**INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO**



**BIBLIOTECA VISUALIZACIÓN DE DATOS AVANZADA**

IMPORTANCIA DEL IMPACTO VISUAL, LA CREATIVIDAD Y LA LIBERTAD EN LA CREACIÓN DE GRÁFICOS PERSONALIZADOS

**CASO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAESTRÍA EN CIENCIA DE DATOS

PRESENTA

**LUIS ALBERTO GARCÍA AGUILAR**

**ASESOR:** DOCTOR JOSÉ EZEQUIEL SOTO SÁNCHEZ

CIUDAD DE MÉXICO 2025

"Con fundamento en el artículo 21 y 27 de la Ley Federal del Derecho de Autor y como titular de los derechos moral y patrimonial de la obra titulada "**Biblioteca visualización de datos avanzada. Importancia del impacto visual, la creatividad y la libertad en la creación de gráficos personalizados**", otorgo de manera gratuita y permanente al Instituto Tecnológico Autónomo de México y a la Biblioteca Raúl Bailléres Jr. autorización para que fijen la obra en cualquier medio, incluido el electrónico y la divulguen entre sus usuarios, profesores, estudiantes o terceras personas, sin que pueda percibir por la divulgación una contraprestación"

Luis Alberto García Aguilar

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

FECHA

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

FIRMA

**BIBLIOTECA**

**VISUALIZACIÓN DE DATOS AVANZADA**

**IMPORTANCIA DEL IMPACTO VISUAL, LA CREATIVIDAD Y LA LIBERTAD EN LA CREACIÓN DE GRÁFICOS PERSONALIZADOS**

Contenido

[1. Introducción 1](#_Toc192183012)

[2. Justificación 3](#_Toc192183013)

[3. Objetivos 4](#_Toc192183014)

[4. Alcance 6](#_Toc192183015)

[5. Marco teórico 7](#_Toc192183016)

[5.1. Análisis de herramientas disponibles 7](#_Toc192183017)

[5.2. Importancia del impacto visual, el arte y la personalización de gráficos 13](#_Toc192183018)

[6. Diseño e implementación de la biblioteca 15](#_Toc192183019)

[6.1 Herramientas y tecnologías utilizadas para la elaboración de la biblioteca 15](#_Toc192183020)

[6.2 Estructura del proyecto 18](#_Toc192183021)

[6.3 Guía de usuario. Casos de uso 21](#_Toc192183022)

[7. Conclusiones 23](#_Toc192183023)

[8. Perfeccionamiento y oportunidades de Expansión 25](#_Toc192183024)

[9. Bibliografía 26](#_Toc192183025)

[Anexo. Extracto de la “Guía de usuario” 27](#_Toc192183026)

[MétodoView Port 28](#_Toc192183027)

[Método Eje X 29](#_Toc192183028)

[Método Gráfica de puntos 30](#_Toc192183029)

[Método Gráfica de burbujas 31](#_Toc192183030)

[Método Mapa de puntos 32](#_Toc192183031)

[Caso de uso Gráfica de puntos 33](#_Toc192183032)

[Caso de uso Gráfica de barras 36](#_Toc192183033)

[Caso de uso Mapa de burbujas 39](#_Toc192183034)

[Caso de uso Serie de tiempo 42](#_Toc192183035)

[Caso de uso Mapa interactivo de burbujas 46](#_Toc192183036)

[Caso de uso Árbol de adopciones 51](#_Toc192183037)

## Introducción

El presente documento expone el caso práctico desarrollado como parte de mi proceso de titulación en la Maestría en Ciencia de Datos del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM). Este trabajo amplía y detalla los resultados obtenidos durante mi Estancia de Investigación, llevada a cabo bajo la supervisión del Doctor José Ezequiel Soto Sánchez.

El proyecto consiste en la creación de una biblioteca de visualización de datos enfocada en apoyar el entendimiento y la presentación de datos en contextos educativos y profesionales con el fin de permitir a los usuarios crear gráficos personalizados, trascendiendo las limitaciones de herramientas predefinidas. El origen de esta biblioteca radica en la necesidad de un recurso didáctico para la materia de Visualización de Datos Avanzada, impartida por primera vez en el ITAM durante el semestre enero-mayo 2024. Este curso planteó el reto de enseñar técnicas avanzadas de visualización a estudiantes con antecedentes diversos, incluyendo aquellos sin experiencia previa en lenguajes de programación como JavaScript. Así, uno de los objetivos principales del producto, es servir como un puente entre la teoría y la práctica, facilitando tanto la comprensión de conceptos complejos como la exploración creativa en la presentación de datos.

A diferencia de otras herramientas de visualización existentes, VDA permite a los usuarios diseñar gráficos hechos a la medida de sus necesidades, eliminando la necesidad de ajustar los datos a formatos predefinidos. Este enfoque fomenta la libertad creativa y permite explorar el arte como un componente esencial en la comunicación visual, haciendo que cada gráfico no solo sea funcional, sino también estéticamente impactante y adecuado al contexto.

El desarrollo de la biblioteca requirió un dominio de tecnologías web como HTML5, CSS y JavaScript, así como conocimientos en diseño gráfico, teoría del color y experiencia de usuario. En cada etapa del proyecto, busqué integrar estos elementos para garantizar que VDA sea intuitiva, accesible y escalable, proporcionando un recurso educativo que inspire a futuros científicos de datos a innovar en la forma en que presentan y exploran la información.

Más allá de ser una solución técnica o un recurso académico, esta biblioteca es una invitación a repensar las herramientas de visualización de datos. Al analizar sus capacidades frente a otras opciones del mercado, también se destacan sus limitaciones, permitiendo identificar áreas de mejora y oportunidades de expansión. Considero que el impacto de este proyecto no se limita a su aplicación en el aula, sino que tiene el potencial de convertirse en una plataforma que fomente la creatividad y la personalización en el ámbito de la Ciencia de Datos.

Mediante este proceso, no solo he consolidado parte de los conocimientos adquiridos durante mi maestría, sino que también he respondido a la necesidad de brindar un recurso efectivo para la materia de Visualización de Datos Avanzada y me alegra poder apoyar en la educación de futuros estudiantes.

## Justificación

La visualización de datos es una herramienta esencial para comunicar información de manera efectiva, al transformar datos complejos en representaciones claras y visualmente atractivas. Si bien existen diversas herramientas en el mercado que facilitan este proceso, muchas de ellas presentan limitaciones importantes para ciertos usuarios y escenarios. A menudo, estas herramientas están diseñadas con gráficos predefinidos que, aunque funcionales, restringen la capacidad de personalización. Esto obliga a los usuarios a ajustar sus datos al formato establecido, en lugar de permitirles crear representaciones totalmente adaptadas a sus necesidades específicas.

Adicionalmente, muchas de estas herramientas requieren conocimientos avanzados en programación o licencias costosas, lo que puede excluir a quienes no poseen estas competencias o recursos. Por otro lado, su enfoque práctico, aunque eficiente, a menudo descuida el aspecto artístico y de personalización en la visualización de datos, ignorando que el diseño visual impacta directamente en la interpretación y comprensión de la información.

## Objetivos

**Accesibilidad:**

Una de las principales limitaciones de muchas herramientas de visualización de datos en el mercado es su falta de flexibilidad y accesibilidad para una amplia gama de usuarios. VDA intenta aminorar esta brecha proporcionando una biblioteca de visualización de datos diseñada para ser intuitiva, escalable y accesible incluso para aquellos con poca experiencia en programación.

**Escalabilidad**

A medida que los proyectos crecen en complejidad, VDA permite integrar funcionalidades avanzadas**,** esto es posible gracias a su enfoque modular, que facilita la adición de nuevos elementos y características sin que el rendimiento o la usabilidad se vean comprometidos.

