



# MINIPROYECTOVD

Visualización de datos – 2024/25

Miguel Royo Segarra, Mónica Linde Bolta, Sheida Zolfaghari,  
Iker Cuadros Ruiz y Carolina Martínez Escamilla

## Índice

1.	Introducción	2
2.	Metodología	3
2.1.	Análisis exploratorio de los datos	3
2.2.	Preprocesado de Datos	5
2.3.	Preprocesado de la información geográfica	5
2.4.	Elección de gráficas para los distintos tipos de datos	5
2.5.	Diseño del mapa e interactividad	10
2.6.	Diseño del cuadro de mandos	12
2.7.	Implementación	13
3.	Resultados	14
4.	Discusión	15
5.	Conclusiones	17
6.	Referencias	17

# 1. Introducción

La DANA que impactó la Comunidad valenciana en noviembre de 2024 fue uno de los eventos hidrometeorológicos más severos de la última década, dejando a su paso importantes incidencias, afectando infraestructuras críticas, y sobre la población general. Las intensas precipitaciones, que superaron los 200 mm en menos de 24 horas en algunas zonas, generaron inundaciones generalizadas que comprometieron especialmente centros educativos, edificaciones residenciales y las vías de comunicación, interrumpiendo servicios esenciales y exponiendo deficiencias en los sistemas de drenaje y gestión de emergencias.

En un escenario marcado por la intensificación de eventos climáticos adversos, consecuencia directa del cambio climático, resulta esencial el desarrollo de herramientas y metodologías precisas para cuantificar y prever riesgos en los territorios más vulnerables.

Estudios previos sobre eventos similares, como la DANA de 2019, destacan la importancia de herramientas geoespaciales (QGIS, Leaflet), que nos servirán para identificar patrones espaciales claros, donde las zonas de menor altitud y adyacentes a cauces fluviales presentan mayor vulnerabilidad, y que los datos sean abiertos para evaluar daños y planificar respuestas eficaces.

Este trabajo está enfocado en los centros docentes afectados por la Dana. Los resultados permitirán cuantificar el número de centros educativos afectados por las inundaciones, identificando su distribución espacial y grado de exposición. Este estudio también podría servir para identificar o establecer un ranking de prioridades de intervención basado en criterios de vulnerabilidad social.

## 2. Metodología

### 2.1. Análisis exploratorio de los datos

Para la realización del análisis exploratorio se han empleado varios conjuntos de datos complementarios, cada uno con características específicas que han permitido abordar diferentes aspectos del estudio y del desarrollo de la aplicación web. La combinación de estas fuentes ha sido fundamental para obtener una visión integral del fenómeno analizado, tanto desde el punto de vista espacial como temático. Asimismo, la diversidad de formatos y procedencias de los datos ha requerido un trabajo previo de integración, depuración y armonización, con el fin de garantizar la coherencia y la calidad de los resultados obtenidos.

A continuación, se detallan los conjuntos de datos utilizados, junto con sus principales características y el papel que han desempeñado dentro del análisis.

#### **Conjunto de Datos 1:** *centros-educacion-por-nivel.gpkg*

- **Fuente:** Servicio de Régimen Jurídico, Económico y Administrativo de Centros Públicos, Conselleria de Educación, Universidades y Empleo – Generalitat Valenciana.
- **Fecha de obtención:** 16/04/2025
- **Formato:** GeoPackage (.gpkg)
- **Dimensiones:** 3850 registros y 29 variables.

#### **Descripción:**

Esta capa contiene la ubicación geográfica e información asociada de los centros docentes de la Comunidad Valenciana. Se incluyen los centros de bachillerato, ciclos formativos, centros de educación de adultos, de educación especial, de infantil primer y segundo ciclo, de primaria, de secundaria obligatoria, centros de enseñanzas elementales y profesionales de danza y música, centros de estudios superiores de danza y música, y centros de idiomas.

#### **Variables clave:**

- **codcen:** Código único para cada centro.
- **dlibre:** Nombre del centro.
- **dirección:** Dirección donde se ubica el centro.
- **comarca:** Nombre de la comarca en la que se sitúa el centro.
- **provincia:** Nombre de la provincia en la que se sitúa el centro.
- **afectados:** Indica si el centro fue afectado por el paso de la DANA.
  - o Esta variable toma uno de los siguientes valores: 1 (afectado) o 0 (no afectado).
  - o No está incluida en el archivo original descargado, sino que ha sido incorporada a partir de un trabajo de investigación complementario realizado sobre los centros.

#### **Conjunto de Datos 2:** *DANA2024.ZonasInundadas.HuellaInundacion*

- **Fuente:** Institut Cartogràfic Valencià (ICV)

- **Fecha de acceso:** 16/04/2025
- **Formato:** Servicio WMS (Web Map Service)
- **Cobertura espacial:** Comunidad Valenciana

**Descripción:**

Esta capa, obtenida a través de un servicio WMS publicado por el Institut Cartogràfic Valencià, representa la huella de inundación generada por el episodio de la DANA de 2024 en la Comunidad Valenciana. La información proporcionada permite visualizar de forma precisa las zonas que resultaron afectadas por el evento, basada en análisis geoespaciales y observación posterior a la emergencia.

**Uso en el proyecto:**

La capa fue utilizada como referencia geográfica principal para identificar las áreas potencialmente afectadas por la inundación. Se superpuso con los datos de centros educativos a fin de evaluar la exposición y el impacto sobre la infraestructura educativa de la región.

**Observaciones:**

Dado que se trata de un servicio en línea, la visualización depende de la disponibilidad del servidor y puede estar sujeta a actualizaciones por parte del proveedor. Para este análisis, la información se consultó y utilizó tal como se encontraba publicada en la fecha mencionada.

## 2.2. Preprocesado de Datos

El punto de partida fue un catálogo completo de todos los centros docentes de la Comunidad Valenciana. Sin embargo, dado que nuestro análisis se centraba exclusivamente en la provincia de Valencia, el primer paso consistió en aislar únicamente los colegios ubicados dentro de esos límites territoriales. Para ello, utilizamos R con el paquete `tidyverse`, lo que nos permitió filtrar de manera ágil y reproducible el conjunto original, obteniendo así un primer `DataFrame` con los colegios de la provincia de Valencia.

