



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Politécnica Superior de Gandia

Mejora de la Experiencia de Usuario (UX) en la navegación
por el mapa de la aplicación O-CITY.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Tecnologías Interactivas

AUTOR/A: Grande López, Belén

Tutor/a: Marín-Roig Ramón, José

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

Resumen

O-CITY es un atlas digital del patrimonio natural y cultural para promover el turismo responsable, la educación para el desarrollo sostenible y la economía naranja en ciudades de todo el mundo. Es por ello que este trabajo se ha centrado en mejorar la experiencia de usuario del mapa de la web de O-CITY. Para el desarrollo se ha empleado Leaflet que es una biblioteca JavaScript de código abierto que se utiliza para crear aplicaciones de mapas web, todo ello combinado con HTML5 y CSS3.

Palabras clave

Leaflet, JavaScript, UX, patrimonio, ciudades

Abstract

O-CITY is a digital atlas of natural and cultural heritage to promote responsible tourism, education for sustainable development and the orange economy in cities around the world. That is why this work has focused on improving the user experience of the O-CITY web map. For the development, Leaflet has been used, which is an open-source JavaScript library that is used to create web map applications, all combined with HTML5 and CSS3.

Keywords

Leaflet, JavaScript, UX, heritage, cities



ÍNDICE

Capítulo 1. Introducción	6
1.1. Contexto del proyecto	6
1.2. Objetivos	6
1.3. Estructura de la memoria	7
1.4. Relación del trabajo con los ODS	7
1.5. Fases de realización	8
Capítulo 2. Marco teórico	9
2.1. ¿Qué es el proyecto O-City?	9
2.2. Patrimonio natural y cultural	9
2.3. Experiencia de usuario	10
2.4. Leaflet y la experiencia de usuario	10
2.5. Herramientas para desarrollo frontend	11
2.5.1. HTML + CSS + JavaScript	11
2.5.2. Angular	12
2.5.3. React	12
2.5.4. Comparativa Angular vs React	13
2.6. Base de datos	14
2.6.1. SQL	14
2.6.2. NoSQL	14
2.6.3. Comparativa SQL vs NoSQL	15
Capítulo 3. Análisis de los requisitos	16
3.1. Descripción general	16
3.2. Especificación de los requisitos	17
Capítulo 4. Implementación	18
4.1. Metodología de trabajo	18
4.2. Herramientas para el desarrollo e implementación	18
4.2.1. Control de versiones	18
4.2.2. MAMP	19
4.3. Estructura y arquitectura de la aplicación	19
4.4. Diseño de la experiencia de usuario	20
4.5. Problemas de implementación resueltos	28



4.6. Comparación O-City Locatec con la nueva versión de O-City	30
Capítulo 5. Evaluación de la velocidad de carga	36
5.1. Evaluación de los tiempos de carga de O-City versión Locatec.....	36
5.2. Evaluación de los tiempos de carga de O-City nueva versión.....	40
5.3. Conclusión evaluación de los tiempos de carga de O-City nueva versión	42
Capítulo 6. Conclusiones	44
6.1. Trabajo futuro	44
REFERENCIAS	45
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.....	47
Anexo 1. Relación del trabajo con los ODS	51

Ilustraciones y tablas

Ilustración 1. Base de datos SQL. [7]	14
Ilustración 2. Comparación SQL vs NoSQL. [8].....	15
Ilustración 3. Vista principal de O-City (Locatec)	16
Ilustración 4. Vista agrupación de marcadores O-City (Locatec).....	16
Ilustración 5. Vista actual al hacer zoom a un lugar O-City (Locatec).....	17
Ilustración 6. Metodología Scrum. [9]	18
Ilustración 7. Estructura y arquitectura general servidor local	19
Ilustración 8. Carpeta conexiones	20
Ilustración 9. Carpeta dist.....	20
Ilustración 10. Carpeta ux.....	20
Ilustración 11. Nuevos clusters en navegación por ciudades.	21
Ilustración 12. Aumento 1 del nivel de zoom en el mapa.....	22
Ilustración 13. Aumento 2 del nivel de zoom en el mapa.....	22
Ilustración 14. Aumento 3 del nivel de zoom en el mapa.....	22
Ilustración 15. Ejemplo al mostrar patrimonio.	23
Ilustración 16. Icono ciudad activo.....	23
Ilustración 17. Icono patrimonio activo.....	24
Ilustración 18. Ejemplo información ciudad	24
Ilustración 19. Ejemplo información sobre patrimonio.	25
Ilustración 20. Desplegable de capas de los diferentes patrimonios.	25
Ilustración 21. Ejemplo de mapa desactivando patrimonio tangible cultural inmóvil	26
Ilustración 22. Señalización icono mapa izquierda.	26
Ilustración 23. Vista inicial tras clicar en el botón izquierdo del mapa	27
Ilustración 24. Señalización campo de búsqueda.....	27
Ilustración 25. Autocompletado del filtro	28
Ilustración 26. Filtro de búsqueda "Valencia".....	28
Ilustración 27. O-City versión Locatec	30
Ilustración 28. O-City nueva versión	30
Ilustración 29. Nivel de zoom O-City versión Locatec	31
Ilustración 30. Nivel de zoom O-City nueva versión	31
Ilustración 31. Visualización marcadores O-City Locatec.....	32
Ilustración 32. Visualización marcadores ciudad O-City nueva versión.....	32
Ilustración 33. Visualización marcadores patrimonio O-City nueva versión.....	33
Ilustración 34. Visualización ventana de información O-City Locatec.....	33
Ilustración 35. Visualización ventana de información O-City nueva versión	34
Ilustración 36. Desplegable de patrimonios en O-City Locatec	34
Ilustración 37. Desplegable de patrimonios en O-City nueva versión.....	35
Ilustración 38. Pantalla principal PageSpeed	36
Ilustración 39. Diagnóstico de rendimiento O-City Locatec	37
Ilustración 40. Métricas rendimiento O-City versión Locatec.....	37
Ilustración 41. Mejoras para tiempos de rendimiento O-City Locatec.....	38
Ilustración 42. Diagnóstico de accesibilidad de O-City Locatec.....	39
Ilustración 43. Diagnóstico de prácticas recomendadas de O-City versión Locatec	39
Ilustración 44. Diagnóstico SEO de O-City versión Locatec.....	40



Ilustración 45. Diagnóstico tiempos de carga nueva versión O-City	40
Ilustración 46. Análisis rendimiento nueva versión O-City	41
Ilustración 47. Diagnóstico accesibilidad nueva versión O-City.....	41
Ilustración 48. Diagnóstico prácticas recomendadas nueva versión O-City.....	42
Ilustración 49. Diagnóstico SEO nueva versión O-City.....	42
Tabla 1. Plan de trabajo	8

Capítulo 1. Introducción

1.1. Contexto del proyecto

El proyecto O-CITY [1] (Orange: Creativity, Innovation & TechnologY) ha sido desarrollado en el marco del programa europeo Erasmus+ (Knowledge Alliance). Recibió una financiación de 992.472€ y su periodo de implementación se ha extendido desde el 1 de enero de 2019, hasta el 31 de diciembre de 2021. 13 socios de 6 países diferentes (España, Italia, Grecia, Serbia, Eslovenia y Colombia) han trabajado durante este periodo liderados por la UPV (Universitat Politècnica de València – España).

En la actualidad la aplicación desarrollada (un atlas digital de patrimonio y naturaleza) está custodiada y mantenida por la UPV y es en este contexto donde se desarrolla este trabajo de fin de grado.

El proyecto se desarrolló siguiendo unas especificaciones que a todas luces a fecha actual están por debajo de sus necesidades, teniendo en cuenta el crecimiento en datos inventariados de patrimonio que se ha experimentado en los años posteriores a su etapa financiada.

Surge la necesidad ahora de solucionar los problemas que presenta la aplicación en cuanto a gestión de datos y que penalizan la experiencia de usuario. En este TFG se proponen soluciones de mejora para resolver estos problemas.

A lo largo del documento se hacen múltiples referencias al pasado y al futuro del proyecto. En la primera etapa de desarrollo (la etapa europea) fue la empresa Locatec la que realizó la implementación a través de su integración en la UPV. Como propuesta de futuro es la startup YSolve, nacida en el seno de esta universidad, la que está desarrollando el nuevo código. Este proyecto se mueve justo en medio: ofreciendo soluciones a los problemas detectados en la etapa del pasado para ser implementadas en la etapa del futuro.

1.2. Objetivos

La finalidad principal de este desarrollo se describe como la mejora de la experiencia de usuario en la navegación por el mapa de la aplicación web O-City.

Actualmente el mapa de la aplicación web muestra directamente todos los patrimonios almacenados en la base de datos, el objetivo principal del desarrollo es realizar una navegación por ciudades. Esta navegación consiste en mostrar con marcadores todas las ciudades almacenadas en la base de datos y cuando el usuario clique una en concreto se mostrarán todos los patrimonios pertenecientes a esta, de este modo el mapa estará mucho menos cargado y será más cómodo navegar por él.

Una vez lograda la navegación por ciudades se procederá a implementar el filtro de búsqueda por ciudades y otras funcionalidades secundarias que harán que el mapa resulte mucho más sencillo y fácil de usar.

1.3. Estructura de la memoria

La estructura del presente documento es la siguiente:

Capítulo 1: Introducción.

En el primer capítulo se realiza una breve introducción al proyecto, cuáles son sus objetivos, sus fases de realización y una descripción de la estructura del documento.

Capítulo 2: Marco teórico.

En este segundo capítulo se pretende dar a conocer la base teórica del proyecto, haciendo hincapié en los patrimonios natural y culturas y sus tipos, así como las herramientas actuales disponibles para llevar a cabo un desarrollo *frontend* que cumpla con los requisitos que se piden.

Capítulo 3: Análisis de los requisitos.

En este capítulo se realiza una descripción general de los requisitos solicitados y su posterior especificación para el correcto desarrollo del proyecto.

Capítulo 4. Desarrollo de la aplicación web.

En este cuarto capítulo se muestra todo el proceso de desarrollo e implementación de la aplicación web. Se detalla la metodología de trabajo utilizada, así como las herramientas utilizadas para su correcto desarrollo. Posteriormente se describe la estructura de la aplicación y los problemas de implementación resueltos.

Capítulo 5. Evaluación de la velocidad de carga.

En este capítulo se realiza una evaluación final del sistema para comprobar los tiempos de carga actuales respecto a la versión previa de O-City.

Capítulo 6. Conclusiones.

En este último capítulo se realiza una valoración final del proyecto teniendo en cuenta la mejora de experiencia de usuario que ha experimentado la aplicación web, así como un trabajo futuro a realizar para seguir mejorándola.

1.4. Relación del trabajo con los ODS

En el *Anexo 1*, al final del documento, vemos la relación de este trabajo respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible pero aquí vemos algo más en detalle por que se ha decidido que estos ODS están relacionados directamente con el trabajo realizado.

Al tratarse O-City de la promoción de la economía naranja podemos relacionarlos con el ODS3 Salud y bienestar, al igual que al ser una plataforma educativa con el ODS4 Educación de calidad y ODS8 Trabajo decente y crecimiento económico. También tiene relación con el ODS9 Industria, innovación e infraestructuras y al tratarse de patrimonios de ciudades también estaría muy relacionado con el ODS11 Ciudades y comunidades sostenibles.

1.5. Fases de realización

Para la realización de este proyecto se siguieron un total de 7 etapas que se detallan a continuación:

Tabla 1. Plan de trabajo

Fase	Tarea	Acciones realizadas	Tiempo
1	Recopilación de información	Búsqueda de <i>plugins</i> y complementos de Leaflet para la implementación de las funcionalidades sugeridas	20h
2	Desarrollo del mapa en local	Desarrollo del mapa con las primeras funcionalidades requeridas	80h
3	Implementación del mapa local en la web de O-CityTest	Implementación del mapa funcional en el dominio de test en conjunto con Locatec	40h
4	Desarrollo del mapa en la web de OCityTest	Continuación del desarrollo de las funcionalidades del mapa en el dominio de test	100h
5	Desarrollo de filtro de búsqueda en el mapa local	Desarrollo de la barra de búsqueda por ciudades en el en el servidor local	10h
6	Medición tiempos de carga	Medición de la velocidad y el tiempo de carga entre OCity Locatec y la nueva versión de OCity	6h
7	Redacción del documento	Redacción del desarrollo y estudio de los puntos anteriores	20h

Capítulo 2. Marco teórico

2.1. ¿Qué es el proyecto O-City?

Como podemos ver en la sección de O-City en Poliformat [1], O-City es un proyecto nacido en la Universidad Politécnica de Valencia (Campus de Gandía) y subvencionado por la Comisión de la Unión Europea. Se trata de un atlas digital interactivo que muestra el patrimonio de todas las ciudades del mundo. El patrimonio se encuentra geoposicionado y además va acompañado de contenido multimedia para una mejor experiencia interactiva. El objetivo principal de O-City es descubrir y promover el patrimonio natural y cultural de las ciudades participantes del proyecto y dinamizar la economía naranja inyectando conocimiento técnico y profesional en su promoción natural y cultural.

O-City está compuesto por 2 plataformas:

- O-City World: como se menciona en la web se trata de un escaparate del patrimonio de nuestras ciudades a través de algunos elementos creativos. Al acceder se muestra el mapa con todos los patrimonios que dispone O-City.
- O-City E-Learning: contiene el plan formativo relacionado con la implementación de estos elementos creativos.

2.2. Patrimonio natural y cultural

El patrimonio de una nación está compuesto por un conjunto de bienes y valores, que pueden ser naturales o culturales. Se transmiten de generación en generación y aportan diversos beneficios a la sociedad como: económicos, culturales, espirituales e incluso forman un elemento de identidad. Los diferentes tipos son:

- Patrimonio natural: formado por los distintos paisajes que componen la flora y la fauna de un territorio. Algunos ejemplos son las reservas de la biosfera, los monumentos naturales o los parques nacionales.
- Patrimonio cultural: formado por los bienes culturales que han sido legados históricamente a una nación y los que se crean ahora a los que la sociedad les ha asignado una importancia histórica, científica, simbólica o estética particular. Se divide en:
 - Patrimonio tangible móvil: según [2] se trata de los objetos arqueológicos, históricos, artísticos, etnográficos, tecnológicos, religiosos y aquellos de origen artesanal o folklórico que constituyen colecciones importantes para las ciencias, la historia del arte y la conservación de la diversidad cultural.

- Patrimonio tangible inmóvil: formado por lugares, sitios, edificios, obras de ingeniería, centros industriales, áreas típicas y monumentos según [2] de valor relevante desde el punto de vista arquitectónico, arqueológico, histórico, artístico o científico, reconocidos y registrados. Son obras o productos humanos que no se pueden mover, ya sea porque son estructuras o porque se relacionan con la topografía.
- Patrimonio intangible: Consiste en la parte intangible del espíritu cultural. Algunos ejemplos incluyen poesía, rituales, medicina tradicional, religión popular y técnicas tradicionales.

2.3. Experiencia de usuario

Como se menciona en [3] la experiencia de usuario (*UX*, por sus siglas en inglés) se refiere a cómo se sienten las personas cuando interactúan con un producto, sistema o servicio. Incluye tanto los pensamientos, como sentimientos y reacciones.

La *UX* implica varios aspectos, como la facilidad de uso, la accesibilidad, la eficiencia, la utilidad, la satisfacción y el valor percibido. También se refiere al modo en que este se presenta al usuario, como su diseño visual, la navegación, el contenido y la estructura.

Para mejorarla, se deben tener en cuenta las necesidades y expectativas del usuario, lo que implica realizar investigaciones y pruebas para comprender las necesidades y deseos del usuario. Esto se puede obtener a través de entrevistas, encuestas, pruebas de usabilidad y análisis de datos. Una buena experiencia de usuario puede aumentar la satisfacción de este, su lealtad y la recomendación del producto o servicio a otros usuarios ya sean amigos, familiares o incluso compañeros de trabajo.

2.4. Leaflet y la experiencia de usuario

Tal y como se define en la documentación oficial [4] Leaflet es una biblioteca de código abierto de JavaScript para la creación de mapas interactivos en la web. Gracias a Leaflet se pueden crear mapas personalizados en línea con capas de información detallada, como marcas de posición, líneas, polígonos, etiquetas y otros elementos interactivos.

Se basa en tecnologías web modernas, como HTML5, CSS3 y JavaScript, y es compatible con la mayoría de los navegadores web modernos y dispositivos móviles. La biblioteca es ligera, rápida y fácil de usar, y se integra bien con otras bibliotecas y servicios de mapas en línea, como OpenStreetMap.

La experiencia de usuario en un mapa Leaflet es crucial para que los usuarios puedan interactuar de manera óptima y eficiente con la información geográfica de este. Actualmente, en un mundo en el que la información geográfica es cada vez más importante, es fundamental que los mapas sean claros y fáciles de usar.

Una de sus características principales es su capacidad para personalizar la apariencia del mapa. Los usuarios pueden cambiar el estilo de los mapas y añadir capas de información según sus necesidades. Esto permite una mayor flexibilidad y una mejor visualización de los datos geográficos.

Otra funcionalidad importante de Leaflet es su capacidad para integrarse con otras herramientas. Se pueden agregar fácilmente *widgets* y *plugins* desarrollados por la comunidad a los mapas.

La facilidad de uso es una de sus grandes características. El mapa que nos proporciona es intuitivo y fácil de navegar, lo que significa que los usuarios pueden concentrarse en la información que están buscando en lugar de preocuparse por cómo utilizar la herramienta. La inclusión de controles de *zoom* y de navegación en el mapa facilita la navegación, lo que mejora la experiencia del usuario.

En conclusión, Leaflet ofrece una serie de funcionalidades que pueden mejorar significativamente la experiencia de usuario en un mapa. Desde la personalización de la apariencia del mapa hasta la integración de herramientas y la facilidad de uso, es una herramienta muy potente para la visualización de datos geográficos. Su enfoque en la experiencia de usuario significa que los usuarios pueden interactuar con los datos de manera más efectiva, lo que es fundamental en un mundo cada vez más centrado en la información geográfica.

