

# Propuesta de un Visor Geográfico en la ciudad Mazatlán, Sinaloa

## Proposal for a Geographic Viewer in the city of Mazatlán, Sinaloa

Michelle Quintero-Bonilla<sup>1</sup>, Yaritza Alejandra Laureano-delaCruz<sup>1</sup>, Luis Jesús Vázquez-Osuna<sup>1</sup>, Zeus Del Valle-Castillo Nájera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Informática Mazatlán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

<sup>2</sup>Facultad de Informática Culiacán, Universidad Autónoma de Sinaloa, México.

Michelle Quintero Bonilla, qbmichelle175@gmail.com, ORCID:0009-0005-2031-6744

Yaritza Alejandra Laureano de la Cruz, eyaritza90@gmail.com, ORCID: 0009-0001-9166-7999

Luis Jesus Vazquez Osuna, lvguijesus@gmail.com, ORCID: 0009-0007-8344-8933

Autor por correspondencia: Zeus Del Valle-Castillo Nájera, zeus@uas.edu.mx, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8265-6035>

**Recibido:** abril 2026, **Aceptado:** abril 2026, **Publicado:** mayo 2026

### Resumen:

El crecimiento urbano acelerado en ciudades intermedias como Mazatlán, Sinaloa, genera una demanda creciente de herramientas tecnológicas para la gestión y visualización de información territorial. En este contexto, el presente trabajo propone el diseño arquitectónico de un visor geográfico web orientado a centralizar y facilitar el acceso a datos geoespaciales del municipio mediante una plataforma interactiva de código abierto. La arquitectura propuesta integra Leaflet.js como motor de visualización cartográfica en el cliente, PostgreSQL con la extensión PostGIS para la gestión de datos espaciales en el servidor, y servicios estándar del Open Geospatial Consortium (OGC), como WMS y WFS, para garantizar la interoperabilidad entre capas de información. La metodología comprende cuatro etapas: revisión sistemática de la literatura, recopilación y estructuración de datos geoespaciales institucionales, diseño de la arquitectura del sistema y validación conceptual mediante diagramas de flujo y casos de uso. Se espera que el sistema permite integrar capas temáticas de infraestructura urbana, delimitaciones territoriales y puntos de interés del municipio, haciéndolas accesibles a ciudadanos, investigadores y tomadores de decisiones sin necesidad de software especializado. Este trabajo contribuye a la democratización de la información geoespacial en el ámbito municipal y sienta las bases técnicas para la implementación futura del sistema.

### Palabras Clave:

*Sistemas de Información Geográfica (SIG), WebGIS, visor geográfico web, análisis espacial, planificación urbana, infraestructura de datos geoespaciales, SIG de código abierto, gestión territorial, ciudades inteligentes, visualización de datos espaciales, morfología urbana, crecimiento urbano, ordenamiento territorial, datos abiertos geoespaciales.*

### Abstract:

Accelerated urban growth in intermediate cities such as Mazatlán, Sinaloa, has generated an increasing demand for technological tools for the management and visualization of territorial information. In this context, this paper proposes the architectural design of a web-based geographic viewer aimed at centralizing and facilitating access to the municipality's geospatial data through an open-source interactive platform. The proposed architecture integrates Leaflet.js as the client-side cartographic visualization engine, PostgreSQL with the PostGIS extension for server-side spatial data management, and standard services from the Open Geospatial Consortium (OGC), such as WMS and WFS, to ensure interoperability between data layers. The methodology comprises four stages: systematic literature review, collection and structuring of institutional geospatial data, system architecture design, and conceptual validation through flow diagrams and use cases. The system is expected to integrate thematic layers of urban infrastructure, territorial boundaries, and points of interest, making them accessible to citizens, researchers, and decision-makers without the need for specialized software. This work contributes to the democratization of geospatial information at the municipal level and establishes the technical foundation for the future implementation of the system.

