



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN CSIC

Impacto de los vertidos Post-DANA en la Rambla del Poyo y su Huella en la Albufera

Institutos CSIC implicados en la propuesta de investigación:

- IATA-CSIC (Valencia). Contacto: Gloria Sánchez
- CEBAS-CSIC (Murcia). Contacto: Ana Allende
- ICMAN-CSIC (Cádiz). Contacto: Gabriel Navarro
- IDAEA-CSIC (Barcelona): Ethel Eljarrat

Duración de la propuesta: A determinar (cálculo inicial 12 meses)

Introducción

La reciente DANA que ha afectado a más de cincuenta poblaciones de la Comunidad Valenciana ha generado un incremento significativo en la acumulación de fangos afectando a los sistemas de saneamiento y estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). Estos residuos, provenientes tanto de aguas residuales urbanas como de escorrentías contaminadas, representan un desafío crítico para la gestión ambiental y el cumplimiento de la normativa vigente. En este contexto, la evaluación de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de estos materiales se convierte en una prioridad para garantizar una gestión adecuada que minimice los riesgos para el medio ambiente y la salud pública.

Los vertidos previstos a la Rambla del Poyo, como una medida necesaria para gestionar los excedentes generados, tienen implicaciones importantes que deben ser cuidadosamente consideradas. La Rambla del Poyo, al recibir estos vertidos, actúa como un sistema de transporte hacia uno de los ecosistemas más valiosos y sensibles de la región: el Parque



Natural de la Albufera. Este humedal, reconocido por su biodiversidad y su importancia ecológica, está protegido bajo diversas figuras legales, incluidas las directivas europeas de Hábitats y Aves, lo que subraya la necesidad de evitar cualquier impacto ambiental significativo en su equilibrio natural.

Marco normativo y requisitos legales

La normativa española y europea establece criterios estrictos para el vertido de aguas residuales y lodos a cuerpos receptores. Entre las regulaciones aplicables, destaca la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), que exige alcanzar un buen estado ecológico y químico de las aguas superficiales y subterráneas. Asimismo, el Real Decreto 509/1996, que desarrolla el Reglamento de vertidos de aguas residuales, establece límites específicos para los parámetros de calidad del agua en función del tipo de cuerpo receptor.

En el caso de vertidos a sistemas de escorrentía como la Rambla del Poyo, la legislación exige un tratamiento adecuado previo para reducir la carga contaminante, incluyendo sólidos suspendidos, materia orgánica, nutrientes como nitrógeno y fósforo, y contaminantes microbiológicos. Sin embargo, las situaciones de emergencia, como la que actualmente enfrentan las poblaciones afectadas por la DANA, plantean excepciones temporales que, aunque necesarias, no deben comprometer los objetivos de protección ambiental a largo plazo.

Impacto ambiental en el Parque Natural de la Albufera

El vertido de fangos a la Rambla del Poyo puede conllevar la transferencia de contaminantes hacia la Albufera, un ecosistema de alta sensibilidad ambiental. La acumulación de nutrientes, como nitratos y fosfatos, podría desencadenar procesos de eutrofización, alterando las comunidades acuáticas y disminuyendo la calidad del agua. Asimismo, la posible presencia de contaminantes emergentes, incluidos residuos de medicamentos y microorganismos patógenos, podría representar un riesgo para las especies que habitan este entorno y para las actividades humanas, como la pesca, la agricultura y el turismo sostenible.

La Albufera desempeña un papel crucial en la regulación hídrica y como hábitat para numerosas especies de aves migratorias y endémicas. Por tanto, cualquier alteración en la calidad del agua tiene un impacto directo no solo en la biodiversidad local, sino también en los servicios ecosistémicos que el parque natural proporciona a las comunidades circundantes. En este sentido, el análisis de los parámetros microbiológicos es particularmente relevante, ya que permitirá evaluar la presencia de bacterias resistentes a antimicrobianos (ARB) y genes de resistencia (ARG), un problema emergente de interés global que podría agravarse en entornos acuáticos contaminados.



