

Chapinal Cervantes, L.; Gil Martín, C.; Escudero Muñoz, C.; Mazón Ibáñez, E. Análisis de imágenes ante una catástrofe natural a diferentes escalas. El caso de la DANA en Valencia el 29 de octubre de 2024.

# Análisis de imágenes ante una catástrofe natural a diferentes escalas. El caso de la DANA en Valencia el 29 de octubre de 2024.

Chapinal Cervantes, Libertad <sup>1</sup> Gil Martín, Celia <sup>1</sup> Escudero Muñoz, Catalina <sup>1</sup> Mazón Ibáñez, Elena <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Esri España Soluciones Geoespaciales SL

ORCID: Chapinal Cervantes [0009-0001-6120-7596](https://orcid.org/0009-0001-6120-7596) Gil Martín [0009-0005-9821-6137](https://orcid.org/0009-0005-9821-6137) Escudero Muñoz [0009-0005-8454-1609](https://orcid.org/0009-0005-8454-1609)

Correspondencia: [libertad.chapinal@esri.es](mailto:libertad.chapinal@esri.es) [celia.gil@esri.es](mailto:celia.gil@esri.es) [catalina.escudero@esri.es](mailto:catalina.escudero@esri.es) [elena.mazon@esri.es](mailto:elena.mazon@esri.es)

## RESUMEN

Las inundaciones son uno de los desastres naturales con mayor impacto humano y económico a escala global. En este contexto, la Observación de la Tierra y los Sistemas de Información Geográfica son herramientas clave para la monitorización de eventos extremos, evaluación de impactos y apoyo a la gestión de emergencias. En este trabajo se presenta un enfoque multiescalar para el análisis de inundaciones, aplicado al episodio de Depresión Aislada en Niveles Altos ocurrido en la provincia de Valencia (España) en octubre de 2024. En este estudio se combinan imágenes satelitales Sentinel-2 Level-2A de resolución media con imágenes de vehículos aéreos no tripulados (UAVs) de muy alta resolución (3.9cm), tomando como referencia la delimitación oficial de áreas inundadas proporcionada por el Copernicus Emergency Management Service. A escala global, se accedió a imágenes de Sentinel-2A mediante el estándar abierto STAC a través del software ArcGIS Pro y fueron analizadas mediante el índice multispectral MNDWI. A escala local, se emplearon técnicas de inteligencia artificial sobre imágenes de drones para la detección de obstáculos en la vía pública, utilizando el modelo pre-entrenado TextSAM y un modelo refinado basado en SAMLoRA. Los resultados evidencian que la integración de datos multiescales, estándares abiertos e inteligencia artificial reducen significativamente los tiempos de obtención de datos para la evaluación de daños y el soporte en la toma de decisiones ante situaciones de emergencia.



**Palabras clave:** *Imágenes satelitales, drones, ArcGIS Pro, Inteligencia artificial, STAC*


Fecha de recepción: 17 febrero 2026 · Fecha de aceptación: 17 febrero 2026

# Análisis de imágenes ante una catástrofe natural a diferentes escalas. El caso de la DANA en Valencia el 29 de octubre de 2024.

Chapinal Cervantes, Libertad <sup>(1)</sup>, Gil Martín, Celia <sup>(1)</sup>, Escudero Muñoz, Catalina <sup>(1)</sup>, Mazón Ibáñez, Elena <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Esri España Soluciones Geoespaciales SL.

 0009-0001-6120-7596, libertad.chapinal@esri.es ;  0009-0005-9821-6137, celia.gil@esri.es.

 0009-0005-8454-1609, catalina.escudero@esri.es ; elena.mazon@esri.es.

**Resumen:** Las inundaciones son uno de los desastres naturales con mayor impacto humano y económico a escala global. En este contexto, la Observación de la Tierra y los Sistemas de Información Geográfica son herramientas clave para la monitorización de eventos extremos, evaluación de impactos y apoyo a la gestión de emergencias. En este trabajo se presenta un enfoque multiescalar para el análisis de inundaciones, aplicado al episodio de Depresión Aislada en Niveles Altos ocurrido en la provincia de Valencia (España) en octubre de 2024. En este estudio se combinan imágenes satelitales Sentinel-2 Level-2A de resolución media con imágenes de vehículos aéreos no tripulados (UAVs) de muy alta resolución (3.9cm), tomando como referencia la delimitación oficial de áreas inundadas proporcionada por el Copernicus Emergency Management Service. A escala global, se accedió a imágenes de Sentinel-2A mediante el estándar abierto STAC a través del software ArcGIS Pro y fueron analizadas mediante el índice multispectral MNDWI. A escala local, se emplearon técnicas de inteligencia artificial sobre imágenes de drones para la detección de obstáculos en la vía pública, utilizando el modelo pre-entrenado TextSAM y un modelo refinado basado en SAMLoRA. Los resultados evidencian que la integración de datos multiescales, estándares abiertos e inteligencia artificial **reducen significativamente los tiempos de obtención de datos** para la evaluación de daños y el soporte en la toma de decisiones ante situaciones de emergencia.

