



Universidad Politécnica
de Madrid



**Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos**

Grado en Ingeniería Informática

Trabajo Fin de Grado

**Herramienta Automática para la Gestión
de Información Climática del
Repositorio Climate Data Store de la
Unión Europea**

Autor: Julián Alonso García

Tutor: José Antonio Mateo Cortés

Madrid, 3 de marzo de 2024

Este Trabajo Fin de Grado se ha depositado en la ETSI Informáticos de la Universidad Politécnica de Madrid para su defensa.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Informática

Título: Herramienta Automática para la Gestión de Información Climática del
Repositorio Climate Data Store de la Unión Europea

Junio 2024

Autor: Julián Alonso García

Tutor:

Jose Antonio Mateo Cortés

Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos

ETSI Informáticos

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

El propósito de este proyecto es la creación de una aplicación que simplifique significativamente el acceso y la utilización de la información climática almacenada en el repositorio de datos del programa Copernicus de la Unión Europea, conocido como Climate Data Store (CDS). Esta aplicación está dirigida a ser utilizada como un recurso para la comunidad científica dedicada al estudio del clima.

La aplicación desarrollada tiene como objetivo principal la extracción automatizada y la presentación estructurada de datos meteorológicos relevantes para el análisis y la investigación climática. Al aprovechar la riqueza de información disponible en el CDS, la herramienta permitirá a los usuarios acceder de manera intuitiva a una amplia gama de datos, incluyendo mediciones satelitales, registros de observaciones atmosféricas y modelos climáticos.

A través de un frontal web, los investigadores y científicos podrán explorar y visualizar los datos meteorológicos de interés de manera intuitiva. Esta interfaz de usuario ofrece diversas funcionalidades, como la capacidad de filtrar datos según criterios específicos, como coordenadas concretas o años, visualizaciones dinámicas, o exportar datos para análisis adicionales.

La implementación de esta herramienta puede aportar a la investigación climática, ya que permitirá a los investigadores acceder rápidamente a datos actualizados y confiables para sus estudios y análisis. Además, al simplificar el proceso de extracción y visualización de datos, se espera que esta aplicación fomente la colaboración y el intercambio de conocimientos entre los miembros de la comunidad científica.

En resumen, el desarrollo de esta herramienta automática para la gestión de información climática del repositorio Climate Data Store de la Unión Europea está enfocada a aportar a investigación climática, al proporcionar una plataforma accesible para el análisis y la exploración de datos meteorológicos a nivel global.

Abstract

The purpose of this project is the creation of an application that significantly simplifies the access and use of climate information stored in the data repository of the European Union's Copernicus program, known as the Climate Data Store (CDS). This application is intended to be used as a resource for the scientific community dedicated to the study of climate.

The main objective of the developed application is the automated extraction and structured presentation of meteorological data relevant to climate analysis and research. By taking advantage of the wealth of information available in the CDS, the tool will allow users to intuitively access a wide range of data, including satellite measurements, records of atmospheric observations and climate models.

Through a front-end web, researchers and scientists will be able to explore and view meteorological data of interest intuitively. This user interface offers various functionalities, such as the ability to filter data based on specific criteria, generate dynamic charts and visualizations, and export data for additional analysis.

The implementation of this tool can contribute to climate research since it will allow researchers to quickly access updated and reliable data for their studies and analyses. Furthermore, by simplifying the process of data extraction and visualization, this application is expected to encourage collaboration and knowledge sharing among members of the scientific community.

In summary, the development of this automatic tool for the management of climate information from the Climate Data Store repository of the European Union is focused on contributing to climate research, by providing an accessible platform for the analysis and exploration of meteorological data at a global level.

Tabla de contenidos

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción..... | 1 |
| 1.1 Definición..... | 1 |
| 1.2 Copernicus..... | 1 |
| 1.3 Objetivos..... | 2 |
| 1.4 Apartados de la memoria | 3 |
| 2. Estado del arte | 4 |
| 2.1 Contexto y situación actual..... | 4 |
| 2.2 Descripción del conjunto de datos | 5 |
| 2.3 Herramientas utilizadas | 6 |
| 2.3.1 Preprocesado de datos..... | 6 |
| 2.3.2 Despliegue de aplicación web | 7 |
| 3. Análisis y preprocesado de datos..... | 8 |
| 3.1 Preprocesado para mapas | 8 |
| 3.2 Preprocesado para consultas | 12 |
| 4. Implementación en frontal web | 13 |
| 4.1 Menú principal..... | 13 |
| 4.2 Funcionalidades..... | 14 |
| 4.2.1 Visualizar información climática | 14 |
| 4.2.2 Listar información climática | 16 |
| 4.2.2.1 Filtrar por ciudad | 16 |
| 4.2.2.2 Filtrar por coordenadas..... | 17 |
| 4.2.2.4 Tratamiento de avisos | 18 |
| 4.2.2.5 Presentación de información..... | 18 |
| 4.2.3 Más información | 20 |
| 4.3 Estilos | 20 |
| 5. Caso de uso..... | 23 |
| 6. Análisis de impacto y trabajo futuro | 39 |
| 6.1 Análisis de Impacto | 39 |
| 6.2 Trabajo Futuro | 40 |
| 6.3 Impacto personal | 41 |
| 7. Bibliografía..... | 43 |

Índice de figuras

2.1 ANOMALÍAS DE TEMPERATURA 1940-2023

| | |
|---|----|
| 3.1. Rainbow 2 Palette | 4 |
| 3.2. Cmocean Balance Palette | 9 |
| 3.3. No blue Palette..... | 9 |
| 3.4. Cmocean Thermal Palette..... | 9 |
| 3.5. Rainbow Palette..... | 9 |
| 3.6. Inferno Palette..... | 10 |
| 3.7. Mapa Temperatura Media Diaria 2011-2023..... | 10 |
| 3.8. Mapa Velocidad de Viento Media Diaria 2011-2023..... | 11 |
| 3.9. Mapa Elevación..... | 11 |
| 3.10. Ejemplo Archivo CSV Temperaturas Medias 2011-2023..... | 12 |
| 4.1. Menú Principal de la Aplicación..... | 13 |
| 4.2. Menú Visualizador Datos Climáticos..... | 14 |
| 4.3. Extracto de Código Funcionalidad1..... | 14 |
| 4.4. Botón de Seleccionar Atributo..... | 14 |
| 4.5. Botón de Seleccionar Rango de Tiempo..... | 15 |
| 4.6. Visualización de Mapa con Leyenda y Descripción..... | 15 |
| 4.7. Extracto de Código para Descripciones..... | 15 |
| 4.8. Menú Histórico de Datos Climáticos..... | 16 |
| 4.9. Botón Desplegable Seleccionar Ciudad..... | 17 |
| 4.10. Ciudad Seleccionada..... | 17 |
| 4.11. Extracto Código Definir Años..... | 17 |
| 4.12. Botón Desplegable Seleccionar Año..... | 17 |
| 4.13. Menú Introducir Coordenadas..... | 17 |
| 4.14. Coordenadas Ingresadas..... | 18 |
| 4.15. Extracto Código Tratamiento Avisos..... | 18 |
| 4.16. Aviso Ausencia de Ubicación..... | 18 |
| 4.17. Aviso Ausencia de Año..... | 18 |
| 4.18. Extracto Código Cálculo Distancia Mínima..... | 19 |
| 4.19. Extracto Código Datos de Ubicación Más Cercana..... | 19 |
| 4.20. Tabla de Datos Incompleta..... | 19 |
| 4.21. Tabla de Datos Completa..... | 20 |
| 4.22. Elemento “Hover” de la Celda de Precipitación Media Diaria..... | 20 |

| | |
|--|----|
| 4.23. Extracto Código “Hover” | 20 |
| 5.1. Menú Principal de la Aplicación..... | 23 |
| 5.2. Menú Funcionalidad Visualización de Mapas..... | 24 |
| 5.3. Selección Humedad Relativa Media Diaria..... | 24 |
| 5.4. Selección Rango 1980-1994..... | 25 |
| 5.5. Visualización Mapa Humedad 1980-1994..... | 25 |
| 5.6. Visualización Mapa Humedad 1995-2010..... | 26 |
| 5.7. Visualización Mapa Humedad 2011-2023..... | 27 |
| 5.8. Cambio de Atributo Seleccionado..... | 28 |
| 5.9. Visualización Mapa Radiación 1965-1979..... | 29 |
| 5.10. Visualización Mapa Radiación 1980-1994..... | 30 |
| 5.11. Visualización Mapa Radiación 1995-2010..... | 31 |
| 5.12. Vuelta al Menú Principal..... | 32 |
| 5.13. Menú Histórico de Datos Climáticos..... | 32 |
| 5.14. Selección de Ciudad Sevilla..... | 33 |
| 5.15. Selección de Ciudad Sevilla y Año 2018..... | 33 |
| 5.16. Datos Climáticos de Sevilla en 2018..... | 34 |
| 5.17. Datos Climáticos de Sevilla en 2004..... | 34 |
| 5.18. Datos Climáticos de Sevilla en 1988..... | 35 |
| 5.19. Selección de Ubicación Mediante Coordenadas..... | 36 |
| 5.20. Datos Climáticos de Huesca en 2014..... | 36 |
| 5.21. Datos Climáticos de Huesca en 1997..... | 37 |
| 5.22. Datos Climáticos de Huesca en 1982..... | 37 |
| 5.23. Ir a Copernicus..... | 38 |

Capítulo 1

Introducción

En la era moderna, el entendimiento y la observación del clima son cruciales ante los desafíos medioambientales que enfrentamos. La disponibilidad y el análisis de datos climáticos son fundamentales para comprender mejor los patrones climáticos y sus efectos en nuestro entorno. En este contexto, surge la necesidad de desarrollar herramientas que faciliten el acceso y la utilización de esta información valiosa para la investigación climática.

Este trabajo se enfoca en el desarrollo de una herramienta automatizada para la gestión de información climática, con el propósito de proporcionar a la comunidad científica una plataforma intuitiva y accesible para el análisis y la exploración de datos meteorológicos. La herramienta se basará en el repositorio de datos del programa Copernicus de la Unión Europea, conocido como Climate Data Store (CDS), que almacena una amplia gama de datos climáticos, incluyendo mediciones satelitales y observaciones atmosféricas.

1.1 Definición

El objetivo principal de este proyecto es crear una aplicación que permita a los investigadores acceder de manera eficiente a la información climática del repositorio Climate Data Store de la Unión Europea. Esta herramienta automatizada facilitará la extracción y presentación de datos meteorológicos relevantes para el análisis y la investigación climática.

La aplicación proporcionará a los usuarios una interfaz intuitiva y amigable para explorar y visualizar los datos climáticos de interés. Esto incluirá funcionalidades avanzadas de filtrado y análisis de datos, así como la capacidad de generar gráficos y visualizaciones dinámicas.

1.2 Copernicus

Copernicus es el Programa de Observación de la Tierra de la Unión Europea, diseñado para monitorear el comportamiento del planeta y su entorno en beneficio de los ciudadanos europeos. Este programa ofrece servicios de información basados en datos recopilados por satélites y sistemas de medición terrestres, aéreos y marítimos [1].

La Comisión Europea coordina y gestiona Copernicus, con la colaboración de Estados miembros, como la Agencia Espacial Europea (ESA) o la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (Eumetsat), entre otros. Se utilizan datos globales

recopilados por satélites y sistemas terrestres, aéreos y marítimos para proporcionar información gratuita y accesible que ayude a mejorar la calidad de vida en Europa.

Copernicus se centra en responder a las necesidades de los usuarios, proporcionando observaciones globales que también son aplicables a nivel local y regional. El programa cuenta con una constelación de satélites propios, conocidos como Sentinel [2], complementados con misiones participantes y sistemas in situ, como estaciones en tierra.

Este servicio procesa y analiza los datos para transformarlos en información valiosa, utilizada en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo gestión urbana, desarrollo sostenible, salud, protección civil, entre otros. Los principales usuarios son responsables políticos y autoridades públicas, así como empresas que desarrollan servicios de valor añadido basados en datos de Copernicus.

1.3 Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar una herramienta automatizada para la gestión de información climática utilizando el repositorio de datos del programa Copernicus de la Unión Europea, con el fin de proporcionar acceso eficiente a la información meteorológica y facilitar su estudio por parte de la comunidad científica.

Objetivos Específicos:

- **Recuperación Automática de Datos:** Implementar un sistema de extracción automática de información meteorológica del repositorio de datos del programa Copernicus, garantizando la actualización periódica de los datos para mantener la información relevante y actualizada.
- **Desarrollo de una Aplicación *Frontend*:** Crear una interfaz de usuario intuitiva y amigable que permita a los usuarios acceder y visualizar la información meteorológica de manera efectiva, utilizando tecnologías web modernas para garantizar una experiencia de usuario óptima.
- **Diseño e Implementación de la Base de Datos:** Diseñar una estructura de base de datos eficiente y escalable para almacenar la información meteorológica extraída del repositorio de datos, asegurando la integridad y la coherencia de los datos almacenados.
- **Despliegue en un Servidor Web:** Configurar y desplegar la aplicación en un servidor web público, garantizando su disponibilidad y accesibilidad para la comunidad científica, así como la implementación de medidas de seguridad para proteger los datos sensibles.

1.4 Apartados de la memoria

Los capítulos que componen la memoria son los siguientes:

Capítulo 1. Introducción: en este capítulo se presenta una visión general del proyecto, incluyendo su definición, la importancia del repositorio Copernicus, los objetivos generales y específicos, y un resumen de los capítulos que componen la memoria.

Capítulo 2. Estado del arte: Se explora el contexto y la situación actual del clima global, destacando la necesidad de herramientas como la desarrollada. Además, se describe en detalle el conjunto de datos utilizado, proveniente del programa Copernicus, y las herramientas requeridas para el trabajo.

Capítulo 3. Análisis y preprocesado de los datos:

Este capítulo detalla el proceso de obtención y preprocesamiento de los datos climáticos. Se describen los métodos utilizados para convertir y estructurar los datos desde su formato original a formatos manejables y utilizables por la aplicación.

Capítulo 4. Implementación mediante frontal web

Se aborda la implementación técnica de la aplicación web, centrándose en la visualización y consulta de datos climáticos. Se describe el desarrollo de la interfaz de usuario y las funcionalidades principales, utilizando la biblioteca de JavaScript ReactJS.

Capítulo 5. Caso de uso

En este capítulo se presenta un caso de uso real de la herramienta. Se ilustran las capacidades de la aplicación mediante diversas consultas y visualizaciones de datos climáticos, mostrando capturas de pantalla y explicando cada paso del proceso.

Capítulo 6. Análisis del impacto y trabajos futuros

Se analiza el impacto de la herramienta en diversas áreas, incluyendo la accesibilidad a datos climáticos, la facilitación de la investigación científica, la educación y el apoyo a políticas públicas. También se discuten las posibles mejoras y expansiones futuras de la herramienta.

Capítulo 7. Bibliografía

Este capítulo incluye todas las referencias y fuentes consultadas durante el desarrollo del proyecto. Se citan artículos, sitios web y otros documentos relevantes que han sido utilizados como soporte para el trabajo.

Capítulo 2

Estado del arte

En este capítulo se explica la necesidad cubierta por el proyecto, la base de datos escogida y las herramientas utilizadas, así como los conceptos previos necesarios para comprender los aspectos tratados en este Trabajo de Fin de Grado.

