AEMET, etc)

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FASE DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS

4. Consideraciones.

- Las **precipitaciones** suponen el **principal impacto** para la **infraestructura ferroviaria** en España. El componente más afectado por la **temperatura** es la **vía**.



- La consideración del cambio climático en **fases tempranas** del ciclo de vida del proyecto permite **actuaciones más efectivas**.
- Las **medidas** adoptadas **en fase de diseño** deben ir **acompañadas de vigilancia** respecto a su efectividad **durante la fase operativa**.





Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de
enero de 2024

Cátedra Adif - UPM



adif



Cátedra Adif - UPM



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de enero de 2024



CONSIDERACIONES Y VISIÓN DESDE LAS FASES DE PROYECTO, MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN DEL TRÁFICO

MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Ignacio Meana Martínez

Subdirector de Infraestructura y Vía

Adif

Incremento de
temperatura y
deformaciones de vía

Precipitaciones
extremas y zonas
inundables





Estudiar el fenómeno y analizar el estado del arte

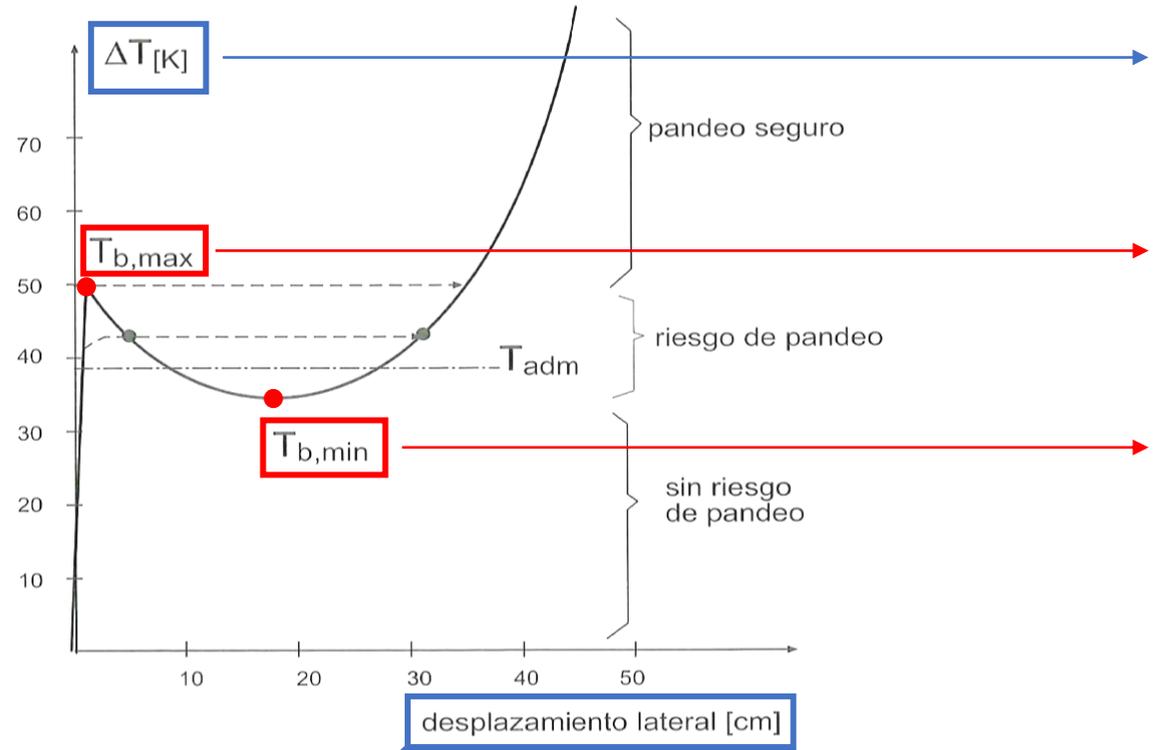
Modelizar o adaptar un modelo existente y calibrar

Implantar las medidas

Realizar el seguimiento y valorar medidas estructurales

2.016

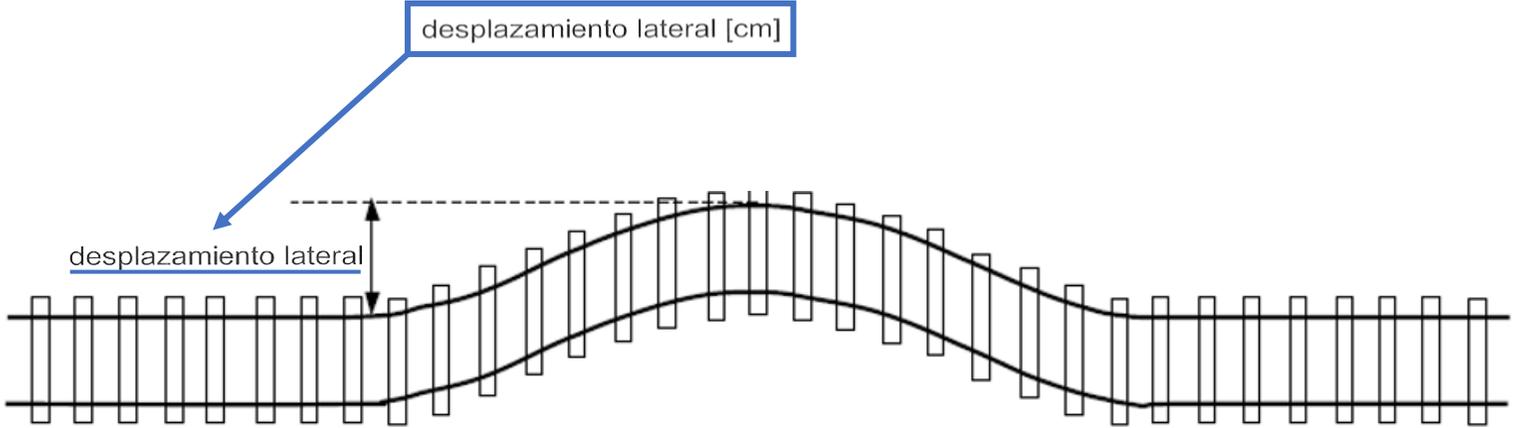
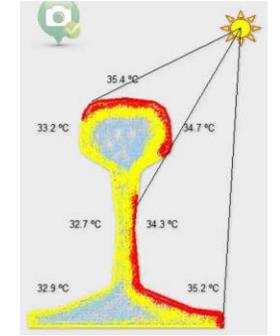
ESTUDIO DEL FENÓMENO Y ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE



Incremento de temperatura del carril sobre la de libre esfuerzo

Temperatura del carril que provoca el pandeo de la vía

Temperatura del carril a partir de la cual existe riesgo de pandeo



MODELOS REVISADOS	
Modelo CWERRI (Holanda, pionero)	
Modelo ACHE (España, académico)	
Modelo RFI (Italia, el más avanzado)	
Otros (USA, SCNF, ÖBB, etc.)	

Zonas inundables



Zonas donde pueden producirse deslizamientos, desprendimientos...



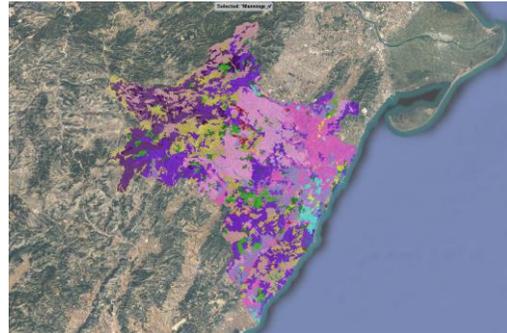
Parámetro	Valor	Tendencia	Umbrales		
			Seguimiento	PreAlerta	Alerta
Nivel del agua	0.59 m	→	1.90	2.40	2.90
Caudal circulante	10.87 m³/s	→	Umbrales aún no definidos		

MODELIZAR O ADAPTAR MODELO EXISTENTE

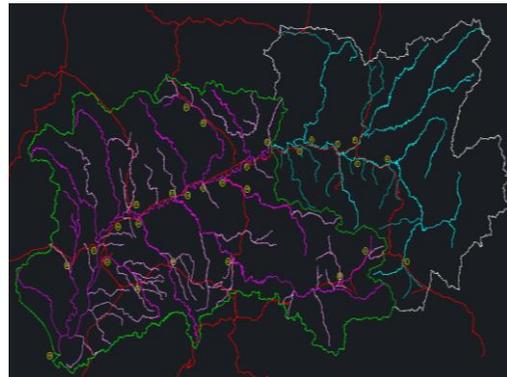
Elaboración del MDT a partir de cartografía digital del IGN



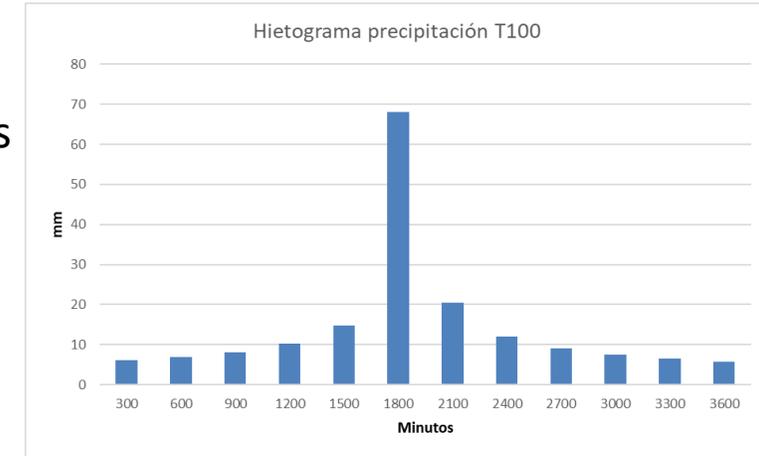
Generación de capas de rugosidad, pendientes e infiltración asociadas al terreno (Corine Land Cover y IC 5.2).



Cálculo de Tiempos de Concentración



Datos de precipitaciones máximas: obtenidas de estaciones AEMET más cercanas.