A partir de ese subconjunto, abordamos la identificación de los centros afectados por la DANA. El proceso fue una combinación de SIG y scripting, pero dado que los datos no estaban georreferenciados y solo contábamos con un WMS, las selecciones para aplicar el algoritmo de Python fueron realizadas manualmente, teniendo en cuenta la marca de agua de la inundación. Primero, cargamos la huella de inundación y los puntos de los centros en QGIS. Luego, ejecutamos un pequeño script en Python dentro de QGIS para detectar qué puntos caían dentro del polígono de la inundación. Los identificadores únicos de esos colegios (campo `codcen`) se volcaron en un vector en R, y sobre esa lista aplicamos de nuevo un filtro en el `dataframe` original, creando una nueva columna lógica, `afectados`, que toma el valor 1 para los centros incluidos en la huella y 0 para el resto.

Finalmente, revisamos la variable categórica que describe el tipo de centro (`dgenerica_cas`), que contenía decenas de valores muy similares entre sí. Para simplificar el análisis, agrupamos manualmente aquellas etiquetas relacionadas con la etapa infantil y primaria bajo la categoría "infantil" (por ejemplo, "COLEGIO DE EDUCACIÓN INFANTIL Y PRIMARIA", "CENTRO PRIVADO DE EDUCACIÓN INFANTIL" o "COLEGIO RURAL AGRUPADO"). Este paso nos permitió reducir la complejidad de la variable y facilitar tanto la interpretación de los resultados como la representación cartográfica posterior.

## 2.3. Preprocesado de la información geográfica

El preprocesado de los datos espaciales se realizó usando las herramientas QGIS y R: inicialmente en QGIS se validó la calidad de los datos, verificando su topología, alineación con capas base antes de ponerlos en la página web y trabajar con `shiny` en R.

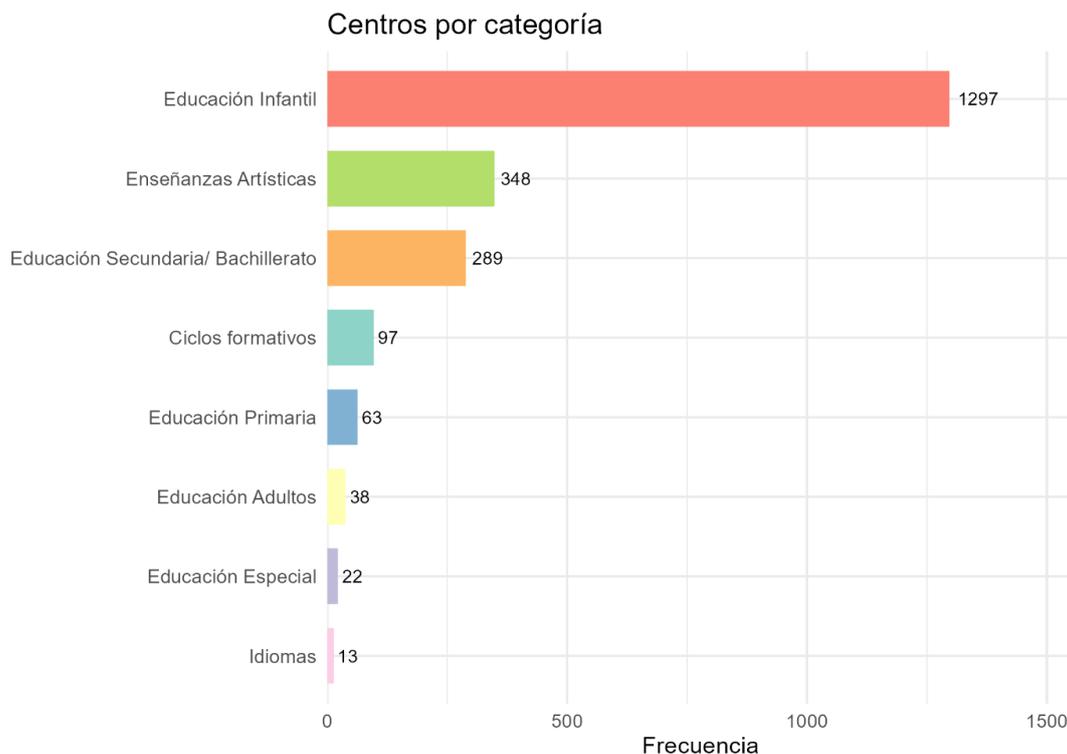
En R hemos cambiado el SRC de los datos de los colegios al sistema de referencia 4326, ya que es el estándar obligatorio en R para visualización con **Leaflet/Shiny** porque esta librería utiliza internamente **Leaflet.js**, que solo acepta coordenadas en latitud/longitud (grados decimales) para alinearse con los mapas base web que hemos usado.

## 2.4. Elección de gráficas para los distintos tipos de datos

Para representar de forma clara los distintos aspectos que hemos analizado hemos utilizado distintos tipos de gráficos en función de los tipos de variables. Las visualizaciones las hemos hecho utilizando las librerías `ggplot2` y `plotly` para incluir interactividad en alguno de los gráficos.

### a) Distribución de centros por nivel educativo.

Hemos querido representar la cantidad de colegios según el nivel educativo que ofrecen que han sido afectados. Para ello, hemos usado un gráfico de barras horizontales tras haber simplificado y agrupado las categorías de dichos colegios en una nueva variable que hemos llamado "nivel\_educativo". Esta visualización nos permite la comparación entre las distintas categorías y a su vez saber la cantidad exacta de cada una de las categorías.