2.1 Contexto y situación actual

Según la Organización Meteorológica Mundial, 2023 fue el año más caluroso jamás registrado [3]. Se batieron récords en calor del océano, aumento del nivel del mar, pérdida de hielo marino en la Antártida y retroceso de los glaciares. Estos hechos no sólo merman el medio ambiente, sino que también suponen pérdidas económicas por valor de miles de millones de euros. La comunidad científica está al tanto del problema, y realiza un llamado a la sociedad para informar de la situación. Según Celeste Saulo, la secretaria general de la Organización Meteorológica Mundial, “La comunidad de la OMM está haciendo sonar la alarma para todo el mundo” e insisten en la importancia de no sobrepasar la barrera de los 1.5°C de media anuales: “Nunca hemos estado tan cerca, aunque sea temporalmente por ahora, del límite inferior de 1,5°C establecido por el Acuerdo de París sobre el cambio climático” [4].

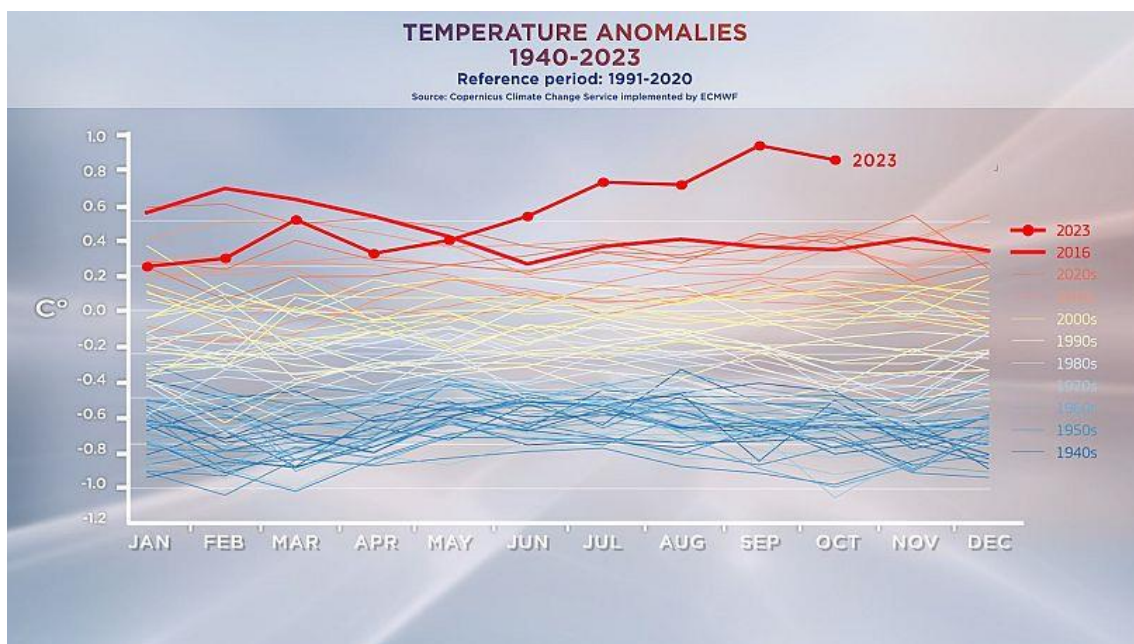


Figura 2.1: ANOMALÍAS DE TEMPERATURA 1940-2023. Fuente: Copernicus Data Store [5]

Como se puede observar en la figura, la tendencia de la temperatura media mundial ha ido al alza con el paso de las décadas, pero con un punto de inflexión en los últimos años, lo cual nos hace entender que el cambio climático está acentuándose.

Partiendo de esta base, surge la necesidad de estudiar las tendencias climatológicas para poder realizar una serie de predicciones que nos indiquen en qué punto estamos. Para ello, contamos con repositorios, como es el caso de Copernicus, un recurso centralizado de datos ambientales gestionado de la Unión Europea. Este programa tiene como objetivo

proporcionar información precisa y oportuna sobre el medio ambiente para respaldar políticas medioambientales, la gestión de crisis y la investigación científica en Europa y a nivel mundial.

Los datos almacenados en el repositorio Copernicus están disponibles de forma gratuita y abierta para su uso por parte de gobiernos, instituciones de investigación, empresas y el público en general. Sin embargo, el gran volumen de datos que se albergan en el repositorio y su interfaz puede resultar no demasiado intuitiva para personas que no estén acostumbradas a tratar con Bases de Datos. Por último, este repositorio se encuentra solamente en inglés y la naturaleza del lenguaje técnico de la página puede resultar en traducciones inexactas.

Por tanto, tenemos la oportunidad de crear una interfaz fácil de usar, completa e intuitiva en la que mostrar los datos para poner a disposición tanto de la comunidad científica como del público general.

2.2 Descripción del conjunto de datos

El conjunto de datos escogido para la recopilación de datos y su posterior exhibición en la aplicación desplegada pertenece a Copernicus y se llama “E-OBS daily gridded meteorological data for Europe from 1950 to present derived from in-situ observations” [6].

El conjunto de datos E-OBS es una base de datos observacional diaria en forma de cuadrícula que abarca exclusivamente la tierra en Europa. Este conjunto de datos se desarrolló inicialmente en 2008 para proporcionar validación a las simulaciones de modelos climáticos en toda Europa, pero ha evolucionado para utilizarse más ampliamente en la monitorización del clima en Europa y en la evaluación de la magnitud y frecuencia de los extremos climáticos diarios.

E-OBS se basa en una serie temporal combinada de la red de estaciones del proyecto European Climate Assessment & Dataset (ECA&D). Los datos de las estaciones provienen directamente de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales Europeos (NMHSs) u otras instituciones que poseen datos. Para algunos países, el número de estaciones utilizadas es la red nacional completa, lo que resulta en una densidad mucho mayor que la red de estaciones que se comparten rutinariamente entre los NMHSs. La densidad de estaciones aumenta gradualmente a través de colaboraciones con NMHSs dentro de contratos de investigación europeos.

El conjunto de datos E-OBS está disponible en resolución espacial de $0.1^\circ \times 0.1^\circ$ y $0.25^\circ \times 0.25^\circ$ y cubre Europa desde enero de 1950 hasta la actualidad, con una resolución temporal diaria. Incluye varias variables climáticas importantes, las cuales se explican a continuación:

| Variables principales | | |
|------------------------------------|-------------------|---|
| Nombre | Unidad | Descripción |
| Altitud de la superficie terrestre | m | Altitud de la superficie terrestre sobre el nivel del mar extraída del Conjunto de datos globales de elevación por segundo de arco de 30 (GTOPO30) desarrollado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos. |
| Temperatura máxima | °C | Temperatura máxima diaria del aire medida a una altura de 2 metros sobre la superficie. |
| Temperatura media | °C | Temperatura media diaria del aire medida a una altura de 2 metros sobre la superficie. |
| Temperatura mínima | °C | Temperatura mínima diaria del aire medida a una altura de 2 metros sobre la superficie. |
| Nivel de precipitación | mm | Cantidad total diaria de lluvia, nieve y granizo medida como la altura del agua líquida equivalente en un metro cuadrado. |
| Humedad relativa | % | Humedad relativa media diaria medida a una altura de 2 metros sobre la superficie. Los valores de humedad relativa se relacionan con la humedad real y la humedad de saturación. Los valores están en el intervalo [0,100]. 0% significa que el aire en la celda de la rejilla está totalmente seco mientras que 100% indica que el aire en la celda está saturado con vapor de agua. |
| Presión atmosférica | hPa | Presión atmosférica media diaria al nivel del mar. En regiones donde la superficie de la Tierra está sobre el nivel del mar, la presión superficial se utiliza para calcular la presión del aire que existiría al nivel del mar directamente debajo, dada una temperatura del aire constante desde la superficie hasta el nivel del mar. |
| Radiación solar | W m ⁻² | El flujo de radiación de onda corta (también conocida como radiación solar) medido en la superficie de la Tierra. |
| Velocidad del viento | m/s | Velocidad media diaria del viento a 10 metros de altura sobre la superficie |

El formato de archivo utilizado es NetCDF-4 [7], siguiendo las convenciones del Climate and Forecast Metadata Convention v1.4 (CF-v1.4). Se actualiza con nuevas versiones cada seis meses, con el propósito de mejorar y mantener la calidad y la precisión de los datos.

2.3 Herramientas utilizadas

Este apartado se dedica a explorar y detallar las diversas herramientas y librerías utilizadas en el trabajo.

2.3.1 Preprocesado de datos

- QGIS [8], acrónimo de Quantum GIS, es un sistema de información geográfica (SIG) de código abierto que permite a los usuarios crear, editar, visualizar, analizar y publicar datos geoespaciales en diferentes formatos. En este caso, se usará para la visualización de los archivos NetCDF como mapas.

- La librería libnetcdf-dev es una biblioteca de desarrollo de código abierto que facilita la manipulación de datos multidimensionales en formatos de archivo NetCDF. Proporciona herramientas y funciones para leer, escribir y manipular archivos de este formato en aplicaciones de software. En este caso, se ha usado para la conversión de archivos de entrada NetCDF a GeoJSON, JSON y CSV.
- La librería csv en Python es un módulo que facilita el tratamiento, lectura y escritura de archivos en formato CSV. Se ha usado para leer los archivos que contienen todos los datos y poder presentar las mediciones de manera ordenada e intuitiva.

2.3.2 Despliegue de aplicación web

React JS [9] es una biblioteca de JavaScript de código abierto utilizada para construir interfaces de usuario interactivas y dinámicas para aplicaciones web. Se utiliza JSX (JavaScript XML), una extensión de sintaxis que permite escribir estructuras de interfaz de usuario dentro de archivos JavaScript. Otra característica a destacar de esta herramienta es que una vez lanzada una aplicación en un servidor web, es posible ver los cambios efectuados en el código en tiempo real.

Inicialmente se planteó trabajar con Angular para la implementación del frontal web, pero finalmente se optó por React por su flexibilidad y modularidad. La ventaja de React es la posibilidad de construir interfaces de usuario con un sistema de componentes. Además, React ofrece un buen rendimiento al minimizar las actualizaciones del DOM mediante su enfoque de "renderizado virtual".

Capítulo 3

Análisis y preprocesado de datos

El conjunto de datos escogido trata de una serie de instancias de datos recogidas con las unidades anteriormente mencionadas. En términos geográficos, el conjunto de datos abarca la gran mayoría del continente europeo, teniendo como límite el final del mar negro por el este e incluyendo también las partes del norte de África que tienen contacto con el mar mediterráneo. En cuanto a dimensión temporal, se recogen datos desde 1950 hasta 2023, extraídos de manera diaria y con una resolución de 0.25°. Cabe mencionar que, en el caso de las mediciones más antiguas, hay instancias que están interpoladas y algunas que faltan. Sin embargo, la gran mayoría de datos se encuentran accesibles y tienen una alta fiabilidad, según la información del repositorio.

Se ha realizado una descarga de datos a partir del repositorio a analizar. Dado el tamaño de los conjuntos de datos, se han extraído los mismos en periodos de 15 años, y se han ordenado por unidad y rango temporal. Una vez se tienen todos los datos descargados, se procedió al preprocesado de los mismos para su posterior utilización y visualización.

Los datos descargados se encuentran en formato NetCDF. Hay que distinguir entre las 2 principales funcionalidades del proyecto a la hora de describir el preprocesado de datos, ya que su tratamiento difiere en ambas.

3.1 Preprocesado para mapas

En primer lugar, se describirá el preprocesado para la visualización de datos mediante mapas.

Haciendo uso de la aplicación QGIS, se han importado los datos por unidades y rangos de tiempo. Los archivos NetCDF se pueden importar como capas de tipo ráster, por lo que se ha adaptado la paleta de colores más conveniente para cada una de las unidades y se ha procedido a la visualización.

Para colorear los mapas se ha optado por paletas de colores personalizadas para cada uno de los atributos [10]. A continuación, se muestran los atributos con sus respectivas rampas de color seleccionadas:

Temperatura media, Temperatura Mínima, Temperatura Máxima: Paleta Rainbow

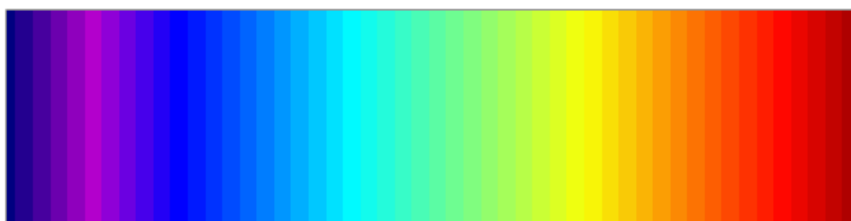


Figura 3.1: Rainbow 2 Palette [10]

Precipitación, presión atmosférica: Paleta Blue-to-Red invertida.

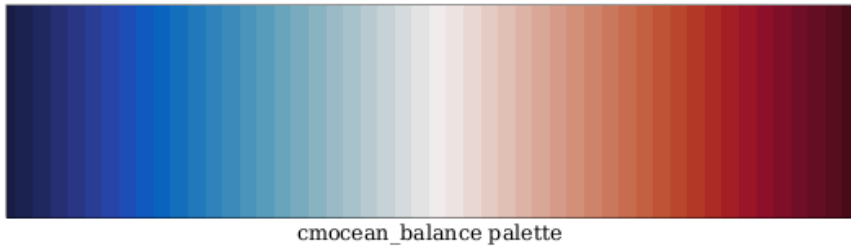


Figura 3.2: Cmocean Balance Palette [10]

Elevación: Paleta Green-to-Red no blue.

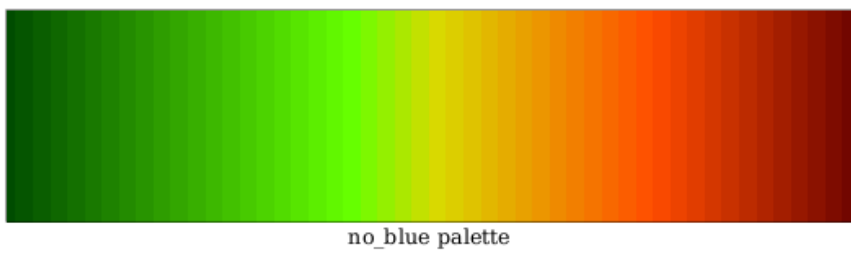


Figura 3.3: No blue Palette [10]

Radiación solar: Paleta Thermal

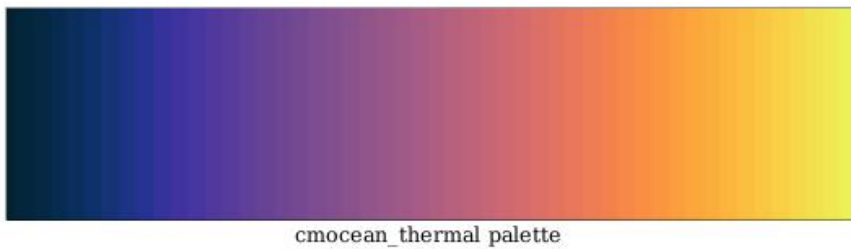


Figura 3.4: Cmocean Thermal Palette [10]

Velocidad de viento: Paleta Rainbow Alternativa

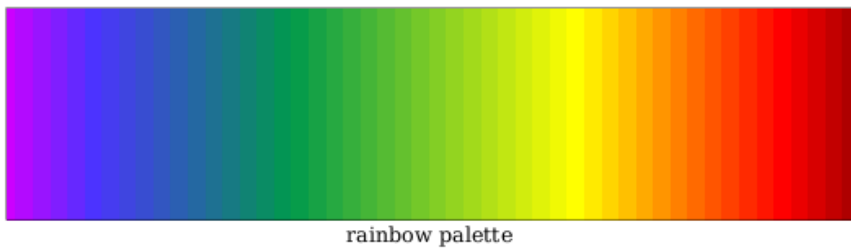


Figura 3.5: Rainbow Palette [10]

Humedad relativa: Paleta Inferno

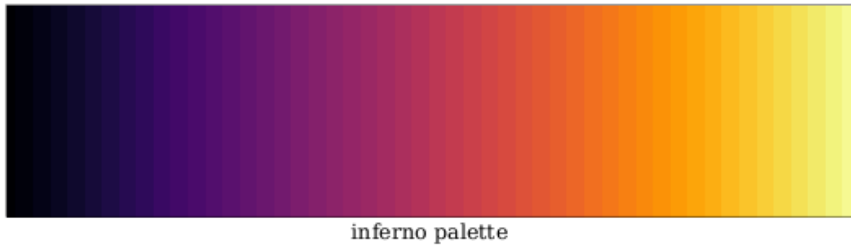


Figura 3.6: Inferno Palette [10]

A continuación, se puede ver el mapa correspondiente a la unidad “Temperatura media” en el rango temporal “2011-2023”. El espectro de colores que se ha elegido es una escala de tipo “Rainbow”, que comprende desde un azul oscuro para la temperatura media diaria más baja registrada, a un rojo oscuro para la más alta registrada.

