



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Desarrollo de un visor geográfico web interactivo para la gestión de aspectos ambientales que permita el monitoreo del desempeño ambiental, en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Matriz y Sedes: IASA I, Latacunga Belisario Quevedo y Latacunga Centro)

Jaque Intriago, Deysi Estefanía y Tarco Muñoz, Diana Marisol

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniera Geógrafa y del Medio Ambiente

Mgs. Fernández Quintana, Miriam del Carmen

Sangolquí, 15 de agosto de 2022



TESIS_JAQUE_TARCO_150822 (2)_compressed.pdf
Scanned on: 17:13 August 17, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	650
Words with Minor Changes	241
Paraphrased Words	168
Omitted Words	0



Website | Education | Businesses



Firmado electrónicamente por:
MIRIAM DEL CARMEN
FERNANDEZ QUINTANA

.....
Mgs. Fernández Quintana, Miriam del Carmen
Director



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **“Desarrollo de un visor geográfico web interactivo para la gestión de aspectos ambientales que permita el monitoreo del desempeño ambiental, en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Matriz y Sedes: IASA I, Latacunga Belisario Quevedo y Latacunga Centro)”** fue realizado por las señoritas **Jaque Intriago, Deysi Estefania y Tarco Muñoz, Diana Marisol**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Sangolquí, 15 de Agosto del 2022

Firma:



Mgs. Fernández Quintana Miriam del Carmen

C. C. 1710351816



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción
Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

Responsabilidad de Autoría

Nosotras, **Jaque Intriago, Deysi Estefania** y **Tarco Muñoz, Diana Marisol**, con cédulas de ciudadanía n° **1725205767** y n° **1753481397**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Desarrollo de un visor geográfico web interactivo para la gestión de aspectos ambientales que permita el monitoreo del desempeño ambiental, en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Matriz y Sedes: IASA I, Latacunga Belisario Quevedo y Latacunga Centro)** es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 15 de agosto de 2022


.....
Jaque Intriago, Deysi Estefania

C.C: 1725205767


.....
Tarco Muñoz, Diana Marisol

C.C: 1753481397



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción
Carrera de Ingeniería Geográfica y del Medio Ambiente

Autorización de Publicación

Nosotras, **Jaque Intriago, Deysi Estefania y Tarco Muñoz, Diana Marisol**, con cédulas de ciudadanía n° 1725205767 y n° 1753481397, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Desarrollo de un visor geográfico web interactivo para la gestión de aspectos ambientales que permita el monitoreo del desempeño ambiental, en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Matriz y Sedes: IASA I, Latacunga Belisario Quevedo y Latacunga Centro)** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 15 de agosto del 2022

Jaque Intriago, Deysi Estefania

C.C: 1725205767

Tarco Muñoz, Diana Marisol

C.C: 1753481397

Dedicatoria

Esta tesis está dedicada a la memoria de mi madre Lourdes, un gran ángel que tengo en el cielo, por todo el ánimo y amor recibido durante la realización de esta tesis y en toda tu existencia. Tu ejemplo y vida me motivan e inspiran a diario a seguir soñando. A pesar de que no pudieras ver culminada esta etapa, este logro es para ti.

A mi papi, Nelson, por su amor, ayuda, trabajo y fortaleza a lo largo de la vida. Además, por motivarme a creer en mí y soñar en grande, su ejemplo y apoyo me ha permitido cumplir una meta más en mi vida.

A mis hermanos y mamita Brígida, por su apoyo constante y su presencia incondicional, sus palabras hacen de mí una mejor persona.

Finalmente, a mis amigas y amigos por su compañía, consejos y alegría, hicieron que el proceso universitario fuera más entretenido.

Jaque Intriago, Deysi Estefanía

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada principalmente a mis padres Rosa Muñoz y José Tarco, por todos sus consejos, por brindarme su apoyo incondicional cada día, sin importar las adversidades presentadas, y en los momentos difíciles, quienes me han enseñado a valorar cada día más. Gracias por haber llegado al momento más importante de mi formación profesional.

A mis hermanos Daniel, Rene, David y Gladys, personas amo con todo mi corazón. Esto es para ustedes, pues me ayudaron tanto a culminar este sueño.

A mis amigos, mi familia y a todas las personas que han llegado a mi vida, sepan que algo bueno he aprendido de cada uno de ustedes.

Tarco Muñoz, Diana Marisol

Agradecimientos

Agradezco a Dios, por la vida y bendecirnos con salud, energía y fortaleza.

A mis padres, Lourdes y Nelson, por su amor y trabajo diario, además de ser mis pilares, primeros maestros, ejemplos y guías en el camino de la vida. Ustedes son los mejores seres humanos que pude haber recibido como progenitores, mi inspiración y mi más grande orgullo.

Al resto de mi familia, especialmente a mi hermana, hermano y abuelita por el apoyo, consejos y cariño constantes, gracias infinitamente.

A mis amigas: Karen, Yadira, Gisela, Daniela, Karlita y Ellie, por su amistad y cariño durante todo este tiempo, gracias por ser parte incondicional de mi vida.

A Omar, Óscar, Sofi y Oswaldo, por su ayuda, consejos, compartir conmigo sus conocimientos y ayudarme a crecer día a día como persona y profesional, gracias de corazón.

A la Mgs. Miriam Fernández y el PhD. Oswaldo Padilla, por inspirarnos y ser nuestra guía en la realización de esta tesis, muchas gracias.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas y sus profesores, por el conocimiento y valores recibidos en los años de formación, las oportunidades de crecimiento y la inspiración a mejorar continuamente.

A todos los que faltan por nombrar, pero aportaron en el camino universitario, gracias.

Jaque Intriago, Deysi Estefanía

Agradecimientos

A mi Dios, porque sin el nada soy; Todo es posible contigo.

A mis padres, gracias por todo su cariño, sus palabras de ánimo, por su trabajo y darme todo el apoyo que siempre he necesitado, gracias por creer en mí y regalarme lo más valioso al darme la oportunidad de estudiar y enseñarme que todo se puede lograr con humildad.

A mi abuelita, a mis primos, tíos y hermanos, gracias porque cada palabra de ánimo hoy se ve reflejada en la culminación de esta etapa. Saben que siempre están en mi corazón.

A mis amigas de la U, Kathy, Tami, Eri, Lesly, Joss, Michelle, Gaby Q, Gaby G gracias por cada una de sus palabras, gracias por estar y hacerme reír mucho en esta etapa que disfrutamos tanto.

A mis amig@s de la Igle, Febita, Anita, Nancy, Dianita, Edgar, Esthercita, y todos los "LdJ", gracias por ser parte fundamental de mi vida los amo.

Y finalmente y no menos importante a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por brindarme la oportunidad de desarrollarme como profesional y tener docentes de gran calidad como la Ing. Miriam Fernández y el Ing. Oswaldo Padilla, que nos ayudaron de gran manera en la realización de este proyecto gracias infinitamente.

Tarco Muñoz, Diana Marisol

Índice de Contenido

Dedicatoria	5
Agradecimientos	8
Índice de Contenido.....	10
Índice de Tablas	13
Índice de Figuras	14
Resumen.....	17
Abstract	18
Capítulo I	19
Aspectos Generales.....	19
<i>Antecedentes.....</i>	<i>19</i>
<i>Planteamiento del problema</i>	<i>20</i>
<i>Justificación e importancia</i>	<i>21</i>
<i>Descripción del área de estudio</i>	<i>23</i>
<i>Objetivos.....</i>	<i>25</i>
Capitulo II	27
Marco Teórico	27
<i>Tecnologías de la Información Geoespacial</i>	<i>27</i>
<i>Levantamiento Topográfico</i>	<i>28</i>
<i>Clases de Levantamientos.....</i>	<i>29</i>
<i>Tipos de Levantamientos topográficos.....</i>	<i>30</i>
<i>Sistemas de Información Geográfica</i>	<i>30</i>
<i>Base de datos.....</i>	<i>31</i>
<i>Infraestructura de Datos Espaciales.....</i>	<i>32</i>
<i>Visor geográfico</i>	<i>33</i>
<i>SIG y Medio Ambiente</i>	<i>38</i>
<i>Gestión Ambiental</i>	<i>38</i>
<i>Sistema de Gestión Ambiental (SGA)</i>	<i>39</i>
<i>Aspecto Ambiental.....</i>	<i>40</i>
<i>Fundamentación Legal</i>	<i>47</i>
<i>Constitución De La República Del Ecuador.....</i>	<i>47</i>
<i>Tratados y Convenios Internacionales</i>	<i>48</i>
<i>Leyes y Códigos Orgánicos</i>	<i>49</i>

Capítulo III	51
Metodología.....	51
<i>Levantamiento de Información Base Topográfica</i>	<i>52</i>
<i>Reconocimiento del terreno</i>	<i>55</i>
<i>Equipos Topográficos utilizados.....</i>	<i>55</i>
<i>Equipo utilizado en gabinete</i>	<i>56</i>
<i>Trabajo en campo</i>	<i>56</i>
<i>Montaje de la Estación Total.....</i>	<i>59</i>
<i>Manejo de la Estación Total.....</i>	<i>61</i>
<i>Descarga de datos, y procesamiento de información</i>	<i>62</i>
<i>Levantamiento de Información Ambiental.....</i>	<i>64</i>
<i>Creación de base de datos</i>	<i>71</i>
<i>Desarrollo del visor geográfico</i>	<i>73</i>
<i>Desarrollo en ArcGIS Online</i>	<i>73</i>
<i>Desarrollo en MapStore</i>	<i>75</i>
<i>Desarrollo con Leaflet.....</i>	<i>78</i>
<i>Librería leaflet.....</i>	<i>80</i>
<i>Librería leaflet geoserver request,.....</i>	<i>80</i>
<i>Librería leaflet Minimap,.....</i>	<i>81</i>
<i>Librería leaflet Mouse Position,</i>	<i>81</i>
<i>Librería leaflet ajax,.....</i>	<i>81</i>
<i>Librería leaflet jQuery,.....</i>	<i>82</i>
<i>Librería Bootstrap,</i>	<i>82</i>
<i>Desarrollo con OpenLayers</i>	<i>83</i>
<i>Descripción de librerías y plugins utilizados</i>	<i>85</i>
<i>Librería OpenLayers</i>	<i>86</i>
<i>Librería OpenLayers LayerSwitcher.....</i>	<i>86</i>
<i>Plugin Proj4,</i>	<i>86</i>
<i>Plugin Qgis2web,.....</i>	<i>87</i>
<i>Librería Font Awesome,.....</i>	<i>87</i>
<i>Librería Bootstrap,</i>	<i>87</i>
<i>Librería OpenLayers Geolocator.....</i>	<i>88</i>
<i>Desarrollo del Plan de Buenas Practicas Ambientales</i>	<i>95</i>
Capítulo IV	99
Resultados	99
<i>Análisis de plataformas web mapping.....</i>	<i>101</i>
<i>Generación del Visor Geográfico.....</i>	<i>103</i>
<i>Modulos que integran el visor geográfico</i>	<i>103</i>
<i>Acceso a la Información ambiental.....</i>	<i>110</i>
<i>Elaboración del plan de buenas practicas ambientales para la UFA.....</i>	<i>112</i>

Capítulo V	113
Conclusiones	113
Recomendaciones	115
Bibliografía	117

Índice de Tablas

Tabla 1 Objetivos del SGA.....	39
Tabla 2 Criterio de valoración de la significancia total.....	44
Tabla 3 Tabla de fórmulas para el cálculo del Carbono Neutro	45
Tabla 4 Puntos de Control GPS Sede Belisario Quevedo	57
Tabla 5 Puntos de control GPS Latacunga Centro.....	58
Tabla 6 Software utilizados en el desarrollo del geovisor	79
Tabla 7 Librerías y Plugins utilizados en el geovisor	79
Tabla 8 Softwares utilizados en el desarrollo del visor geográfico.....	85
Tabla 9 Librerías y Plugins utilizados en el Visor geográfico	85
Tabla 10 Descripción de los componentes del Plan de Manejo Ambiental para la ESPE Matriz, IASA I.....	95
Tabla 11 Comparación de plataformas web mapping.....	101
Tabla 12 Herramientas disponibles en la interface del visor geográfico	105

Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación geográfica del área de estudio	24
Figura 2 Campos de la Tecnología de Información Geoespacial	28
Figura 3 Componentes del SIG.....	31
Figura 4 Enlace entre un QGIS y el sistema gestor de base de datos PostgreSQL	32
Figura 5 Componentes de una IDE.....	33
Figura 6 Visor Geográfico del Arbolado Urbano de Bogotá.....	34
Figura 7 Estructura del Web Mapping.....	35
Figura 8 Causas y efectos derivados de los Actividades, productos y servicios.....	40
Figura 9 Proceso de identificación y tratamiento de aspectos e impactos ambientales significativos.	41
Figura 10 Diagrama de Flujo de la Generación del visor geográfico	51
Figura 11 Plano Topográfico IASA I.....	53
Figura 12 Mapa Topográfico ESPE Matriz.....	54
Figura 13 Montaje de la Estación Total.....	60
Figura 14 Manejo de la Estación Total.....	61
Figura 15 Representación Gráfica de los puntos topográficos Sede Belisario Quevedo	62
Figura 16 Representación Gráfica de los puntos topográficos ESPE Latacunga Centro	63
Figura 17 Shapefile Eficiencia Energética.....	65
Figura 18 Shapefile residuos No peligrosos.....	66
Figura 19 Shapefile residuos peligrosos	67
Figura 20 Densidad de Kernel	69
Figura 21 Shapefile Carbono Neutro.....	69
Figura 22 Shapefile aspectos ambientales	71
Figura 23 Creación de nueva conexión de QGIS a PostGIS.....	72

Figura 24 Importación de shapefiles a base de datos de PostGIS	73
Figura 25 Ventana de trabajo en ArcGIS Online	74
Figura 26 Visor creado utilizando ArcGIS Online	75
Figura 27 Inicio de sesión en MapStore	76
Figura 28 Ícono nuevo mapa de MapStore	76
Figura 29 Importación de capas a Mapstore	76
Figura 30 Configuración de simbología de capas en MapStore	77
Figura 31 Visor generado en plataforma MapStore.....	77
Figura 32 Librería leaflet en el código fuente	80
Figura 33 Librería leaflet geoserver request en el código fuente.....	81
Figura 34 Librería leaflet MiniMap en el código fuente	81
Figura 35 Librería leaflet Mouse Position en el código fuente	81
Figura 36 Librería leaflet ajax en el código fuente.....	82
Figura 37 Librería leaflet jQuery en código fuente.....	82
Figura 38 Librería Bootstrap en código fuente	82
Figura 39 Visor geográfico generado con librería OpenLayers	82
Figura 40 Arquitectura del Geovisor	84
Figura 41 Librería OpenLayers en el código fuente	86
Figura 42 Librería OpenLayers LayerSwitcher en el código fuente	86
Figura 43 Plugin Proj4 en el código fuente	87
Figura 44 Plugin Qgis2web en el código fuente	87
Figura 45 Librería Font Awesome en código fuente.....	87
Figura 46 Librería Bootstrap en código fuente	88
Figura 47 Librería OpenLayers Geocator en el código fuente	88
Figura 48 Búsqueda de sedes de la ESPE en OSM Nominatim	89
Figura 49 Edición en OSM de la Sede Latacunga Belisario Quevedo.....	89

Figura 50 Edición en OSM de la Sede Latacunga Centro	90
Figura 51 Módulos interface del visor geográfico	90
Figura 52 Escritura del código del módulo de Inicio	91
Figura 53 Estructura del Código Visor Geográfico	92
Figura 54 Visualización de Pantalla de Creación de formularios.....	92
Figura 55 Estructura del código Ingreso de Información	93
Figura 56 Estructura del código Gestión Documental	94
Figura 57 Carga de ediciones del código en GitHub Desktop	95
Figura 58 Base de datos creada con PostgreSQL en PgAdmin para el visor geográfico ...	100
Figura 59 Muestra de atributos de la tabla Carbono Neutro de la Base de Datos Visor geográfico	101
Figura 60 Módulo de Inicio del visor geográfico	103
Figura 61 <i>Módulo Visor geográfico</i>	104
Figura 62 Visualización del contenido del módulo Ingreso de Información	107
Figura 63 Módulo Ingreso de Información.....	107
Figura 64 Ejemplo de Visualización de exportación de datos del formulario Eficiencia Energética.....	108
Figura 65 Ejemplo de Visualización del archivo listo para su descarga.....	108
Figura 66 Ejemplo de la Visualización de datos exportados en Excel.....	109
Figura 67 Módulo de Gestión Documental.....	109
Figura 68 Visualización del aspecto ambiental	110
Figura 69 Ejemplo de visualización de la información carbono neutro	111

Resumen

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE desde el año 2016, ha venido realizando esfuerzos constantes con el fin de lograr un cumplimiento adecuado de las normativas ambientales, donde se procede a realizar la gestión de residuos peligrosos, evacuación de productos químicos de laboratorios regularización y generación de planes de reducción de residuos entre otras. Ser una institución de educación superior de alto renombre en el país conlleva a la obtención de reconocimientos ambientales a nivel mundial, por esta razón es que requiere la asistencia técnica inmediata que posibilite una gestión ambiental en todas sus sedes, para lo cual el presente proyecto abarca la generación de un visor geográfico, que es una herramienta que refleja de forma estructural y dinámica los aspectos ambientales que se generan por departamentos, unidades y áreas de cada una de las Sedes de estudio. La información en este formato visual permite a la comunidad universitaria evaluar el desempeño ambiental, debido a que incluye diversos módulos que corresponden a: la visualización de aspectos ambientales de cada una de las sedes e ingreso de información por componentes ambientales, que a su vez permite tener un registro real completamente documentado. En consecuencia del análisis de los aspectos ambientales identificados, se creó un Plan de buenas prácticas ambientales basadas en normas, leyes, ordenanza y acuerdos ministeriales que se aplican en el país que implementa medidas y acciones oportunas para la gestión ambiental principalmente en los componentes: Gestión de residuos y desechos peligrosos, No peligrosos y Especiales, Uso Eficiente de Energía Eléctrica, Compras Responsables, Manejo del Agua, Buenas Prácticas Ambientales en la alimentación, Innovaciones, Capacitación y Huella de Carbono.

Palabras claves: Visor geográfico, Software Libre, Componentes ambientales

Abstract

Since 2016, the University of the Armed Forces ESPE has been making constant efforts in order to achieve adequate compliance with environmental regulations, where it proceeds to carry out the management of hazardous waste, the evacuation of chemical products from laboratories, regularization and generation of waste reduction plans, among others. Being a highly renowned higher education institution in the country leads to obtaining environmental recognition worldwide, so it requires immediate technical assistance that enables environmental management in all its locations. Hence, this project covers the generation of a geographic viewer, which is a tool that structurally and dynamically reflects the environmental aspects that are generated by departments, units, and areas of each of the study sites. The information in this visual format allows the university community to evaluate the environmental performance since it includes several modules that correspond to the visualization of environmental aspects of each one of the venues and the entry of information by environmental components, which in turn allows for a fully documented actual record. As a result of the analysis of the identified environmental aspects, a plan of good environmental practices was created based on norms, laws, ordinances and ministerial agreements that are applied in the country that implements timely measures and actions for environmental management, mainly in the following components: management of waste and hazardous and non-hazardous waste, efficient use of electricity, responsible purchasing, water management, good environmental practices in food, innovation, training; and carbon footprint.

Keywords: Geographic viewer, Free Software, Environmental components

Capítulo I

Aspectos Generales

Antecedentes

Alrededor del mundo, varias universidades han implementado proyectos que tienen como pilar principal la calidad del medio ambiente, a través de la creación de oficinas verdes dentro de las universidades, como por ejemplo la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (Rodríguez, Vitor, & Fassi, 2014), Universidad de León (Alfonso, 2018) , Universidad de Murcia, entre otras han aplicado este método con grandes beneficios a la generación de ideas para mitigar impactos y crear conciencia ambiental.

Por otro lado, el Times Higher Education World University Ranking es elaborado por la consultora educativa Times Higher Education (THE) anualmente, con el objetivo de evaluar las acciones de las universidades del mundo relacionadas con el cumplimiento de alguno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODSs) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (ONU) (Universidad de Alcalá, 2021). Este ranking se elabora utilizando varios indicadores para obtener comparaciones en cuatro áreas principales: enseñanza, investigación, divulgación y gestión o administración (THE, 2021).

Este ranking se encuentra conformado por una tabla general, obtenida de la combinación del puntaje del ODS número 17: Alianza para lograr los objetivos, añadido a los tres objetivos de los 16 ODS restantes en los que cada institución ha obtenido sus mejores resultados, es decir, cada universidad se califica en función de un conjunto diferente de ODSs, según su enfoque. Asimismo, se pueden visualizar las métricas para cada uno de los 17 ODSs (THE, 2021).

Las instituciones que desean formar parte de este ranking presentan evidencias de las acciones que implementaron con una contribución relacionada al ODS número 17, y de un mínimo de tres ODSs más (THE, 2021). Concretamente, la Universidad de las Fuerzas

Armadas ESPE es parte de esta clasificación y actualmente se ubica en el puesto 151 en América Latina (THE, 2021).

En el Ecuador, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) actualmente confiere dos certificaciones ambientales con el fin de motivar tanto al sector público como al privado a utilizar mejores prácticas productivas y de servicios (González, 2018). La primera es la certificación punto verde, es un incentivo a procesos enfocados en la optimización para la protección y conservación de recursos naturales de los sectores industrial y de servicios; por otro lado, la certificación carbono neutro, es entregada a empresas con procesos de captura o remoción de gases de efecto invernadero iguales o mayores a los que se generan por sus actividades de producción de bienes o servicio (MAATE, 2015).

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ha venido realizados esfuerzos constantes con el fin de lograr un cumplimiento adecuado de las normativas ambientales a partir del año 2016, donde se procede a realizar gestión de desechos peligrosos, regularización de la generación, planes de reducción, evacuación de productos químicos de laboratorios entre otras. En ese esquema de trabajo se ha propuesto a través de la Unidad de Seguridad Integrada, el levantamiento de la información de los aspectos ambientales y su nivel de cumplimiento frente a la normativa, información que será insumo para la construcción de planes de manejo ambiental, y en especial un sistema de monitoreo y seguimiento para mejora continua que se considere un insumo indispensable para validar adecuadamente los criterios de evaluación de las certificaciones nacionales e internacionales.

Planteamiento del problema

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE actualmente cuenta con cinco sedes: ESPE Sangolquí (Matriz), IASA I (Hacienda el Prado), Ciencias Tecnológicas Héroes del Cenepa en Quito, ESPE sede en Latacunga y IASA II (Hacienda Zoila Luz) en Santo Domingo, sin tomar en cuenta los centros asociados a nivel nacional.

La UFA-ESPE Matriz concentra la mayor parte de estudiantes, personal docente y administrativo, que hacen uso de las instalaciones y servicios que ésta posee. Asimismo, la institución cuenta con diversos laboratorios en distintas áreas, así como talleres, servicios educativos, entre otros, que generan contaminación ambiental de diferente naturaleza y tipo.

Por otro lado, las prácticas de actividades agropecuarias y ganaderas que se realizan en las sedes del IASA I y II han provocado distintas formas de contaminación al ambiente. En la actualidad en ninguna de sus sedes se presenta una gestión documentada con indicadores ambientales para evaluar su desempeño que promueva una cultura ambiental para fomentar la sostenibilidad de las condiciones actuales del ambiente, mediante el cumplimiento responsable de las disposiciones legales aplicables e iniciar procesos voluntarios de certificaciones ambientales nacionales e internacionales.

Por este motivo, se observa la necesidad de crear un visor geográfico con el fin de gestionar aspectos ambientales para el monitoreo y mejora continua en cada uno de los departamentos de cada una de las Sedes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Matriz, IASA I, Latacunga Centro, Latacunga Belisario Quevedo y así realizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente disminuyendo los aspectos de consumo de energía, consumo de agua, generación de residuos peligrosos, generación de residuos no peligrosos y compras responsables con propósitos de la obtención de certificaciones nacionales e internacionales.

