



Universidad de Valencia

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Grado en Ciencia de Datos – 2º CURSO

Visualización de Datos

Cristina Portalés Ricart y
Fernando Mateo Jiménez

MiniProyecto en QGIS y R

La DANA de octubre de
2024: evaluación del evento
y prevención del riesgo de
inundación

Alexis Caveró Arocas, cavero7@alumni.uv.es

Carlos Mateo Martínez, carmam23@alumni.uv.es

Ferrán Medina Mompó, fememom@alumni.uv.es

Marcos Baudson Ríos, marbaud@alumni.uv.es

Roberto Millán Brea, romibre@alumni.uv.es

Índice

Introducción	1
Metodología	2 - 5
Análisis exploratorio de los datos	
Preprocesado de Datos	
Preprocesado de la información geográfica	
Elección de gráficas para los distintos tipos de datos	
Diseño del mapa e interactividad	
Diseño del cuadro de mandos	
Implementación	
Resultados	5 - 19
Discusión	19-21
Conclusiones	21-22
Referencias	22
Agradecimientos	22

1 - Introducción

El 29 de octubre de 2024, la Comunidad Valenciana sufrió un episodio extremo de **Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA)**, que provocó intensas precipitaciones, desbordamientos de barrancos e importantes inundaciones en diversos municipios. Este fenómeno, cada vez más frecuente debido al cambio climático, volvió a poner en evidencia la **vulnerabilidad del territorio valenciano** ante eventos meteorológicos extremos, especialmente en las zonas urbanas y en la proximidad a cauces naturales.

En las últimas décadas, diversos estudios y planes como **PATRICOVA** (Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana) han establecido mapas de riesgo potencial basados en simulaciones hidrológicas y topográficas. Sin embargo, la comparación entre los escenarios simulados y los eventos reales sigue siendo una necesidad crítica para poder evaluar la **efectividad de la planificación territorial** y la prevención de próximos desastres.

Este trabajo se enmarca dentro del **Proyecto Final de la asignatura Visualización de Datos**, del **Grado en Ciencia de Datos de la Universidad de Valencia**, con el objetivo de desarrollar una aplicación interactiva mediante QGIS y R que permita analizar y visualizar el **riesgo de inundación en los municipios valencianos**, así como posteriores análisis del estudio.

Los principales objetivos del estudio son:

- Evaluar el porcentaje de zonas inundables de cada municipio y su severidad según el modelo PATRICOVA.
- Comparar estos datos con el impacto real de la DANA del 29 de octubre de 2024, detectando coincidencias y discrepancias.
- Desarrollar una herramienta visual accesible para explorar los datos de riesgo, realizar simulaciones y analizar el impacto en la población.
- Ofrecer funcionalidades adicionales como ranking de municipios, gráficos interactivos y descarga de resultados, para facilitar el análisis por parte de técnicos y gestores del territorio.

La aplicación desarrollada permite:

- Visualizar los municipios afectados y las zonas inundables según nivel de riesgo.
- Simular un evento meteorológico extremo, resaltando los municipios según su nivel de alerta.
- Consultar y descargar información detallada por municipio (gráficos, tablas, estadísticas).
- Analizar el riesgo de inundación a nivel provincial y su impacto sobre la población residente.
- Comparar rankings de municipios con mayor exposición al riesgo.

Además, hemos elaborado un **vídeo explicativo** que resume las funcionalidades de la herramienta. El proyecto está pensado para su posible uso por parte de los compañeros, estudios universitarios o cualquier ciudadano interesado en la **gestión de riesgos y adaptación a posibles inundaciones en la Comunidad Valenciana**.

2 - Metodología

El desarrollo de este proyecto se ha basado en un enfoque estructurado que combina el análisis exploratorio de datos, la preparación cuidadosa de la información geográfica, en QGIS, el diseño de visualizaciones eficaces y la implementación de una aplicación interactiva en R utilizando Shiny.

Análisis exploratorio de los datos

En primer lugar, se realizó un análisis exploratorio de los datos, el cual permitió conocer la estructura, procedencia y calidad de los distintos conjuntos utilizados. Entre ellos destacan datos oficiales de zonas inundables del plan PATRICOVA, capas geográficas en formato GeoJSON sobre municipios de la Comunidad Valenciana, capa virtual en formato WMS de la DANA 2024 (a día 07/05/2025 la Generalitat no ha publicado datos con los que se puedan trabajar), barrancos de las provincias y límites administrativos de la Comunidad Valenciana, así como datos poblacionales por municipio para el año 2022 empleados en los análisis.

- **Municipios de la Comunidad Valenciana** (municipios_alfinal.geojson), con información geográfica de los límites municipales.
- **Zonas inundables según el modelo PATRICOVA** (zonas_inundadas_estudio.geojson), que recoge áreas clasificadas en distintos niveles de peligrosidad (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto).
- **Población por municipio (año 2022)**, con datos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE).
- **Otros elementos geográficos:** capas de buffers alrededor de barrancos (100m, 1km, 3km) y delimitación de la Comunidad Valenciana
-

Preprocesado de datos

Posteriormente se realizó un proceso de preprocesamiento de los datos empleando **QGIS**, **desempeñando un papel central como herramienta de trabajo geoespacial**. En esta primera fase, se cargaron todas las capas necesarias (municipios, zonas inundables, límites provinciales y autonómicos), y se procedió a su depuración. Se corrigieron errores geométricos, se ajustaron polígonos mal definidos, y se unificaron proyecciones para garantizar la compatibilidad entre capas. Además, se llevaron a cabo operaciones clave como la creación de buffers alrededor de ríos y barrancos, intersecciones espaciales para detectar zonas de riesgo, y selecciones específicas de municipios y áreas afectadas. Esta fase fue fundamental para estructurar el análisis territorial posterior, y constituyó el eje principal sobre el que se construyó todo el desarrollo del trabajo.



Con las capas ya depuradas y exportadas en formato GeoJSON, se pasó a R para completar el tratamiento de los datos. En esta segunda etapa, se normalizaron variables textuales (como los nombres de municipios, para evitar errores en las uniones), se eliminaron duplicados, se trataron

valores faltantes y se reordenaron factores como los niveles de alerta para asegurar un orden lógico en las visualizaciones. También se consolidaron los resultados provinciales en una tabla resumen, y se realizaron cálculos de áreas relativas en kilómetros cuadrados y porcentajes de zonas inundadas. Todo este procesamiento se implementó con las librerías dplyr y stringr, lo que permitió una manipulación de los datos clara y eficiente.

Elección de gráfica para los distintos tipos de datos

La visualización de los datos ha seguido criterios de claridad, minimalismo y expresividad. Para comparar niveles de alerta entre provincias y municipios, se utilizaron gráficos de barras horizontales y apiladas, lo cual facilita la lectura y comparación entre categorías. Para representar proporciones poblacionales se optó por gráficos circulares (tarta), mientras que los porcentajes de municipios por nivel de alerta se representaron mediante columnas simples con colores consistentes. Las paletas utilizadas han sido seleccionadas para mantener la coherencia semántica: rojo para peligro alto, amarillo para moderado, verde para bajo y gris para sin riesgo. Todas las visualizaciones fueron generadas con ggplot2.

Diseño del mapa e interactividad

El mapa interactivo es el eje central de la aplicación, y se diseñó teniendo en cuenta la navegabilidad, la legibilidad de capas y la claridad en la representación del riesgo. Se utilizó leaflet como motor de renderización, permitiendo añadir capas superpuestas, leyendas, estilos dinámicos y opciones de zoom. Además, se ha programado el código para que el usuario puede alternar entre estilos de fondo (mapa base estándar y satélite), seleccionar un municipio y ver su información, o activar capas específicas como los buffers de barrancos o las zonas inundadas simuladas. El mapa se ajusta automáticamente al municipio seleccionado y permite centrar la vista según el nivel de zoom deseado.

Diseño del cuadro de mandos

El cuadro de mandos se estructura mediante pestañas que agrupan funcionalidades clave: una portada informativa denominada Inicio, un mapa interactivo y un apartado de Análisis en el que se incluyen un ranking de municipios según riesgo, análisis de población y provincial de riesgo y de distribución de los municipios. En cada sección, se incluyen elementos visuales y herramientas de descarga que permiten al usuario interactuar con los datos de forma intuitiva. Se incorporaron botones de acción, selectores dinámicos, controles de zoom, tablas interactivas y opciones de exportación en formato CSV. El diseño se apoya en el paquete bslib, donde utilizamos el tema "materia" para ofrecer una estética moderna y clara.