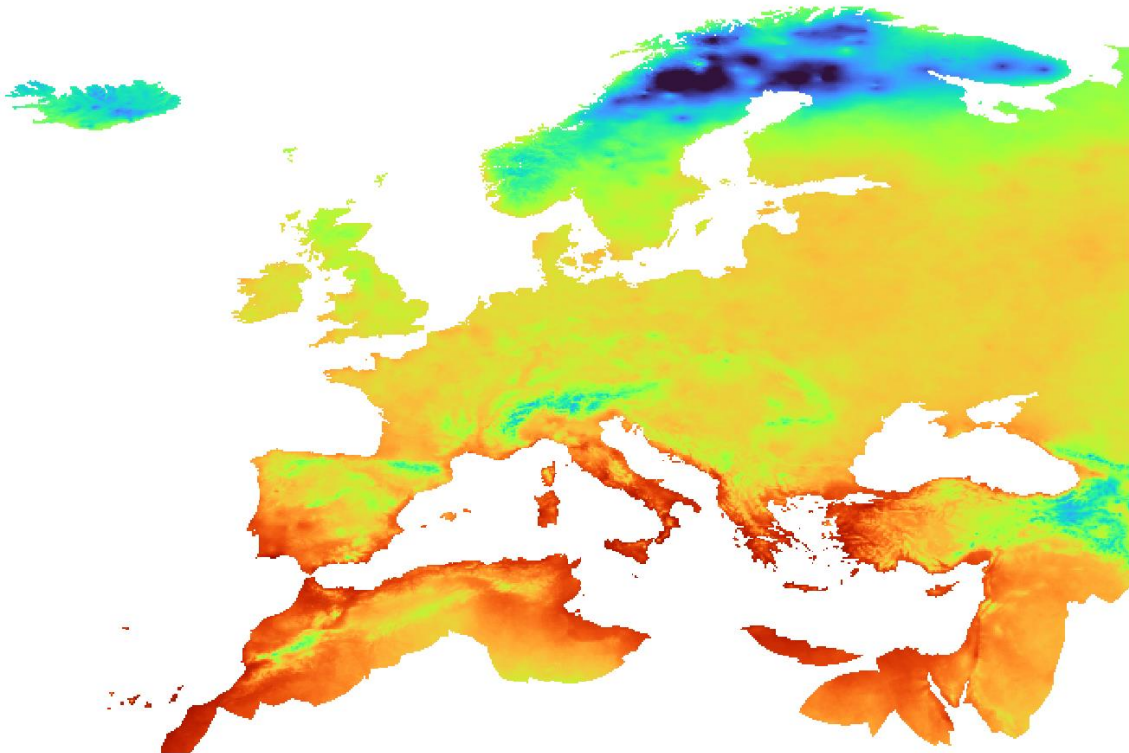


Figura 3.7: Mapa Temperatura media diaria 2011-2023

Este proceso es repetido para el resto de las unidades, adaptando el espectro de colores más idóneo para cada una de ellas. A continuación, se muestran los mapas obtenidos para los atributos “Velocidad de viento media diaria” en el rango 2011-2023 y “Elevación”.

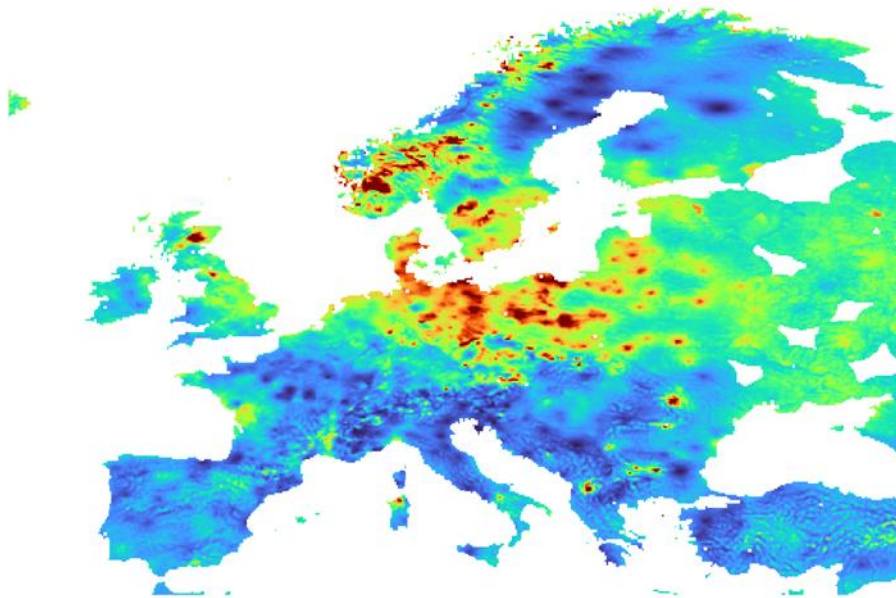


Figura 3.8: Mapa Velocidad de viento media diaria 2011-2023

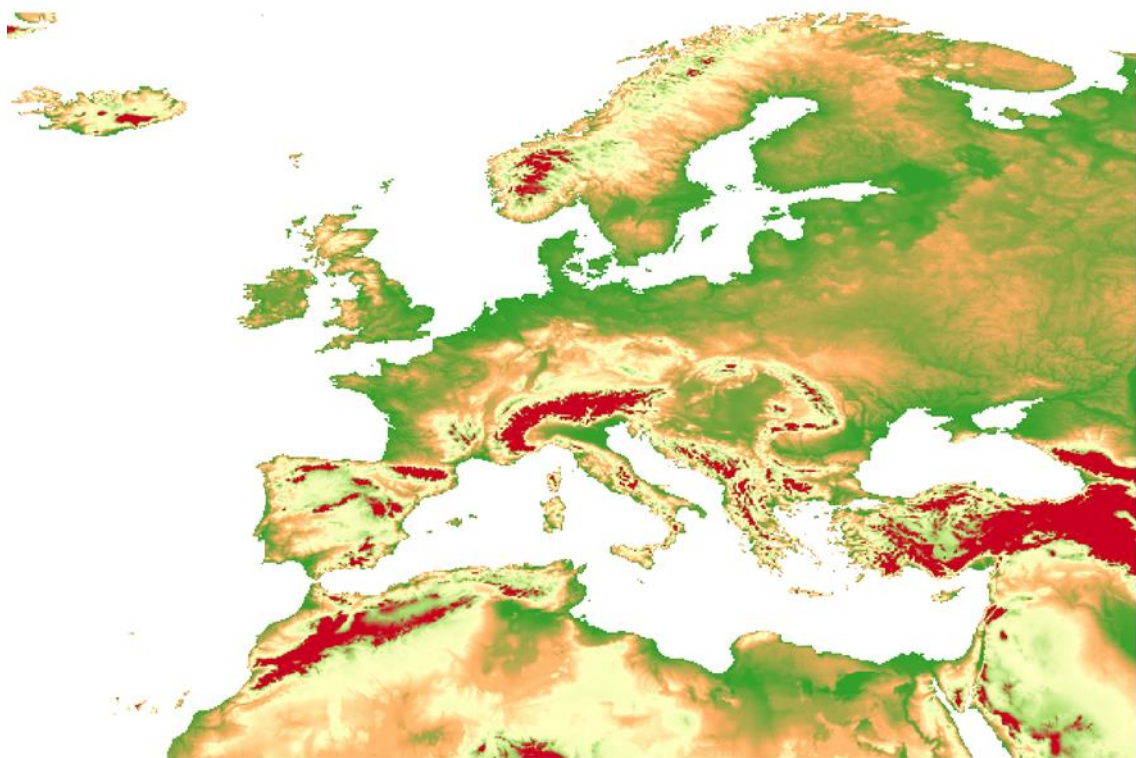


Figura 3.9: Mapa Elevación

Finalmente, todos los mapas se han exportado y están listos para su integración en el frontal web, como se detallará en el próximo capítulo de la memoria.

3.2 Preprocesado para consultas

La otra principal funcionalidad de la aplicación son las consultas de datos. En este caso, el preprocesado de datos es diferente. Lo primero que se ha hecho es, mediante la librería de Python `libnetcdf-dev`, generar cada uno de los archivos CSV correspondientes a cada archivo NetCDF. De esta manera, los archivos ya son legibles con el programa Excel. Sin embargo, cada archivo CSV ocupa unos 2,5 GB, y hay 5 archivos para cada una de las 7 unidades medidas. Por tanto, se ha creado otro archivo para cada unidad que contiene, por cada año y en todas las ubicaciones registradas, el valor máximo, mínimo y medio del parámetro medido. De esta manera, se puede observar de manera rápida la tendencia de cada uno de los atributos a lo largo de los años, así como los valores atípicos. Como veremos en el siguiente capítulo, la visualización de datos en el frontal web consistirá en filtrar entre estos archivos mediante la ubicación seleccionada. Estos archivos ocupan una media de 20 MB, por lo que son mucho más manejables y su manipulación es posible.

En la siguiente imagen, se observa la forma en la que están dispuestos los datos en los archivos CSV que serán leídos en esta funcionalidad. En cada uno de los archivos hay 6 columnas: Latitud, Longitud, Año, Valor máximo de dicho año, Valor mínimo y Valor medio. A continuación, se observan, para cada ubicación, tantas filas como años tenga el rango del archivo. En este caso, el archivo se corresponde con las temperaturas medias de 2011 a 2023, por lo que hay 13 filas por cada una de las ubicaciones.

| 1 | Latitud,Longitud,Año,Maximo,Minimo,Media |
|----|--|
| 2 | 25.375,-14.625,2011,31.49,15.509999,23.022109254794522 |
| 3 | 25.375,-14.625,2012,30.91,15.589999,23.398410649315068 |
| 4 | 25.375,-14.625,2013,31.99,15.969999,23.488629849315068 |
| 5 | 25.375,-14.625,2014,30.97,15.21,23.373917534246576 |
| 6 | 25.375,-14.625,2015,33.78,15.63,23.585807920547943 |
| 7 | 25.375,-14.625,2016,32.25,15.4,23.593807956164383 |
| 8 | 25.375,-14.625,2017,32.59,15.04,23.79997230958904 |
| 9 | 25.375,-14.625,2018,31.019999,14.23,22.6452874 |
| 10 | 25.375,-14.625,2019,31.019999,15.929999,23.099123010958905 |
| 11 | 25.375,-14.625,2020,32.899998,15.38,23.49964354246575 |
| 12 | 25.375,-14.625,2021,33.52,14.9,23.072081920547948 |
| 13 | 25.375,-14.625,2022,33.98,13.69,23.26695861917808 |
| 14 | 25.375,-14.625,2023,32.82,13.83,24.08936955890411 |

Figura 3.10: Ejemplo archivo CSV Temperaturas medias 2011-2023

Se ha repetido el mismo proceso para cada uno de los 5 rangos temporales de los 8 atributos estudiados (excepto elevación, que no tiene asociada variable temporal), lo que da lugar a 33 archivos que posteriormente serán importados desde el código que lanza la aplicación y presenta los datos. Esta organización trata de facilitar a los usuarios la carga rápida de datos para una aplicación útil e intuitiva.

Capítulo 4

Implementación en frontal web

En este capítulo, se abordará la implementación del frontal web de la aplicación, centrado en la visualización y consulta de datos de forma dinámica. Como se ha especificado anteriormente, se ha lanzado una aplicación en ReactJS para ello. Aunque se trate de la misma fuente de datos, la aplicación trata los mismos de forma diferente en base a la funcionalidad que se esté ejecutando. Por ello, igual que en el apartado de preprocesado de datos, las funcionalidades se analizarán por separado.

El desarrollo de la aplicación se ha llevado de forma independiente por funcionalidades, pero se han interconectado entre ellas para crear una interfaz con alta navegabilidad.

4.1 Menú principal

El desarrollo de la aplicación se ha llevado de forma independiente por funcionalidades, pero se han interconectado entre ellas para crear una interfaz con alta navegabilidad.

Para el menú principal se ha optado por un diseño minimalista, con la intención de centrar la atención del usuario en la selección de funcionalidades. Con una menor cantidad de elementos en pantalla, se trata de facilitar la comprensión para el usuario promedio.



Figura 4.1: Ejemplo archivo CSV Temperaturas medias 2011-2023

En cuanto a los botones en pantalla, encontramos los siguientes:

- Ir a Copernicus: este botón contiene un hipervínculo que redirige al usuario a <https://www.copernicus.eu/es/pagina-de-inicio> [11], la página oficial de la organización Copernicus en español, de manera que el usuario pueda informarse del programa del cual se extraen los datos a visualizar.
- Más información: para añadir un poco más de contexto a la aplicación, se ha incluido este botón el cual redirige a una pantalla en la cual se muestra un texto introductorio para familiarizar al usuario.

- Ver histórico de datos: se redirige a la funcionalidad homónima, que se detallará más adelante.
- Visualizar datos en mapa: se redirige a la funcionalidad de visualización, explicada más adelante en la memoria.

4.2 Funcionalidades

A continuación, se procede a analizar el diseño y desarrollo de las funcionalidades de la aplicación.

4.2.1 Visualizar información climática

La primera funcionalidad consiste en un visualizador de mapas coloreados en base a información climática.

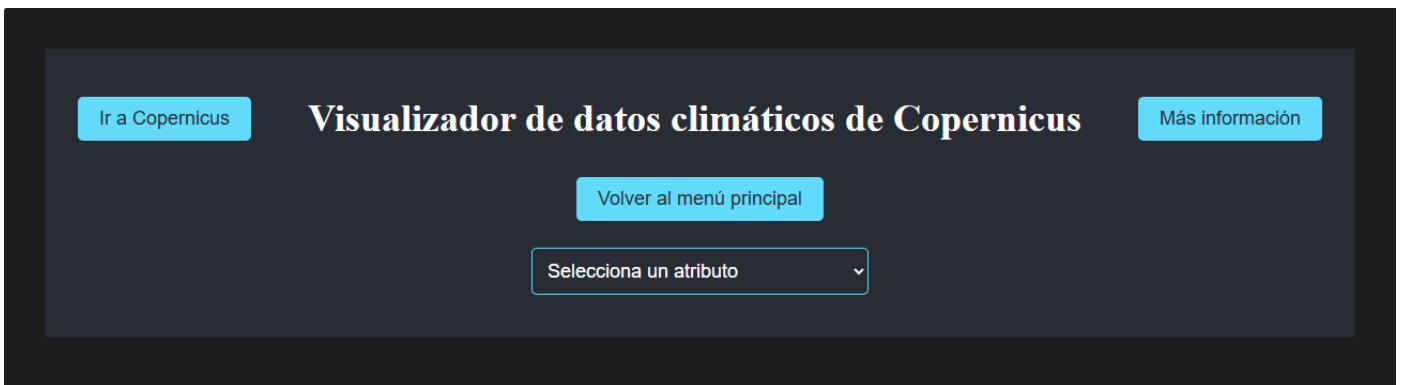


Figura 4.2: Menú visualizador datos climáticos

En primer lugar, se procede a detallar los elementos que ocupan la pantalla

Título: se presenta de manera concisa el nombre de la funcionalidad

Botones simples:

- Ir a Copernicus: ya se ha detallado anteriormente, por lo que no se profundizará.
- Más información: ver apartado 4.1
- Volver al menú principal: esta interacción hace uso de la función predefinida “onBack” de React. Se pasa como prop al componente para manejar la acción específica de navegar hacia atrás en la aplicación. Después, se asocia con el botón de manera que, si este es pulsado, se retrocederá a la pantalla de menú principal.

```
function Funcionalidad1({ onBack }) {
```

Figura 4.3: Extracto de código Funcionalidad1

Botones desplegables: estos botones consisten en un área de la pantalla en la cual, al pulsar, se muestran todas las opciones seleccionables en cada caso. Se procede a detallar cada uno de ellos:

- Seleccionar atributo: en primer lugar, el usuario debe elegir qué tipo de dato climático es el que quiere visualizar en el mapa. Para

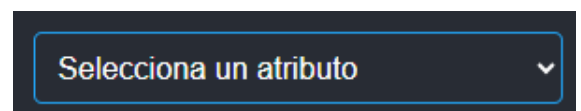


Figura 4.4: Botón de seleccionar atributo

ello, se ha creado este botón desplegable que muestra los 8 atributos.