Justificación e importancia

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, como un ente académico y productivo en su interior, alberga en su infraestructura personal docente, estudiantes, trabajadores, personal militar de apoyo, por lo tanto, debe alinearse a los objetivos del País, desarrollo sostenible, los cuales se reflejan en el Objetivo 3 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021

Toda Una Vida: “El que señala, que los derechos de la naturaleza están garantizados para las generaciones actuales y futuras” (SENPLADES, 2017).

Al ser una institución de educación superior de alto renombre en el país debería contar con reconocimientos ambientales a nivel mundial, como es el caso de otras universidades del país; es por esta razón que requiere la asistencia técnica inmediata que apoye a la gestión ambiental de las actividades y procesos que desarrolla en todo su entorno, es decir, en todas sus sedes.

La UFA-ESPE Matriz lugar en el que se concentra la mayor parte de población entre estudiantes, personal administrativo, trabajadores entre otros, considerando una población promedio de alrededor de 10000 personas (ESPE, 2020). Asimismo, la universidad cuenta con laboratorios de las distintas carreras biotecnología, mecánica, civil, geográfica, electrónica, entre otras, en los cuales se realizan prácticas por estudiantes y docentes provocando en ciertos casos gran cantidad de desechos tóxicos, peligrosos y comunes como ácidos, bases, sales y papel entre otros, que al no ser tratados de manera eficiente provocan daños al medio ambiente, tal es el caso de los hidrocarburos manejados en los laboratorios de mecánica o la utilización de productos químicos en los laboratorios de Biotecnología.

En el caso de la Sede IASA I, se presenta la carrera en ciencias agropecuarias, cabe destacar la actividad agropecuaria de producción que se realiza en estas sedes adicionalmente se cuenta con laboratorios de reproducción animal, en el que se manipula material genético de ganado bovino en base al implante de embriones, cuyos residuos no están siendo manejados adecuadamente (Cisneros, 2016).

El visor geográfico será una herramienta que reflejara de forma jerarquizada los aspectos ambientales que se generan por departamentos y unidades administrativas en la matriz y sedes. La información en este formato visual permitirá informar a la comunidad Universitaria y evaluar el desempeño ambiental en tiempo real de las medidas aplicadas para prevenir y reducir el nivel de significancia de los aspectos ambientales, contribuyendo a que los

principales actores y tomadores de decisiones implementen medidas y acciones oportunas en la gestión ambiental de cada sede.

Descripción del área de estudio

El área de estudio comprende la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (UFA-ESPE), parte del Sistema de Educación Superior del Ecuador, compuesta por ocho centros distribuidos alrededor de Ecuador: campus matriz en Sangolquí, las sedes Latacunga y Santo Domingo de los Tsáchilas, las Unidades Académicas Especiales y el Instituto de Idiomas; de manera que registra un total de 37987 estudiantes distribuidos en ocho centros alrededor del país, teniendo en cuenta que 23994 pertenecen a programas de grado, 759 a programas de posgrado, 3485 al programa de suficiencia, y 9749 alumnos inscritos en nivelación (ESPE, 2020).

Área de intervención

El área de intervención para el desarrollo del presente proyecto corresponde a las instalaciones de la UFA- ESPE Matriz, además de las sedes: IASA I y Latacunga (Campus Centro y Belisario Quevedo), cuya ubicación se detalla a continuación.

UFA-ESPE Matriz, Considerado el campus en el que se concentra la mayor cantidad de estudiantes, en la que se imparten 17 carreras entre Ingenierías y Licenciaturas, ubicada en Pichincha, cantón Rumiñahui, parroquia Sangolquí, en la Av. General Rumiñahui s/n.

Sede IASA I, ahí se imparte la carrera de Ingeniería Agropecuaria, está ubicada en la Hacienda el Prado, Parroquia San Fernando, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha.

Sede Latacunga Belisario Quevedo, esta sede que fue creada debido al incremento de estudiantes del departamento de Ciencias económicas, administrativas y de Comercio, se ubica en la Parroquia Belisario Quevedo, Barrio El Forastero, Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Sede Latacunga Centro, En el año 2020, la institución registro la matrícula de 6177 estudiantes en programas de posgrado. El 66,7% de los matriculados son de género masculino

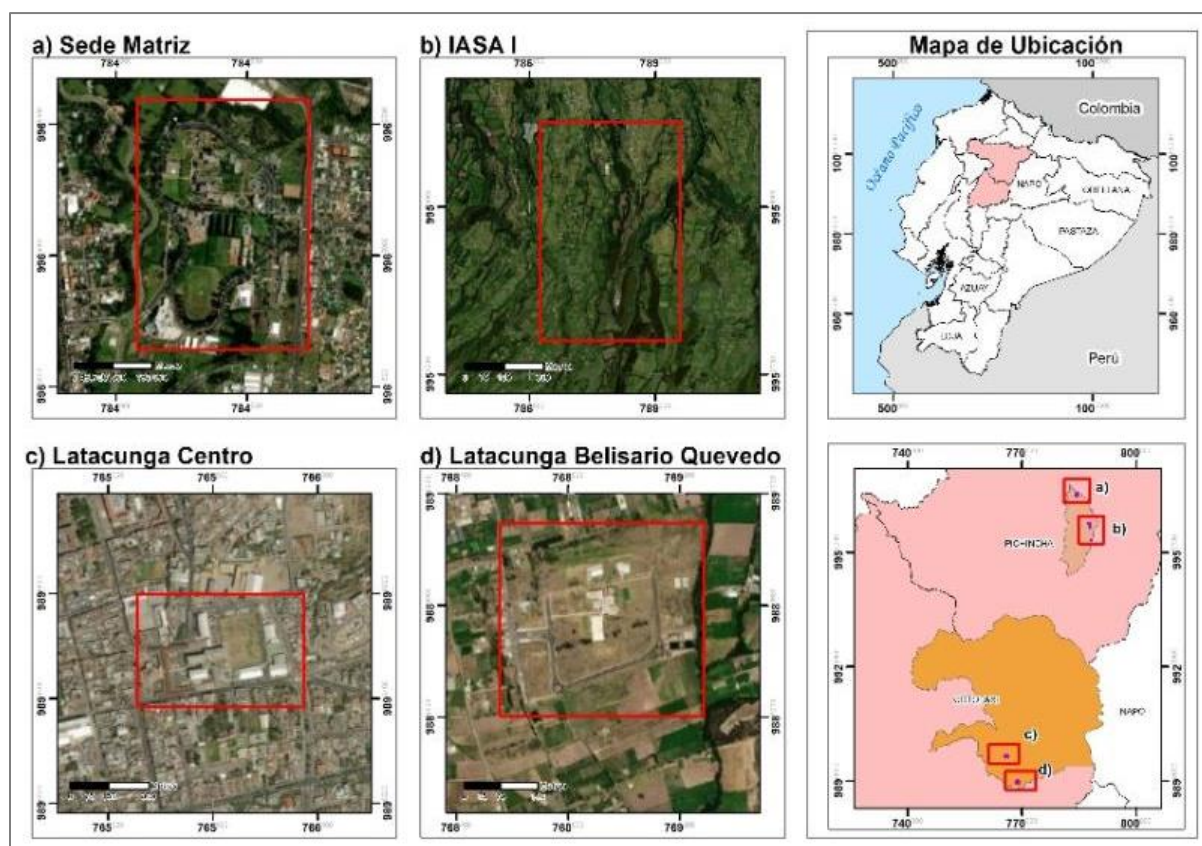
y el 33,3% femenino. El 92,18% son etnia mestiza, 6,17% etnia afro ecuatoriana y etnias indígenas, blanca y otras con un 1,65 %. Se ubica en las Calles Quijano Ordoñez y Hermanas Páez, Latacunga, provincia de Cotopaxi.

Área de influencia directa

El presente proyecto influirá de manera directa en las instalaciones de la UFA-ESPE: Matriz y las sedes: IASA I y Latacunga (Ver Figura 1). Además, en el aspecto social ejercerá una influencia positiva en la concientización sobre el tema ambiental en directivos, 1115 docentes, 699 personas del área administrativa, al igual que en los 6229 estudiantes de la Matriz, 397 del IASA I y 2395 de la Latacunga (ESPE, 2014).

Figura 1

Ubicación geográfica del área de estudio



Nota. Mapa área de estudio: a) Sede Matriz, b) Sede IASA I, Sede Latacunga c) Campus Centro y d) Campus Belisario Quevedo

Área de influencia indirecta

El proyecto de investigación influirá en las zonas aledañas que se encuentran aguas abajo de los puntos de descarga afectadas por el impacto ambiental. En el caso ESPE Matriz, la población del barrio San Rafael en la parroquia del mismo nombre, por el cual atraviesa el Río Santa Clara, debido a que en este río son descargadas las aguas residuales de la universidad.

En el IASA I, el área de influencia indirecta será considerada, la parte alta del Río Santa Clara, en especial porque recibe las descargas de aguas residuales de la actividad agropecuaria afectando a la población del Barrio San Fernando.

En el campus Latacunga centro, el área de influencia indirecta será considerada el Río Illuchi, porque las descargas residuales se realizan al alcantarillado común, teniendo una repercusión al ambiente y la población del barrio San Agustín.

En el campus Latacunga Belisario Quevedo, el área de influencia indirecta será considerada la Quebrada Forastero, porque en esta se realizan las descargas de aguas residuales de manera directa, afectando a la contaminación del ambiente y la población del barrio El Forastero, ya que se encuentra ubicada al Este del Campus.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un visor geográfico web interactivo para la gestión de aspectos ambientales que permita el monitoreo del desempeño ambiental en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE (Matriz y Sedes: IASA I, Latacunga Belisario Quevedo y Latacunga Centro).

Objetivos Específicos

- Realizar levantamiento de información base por topografía de la sede Latacunga, campus Centro y Belisario Quevedo.

- Realizar un levantamiento de información ambiental en los diferentes procesos y actividades por departamentos de cada una de las sedes de estudio, para establecer los aspectos ambientales identificados.
- Realizar la valoración cuantitativa de los aspectos ambientales identificados con la finalidad de obtener la matriz de significancia de dichos aspectos.
- Georreferenciar cada uno de los sitios donde se encuentra los aspectos ambientales correspondientes a cada departamento de las sedes de estudio, para establecer su localización geográfica.
- Diseñar un visor geográfico web en el que se refleje una visualización espacial jerarquizada de los aspectos ambientales por actividades y departamentos de cada una de las sedes.
- Formular medidas para prevenir y reducir los aspectos ambientales con utilización de indicadores ambientales y otros criterios de evaluación requeridos por los procesos de certificación nacional e internacional.

Metas

- Un mapa con la información base de las sedes Latacunga, campus Centro y Belisario Quevedo.
- Matrices con información de los principales aspectos ambientales de cada una de las sedes de estudio y sus respectivos departamentos.
- Matrices de evaluación de significancia de los aspectos ambientales identificados de cada una de las sedes de estudio y sus respectivos departamentos.
- Una geodatabase con información geoespacial de los aspectos ambientales por actividad y departamento de cada una de las sedes de estudio.
- Un visor geográfico web que presente la visualización espacial jerarquizada de los aspectos ambientales analizados por departamento y sedes.
- Un instructivo de medidas para la prevención y reducción de aspectos ambientales considerando indicadores ambientales y otros criterios de evaluación.

Capítulo II

Marco Teórico

En este capítulo se van a tratar los distintos aspectos teóricos utilizados en el presente estudio, iniciando con un análisis de las Tecnologías de Información Geográfica que contribuyen con el levantamiento y salida de datos geoespaciales, además, se revisará conceptos de aspectos ambientales relacionados a la actividad universitaria de las sedes Matriz, IASA I y Latacunga de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. En consecuencia, partiremos de definiciones, clasificaciones y divisiones que faciliten la comprensión y asimilación de temas posteriores, con la finalidad de que el lector cuente con un conocimiento mínimo del lenguaje común en lo que respecta a términos geográficos y ambientales.

Tecnologías de la Información Geoespacial

En la gestión de la información geográfica, se entiende por Tecnologías de Información Geoespacial (TIG) al conjunto de sistemas, instrumentos y técnicas que proporcionan datos e información que generalmente se caracterizan por su componente espacial en el sentido del aspecto geográfico. Además, se conoce a esta actividad como geomática o ingeniería geomática, ya que se encarga de capturar y obtener información de diferente naturaleza, tratarla, analizarla, interpretarla, almacenarla y difundirla (Herrero, 2015).

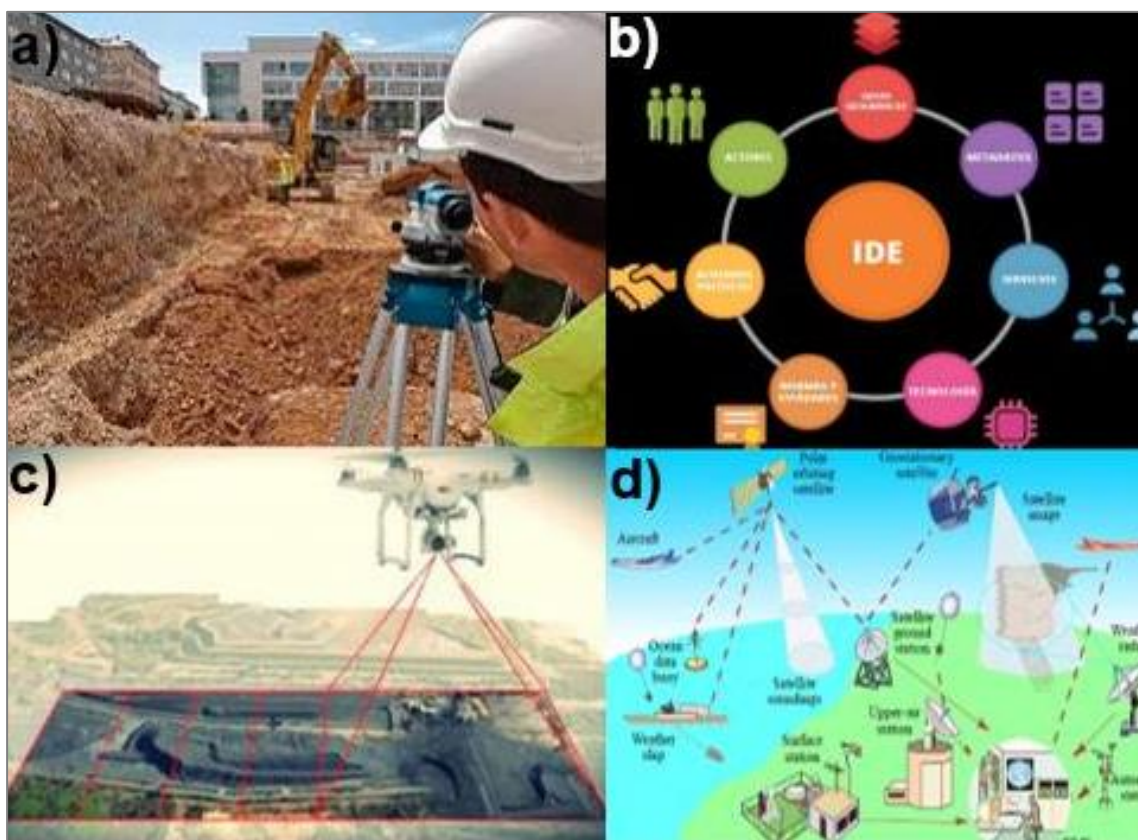
Las TIG se encargan de la Gestión de Datos Geoespaciales que involucra la toma de datos, análisis y salida de la información mediante los siguientes campos: Cartografía, Catastro, Fotogrametría, Topografía, Geodesia, Sensores Remotos e Infraestructuras De Datos Espaciales (IDE), ejemplos de estos podemos observarlos en la Figura 2 (Rodriguez, 2017).

En lo que respecta a la toma de datos geoespaciales, existen distintos procesos de levantamientos topográficos, geodésicos, fotogramétricos y uso de sensores remotos (Radar, Lidar, Landsat, Spot.). Para la fase de análisis de datos se utilizan los Sistemas De Información Geográfica (SIG), sistemas de procesamiento de datos satelitales y fotogramétricos, CAD y

bases de datos geospaciales, y finalmente en la fase de salida de información, se encuentran las distintas presentaciones que son en mapas, visores geográficos, entre otros (Sarria, 2016).

Figura 2

Campos de la Tecnología de Información Geoespacial



Nota: a) Topografía, b) Infraestructura de Datos Espaciales, c) Fotogrametría con Dron, d) Teledetección.

Levantamiento Topográfico

En lo que respecta a la toma de datos geospaciales, está la Topografía, que se encarga del estudio de distintos métodos para lograr representar gráficamente un terreno tomando en cuenta todos sus detalles, sean estos naturales o creados por la mano del hombre; y también del manejo de los instrumentos que se utilizan para su desarrollo (Naula, 2013).

Además, se conoce a un levantamiento Topográfico como el conjunto de operaciones que se necesitan para implantar cualquier obra de tipo civil, el cual además presenta la mayoría de ocasiones como resultado la representación gráfica de un terreno en un plano digital o manual.

Para iniciar un levantamiento topográfico, el punto de partida es un pequeño bosquejo el cual se lo denomina croquis, este sirve como guía del levantamiento; los levantamientos se pueden clasificar en los siguientes: levantamientos de mediana precisión, levantamientos de alta precisión ya sean estos regulares e irregulares; cabe mencionar que los de mediana precisión generalmente utilizan instrumentos que son considerados no tan precisos, pero mediante fundamento científico permiten obtener una representación del terreno con una exactitud aceptable. En cambio, en los levantamientos regulares la exactitud claramente depende de la habilidad del operador y en este si influye de gran manera la precisión de los instrumentos a utilizar (Naula, 2013).

Hasta el día de hoy la tecnología ha facilitado la realización de obras en ingeniería, arquitectura entre otras, además sirve de soporte para trabajos como por ejemplo la restauración permitiendo obtener información rápida y precisa según su alcance, eficiencia y precisión en la toma de información esto como un factor de gran importancia al iniciar un proyecto de gran magnitud (Reyes, 2017).

Clases de Levantamientos

Hay dos clases de levantamientos más comunes que son: los levantamientos Topográficos y los levantamientos Geodésicos; los Topográficos, se utilizan generalmente para el levantamiento de superficies terrestres que sean de pequeñas o medianas extensiones. En cambio, los levantamientos geodésicos toman en cuenta principalmente la curvatura de la Tierra.

Tipos de Levantamientos topográficos

- **Levantamientos catastrales.** - Se los realiza en ciudades, zonas urbanas, zonas rurales, entre otros. para fijar linderos o analizar las obras urbanas.
- **Levantamientos fotogramétricos con plataformas aéreas y drones.** – Son aquellos que utilizan aviones, drones u otras plataformas aéreas para la toma de imágenes digitales o fotografías, que son insumos básicos para la fotogrametría, además son usadas como herramientas auxiliares de las otras clases de levantamientos topográficos (Naula, 2013).
- **De terrenos en general.** – En estos se comienzan marcando linderos o los localizan, miden y dividen superficies, se ubican terrenos en planos generales ligando con levantamientos anteriores, o proyectos de obra y construcciones (Naula, 2013).
- **De vías de comunicación.** – Aquí se estudia y diseña caminos, línea de ferrocarriles, canales de riego, líneas de transmisión, entre otros (Naula, 2013).
- **De minas.** – Para este tipo de levantamiento hay que tomar en cuenta que en primer lugar se fijan y controlan la posición de los trabajos subterráneos para relacionarlos con diferentes trabajos superficiales que han sido realizados con anterioridad (Naula, 2013).

Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) representan un conjunto de herramientas informáticas que facilitan a los distintos usuarios consultar, integrar, almacenar, gestionar, representar y distribuir todo tipo de información georreferenciada, es decir, asociada a un territorio, con la finalidad de analizar y dar una solución a problemas territoriales y ambientales (Santos, 2020) (Lloret & Olivella, 2008).

La Figura 3 detalla los componentes de un SIG, que son los siguientes: tecnología informática, compuesta por hardware y software; datos, que son georreferenciados y punto

clave para análisis; recurso humano, personas que manejan los SIG; métodos y procedimientos (Santos, 2020) (Ramesh, Vikash, & Rucha, 2019).

Figura 3

Componentes del SIG



Nota. Figura de componentes de un SIG extraída de (Araque, et al., 2014).

Así mismo, se pueden utilizar los SIG para generar geodatabases con la finalidad de hacer que las características de sus conjuntos de datos sean más inteligentes (Zeiler, 1999). En la actualidad los SIG son cada vez más utilizados en diversos campos de estudio y su uso se ha extendido entre profesionales e instituciones en todo el mundo, debido a su flexibilidad y fácil manejo que permiten la gestión integral de datos espaciales (Mancebo, Ortega, Martín, & Valentín, 2009).

Base de datos

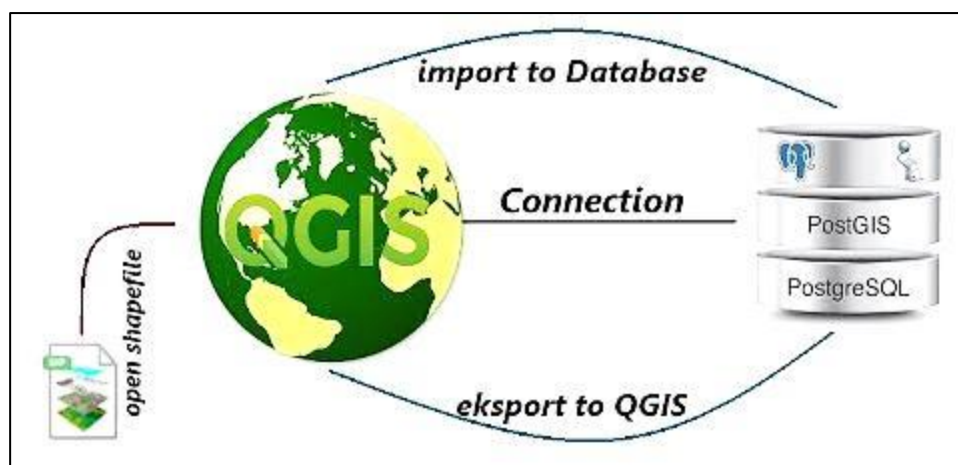
Las bases de datos (BD) son conjunto de datos o información estructurada y almacenada de manera electrónica, controlada por un sistema de gestión de base de datos, con la finalidad de poder acceder, administrar, modificar, actualizar y controlar esta información

(Oracle, 2021). Por otro lado, existen motores de base de datos (Oracle Spatial y PostGIS) que utilizan estándares OGC para definir datos geoespaciales geométricos que son de tipo punto, línea, polígono y colección geométrica en base a la norma ISO/TC 211 19107 2001 (Gutiérrez, 2006); e implementar operaciones y funciones geométricas o topológicas definidas por *Simple Feature Specification for SQL* (OGC, 2022).

En el presente proyecto, la BD será el eje principal de ejecución del proyecto y se la generará con herramientas geo informáticas QGIS, al importar la información desde este SIG al sistema de gestión de base de datos PostgreSQL, utilizando la extensión espacial PostGIS y la herramienta PgAdmin, como se observa en la Figura 4.

Figura 4

Enlace entre un QGIS y el sistema gestor de base de datos PostgreSQL



Nota. Tomado de (GeoSIS, 2016)

Infraestructura de Datos Espaciales

El uso creciente de datos espaciales requirió de acuerdos que permitan que estos datos puedan compartirse, integrarse, mantenerse actualizados y sean accesibles desde cualquier lugar para la utilización en distintos ámbitos públicos y privados. Por tanto, esta necesidad impulsó la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) (Vicepresidencia de Bolivia, 2012).

En la Figura 5, se detallan los componentes de una IDE, estos son: datos geográficos; actores (desarrolladores y usuarios); servicios; tecnología (software y hardware); metadatos, normas y estándares referentes a su elaboración, gestión y publicación; al igual que acuerdos que permiten la interoperabilidad de la información (Granell & Gould, 2006).

Figura 5

Componentes de una IDE



Nota: Gráfico extraído del portal GeoBolivia, elaborado por (Vicepresidencia de Bolivia, 2012).

