



Universidad de Concepción
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía
Departamento de Geografía

**DESARROLLO DE APLICACIONES *WEB MAPPING* PARA EL CAMPUS DE
LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO

TESISTA: Valeria Soto Bastías

Profesora Guía: Dra. María Ester Gonzalez

Concepción, 2024

RESUMEN

La Universidad de Concepción (UdeC), declarada Monumento Histórico Nacional, alberga un valioso patrimonio cultural y educativo. Sin embargo, la carencia de aplicaciones de localización específicas para el Campus UdeC, que faciliten la ubicación de edificios, monumentos, esculturas, entre otros, representa un obstáculo para la movilidad de estudiantes y visitantes. Para dar respuesta a esta carencia, se han desarrollado dos aplicaciones *Web Mapping*: una basada en *software* propietario y otra en *software* libre. La primera se ha construido utilizando ArcGIS Experience Builder, mientras que la segunda se basa en una arquitectura tecnológica que integra GeoServer, PostgreSQL, PostGIS y Leaflet. Estas aplicaciones no solo ofrecen una solución práctica para explorar y ubicar edificios, monumentos y esculturas en el campus, sino que también facilitan la identificación, comprensión y apreciación del valioso patrimonio cultural y educativo de la Universidad de Concepción.

Palabras Claves: *Web Mapping*, Campus Universidad de Concepción, ArcGIS Experience Builder, *software* libre.

ABSTRACT

The University of Concepción (UdeC), declared a National Historic Monument, houses a valuable cultural and educational heritage. However, the lack of specific localization applications for the UdeC Campus, which facilitate the location of buildings, monuments, sculptures, among others, represents an obstacle to the mobility of students and visitors. To address this deficiency, two Web Mapping applications have been developed: one based on proprietary software and the other on open-source software. The first one has been built using ArcGIS Experience Builder, while the second one is based on a technological architecture that integrates GeoServer, PostgreSQL, PostGIS, and Leaflet. These applications not only offer a practical solution to explore and locate buildings, monuments, and sculptures on campus but also facilitate the identification, understanding, and appreciation of the valuable cultural and educational heritage of the University of Concepción.

Keywords: Web Mapping, University of Concepción Campus, ArcGIS Experience Builder, open-source software.

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi abuelo Gustavo, quien por situaciones de la vida no se encuentra conmigo ahora. Gracias por cuidarme, quererme tanto y ser un apoyo para mí siempre. Ojalá estuviera acá para poder contarle todas mis alegrías y tristezas durante este proceso, lo extraño y espero se sienta orgulloso de mí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primeramente a mi familia, a mi madre y padre, por todo el amor incondicional que me han entregado durante este proceso. A mi hermano, por ser la persona que más me ha acompañado en todo.

También agradecer a Javiera y Natividad por hacer mis días más bonitos y por todo su apoyo y cariño. Estoy muy feliz de haber coincidido con ustedes.

Quiero agradecer a mi profesora guía María Ester Gonzalez por toda la paciencia y empatía que tuvo conmigo durante todo este año. Siempre estaré profundamente admirada de todos sus conocimientos y siempre será una inspiración para mí. Gracias por todo lo que me ha entregado para mi formación como futura Geógrafa.

Índice de Contenidos

RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
Índice de Contenidos.....	v
Lista de Tablas	vii
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones	xi
Capítulo I: Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Objetivos	4
1.2.1. Objetivo general	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. Metodología	4
Capítulo II: Marco Teórico	6
2.1. Definición de <i>Web Mapping</i>	6
2.2. Antecedentes de <i>Web Mapping</i>	7
2.3. Componentes del <i>Web Mapping</i>	10
2.4. Beneficios y desafíos del <i>Web Mapping</i>	11
2.5. Tecnologías para implementar <i>Web Mapping</i>	15
2.6. Ejemplos de usos de <i>Web Mapping</i>	16
2.7. <i>Web Mapping</i> para Campus Universitarios	17
2.8. Antecedentes de <i>Web Mapping</i> en la Universidad de Concepción	22
2.9. Caracterización del área de aplicación.....	26
Capítulo III: Desarrollo aplicaciones <i>Web Mapping</i>	32
3.1. Especificaciones y Requisitos	32
3.1.1. Requisitos funcionales	33
3.1.2. Requisitos no funcionales	36

3.2.	Obtención y tratamiento de datos.....	36
3.2.1.	Definición de áreas y límites Campus UdeC	37
3.2.2.	Antecedentes y georreferenciación de Monumentos y Esculturas	42
3.3.	<i>Web Mapping</i> con ArcGIS Experience Builder	48
3.4.	<i>Web Mapping</i> con <i>software</i> libre	54
Capítulo IV: Conclusiones		73
Bibliografía.....		76
Anexos		83
	Anexo I Monumento “Relieve en el Arco de la Escuela de Medicina”	83
	Anexo II Monumento “Caupolicán”.....	84
	Anexo III Monumento “Homenaje de la Masonería a la UdeC”	85
	Anexo IV Monumento “La Quimera”	86
	Anexo V Monumento “El Horacio”	87
	Anexo VI Monumento “Homenaje al Espíritu de los Fundadores de la Universidad de Concepción”	88
	Anexo VII Monumento “Homenaje al rector David Stitchkin Branover”	89
	Anexo VIII Monumento “El Discóbolo”	90
	Anexo IX Monumento “Ronda de Unidad”	91
	Anexo X Monumento “Los Luchadores”	92
	Anexo XI Monumento “La Liberación”	93
	Anexo XII Monumento “Profesor Rolando Merino Reyes”	94
	Anexo XIII Monumento “Juana de Arco”	95
	Anexo XIV Monumento “Luzterra”	96
	Anexo XV Monumento “Rorcual Común”	97
	Anexo XVI Monumento “Dr. Enrique Solervicens Castel”	98
	Anexo XVII Monumento “85 Años de la UdeC”	99
	Anexo XVIII Monumento “Profesor de Farmacia, J. Ernesto Mahuzier”	100
	Anexo XIX Monumento “Luchando por la Justicia”	101

Lista de Tablas

Tabla 1.- Clasificación áreas Campus UdeC.	39
Tabla 2.- Coordenadas de monumentos y esculturas.	45
Tabla 3.- Encuadre nativo: Monumentos-Esculturas, Áreas y Límites	62
Tabla 4.- Encuadre Lat/Long: Monumentos-Esculturas, Áreas y Límites	62
Tabla 5.- Colores hexadecimales de capa Áreas.	66

Lista de Figuras

Figura 1.- Heatmaps: áreas más atractivas del Campus de WUST.	18
Figura 2.- Heatmaps: áreas menos atractivas del Campus de WUST.	18
Figura 3.- Guía del Campus de la Universidad Estatal de Taraba 3D.	19
Figura 4.- Campus <i>WebGIS</i> de la Universidad de Manado con QGIS Cloud.	20
Figura 5.- Recorrido Virtual, Universidad San Sebastián.	21
Figura 6.- Tour Virtual Universidad del Bio-Bío.	21
Figura 7.- Plano Campus UdeC en sitio Web Departamento de Astronomía.	22
Figura 8.- Plano Campus UdeC: Zonas de Seguridad.	23
Figura 9.- Plano Campus UdeC en sitio <i>web</i>	23
Figura 10.- Aplicación Tour Virtual Facultad de Ingeniería UdeC.	24
Figura 11.- Aplicación 360° Pinacoteca UdeC.	25
Figura 12.- Tour Virtual UdeC.	25
Figura 13.- Localización Campus UdeC.	28
Figura 14.- Fases de desarrollo aplicaciones <i>Web Mapping</i>	32
Figura 15.- Ejemplos iconos para requisitos funcionales.	35
Figura 16.- Ejemplo Basemaps para requisito funcional.	35
Figura 17.- Obtención de datos áreas y límites.	36
Figura 18.- Obtención de datos monumentos y esculturas.	37
Figura 19.- Proceso obtención de datos áreas y límites.	37
Figura 20.- Tabla de Atributos con datos nulos.	40
Figura 21.- Modelo Lógico para capa Areas.shp.	41

Figura 22.- Resultado: Tabla de atributos capa Areas.shp.....	42
Figura 23.- Esquema de proceso de obtención capa Monumentos y esculturas.	42
Figura 24.- Ingreso capas Áreas y Límites en ArcGIS Map Fields.	44
Figura 25.- Ingreso de puntos (GPS) en ArcGIS Map Fields.....	44
Figura 26.- Sitio <i>web</i> Monumentos y Esculturas en Google Sites.	47
Figura 27.- Modelo Lógico capa de Monumentos UdeC.	47
Figura 28.- Resultado: Tabla de atributos Capa Monumentos-Esculturas.	48
Figura 29.- Arquitectura tecnológica <i>software</i> propietario.	49
Figura 30.- Proceso implementación <i>Web Mapping</i> en ArcGIS Experience Builder.	50
Figura 31.- Widget “Search” capa Áreas UdeC.	52
Figura 32.- Vista Pop-Up y acceso página <i>web</i> de monumentos-esculturas.....	53
Figura 33.- <i>Web Mapping</i> ArcGIS Experience Builder.....	54
Figura 34.- Arquitectura tecnológica <i>software</i> libre.....	55
Figura 35.- Fases de desarrollo: <i>Web Mapping</i> con <i>software</i> libre.....	60
Figura 36.- Importación de capa Límites desde QGIS a PostgreSQL.	61
Figura 37.- Visualización capa Límites en pgAdmin4.	62
Figura 38.- Obtención URL WMS de capa Límites en Geoserver.	63
Figura 39.- Codificación HTML en Visual Studio Code.....	64
Figura 40.- Codificación de BaseMaps en Visual Studio Code.....	65
Figura 41.- Modificación de estilos y obtención de código en Geoserver.	66

Figura 42.- Codificación de Áreas y Límites en Visual Studio Code.....	67
Figura 43.- Codificación de complementos.....	68
Figura 44.- Funcionalidad de complemento Layers.....	68
Figura 45.- Extracción formato GeoJSON	69
Figura 46.- Codificación Pop-Up en Visual Studio Code.	71
Figura 47.- Resultado Pop-Up en <i>Web Mapping</i> con <i>software</i> libre.	71
Figura 48.- <i>Web Mapping</i> con <i>software</i> libre.	72

Lista de Símbolos, Nomenclatura o Abreviaciones

JS	JavaScript
SLD	Styled Layer Descriptor
HTML	Hypertext Markup Language
OSM	OpenStreetMap
GIS	Geographic Information System
.shp	Shapefile
OGC	Open Geospatial Consortium
WMS	<i>Web</i> Map Service
WFS	<i>Web</i> Feature Service
UTM	Universal Transverse Mercator
OSS	Open Source <i>Software</i>
TIFF	Tagged Image File Format
JPEG	Joint Photographic Experts Group
WGS84	World Geodetic System 1984.
BBDD	Bases de Datos
API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheets
GPS	Global Positioning System
WPS	Web Processing Service
WCS	Web Coverage Service
BBDD	Bases de Datos
GeoJSON	Geographic JavaScript Object Notation
SQL	Structured Query Language

Capítulo I: Introducción

1.1. Planteamiento del problema

En la era actual, las herramientas de geolocalización, en particular el *Web Mapping*, desempeña un papel fundamental en diferentes aspectos de la vida cotidiana. Estas herramientas nos brindan acceso instantáneo a información precisa y espacial, facilitando la orientación, navegación, planificación de rutas y descubrimiento de lugares de interés, generado un impacto significativo en múltiples sectores de la sociedad.

El *Web Mapping* se representa utilizando como base de aplicaciones de visualización tales como, Google Maps, Bing Maps, OpenStreetMaps, AppleMaps, entre otros, permitiendo explorar un vasto universo de cartografía en línea, desde una perspectiva global hasta un nivel de detalle local. Estas herramientas son importantes por su capacidad de proporcionar orientación y navegación precisa, enfatizando en la importancia del tiempo sobre las personas. Por ejemplo, ayudan a la planificación eficiente de rutas considerando el tráfico en tiempo real, ofreciendo alternativas en casos de congestión, optimizando el desplazamiento de conductores, ciclistas y peatones. Facilitan la exploración de nuevas áreas a partir de la muestra de información relevante de reseñas, horarios de apertura y fotografías de lugares de interés de las comunidades, lo cual, fomenta el turismo y el comercio. También, contribuyen a la gestión de crisis y emergencias durante desastres naturales mediante la coordinación de esfuerzos, despliegue de recursos y evacuación de áreas en riesgo.

Por otro lado, las aplicaciones de ubicación tales como Uber y Airbnb combinan la geolocalización con otros servicios y funciones para ofrecer una experiencia más completa revolucionando el comercio y los servicios. Es por ello que, el *Web Mapping* desempeña un papel crucial en la sociedad moderna al proporcionar

información geoespacial precisa facilitando diversas actividades, desde la orientación diaria hasta la seguridad personal. Estas herramientas han transformado múltiples sectores y mejorado nuestra calidad de vida, teniendo una importancia que radica en su capacidad para navegar, explorar, planificar y tomar decisiones de manera efectiva.

En el ámbito geográfico, es fundamental conocer estas herramientas y explorar su potencial para el estudio y análisis del espacio geográfico, especialmente considerando su continua evolución y su relevancia futura. En este contexto, resulta llamativo que la Universidad de Concepción (UdeC) no disponga de un visualizador de mapas o aplicación propia que permita ubicarse en el Campus que abarca más de 45 hectáreas. Actualmente en el sitio web solo se encuentra disponible un plano general de Campus UdeC formato JPG descargable y un “recorte” de Google Maps insertado en el sitio *web*.

La Universidad de Concepción (UdeC) recibe diariamente a cientos de estudiantes, docentes, investigadores, funcionarios y visitantes que participan en diversas actividades académicas, culturales y deportivas. Sin embargo, actualmente la Universidad no cuenta con una plataforma de *Web Mapping* que integre datos geográficos y permita recorrer y explorar virtualmente todo el Campus de manera interactiva. Esta carencia dificulta la orientación y navegación dentro de la zona, especialmente para aquellos que no están familiarizados con el Campus, lo que puede resultar en pérdida de tiempo y frustración al intentar encontrar aulas, edificios o servicios específicos.

La falta de una herramienta de este tipo también genera dificultades para que los estudiantes planifiquen su día a día y tomen decisiones informadas. Por ejemplo, pueden enfrentar problemas al seleccionar la ruta más eficiente entre las clases o al buscar lugares específicos como bibliotecas, museos, laboratorios o centros

deportivos. Esta falta de información detallada puede afectar negativamente su experiencia académica y su capacidad para aprovechar los servicios que ofrece la Universidad en su totalidad.

Además, la ausencia de una herramienta de geolocalización puede ser un obstáculo para la integración de nuevos estudiantes, especialmente aquellos que provienen de otras regiones o países. La falta de una herramienta que les ayude a familiarizarse rápidamente con el Campus puede generar una sensación de desorientación y dificultades para adaptarse al nuevo entorno educativo.

Por otro lado, la implementación de un *Web Mapping* del Campus de la UdeC no solo beneficiaría a los estudiantes, sino también a los visitantes y participantes de actividades académicas y culturales. Un mapa interactivo y detallado del Campus facilitaría la ubicación de lugares relevantes para la realización de eventos, mejorando la organización y la experiencia general de los asistentes. Además, el Campus tiene un gran valor histórico y arquitectónico, ya que, fue declarado Monumento Histórico Nacional por el Consejo de Monumentos de Chile el 22 de febrero de 2017. Es importante destacar las zonas incluidas en esta declaración, como las primeras edificaciones del Campus y el eje que va desde el Foro hasta la Biblioteca, así como las esculturas y obras de arte que se encuentran en diferentes áreas y edificios del Campus.

Por lo tanto, la disponibilidad de un *Web Mapping* que proporcione acceso visual e interactivo a información clave sobre la institución sería de gran relevancia tanto para estudiantes como para el público en general. Esta herramienta permitiría una comprensión más fácil y visual de las infraestructuras relevantes, así como ayudaría en la orientación dentro del Campus y en la toma de decisiones relacionadas con el tiempo.

En el marco de esta propuesta, se plantea dar respuesta a esta carencia en el Campus UdeC mediante el diseño y desarrollo de aplicaciones *Web Mapping*, que se encuentren disponibles tanto en versiones de código abierto, como versiones que requieran licencias, asegurando su compatibilidad con computadoras y dispositivos móviles.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Desarrollar aplicaciones *Web Mapping* para el Campus de la Universidad de Concepción, empleando tanto *software* propietario como libre.

1.2.2. Objetivos específicos

- Seleccionar datos e información pertinentes que servirán de base para la creación del *Web Mapping*, asegurando su relevancia y precisión.
- Organizar los datos recopilados, realizando los cambios de formatos y ajustes necesarios para asegurar su integración efectiva en las aplicaciones *Web Mapping*.
- Diseñar una interfaz intuitiva y funcional para el *Web Mapping*, implementando las herramientas y funcionalidades necesarias.

1.3. Metodología

Etapas 1: Selección de datos e información

- Se recopilan datos e información geoespacial relevante y se indaga sobre la infraestructura de la Universidad. Esto incluye la adquisición de planos y la obtención de información sobre facultades, monumentos y esculturas.

Etapas 2: Preparación y procesamiento de los datos

- Los datos recopilados se someten a una corrección de errores. Se ajustan a formatos compatibles con la aplicación seleccionada para implementar el *Web Mapping*.

Etapa 3: Diseño *Web Mapping*

- Implica la integración de las capas de información a los *softwares* seleccionados e implementación de funcionalidades y herramientas.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Definición de *Web Mapping*

En las últimas décadas, los mapas y el mapeo han experimentado un rápido desarrollo por el avance de las nuevas tecnologías digitales en línea (Veenendaal, Brovelli & Li, 2017; Veenendaal, Brovelli, Li & Ivánová, 2017; Köbben & Kraak, 2020; Kadochnikov, Shaparev, Tokarev & Yakubailik, 2019). El *Web Mapping*, es una aplicación que, combinando los avances en tecnologías *web* y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), crea y comparte mapas interactivos por medio del uso de la internet (Veenendaal et al, 2017; Endalew, Shiferaw & Kindie, 2019; Köbben & Kraak, 2020). Se considera que los mapas pueden ser representados como elementos interactivos en una página *web*, permitiendo a los usuarios, explorar y analizar información espacial de forma dinámica (Veenendaal et al, 2017) utilizando herramientas de navegación (acercar, alejar, ajustar tamaño completo, etc.), herramientas de búsqueda y herramientas de impresión de mapas (Endalew et al, 2019; Iadanza, Trigila, Starace, Dragoni, Biondo & Roccisano, 2021; Blachoswki, Luczak & Zagrodnik, 2018).

El *Web Mapping* es una disciplina integral que fusiona la cartografía tradicional con avanzadas tecnologías de la información y la comunicación, realizando una transición significativa hacia la interactividad y dinamismo en plataformas digitales a través de Internet. Se destaca por su capacidad para generar mapas interactivos y personalizables que facilitan la visualización, gestión y análisis de datos geoespaciales. Es particularmente valiosa en aplicaciones como la gestión de desastres naturales, donde proporciona herramientas esenciales para la visualización en tiempo real de información geográfica crítica. Según Veenendaal et al. (2017), el *Web Mapping* "capta la integración e interacción entre tres componentes en línea: información geoespacial, personas y funcionalidad",

destacando su relevancia en la era digital para una variedad de profesionales, incluyendo geógrafos y planificadores urbanos.

2.2. Antecedentes de *Web Mapping*

La cartografía previa al auge de la internet se llevaba a cabo mediante el escaneo y distribución de mapas (en papel) a partir del uso de correo o contacto físico entre especialistas (Peterson, 2003). Con el avance histórico de la internet, fue posible la generación de mapas *web* y con ello una drástica disminución en la distribución de mapas físicos (Veenendaal et al, 2017, Peterson, 2003).

El avance histórico del *Web Mapping* se puede definir en 7 etapas, las cuales se resumen brevemente a continuación:

- *Web Mapping* estático: Esta etapa, que comenzó en la década de los 90 (Veenendaal et al, 2017; Peterson, 2003), estableció los fundamentos de la cartografía en línea, conocida como *Web Mapping*. La característica principal de esta fase radica en la disponibilidad de mapas estáticos en la *web*, que son imágenes fijas sin capacidad de interacción. La accesibilidad a estos mapas a través de los navegadores *web* era limitada, y sus capacidades incluían un control limitado (Veenendaal et al, 2017; Haklay, Singleton & Parker, 2018).
- *Web Mapping dinámico*: Con la proliferación del internet y el avance de la tecnología *web* a finales del siglo XIX (Veenendaal et al, 2017), se introdujeron mapas interactivos y servicios geoespaciales en la *web*, lo que permitió una interacción más fluida entre el usuario y el servidor. Esto posibilitó a los usuarios controlar y manipular de manera básica lo que veían en los mapas a través de movimientos en la pantalla. Esta innovación allanó el camino para atlas en línea interactivos y los primeros indicios de la funcionalidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la

web. De esta manera, los usuarios podían realizar consultas y análisis básicos en línea.

- *Web Mapping de servicios*: Esta etapa se centró en la estandarización de las interfaces para los servidores de mapas *web*. Entre los primeros estándares emitidos por la Organización de Estándares Geoespaciales (OGC) se encuentran los Servicios de Mapas *Web* (WMS) en el año 2000, los Servicios de Entidades *Web* (WFS) en 2002, los Servicios de Cobertura *Web* (WCS) en 2005 y los Servicios de Procesamiento *Web* (WPS) en 2007 (Veenendaal et al, 2017). Además, durante esta fase, se produjo una proliferación de interfaces diseñadas para suministrar información geográfica no solo a los usuarios finales, sino también a otros programas de *software*.
 - Los servidores *web* se volvieron accesibles mediante interfaces de programación de aplicaciones (API), lo que otorgó a los usuarios una mayor libertad en términos de interacción con los diversos servicios disponibles. Ejemplos de API diseñadas para su uso en mapas *web* incluyen OpenLayers, Leaflet, Google Maps API, entre otros (Veenendaal et al, 2017; Haklay et al, 2018). Es importante señalar que, a pesar de los avances tecnológicos, persistía una limitación en la interacción entre el usuario y el servidor. Los usuarios debían aguardar la respuesta del servidor, lo que significa que no podían interactuar con el mapa ni llevar a cabo acciones adicionales hasta que el servidor procesara una solicitud previa del usuario.
- *Web Mapping interactivo y colaborativo*: En esta etapa, que abarca el período entre 2000 y 2007 (Veenendaal et al, 2017), se logró superar las limitaciones previas en la interacción entre el usuario y el servidor, ofreciendo respuestas más rápidas y una experiencia más fluida para el usuario. Ejemplos destacados de esta nueva tecnología incluyen Google Maps y Google Suggest. Los usuarios, además de seleccionar y visualizar

información, pudieron crearla y compartirla con otros usuarios, lo que dio lugar a la creación de una "inteligencia colectiva". En esta fase, los usuarios no solo accedían a los mapas en línea, sino que también contribuían a su creación y mejora. Ejemplos representativos de esta etapa son Google Map Maker y Microsoft Bing Maps.

- *Web Mapping* del globo digital: Hasta este punto de la historia, los mapas se limitaban a representaciones en 2D. Sin embargo, en esta nueva etapa se introdujo la visualización en 3D, lo que permitió a los usuarios explorar la tierra de manera más inmersiva. Además, se facilitó la colaboración en tiempo real a través de estas plataformas, lo que permitió a una amplia audiencia de usuarios acceder a datos geospaciales de forma pública. Servicios como Google Earth y Microsoft Virtual Earth (ahora Bing) son ejemplos notables de esta fase de la cartografía *web*. Es relevante destacar que esta nueva forma de representación de los mapas se desarrolló simultáneamente con la cartografía *web* colaborativa, y, por lo tanto, se ubican cronológicamente en períodos similares.
- *Web Mapping* móvil y en la nube: A mediados de la década de los 2000 (Veenendaal et al, 2017), la proliferación de dispositivos móviles como smartphones y tablets revolucionó la forma en que interactuamos con mapas en línea, brindándonos la capacidad de acceder a ellos desde cualquier lugar y en cualquier momento. Esta nueva modalidad de interacción permitió el acceso a información en tiempo real gracias a tecnologías como el GPS, lo que facilitó la contribución de datos en tiempo real a plataformas que recopilan información, como las relacionadas con el estado del tráfico (por ejemplo, Waze), logística y entregas, turismo, entre otros.
 - Además de esta transformación, la computación en la nube desempeñó un papel fundamental al proporcionar capacidades de almacenamiento amplias y la posibilidad de colaboración global. La

nube, que se refiere a servidores remotos con una gran capacidad de almacenamiento, permitió una mayor escalabilidad de la información. Esto significa que los servicios de cartografía podían adaptarse para atender a un mayor número de usuarios sin que ello afectara la calidad del servicio. Ejemplos de plataformas basadas en la nube incluyen Amazon *Web Services*, Microsoft Azure, ArcGIS Online, GeoNode, entre otros.