2.5. Herramientas para desarrollo frontend

2.5.1. HTML + CSS + JavaScript

HTML (*Hypertext Markup Language*), CSS (*Cascading Style Sheets*) y JavaScript son tres de las tecnologías web fundamentales utilizadas en el desarrollo de aplicaciones y sitios web.

HTML es el lenguaje de marcado utilizado para crear el contenido estructural de una página web, como texto, imágenes, videos y otros elementos multimedia. CSS se utiliza para dar estilo y formato a los elementos HTML, permitiendo que los desarrolladores web controlen la apariencia visual de la página, como los colores, las fuentes, el diseño y la disposición de los elementos.

JavaScript es un lenguaje de programación utilizado para hacer que las páginas web sean interactivas y dinámicas. Con JavaScript, se pueden agregar efectos visuales, crear animaciones, validar formularios, realizar llamadas a servidores y otras funcionalidades dinámicas en una página web.

Juntos forman la base del desarrollo web moderno. Los sitios y aplicaciones web se crean mediante la combinación de estas tecnologías con otras como bases de datos, servidores web y *frameworks* de desarrollo.

Para llevar a cabo el desarrollo frontend de este proyecto no se ha utilizado ningún *framework* ya que este proyecto se centra exclusivamente en la interacción con el mapa y el diseño de *header* y *footer* simples.

He decidido optar por utilizar HTML5 con CSS3 para dar estilos y como Leaflet es una biblioteca JavaScript he utilizado este para todas las relaciones con el código HTML.

2.5.2. Angular

En la versión proporcionada por Locatec la página web estaba realizada con Angular y el mapa se incrustaba a través de una etiqueta `<iframe>`, a continuación, se detalla más en profundidad que es el *framework* Angular.

Como se define en Wikipedia [5], Angular es un marco de trabajo (*framework*) de desarrollo de aplicaciones web creado por Google. Se utiliza para crear aplicaciones web de una sola página (*Single Page Applications* o SPA) y aplicaciones móviles híbridas.

Es un marco de trabajo de código abierto que utiliza TypeScript, un lenguaje de programación que amplía JavaScript al agregar tipos y otras características avanzadas. Angular utiliza un enfoque basado en componentes para la construcción de aplicaciones, lo que significa que las diferentes partes de una aplicación se construyen como componentes reutilizables.

Angular cuenta con una gran comunidad de desarrolladores que contribuyen a la documentación, paquetes de software y recursos de aprendizaje en línea. Es ampliamente utilizado por empresas grandes y pequeñas en todo el mundo, lo que lo convierte en una opción popular para el desarrollo de aplicaciones web empresariales.

2.5.3. React

Posteriormente YSolve rediseñará toda la página web y realizará un cambio de *framework*, ellos han optado por utilizar React en vez de Angular. A continuación, se detalle en profundidad en que consiste este *framework*.

Según define Wikipedia [6], React es una biblioteca de JavaScript de código abierto utilizada para construir interfaces de usuario (*UI*) en aplicaciones web. Fue desarrollada por Facebook y se ha vuelto también muy popular en la creación de aplicaciones web modernas.

React utiliza una sintaxis llamada JSX, que permite escribir HTML y JavaScript juntos en un solo archivo, lo que facilita también la creación de componentes reutilizables. Los componentes son la unidad básica de construcción en React, y son bloques de código que encapsulan la lógica y la interfaz de usuario de una aplicación.

React también utiliza una técnica llamada "Virtual DOM" para actualizar de manera eficiente la interfaz de usuario en respuesta a los cambios de estado de la aplicación. En lugar de actualizar todo el árbol de DOM cada vez que cambia el estado de la aplicación, React actualiza solo los componentes que han cambiado, lo que mejora el rendimiento y la velocidad de la aplicación.

Es muy flexible y se puede integrar fácilmente con otras bibliotecas y marcos de trabajo, lo que lo hace popular entre los desarrolladores. Además, como en Angular, cuenta con una gran comunidad de desarrolladores que contribuyen a la documentación, paquetes de software y recursos de aprendizaje en línea.

2.5.4. Comparativa Angular vs React

React y Angular son dos de los marcos de trabajo más populares para el desarrollo de aplicaciones web modernas. Aunque ambos están diseñados para aplicaciones de una sola página, tienen algunas diferencias notables en su enfoque y funcionalidad:

- Lenguaje: React utiliza JavaScript y Angular utiliza TypeScript.
- Curva de aprendizaje: React tiene una curva de aprendizaje más rápida y es más fácil de comenzar, mientras que Angular puede ser más difícil por su estructura compleja y su arquitectura robusta.
- Flexibilidad: React es más flexible en términos de integración con otras bibliotecas y marcos de trabajo. Angular, por otro lado, ofrece una estructura más robusta que facilita la creación de aplicaciones empresariales complejas.
- Rendimiento: React es conocido por su excelente rendimiento debido a su técnica de Virtual DOM. Angular también es rápido, pero no tanto como React en algunos casos debido a su arquitectura.

En resumen, React es una buena opción para proyectos más pequeños o aplicaciones web que no son demasiado complejas, mientras que Angular es una buena opción para proyectos empresariales más grandes y complejos que requieren una estructura más robusta. Ambos marcos de trabajo tienen sus ventajas y desventajas, y la elección final dependerá de las necesidades específicas del proyecto y las habilidades del equipo de desarrollo.

2.6. Base de datos

2.6.1. SQL

Las bases de datos SQL son un tipo de sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) que utilizan el lenguaje de consulta estructurado (SQL) para almacenar, manipular y recuperar datos de una o varias tablas relacionales.

Se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde pequeñas aplicaciones web hasta grandes sistemas empresariales. Los datos se organizan en tablas que se relacionan entre sí mediante claves primarias y foráneas, lo que permite la creación de consultas complejas y la extracción de información de múltiples tablas al mismo tiempo.

Las bases de datos SQL también proporcionan una serie de características que facilitan la gestión de datos, como la capacidad de agregar y eliminar registros, modificar datos existentes, y realizar copias de seguridad y restauraciones de datos. Además, SQL permite la creación de índices y la optimización de consultas para mejorar el rendimiento de la base de datos.

Algunos ejemplos de bases de datos SQL populares incluyen MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server y Oracle Database.

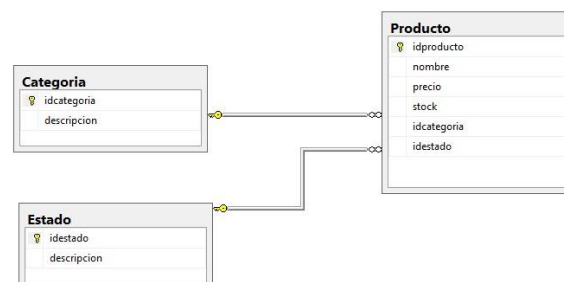


Ilustración 1. Base de datos SQL. [7]

2.6.2. NoSQL

Una base de datos NoSQL es un tipo de sistema de gestión de bases de datos (DBMS) que no se basa en el modelo relacional. En su lugar, las bases de datos NoSQL utilizan modelos de datos no relacionales, como documentos, gráficos o pares clave-valor, para almacenar y organizar datos. Se utilizan en aplicaciones web, análisis de big data, juegos y aplicaciones móviles.

Son flexibles y escalables. Esto significa que pueden manejar grandes volúmenes de datos no estructurados, como imágenes y videos.

Son altamente escalables y se pueden escalar horizontalmente, lo que significa que se pueden agregar más servidores para aumentar la capacidad. Además, algunas bases de datos NoSQL tienen capacidades de procesamiento en paralelo y pueden distribuir el procesamiento de datos a través de múltiples servidores para mejorar la velocidad y el rendimiento.

Algunos ejemplos incluyen MongoDB, Cassandra, Redis y Couchbase.

2.6.3. Comparativa SQL vs NoSQL

SQL y NoSQL son dos enfoques diferentes para el almacenamiento y procesamiento de datos.

SQL se basa en un modelo relacional de datos, en el que la información se organiza en tablas con filas y columnas. Se utiliza para crear, leer, actualizar y eliminar datos en una base de datos relacional, y es ampliamente utilizado en aplicaciones empresariales y de misión crítica.

Por otro lado, NoSQL se basa en modelos de datos no relacionales, como el modelo de documento, clave-valor y grafo. Se utiliza para almacenar y recuperar grandes cantidades de datos no estructurados y semi-estructurados, y es popular en aplicaciones web y móviles, así como en análisis de big data.

En términos generales, SQL es más adecuado para aplicaciones que requieren datos altamente estructurados y una consistencia estricta, mientras que NoSQL es más adecuado para aplicaciones que manejan grandes volúmenes de datos no estructurados y que requieren una escalabilidad horizontal y una alta disponibilidad.

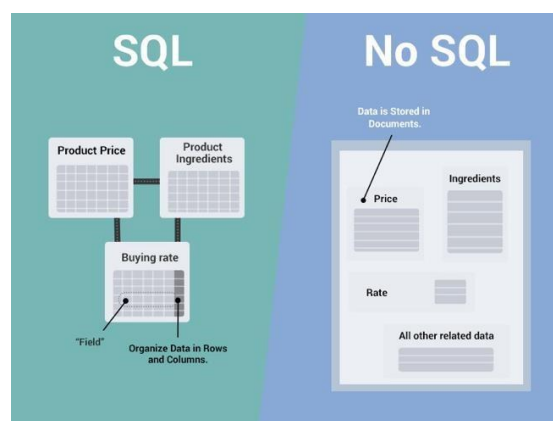


Ilustración 2. Comparación SQL vs NoSQL. [8]

Capítulo 3. Análisis de los requisitos

3.1. Descripción general

El requisito fundamental de este desarrollo es realizar una navegación por ciudades óptima y eficiente de manera que en el mapa se carguen todos los marcadores de las diferentes ciudades almacenadas en la base de datos y que cuando se haga *click* en una se muestren los diferentes marcadores de los patrimonios que esta contenga.

Al realizarse una navegación por ciudades estaríamos ante un mapa menos cargado que el de la actual versión de O-City y la navegación sería mucho más cómoda y sencilla.

En la *Ilustración 3*, *Ilustración 4* e *Ilustración 5* se observa la actual versión de O-City, tanto de la agrupación de marcadores como de los marcadores desplegados.

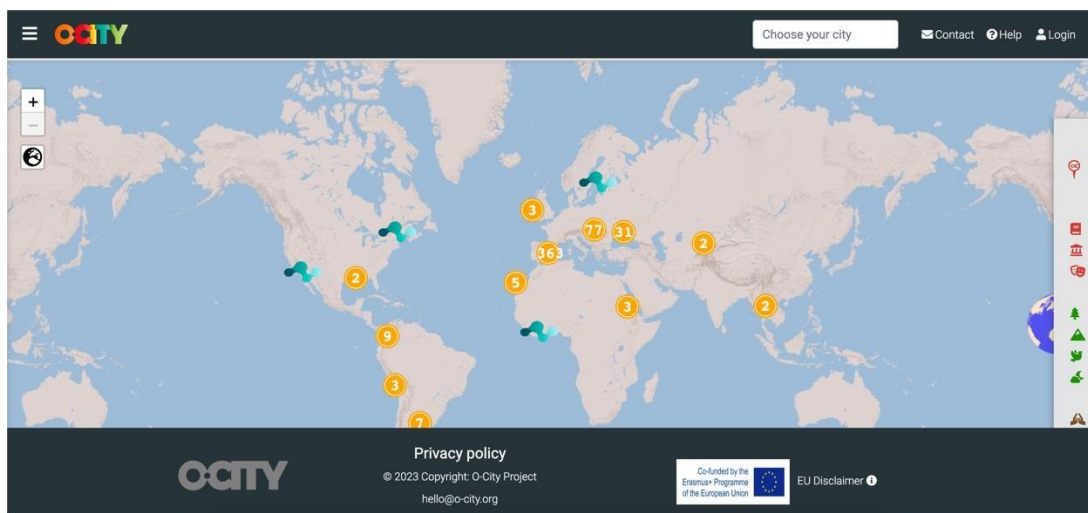


Ilustración 3. Vista principal de O-City (Locatec)

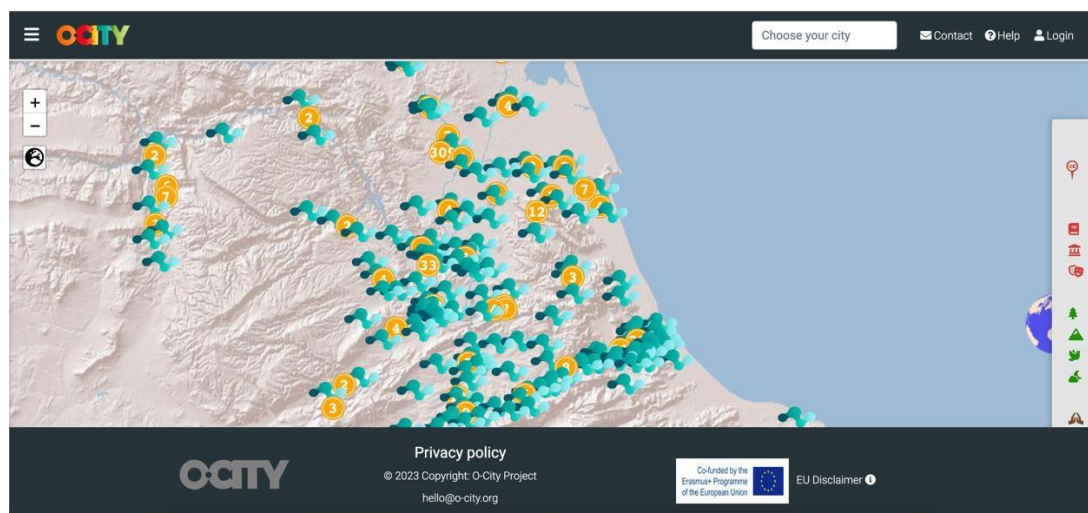


Ilustración 4. Vista agrupación de marcadores O-City (Locatec)



Ilustración 5. Vista actual al hacer zoom a un lugar O-City (Locatec)

También se busca poder navegar por el mapa con unos tiempos de carga óptimos a pesar de tener una gran base de datos ya que también en la actual versión de O-City estos tiempos de espera son bastante elevados.

3.2. Especificación de los requisitos

A parte del requisito general de navegación por ciudades el Product Owner planteó otros requisitos para mejorar la experiencia de usuario al navegar por el mapa. Los requisitos son los siguientes:

- RQ1: se debe investigar sobre los diferentes *plugins* de Leaflet que puedan ser de utilidad para la navegación eficiente.
- RQ2: de los *plugins* elegidos en el RQ1 se debe realizar su correcta implementación.
- RQ3: se debe optimizar el mapa para que no se demore al añadir los marcadores tanto de ciudades como de patrimonios.
- RQ4: se debe crear los patrimonios por grupos para poder activarlos o desactivarlos a través de las capas en cualquier momento.
- RQ5: se debe hacer saber al usuario (cambiando el color del marcador) que cuando hace *click* en alguna ciudad o patrimonio está este activo.
- RQ6: se deben agrupar los marcadores de ciudades en *clusters* en vez de mostrarlos todos de golpe.
- RQ7: se debe disponer de 2 mapas, uno con fronteras y otro sin fronteras. Estos se irán alternando entre si al variar entre los niveles de zoom.
- RQ8: se debe visualizar correctamente tanto en web, como móvil y tablet.
- RQ9: se debe hacer el filtro de búsqueda por ciudades en el *header*
- RQ10: se debe rehacer el *footer*.
- RQ11: a parte de la versión en el servidor debe haber una versión local para poder utilizarse sin conexión

Capítulo 4. Implementación

4.1. Metodología de trabajo

Para obtener el mejor resultado posible en el desarrollo del proyecto se ha hecho uso de la metodología ágil SCRUM. En esta metodología el proyecto se ejecuta en ciclos temporales cortos (unas 2 semanas), al finalizar cada ciclo temporal, también llamado *sprint*, se debe proporcionar un resultado completo de las tareas solicitadas por el *Product Owner* (*PO*, de sus siglas en inglés).

Durante el proyecto se realizaron *sprints* de 2 o 3 semanas donde al final de ellos se evaluó el trabajo realizado con el *PO* (tutor del proyecto). En el *sprint review* también se llevó a cabo el *sprint planning* para que este resulte lo más dinámico.

Metodología SCRUM



Ilustración 6. Metodología Scrum. [9]

4.2. Herramientas para el desarrollo e implementación

4.2.1. Control de versiones

Durante el desarrollo como herramienta de control versiones se ha utilizado Git. Al principio del desarrollo se trabajó con un único repositorio ya que al solo trabajar sobre el mapa no se necesitó tener el *backend* separado del *frontend*. Durante el transcurso del *sprint* se trabajó sobre *máster* y en una máquina local.

A mitad del desarrollo se procedió a incorporar el mapa en el dominio de test de O-City, los cambios se realizaron directamente desde el servidor Plesk de la UPV por lo que no se tenía acceso al control de versiones de Locatec.

Para el análisis de los tiempos de carga se implementó la versión alojada en Git en el servidor propio de Plesk del alumno ya que no era posible medir los tiempos de carga estando en el servidor local y tampoco dio buenos resultados implementarlo en el dominio de test y realizar ahí el análisis.

4.2.2. MAMP

Para poder trabajar en una máquina local y hacer uso de la base de datos proporcionada se utilizó MAMP. Como se menciona en el artículo Sociedad y Tecnología Grupo 3 [10], MAMP es un conjunto de programas software utilizados para desarrollar sitios web dinámicos sobre sistemas operativos Apple Macintosh, MAC OS X.

La aplicación incluye Apache, un servidor web de código abierto, MySQL, un sistema de gestión de bases de datos relacional, y PHP, un lenguaje de programación de código abierto utilizado para el desarrollo de aplicaciones web dinámicas. Además, MAMP también proporciona una interfaz gráfica de usuario fácil de usar para configurar y administrar el servidor web.