La IDE es una estructura que se encuentra integrada por datos geográficos, ubicados en bases de datos y que son accesibles desde la web con la ayuda de protocolos y estándares (Granell & Gould, 2006). Una IDE cuenta con una arquitectura física para su uso en servidores de mapas y sus funciones principales consisten en búsqueda, recuperación, intercambio e integración de datos con componentes geoespaciales (Vicepresidencia de Bolivia, 2012).

Visor geográfico

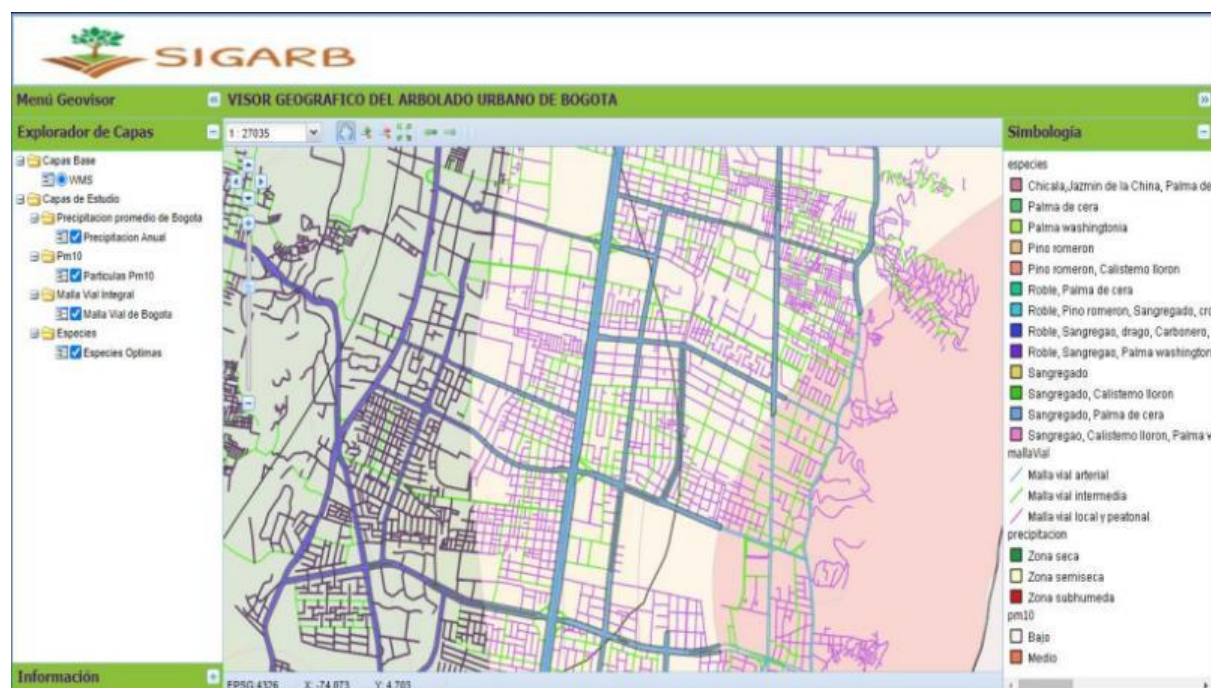
La visualización de datos transforma gran cantidad de información en gráficos intuitivos que permiten la observación y análisis entre servidor y usuarios, aprovechando la velocidad y

capacidad del almacenamiento en la nube (Chen, 2019). Por tanto, actualmente existen visualizadores geográficos que muestran información georreferenciada con un patrón espacial específico, a partir de una base de datos, útil para explorar, analizar y comunicar un fenómeno espacial, para la toma de decisiones instruida (Nöllenburg, 2007).

En relación a la parte ambiental, hay varios geo visores de administración de información ambiental, como por ejemplo, el geovisor web para la selección de especies vegetales para plantación (Carrero, Ramírez, & Suárez, 2020) que se observa en la Figura 6; o aquel enfocado en el monitoreo en tiempo real de calidad ambiental urbana realizado por (Chen, 2019).

Figura 6

Visor Geográfico del Arbolado Urbano de Bogotá



Nota. Tomado de (Carrero, Ramírez, & Suárez, 2020).

Un visor geográfico es una herramienta de software implementado para facilitar la geovisualización y difusión de un conjunto de datos geográficos de un área de estudio determinada. Estos son importantes por el uso de los SIG y de las IDE en conjunto, además

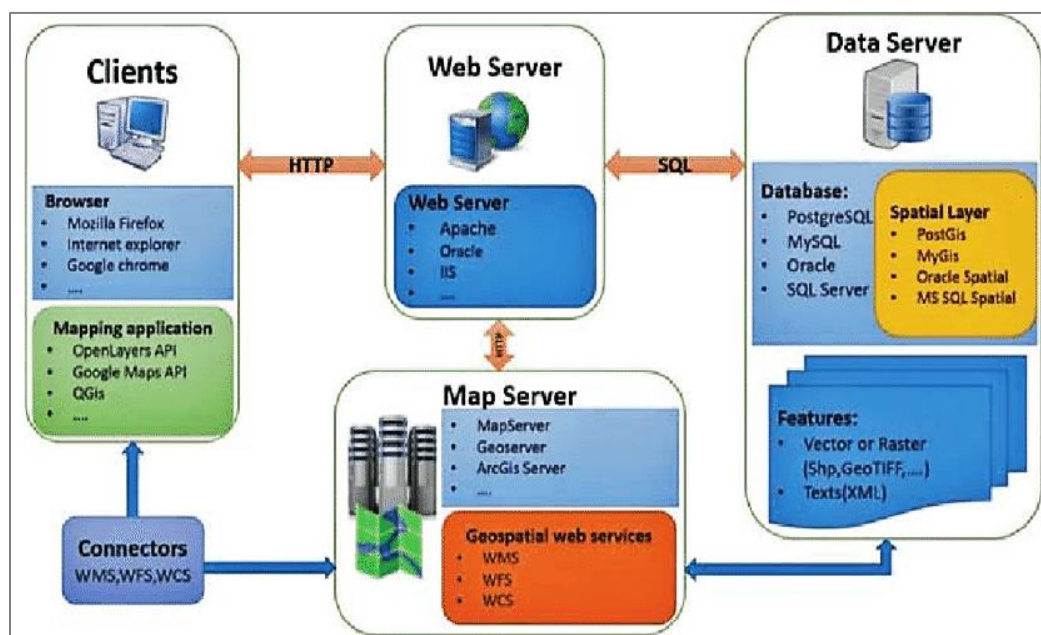
pueden ser generados en 2D o 3D, dependiendo de su configuración e insumos (Ojeda, Díaz, Álvarez, Pérez, & Prieto, 2015).

Los visores geográficos, también conocidos como geovisores, se basan en la publicación de datos geográficos a través del diseño, implementación y publicación de mapas creados para su lectura desde la web, a este proceso se le conoce como *Web Mapping* (Nasirzadeh & Nurhan, 2015).

En la Figura 7, se ejemplifica la conexión entre los elementos involucrados en el *Web Mapping*, estos son: servidor de datos o *data server*, se refiere al sistema de manejo de base de datos que usa métodos estandarizados de catalogación, retroalimentación y aplicación de *queries* en datos; servidor de mapas o *map server*, es el que provee de servicios de mapas que permiten la visualización del mapa; servidor web o *web server*, es un sistema de computación que procesa pedidos vía protocolo HTTP; y el cliente, correspondiente al usuario del buscador web (Nasirzadeh & Nurhan, 2015).

Figura 7

Estructura del Web Mapping



Nota. Tomado de (Nasirzadeh & Nurhan, 2015)

Las plataformas utilizadas en la generación de visores geográficos se dividen en dos tipos: libre y comercial (Mitchell, 2005). Las plataformas comerciales se rigen bajo una licencia de usuario, no permiten modificación en el código fuente y tienen un costo que varía según el tiempo de contrato del servicio o la cantidad de información a manejar. Sin embargo, son más fáciles de utilizar debido a que no requieren la escritura de código y cuentan con una gran cantidad de herramientas. Entre las más populares están: ArcGIS Online, Mapbox, entre otros.

Por otro lado, las plataformas *open source* se caracterizan porque su código fuente se encuentra disponible y puede ser modificado por cualquier usuario (Mitchell, 2005). Entre las más utilizadas están MapStore, QGIS Server y librerías *open source* /Leaflet y OpenLayers).

OpenLayers

OpenLayers es una librería de código abierto, escrita en lenguaje JavaScript con licencia FreeBSD, que provee herramientas para la creación de aplicaciones geográficas de mapas web basados en la web mediante el uso de HTML5, CSS directo y bibliotecas elaboradas por terceros. Además, permite la incorporación de objetos geográficos desde capas mosaico (*tiles*), extraídos desde OSM, Bing o servidores de mapas con estándares OGC; capas vectoriales, renderizadas desde archivos GeoJSON, KML, GML, teselas vectoriales u otros formatos; al igual que marcadores (OpenLayers, 2018).

Estándares y especificaciones

Los estándares y especificaciones colaboran con el establecimiento de reglas de programación específicas para implementar interfaces o protocolos de interoperabilidad entre dispositivos, programas o sistemas (Kachelriess, 2012) (Anderson & Moreno-Sanchez, 2003). Además, se componen de tecnologías, modelos o procedimientos e influyen en varios tipos de archivos o servicios web. Por otro lado, la organización que desarrolla, aprueba y gobierna los estándares abiertos para datos geográficos, servicios web, procesos e intercambio de datos es Open Geospatial Consortium (OGC) (Kachelriess, 2012).

GeoJSON

GeoJSON es un formato basado en JSON (JavaScript Object Notation) que permite el intercambio de geometrías espaciales (puntos, líneas y polígonos) y sus atributos (ESRI, 2021). Se conforma de una matriz de objetos Feature, que es una estructura análoga a la respuesta GetFeatures de un Web Feature Service (WFS) (IETF, 2016). Una de sus principales ventajas radica en la posibilidad de almacenar el archivo GeoJSON directamente en el servidor web, sin necesidad de tener un servidor de mapas (IETF, 2016).

OpenStreetMap

Open Street Map (OSM) es el proyecto SIG más grande de datos abiertos existente creado por una comunidad de colaboradores que tienen el objetivo de crear un mapa de todo el mundo que sea libre y editable (Kachelriess, 2012). Toda esta información se guarda en una base de datos que contiene puntos, líneas y polígonos, la BD mencionada tuvo un peso de 55 GB en enero de 2022 en formato PBF comprimido, se actualiza semanalmente (OSM, 2022). Por tanto, OSM es un proyecto de cartografía libre que permite la copia, edición, adaptación y transmisión de información siempre que se acredite a OSM, todo esto se realiza basándose en la licencia Creative Commons Attribution ShareAlike 2.0 (Kachelriess, 2012).

En el presente proyecto, la generación del geovisor permitirá tener una visualización de los aspectos ambientales para la toma de decisiones informada de las autoridades competentes en favor de la mejora de la gestión ambiental dentro de la institución de educación superior. Por tanto, se ve como alternativa el uso de software abierto debido a su trabajo con estándares OGC y su bajo costo de implementación. Además, se han considerado también las herramientas que posee para permitir el soporte para la extensión espacial PostGIS de PostgreSQL, manejo de archivos vectoriales, visualizar objetos geográficos, al igual que la creación de visores geográficos disponibles en la web.

SIG y Medio Ambiente

Las herramientas SIG y los estudios de impacto ambiental mantienen una importante relación, ya que a través de estos se puede entender los procesos fundamentales de un EIA, identificar los impactos ambientales mediante matrices, áreas de influencia, estructurar una base de datos espacial, localizar áreas de disposición de residuos sólidos, determinar la susceptibilidad física, aplicar procesos y análisis GIS, modelamiento espacial, diseñar todos los mapas temáticos del medio físico, socioeconómico, calidad de agua, entre otros (Cuong & Thi, 2019).

En relación con geodatabases y el medio ambiente, se las ha utilizado en instituciones como apoyo a la administración ambiental para la gestión, actualización e intercambio de información (Cuong & Thi, 2019), al igual que el monitoreo y análisis de impactos ambientales para la toma de decisiones (Nokelaynen, 2018). Además, estas pueden contener distintos tipos o varios conjuntos de datos, dependiendo de la estructura con la que se desee trabajar (Kamara, 2020). Por ejemplo, estos pueden ser conjuntos de datos de calidad de agua, suelo, aire, entre otros.

En concreto, la Universidad de Lagos en el campus de Akoka incorporó el uso de SIG en la gestión de residuos sólidos creando una base de datos geográfica y realizando análisis espaciales con información levantada en campo (Makinde, Akinola, & Ogunleye, 2020).

Gestión Ambiental

Se reconoce al ambiente como un entorno en el cual una organización puede realizar sus distintas actividades, además se incluyen a factores como el agua, la flora, el aire, el suelo, la fauna, los recursos naturales, los seres humanos y sus interrelaciones correspondientes (ISO 14001, 2015). Es a partir de esto que se entiende por gestión ambiental al grupo de actividades que se mantienen direccionadas para lograr una mayor concientización en procesos que corresponde a factores como: protección, conservación, defensa, y mejoramiento del medio

ambiente, además de utilizar adecuadamente cada uno de los recursos ambientales, con el fin de preservar la calidad de vida (Montiel, 2015).

Es así que podemos definir a la gestión ambiental como una aproximación que se encuentra al alcance de lo que es el ambiente; es por esta razón que es indispensable la utilización de un conjunto de componentes que deben ser cartografiados, inventariadas, medidas, y tratadas a través de los distintos instrumentos disponibles, esto a fin de disminuir problemas y consecuencias que hoy en día son derivadas generalmente de la problemática ambiental (Mora & Melo, 2021).

Sistema de Gestión Ambiental (SGA)

El SGA, es conocido al ser un proceso moderno y lógico, que permite realizar una administración adecuada en el medio ambiente, tratando de minimizar problemas existentes; con el fin de asegurar un equilibrio ecológico en el entorno. Se rige en base a la Tabla 1.

Tabla 1

Objetivos del SGA

Sistema de Gestión Ambiental	
	Aquí se establecen los objetivos ambientales y los procesos necesarios
Planificar	que generen y proporcionen resultados de acuerdo a la política ambiental de cada organización.
Hacer	Corresponde a implementar procesos según se hayan planificado.
Verificar	Se realiza la evaluación correspondiente a la eficiencia de cada uno de los procesos que han sido implementados de acuerdo la política ambiental.
Actuar	Corresponde a la implementación de acciones correctivas, de mejora con el fin de optimizar seguidamente el SGA.

Nota. (Unidad de Seguridad Integrada, 2020)

Aspecto Ambiental

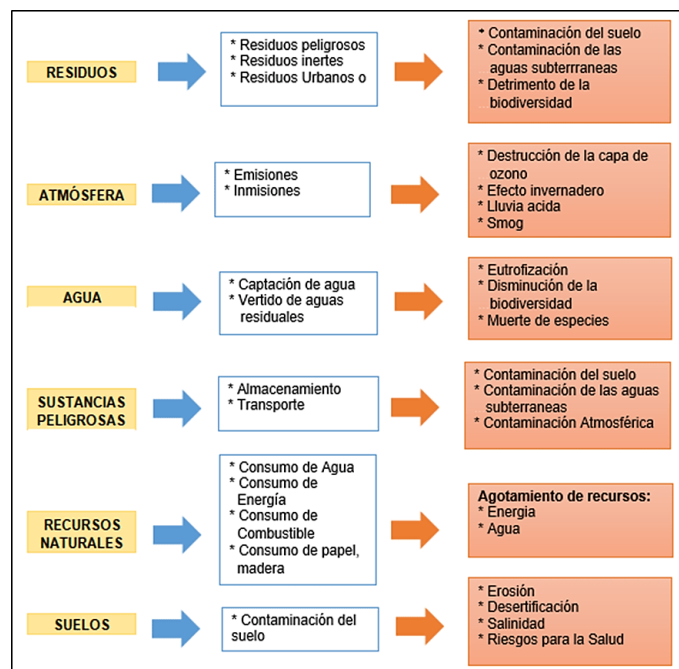
Se entiende por aspecto ambiental a los distintos productos, servicios o actividades, pertenecientes a una organización y que interactúan con el medio ambiente, logrando dar lugar a modificaciones o alteraciones en el mismo; tienen una relación causa y efecto, es decir, los impactos ambientales se localizan, si la organización identifica todos sus aspectos ambientales previamente, con el fin de evaluar y priorizar aquellos en los que se va a poner más énfasis.

Al realizar la identificación y posterior evaluación de los aspectos ambientales de forma precisa, analizando las posibles áreas de incidencia para determinar los impactos ambientales que puedan desarrollarse (Sociedad Pública de Gestión Ambiental, 2009).

La Figura 8 ayuda a identificar las causas (aspectos ambientales) y efectos (impactos ambientales) que se derivan de las diferentes actividades, productos y servicios; se debe tomar en cuenta sus posibles áreas de incidencia y la fuerza con la que se presenten los impactos.

Figura 8

Causas y efectos derivados de los Actividades, productos y servicios

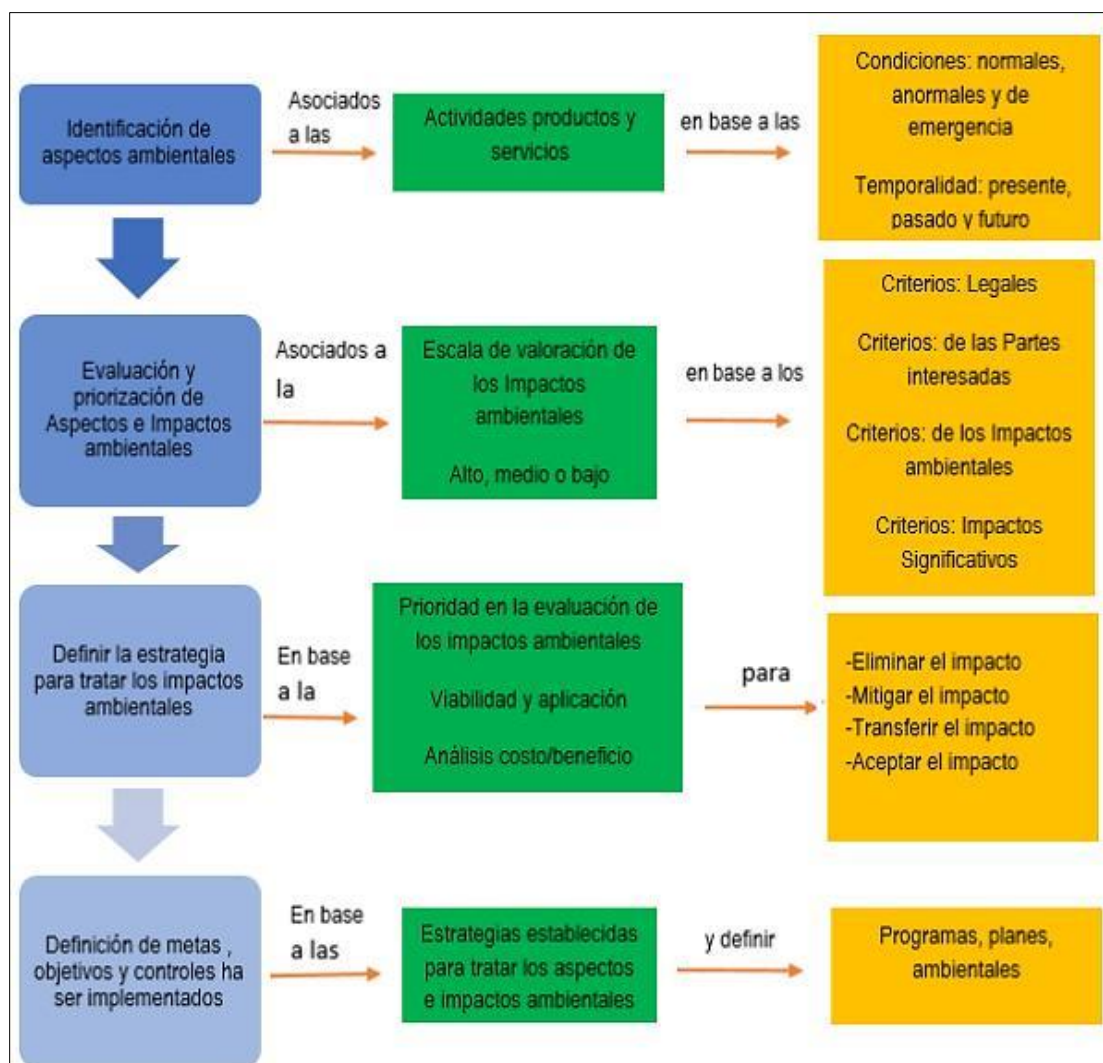


Nota. Modificado de (Unidad de Seguridad Integrada, 2020)

En la Figura 8 se observa, el proceso de identificación de los aspectos e impactos ambientales, estos poseen criterios de carácter cuantitativo y cualitativos que ayudan a identificar los aspectos ambientales considerados como más significativos que se han encuentran en la organización y a partir de esto categorizarlos como: bajos, medios o altos; así también definirlos ya sean estos: impactos positivos o negativos; esto con el fin de establecer controles para minimizar o aprovechar dichos impactos.

Figura 9

Proceso de identificación y tratamiento de aspectos e impactos ambientales significativos.



Nota. Tomado de (Unidad de Seguridad Integrada, 2020)

Para la identificación de los distintos aspectos e impactos ambientales presentes en la Universidad, se requiere conocer cuáles son sus procesos y determinar las actividades, productos o servicios de cada uno de estos, y a su vez analizar la condición y temporalidad, para lo cual se aplicará la matriz de identificación de los aspectos e impactos ambientales.

Identificación de Aspectos Ambientales

El proceso de identificación de aspectos ambientales utiliza la Guía metodológica para identificación y evaluación de aspectos e impactos elaborada por colaboradores de la Unidad de Seguridad Integrada (Unidad de Seguridad Integrada, 2020). Esta guía abarca los siguientes ítems: metodología para la identificación de los aspectos e impactos ambientales en la UFA-ESPE, y la metodología para la evaluación de los aspectos e impactos ambientales. Cada una de estas metodologías cuentan con sus respectivos detalles y procedimientos (Unidad de Seguridad Integrada, 2020) y al ser utilizadas ayudaron a la obtención de las Matrices de Identificación de aspectos e impactos ambientales de las sedes UFA-Matriz, Latacunga, IASA I.

Evaluación de los aspectos e impactos ambientales

Los criterios de evaluación se encuentran detallados en la guía metodológica antes mencionada, estos son:

Criterio Legal – (CL).- En el cual se debe revisar la matriz de requisitos legales y determinar si existe o no la aplicación de: leyes, decretos, resoluciones, acuerdos, ordenanzas o normativa institucional sobre aspectos e impactos ambientales identificados. Estos a su vez deben ser valorados en base a la tablas de valoración de existencia y cumplimiento del requisito legal (Ver apéndice C).

Se valoran los Aspectos Ambientales de acuerdo al CL, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Criterio Legal (CL)} = \text{Existencia} \times \text{Cumplimiento} \quad (1)$$

Criterio Partes Interesadas – CPI.- En este apartado se valora si existe alguna persona u organización que puede afectar, verse afectada, o percibirse como afectada por una

decisión o actividad del área en estudio. Estos a su vez deben ser valorados en base a la tablas de valoración de exigencia y gestión realizada (Ver apéndice C). Se valora el Aspecto Ambiental de acuerdo al Criterio de Partes Interesadas (CPI), mediante la ecuación (2):

$$\text{Criterio de las Partes Interesadas (CPI)} = \text{Exigencia} \times \text{Gestión} \quad (2)$$

Criterio Impacto Ambiental – (CIA).- Para obtener la valoración del Criterio de Impacto Ambiental (CIA) se debe realizar la valoración de la frecuencia, severidad y alcance, los mismos que se visualizan en las tablas presentes en el (Apéndice C). A partir de esto se valora el Aspecto Ambiental de acuerdo al CIA, mediante la ecuación 3:

$$\text{Criterio Impacto Ambiental (CIA)} = (\text{Frecuencia} * 3.5) + (\text{severidad} * 3.5) + (\text{Alcance} * 3) \quad (3)$$

Criterio de significancia total (ST) o del aspecto ambiental significativo.- Una vez evaluados los parámetros anteriores: criterios legales, partes interesadas y los criterios de impacto ambiental de las actividades identificadas; se procede a determinar la significancia para priorizar los aspectos ambientales significativos y no significativos.