- **Seleccionar rango de tiempo:** una vez seleccionado el atributo, aparecerá este botón. Sirve para seleccionar uno de los 5 rangos de tiempo disponibles. Cuando se escoja uno de ellos, aparecerá el mapa. Cabe mencionar que, si el atributo seleccionado es “Elevación”, no se mostrará este desplegable, ya que el mapa asociado a este atributo no varía.

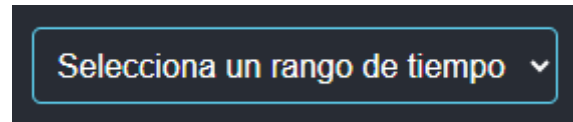


Figura 4.5: Botón de seleccionar rango de tiempo

Mapa: Para el despliegue del mapa, se han importado todas las imágenes tipo ráster que se han procesado anteriormente. Mediante una función `const getImageUrl = ()`, se recorren todos los mapas que se obtuvieron y se hace un fetch a la imagen correspondiente, ya que todas ellas están subidas a una página web de manera oculta, de forma que solo se puede acceder a ellas con el enlace.

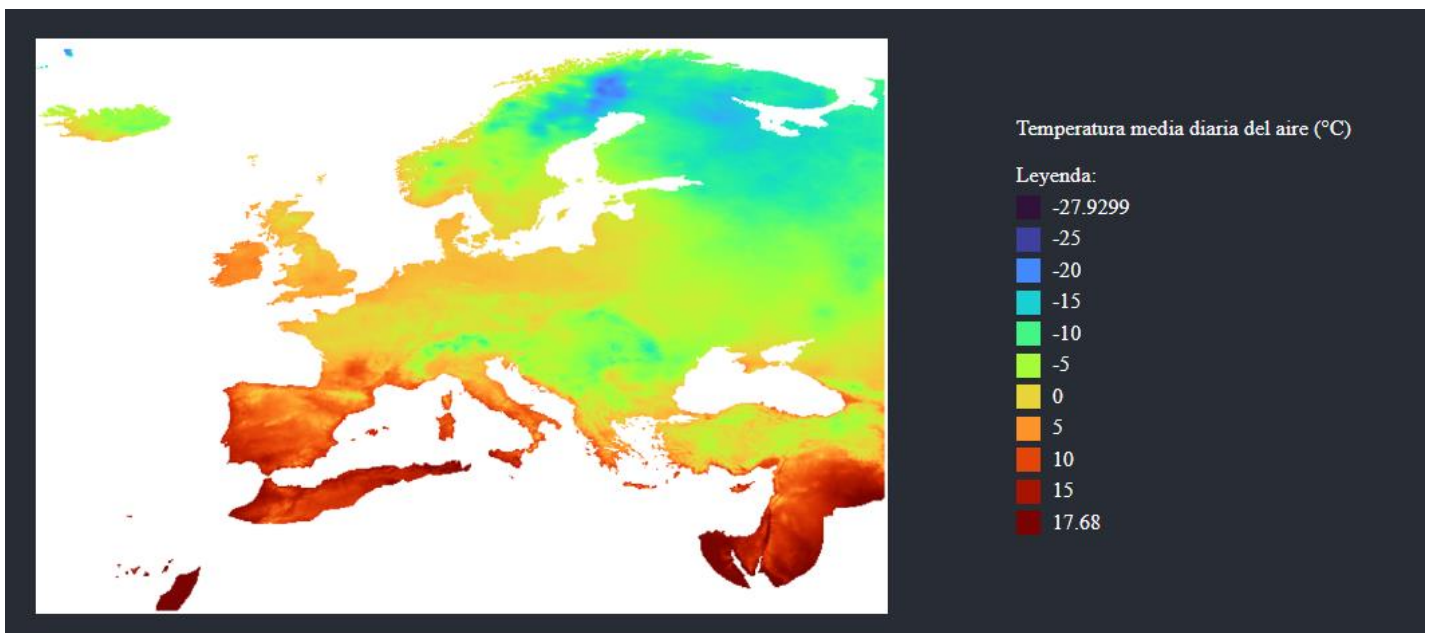


Figura 4.6: Visualización de mapa con leyenda y descripción

Leyenda y Descripción: Una vez se ha obtenido el mapa, se procede a la creación de una leyenda y descripción dinámica para cada uno de los atributos. Para ello, hace uso de una estructura de control switch. Esta estructura evalúa una expresión, en este caso, la variable `attribute`, y ejecuta un bloque de código correspondiente a la coincidencia del valor de `attribute` con uno de los casos (`case`). Se asigna un array de objetos a la variable `legend`. Cada objeto en este array tiene dos propiedades: `value` y `color`, este último escrito en forma hexadecimal. Además, se asigna una cadena de texto a la variable `description`. Esta cadena

```
// Definir las leyendas y descripciones para todos los atributos
switch (attribute) {
  case 'temperatura':
    legend = [
      { value: -27.9299, color: '#30123b' },
      { value: -25, color: '#4040a2' },
      { value: -20, color: '#458afc' },
      { value: -15, color: '#1bd0d5' },
      { value: -10, color: '#43f787' },
      { value: -5, color: '#a7fc3a' },
      { value: 0, color: '#e9d539' },
      { value: 5, color: '#fe932a' },
      { value: 10, color: '#e4450a' },
      { value: 15, color: '#a71401' },
      { value: 17.68, color: '#7a0403' },
    ];
    description = 'Temperatura media diaria del aire (°C)';
    break;
}
```

Figura 4.7: Extracto de código para descripciones

describe lo que representa la leyenda, en este caso, la temperatura media diaria del aire en grados Celsius.

4.2.2 Listar información climática

La segunda funcionalidad consiste en una herramienta para filtrar datos climáticos de cualquier ubicación terrestre de Europa por años, desde 1950 hasta 2023.

A continuación, se analizan los elementos que se ven en pantalla al inicializar esta funcionalidad.

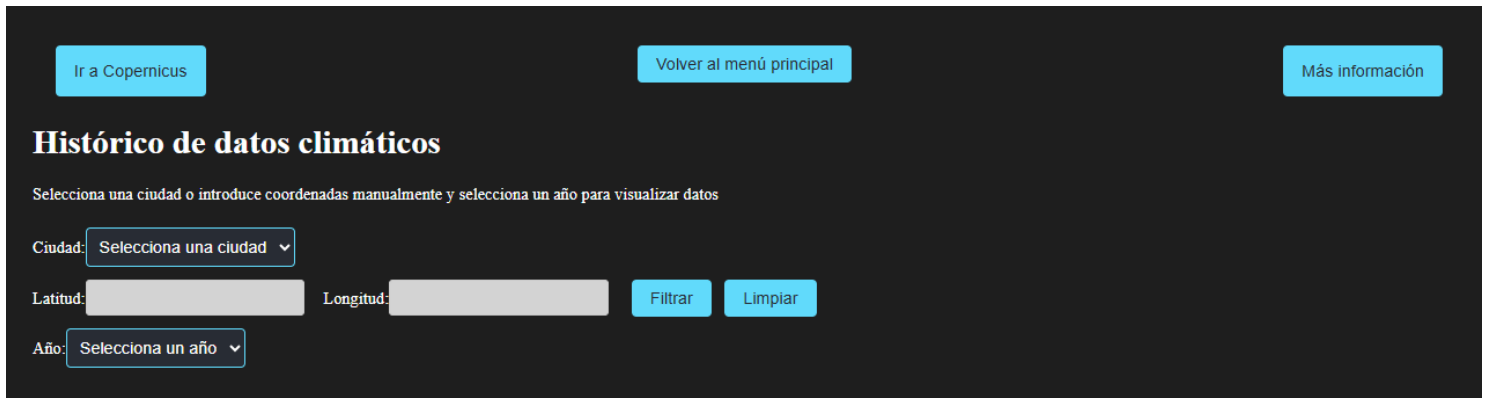


Figura 4.8: Menú Histórico de datos climáticos

Título: se presenta de manera concisa el nombre de la funcionalidad

Subtítulo: consiste en unas breves instrucciones para guiar las acciones del usuario. Especifica que, para visualizar datos, se debe seleccionar una ubicación (ya sea una ciudad de entre las presentadas o coordenadas ingresadas manualmente) y un año de entre los seleccionables.

Botones simples:

- Ir a Copernicus: ya se ha detallado anteriormente, por lo que no se profundizará. ver apartado 4.1
- Más información: ver apartado 4.1
- Volver al menú principal: ver apartado 4.2

A continuación, se analizará por separado las 2 formas de filtrar datos dependiendo de la ubicación de entrada.

4.2.2.1 Filtrar por ciudad

La primera forma de introducir la ubicación para filtrar los datos es seleccionar una ciudad de entre todas las que se encuentran en el menú desplegable.

Se ha creado una lista con 45 de las ciudades más grandes de Europa en cuanto a población y extensión. Todas ellas se han contenido en un array de objetos "ciudadesEuropeas". Cada objeto dentro del array representa una ciudad y contiene tres propiedades: nombre (nombre de la ciudad), latitud (latitud geográfica de la ciudad) y longitud (longitud geográfica de la ciudad).

Botón desplegable “Selecciona una ciudad”: siguiendo la lógica del elemento HTML `<select>`, se crea un menú desplegable en el que los elementos visibles son el atributo nombre de los elementos de la lista `ciudadesEuropeas`.

Si se selecciona una ciudad, las coordenadas latitud y longitud se rellenarán automáticamente con las de la ciudad elegida. De esta manera, se facilita el uso de la aplicación para el usuario medio que quiere observar los datos climáticos de una ciudad sin necesidad de buscar las coordenadas de la misma.

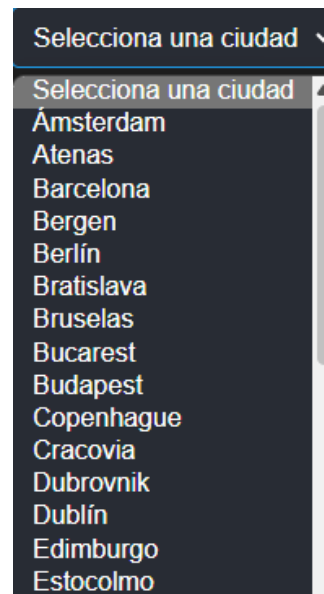


Figura 4.9: Botón desplegable seleccionar ciudad



Figura 4.10: Ciudad seleccionada

Botón desplegable “Selecciona un año”: también con la lógica del elemento `<select>`, se crea un desplegable en el que se encuentran todos los años de 1950 a 2023.

Esto se ha conseguido creando un array de 74 elementos de tamaño, restando a partir del último año que se tiene información. Cabe destacar que en el menú los años se ordenan de más reciente a más antiguo, ya que se estima que los últimos años serán más consultados.

```
{Array.from({ length: 74 }, (_, index) => 2023 - index).map
```

Figura 4.11: Extracto código definir años

Una vez se ha seleccionado un año, se puede pulsar en el botón “Filtrar” para visualizar los datos en base a los parámetros seleccionados.

Si se desea borrar las opciones seleccionadas, basta con pulsar el botón “Limpiar” y se vaciarán los campos de latitud y longitud, además de deseleccionarse la ciudad que se hubiera escogido.



Figura 4.12: Botón desplegable seleccionar año

4.2.2.2 Filtrar por coordenadas

La segunda forma de introducir la ubicación para filtrar los datos climáticos es ingresar las coordenadas manualmente.

Para ello, se ha confeccionado el siguiente menú en el que hay un campo de latitud y otro de longitud. El objetivo es que el usuario escriba las coordenadas en formato decimal.

Se ha hecho uso del elemento HTML `<input>`, usado en formularios web y que permite a los usuarios introducir datos de varios tipos de entrada, tales como texto, contraseñas, números, fechas y más, según el valor del atributo `type`. En este caso, se ha especificado un atributo `type="number"`, que es el formato que siguen las coordenadas decimales.



Figura 4.13: Menú introducir coordenadas

Permite la entrada de caracteres numéricos, símbolos positivo (+) y negativo (-) y punto (.) o coma (,) para especificar los decimales. Se ha tratado correctamente el formato de entrada para no permitir poner 2 caracteres de puntos o comas en la misma coordenada, o caracteres indebidos.

En este caso, se han introducido las coordenadas geográficas de Granada, que es una ciudad que no está reflejada en la lista del menú desplegable.



Latitud: 37.178 Longitud: -3.601 Filtrar Limpiar

Figura 4.14: Coordenadas ingresadas

Una vez seleccionadas las coordenadas y el año, se puede pulsar en el botón “Filtrar” para visualizar los datos en base a los parámetros seleccionados.

De la misma manera que el caso anterior, si queremos borrar la información escrita en los campos de latitud y longitud, basta con pulsar en el botón “Limpiar”.

4.2.2.4 Tratamiento de avisos

En caso de que se ingrese una ubicación pero no se haya seleccionado año, o viceversa, se mostrará un aviso alertando al usuario del campo que falta por completar.

```
useEffect(() => {  
  if ((manuallatitud || manualLongitud || selectedCity) && (!selectedYear || selectedYear === "")) {  
    setErrorMessage('Por favor, selecciona un año.');
```

Figura 4.15: Extracto código tratamiento avisos

En las siguientes figuras se puede observar los mensajes de aviso mostrados, los cuales guían al usuario para que cumplimente todos los campos antes de filtrar.

Por favor, ingresa una ubicación.

Figura 4.16: Aviso ausencia de ubicación

Por favor, selecciona un año.

Figura 4.17: Aviso ausencia de año

4.2.2.5 Presentación de información

En este subapartado se procede a explicar el proceso que sigue el sistema desde que el usuario introduce los elementos de entrada hasta que se muestran los datos climáticos por pantalla.

Se parte del estado en el que se tiene un objeto ubicación con los atributos latitud y longitud y una variable año, obtenidos por entrada del usuario.

A partir de este punto, en el momento que el usuario pulsa el botón “Filtrar” se activa un elemento HTML de tipo “spinner-container”. Un spinner es una animación que indica que una operación está en curso, en este caso la carga de datos climáticos. Este elemento se mantiene en pantalla hasta el momento que llega el primer dato.