---

**Keywords:**

*Geographic Information Systems (GIS), WebGIS, web-based geographic viewer, spatial analysis, urban planning, geospatial data infrastructure, open-source GIS, territorial management, smart cities, spatial data visualization, urban morphology, urban growth, land-use planning, open geospatial data.*

## 1. Introducción

El crecimiento demográfico y la expansión territorial de las ciudades latinoamericanas han incrementado la complejidad de la gestión urbana, haciendo indispensable el uso de herramientas que permitan analizar y visualizar datos geoespaciales de manera eficiente y accesible. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una tecnología fundamental en este proceso, al integrar la captura, almacenamiento, análisis y visualización de información georreferenciada para apoyar la toma de decisiones en múltiples ámbitos: planificación territorial, gestión de infraestructura, análisis de riesgos y participación ciudadana [2,3].

Desde una perspectiva urbanística, el crecimiento de las ciudades intermedias en América Latina ha sido caracterizado por procesos de expansión dispersa, fragmentación territorial y transformaciones en la morfología urbana, lo que dificulta la planificación eficiente del uso del suelo y la provisión de servicios urbanos. Estas dinámicas generan patrones complejos de ocupación del territorio que requieren herramientas de análisis espacial capaces de integrar múltiples variables geográficas. En este sentido, los SIG permiten comprender fenómenos como la densificación, la segregación socioespacial y la distribución de equipamientos urbanos, constituyéndose como un soporte clave para la gestión urbana contemporánea.

En los últimos años, el desarrollo de visores geográficos web ha democratizado el acceso a la información espacial al eliminar la necesidad de instalar software especializado en el equipo del usuario. Estas plataformas, construidas sobre tecnologías de código abierto como Leaflet.js, GeoServer y PostGIS, permiten consultar capas de información territorial desde cualquier dispositivo con acceso a internet, facilitando la interacción con mapas interactivos, la superposición de datos temáticos y la realización de consultas espaciales básicas [4,5].

En el contexto de Mazatlán, Sinaloa, ciudad portuaria con una superficie municipal de 3,068 km<sup>2</sup> y una población superior a 500,000 habitantes según el Censo de Población y Vivienda 2020 [6], la gestión del territorio adquiere especial relevancia debido a su acelerado crecimiento urbano, impulsado por el desarrollo turístico, la actividad portuaria y la expansión de zonas residenciales. Este crecimiento genera una demanda creciente de información geoespacial actualizada y accesible para autoridades, planificadores urbanos y ciudadanía en general.

No obstante, la información territorial disponible en Mazatlán, proveniente de instituciones como el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN), el INEGI y dependencias estatales, se encuentra dispersa y, en muchos casos, no está integrada en plataformas de acceso

público que permitan su consulta de manera unificada. Esta fragmentación limita el aprovechamiento del acervo geoespacial existente y dificulta la toma de decisiones basada en evidencia en procesos de planificación urbana.

Ante esta problemática, el presente trabajo propone el diseño arquitectónico de un visor geográfico web para la ciudad de Mazatlán, fundamentado en tecnologías de código abierto ampliamente adoptadas en la comunidad científica [4,5], [8]–[10]. La propuesta busca centralizar, organizar y visualizar información geoespacial relevante en una plataforma accesible, contribuyendo así a la modernización de la gestión territorial municipal y al fortalecimiento de infraestructuras de datos espaciales a nivel local.

El presente artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan los trabajos relacionados y fundamentos teóricos; en la sección 3 se describe la metodología empleada para el diseño del visor geográfico; en la sección 4 se exponen los resultados esperados y las funcionalidades del sistema; en la sección 5 se realiza el análisis de la propuesta; y finalmente, en la sección 6 se presentan las conclusiones y las líneas de trabajo futuro.

## 2. Trabajos Relacionados

La adopción de visores geográficos web basados en tecnologías de código abierto ha sido documentada en diversas investigaciones [4]. En este contexto, se desarrolló Farm GeoBalance, un sistema WebGIS para la gestión de prácticas agrícolas en Grecia que combina Leaflet.js, PostGIS y PHP. Los autores reportaron que la integración de una geodatabase espacial con una interfaz web interactiva redujo significativamente los tiempos de consulta de información territorial, demostrando la viabilidad de esta arquitectura en contextos de gestión aplicada.