**Palabras clave:** Imágenes satelitales, drones, ArcGIS Pro, Inteligencia artificial, STAC.

## ***Analysis of imagery in response to a natural disaster at multiple scales: the case of the DANA in Valencia on October 29, 2024.***

**Abstract:** Floods are among the natural disasters with the greatest human and economic impact globally. In this context, Earth Observation and Geographic Information Systems are key tools for monitoring extreme events, assessing impacts, and supporting emergency management. This study presents a multiscale approach for flood analysis, applied to the cut-off low (DANA) event that occurred in the province of Valencia, Spain, in October 2024. Medium-resolution Sentinel-2 Level-2A satellite imagery was combined with very high-resolution unmanned aerial vehicle (UAV) imagery (3.9 cm), using the official flood extent delineation provided by the Copernicus Emergency Management Service as a reference. At the global scale, Sentinel-2A imagery was accessed through the open STAC standard via ArcGIS Pro and analyzed using the MNDWI multispectral index. At the local scale, artificial intelligence techniques were applied to drone imagery for obstacle detection on public roads, using the pre-trained TextSAM model and a refined model based on SAMLoRA. The results show that the integration of multiscale data, open standards, and artificial intelligence significantly reduces the time required for data acquisition, damage assessment, and decision support in emergency situations.

**Keywords:** Satellite images, drones, ArcGIS Pro, Artificial intelligence, STAC.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las inundaciones son los desastres naturales más catastróficos y que afectan a numerosas regiones cada año. Según los datos de World Meteorological

Organization (2026), se estima que entre 1994 y 2013 se vieron afectadas 2,5 billones de personas y causaron una pérdida económica de unos 40 billones de dólares anuales. Además, el número de personas que viven en áreas potencialmente inundables está aumentando

(Jongman, 2021).

Los datos satelitales proporcionan información clave para el conocimiento de la Tierra y son imprescindible en casos de inundaciones y otros fenómenos naturales (Rolla *et al.*, 2025). Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) son imprescindibles para la aplicación de enfoques multiescalares de la Observación de la Tierra. El enfoque de múltiples escalas permite integrar datos espaciales y temporales que abarcan desde la escala local hasta la global. Además, gracias a programas como Copernicus, tenemos una gran disponibilidad de conjuntos de datos globales. El panorama de la observación de la Tierra a macro escala es prometedor, ya que, aspectos y programas de observación a nivel nacional y europeo, como la Constelación Atlántica y los nuevos actores del New Space, entre otros, permitirán que dispongamos de datos cada vez más precisos y frecuentes. Estos datos a gran escala se complementan con los obtenidos a menor escala como los vehículos aéreos no tripulados (UAVs), las plataformas de gran altitud (HAPs) o sensores terrestres que están permitiendo contar con datos de resolución centimétrica, desbloqueando así nuevos casos de uso como la respuesta en tiempo real ante situaciones de emergencia (Román *et al.*, 2025).

El objetivo de este estudio es plantear un análisis multiescalar utilizando imágenes con diferentes resoluciones. Concretamente, análisis multiespectral para ver las zonas más afectadas y la utilización de modelos de inteligencia artificial para detectar obstáculos en las vías públicas.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

El presente estudio se centra en la provincia de Valencia, España, con especial atención a las zonas afectadas por las inundaciones asociadas a la Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) ocurrida el 29 de octubre de 2024. Según los datos oficiales del Copernicus Emergency Management Service (CEMS), esta DANA impactó directamente en más de 4.100 hectáreas en l'Horta Sud y ocasionó daños en 3.906 edificaciones, afectando potencialmente a más de 60.000 personas en la región. La delimitación espacial de estas áreas inundadas se realizó mediante la integración de datos de proveedores públicos y privados, empleando principalmente imágenes satelitales de Sentinel-2, y constituye la referencia oficial para cualquier análisis de impactos y planificación de medidas de respuesta.