- *Web Mapping* inteligente: Esta etapa, que se encuentra en constante desarrollo, se centra en la mejora continua de la interacción entre la máquina y el usuario, con el objetivo de que la máquina pueda generar resultados personalizados. En esta era, se busca "entrenar" a la máquina, ya sea un ordenador o un servicio *web*, para que pueda procesar las diversas órdenes de manera más inteligente y proporcionar información más relevante y precisa a cada usuario de manera individualizada.

2.3. Componentes del *Web Mapping*

El *Web Mapping* se basa en tres elementos fundamentales que son claves en su funcionamiento, los cuales son; los geodatos y su visualización, los *softwares* geoespaciales y la *web* (Veenendaal et al, 2017):

- Geodatos / Geoinformación: Son los datos geográficos y la información que forman la base de la información espacial utilizada en el *Web Mapping*. Estos datos pueden incluir ubicaciones geográficas, características del terreno, datos climáticos, entre otros.
- Sistema de información geográfica (SIG) y *softwares* geoespaciales: SIG es una tecnología que permite manipular y analizar información geográfica de forma efectiva. Mientras que, *software* geoespacial se refiere al conjunto de programas informáticos y herramientas que permiten la gestión, visualización, análisis y manipulación de datos geográficos. Dentro de los programas más comunes se incluyen QGIS, ArcGIS, MapInfo, entre otros.

- *World Wide Web (Web)*: Es el medio por el cual es posible compartir y acceder a mapas y aplicaciones de mapeo. Proporciona una plataforma para alojar y distribuir mapas interactivos, servicios de geolocalización, entre otros.

2.4. Beneficios y desafíos del *Web Mapping*

El *Web Mapping* brinda una amplia gama de beneficios a los usuarios. Se destacan principalmente:

- Visualización y comprensión de datos geoespaciales: El *Web Mapping* permite representar datos geográficos y geoespaciales en forma de mapas interactivos y visuales. Esto facilita la comprensión y visualización de la información, ya que, los mapas proporcionan una representación intuitiva y clara de la ubicación, la distribución y las relaciones espaciales de los datos. Tal como se menciona en Blachowski et al. (2018), Garba et al. (2018) y Papua et al. (2021), el *Web Mapping* permite crear mapas interactivos del Campus universitario, lo que facilita la navegación de los estudiantes, visitantes y personal. Los usuarios pueden explorar fácilmente los edificios académicos, las áreas residenciales, las instalaciones para ocio (gimnasio, bibliotecas) y otras características del Campus.
- Toma de decisiones informadas: El *Web Mapping* permite a los usuarios analizar y visualizar datos geoespaciales relevantes para tomar decisiones informadas. Los mapas interactivos pueden mostrar capas de información superpuestas (Peterson, 2017; Iadanza et al, 2021; Repositorio Institucional de Documentos, s.f.; García, 2021) permitiendo identificar patrones, tendencias y relaciones espaciales. Como se señala en Iadanza et al. (2021), Repositorio Institucional de Documentos. (s.f.), y García (2021) el *Web Mapping* es especialmente valioso en áreas como la planificación urbana y la gestión de desastres como incendios o deslizamientos de tierra.

- Acceso a información actualizada: Mediante el uso del *Web Mapping*, es posible acceder a datos actualizados en tiempo real o con frecuencia actualizada. Una mayor actualización de la información ayuda a rubros como el ecoturismo (Endalew et al, 2019), permite que los estudiantes conozcan la infraestructura de su Universidad (Blachowski et al, 2018; Garba et al, 2018; Papua et al, 2018) y puede permitir mejoras en planificación territorial.
- Colaboración en la entrega de información: El *Web Mapping* facilita la colaboración y el intercambio de información geoespacial entre diferentes usuarios y organizaciones. Los mapas *web* pueden ser compartidos y accedidos fácilmente a través de internet, lo que permite a los usuarios colaborar en tiempo real, compartir análisis y tomar decisiones conjuntas basadas en datos geoespaciales compartidos. En el caso de la aplicación *Web Mapping* IdroGEO (Iadanza et al, 2021), la colaboración entre distintas personas al momento de entrega de información permite una actualización más constante de información geográfica. En dicha aplicación *web*, el tiempo de actualización disminuyó de 1 año a menos de 60 días.
- Accesibilidad y disponibilidad: El *Web Mapping* permite el acceso a la información geoespacial desde cualquier lugar y en cualquier momento, siempre que se disponga de una conexión a Internet. Esto proporciona una gran flexibilidad y conveniencia, ya que, los usuarios pueden acceder a los mapas y datos relevantes desde sus dispositivos móviles o computadoras de escritorio, sin necesidad de instalaciones o infraestructuras adicionales

Como se mencionó anteriormente, el *Web Mapping* se encuentra estrechamente vinculado a los SIG y a los *softwares* geoespaciales, ya que, se apoya en ellos para la visualización y análisis de datos geográficos en entornos *web*. La integración de estas tecnologías permite aprovechar al máximo la información espacial y presentarla de forma interactiva y accesible en la *web*.

El *Web Mapping* ha revolucionado la forma en que exploramos, analizamos y visualizamos la información geográfica, tal como en los ejemplos mencionados en los párrafos previos. Sin embargo, a pesar de los avances de estas tecnologías, enfrentamos una serie de desafíos al generar los mapas en línea, los cuales, se mencionan a continuación:

- Recopilación y actualización de datos geoespaciales: Unos de los principales desafíos al iniciar el *Web Mapping* es la recopilación y mantención de datos geoespaciales actualizados. Esto implica la recopilación de información sobre edificios, instalaciones, rutas de transportes, áreas verdes y otros elementos relevantes. La calidad en la recopilación de los datos es un factor determinante para evaluar si son adecuados, esto debido a que, una gran cantidad de datos no garantiza la utilidad de éstos (Veenendaal et al, 2017). Es de suma importancia que los datos sean actualizados para reflejar cambios en infraestructuras, áreas verdes y otros elementos relevantes. Esto último permite a los usuarios la identificación de áreas de interés, mostrando sectores turísticos (Endalew et al, 2019), zonas de riesgo (Iadanza et al, 2021; Repositorio Institucional de Documentos, s.f.; García, 2021) y edificaciones y zonas universitarias (Blachowski et al, 2018; Garba et al, 2018) lo más actualizadas posible permitiendo el fácil reconocimiento de parte del usuario.
- Selección de la tecnología adecuada y conocimiento de parte del experto: Existen diversas tecnologías y herramientas disponibles para la implementación del *Web Mapping*. Sin embargo, la creación de mapas *web* atractivos y fáciles de usar es un proceso que generalmente requiere habilidades en programación y un amplio conocimiento en términos de implementación de aplicaciones prácticas (Veenendaal, 2017). Siendo, la flexibilidad de los desarrolladores de *Web Mapping*, una habilidad importante, es decir, la capacidad de adaptar la interfaz y la experiencia del

usuario para satisfacer las necesidades y habilidades de éstos (Köbben & Kraak, 2020).

- Interactividad y diseño: La naturaleza interactiva del *Web Mapping* implica la necesidad de realizar operaciones de manera rápida y fluida para mantener la relevancia, el flujo lógico y captar la atención del usuario. Es crucial que las acciones y actualizaciones en los mapas se ejecuten casi instantáneamente, brindando una experiencia receptiva y fluida (Veenendaal, 2017). Al mismo tiempo, el diseño de los mapas puede estar condicionado por el espacio limitado dentro de los navegadores *web* y en las pantallas de dispositivos móviles. Es importante optimizar el diseño para aprovechar al máximo el espacio disponible y garantizar una visualización clara y legible en diferentes dispositivos.
- Integración con los sistemas existentes: Otra consideración importante es la integración del mapa interactivo con los sistemas existentes de los entornos mapeados, como sistemas de información estudiantil, sistemas de gestión de instalaciones o sistemas de seguridad. La interoperabilidad y la capacidad de compartir datos entre diferentes sistemas son aspectos claves para garantizar una implementación exitosa y una experiencia de usuario fluida.
- Usabilidad y experiencia del usuario: Son consideraciones cruciales al desarrollar un mapa interactivo. Se busca que los mapas *web* sean accesibles para una amplia variedad de usuarios, incluyendo aquellos con habilidades técnicas limitadas o de diferentes niveles de conocimiento geoespacial. Una interfaz intuitiva y fácil de usar, con instrucciones claras y sencillas, permitirá una mejor experiencia del usuario.

2.5. Tecnologías para implementar *Web Mapping*

Entre las tecnologías que se destacan para para crear la interfaz de usuario y la estructura visual de una aplicación de *Web Mapping*, se encuentran:

- *HTML* (HyperText Markup Language): Se utiliza para el diseño y el contenido de la página *web*.
- *CSS* (Cascading Style Sheets): Se utiliza para mejoramiento de la apariencia visual de páginas HTML.
- *JS* (JavaScript): Se utiliza para agregar interactividad y funcionalidad dinámica a la aplicación.

Por otra parte, la introducción y desarrollo de las API (Application Programming Interfaces) en el contexto de una programación altamente especializada, ha generado un ecosistema de cartografía que conlleva beneficios tanto para los usuarios como para los desarrolladores. Esto se debe a que las API posibilitan la interacción entre distintas aplicaciones, lo que permite la creación de *Web Mapping* mediante tecnologías como HTML, JavaScript y CSS.

En el ámbito del *Web Mapping*, las API proporcionan un conjunto de funciones y métodos que habilitan la creación de mapas interactivos y la manipulación de datos geoespaciales en un entorno *web*. Este avance ha ampliado significativamente las posibilidades de acceso, interacción y personalización en el uso de la información geográfica en línea.

Algunas API diseñadas específicamente para creación de *Web Mapping* son: OpenLayers, Leaflet, y ArGIS API (Veenendaal, 2017). Cada una de estas tecnologías tiene sus propias características y ventajas, pero todas son poderosas herramientas para implementar el *Web Mapping*. Permiten la creación de mapas interactivos, personalizables y con capacidades de análisis espacial, lo que brinda a los usuarios la posibilidad de explorar y comprender la información geoespacial de manera intuitiva. Al elegir la tecnología adecuada, los desarrolladores pueden

crear aplicaciones de *Web Mapping* que se ajusten a sus necesidades específicas y proporcionen una experiencia enriquecedora a los usuarios.

2.6. Ejemplos de usos de *Web Mapping*

El *Web Mapping* ha revolucionado la forma en que interactuamos con la información geoespacial en línea. Permitiendo a los usuarios explorar y visualizar datos geográficos de manera interactiva. A continuación, se mencionan algunos ejemplos del uso de *Web Mapping*:

- **Ecoturismo:** Según lo expresado por Ecozap (2023) el ecoturismo es una forma de turismo responsable que promueve la conservación de la naturaleza y el respeto por las comunidades locales. Se centra en visitar áreas naturales, fomentando la educación ambiental, la sostenibilidad y el bienestar de la flora, fauna y poblaciones locales. Como se menciona en el artículo de Endalew et al. (2019), mediante la generación de un portal *web* sobre la cuenca Chokie Mountain, se proporciona información geoespacial sobre el área, información general e imágenes sobre dicho sector, buscando así potenciar dicha industria.
- **Política de mitigación de riesgo:** Dado el desconocimiento de tanto las autoridades como de la población en general acerca de eventos como deslizamientos de tierras, incendios u otros desastres en sectores cercanos a donde habitan, es que generalmente las políticas son reactivas, es decir, responden a situaciones o eventos después de que hayan ocurrido, sin planificación previa. Dada dicha problemática tanto en Italia (Iadanza, 2021), como en España (Repositorio Institucional de Documentos, s.f.; García, 2021) se generaron herramientas de *Web Mapping* y plataformas informativas. En el caso de Italia, se generó una plataforma *web* nacional IdroGEO que permite la navegación, descarga de mapas e informes del inventario de deslizamiento de tierra en Italia (Iadanza et al, 2021), la cual, permite a los usuarios de dicha plataforma, observar los sectores de riesgo

de deslizamiento con información actualizada en promedio de 60 días. Esto permitirá a las autoridades, la gestión del riesgo y la toma de mejores políticas y a los usuarios, más información de los sectores donde viven (Iadanza et al, 2021).

En España, utilizando tecnologías *web*, se construyó una herramienta de *Web Mapping*, para informar a la población sobre los principales incidentes (como incendios) en sectores rurales de Zaragoza, como también, para mostrar rutas alternativas, ya sea, de escape, como de ingreso, priorización de recursos, es decir, búsqueda de infraestructura crítica, como también, planificación territorial (Repositorio Institucional de Documentos, s.f.). En dicho país, según se menciona en el artículo de García (2021), se busca mediante la utilización de múltiples metodologías, generar la publicación actualizada de información geoespacial para el municipio de Oviedo, permitiendo a las autoridades obtener una visión clara de la distribución y características del terreno, facilitando la toma de decisiones para la planificación urbana.

- **Campus Universitarios:** En este ámbito se utiliza el *Web Mapping* para la generación de mapas interactivos que incluyan infraestructura relevante sobre la Universidad, tales como, edificaciones, accesos peatonales, vehículos, entre otros, que permitan facilitar la navegación, realizar una planificación de rutas y proporcionar acceso a la información geográfica relacionada con el entorno académico, como también, la posibilidad de turismo en la propia Universidad.

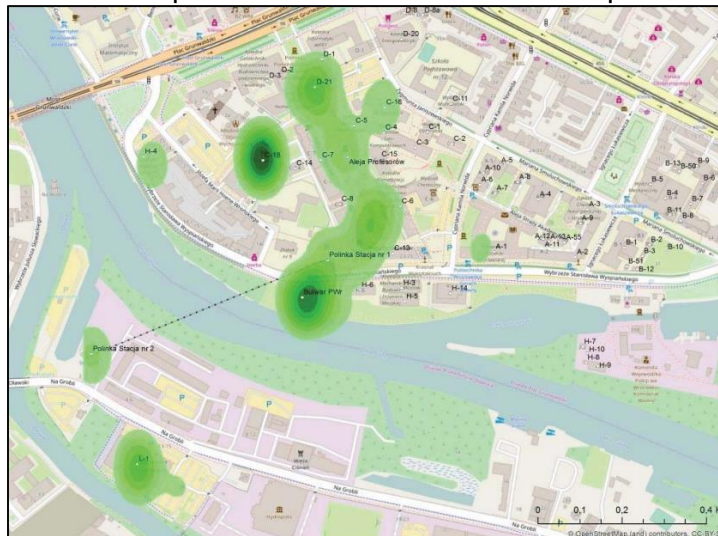
2.7. *Web Mapping* para Campus Universitarios

El uso de la tecnología de *Web Mapping* ha demostrado ser una herramienta invaluable en la gestión y planificación de Campus universitarios en todo el mundo. A partir de esto, diversas Universidades han implementado sistemas de

Web Mapping para mejorar la experiencia de los estudiantes y visitantes. Se presentan los siguientes ejemplos:

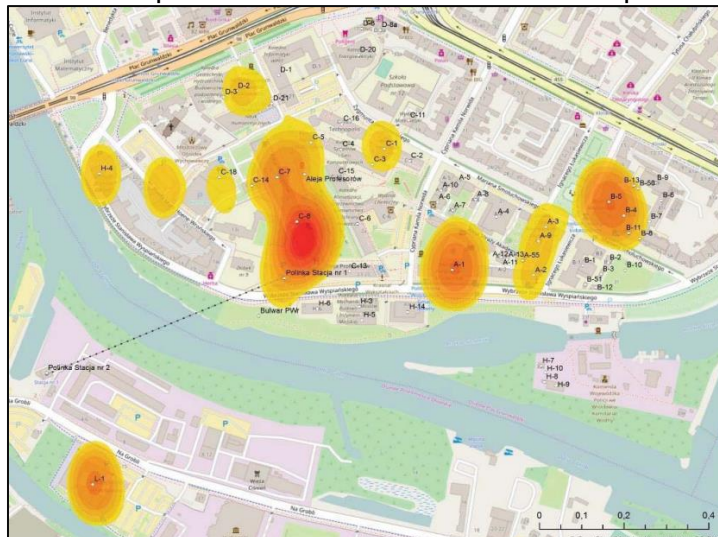
- Universidad de Ciencia y Tecnología de Wrocław (Polonia): Según se menciona en Blachowski et al. (2018), se generaron mapas de calor sobre los sectores de más y menos atractivo de dicho Campus (Figura 1 y 2).

Figura 1.- Heatmaps: áreas más atractivas del Campus de WUST.



Fuente: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20182900025>

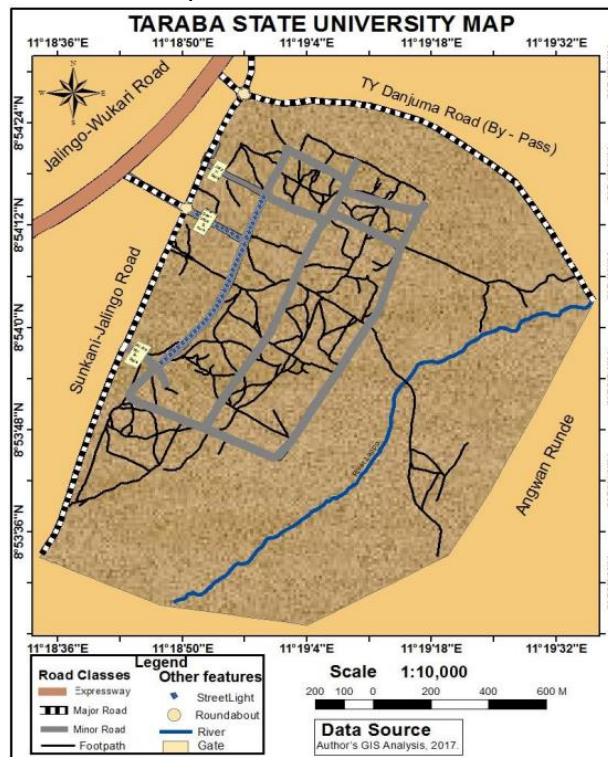
Figura 2.- Heatmaps: áreas menos atractivas del Campus de WUST.



Fuente: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20182900025>

- Universidad Estatal de Taraba (Nigeria): Según Garba, Ojeh, Elijah & Ayeni (2018), se mapeó el Campus de dicha Universidad (Figura 3), señalándose en dicho documento, la importancia de los mapas, los cuales permiten guía y direcciones para las personas, especialmente cuando visitan las áreas por primera vez.

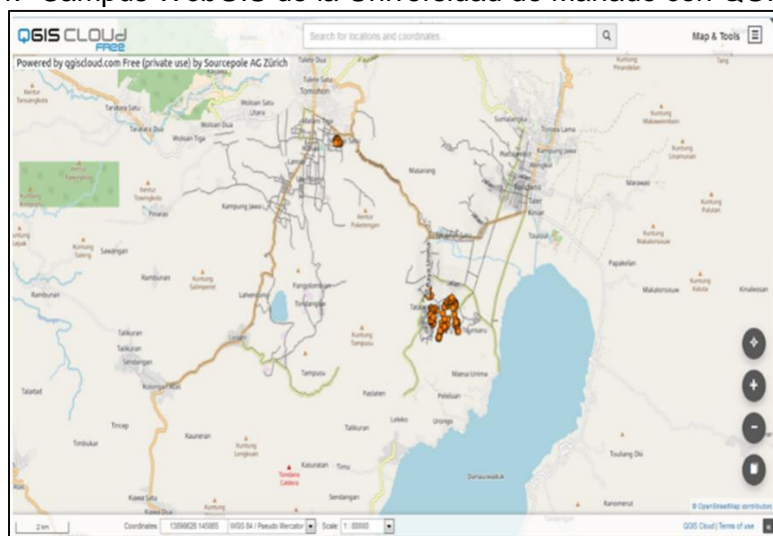
Figura 3.- Guía del Campus de la Universidad Estatal de Taraba 3D.



Fuente: <https://doi.org/10.9734/ajgr/2018/v1i124659>

- Universidad de Manado (Indonesia): Según lo indica el artículo de Papua, Kumaat, Runtuwene, Rompas (2018), se generó una metodología utilizando QGIS para la generación de un mapeo de los edificios y ubicaciones relevantes de la Universidad (Figura 4).

Figura 4.- Campus WebGIS de la Universidad de Manado con QGIS Cloud.

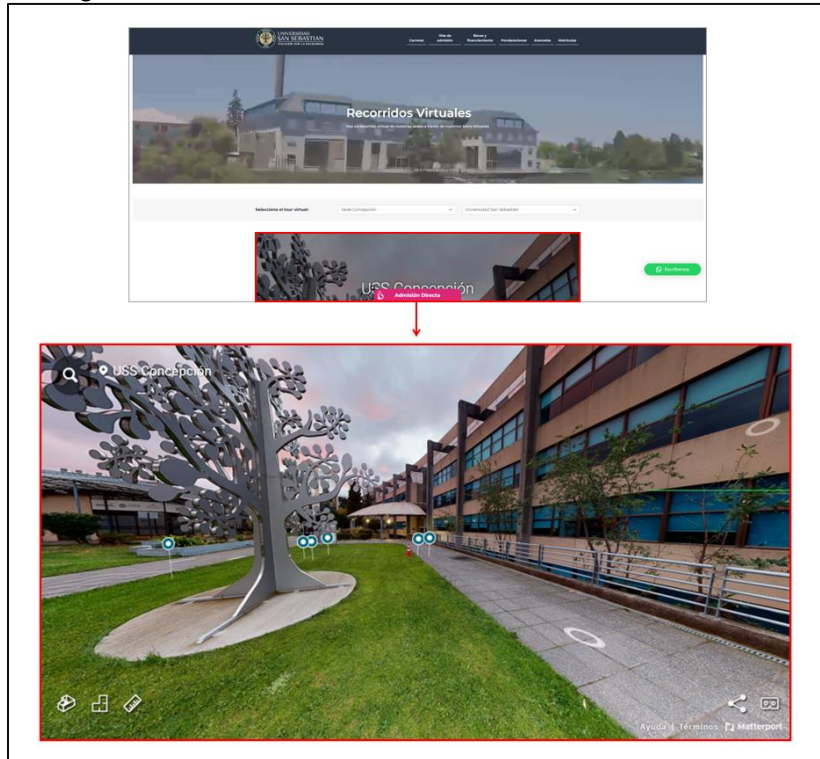


Fuente: <https://www.scitepress.org/Papers/2018/90108/90108.pdf>

- En contextos más cercanos, algunas Universidades de la Región del Biobío cuentan con plataformas de *Web Mapping* para la visualización de sus Campus, por ejemplo, la Universidad San Sebastián cuenta en su página *web* oficial con la opción de realizar un recorrido virtual en 3D de sus instalaciones a niveles interiores y exteriores (Figura 5) contando a su vez, con opciones de selección del Campus y de edificios de interés a recorrer.