En el ámbito de la salud pública, Mileva et al. [5] implementaron una aplicación Web GIS de código abierto para evaluar la distribución geográfica de indicadores de calidad sanitaria en Portugal, utilizando Leaflet, PostGIS y GeoServer. El estudio evidenció que esta combinación de herramientas permite construir prototipos funcionales con capacidad de análisis espacial sin incurrir en costos de licenciamiento, lo que resulta especialmente relevante para municipios con presupuestos tecnológicos limitados.

Desde la perspectiva teórica, González [2] analizó la evolución de los SIG hacia representaciones geométricas más complejas, subrayando la importancia de los visores web como interfaces de acceso a datos geoespaciales en entornos municipales. Por su parte, Buzai y Montes Galbán [3] examinaron el rol de los SIG en la planificación territorial latinoamericana, destacando la brecha existente entre la disponibilidad de datos geoespaciales institucionales y las herramientas de acceso público a dichos datos.

En el contexto mexicano, aunque existen iniciativas nacionales como los servicios WMS de la Infraestructura de Datos Espaciales de México (IDEM) [11], la implementación de visores geográficos a escala municipal orientados a la consulta pública permanece limitada en ciudades intermedias como Mazatlán. El presente trabajo busca atender este vacío mediante una propuesta arquitectónica replicable y de bajo costo.

Estos resultados coinciden con investigaciones recientes sobre plataformas WebGIS y ciudades inteligentes, donde el uso de software geoespacial de código abierto ha demostrado ser escalable e interoperable [8]-[10].

## 2.1 Acrónimos

Para garantizar la claridad terminológica, se establecen las siguientes definiciones:

1. SIG (Sistema de Información Geográfica): sistema tecnológico que integra hardware, software, datos y procedimientos para capturar, almacenar, analizar y visualizar información georeferenciada [2].
2. WMS (Web Map Service): estándar del Open Geospatial Consortium (OGC) para la publicación de imágenes cartográficas a través de internet [1].
3. WFS (Web Feature Service): estándar OGC que permite consultar y modificar datos vectoriales geoespaciales a través de servicios web [1].
4. IDE (Infraestructura de Datos Espaciales): conjunto de políticas, estándares y tecnologías que facilitan la producción, gestión, acceso e intercambio de información geoespacial entre organizaciones [2].

Desde el enfoque de análisis urbano inteligente, Li et al. [16] propusieron una plataforma geoespacial basada en big data para ciudades inteligentes, integrando sensores IoT y análisis espacial en tiempo real. Los autores concluyeron que los visores geográficos constituyen componentes esenciales para la gobernanza urbana basada en datos.

Asimismo, Zhao et al. [17] desarrollaron un marco WebGIS para monitoreo urbano dinámico utilizando computación en la nube y servicios geoespaciales distribuidos, demostrando mejoras importantes en escalabilidad y procesamiento espacial.

En el contexto de infraestructura geoespacial abierta, Brovelli et al. [18] analizaron el uso de aplicaciones SIG participativas para fortalecer procesos de participación ciudadana y recopilación colaborativa de información territorial. Los autores resaltan que las plataformas abiertas permiten reducir barreras tecnológicas y ampliar el acceso a información pública.

Adicionalmente, estudios recientes sobre interoperabilidad geoespacial han mostrado que las

arquitecturas basadas en microservicios y APIs geoespaciales favorecen la integración entre plataformas institucionales distribuidas [19, 20]. Estas tendencias representan un cambio relevante respecto a modelos tradicionales monolíticos de gestión territorial.