Asimismo, para poder definir las áreas más afectadas y, por tanto, prioritarias para llevar a cabo labores de socorro se necesitaban imágenes con mayor resolución espacial. La Policía Municipal de Madrid y la Unidad Militar de Emergencias (UME) colaboraron en la adquisición y procesamiento de imágenes de UAV de una población de la zona afectada, en concreto Paiporta, a partir de ahora AOI (Area Of Interest).

### 2.2. Datos

Las imágenes satelitales, junto a los avances en estándares abiertos como STAC (SpatioTemporal Asset Catalog), son un recurso esencial para el análisis de fenómenos naturales. El estándar STAC es especialmente relevante ya que permite explorar las imágenes y escenas individuales, así como sus archivos asociados en un modelo uniforme, facilitando las búsquedas por área de interés, fecha, parámetros espectrales y demás criterios (Wei, *et al.*, 2021). El uso de este estándar está cada vez más extendido y herramientas de análisis como ArcGIS permiten una conexión a ellos de una forma sencilla. Concretamente, para este estudio utilizamos esta conexión a los datos Sentinel-2 Level-2A con el software ArcGIS Pro (versión 3.6) para obtener las imágenes con menor nubosidad antes y después de la DANA.

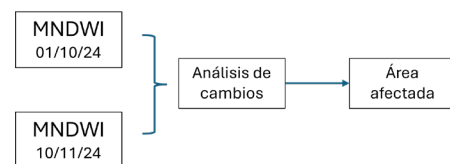
Las imágenes óptimas multiespectrales del satélite Sentinel-2 son una herramienta fundamental para la monitorización, evaluación y gestión del riesgo. Especialmente en las inundaciones asociadas a episodios de DANA ya que generan impactos severos, repentinos y a gran escala.

Las imágenes de Sentinel-2 tienen una alta resolución lo que permite visualizar los cambios en el territorio que sucedieron como la anegación completa de zonas como La Albufera e inundaciones en áreas rurales, urbanas y agrícolas. Junto a ellas, se ha utilizado el ortomosaico verdadero resultado del procesamiento fotogramétrico de las imágenes provenientes de un vuelo de UAV realizado el 8 de noviembre de 2024, que tienen una resolución de 3,9 cm sobre el AOI.

### 2.3. Metodología

El análisis llevado a cabo incluye diferentes metodologías al trabajar con imágenes de distintas resoluciones.

Para el análisis a menor escala, utilizamos imágenes de Sentinel-2 obtenidas gracias al protocolo de STAC en ArcGIS Pro a través de código. Sobre ellas se aplicaron índices multiespectrales como el MNDWI (Modified Normalized Difference Water Index) (Xu, 2006) para obtener la huella de la inundación provocada por la DANA utilizando ArcPy. Además, para conocer más en detalle el impacto producido, se utilizaron algoritmos de detección de cambios (Figura 1).



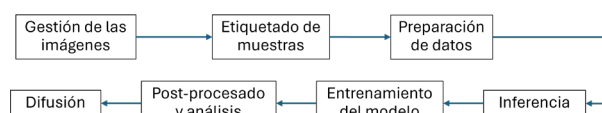
**Figura 1.** Flujo de trabajo esquematizado utilizado para obtener la huella de la inundación con el índice MNDWI.

El índice MNDWI (Eq.1) nos permite detectar cuerpos de agua y minimizar la confusión espectral con superficies urbanas, vegetación y suelos húmedos en contextos complejos.

$$MNDWI = \frac{GREEN - SWIR1}{GREEN + SWIR1} \quad (1)$$

Para el análisis a mayor escala se utilizaron imágenes de UAV de mayor resolución espacial y se analizaron utilizando modelos de inteligencia artificial. Uno de los modelos utilizados fue el **modelo pre-entrenado Text SAM** (Zhang *et al.*, 2023) disponible en ArcGIS Living Atlas of the World. Los modelos pre-entrenados son modelos listos para usar ya que han sido entrenados previamente. El uso de estos permite acelerar los flujos de trabajo al eliminar el tiempo de entrenamiento, la necesidad de disponer de imágenes etiquetadas y hardware avanzado para entrenar el modelo (Varela *et al.*, 2025). El modelo de Text SAM utilizado es un modelo de aprendizaje profundo de visión-lenguaje que permite la detección y segmentación de objetos utilizando texto, permitiendo la extracción de elementos de las imágenes sin clases predefinidas. Esto es posible gracias a la combinación de las capacidades de GroundingDINO (Liu *et al.*, 2023) y Segment Anything Model (SAM) (Kirillov *et al.*, 2023).

