



RODRÍGUEZ-ARÉVALO, JAVIER

Jefe de Área de Aplicaciones  
Isotópicas (CEDEX)



# DIAGNOSIS OF LINDANE CONTAMINATION OF THE SARDAS LANDFILL (SABIÑÁNIGO) IN THE GÁLLEGO RIVER AND PROPOSAL FOR ACTION

Rodríguez-Arévalo, J.<sup>1</sup>, Castaño, S. <sup>1</sup>, Martín-Ruiz, M. <sup>1</sup>, Rodríguez-Abad, R. <sup>1</sup>, Asanza, E. <sup>1</sup>, Delgado, F.<sup>2</sup>, San Román, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre for Studies and Experimentation in Public Works (CEDEX)

<sup>2</sup> Ebro River Basin Authority (CHE)



# GUIÓN

1. Antecedentes y objetivo
2. Método
3. Alcance: definición del sistema hidrológico de interés
4. Hipótesis sobre el origen de la contaminación del embalse de Sabiñánigo
5. Conclusiones
6. Propuestas de actuación y resultados esperables

# ANTECEDENTES Y OBJETIVO

1. Mal estado cualitativo por el indicador lindano de las masas de agua del río Gállego.
2. Red de alerta por contaminación de lindano en el río Gállego.



Encargo de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) al CEDEX (2020-2021)

- a) **Ordenación de la información.**
- b) **Estudio de los episodios de contaminación aguas arriba de la presa de Sabiñánigo.**
- c) **Propuesta de trabajos futuros.**