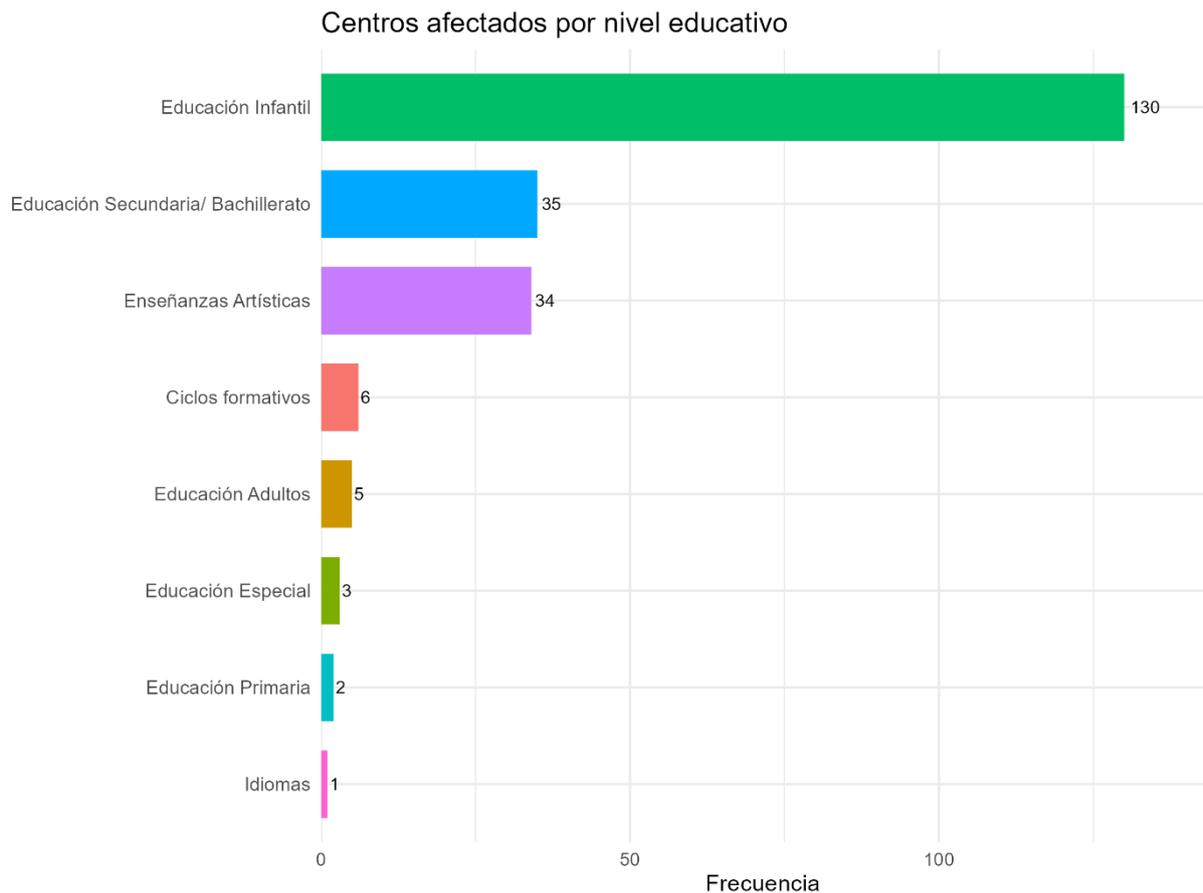


Como podemos ver, las tres categorías con más centros son los de educación infantil, enseñanzas artísticas y los de educación secundarias. Por otro lado, los que menos cantidad de centros tienen son los centros de idiomas, los de educación especial y los centros de educación de adultos.

Cabría esperar que hubiera más centros afectados de educación infantil que de centros de idiomas por volumen, por ello hemos querido hacer un gráfico de los centros afectados y otro comparando ambos.

### b) Centros afectados por nivel educativo.

Como hemos comentado anteriormente queríamos crear un gráfico que muestre únicamente los centros afectados divididos por su nivel educativo. Esto nos permitirá identificar qué tipo de centros han resultado más vulnerables ante la DANA.



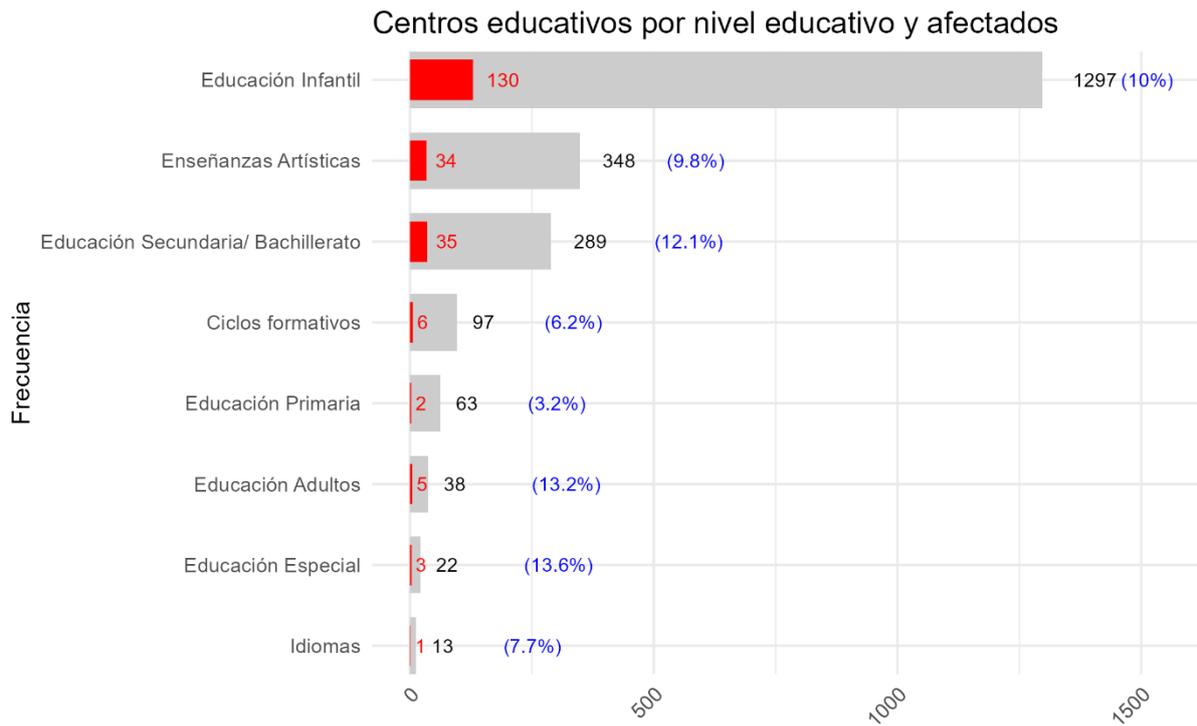
Como habíamos esperado, hay más centros afectados en las categorías que en total tienen más centros.