Para filtrar datos en los archivos CSV, se requiere primero encontrar la ubicación con datos más próxima a la que se ha dado. Para ello, se recorre cada archivo comparando la latitud y longitud de la ubicación seleccionada con todas las que tenga el archivo.

```

// Calcular la distancia
const distance = Math.sqrt(Math.pow(latitudPunto - latitud, 2) + Math.pow(longitudPunto - longitud, 2));

// Actualizar la distancia más cercana encontrada, solo si el año coincide
if (distance < minDistance && año === parseInt(selectedYear)) {
  minDistance = distance;
  closestTemps = { maximo, minimo, media };
}

```

Figura 4.18: Extracto código cálculo distancia mínima

Una vez finalizado el bucle, los datos que se tendrán en cuenta serán los que correspondan a la ubicación con menos distancia con respecto a la búsqueda.

```

if (closestTemps) {
  setTemperaturaMax(closestTemps.maximo);
  setTemperaturaMin(closestTemps.minimo);
  setTemperaturaMedia(closestTemps.media);
} else {
  Temperaturas();
}

```

Figura 4.19: Extracto código datos de ubicación más cercana

Este proceso se repite para todos los atributos y no se toma la misma ubicación para todos porque puede haber ubicaciones más cercanas en un atributo que en otro, además de que así se evita el problema de que puedan faltar datos para alguno de ellos.

Paralelamente, se genera una tabla resultado donde se mostrarán todos los datos encontrados. Esta tabla se crea con el elemento HTML <table> usado de misma manera para estructurar datos en un formato tabular. Como se ha mencionado anteriormente, en el momento que llega el primer dato, el “spinner” principal desaparece, dando lugar a la tabla.

En este ejemplo, en el cual se han buscado los datos climáticos de Roma en 2022, se puede ver cómo se ha creado la tabla, aunque solo se han obtenido los valores de elevación y temperatura. Se ha realizado de esta manera para que el usuario pueda visualizar los datos de los atributos que ya se tengan, aunque la tabla aún no este completa. Para las casillas de los datos que no se han obtenido todavía, se muestra un “spinner”, el cual desaparece cuando se obtiene el dato y este se muestra.

| Año | Elevación | Temperatura | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------------------|-----------------------|--------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| | | Media Diaria Más Alta | Media Diaria Más Baja | Media Diaria | Más Alta Registrada | Máxima Diaria Más Baja | Máxima Diaria Media | Mínima Diaria Más Alta | Más Baja Registrada | Mínima Diaria Media |
| 2022 | 62.184 m | 30.750 °C | 4.030 °C | 17.418 °C | (| (| (| (| (| (|
| Año | Radiación | | Precipitación | | Presión | | | Humedad | | |
| | Máxima | Media | Máxima | Media | Máxima | Media | Mínima | Máxima | Media | Mínima |
| 2022 | (| (| (| (| (| (| (| (| (| (|

Figura 4.20: Tabla de datos incompleta

Finalmente, como se muestra en la figura, se obtiene la tabla completa. Se han obviado algunas medidas, como precipitación y radiación mínimas diarias, ya que siempre son 0 y se ha considerado que no aporta información útil a la tabla.

| Año | Elevación | Temperatura | | | | | | | | |
|------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| | | Media Diaria Más Alta | Media Diaria Más Baja | Media Diaria | Más Alta Registrada | Máxima Diaria Más Baja | Máxima Diaria Media | Mínima Diaria Más Alta | Más Baja Registrada | Mínima Diaria Media |
| 2022 | 62.184 m | 30.750 °C | 4.030 °C | 17.418 °C | 39.820 °C | 7.500 °C | 23.342 °C | 24.480 °C | -0.560 °C | 12.236 °C |
| Año | Radiación | | Precipitación | | Presión | | | Humedad | | |
| | Máxima | Media | Máxima | Media | Máxima | Media | Mínima | Máxima | Media | Mínima |
| 2022 | 310.000 W/m ² | 152.893 W/m ² | 72.900 mm | 1.359 mm | 1034.300 hPa | 1016.347 hPa | 992.700 hPa | 92.400 % | 71.092 % | 37.900 % |

Figura 4.21: Tabla de datos completa

Cabe recalcar que se ha creado un elemento de tipo <hover> para detallar cada atributo. El elemento "hover" no pertenece a HTML, sino que es un estado que se refiere a cuando el puntero del ratón se sitúa sobre un elemento interactivo. En este caso, cuando se mantiene el ratón encima de un valor o su respectiva medida, se muestra una aclaración sobre el atributo en cuestión. En la siguiente figura, se puede observar el "hover" mostrado en el caso de pasar el ratón por encima del valor de precipitación media diaria.

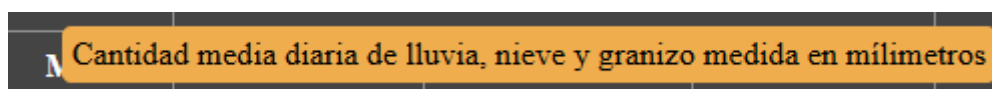


Figura 4.22: Elemento "hover" de la celda de precipitación media diaria

En el código de la figura, se muestra una función simple, que tiene como entrada la posición del ratón y la descripción correspondiente. Una vez que se detecta que el ratón pasa por encima de la celda, se mostrará la descripción.

```
const handleMouseEnter = (description, event) => {
  const { clientX, clientY } = event;
  setHoverDescription(description);
}
```

Figura 4.23: Extracto código "hover"

4.2.3 Más información

En esta página se muestra un texto introductorio para familiarizar al usuario. El texto versa sobre el proyecto y su propósito, crear una aplicación dirigida a la comunidad científica para la extracción y presentación automatizada de datos meteorológicos.

4.3 Estilos

Una parte importante del proyecto es el diseño de interfaz. Para ello, no se ha usado ninguna plantilla predefinida, sino que se ha manipulado el archivo CSS asociado al

proyecto en base a las necesidades de cada parte. El archivo App.css define el diseño de la aplicación con un esquema de color oscuro, ajustando varios aspectos del estilo de los elementos para mejorar la apariencia y la usabilidad. Aquí se detallan los estilos aplicados:

Se ha optado por un fondo oscuro, ya que se llegó a la conclusión de que sería más beneficioso por diversas razones:

- Reducción de la fatiga visual: los fondos oscuros pueden ser más suaves para los ojos, especialmente en entornos con poca luz, reduciendo la fatiga visual.
- Ahorro de Energía: En dispositivos con pantallas OLED o AMOLED, los píxeles oscuros consumen menos energía, lo que puede ahorrar batería.
- Mayor Contraste: Un fondo oscuro puede hacer que el texto y otros elementos brillantes destaquen más, mejorando la legibilidad.
- Comodidad Nocturna: Los fondos oscuros son más cómodos para el uso nocturno, minimizando el deslumbramiento.

A continuación, se hace un pequeño resumen de los estilos utilizados y la razón por la cual se ha optado por ellos:

- Estilos Globales: html y body tienen un tamaño de fuente base de 16px, sin márgenes ni relleno, y una altura del 100%. El fondo es oscuro (#1e1e1e) con texto blanco, lo que reduce la fatiga visual y es adecuado para ambientes con poca luz.
- Contenedor Principal (#root): Se asegura de que el contenedor ocupe toda la altura disponible y tenga un relleno de 20px para un mejor espaciado.
- Clase .App: Centra el texto y establece un fondo oscuro (#1e1e1e) con texto blanco. La altura mínima es de 100vh para cubrir toda la ventana. Utiliza flexbox para alinear los elementos en una columna, empezando desde la parte superior, y añade un relleno de 20px. El tamaño de la fuente se incrementa ligeramente (1.125rem).
- Encabezado de la Aplicación (.App-header): Fondo de color gris oscuro (#282c34), ocupa el 100% del ancho, tiene un relleno de 20px y el texto está centrado. Usa box-sizing: border-box para incluir el padding en el ancho total.
- Enlaces (.App-link): Colorea los enlaces en un azul claro (#61dafb).
- Tablas (.temp-table): La tabla ocupa el 100% del ancho y sus bordes colapsan. Las celdas tienen un borde gris claro, relleno de 8px y texto alineado a la derecha con un tamaño de fuente de 1.125rem. Los encabezados de las celdas tienen un fondo oscuro (#444) y texto blanco, centrado.
- Botones (button): Fondo azul claro (#61dafb) con texto oscuro (#282c34), sin borde, relleno de 10px 20px, tamaño de fuente de 1.125rem, cursor de puntero, margen de 5px y bordes redondeados. El fondo se oscurece al pasar el ratón.
- Selectores (select): Fondo oscuro (#282c34) con texto blanco, borde azul claro (#61dafb), relleno de 10px, tamaño de fuente de 1.125rem, bordes redondeados y margen de 8px. El borde cambia de color al enfocarse.
- Contenedor del Spinner (.spinner-container): Utiliza flexbox para centrar el contenido tanto horizontal como verticalmente, con una altura mínima de 200px.
- Entradas Personalizadas (.custom-input): Fondo gris claro (#d3d3d3) con texto negro, borde gris, bordes redondeados y relleno de 8px, tamaño de fuente de 1.125rem. El borde cambia de color al enfocarse.

- Contenedor de Leyenda (.legend-container): Flexbox en columna, alineación inicial a la izquierda, con margen izquierdo de 10px.
- Elemento de Leyenda (.legend-item): Flexbox en fila, margen inferior reducido entre elementos, ancho y alto de 20px para los colores de la leyenda, con margen derecho de 5px.
- Descripción (.description): Margen superior reducido y texto centrado.
- Título de Leyenda (.legend-title): Sin margen superior, texto centrado, con margen inferior reducido.

Los estilos definidos en App.css crean una interfaz de usuario moderna, accesible y visualmente agradable. La combinación de un fondo oscuro con texto blanco y el diseño de elementos interactivos tratan de proporcionar una experiencia de usuario óptima tanto en términos de estética como de funcionalidad. Estos estilos aseguran que la aplicación no solo sea agradable a la vista, sino también fácil de usar y navegar, mejorando la interacción general del usuario.

Capítulo 5

Caso de uso

En este capítulo, se presenta un caso de uso real de la herramienta. Se pretende ilustrar cómo los investigadores pueden aprovechar la aplicación para acceder, visualizar y analizar datos meteorológicos de manera intuitiva y eficiente.

Para demostrar las capacidades de la aplicación, se realizarán varias consultas y visualizaciones utilizando datos reales. A lo largo de este capítulo, se incluirán capturas de pantalla de la aplicación en funcionamiento para proporcionar una comprensión visual de su interfaz y funcionalidades.

El objetivo de este apartado es mostrar cómo la aplicación puede facilitar el trabajo de la comunidad científica al proporcionar una plataforma accesible y potente para el análisis de datos climáticos, destacando su utilidad en investigaciones y estudios relacionados con el clima.

En este caso, se realizarán las siguientes tareas:

- Inicialización de la aplicación
- Visualización de mapas de Humedad Relativa Media Diaria con rangos 1980-1994, 1995-2010 y 2011-2023.
- Visualización de mapas de Radiación Solar Media Diaria en los rangos, 1965-1979, 1980-1994 y 1995-2010.
- Ver histórico de datos climáticos de una ciudad seleccionable (Sevilla) en 2018, 2004 y 1988.
- Ver histórico de datos climáticos de una ubicación ingresada a mano (Huesca) en 2014, 1997 y 1982.

A continuación, se presenta el caso de uso con capturas:

Inicialización de la aplicación: Esta imagen muestra la pantalla de inicio de la aplicación, donde se presentan las opciones principales. Es importante que esta pantalla sea intuitiva y ofrezca un acceso fácil a las funcionalidades principales, como "Ir a Copernicus", "Más información", "Ver histórico de datos" y "Visualizar datos en mapa". La disposición clara y el diseño minimalista facilitan la navegación y mejoran la experiencia del usuario.



Figura 5.1: Menú principal de la aplicación

Selección de Funcionalidad "Visualización de Mapas": En esta imagen, se puede observar la selección de la funcionalidad "Visualizar datos en mapa". Este menú es fundamental para guiar al usuario a la herramienta correcta. Los botones están etiquetados y permiten una navegación fácil y directa, lo que es esencial para usuarios que no están familiarizados con la aplicación.

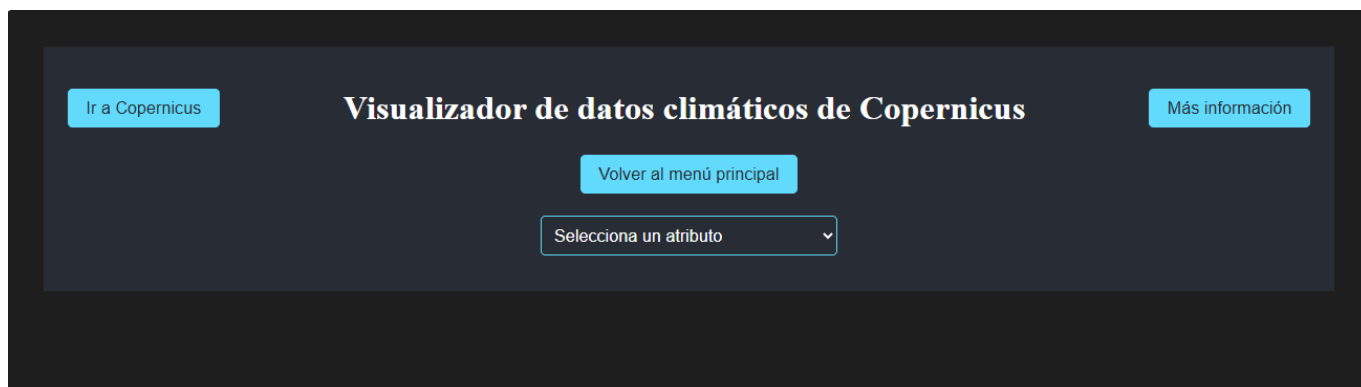


Figura 5.2: Menú Funcionalidad Visualización de Mapas

Se selecciona el atributo "Humedad relativa media diaria" para proceder a la visualización.



Figura 5.3: Selección Humedad relativa media diaria

Se selecciona el rango temporal “1980-1994” para proceder a la visualización.



Figura 5.4: Selección rango 1980-1994

Como se puede observar, una vez seleccionado el atributo y el rango temporal, se muestra el mapa correspondiente. Esta imagen muestra un mapa de la Humedad Relativa Media Diaria para el rango de 1980-1994. La paleta de colores utilizada facilita la interpretación visual de los datos. Este tipo de visualización es importante para identificar patrones y tendencias en los datos climáticos históricos.