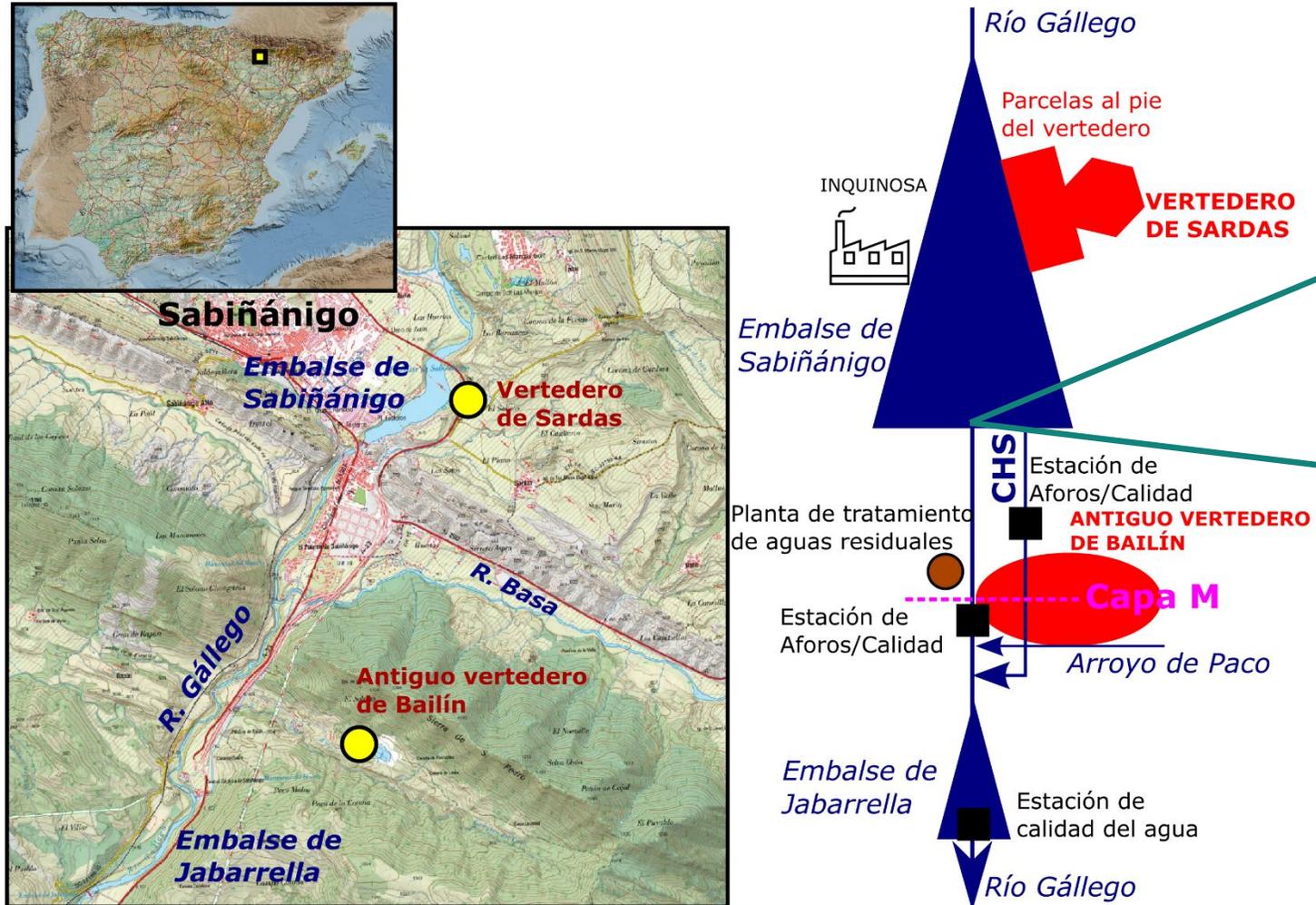
# MÉTODO

1. Colaboración Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas (CETA) y Laboratorio de Geotecnia (LG) del CEDEX.
2. Revisión de estudios previos (antecedentes CEDEX 1989-1990, CHE, GA).
3. Visitas de campo y reuniones.
4. Visión integrada a diferentes escalas espaciales y temporales.
5. Desde el receptor (río Gállego en el embalse de Sabiñánigo) a las posibles fuentes.