Calibración del modelo mediante datos existentes de otros estudios



CRITERIO PARA LA GENERACIÓN DE RESULTADOS

VALIDADO EL MODELO
HIDRÁULICO

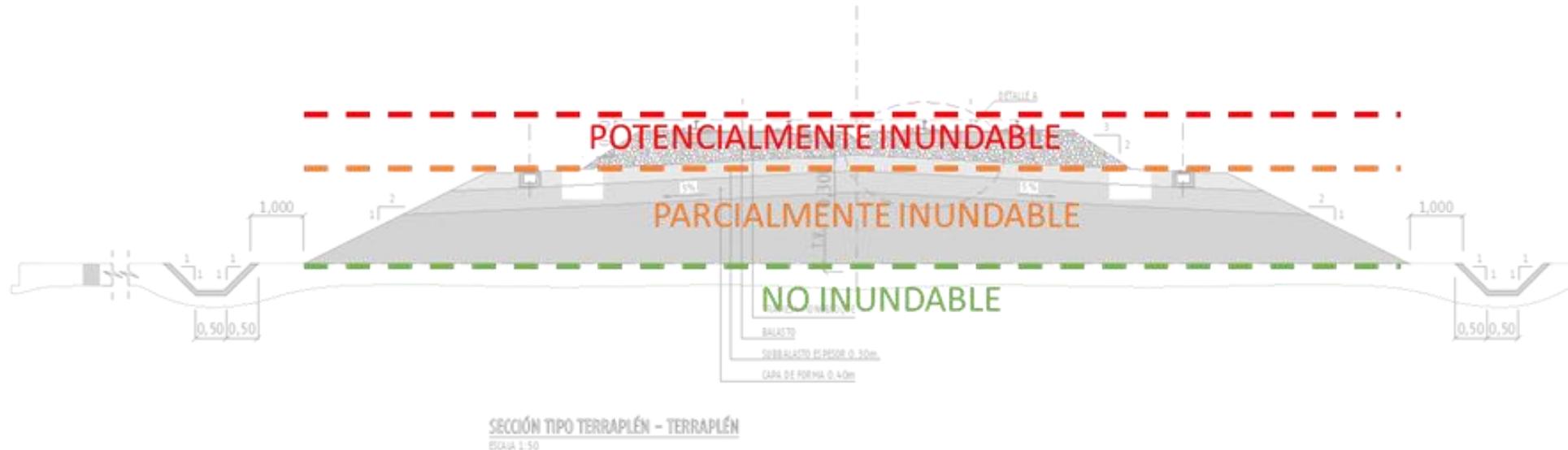
OBTENIDA LA SUPERFICIE
DE INUNDACIÓN

SE CORTA CON LA TRAZA
FERROVIARIA

ZONA POTENCIALMENTE INUNDABLE

ZONA PARCIALMENTE INUNDABLE

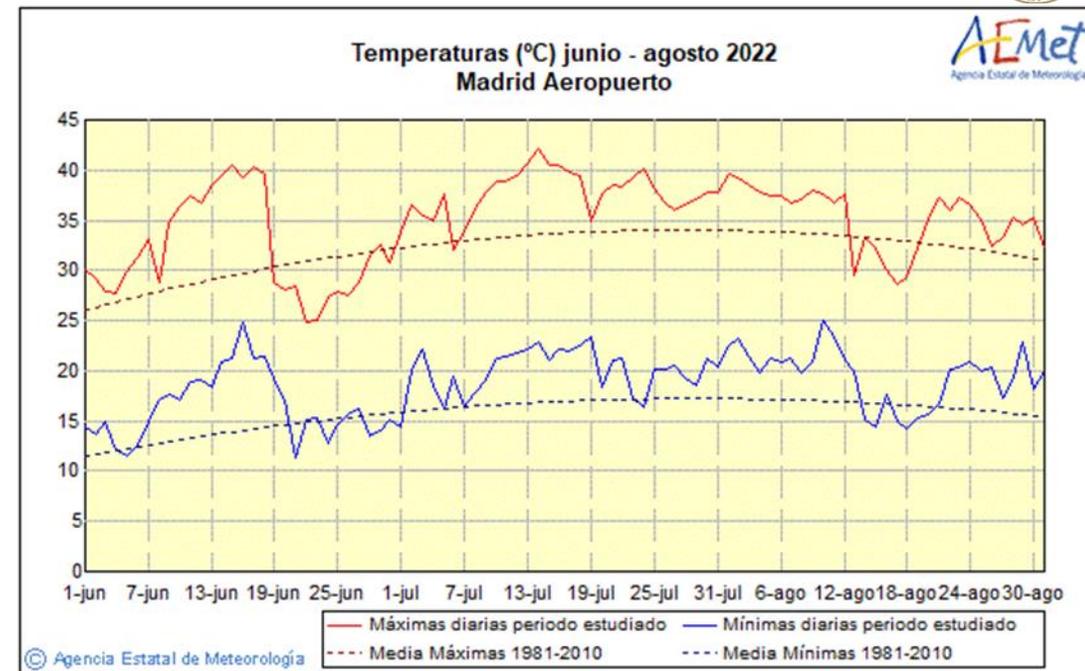
ZONA NO INUNDABLE





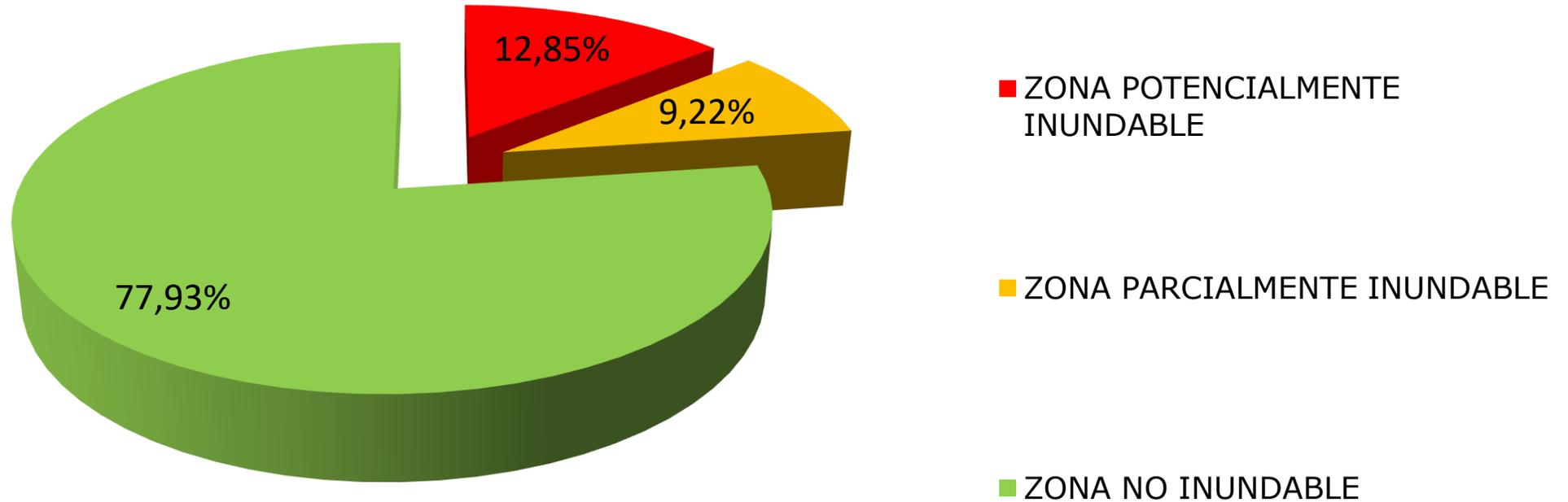
Línea de cercanías 902 Pitis - Hortaleza