La Significancia Total del impacto ambiental se valora cuantitativamente mediante la siguiente ecuación (4) que relaciona los criterios anteriormente expuestos:

$$\text{ST} = (0,45 * \text{CL}) + (0,45 * \text{CIA}) * (0,1 * \text{CPI}) \quad (4)$$

Dónde:

(ST) = Significancia Total

(CL) = Criterio Legal

(CIA) = Criterio Impacto Ambiental

(CPI) = Criterio Partes Interesadas

A continuación, cada uno de los resultados obtenidos como cuantitativos se interpretan de forma cualitativa de acuerdo a los intervalos correspondientes valor de la significancia Total reflejada en la Tabla 2.

Tabla 2

Criterio de valoración de la significancia total.

Significancia Total	Valoración Cualitativa	Controles sugeridos
ST > 75	Significancia Alta	Se sugiere que se implementen de manera inmediata de controles para tratar el impacto ambiental
ST < 75 y > 55	Significancia Media	Se sugiere que se implementen controles de forma mediata, esta a su vez estará determinada por la prioridad en la asignación de presupuesto
ST < 55 y > 39	Significancia Baja	Se sugiere que se implementen controles inmediatos, esta a su vez estará determinada por el análisis costo beneficio
ST < 39 y > 4	Sin Significancia	Se sugiere un monitoreo periódico de la severidad del impacto ambiental
ST < 4	Significancia Positiva	Se comunica y se promueve.

Nota. En base a esta evaluación se obtuvieron las matrices de aspectos e impactos ambientales que se presentan en el Apéndice B, que facilitaran el desarrollo de este proyecto.

Impacto Ambiental

Entendemos por impacto ambiental a distintos cambios que se desarrollan en el medio ambiente, como por ejemplo cambios en: actividades, productos o servicios de una organización que ocasionan en daños en el ambiente (es decir en: el aire, el agua, el suelo, la flora, la fauna, entre otros.), es por esto que se los puede considerar como impactos negativos (adversos) o positivos (beneficiosos). Hay que resaltar que la relación existente entre los aspectos y los impactos ambientales es de causa-efecto (Unidad de Seguridad Integrada, 2020) (Unidad de Seguridad Integrada, 2020).

Carbono Neutro

El carbono neutral o carbono neutro nos indica que para lograr que las distintas emisiones que no han sido controladas de CO₂ (dióxido de carbono) por diferentes actividades

que el ser humano produce lleguen a ser equivalentes o igual a cero; para esto es indispensable fomentar planes de acción para de esta manera compensar y reducir las emisiones que han sido generadas, ya sean estas por organizaciones, industrias entre otras (Pontificia Universidad Católica de Chile, 2020). Para el cálculo del carbono, se toma en cuenta los siguientes ítems:

Diámetro Altura de Pecho (DAP). - El DAP, es tomado a la altura del pecho de la persona, dentro de la biometría forestal se ha convenido que sea a 1.30m del suelo, debido a que esta es la altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona, se toma con una cinta métrica el diámetro del árbol.

Densidad. – Es determinada de acuerdo a la tabla de densidad madera (DFM, 2016).

Tabla 3

Tabla de fórmulas para el cálculo del Carbono Neutro

Variable	Formulas
Volumen Total (VT)	$VT = \frac{\pi}{4} * d^2 * l$
Volumen FD (V FD)	$VFD = VT - (0.25 * VT)$
Volumen FE (V FE)	$VFE = VFD + (VFD * 0.25)$
Densidad (D)	De acuerdo a (DFM, 2016)
Peso Total (PT)	$PT = (D * VFE)$
Carbono (C)	$C = (PT * 0.5)$

Nota. En la presente tabla se puede visualizar los atributos que constaran en el formulario de recolección de datos y la respectiva fórmula para el cálculo de carbono.

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos son resultado de procesos que contienen una sustancia con características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológicas o infecciosas

en base al código C.R.E.T.I.B. (SEMARNAT, 2009). Por tanto, son un riesgo para el ambiente o la salud humana en base a los reglamentos o parámetros legales aplicables (INEN, 2014).

Residuos no peligrosos

Los residuos no peligrosos abarcan aquellos elementos sólidos o sustancias que no representan un riesgo para el ambiente o la salud humana y no tienen características de peligrosidad descritas en el código C.R.E.T.I.B., también pueden ser aprovechados y transformados en un nuevo bien que tiene valor económico agregado (INEN, 2014).

Eficiencia Energética

Entendemos por eficiencia energética a la capacidad de lograr tener mejores resultados en distintas actividades, a través de la utilización de menores cantidades en lo que respecta a recursos energéticos. Permitiendo así, disminuir el consumo de los distintos tipos de energía y a partir de ello los posibles impactos ambientales que se encuentren ocasionados por esta. También está considerada como el cociente entre la energía necesaria para desarrollar una actividad determinada, y la cantidad de energía primaria que es utilizada en dicho proceso. Cumple una parte esencial del futuro de la energía sustentable, ya que logra disminuir el consumo de energía, los gases de efecto invernadero y las emisiones a la atmósfera (Sánchez & Fuquen, 2014).

Consumo de Agua

El agua es considerada como un elemento vital para la vida de los seres vivos y su disponibilidad para el uso hoy en día marca las tendencias de una sociedad. No obstante, no todas las personas tienen acceso al agua potable, se calcula que aproximadamente el 60% de la población mundial tiene acceso. El acceso al agua que sea de consumo es esencial para la salud y la dignidad humana, esto se encuentra presente en tratados internacionales como en la Convención sobre los Derechos Humanos o en los Derechos del Niño (Cirelli, 2012).

Plan de buenas prácticas ambientales

Se consideran como Buenas Prácticas Ambientales a aquellas acciones que buscan reducir el impacto ambiental negativo que son causadas por distintas actividades y procesos mediante la promoción de cambios y mejoras en una organización. La importancia de las Buenas Prácticas está comprobada y enfatiza en su bajo costo, manejo simple y también como rápidos resultados obtenidos logrando una mejora en el ambiente (Fundación Promoción Social, 2017).

Fundamentación Legal

La base legal se ampara en la Constitución de la República del Ecuador 2008, en el título noveno de la Supremacía de la Constitución, en los Artículos 424 y 425 se establece el orden jerárquico para aplicación de las normas, las mismas que cumplen con la estructura establecida en la pirámide de Kelsen.

Constitución De La República Del Ecuador

Disposiciones a nivel nacional que reglamentan al ambiente como sujeto de derecho y la protección de la población, según los artículos:

Art. 14.- En el cual señala el “derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, declarando de interés público la preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país”.

Art. 15.- En el que menciona que el “Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto”. También en el mismo artículo menciona que “se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, entre otros. perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas”.

Art. 66, numeral 27.- “Se reconoce y garantiza a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza”.

Art. 71, 3er inciso: “El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”.

Art. 276.- En este artículo se manifiesta que “existe el deber de recuperar y conservar la naturaleza manteniendo un ambiente sano y sustentable, garantizando a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural”.

Art. 396.- En el cual se menciona que el “Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. Todo daño al ambiente, además se darán las sanciones correspondientes, implica también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas”.

Art. 408.- en su último inciso menciona que “El Estado garantizará que los mecanismos de producción, consumo y uso de los recursos naturales y la energía preserven y recuperen los ciclos naturales y permitan condiciones de vida con dignidad”.

Art. 413.- En el que se manifiesta que el “Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua”.

Tratados y Convenios Internacionales

Convenio de Basilea. - Las disposiciones de este Convenio giran en torno a la disminución de la generación de desechos peligrosos, promoviendo la gestión ambientalmente

racional de los desechos peligrosos, la restricción de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, aplicando de un sistema regulatorio para los movimientos permisibles de desechos peligrosos.

Protocolo de Kyoto. - El protocolo “establece metas que se encuentran vinculadas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que se dan en países industrializados, entendiendo que son los principales causantes de ocasionar elevados niveles de emisiones que se encuentran actualmente en la atmósfera, bajo el principio de las responsabilidades comunes, pero claramente diferenciadas”.

Leyes y Códigos Orgánicos

Ley de Gestión Ambiental. - En el artículo 2, menciona que, la gestión ambiental se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos, utilización de tecnologías alternativas ambientalmente sustentables y respecto a las culturas y prácticas tradicionales.

Art. 4.- Establece que los “reglamentos, instructivos, regulaciones y ordenanzas que, dentro del ámbito de su competencia, expidan las instituciones del Estado en materia ambiental, deberán observar las siguientes etapas, según corresponda: desarrollo de estudios técnicos sectoriales, económicos, de relaciones comunitarias, de capacidad institucional y consultas a organismos competentes e información a los sectores ciudadanos”.

Art. 8.- “Establece que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado”.

Código Orgánico del Ambiente. - dispone en su “Art. 807.- Daño Ambiental. - El daño ambiental es toda alteración significativa que, por acción u omisión, produzca efectos adversos

al ambiente y sus componentes, afecte las especies, así como la conservación y equilibrio de los ecosistemas”.

Acuerdo Ministerial 061.- Publicado en el Registro Oficial Nro. 316 del 4 de mayo del 2015. Donde se reforma el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria en el que se incluye los Capítulos IX de "Producción Limpia, Consumo Sustentable y Buenas Prácticas Ambientales" y el Capítulo XII de "Incentivos".

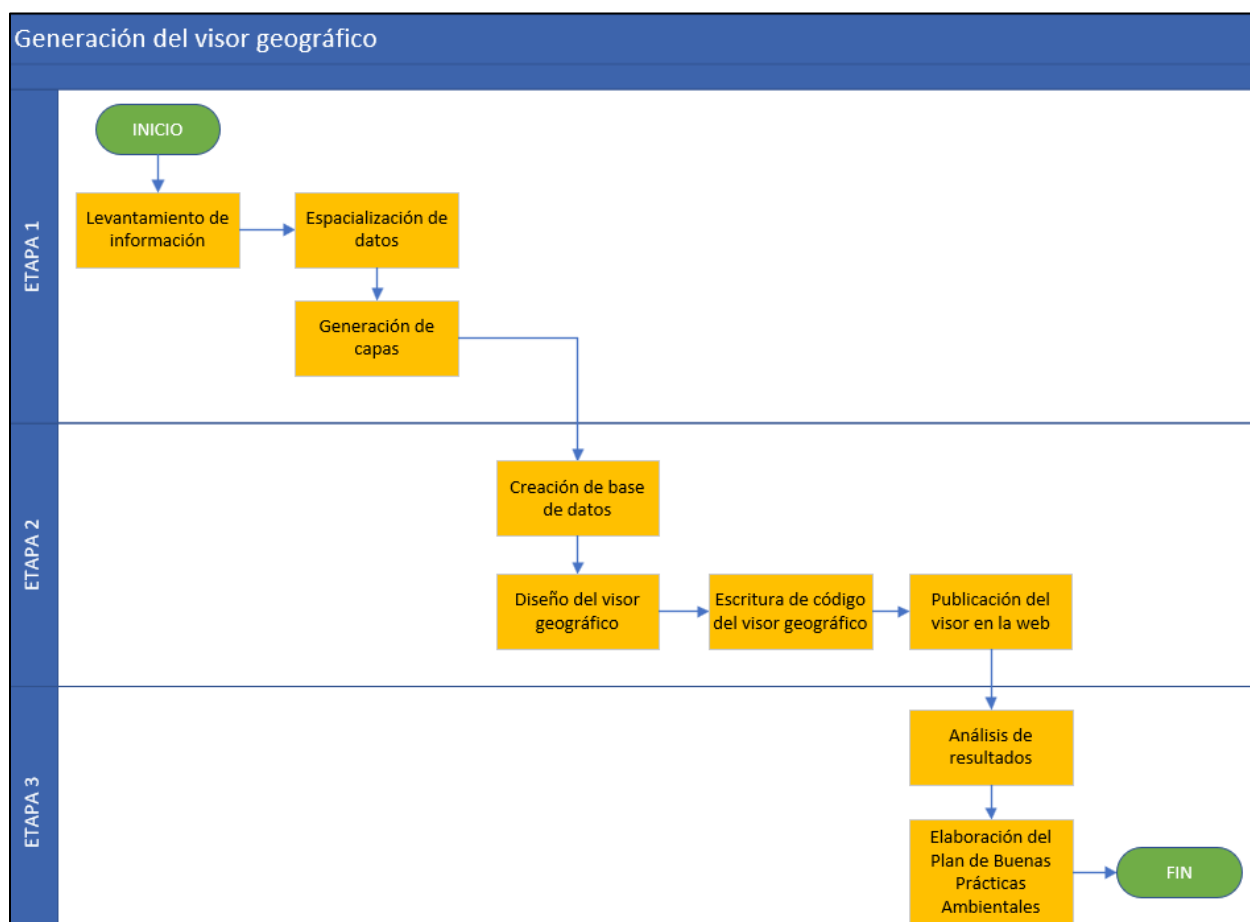
Capítulo III

Metodología

La metodología del presente proyecto tiene como finalidad el diseño de un geo visor ambiental con fines de certificación ambiental para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, se encuentra compuesta de tres etapas que se detallan de manera secuencial con la descripción de cada uno de los procesos ejecutados y en la Figura 10. Además, se incluyen apéndices ampliados de los principales procedimientos.

Figura 10

Diagrama de Flujo de la Generación del visor geográfico



Nota. El diagrama de flujo refleja los procesos generales para la generación del visor geográfico ambiental.

La primera etapa consiste en el levantamiento de información de las sedes Matriz, IASA I, Latacunga Campus Centro y Belisario Quevedo. Estos datos son de tipo: topográfico, para la realización de planos de los edificios representados en el programa QGIS; y ambiental, referente a aspectos ambientales mediante la recopilación de información de los diferentes procesos y actividades por departamentos. Luego, se realizará la depuración, espacialización y estructuración de los registros obtenidos.

La segunda etapa corresponde al desarrollo del visor geográfico mediante la creación de base de datos, escritura de código y publicación. El geovisor permitirá la visualización gráfica de edificios, aspectos ambientales, eficiencia energética, residuos peligrosos, residuos no peligrosos, carbono neutral; todo esto de forma georreferenciada y didáctica.

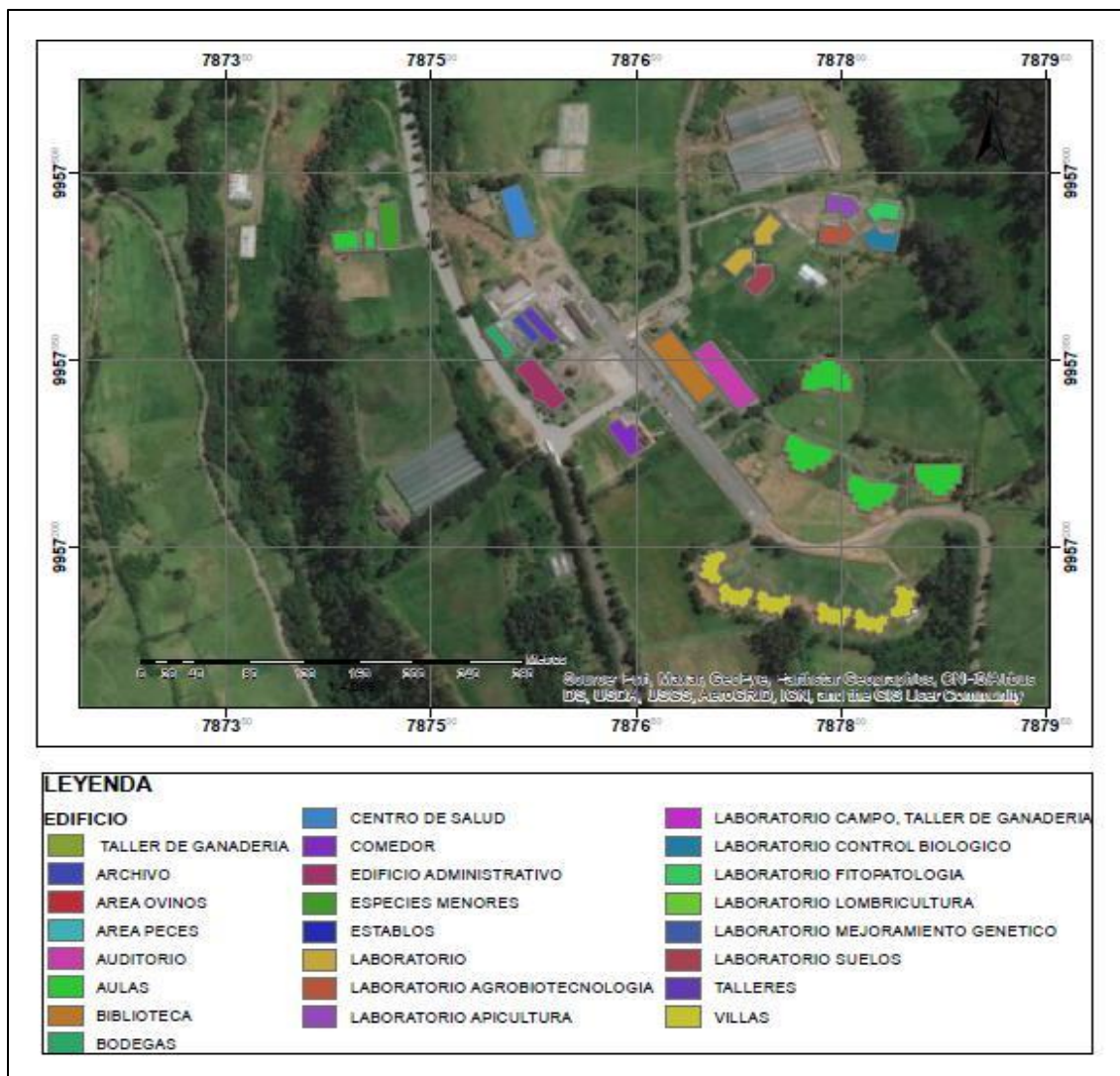
La tercera etapa engloba el análisis de los datos obtenidos en las dos fases anteriores y la elaboración de un plan de buenas prácticas ambientales en conjunto con la Unidad de Seguridad Integrada de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Levantamiento de Información Base Topográfica

En el levantamiento de la información base topográfica, se tomó en cuenta información preexistente para el desarrollo del proyecto, entre los cuales se encuentran: los levantamientos topográficos de la Sede IASA I (Ver Figura 11) y la UFA ESPE Matriz (Ver Figura 12), los cuales se encuentran en formato shapefile, y que al ser sometidos a un proceso de depuración y análisis de datos servirán para ser colocados en el visor geográfico, ya que de estos solo tomamos la información de la capa edificios para cada una de las Sedes.

Figura 11

Plano Topográfico IASA I



Nota. Los datos del plano del cual se depuró la información que se observa en la Figura 11 se detallan a continuación:

Responsable: Ing. Marco Luna Ludeña

Contenido: Levantamiento Topográfico Hacienda “El Prado y Anexas”

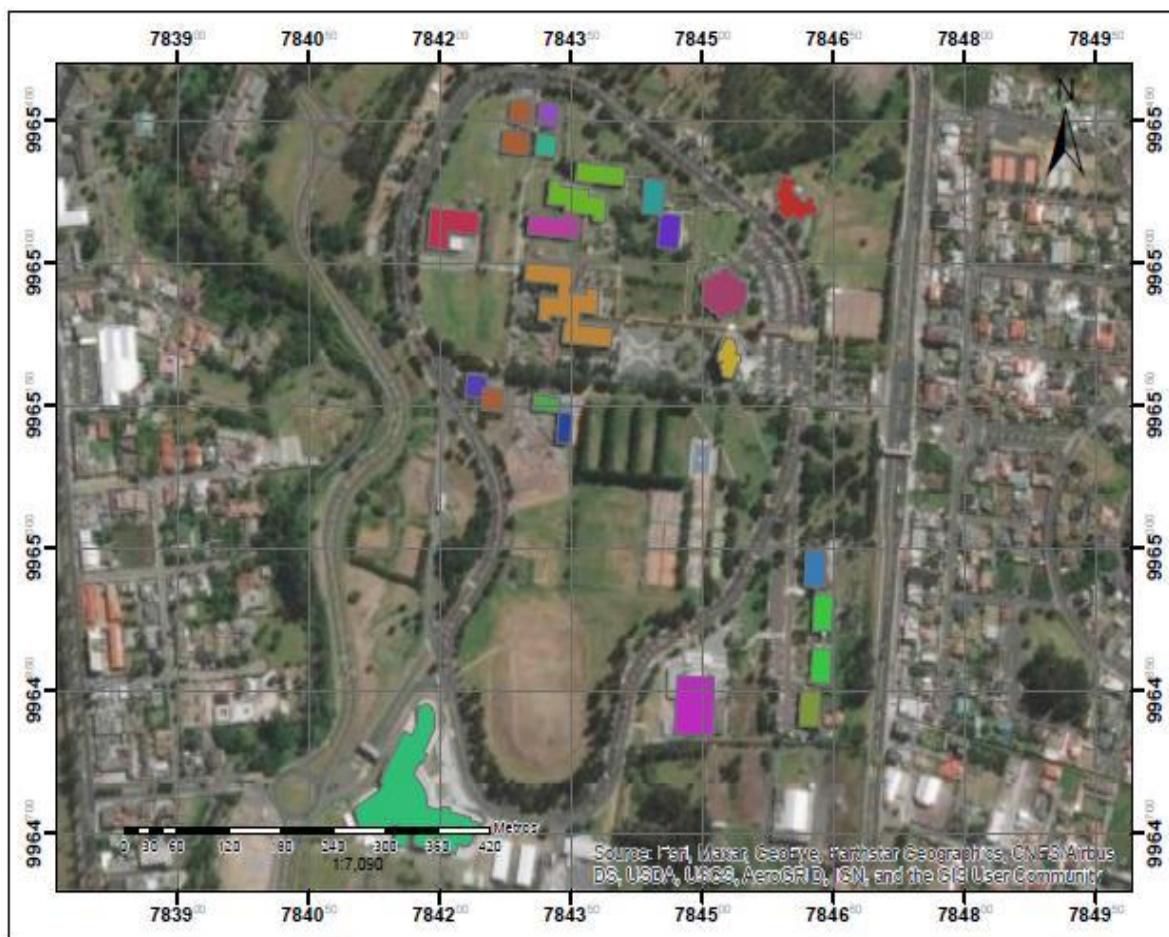
Escala de Trabajo: 1:9000

Sistema de Referencia: Sistema de Coordenadas UTM, WGS84, Zona 17 Hemisferio Sur

Fecha de Elaboración: Septiembre 2015

Figura 12

Mapa Topográfico ESPE Matriz

**LEYENDA****DEPARTAMEN**

AULAS	CLUBES	EDUCACION CONTINUA, UBE
AULAS, LABORATORIOS	COLISEO	LABORATORIO BIOTECNOLOGIA
BAR	COMEDOR	LABORATORIO ELECTRONICA
BIBLIOTECA	DEPARTAMENTOS DE CARRERAS, AULAS	LABORATORIO GEOGRAFICA
CENCINAT	EDIFICIO ADMINISTRATIVO	LABORATORIO MEDIO AMBIENTE
CENTRO DE SALUD	EDIFICIO IDIOMAS	LABORATORIOS MECANICA, MECATRONICA
	EDIFICIO POSGRADOS	RESIDENCIA

Nota. Los datos del plano del plano del cual se depuro la información que se observa en la Figura 11 se detallan a continuación:

Contenido: Levantamiento Topográfico ESPE

Escala de Trabajo: 1:9000

Sistema de Referencia: Sistema de Coordenadas UTM, WGS84, Zona 17 Hemisferio Sur

Por otro lado, al no tener un conocimiento previo de las instalaciones o de la ubicación de edificios y departamentos, de la UFA-ESPE sede Latacunga Centro y Belisario Quevedo se procedió a realizar el levantamiento de información de las mismas, este proceso se encuentra detallado en los siguientes ítems.