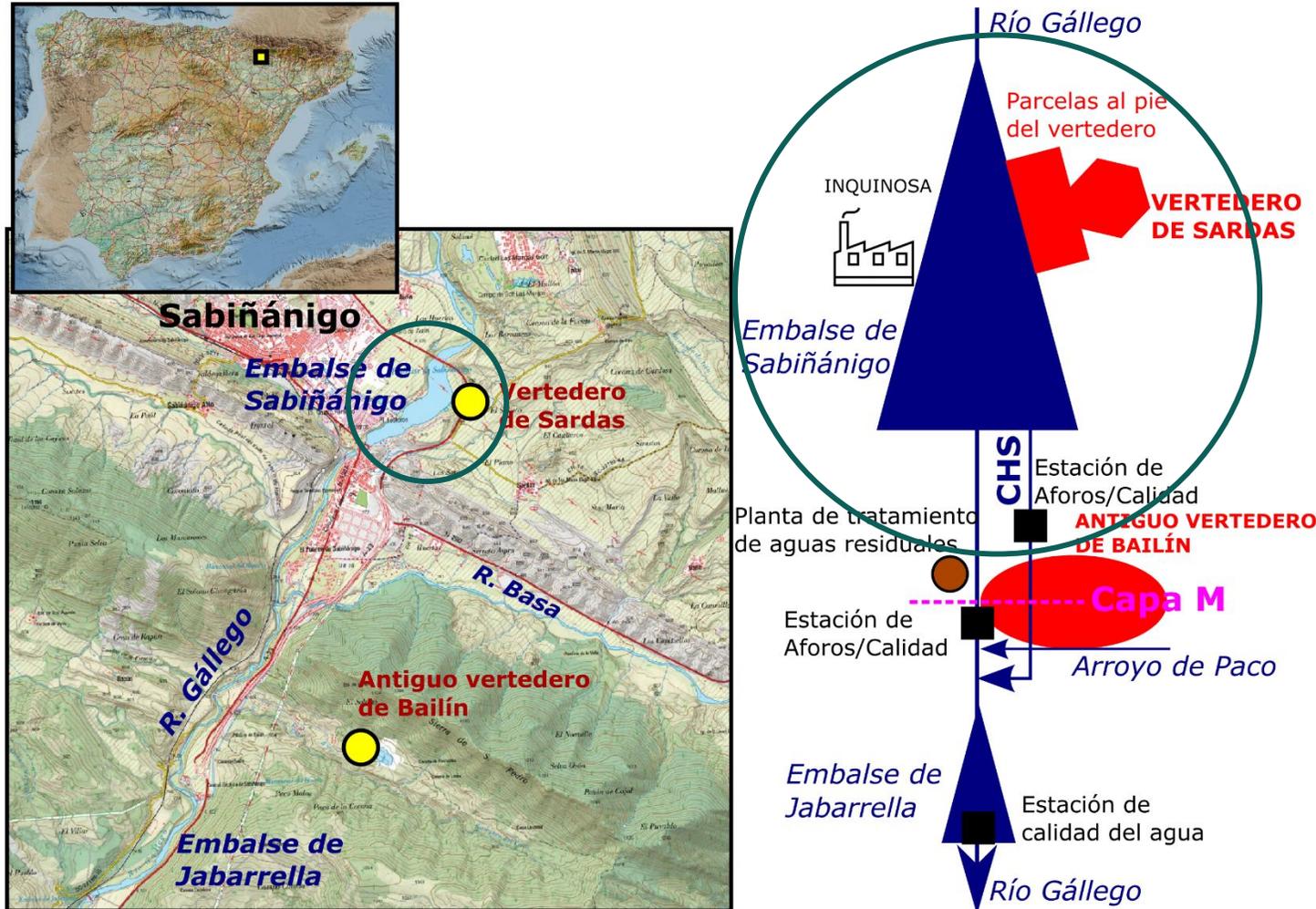
## Reconocimientos

- Gobierno de Aragón (GA).
- Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón del MITMA.
- EMGRISA, SARGA y AECOM.
- Confederación Hidrográfica del Ebro.

# ALCANCE (1): DEFINICIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO DE INTERÉS



# ALCANCE (1): DEFINICIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO DE INTERÉS



Receptor  
Mecanismos de transporte  
Término fuente

# ALCANCE (2): DEFINICIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO DE INTERÉS

## Embalse y presa de Sabiñánigo:

- Clima e Hidrometría (variación diaria del nivel del agua del embalse ~1m).
- Tiempo de residencia del agua en el embalse (renovación 10 veces/día).
- Modelo hidrogeológico conceptual.
- Flujos de masa de agua y contaminantes (2017-2019).

## Posibles fuentes de contaminación:

- Vertedero de Sardas.
- Parcelas al pie del vertedero.
- Fábrica de INQUINOSA.



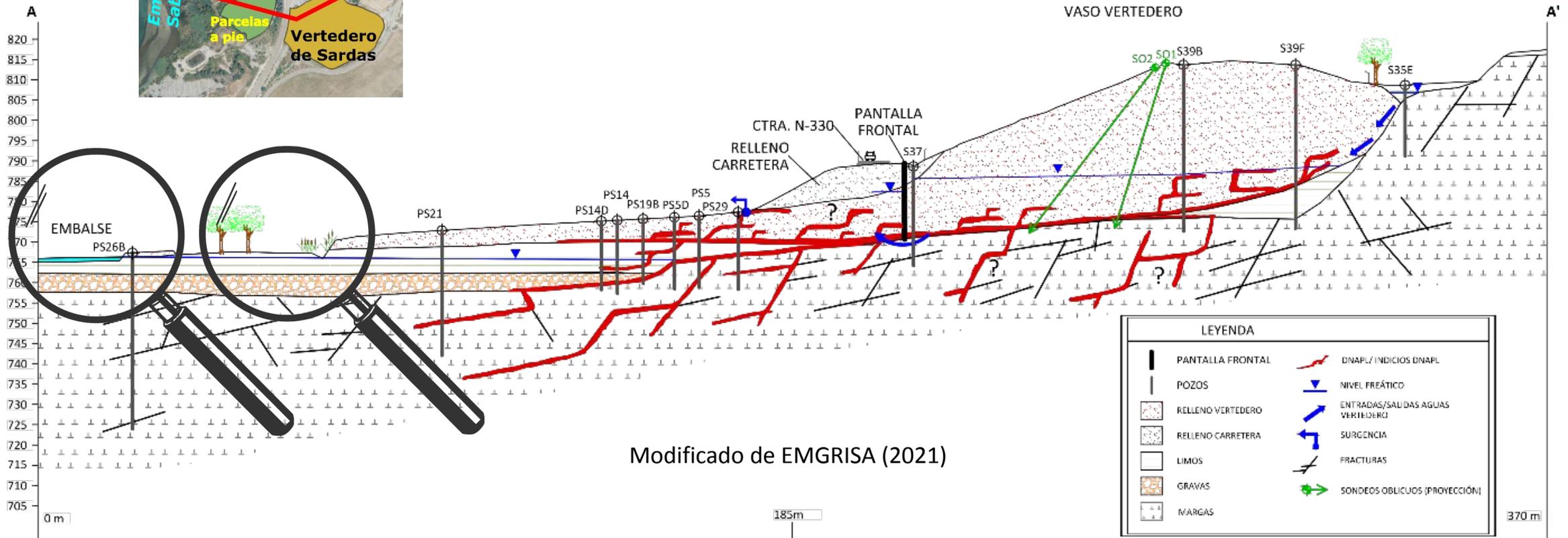
# ALCANCE (3): DEFINICIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO DE INTERÉS