Selección de puntos críticos de muestreo

La sectorización de la Rambla del Poyo es un paso fundamental para mejorar la gestión y monitoreo de los vertidos que se están realizando en este cauce como consecuencia de la DANA, especialmente considerando su impacto potencial en el parque Natural de la Albufera. La división en sectores permitirá una caracterización más precisa de las distintas fuentes de vertido, facilitando la identificación de las áreas críticas que requieren atención prioritaria tanto en la Rambla del Poyo como en su conexión con la Albufera. Esta estrategia no solo optimizará la logística de las operaciones de muestreo, sino que también permitirá una asignación más eficiente de los recursos para el análisis y el monitoreo continuo en ambas zonas. Además, la sectorización ayudará a ubicar eventos excepcionales de vertido y a evaluar su impacto en tiempo real, proporcionando una herramienta clave para la toma de decisiones rápidas y basadas en datos, con énfasis en proteger este ecosistema único.

La realización de esta sectorización se llevará a cabo tras un mapeo en 3D de la Rambla del Poyo, utilizando tecnologías avanzadas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG). Este enfoque permitirá generar un modelo digital de alta resolución del cauce y sus alrededores, identificando zonas específicas de acumulación, posibles puntos de descarga y patrones de flujo que puedan influir en la distribución de los contaminantes que eventualmente llegan a la Albufera. Al integrar este mapeo con datos de muestreo en campo, será posible establecer correlaciones entre las características geomorfológicas de cada sector y los tipos de vertidos presentes, facilitando un análisis más detallado y representativo. En definitiva, esta estrategia permitirá una mejor comprensión y control del impacto ambiental de los vertidos en la Rambla del Poyo, así como en el Parque Natural de la Albufera, protegiendo su biodiversidad y equilibrio ecológico.

Objetivo del estudio

Este proyecto de investigación tiene como objetivo principal determinar el impacto medio ambiental que los fangos vertidos a la Rambla del Poyo y a la Albufera. Para completar este objetivo, primero se necesita realizar una sectorización de las zonas incluidas en el estudio (Rambla del Poyo y la Albufera), y posteriormente realizar una evaluación de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en los fangos que serán vertidos a la Rambla del Poyo y de las condiciones de la Albufera. En particular, se analizará su composición para identificar posibles riesgos para el medio ambiente y la salud pública, así como para proponer medidas de gestión adecuadas que minimicen su impacto en el Parque Natural de la Albufera.

El estudio incluirá:



- 1) **Sectorización de la zona de muestreo**

- 2) **Monitorización de Parámetros de Rutina para detectar vertidos peligrosos**
 - a. **Análisis fisicoquímico:** Se incluirán los parámetros físico-químicos reflejados en las ordenanzas municipales que afectan a la zona de vertido.
 - b. **Evaluación microbiológica:** Identificación y cuantificación de microorganismos indicadores de contaminación fecal (*E. coli* spp. y bacteriófagos), incluyendo la detección de bacterias indicadoras de resistencias antimicrobianas (*E. coli* ESBL y CP *Enterobacteriales*).
 - c. **Cumplimiento normativo:** Comparación de los resultados con los límites establecidos en la legislación vigente para identificar posibles incumplimientos y áreas de mejora.

- 3) **Análisis de muestras de especial interés por posible presencia de altos niveles de contaminación en base a los análisis rutinarios.**
 - a. **Selección de 10% de las muestras** recogidas en los muestreos rutinarios para un estudio más en profundidad de los contaminantes presentes
 - b. **Análisis de virus patógenos humanos por técnicas moleculares**
 - c. **Análisis de bacterias patógenas humanas por técnicas moleculares**
 - d. **Evaluación del resistoma de las muestras**
 - e. **Análisis de compuestos orgánicos**

Importancia del estudio

Este proyecto no solo permitirá la sectorización de la zona a estudiar sino también la identificación de los riesgos asociados a los vertidos de fangos en situaciones de emergencia, sino que también ofrecerá información clave para el desarrollo de estrategias de mitigación y adaptación. Los resultados contribuirán al diseño de políticas públicas más robustas, garantizando una gestión sostenible y conforme con los principios del enfoque de Una Sola Salud (One Health), que integra la salud humana, animal y ambiental. En resumen, la investigación propuesta aborda un problema crítico derivado de eventos extremos como la DANA, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y protección ambiental de la Comunidad Valenciana y la Unión Europea.