Temperatura neutralización	31 °C
Radio mínimo de curva	350 m (otras líneas de cercanías → 250 m)
Carril	UIC-54E1
Sujeciones	Elástica – hormigón
Traviesa	Monobloque de hormigón



SFTN	7,5 °C		Red	RC	RC	RC	RC	RC
Tcarril - Tamb	20,0 °C		Carril	UIC-54E1	UIC-54E1	UIC-54E1	UIC-54E1	UIC-54E1
			Traviesa	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón	Hormigón
				R	R	R	R	R
Estado compactación	Geometría banqueta balasto	Defectos geometría vía		100	200	300	400	∞
Vía estabilizada	Banqueta con falta de balasto (sin hombro)	20 mm ≥ [Alin. D1] ≥ 15 mm		25,9	37,8	40,3	41,3	45,7
Vía estabilizada	Banqueta con falta de balasto (sin hombro)	15 mm > [Alin. D1] ≥ 10 mm		27,1	40,8	43,5	44,5	56,6
Vía estabilizada	Banqueta con falta de balasto (sin hombro)	10 mm > [Alin. D1]		27,4	41,6	44,7	51,0	61,4
Vía estabilizada	Banqueta en buen estado geométrico	20 mm ≥ [Alin. D1] ≥ 15 mm		31,5	43,5	45,8	46,8	56,3
Vía estabilizada	Banqueta en buen estado geométrico	15 mm > [Alin. D1] ≥ 10 mm		37,5	46,5	49,0	56,1	62,7
Vía estabilizada	Banqueta en buen estado geométrico	10 mm > [Alin. D1]		39,0	47,5	56,0	58,2	67,0

LISTADO DE LÍNEAS Y PPKK AFECTADOS POR EL RIESGO POTENCIAL DE INUNDACIÓN

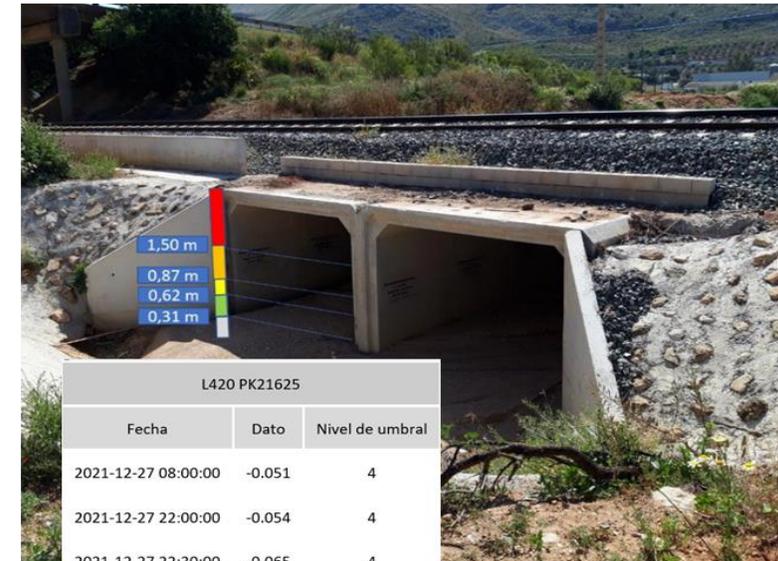


ANEXO A LA FICHA 2.1. DEL MPGI
LISTADO DE ZONAS INUNDABLES
20/04/2021

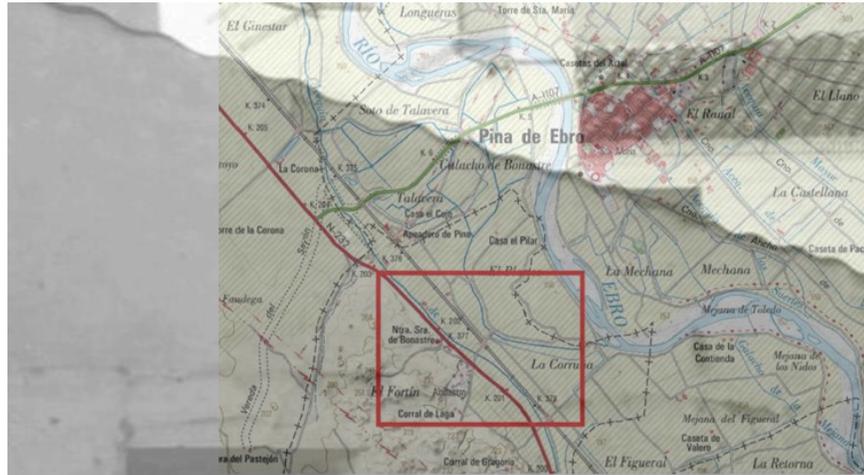
LÍNEA 100 - HENDAYA - MADRID - CHAMARTÍN															
ID Z.I.	Tramo	PK _i	PK _f	Tipo de Z.I.	Riesgo	Sistema medición	Umbral			Actuaciones específicas mínimas				Observaciones	
L-100.01	11000230	340,000	342,500	Fluvial	ALTO	Estación aforo 2116 de Villavieja. Río Arlanzón	Seguimiento Q ≥ 174 m ³ /s	Preemergencia Q ≥ 193 m ³ /s	Emergencia Q ≥ 215 m ³ /s	Seguimiento Monitorizar evolución caudal (Q)	Preemergencia LTV	Emergencia Corte de circulación	Normalización (después de una Preemergencia o Emergencia) Reconocimiento a pie o en cabina		