**Flexibilidad y personalización:**

La herramienta busca no solo garantizar que los gráficos sean funcionales, sino que también ofrece flexibilidad para personalizar el aspecto visual y funcional de las gráficas, permitiendo a los usuarios diseñar gráficos adaptados a sus datos y necesidades. Esto se logra proporcionando opciones de personalización que permiten crear gráficos que comuniquen eficazmente la información.

**Arte y creatividad en la visualización de datos**

A diferencia de otras herramientas que vienen con gráficos predefinidos que limitan la creatividad del usuario, VDA permite una mayor personalización de los gráficos según las necesidades específicas de cada proyecto. De forma análoga, VDA promueve la integración del componente artístico como un elemento fundamental en la representación de datos, con el objetivo de captar la atención del lector, estimular la creatividad y subrayar la relevancia del diseño en la comunicación visual.

Así, se busca elevar tanto el estándar estético como el comunicativo de las gráficas, facilitando la creación de visualizaciones únicas que destaquen por su claridad e impacto.

**Apoyo a estudiantes y profesionales**

Recordemos que la biblioteca nace a raíz de la materia de Visualización de Datos Avanzada, con el propósito de ser un recurso práctico y flexible que acompañe a los estudiantes en su proceso de aprendizaje, facilitando el desarrollo de habilidades en visualización de datos. Sin embargo, ha evolucionado para adaptarse también a las necesidades del entorno profesional. De esta manera, VDA se presenta como un puente entre la teoría y la práctica, favoreciendo el desarrollo de habilidades tanto para futuros como para actuales científicos de datos, permitiendo que la herramienta sea útil tanto en el ámbito académico como profesional.

## Alcance

El proyecto tiene como objetivo desarrollar una biblioteca de visualización de datos que abarque tanto gráficos esenciales como ejemplos avanzados. Se estima incluir 13 gráficos clásicos o fundamentales, tales como gráficos de barras, líneas, burbujas y mapas, que serán diseñados para cubrir las necesidades más comunes en la representación de datos. Además, se desarrollarán 2 ejemplos avanzados que combinarán elementos artísticos, matemáticos y técnicas de visualización, mostrando cómo la biblioteca puede ser utilizada para crear representaciones visuales únicas, personalizadas y de gran alcance.

La biblioteca será diseñada para ser funcional y accesible, con un enfoque en la facilidad de uso, la adaptabilidad y escalabilidad. Contará con una documentación completa y detallada que permitirá a los usuarios comprender cómo integrarla e implementarla en diferentes proyectos. Esta documentación incluirá una guía de usuario que describirá paso a paso el uso de la biblioteca, desde su instalación hasta la creación de visualizaciones personalizadas mediante casos de uso documentados, además de detallar las necesidades técnicas y de implementación requeridas.

Para garantizar la accesibilidad del proyecto, este se almacenará en un repositorio público de GitHub, donde estarán disponibles tanto el código fuente como la guía de usuario y los casos de uso. Estos ejemplos servirán como modelos para ilustrar las capacidades de la biblioteca en contextos reales, permitiendo a los usuarios adaptar la biblioteca a sus necesidades específicas.

## Marco teórico

### Análisis de herramientas disponibles

En el campo de la visualización de datos, existe una gran variedad de herramientas diseñadas para generar representaciones gráficas a partir de datos. Estas herramientas se pueden clasificar en dos categorías: herramientas de “propósito general”, como Tableau, y bibliotecas de “programación especializada”, como Plotly. Cada clasificación tiene sus propios objetivos, así como sus propias ventajas y limitaciones, lo que influye en su uso con dependencia de las necesidades de los usuarios.

Las herramientas de “propósito general” están diseñadas para un público amplio, con interfaces gráficas que permiten crear visualizaciones de forma rápida y sencilla sin necesidad de programación, sin embargo, suelen estar limitadas en términos de personalización y comúnmente requieren licencias con costo monetario.

Por otro lado, las bibliotecas de “programación especializada” como Plotly están orientadas a desarrolladores y científicos de datos. Este tipo de herramientas ofrecen un mayor grado de personalización y flexibilidad, no obstante, su uso puede representar un desafío para usuarios sin experiencia en programación, y su curva de aprendizaje suele ser más pronunciada.

Ambos enfoques, aunque efectivos, tienen limitaciones. Mientras que algunas herramientas tienden a ser rígidas en términos de personalización y estilos artísticos, las otras, pueden ser menos accesibles para usuarios sin habilidades técnicas avanzadas. Adicionalmente, en ambos casos, se presenta un problema de escalabilidad ya que no cuentan con un esquema o guía para poder ser modificadas o añadir funcionalidades especificas por el usuario de manera sencilla.

Ante este panorama, VDA pretende combinar la accesibilidad de las herramientas de “propósito general” con la flexibilidad y personalización de las bibliotecas, además de documentar y guiar al usuario para poder escalar la biblioteca personalizándola con nuevas funcionalidades y enfatizando el impacto artístico y visual de los gráficos.

A continuación, se presenta una breve descripción de algunas de las herramientas encontradas en el mercado.

**Tableau**

Tableau es una herramienta de “propósito general” que permite a los usuarios conectar, analizar y visualizar grandes volúmenes de datos de manera intuitiva. Es especialmente útil para generar dashboards interactivos.

**Power BI**

Desarrollado por Microsoft, es una herramienta que combina análisis de datos y visualización, también ofrece integración con otras herramientas del ecosistema Microsoft, como Excel y Azure, facilitando la manipulación de datos y la creación de informes interactivos y visualizaciones gráficas.

**Plotly**

Es una biblioteca de código abierto para la creación de gráficos interactivos en Python, R y JavaScript. Es bastante flexible y capaz de generar visualizaciones avanzadas, incluyendo gráficos en 3D, mapas y gráficos científicos.