Implementación

Toda la aplicación ha sido desarrollada en R utilizando Shiny, una herramienta potente para la creación de interfaces web interactivas. El backend se encarga de cargar y preparar los datos, ejecutar funciones de análisis, gestionar filtros y actualizar el mapa según la interacción del usuario. El frontend se construye mediante fluidPage y navbarPage, organizando el contenido en pestañas. Con ello, se han

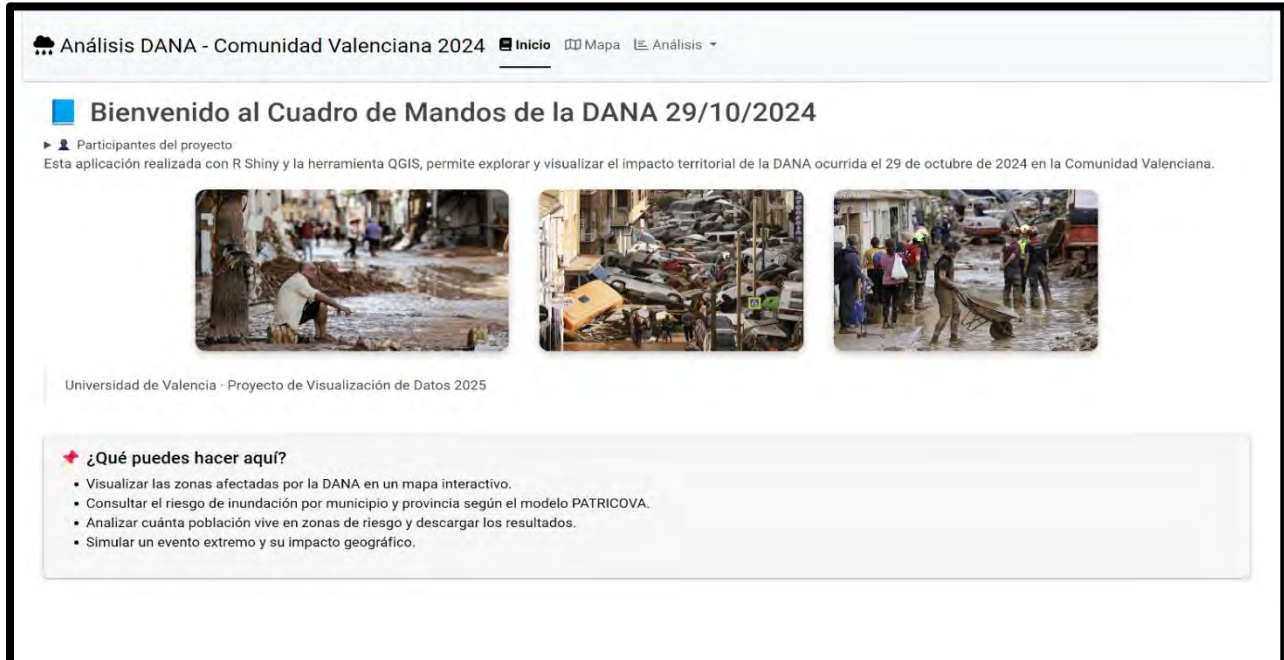
empleado herramientas como reactiveVal, observeEvent y leafletProxy para mantener sincronizados los eventos del mapa. Además, se incluyeron opciones avanzadas como la simulación de desastre meteorológico, que colorea automáticamente los municipios según su nivel de alerta, y se diseñaron herramientas que permiten una experiencia fluida, robusta y adaptada tanto a usuarios técnicos como a públicos generales interesados en la planificación territorial frente al riesgo de inundaciones.

3 - Resultados

Aunque en la introducción ya se ha presentado de forma general la herramienta desarrollada, comenzamos este apartado retomando su estructura y funcionalidades, ya que constituye el eje central del proyecto y el principal medio de análisis.

La aplicación web interactiva creada con Shiny representa una síntesis visual y funcional de todo el trabajo realizado. Gracias a su estructura en pestañas, permite navegar de forma intuitiva por diferentes módulos que abarcan desde la visualización de los municipios afectados y zonas inundables hasta análisis detallados por provincia, comparativas de población en riesgo, rankings personalizados o simulaciones dinámicas de fenómenos extremos. Cada una de estas secciones incorpora mapas interactivos, gráficos explicativos, tablas consultables y opciones de descarga, lo que convierte la aplicación en una herramienta completa, tanto a nivel técnico como divulgativo.

En este apartado se describen los principales resultados obtenidos a partir del uso de dicha herramienta, haciendo énfasis en los patrones observados, la distribución territorial del riesgo, las zonas de mayor vulnerabilidad y el cruce entre predicción y datos reales del evento. Los hallazgos se apoyan en representaciones gráficas y tablas interpretativas, organizadas de manera clara para facilitar su comprensión.

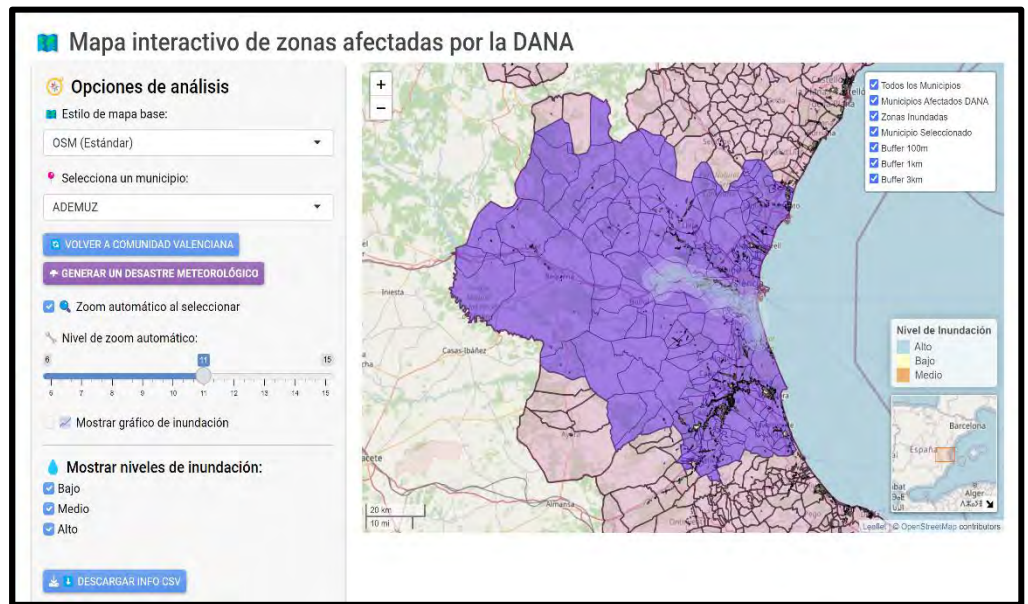


Como se ha nombrado anteriormente, este presenta tres apartados principales:

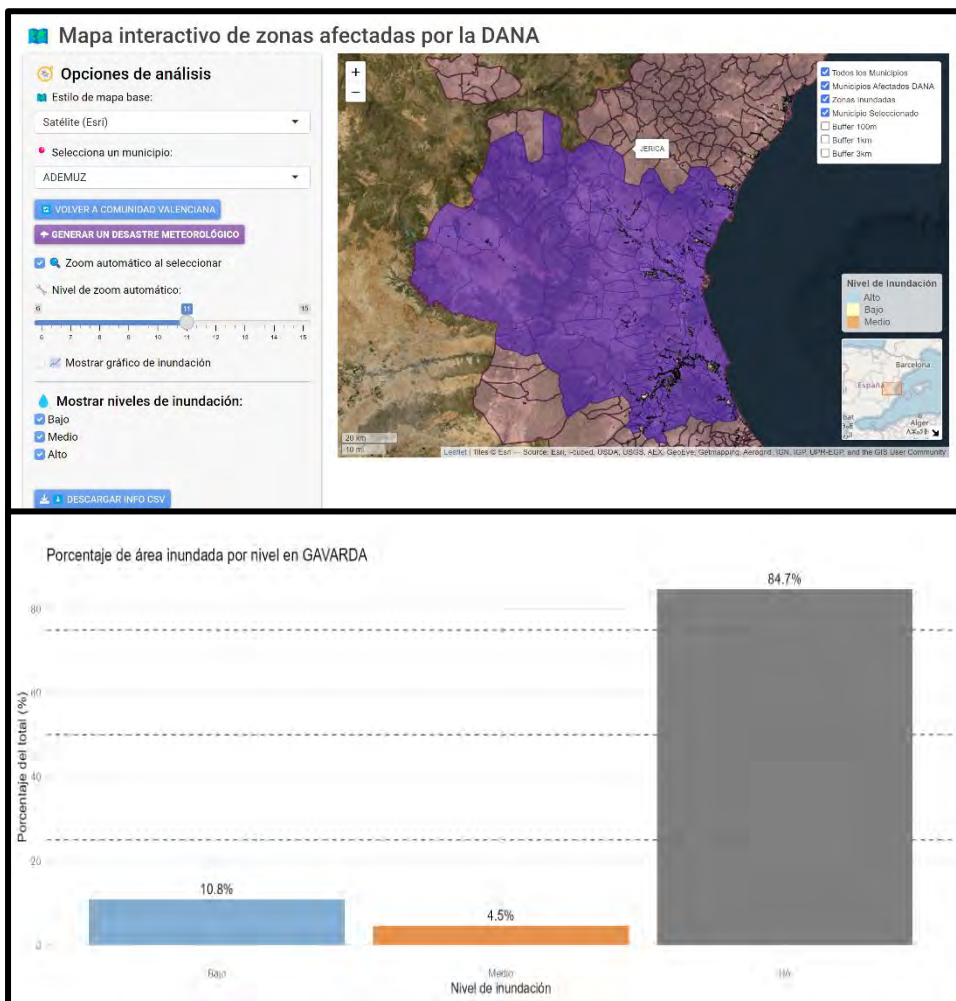
-Inicio -Mapa -Análisis

Si nos introducimos dentro del apartado de Mapa, podemos observar lo siguiente:

En el apartado Mapa, nuestra app shiny presenta un conjunto de características y opciones para adaptar el mapa al gusto del usuario, permitiéndole elegir Tipo de Mapa, nivel de zoom, Municipio, descargar la información en CSV del municipio seleccionado o hasta mostrar una serie de estadísticas del municipio.