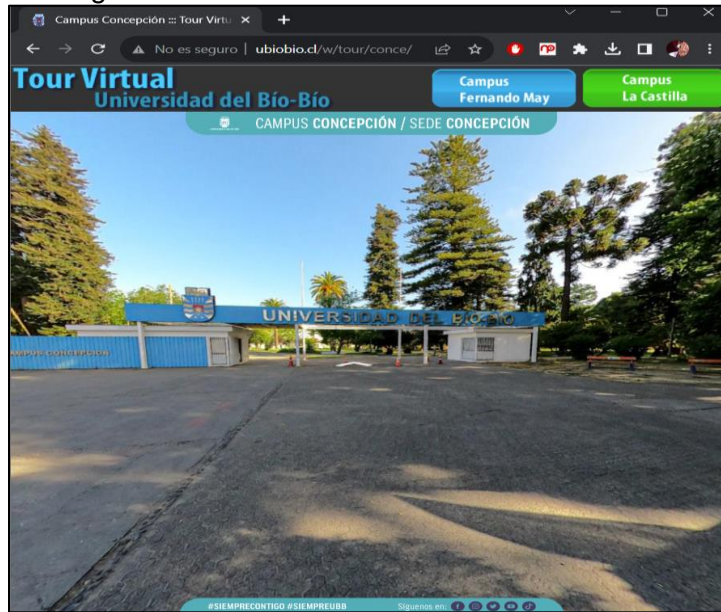
Este proyecto fue desarrollado por la empresa Matterport, especializada en la creación de experiencias de realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA), quienes también desarrollaron la plataforma “Tour Virtual” de la Universidad del Bio-Bío (Figura 6), que busca permitir un acceso libre y gratuito a la experiencia virtual de recorrer la Universidad a partir de un recorrido en imágenes en 360° buscando incentivar y enriquecer el acervo cultural y la identidad expresiva en que este Campus se encuentra inmerso.

Figura 5.- Recorrido Virtual, Universidad San Sebastián.



Fuente: <https://admisión.uss.cl/recorridos-virtuales/>
(Recuperado el 10 de octubre de 2023)

Figura 6.- Tour Virtual Universidad del Bío-Bío.



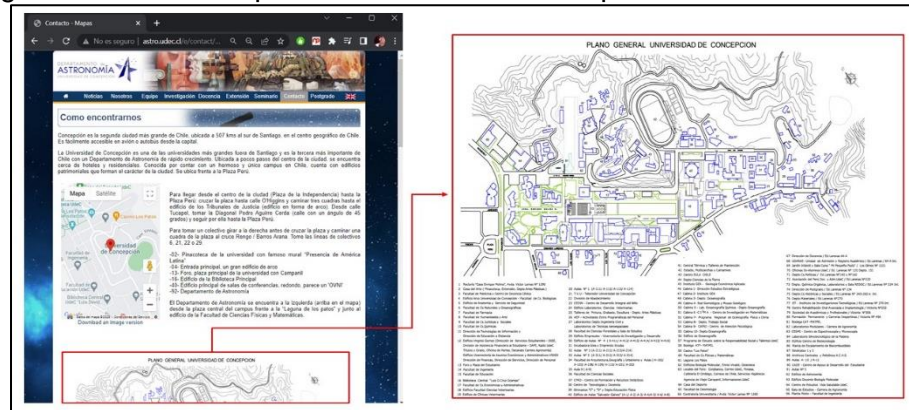
Fuente: <https://ubiobio.cl/w/tour/conce/>
(Recuperado el 10 de octubre de 2023)

2.8. Antecedentes de *Web Mapping* en la Universidad de Concepción

En la actualidad, se dispone con diversas opciones para obtener información visual del Campus de la Universidad de Concepción. Una de las opciones es el Archivo Fotográfico de la Universidad de Concepción¹, el cual, fue creado en 2001 con el propósito de gestionar y difundir el patrimonio documental y fotográfico de la institución (Ibaca, 2019).

Otra fuente de información es un mapa de ubicación elaborado por la geógrafa Helen de la Fuente, el cual está disponible en la plataforma Red CEDEUS². Además, el Departamento de Astronomía de la Universidad de Concepción un plano general (Figura 7) que permite identificar edificios, aulas, etc. del Campus universitario.

Figura 7.- Plano Campus UdeC en sitio Web Departamento de Astronomía.



Fuente: <http://www.astro.udec.cl/e/contact/maps-es.html>
(Recuperado el 10 de octubre de 2023)

También, se encuentran los planos ofrecidos por Prevención UdeC en conjunto con la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), que publica en su sitio *web* planos de aulas y áreas generales de los tres Campus de la Universidad, enfatizando en las zonas de seguridad en caso de emergencias. (Figura 8).

¹ <http://afudec.udec.cl/>

² <http://datos.cedeus.cl/documents/313>

Figura 8.- Plano Campus UdeC: Zonas de Seguridad.



Fuente: <https://prevencion.udec.cl/>
(Recuperado el 10 de octubre de 2023)

De la misma manera, en el sitio *web* oficial UdeC, se encuentra disponible un plano que muestra el Campus Concepción, con los edificios y facultades, curvas de nivel, norte y calles aledañas. (Figura 9).

Figura 9.- Plano Campus UdeC en sitio *web*.

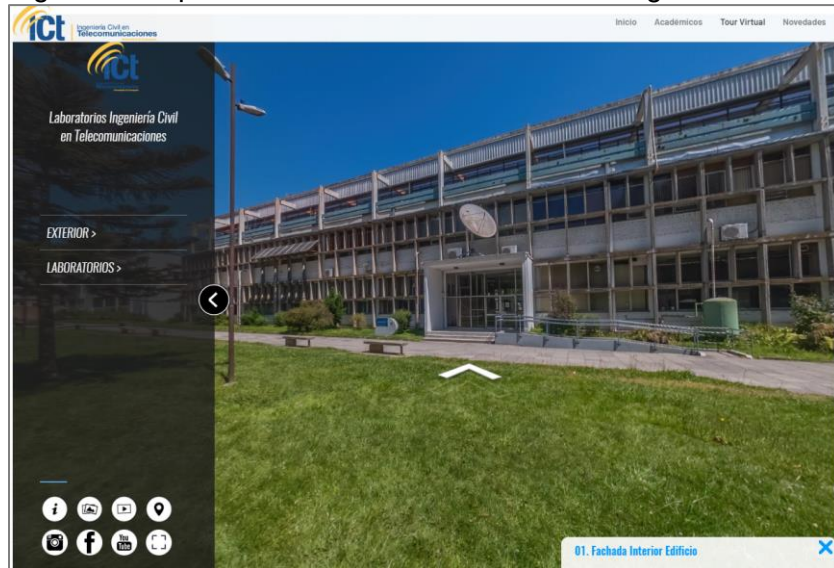


Fuente: <http://www2.udec.cl/forams2014/mapa%20udec.htm>
(Recuperado el 10 de octubre de 2023)

La carrera de Ingeniería Civil en Telecomunicaciones de la Facultad de Ingeniería ha creado una plataforma que permite realizar un *Tour* Virtual por sus laboratorios

e instalaciones. El objetivo de esta iniciativa es acercar a la comunidad al trabajo y actividades de esta carrera (Vejar, 2021).

Figura 10.- Aplicación Tour Virtual Facultad de Ingeniería UdeC.



Fuente: <https://telecomunicaciones.udec.cl/tour-virtual/>
(Recuperado el 12 de octubre de 2023)

Por otro lado, según un artículo publicado en Biobío Chile, en 2015 la Dirección de Tecnologías de la Información (DTI) desarrolló una aplicación 360° para la Pinacoteca de la Universidad de Concepción (Figura 11). Esta aplicación proporciona información general sobre el centro cultural. Ofrece dos perfiles de exploración: uno infantil, que incluye juegos relacionados con las obras en exposición, y otro general, que ofrece un recorrido guiado por las salas y proporcionaba información adicional sobre las obras exhibidas, como datos técnicos y biografías de los autores, entre otros detalles. La aplicación permite a los usuarios realizar un recorrido guiado, lo cual, enriquece la visita al lugar. Además, hace uso de tecnologías de "realidad aumentada" para ofrecer una experiencia visual mejorada. También cuenta con audios explicativos, lo que refuerza el carácter inclusivo de la iniciativa.

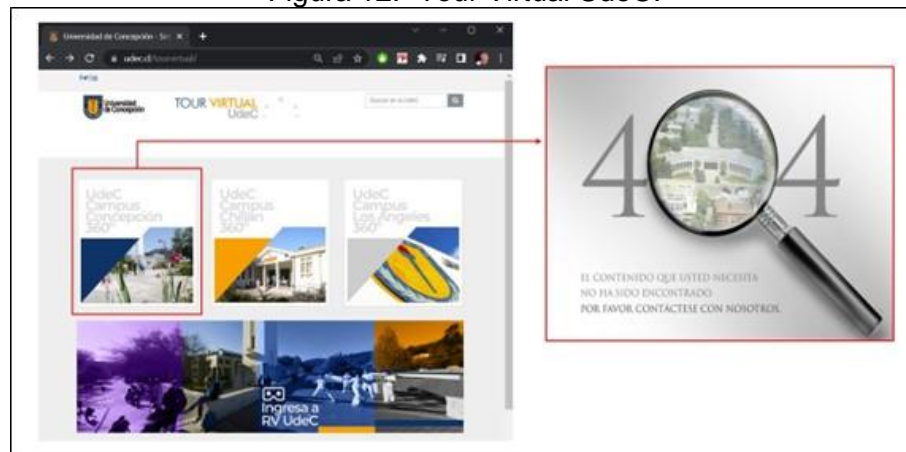
Figura 11.- Aplicación 360° Pinacoteca UdeC.



Fuente: <http://pinacoteca360.udec.cl/>
(Recuperado el 12 de octubre de 2023)

La aplicación *Tour Virtual UdeC 360°*, se desarrolló con el fin de ofrecer a los usuarios explorar de forma virtual las instalaciones del Campus y obtener información sobre edificios, zonas, monumentos, etc. En la Figura 12 se presenta la ubicación de la aplicación en el sitio web oficial de la UdeC y el acceso a la misma que indica que no está disponible.

Figura 12.- Tour Virtual UdeC.



Fuente: <https://www.udec.cl/tourvirtual>
(Recuperado el 12 de octubre de 2023)

De la misma manera, en el año 2019, como parte de la conmemoración de los 100 años de la Universidad de Concepción, se lanzó la aplicación "Descubre UdeC". Esta aplicación, desarrollada por las direcciones de Comunicaciones y Tecnologías de la Información de la Universidad, tenía como objetivo ofrecer un acceso libre y gratuito para explorar el Campus a través de la realidad aumentada. Donde se les permitiría a los usuarios acceder a información histórica, fotografías y videos de diversos puntos del Campus. Su intención era destacar el área que había sido declarada Monumento Histórico Nacional en 2017, y se pretendía que fuese un legado para la Universidad, accesible para todas las personas, además de ser una herramienta que fomente la comunicación y referencia para los usuarios según lo expresado por el Rector el Dr. Carlos Saavedra Rubilar (Panorama UdeC, 2019). Sin embargo, al momento de desarrollo de este trabajo (2 semestre 2023), esta aplicación no se encuentra está disponible, ni en funcionamiento.

2.9. Caracterización del área de aplicación

La Universidad de Concepción se encuentra ubicada en la región del Bio-Bío, Chile, siendo sus coordenadas geográficas 36°49'29" S, 73°02'20" O. La fundación de esta institución en el año 1919 marcó un hito en el ámbito cultural del Siglo XX. El desarrollo de la UdeC se considera la acción cultural más significativa de esa época (Campos, 1979), ya que, revolucionó la educación superior al descentralizarla y fomentar la actividad cultural. Su influencia se extendió a las dinámicas urbanas, promoviendo la generación y difusión del conocimiento y la cultura. La UdeC juega un papel esencial en la identidad y la historia de Concepción, siendo un pilar fundamental en la comunidad penquista.

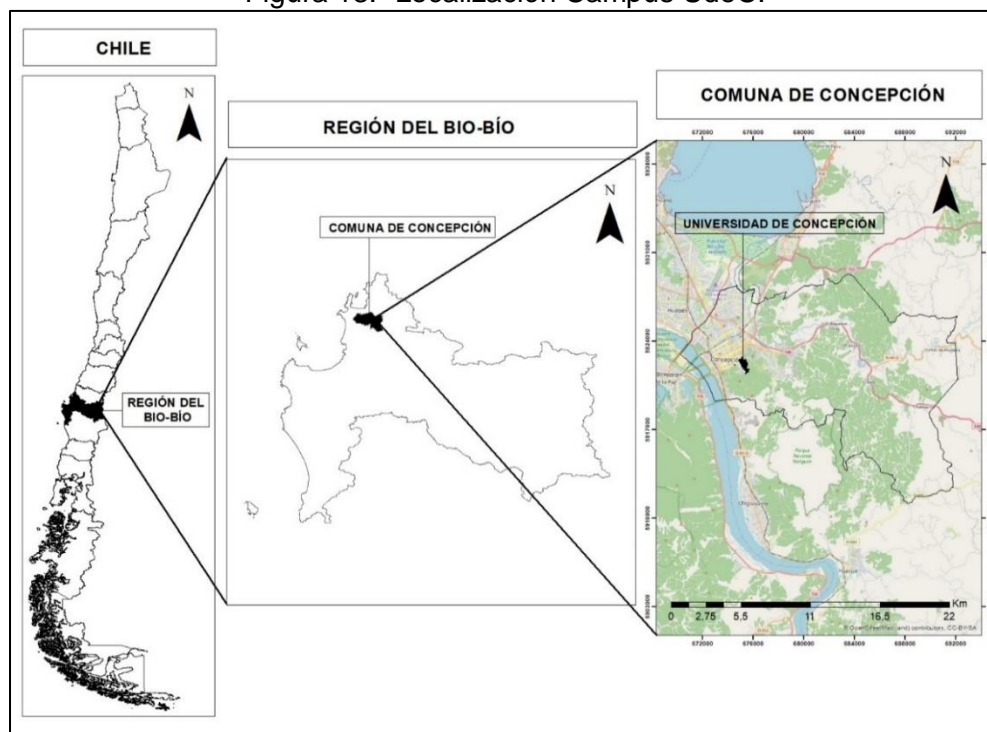
El Campus de la Universidad de Concepción es uno de los principales espacios urbanos en Chile. Es valorado por la sociedad debido a sus características distintivas, su condición como patrimonio cultural que

fortalece la identidad colectiva, y por ser un lugar que genera un vínculo afectivo con el territorio y el paisaje (Muñoz, 1995).

El Campus universitario de la UdeC se erige como un espacio emblemático que despierta un alto valor de uso entre los ciudadanos. Su importancia radica en el fortalecimiento de la relación espacial que establece con la ciudad, así como en los vínculos que crea con lugares relevantes de la misma. Al ser un espacio urbano de acceso público, el Campus potencia el sentido de pertenencia tanto en los habitantes de la ciudad como en la comunidad universitaria. Constituye un punto de encuentro y convergencia donde se entrelazan diferentes identidades y se propician intercambios culturales, académicos y sociales.

En lo que respecta a su dimensión física, el Campus destaca por su arquitectura que combina elementos neoclásicos con una estética moderna. Sus edificios emblemáticos, con sus fachadas imponentes y detalles arquitectónicos cautivadores, conforman un entorno visualmente atractivo. Además, la planificación de los espacios abiertos y la inclusión de áreas verdes, senderos y obras de arte contribuyen a la creación de paisajes urbanos dinámicos y acogedores. Estos espacios invitan a la interacción y el descanso, generando un ambiente propicio para el desarrollo de actividades culturales y recreativas.

Figura 13.- Localización Campus UdeC.



Fuente: Elaboración propia a partir de capas de información de la Mapoteca de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN).

Según lo expresado por Alguacil (2008) en el ámbito social, el Campus universitario se manifiesta como un lugar donde convergen diversas expresiones culturales. Albergando conferencias, exposiciones, espectáculos y eventos artísticos, convirtiéndose en un epicentro cultural que enriquece la vida académica y social de la comunidad. Asimismo, el Campus desempeña un papel relevante en la construcción de la sociedad, al promover la interacción entre personas de diferentes ámbitos y al ser un espacio propicio para el intercambio de ideas y conocimientos. (Muñoz, 2020, p. 29).

El Campus universitario es apreciado por su arquitectura, sus amplios espacios abiertos, sus exuberantes jardines, sus Monumentos y su historia. Las construcciones presentes en el Campus reflejan las transformaciones históricas y urbanas que ha experimentado la ciudad, otorgándole un valor patrimonial que ha

llevado a su declaración como Monumento Histórico Nacional (Decreto 393, 2016)³.

A nivel descriptivo, la UdeC cuenta con 3 Campus a nivel nacional, ubicados en Los Ángeles, Chillán y Concepción. El Campus de Concepción, donde se llevará a cabo la aplicación de *Web Mapping*, abarca una extensión de 1,425,900 metros cuadrados, con 239,856 metros cuadrados de construcción (Pradena y Valenzuela, 2011).

El Campus de Concepción alberga 18 facultades en total, los cuales son; Ciencias Económicas y Administrativas, Ciencias Jurídicas y Sociales, Ciencias Naturales y Oceanográficas, Ingeniería, Medicina, Ciencias Químicas, Ciencias Biológicas, Ciencias Físicas y Matemáticas, Ciencias Forestales, Ciencias Ambientales, Arquitectura, Urbanismo y Geografía, Ciencias Sociales, Ciencias Veterinarias, Educación, Enfermería, Farmacia, Humanidades y Arte, y Odontología. Además de sus facultades, la UdeC cuenta con una variedad de edificios que son esenciales para el desarrollo académico y la investigación. Entre estos edificios se encuentran el Edificio de Anatomía y el Servicio de Seguridad, el Edificio Virginio Gómez, el Edificio de Clínicas Veterinarias, el Edificio Laboratorios Ciencias Veterinarias, el Edificio EmprendeUdec, y varios edificios de aulas, incluyendo el Edificio de Aulas "Salvador Galez", el Edificio de Oceanografía y el Edificio de Biología Molecular.

La Universidad también proporciona instalaciones deportivas como gimnasios, centros de formación y recursos didácticos, así como un centro de desarrollo integral del niño y estadios. Además, dispone de 10 cabinas para departamentos y programas específicos, que incluyen Dirección de Estudios Estratégicos, Instituto Geología Económica Aplicada (GEA), Departamento de Oceanografía,

³ https://www.Monumentos.gob.cl/servicios/decretos/393_2016

Red Sismológica y Museo Geológico, Laboratorio de Oceanografía Química, Centro de Investigación en Ingeniería Matemática (CIMA), Programa Regional de Oceanografía Física y Climática, Departamento de Trabajo Social, Centro de Atención Psicológica (CAPSI) y Departamento de Oceanografía.

Por último, en otras áreas de la Universidad, se encuentra el casino y la laguna "Los Patos". Además, en el Foro de la institución se presente una variedad de locales tales como: Corpbanca, Correo UdeC, Cafetería el Ombligo, Correos de Chile, Servicios de baños, Agencia de Viaje Campanil e Informaciones UdeC.

En este contexto, resulta fundamental para el proyecto de *Web Mapping* del Campus dar a conocer infraestructuras que resultaron relevantes en la formación del Campus y el contexto arquitectónico que las compone, con el objetivo de que los visitantes dispongan de información y orientación para desplazarse por los distintos espacios del campus.

Según Torres (2015) entre las infraestructuras más destacadas del Campus se encuentran:

- Edificio de Biología: Con un estilo arquitectónico modernista y líneas puras, este edificio marcó un hito en la arquitectura nacional. Su diseño con dominantes horizontales lo convirtió en un referente para los arquitectos penquistas y nacionales.
- Edificio de Ciencias Jurídicas y Sociales: Esta construcción buscó transmitir un sentido de formalidad y establecer una relación armónica con todos sus niveles, dejando una marca en la arquitectura nacional.
- Edificio de Educación: Inspirado en la arquitectura moderna europea, este edificio se destaca por su ausencia de decoraciones y ornamentos. Además, funcionó como acceso principal a la Universidad.

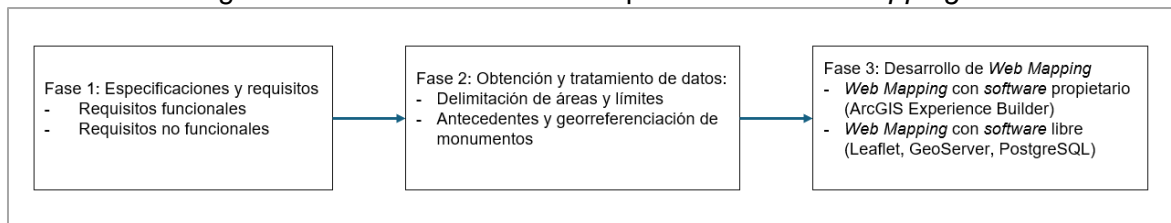
- Campanil y Foro: Estas estructuras monumentales fueron concebidas con el propósito de contribuir a la comunidad universitaria y a la ciudadanía, brindando un escenario con un profundo significado simbólico y político. El espacio del foro se ha convertido en el corazón de la Universidad y es utilizado para diversas actividades y reuniones.
- Arco: Inspirado en la formalidad arquitectónica italiana del periodo fascista, este arco representa un elemento distintivo en el Campus.
- Edificio Virginio Gómez: Diseñado por los arquitectos Martínez y González en 1950, con el propósito de apoyar las investigaciones tecnológicas y fortalecer la industria regional.
- Pinacoteca: Esta infraestructura exhibe recursos estilísticos de la corriente japonesa, creando un ambiente único para la apreciación del arte.

Además de estos edificios, el Campus universitario cuenta con una serie de monumentos y esculturas emblemáticas tales como: "Relieve en el Arco de la escuela de Medicina", "Caupolicán", "La Quimera" "El Horacio" y "Juana de Arco". Estas esculturas transmiten diversos mensajes que incluyen la búsqueda del conocimiento, la fuerza y la pasividad, la armonía y la fraternidad.

Capítulo III: Desarrollo aplicaciones *Web Mapping*

En este capítulo se presenta el desarrollo de las aplicaciones *Web Mapping*, con *software* propietario y libre, estructurado en tres fases que se resumen en la siguiente figura.

Figura 14.- Fases de desarrollo aplicaciones *Web Mapping*.



Fuente: Elaboración propia.

3.1. Especificaciones y Requisitos

Las especificaciones y requisitos para el desarrollo de aplicaciones de *Web Mapping* se centran en disponer de los datos necesarios para crear y obtener resultados efectivos. Este proceso se caracteriza por el tipo de *software* utilizado en su desarrollo, y para este proyecto, se realizaron dos aplicaciones *Web Mapping*, una basada en *software* propietario o otra en *software* libre.

- *Software* propietario: Según Martínez (2013) se basa en un propietario, el cual, implica una solución de propiedad protegida por derechos de autor, un código cerrado y una licencia que restringe su uso a ciertos usuarios y entidades, lo cual significa un costo por su utilización.
- *Software* libre: Se basa en el uso de un *software* de código abierto (OSS), que proviene del término inglés "Open Source Software". Este tipo de *software* se caracteriza por ser distribuido de manera pública, lo que permite a los usuarios inspeccionarlo, modificarlo y distribuirlo libremente.

Ambas aplicaciones tienen la finalidad de brindar a los usuarios información de localización en el Campus UdeC. Por lo tanto, los *Web Mapping* del Campus UdeC desarrollados se orientan al perfil de usuario "visitante", individuos que

accederán a los mismos, con el propósito de obtener información geográfica de localización y realizar consultas espaciales básicas. Estos visitantes pueden ser estudiantes, profesores, personal administrativo, visitantes externos o cualquier persona que tenga la necesidad de acceder a una localización, y por consiguiente, obtener información sobre la ubicación de edificios, aulas, Monumentos, áreas verdes, servicios generales, entre otros elementos presentes en el Campus UdeC. En la estructura del *Web Mapping*, se establecerá un acceso privado exclusivo para el administrador, quien desempeñará un papel fundamental en la gestión y operación de la plataforma. El administrador será el responsable de garantizar la actualización constante de los datos, el mantenimiento efectivo de todos los componentes del sistema y el correcto funcionamiento de cada uno de sus aspectos técnicos y funcionales. Este perfil de usuario administrativo se encarga de asegurar que el *Web Mapping* ofrezca información precisa y actualizada a los usuarios, al tiempo que mantendrá la estabilidad y la eficiencia de la plataforma en su conjunto.

3.1.1. Requisitos funcionales







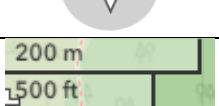

Se han considerado 10 requisitos funcionales básicos para la implementación de las aplicaciones *Web Mapping*. Estos requisitos brindan funcionalidades esenciales para la exploración y visualización. A continuación, se describen brevemente:

- *Layers*: Permite la activación y desactivación de capas geográficas, permitiéndoles personalizar su experiencia de visualización. Además, ofrece la opción de visualizar la leyenda del mapa.
- *Zoom In y Zoom Out*: Facilita la exploración de detalles geográficos al acercar y alejar la vista.
- *Locate*: Proporciona coordenadas geográficas precisas para la ubicación o localización del usuario en el mapa, mejorando la orientación y permitiendo la exploración del entorno.