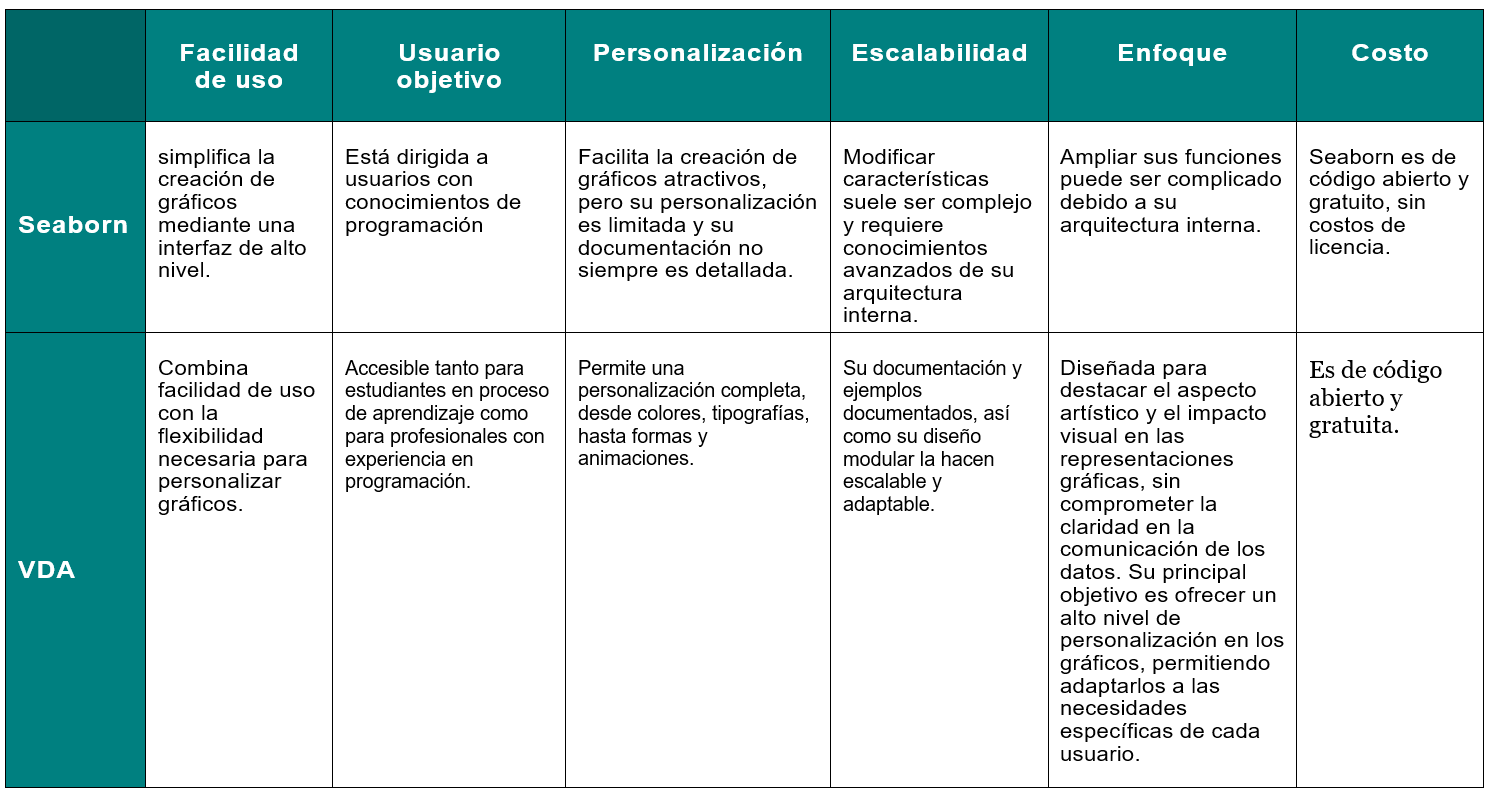
**Seaborn**

Es una biblioteca basada en Matplotlib que simplifica la creación de gráficos estadísticos en Python. Ofrece una interfaz amigable y un diseño visualmente atractivo, haciendo énfasis en gráficos estadísticos como distribuciones, relaciones y tendencias de datos.

Estas herramientas son potentes y ampliamente utilizadas, pero suelen estar diseñadas para casos específicos y presentan limitaciones. Mientras Tableau y Power BI son ideales para usuarios no programadores, su capacidad de personalización es limitada, especialmente en diseños artísticos. Por otro lado, Plotly y Seaborn ofrecen más flexibilidad a programadores, pero requieren conocimientos técnicos avanzados y no siempre facilitan la creación de gráficos estéticamente impactantes.

A continuación, se presenta una tabla comparativa de las herramientas anteriormente descritas, describiendo sus beneficios y limitaciones.





En conclusión, la biblioteca VDA, a diferencia de las herramientas previamente señaladas, se centra en ofrecer personalización y escalabilidad a nivel de código y funcionalidades. Además, reconociendo que el proyecto surge de una necesidad identificada por los alumnos de la Maestría en Ciencia de Datos, la biblioteca busca ser una solución accesible para quienes no poseen un amplio conocimiento en programación. Su propósito es facilitar la integración gradual de estos usuarios en el campo de la visualización de datos, al mismo tiempo que proporciona personalización, escalabilidad y un enfoque visual impactante, todo ello en una herramienta gratuita, intuitiva y versátil.

### Importancia del impacto visual, el arte y la personalización de gráficos

En el ámbito de la visualización de datos, el impacto visual es fundamental para captar la atención de los usuarios y facilitar la comprensión de información compleja. Un gráfico bien diseñado no solo presenta datos de manera clara, sino que también crea una conexión visual que atrae y retiene la atención del observador. La biblioteca VDA reconoce esta necesidad al priorizar la creación de gráficos con un alto impacto visual, asegurando que cada visualización no solo comunique información, sino que también genere un efecto duradero en la audiencia.

El arte en la visualización de datos va más allá de la estética; es una herramienta esencial para potenciar la comunicación efectiva. La incorporación de elementos artísticos en los gráficos permite resaltar patrones, jerarquías y mensajes clave de forma más accesible e intuitiva. La biblioteca VDA se inspira en esta idea al ofrecer opciones para integrar componentes artísticos en las visualizaciones, creando gráficos que no solo informan, sino que también emocionan y comunican con mayor profundidad.

La personalización es otro aspecto clave en la visualización de datos, ya que las necesidades y contextos de los usuarios varían ampliamente. Las herramientas que ofrecen opciones limitadas a menudo obligan a los usuarios a adaptarse a plantillas predefinidas, lo que puede dificultar la representación precisa de los datos. VDA, por el contrario, pretende que los usuarios tengan el control total sobre sus gráficos, permitiendo modificar colores, formas, estilos y otros elementos clave para reflejar con exactitud sus ideas.

En conjunto, el impacto visual, el arte y la personalización se combinan para transformar gráficos comunes en herramientas poderosas de comunicación. VDA no solo busca cumplir con estos aspectos, sino trasladar esto a un nivel accesible, permitiendo que los usuarios, incluso aquellos sin experiencia en programación, puedan adentrarse paulatinamente a la biblioteca y llegar a crear representaciones visuales que sean claras, impactantes y personalizadas.

## Diseño e implementación de la biblioteca

### Herramientas y tecnologías utilizadas para la elaboración de la biblioteca

En el desarrollo de la biblioteca VDA se hizo uso de diversas herramientas de programación y presentación de contenido web, a continuación, se menciona cada una de ellas.

**JavaScript**

Es un lenguaje de programación ampliamente utilizado para el desarrollo web, reconocido por su versatilidad y capacidad para ejecutar código del lado del cliente en navegadores. Es la base para la creación de interfaces interactivas y aplicaciones dinámicas.

De acuerdo con Amazon Web Services (AWS), “JavaScript es un lenguaje de programación que los desarrolladores utilizan para hacer páginas web interactivas. Desde actualizar fuentes de redes sociales a mostrar animaciones y mapas interactivos, las funciones de JavaScript pueden mejorar la experiencia del usuario de un sitio web. Como lenguaje de scripting del lado del servidor, se trata de una de las principales tecnologías de la World Wide Web. Por ejemplo, al navegar por Internet, en cualquier momento en el que vea un carrusel de imágenes, un menú desplegable “click-to-show” (clic para mostrar), o cambien de manera dinámica los elementos de color en una página web, estará viendo los efectos de JavaScript.” 1 (AWS, s.f.).

1. Amazon Web Services (AWS). (s.f.). *¿Qué es JavaScript?* Recuperado el 23 de noviembre d 2024, de <https://aws.amazon.com/es/what-is/javascript/>

La elección de JavaScript se debe a su papel central en el desarrollo web y su capacidad para interactuar con Canvas, HTML y CSS. Además, permite integrar funcionalidades avanzadas, como la manipulación de datos y animaciones, esenciales para la biblioteca.

**D3.js**

D3.js (Data-Driven Documents) es una biblioteca de código abierto que permite crear gráficos interactivos y visualizaciones complejas utilizando estándares web como SVG, HTML y CSS.

D3 no es una biblioteca de gráficos en el sentido tradicional, ya que no tiene el concepto de 'gráficos' como tal; cuando se visualizan datos con D3, más bien se hace uso de una variedad de primitivas para generar un gráfico más complejo.