También podemos apreciar que los centros de secundaria y bachillerato y los de enseñanzas artísticas han tenido más o menos los mismos centros afectados cuando difieren bastante en número total de centros.

### **c) Centros afectados por nivel educativo (afectados, totales y porcentaje)**

Hemos querido presentar los centros educativos clasificados por nivel educativo, mostrando tanto el número total de centros como aquellos que se encuentran afectados. La visualización se realiza de forma horizontal, donde las barras grises representan el número total de centros y las barras rojas indican los centros afectados.

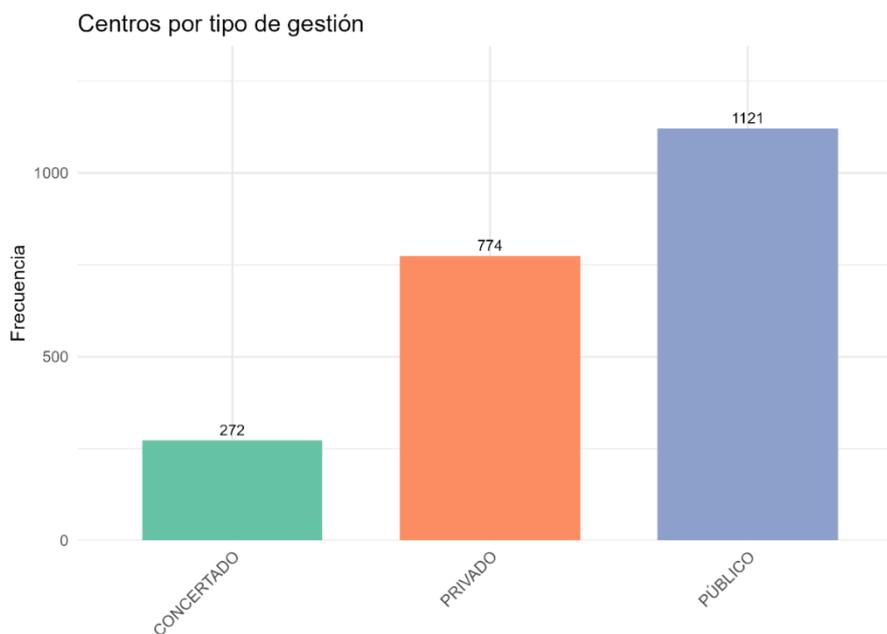
Además, se muestra el porcentaje de centros afectados sobre el total para cada categoría, lo cual permite una mejor comprensión de la magnitud del impacto en cada nivel educativo. Esta información es útil para observar tanto el total de centros como la proporción de los afectados en relación con el total.



Como vemos hemos compactados dos gráficos en uno y la información se entiende mucho mejor.

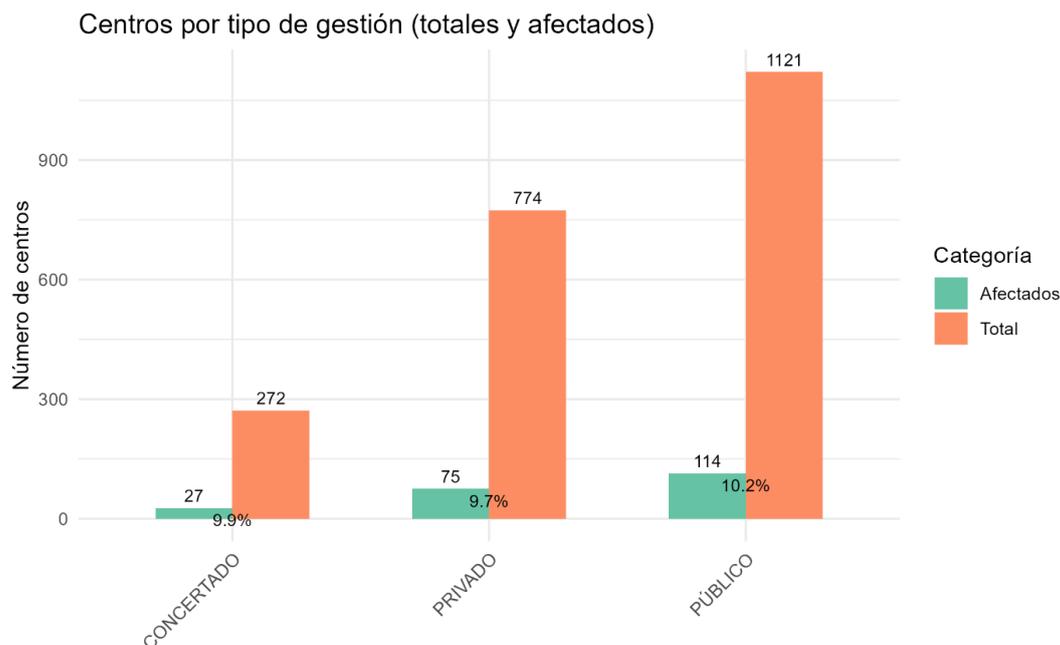
#### d) Distribución de centros por tipo de gestión.

Hemos visto de relevancia visualizar el número de centros según su gestión ya sea público, privado o concertado. Para ello hemos usado también un gráfico de barras en este caso verticales para poder comparar directamente el número de centros de cada categoría. Además, hemos seleccionado cada categoría con un color



### e) Centros afectados por tipo de gestión.

Hemos creado un gráfico de los centros afectados por tipo de gestión. Hemos añadido al gráfico anterior una barra que representa los afectados y el porcentaje total de afectados para cada tipo de gestión.