4.3. Estructura y arquitectura de la aplicación

Como se ha mencionado en apartados anteriores el desarrollo se llevó a cabo tanto en un servidor local como en el dominio de test de O-City por tanto la estructura y arquitectura de la aplicación son algo diferentes. Se va a detallar la estructura del servidor local ya que la del dominio de test está compilado con Angular y no se tiene la capacidad para poder interpretarse.

En el servidor local tenemos todas las funcionalidades requeridas, el único impedimento es que al hacer *click* en un patrimonio no se nos abre la ventana lateral de Angular con la información de este ya que esto está desarrollado por Locatec y solo funciona en su dominio.

Finalmente, en la *Ilustración 7* podemos observar la estructura general en el servidor local.

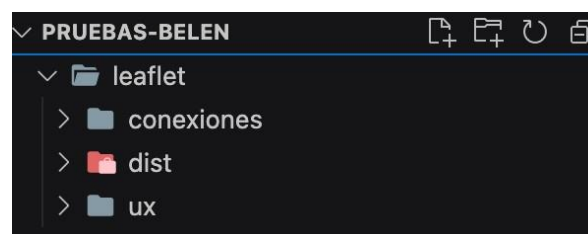


Ilustración 7. Estructura y arquitectura general servidor local

La primera carpeta se trata de la conexión y obtención de los datos de la base de datos albergada en PhpMyAdmin. En la *Ilustración 8* vemos que nos encontramos los siguientes scripts PHP:

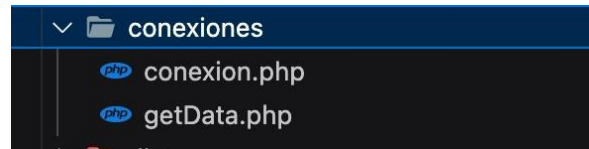


Ilustración 8. Carpeta conexiones

El primero establece la conexión con la base de datos que al estar en local utilizará “localhost”. El segundo obtiene todos los datos de las tablas almacenadas para utilizarla posteriormente en el script del mapa.

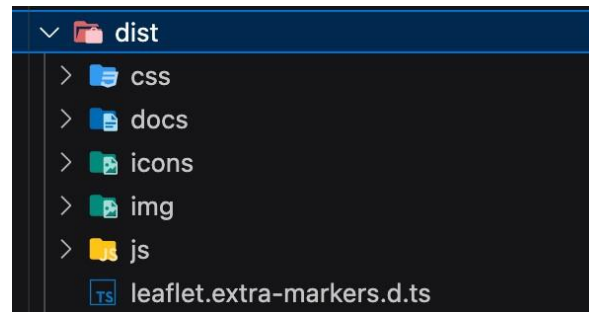


Ilustración 9. Carpeta dist

En la *Ilustración 9* vemos como la carpeta dist está formada por otras 5 carpetas y un archivo TypeScript que se detallan a continuación:

- La carpeta CSS contiene el css principal de la página (style.css) así como todos los que utilizan los *plugins* utilizados.
- La carpeta docs contiene el pdf de la Política de privacidad O-City.
- La carpeta icons contiene los iconos globales predeterminados como editar, el globo terráqueo, etc.
- La carpeta img contiene todos los marcadores del mapa, así como los logos e imágenes corporativas de O-City.
- La carpeta js contiene todos los scripts de los *plugins* utilizados en el mapa.

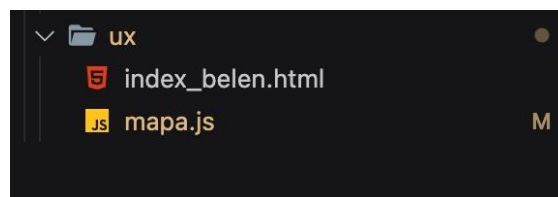


Ilustración 10. Carpeta ux

En la *Ilustración 10* vemos que la carpeta ux contiene el archivo Javascript donde se ejecuta todo el código Leaflet para hacer uso del mapa y el archivo html donde se crea el header, el mapa y el footer.

4.4. Diseño de la experiencia de usuario

En este apartado se detallan los resultados obtenidos hasta obtener el diseño final de la interfaz de la página web. En el último punto de este capítulo se realiza una mejor comparación de la interfaz de O-City antigua con la nueva.

Como se deseaba una navegación por ciudades se realizó un algoritmo que itera sobre la lista de las ciudades extraídas de la base de datos donde se van colocando marcadores en el mapa gracias a sus coordenadas de latitud y longitud. Estas también se almacenan en *clusters* para que a diferentes niveles de zoom se distribuyan en unos iconos de colores con el número de ciudades que hay en él. En la *Ilustración 11* podemos observar una visión general de esta navegación.

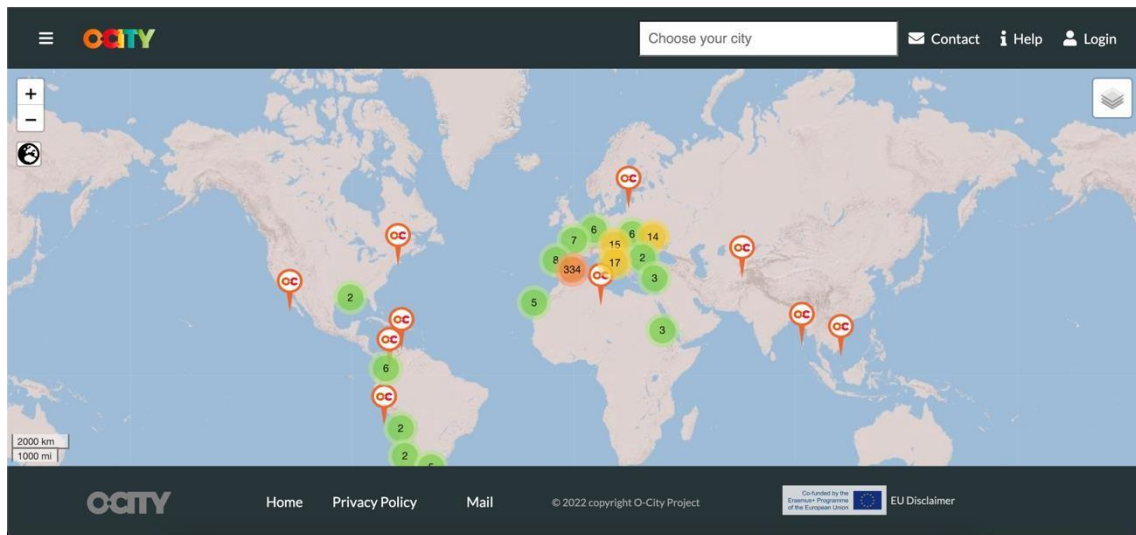


Ilustración 11. Nuevos clusters en navegación por ciudades.

A diferencia del mapa de O-City de Locatec que hemos visto en el apartado anterior ahora vemos diferentes círculos de colores con números. La experiencia de usuario resulta mucho más agradable en vez de tener todo aglomerado en el mapa ya que los *clusters* solo funcionan a determinado radio de este modo observamos cómo en América del Norte o Asia hay marcadores de ciudades sueltos ya que no tienen en su radio ninguno tan próximo. En esta imagen también observamos el nuevo *header* y *footer* que son mucho más pequeños ambos dando más prioridad al mapa central.

Una vez empezamos a hacer zoom, en la *Ilustración 12*, *Ilustración 13* e *Ilustración 14* podemos observar cómo estos *clusters* se van deshaciendo o disminuyendo su cantidad para poder mostrar los marcadores de las ciudades.

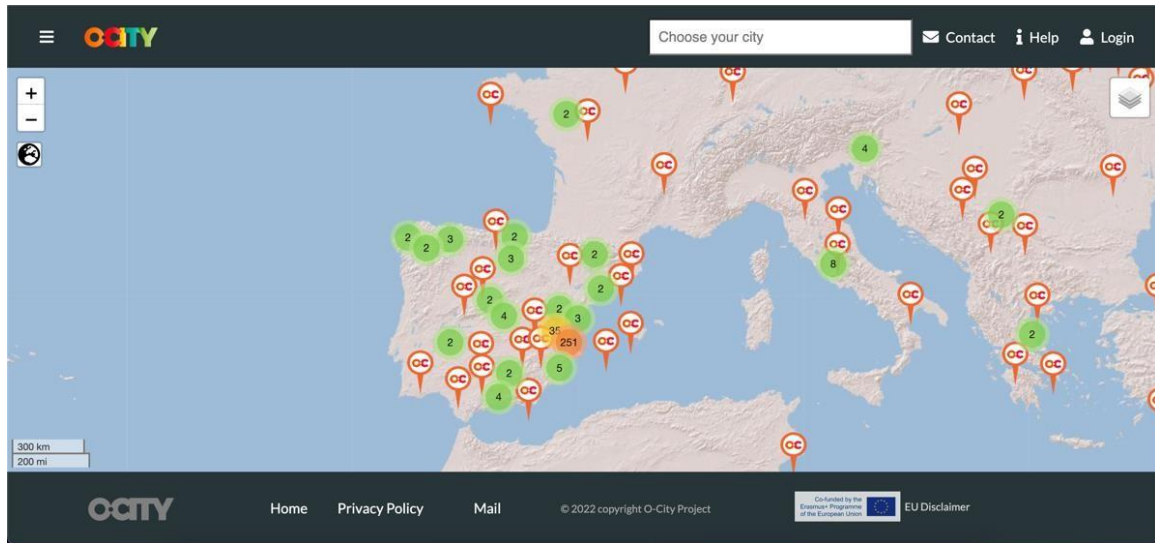


Ilustración 12. Aumento 1 del nivel de zoom en el mapa

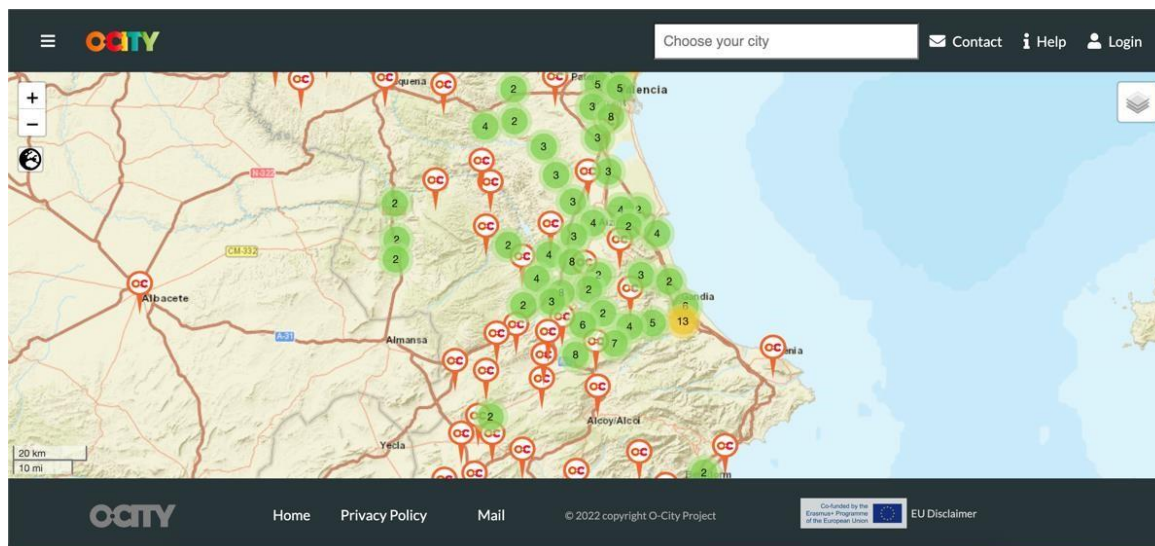


Ilustración 13. Aumento 2 del nivel de zoom en el mapa.

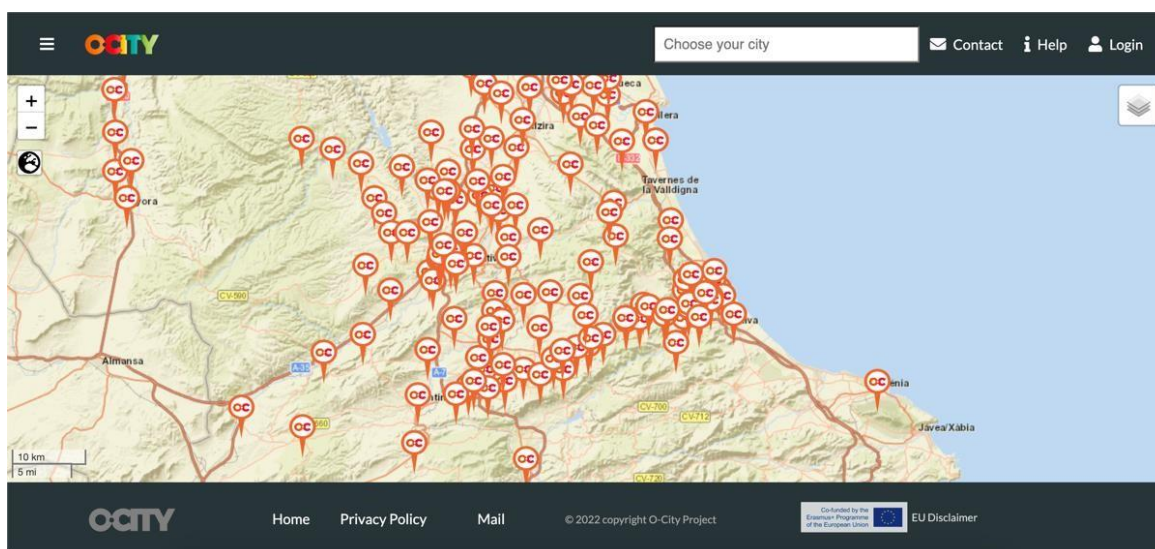


Ilustración 14. Aumento 3 del nivel de zoom en el mapa

Gracias a esto se llega a la conclusión de que la navegación por ciudades se es mucho más cómoda y agradable para el usuario aparte de ser óptima y eficiente.

Para continuar la navegación por ciudades al hacer *click* en una esta muestra únicamente sus patrimonios como vemos en la *Ilustración 15*.

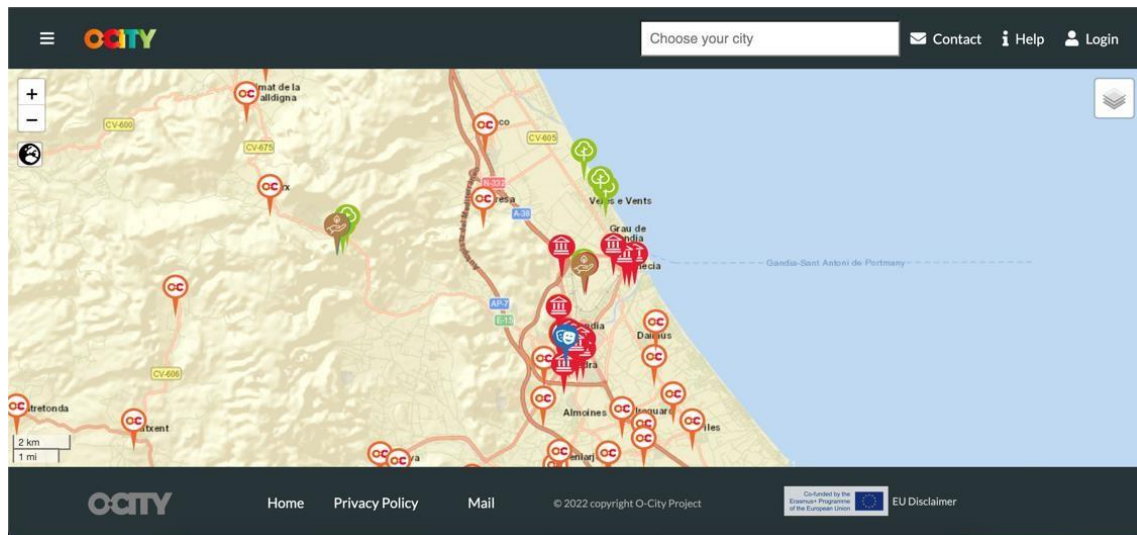


Ilustración 15. Ejemplo al mostrar patrimonio.

Al hacer *click* en una ciudad vemos como su icono pasa a ser de un tono más oscuro, representando que esta ciudad está seleccionada. Esto también pasa si lo que seleccionamos es un patrimonio como vemos en la *Ilustración 16* e *Ilustración 17*.