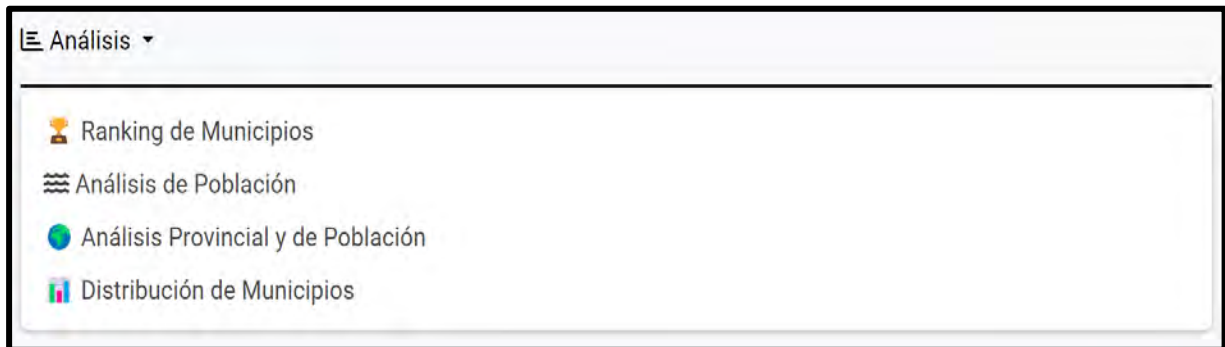
Así es como se vería gráficamente un cambio de mapa y la activación de las gráficas en :



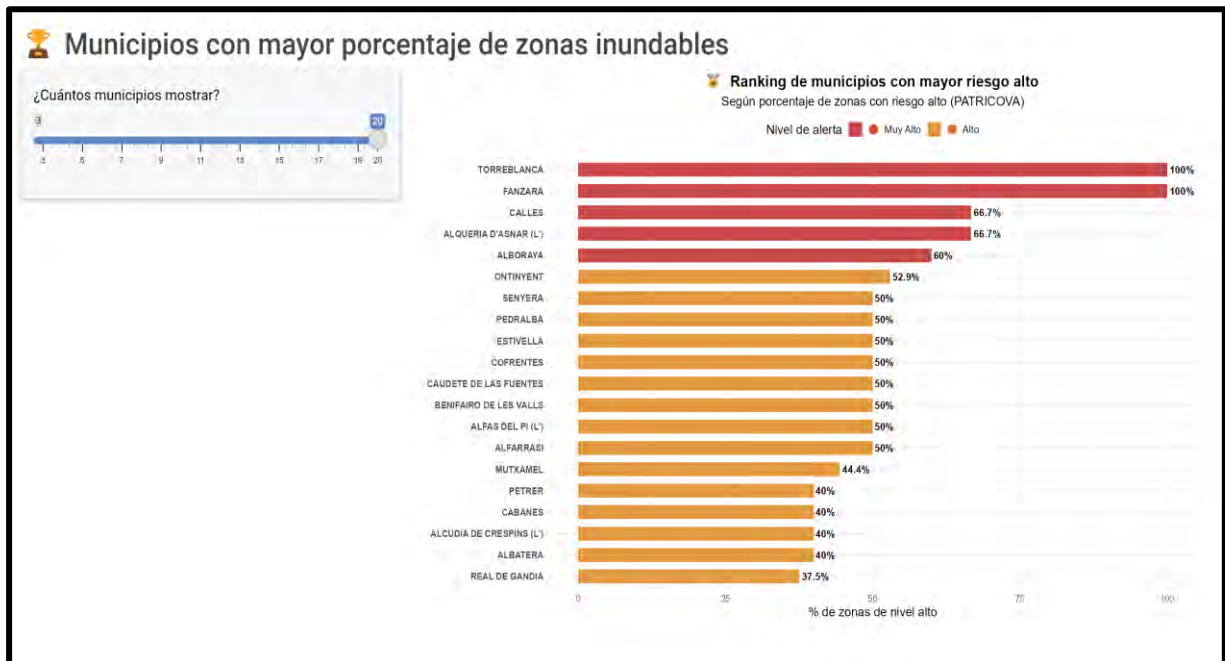
Aplicación del mapa Satélite (Esri) similar al del visor cartográfico oficial de la CV

Gráfica donde se puede observar el porcentaje de terreno que ocupan las posibles zonas de inundación en el municipio de Gavarda

Si seguimos consultando la app shiny, podemos ver un apartado de análisis, donde se pueden observar gráficas y resultados obtenidos a partir de los datos con los que hemos trabajado durante los anteriores procesos del proyecto. Entre estos apartados, destacan:



Si clickamos el 1er apartado, podremos observar el ranking de municipios totales de toda la Comunidad Valenciana con más riesgo de inundación según el análisis de Patricova. Mediante nuestra app, hemos realizado un código que permite visualizar en número de municipios que queremos observar en la gráfica empleada, que posteriormente explicaremos.



En el siguiente apartado, podemos visualizar el análisis de cuanta población se verá afectada por el nivel de riesgo. Este análisis evalúa la exposición al riesgo de inundación en los municipios de la provincia de Valencia, Alicante y Castellón, basándose en los niveles de peligro establecidos en el PATRICOVA (Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana). A través de un cruce espacial con las zonas identificadas como inundables, se ha clasificado cada municipio según el nivel de alerta predominante en su territorio: Muy Alto, Alto, Moderado, Bajo o Sin Riesgo.

Además, se ha incorporado información poblacional actualizada (año 2022), lo que permite dimensionar no solo el número de municipios afectados, sino también el volumen de población potencialmente expuesta. Esto facilita una priorización más precisa para la planificación territorial, la gestión de emergencias y la toma de decisiones en políticas de adaptación al cambio climático.

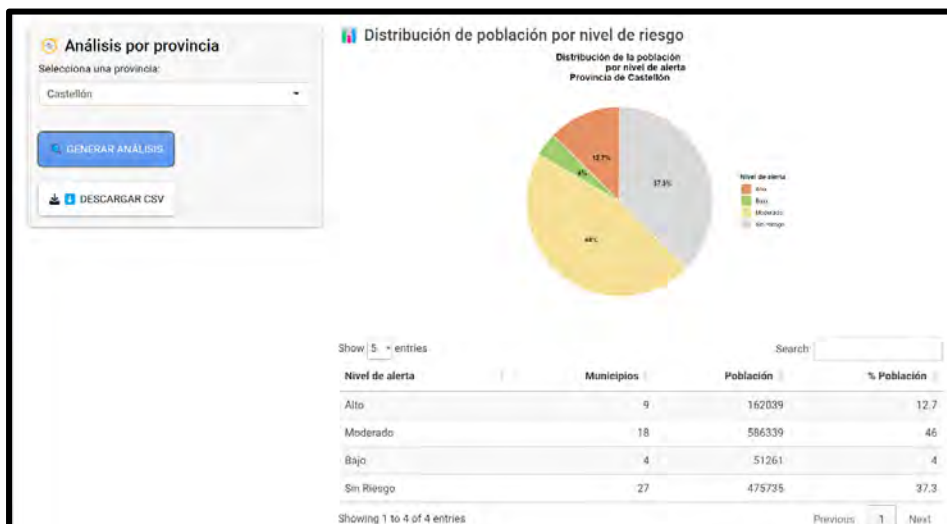
Estos son los resultados obtenidos, en las 3 provincias:



Valencia



Alicante



Castellón

Siguiendo en la presentación de resultados, podemos ver el siguiente análisis realizado: **la aplicación del modelo PATRICOVA a nivel provincial**. En esta sección hemos desarrollado una herramienta en R que nos permite realizar un análisis territorial del riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana, desglosado por provincia (Valencia, Castellón y Alicante). El objetivo principal ha sido identificar y clasificar a los municipios según su exposición relativa a zonas de riesgo alto, de acuerdo con la cartografía oficial del PATRICOVA.

Para ello, hemos diseñado una función principal llamada `analisis_provincia_inundacion()` que, al recibir el código de provincia (CODPROV), filtra automáticamente los municipios correspondientes, realiza un cruce espacial con las zonas inundables y calcula para cada municipio:

-> El número de zonas de riesgo bajo, medio y alto.

-> El total de zonas inundables.

-> El porcentaje que representan las zonas de nivel alto.

Y finalmente, una clasificación tipo semáforo que nos agrupa los municipios en función de su riesgo potencial.