En América Latina, Buzai y Montes Galbán [21] identificaron importantes desafíos relacionados con fragmentación de datos geoespaciales, limitada interoperabilidad institucional y ausencia de plataformas municipales abiertas. Los autores enfatizan la necesidad de desarrollar infraestructuras de datos espaciales accesibles para fortalecer procesos de planificación territorial.

A pesar del crecimiento de investigaciones sobre plataformas WebGIS, continúan existiendo limitaciones importantes en ciudades intermedias latinoamericanas, particularmente en relación con la integración municipal de información geoespacial. En el caso específico de Mazatlán, no se identificaron estudios científicos orientados al diseño de un visor geográfico interoperable basado en estándares abiertos y tecnologías WebGIS modernas.

En consecuencia, el presente trabajo contribuye al estado del arte mediante una propuesta arquitectónica orientada a contextos urbanos intermedios, integrando estándares OGC, tecnologías abiertas y principios de interoperabilidad geoespacial para fortalecer procesos de gestión territorial inteligente.

## 3. Metodología

El presente trabajo adopta un enfoque metodológico aplicado, orientado al diseño de la arquitectura de un visor geográfico web para la ciudad de Mazatlán, Sinaloa. La metodología se estructura en cinco fases principales: (1) análisis de requerimientos, (2) identificación y recopilación de datos geoespaciales, (3) diseño de la arquitectura del sistema, (4) selección de tecnologías y (5) definición de funcionalidades del visor.

### 3.1 Análisis de requerimientos

En esta fase se identificaron las necesidades de los potenciales usuarios del sistema, considerando tres perfiles principales: autoridades municipales, planificadores urbanos y ciudadanía en general. El análisis se centró en determinar los tipos de información geoespacial requeridos, así como las funcionalidades necesarias para su consulta y visualización.

Entre los requerimientos funcionales identificados destacan:

- Visualización de capas geográficas temáticas (uso de suelo, infraestructura, equipamiento urbano).
- Navegación interactiva (zoom, desplazamiento y selección de elementos).

- Consulta de atributos asociados a entidades espaciales.
- Superposición de capas de información.
- Acceso desde dispositivos con conexión a internet sin necesidad de software especializado.

Asimismo, se definieron requerimientos no funcionales relacionados con la usabilidad, escalabilidad, interoperabilidad y rendimiento del sistema.

Este análisis de requerimientos se encuentra directamente vinculado con las problemáticas urbanas identificadas en el municipio, tales como la expansión territorial, la distribución desigual de servicios y la necesidad de acceso a información geoespacial integrada. En este sentido, el visor geográfico se plantea como una herramienta que facilita la comprensión de dinámicas urbanas y apoya la toma de decisiones en planificación territorial.

### 3.2 Identificación y recopilación de datos geoespaciales

La información geoespacial considerada en este estudio proviene de diversas fuentes institucionales, entre las que destacan el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN) de Mazatlán y dependencias gubernamentales estatales.

Los datos recopilados incluyen:

Cartografía base (límites administrativos, red vial, hidrografía).

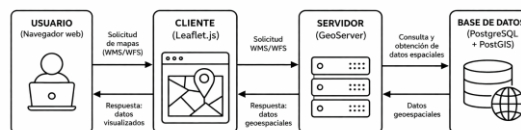
- Información sociodemográfica.
- Uso de suelo y zonificación.
- Infraestructura urbana y equipamiento.

Estos datos fueron organizados y estandarizados para garantizar su compatibilidad e integración dentro del sistema. Asimismo, se consideró el uso de estándares abiertos para la publicación y consulta de servicios geoespaciales, como los definidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), incluyendo Web Map Service (WMS) y Web Feature Service (WFS) [1].

Los criterios de selección de los datos geoespaciales se basaron en su relevancia para el análisis urbano del municipio. En particular, las capas de uso de suelo permiten identificar patrones de crecimiento y expansión urbana; la red vial facilita el análisis de accesibilidad y conectividad; la infraestructura y equipamiento urbano contribuyen a evaluar la cobertura de servicios; mientras que la información sociodemográfica permite analizar la distribución espacial de la población. La integración de estas capas resulta fundamental para apoyar procesos de planificación territorial y toma de decisiones basadas en evidencia.