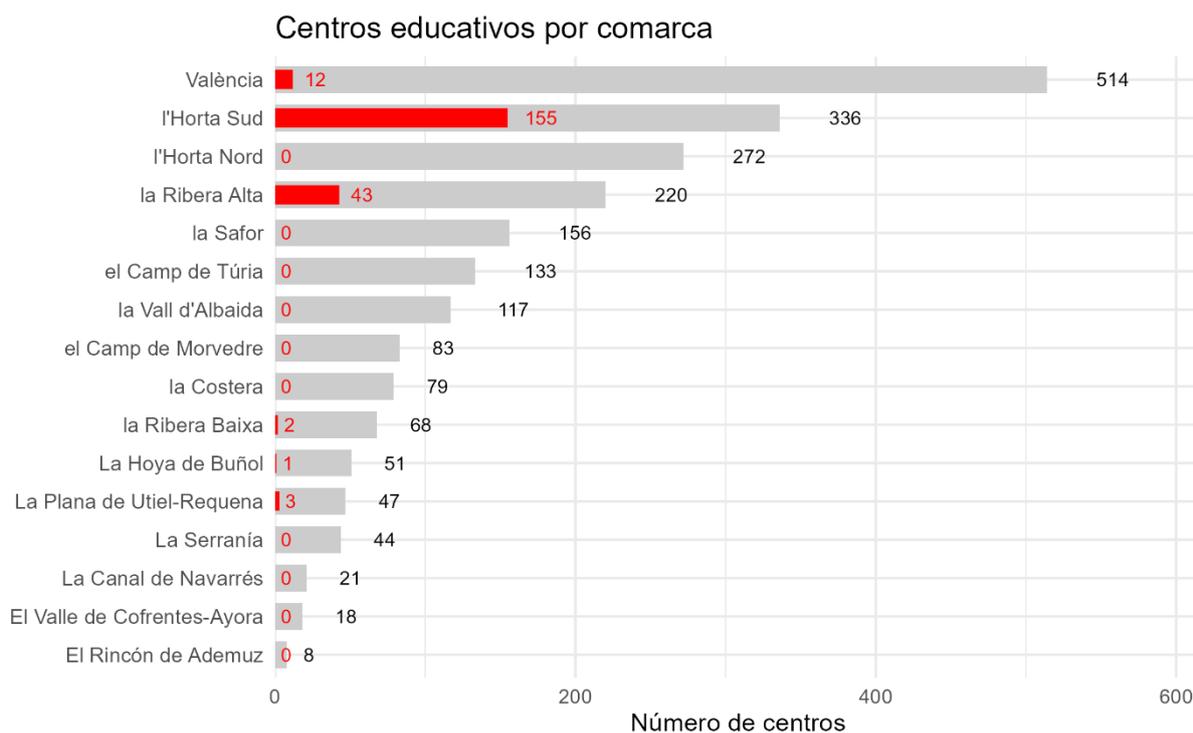


Como vemos todos los tipos de centros tienen alrededor de un 10% de su total afectado, lo que nos hace pensar bastante porque la distancia en totales de públicos a concertados por ejemplo es muy grande.

### f) Gráfica con los centros afectados por comarca

Hemos utilizado un gráfico combinado de barras superpuestas para realizar una comparación entre el total de centros y los centros afectados por comarca. En este gráfico, los centros totales están representados en gris claro, mientras que los centros afectados se muestran en rojo. Esta visualización facilita la comparación del grado de afectación relativo en cada comarca, y hemos añadido etiquetas con los valores absolutos para una mayor claridad. Además, hemos incorporado interactividad mediante plotly, lo que permite al usuario explorar los datos de forma dinámica.

En este documento no se puede hacer uso de la interactividad, en cambio en la web se podrá hacer uso de esta herramienta.



Con este gráfico nos podemos hacer una idea global de que la comarca más afectada ha sido l'Horta Sud seguida de la ribera alta.

## 2.5. Diseño del mapa e interactividad

Uno de los elementos más cuidados de todo el proyecto ha sido el diseño del mapa interactivo. Desde el principio, la idea era clara: ofrecer algo más que un simple visor de datos. Queríamos crear una herramienta que fuese visualmente comprensible, pero también funcional, intuitiva y, por qué no decirlo, atractiva para quien la usara. El mapa no solo tenía que mostrar dónde están los centros educativos, sino permitir explorar cómo se relacionan con su entorno, tanto físico como administrativo.

El punto de partida fue la cartografía base. Elegimos OpenStreetMap por una razón bastante sencilla: funciona bien, carga rápido y muestra justo lo necesario sin sobrecargar la vista. Además, su diseño neutro hace que las capas superpuestas —que sí contienen los datos realmente importantes para el proyecto— se destaquen sin esfuerzo.

Desde el primer momento en que se abre la aplicación, el mapa está centrado en la provincia de Valencia. Esto no es casualidad. Todo el análisis está enfocado en ese ámbito territorial, así que tenía sentido empezar directamente allí, con un nivel de zoom lo suficientemente amplio como para ver tanto el interior como la costa.

A partir de ahí, lo interesante empieza con las capas. Cada una tiene su propio propósito. Los colegios —quizás la más evidente— aparecen como puntos. Pero no son simples puntos; al hacer clic en ellos, se abre una pequeña ventana con información útil sobre el centro educativo: nombre del centro, localidad, tipo de enseñanza... Lo justo para tener contexto sin saturar.

Y, por supuesto, la capa de riesgo de inundación. Aquí entramos de lleno en el terreno de la vulnerabilidad territorial. Esta capa muestra las zonas que, según el plan PATRICOVA, han

sido identificadas como potencialmente afectadas por inundaciones. Su valor radica en que permite, de un solo vistazo, detectar si algún centro educativo está ubicado en una zona comprometida. Las áreas de riesgo aparecen coloreadas en azul, un tono elegido no por casualidad, sino porque el cerebro humano asocia automáticamente ese color con el agua. Esta elección visual, sencilla pero efectiva, hace que la interpretación del mapa sea clara e intuitiva.