- *Compass*: Muestra la orientación del usuario en relación con el norte geográfico, necesario para una navegación precisa.
- *Scale Bar*: Proporciona una referencia visual de la escala del mapa en términos métricos.
- *Search*: Facilita la búsqueda de ubicaciones geográficas específicas, como por ejemplo, facultades, edificios administrativos, áreas verdes, entre otros.
- *Home*: Reestablece la vista del mapa a la extensión inicial o predeterminada, ofreciendo a los usuarios un punto de referencia para comenzar su exploración o volver a ella en cualquier momento.
- *Fullscreen*: Habilita la visualización del mapa en pantalla completa, maximizando la orientación y permitiendo la exploración del entorno inmediato con precisión.
- *Basemaps*: Permite a los usuarios seleccionar y cambiar entre diferentes mapas base (OpenStreetMap, Imagery with Labels, Satellite) para ajustar la visualización del mapa según la preferencia.
- *MiniMap*: Proporciona una vista en miniatura del mapa en una esquina de la pantalla, ofreciendo una perspectiva general y manteniendo la orientación mientras se explora el mapa principal. Se sincroniza con la ubicación y el zoom del mapa principal para facilitar la navegación.

Es común que los iconos de los requisitos fundamentales varíen ligeramente entre diferentes *software*, ya sea debido a estándares de diseño universales o a la necesidad de una identificación rápida. Para facilitar el reconocimiento de estos iconos en las aplicaciones, a continuación se presentan ejemplos de requisitos funcionales previamente descritos.

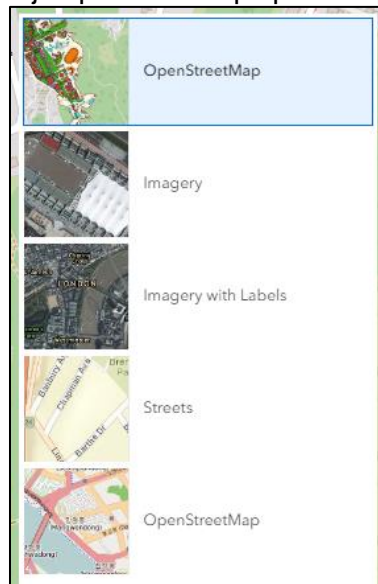
Figura 15.- Ejemplos iconos para requisitos funcionales.

	Layers
	Zoom in(+) Zoom out(-)
	Home
	Locate
	Full screen
	Compass
	Scale Bar
	Search

Fuente: Elaboración propia en base a iconos de ArcGIS Experience.

Además de los iconos para los requisitos funcionales, a continuación, se presenta un ejemplo del requisito *Basemaps*.

Figura 16.- Ejemplo Basemaps para requisito funcional.



Nota: Ejemplos 4 tipos de *Basemaps* disponibles generalmente en aplicaciones de *Web Mapping*.

3.1.2. Requisitos no funcionales

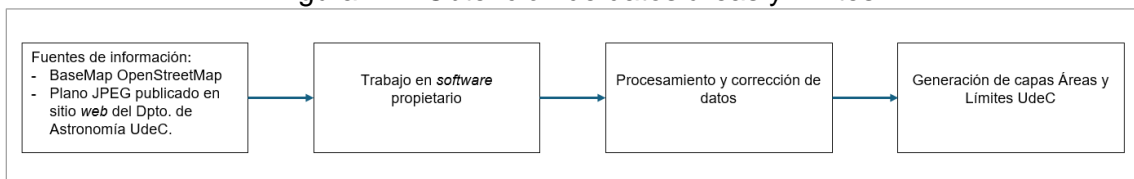
Los requisitos no funcionales se centran en la eficiencia, la gestión de datos geográficos y la usabilidad:

- *Facilidad de uso:* La interfaz debe ser intuitiva para permitir a los usuarios encontrar información geoespacial de manera eficaz.
- *Modularidad:* La capacidad de agregar nuevas capas de información geográfica y funcionalidades es fundamental para mantener la relevancia y la capacidad de adaptación del sistema.
- *Mantenibilidad:* La infraestructura debe ser fácil de mantener para garantizar actualizaciones y mejoras continuas.
- *Tecnología:* Se ofrece dos alternativas de *software*, libre y propietario, que permiten según la disponibilidad de recursos dan continuidad de desarrollo y mantenimiento a una u otra opción
- *Inmediatez:* Los tiempos de respuesta rápidos y la eficiencia en el uso del ancho de banda son esenciales para ofrecer una experiencia fluida a los usuarios.

3.2. Obtención y tratamiento de datos

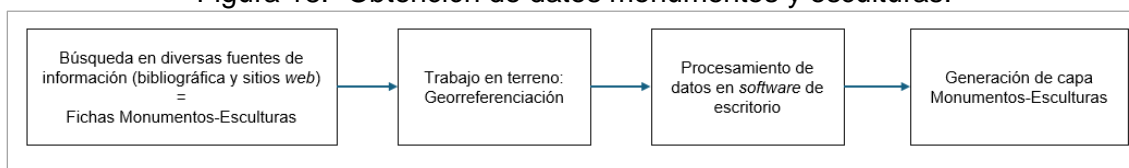
El proceso de obtención y tratamiento de datos realizó en dos fases: 1) obtención de datos de zonas y límites del Campus, 2) recopilación de antecedentes de monumentos y esculturas (fichas Anexo I al XIX) y georreferenciación en terreno. En las Figuras 17 y 18 se presentan los esquemas que resumen los pasos realizados para concretar las dos fases previamente mencionadas.

Figura 17.- Obtención de datos áreas y límites.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18.- Obtención de datos monumentos y esculturas.

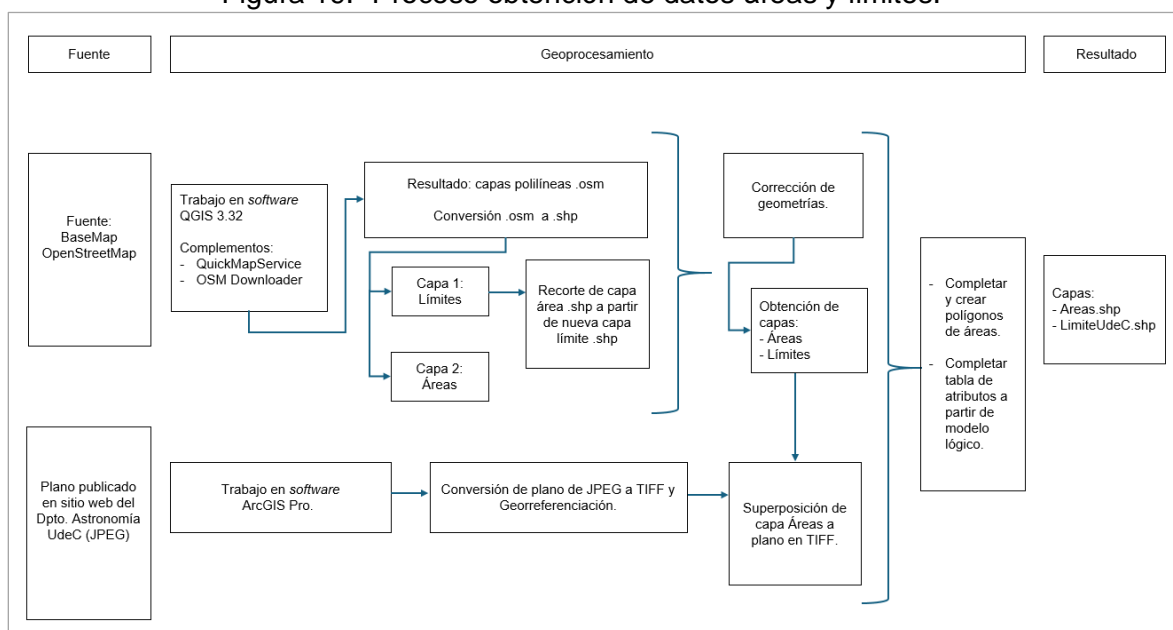


Fuente: Elaboración propia.

3.2.1. Definición de áreas y límites Campus UdeC

En la Figura 19 se presente un esquema detallado del proceso realizado para obtener las capas de áreas y límites del campus.

Figura 19.- Proceso obtención de datos áreas y límites.



Fuente: Elaboración propia.

El proceso comenzó con una búsqueda en diversas fuentes de información, se recopilaron varios planos digitales, incluyendo el proporcionado por el Departamento de Astronomía (Figura 7)⁴. La búsqueda de insumos digitalizados también incluyó consultas a funcionarios, facultades y departamentos de la Universidad acerca de la disponibilidad de un plano digitalizado del Campus en

⁴ Plano Dpto. Astronomía UdeC <http://www.astro.udec.cl/e/contact/maps-es.html>

diversos formatos. Sin embargo, no se obtuvo un plano digitalizado o capa de información en formato editable, por ejemplo .shp. Por lo tanto, se realizaron varios procedimientos para obtener el plano del campus en el formato requerido para su implementación en las aplicaciones *Web Mapping*.

Utilizando el *software* QGIS, versión 3.32.1 “Lima”⁵, y con la instalación de los complementos QuickMapServices⁶ y OSM Downloader⁷ para obtener el BaseMap de OpenStreetMap⁸. Ambos complementos facilitaron el acceso y la descarga de datos geoespaciales, proporcionando la base para la delimitación precisa del Campus UdeC.

Con el uso de los complementos mencionados, se realizó un recorte del área aproximada que extrajo datos presentes en el BaseMap. De esta manera, se generaron resultados en formato .osm de tipo polilíneas que incluye edificios, áreas sedimentadas, áreas verdes, entre otros elementos presentes en la zona seleccionada. Utilizando los datos descargados, se realizó una corrección de geometrías y una conversión de la capa de polilíneas a formato .shp. Posteriormente, se procedió a crear una capa en formato .shp con codificación UTF-8 y geometría tipo "polígono", denominada "LímiteUdeC". Se realizó una corrección adicional de geometrías, seguida de un recorte de esta capa con la capa resultante mencionada anteriormente. Luego, se llevó a cabo una edición con la “herramienta de vértices” presente en QGIS de la capa de límites para obtener una delimitación más precisa del área de estudio. Una vez completado este proceso, se obtienen dos capas Límites y Áreas.

⁵ QGIS 3.32.1 <https://download.osgeo.org/qgis/windows/>

⁶ QuickMapServices https://plugins.qgis.org/plugins/quick_map_services/

⁷ OSM Downloader <https://plugins.qgis.org/plugins/OSMDownloader/>

⁸ OpenStreetMap OSM <https://www.openstreetmap.org>

El procesamiento de la capa Áreas .shp, se realiza con el *software* ArcGIS Pro, en el cual, se importa el archivo de localización en formato JPEG perteneciente al Departamento de Astronomía de la UdeC, que contiene un mapa de distintos edificios o zonas de la Universidad y se convierte a formato TIFF (Tagged Image File Format). Posteriormente, se procede a la georreferenciación, lo cual, implica asignar coordenadas geográficas a puntos específicos del mapa para que puedan ser ubicados correctamente en el espacio geográfico. Las coordenadas utilizadas en este archivo corresponden al sistema WGS84 UTM Huso 18 S. Este insumo se transformó en la base para el proceso de creación de las clasificaciones de las áreas que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1.- Clasificación áreas Campus UdeC.

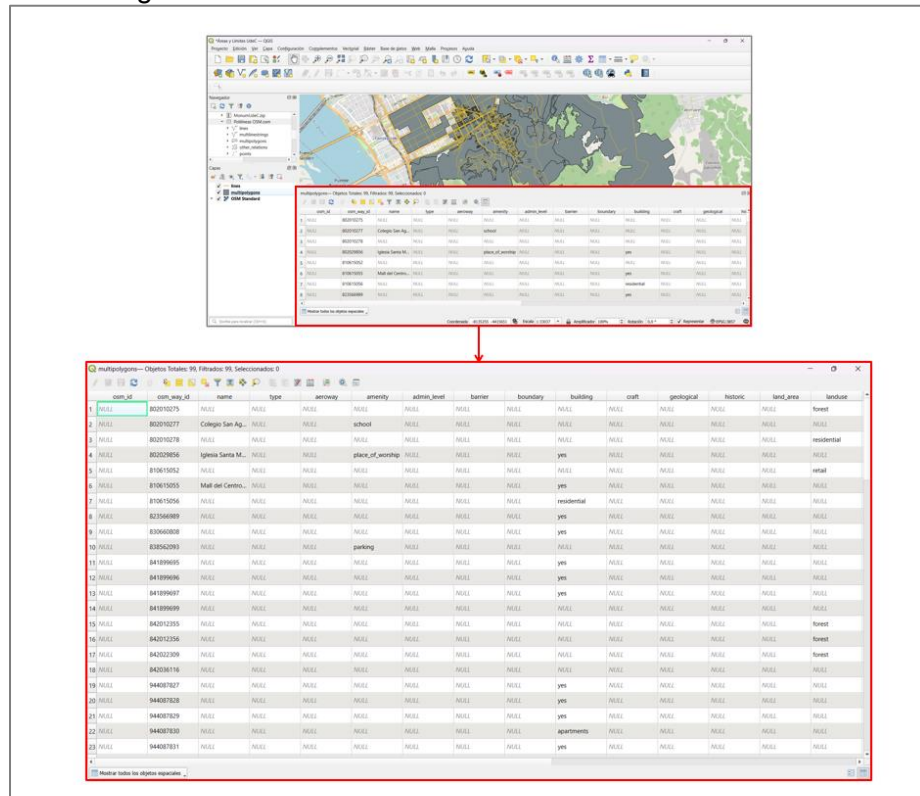
Clasificación Áreas	Descripción
Arte	Espacios que enriquecen la vida cultural del Campus y ofrecen áreas de expresión artística que fomentan la apreciación cultural. Esta clasificación abarca zonas tales como: Casa del Arte (Pinacoteca) y Talleres de Pintura, Grabado y Escultura.
Infraestructura de Apoyo	Espacios esenciales para el funcionamiento cotidiano del Campus, facilitando el acceso y movilidad. Esta clasificación abarca zonas tales como: Áreas sedimentadas, Estacionamientos, Avenidas principales.
Infraestructura Deportiva	Espacios que promueven la salud y deporte en la comunidad universitaria. Esta clasificación abarca zonas tales como: Gimnasios, Estadio, Fútbolito, Parque de Calistenia, Multicanchas
Áreas de Bienestar	Espacios centrados en el apoyo hacia la comunidad universitaria, que ofrecen servicios que contribuyan a su desarrollo personal y académico. Esta clasificación abarca zonas tales como: Programas de Estudios, CAPSI (Centro de Atención Psicológica), AEP (Actividades Extra programáticas del Personal), Incuba (Incubadora de empresas que apoya emprendimientos tecnológicos)
Medios de Comunicación	Desempeña un papel clave en la difusión del conocimiento. En el Campus se encuentra la Televisión Universidad de Concepción, más conocida como TVU, un canal de televisión abierta que transmite en la Región del Biobío desde el año 1997 (Diario Concepción)
Edificios Académicos	Espacios fundamentales para el cumplimiento de la misión educativa. Son considerados espacios para la enseñanza, aprendizaje e investigación. Esta clasificación abarca zonas tales como: Facultades, Biblioteca, Aulas, Edificios (por ejemplo, Edificio de Anatomía o Tecnológico Mecánico), Departamentos.
Áreas Administrativas	Espacios cruciales para el soporte y gestión de la Universidad, ya que, aseguran el correcto funcionamiento de los procesos académicos y administrativos. Esta clasificación abarca zonas tales como: Edificio Virgino Gómez y Dirección de Tecnologías de Información.
Áreas de Recreación	Espacios que contribuyen al bienestar físico y mental de la comunidad universitaria. Son consideradas zonas que fomentan la interacción social y la realización de actividades al aire libre. Esta clasificación abarca zonas tales como: Áreas Verdes, Piletas, Foro, Plaza del Estudiante, Campanil.
Servicios Generales	Espacios que proporcionan servicios esenciales que apoyan la vida diaria, indispensables para garantizar un ambiente funcional. Esta clasificación abarca zonas tales como: Locales, Casinos, Baños públicos, Centrales térmicas, Invernaderos, Bodegas.
Infraestructura de Investigación	Espacios considerados el corazón de la innovación y el desarrollo científico en la Universidad. Esta clasificación abarca zonas tales como: Cabinas, Centros de Investigación, Laboratorios

Fuente: Elaboración propia a partir de distintas fuentes de información.

Posterior a la georreferenciación y clasificación de las áreas, se realizaron ajustes para corregir errores de topología, como también en la forma de los polígonos, donde principalmente se añaden edificios que no fueron incluidos anteriormente o se corrige las formas de estos. Estos ajustes se realizan utilizando las herramientas “Editar vértices” de ArcGIS Pro.

En la Figura 20 se muestra la tabla de atributos de la capa Áreas obtenida en formato .osm y completada con el plano del Dpto. de Astronomía. En ésta se observa que varios registros carecen de nombres y otros datos significativos, lo que indica que existen zonas dentro de la Universidad que aún no han sido completamente documentadas o clasificadas en esta capa.

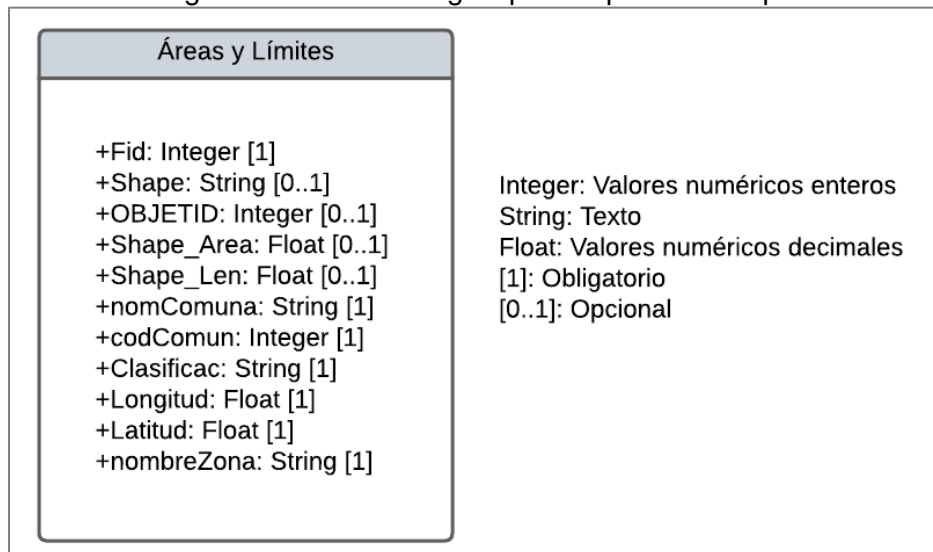
Figura 20.- Tabla de Atributos con datos nulos.



Fuente: Elaboración propia.

Para completar la tabla de atributos de la capa Áreas.shp, se definió un modelo lógico (Figura 21) para facilitar la comprensión de la estructura de los datos y como referencia de la estructura de la base de datos, asegurando que los datos estén organizados de manera coherente y óptima para la corrección de la tabla de atributos.

Figura 21.- Modelo Lógico para capa Areas.shp.



Fuente: Elaboración propia.

El proceso de corrección de la tabla de atributos perteneciente a los datos extraídos de OSM, incluyó la eliminación de variados campos, tales como: “osm_id”, “osm_way_id”, “type”, “aeroway”, “amenity”, “admin_level”, “barrier”, “boundary”, “building”, “craft”, “geological”, entre otros. Además, el campo “name” fue cambiado por “nombreZona” y se mantuvieron los campos originales de la capa tales como: “OBJETID”, “Shape_Area”, “Shape_Len” y “FID” Por último, los campos fueron reemplazados por: “nomComuna”, “codComun”, “Clasificac”, “Longitud”, “Latitud”. Al finalizar, se obtienen las capas de Áreas y Límites. Estas capas contienen una tabla de atributos normalizada y corregida, con datos que abarcan desde la latitud y longitud de los polígonos, hasta las 10 clasificaciones y nombres de estas áreas.

búsqueda incluyó catálogos en línea⁹ ¹⁰ y diversos sitios web, además de consultas directas a funcionarios de la UdeC. Con base en la información recopilada, se han generado fichas individuales para cada monumento y escultura, que contienen una breve descripción (Anexos I al XIX).

Es importante señalar que los monumentos y esculturas en el Campus están sujetos a intervenciones periódicas, que pueden abarcar desde procesos de restauración¹¹, hasta desinstalaciones temporales debido a costos asociados¹². Esta situación implica que, al elaborar las fichas de los diferentes monumentos y esculturas, además de consultar catálogos o noticias del Campus, es necesario solicitar información a los funcionarios de la Universidad, para conocer si hay planes de reintegración próximos para los Monumentos en proceso de remodelación.

Considerando que no se obtuvo una capa de puntos con la georreferenciación de los monumentos y esculturas en el formato necesario para las aplicaciones de mapeo web, se realizó un trabajo de campo. Las fichas realizadas previamente elaboradas se utilizaron como guía para identificar los monumentos y esculturas en el terreno. Además, durante este proceso, se obtuvieron fotografías actualizadas monumentos y esculturas.

Para el trabajo de campo, se empleó la aplicación móvil ArcGIS Map Fields, la cual fue configurada añadiendo las capas de Áreas y Límites previamente creadas, así como el BaseMap OpenStreetMap (Figura 24). Además, se configuró la simbología para cargar el icono asignado para monumentos y esculturas del Sistema de Pictogramas Turísticos perteneciente al Sistema Nacional de Turismo (SERNATUR) (Figura 25).

⁹ https://issuu.com/carolinaespinozasepulveda/docs/catalogo_final_.91ea22294f8d14

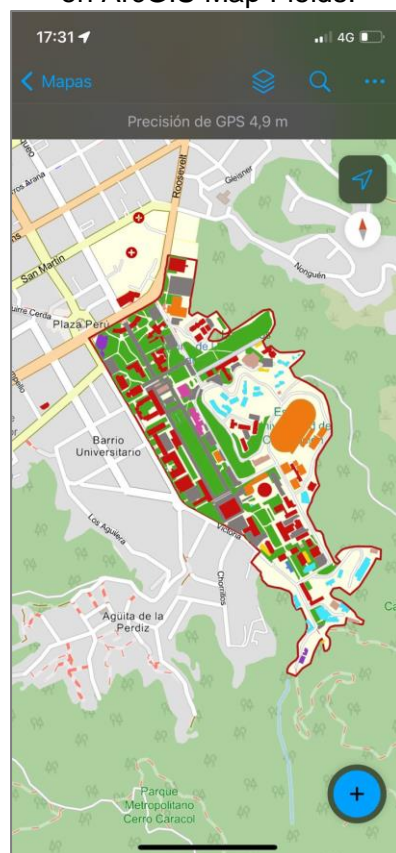
¹⁰ <https://issuu.com/elisa281/docs/catalogo.02.05.16>

¹¹ [UdeC somete a restauración sus históricas esculturas blancas \(diarioconcepcion.cl\)](http://diarioconcepcion.cl)

¹² [Con especialistas externas analizan abordaje del patrimonio universitario dañado durante el Estallido Social - Noticias UdeC](#)

El equipo utilizado para la recopilación de datos incluyó un dispositivo móvil (Iphone 12) con conectividad a Internet en todo momento, lo que, garantizó un acceso inmediato a los datos geoespaciales. Este dispositivo fue configurado con la aplicación móvil de ArcGIS Map Fields, donde, se configuró el uso de un receptor GPS de alta precisión (la precisión de éste variaba desde los 2m a los 5m).

Figura 24.- Ingreso capas Áreas y Límites en ArcGIS Map Fields.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25.- Ingreso de puntos (GPS) en ArcGIS Map Fields.



Fuente: Elaboración propia.

Durante las visitas en terreno se añadieron cinco Monumentos y Esculturas que no estaban previamente documentadas (Prof. Farm. J Ernesto Mahuzier, Luzterra, Luchando por la Justicia, 85 Años y Dr. Enrique Solervicens). Además, se descartaron dos Monumentos que se encontraban fuera de funcionamiento (Fósil

Araucano y El Eco). Por otro lado, el Monumento “Juana de Arco” se encuentra en mantenimiento.