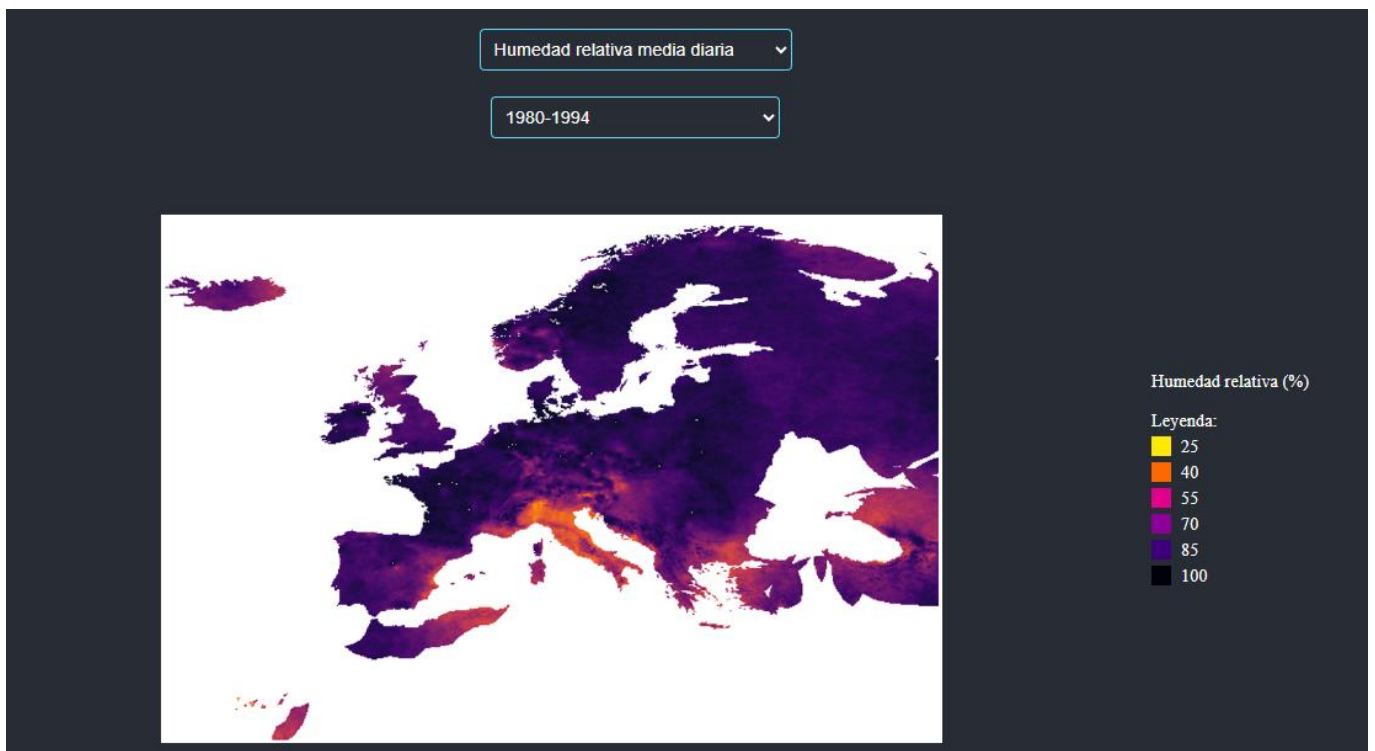


Figura 5.5: Visualización mapa Humedad 1980-1994

Similar a la imagen anterior, este mapa abarca el periodo de 1995-2010. Es importante que los mapas de diferentes períodos mantengan una consistencia en la escala de colores para que los usuarios puedan comparar fácilmente los cambios en la humedad relativa a lo largo del tiempo.



Figura 5.6: Visualización mapa Humedad 1995-2010

Esta imagen muestra la Humedad Relativa Media Diaria para el rango más reciente, 2011-2023. La claridad y la precisión en la representación visual son vitales para ayudar a los usuarios a detectar las variaciones recientes y evaluar el impacto del cambio climático en la humedad relativa.



Figura 5.7: Visualización mapa Humedad 2011-2023

A continuación, se usará el menú desplegable para cambiar el atributo seleccionado de “Humedad relativa media diaria” a “Radiación solar media diaria”.

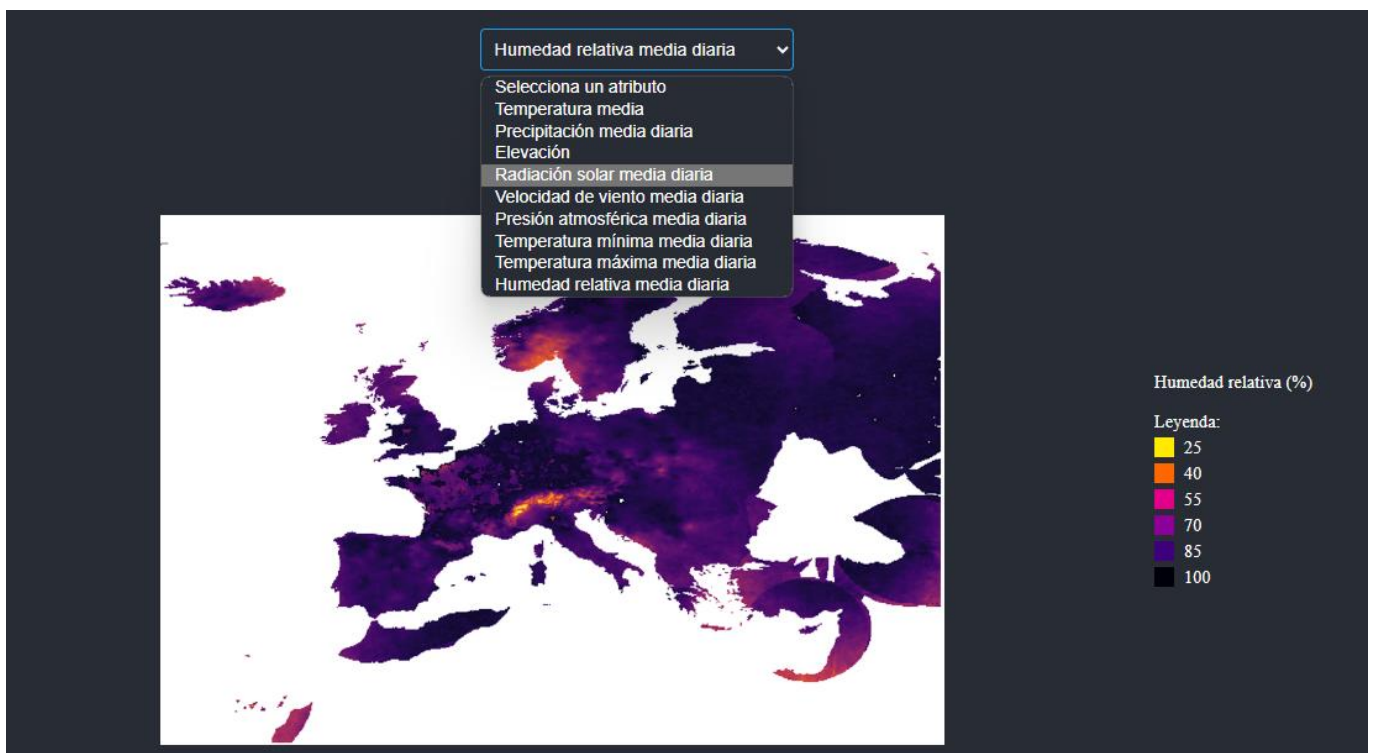


Figura 5.8: Cambio de atributo seleccionado

Este mapa ilustra la Radiación Solar Media Diaria para el rango de 1965-1979. La paleta de colores térmicos facilita la comprensión de la distribución y la intensidad de la radiación solar. Es fundamental que los datos sean precisos y que la visualización sea fácil de interpretar.

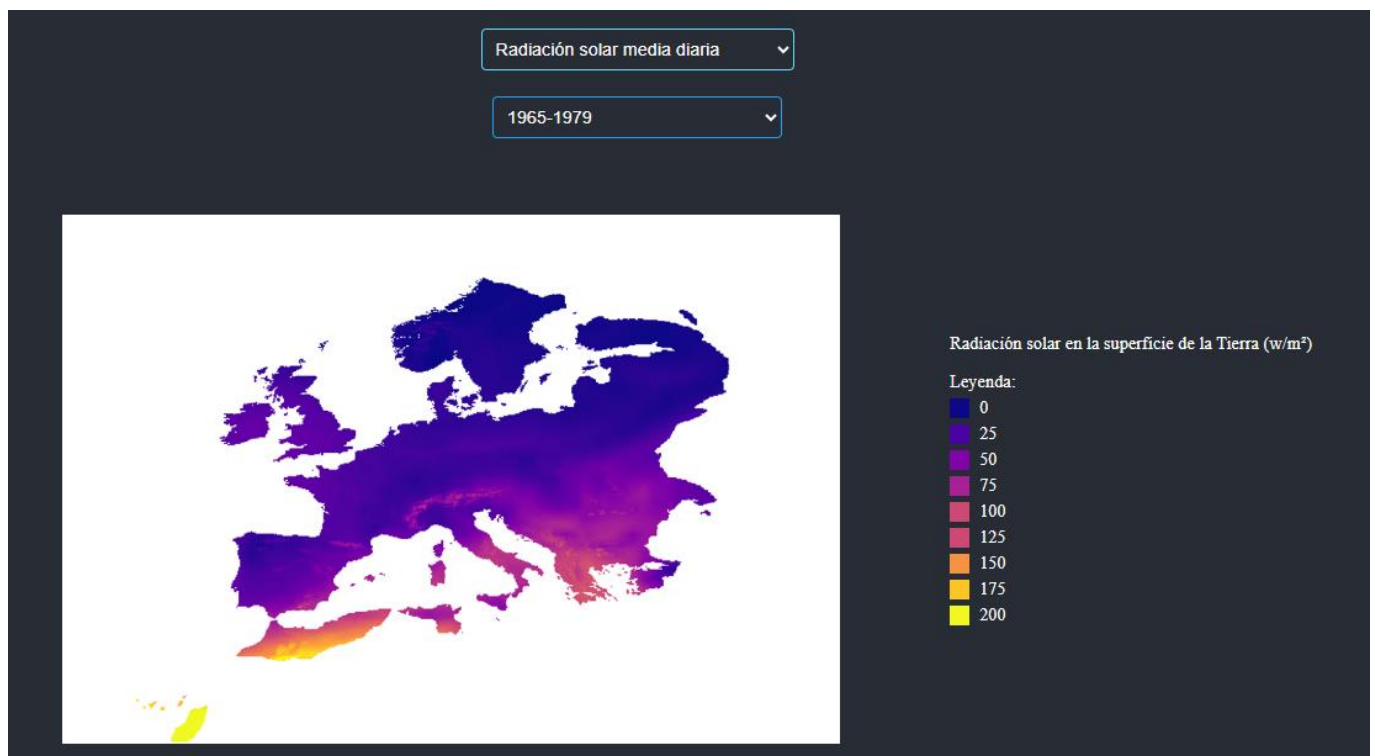


Figura 5.9: Visualización mapa Radiación 1965-1979

El siguiente mapa cubre el periodo de 1980-1994. La consistencia en el diseño de la visualización permite a los usuarios comparar fácilmente los datos entre diferentes períodos y observar cambios o tendencias en la radiación solar.

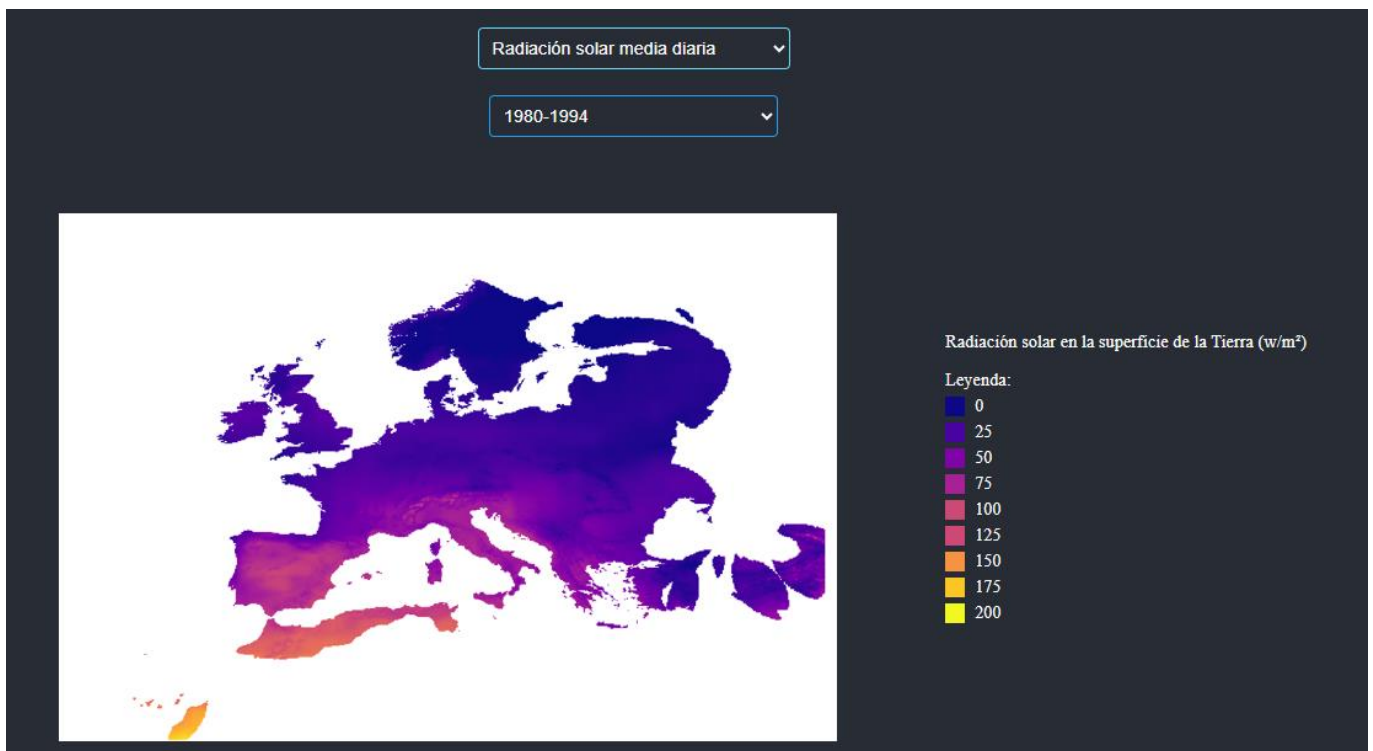


Figura 5.10: Visualización mapa Radiación 1980-1994

Este mapa cubre el periodo de 1995-2010. La visualización clara y precisa de estos datos es crucial para los estudios climáticos, ya que la radiación solar juega un papel importante en los modelos climáticos y en la evaluación de los efectos del cambio climático.

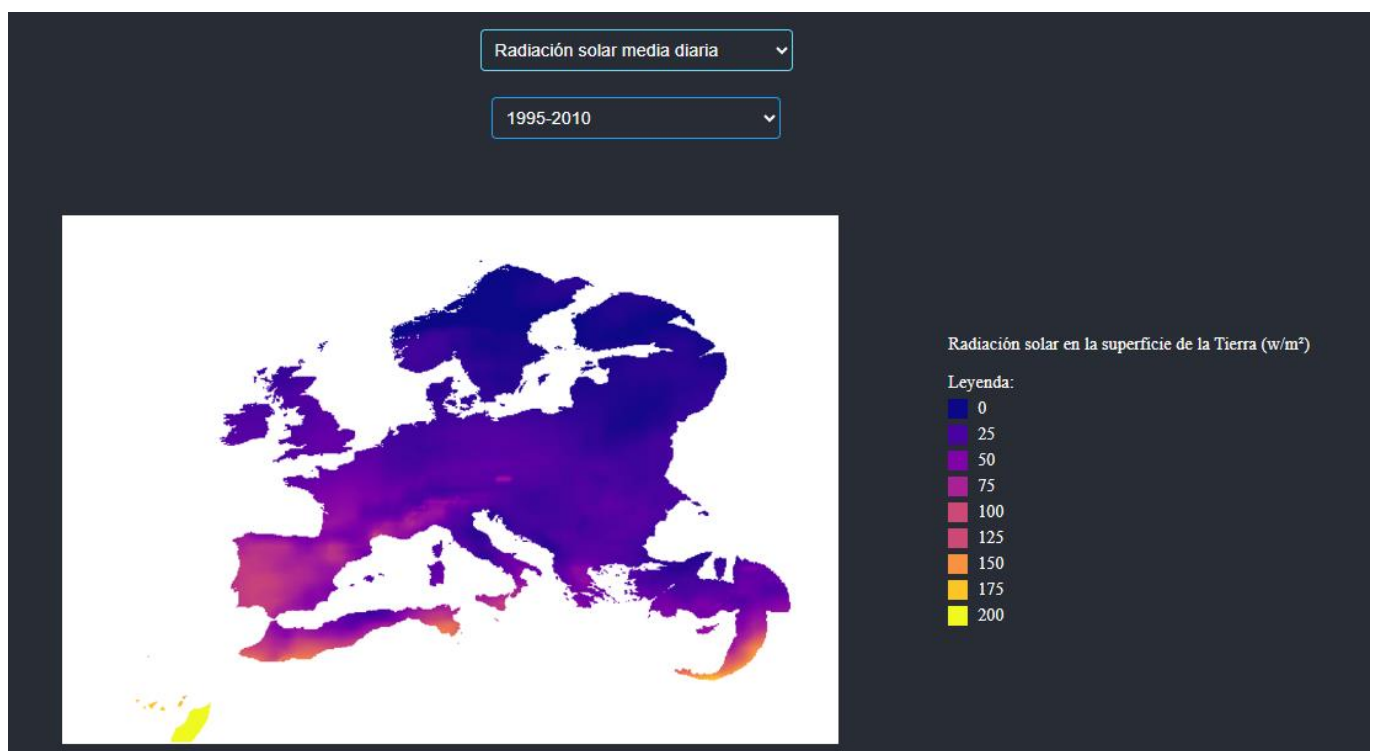


Figura 5.11: Visualización mapa Radiación 1980-1994

En la siguiente captura, se observa al usuario pulsando en el botón para volver al botón principal.