En este caso, D3 fue seleccionada por su potencia y flexibilidad en la creación de gráficos personalizados. Su enfoque en la manipulación directa del DOM y la conexión con datos hace que sea ideal para las necesidades de la biblioteca VDA.

**HTML**

HTML (HyperText Markup Language) es el lenguaje estándar para estructurar y presentar contenido en la web, funge como el esqueleto de las páginas web, definiendo la disposición de elementos como texto, imágenes y gráficos.

Entre los elementos de HTML, particularmente se hace uso de HTML5 Canvas, el cual permite renderizar gráficos, imágenes y animaciones de manera dinámica en una página web. Este componente proporciona un espacio en blanco sobre el cual es posible dibujar mediante programación, utilizando el contexto de dibujo de JavaScript, además es muy versátil, permitiendo crear desde gráficos simples como líneas y círculos hasta gráficos complejos y animaciones interactivas, lo que lo convierte en una herramienta muy poderosa para visualización de datos y gráficos interactivos.

Con base en los argumentos presentados, HTML es imprescindible para la construcción de la biblioteca, pues representa la base y estructura sobre la cual ésta se construye, haciendo posible la integración de visualizaciones en una página web.

**CSS**

CSS (Cascading Style Sheets) es el lenguaje de diseño para la personalización y colocación de estilos en páginas web mediante el control de aspectos como colores, tipografías, espaciado y disposición visual.

CSS complementa las capacidades de VDA al permitir estilos personalizados para las visualizaciones, lo que garantiza que los gráficos no solo sean funcionales, sino también estéticamente atractivos. Esta capacidad de personalización es clave para cumplir con el objetivo de fomentar el arte, el diseño y el impacto visual en la representación de datos.

### Estructura del proyecto

El proyecto de la biblioteca VDA adopta una estructura modular diseñada para facilitar su mantenimiento, escalabilidad y comprensión, con lo cual, se pretende ofrecer una descripción de cada método proporcionado en la biblioteca, incluyendo su propósito, entradas, salidas y casos de uso.

Además, los casos de uso de ejemplo han sido diseñados e integrados de manera gradual en cuanto a su complejidad, permitiendo que el usuario adquiera un aprendizaje progresivo. De esta forma, se inicia con ejemplos básicos que ilustran el uso fundamental de la biblioteca y se avanza hacia aplicaciones más elaboradas que combinan múltiples funcionalidades.

A continuación, se describe la estructura de carpetas y archivos principales del proyecto, junto con su funcionalidad.

En la carpeta raíz se encuentra el archivo principal de la biblioteca, vda.js, el cual encapsula todos los métodos y el código necesario para su uso. Al mismo nivel, se ubica la carpeta data, que contiene diversas bases de datos en formato CSV utilizadas para los casos de uso. Además, en el mismo nivel, se organizan varias carpetas, cada una correspondiente a un caso de uso que ejemplifica la aplicación de los distintos métodos de la biblioteca, tal como se observa en la siguiente imagen.



/ raíz

caso\_uso\_1

caso\_uso\_2

caso\_uso\_n

data

**. . .**

vda.js

Ejemplo-datos-1.js

Ejemplo-datos-n.js

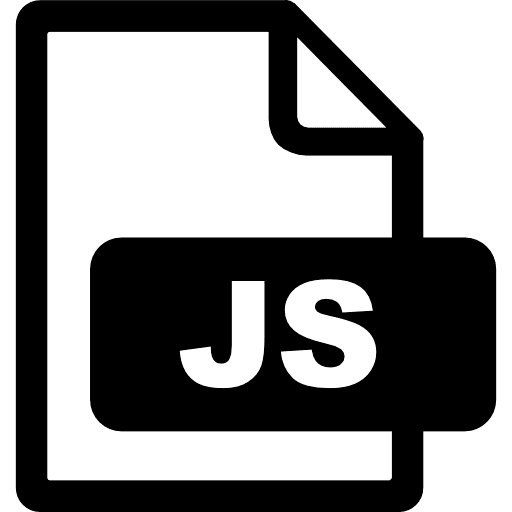


Ilustración 1. Arquitectura de carpetas de la biblioteca VDA

Cada carpeta de caso de uso, puede contener los siguientes archivos:

* Archivo HTML: Define la capa de presentación para el caso de uso específico.
* Archivo CSS: Contiene los estilos aplicados al archivo HTML para mejorar su diseño visual.
* Archivo JS: Gestiona la lógica del caso de uso, incluyendo la lectura de datos, su procesamiento y la generación de visualizaciones.

En la imagen siguiente podemos apreciar la arquitectura previamente descrita.



**caso\_uso\_1**

index.html

styles.css

scrip.js

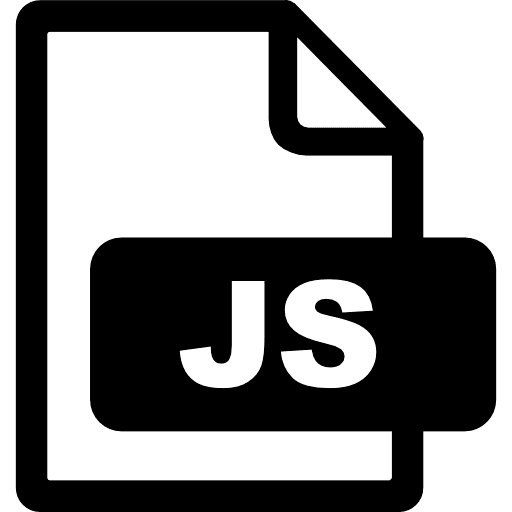
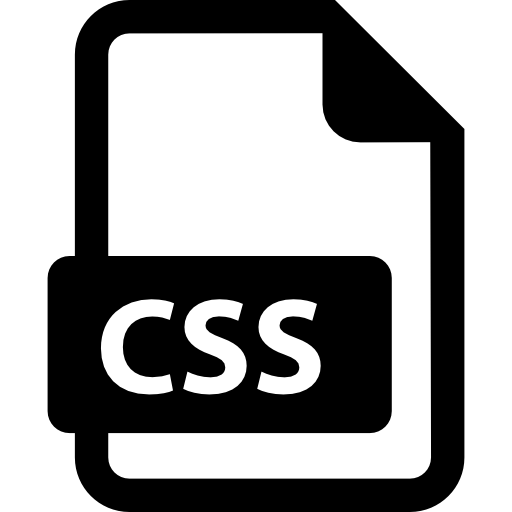


Ilustración 2. Arquitectura de carpetas de un caso de uso

### Guía de usuario. Casos de uso

Se desarrolló una guía de usuario diseñada para facilitar el aprendizaje y uso efectivo de la biblioteca VDA. Esta guía aborda las configuraciones iniciales necesarias para integrar y ejecutar la biblioteca, además incluye una descripción detallada de cada uno de los métodos que la componen.

En la guía se documentan ampliamente los casos de uso diseñados para ilustrar las capacidades de la biblioteca. Cada caso de uso incluye:

* **Descripción de la implementación:** Se explica el caso de uso, y los métodos utilizados.
* **Datos de entrada y salida:** Se especifican los parámetros de entrada y salida para los métodos y los tipos de datos de dichas variables, asegurando que el usuario tenga un entendimiento completo de cada método.
* **HTML y JavaScript:** Se desglosa la estructura y contenido del archivo HTML utilizado para la capa de presentación, así como el código JavaScript que implementa la lógica necesaria para la visualización.
* **Referencias visuales:** Para cada caso de uso, se han incluido capturas de pantalla que muestran el resultado final en el navegador. Estas imágenes permiten al usuario identificar si la implementación ha sido exitosa y si los resultados cumplen con las expectativas planteadas.
* **Código documentado:** Adicionalmente, cada sección del código fuente está debidamente comentada para facilitar su comprensión, garantizando que los usuarios puedan modificar y ampliar la funcionalidad según sus necesidades.