La función devuelve dos tablas muy útiles: una tabla completa con todos los municipios y otra tabla resumen, que muestra únicamente los dos municipios más representativos dentro de cada nivel de alerta. Esto nos ayuda a destacar los casos más relevantes de cada categoría de riesgo.

Además, para facilitar la interpretación de los resultados, hemos creado una función `grafica_porcentajes_provincia()` que genera un gráfico horizontal donde se muestran los municipios seleccionados y su porcentaje de zonas con riesgo alto, coloreados según su nivel de alerta.

¿¿QUÉ OBJETIVOS BUSCAMOS??

Este enfoque es especialmente útil para:

Planificación territorial preventiva: saber qué municipios presentan mayor concentración de zonas de riesgo alto permite priorizar acciones de mitigación.

Gestión de emergencias: identificar municipios críticos en cada provincia facilita la toma de decisiones en situaciones de DANA u otros eventos extremos.

Validación con datos reales de la Dana: al comparar estos resultados con los municipios efectivamente afectados por la DANA del 29/10/2024, podemos comprobar el grado de acierto del modelo PATRICOVA como herramienta de predicción y prevención.



A continuación, mostraremos los resultados obtenidos en los dataframes de resumen, que posteriormente serán representado de forma visual de mejor manera.

Los resultados obtenidos para **Valencia** son:

NOMBRE <chr>	zonas_bajo <int>	zonas_medio <int>	zonas_alto <int>	total <int>	pct_alto <dbl>	alerta <fctr>
CALLES	1	0	2	3	66.7	Muy Alto
ALBORAYA	0	2	3	5	60.0	Muy Alto
ONTINYENT	0	8	9	17	52.9	Alto
ALFARRASI	0	1	1	2	50.0	Alto
GODELLA	2	1	1	4	25.0	Moderado
LLOMBAI	3	0	1	4	25.0	Moderado
SUECA	27	11	4	42	9.5	Bajo
RIBA-ROJA DE TURIA	15	6	2	23	8.7	Bajo
ADOR	8	0	0	8	0.0	Sin Riesgo
AGULLENT	1	2	0	3	0.0	Sin Riesgo

Los resultados obtenidos para **Alicante** son:

NOMBRE <chr>	zonas_bajo <int>	zonas_medio <int>	zonas_alto <int>	total <int>	pct_alto <dbl>	alerta <fctr>
FANZARA	0	0	1	1	100.0	Muy Alto
TORREBLANCA	0	0	1	1	100.0	Muy Alto
CABANES	3	0	2	5	40.0	Alto
SAN RAFAEL DEL RIO	1	1	1	3	33.3	Alto
BENICASIM/BENICASSIM	4	8	5	17	29.4	Moderado
OROPESA DEL MAR/ORPESA	1	2	1	4	25.0	Moderado
VILA-REAL	12	0	1	13	7.7	Bajo
VINAROS	17	9	2	28	7.1	Bajo
ALMEDIJAR	1	0	0	1	0.0	Sin Riesgo
ALMENARA	23	4	0	27	0.0	Sin Riesgo

Los resultados obtenidos para **Castellón** son:

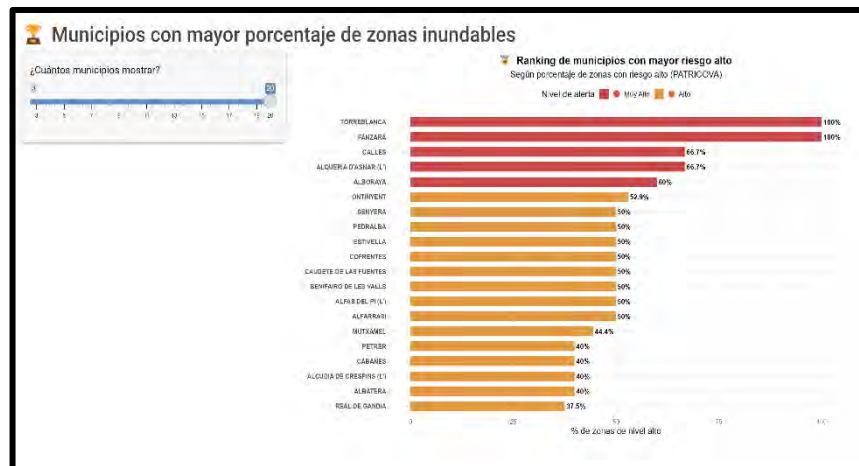
NOMBRE <chr>	zonas_bajo <int>	zonas_medio <int>	zonas_alto <int>	total <int>	pct_alto <dbl>	alerta <fctr>
ALQUERIA D'ASNAR (L')	1	1	4	6	66.7	Muy Alto
ALFAS DEL PI (L')	3	4	7	14	50.0	Alto
MUTXAMEL	2	3	4	9	44.4	Alto
ALMORADI	16	24	15	55	27.3	Moderado
CALPE/CALP	3	5	3	11	27.3	Moderado
SAN FULGENCIO	15	33	5	53	9.4	Bajo
RAFAL	6	6	1	13	7.7	Bajo
AGOST	5	4	0	9	0.0	Sin Riesgo
ALCOY/ALCOI	7	1	0	8	0.0	Sin Riesgo

Por último, si seguimos observando análisis matemáticos, destacamos el **porcentaje por municipios de nivel riesgo**, en el que hemos obtenido el siguiente resultado. A pesar de esto, se han realizado más análisis escritos sin código, que posteriormente serán explicados.

Utilización de tablas, gráficos u otros recursos visuales para facilitar la comprensión

En este proyecto, la utilización de representaciones visuales ha sido una herramienta fundamental para facilitar la comprensión e interpretación de los resultados obtenidos. Atendiendo a los principios de la visualización de datos, se han empleado distintos tipos de gráficos y tablas según la naturaleza de la información y el objetivo de análisis en cada apartado de la aplicación.

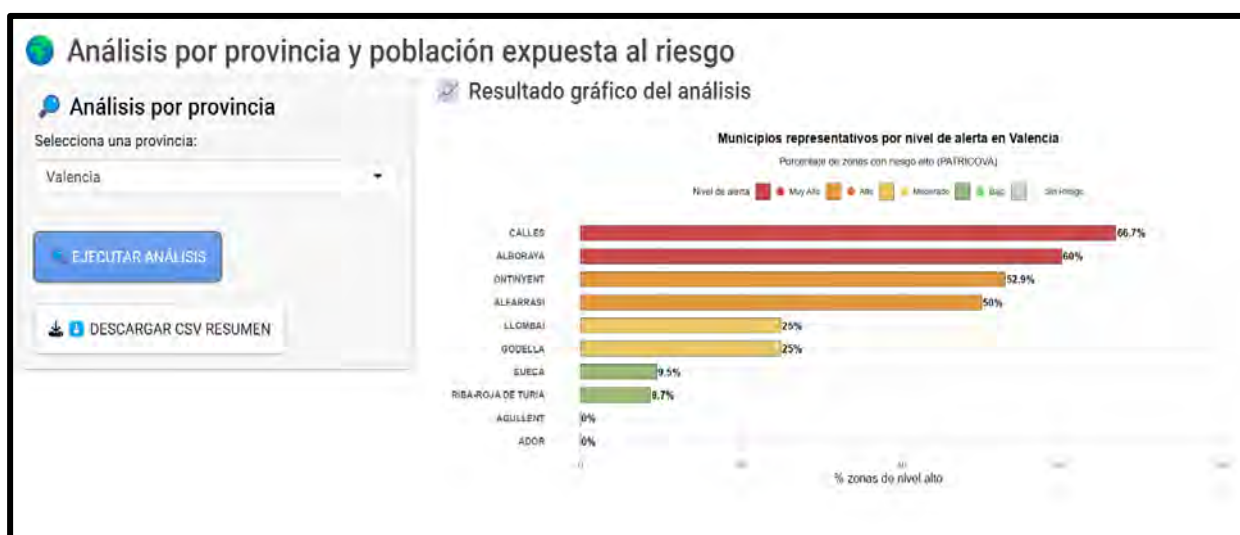
En primer lugar, para el **ranking de municipios con mayor porcentaje de zonas inundables de alto riesgo**, se ha optado por un gráfico de barras horizontales (histograma ordenado). Este tipo de representación permite **comparar fácilmente entre municipios** y destacar visualmente aquellos con un mayor porcentaje de territorio expuesto a inundaciones de alto nivel. La elección de barras horizontales responde a la longitud potencialmente variable de los nombres de los municipios, lo cual mejora la legibilidad y evita solapamientos.



En el módulo de **análisis de población por nivel de alerta** a nivel provincial, se ha incorporado un **gráfico circular (de tarta)**. Esta visualización se ha considerado adecuada para mostrar la **proporción relativa de población** que reside bajo cada uno de los niveles de riesgo. Aunque los gráficos de tarta pueden presentar limitaciones en otros contextos, en este caso permiten comunicar de manera directa y visualmente atractiva la **distribución porcentual**, facilitando la comprensión rápida por parte de usuarios no técnicos, como personal de gestión o planificación territorial.