Como resultado del trabajo de campos se obtuvieron las coordenadas de los monumentos y esculturas que se encuentran dentro del Campus UdeC, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 2.- Coordenadas de monumentos y esculturas.

Nombre Monumento - Escultura	Fotografía	Coordenadas geográficas
Caupolicán		-36,82750, -73,03861
Dr. Enrique Solervicens Castel		-36,82694, -73,03750
El Discóbolo		-36,82750, -73,03750
Homenaje al espíritu de los fundadores de la UdeC		-36,82917, -73,03694
Homenaje de la Masonería a la Universidad de Concepción		-36,82750, -73,03833
Juana de Arco (En mantención)		-36,82917, -73,03611
La Liberación		-36,82750, -73,03667
Los Luchadores		-36,82639, -73,03694
Luchando por la Justicia		-36,82806, -73,03861
La Quimera		-36,82778, -73,03806
Luzterra		-36,82778, -73,03528
Profesor Farmacia J. Ernesto Mahuzier		-36,82806, -73,03778
Profesor Rolando Merino Reyes		-36,82861, -73,03778

Relieve en el Arco de la Escuela de Medicina		-36,82667, -73,03833
Ronda de Unidad		-36,82750, -73,03556
Rorcual Común		-36,82806, -73,03750
85 años de la Universidad de Concepción		-36,82611, -73,03722
Homenaje al Rector David Stitchkin Branover		-36,83167, -73,03444
El Horacio		-36,82806, -73,03833

Fuente: Elaboración propia.

A partir de las fichas de cada monumento y escultura, se diseñó un sitio *web* que un incluyó una página para cada uno de ellos. Se empleó la aplicación gratuita en línea Google Sites¹³, la cual permite a los usuarios crear sitios web simples y funcionales sin la necesidad de realizar codificación. La creación del sitio *web* involucró la personalización de las páginas, que incluyó la elección de una plantilla, la selección de colores para el tema y la configuración de su estructura. La barra de menú se diseñó con tres desplegables: Inicio, Monumentos-Esculturas y Contacto (Figura 26).

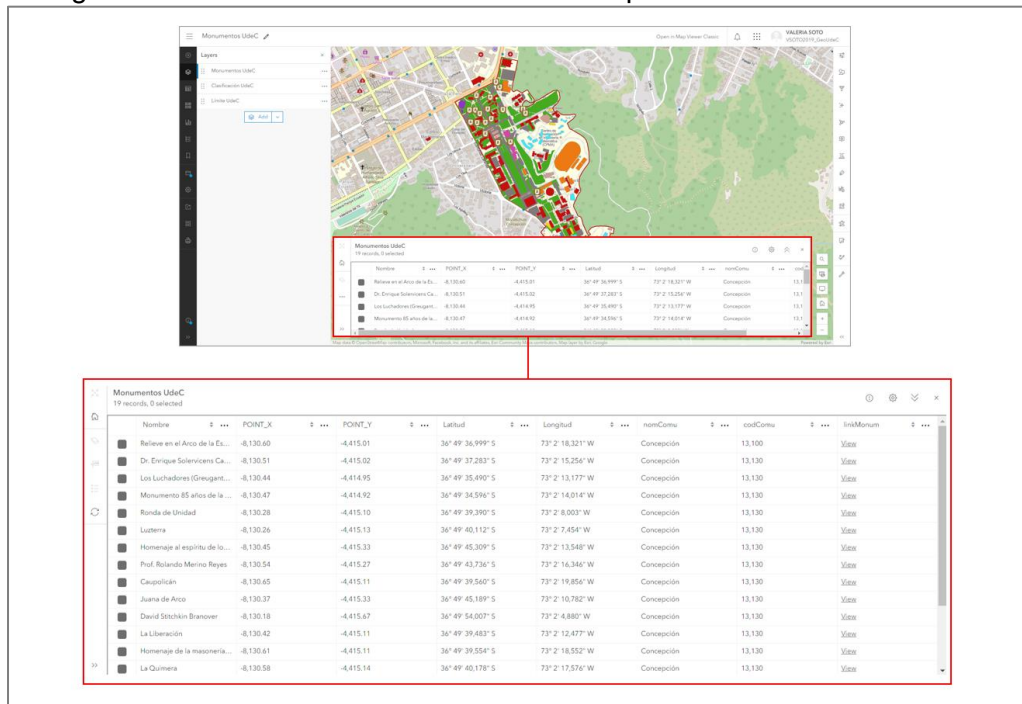
Desde el desplegable «Monumentos-Esculturas» se accede a la página web de cada monumento o escultura con la correspondiente descripción y fotografía. Este sitio web se realizó con el fin de disponer de una URL para cada monumento y escultura e incluir la misma en la tabla de atributos de la capa y permitir acceder desde la aplicación *Web Mapping*.

URL del sitio web de Monumentos y Esculturas de la Universidad de Concepción: <https://sites.google.com/view/Monumentosudec/Monumentos?authuser=0>

¹³ Google Sites <https://support.google.com/sites/answer/98081?hl=es-419>

Tras crear el modelo lógico y el sitio *web* Monumentos y Esculturas, se procedió a corregir la tabla de atributos asociada. Este proceso implicó la migración de datos desde ArcGIS Map Fields a ArcGIS Map Viewer y luego a ArcGIS Pro. Durante esta migración, se depuraron los datos eliminando aquellos vacíos o nulos, y se agregaron los datos necesarios para cada campo. Una vez completada la tabla, se migraron los datos nuevamente y se trabajó en ArcGIS Map Viewer para obtener una visualización conjunta de las tres capas (Áreas, Límites y Monumentos-Esculturas). El resultado final de la tabla de atributos se presenta en la siguiente figura:

Figura 28.- Resultado: Tabla de atributos Capa Monumentos-Esculturas.



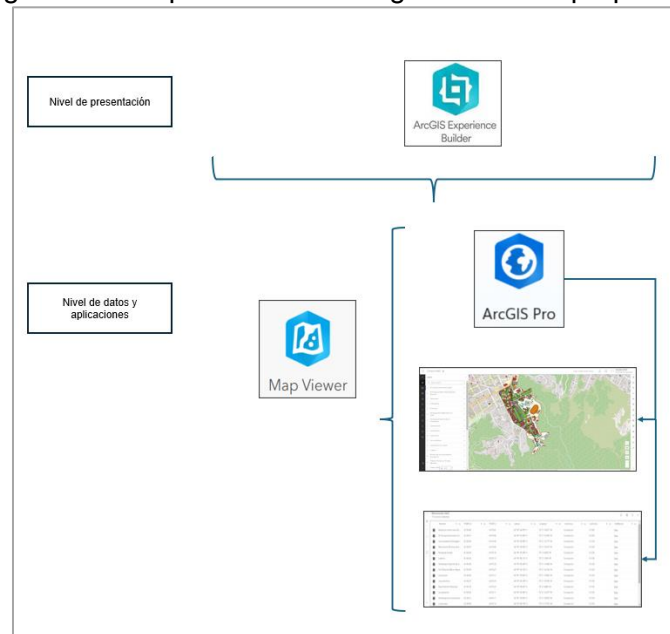
Fuente: Elaboración propia.

3.3. Web Mapping con ArcGIS Experience Builder

La arquitectura del prototipo de *Web Mapping* se sustenta en la interconexión de herramientas y tecnologías de softwares propietarios, cada una ocupando un nivel específico dentro del entorno *Web Mapping*. El siguiente esquema representa la

arquitectura dividida en dos niveles: nivel de datos y aplicaciones y nivel de presentación (Figura 29).

Figura 29.- Arquitectura tecnológica *software* propietario.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta una breve descripción de los *softwares* utilizados para la implementación del *Web Mapping* con ArcGIS Experience Builder:

- ArcGIS Pro: Según Esri Chile¹⁴, ArcGIS Pro es una avanzada aplicación GIS de escritorio diseñada para visualización, análisis y mantenimiento de datos en 2D, 3D y 4D. Permite integrar múltiples fuentes de datos, realizar análisis científicos avanzados, y compartir proyectos e información, lo que ha facilitado el trabajo en plataformas *web*.
- Map Viewer: Según el sitio *web* ArcGIS Enterprise¹⁵, se define como una innovadora herramienta de creación de mapas que permite a los usuarios visualizar y trabajar con éstos dentro de la plataforma, ofreciendo una

¹⁴ <https://www.esri.cl/es-cl/productos/arcgis-desktop/overview>

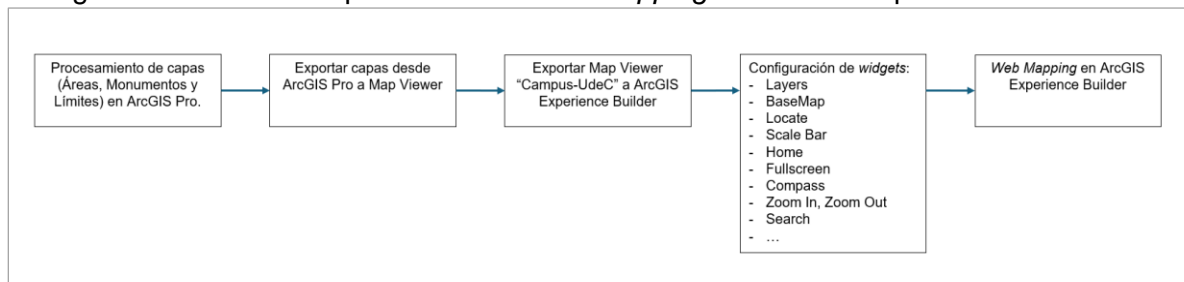
¹⁵ <https://enterprise.arcgis.com/es/portal/10.9/use/view-maps.htm>

amplia gama de herramientas que fomentan el análisis, la edición e inclusive, la colaboración entre su comunidad de usuarios.

- ArcGIS Experience Builder: Según su sitio oficial¹⁶, se describe como refiere a una solución avanzada de Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permite la creación intuitiva de aplicaciones de *Web Mapping* interactivas. Posee su base de construcción en ArcGIS API por Javascript, donde ofrece una experiencia de diseño sin la necesidad de una programación o codificación previa, lo cual, facilita la integración del contenido en 2D y 3D y por ende, la personalización mediante *widgets* y plantillas según la necesidad del usuario, ofreciendo así, compatibilidad tanto para dispositivos móviles como para páginas *web*.

A partir de las descripciones de los elementos presentes en la arquitectura del *software* propietario, se implementó la aplicación del *Web Mapping* con ArcGIS Experience Builder. En la Figura 30 se describe el proceso general de implementación.

Figura 30.- Proceso implementación *Web Mapping* en ArcGIS Experience Builder.



Fuente: Elaboración propia.

El proceso se inició accediendo a ArcGIS Experience Builder y seleccionando la plantilla "Blank Fullscreen", la cual proporciona un lienzo limpio para el diseño. Se integró el mapa temático preexistente, denominado "Campus-UdeC", el cual fue previamente procesado en ArcGIS Pro y visualizado en ArcGIS Map Viewer. A

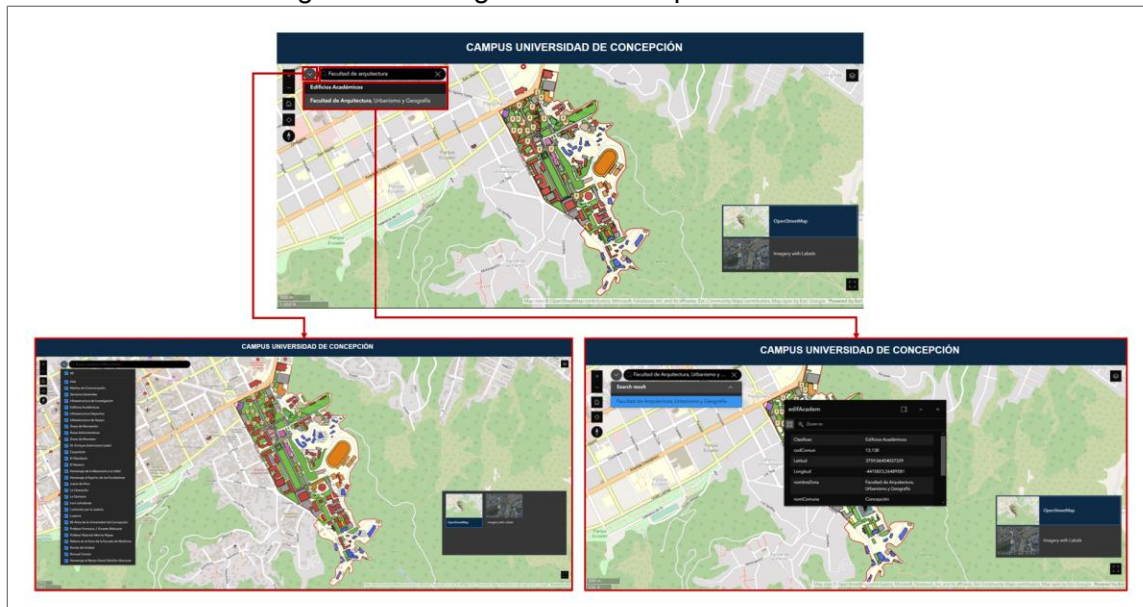
¹⁶ <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-experience-builder/overview>

partir del geoprocesamiento previamente realizado, se obtuvo un total de 30 capas en formato .shp, de las cuales, 19 pertenecen a Monumentos-Esculturas, 10 a Áreas y 1 a los Límites del Campus. Cada capa fue personalizada en términos de su tabla de atributos y simbología para asegurar una representación visual precisa.

Para mejorar la interacción del *Web Mapping*, se llevó a cabo la selección de un conjunto de *widgets*. Estas funcionalidades incluyen opciones de *zoom*, *home* (para volver al punto inicial del mapa), *locate* (para encontrar la posición actual del usuario), *compass*, *layers* (que muestra las capas totales y la leyenda), *fullscreen* y *scale bar* (Figura 15) así también como *basemaps* (Figura 16).

Asimismo, se personalizó el *widget* de búsqueda para satisfacer las exigencias del *Web Mapping*, incluyendo las capas existentes del mapa de trabajo en la opción la opción "*set layer source*" y configurando los campos de búsqueda en "*set layer source display fields*" y "*select searching fields*". En este caso, se añadieron las 29 capas mencionadas anteriormente de áreas y monumentos de acuerdo a sus campos en las tablas de atributos llamados "nombreZona" y "Nombre" respectivamente. Esta configuración asegura que la función de búsqueda sea precisa y relevante para los usuarios finales, facilitando la localización de zonas o monumentos específicos dentro del *Web Mapping* (Figura 31). A continuación se presenta el resultado de la configuración del widget Search.

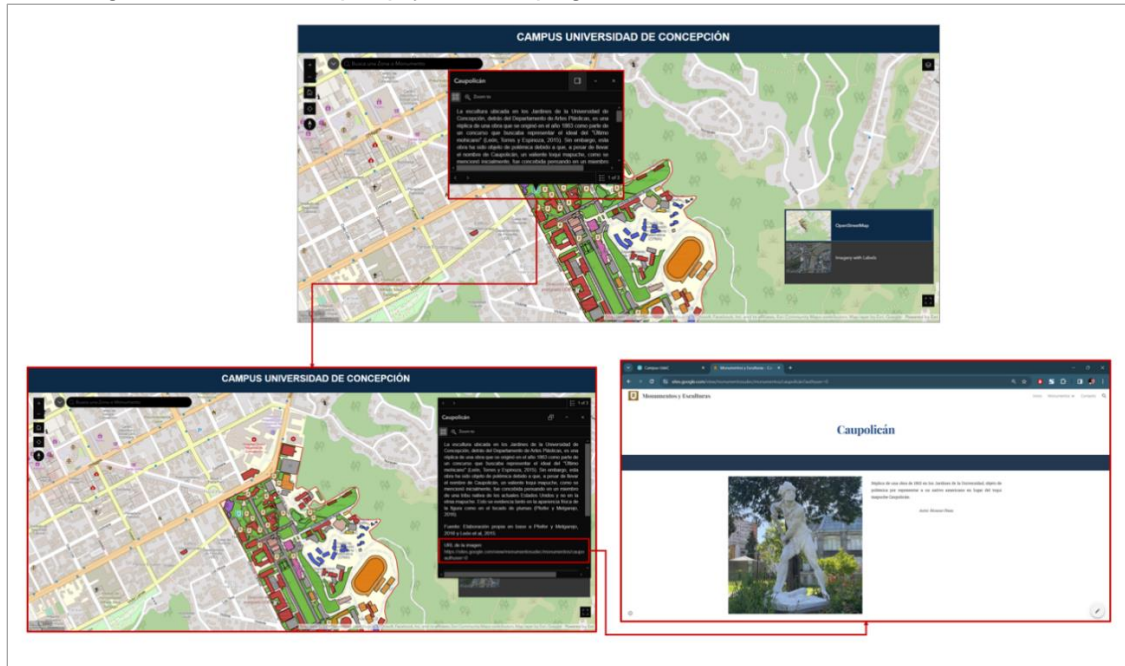
Figura 31.- Widget "Search" capa Áreas UdeC.



Nota: En la siguientes figuras se muestra el resultado obtenido después de introducir la búsqueda "Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía". En esta vista, se despliega un cuadro con los campos correspondientes a la tabla de atributos, junto con un polígono azul que resalta el área seleccionada. Además, se ofrece una sugerencia de capas para guiar el proceso de búsqueda.

Para la creación de Pop-Ups, se introdujeron las 19 capas de Monumentos en formato .shp en ArcGIS Map Viewer. Este proceso se diseñó con el objetivo de mejorar la visualización de cada monumento y escultura, permitiendo a los usuarios acceder fácilmente a información detallada. De esta manera, al interactuar con los elementos, los usuarios pueden obtener detalles como el nombre del monumento, su descripción, imágenes capturadas en terreno y campos de la tabla de atributos. Además, se incluye la URL para acceder a la página web de cada monumento o escultura lo que proporciona más información sobre el mismo (<https://sites.google.com/view/monumentosudec/inicio>).

Figura 32.- Vista Pop-Up y acceso página *web* de monumentos-esculturas.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra la aplicación *Web Mapping* desarrollada con el *software* propietario ArcGIS Experience Builder, indicando cada una de las herramientas que ofrece (Figura 33). Es relevante destacar que se requiere una licencia de ArcGIS para acceder, la cual otorga un nombre de usuario y una contraseña. La aplicación se encuentra disponible en la siguiente URL:

<https://experience.arcgis.com/experience/061357c67509402083685ab80cb85345/?draft=true>.

Figura 33.- Web Mapping ArcGIS Experience Builder.

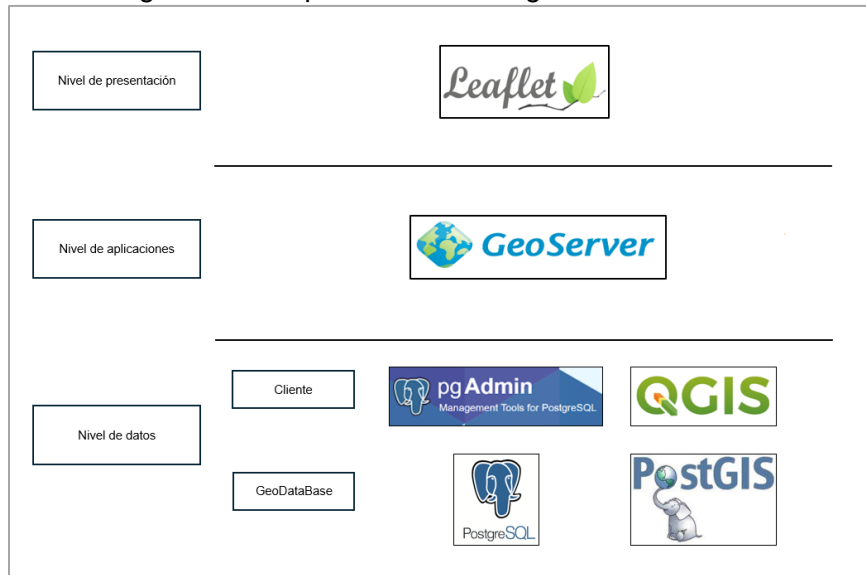


Fuente: Elaboración propia.

3.4. Web Mapping con software libre

La arquitectura del prototipo de *Web Mapping* se sustenta en la interconexión de herramientas y tecnologías de código abierto, cada una ocupando un nivel específico dentro del entorno de *Web Mapping*. El siguiente esquema representa la arquitectura dividida en tres niveles distintos: nivel de datos, nivel de aplicaciones y nivel de presentación.

Figura 34.- Arquitectura tecnológica *software* libre.



Fuente: Elaboración propia.

En primer lugar, en el nivel de datos, se maneja el almacenamiento y organización de los datos geospaciales en una base de datos geográfica, utilizando sistemas como PostgreSQL junto con su extensión espacial PostGIS, y herramientas de gestión como pgAdmin4. Los clientes, como QGIS (SIG de escritorio) permiten a los usuarios interactuar directamente con la BBDD para el análisis y la manipulación de los datos. A continuación, se presenta una descripción de las aplicaciones, software y librerías que intervienen en cada nivel:

GeoDataBase:

- PostgreSQL: Según su sitio *web*¹⁷, es descrito como un potente sistema de base de datos de código abierto lanzado el 8 de julio de 1996, que utiliza y amplía el lenguaje SQL. Es considerada como una de las bases de datos más conocidas y con más soportes debido a sus características, que incluyen extensibilidad, seguridad, confiabilidad, recuperación ante desastres, simultaneidad e integridad de los datos. Además, se destaca por

¹⁷ <https://www.postgresql.org/>

su compatibilidad con las propiedades ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad) desde el 2001 (Montenegro y Tuapanta, 2021).

- PostGIS¹⁸: Se define como una extensión especializada de PostgreSQL. Está enfocada en el almacenamiento de objetos geográficos a partir de tablas de datos, representando así, diversas ubicaciones geográficas como puntos, líneas o polígonos. Al agregar soporte para objetos geográficos y permitir consultas de ubicación en SQL, PostGIS amplía significativamente la funcionalidad de PostgreSQL. Además, enriquece la base de datos con tipos adicionales como geometría, geografía y ráster. Esta mejora sustancial fortalece el núcleo de PostgreSQL, convirtiéndolo en un sistema de administración de base de datos rápido y completo (Martínez y Yépez, 2019). Al integrarse con herramientas gráficas como QGIS, PostGIS se convierte en una herramienta versátil capaz de gestionar y visualizar datos geográficos complejos de manera eficiente.

Clientes:

- PgAdmin4: Según su sitio *web*¹⁹, se define como una plataforma de código abierto utilizada para administrar bases de datos PostgreSQL. Está escrita en C++ y es compatible con varios sistemas operativos como Linux, Mac y Windows. Ofrece una amplia gama de funciones para usuarios de diferentes niveles. Es capaz de gestionar PostgreSQL y cuenta con herramientas como un editor SQL con resaltado de sintaxis y un agente para ejecutar scripts programados.
- QGIS: Es definido como un Sistema de Información Geográfica de código abierto respaldado por la OsGEO (Open Source Geospatial Foundation) y licenciado bajo GPL (General Public License). Según Palominos (2019) destaca por su amplia variedad de capacidades, tanto en sus funciones básicas como en sus complementos, que permiten la creación, edición,

¹⁸ <https://postgis.net/> .

¹⁹ <https://www.pgadmin.org/>

conversión, visualización y análisis de datos geográficos. Cabe destacar que es compatible con diversos sistemas operativos, incluyendo Linux, Windows, Android y Mac OSX. En este trabajo se utilizó la versión 3.32.1 “Lima”.

En segundo lugar, el nivel de aplicaciones incluye servidores como GeoServer, que actúa como intermediario entre los datos geográficos y las aplicaciones cliente, facilitando la gestión y publicación de la información geoespacial.