La guía está diseñada pensando en la accesibilidad y claridad, haciendo uso de un lenguaje técnico pero comprensible, para que tanto usuarios con experiencia en programación como principiantes puedan beneficiarse de ella. Al cubrir cada método y funcionalidad de la biblioteca, se asegura que los usuarios tengan las herramientas necesarias para recrear los ejemplos propuestos y realizar sus propias visualizaciones personalizadas.

En el [**Anexo. Extracto de la “Guía de usuario”**](#_Anexo._Extracto_de) se presenta un extracto de la guía de usuario, en el cual se detallan las funcionalidades principales de la biblioteca y su aplicación en distintos escenarios. La guía completa, junto con el código necesario para implementar los casos de uso, así como los archivos de datos en formato CSV y GeoJSON utilizados pueden obtenerse directamente del siguiente [**repositorio de GitHub**](https://github.com/aguilaral24/VDA) (https://github.com/aguilaral24/VDA).

## Conclusiones

El desarrollo de este proyecto permitió la creación de una herramienta funcional y viable para la visualización de datos mediante representaciones gráficas, tanto estáticas como interactivas. Se logró cumplir con el objetivo principal de brindar una alternativa flexible y personalizable para la exploración de información, destacando la importancia de otorgar a los usuarios un mayor control sobre la manera en que pueden desarrollar y presentar sus datos.

Además, el proyecto cumple con el propósito de proporcionar una guía para que los usuarios puedan iniciarse en el desarrollo de gráficos más personalizables. A través de su estructura y ejemplos, ofrece un punto de partida accesible para quienes deseen explorar nuevas formas de representar información sin estar limitados por herramientas prediseñadas.

Durante el proceso de implementación surgieron diversas incógnitas y desafíos técnicos, los cuales abordé y resolví manteniendo siempre el enfoque en el objetivo inicial. La evolución del proyecto no solo me permitió encontrar soluciones a estos retos, sino que también abrió nuevas oportunidades de mejora y expansión.

La evolución del proyecto me impulsó en la integración de más ejemplos de los inicialmente propuestos, lo que enriqueció la herramienta y permitió demostrar su aplicabilidad en diferentes escenarios. Se estimaban 13 ejemplos base y se realizaron 14, mientras que en la categoría de ejemplos avanzados, se planearon 2 y finalmente se desarrollaron 4. A lo largo del desarrollo, no solo tomé en cuenta los aspectos técnicos, sino que también logré involucrar la parte creativa, permitiendo que el resultado final fuera mucho más expresivo y dinámico.

Adicionalmente, este proyecto representó una gran oportunidad de aprendizaje, pues me permitió profundizar y ampliar mis conocimientos en ciencia de datos, visualización de datos, matemáticas, metodología y programación. A través de los distintos retos técnicos y conceptuales, adquirí una mayor comprensión sobre la implementación de gráficos interactivos y su impacto en la representación de la información.

Finalmente, el resultado final fue más que satisfactorio, dejando abierta la posibilidad de futuras mejoras y expansiones, consolidando su viabilidad como una solución útil, eficiente y estéticamente atractiva dentro del ámbito de la visualización de datos.

## Perfeccionamiento y oportunidades de Expansión

Si bien el proyecto ha cumplido con su objetivo, existen diversas oportunidades de mejora y expansión que podrían fortalecer su alcance y funcionalidad. Una posible mejora es la ampliación de la biblioteca, incorporando nuevas gráficos de visualización y mayor compatibilidad con diferentes formatos de datos. También, el empaquetado y la modularización de la biblioteca permitirían una integración más sencilla en otros proyectos, facilitando su uso por parte de desarrolladores con distintos niveles de experiencia, así como el mantenimiento de la biblioteca.

Otra mejora importante sería el fortalecimiento del manejo de errores dentro de la biblioteca, con mensajes más descriptivos y detallados que ayuden a los desarrolladores a identificar y solucionar problemas de manera más eficiente. Implementar validaciones más robustas y mensajes de error específicos permitiría reducir la curva de aprendizaje y mejorar la experiencia de desarrollo, asegurando que cualquier problema sea identificado y comprendido rápidamente.

Adicionalmente, se pretende implementar esta biblioteca como una herramienta de trabajo y guía dentro de la próxima versión de la clase de Visualización de Datos en el ITAM, la cual será impartida por el doctor José Ezequiel Soto Sánchez. Esta implementación permitirá evaluar su aplicabilidad en un entorno académico. Como parte de esta implementación, se planea realizar una encuesta para conocer la percepción de los usuarios sobre la facilidad de uso y posibles mejoras de la biblioteca, lo que brindará información valiosa para su evolución futura.

## Bibliografía

1. D3.js. (s.f.), What is D3?, recuperado el 23 de noviembre del 2024 de [*https://d3js.org/what-is-d3*](https://d3js.org/what-is-d3)
2. Mozilla Developer Network (s.f.), Conceptos básicos de HTML, recuperado el 23 de noviembre del 2024 de [*https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting\_started\_with\_the\_web/HTML\_basics*](https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/Getting_started_with_the_web/HTML_basics)

1. Wikipedia contributors. (s.f.), Canvas element, recuperado el 23 de noviembre de 2024 de [*https://en.wikipedia.org/wiki/Canvas\_element*](https://en.wikipedia.org/wiki/Canvas_element)
2. GeeksforGeeks (s.f.), CSS Introduction, recuperado el 23 de noviembre de 2024 de [*https://www.geeksforgeeks.org/css-introduction/*](https://www.geeksforgeeks.org/css-introduction/)
3. ClickUp (s.f.). The 15 best data visualization tools in 2023, recuperado el 30 de noviembre de 2024, de [*https://clickup.com/blog/data-visualization-tools/*](https://clickup.com/blog/data-visualization-tools/)
4. QuestionPro (s. f.). Herramientas de visualización de datos, recuperado el 30 de noviembre de 2024 de [*https://www.questionpro.com/blog/es/herramientas-de-visualizacion-de-datos/*](https://www.questionpro.com/blog/es/herramientas-de-visualizacion-de-datos/)

## Anexo. Extracto de la “Guía de usuario”

La guía está dividida principalmente en dos secciones. La primera sección abarca la descripción de los métodos disponibles en la biblioteca, detallando su funcionalidad, así como los parámetros de entrada y salida necesarios para su correcto uso. La segunda sección presenta diversos casos de uso, los cuales consisten en ejemplos prácticos que el usuario puede replicar para facilitar su aprendizaje. En estos ejemplos se describe con detalle su implementación, explicando paso a paso cómo integrar uno o varios métodos de la biblioteca para la construcción de un gráfico específico.

Los siguientes ejemplos pertenecen al apartado de métodos.