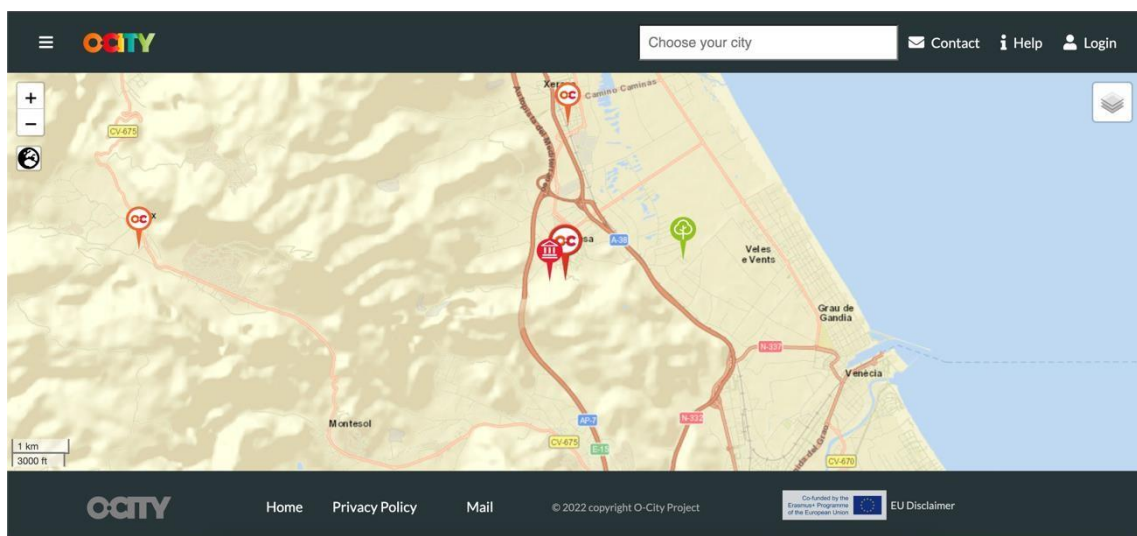


Ilustración 16. Icono ciudad activo

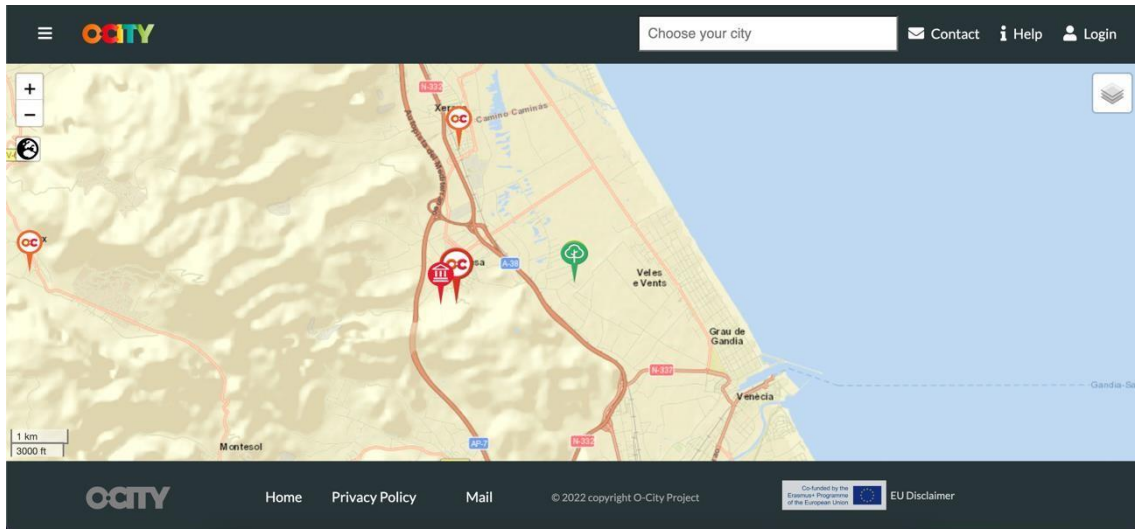


Ilustración 17. Icono patrimonio activo

Cuando pasamos el ratón por encima sin llegar a hacer *click* podemos ver tanto el nombre de las ciudades como el del patrimonio sobre el cual se está encima. Esto también se ha modificado respecto al antiguo O-City ya que antes se mostraba tanto nombre, como foto y links de interés y quedaba demasiado cargado impidiendo la correcta visualización de más elementos del mapa. Esto podemos observarlo en la *Ilustración 18 e Ilustración 19*.

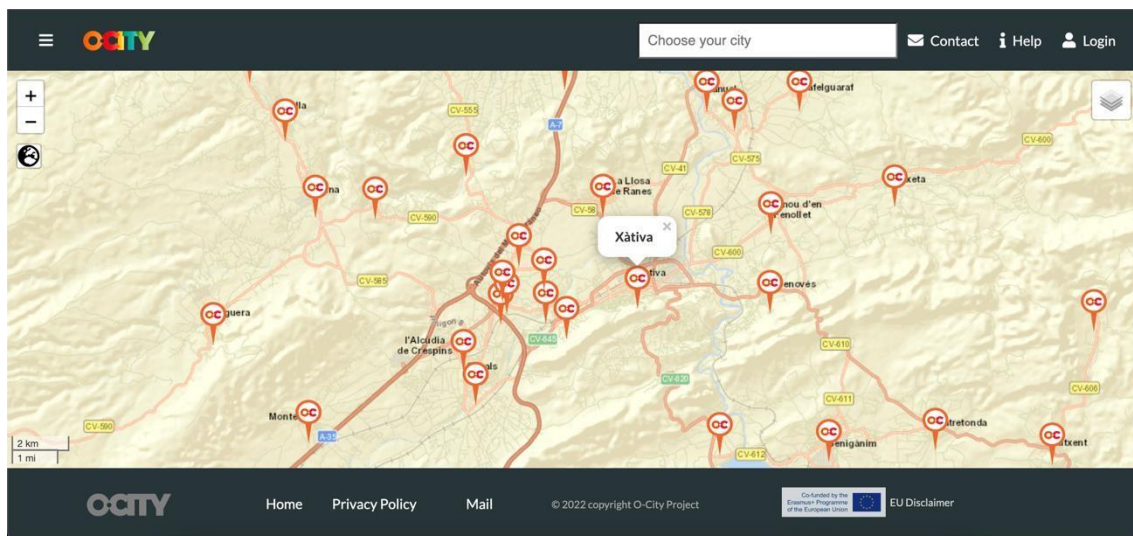


Ilustración 18. Ejemplo información ciudad

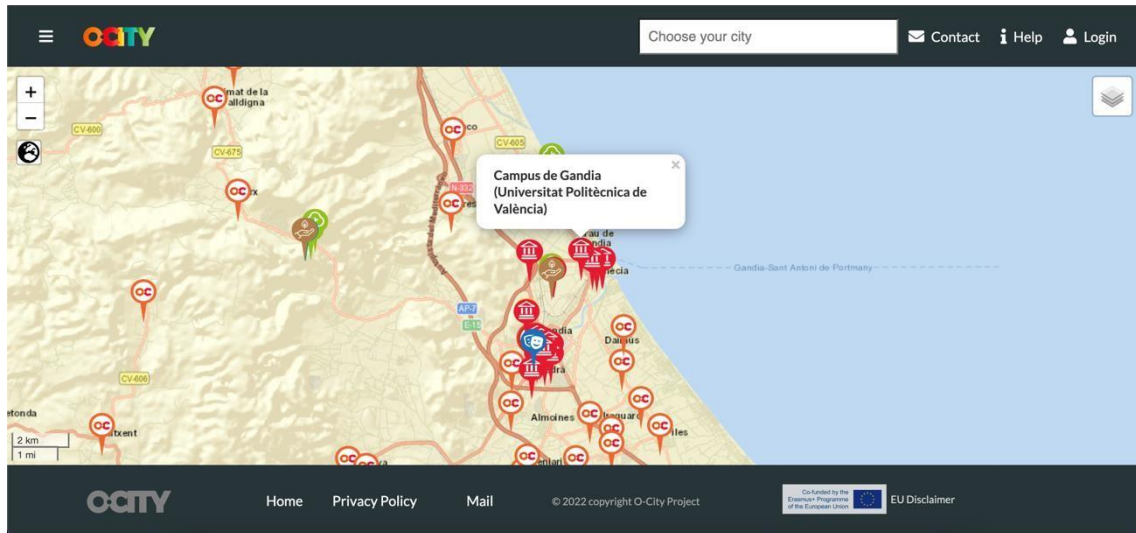


Ilustración 19. Ejemplo información sobre patrimonio.

A la derecha tenemos un desplegable de capas que nos sirve para activar o desactivar los patrimonios en función de su tipo. Se trata de un diseño simple que posteriormente se puede modificar llegando a incluir los iconos de cada marcador para una mejor experiencia como vemos en la *Ilustración 20*.

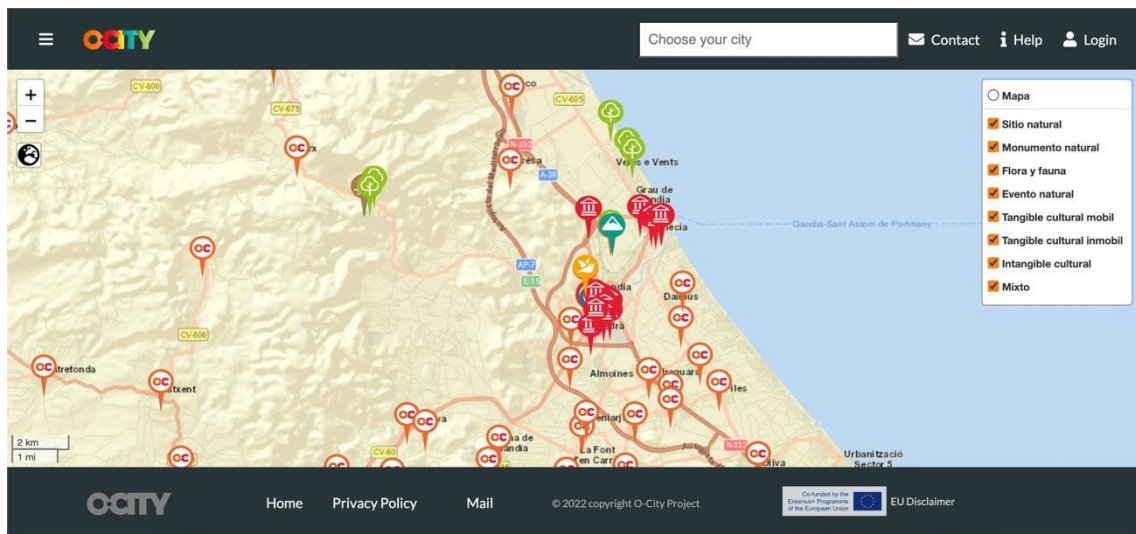


Ilustración 20. Desplegable de capas de los diferentes patrimonios.

Si decidiéramos a través del desplegable no mostrar el patrimonio tangible cultural inmóvil el mapa se vería como en la *Ilustración 21*.

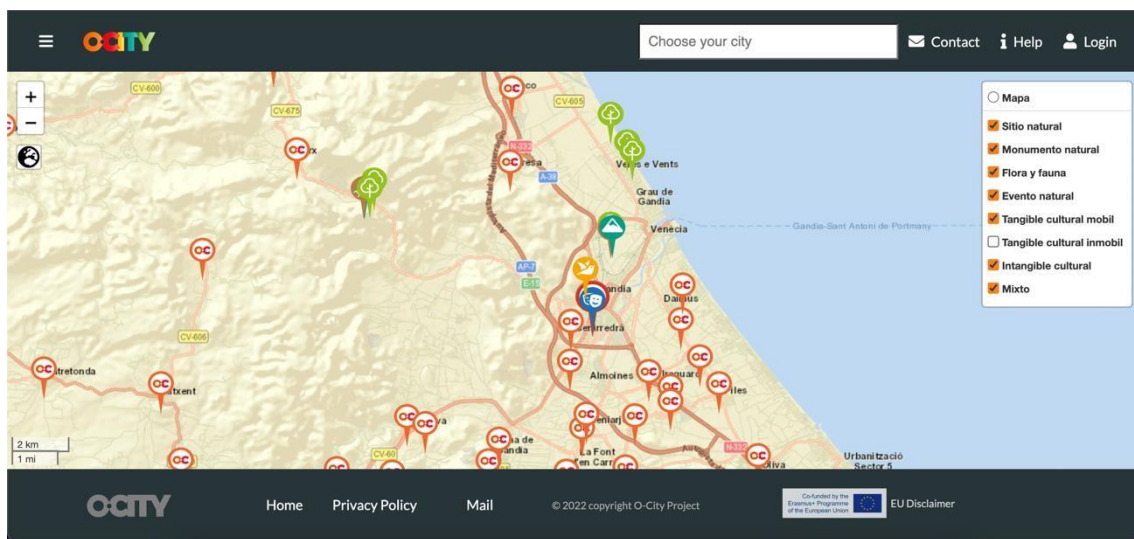



Ilustración 21. Ejemplo de mapa desactivando patrimonio tangible cultural inmóvil

Observamos en la *Ilustración 21* como el marcador  ya no se muestra en el mapa.

Otra funcionalidad que se requería era que al hacer *click* en el icono del mapa de la izquierda este volviera a la vista inicial que tenemos del mapa nada más accedemos a la web, señalado en la *Ilustración 22*.

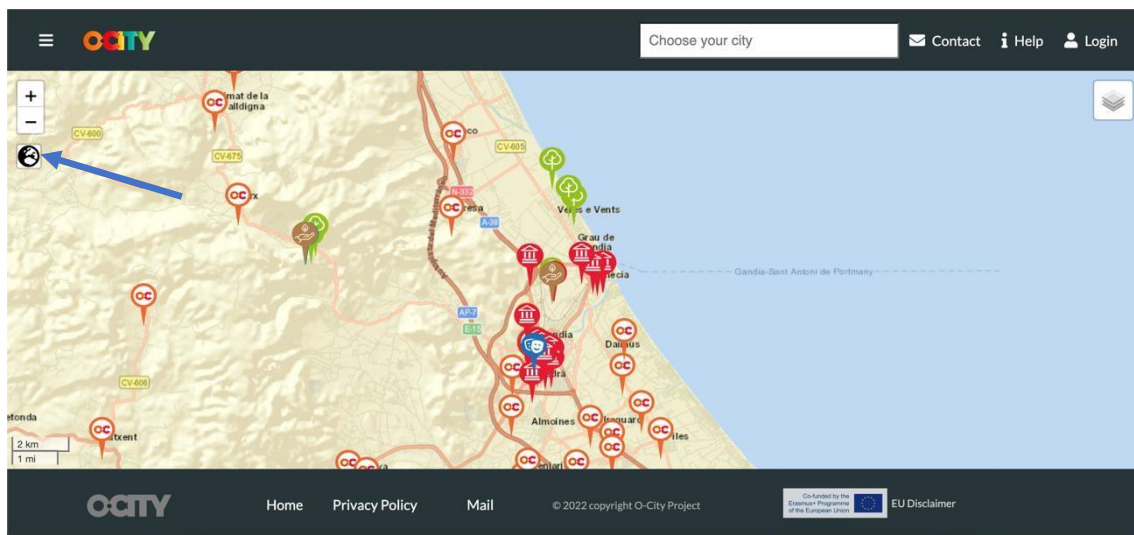


Ilustración 22. Señalización icono mapa izquierda

Ilustración 22. Señalización icono mapa izquierda.

Como vemos en la *Ilustración 23*, una vez clicado el icono el mapa pasaría a volver a verse de este modo, modificando el zoom al inicial y los marcadores de las ciudades.

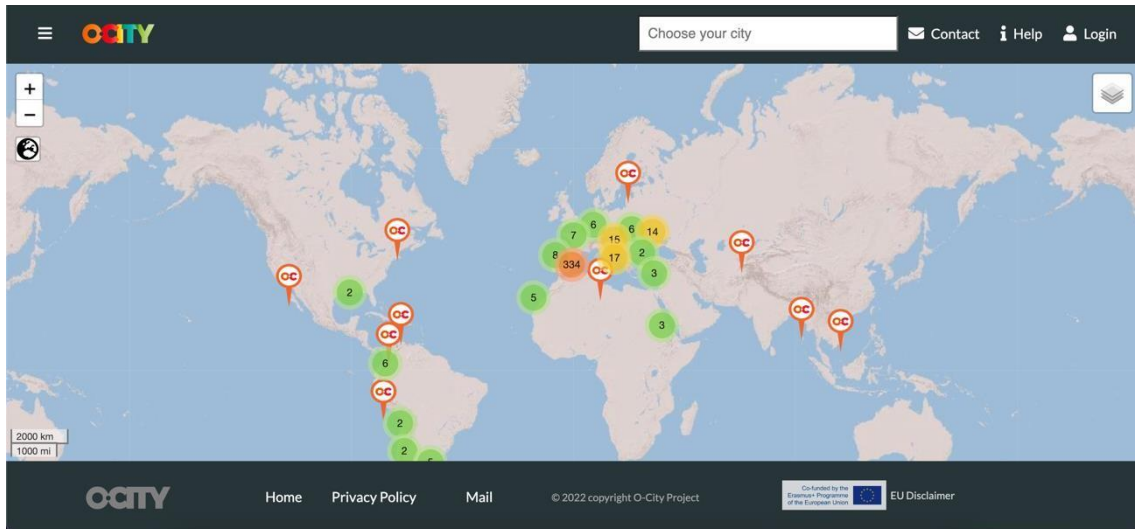


Ilustración 23. Vista inicial tras clicar en el botón izquierdo del mapa

Los patrimonios y ciudades, que previamente estaban abiertas, se vuelven a cerrar para mostrar de nuevo los *clusters* que había al acceder a la página al principio.

Por último, en el mapa en local también tenemos el filtro de búsqueda en la parte superior de la página, señalado en la *Ilustración 24*.

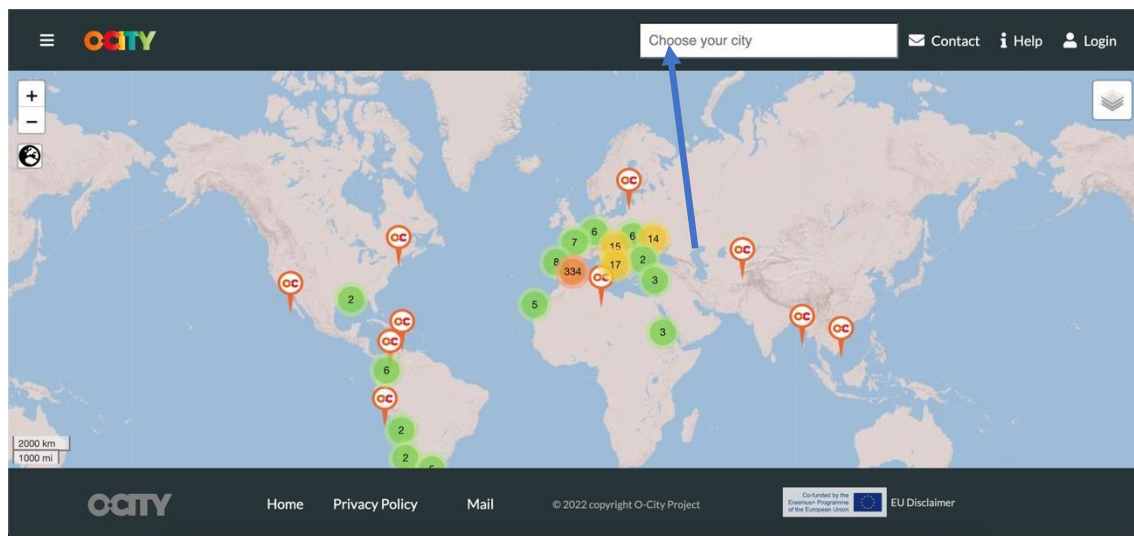


Ilustración 24. Señalización campo de búsqueda

Ilustración 24. Señalización campo de búsqueda

Como vemos en la *Ilustración 25*, al introducir el nombre de una ciudad el mapa navega directamente a esta mostrando ya sus patrimonios y los marcadores de las ciudades de alrededor.