- GeoServer: Según Sarmiento y Rojas (2016) es un servidor de datos espaciales de código abierto escrito en Java, diseñado para facilitar a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales a través de un sitio *web*. Destaca por su capacidad para proporcionar interoperabilidad a partir de la publicación de datos procedentes de cualquier fuente de datos espacial. Además, ofrece extensiones estándar SLD y soporte para estilos CSS, lo que, permite una personalización de los datos para su posterior visualización. Por último, GeoServer es versátil en la lectura de datos, siendo capaz de acceder tanto a archivos locales como a bases de datos externas, lo que amplía su utilidad y flexibilidad en diferentes entornos de uso.
 - Para operar correctamente, GeoServer tiene requisitos específicos que deben cumplirse, incluyendo su ejecución sobre un contenedor de servlets compatible con Java, como Apache Tomcat, que proporciona el entorno de ejecución necesario para aplicaciones *web* Java.
 - Apache Tomcat: Según su sitio *web*²⁰, es definido como un contenedor *web* de código abierto desarrollado por la Apache Software Foundation desde 1999. Funciona tanto como un servidor *web*, como un servidor de aplicaciones Java que implementa las

²⁰ <https://tomcat.apache.org/>

especificaciones de los servlets (componentes de software Java) y JPS (JavaServer Pages). En este proyecto, Apache Tomcat desempeña el rol de servidor de aplicaciones, ya que, es capaz de manejar las solicitudes de los desarrolladores y de ejecutar el código de manera eficiente, por lo tanto, proporciona el entorno necesario para ejecutar GeoServer de manera efectiva.

GeoServer se alinea con las especificaciones del Consorcio Open Geospatial (OGC), garantizando la compatibilidad con estándares reconocidos internacionalmente, como el Web Map Service (WMS) y el Web Feature Service (WFS). Estos servicios son esenciales en el nivel de presentación, donde las interfaces de usuario final y las tecnologías, como bibliotecas de JavaScript como Leaflet, permiten la entrega de mapas y datos geográficos de manera eficiente y la creación de mapas interactivos. En el marco de este trabajo, solo se implementa el geoservicio WMS.

- Web Map Service (WMS)²¹: Es un estándar que permite a los usuarios acceder a mapas geográficos almacenados en un servidor a través de Internet. Mediante solicitudes de URL, los usuarios pueden obtener mapas en diferentes formatos para su visualización, ofreciendo una manera flexible y accesible de integrar datos geoespaciales en aplicaciones web o *software* de SIG.

El geoservicio WMS es interoperable, por lo tanto, si Geoserver se publica en abierto se dispone de la URL del geoservicio para visualizarlo en software SIG o visualizadores de mapas de los geoportales de la Infraestructura de Datos Espaciales.

Para la presentación se utilizó Leaflet, que es una biblioteca de JavaScript de código abierto fundamental para la publicación de mapas en línea. Según

²¹ <https://www.ogc.org/standard/wms/>

Palominos (2019) se caracteriza por su tamaño de 34KB, también por su simplicidad, rendimiento y usabilidad. Es compatible con una amplia gama de navegadores, tanto en dispositivos móviles como de escritorio. Esta biblioteca proporciona una variedad de funciones que abarca desde ventanas emergentes hasta controles de *zoom* y gestión de capas. Es comparable con otras herramientas como OpenLayers, sin embargo, Leaflet sobresale por su código abierto, el cual, fomenta la colaboración y mejora continua de los datos e información por parte de la comunidad, lo que garantiza su versatilidad y evolución constante.

Para la presentación del *Web Mapping* se utilizaron los siguientes lenguajes de programación:

- HyperText Markup (HTML)²²: Se define como un lenguaje de programación utilizado para crear páginas *web*. Sirve como estándar de referencia para la codificación y estructuración de éstas mediante un código del mismo nombre (HTML).
- Cascading Style Sheets (CSS)²³: Es un lenguaje utilizado para aplicar estilos a elementos escritos en HTML. Fue desarrollado por W3C (World Wide Web Consortium) en 1996 para llenar la necesidad de dar formato a las páginas *web*, ya que, HTML solo estaba diseñado para definir la estructura del contenido.
- JavaScript (JS)²⁴: Es un lenguaje de programación diseñado por Netscape Communications. Es una de las tres tecnologías esenciales en la creación de sitios *web*, junto con HTML y CSS. Es compatible con todos los navegadores modernos sin necesidad de *plugins* adicionales. Además, JavaScript ofrece una API para trabajar con texto, arrays, fechas y

²² <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-html>

²³ <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-css>

²⁴ https://developer.mozilla.org/es/docs/Learn/JavaScript/First_steps/What_is_JavaScript

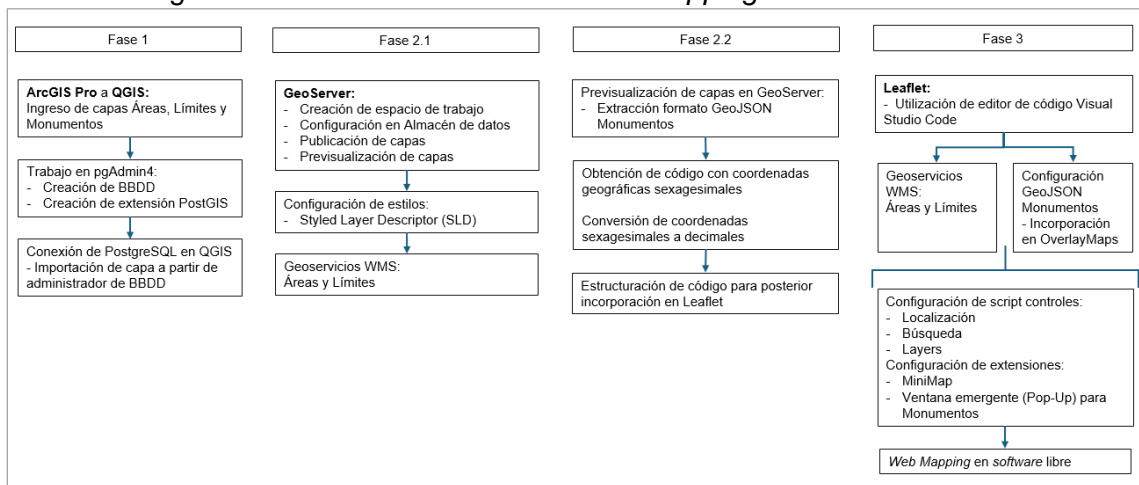
expresiones regulares, lo que lo convierte en una herramienta versátil para el desarrollo *web*.

Para modificar estilo de WMS en Geoserver:

- **Styled Layer Descriptor (SLD)**²⁵: Es un lenguaje utilizado en GeoServer para definir la representación cartográfica de las capas de datos geoespaciales. Se utiliza para configurar estilos visuales, como colores, tamaños y símbolos, esenciales para la visualización de diferentes tipos de información en mapas generados por GeoServer. Esta capacidad permite adaptar la apariencia de los datos geoespaciales según las necesidades específicas del usuario o del proyecto.

En base a las descripciones de los elementos en la arquitectura tecnológica de *software* de código abierto, se desarrolló el *Web Mapping* considerando las fases que se presentan en la siguiente figura.

Figura 35.- Fases de desarrollo: *Web Mapping* con *software* libre.



Elaboración propia.

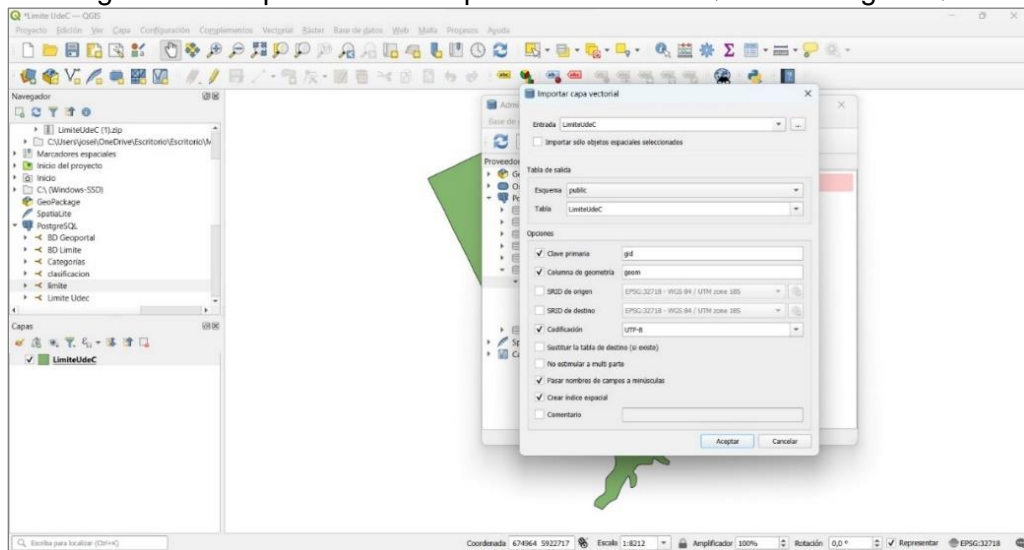
El procedimiento se inicia con la extracción de las capas procesadas en el software ArcGIS Pro en formato *.shp*. Estas capas se integran luego en QGIS 3.32.1 para su preparación y estructuración. Posteriormente, con el fin de

²⁵ https://live.osgeo.org/archive/10.5/es/standards/sld_overview.html

gestionar y almacenar eficientemente estos datos geoespaciales, se decide utilizar PostgreSQL a través de la herramienta pgAdmin4. Esto permite la creación de bases de datos denominadas "Áreas", "Límites" y "Monumentos-Esculturas", diseñadas específicamente para el manejo de datos geográficos como coordenadas, formas y atributos relacionados. Posteriormente, se realiza la creación de una extensión PostGIS dentro de pgAdmin4, lo cual, enriquece la base de datos con funcionalidades geoespaciales.

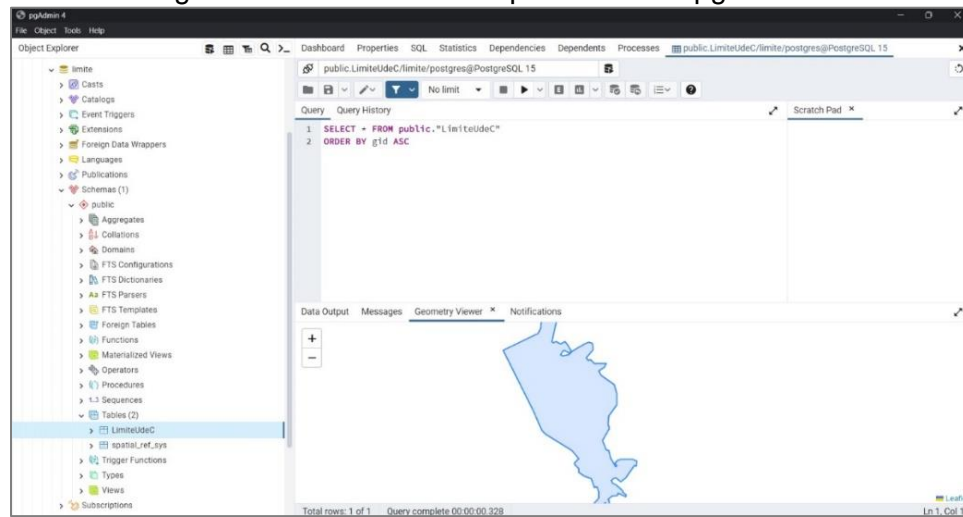
La integración de PostgreSQL con QGIS se realiza mediante la herramienta "administrador de bases de datos" facilitando la importación de las capas desde QGIS a PostgreSQL (Figura 36 y 37). Este proceso establece las bases para la publicación de los datos en GeoServer, lo que requiere previamente la instalación de Java, dado que GeoServer opera en el entorno de ejecución del mismo. Además, se instala Apache Tomcat versión 9 como soporte al servicio de mapas, configurado para funcionar en el puerto localhost: 8080.

Figura 36.- Importación de capa Límites desde QGIS a PostgreSQL.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37.- Visualización capa Límites en pgAdmin4.



Fuente: Elaboración propia.

En GeoServer (<http://localhost:8080/geoserver/>) se comienza especificando un “Espacio de trabajo” y también creando una capa de datos vectoriales PostGIS en “Almacenes de Datos” conectado directamente con la base de datos PostgreSQL. Posteriormente se procede a cargar las capas trabajadas en “Configuración de Capas”. Este procedimiento, se enfoca en el establecimiento de Encuadres Nativos y de Latitud/Longitud, esenciales para la representación y publicación espacial de los datos. Estos encuadres ayudan a definir los límites geoespaciales de las capas, tanto en su forma original como en coordenadas geográficas.

Tabla 3.- Encuadre nativo: Monumentos-Esculturas, Áreas y Límites

Capa	Encuadre nativo			
	Min X	Min Y	Max X	Max Y
Monumentos	-8.130.647,5	-4.415.669.5	-8.130.184	-4.414.919,5
Áreas	-8.130.295,5	-4.416.227	-8.129.700	-4.415.149
Límites	674.819,25	5.921.420	675.676,875	5.922,737,5

Fuente: Elaboración propia.

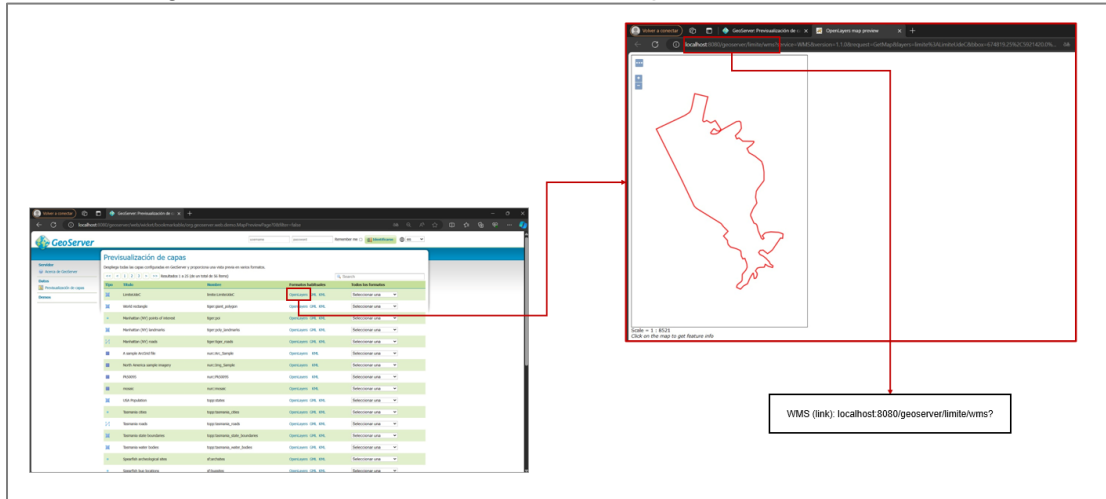
Tabla 4.- Encuadre Lat/Long: Monumentos-Esculturas, Áreas y Límites

Capa	Encuadre de latitud y longitud			
	Min X	Min Y	Max X	Max Y
Monumentos	-73,038849	-36,831668	-73,034685	-36,826276
Áreas	-73,035687	-36,835677	-73,030337	-36,827926
Límites	-73,039800	-36,836963	-73,029884	-36,824934

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realiza una previsualización de los datos en GeoServer, lo cual, permite obtener la URL del geoservicio WMS (Figura 38).

Figura 38.- Obtención URL WMS de capa Límites en Geoserver.



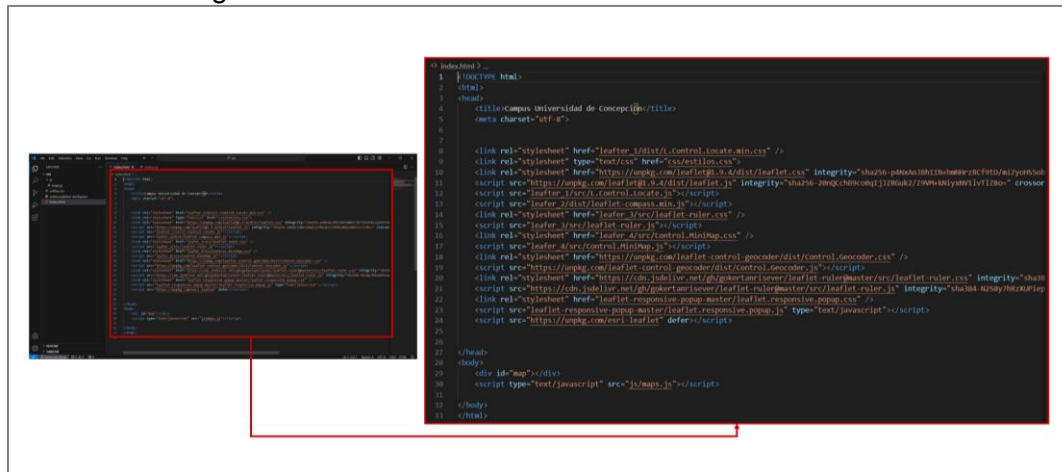
Fuente: Elaboración propia.

La creación de la aplicación *Web Mapping* en la biblioteca Leaflet comenzó con la elaboración de un archivo HTML llamado 'Index', utilizando un editor de código, en este caso, Visual Studio Code²⁶. Este editor, desarrollado por Microsoft, se presenta como una herramienta especializada en el flujo de trabajo de codificación.

El archivo Index.html constituye la estructura base de la página *web* diseñada para mostrar información del Campus Universidad de Concepción (Figura 39). Este documento HTML establece la estructura fundamental de la página y proporciona los elementos necesarios para interactuar con los geoservicios generados por Geoserver.

²⁶ <https://code.visualstudio.com/>

Figura 39.- Codificación HTML en Visual Studio Code.



Fuente: Elaboración propia.

En la sección <head> se deben agregar enlaces a recursos externos que son necesarios para la página web, como la hoja de estilo CSS y scripts JavaScript. Dentro de los recursos y capas agregadas se destacan:

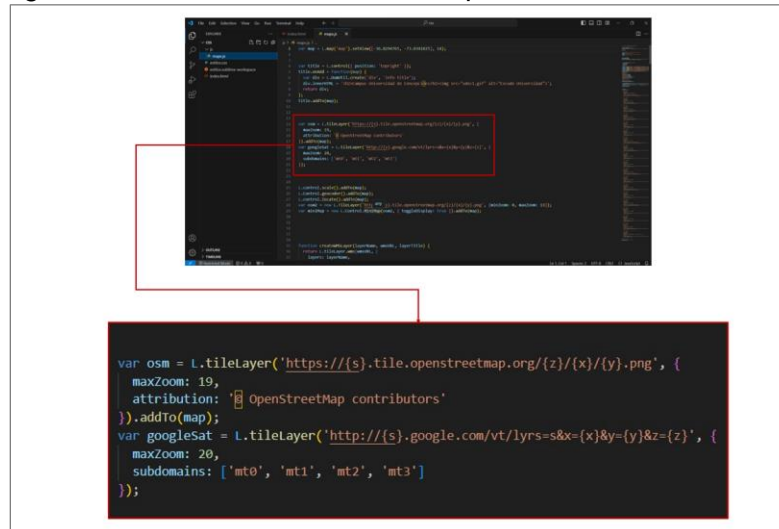
- Estilos.css: Archivo local que contiene los estilos personalizados para el *Web Mapping*.
- Controles script: Control de localización en Leaflet (Control Locate), control de búsqueda (Control Geocoder), extensión de Leaflet que muestra un MiniMapa (Control MiniMap). También, se utilizan extensiones para generar ventanas emergentes o Pop-Up (Responsive Pop-up).

La sección <body> contiene el contenido principal de la página web, como el contenedor del mapa y el enlace al archivo JavaScript que contiene el código para inicializar y configurar el mapa en Leaflet, este se genera en el archivo maps.js. Este archivo, contiene el código JavaScript encargado de interactuar con Geoserver. Este código incluye funcionalidades como la visualización de capas de edificaciones, Pop-Ups (ventanas emergentes) con información detallada sobre los monumentos, límites del área de interés, así como controles para la ubicación y la selección de capas bases.

A continuación, se describen las funcionalidades implementadas en el *Web Mapping*:

- *BaseMaps*: En el desarrollo de aplicaciones de *Web Mapping*, los BaseMaps son elementos esenciales que proveen la base cartográfica sobre la cual se superponen los datos de capas y se visualiza información geográfica. Para este proyecto en *software* de código abierto se seleccionaron los siguientes:
 - OpenStreetMap (OSM)²⁷: Este BaseMap proporciona datos geoespaciales detallados y actualizados de todo el mundo de manera gratuita y accesible para todos. Los datos en OSM son creados y editados por una comunidad global de voluntarios, quienes contribuyen con información sobre carreteras, edificios, puntos de interés y otros elementos geográficos.
 - Satellite²⁸: Google Maps utiliza imágenes satelitales de alta resolución para proporcionar vistas detalladas de la superficie terrestre. Estas imágenes son capturadas por satélites y aviones aéreos, y luego procesadas y combinadas para crear un mosaico continuo de mapas.

Figura 40.- Codificación de BaseMaps en Visual Studio Code.



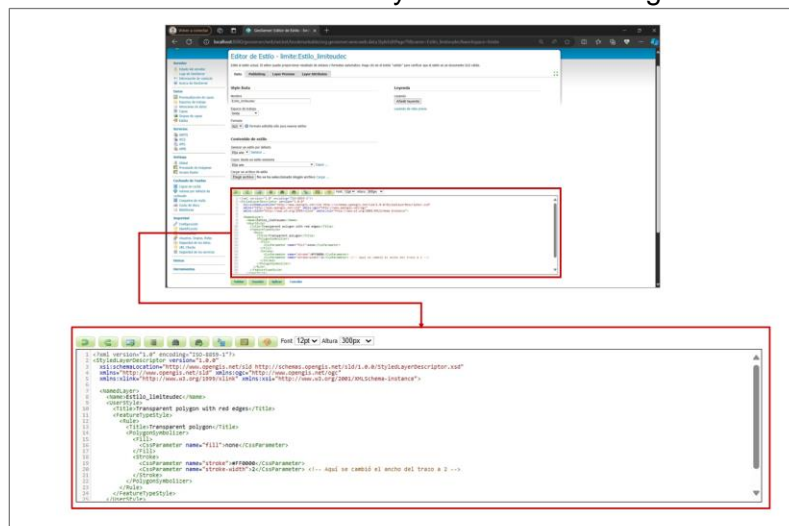
Fuente: Elaboración propia.

²⁷ <https://www.openstreetmap.org>

²⁸ <https://bit.ly/3uVkytJ>

- **Capa Límite:** Delimita el área de interés representada en el mapa. La edición de su estilo se realizó en Geoserver utilizando el SLD, como se muestra en la siguiente figura:











Figura 41.- Modificación de estilos y obtención de código en Geoserver.



Fuente: Elaboración propia.

- **Capa Áreas:** Una característica destacada del mapa generado es su capacidad para mostrar las diversas áreas de la Universidad de Concepción, representadas en una variedad de colores distintivos. Al igual que la capa de límites, estas áreas se editaron para alcanzar el formato deseado, utilizando GeoServer. A continuación, se presenta una tabla que detalla cada área de interés junto con su correspondiente código hexadecimal de color.

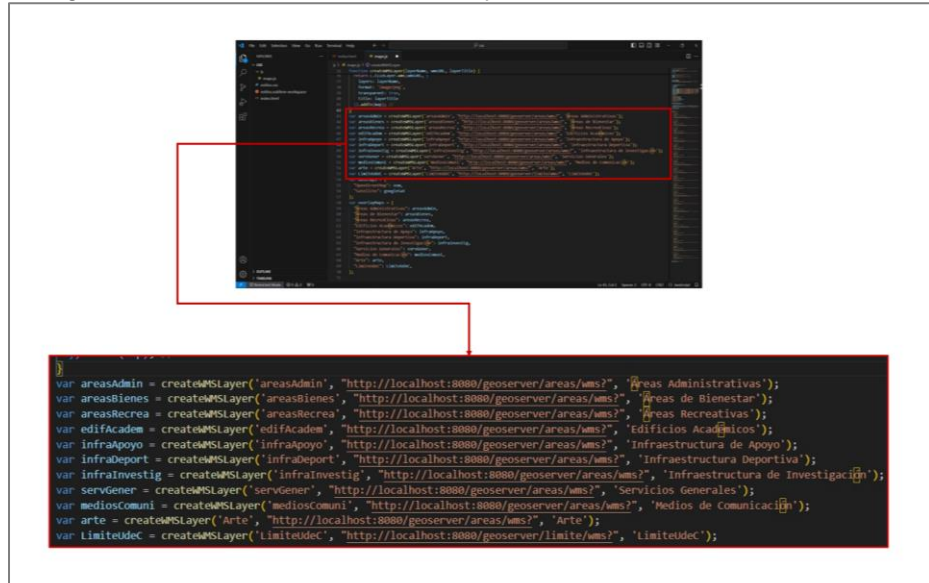
Tabla 5.- Colores hexadecimales de capa Áreas.