Sustrato geológico (de muro a techo):

- Margas de Larrés del Eoceno superior de baja permeabilidad (discontinuidades).
- Terrazas fluvio-glaciares del Cuaternario.
  - Arenas y gravas que constituyen un acuífero en su base.
  - Limos arcillosos semiconfinantes.
- Sedimentos actuales (limos y arenas) de la llanura de inundación del río Gállego.



# ALCANCE (4): DEFINICIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO DE INTERÉS



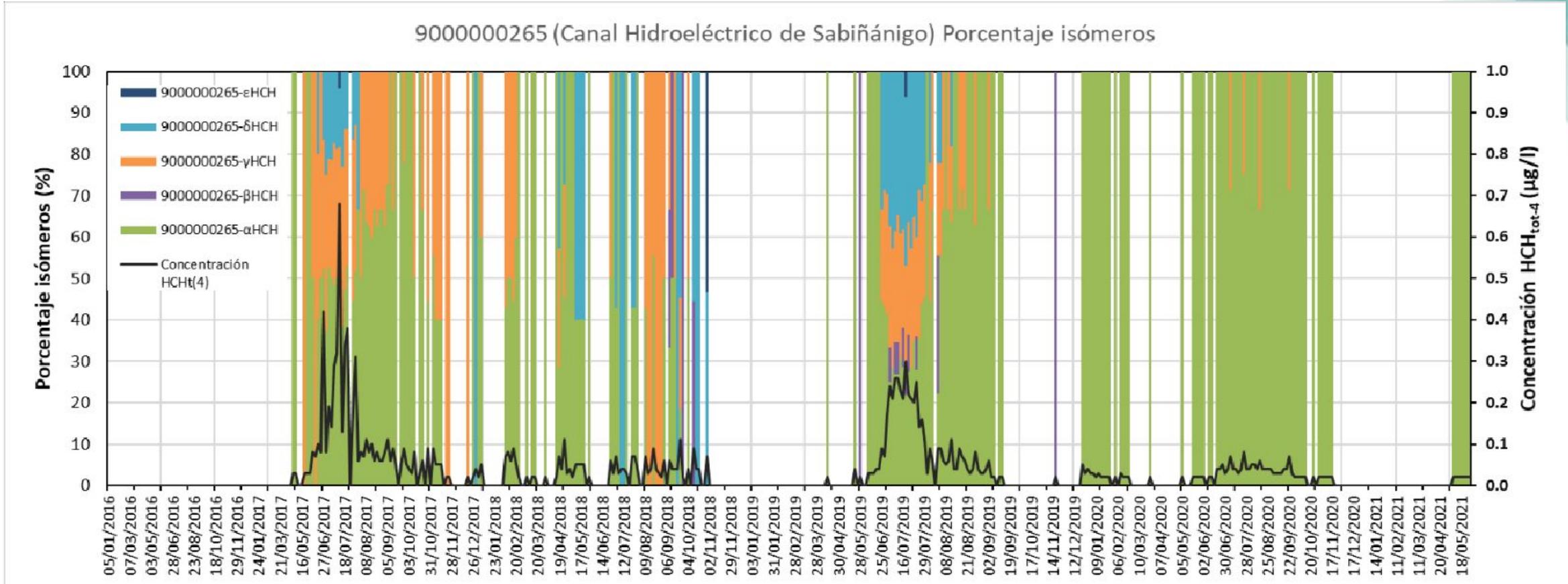
# HIPÓTESIS SOBRE EL ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL EMBALSE DE SABIÑÁNIGO