Reconocimiento del terreno

En esta etapa se realizó una visita técnica para evaluar el estado actual de las zonas de estudio, tanto de la UFA-ESPE sede Latacunga Centro y Belisario Quevedo. En este reconocimiento se identificaron los edificios, y los departamentos que pertenecen a cada uno de estos, de igual forma se determinó que, la aplicación factible para obtener las coordenadas de cada edificio a ser utilizada fue un levantamiento topográfico mediante el empleo de la estación total con el fin de proceder a la realización del mapa base que se mostrara en el visor geográfico.

Equipos Topográficos utilizados

En cada uno de los levantamientos topográficos de la UFA-ESPE sede Latacunga Centro y Belisario Quevedo, para el desarrollo de actividades y toma de datos en campo se utilizaron los siguientes instrumentos y herramientas:

Estación Total. – La estación total utilizada es del modelo “M3” de la Marca TRIMBLE.

GPS Doble Frecuencia. – El GPS utilizado es del modelo “R8S” de la Marca TRIMBLE.

Trípode. - Es un instrumento utilizado en trabajos de topografía que sirve como soporte para la nivelación de la estación total.

Bastón Con Su Respectivo Prisma. - El bastón es un instrumento de aluminio que posee un brazo telescópico para poder regular diferentes alturas, que sirve como soporte al prisma, que es considerado el objeto por el cual se recepta y envía información emitida por la estación total.

Flexómetro. - Herramienta utilizada generalmente para mediciones cortas.

Equipo de Protección Personal. - También conocido como chalecos reflectivos que permiten la identificación en largas distancias, es común utilizarlo en actividades de campo.

Clavos. - Son utilizados para marcar puntos centro de un lugar de referencia.

Martillo. - Herramienta utilizada para clavar estacas y clavos en sus respectivos puntos.

Pintura y aerosol. - Se utiliza para marcar referencias y que se visibles los puntos, limites, entre otros.

Tabla de apoyo. – Superficie plana para asentar la hoja de campo para la toma de apuntes.

Modelo de hoja de campo. - Es una hoja personal que permite llevar los datos geográficos del proyecto, el croquis del sitio, y los puntos importantes.

Equipo utilizado en gabinete

Computador. - Máquina electrónica que se debe encontrar en buen estado para un mejor rendimiento, capaz de almacenar información y generar programas, mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos.

Software. - Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas para el procesamiento de datos tomados en campo.




ArcGIS Pro. - Es un software SIG, que tiene distintas herramientas que pueden ser utilizadas como líneas, polilíneas, ángulos, figuras geométricas, entre otras.

Trabajo en campo

Antes de iniciar las actividades del posicionamiento GPS y el levantamiento topográfico, se efectuó un reconocimiento del área de trabajo para localizar los puntos de control GPS que se encuentran detallados en la Tabla 4 , los cuales fueron proporcionados por el Arq. Carlos Ulloa docente de la Sede Belisario Quevedo.

Tabla 4




Puntos de Control GPS Sede Belisario Quevedo

DATOS	LISTADO DE COORDENADAS	UBICACIÓN	GRÁFICO
GPS 1	X: 769128.64 Y: 9889405.62 Z: 2736.21	Ubicado al sur oeste del redondel 2 con una distancia de 19.69 m, mismo que se halla a 23.89 m de la planta de tratamiento.	
GPS 2	X: 768766.47 Y: 9889271.09 Z: 2744.08	Ubicado al sur oeste del redondel 1 con una distancia de 20.12 m, mismo que se halla a 94.56 m del tanque ESPE de agua potable.	
GPS 3	X: 768663.74 Y: 9889523.06 Z: 2752.71	Ubicado al norte de la garita con una distancia de 30.96 m.	
GPS 4	X: 768787.22 Y: 9889788.44 Z: 2748.96	Ubicado al sur este de la piscina de almacenamiento de agua de riego con una distancia de 44 m.	

Nota. Puntos de Control GPS, los cuales se encuentran en las ubicaciones mencionadas.

Tabla 5

Puntos de control GPS Latacunga Centro

DATOS	LISTADO DE COORDENADAS	UBICACIÓN	GRÁFICO
GPS 1	X: 765822.00 Y: 9896555.92 Z: 2797.42	Ubicado en el centro de la Universidad, al extremo superior de las canchas de vóley del estadio.	
GPS 2	X: 765722.31 Y: 9896443.13 Z: 2797.43	Ubicado al sur de la Universidad en el patio central, en la esquina superior izquierda de la cancha de vóley.	
GPS 3	X: 765733.77 Y: 9896449.40 Z: 2797.44	Ubicado al sur de la Universidad en el patio central en la esquina inferior izquierda de la segunda cancha de vóley.	

DATOS	LISTADO DE COORDENADAS	UBICACIÓN	GRÁFICO
GPS 4	X: 765900.68 Y: 9896472.61 Z: 2797.42	Ubicado al sur de la Universidad en el sector del parqueadero de buses, en la esquina inferior derecha de la tapa de alcantarilla.	
GPS 5	X: 765738.28 Y: 9896483.96 Z: 2797.43	Ubicado en el patio central de la Universidad, entre los edificios de aulas y oficinas administrativas de la Universidad, esquina inferior derecha de la tapa de alcantarilla.	

A partir de los puntos de control GPS se obtuvo la ubicación geográfica (latitud, longitud y elevación), estos puntos de referencia son de alta precisión y están distribuidos en distintas áreas de la Universidad, de tal manera que se usen como referencia, para que a partir de estos se tomen el resto de puntos geográficos.

Montaje de la Estación Total

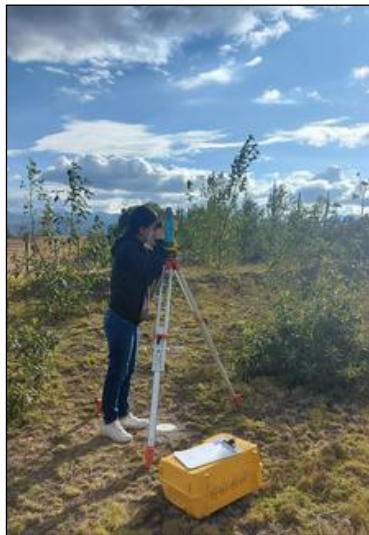
El levantamiento topográfico se realizó con una estación total marca TRIMBLE M3 su estacionamiento y nivelación se detalla en los siguientes pasos:

En primer lugar, se coloca el trípode en forma aproximada al punto fijado en el terreno, revisando el trípode en los 3 corrigiendo su posición, de forma que la superficie del mismo quede horizontal y sobre el punto en el terreno.

Después, se colocan de manera firme cada una de las patas del trípode en el terreno sujetando y presionando de manera firme contra el suelo para que estas queden estables, y así colocar de forma segura la estación al trípode, para esto hay que sujetarla con el tornillo central de fijación. Posterior a esto se debe revisar a través del visor de la plomada óptica si se encuentra cerca al punto que fijamos, y posterior colocar las patas del trípode hasta que el punto de la plomada óptica quede totalmente centrado en el punto que se encuentra en el terreno (Ver Figura 13).

Figura 13

Montaje de la Estación Total



Después, se procede a centrar el nivel de burbuja, moviendo las patas del trípode para ajustarlos a su altura, ya nivelado el instrumento, se mueve el tornillo central de fijación y se desliza la estación sobre la superficie del trípode hasta que el punto de la plomada óptica quede exactamente centrado en el punto del terreno y ajustar nuevamente el tornillo central de fijación.

Posteriormente, se realiza la nivelación horizontal, haciendo leves movimientos a los tornillos nivel antes que se encuentran en la estación, hasta que queden visibles únicamente los triángulos o las marcas.

Manejo de la Estación Total

El manejo de la estación es sencillo, al encender el instrumento inicia solicitándonos datos de campo conocidos los 2 puntos esenciales para iniciar el levantamiento topográfico: coordenadas de referencia y coordenadas de donde se encuentra posicionada la estación total.

Para empezar a medir nos pide colocar el nombre del punto, código, la altura del prisma, misma que debe ser verificada para evitar errores de medida; una vez con los datos ingresados se debe fijar el lente de la estación al centro del prisma, observar Figura 14, si este se encuentra bien ubicado se deberá presionar la tecla Enter y si al tomar el punto suena un clic, significa que se midió el punto.

Figura 14

Manejo de la Estación Total



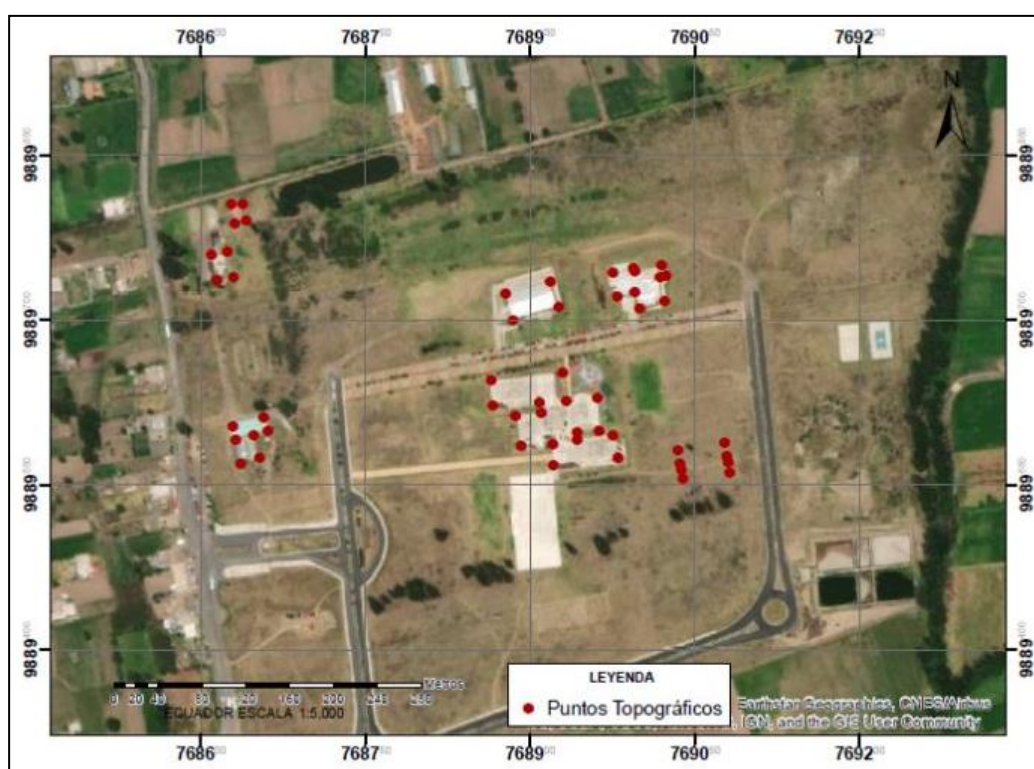
Descarga de datos, y procesamiento de información

Esta etapa comenzó con la exportación de datos de la estación total al computador, para posterior realizar la verificación y depuración de datos obtenidos, esto se realiza en el software Excel, teniendo en cuenta que los datos que arroja la estación total se descargan en un archivo csv; después estos archivos son exportados al programa ArcMap en el cual pueden terminar de detallarse la información de cada uno de los puntos. El mismo procedimiento es realizado para a información de la UFA-ESPE sede Belisario Quevedo (Ver Figura 15) y Latacunga Centro (Figura 16).

Al tener la información topográfica base de cada una de las sedes de estudio, se procedió a preparar los shapefiles, este proceso se realizó para las 4 sedes de estudio.

Figura 15

Representación Gráfica de los puntos topográficos Sede Belisario Quevedo



Nota. La presente figura muestra el shapefile de puntos levantados.

Los datos que se observa en la Figura 15 se detallan a continuación:

Responsables: Deysi Jaque, Diana Tarco

Contenido: Ubicación Topográfica de Puntos “ESPE Belisario Quevedo”

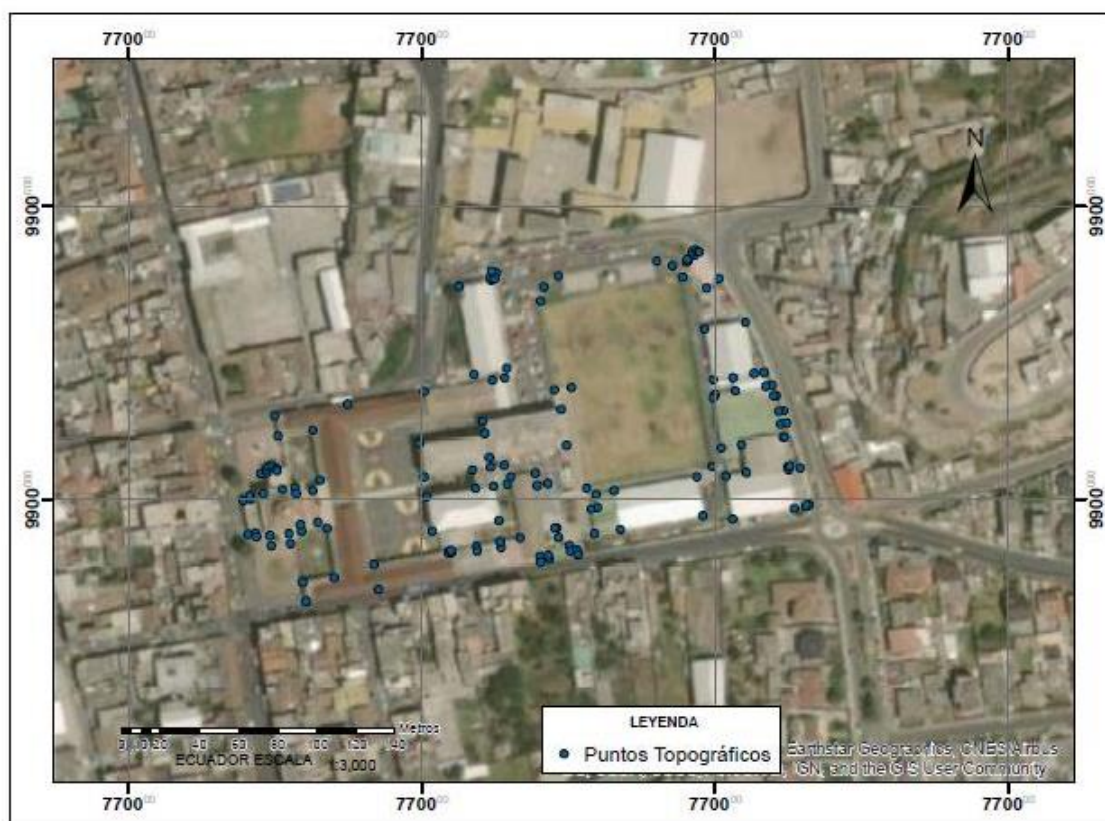
Escala de Trabajo: 1:5000

Sistema de Referencia: Sistema de Coordenadas UTM, WGS84, Zona 17 Hemisferio Sur

Fecha de Elaboración: Noviembre 2021

Figura 16

Representación Gráfica de los puntos topográficos ESPE Latacunga Centro



Nota. La presente figura muestra el shapefile de puntos levantados.

Los datos que se observa en la Figura 16, se detallan a continuación:

Responsables: Deysi Jaque, Diana Tarco

Contenido: Ubicación Topográfica de Puntos “ESPE Latacunga Centro”

Escala de Trabajo: 1:4000

Sistema de Referencia: Sistema de Coordenadas UTM, WGS84, Zona 17 Hemisferio Sur

Fecha de Elaboración: Noviembre 2021

Levantamiento de Información Ambiental

En esta etapa, se recolectó información proporcionada por la Unidad de Seguridad Integrada de la Universidad de las Fuerza Armadas ESPE, que corresponden a:

- Planillas de consumo de energía eléctrica (Eficiencia energética).
- Actas de entrega-recepción del reciclaje de papel (Residuos No Peligrosos).
- Manifiestos de entrega, transporte y recepción de desechos (Residuos Peligrosos).
- Matrices de aspectos e impactos ambientales correspondientes a las Sedes: Matriz, IASA I, Latacunga Centro, Latacunga Belisario Quevedo.

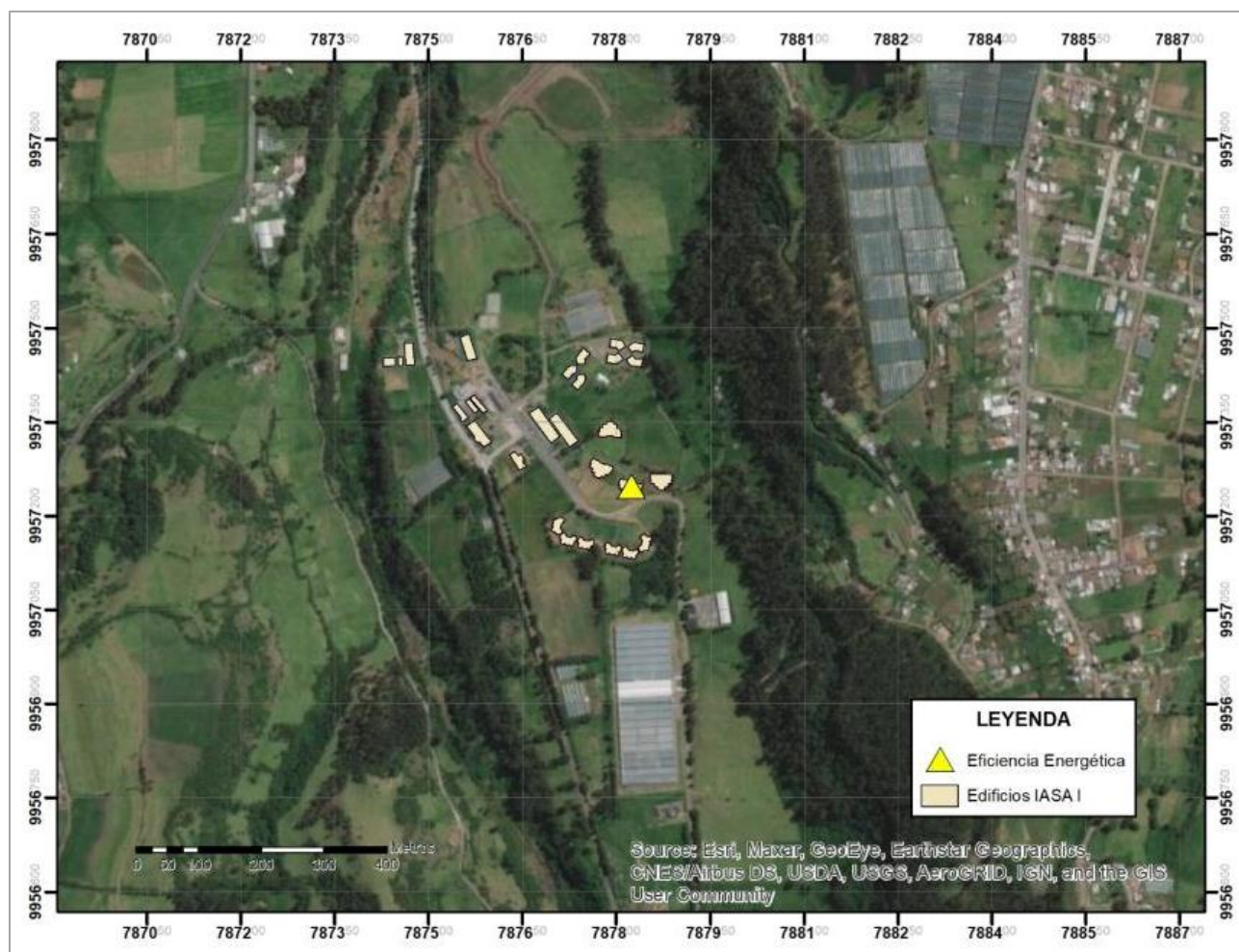
Esta información se encuentra en una carpeta drive de acceso público, clasificados de acuerdo a los años 2018, 2019 y 2020, en carpetas individuales correspondientes a: Residuos Peligrosos, Residuos No Peligrosos y Eficiencia Energética para cada una de las sedes ESPE Matriz, IASA y Latacunga.

Además, se trabajó en el levantamiento de información de árboles de las áreas verdes parte de la sede Matriz de la universidad con la ayuda de estudiantes de la institución y la Ing. Miriam Fernández.

Datos Eficiencia Energética

A partir de las planillas de consumo eléctrico, se obtuvieron 59 registros pertenecientes al periodo 2020-2021 de 3 medidores de la Sede IASA I. A continuación, se procedió a asignar coordenadas geográficas a cada dato de eficiencia energética, organizar, depurar y estructurar la información con la finalidad de elaborar un archivo *shapefile* (.shp) de puntos en el software ArcGIS (Ver Figura 17).