SISTEMA DE ALERTAS Y PROTOCOLO DE ACTUACIÓN FRENTE A AVENIDAS						
ODT P.K. 21+200 Línea 420 / Altura = 1,50 m / Tiempo de concentración Tc = 29,66 min						
LÍNEA UMBRAL SCADA	NIVEL ALERTA	DATO DE CONTROL	FRECUENCIA MEDICIÓN	FRECUENCIA DE ENVÍO DE DATOS	PROTOCOLO ACTUACIÓN	NIVEL DE ALARMA N.A.
0,18 m	Base (0-12,5 %)	Altura 0 – 0,18 m	Lectura cada 10 min	Diario	- Cumplimiento de la Ficha 2-Actuaciones frente a Temporales de Lluvia- del Plan de Contingencias de Adif.	0
0,37 m	Verde (12,5-25 %)	Altura 0,18 - 0,37 m	Lectura cada 5 min	12 horas	- Cumplimiento de la Ficha 2-Actuaciones frente a Temporales de Lluvia- del Plan de Contingencias de Adif.	1
0,52 m	Amarillo (25-35 %)	Altura 0,37 – 0,52 m	Lectura cada 2 min	5 minutos	- Se establecerá la limitación de velocidad que se especifica en el listado de puntos de riesgo (Zonas Inundables con cartelón T) de la Ficha 2 del Plan de Contingencias de Adif. - Se realizará vigilancia específica periódica de la ODT y su entorno. - Envío de correo electrónico y sms al personal seleccionado.	2
0,90 m	Ámbar (35-60 %)	Altura 0,52 – 0,90 m	Lectura cada 1 min	1 minuto	- Se mantendrá la limitación de velocidad que se especifica en el listado de puntos de riesgo (Zonas Inundables con cartelón T) de la Ficha 2 del Plan de Contingencias de Adif o incluso indicación de circular marcha a la vista. - Se mantendrá vigilancia específica periódica de la ODT y su entorno. - Envío de correo electrónico y sms al personal seleccionado.	3
0,90 m	Rojo (>60 %)	Altura > 0,90 m	Lectura cada 1 min	1 minuto	- Se procederá al corte de circulación. - Envío de correo electrónico y sms al personal seleccionado.	4

Tabla 2. Propuesta de niveles de alerta y protocolo de actuación para ODT de PK 21+200 de la Línea 420



L420 PK21625		
Fecha	Dato	Nivel de umbral
2021-12-27 08:00:00	-0.051	4
2021-12-27 22:00:00	-0.054	4
2021-12-27 22:30:00	-0.065	4
2021-12-27 23:00:00	-0.072	4
2021-12-27 23:30:00	-0.077	4
2021-12-28 00:00:00	-0.081	4



Nivel alerta	Normalidad	Alerta Baja	Alerta Media	Alerta Alta
Nivel estación A011	< 4,5 m	4,5 m – 4,9 m	4,9 m – 5,2	> 5,2 m

Fig.3 Indicadores de alerta en la estación de aforo A0111-Zaragoza

- **Nivel de alerta 0-Estado de Normalidad (verde):** se considera estado de normalidad aquellas crecidas inferiores a la máxima crecida ordinaria y la circulación ferroviaria se puede desarrollar con normalidad.
- **Nivel de alerta 1-Baja (amarillo):** aquellas crecidas en las que el agua ocupa el cauce de aguas altas, pero no alcanza el balasto de las vías y se permite la circulación ferroviaria tomando las medidas preventivas necesarias, lo que implica el aviso a la brigada de incidencias para realizar vigilancia específica periódica del tramo Pina de Ebro y su entorno.
- **Nivel de alerta 2-Media (naranja):** aquellas crecidas en las que el agua alcanza el balasto de las vías y la circulación ferroviaria se debe reducir al mínimo, lo que implica implantar una LTV a 30km/h y mantener el aviso a la brigada de incidencias para realizar vigilancia específica periódica del tramo Pina de Ebro y su entorno. En función de la vigilancia específica se podría establecer la indicación de circular marcha a la vista.
- **Nivel de alerta 3-Alta (rojo):** aquellas crecidas en las que el agua supera la cota de carril produciéndose sobrevertido y la circulación ferroviaria debe quedar totalmente suspendida, lo que implica la interrupción de la circulación.

Ficha estación			
A011 - Río Ebro en Zaragoza			
Señales analógicas	2		
Fotos	6		
Esquemas	1		
Caudales de referencia			
Caudal que limita el régimen ordinario del extraordinario			
Descripción	Caudal (m³/s)	Comentario	
Máxima crecida ordinaria	1.600		
Niveles de aviso			
Descripción	Aviso amarillo	Aviso naranja	Aviso rojo
NIVEL EBRO EN ZARAGOZA	4	4,5	5
Niveles y caudales máximos registrados en el periodo SAIH (valores máximos instantáneos) 1997 - actualidad			
Serán niveles	Comentario	Serán caudales	

CONCLUSIONES



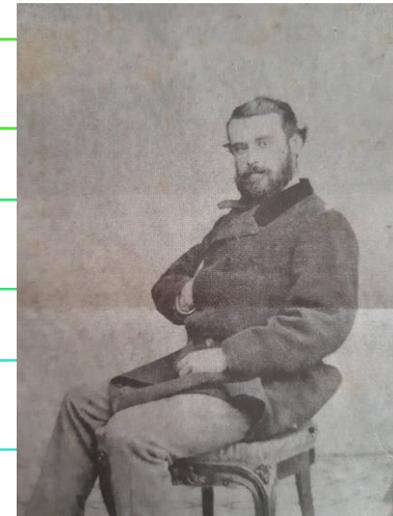
Conocimiento del fenómeno

Modelización, calibración y generación de umbrales

Estimación del impacto

Implantación de medidas no estructurales y seguimiento

Medidas estructurales



Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de enero de 2024



Cátedra Adif - UPM





Seminario técnico

Desafíos del ferrocarril frente al cambio climático

ETSICCP. Madrid, 24 de
enero de 2024

Cátedra Adif - UPM



adif



RETOS DE ADIF FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS OPERACIÓN FERROVIARIA

24 Enero 2023

Contenido



Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos

- 1. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA OPERACIÓN FERROVIARIA**
- 2. EL FERROCARRIL COMO SOLUCIÓN ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

I. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA OPERACIÓN FERROVIARIA

Impacto en la circulación ferroviaria



Desguarnecido vía



Nevada Busdongo



Incendio en Zamora



Desguarnecido lluvia Alacant



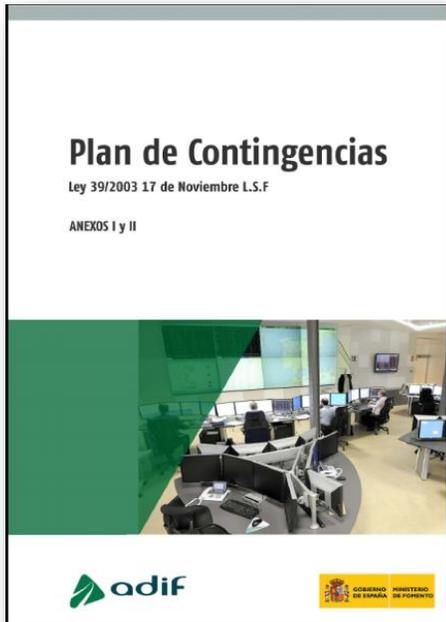
Inundación túnel Levante



Árbol sobre catenaria

I. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA OPERACIÓN FERROVIARIA

Herramientas. Plan de contingencias



RD 929/20 Artículo 6. Medidas especiales en caso de perturbaciones del tráfico ferroviario. 1. Los administradores de infraestructuras elaborarán un plan de contingencias de conformidad con lo dispuesto en el artículo 37 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, cuyas partes relativas a la seguridad operacional formarán parte de su sistema de gestión de la seguridad, y que pondrán en conocimiento del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

Subdirección del Centro de Gestión de Red H24
http://cgmrh24.circulacion.adif

PREDICCIÓN GENERAL viernes 8 de febrero de 2013

FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS EMITIDOS POR AEMET

Predicción válida: 08/02/2013 01:00 hasta las: 09/02/2013 01:00

VIENTO
Sin alertas

LLUVIA

LINEA	NIVEL	HORA INICIO	HORA FIN
100B - AVILA - HENDAYA	1	01.00	07.00
130C - LEON - GIJON CERCANIAS	1	01.00	07.00
130C - LEON - GIJON CERCANIAS	2	07.00	19.00
130C - LEON - GIJON CERCANIAS	1	19.00	01.00
710A - ALTSASU - CASTEJÓN	1	01.00	07.00
790B - MATALLANA-BALMASEDA	1	01.00	13.00

Tipos de alerta : Nivel 1 (entre 20 y 40 L/m2), Nivel 2 (entre 40 y 80 L/m2), Nivel 3 (> 80 L/m2)

NIEVE

LINEA	NIVEL	HORA INICIO	HORA FIN
0080 - MADRID - VALLADOLID	1	13.00	19.00
100B - AVILA - HENDAYA	1	01.00	01.00
102A - MADRID CH - MADERUELO	1	01.00	19.00
102B - MADERUELO - BIF, ARANDA	1	01.00	07.00
110A - SEGOVIA - VILLALBA GUADARRAMA	1	01.00	19.00
116A - LOS COTOS - CERCEDILLA	1	01.00	19.00
130C - LEON - GIJON CERCANIAS	2	01.00	07.00
130C - LEON - GIJON CERCANIAS	3	07.00	01.00
160A - PALENCIA - SANTANDER	1	01.00	13.00
160A - PALENCIA - SANTANDER	2	13.00	19.00
160A - PALENCIA - SANTANDER	1	19.00	01.00
204B - JACA - CANFRANC	1	01.00	13.00
204B - JACA - CANFRANC	2	13.00	19.00
204B - JACA - CANFRANC	1	19.00	01.00
222A - MONTCADA BIF - RIPOLL	1	19.00	01.00
222B - RIPOLL - LA TOUR DE CAROL	1	01.00	07.00
700A - CASTEJON DE EBRO - LOGROÑO - MIRANDA - BILBAO	1	13.00	01.00
710A - ALTSASU - CASTEJÓN	2	01.00	07.00
710A - ALTSASU - CASTEJÓN	1	07.00	01.00
762B - FUSO-COLLAZO	1	01.00	07.00
762B - FUSO-COLLAZO	2	07.00	19.00

Son de aplicación las Fichas 2, 3 y 4 del Manual del Prevención y Gestión de Incidencia

Información facilitada por **Pisa**
© 2013. SUBD. SISTEMAS OPERACIONALES Y TIC

9655614 - 08/02/2013 08:43

Predicción General [1]

Obtenemos predicciones meteorológicas de AEMET para las próximas 24h sobre cada 5 km de red, en intervalos de 6h

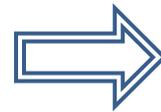
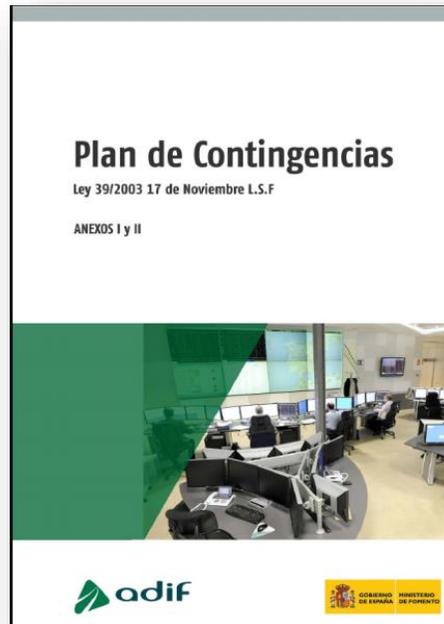
I. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA OPERACIÓN FERROVIARIA

Mecanismos de prevención y corrección

PREVENTIVO → PREDICTIVO → CORRECTIVO

Alerta, Preemergencia y Normalización

Tres Fases para minimizar el impacto de las contingencias.



Anexo II, 5 apéndices y 17 fichas que regulan situaciones específicas ante determinadas contingencias. Establece procedimientos y pautas comunes en la toma de decisiones. Estas circunstancias hacen que estas fichas tengan un carácter más dinámico que el propio Plan de Contingencias.