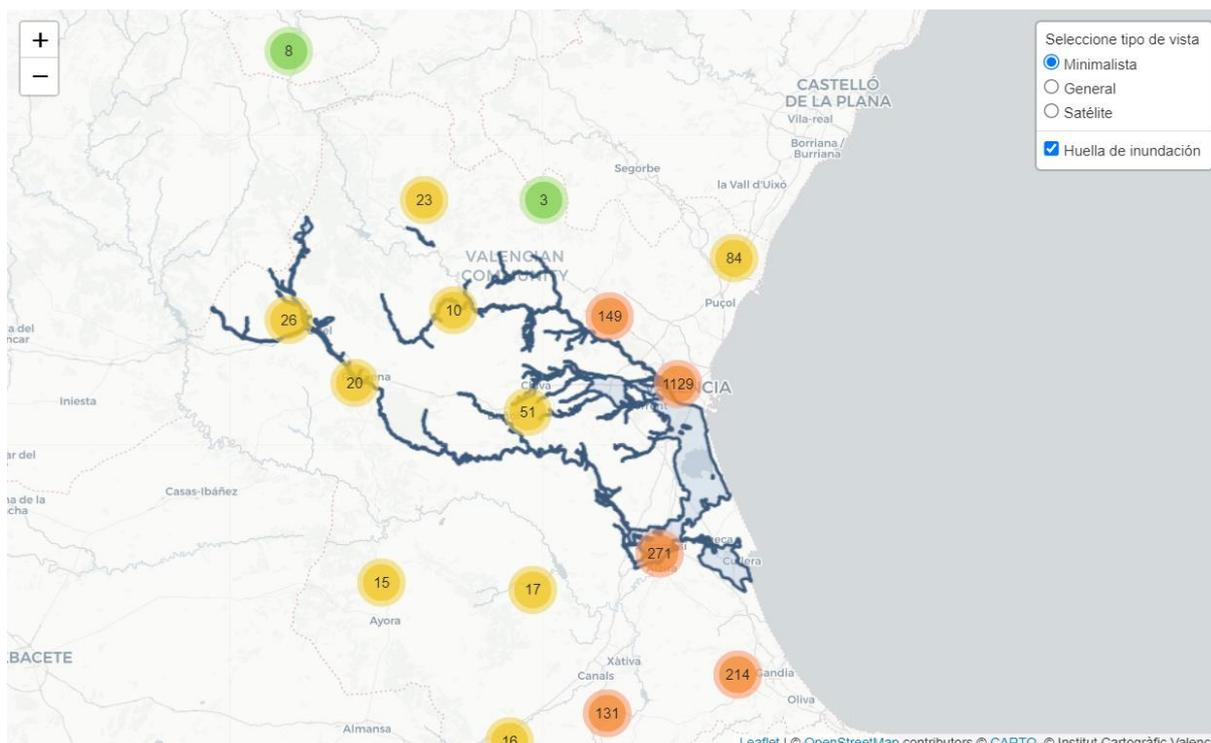
En cuanto a la experiencia de uso, el mapa responde bien. Se puede mover, acercar, alejar... todo de forma fluida. El usuario puede elegir qué capas quiere ver o esconder, dependiendo de lo que le interese analizar. Si el usuario desea visualizar únicamente los centros educativos, puede hacerlo sin dificultad. Lo mismo ocurre si prefiere centrarse exclusivamente en las zonas de riesgo de inundación. Incluso es posible superponer todas las capas al mismo tiempo para obtener una visión más completa del territorio. En todos los casos, el sistema responde de forma fluida, sin comprometer la experiencia de uso.

Uno de los aspectos que se ha cuidado con especial atención ha sido la simbología del visor. Cada capa cuenta con un estilo visual diferenciado, tanto en color como en forma y trazo, lo que facilita enormemente la lectura del mapa, especialmente cuando se superponen múltiples capas de información. Este diseño no solo mejora la claridad visual, sino que también reduce la carga cognitiva del usuario, permitiéndole identificar con rapidez el tipo de información representada.

Además, para optimizar la visualización de los centros educativos —especialmente en zonas con alta densidad, como los núcleos urbanos— se ha implementado un sistema de agrupación de puntos (*marker clustering*), que permite representar varios centros próximos mediante un único marcador agrupado. Gracias a esta solución, el mapa mantiene su legibilidad incluso cuando el número de elementos mostrados es elevado, y el usuario puede ampliar la vista para desagrupar los marcadores y acceder a la información individual de cada centro.

Todo el sistema se ha desarrollado con una estructura modular, lo que garantiza su escalabilidad. Añadir nuevas capas, filtros o funcionalidades sería técnicamente sencillo si el proyecto se expandiese en el futuro.

En definitiva, el mapa no es solo un complemento visual del análisis: es el centro desde el que se articula toda la narrativa espacial del proyecto. No muestra únicamente “dónde están las cosas”, sino que permite empezar a entender el “por qué están donde están” y qué implicaciones puede tener eso, especialmente cuando hablamos de educación y territorio.



**Figura 1.** Visor cartográfico interactivo con agrupación de centros educativos mediante clustering y superposición de la huella de inundación en la provincia de Valencia.

## 2.6. Diseño del cuadro de mandos

El cuadro de mandos ha sido diseñado utilizando la librería “Shiny”, que permite crear aplicaciones web interactivos desde web desde R. Su estructura se ha actualizado mediante una interfaz con pestañas (tabsetPanel y navbarPage) para separar los distintos bloques de información, facilitando la navegación del usuario y manteniendo una interfaz limpia y clara.

### Estructura de cuadro de mandos:

#### 1- Pestaña: Mapa de colegios

Esta pestaña contiene un mapa interactivo hecho con la librería “leaflet”, donde se visualizan los centros educativos sobre distintas bases cartográficas (base minimalista, vista general, vista satélite). Además, se superpone una capa de huella de inundación obtenida desde su servicio WMS del Instituto Cartogràfic Valencià que nos permite identificar visualmente los centros afectados.

La pestana contiene un panel con filtros:

- Filtro por comarca
- Filtro por nivel educativo
- Filtro por tipo de gestión
- Filtro por estado de afectación
- Botón de reestablecer filtros

Estos filtros están conectados mediante expresiones reactivas, permitiendo que el mapa se actualice en función de la selección del usuario.

## 2- Pestaña: Gráfico por comarcas

Contiene un gráfico interactivo usando “Plotly” que permite comparar el número de centros afectados y no afectados por comarca. También incluye:

- Filtro para seleccionar una comarca específica
- Checkbox para mostrar solo afectados, no afectados, o ambos.
- Una opción para ordenar las barras según el número de afectados.

## 3- Pestaña: Gráfico (tipo colegio)

Esta pestaña permite comparar las categorías de centros educativos o tipos de gestión, distinguiendo afectados y no afectados. Además, contiene:

- Un selector para elegir el tipo de variable a representar (nivel educativo o tipo de gestión)
- Checkbox para mostrar afectados, no afectados, o ambos.