### 3.3 Diseño de la Arquitectura del Sistema

El visor geográfico web se plantea bajo una arquitectura cliente-servidor de tres capas:



**Figura 1.** Arquitectura del visor geográfico propuesto basada en un modelo cliente-servidor de tres capas.

- Capa de datos: encargada del almacenamiento y gestión de la información geoespacial mediante una base de datos espacial.
- Capa de servicios: responsable de la publicación de datos a través de servicios web geoespaciales interoperables.
- Capa de presentación: interfaz web que permite la interacción del usuario con el visor.

Esta arquitectura permite una adecuada separación de responsabilidades, facilitando la escalabilidad, mantenimiento y reutilización de los componentes del sistema.

### 3.4 Selección de tecnologías

La propuesta se basa en el uso de tecnologías de código abierto ampliamente utilizadas en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica. Entre las principales herramientas seleccionadas se encuentran:

- PostgreSQL/PostGIS: para el almacenamiento y gestión de datos espaciales.
- GeoServer: para la publicación de servicios geoespaciales (WMS/WFS).
- Leaflet.js: para la visualización interactiva de mapas en el navegador web.

La elección de estas tecnologías responde a criterios de interoperabilidad, flexibilidad, bajo costo de implementación y amplia documentación disponible.

### 3.5 Proceso metodológico del visor geográfico

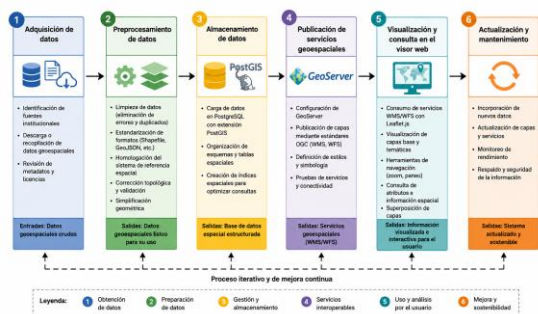


Figura 2. Diagrama del proceso metodológico para el desarrollo del visor geográfico web.

El proceso metodológico se estructura en un flujo secuencial que inicia con la adquisición de datos geoespaciales, seguido del preprocesamiento y estandarización de la información, su almacenamiento en una base de datos espacial, la publicación mediante servicios interoperables y finalmente su visualización en una interfaz web interactiva. Este flujo garantiza la calidad, interoperabilidad y accesibilidad de la información territorial.

Las etapas del proceso son las siguientes:

#### 3.5.1 Adquisición de datos

Consiste en la recopilación de información geoespacial proveniente de diversas fuentes institucionales, tales como el INEGI, IMPLAN Mazatlán y dependencias gubernamentales. Los datos incluyen cartografía base, información sociodemográfica, uso de suelo e infraestructura urbana.

#### 3.5.2 Preprocesamiento de datos

En esta etapa se realiza la preparación de los datos geoespaciales para su integración en el sistema. Incluye:

- Limpieza de datos (eliminación de inconsistencias y duplicados)
- Estandarización de formatos (Shapefile, GeoJSON, etc.)
- Homología de sistemas de referencia espacial
- Corrección topológica
- Simplificación geométrica para optimizar el rendimiento

Este proceso es fundamental para asegurar la calidad de la información y su correcto funcionamiento dentro del visor.

#### 3.5.3 Almacenamiento de datos

Los datos preprocesados se almacenan en una base de datos espacial utilizando PostgreSQL con la extensión PostGIS, lo que permite gestionar eficientemente grandes volúmenes de información geográfica y realizar consultas espaciales.

#### 3.5.4 Publicación de servicios geoespaciales

Los datos almacenados son publicados mediante servicios interoperables utilizando Geoserver, implementando estándares del Open Geospatial Consortium (OGC), tales como Web Map Service (WMS) y Web Feature Service (WFS)<sup>1</sup>. Esto permite que la información sea accesible desde aplicaciones web y otros sistemas SIG.