### MétodoView Port



### Método Eje X



### Método Gráfica de puntos



### Método Gráfica de burbujas



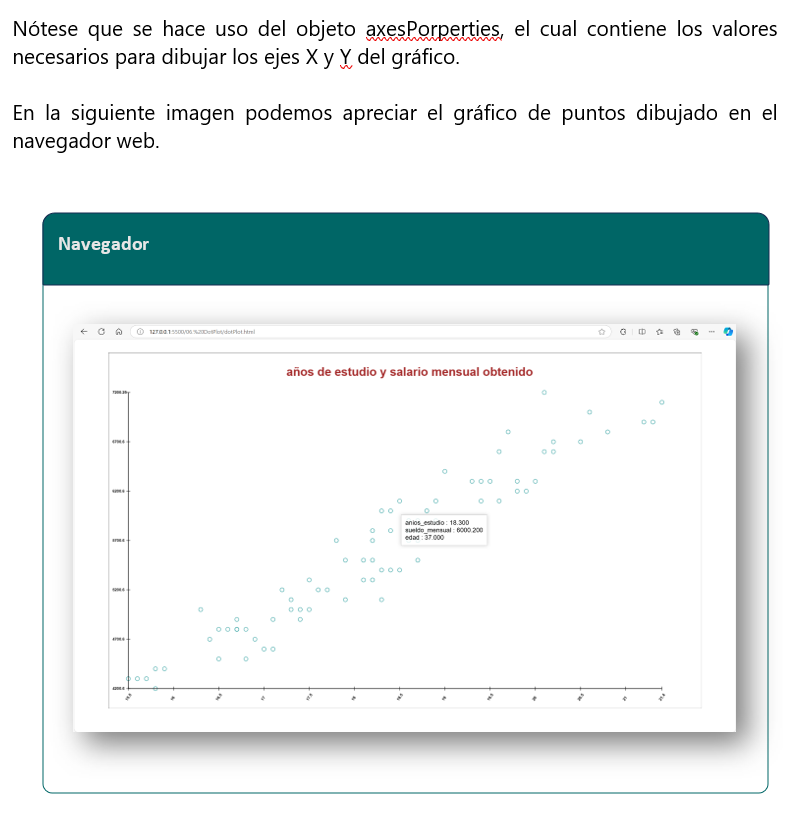
### Método Mapa de puntos

Los siguientes ejemplos pertenecen al apartado de casos de uso.