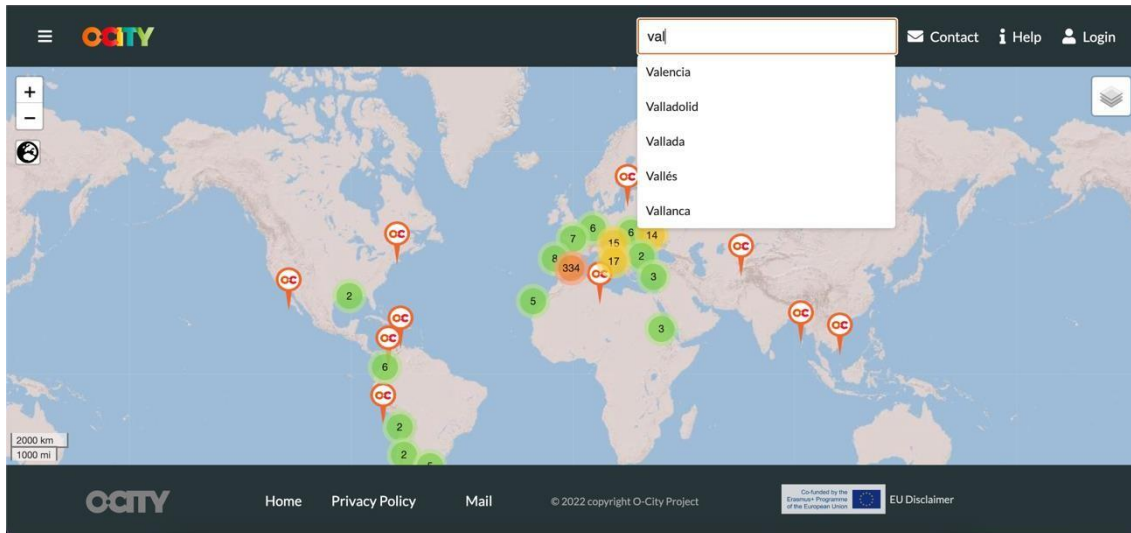


Ilustración 25. Autocompletado del filtro

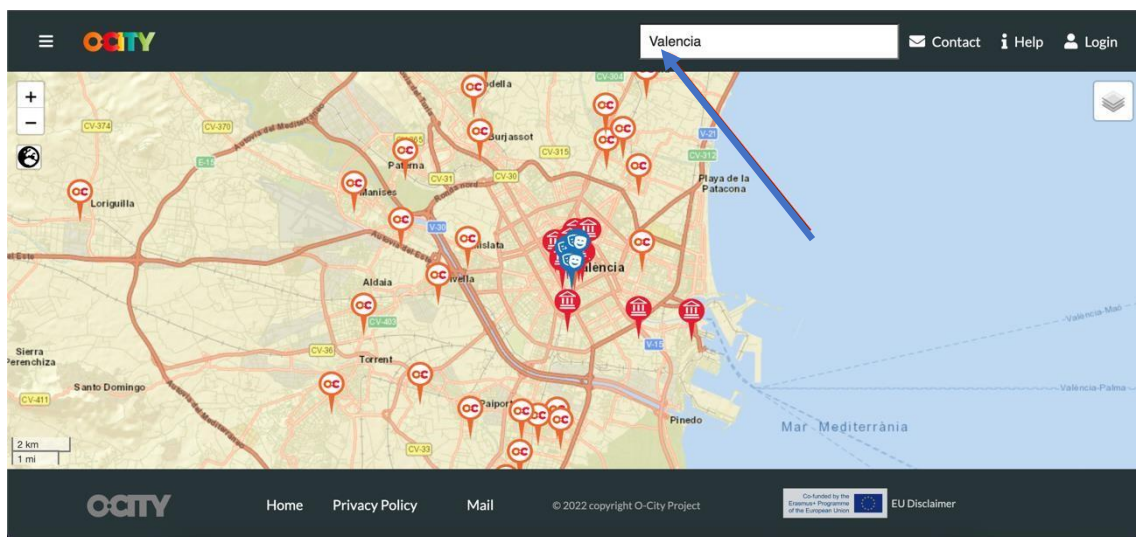


Ilustración 26. Filtro de búsqueda "Valencia"

Ilustración 26. Filtro de búsqueda "Valencia"

Como vemos en la *Ilustración 26*, si volvemos a introducir otra ciudad se desplegarán los de esta y viceversa. Para poder volver a la vista principal disponemos del botón arriba a la izquierda mencionado anteriormente

Este es el desarrollo realizado en el servidor local por tanto al hacer *click* en un patrimonio no nos muestra la ventana lateral de información. También hay que añadir que al estar realizado en Angular el nuevo *header* no se pudo incluir por tanto la funcionalidad de la barra de búsqueda no se pudo realizar en este dominio.

4.5. Problemas de implementación resueltos

Uno de los mayores problemas que presenta O-City en la versión realizada por Locatec es el tiempo de carga tanto de las ciudades como de los patrimonios al acceder a la página web. Esto se ha resuelto de diferentes maneras.

La principal ha sido almacenar en diferentes listas únicamente las tablas que se utilizan en el mapa.

Para obtener las listas con sus valores almacenadas en el archivo desarrollado en php lo que se realizó es una función en el archivo JavaScript llamada `getData()` con AJAX.

Como se explica en [11], AJAX significa JavaScript asíncrono y XML (Asynchronous JavaScript and XML). Se trata de un conjunto de técnicas de desarrollo web que permiten que las aplicaciones web funcionen de forma asíncrona, procesando cualquier solicitud al servidor en segundo plano. Esto ayuda a que los tiempos de carga sean mucho menores. El código de la función realizada se puede observar en *Pseudocódigo 1*.

```
function getData() {
  $.ajax({ type: "GET", url:
  "../conexiones/getData.php",
  }).done((res) => { var json =
  JSON.parse(res); dataLISTA_cities =
  json[0]; dataLISTA_manif = json[1];
  dataLISTA_grouproutes = json[2];
  dataLISTA_grouproutesherit = json[3];
  dataLISTA_hierarchies = json[4];
  dataLISTA_hierarhierarchies = json[5];
  recorrerCities( dataLISTA_cities,
  dataLISTA_manif,
  dataLISTA_grouproutes,
  dataLISTA_grouproutesherit,
  dataLISTA_hierarchies,
  dataLISTA_hierarhierarchies
  );
  });
}
```

Pseudocódigo 1. Función `getData()`.

También para mejorar estos tiempos en vez de hacer uso de *markers* simples de Leaflet que cuestan más de procesar se utilizó el *plugin* `canvasMarker`.

El plugin `Canvas-Markers` muestra los marcadores como si fueran imágenes sobre un canvas en vez de usar los marcadores usuales de Leaflet los cuales se insertan en el DOM. Al utilizar imágenes en vez de DOM nos inserta los marcadores previamente filtrados de las listas a una velocidad mucho más rápida que antes. También permite que el zoom sea más dinámico y vaya mucho más suave en vez de ir a saltos o tirones y provocando tiempos de espera elevados.

Por último, para un desplazamiento óptimo y otra mejora en los tiempos de carga todas las ciudades se han agrupado en *markers clusters*. Este plugin permite agrupar diferentes marcadores en círculos de colores que varían en función de la cantidad de elementos que contiene.

4.6. Comparación O-City Locattec con la nueva versión de O-City

En este apartado se realiza una breve comparación de las nuevas funcionalidades realizadas en la nueva versión de O-City y las que ya había en la versión de O-City de Locattec.

Como vemos en la *Ilustración 27 e Ilustración 28*, la pantalla principal muestra como ahora los *clusters* en vez de ser de un único color son de diferentes colores dependiendo de la cantidad de marcadores que haya en ese radio. También el icono azul se representa con el marcador de ciudad.

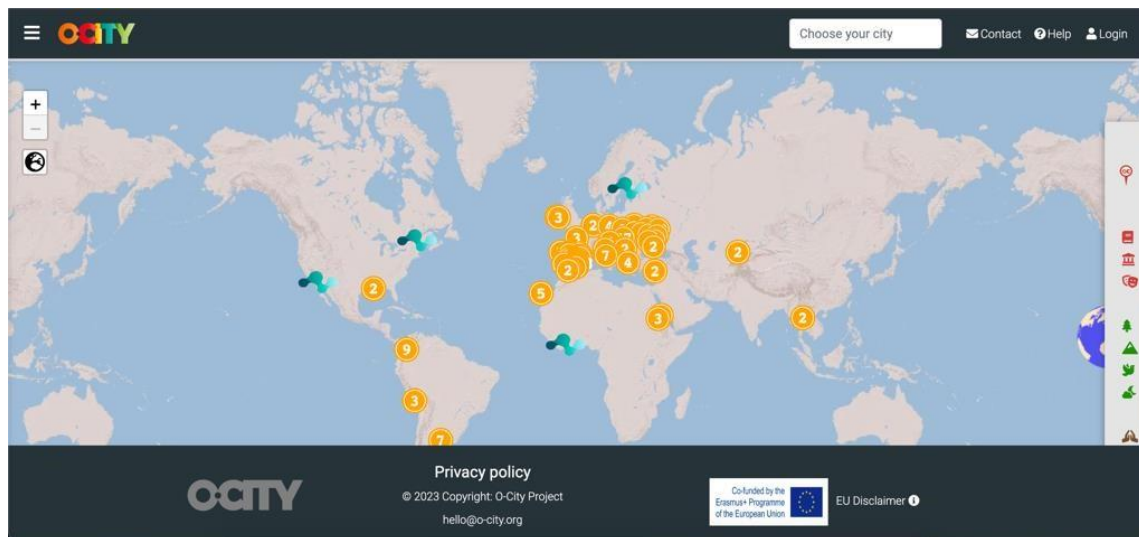


Ilustración 27. O-City versión Locattec

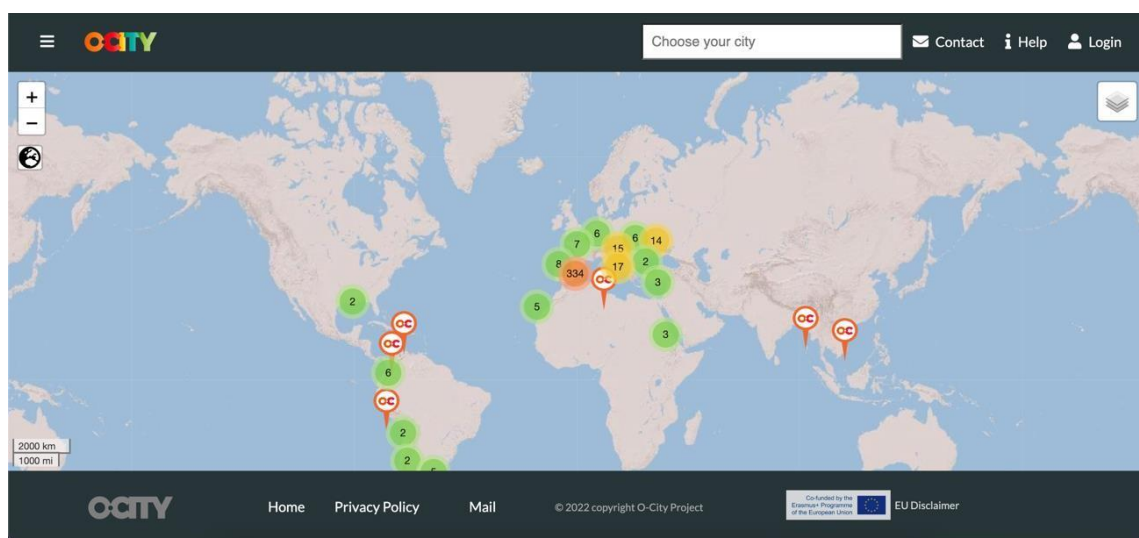


Ilustración 28. O-City nueva versión

Como vemos en la *Ilustración 29* e *Ilustración 30*, al hacer zoom a un determinado punto (en el ejemplo se hace zoom a la Comunidad Valenciana) observamos que en la antigua versión se llena de marcadores azules, a este nivel de zoom seguimos mostrando bastantes *clusters* para no sobrecargar el mapa.

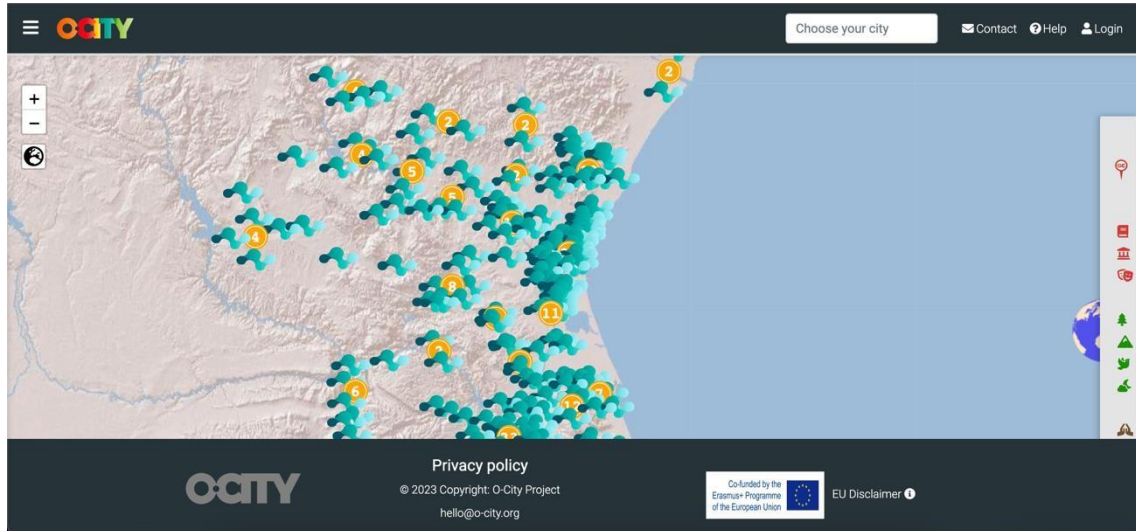


Ilustración 29. Nivel de zoom O-City versión Locatex

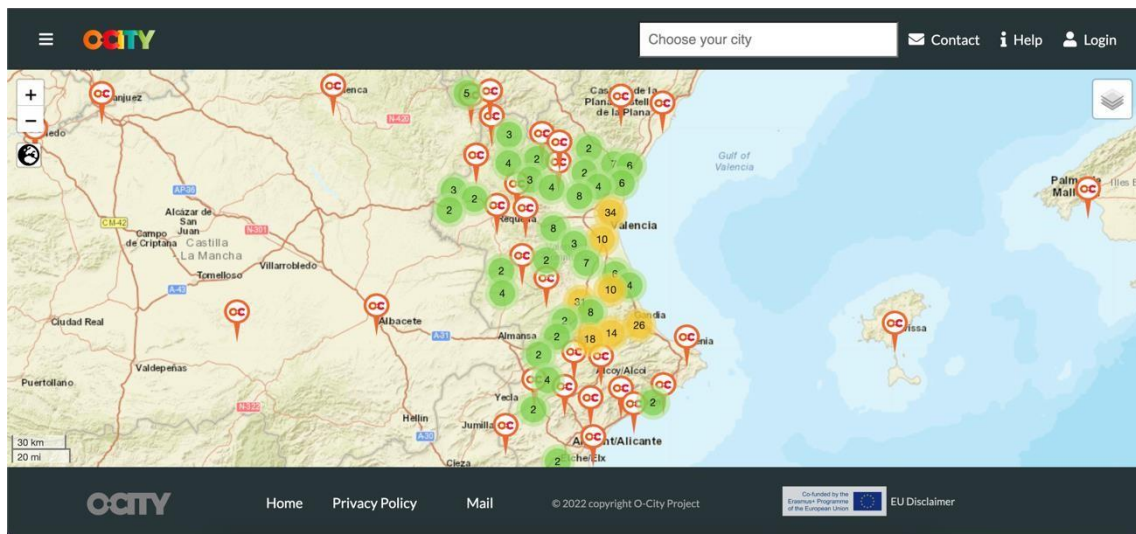


Ilustración 30. Nivel de zoom O-City nueva versión

Como vemos en la *Ilustración 31* e *Ilustración 32*, los marcadores tanto de ciudad como de patrimonio también han sufrido ligeros cambios como por ejemplo la eliminación de la sombra y la modificación de sus tamaños.