Para el **análisis provincial comparativo**, se ha empleado nuevamente un **gráfico de barras apiladas**, donde se muestra el porcentaje de población en cada provincia agrupado por niveles de alerta. Esta elección permite **comparar no solo entre provincias, sino también entre los niveles de riesgo dentro de cada una**, aportando una visión sintética y clara del reparto territorial de la población vulnerable ante inundaciones. La escala porcentual facilita una lectura más homogénea, independientemente de la población total de cada provincia. Un ejemplo de este gráfico que no ha sido mostrado anteriormente es este:



En cuanto al análisis de la **distribución de municipios según nivel de alerta**, se ha utilizado otro gráfico de barras verticales. Esta visualización facilita **cuantificar rápidamente el número de municipios en cada categoría de riesgo**, permitiendo observar el grado de dispersión territorial del fenómeno. Al usar colores coherentes con el sistema de alerta (rojo, naranja, amarillo, verde y blanco), se refuerza el mensaje visual y se mantiene la consistencia en toda la aplicación.



Por último, el uso de **tablas interactivas** ha sido esencial para complementar los gráficos con información más detallada y precisa. Estas tablas permiten al usuario explorar los datos en profundidad, ordenar columnas, buscar municipios concretos y descargar los resultados en formato CSV para su análisis externo.

En conjunto, la elección de estos recursos visuales ha respondido tanto a criterios de claridad comunicativa como a buenas prácticas de diseño gráfico, adaptando la forma de presentación al propósito de cada análisis.

Análisis de los resultados, resaltando las tendencias o patrones observados

Dado que el eje central del proyecto es la herramienta interactiva desarrollada con Shiny, los análisis de resultados se han organizado a partir de los diferentes apartados funcionales de la aplicación. Cada sección ofrece una visión complementaria del riesgo de inundación en la Comunidad Valenciana, tanto desde el punto de vista territorial como poblacional, y permite detectar patrones relevantes para la gestión del riesgo en el caso de que existiera otro desastre meteorológico.

Uno de los primeros análisis destacados es el **ranking de municipios con mayor porcentaje de zonas inundables de riesgo alto**. A través de un histograma horizontal, se observa que algunos municipios como **Torreblanca** y **Fanzara** en Castellón, o **Calles** y **L'Alqueria d'Asnar** en Valencia y Alicante respectivamente, presentan un 100% o un alto porcentaje de sus zonas inundables clasificadas como de nivel alto. Aunque en algunos casos el número absoluto de zonas sea reducido, su concentración en áreas críticas representa un riesgo relevante. Es particularmente llamativa la existencia de municipios con un número elevado de zonas inundables (como Sueca o Riba-roja de Túria) que, sin embargo, presentan un porcentaje muy bajo de zonas de nivel alto, lo que los sitúa en un nivel de alerta menor. Esta dualidad entre la cantidad y severidad del riesgo es esencial para una correcta priorización de recursos. Destacando lo ocurrido con la Dana, podemos observar como pueblos que fueron muy afectados por la catástrofe, aparecen situados en la tabla, como es el caso de Pedralba, pueblo arrasado por la inundación, indicando la certeza del análisis en algunos de los casos.

En cuanto **al análisis de la población afectada por nivel de riesgo**, sacamos conclusiones como:

En la provincia de Valencia, los resultados del análisis revelan que más de 107.000 personas residen en municipios con zonas clasificadas como de riesgo alto o muy alto, lo que supone un 5,2% del total de la población representada. Aunque este porcentaje no es el más elevado entre las tres provincias, su impacto es relevante dado el alto número absoluto de habitantes involucrados.

Destaca también que el 61,2% de la población (más de 1.260.000 personas) vive en municipios donde el riesgo es considerado bajo, y un 21,2% en municipios sin zonas inundables clasificadas como de nivel alto. Esto demuestra que gran parte del territorio valenciano se encuentra en condiciones relativamente seguras desde la perspectiva de peligrosidad extrema.

Sin embargo, el grupo de municipios en alerta moderada concentra a más de 250.000 habitantes (12,4%), lo que indica una vulnerabilidad latente. Estos municipios pueden no presentar un número muy alto de zonas peligrosas, pero sí una presencia significativa de población en áreas con cierta exposición, lo que refuerza la necesidad de acciones preventivas específicas.

En conclusión, Valencia presenta un panorama equilibrado entre zonas seguras y zonas críticas, pero el elevado número de habitantes afectados refuerza la urgencia de implementar medidas de planificación urbana y adaptación al cambio climático, sobre todo en las áreas donde coexiste densidad poblacional y riesgo medio-alto.

En la provincia de Alicante, observamos un patrón interesante: aunque la mayoría de municipios presentan un riesgo moderado (7 municipios que agrupan a más de 270.000 habitantes, el 61,2% de la población representada), el número total de personas expuestas a zonas de riesgo alto o muy alto asciende a 18.674 habitantes, lo que representa un 4,2% del total.

Este porcentaje, aunque menor que el de otras provincias, no debe infravalorarse. Municipios como L'Alfàs del Pi o Mutxamel aparecen en niveles de alerta elevados, muchas veces ligados a un desarrollo urbano intensivo en zonas llanas o próximas a cauces. El hecho de que casi dos tercios de la población se concentre en municipios con riesgo moderado refuerza la necesidad de considerar no solo el nivel máximo de peligro, sino también la vulnerabilidad acumulada de grandes centros urbanos con exposición parcial.

Además, un 13,4% de la población vive en municipios sin zonas catalogadas como de riesgo alto, lo cual puede ser una oportunidad estratégica para el desarrollo urbanístico futuro más resiliente. Este análisis sirve como base para mejorar los planes de evacuación y reforzar las medidas de protección civil en municipios con menor capacidad de respuesta ante eventos extremos.

En la provincia de Castellón, el riesgo potencial es significativamente más elevado. Más de 160.000 personas viven en municipios clasificados con riesgo alto o muy alto, lo que representa un 12,7% de la población provincial, el porcentaje más alto de las tres provincias analizadas.

Este dato es especialmente relevante considerando que Castellón es la provincia con menor densidad poblacional media. Municipios como Fanzara o Torreblanca, aunque pequeños, presentan un 100% de sus zonas inundables en nivel alto, lo que incrementa notablemente la exposición relativa de sus habitantes.

Además, cerca de 586.000 personas (46%) residen en municipios con alerta moderada, lo cual implica una carga significativa en términos de gestión preventiva. La coexistencia de zonas rurales dispersas con núcleos urbanos costeros expuestos (como Benicàssim u Orpesa) hace necesario abordar el riesgo de forma diferenciada por subzonas, considerando tanto la peligrosidad como la capacidad de respuesta local.

En resumen, Castellón muestra una distribución de riesgo más heterogénea pero también más crítica, lo que exige reforzar la coordinación institucional entre municipios y diseñar políticas adaptativas según el grado de exposición y características del entorno.

Por otro lado, [en el análisis del modelo PATRICOVA a nivel provincial](#), sacamos como resultados:

En Valencia, observamos que municipios como Calles (66,7%) y Alboraya (60%) encabezan el listado con una proporción muy elevada de zonas de riesgo alto, clasificándose como  Muy Alto riesgo. Es relevante destacar que estos municipios presentan un número total bajo de zonas inundables, pero su concentración en nivel alto resulta alarmante.

Les siguen otros municipios como Ontinyent y Alfarrasí, ambos en el interior, con clasificaciones  Alto y porcentajes entre el 50% y el 52%. En el rango moderado encontramos a Godella y Llombai, donde aunque existen zonas de nivel alto, estas representan una proporción menor.

Nos ha llamado especialmente la atención la presencia de Sueca y Riba-roja de Túria en el grupo de riesgo  Bajo. A pesar de tener muchas zonas inundables (42 y 23 respectivamente), solo una

pequeña fracción pertenece al nivel alto. Este matiz es clave: no basta con contar zonas inundables, sino con evaluar su severidad.

Finalmente, municipios como Ador y Agullent se clasifican como ○ Sin riesgo, ya que sus zonas inundables no alcanzan el nivel alto. No obstante, su presencia en este análisis sigue siendo útil como referencia para futuras comparaciones temporales.

En Castellón, los municipios que más destacan por riesgo son Fanzara y Torreblanca, ambos con un 100% de sus zonas en nivel alto. Esto los sitúa claramente en el nivel de alerta ● Muy Alto. Aunque el número absoluto de zonas es pequeño (solo una en cada caso), el hecho de que todas sean de alto riesgo es sintomático.

Otros municipios como Cabanes y San Rafael del Río presentan un patrón más mixto, con valores del 33% al 40%, clasificándose como ● Alto. En estos casos se empieza a ver una distribución más heterogénea del riesgo, donde el nivel alto convive con zonas de menor severidad.

En el rango moderado aparecen destinos turísticos costeros como Benicàssim y Orpesa, donde el urbanismo litoral ha crecido históricamente cerca de ramblas y zonas de acumulación natural. Es importante no subestimar estos casos, pues aunque el porcentaje de zonas de nivel alto no supere el 30%, el valor económico de lo expuesto en estas zonas podría ser muy elevado.