Áreas	Color hexadecimal	Color representativo
Edificios académicos	#C71010	
Áreas de recreación	#45AB20	
Infraestructura de apoyo	#807A7A	
Servicios generales	#D19F90	
Infraestructura deportiva	#F07911	
Infraestructura de investigación	#1131DD	
Medios de comunicación	#000000	
Áreas administrativas	#D647A4	
Arte	#9035C4	
Áreas de bienestar	#FFD208	

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se muestra la estructuración y adición de capas de áreas y límites en la Librería Leaflet desde el editor de código correspondiente, para su visualización posterior en Index.html.

Figura 42.- Codificación de Áreas y Límites en Visual Studio Code.

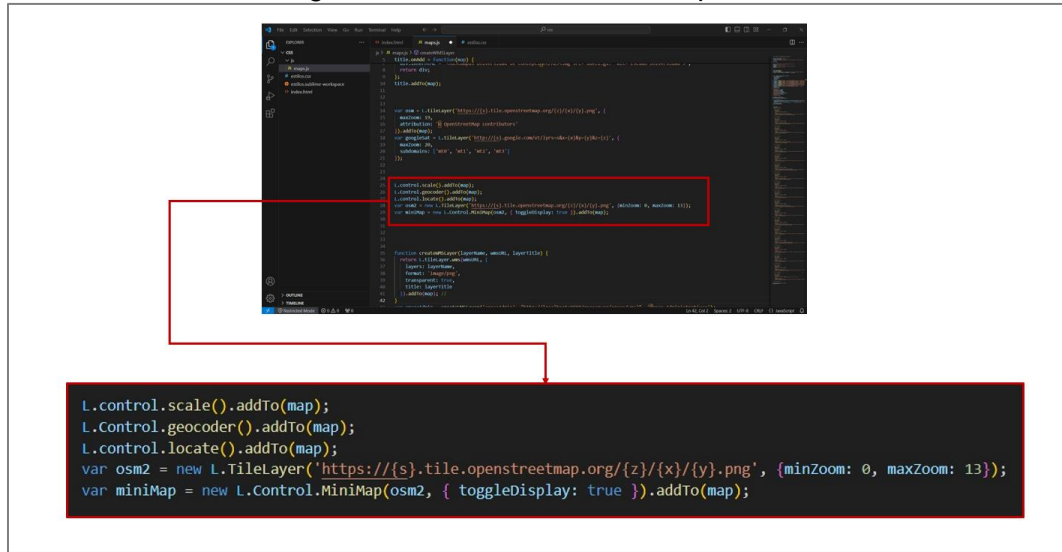


Fuente: Elaboración propia.

Los complementos integrados al mapa son esenciales para mejorar la experiencia del usuario en las aplicaciones *Web Mapping*. Estas funciones potencian la usabilidad y accesibilidad de la aplicación, al proporcionar herramientas clave para la navegación y búsqueda de información. Entre los complementos añadidos se incluyen:

- Scale (Escala del mapa)
- Search (Búsqueda)
- Locate (Localización)
- Layers
- MiniMap

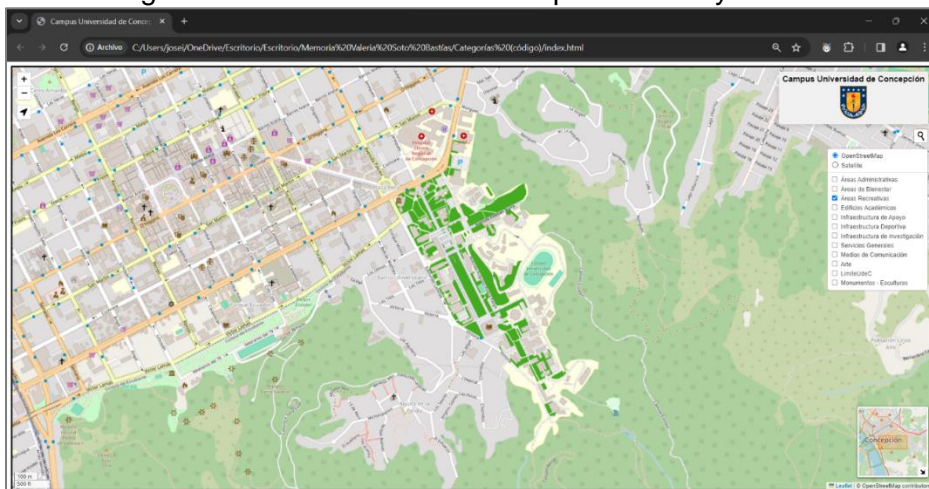
Figura 43.- Codificación de complementos.



Nota: En la figura se presenta la codificación de los complementos “Scale Bar”, “Locate”, “Search” y “MiniMap”.

Como se mencionó previamente, el complemento Layers permite, mostrar u ocultar capas de información geográfica según la preferencia del usuario. para mostrar esta funcionalidad, se presenta la siguiente figura:

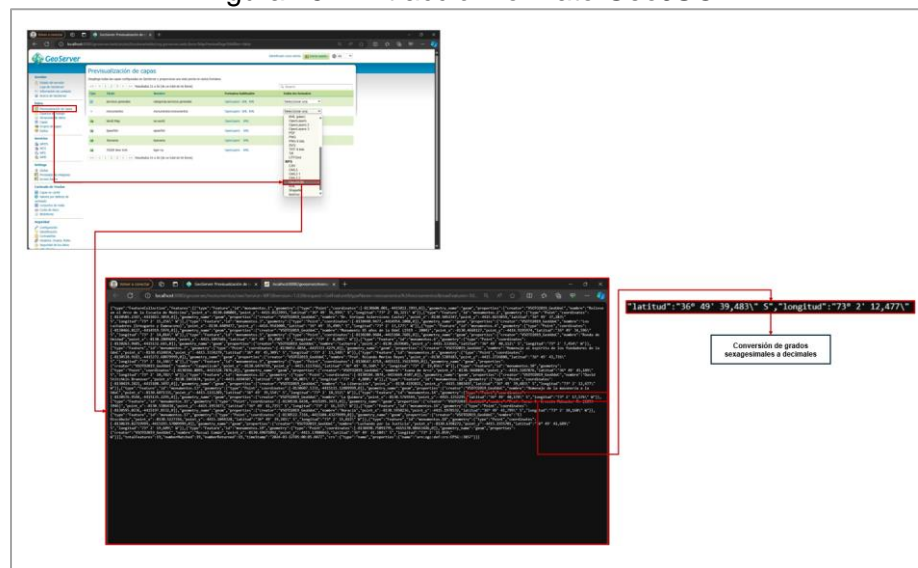
Figura 44.- Funcionalidad de complemento Layers.



Nota: En la figura, se muestra la funcionalidad del complemento Layers. En este caso, se utilizó para mostrar solo las áreas recreativas y el BaseMap OpenStreetMap, creando así, una selección y contraste notable con respecto a la visualización de todas las áreas.

Debido a la importancia de los datos sobre monumentos y esculturas, es esencial que esta información no solo se represente mediante una capa en formato WMS, sino que también se represente con descripciones e imágenes de los mismos. Para lograr una visualización de esta información, se incorporaron las ventanas emergentes o Pop-Up. Para facilitar esta integración, se utilizó GeoServer para la previsualización de capas, seguido de la exportación de datos en formato GeoJSON. Según el sitio *web* de ArcGIS Enterprise, el GeoJSON es un formato abierto que permite el intercambio de datos geoespaciales, representando entidades geográficas simples y sus atributos asociados. Este formato, basado en JSON, es compatible con la codificación de variadas estructuras de datos geográficos. Utiliza el sistema de referencia geodésico mundial de 1984 (WGS84) y presenta las unidades en grados decimales. La extracción en este formato generó un código en GeoServer que incluía coordenadas geográficas en formato sexagesimal. Sin embargo, para su correcta integración en Leaflet, fue necesario convertir estas coordenadas a formato decimal (como se muestra en la Figura 45).

Figura 45.- Extracción formato GeoJSON



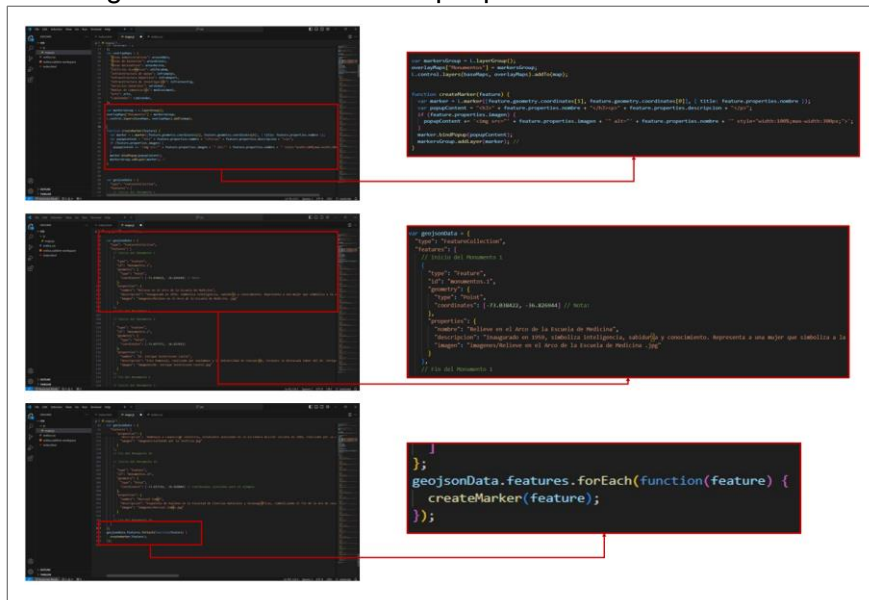
Fuente: Elaboración propia.

De manera general, el proceso para crear los Pop-Up en la librería Leaflet es el siguiente:

- Incorporación de información de monumentos y esculturas: Se integró el código obtenido en GeoServer a la librería Leaflet, y se incluyeron los detalles pertinentes de cada monumento, como su nombre, una breve descripción y una imagen correspondiente.
- Creación de un nuevo grupo de capas: Se estableció un grupo de capas denominado “markersGroup” en Leaflet, inicialmente vacío, que posteriormente se llena con la información de cada monumento. Este grupo permite visualizar los monumentos en el *Web Mapping*.
- Configuración de los Pop-up: Utilizando la función “createMarker”, se crean y configuran los Pop-up para mostrar los datos de cada monumento, incluidos nombre, imagen y descripción.
- Incorporación de la información al Pop-up: A través de un ciclo for y la función createMarker (feature), se añade la información de cada monumento al Pop-up. Luego, estos se agregan al grupo “markersGroup”. Al finalizar este ciclo, todos los monumentos quedan integrados en OverlayMaps, permitiendo su visualización como Pop-up en el *Web Mapping*

En la Figura 46 se presenta el proceso de creación de los Pop-Up de cada monumento y escultura utilizando la librería Leaflet a partir del trabajo en código.

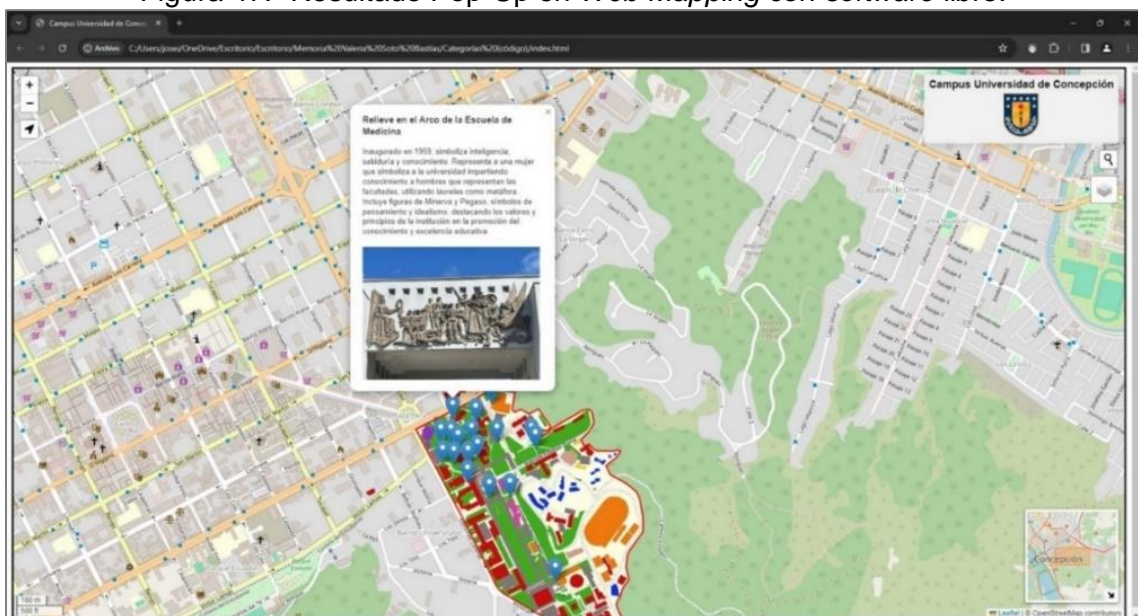
Figura 46.- Codificación Pop-Up en Visual Studio Code.



Nota: La primera imagen ilustra cómo se implementa la función “createMarker” en el código. La segunda imagen detalla la integración de información específica (coordenadas geográficas, nombre, descripción e imágenes) en formato GeoJSON. La tercera imagen muestra el desarrollo de un proceso iterativo encargado de generar los marcadores a partir de la información de los monumentos incluida en el código.

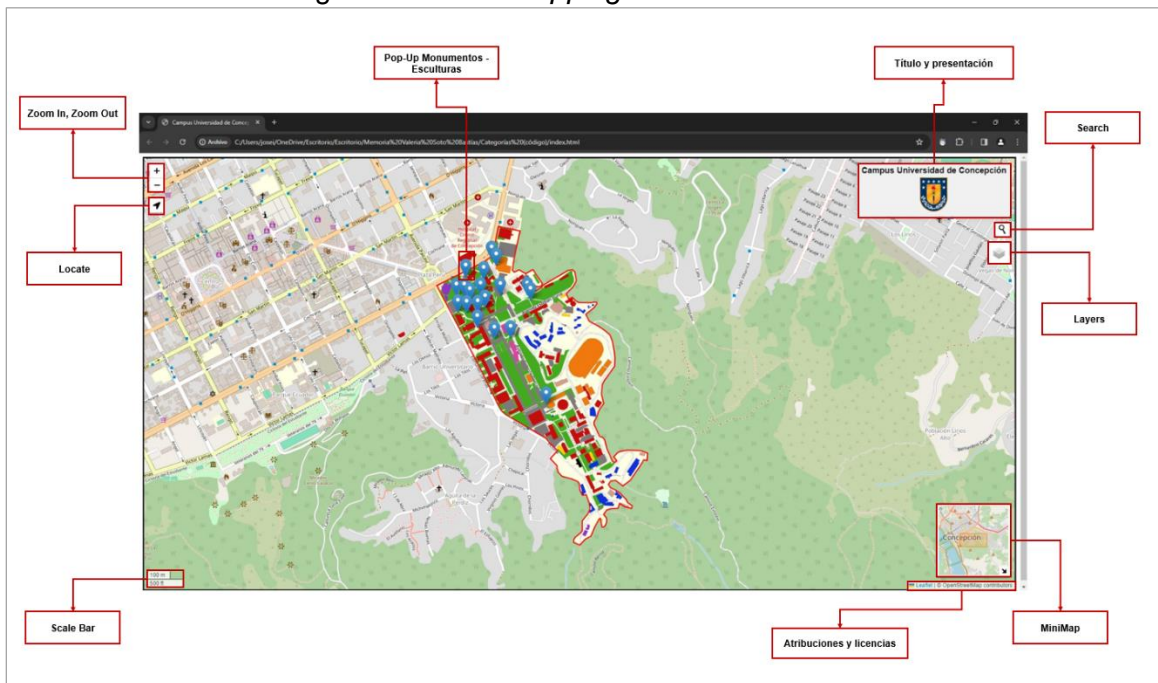
La visualización del Pop-Up monumentos generado en Leaflet se representa en la siguiente figura:

Figura 47.- Resultado Pop-Up en Web Mapping con software libre.



A continuación, se muestra el resultado del visualizador de *Web Mapping* creado utilizando *software* libre, desarrollado a partir del trabajo realizado en GeoServer, PostgreSQL, PostGIS y Leaflet, entre otros *softwares* y librerías. Se incluye información importante como complementos, capas integradas (áreas y límites) y los Pop-Ups de monumentos, entre otros aspectos relevantes.

Figura 48.- *Web Mapping* con software libre.



Fuente: Elaboración propia.

Capítulo IV: Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos del trabajo realizado en esta Memoria de Título se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se logró cumplir con los objetivos propuestos (general y específicos).
- Se ha logrado completar las fases de desarrollo definidas para este proyecto.
- Se ha logrado el desarrollo de dos aplicaciones de *Web Mapping*, una basada en *software* propietario y otra en *software* libre. Ambas responden a los requisitos funcionales y no funcionales definidos para su correcto funcionamiento.
- El desarrollo de las aplicaciones de *Web Mapping* ha cumplido con las expectativas iniciales del proyecto, representando visualmente las 10 categorías de áreas, los 19 monumentos-esculturas y el límite del Campus de la Universidad de Concepción. Además, la adición de una página *web* complementaria potencia el resultado, ya que, brinda una herramienta que facilita la interacción con la historia y patrimonio de la Universidad manifestado en sus monumentos y esculturas.
- Durante la recolección de datos, se identificaron desafíos que mostraron la complejidad de caracterizar y actualizar el patrimonio de la Universidad de Concepción. La creación de fichas para cada monumento facilitó el acercamiento al patrimonio cultural, aunque se observaron discrepancias entre la información en línea y la realidad en el campus, resaltando la necesidad de verificación directa. Se encontraron monumentos no registrados y obras en remodelación o que ya no se encontraban en el Campus, lo que significó la necesidad de múltiples visitas para una documentación precisa. Estas discrepancias indican la necesidad de herramientas que permitan una actualización constante del patrimonio y las estructuras del campus, garantizando acceso a información precisa tanto para la comunidad universitaria como para el público. El hallazgo de monumentos y edificios no

- catalogados previamente también enfatizó la importancia de disponer de más herramientas para actualizar la información geográfica y cultural del campus.
- Estos retos demostraron que el patrimonio universitario está explorado de manera insuficiente. Una promoción activa mediante herramientas digitales interactivas, visitas guiadas y eventos presenciales podría fomentar la apreciación y el respeto por la historia y cultura de la universidad, fortaleciendo el sentido de pertenencia y orgullo en la comunidad.
 - Finalmente, la variabilidad en la calidad de la información sobre los monumentos resalta la necesidad de colaboración interdisciplinaria, la cual, no solo facilitaría la actualización de la base de datos, sino que también profundizaría en la narrativa en torno a cada elemento patrimonial, proporcionando una comprensión más amplia de su significado e importancia.
 - Durante la etapa de desarrollo de herramientas de *Web Mapping*, se experimentó las facilidades y/o dificultades de uso entre el *software* propietario, como ArcGIS, y plataformas de código abierto como Geoserver. La experiencia con ArcGIS, reforzada por la formación académica centrada en *softwares* propietarios, facilitó significativamente el proceso de creación de mapas interactivos. La interfaz gráfica y las herramientas intuitivas de ArcGIS permitieron un diseño y desarrollo eficiente. En contraste, Geoserver, a pesar de su flexibilidad debido a su naturaleza de codificación, requirió un esfuerzo mayor de aprendizaje y desarrollo por su dependencia de la codificación manual.
 - ArcGIS sobresalió por sobre Geoserver por su facilidad de uso, especialmente por la formación previa en este entorno. La capacidad de implementar funcionalidades complejas a través de una interfaz gráfica más intuitiva aceleró el proceso de desarrollo de la aplicación de *Web Mapping*.
 - La creación del sitio *web* de los monumentos y esculturas, aprovechando la interfaz accesible de Google Sites, facilitó notablemente el desarrollo del mismo.

- Para avanzar en el uso del *Web Mapping* en el Campus, resultaría beneficioso integrar tecnologías emergentes como la realidad aumentada, esto con el fin de ofrecer una experiencia de navegación y exploración del campus más dinámica. La integración de aplicaciones de *Web Mapping* y tecnologías emergentes podría significar una mejora significativa en la interacción de los usuarios con el Campus y su patrimonio.
- Es fundamental asegurar que la información relacionada con áreas y monumentos del campus esté actualizada, reflejando los cambios que suceden con el paso del tiempo. Para lograr esto, sería beneficioso implementar políticas de gestión de datos y fomentar la colaboración entre la comunidad de usuarios y desarrolladores. Esta cooperación permitiría mantener actualizada la información geográfica y cultural de la Universidad de Concepción, enriqueciendo así la base de datos del Campus.
- Por último, sería muy beneficioso que exista una mejora y optimización del prototipo de *Web Mapping* para que pueda ser integrado dentro de las plataformas digitales y oficiales de la Universidad. Este avance permitirá que la herramienta se consolide como recurso de consulta esencial, siendo útil tanto para miembros de la comunidad universitaria como para visitantes interesados en conocer más sobre el Campus.

Bibliografía

Álvarez, M. (2019, octubre 13). UdeC presenta App de realidad aumentada para visitar el Campus. *Diario Concepción*. Recuperado de: <https://www.diarioconcepcion.cl/ciudad/2019/10/13/udec-presenta-app-de-realidad-aumentada-para-visitar-el-Campus.html>

BBC News Mundo. (2019, 12 noviembre). Nightingale de Google: el escandaloso proyecto que le permitió al gigante de Internet acceder al historial médico de millones de personas. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-50393027>

Blachowski, J., Łuczak, J., & Zagrodnik, P. (2018). Participatory GIS in design of the Wrocław University of Science and Technology Campus *web* map and spatial analysis of Campus area quality. *E3S Web of Conferences*, 29, 00025. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20182900025>

Charpentier, M. (2015, junio 08). "Pinacoteca": lanzan aplicación en smartphones para recorrer la Casa del Arte de la UdeC. *Biobío Chile*. Recuperado de: <https://www.biobiochile.cl/noticias/2015/06/08/pinacoteca-lanzan-aplicacion-para-smartphones-para-recorrer-la-casa-del-arte-de-concepcion.shtml>

Consejo Monumentos Nacionales. (2017, febrero 20). Universidad de Concepción es Oficialmente Monumento Nacional. Recuperado de: <https://www.Monumentos.gob.cl/prensa/noticias/Universidad-concepcion-oficialmente-monumento-nacional>

Castiblanco Y, Rodrigues, M. (2017). Desarrollo de una aplicación *webmapping* para la atención de incidencias en entornos rurales. [Tesis Fin de Máster]. Universidad de Zaragoza. Recuperado de: <https://zaguan.unizar.es/record/64622>

Dhirani, L. L., Mukhtiar, N., Chowdhry, B. S., & Newe, T. (2023). Ethical Dilemmas and Privacy Issues in Emerging Technologies: A review. *Sensors*, 23(3), 1151. <https://doi.org/10.3390/s23031151>

Diario Concepción (2023, abril 05). Televisión Universidad de Concepción cumple 26 años de compromiso informativo regional con el Biobío. *Diario Concepción*. Recuperado de: <https://bit.ly/3uZjwp6>

Endalew, M., Shiferaw, W., & Kindie, A. (2019). Development of *Web Mapping* Application for Spatial Ecotourism Information Using QGIS Plugin and Freely Available *Web* Platforms in Northwest Highlands of Ethiopia a Case Study: Chokie Mountain Watersheds. *Advances in Internet of Things*, 9(3), Article 3. <https://doi.org/10.4236/ait.2019.93004>

Etimologías de Chile. (s.f.). Etimología de Quimera. Recuperado de: <https://etimologias.dechile.net/?quimera>

Garba, H., N. Ojeh, V., Elijah, E., & E. Ayeni, B. (2018). The Use of GIS and Google Earth Images for Mapping of Taraba State University Campus. *Asian Journal of Geographical Research*, 1(1), Article 1. <https://doi.org/10.9734/ajgr/2018/v1i124659>

Garcia Alonso, J. (2021). Implementación de una herramienta *Web Mapping* para la gestion municipal. [Tesis Fin de Máster]. Universidad de Oviedo. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10651/60199>

Griffith, D. A., Chun, Y., & Dean, D. J. (2017). Spatial Autocorrelation and Spatial Filtering. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(10), 317.