#### 3.5.5 Visualización y consulta

Finalmente, los servicios geoespaciales son consumidos por la interfaz web desarrollada con Leaflet.js, donde los usuarios pueden:

- Visualizar capas temáticas
- Navegar en el mapa
- Consultar atributos espaciales
- Superponer información geográfica

#### 3.5.6 Actualización y mantenimiento

El sistema contempla la posibilidad de integrar nuevos datos y actualizar la información existente, garantizando la vigencia del visor geográfico como herramienta de apoyo a la gestión territorial.

### 3.6 Síntesis metodológica

Los resultados del presente trabajo corresponden a una propuesta metodológica orientada al diseño de un visor geográfico web, la cual establece las bases técnicas y conceptuales para su implementación futura. En este sentido, el estudio se enfoca en definir la arquitectura, los componentes del sistema y las funcionalidades esperadas, más que en la evaluación de un sistema ya implementado.

La metodología propuesta integra aspectos técnicos y conceptuales del desarrollo de sistemas geoespaciales, orientándose a la creación de una herramienta accesible y funcional para la gestión territorial. El enfoque adoptado permite no sólo estructurar el desarrollo del visor geográfico, sino también establecer una base replicable para futuras implementaciones en contextos urbanos similares.

### 4. Resultados

Dado que el presente estudio se enfoca en el diseño metodológico y arquitectónico del visor geográfico, los resultados se presentan en términos de la definición de componentes, funcionalidades y estructura del sistema propuesto. En este sentido, el trabajo se enmarca como un artículo de carácter metodológico, orientado a establecer

una base técnica replicable para el desarrollo de plataformas WebGIS en contextos urbanos.

#### 4.1 Capas Temáticas

El visor propuesto integra:

- (a) delimitaciones territoriales;
- (b) infraestructura urbana;
- (c) uso de suelo y zonificación;
- (d) puntos de interés.

#### 4.2 Funcionalidades

El sistema contempla las siguientes funcionalidades:

1. Navegación (zoom y desplazamiento)
2. Cambio de mapa base
3. Consulta de atributos
4. Activación de capas
5. Medición de distancias y áreas
6. Búsqueda por colonia
7. Exportación en GeoJSON

#### 4.3 Métricas de Evaluación

1. Tiempo de respuesta inferior a 2 segundos
2. Evaluación de usabilidad (SUS)
3. Disponibilidad del sistema: 99.5%

#### 4.4 Prototipo funcional

Como parte de la validación de la propuesta, se plantea el desarrollo de un prototipo funcional del visor geográfico que permitirá visualizar capas base, activar información temática y realizar consultas espaciales básicas. Este prototipo constituirá una línea de trabajo futuro para la validación empírica del modelo propuesto, permitiendo evaluar su rendimiento, usabilidad y aplicabilidad en la gestión urbana.

### 5. Análisis de Resultados

La propuesta se alinea con el uso de plataformas Web GIS de código abierto. La arquitectura Leaflet + PostGIS + GeoServer ha demostrado ser escalable en distintos contextos, permitiendo manejar grandes volúmenes de datos, tal como ha sido reportado en estudios recientes sobre sistemas WebGIS, ciudades inteligentes y plataformas geoespaciales abiertas [8]-[10].

Una ventaja frente a soluciones comerciales es la eliminación de costos de licenciamiento. Además, el uso de estándares OGC permite la interoperabilidad con otras plataformas.

Como limitación, al tratarse de un diseño conceptual, el desempeño deberá validarse en implementación. Asimismo, la calidad y actualización de los datos geoespaciales puede influir en la utilidad del sistema.

Además, en comparación con los estudios revisados, la propuesta destaca por su enfoque en la integración de datos geoespaciales a nivel municipal, lo cual representa una contribución relevante para contextos urbanos intermedios donde la información suele estar fragmentada. Esto permite no solo mejorar la accesibilidad a los datos, sino también fortalecer los procesos de planificación territorial basados en evidencia.