Finalmente, municipios como Vila-real y Vinaròs, a pesar de tener una gran cantidad de zonas inundables, caen en la categoría ● Bajo o incluso ○ Sin riesgo (como Almedíjar y Almenara), lo cual puede ser tranquilizador desde una perspectiva técnica pero no exime de su vigilancia.

Alicante presenta un panorama muy particular. L'Alqueria d'Asnar aparece como uno de los municipios con mayor proporción de zonas de nivel alto (66,7%), lo que resulta significativo en un municipio pequeño del interior. También L'Alfàs del Pi y Mutxamel, ambos próximos a zonas costeras muy urbanizadas, presentan un 50% y un 44,4% respectivamente, situándose en ● Alto riesgo.

Municipios como Almoradí y Calp, con mayor número total de zonas inundables, se ubican en el rango ● Moderado, lo que indica una presencia considerable de riesgo alto, aunque no dominante. Aquí la densidad urbana y la exposición de bienes patrimoniales y personas aumenta la vulnerabilidad a pesar de una menor proporción relativa.

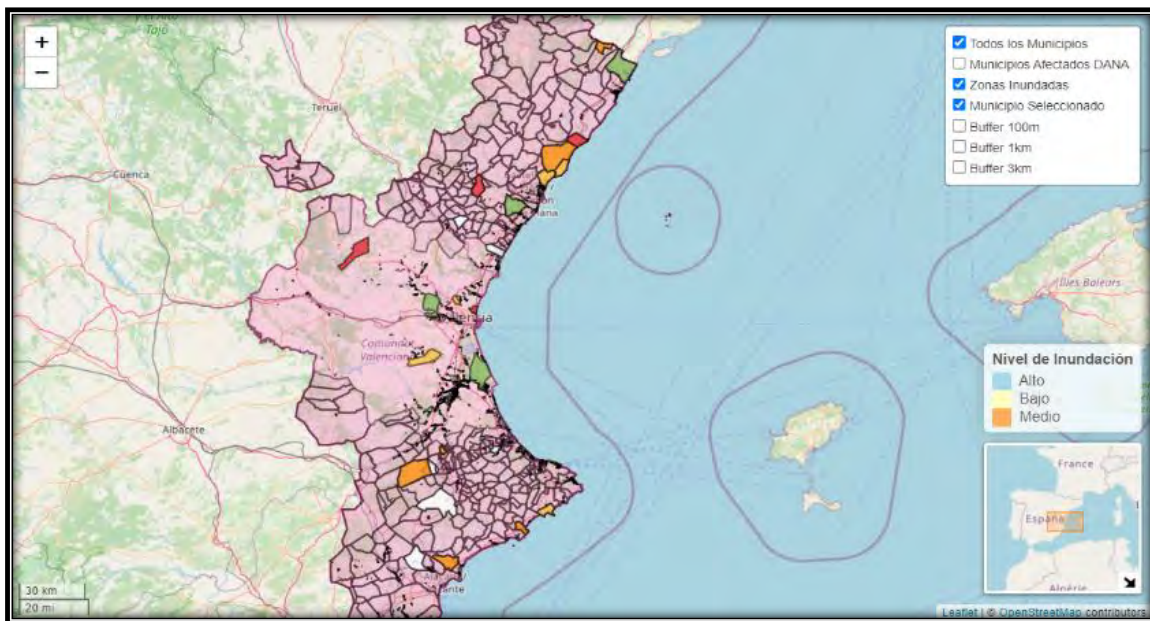
En el grupo de ● Bajo riesgo encontramos a San Fulgencio y Rafal, mientras que Agost y Alcoi no presentan zonas catalogadas como de nivel alto, lo que los coloca en ○ Sin riesgo. Este tipo de municipios pueden ser clave para acoger infraestructuras críticas o centros logísticos en estrategias de adaptación al cambio climático.

Por último, [en cuanto a los municipios por nivel de riesgo](#), vemos que el gráfico revela que la gran mayoría de los municipios valencianos se encuentran en niveles bajos o nulos de riesgo de inundación, destacando que más del 57% están clasificados como sin riesgo y otro 10% con riesgo bajo. Solo una pequeña proporción, en torno al 14%, presenta niveles altos o muy altos, lo que indica que aunque el peligro severo no está extendido por todo el territorio, sí se concentra en zonas concretas. Esta distribución pone de manifiesto la importancia de una vigilancia focalizada en los municipios más vulnerables, mientras que en el resto se pueden seguir aplicando medidas preventivas de bajo impacto. En general, los datos sugieren un panorama mayoritariamente estable, pero con puntos críticos que requieren atención prioritaria.

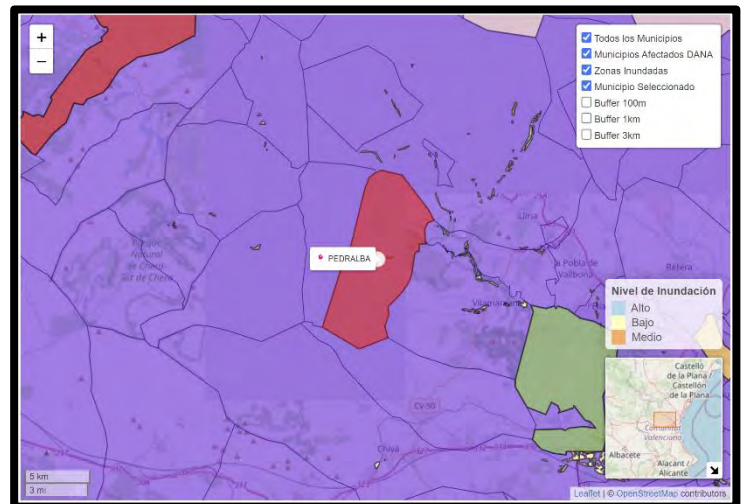
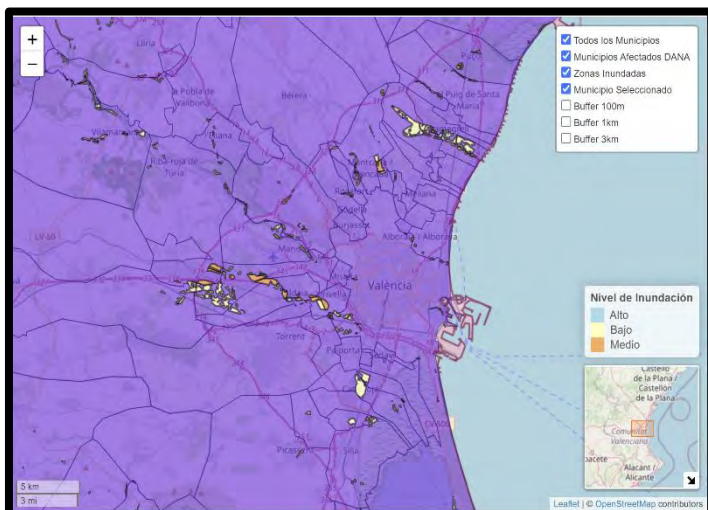
Análisis del impacto de la DANA respecto a estudios previos sobre inundaciones

En este estudio se han recopilado datos de investigaciones realizadas sobre zonas susceptibles de inundaciones en la Comunidad Valenciana. A partir de esta información, podemos visualizar los municipios con mayor riesgo de sufrir inundaciones, ordenados según su nivel de amenaza. Entre los 20 municipios con mayor riesgo, **Calles, Pedralba (en la comarca de Los Serranos), Senyera (en la Ribera Alta) y Caudete de las Fuentes (en Requena-Utiel)** han sido afectados por la DANA. Este dato confirma la precisión del análisis previo, ya que estos municipios estaban identificados como áreas vulnerables antes de la catástrofe.

La aplicación incluye una herramienta que permite simular un desastre meteorológico basado en los estudios existentes, con el objetivo de identificar las zonas de mayor riesgo en la Comunidad Valenciana. Al comparar estos resultados con los mapas generados en **QGIS**, donde se han representado las inundaciones ocasionadas por la DANA del año pasado, se observa que la predicción realizada en el estudio era bastante acertada. De hecho, ya se disponía de suficiente información para prever la posibilidad de un evento extremo de este tipo.