Figura 5.12: Vuelta al menú principal

Se vuelve al menú principal, dando por concluida la demostración de la funcionalidad “Visualización de datos en mapa” y preparando la demostración de la funcionalidad “Ver histórico de datos”



Figura 5.1: Menú principal de la aplicación

En la siguiente imagen, se observa el menú de la funcionalidad “Ver histórico de datos”.

The screenshot shows a dark-themed interface for the 'Historico de datos climáticos' feature. At the top, there are three navigation buttons: 'Ir a Copernicus', 'Volver al menú principal', and 'Más información'. Below the title, a subtitle reads 'Selecciona una ciudad o introduce coordenadas manualmente y selecciona un año para visualizar datos'. The form contains three main input areas: a 'Ciudad' dropdown menu with the placeholder 'Selecciona una ciudad', 'Latitud' and 'Longitud' text input fields, and an 'Año' dropdown menu with the placeholder 'Selecciona un año'. To the right of the 'Latitud' and 'Longitud' fields are two buttons: 'Filtrar' and 'Limpiar'.

Figura 5.13: Menú Histórico de datos climáticos

Al elegir una ciudad de entre las seleccionables, la aplicación emite un aviso de que falta completar el campo de “Año” para filtrar datos.

This screenshot shows the same interface as Figure 5.13, but with 'Sevilla' selected in the 'Ciudad' dropdown. The 'Latitud' field now contains the value '37,3886' and the 'Longitud' field contains '-5,9823'. The 'Año' dropdown menu remains empty with the placeholder 'Selecciona un año'. A red error message is displayed below the 'Año' field: 'Por favor, selecciona un año.' The 'Filtrar' and 'Limpiar' buttons are still present.

Figura 5.14: Selección de ciudad Sevilla

Se selecciona un año y ahora sí que es posible filtrar datos. En este caso, se buscarán los datos climáticos de Sevilla en el año 2018.

This screenshot shows the interface with both 'Sevilla' and '2018' selected. The 'Ciudad' dropdown shows 'Sevilla', the 'Año' dropdown shows '2018', and the 'Latitud' and 'Longitud' fields still contain '37,3886' and '-5,9823' respectively. The 'Filtrar' and 'Limpiar' buttons are ready to be used.

Figura 5.15: Selección de ciudad Sevilla y año 2018

Esta imagen muestra los datos climáticos históricos de Sevilla para el año 2018. Permitir a los usuarios seleccionar una ciudad y un año específico proporciona una herramienta poderosa para analizar el clima local y sus variaciones a lo largo del tiempo.

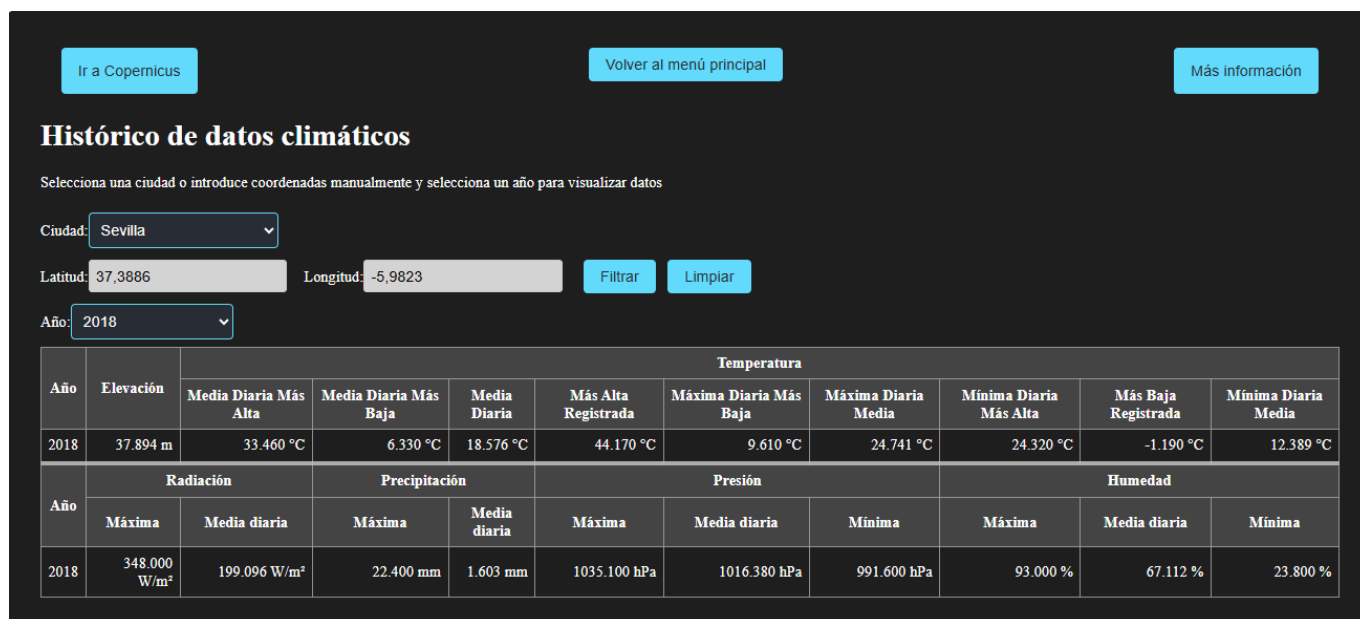


Figura 5.16: Datos climáticos de Sevilla en 2018

Aquí se presentan los datos de Sevilla en 2004.



Figura 5.17: Datos climáticos de Sevilla en 2004

Esta imagen ilustra los datos climáticos de Sevilla en 1988.

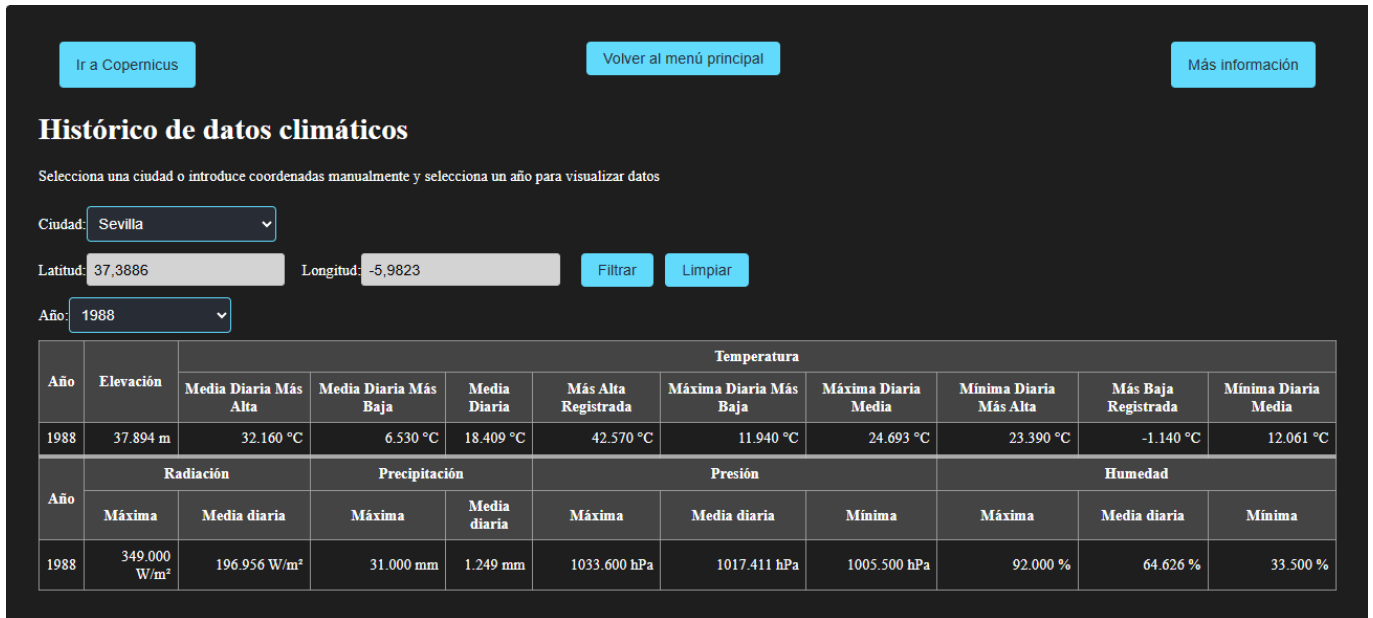


Figura 5.18: Datos climáticos de Sevilla en 1988

En este momento, el usuario pretende buscar datos climáticos de otra ubicación, por lo que hará uso del botón “Limpiar”. Una vez pulsado, volverá a visualizar el menú de la funcionalidad.

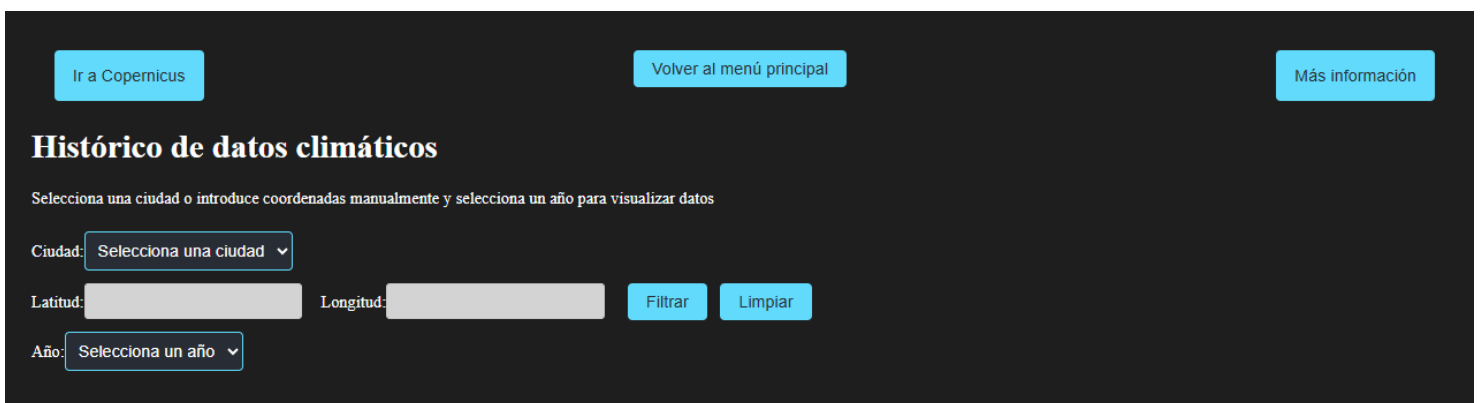


Figura 5.11: Menú Histórico de datos climáticos

Se escriben manualmente las coordenadas de la ciudad Huesca y la aplicación vuelve a emitir el aviso de que falta completar el campo de “Año” para filtrar datos.

Ir a Copernicus Volver al menú principal Más información

Historico de datos climáticos

Selecciona una ciudad o introduce coordenadas manualmente y selecciona un año para visualizar datos

Ciudad:

Latitud: Longitud: Filtrar Limpiar

Año:

Por favor, selecciona un año.

Figura 5.19: Selección de ubicación mediante coordenadas

En esta imagen, se muestran los datos climáticos históricos de Huesca para el año 2014, ingresados manualmente. La funcionalidad de ingreso manual de coordenadas amplía la flexibilidad de la herramienta, permitiendo a los usuarios analizar datos para ubicaciones que no están predefinidas en el sistema.

Ir a Copernicus Volver al menú principal Más información

Historico de datos climáticos

Selecciona una ciudad o introduce coordenadas manualmente y selecciona un año para visualizar datos

Ciudad:

Latitud: Longitud: Filtrar Limpiar

Año:

| Año | Elevación | Temperatura | | | | | | | | |
|------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|---------------------|
| | | Media Diaria Más Alta | Media Diaria Más Baja | Media Diaria | Más Alta Registrada | Máxima Diaria Más Baja | Máxima Diaria Media | Mínima Diaria Más Alta | Más Baja Registrada | Mínima Diaria Media |
| 2014 | 592.805 m | 27.740 °C | 0.830 °C | 14.722 °C | 35.420 °C | 3.330 °C | 20.431 °C | 19.850 °C | -4.440 °C | 9.027 °C |
| Año | Radiación | | Precipitación | | Presión | | | Humedad | | |
| | Máxima | Media diaria | Máxima | Media diaria | Máxima | Media diaria | Mínima | Máxima | Media diaria | Mínima |
| 2014 | 354.000 W/m ² | 179.441 W/m ² | 36.300 mm | 1.754 mm | 1034.500 hPa | 1015.123 hPa | 992.200 hPa | 93.300 % | 67.773 % | 35.200 % |

Figura 5.20: Datos climáticos de Huesca en 2014

Esta imagen presenta los datos de Huesca en 1997.

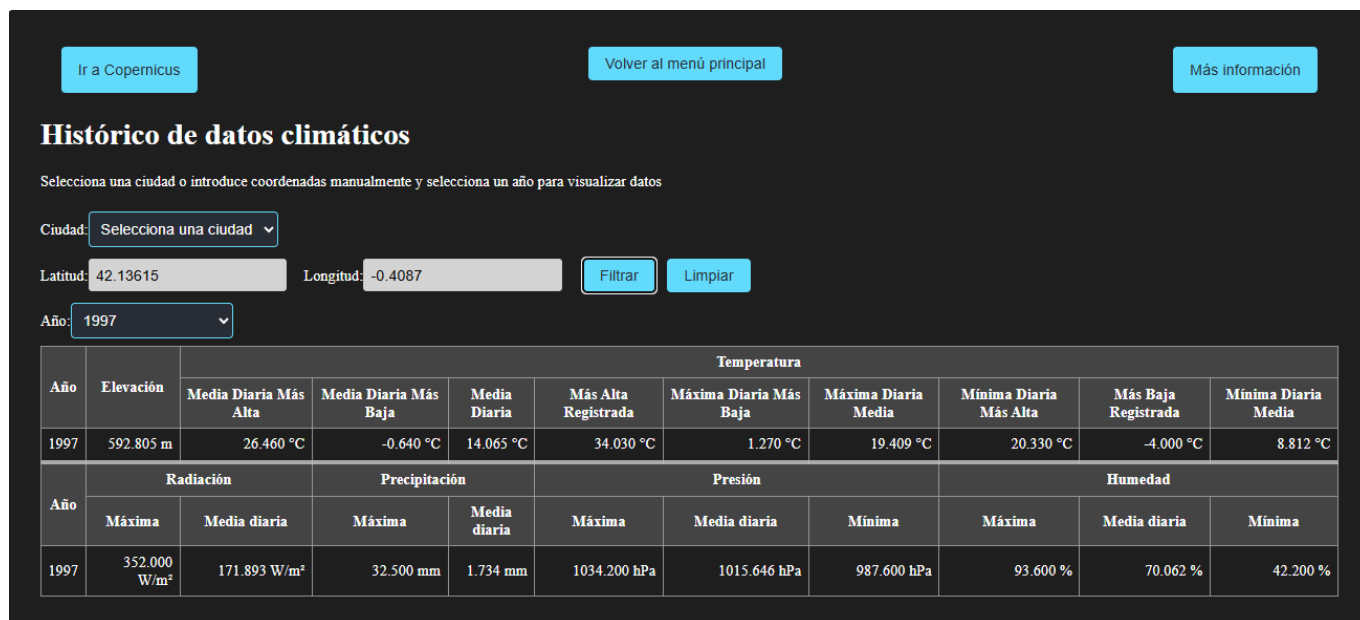


Figura 5.21: Datos climáticos de Huesca en 1997

Finalmente, se muestran los datos climáticos de Huesca en 1982.