1. **Acuífero:** percolación ascendente de aguas contaminadas por lixiviados del vertedero de Sardas.
2. **Parcelas a pie del vertedero de Sardas:** lixiviación de residuos por las aguas del embalse.
3. **Sedimentos de colmatación del embalse** potencialmente contaminados por lixiviados del vertedero de Sardas o los vertidos históricos de INQUINOSA.
4. **Fugas de las balsas de decantación** al pie del vertedero de Sardas.
5. **Impacto de las acciones de restauración, extracción, control o vigilancia.**



**Es clave evaluar estas hipótesis para diseñar las acciones de remedio**

# HIPÓTESIS SOBRE EL ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL EMBALSE DE SABIÑÁNIGO



Presencia y orden de aparición de isómeros del HCH: α-HCH ► γ-HCH ► δ-HCH ► β-HCH ► ε-HCH

# HIPÓTESIS SOBRE EL ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN DEL EMBALSE DE SABIÑÁNIGO

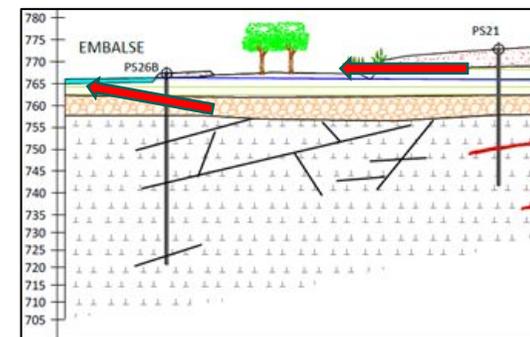


Flujo de masa = concentración de Isómeros de HCH x caudal circulante por el canal hidroeléctrico

La temperatura activa el proceso de movilización de HCH o aumenta su efecto

# CONCLUSIONES

1. El embalse de Sabiñánigo es actualmente un receptor de contaminación por lindano.
2. El aforo y el muestreo integrado semanal del agua (CHE) y bisemanal (GA) han sido claves para identificar y cuantificar los pulsos de contaminación.
3. El aumento de la temperatura en primavera y verano parece ser un factor determinante en la contaminación del embalse de Sabiñánigo.
4. Las hipótesis más plausibles sobre el origen de esta contaminación son:
  - Lixiviación subsuperficial de los residuos dispuestos sobre la terraza inferior del río Gállego.
  - Percolación desde el acuífero (aureolas de contaminación hacia el río Gállego)



# PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

## 1. Avanzar en la evaluación de las hipótesis postuladas.

- Ampliar las redes de vigilancia durante los episodios de contaminación teniendo en cuenta la dinámica del embalse de Sabiñánigo y el tiempo de renovación del agua.
- Caracterizar el flujo y el transporte de HCH en el tramo más superficial de la terraza inferior de la margen izquierda del río Gállego (clave en dos de las hipótesis más plausibles).
- Aplicar técnicas de mínimo impacto: medidores pasivos de flujo en minipiezómetros, muestreo y análisis de gases, agua intersticial y vegetación de ribera y acuática.

## 2. Diseñar y aplicar técnicas de retención y confinamiento.

- Vertedero de Sardas:
  - Refuerzo de la pantalla frontal y drenaje pasivo y depuración de lixiviados.
- Acuífero y limos de techo de la terraza inferior del río Gállego:
  - Barreras reactivas de retención.

## 3. Garantizar que las técnicas de descontaminación no dan lugar a la contaminación de otros compartimentos ambientales: río Gállego y atmósfera.



# RESULTADOS ESPERABLES

1. Optimizar los planes de vigilancia.
2. Integrar mejor esfuerzos de experimentación (campo y laboratorio) y modelación.
3. Reducir incertidumbres (origen de la contaminación y comportamiento hidrológico).
4. Priorizar las acciones futuras en función del riesgo actual.
5. Limitar la alerta por posible afección a los usos del agua (consumo y regadío).
6. Reducción de costes en la gestión de residuos.
7. Aumento de la confianza de técnicos y sociedad en las acciones de remedio.



# THANK YOU FOR YOUR ATTENTION

Javier.Rodriguez@cedex.es

<https://www.cedex.es/>