Mapa con datos predictivos sobre posibles inundaciones, zona Dana

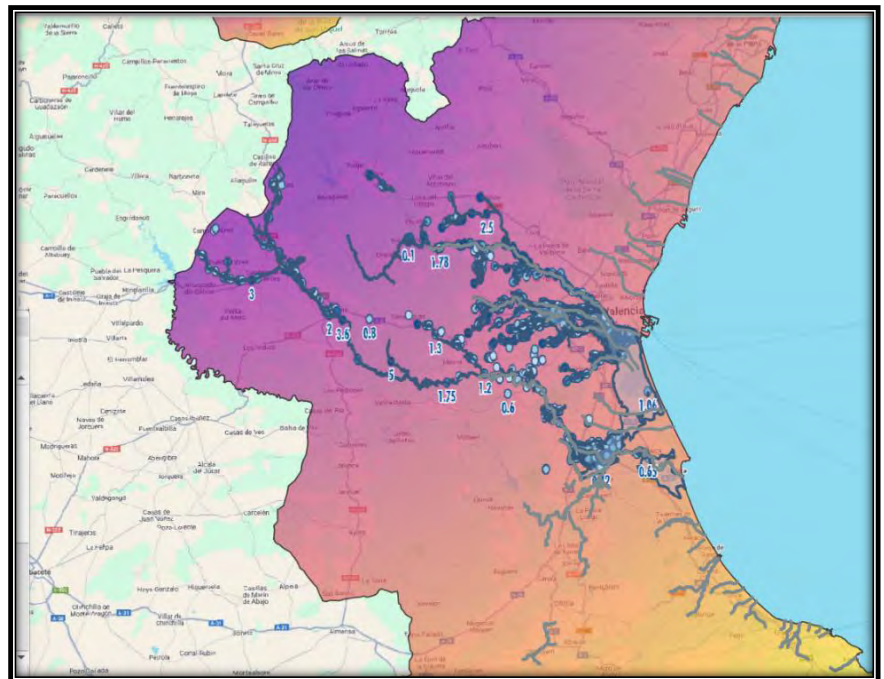


Sin embargo, al contrastar los datos con la realidad, se evidencia que el estudio **subestimó** el alcance de las inundaciones. Según el análisis previo, solo **Sueca, Ribarroja del Turia (ambos con riesgo bajo), Llombai (riesgo medio) y Calles (riesgo alto)** coincidían con las zonas que fueron realmente afectadas. En cambio, los municipios que sufrieron mayores daños fueron **Sedaví, Alfafar, Benetússer, Paiporta, Massanassa y Valencia (en la pedanía de La Torre)**, que no estaban catalogados como áreas con riesgo de inundación. Este desfase puede explicarse por la magnitud del fenómeno y factores como la orografía del terreno y la proximidad de algunos municipios a ríos y barrancos. De hecho, el **Barranco del Poyo** se desbordó en localidades como **Aldaia, Paiporta y Torrent**, generando graves consecuencias.



Rambla del Poyo

En conclusión, los datos disponibles antes de la catástrofe podrían haber sido clave para **mitigar los daños**, ya que un análisis más detallado y preciso del posible alcance de las inundaciones habría permitido alertar a la población con mayor anticipación y reducir las consecuencias del desastre. Aunque evitar por completo un evento de esta magnitud es difícil, una mejor interpretación de la información disponible habría facilitado una respuesta más efectiva frente a la emergencia.



Mapa con las inundaciones de la pasada DANA

¿Eran conocidas como zonas de riesgo las áreas afectadas por la DANA?

Esta parte del proyecto es algo distinta a las anteriores. En esta ocasión no vamos a realizar análisis en R, sino que estudiaremos una noticia publicada en el diario *El Debate*, escrita por la periodista Laura Torlà. Este artículo resulta muy interesante y es de gran utilidad para entender mejor la catástrofe provocada por la DANA.

Ya se sabía desde hace años que las zonas afectadas eran áreas de riesgo. Desde 2001 existen proyectos pendientes de ejecución en cauces de algunas de las zonas más gravemente afectadas por la DANA, como el Barranco del Poyo y el río Magro. A pesar de que dichos proyectos existen (y siguen vigentes), han pasado 15 años sin que se haya realizado ninguna obra en estas zonas. De hecho, ya en un informe de la Cámara de Contratistas de la Comunidad Valenciana de 2019 se informaba de la ausencia total de inversión en estas infraestructuras.

La Confederación Hidrográfica, dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica, tiene pendientes varias actuaciones en estos enclaves, precisamente dirigidas a evitar inundaciones como las que se han sufrido. Estas obras forman parte de un plan encargado en 2009 para la *"adecuación ambiental y drenaje de la cuenca del Poyo vertiente a la Albufera"*, y fueron valoradas en su momento en 221 millones de euros. A fecha de 3 de mayo de 2025, seis meses después del desastre, estas obras aún no han sido aprobadas para su ejecución.

En el documento del proyecto ya se explicaba que los barrancos del Poyo, Pozalet y Saleta presentan *"caudales muy elevados a la entrada a las zonas urbanas"* debido a su morfología, desnivel y *"a los fenómenos característicos de las cuencas mediterráneas con precipitaciones de elevada intensidad"*. Esta problemática ha sido estudiada desde los años 90 y fue abordada *parcialmente* con unas obras limitadas en 2004. Sin embargo, estas intervenciones no fueron suficientes, ya que no se actuó sobre toda la cuenca.

Expertos afirman que la rambla del Poyo es una cuenca muy sensible a precipitaciones torrenciales y en la que existen infraestructuras mal diseñadas, ocupaciones del cauce e incluso la desaparición física de algunos barrancos, que ya en 2007 se encontraban ocupados por industrias y viviendas. Esta situación ha configurado una red hidrográfica compleja, en la que se suelen producir graves inundaciones cada cinco años.

Hace algunos años se proyectaron obras con el objetivo de eliminar o reducir los riesgos de daños. Estas consisten en el encauzamiento de 41,8 kilómetros del cauce principal de la rambla del Poyo y de sus afluentes. De estos, 10,8 kilómetros serían de nueva construcción —incluyendo el tramo que transcurre por el término municipal de Catarroja—, mientras que los 30 kilómetros restantes corresponderían a la reparación y mejora de los cauces existentes, considerados ya insuficientes en 2007.

El riesgo de desbordamiento e inundaciones en esta zona ha sido advertido por los expertos durante décadas, en base a múltiples antecedentes. Según Félix Francés, catedrático de la Universidad Politécnica de Valencia y director universitario de Investigación en Ingeniería del Agua y Medio Ambiente, *"en el mapa de peligrosidad de 1996 ya lo teníamos detectado. Es un barranco típico de crecida relámpago"*, afirmó recientemente en declaraciones a la agencia Efe.

En uno de los documentos previos a la redacción del proyecto, elaborado por la consultora contratada, se señalaba que *"los problemas de dicho barranco aparecen ya en su cabecera, donde se incorporan los caudales del Barranco del Pozalet en periodo de inundaciones"*, y que *"son frecuentes los desbordamientos"*, especialmente al penetrar en el núcleo urbano del municipio de Aldaya, *"donde*

acaba perdiéndose por completo el cauce, lo que provoca frecuentes y graves inundaciones, de ocurrencia casi anual”.

En conclusión, era sabido desde hace tiempo que estas zonas presentaban un alto riesgo de inundación. Sin embargo, al no haberse producido hasta ahora un desastre de tal magnitud —sumado a la crisis económica—, se decidió no seguir adelante con el proyecto. La realidad es que han pasado seis meses desde la catástrofe, y todavía no se ha escuchado a ningún político dar luz verde a estos proyectos (u otros similares) para la mejora y adecuación de la situación hidrográfica en la provincia de Valencia.

Toda esta información ha sido obtenida del artículo de Laura Torlà, publicado en el periódico digital *El Debate* bajo el título: **“Las obras hídricas olvidadas en Valencia que podrían haber paliado los efectos de la DANA”**.

Hemos incluido el análisis de esta noticia como parte del proyecto porque permite contextualizar la catástrofe provocada por la DANA desde una perspectiva estructural y de gestión del riesgo. La información aportada por el artículo de Laura Torlà pone de manifiesto que las zonas afectadas ya eran consideradas de riesgo desde hace décadas, y que existían proyectos de prevención que nunca llegaron a ejecutarse. Esta reflexión resulta fundamental para entender que, más allá del fenómeno meteorológico en sí, los daños también fueron consecuencia de una falta de planificación e inversión en infraestructuras clave. Por tanto, este enfoque nos complementa perfectamente el análisis con una mirada crítica sobre la gestión del territorio y la prevención de desastres que considerábamos de gran importancia incluir.

4 - Discusión

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

A lo largo de este estudio, los resultados obtenidos han sido coherentes con los objetivos planteados al inicio del proyecto. En primer lugar, hemos logrado aplicar las herramientas adquiridas en el curso de manera efectiva, utilizando R, Shiny y QGIS para analizar fenómenos meteorológicos complejos y generar visualizaciones interactivas. Estos análisis nos han permitido una comprensión más profunda del evento DANA y ampliar la capacidad para trabajar con datos abiertos y disponibles públicamente.

En relación con los objetivos planteado, el uso de estas herramientas permitió la interpretación y análisis de datos meteorológicos y geoespaciales de forma precisa. Los resultados obtenidos, en particular a través de las visualizaciones generadas en QGIS y la interacción de datos en Shiny, demostraron cómo ciertos territorios de Valencia son particularmente vulnerables a eventos de lluvias intensas y fenómenos meteorológicos extremos. Este hecho nos permite identificar que la región valenciana ya estaba previamente señalada como una zona de alto riesgo, pero la magnitud de los daños tras la DANA sugiere que las medidas de prevención y adaptación no fueron suficientemente eficaces.

Además, al comparar los datos con las previsiones de la AEMET y otros estudios climatológicos previos, se concluye que aunque la previsión de la DANA fue correcta, la gestión del riesgo en términos de infraestructura y planificación urbana no estuvo a la altura de lo que la comunidad científica había anticipado. Este es un hallazgo crucial que plantea la necesidad de replantear tanto las políticas públicas como las estrategias de planificación territorial.