Figura 17

Shapefile Eficiencia Energética

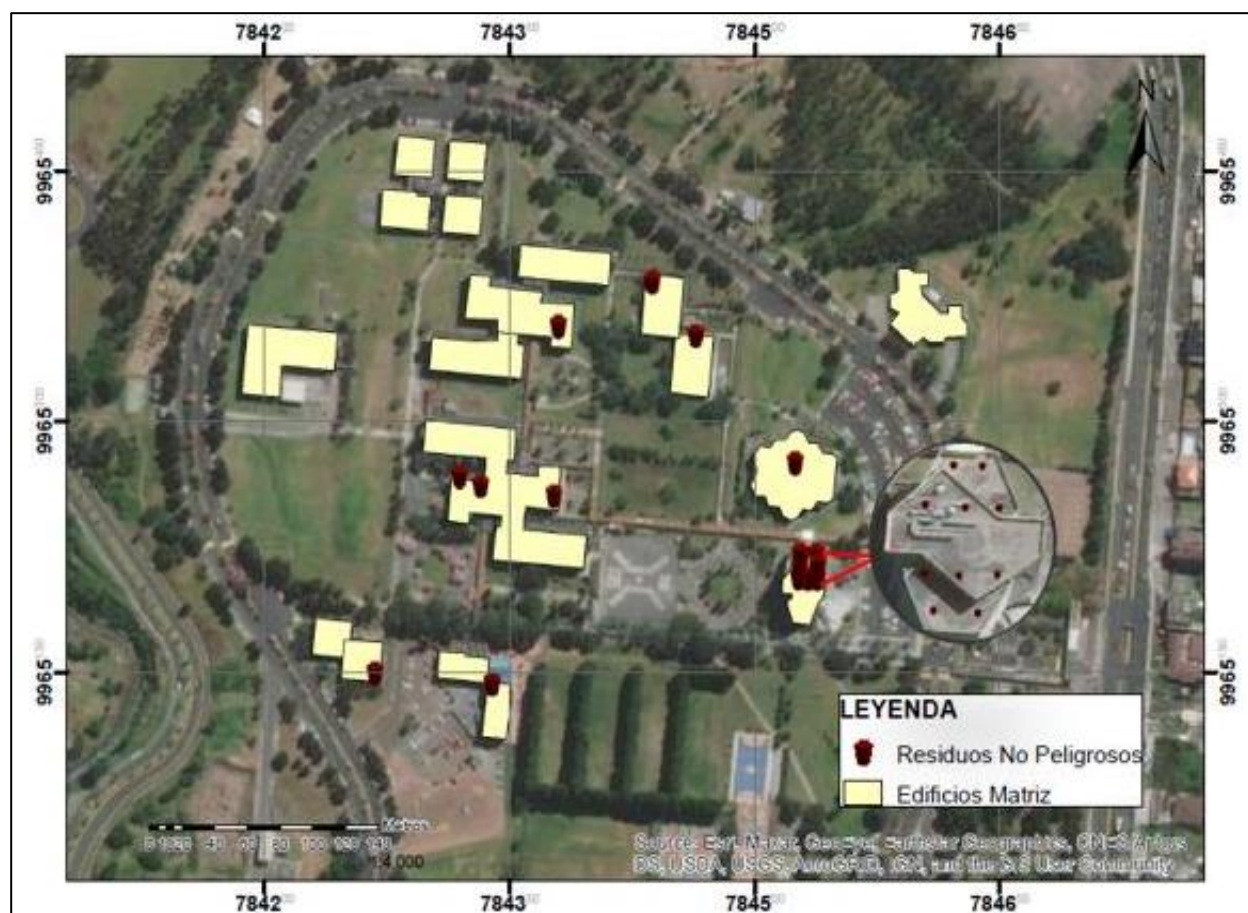
Nota. En la Figura 17 se muestra el archivo *shapefile* de los registros de información levantados sobre eficiencia energética

Datos de Residuos No Peligrosos

En base a los manifiestos de entrega de información, se levantaron 32 datos de residuos no peligrosos de la sede ESPE Matriz pertenecientes a los años 2019, 2020 y 2021. Luego, se colocó coordenadas geográficas a cada uno de los registros utilizando como en base el departamento generador del residuo que se encuentra en el del documento de entrega y se elaboró un archivo *shapefile* de puntos con la información mencionada (Ver Figura 18)

Figura 18

Shapefile residuos No peligrosos



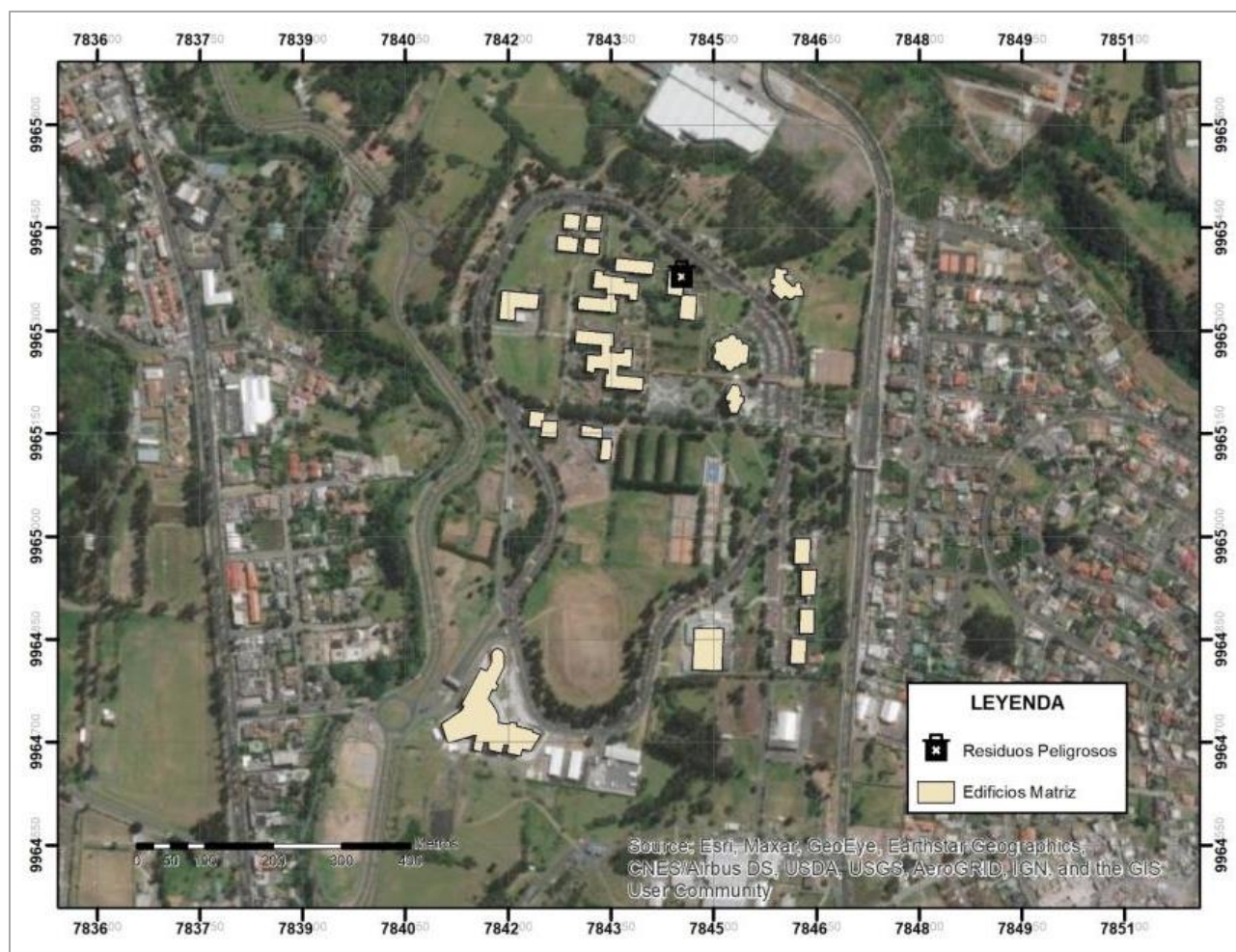
Nota. En la Figura 18 se muestra el archivo *shapefile* de los registros de residuos no peligrosos.

Datos de Residuos Peligrosos

La información de residuos peligrosos fue extraída de manifiestos y actas entregadas por la Unidad de Seguridad Integrada de la ESPE, obteniendo 10 registros de la sede Matriz del año 2021 y 19 registros del IASA I correspondiente a los años 2019 y 2020. Después, a los datos citados se les asignó coordenadas dependiendo el departamento de origen del residuo con la finalidad de generar un archivo *shapefile* de puntos (Ver Figura 19).

Figura 19

Shapefile residuos peligrosos



Nota. En la Figura 19 se muestra el archivo *shapefile*, ubicado en las coordenadas correspondiente a la información de residuos Peligrosos.

Datos de Carbono Neutro

El Cálculo de Carbono Neutro se realizó en las distintas áreas verdes que se encuentran en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Matriz. En esta etapa se utilizaron los formularios de campo que se puede visualizar en el apéndice D, estos permitieron el

registro secuencial y ordenado de los datos para las diferentes variables que se detallan a continuación:

- Número de registro
- Nombre Común
- Nombre Científico
- Coordenadas
- Diámetro altura Pecho (cm)
- Altura (m)
- Volumen Total (m^3)
- Volumen FD (m^3)
- Volumen FE (m^3)
- Densidad ($\frac{Kg}{m^3}$)
- Peso Total (Kg)
- Carbono Total (Kg)
- Estado Fitosanitario
- Observaciones.

En consecuencia, se levantaron 371 registros que fueron depurados y de los que se realizó los cálculos de Carbono Total (kg) de acuerdo a las fórmulas detalladas en la Tabla 3 del presente proyecto. Después, se procedió a organizar y estructurar la información y se generó un archivo shapefile (shp.) de puntos en el software ArcGIS Pro con estos datos.

A continuación, se elaboró el mapa de calor de concentración de carbono neutro que se observa en la Figura 21, se contó con licencia estudiantil de ArcGIS Pro para la elaboración de este proyecto y se utilizó la herramienta Densidad de Kernel, que permite la densificación de puntos levantados en base a la cantidad de carbono calculada en cada punto (Ver Figura 2).

Luego, se realizó una reclasificación del ráster obtenido mediante Reclassify. Finalmente, se le asignó una escala de colores acorde a la temática.

Figura 20

Densidad de Kernel

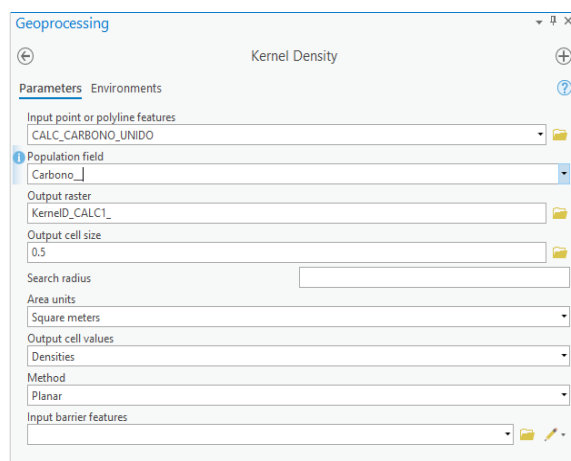
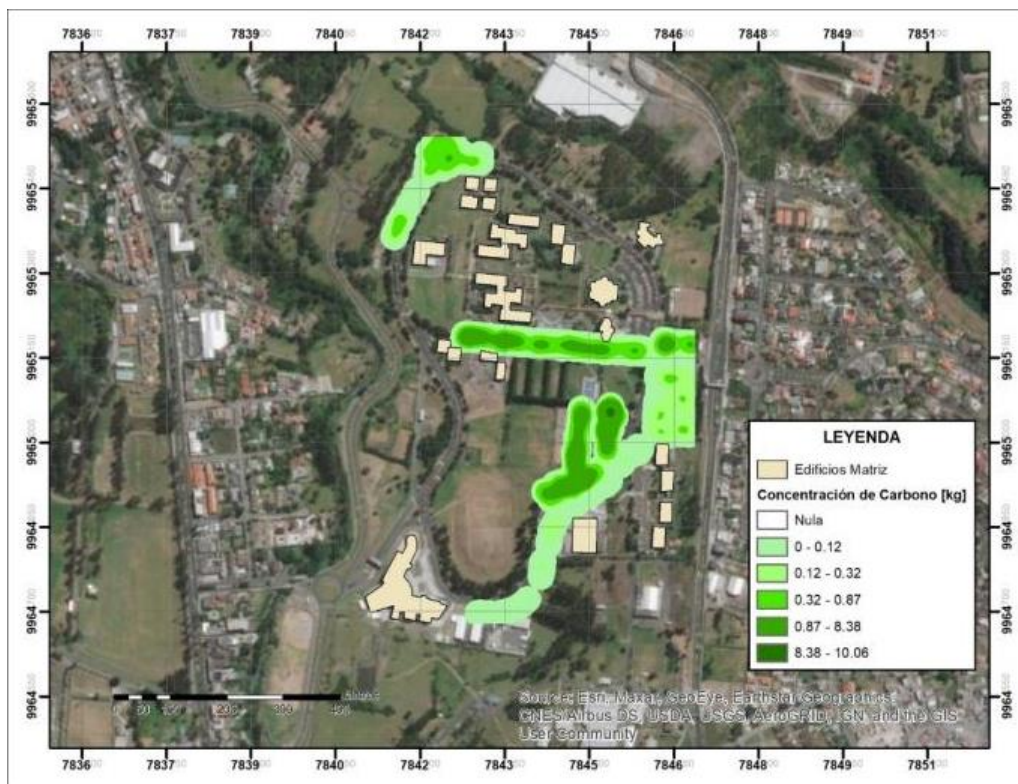


Figura 21

Shapefile Carbono Neutro



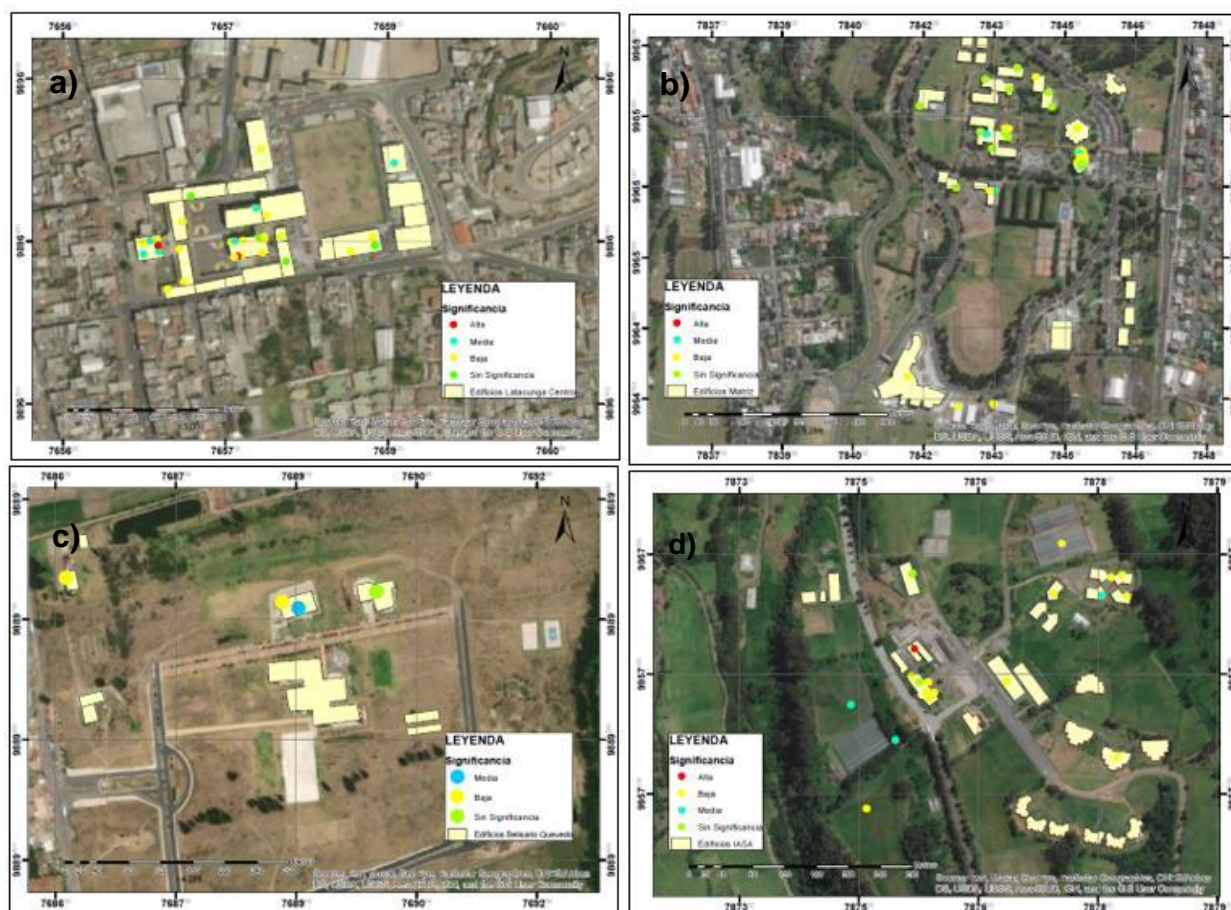
Nota. En la Figura 21 se muestra el archivo *shapefile*, ubicado en las coordenadas correspondiente a la información de carbono neutro.

Datos de Aspectos Ambientales

Luego de la recopilación de cada una de las matrices correspondientes a las 4 sedes de estudio se procedió a la depuración de datos repetidos, vacíos o incompletos. A continuación, se estandarizó los términos ingresados en cada temática para evitar duplicidad de información y alteración de resultados. Además, se adicionó coordenadas en base a los departamentos, unidades y áreas de la información levantada en campo. Finalmente, se procedió a elaborar un archivo *shapefile* (shp.) de puntos, como se observa en la Figura 22.

Figura 22

Shapefile aspectos ambientales



Nota. En la Figura 22 se muestra el mapa elaborado con el archivo *shapefile* de los aspectos ambientales levantados en las cuatro sedes ESPE con las coordenadas correspondientes: a) Latacunga Centro, b) Matriz, c) Belisario Quevedo, d) IASA I.

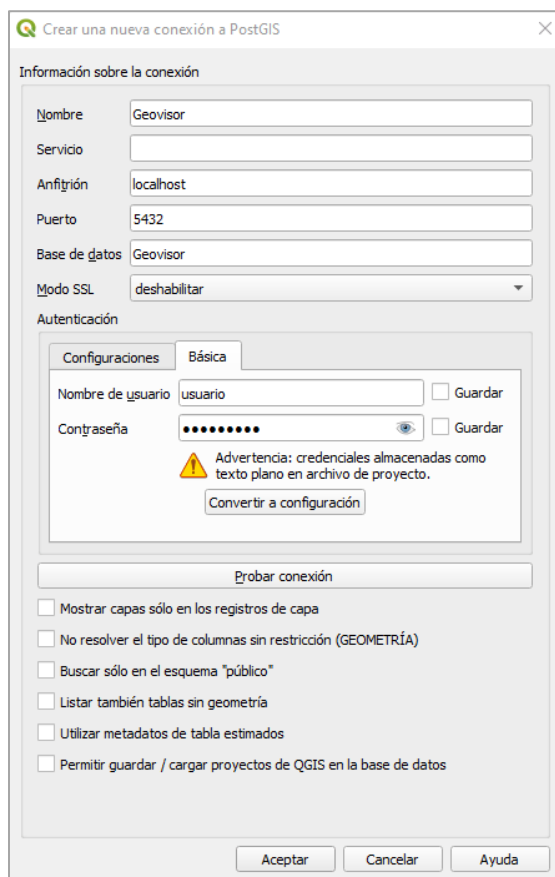
Creación de base de datos

En esta etapa, se creó una base de datos utilizando el software PostgreSQL añadido a la extensión PostGIS, que agrega la característica espacial, y la herramienta PgAdmin, siguiendo los pasos explicados en los apartados Instalación de Programas y Creación de base de datos del Apéndice J de este documento.

En primer lugar, se añadió la extensión postgis y postgis_topology a la BD, como se muestra en el Apéndice J apartado Creación de base de datos, generándose automáticamente "topology". Después, se creó el esquema "Insumos" para almacenar la información. A continuación, se realizó la conexión desde el programa de software libre QGIS al administrador de base de datos PostGIS, como se observa en la Figura 23.

Figura 23

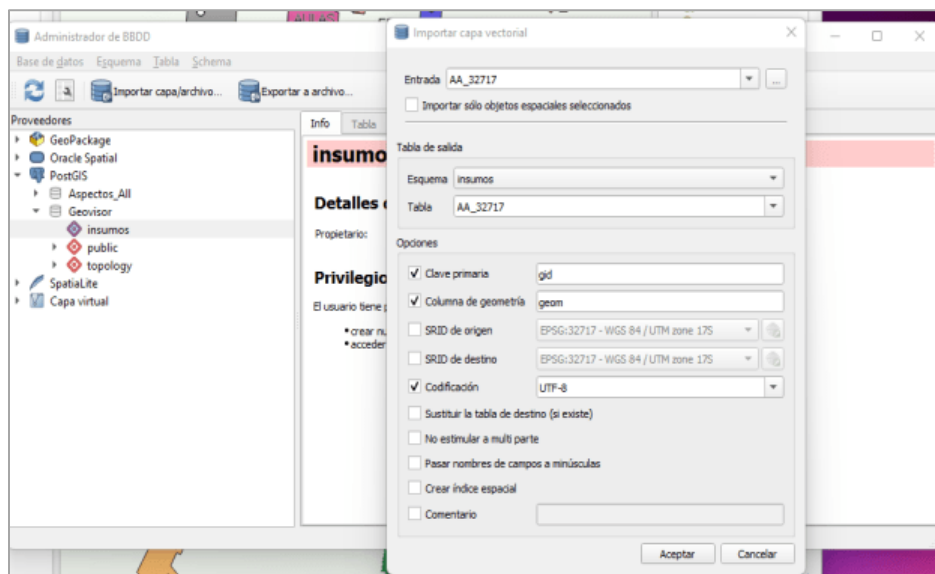
Creación de nueva conexión de QGIS a PostGIS



Después, se cargaron al software QGIS los archivos shapefiles obtenidos con la información de los pasos anteriores. Luego, se incorporaron estas capas a la base de datos "Geovisor" mediante tablas espaciales que se encuentran nombradas según cada temática, proceso visualizado en la Figura 24 y mejor detallado en la el apartado Creación de base de datos del Apéndice J.

Figura 24

Importación de shapefiles a base de datos de PostGIS



Nota. Importación de capa desde QGIS a la base de datos en PostgreSQL mediante la extensión espacial PostGIS.

Desarrollo del visor geográfico

En este apartado se mencionan los procesos realizados para la obtención del visor geográfico ambiental, inicia con la fase de pruebas de distintas plataformas *web mapping*, con la finalidad de escoger la más adecuada para las necesidades de la Unidad de Seguridad Integrada de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Por tanto, se trabajó con ArcGIS Online, plataforma comercial; MapStore, plataforma *open source* de Geosolutions; y se escribieron dos códigos de visores con software *Open Source* (OSS) utilizando librerías (Leaflet y Open Layers) y plugins que emplean estándares OGC o International Engineering Task Force (IETF). En consecuencia, se generó 4 visores web utilizando los mismos datos geográficos con herramientas necesarias en el *web mapping*.

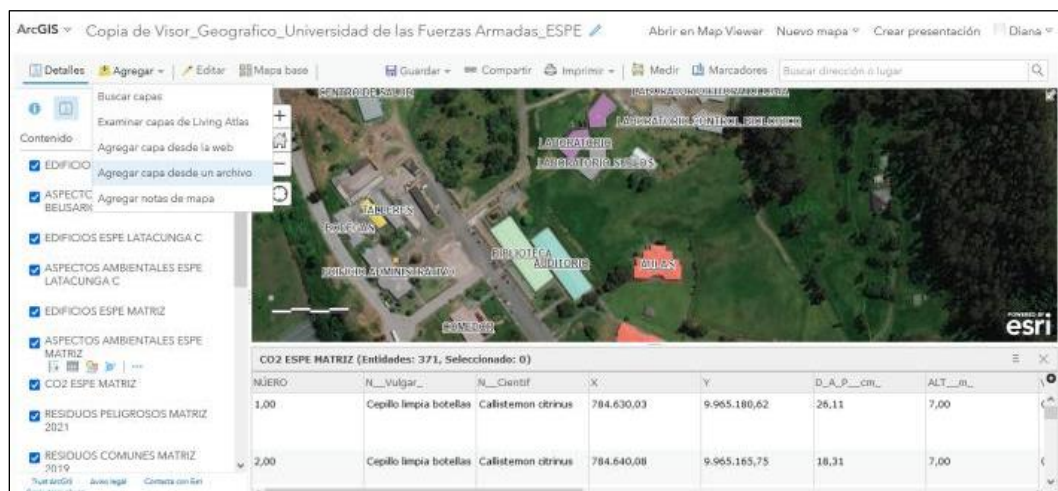
Desarrollo en ArcGIS Online

La plataforma ArcGIS Online, extiende una licencia de uso gratuito de 30 días y permite la carga de archivos shapefile directamente a sus servidores para su consumo desde el visor web, al que puede agregarse mejoras visuales y herramientas utilizando el software adicional ArcGIS Web App *Builder*. Se contó con una licencia estudiantil para la realización de este proyecto. La metodología empleada para desarrollar una prueba de visor geográfico se detalla a continuación:

- 1.- Crear una cuenta en ESRI, para acceder a este software el paso principal es tener una cuenta habilitada, esta se crea de forma gratuita.
- 2.- Al ingresar a la cuenta se despliegan distintas opciones, entre ellas la opción crear mapa, en este menú subimos los archivos *shapefiles* comprimidos en formato Zip. que creamos con anterioridad en ArcMap. En la Figura 25, se presenta la ventana de trabajo de ArcGIS Online con las herramientas disponibles.

Figura 25

Ventana de trabajo en ArcGIS Online



- 3.- Ajustamos las propiedades de las capas que componen cada mapa, como, por ejemplo: edición de la tabla de atributos, edición de simbología y leyenda.

4.- Al finalizar los detalles seleccionamos la opción guardar, ArcGIS Online, también permite compartir como URL para integrarlo en una página web, o a su vez hacer un web mapping o aplicación web (Ver Figura 26).

Figura 26

Visor creado utilizando ArcGIS Online



Nota. Visor elaborado con las herramientas de ArcGIS Online.