El gráfico también está generado usando “Plotly” que facilita visualizar los datos a través de la combinación de colores u barras.

## 2.7. Implementación

Aunque parte del trabajo previo se realizó en QGIS para preparar y filtrar algunos datos, toda la parte interactiva, analítica y visual del proyecto fue implementada en R, utilizando una combinación de librerías para el análisis espacial, la visualización de datos e interfaces web. Estos son los componentes técnicos más relevantes que hemos empleado en la parte desarrollada con R:

- **Librerías utilizadas:**
  1. sf: para la lectura, manipulación y transformación de datos en formato vectorial (GeoPackage, shapefiles).
  2. Tidyverse: para el procesamiento, filtrado y transformación de datos.
  3. Stringr: para la categorización de variables
  4. Leaflet: para generar mapas interactivos
  5. Ggplot2: para creación de gráficos estáticos e interactivos
  6. Plotly: para creación de gráficos estáticos e interactivos
  7. Shiny: para la creación del cuadro de mandos con filtros dinámicos y organizar los contenidos en distintas pestañas mediante una interfaz reactiva.
  8. Bslib: para personalizar la apariencia visual del cuadro de mandos, aplicando temas predefinidos (como Flatly).
- **Procesamiento de datos:**

Se cargaron múltiples capas espaciales con `st_read()` y se limitó el análisis a los centros de la provincia de Valencia.  
Se creó una variable “afectados” a partir de un listado de códigos de centros identificados como afectados por la DANA.  
También se construye nuevas variables como “nivel\_educativo” mediante expresiones regulares (`str_detect`).
- **Visualización geoespacial:**

Se construye un mapa base con la librería Leaflet, donde se presentan los centros educativos. Se superpone una capa WMS que representa la huella de inundación permitiendo mostrar geográficamente los centros afectados.  
Se aplicó filtros dinámicos para modificar el mapa por:

1. Comarca
  2. Tipo de centro (nivel educativo)
  3. Régimen administrativo
  4. Estado de afectación (afectado o no)
- **Visualización gráficas:**

Se utilizaron gráficos de barras horizontales para representar la distribución de centros según diferentes variables. Hemos aplicado barras apiladas para comparar centros afectados y no afectados en cada grupo. Para todos los gráficos se utiliza la librería “plotly” que nos permite visualizar los detalles al pasar el ratón y clic sobre una barra para filtrar el mapa.
  - **Interfaz Shiny:**

Se diseñó una aplicación web con múltiples pestañas mediante `navbarPage()` y `tabPanel()`, separando el mapa y los gráficos. Se utilizaron inputs reactivos como `selectInput`, `checkboxInput` y `actionButton` y se implementó un sistema de reactividad cruzada para que los filtros afectan tanto al mapa como a las gráficas permitiendo la representación específica de los datos que se quieran visualizar en ese momento.
  - **Personalización:**

Se utiliza la librería “bslib” para seleccionar una tipografía y un esquema de colores, mejorando la estética del cuadro de mandos. En nuestro caso se aplicó:

    1. `Bs_theme()`: para definir un tema basado en Bootstrap 5.
    2. `Font_google(“Poppins”)`: para establecer una tipografía moderna como fuente principal.
    3. `Bootswatch = “Flatly”`: para aplicar un esquema de colores sobrio.

### 3. Resultados

Las visualizaciones muestran de forma clara cuáles fueron las comarcas y centros más afectados por la DANA, permitiendo una comprensión rápida del grado de afectación en el sistema educativo de Valencia.

1. **Presentación de los resultados:**

Los resultados obtenidos muestran cómo el episodio de la DANA afectó a la red de centros educativos en la provincia de Valencia. A través de los mapas y gráficos, ha sido posible identificar los centros y las comarcas con mayor concentración de afectados.
2. **Tendencias y patrones observados:**
  - El número de centros afectados es más alto en niveles educativos obligatorios (Infantil Primaria) y centros públicos, lo cual refleja su mayor presencia territorial.
  - Las visualizaciones permiten también detectar comarcas donde, aunque hay muchos centros, el número de afectados es bajo, lo cual podría indicar una menor exposición o mayor resiliencia.

La combinación de análisis espacial y visualización interactiva ha permitido no solo cuantificar el impacto, sino también facilitar su interpretación desde una perspectiva educativa.

## 4. Discusión

Antes de adentrarnos en la discusión, conviene destacar que este estudio no solo ha cumplido sus objetivos iniciales, sino que aporta una visión práctica sobre cómo la cartografía y el análisis espacial pueden servir de soporte a la toma de decisiones en situaciones de riesgo. A través de una combinación de técnicas de análisis geoespacial y herramientas interactivas, se ha logrado construir un visor dinámico capaz de identificar centros educativos vulnerables ante fenómenos meteorológicos extremos, específicamente la DANA de 2024. Este tipo de enfoque no solo enriquece la investigación académica, sino que también propone soluciones aplicables a la gestión del territorio y a la prevención de riesgos.

### **Interpretación de los resultados en relación con los objetivos del estudio y la literatura existente**

El propósito principal de este proyecto era localizar y analizar la distribución de los centros docentes en la provincia de Valencia en relación con la huella geográfica de la DANA de septiembre de 2024. Los resultados, obtenidos mediante un cruce entre datos georreferenciados del sistema educativo y la capa de inundación, revelan una concentración significativa de centros afectados en zonas de alta exposición, como l'Horta Sud y otras áreas del litoral. Estos hallazgos coinciden con lo señalado en estudios anteriores que advierten sobre la vulnerabilidad de determinadas comarcas valencianas ante inundaciones, especialmente aquellas donde la urbanización ha ido ganando terreno a espacios naturales inundables.

Este patrón territorial confirma la validez de utilizar herramientas SIG como instrumento de análisis y planificación. En este caso, el visor desarrollado con Shiny y Leaflet ha permitido visualizar con claridad tanto los centros afectados como aquellos que no lo han sido, además de ofrecer filtros por categoría educativa o situación de riesgo, cumpliendo así con los objetivos establecidos en la fase de diseño.