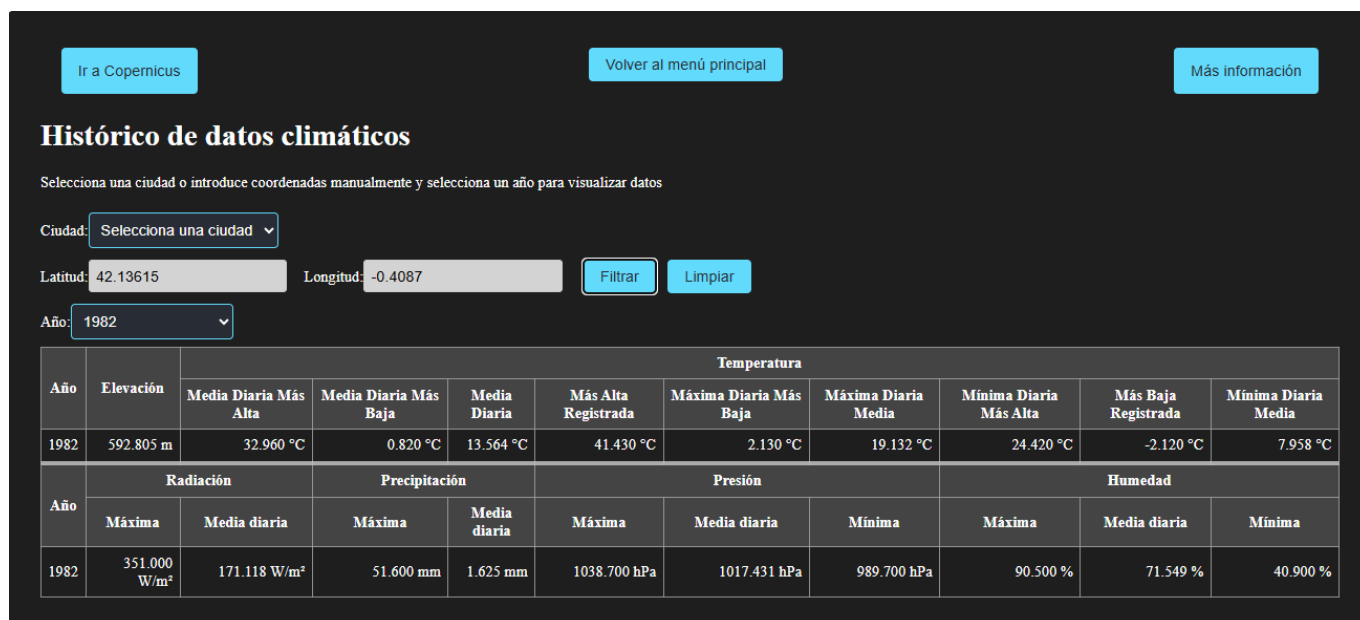


Figura 5.22: Datos climáticos de Huesca en 1982

Para completar la última tarea (llegar a la web de Copernicus, se pulsa el botón de “Volver al menú principal” y se llega a la primera pantalla.



Figura 5.1: Datos climáticos de Huesca en 1982

Finalmente, al pulsar en el botón “Ir a Copernicus”, se redirige al usuario a la página oficial de la organización. Se habrían completado, por tanto, todas las tareas propuestas.



Figura 5.23: Datos climáticos de Huesca en 1982

Cada una de estas imágenes ilustra aspectos clave de la funcionalidad de la herramienta, desde la inicialización hasta la presentación de datos específicos y visualizaciones dinámicas. Los comentarios detallados ayudan a resaltar la importancia de cada paso y la necesidad de una interfaz de usuario intuitiva y precisa para mejorar la experiencia del usuario y la utilidad de la herramienta en estudios climáticos.

Capítulo 6

Análisis de impacto y trabajo futuro

6.1 Análisis de Impacto

El desarrollo de la herramienta automática para la gestión de información climática del repositorio Climate Data Store (CDS) de la Unión Europea plantea tener un impacto significativo en diversas áreas clave. En primer lugar, puede mejorar la accesibilidad a datos climáticos, ya que anteriormente, acceder a estos datos requería conocimientos técnicos avanzados y habilidades en el manejo de bases de datos y sistemas de información geográfica (SIG). Con la nueva herramienta, cualquier persona con una conexión a internet puede acceder y explorar datos climáticos complejos, fomentando una mayor participación en estudios climáticos y sensibilizando a la población sobre los problemas ambientales.

La herramienta también tiene intención de facilitar la investigación científica. Permite a los científicos y académicos enfocarse más en el análisis y la interpretación de los datos, eliminando las barreras de entrada relacionadas con la recopilación y preprocesamiento de estos. Esta facilidad de acceso y manipulación de datos acelerará significativamente el ritmo de la investigación climática, permitiendo estudios más rápidos, detallados y con un alcance más amplio. Además, la capacidad de generar visualizaciones dinámicas y personalizadas puede mejorar la calidad de las presentaciones científicas y los informes técnicos.

En cuanto a la colaboración y compartición de conocimientos, la herramienta puede fomentar la cooperación entre diferentes entidades y miembros de la comunidad científica, permitiendo la compartición de datos y hallazgos de manera más eficiente. Esta colaboración es esencial para abordar desafíos globales como el cambio climático.

En el ámbito educativo, la herramienta puede ser una buena propuesta para ser integrada en currículos de programas de estudios ambientales y ciencias de la tierra, permitiendo a estudiantes de diferentes niveles educativos explorar datos climáticos reales y desarrollar habilidades en análisis de datos y uso de herramientas de visualización. Esta integración mejoraría la comprensión de los estudiantes sobre los fenómenos climáticos y fomentaría el interés por carreras científicas relacionadas con el medio ambiente.

Los datos proporcionados por la herramienta también pueden ser utilizados para respaldar decisiones políticas y desarrollar estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático. La disponibilidad de datos precisos y actualizados es crucial para la formulación de políticas basadas en evidencia. Además, la herramienta puede servir a la sociedad civil, siendo útil no solo para científicos y responsables de políticas, sino también para organizaciones no gubernamentales, periodistas y ciudadanos interesados en los problemas climáticos. Al proporcionar acceso fácil a datos complejos, la herramienta le

da la posibilidad a estas entidades para realizar sus propios análisis, desarrollar campañas de sensibilización y abogar por acciones contra el cambio climático con información respaldada por datos.

6.2 Trabajo Futuro

A pesar de los logros alcanzados, existen varias áreas en las que se puede continuar trabajando para mejorar y expandir la funcionalidad de la herramienta. Una de las tareas pendientes es el despliegue de la aplicación en un servidor web público. Esto permitirá que la herramienta sea accesible para la comunidad científica y otros usuarios interesados desde cualquier lugar con conexión a internet. El despliegue incluirá la configuración de un entorno seguro y robusto, garantizando la disponibilidad y el rendimiento de la aplicación. Actualmente, la herramienta utiliza archivos CSV para almacenar y manejar los datos climáticos. Sin embargo, a medida que se amplíe el conjunto de datos para incluir información de más zonas del mundo, este método se volverá inviable. Se planea desarrollar una base de datos escalable que pueda manejar grandes volúmenes de datos de manera eficiente, mejorando significativamente la capacidad de la herramienta para manejar consultas y análisis complejos.

En el futuro, se planea integrar información de otros conjuntos de datos climáticos globales, como los proporcionados por la NASA, NOAA y otras agencias internacionales. Esta integración permitiría a los usuarios acceder a una visión más completa y detallada del estado climático a nivel global, mejorando la capacidad de análisis comparativo y proporcionando un contexto más amplio para los datos europeos. Gracias a la retroalimentación continua de los usuarios, se planea mejorar la interfaz de usuario para hacerla aún más intuitiva y fácil de usar. Esto incluye la incorporación de nuevas funcionalidades de visualización de datos, como gráficos interactivos y mapas de calor, así como la posibilidad de personalizar las visualizaciones según las necesidades específicas de los usuarios.

La incorporación de modelos predictivos basados en técnicas de aprendizaje automático y análisis estadísticos avanzados permitirá a los usuarios no solo analizar datos históricos, sino también realizar predicciones sobre tendencias climáticas futuras. Estos modelos podrían utilizarse para prever eventos extremos, evaluar riesgos climáticos y desarrollar estrategias de mitigación y adaptación más efectivas. Dado el gran volumen de datos manejados, es crucial seguir optimizando la aplicación para asegurar un rendimiento rápido y eficiente. Esto incluye la mejora de los algoritmos de preprocesamiento de datos, la implementación de tecnologías de almacenamiento más avanzadas, como bases de datos distribuidas, y la utilización de técnicas de compresión de datos para reducir el tiempo de carga, especialmente si se añaden más datos.

Aunque el enfoque inicial ha sido Europa, hay un gran potencial para expandir la herramienta y cubrir datos climáticos de otras regiones del mundo. Esta expansión haría que la aplicación sea útil para una audiencia global, permitiendo comparaciones entre diferentes regiones y proporcionando datos relevantes para estudios climáticos internacionales. La colaboración con otras iniciativas y proyectos relacionados con el

clima puede proporcionar sinergias beneficiosas. Esto incluye asociaciones con universidades, institutos de investigación y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, lo cual podría llevar a la integración de nuevos conjuntos de datos y la ampliación del alcance de la herramienta.

El desarrollo de una versión móvil de la aplicación aumentará significativamente su accesibilidad y uso, permitiendo a los usuarios acceder a los datos y realizar análisis desde cualquier lugar y en cualquier momento. Las aplicaciones móviles pueden ser particularmente útiles para investigadores de campo y profesionales que necesiten acceso a datos climáticos sobre la marcha. Además, se planea desarrollar programas de formación y recursos educativos para ayudar a los usuarios a maximizar el uso de la herramienta. Esto incluye tutoriales en línea, seminarios web y cursos de formación que cubran desde el uso básico de la herramienta hasta técnicas avanzadas de análisis de datos climáticos.

A medida que la herramienta se expanda y atraiga a más usuarios, será esencial implementar medidas de seguridad robustas para proteger la integridad y confidencialidad de los datos. Esto incluye la adopción de prácticas de ciberseguridad avanzadas y el cumplimiento de regulaciones internacionales sobre protección de datos. En resumen, la herramienta desarrollada ha tenido un impacto significativo y positivo en múltiples áreas, desde la investigación científica hasta la educación y la formulación de políticas públicas. Sin embargo, hay muchas oportunidades para mejorar y expandir su funcionalidad. Continuar trabajando en estas áreas asegurará que la aplicación siga siendo una herramienta valiosa y relevante para la investigación climática y la toma de decisiones informadas, adaptándose a las necesidades cambiantes de sus usuarios y al avance continuo de la ciencia y la tecnología climática.

6.3 Impacto personal

El desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado ha tenido un impacto significativo en mi formación académica y personal. A lo largo del proyecto, he tenido la oportunidad de aprender a desenvolverme en contextos que no había trabajado previamente de manera tan profunda, como el diseño de una aplicación web. Además, me ha permitido profundizar en el análisis y gestión de datos climáticos, un campo de creciente importancia en el contexto actual de cambio climático global. La experiencia me ha permitido consolidar mis conocimientos en tecnologías web y en el manejo de grandes volúmenes de datos, habilidades valoradas en el ámbito profesional.

Además, trabajar con datos del programa Copernicus me ha sensibilizado aún más sobre la importancia de la accesibilidad a datos ambientales precisos y actualizados. He comprendido cómo estos datos pueden influir en la toma de decisiones y en la formulación de políticas para mitigar los efectos del cambio climático. Este proyecto me ha motivado a considerar cómo la tecnología puede ser una herramienta poderosa para abordar desafíos medioambientales y promover un desarrollo sostenible.

Desde un punto de vista técnico, el proceso de desarrollo de la aplicación me ha permitido mejorar mis habilidades en programación y desarrollo web, especialmente en el uso de ReactJS. También he aprendido a manejar herramientas específicas para el preprocesamiento de datos, como QGIS y diversas bibliotecas de Python, lo cual ha ampliado mi capacidad para abordar problemas complejos de manera eficiente.

En resumen, este proyecto no solo ha enriquecido mi formación técnica y académica, sino que también ha reforzado mi compromiso con el uso de la tecnología para contribuir a la sostenibilidad y la protección del medio ambiente. El impacto personal de este trabajo se refleja en mi crecimiento profesional y en la orientación de mi futura carrera hacia el desarrollo de soluciones tecnológicas que puedan tener un impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente.

Capítulo 7

Bibliografía

[1] COPERNICUS. « Sobre Copernicus». (2023), dirección: <https://www.copernicus.eu/es/sobre-copernicus>

[2] PLAN NACIONAL DE TELEDETECCIÓN «Satélites Sentinel» (2022), dirección: <https://pnt.ign.es/satelites-sentinel>

[3] ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL « La Organización Meteorológica Mundial confirma que en 2023 la temperatura mundial batió todos los récords ». (2024), dirección: <https://wmo.int/es/news/media-centre/la-organizacion-meteorologica-mundial-confirma-que-en-2023-la-temperatura-mundial-batio-todos-los>

[4] ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL «Los indicadores del cambio climático alcanzaron niveles sin precedentes en 2023: OMM». (2024) dirección: <https://wmo.int/es/media/news/los-indicadores-del-cambio-climatico-alcanzaron-niveles-sin-precedentes-en-2023-omm>

[5] EURONEWS «ANOMALÍAS DE TEMPERATURA 1940-2023» (2023), dirección: https://static.euronews.com/articles/stories/07/93/71/66/750x422_cmsv2_7f792987-3351-5461-92c3-915297d36ecd-7937166.jpg

[6] COPERNICUS. « E-OBS daily gridded meteorological data for Europe from 1950 to present derived from in-situ observations ». (2023), dirección: <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/dataset/insitu-gridded-observations-europe?tab=overview>

[7] UNIDATA. «Network Common Data Form (NetCDF) » (2023), dirección: <https://www.unidata.ucar.edu/software/netcdf/> (visitado 18-03-2024).


[8] QGIS, dirección: <https://www.qgis.org/es/site/about/index.html>

[9] REACT. «Una biblioteca de JavaScript para construir interfaces de usuario», dirección: <https://es.legacy.reactjs.org/>

[10] Ferret Support: Pacific Marine Environmental Laboratory. «Ferret Color Palettes», dirección: <https://ferret.pmel.noaa.gov/Ferret/faq/ferret-color-palettes>

[11] COPERNICUS. «Página de inicio». (2023), dirección: <https://www.copernicus.eu/es/pagina-de-inicio>

Este documento esta firmado por



| | |
|-------------------------------|---|
| Firmante | CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES |
| Fecha/Hora | Mon Jun 03 23:44:32 CEST 2024 |
| Emisor del Certificado | EMAILADDRESS=camanager@etsiinf.upm.es, CN=CA ETS Ingenieros Informaticos, O=ETS Ingenieros Informaticos - UPM, C=ES |
| Numero de Serie | 561 |
| Metodo | urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature) |