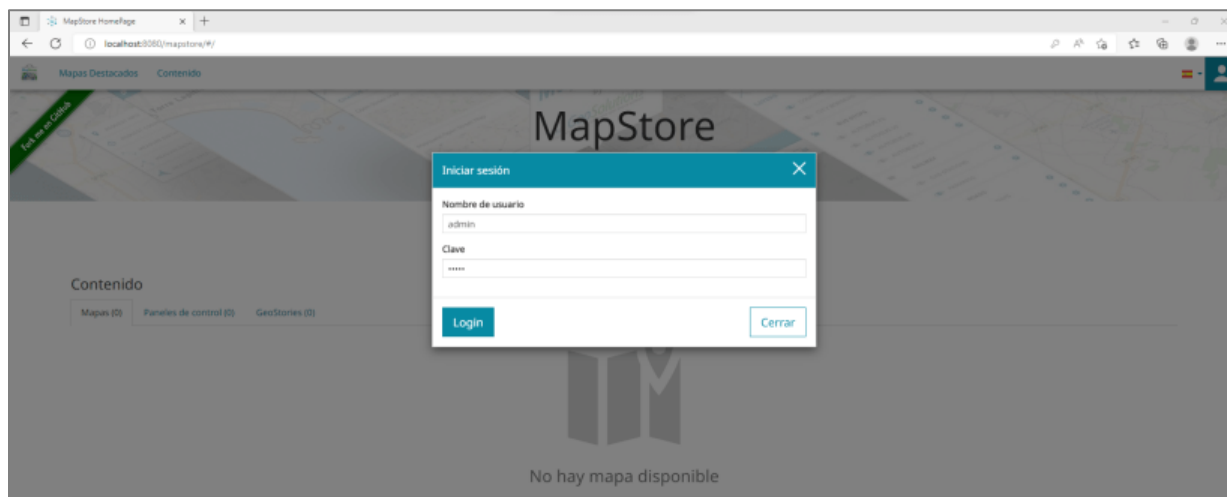
Desarrollo en MapStore

La plataforma MapStore fue elaborada por Geosolutions, desarrolladores de Geoserver, por tanto, utiliza *open source* y permite la elaboración de visores geográficos desde una plantilla a la que se va adicionando los datos geográficos. Para su utilización se debe cumplir con algunos requisitos previos como contar en la computadora de programación del geovisor con los softwares libres: Java, Apache Tomcat, Geoserver y MapStore, como se evidencia en el apartado Instalación de programas del apéndice J.

Una vez realizado el proceso descrito en el párrafo anterior, se ingresa al navegador y se digita el link: <http://localhost:8080/mapstore/#/>. Luego, se inicia sesión con el nombre de usuario: admin y la clave: admin, como se observa en la Figura 27.

Figura 27

Inicio de sesión en MapStore



El siguiente paso consiste en la creación del mapa, haciendo clic en el ícono de nuevo mapa, visualizable en la Figura 28, para abrir la plantilla donde se agregan los archivos con información geográfica desde el botón de menú de la esquina superior derecha (Ver Figura 29). Se admiten datos en formato: shp comprimidos, KML, KMZ, GPX, GeoJSON o Annotations.

Figura 28

Ícono nuevo mapa de MapStore

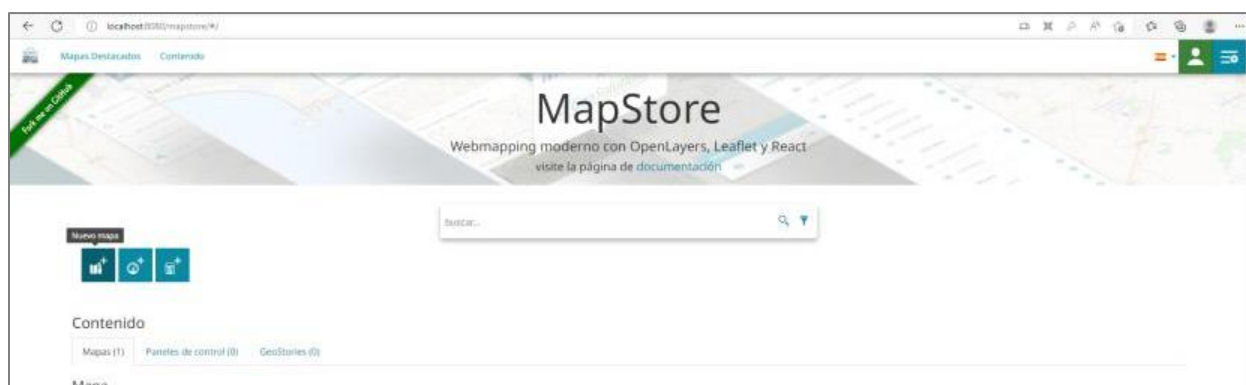
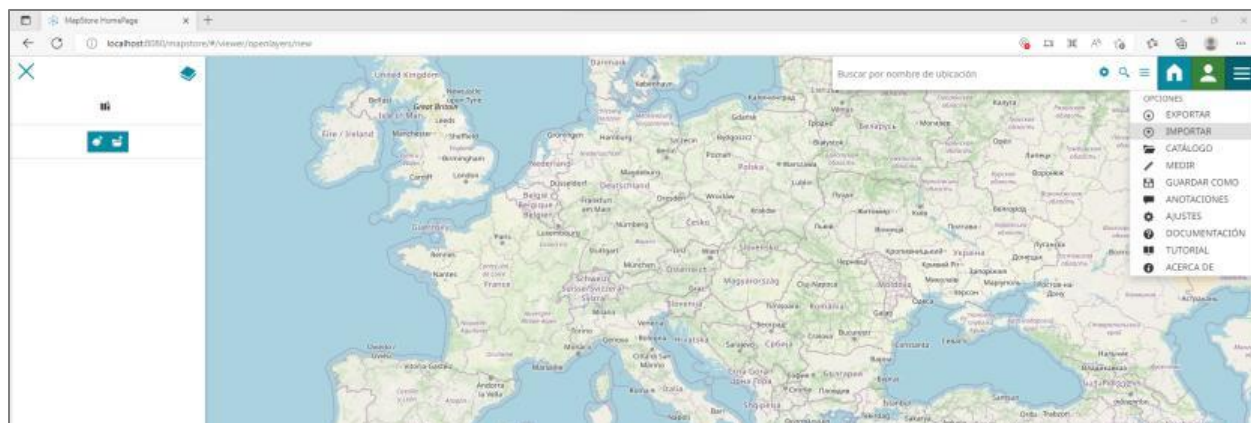


Figura 29

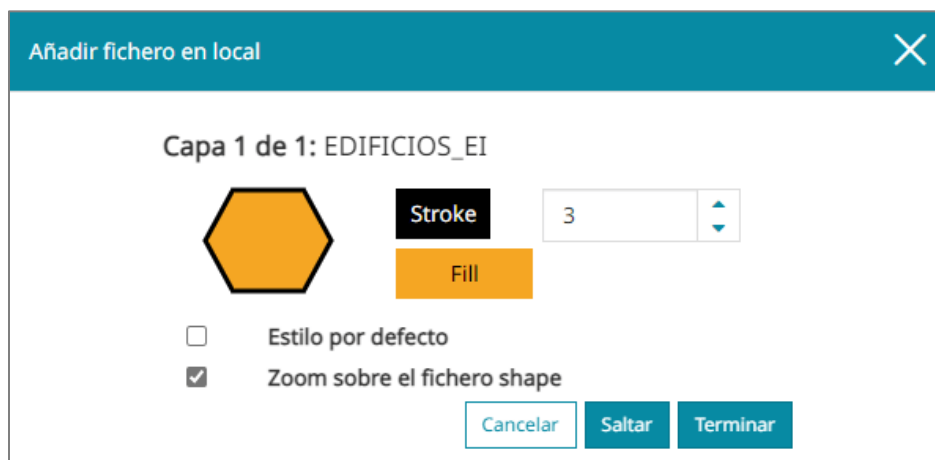
Importación de capas a Mapstore



Luego de que los datos son cargados, se modifica aspectos de la simbología de la capa, como el tamaño, línea y relleno del objeto (Ver Figura 30). A continuación, se agrega la información restante desde archivos o servicios web y se modifican los grupos de capas.

Figura 30

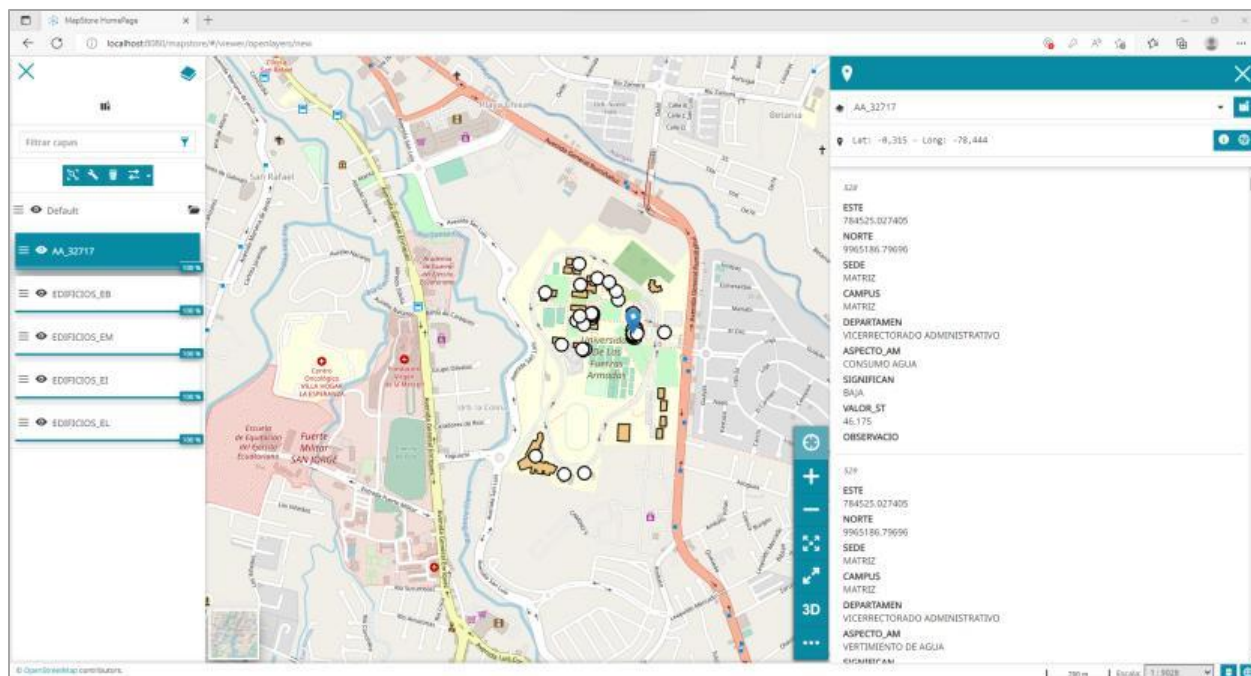
Configuración de simbología de capas en MapStore



De esta manera, se cuenta con el visor geográfico accesible de manera local (Ver), para poder visualizarlo desde la web es necesaria la implementación de un servidor web que permita la instalación de Apache y Geoserver.

Figura 31

Visor generado en plataforma MapStore



Nota. Visor elaborado con las herramientas de la plataforma MapStore en un servidor local creado con Apache Tomcat.

Sin embargo, MapStore presenta como limitantes las opciones de simbología, diseño personalizado de la GUI, al igual que la necesidad de contar con un servidor web que permita la implementación de este geovisor en el internet mediante un servidor web que soporte programas como Apache Tomcat y Geoserver

Desarrollo con Leaflet

En el primer código generado, se utilizó la librería Leaflet con implementación de servicios web desde el servidor de mapas Geoserver en OpenGeospatial Web Services (OWS), como se observa en la Figura 39. Además, se emplearon plugins adicionales para Control de capas, L.Geoserver para conexión con WFS y WMS, generación de mini mapa de ubicación, Fontawesome, Ajax, JQuery y Bootstrap.

El geovisor fue desarrollado en el sistema operativo Windows debido a su practicidad en el uso de los programas necesarios para la implementación del visor geográfico, así como el software PostgreSQL y su módulo adicional PostGIS, que permiten el manejo de geodatabases

y funcional importación al servidor de mapas Geoserver. De manera que los softwares utilizados para el desarrollo de este visor se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6

Software utilizados en el desarrollo del geovisor

Software	Versión	Descripción
Java	8	Plataforma de desarrollo que utiliza el lenguaje del mismo nombre que está orientado a objetos.
PostgreSQL	13.6	Motor de base de datos que permite el manejo de datos geográficos con la ayuda del módulo PostGIS
PgAdmin	4	Herramienta de administración y gestión de bases de datos de PostgreSQL
Apache Tomcat	8.5	Permite la creación y mantenimiento de aplicaciones basadas en la plataforma de software Java
Geoserver	2.19.5	Servidor de código abierto de datos espaciales utilizado para compartir servicios WFS y WMS en este proyecto
Visual Studio Code	1.65.2	Editor de código fuente que fue implementado en este proyecto para escritura en tres lenguajes: CCS, HTML y Java Script

Por otro lado, se implementaron librerías y plugins de código abierto en la codificación del visor geográfico dentro de la interfaz con el fin de que el usuario pueda acceder a varias herramientas, estas son listadas en la Tabla 7.

Tabla 7

Librerías y Plugins utilizados en el geovisor

Librería / Plugin	Fuente
Leaflet	https://leafletjs.com/examples/quick-start/
leaflet-geoserver-request	https://github.com/iamtekson/leaflet-geoserver-request
leaflet-MiniMap	https://github.com/Norkart/Leaflet-MiniMap
leaflet-MousePosition	https://github.com/ardhi/Leaflet.MousePosition
leaflet-ajax	https://github.com/calvinmetcalf/leaflet-ajax
Leaflet-jQuery	https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.js
Bootstrap	https://getbootstrap.com/

Librería leaflet en su versión 1.8.0 permite la implementación de aplicaciones web utilizando código abierto y es llamada mediante un link desde el código escrito para el visor geográfico en este proyecto (Ver Figura 32).

Figura 32

Librería leaflet en el código fuente

```

<> LAT.html • <> mapa.html JS mapa.js
D: > Deysi > Universidad > TESIS_GEOVISOR > DATOS > GEOVISOR > <> LAT.html > html > head
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3 <head>
4 <meta charset="UTF-8">
5 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
6 <meta name="Deysi Jaque / Diana Tarco" content="autor">
7 <meta name="Geovisor Ambiental ESPE" content="Geovisor de aspectos ambientales de 3 sedes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE">
8 <!--Leaflet css-->
9 <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.8.0/dist/leaflet.css"
10 integrity="sha512-hoallwLoI8r4UuszCkZ5kL8vayOGVae1oxXe/2A4AO6J9+580uKH033dHb7NzwwzK5xp/Fs0W40kiNHxM9vyTtQ=="
11 crossorigin=""/>
12
13 <!--Leaflet js-->
14 <script src="https://unpkg.com/leaflet@1.8.0/dist/leaflet.js"
15 integrity="sha512-BB3hKbKNOc9Ez/TAWyLxNXeoV9c1v6FieY1BieIWkLjaufsF18NzgR1MBNBxf8/KABd1kX6nAh1wcDFLGPQ=="
16 crossorigin=""></script>

```

Librería leaflet geoserver request, se encuentra escrita en lenguaje java, ayuda a la importación de servicios WFS y WMS desde el servidor de mapas Geoserver, mediante un archivo declarado en la escritura del código del visor geográfico (Ver Figura 33).

Figura 33

Librería leaflet geoserver request en el código fuente

```

102     crossorigin=""></script>
103
104     <!--Leaflet geoserver request-->
105     <script src="lib/L.Geoserver.js"></script>
106

```

Librería leaflet Minimap, está comprendida de dos archivos en lenguaje java y css, colabora con la inserción de un mapa base con la ubicación de lo que se visualiza en el mapa principal, localizado en las esquinas, con posibilidad de ser minimizado y declarado en la escritura del código del visor geográfico (Ver Figura 34).

Figura 34

Librería leaflet MiniMap en el código fuente

```

19     <!--Leaflet Minimap css-->
20     <link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-minimap/3.6.1/Control.MiniMap.min.css"
21         integrity="sha512-qm+jY0iQ4Xf5RL79UB75REDLYD0jtvxxVZp2RVIW8sm8RNIHdeN43oksqUPr8IshJtQcVPrAL08ML2Db8fZiA=="
22         crossorigin="anonymous" refererPolicy="no-referrer" />
23
24     <!--Leaflet minimap js-->
25     <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-minimap/3.6.1/Control.MiniMap.js"
26         integrity="sha512-ceQPs2CHke3gSINLl/JV37W1rfJOM64yuH999hnRHP7tNtcSBp5h1TKhn8CEIhsFweSBrZMPVotAKjoyxGWNg=="
27         crossorigin="anonymous" refererPolicy="no-referrer"></script>

```

Librería leaflet Mouse Position, está escrita en lenguaje java y css, permite visualizar las coordenadas geográficas de la ubicación del cursor del mouse, en un cuadro a la izquierda del mapa principal y es declarado en la escritura del código fuente (Ver Figura 35).

Figura 35

Librería leaflet Mouse Position en el código fuente

```

29     <!--Leaflet Mouse Position css-->
30     <link rel="stylesheet" href="lib/L.Control.MousePosition.css">
31
32     <!--Leaflet Mouse Position css-->
33     <script src="lib/L.Control.MousePosition.js"></script>

```

Librería leaflet ajax, se encuentra compuesta de un archivo en lenguaje java que permite la interacción del usuario con una página web específica. En este caso, ayuda a una

rápida llamada de la *URL* donde se encuentra el archivo JSON y las características requeridas de este (Ver Figura 36).

Figura 36

Librería leaflet ajax en el código fuente

```
121 <!--Leaflet ajax js-->
122 <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/leaflet-ajax/2.1.0/leaflet.ajax.min.js"
123 integrity="sha512-Abr21J02YqcJ03XGZRPuZSWKBhJpUAR6+2wH5zBeO4wAw4oks8PRdF+BKIRsxvCdq+Mv4670rZ+dLnIyabbGw=="
124 crossorigin="anonymous" refererpolicy="no-referrer"></script>
```

Librería leaflet jQuery, se encuentra compuesta de un archivo en lenguaje java, trabaja de la mano con la librería Ajax para la interacción con los archivos JSON y es llamado desde el código fuente mediante un link (Ver Figura 37).

Figura 37

Librería leaflet jQuery en código fuente

```
118 <!--Leaflet JQuery js-->
119 <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.2.1.js" ></script>
120
```

Librería Bootstrap, está escrita en lenguaje java, permite la adición de estilos a botones y barras dentro de la interfaz desarrollada para el visor, suele ser llamada desde el código fuente mediante un link (Ver Figura 38).

Figura 38

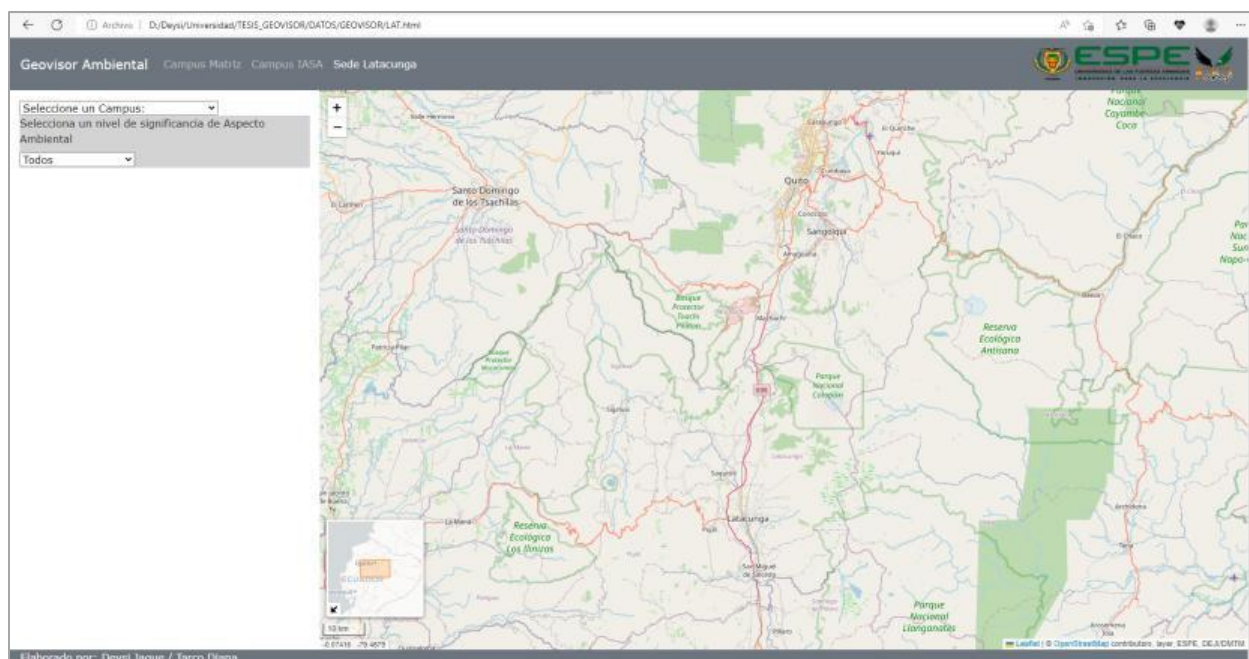
Librería Bootstrap en código fuente

```
12 <!--Bootstrap css-->
13 <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@4.6.1/dist/css/bootstrap.min.css"
14 integrity="sha384-zCbKRCUGaJDkqS1kPbPd7TveP5iyJE0EjAuZQTgFLD2y1zuqKfdKlfG/eSrtxUkn"
15 crossorigin="anonymous">
```

El visor geográfico obtenido al escribir el código usando Open Layers y servicios web desde Geoserver (WFS y WMS), se lo puede visualizar en la Figura 39. Este es abierto desde un navegador usando el servidor local Apache Tomcat del computador.

Figura 39

Visor geográfico generado con librería OpenLayers



Nota. Visor generado con herramientas de la librería leaflet en un servidor local utilizando Apache Tomcat.

Desarrollo con OpenLayers

El segundo código fue construido con *open source*, se lo elaboró a partir de la librería para generación de mapas web denominada OpenLayers, junto con el apoyo de otras librerías y plugins de terceros. Además, se emplearon archivos GeoJSON obtenidos de QGIS, que guardan los datos geográficos. Todo esto ayuda a cumplir con una de las principales necesidades de la Unidad de Seguridad Integrada que es la visualización del geovisor desde cualquier navegador con acceso a la web porque evita la creación o renta de un hosting para el servidor de mapas.

El proceso de generación del visor inicia con el diseño de la arquitectura, esta es explicada en la Figura 40 y se encuentra formada por cuatro partes principales: servidor de datos, que es la BD que contiene los datos geográficos; cliente desktop, computadora local con QGIS y Visual Studio Code donde se realiza el diseño local de la interfaz teniendo como resultado los archivos .html, .css, .js y .json necesarios para que se ejecute el código escrito;

servidor web en la nube, compuesto del repositorio en GitHub y la plataforma Github Pages que permiten la publicación del visor; y cliente ligero, representa al usuario final que realiza la visualización de la información mediante la app web creada.

Figura 40

Arquitectura del Geovisor



Nota. Elementos que componen la arquitectura para el desarrollo del visor geográfico ambiental de la UFA – ESPE con software, librerías y plugins *open source* o libres y estándares web.

Escritura del Código

La Figura 40 de la arquitectura del visor geográfico tiene como insumo principal la base de datos generada en el software PostgreSQL versión 13.6 y la extensión espacial PostGIS, accesible desde PgAdmin. A partir de esta BD, se trabajó de manera local (Cliente Desktop) para la obtención de insumos geográficos en formato GeoJSON y la escritura del código de la interfaz gráfica de usuario (GUI) en lenguaje HTML, Hojas de estilo CSS, y JavaScript, como se detalla en el Apéndice H. El proceso mencionado se realizó empleando softwares *open source* listados en la Tabla 8, al igual que las librerías y plugins detallados en la Tabla 9, con la finalidad que el usuario pueda acceder al mapa web e interactuar con sus herramientas.