Contamos con Detectores de Vientos Laterales que pueden hacer una previsión a medio plazo de las limitaciones de velocidad que deben ser impuestas en la circulación de los trenes

I. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA OPERACIÓN FERROVIARIA

Zonas sensibles de la red ferroviaria

ZONAS SENSIBLES DE LA RED.

El trazado de cada línea, sus condicionantes orográficas y obras civiles (viaductos, túneles, terraplenes o trincheras) por la que transcurre, pueden ser susceptibles de sufrir inundaciones, desprendimientos o desguarnecidos. La identificación de estos puntos de riesgo nos permiten tomar medidas paliativas ante determinados meteoros adversos.

Se declaran como PUNTOS DE RIESGO, se evalúa su nivel de afectación y condiciones de circulación de los trenes; todo ello forma parte de la ficha núm. 2 de MPGI del PLAN DE CONTINGENCIAS DE ADIF.

TRAYECTO		PK INICIAL	PK FINAL	LTV	NIVEL RIESGO	OBSERVACIONES
Línea 100 - HENDAYA-MADRID-CHAMARTIN						
LAS MATAS - TORRELODONES	026,180	026,370		MEDIO	TRINCHERA	
ZARZALEJO - ROBLEDO DE CHAVELA	026,900	027,500		MEDIO	TRINCHERA	
ROBLEDO DE CHAVELA - SANTA MARIA DE LA ALAMEDA	060,900	060,950		MEDIO	TRINCHERA	
	065,700	065,900	60	MEDIO-ALTO	TRINCHERA - T SÓLO EN VÍA 2	
	066,200	066,500		ALTO	TRINCHERA - SEÑALIZADA - LTV SÓLO EN VÍA 2	
	068,180	068,400	60	MEDIO-ALTO	TRINCHERA	
	070,600	070,800	60	MEDIO-ALTO	TRINCHERA - T SÓLO EN VÍA 1	
SANTA MARIA DE LA ALAMEDA - LAS NAVAS DEL MARQUES	072,980	073,210		MEDIO	TRINCHERA	
	075,140	075,365		MEDIO	TRINCHERA	
	079,250	079,350	60	MEDIO-ALTO	TRINCHERA	
	082,500	082,710		MEDIO	TRINCHERA	
NAVALPERAL - HERRADON-LA CAÑADA	090,050	090,200		MEDIO	TRINCHERA	
	093,300	093,500		MEDIO	TRINCHERA	
AVILA - MINGORRIA	124,475	124,900		MEDIO	TRINCHERA	
	128,900	129,200		MEDIO	TRINCHERA	
	130,300	131,100		MEDIO	TRINCHERA	
MINGORRIA - SANCHIDRIAN	134,400	134,710		ALTO	TRINCHERA - SEÑALIZADA. LTV SÓLO EN VÍA 1	
	134,400	134,710	60	MEDIO-ALTO	TRINCHERA - SÓLO AFECTA A VÍA 2	
VILLAQUIRAN - ESTEPAR	340,000	342,500		MEDIO	ZONA INUNDABLE	
	343,000	346,500		MEDIO	ZONA INUNDABLE	
	353,000	355,600		MEDIO	ZONA INUNDABLE	
ESTEPAR - QUINTANILLEJA	369,730	369,770		ALTO	TERRAPLEN - SEÑALIZADA	
BIF. ARANDA - BURGOS-ROSA DE LIMA	370,910	370,950	60	MEDIO-ALTO	TERRAPLEN	
	378,120	378,140		MEDIO	TERRAPLEN	
BIF. RUBENA-AG. KM. 377,3 - BIF. RUBENA	378,930	378,980		ALTO	TERRAPLEN - SEÑALIZADA	



I. CONSECUENCIAS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA OPERACIÓN FERROVIARIA

Planes directores de medidas preventivas

Subdirección del Centro de Gestión de Red H24
<http://grh24.operaciones.adif>

PREDICCIÓN GENERAL viernes 8 de febrero de 2013

FENÓMENOS METEOROLÓGICOS ADVERSOS EMITIDOS POR AEMET

Predicción válida: 08/02/2013 01:00 hasta las: 09/02/2013 01:00

VIENTO
Sin alertas

LLUVIA

LÍNEA	NIVEL	HORA INICIO	HORA FIN
100B - AVILA - HENDAYA	1	01:00	07:00
130C - LEÓN - GUJÓN CERCANIAS	1	01:00	07:00
130C - LEÓN - GUJÓN CERCANIAS	2	07:00	19:00
130C - LEÓN - GUJÓN CERCANIAS	1	19:00	01:00
716A - ALTSASU - CASTEJÓN	1	01:00	07:00
750B - MATA LLANA - BALMASEDA	1	01:00	13:00

Tipos de alerta: Nivel 1 (entre 20 y 40 Lm2), Nivel 2 (entre 40 y 80 Lm2), Nivel 3 (> 80 Lm2)

NIEVE

LÍNEA	NIVEL	HORA INICIO	HORA FIN
0080 - MADRID - VALLADOLID	1	13:00	19:00
100B - AVILA - HENDAYA	1	01:00	01:00
102A - MADRID CH - MADERUELO	1	01:00	19:00
102B - MADERUELO - BIF - ARANDA	1	01:00	07:00
110A - SEGOVIA - VILLALBA GUADARRAMA	1	01:00	19:00
116A - LOS COTOS - CERCEDILLA	1	01:00	19:00
130C - LEÓN - GUJÓN CERCANIAS	2	01:00	07:00
130C - LEÓN - GUJÓN CERCANIAS	3	07:00	01:00
160A - PALENCIA - SANTANDER	1	01:00	13:00
160A - PALENCIA - SANTANDER	2	13:00	19:00
160A - PALENCIA - SANTANDER	1	19:00	01:00
204B - JACA - CANFRANC	1	01:00	13:00
204B - JACA - CANFRANC	2	13:00	19:00
204B - JACA - CANFRANC	1	19:00	01:00
222A - MONTCADA BIF - RIPOLL	1	19:00	01:00
222B - RIPOLL - LA TOUR DE CAROL	1	01:00	07:00
700A - CASTEJÓN DE EBRO - LOGROÑO - MIRANDA - BILBAO	1	13:00	01:00
716A - ALTSASU - CASTEJÓN	2	01:00	07:00
716A - ALTSASU - CASTEJÓN	1	07:00	01:00
762B - FUSO-COLLAZO	1	01:00	07:00
762B - FUSO-COLLAZO	2	07:00	19:00