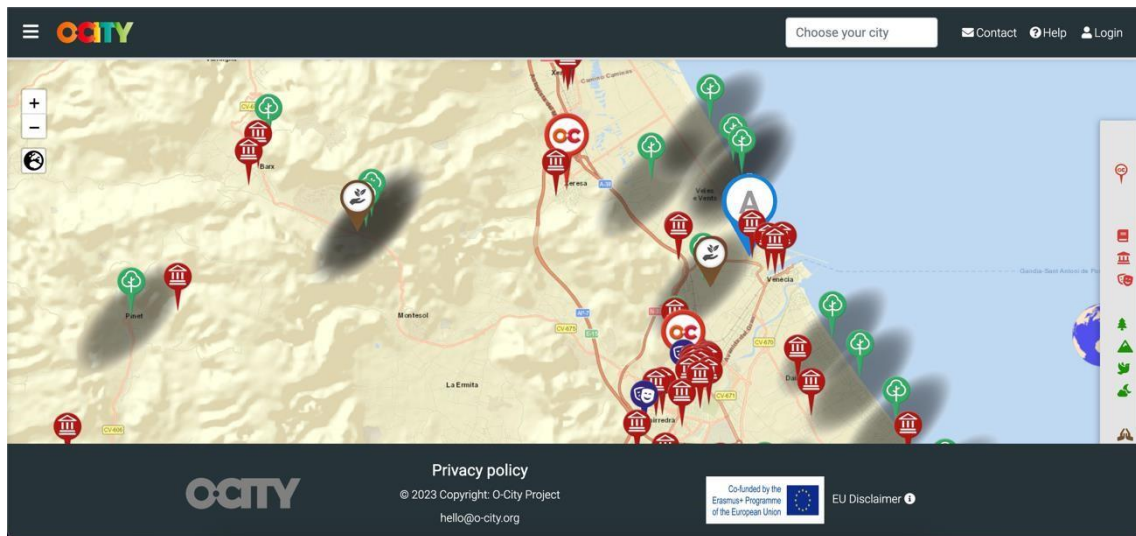


Ilustración 31. Visualización marcadores O-City Locattec

Como vemos en la *Ilustración 32* e *Ilustración 33*, los marcadores de ciudad en la nueva versión se ven así:

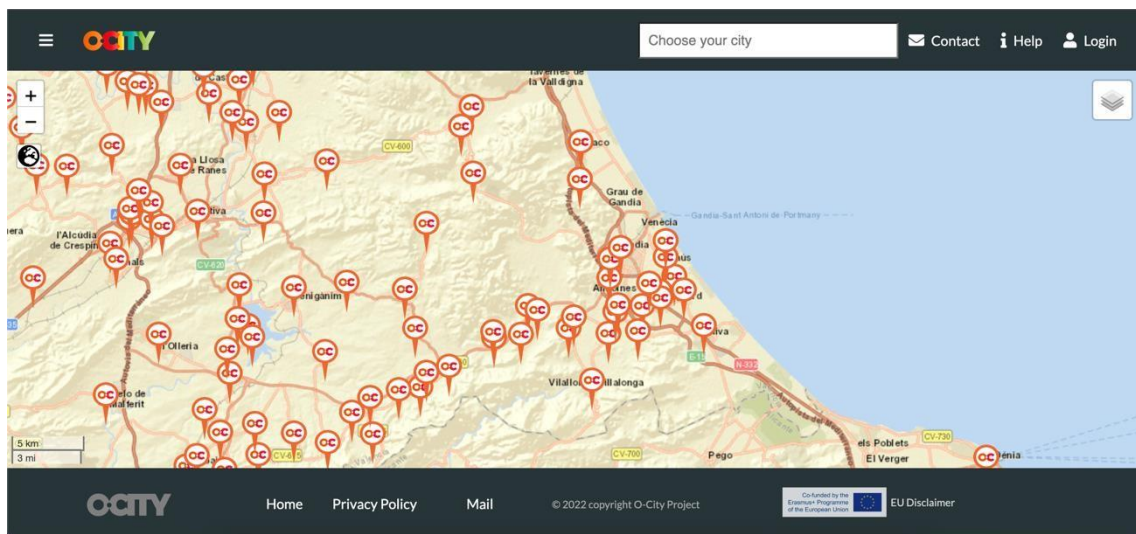


Ilustración 32. Visualización marcadores ciudad O-City nueva versión

En la *Ilustración 33* vemos los nuevos marcadores de patrimonio.

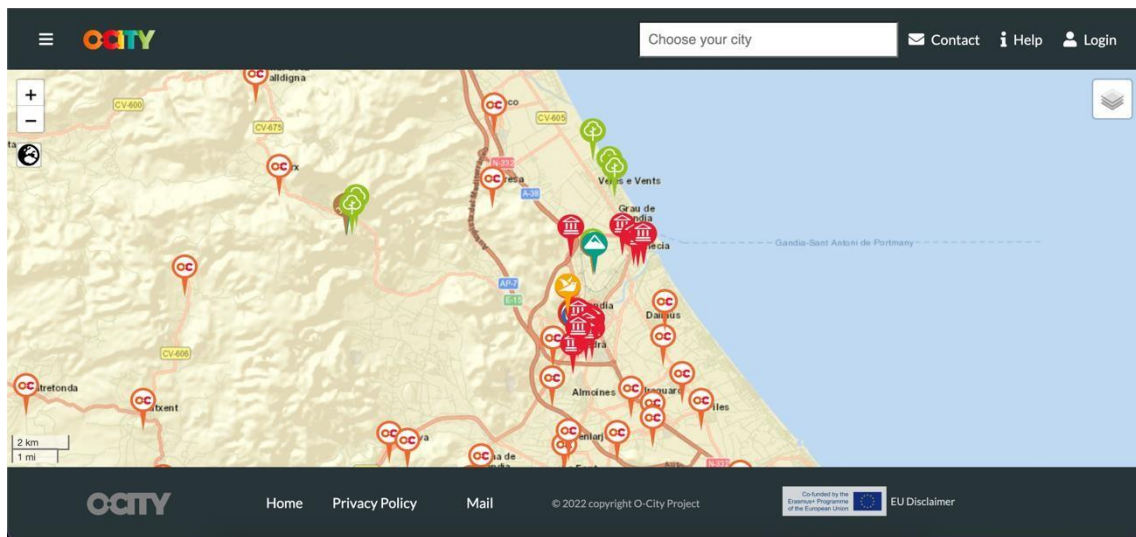


Ilustración 33. Visualización marcadores patrimonio O-City nueva versión

Como vemos en la *Ilustración 34* e *Ilustración 35*, la ventana de información de una ciudad o patrimonio ha pasado de estar sobrecargada y tapar prácticamente un tercio del mapa a únicamente mostrar el nombre de la ciudad o patrimonio ya que si se desea más información únicamente se ha de hacer *click* en él.

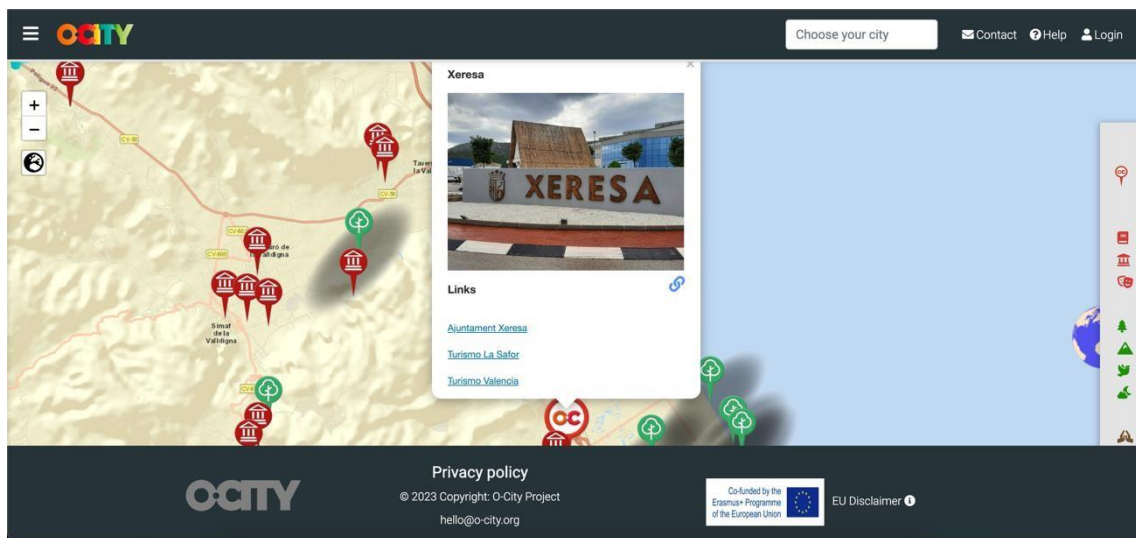


Ilustración 34. Visualización ventana de información O-City Locattec

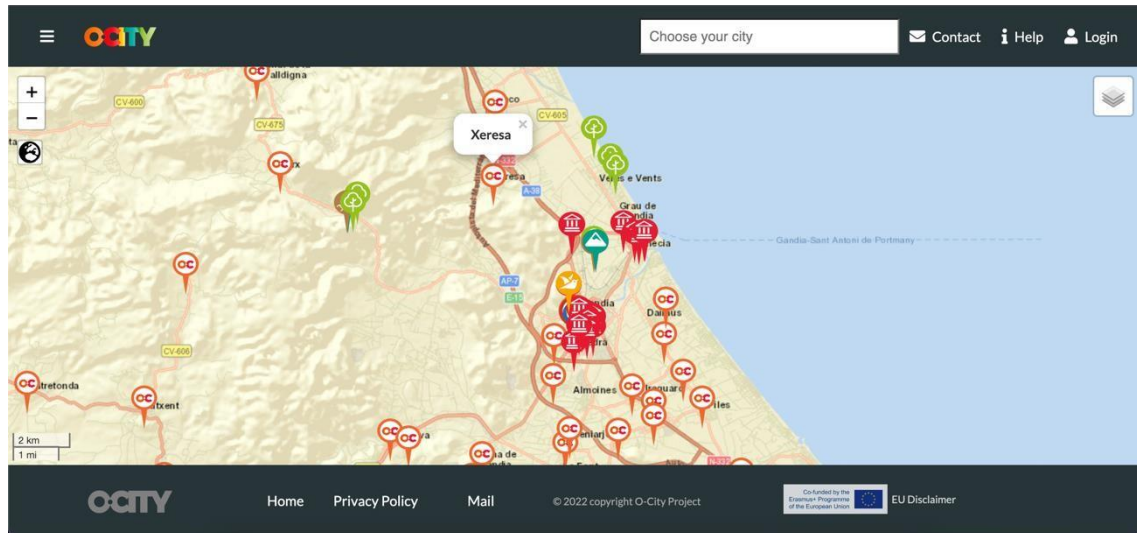


Ilustración 35. Visualización ventana de información O-City nueva versión

Como vemos en la *Ilustración 36* e *Ilustración 37*, el desplegable para mostrar o no mostrar un tipo en concreto de patrimonio también se ha modificado. El actual es más simple, pero tiene tamaños fijos para que no se esconda en el *footer* y funciona correctamente.

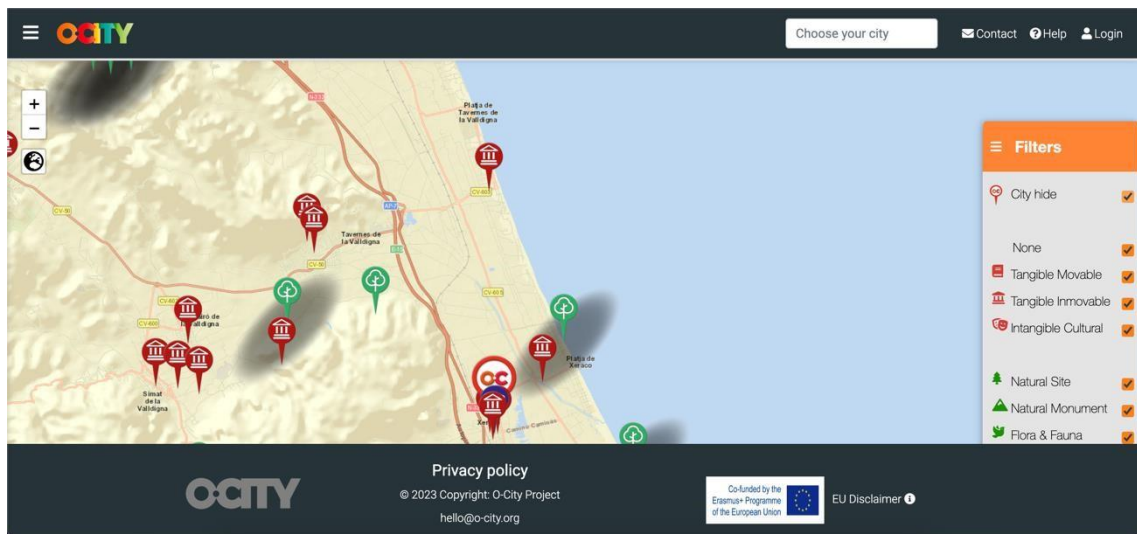


Ilustración 36. Desplegable de patrimonios en O-City Locattec

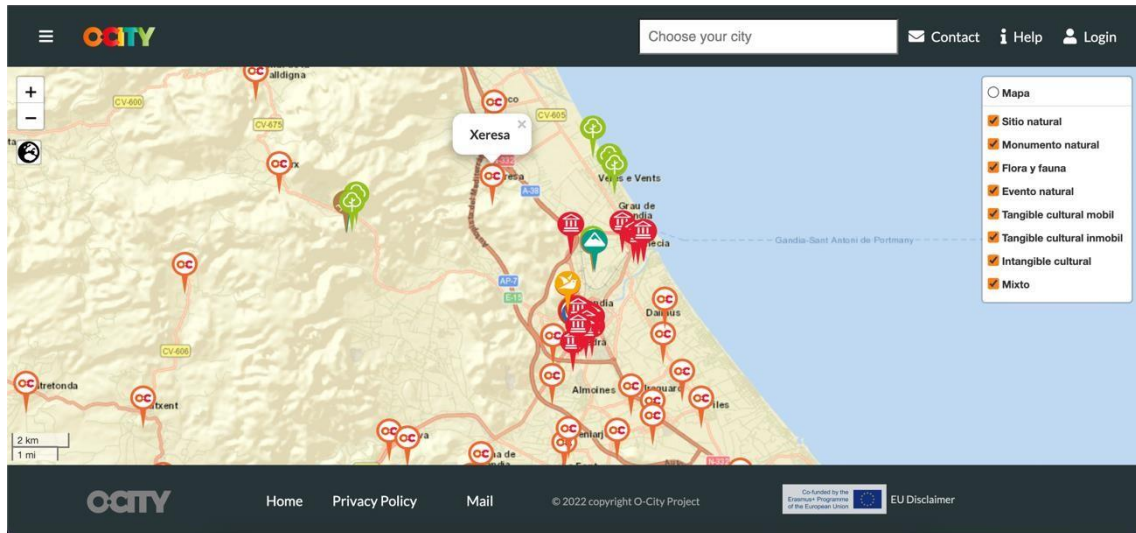


Ilustración 37. Desplegable de patrimonios en O-City nueva versión

Capítulo 5. Evaluación de la velocidad de carga

En este apartado se ha evaluado la velocidad de carga de la nueva aplicación web en relación con la anterior versión haciendo uso de [PageSpeed](#). Como se define en el artículo [PageSpeed: ¿Qué es y cómo usarlo? \[12\]](#), es una herramienta de Google que muestra el tiempo que tarda en cargar todos los recursos de una página, nos da información de ficheros o elementos de una URL en concreto, qué atrasan o retardan la carga completa de la página para poder mejorar el tiempo de esta.

La página nos permite evaluar los tiempos de carga tanto en la versión web como la de móvil. Evaluaremos en web ya que durante todo el trabajo se ha hablado sobre la versión web.

5.1. Evaluación de los tiempos de carga de O-City versión Locatec

En primer lugar, vamos a analizar la versión de O-City de Locatec. El enlace al diagnóstico detallado es el siguiente: [Diagnóstico tiempos de carga O-City Locatec](#)

Para realizar el diagnóstico, una vez accedemos a la página debemos ingresar la URL del sitio web que queremos evaluar. Posteriormente hacemos *click* en **Analizar**.

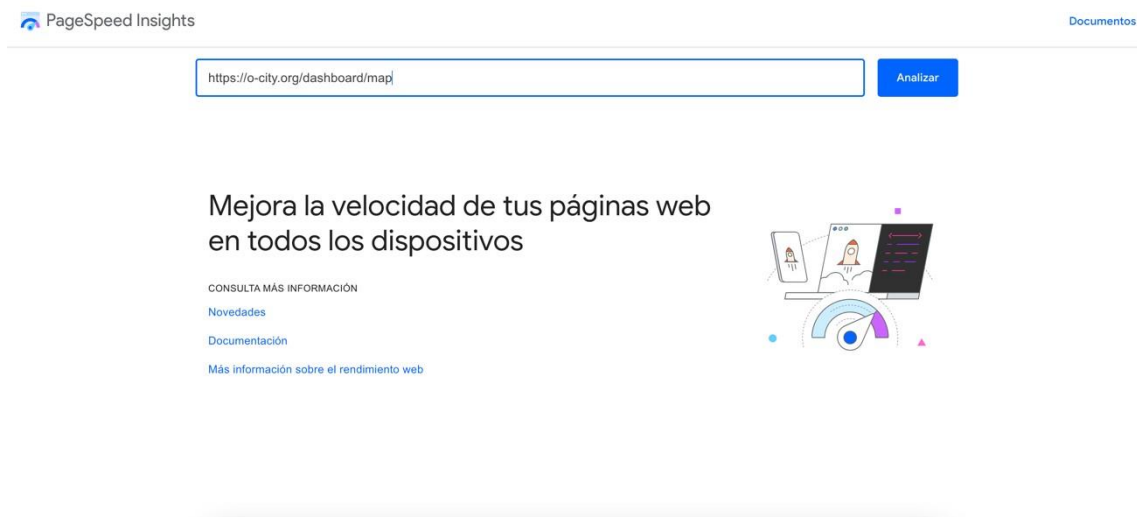


Ilustración 38. Pantalla principal PageSpeed

Como vemos en la *Ilustración 38*, lo primero que se nos muestra es el diagnóstico de los problemas de rendimiento.