Metodología

- 1) **Sectorización de la zona de muestreo**



El ICMAN-CSIC, en su compromiso con la innovación y la gestión sostenible del territorio, presenta una propuesta técnica para la sectorización del Barranco del Pollo, desde Torrent hasta la Albufera, con el objetivo de facilitar y optimizar las labores de limpieza de lodos en esta zona. Este proyecto será llevado a cabo mediante la implementación de un modelo digital tridimensional (3D), generado a partir de vuelos de drones equipados con tecnología LiDAR (DJI Zenmuse L2 volado con multirrotores Matrice 300 RTK), complementado con herramientas avanzadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Estas tecnologías permiten analizar con precisión la topografía, identificar áreas críticas y delimitar sectores específicos para una intervención más eficiente.

Con esta propuesta, el ICMAN-CSIC garantiza un enfoque técnico riguroso y adaptado a las necesidades del cliente. La experiencia del equipo, combinada con el uso de herramientas de última generación, asegura resultados fiables para una planificación eficiente de los trabajos de limpieza. Este análisis detallado del Barranco del Poyo no solo facilitará la intervención inmediata, sino que también proporcionará una base de datos geoespacial valiosa para la gestión futura del área.

2) Monitorización de Parámetros de Rutina para detectar vertidos peligrosos

Recogida de las muestras:

Las muestras de lodos y agua se enviarán al IATA-CSIC y CEBAS-CSIC. En el CEBAS-CSIC se realizará el cribado de los parámetros físico-químicos incluidos en la legislación de vertidos que afecta a la zona del vertido.

Análisis físico-químico:

En colaboración con el servicio de Ionómica del CEBAS-CSIC se realizará el análisis físico-químico de las muestras de fangos y aguas según la normativa actual de vertidos. El Servicio de Ionómica es un Servicio General de Apoyo a la Investigación. El Servicio de Ionómica está funcionando desde principios de 2006. Las muestras son recibidas en el Servicio y procesadas en el menor tiempo posible y en base a los análisis solicitados.

Parámetros a monitorizar: pH, Sólidos en suspensión (mg/l), Materias sedimentables (ml/l), Sólidos gruesos, DBO5 (mg/l), DQO (mg/l), Temperatura (°C), Conductividad eléctrica a 25°C (µS/cm), Color, Aluminio (mg/l), Arsénico (mg/l), Bario(mg/l), Boro (mg/l), Cadmio (mg/l), Cromo III (mg/l), Cromo VI (mg/l), Cromo total (mg/l), Hierro (mg/l), Manganeso (mg/l), Níquel (mg/l), Mercurio (mg/l), Plomo (mg/l), Selenio(mg/l), Estaño (mg/l), Cobre (mg/l), Cinc (mg/l), Cianuros totales (mg/l), Cloruros total (mg/l), Sulfuro total (mg/l), Sulfitos (mg/l), Sulfatos (mg/l), Fluoruros (mg/l), Fósforo total (mg/l), Nitrógeno nítrico (mg/l), Nitrógeno amoniacal (mg/l), Nitrógeno Kjeldahl Total (mg/L), Aceites y grasas (mg/l),



Fenoles totales (mg/l), Aldehídos (mg/l), Detergentes (mg/l), Pesticidas (mg/l), Toxicidad (U.T.).

Además, se realizarán las medidas de salinidad, C y N solubles, C y N total, nitratos, sulfatos y cloruros, metales totales y metaloides.