Señ de aplicación las Fichas 2, 3 y 4 del Manual del Prevención y Gestión de Incidencia 960614 - 08/02/2013 08:43

Información técnica por **Pisa**
© 2013. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS

Predicción General [1]



PLANES DIRECTORES ESTACIONALES: Toma conciencia de los fenómenos meteorológicos adversos en cada periodo estacional. Conocidos sus posibles impactos en la infraestructura, permite y facilita una toma de decisiones más ajustada a los recursos necesarios en cada caso, minimizando dichos impactos y posibles contingencias en el tráfico, potenciando además la calidad del servicio y manteniendo la seguridad.

II. El ferrocarril como solución al cambio climático

El transporte ferroviario como posible solución ante los retos medioambientales



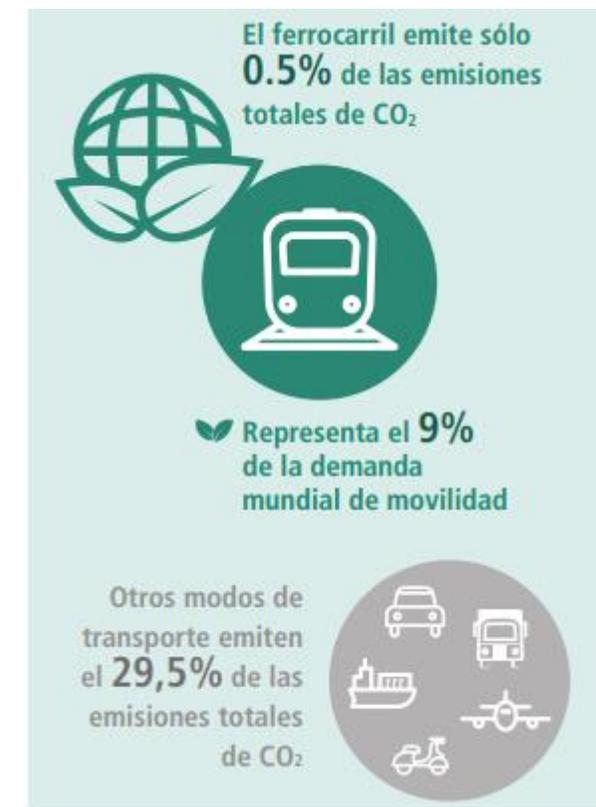
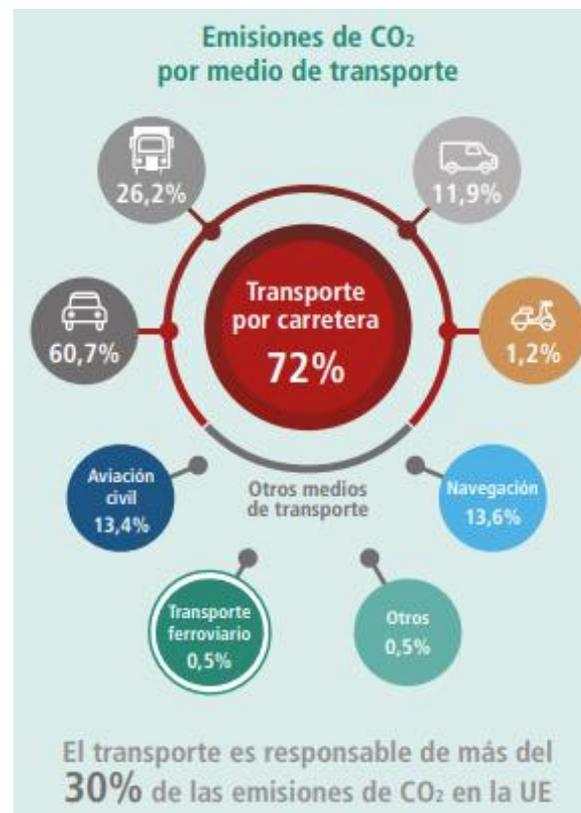
La Comisión Europea propuso un paquete para que el **transporte de mercancías sea más eficiente y sostenible** en la UE.

Este paquete contribuirá al objetivo de **reducir las emisiones** procedentes del transporte en un **90 % para 2050**, tal como se establece en el **Pacto Verde Europeo**, permitiendo al mismo tiempo que el mercado único de la UE siga creciendo.

Las medidas del paquete incluyen la **mejora de la gestión de las infraestructuras ferroviarias**.



Estrategia de movilidad Segura Sostenible y Conectada 2030



II. El ferrocarril como solución al cambio climático

Retos de ADIF ante el cambio climático



La iniciativa Mercancías 30 propone 6 líneas de actuación para conseguir duplicar la cuota modal de transporte de mercancías



Con la liberalización del sector ferroviario de pasajeros y mercancías, se consigue un transvase real de viajeros de modos más contaminantes, como el coche y avión.

El número de viajeros en las líneas con competencia ha aumentado desde 2019 en un 200,6% y hasta en un 256,5% en la línea de Madrid-Barcelona.

El share TAV vs Avión en dichas líneas es de un 88% a favor del tren. Ha aumentado 8 puntos desde 2019.

RETOS

- ✓ mucha inversión en obras de infraestructura, señalización, grandes terminales de viajeros, terminales logísticas, digitalización..
- ✓ Multiplicar las circulaciones supone grandes retos de eficiencia en la planificación y gestión del tráfico. Las incidencias afectan a muchos más trenes y la puntualidad se resiente