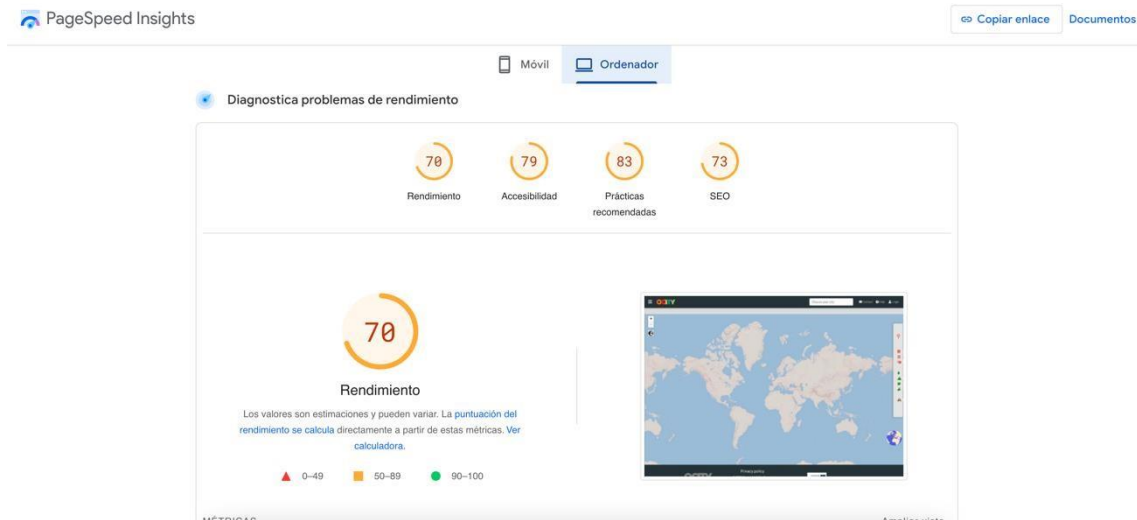


Ilustración 39. Diagnóstico de rendimiento O-City Locatec

Podemos observar en la *Ilustración 39*, que tiene un 70 de rendimiento el cual no está del todo mal, pero podría ser mucho mejor y acercarse a 90 ya que entre 90 y 100 sería el rendimiento perfecto. En la imagen también vemos que obtiene un 79 de accesibilidad, un 83 de prácticas recomendadas y un 73 en SEO los cuales detallaremos más abajo.

Respecto al rendimiento obtenemos las métricas de la *Ilustración 40*.

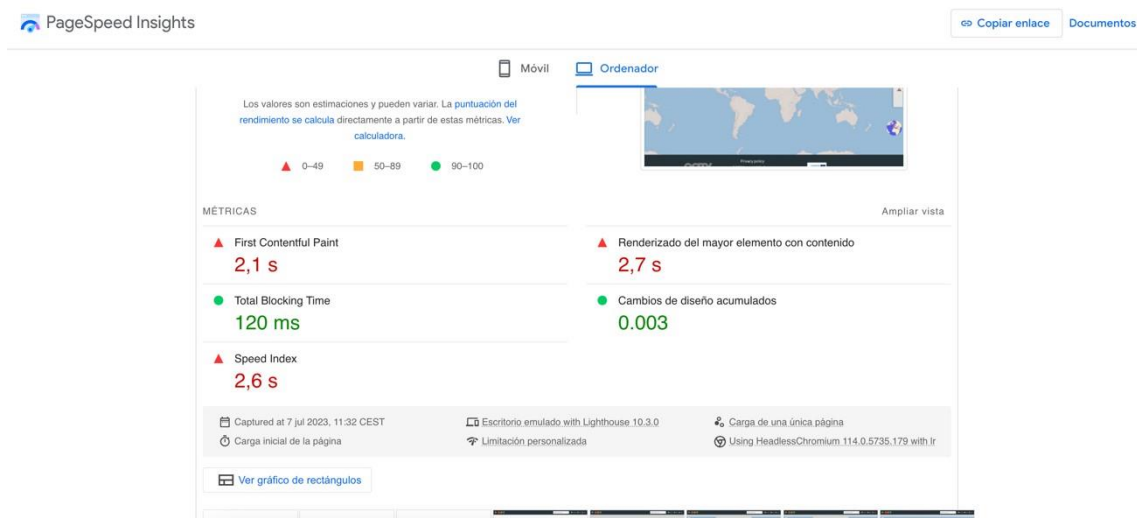


Ilustración 40. Métricas rendimiento O-City versión Locatec

De la *Ilustración 40* obtenemos la siguiente información, la cual sus definiciones vienen de la documentación oficial de PageSpeed [13]:

- First Contentful Paint: 2,1s. Está pintado de rojo ya que el tiempo es demasiado elevado. Esta métrica se trata del primer renderizado con contenido, es decir, indica el momento en el que se renderiza el primer texto o la primera imagen.

- Total Blocking Time: 120ms. Este tiempo de carga es correcto por tanto se pinta en verde. Esta métrica es la suma de los periodos, en milisegundos, entre FCP y Time to Interactive cuando la duración de la tarea excede los 50 ms
- Speed Index: 2,6s. También pintado en rojo ya que el tiempo es elevado. El Speed Index indica la rapidez con la que se puede ver el contenido de una página.
- Renderizado del mayor elemento con contenido: 2,7s. El tiempo que se tarda en dibujar el texto o la imagen de mayor tamaño es también demasiado elevado.
- Cambios de diseño acumulados: 0,003. Este valor sí que es adecuado, los cambios de diseño acumulados miden el movimiento de los elementos visibles dentro del viewport.

La conclusión que obtenemos respecto a las métricas de rendimiento es que se debe mejorar los tiempos de renderizado de imágenes o texto, tanto del primero como del más grande al igual que el *Speed Index* ya que este es primordial a la hora de acceder a una página web.

Para intentar mejorar este rendimiento PageSpeed nos proporciona una serie de consejos o pasos a realizar como vemos en la *Ilustración 41*.

OPORTUNIDADES		Ahorro estimado
Oportunidad		
▲ Reduce el contenido JavaScript que no se use		1,05s
■ Reduce el contenido CSS que no se use		0,24s
■ Publica imágenes con formatos de próxima generación		0,19s
■ Usa un tamaño adecuado para las imágenes		0,16s
■ Evita usar JavaScript antiguo en navegadores modernos		0,16s

Ilustración 41. Mejoras para tiempos de rendimiento O-City Locatec

Podemos observar en la *Ilustración 41* como si se redujera el contenido JavaScript que no se usa se ahorraría hasta 1,05s, lo mismo sucede con el contenido CSS, aunque en este caso sería un 0,24s

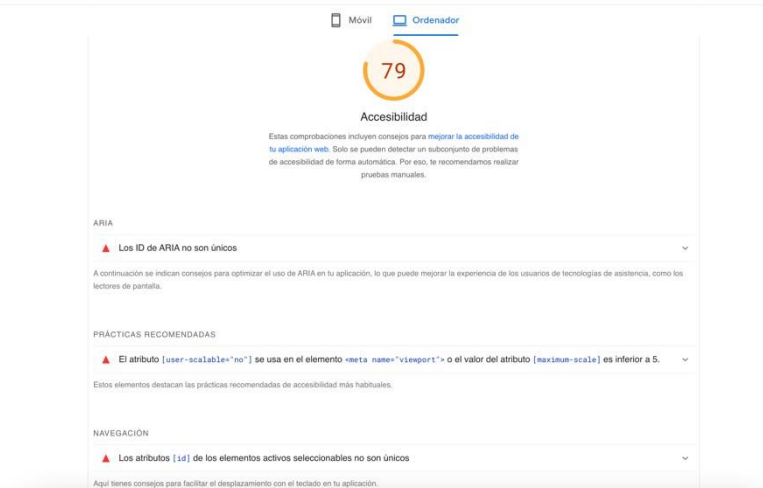


Ilustración 42. Diagnóstico de accesibilidad de O-City Locatec

Como vemos en la *Ilustración 42*, respecto a la accesibilidad también nos da unas prácticas recomendadas y nos informa sobre la navegación para poder mejorar el 79.

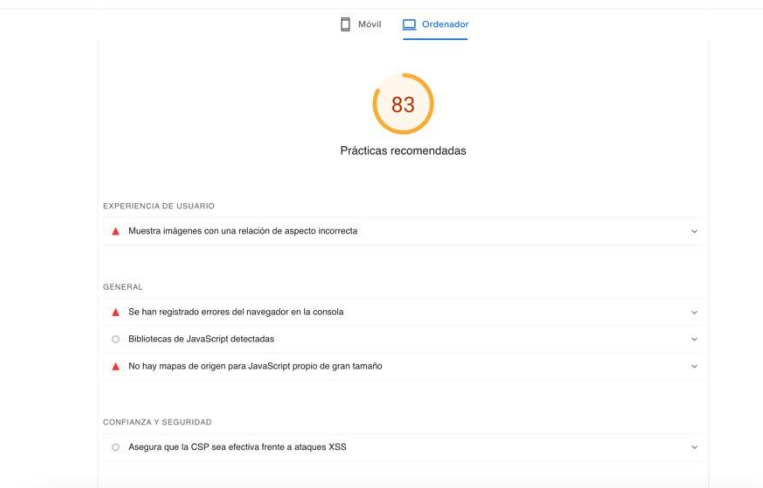


Ilustración 43. Diagnóstico de prácticas recomendadas de O-City versión Locatec

Como vemos en la *Ilustración 43*, respecto a las prácticas recomendadas observamos como hay imágenes con una relación de aspecto incorrecta y la consola muestra errores. Si se corrigiera tendríamos un número mejor a 83.

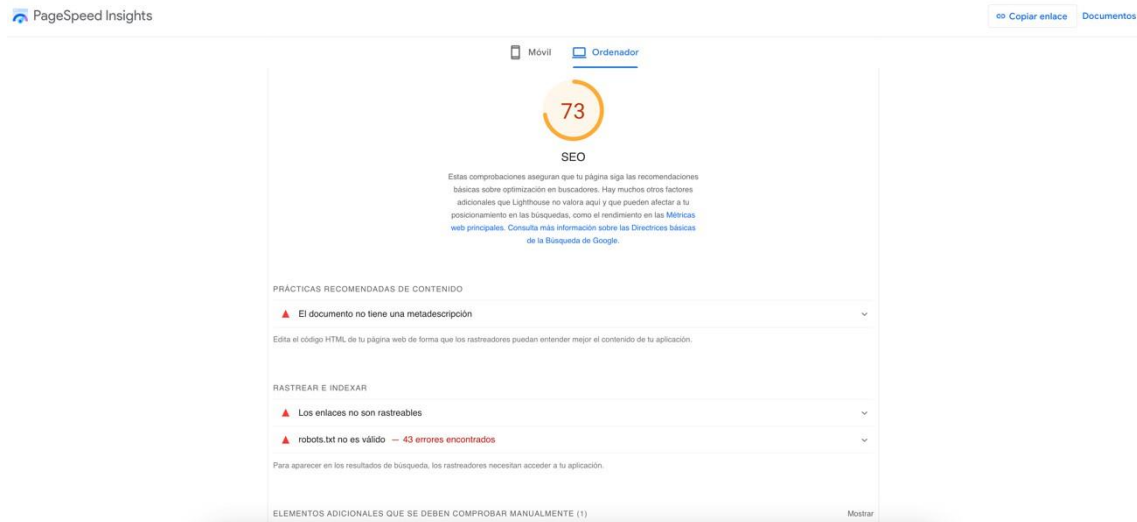


Ilustración 44. Diagnóstico SEO de O-City versión Locattec

Como vemos en la *Ilustración 44*, respecto al SEO vemos como el documento no tiene una metadescripción ni los enlaces son rastreables. También tenemos un archivo .txt que dice no ser válido.

5.2. Evaluación de los tiempos de carga de O-City nueva versión

Ahora procederemos a analizar la nueva versión de O-City, pero como la versión que hay en el servidor local no se puede analizar ya que está en localhost se ha decidido subir a un servidor propio para poder realizar un análisis correcto sin los errores de *framework* de Angular que nos daría si analizásemos el tiempo de carga en el dominio de test. El enlace al diagnóstico detallado es el siguiente: [Diagnóstico tiempos de carga nueva versión O-City](#)

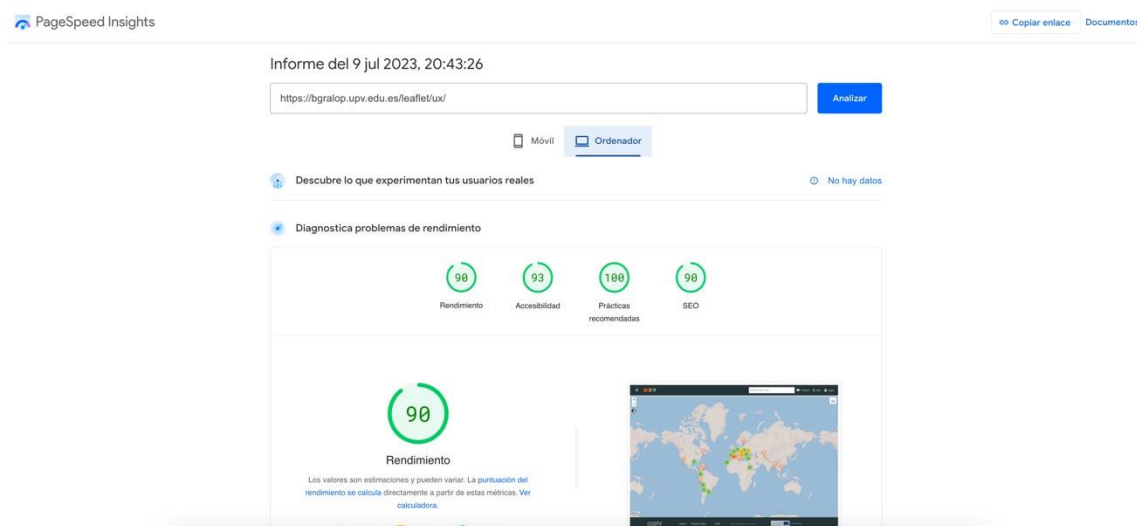


Ilustración 45. Diagnóstico tiempos de carga nueva versión O-City

Como podemos observar en la *Ilustración 45* ahora los 4 puntos aparecen de color verde, es decir, los tiempos de carga han mejorado significativamente respecto a la anterior versión. Vamos a analizarlo más en detalle.

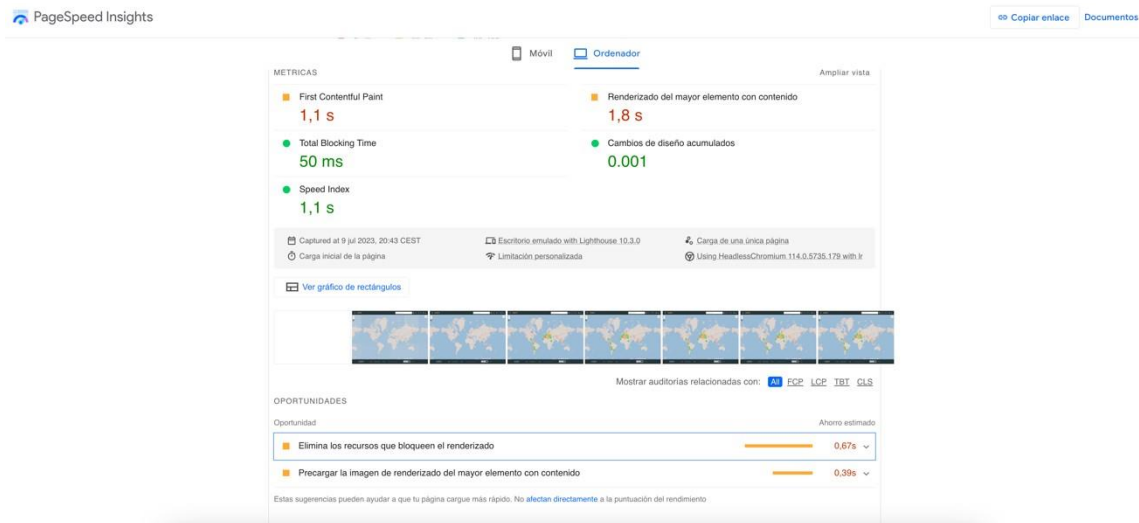


Ilustración 46. Análisis rendimiento nueva versión O-City

Respecto al rendimiento observamos en la *Ilustración 46* que únicamente 2 puntos están de color amarillo siendo estos de 1,1s y 1,8s respectivamente. No se trata de tiempo de carga tan elevados como los superiores a 2 segundos que teníamos en la otra versión. También en los siguientes tres puntos pintados de verde notamos como el Total Blocking Time ha pasado de ser de 150ms a tan solo 50ms, así como el Speed Index de 2,6s a 1,1s.

La mejora del rendimiento ha resultado claramente satisfactoria.

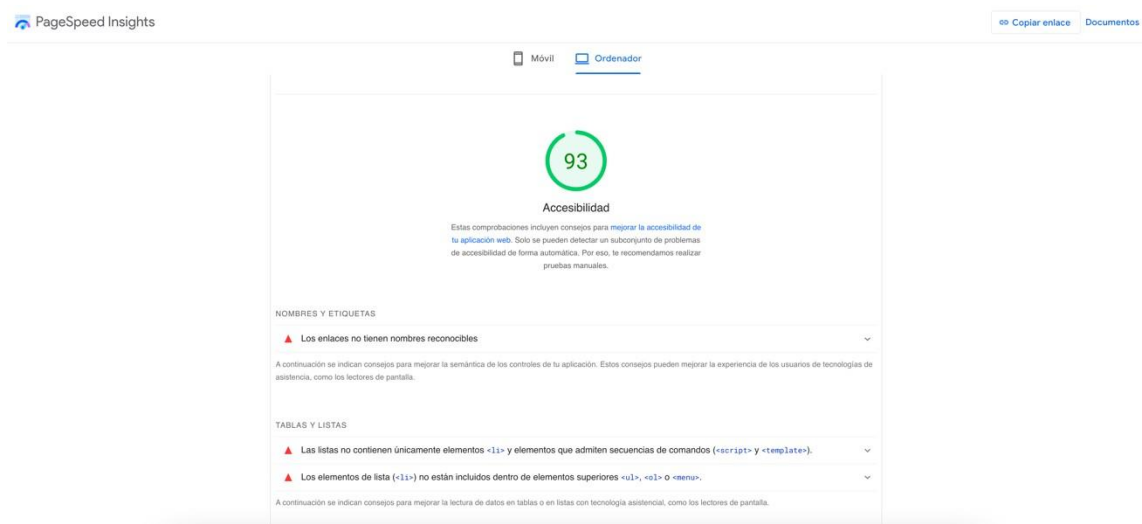


Ilustración 47. Diagnóstico accesibilidad nueva versión O-City

La mejora de la accesibilidad observamos en la *Ilustración 47* que es la más elevada ya que ha pasado de un 79 a un 93. Los únicos problemas que arrastra vienen de la vieja versión de O-City y por tanto no son significativos.