Evaluación microbiológica:

Escherichia coli (*E. coli*): Método: Filtración por membrana o cultivo directo en medios selectivos, como Agar Chromocult o Agar TBX. Se cuantifican colonias características tras incubación a 37°C (24 horas).

E. coli ESBL (Productores de β -lactamasas de espectro extendido): Cultivo en medios cromogénicos selectivos (p. ej., Brilliance ESBL Agar). Se incuban muestras en presencia de antibióticos (ceftriaxona o ceftazidima) para identificar cepas resistentes, seguidas de confirmación fenotípica (pruebas de sinergia de disco).

Enterobacterales productores de carbapenemasas (CP *Enterobacterales*): Cultivo en medios selectivos suplementados con carbapenemas (p. ej., CHROMagar KPC). Identificación de colonias sospechosas mediante pruebas fenotípicas (test de Hodge modificado, CARBA NP) y confirmación molecular (PCR para genes blaKPC, blaNDM, blaOXA-48, etc.).

Bacteriófagos (Indicadores de contaminación fecal y control biológico): Método de doble capa de agar utilizando hospedadores específicos (p. ej., *E. coli* WG5 para colifagos somáticos). Las muestras se mezclan con el hospedador y se vierten en una capa de agar blando sobre una base sólida. Se cuentan placas claras (lisis) tras incubación a 37°C (24 horas), indicando los niveles de bacteriófagos.

3) Análisis detallados de muestras de especial interés

Virus patógenos humanos: Norovirus y virus hepatitis A mediante los métodos moleculares descritos en las normas ISO TS 15216-1 y ISO TS 15216-2. Paralelamente se determinarán los niveles de rotavirus humanos, virus de la hepatitis E y enterovirus mediante métodos descritos por los investigadores de referencia.

Bacterias patógenas humanas: Los métodos analíticos a utilizar serán todos basados en normas ISO o técnicas publicadas por investigadores de referencia y totalmente aceptadas para la detección y cuantificación de microorganismos patógenos: a) cuantificación de *Salmonella* spp. mediante la ISO 6579; b) cuantificación de *E. coli* patogénica mediante la ISO/TS 16649-3:2005.



Evaluación del resistoma: Se filtrarán (0,2 µm) diferentes volúmenes (40 – 800 mL) de agua y fango y se extraerá el DNA de la fracción retenida en el filtro. El DNA se secuenciará utilizando el protocolo de Oxford Nanopore para análisis metagenómico de los genes de resistencia.

Determinación compuestos orgánicos: La determinación de contaminantes orgánicos será realizada en el IDAEA. Para ello se llevarán a cabo determinaciones mediante técnicas de GC-MS-MS y LC-MS-MS para analizar diferentes familias de contaminantes. Concretamente, se propone realizar los siguientes análisis: plastificantes y retardantes de llama en 100 muestras. Además, si fuera necesario, se propone realizar determinaciones non-target mediante GC-Orbitrap-HRMS y LC-Orbitrap-HRMS para buscar compuestos "desconocidos" en 20 muestras específicas. Estos análisis son relevantes para poder determinar qué otros compuestos pueden estar presentes en los fangos.

Presupuesto Total Estimado

Para un volumen de **1000 muestras** (40 sectores de la Rambla del Poyo + 40 sectores de la Albufera, con una frecuencia de 1 muestra mensual por sector). En las que se incluyen los costes de la sectorización, monitorización de rutina, y muestras para analíticas específicas.

Este presupuesto incluye costos de materiales, mano de obra técnica, análisis fenotípicos y moleculares, así como gastos operativos asociados. Si se requiere mayor volumen de muestras o análisis adicionales, el costo puede incrementarse proporcionalmente.

- Sectorización de la zona: 10.000 € (impuestos no incluidos).
- Monitorización de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las muestras de rutina, así como el 10% de análisis específicos de las muestras: 250.000€ (impuestos no incluidos).
- Monitorización compuestos orgánicos = 60.000€ (impuestos no incluidos).

TOTAL (impuestos no incluidos): 320.000,00€