<https://doi.org/10.3390/ijgi6100317>

Haklay, M., Singleton, a., & Parker, C. (2008). Web Mapping 2.0. The Neogeography of the GeoWeb. *Geography Compass*, 2(6), 2011-2039.

<https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2008.00167.x>

Iadanza, C., Trigila, A., Starace, P., Dragoni, A., Biondo, T., & Roccisano, M. (2021). IdroGEO: A Collaborative *Web Mapping* Application Based on REST API Services and Open Data on Landslides and Floods in Italy. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/ijgi10020089>

Ibaca, E. (2019). Desarrollo de una aplicación móvil con realidad aumentada para exploración histórica del Campus de la Universidad de Concepción. [Tesis de Grado]. Universidad de Concepción. Recuperado de: http://repositorio.udec.cl/xmlui/bitstream/handle/11594/401/Tesis_Desarrollo_de_una_Aplicacion_movil.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Jaljolie, R., Dror, T., Siriba, D. N., & Dalyot, S. (2022). Evaluating current ethical values of OpenStreetMap using value sensitive design. *Geo-spatial Information Science*, 1-17. <https://doi.org/10.1080/10095020.2022.2087048>

Kadochnikov, A., Shaparev, N., Tokarev, A., & Yakubailik, O. (2019). Software tools for *Web Mapping* systems. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 516, 012007. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/516/1/012007>

Köbben, B. J., & Kraak, M.-Jan. (2020). Mapping, *Web*. En A. Kobayashi (Ed.), *International Encyclopedia of Human Geography (Second Edition)* (pp. 333-337). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10565-7>

La historia detrás del ecoturismo: su origen y evolución. (2023, mayo 02). *Ecozap*. Recuperado de: <https://ecozap.es/ecoturismo/la-historia-detras-del-ecoturismo-su-origen-y-evolucion/>

León, T., Torres, N., y Espinoza, C. (2015, septiembre 05). Catálogo de Esculturas, Universidad de Concepción. *Issuu*. Recuperado de: https://issuu.com/carolinaespinozasepulveda/docs/catalogo_final_.91ea22294f8d14

Martínez, C. (2013, octubre 16). Guía Urbana de Chile: Universidad de Concepción. *Plataforma Urbana*. Recuperado de: <https://www.plataformaurbana.cl/archive/2013/10/16/guia-urbana-de-chile-Universidad-de-concepcion/>

Martínez, E. (2023, mayo 03). Qué es el Software Propietario y cuáles son sus ventajas. *IEBS Business School*. Recuperado de: <https://www.iebschool.com/blog/software-propietario-digital-business/>

Martínez, V., y Yépez D. (2019). Desarrollo de un visor geográfico web para la gestión de información geodésica nacional. [Trabajo de grado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado de: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22638>

Montenegro, J., y Tuapanta, A. (2021). Análisis de bases de datos relacionales y no relacionales aplicado al problema de la ruta más corta. [Trabajo de Titulación].

Universidad Nacional de Chimorazo. Recuperado de:
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7540>

Mooney, P., Olteanu-Raimond, A., Touya, G., Juul, N., Alvanides, S., & Kerle, N. (2017). Considerations of Privacy, Ethics and Legal Issues in Volunteered Geographic Information. *Ubiquity Pres.* (pp. 119-135). <https://doi.org/10.5334/bbf.f>

Muñoz, M. (2020). El Campus de la Universidad de Concepción: Un espacio urbano relevante para la construcción de ciudad y sociedad. *Urbe. Arquitectura, Ciudad y Territorio*, (10), 27-38. <https://doi.org/10.29393/UR10-3CUMM10003>

Muñoz, M. (1995). Estudio del patrimonio en la Universidad de Concepción. Plan Regulador del Campus. Tomo 1. Memoria General. Concepción: Dirección de Planificación e Informática. Universidad de Concepción. Recuperado de: <https://doi.org/10.29393/UR10-3CUMM10003>

Palominos, F. (2018). *Web Mapping. Construcción e implementación de un visualizador SIG Online Open Source, como Instrumento de Gestión Territorial, caso aplicado a la Municipalidad de Chillán Viejo.* [Tesis de Magister]. Universidad de Concepción. Recuperado de: https://www.magistergeografia-udec.cl/wp-content/uploads/2020/05/2018_MAG_Francisco-Palominos.pdf

Panorama UdeC. (2016, marzo 22). La ballena de la UdeC, la última ballena del Pacífico Sur. Recuperado de: <http://www.udec.cl/panorama-web2016/content/la-ballena-de-la-udec-la-%C3%BA%ltima-ballena-del-pac%C3%ADfico-sur>

Panorama UdeC. (s.f.). Universidad de Concepción lanzó aplicación de realidad aumentada Descubre UdeC. *Alumni UdeC*. Recuperado de: <https://alumni.udec.cl/?q=node/62>

Papua, O., Kumaat, J., Runtuwene, J., & Rompas, P. (2018, enero 1). *Web GIS University for Planning Infrastructure*. 334. <https://doi.org/10.5220/0009010803300334>

Peterson, M. P. (2017). *Web-Mapping Services*. En *International Encyclopedia of Geography* (pp. 1-19). American Cancer Society. <https://doi.org/10.1002/9781118786352.wbieg0890>

Peterson, M. P. (2003). *Maps and the internet*. Elsevier eBooks (pp. 1-16). <https://doi.org/10.1016/b978-008044201-3/50003-7>

Pfeifer, E., y Melgarejo, V. (2016, mayo 02). Catálogo Esculturas y Monumentos, Universidad de Concepción. *Issuu*. Recuperado de: <https://issuu.com/elisa281/docs/catalogo.02.05.16>

Plaza Estudiante. (s.f.). Monumento a los fundadores. Recuperado de: http://www2.udec.cl/plazaestudiante/breve_historia_Fundadores.htm

Pradena, M. y Valenzuela M, (2011). Project management en el caso de la rehabilitación de la infraestructura de la Universidad de Concepción, Chile, posterremoto m8.8. *Revista de la construcción*, 10(3), 29-40. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2011000300004>

Revista Panorama. (2000, mayo 17). Fósil Araucano. Recuperado de: <http://www2.udec.cl/panorama/p372/p25.htm>

Sarmiento, J., y Rojas, I. (2015). *Publicacion de Cartografía Mediante el Uso de una Plataforma en Línea*. [Trabajo de Grado]. Universidad Distrital F.J.C. Recuperado de: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/3582>

Schwerter, J. (2021). Sobre el legado de David Stitchkin Branover como ciclista y humanista. *Revista de Derecho*, 89(249), 423-442. <https://doi.org/10.29393/rd249-16sljd0016>

Torres, C. (2015). *Campus Universitario de la Universidad de Concepción en el contexto latinoamericano*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Concepción. Recuperado de: <https://idus.us.es/handle/11441/33453>

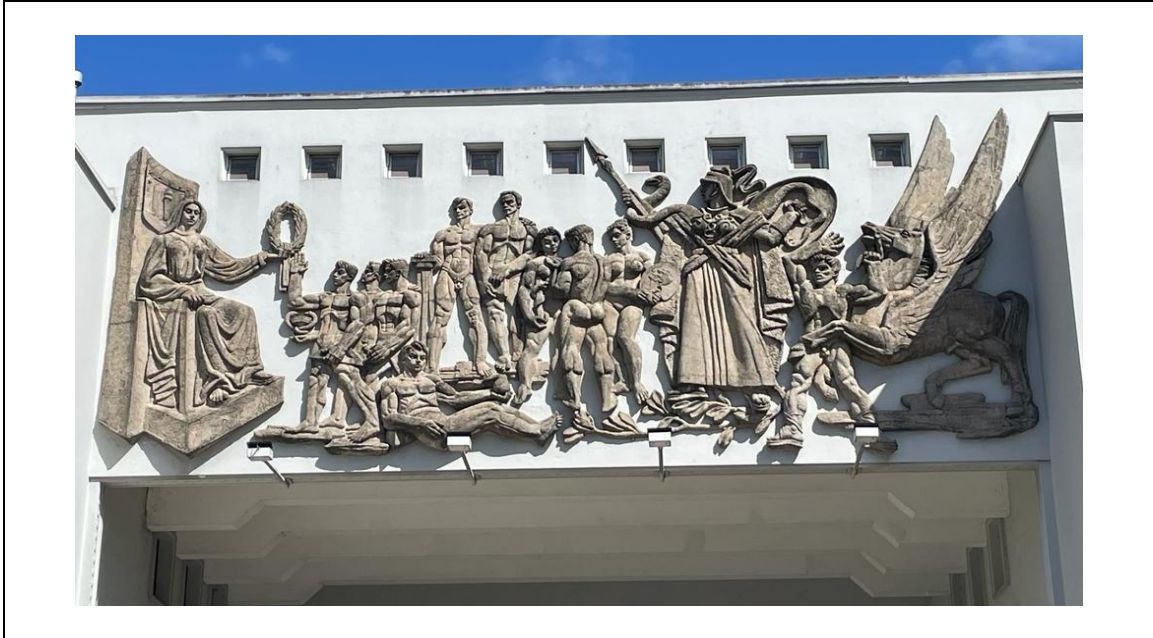
Veenendaal, B., Brovelli, M. A., & Li, S. (2017). Review of *Web Mapping: Eras, Trends and Directions*. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ijgi6100317>

Veenendaal, B., Brovelli, M. A., Li, S., & Ivánová, I. (2017). What is *Web Mapping* Anyway? *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-2/W7, 155-160. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-2-W7-155-2017>

Vejar, P. (2021, abril 9). Telecomunicaciones UdeC estrena nuevo sitio web y tour virtual de laboratorios. *ICT*. Recuperado de: <http://telecomunicaciones.udec.cl/telecomunicaciones-udec-estrena-nuevo-sitio-web-y-tour-virtual-de-laboratorios/>

Anexos

Anexo I Monumento “Relieve en el Arco de la Escuela de Medicina”



Autor: Mario Francisco Ormezzano

Descripción: El arco de la Escuela de Medicina de la Universidad de Concepción, que sirve como la entrada principal de la Universidad desde la Avenida Roosevelt (Martínez, 2013), es un mural inaugurado en el año 1959 cargado de simbolismos que representan la inteligencia, la sabiduría y el conocimiento (Pfeifer y Melgarejo, 2016) Estos conceptos se expresan a través de la representación de hombres y mujeres en relieve en el mural. (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León, Torres y Espinoza, 2015).

Al observar el mural desde el costado izquierdo, se puede apreciar la imagen de una majestuosa mujer que simboliza a la Universidad. Esta figura se encarga de transmitir conocimiento a los hombres, que representan las distintas facultades de la Universidad, esto, siendo una representación metafórica utilizando laureles (Pfeifer y Melgarejo, 2016). Además, en el mural se destacan las figuras de Minerva y Pegaso, que son símbolos del pensamiento, la sabiduría y el idealismo (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León, Torres y Espinoza, 2015).

Esta representación artística en el arco de la Escuela de Medicina de la Universidad de Concepción es una manifestación de los valores y principios que la institución promueve, destacando la importancia del conocimiento y la búsqueda de la excelencia en la educación.

Fuente: Elaboración propia en base a Martínez, 2013, Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo II Monumento “Caupolicán”



Autor: Nicanor Plaza

Descripción: La escultura ubicada en los Jardines de la Universidad de Concepción, detrás del Departamento de Artes Plásticas, es una réplica de una obra que se originó en el año 1863 como parte de un concurso que buscaba representar el ideal del "Último mohicano" (León, Torres y Espinoza, 2015). Sin embargo, esta obra ha sido objeto de polémica debido a que, a pesar de llevar el nombre de Caupolicán, un valiente toqui mapuche, como se mencionó inicialmente, fue concebida pensando en un miembro de una tribu nativa de los actuales Estados Unidos y no en la etnia mapuche. Esto se evidencia tanto en la apariencia física de la figura como en el tocado de plumas (Pfeifer y Melgarejo, 2016).

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo III Monumento “Homenaje de la Masonería a la UdeC”



Autor: Galvarino Ponce Morel

Descripción: Ubicada en los jardines de la Universidad de Concepción, entre el Departamento de Artes Plásticas y la Facultad de Ciencias Químicas se encuentra esta escultura. Fue donada por la Masonería para conmemorar el 75° aniversario de la Universidad de Concepción. Esta obra de arte está compuesta por tres piezas de acero inoxidable que están unidas por un cubo de hormigón que sirve como base (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015). Lo que distingue a esta escultura de otras presentes en la Universidad es su enfoque en la abstracción de formas, buscando representar cómo la materia, en este caso los minerales, se transforma a medida que los seres humanos perfeccionan sus habilidades.

La elección de tres piezas para componer la escultura no es casualidad; esto simboliza las tres habilidades que los masones consideran fundamentales y que, de hecho, dan nombre a la escultura: “Sabiduría-Fuerza-Belleza” (León et al, 2015).

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo IV Monumento “La Quimera”



Autor: Nicanor Plaza

Descripción: La escultura ubicada en los jardines de la Universidad de Concepción, junto al lado derecho de la Facultad de Ciencias Químicas, es una réplica de una obra que se creó en 1897 (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015). Esta obra artística representa el poder de las utopías, los sueños y las ilusiones (Pfeifer y Melgarejo, 2016). En ella, se puede apreciar en detalle la figura de una mujer semidesnuda que descansa sobre la criatura mítica conocida como "La Quimera". Se decía que La Quimera era una criatura híbrida con cuerpo de cabra, cabeza de león y cola de serpiente (Etimologías de Chile, s.f.)

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016, León et al, 2015 y Etimologías de Chile, s.f.

Anexo V Monumento “El Horacio”



Autor: Rebeca Matte

Descripción: La escultura ubicada en los jardines de la Universidad de Concepción, en frente del acceso a la Facultad de Artes y Humanidades, es una réplica de una obra creada en el año 1899 (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015). Esta obra representa la tragedia clásica griega a través de la figura de un padre anciano pronunciando la famosa frase del dramaturgo francés Pierre Corneille: "Qu'il mourut" (Está muerto) (León et al, 2015).

La escultura es notable no solo por su temática, sino también por su expresiva representación. El padre anciano adopta una postura enérgica, mirando de manera fría y determinada, mientras señala hacia abajo con el dedo índice de su pie, marcando así el destino de su hijo (León et al, 2015). Esta representación evoca una profunda tragedia y un sentimiento de pérdida.

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo VI Monumento “Homenaje al Espíritu de los Fundadores de la Universidad de Concepción”



Autor: Samuel Román

Descripción: Inaugurada el año 1966 (Plaza estudiante, UdeC, s.f.) y ubicada en el Foro Abierto de la Universidad, esta escultura es un homenaje a los fundadores de la Universidad de Concepción (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015). Se distinguen principalmente dos elementos: el primero, la figura central, la cual emula el espíritu de los fundadores, y la segunda, las figuras alrededor las que emulan la idea de libertad, en términos de discriminación, religión e ideologías políticas (León et al, 2015). Por ende, la escultura representa fielmente el lema de la Universidad: “Por el desarrollo libre del espíritu”.

Fuente: Elaboración propia en base a Plaza estudiante, UdeC, s.f., Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo VII Monumento “Homenaje al rector David Stichkin Branover”

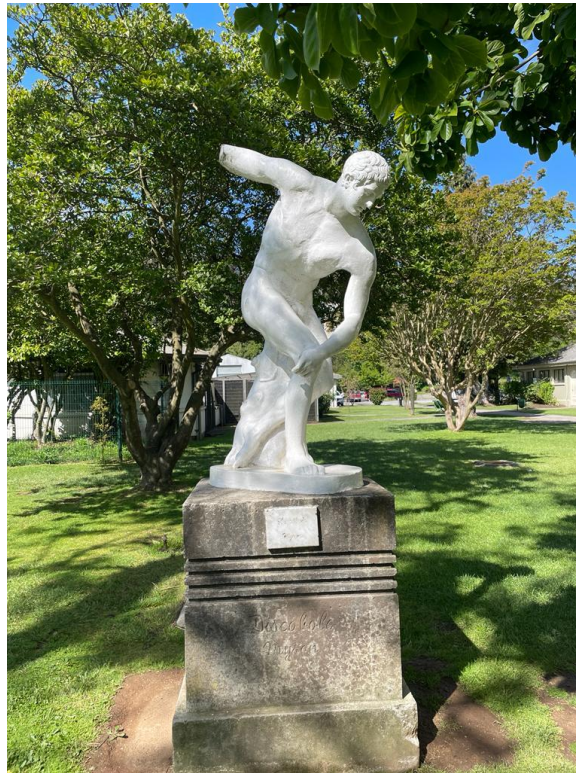


Autor: Javier Stichkin

Descripción: La escultura llamada "En ascenso", hecha en honor al rector David Stichkin por su nieto escultor e inaugurada en 1998 (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015; Schweter, 2021), representa una figura humana erguida en una pose contemplativa (Pfeifer y Melgarejo, 2016) parece transmitir un mensaje de elevación espiritual o superación personal.

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016, León et al, 2015., y Schweter, 2021.

Anexo VIII Monumento “El Discóbolo”



Autor: Mirón

Descripción: Escultura réplica, ubicada en los jardines de la Universidad de Concepción, al costado izquierdo de la Facultad de Ciencias Biológicas. Al igual que en el monumento anterior, sigue con el deseo del rector Enrique Molina, de acercar a la gente obras de arte universal (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015). Representa a un discóbolo, cuya palabra proviene del griego significando “lanzar el disco”. (Pfeifer y Melgarejo, 2016).

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo IX Monumento “Ronda de Unidad”



Autor: Lautaro Labbé Bescaín

Descripción: Inaugurada en el año 1993, consta de cuatro figuras antropomorfas reconocibles como cuerpos humanos homenajeando a los estudiantes detenidos desaparecidos en la Universidad de Concepción, en el periodo de la dictadura (1973-1990) (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015). Existe una placa grabada en bronce, con los nombres de los alumnos, conjunto con la siguiente inscripción: “Homenaje de la comunidad penquista a los estudiantes de la Universidad de Concepción víctimas de la violencia política y violaciones de los derechos humanos durante el gobierno militar. 1973-1990.” (Pfeifer y Melgarejo, 2016).

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo X Monumento “Los Luchadores”



Autor: Anónimo

Descripción: La escultura réplica ubicada en la entrada de la Casa del Deporte de la Universidad de Concepción representa a una pareja de antiguos luchadores griegos, a los cuales se les da el nombre de Greugante y Damouceno de izquierda a derecha (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015). Lo que añade un elemento intrigante a esta obra es el misterio que la rodea, ya que se desconoce quién es el autor. Además, se cree que esta escultura representa a dos combatientes que se enfrentan por turnos, con la intención de que uno mate al otro (Pfeifer y Melgarejo, 2016).

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo XI Monumento “La Liberación”



Autor: Federico Casas Basterrica

Descripción: Escultura réplica, ubicada frente a la laguna los Patos en la Universidad de Concepción. Al igual que varias de las esculturas esparcidas en la Universidad, su presencia se deba el interés del rector Enrique Molina, de llevar a la comunidad obras de autores famosos. (Pfeifer y Melgarejo, 2016)

Dado que es una escultura famosa, se tienen varias lecturas posibles. La más conocida, es la de “liberación” del espíritu o aspiración del alma de dejar las ataduras físicas y hacerse uno con la naturaleza, ascendiendo a los cielos.

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo XII Monumento “Profesor Rolando Merino Reyes”



Autor: Samuel Román

Descripción: Escultura de bronce, ubicada a un costado de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Es un busto memorial, donde se lee la siguiente inscripción: “Prof. Rolando Merino Reyes / Decano de Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales / 1943 – 1956”. (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015)

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo XIII Monumento “Juana de Arco”



Autor: Henri Chapu

Descripción: La escultura réplica inaugurada en la Universidad alrededor del año 1944 (León et al, 2015), ubicada a la izquierda del edificio Virginio Gómez, fue colocada siguiendo el deseo del rector Enrique Molina Garmendia de tener copias de obras de arte universal en el Barrio Universitario (Pfeifer y Melgarejo, 2016). Esta escultura representa a Juana de Arco, pero a diferencia de retratarla en su papel militar, la representa como una pastora en una postura reflexiva, empática, escuchando las voces que claman por ayuda (Pfeifer y Melgarejo, 2016; León et al, 2015)

A fecha 24 de enero del 2024, esta escultura no se encuentra presente en la Universidad, ya que, se encuentra en mantención (como se muestra en la imagen del lado derecho).

Fuente: Elaboración propia en base a Pfeifer y Melgarejo, 2016 y León et al, 2015.

Anexo XIV Monumento “Luzterra”



Autor: Claudia Soto

Descripción: Frente al edificio de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas se erige una escultura de acero inoxidable compuesta por tres arcos. Esta obra, concebida por la artista con la intención de simbolizar el acto de caminar, aprender y comprender definiendo de forma metafórica la experiencia universitaria.

Cada una de las tres curvas tiene su propia metáfora: la primera representa tu entrada en el entorno universitario, donde te sumerges en el conocimiento. La segunda curva ilustra tu transformación, emergiendo de la Universidad como una persona diferente, moldeada por esa experiencia. La tercera curva refleja el constante proceso de la institución educativa; a pesar de haber cumplido 100 años, la Universidad sigue evolucionando, y la curva inconclusa simboliza ese crecimiento continuo.

Fuente: Elaboración propia en base a Fundación Actual, 2021.

Anexo XV Monumento “Rorcual Común”



Autor: Varios profesionales de la Universidad de Concepción.

Descripción: En las afueras de la Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas se yergue el esqueleto de una ballena que rememora los años 80, una época en la que la caza de ballenas era legal. La última ballena cazada legalmente en esta región (Pacífico Sur) tuvo su esqueleto cedido a la Universidad de Concepción. Esta donación, que representa el fin de una era en la caza de ballenas, permitió preservar el esqueleto y, tras un minucioso trabajo de varios especialistas, montarlo en las cercanías de la facultad. Este esqueleto se convierte así en un vínculo histórico entre la Universidad y la naturaleza. Más allá de ser una exhibición, simboliza un periodo en el que la caza de ballenas era aceptada y legal.

Fuente: Elaboración propia en base Panorama UdeC, 2016.

Anexo XVI Monumento “Dr. Enrique Solervicens Castel”



Autor: Exalumnos y Universidad de Concepción.

Descripción: Este homenaje, realizado por exalumnos y la Universidad de Concepción, reconoce la destacada labor del Dr. Enrique Solervicens Castel como docente de Anatomía, en la Facultad de Medicina. Fue erigido en julio de 1978 en tributo a su dedicación y contribución a la educación.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo XVII Monumento “85 Años de la UdeC”



Autor: Desconocido.

Descripción: La escultura se sitúa entre la Facultad de Odontología y el Arco de la Universidad de Concepción, erigida en conmemoración de los 85 años transcurridos desde la fundación de la Universidad el 14 de mayo de 1919 hasta la fecha de instalación del monumento en 2004.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo XVIII Monumento “Profesor de Farmacia, J. Ernesto Mahuzier”



Autor: Colegio de Farmacéuticos de Chile.

Descripción: El monumento, erigido en 1956 por el Colegio de Farmacéuticos de Chile, representa un homenaje a la destacada labor del profesor J. Ernesto Mahuzier M, quien dirigió con maestría la Escuela de Farmacia entre 1928 y 1934, además de contribuir como firmante en las actas fundacionales de la Universidad de Concepción en 1917.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo XIX Monumento “Luchando por la Justicia”



Autor: Federación de Estudiantes de la Universidad de Concepción

Descripción: Homenaje de la comunidad Universitaria al estudiante UdeC Caupolicán Inostroza quién fue asesinado en la dictadura militar chilena el 23 de noviembre del año 1984.

Fuente: Elaboración propia.