La arquitectura propuesta presenta ventajas significativas respecto a modelos tradicionales de gestión territorial basados en sistemas SIG de escritorio aislados. En primer lugar, el uso de tecnologías abiertas reduce considerablemente los costos de implementación y mantenimiento, aspecto crítico para municipios con restricciones presupuestales.

En segundo término, la adopción de estándares OGC garantiza interoperabilidad entre diferentes plataformas geoespaciales, permitiendo integrar información proveniente de múltiples dependencias institucionales. Esta característica resulta particularmente relevante en contextos urbanos donde los datos territoriales suelen encontrarse fragmentados entre diversas entidades gubernamentales.

Desde la perspectiva tecnológica, la combinación PostgreSQL/PostGIS + GeoServer + Leaflet.js representa una arquitectura ampliamente validada en aplicaciones científicas recientes debido a su escalabilidad, estabilidad y compatibilidad con infraestructuras geoespaciales modernas.

Asimismo, la propuesta se alinea con tendencias contemporáneas asociadas con ciudades inteligentes, gobernanza digital y análisis urbano basado en datos. La futura incorporación de sensores IoT, analítica espacial en tiempo real y participación ciudadana permitiría evolucionar el sistema hacia una plataforma geoespacial inteligente orientada a la gestión urbana integral.

No obstante, el estudio presenta limitaciones inherentes a su naturaleza metodológica y conceptual. La validación empírica del rendimiento, usabilidad y escalabilidad deberá realizarse durante la etapa futura de implementación funcional. Igualmente, la calidad y actualización permanente de los datos geoespaciales constituye un factor crítico para garantizar la utilidad operativa del visor.

### 6. Conclusiones

El presente trabajo propone el diseño arquitectónico de un visor geográfico web para la ciudad de Mazatlán, Sinaloa. Esta propuesta se fundamenta en tecnologías de código abierto como Leaflet.js, PostGIS y GeoServer, ampliamente documentadas en la literatura científica reciente por su flexibilidad, escalabilidad e interoperabilidad en sistemas WebGIS [8]-[15], así como en estándares del Open Geospatial Consortium (OGC), como el servicio Web Map Service (WMS) [1].

Asimismo, atiende la necesidad de centralizar y democratizar el acceso a información territorial actualmente dispersa entre diversas instituciones municipales y estatales.

Las principales contribuciones de este trabajo son:

1. Definición de una arquitectura técnica replicable en contextos municipales similares, con bajo costo de implementación.
2. Identificación y categorización de las fuentes de datos geospaciales institucionales disponibles para el municipio de Mazatlán.
3. Establecimiento de métricas de evaluación concretas para orientar la fase de implementación futura.

Como trabajo futuro, se plantea el desarrollo del prototipo funcional del sistema, su evaluación empírica con los perfiles de usuario identificados, y la incorporación de funcionalidades avanzadas como análisis de accesibilidad urbana, visualización de datos en tiempo real provenientes de sensores IoT, y módulos de participación ciudadana para la validación colaborativa de información territorial.

Este trabajo proporciona una base metodológica y técnica que puede ser replicada en otros municipios con características similares, contribuyendo al fortalecimiento de infraestructuras de datos espaciales a nivel local.

Los resultados del estudio evidencian que las tecnologías abiertas representan una alternativa viable para fortalecer infraestructuras municipales de datos espaciales, particularmente en ciudades latinoamericanas con limitaciones presupuestales y fragmentación institucional.