### **Análisis de las implicaciones de los hallazgos**

Los resultados obtenidos tienen implicaciones significativas para la gestión pública y la planificación educativa. Por un lado, identificar qué centros han resultado afectados permite priorizar actuaciones concretas: desde la revisión de infraestructuras hasta la implementación de planes de contingencia específicos. Por otro, el desarrollo del visor interactivo proporciona a las administraciones una herramienta intuitiva para monitorizar la exposición al riesgo y tomar decisiones informadas.

Además, el hecho de haber trabajado con datos abiertos y haber desarrollado un sistema escalable (preparado para incorporar nuevas capas, filtros o indicadores) lo convierte en una base sólida sobre la que construir proyectos más ambiciosos en el futuro. En un contexto de cambio climático, donde la frecuencia de eventos extremos se está incrementando, contar con este tipo de recursos puede marcar una diferencia sustancial en la preparación y respuesta ante emergencias.

### **Limitaciones del estudio y posibles líneas futuras**

Como en todo proyecto de carácter aplicado, se han encontrado algunas limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, la determinación de los centros afectados se ha realizado a partir de una superposición espacial indirecta, a partir de un script Python y QGIS, entre la huella de la DANA y la ubicación de los centros, lo cual no proporciona información sobre el grado real de afectación, ni sobre el impacto en la operatividad del centro (suspensión de clases, daños materiales, etc.).

En segundo lugar, el proceso de categorización de los centros ha requerido una simplificación que, si bien necesaria para facilitar la lectura del visor, puede haber reducido la riqueza tipológica del análisis. Asimismo, la carencia de información sobre otros indicadores relevantes —como la cantidad de alumnado, el estado de la edificación o la conectividad de emergencia— limita la capacidad de evaluación integral del riesgo.

Como propuesta para futuras investigaciones, resultaría interesante integrar estos datos adicionales, así como explorar escenarios prospectivos mediante modelos de riesgo basados en proyecciones meteorológicas. También sería útil automatizar por completo el proceso de cruce espacial, para reducir la intervención manual en la identificación de centros afectados.

Asimismo, sería conveniente fomentar la elaboración de planes de emergencia específicos en cada centro educativo, acompañados de simulacros periódicos que preparen tanto al personal docente como al alumnado ante un posible episodio de inundación. La educación en gestión del riesgo, unida a la previsión meteorológica avanzada y a sistemas de alerta temprana, también desempeña un papel crucial para mitigar los daños personales y materiales.

### **Dificultades encontradas**

Durante el desarrollo del proyecto surgieron varios desafíos técnicos y metodológicos. Uno de los más relevantes fue la integración de diferentes entornos de trabajo: QGIS se utilizó para generar la capa de la DANA, Python para extraer y organizar identificadores únicos de los centros afectados, y R como entorno principal de análisis y desarrollo del visor interactivo. Este uso combinado exigió una planificación cuidadosa del flujo de trabajo y una documentación detallada de cada paso para garantizar la reproducibilidad.

Otro punto destacable fue la gestión del rendimiento del visor, ya que manejar más de mil puntos en una interfaz web requiere optimización. Para ello, se empleó la librería Leaflet.markercluster, que agrupa dinámicamente los puntos cercanos y permite una navegación fluida sin pérdida de información.

En cuanto al diseño visual, se cuidó especialmente la simbología de cada capa para facilitar la lectura del mapa, incluso a usuarios sin experiencia previa en cartografía. El resultado es un visor que no solo cumple su función analítica, sino que también está preparado para escalar y adaptarse a futuras ampliaciones.

## 5. Conclusiones

El presente trabajo ha tenido como objetivo principal analizar el impacto que ha tenido el episodio de Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA) ocurrido en 2024 sobre los centros educativos situados en la provincia de Valencia. Esta provincia ha resultado, lamentablemente, ser la más afectada dentro de la Comunidad Valenciana, debido tanto a su configuración geográfica como a la distribución urbanística de su territorio.

A través del análisis espacial realizado con herramientas como QGIS, y gracias a la información obtenida sobre las zonas inundadas, hemos podido identificar un total de 216 centros educativos que han sufrido los efectos de esta catástrofe natural en distintos niveles de gravedad. Este dato pone de manifiesto la vulnerabilidad del sistema educativo frente a fenómenos meteorológicos extremos, especialmente en aquellas áreas catalogadas con alta probabilidad de inundación, donde se concentra la mayoría de estas instituciones.

Además de documentar los daños, este estudio permite extraer valiosas enseñanzas con vistas al futuro. Es un hecho que episodios similares se repiten cíclicamente en esta región, como ocurrió con la conocida riada de 1957, y que, por tanto, deben tomarse medidas estructurales y de planificación territorial más estrictas. En primer lugar, se debería evitar la construcción de nuevas infraestructuras, especialmente educativas, en zonas de riesgo conocido. Urbanizar áreas inundables supone exponer a la población —y en este caso, a la comunidad escolar— a peligros evitables.

Por otro lado, para los edificios ya existentes en dichas zonas, es imprescindible implementar medidas de protección pasiva y activa. Entre ellas, se recomienda la creación de infraestructuras de drenaje sostenibles (SUDS), sistemas de retención y canalización de aguas pluviales, elevación de instalaciones críticas por encima del nivel del suelo, y la instalación de barreras anti-inundación. También sería beneficioso estudiar la posibilidad de redirigir el caudal hacia áreas no urbanizadas o hacia el mar mediante canales artificiales o infraestructuras hidráulicas controladas.

En conclusión, la experiencia vivida con la DANA de 2024 no solo ha evidenciado las carencias del modelo actual de planificación y prevención, sino que también ha abierto la puerta a reflexionar sobre un futuro más resiliente y preparado. Incorporar criterios de sostenibilidad, seguridad y adaptación al cambio climático debe ser una prioridad tanto en el ámbito educativo como en la planificación territorial de nuestras ciudades.

## 6. Referencias (formato APA)

- Generalitat Valenciana. *Instituto Cartográfico Valenciano*. <https://icv.gva.es/es/>
- Sanchez Gonzálo. 18 Noviembre 2024. *Levante, El mercantil valenciano*. <https://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2024/11/18/doce-centros-escolares-reabren-lunes-dana-colegios-institutos-valencia-111787005.html>