Los resultados obtenidos fueron completos en determinadas zonas del AOI, sin embargo, en las calles donde los montones de escombros eran más grandes, el modelo no detectaba correctamente todos los escombros. Ante esta situación, se decidió entrenar un **modelo específico de detección de escombros** utilizando un modelo funcional y los resultados obtenidos del modelo pre-entrenado TextSAM (Figura 2). Los modelos fundacionales son modelos de inteligencia artificial entrenados con conjuntos de datos masivos que permiten la creación de modelos específicos para realizar una gran variedad de tareas y sin necesidad de un hardware muy potente. En este análisis se utilizó el **modelo fundacional SAMLoRA** (Zhang & Liu, 2023) y las imágenes de escombros obtenidas del modelo pre-entrenado TextSAM, concretamente, 98 muestras de escombros.



**Figura 2.** Flujo de trabajo esquematizado para el re-entrenamiento del modelo SAMLoRA.

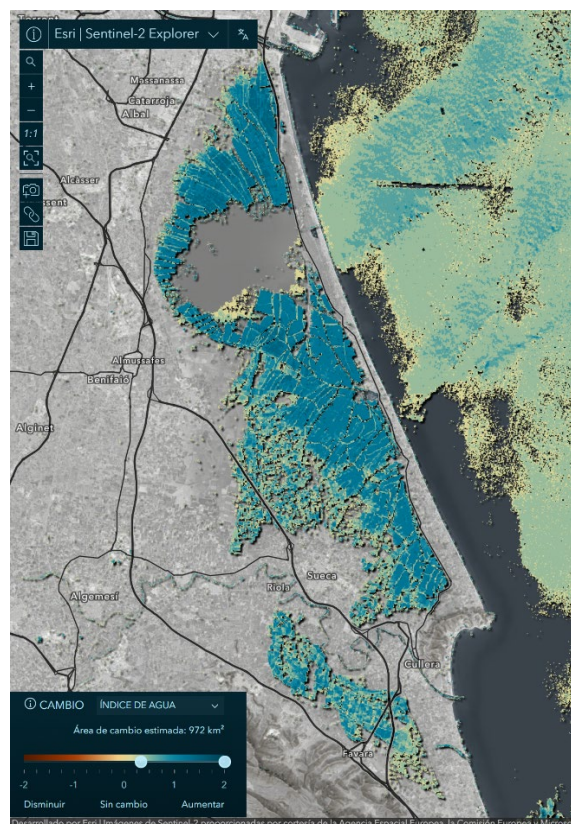
Los resultados finales del análisis a esta escala fueron la conjunción de ambos procesos de forma que, la detección completa de todos los objetos que obstaculizaban las calles se realizó en varios pasos combinando tareas de Deep learning. Posteriormente se realizaron análisis espaciales SIG para la depuración de los resultados.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Cambios en los índices multispectrales

El análisis utilizando imágenes satelitales de Sentinel-2 permite conocer cuáles han sido las áreas afectadas por la inundación provocada por la DANA el 29 de octubre de 2024. Gracias a la diferencia de valores en el índice

MNDWI podemos delimitar la zona afectada. Para automatizar el proceso se compararon ambos índices con la herramienta de detección de cambios entre las dos fechas. La figura 3 muestra el resultado obtenido, el azul más intenso representa la mayor diferencia del índice entre ambos escenarios.



**Figura 3.** Resultado de la comparación del índice MNDWI entre 01/10/2024 y 10/11/2024.

#### 3.2. Detección de obstáculos en las vías públicas con modelos de inteligencia artificial

Con el uso del modelo pre-entrenado de TextSAM de ArcGIS Living Atlas of the World se pudieron delimitar objetos como coches, escombros y camiones en el ortomosaico del AOI con resolución de 3.9 cm. El resultado cuantitativo de esta clasificación fue de aproximadamente 4.000 objetos detectados dentro del área de estudio en cuestión de minutos (Figura 4).



**Figura 4.** Muestra de los resultados obtenidos a partir de la ejecución del modelo pre-entrenado TextSAM.