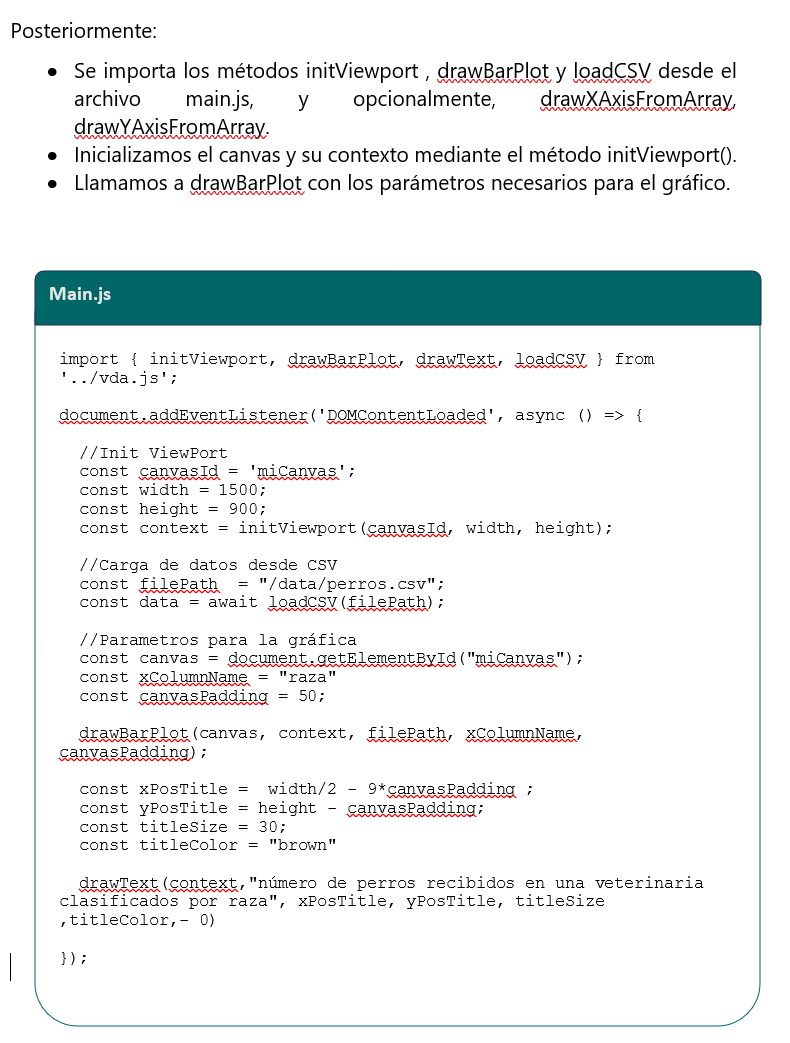
### Caso de uso Gráfica de puntos







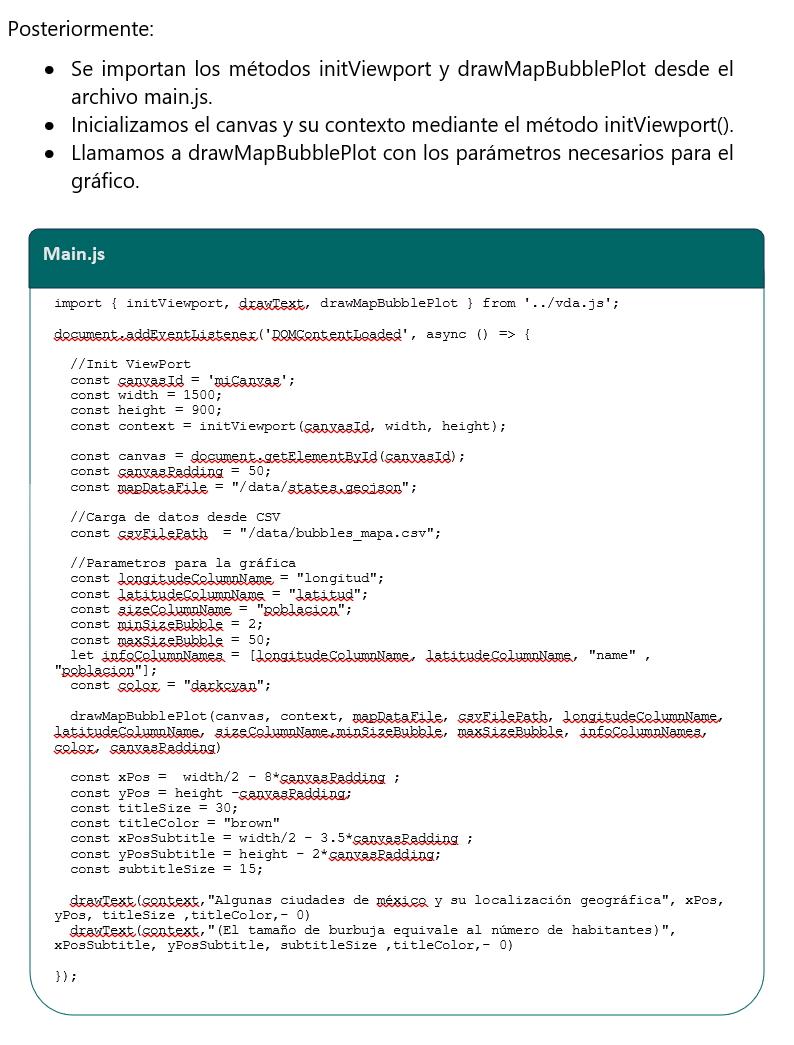
### Caso de uso Gráfica de barras

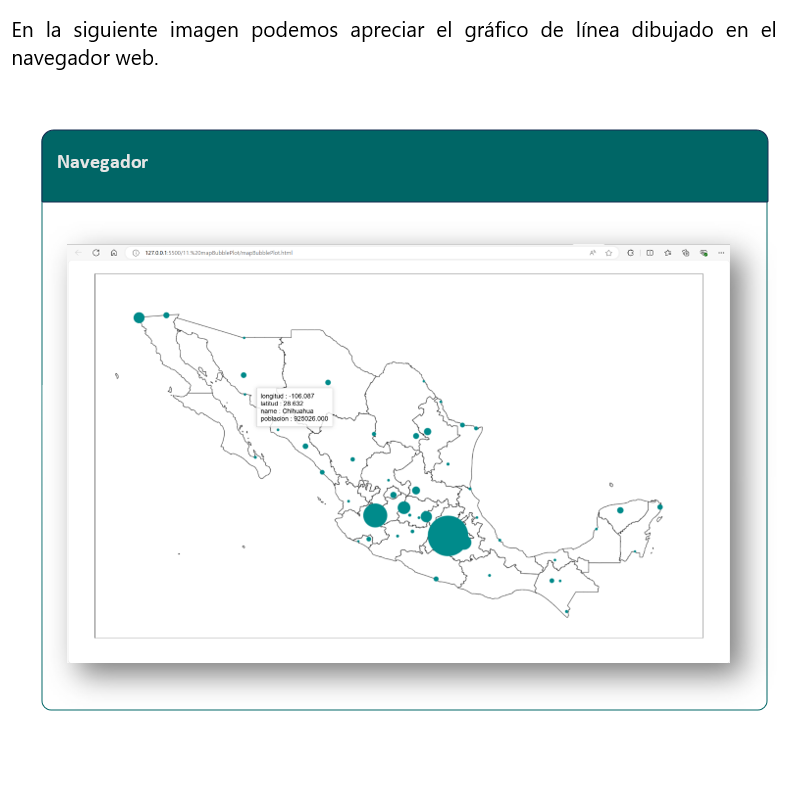






### Caso de uso Mapa de burbujas

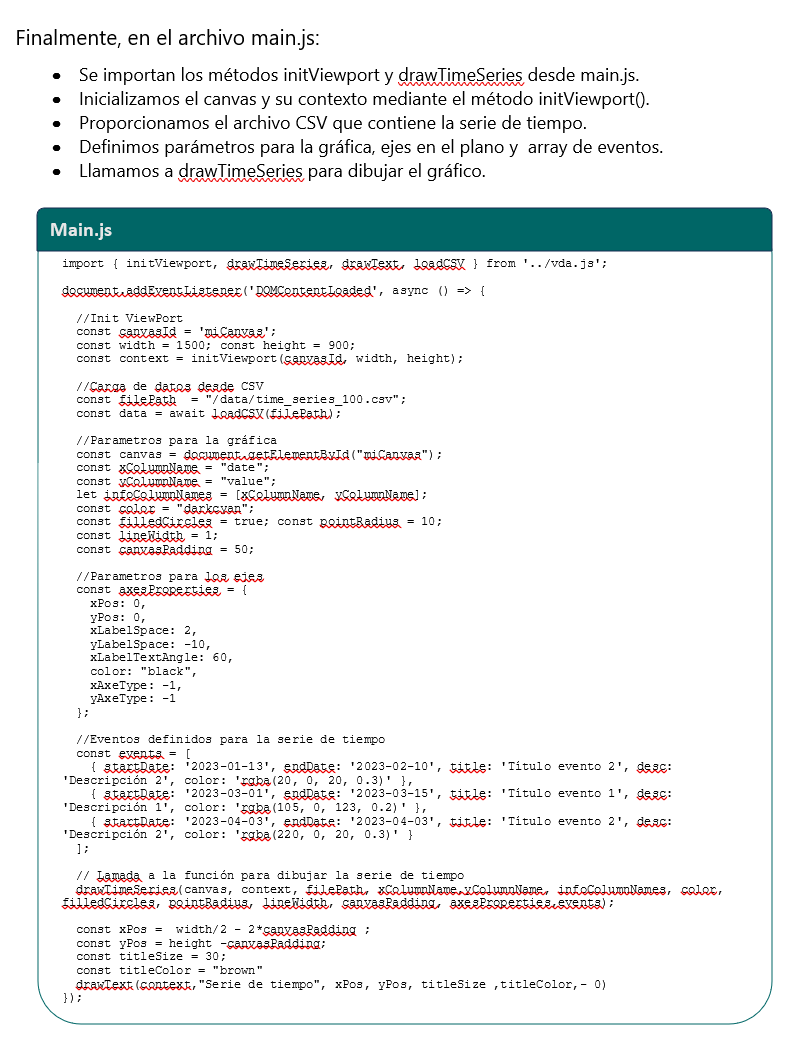


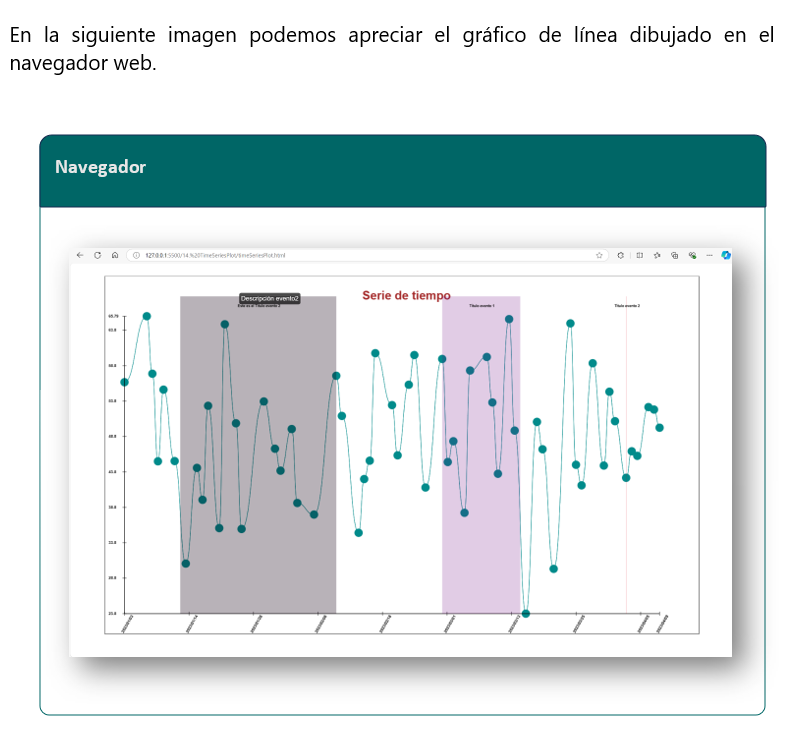




### Caso de uso Serie de tiempo

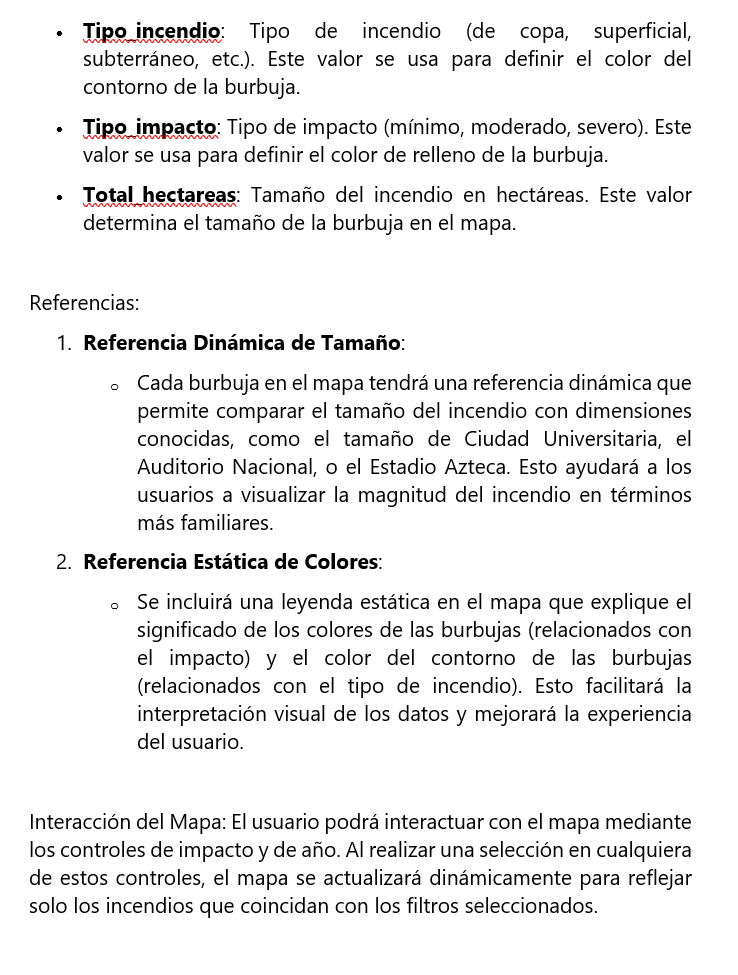


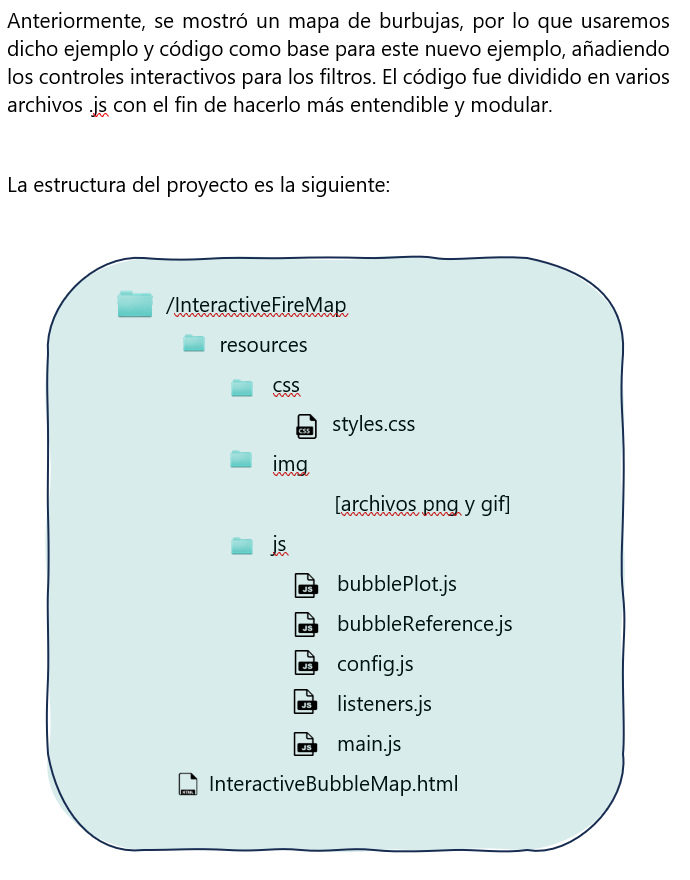






### Caso de uso Mapa interactivo de burbujas

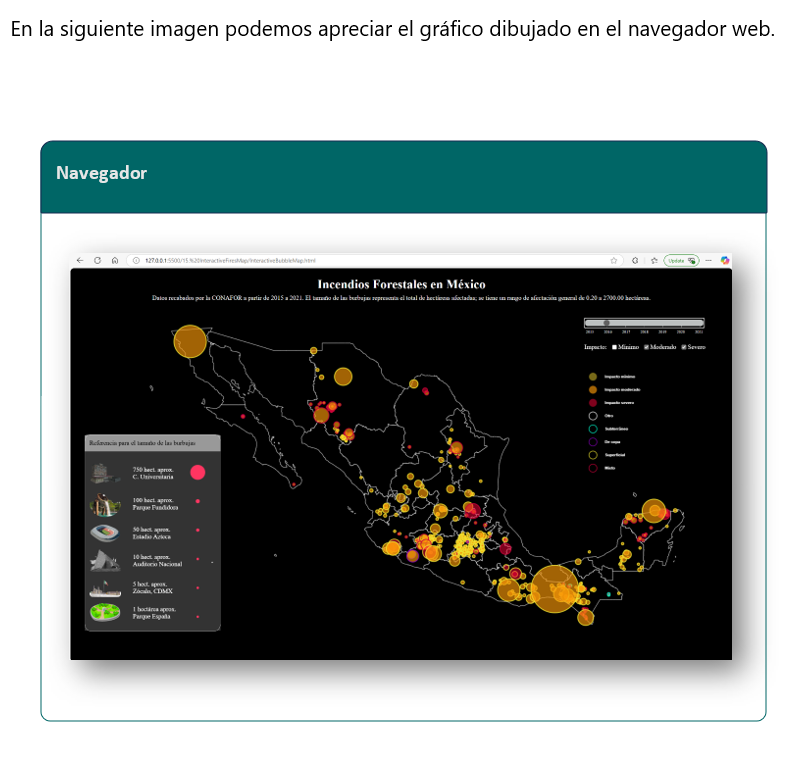






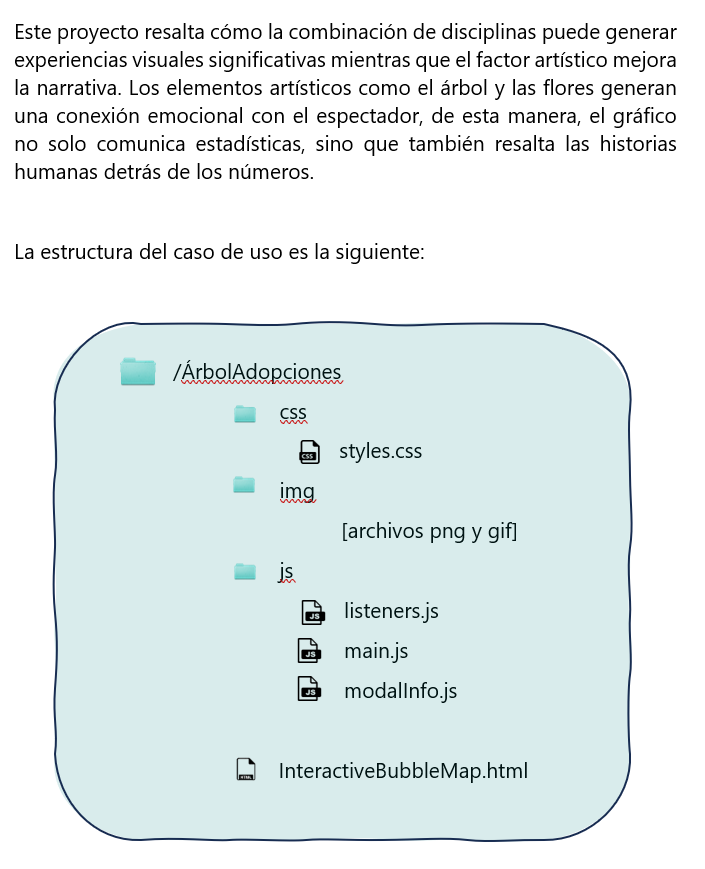
Este es un ejemplo extenso que involucra múltiples configuraciones y archivos, por lo que se omite su implementación detallada en este documento. No obstante, el ejemplo completo, junto con su configuración y archivos correspondientes, puede consultarse en la guía de usuario.

A continuación, se presenta el resultado final.





### Caso de uso Árbol de adopciones





Este es un ejemplo extenso que involucra múltiples configuraciones y archivos, por lo que se omite su implementación detallada en este documento. No obstante, el ejemplo completo, junto con su configuración y archivos correspondientes, puede consultarse en la guía de usuario.

A continuación, se presenta el resultado final.