## 7. Referencias

- [1] Open Geospatial Consortium (OGC), "OGC Web Map Service (WMS) Implementation Specification, Version 1.3.0," 2022. [Online]. Available: <https://www.ogc.org/standard/wms/>
- [2] J. A. G. González, "De la topología a la geometría: implementación de mapas mentales a los Sistemas de Información Geográfica," *Cuadernos Geográficos*, vol. 61, no. 2, pp. 88–107, 2022, DOI: 10.30827/cuadgeo.v61i2.22859.
- [3] G. D. Buzai y E. Montes Galbán, "Sistemas de Información Geográfica en la planificación territorial latinoamericana: avances y perspectivas," *Cuadernos Geográficos*, vol. 60, no. 1, pp. 6–27, 2021, DOI: 10.30827/cuadgeo.v60i1.13829.
- [4] T. Mavridis, A. Anastasiou, I. Stavros y I. Kalogeropoulos, "Development of a multi-scale interactive web-GIS system to monitor farming practices: A case study in Lemnos Island, Greece," *Smart Agricultural Technology*, vol. 5, Art. no. 100295, 2023, DOI: 10.1016/j.atech.2023.100295.
- [5] N. Mileva, A. I. Santana y C. M. Lopes, "An Open Source GIS Application for Spatial Assessment of Health Care Quality Indicators," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 10, no. 4, p. 264, 2021, DOI: 10.3390/ijgi10040264.
- [6] INEGI, "Censo de Población y Vivienda 2020: Resultados por municipio," Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2020. [Online]. Available: <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- [7] IMPLAN Mazatlán, "Plan de Desarrollo Urbano Municipal de Mazatlán 2023–2040," Instituto Municipal de Planeación de Mazatlán, 2023. [Online]. Available: <https://implanmazatlan.gob.mx>
- [8] A. Brovelli, M. Minghini y G. Zamboni, "Public participation in GIS via mobile applications," *ISPRS International Journal of Geo-Information\**, vol. 7, no. 5, 2018, DOI: 10.3390/ijgi7050199.
- [9] F. P. García, J. L. Ariza y M. A. Ureña, "Web GIS for urban planning: A case study," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 70, pp. 112–123, 2018.
- [10] F. J. Aguilar, M. Aguilar y F. Agüera, "Web-based GIS for urban planning and smart cities," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2020. DOI: 10.3390/ijgi9090545.
- [11] E. Quirós y M. E. Polo, "Recursos abiertos de información geográfica para investigación y documentación científica," *Revista Española de Documentación Científica*, vol. 41, no. 3, 2018, DOI: 10.3989/redc.2018.3.1512.
- [12] B. Kitchenham y S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering," Keele University, 2007.
- [13] M. Okoli, "A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research," *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, vol. 10, no. 26, 2010.
- [14] S. Chowdhury, D. Schröder y H. Ostadabbas, "Modernizing geospatial services: OGC API vs traditional standards," *ISPRS Archives*, 2024. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W12-2024-11-2024.
- [15] P. Campagna, "GIS for sustainable development: open-source web platforms," *Applied Geomatics*, 2021. DOI: 10.1007/s12518-020-00336-3.
- [16] J. Li, H. Zhang, and Y. Wu, "Big geospatial data analytics framework for smart city applications," *Sustainable Cities and Society*, vol. 89, pp. 104118, 2023.
- [17] Y. Zhao, X. Liu, and T. Wang, "Distributed cloud-WebGIS framework for dynamic urban monitoring," *Future Generation Computer Systems*, vol. 141, pp. 20–35, 2023.
- [18] A. Brovelli, M. Minghini, and G. Zamboni, "Citizen participation and collaborative mapping using open-source GIS platforms," *ISPRS International Journal of Geo-Information*, vol. 7, no. 5, pp. 1–19, 2018.
- [19] R. Singh and K. Sharma, "Microservice architectures for geospatial interoperability," *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 102, pp. 101945, 2024.
- [20] D. Ferreira, L. Costa, and M. Ribeiro, "Interoperable geospatial APIs for smart governance systems," *Journal of Urban Technology*, vol. 31, no. 2, pp. 55–77, 2024.
- [21] G. D. Buzai and E. Montes Galbán, "Spatial data infrastructures and territorial planning in Latin America," *Cuadernos Geográficos*, vol. 60, no. 1, pp. 6–27, 2021.