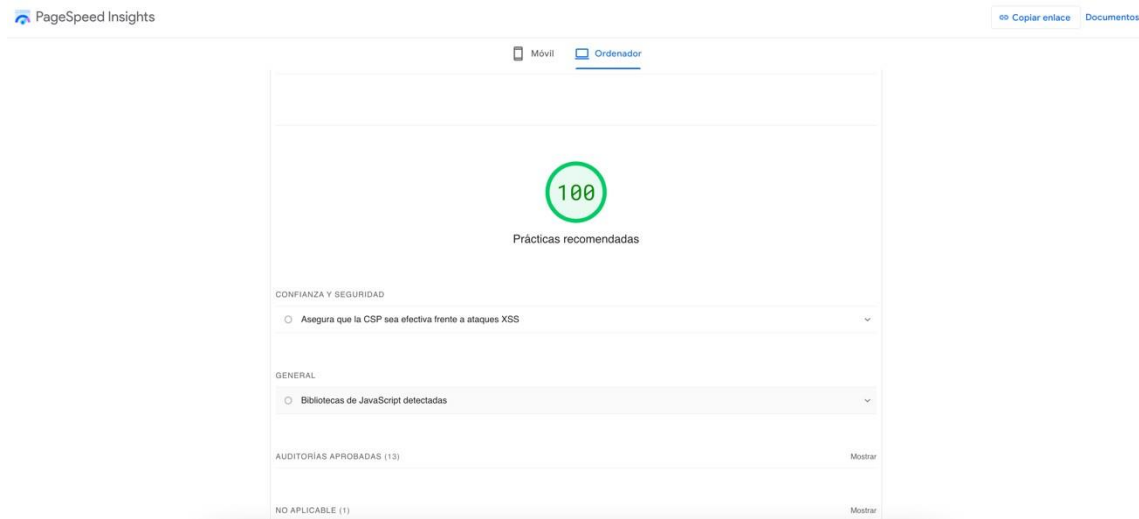


Ilustración 48. Diagnóstico prácticas recomendadas nueva versión O-City

Respecto a las prácticas observamos en la *Ilustración 48* que se ha obtenido la máxima puntuación siendo esta de 100 respecto al 83 obtenido en la vieja versión

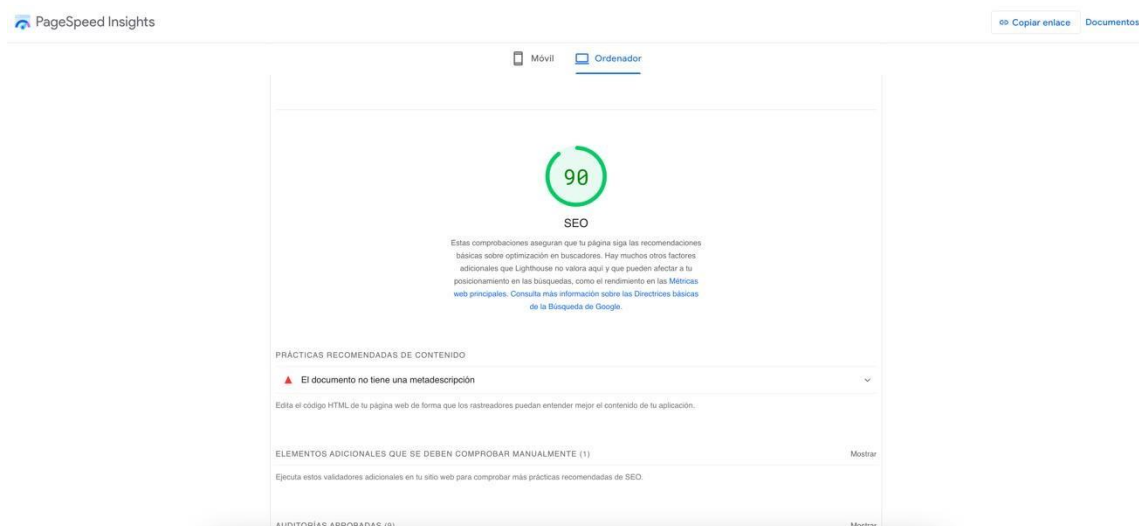


Ilustración 49. Diagnóstico SEO nueva versión O-City

Finalmente, en el diagnóstico SEO, en la *Ilustración 49*, se ha obtenido una puntuación de 90 con la única práctica recomendada de añadir una metadescripción. Vuelve a mejorar respecto al 73 obtenido en la antigua versión.

5.3. Conclusión evaluación de los tiempos de carga de O-City nueva versión

Como hemos podido observar en los dos puntos anteriores la nueva versión de O-City es claramente mucho más rápida y eficiente que la anterior, teniendo en cuenta el valor del rendimiento ya que este es el más importante a la hora de estimar unos tiempos de carga óptimos.



A pesar de haber obtenido unos buenos resultados estos podrían llegar a mejorarse para alcanzar la máxima puntuación siguiendo las recomendaciones y buenas prácticas que nos detalla el análisis.

Capítulo 6. Conclusiones

El principal objetivo de este desarrollo, detallado en la introducción, era lograr una navegación óptima y eficiente a través de las ciudades almacenadas en la base de datos.

Gracias a este documento hemos podido observar cómo esta funcionalidad ha sido todo un éxito ya que aparte de haber hecho una navegación más sencilla e intuitiva se han disminuido los elevados tiempos de carga y problemas secundarios que presentaba O-City, todo esto gracias a la herramienta de mediciones de tiempo de carga PageSpeed.

Con estas mejoras en la experiencia de usuario será posible disfrutar aún más de la comodidad de consultar diferentes tipos de patrimonio desde cualquier dispositivo y en cualquier lugar.

6.1. Trabajo futuro

Al estar hablando de un mapa que va a continuar creciendo el trabajo futuro que se podrían llevar a cabo puede ser bastante voluminoso ya que estamos hablando de un mapa interactivo el cual gracias a Leaflet puedes añadirle tantos *plugins* como se desee o necesite.

Algunas propuestas para su mejora son las siguientes:

- Mejorar el diseño de la ventana lateral la cual nos muestra la información del patrimonio ya que la hay actualmente en el servidor OCity de Locatec tiene problemas de visualización en muchos dispositivos.
- Modificar el diseño de los filtros de patrimonio ya que actualmente solo está el nombre del tipo de patrimonio, podrían incluirse también los iconos para que fuese más intuitivo.
- Terminar de llevar a cabo el filtrado por rutas ya que este originó bastantes problemas en su momento y decidió aplazarse.



REFERENCIAS

- [1] Dapasa. (2022, 29 octubre). Tienes una carta de O-City - O-City. O-City. <https://o-city.webs.upv.es/en/2021/07/12/tienes-una-carta-de-o-city/> (acceso Mar. 14, 2023).
- [2] Historia crítica. Blog de Anarella Vélez. (s. f.). Historia crítica. Blog de Anarella Vélez. <https://histounahblog.wordpress.com/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [3] Ijett. (s. f.). International Journal of Computer Trends and Technology | IJCTT SSRG. <https://ijcttjournal.org/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [4] Documentation – Leaflet – a JavaScript library for interactive maps. (s. f.). <https://leafletjs.com/reference.html> (acceso Oct. 1, 2022).
- [5] Colaboradores de Wikipedia. (2023a). Angular (framework). Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/wiki/Angular_\(framework\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Angular_(framework)) (acceso Mar. 27 2023).
- [6] Colaboradores de Wikipedia. (2023a). React. Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/React> (acceso Mar. 12, 2023).
- [7] Peru, S. (s. f.). Operación Inner Join en SQL Server | Sistek Peru. Sistek. <https://www.sistekperu.com/blog/operacion-inner-join-en-sql-server> (acceso Jun. 1 2023).
- [8] Sharma, N. (2020). SQL or NoSQL database: What's the difference and how to choose? Apptunix Blog. <https://www.apptunix.com/blog/sql-or-nosql-database/> (acceso Jun. 1 2023).
- [9] Calvo, D. (2019). Metodología ScRum (metodología ágil). Diego Calvo. <https://www.diegocalvo.es/metodologia-scrum-metodologia-agil/> (acceso Jun. 1 2023).
- [10] Mamp. (2011, 3 octubre). Sociedad y Tecnología Grupo 3. <https://sociedadytecnologia20112g3.wordpress.com/servidoresweb/mamp/#:~:text=MAMP%20incluye%20Apache%20%2C%20PHP,direcciones%20de%20su%20navegador%20Web> (acceso Mar. 12, 2023).
- [11] B, G., & B, G. (2023). ¿Qué es Ajax y cómo funciona? Tutoriales Hostinger. <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-ajax#:~:text=AJAX%20significa%20JavaScript%20as%C3%ADncrono%20y,al%20servidor%20en%20segundo%20plano.> (acceso Jul. 7 2023).



[12] Muñoz, A. (2022, 23 marzo). PageSpeed: ¿Qué es y cómo usarlo? - Webempresa. Webempresa.

<https://www.webempresa.com/blog/pagespeed-que-es-y-como-usarlo.html>

(acceso Dic. 14, 2022).

[13] Acerca de Pagespeed Insights. (s. f.). Google for Developers.

<https://developers.google.com/speed/docs/insights/about?hl=es> (acceso Jul. 7 2023).

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- [14] Proyecto europeo O-City. Cultural, Patrimonio de las Ciudades. (2022, 21 noviembre). O-City. <https://o-city.webs.upv.es/> (acceso Jul. 7 2023).
- [16] Poliformat: OCW-o-City - Library: Landing page. (s. f.). https://poliformat.upv.es/portal/site/OCW_CUR1157407_2020/tool/27e5294e-830f-41ee-9679-92b0cb9469a5 (acceso Jul. 7 2023).
- [16] Archivo Digital UPM - Archivo Digital UPM. (s. f.). <https://oa.upm.es/> (acceso Mar. 19 2023).
- [17] Acuerdo de colaboración Infoturist con O-City, proyecto de la UPV patrocinado por la UE. (s. f.). InfoTourist, gestión de organizaciones y oficinas de turismo. https://infotourist.es/itNew/web_php/index.php?contenido=noticia_desc_conu_t&id=139&title=acuerdo-de-colaboracin-infotourist-con-o-city-proyecto-de-laupv-patrocinado-por-la-ue (acceso Mar. 4, 2023).
- [18] B, F. A. (s. f.). CEMP CreativeSite. <https://cempecuador.com/> (acceso May. 4, 2023).
- [19] Ciencia digital. (s. f.). <https://libros.cienciadigital.org/> (acceso Mar. 14, 2023).
- [20] Cloud computing Services - Amazon Web Services (AWS). (s. f.). Amazon Web Services, Inc. <https://aws.amazon.com/> (acceso Mar. 25 2023).
- [21] Clubensayos.com - 3.181.000+ ensayos, monografías y trabajos de investigación. (s. f.). <https://www.clubensayos.com/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [22] Colaboradores de Wikipedia. (2023). Servidor http apache. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache (acceso Mar. 12, 2023).
- [23] Colaboradores de Wikipedia. (2023a). Mysql. Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL> (acceso Mar. 12, 2023).
- [24] Colaboradores de Wikipedia. (2023c). Php. Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/PHP> (acceso Mar. 12, 2023).
- [25] Compartiendofull.org - This website is for sale! - compartiendofull resources and information. (s. f.). <https://www.compartiendofull.org/> (acceso Mar. 3 2023).



- [26] Digitale Bibliothek Erkenntnisse finden und austauschen. - dokumen.pub.
(s. f.). dokumen.pub.
<https://dokumen.pub/> (acceso May. 4, 2023).
- [27] DSpace Home. (s. f.). <https://repositorio.umsa.bo/> (acceso Mar. 19 2023).
- [28] E-archivo principal. (s. f.). <https://e-archivo.uc3m.es/> (acceso Mar. 14, 2023).
- [29] esaturServicios. (2018, 9 agosto). Patrimonio cultural: concepto y tipos.
Esatur Servicios - Diseño y gestión de proyectos turísticos y culturales.
<https://esaturservicios.com/patrimonio-cultural/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [30] Google Cloud. (s. f.). Cloud Computing Services | Google Cloud.
<https://cloud.google.com/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [31] GitHub: Let's build from here. (s. f.). GitHub. <https://github.com/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [32] Greenbox. (s. f.). <https://www.ysolve.es/#/home> (acceso Jul. 13, 2023).
- [33] Hoja de POM de China, hoja de PP, HDPE hois, PA6 hois fabricante y proveedor. (s. f.). <https://es.ahdplastic.com/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [34] Hmong.Wiki. (s. f.). Leer Wikipedia con nuevo diseño. <https://hmong.es/>
(acceso Mar. 27, 2023).
- [35] Le proporcionamos las herramientas cómodas y gratuitas para publicar y compartir la información. (s. f.).
<https://docplayer.es/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [36] Lutolf, I. (2023, 1 abril). Inicio - Aplicaciones informáticas - locatec.es.
Locatec.es.
<https://locatec.es/> (acceso Jul. 13, 2023).
- [37] Messentools. Herramientas IM, emoticones, avatares y juegos online. (s. f.).
<https://www.messentools.com/> (acceso Mar. 14, 2023).
- [38] Monografias.com - Tesis, documentos, publicaciones y recursos educativos.
(2023, 23 junio). Monografias.com. <https://www.monografias.com/>
(acceso Mar. 27, 2023).
- [39] NobleProg Costa Rica | the world's local training provider. (s. f.).
<https://www.nobleprog.co.cr/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [40] Perez, F. (2023). Inicio - Municipalidad de Bragado. Municipalidad de Bragado.
<https://www.bragado.gov.ar/> (acceso Mar. 27, 2023).

- [41] Presentations and videos with engaging visuals for hybrid teams | Prezi. (s. f.). prezi.com.
<https://prezi.com/> (acceso Mar. 19 2023).
- [42] Proyecto europeo O-City. Cultural, Patrimonio de las Ciudades. (2022, 21 noviembre). O-City. <https://o-city.org/dashboard/map> (acceso Oct. 1, 2022).
- [43] Repositori Academico UPC. (s. f.).
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [44] Repositori institucional (O2): home. (s. f.). <https://openaccess.uoc.edu/>
(acceso Mar. 27, 2023).
- [45] Repositori uji. (s. f.). <https://repositori.uji.es/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [46] Riunet Repositorio UPV. (s. f.-b).
<https://m.riunet.upv.es/> (acceso Mar. 14, 2023).
- [47] Riunet Repositorio UPV. (s. f.).
<https://riunet.upv.es/> (acceso Mar. 14, 2023).
- [48] Ruidera :: Home. (s. f.). <https://ruidera.uclm.es/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [49] Santiago, I. (2023). ▷ Agencia de Marketing Digital y Publicidad | Isantiago. Ignacio Santiago.
<https://ignaciosantiago.com/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [50] Scribd, Inc. (s. f.-b). Scribd: Ebooks, audiobooks & more - Read free for 30 days. Scribd. <https://fr.scribd.com/> (acceso Mar. 14, 2023).
- [51] Scribd, Inc. (s. f.). Scribd: Ebooks, audiobooks & more - Read free for 30 days. Scribd. <https://es.scribd.com/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [52] Slideshare.net. (s. f.). www.slideshare.net. <https://es.slideshare.net/> (acceso Mar. 27, 2023).
- [53] Slideshare.net. (s. f.-b). www.slideshare.net. <https://www.slideshare.net/>
(acceso Mar. 27, 2023).
- [54] Universidad de la Salle. (s. f.). Web Starter Kit. <https://www.lasalle.edu.co/>
(acceso Mar. 3 2023). [55] Universidad de Zaragoza Repository. (s. f.).
<https://zagan.unizar.es/> (acceso Mar. 3 2023).
- [56] Universidad de Valladolid. (s. f.). UVAdoc principal. Universidad de Valladolid.
<https://uvadoc.uva.es/> (acceso Mar. 27, 2023).



[57] Viñals, R. (s. f.). Asesores y consultores. Asesoría Valencia. Consultoría Valencia. GRA Consultores Asesores Valencia.
<https://www.graconsultores.com/> (acceso Mar. 27, 2023).

[58] WikiZero - Free Encyclopedia. (s. f.). <https://wikizero.com/> (acceso Mar. 14, 2023).

[59] Colaboradores de Wikipedia. (2023). Mysql. Wikipedia, la enciclopedia libre. <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL> (acceso Mar. 12, 2023).

[60] Colaboradores de Wikipedia. (2023). Servidor http apache. Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Servidor_HTTP_Apache (acceso Mar. 12, 2023).

Anexo 1. Relación del trabajo con los ODS

Objetivos de Desarrollo Sostenibles	Alto	Medio	Bajo	No Procede
ODS 1. Fin de la pobreza.				X
ODS 2. Hambre cero.				X
ODS 3. Salud y bienestar.	X			
ODS 4. Educación de calidad.	X			
ODS 5. Igualdad de género.				X
ODS 6. Agua limpia y saneamiento.				X
ODS 7. Energía asequible y no contaminante.				X
ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico.	X			
ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras.	X			
ODS 10. Reducción de las desigualdades.				X
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles.	X			
ODS 12. Producción y consumo responsables.				X
ODS 13. Acción por el clima.				X
ODS 14. Vida submarina.				X
ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres.				X
ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas.				X
ODS 17. Alianzas para lograr objetivos.				X