Análisis de las implicaciones de los hallazgos

Los resultados obtenidos en este proyecto conllevan repercusiones relevantes en los planos práctico, político y científico, particularmente en lo referente a la gestión de riesgos por inundación en la Comunidad Valenciana.

En el ámbito **práctico**, este trabajo evidencia la eficacia de integrar datos abiertos y análisis geoespacial para localizar con precisión las áreas más expuestas a eventos extremos como la DANA. Gracias a la simulación de niveles de alerta por municipio y a la interfaz interactiva desarrollada, se facilita una planificación más estratégica de intervenciones y recursos. Todo ello subraya la urgencia de fortalecer las infraestructuras clave y promover una prevención adaptada a la realidad territorial.

Desde la perspectiva de las **políticas públicas**, se pone de relieve la necesidad de incorporar de forma sistemática los sistemas de información geográfica (SIG) y los modelos predictivos en los procesos de planificación urbana. La aplicación desarrollada en este proyecto constituye un ejemplo de cómo la tecnología puede integrarse en la gestión de emergencias, mejorando la toma de decisiones en tiempo real y la preparación ante futuros episodios climáticos adversos.

En cuanto al enfoque **científico**, el proyecto resalta el potencial de combinar múltiples fuentes de información —espaciales, climáticas y sociales— en un entorno reproducible y escalable. La integración de herramientas como QGIS y R permite establecer una metodología robusta, aplicable a nuevas investigaciones sobre riesgos naturales y a la mejora de predicciones basadas en datos contextualizados.

Discusión sobre las limitaciones del estudio y posibles áreas para futuros trabajos

Aunque los resultados obtenidos han sido valiosos, es importante señalar varias limitaciones del estudio que deben ser consideradas al evaluar la aplicabilidad y la generalización de los resultados.

En primer lugar, uno de los principales retos fue la disponibilidad y calidad de los datos. Si bien se utilizaron datos abiertos, en algunos casos la información estaba incompleta o desactualizada, lo que limitó la precisión de ciertos análisis. Por ejemplo, los datos de precipitaciones de la Dana no siempre fueron lo suficientemente detallados o precisos para modelar con exactitud la intensidad y extensión de las lluvias puesto que tan solo podíamos ver la capa de agua pero no habían datos exactos para poder descargar de esa capa exacta al aún poder ser actualizada en un futuro (únicamente podíamos usar la capa WMS en QGIS, pero esta al ser digital no contenía ningún tipo de dato en su tabla de atributos). Este tipo de limitaciones se debe tener en cuenta, ya que los errores en los datos pueden afectar las conclusiones a las que se llega sobre la vulnerabilidad de ciertas zonas.

Además, nos hemos centrado únicamente en la DANA, lo que dificulta la generalización de los resultados a otros fenómenos meteorológicos o eventos similares. Los fenómenos climáticos de inundaciones, son altamente variables y pueden afectar de manera diferente a diversas zonas, por lo que sería útil ampliar el análisis a otros eventos extremos para observar si las conclusiones obtenidas en este estudio son aplicables a una gama más amplia de situaciones.

Una posible área de mejora y expansión en futuros trabajos sería el análisis a largo plazo de la evolución de la infraestructura y las políticas públicas en relación con los riesgos climáticos, lo que permitiría evaluar el impacto de las intervenciones pasadas y predecir las necesidades futuras. Además, se podrían integrar datos más específicos sobre las características del terreno y las infraestructuras existentes para crear modelos más detallados y personalizados de vulnerabilidad y riesgo.

Dificultades encontradas

Durante el desarrollo del proyecto, se encontraron diversas dificultades técnicas. En primer lugar, uno de los mayores retos fue la integración de los datos de distintas fuentes. Los datos climáticos y geoespaciales no siempre coincidían en términos de resolución espacial o temporal, lo que dificultó la superposición de capas y la generación de modelos coherentes. A pesar de esto, gran partes de los problemas se pudieron llevar a cabo en QGIS, donde con herramientas de ajuste geométrico, limpieza y superposición se solucionaron.

Además, aunque Shiny es una herramienta potente para la creación de aplicaciones interactivas, hubo limitaciones en cuanto a la complejidad de las funcionalidades que se podían incorporar dentro del tiempo disponible. El desarrollo de aplicaciones interactivas con múltiples capas de datos y funciones avanzadas requirió más tiempo de lo inicialmente planeado, lo que nos limitó la profundidad del análisis interactivo que se podría haber alcanzado.

En resumen, aunque el estudio ha cumplido con los objetivos planteados, también ha puesto de manifiesto áreas clave para la mejora, especialmente en términos de la calidad de los datos y la integración de información de diversas fuentes.

5 - Conclusiones

A lo largo del miniproyecto hemos podido comprobar cómo el uso de herramientas como R, Shiny y QGIS nos permite analizar fenómenos meteorológicos complejos de forma visual, interactiva y basada en datos reales. Uno de los hallazgos principales ha sido constatar la fuerte vulnerabilidad de ciertas zonas del territorio valenciano ante eventos extremos como la DANA del pasado 29 de octubre, especialmente en áreas que ya estaban identificadas desde hace décadas como zonas de riesgo. Esta vulnerabilidad no solo responde a factores naturales, sino también a la falta de inversión y planificación en infraestructuras hidráulicas, como se ha puesto de relieve a través del análisis del artículo periodístico.

Recapitulando los **hallazgos principales**, podemos destacar que la DANA no solo ha dejado en evidencia las debilidades del sistema de infraestructuras en la región, sino también las lagunas en cuanto a la gestión preventiva y la falta de adaptación a los nuevos escenarios climáticos. A pesar de que ciertos municipios ya se encontraban en mapas de riesgo, la magnitud de los daños evidenció la necesidad urgente de revisar y actualizar estos planes de gestión del riesgo, además de mejorar la infraestructura hidráulica, como las redes de drenaje y los sistemas de control de inundaciones.

En cuanto a los **objetivos planteados** al inicio del proyecto, hemos logrado aplicarlo con éxito en los tres aspectos clave: la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante el curso, la interpretación de la información geográfica y climática y, finalmente, la comprensión y análisis del impacto de la DANA. Hemos trabajado con herramientas como Shiny para crear aplicaciones interactivas que faciliten el entendimiento de estos fenómenos, y con QGIS para analizar y visualizar datos geoespaciales de forma precisa y accesible. Además, hemos interpretado datos meteorológicos y geográficos reales, lo que nos ha permitido comprender más profundamente cómo los eventos climáticos extremos afectan a las comunidades y los territorios.

Las **implicaciones prácticas** de este trabajo son claras: Los resultados nos muestran que no es suficiente con identificar zonas de riesgo, sino que es crucial desarrollar políticas de intervención que incluyan soluciones estructurales antes posibles desastres.

En conclusión, este trabajo no solo ha reforzado nuestras competencias técnicas y analíticas, sino que también nos ha hecho más conscientes de la importancia de la ciencia en la planificación y gestión del riesgo, además de subrayar la necesidad de una acción proactiva para mitigar los efectos de fenómenos meteorológicos extremos en el futuro. El desafío de prevenir futuras catástrofes pasa por un enfoque más integrado que combine la tecnología, la planificación urbana y la sostenibilidad medioambiental.

6 - Referencias

- Instituto Nacional de Estadística (INE). Datos de población por municipios, 2022. Disponible en: <https://www.ine.es>
- Generalitat Valenciana – Portal de Dades Obertes. Información territorial y ambiental. Disponible en: <https://dadesobertes.gva.es>
- PATRICOVA (Plan de Acción Territorial sobre Prevención del Riesgo de Inundación en la Comunidad Valenciana). Generalitat Valenciana. Disponible en: <https://politicaterritorial.gva.es>
- VISOR CARTOGRÁFICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA : Disponible en <https://visor.gva.es/visor/>
- AEMET – Agencia Estatal de Meteorología. Datos climatológicos y fenómenos extremos. Disponible en: <https://www.aemet.es>
- El Debate. Laura Torlà (2025). “Las obras hídricas olvidadas en Valencia que podrían haber paliado los efectos de la DANA”. Disponible en: <https://www.eldebate.com>

7- Agradecimientos

Quiero cerrar esta memoria con unas palabras que van más allá de lo técnico o académico.

Este proyecto nace a raíz de lo ocurrido durante la DANA del 29 de octubre de 2024, un episodio que dejó una fuerte huella en muchas zonas de la Comunidad Valenciana. Aunque aquí he trabajado con datos, mapas y modelos, detrás de cada cifra hay personas, familias, barrios enteros que vivieron momentos muy duros.

Desde nuestra posición como estudiantes y ciudadanos, solo podemos mostrar respeto y solidaridad hacia todas esas personas afectadas. Este trabajo es también una forma de aportar, aunque sea a pequeña escala, a una mejor comprensión de estos fenómenos y a la necesidad urgente de estar preparados.

Ojalá la ciencia de datos sirva no solo para analizar lo que pasó, sino para ayudar a prevenir, proteger y actuar mejor en el futuro.