Tabla 8*Softwares utilizados en el desarrollo del visor geográfico*

Software	Versión	Descripción
Java	8	Plataforma de desarrollo que utiliza el lenguaje del mismo nombre que está orientado a objetos.
PostgreSQL	13.6	Motor de base de datos que permite el manejo de datos geográficos con la ayuda de la extensión espacial PostGIS
PgAdmin	4	Herramienta de administración y gestión de bases de datos de PostgreSQL
Visual Studio Code	1.69.2	Editor de código fuente que fue implementado en este proyecto para escritura en tres lenguajes: CCS, HTML y Java Script

Tabla 9*Librerías y Plugins utilizados en el Visor geográfico*

Librería / Plugin	Fuente
OpenLayers	https://openlayers.org/en/v4.6.5/apidoc/
Ol-layerswitcher	https://github.com/walkermatt/ol-layerswitcher
ol-geocoder	https://github.com/jonataswalker/ol-geocoder
proj4	http://proj4js.org/
Qgis2web	https://github.com/tomchadwin/qgis2web/wiki
Font Awesome	https://fontawesome.com/start
Bootstrap	https://getbootstrap.com/

Descripción de librerías y plugins utilizados

Librería OpenLayers en su versión 4.6.5 permite la implementación de aplicaciones web utilizando código abierto, es llamada mediante dos archivos creados en lenguaje css y JavaScript desde la carpeta fuente hacia el código escrito para el visor geográfico de este proyecto (Ver Figura 41)

Figura 41

Librería OpenLayers en el código fuente

```

VISOR_GEO > <> index.html > <html > <head
1  <!doctype html>
2  <html lang="en">
3  <head>
4  <meta charset="utf-8">
5  <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
6  <meta name="viewport" content="initial-scale=1,user-scalable=no,maximum-scale=1,width=device-width">
7  <meta name="mobile-web-app-capable" content="yes">
8  <meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
9  <meta name="Deysi Jaque / Diana Tarco" content="autor">
10 <meta name="Geovisor Ambiental ESPE" content="Geovisor de aspectos ambientales de 3 sedes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE">
11 <!--OpenLayers css-->
12 <link rel="stylesheet" href="./resources/ol.css">
13 <!--OpenLayers js-->
14 <script src="./resources/ol.js"></script>

```

Librería OpenLayers LayerSwitcher se encuentra escrita en lenguaje java y css, crea un control de capas que permite activar o desactivar la visualización de cada una de ellas, mediante un archivo declarado en la escritura del código del visor geográfico (Ver Figura 42).

Figura 42

Librería OpenLayers LayerSwitcher en el código fuente

```

27 <!--OpenLayers Switcher css-->
28 <link rel="stylesheet" href="./resources/ol-layerswitcher.css">
29
30 <!--OpenLayers switcher js-->
31 <script src="./resources/ol-layerswitcher.js"></script>

```

Plugin Proj4, se compone de un archivo en lenguaje java, ayuda con la transformación de puntos de coordenadas desde un sistema de coordenadas determinado hacia otro, es declarado en la escritura del código del visor geográfico (Ver Figura 43). Los campos modificados son la proyección de los datos de origen EPSG: 32717, que corresponde a WGS84 UTM 17S.

Figura 43

Plugin Proj4 en el código fuente

```

284 <!--Proj4 js-->
285 <script src="resources/proj4.js"></script>
286 <script>proj4.defs('EPSG:32717','+proj=utm +zone=17 +south +datum=WGS84 +units=m +no_defs');</script>
287

```

Plugin Qgis2web, este plugin permite la creación de un archivo base para la elaboración de mapas web desde el software QGIS empleando las librerías Leaflet, Mapbox GL Js u OpenLayers, trabaja desde un archivo declarado en el código que incluye las referencias a los estilos y capas en formato Json (Ver Figura 44).

Figura 44

Plugin Qgis2web en el código fuente

```

312 <!--Qgis2web expressions js-->
313 <script src="resources/qgis2web_expressions.js"></script>
314
315 <!--Qgisweb js-->
316 <script src="./resources/qgis2web.js"></script>
317

```

Librería Font Awesome, es una librería que permite agregar una gran variedad de íconos a los sitios web desde un kit, se lo invoca desde el código fuente mediante un archivo en lenguaje java script (Ver Figura 45).

Figura 45

Librería Font Awesome en código fuente

```

20
21 <!--Fontawesome css-->
22 <link rel="stylesheet" href="resources/fontawesome-all.min.css">
23

```

Librería Bootstrap, está escrita en lenguaje java, permite la adición de estilos a botones y barras dentro de la interfaz desarrollada para el visor, suele ser llamada desde el código fuente mediante un link (Ver Figura 46).

Figura 46

Librería Bootstrap en código fuente

```

15
16 <!--Bootstrap css-->
17 <link rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@4.6.1/dist/css/bootstrap.min.css"
18 integrity="sha384-zCbKRCUGaJDkqS1kPbPd7TveP5iyJE0EjAuZQTgFLD2y1zluqKfdKlfg/eSrtxUkn"
19 crossorigin="anonymous">
20

```

Librería OpenLayers Geolocator se encuentra escrita en lenguaje css, ayuda a hacer zoom a una dirección o lugar específico dentro del mapa utilizando el software de geocodificación Nominatim de OSM. Funciona mediante un archivo declarado en la escritura del código del visor geográfico (Ver Figura 47).

Figura 47

Librería OpenLayers Geolocator en el código fuente

```

302
303 <!--OpenLayers Geocoder js-->
304 <script src="resources/ol-geocoder.js"></script>
305

```

Edición en OSM para herramienta Geolocator

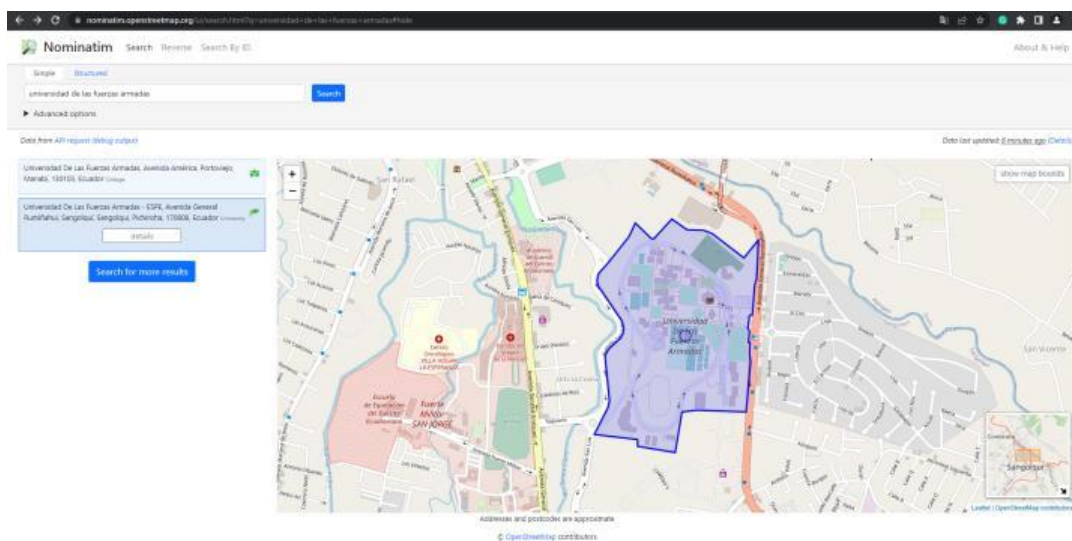
La herramienta Geolocator es una interfaz de depuración que se alimenta de la base de datos de OpenStreetMap. Por tanto, se verificó la existencia de las sedes de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE dentro de estos registros, como se evidencia en la Figura 48.

La búsqueda en OSM Nominatim dio como resultado que los campus Centro y Belisario Quevedo de la sede Latacunga no se encontraban dentro de los registros, de manera que se trabajó desde una cuenta de OSM para localizar y etiquetar estas sedes dentro de esta base de datos (Ver Figura 49).

Luego de que se aprobaron las solicitudes de edición en OSM para los campus faltantes de la ESPE, se pudo acceder a la ubicación desde Nominatim (Ver Figura 50).

Figura 48

Búsqueda de sedes de la ESPE en OSM Nominatim



Nota. La figura presenta la búsqueda de las sedes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE para identificar si todas las sedes se encuentran dentro de los registros.

Figura 49

Edición en OSM de la Sede Latacunga Belisario Quevedo



Nota. La figura presenta la edición de la Sede Latacunga Belisario Quevedo, que al no estar en los registros de OSM Nominatim, se tuvo que ingresar su localización.

Figura 50

Edición en OSM de la Sede Latacunga Centro



Nota. La figura presenta la edición de la Sede Latacunga Centro, que al no estar en los registros de OSM Nominatim, se tuvo que registrar su localización.

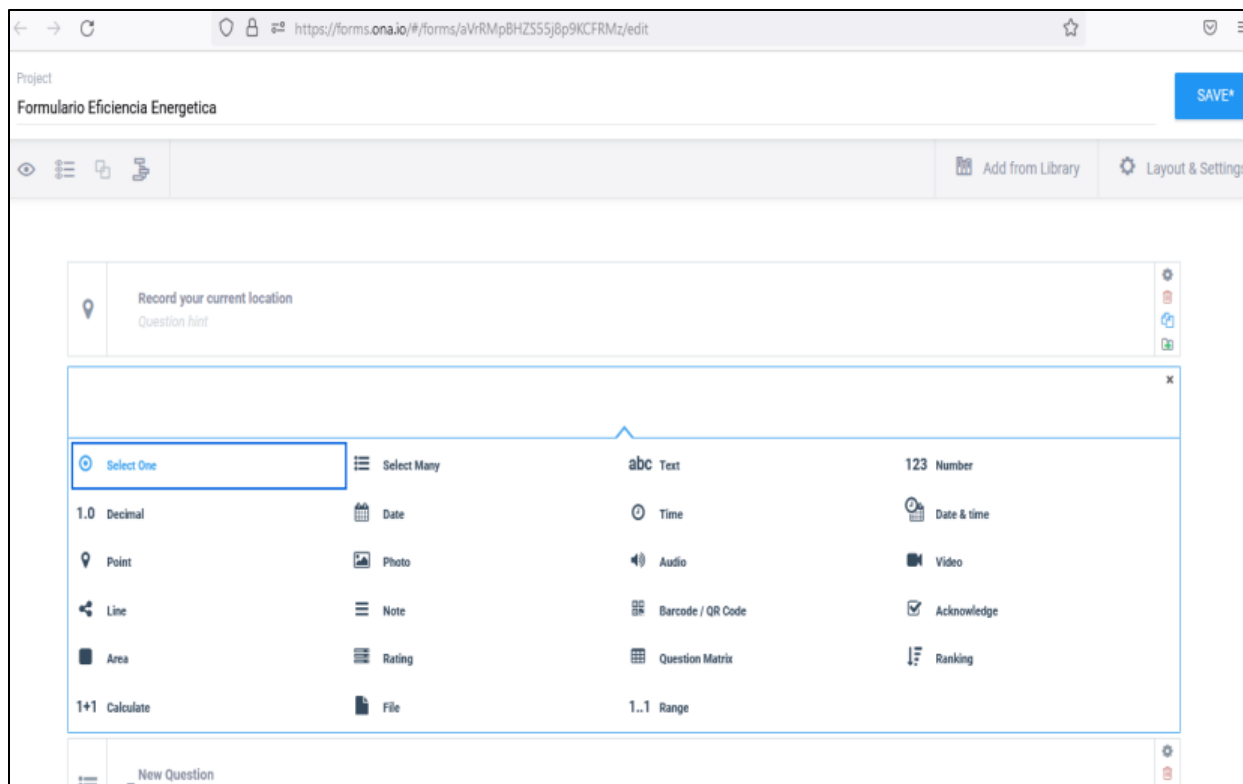
Creación de Módulos para la Interface del Visor Geográfico

Para complementar las funcionalidades de la Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) del visor geográfico se crearon los módulos que se presentan en la Figura 51. Estos se generaron para una mejor distribución de las funcionalidades del geovisor, utilizando html, plugins y softwares *open source*.

Los módulos generados son los siguientes: Inicio, Visor Geográfico, Ingreso de Información y Gestión Documental, que funcionan mediante códigos escritos en lenguaje HTML, Hojas de estilo CSS y JavaScript.

Figura 51

Módulos interface del visor geográfico



Nota. La figura presenta la interfaz del software OnaData para la creación de cada uno de los formularios propuestos.

Figura 55

Estructura del código Ingreso de Información

```

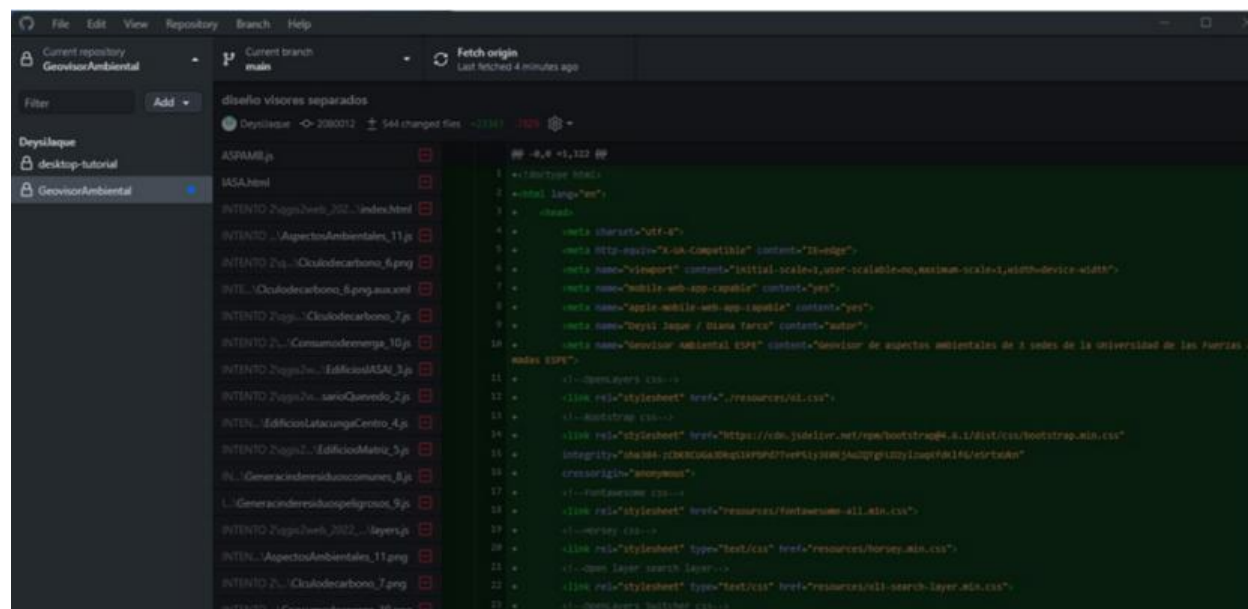
1 <!doctype html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4   <meta charset="utf-8">
5   <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
6   <meta name="viewport" content="width=device-width, user-scalable=no, maximum-scale=1, minimum-scale=1">
7   <meta name="mobile-web-app-capable" content="yes">
8   <meta name="apple-mobile-web-app-capable" content="yes">
9   <meta name="theme-color" content="white">
10  <title>Servidor Ambiental EPS</title>
11  <!-- Bootstrap CSS -->
12  <link href="bootstrap" rel="stylesheet" href="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.1.0/dist/css/bootstrap.min.css"
13  </link>
14  <script src="bootstrap" src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/bootstrap@5.1.0/dist/js/bootstrap.bundle.min.js"
15  </script>
16  <!-- jQuery -->
17  <!-- Fontawesome -->
18  <!-- Fontawesome CSS -->
19  <link href="fontawesome" rel="stylesheet">
20  <link href="fontawesome" rel="stylesheet">
21  <title>Formulario Residuos Peligrosos</title>
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

```

Nota. La figura presenta la escritura del código que crea el módulo ingreso de información.

Figura 57

Carga de ediciones del código en GitHub Desktop



Nota. La figura presenta la escritura del código que permite la visualización de las capas.

Luego, se publicó el código alojado en el proyecto mencionado en el párrafo anterior, utilizando el servicio GitHub Pages con la finalidad de mostrar la página web del visor geográfico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Por último, el usuario final (cliente ligero), puede acceder al geovisor desde internet, a través de la app web que contiene el código generado y sus distintas herramientas.

Desarrollo del Plan de Buenas Prácticas Ambientales

Para el desarrollo del Plan de Buenas Prácticas Ambientales, se utilizó como insumo las Matrices de aspectos e impactos ambientales correspondiente a departamentos, unidades académicas y administrativas de la Sede Matriz (Ver apéndice B). Los componentes que constituyen el plan se enlistan en la Tabla 10.

Tabla 10

Descripción de los componentes del Plan de Manejo Ambiental para la ESPE Matriz, IASA I

Descripción De Los Componentes Del Plan De Buenas Prácticas Ambientales Para La
Espe Matriz, IASA I

Componente	Descripción	Beneficio Al Aplicar El Plan De Buenas Prácticas Ambientales
Gestión de residuos y desechos	La generación de residuos, desechos peligrosos y especiales en los departamentos, centros y unidades; tienen una composición diferente debido a la propia actividad desarrollada en cada dependencia en especial en los laboratorios.	La aplicación de controles para mitigar la afectación al ambiente producida por la generación de residuos y desechos debe ser proporcional a la cantidad de los mismos según la fracción; con lo cual se daría cumplimiento a la normativa ambiental vigente.
Componente Eficiencia Energética	Se establece la necesidad de realizar el levantamiento de información en los siguientes rubros: a. Evaluación cuantitativa de consumo energético por equipos b. Evaluación cuantitativa de consumo energético por iluminación.	Estos datos permitirán generar información de Indicadores de Eficiencia Energética, asegurando estrategias para un uso responsable del consumo de energía eléctrica, con el fin de lograr metas de reducción requeridas en los procesos de certificación nacional e internacional. y disposición final.

**Descripción De Los Componentes Del Plan De Buenas Prácticas Ambientales Para La
Espe Matriz, IASA I**

Componente	Descripción	Beneficio Al Aplicar El Plan De Buenas Prácticas Ambientales
Componente Compras Responsables	El objetivo de las compras responsables es integrar los aspectos sociales, ambientales y éticos en las decisiones de compra; con lo cual se contribuye a la protección del medio ambiente.	Reducción de aspectos ambientales negativos. Fomento de la competitividad. Mejora de la reputación. Disminución de los riesgos de incumplimiento legal. Apoyo a las políticas de responsabilidad social (RSE) de la institución
Manejo del Agua	En la Universidad, el excesivo consumo del agua para el desarrollo de las actividades académicas de los laboratorios, servicios y áreas administrativas; además las descargas de las aguas residuales; podrían causar un aspecto ambiental significativo alto.	Obtener la huella hídrica para su correcta gestión con lo cual la universidad será una institución amigable con el medio ambiente contribuyendo así a la reducción de la demanda del recurso y descargas en las fuentes hídricas.
Huella de Carbono	Se entiende como Huella de Carbono a la transformación de toda actividad organizacional a	La normativa ISO 14064-1:2018 respecto al flujo de datos pide que las organizaciones que deseen acreditarse mediante esta normativa

Descripción De Los Componentes Del Plan De Buenas Prácticas Ambientales Para La

Espe Matriz, IASA I

Componente	Descripción	Beneficio Al Aplicar El Plan De Buenas Prácticas Ambientales
	toneladas equivalentes de CO ₂ o a su vez a intensidad energética.	deben, implementar, establecer, documentar y mantener procedimientos escritos y que sean verificables sobre las distintas actividades de flujo de datos (INEN, 2020).

Nota. La tabla indica los componentes del plan de buenas prácticas ambientales de las sedes IASA I y Matriz, elaborado en conjunto con la Unidad de Seguridad Integrada.

Capítulo IV

Resultados

En este capítulo se detallan los resultados obtenidos durante el desarrollo del presente proyecto de investigación. Se comenzará detallando el visor geográfico (Ver Figura 48) que es parte fundamental de este proyecto, y a partir de este se irán explicando cada uno de los módulos que contiene. Además, se realizó un análisis de los resultados de la comparación de visores con la finalidad de encontrar el más adecuado para las necesidades de la Unidad de Seguridad Integrada.

Levantamiento de Información Topografico

Con respecto al levantamiento de Información Topografica una vez procesada la información, como es señalado en el apartado de metodología, se obtuvieron los mapas correspondientes a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, Campus Centro y Belisario Quevedo. Estos se presentan en el Apéndice A para su respectiva visualización.

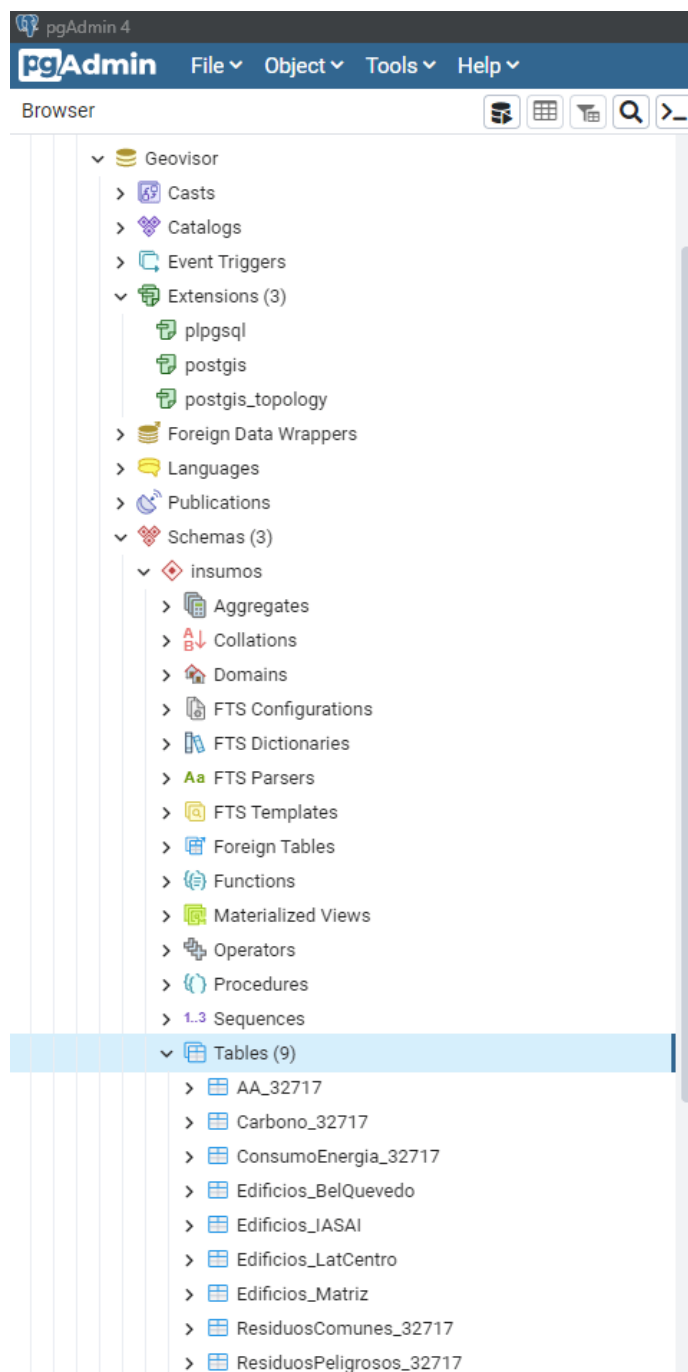
Creación de base de datos

La base de datos generada en PostgreSQL empleando el módulo PostGIS y PgAdmin con información de *shapefiles* de edificios, aspectos e impactos ambientales de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE tiene el nombre de Visor geográfico (Ver Figura 58).

Esta BD contiene el esquema denominado Insumos y dentro del cual se encuentran 9 tablas espaciales: AA_32717, correspondiente a aspectos ambientales; Carbono_32717, sobre datos de carbono neutro; Consumo_Energía_32717, detalla la eficiencia energética; ResiduosComunes_32717, contiene información de residuos no peligrosos; ResiduosPeligrosos_32717; Edificios_IASAI; Edificios_Matriz; Edificios_BelQuevedo; y Edificios_LatCentro, con datos de las edificaciones del campus Latacunga Centro.

Figura 58

Base de datos creada con PostgreSQL en PgAdmin para el visor geográfico



Nota: La figura indica la base de datos creada para los *shapefiles* de edificios, aspectos ambientales, carbono, consumo energético, residuos peligrosos, residuos no peligrosos.

Un ejemplo de las bases de datos generadas se encuentra en la Figura 59, donde se puede observar los 371 registros levantados en la sede Matriz y el tipo de campo que tiene cada columna de la tabla espacial creada.

Figura 59

Muestra de atributos de la tabla Carbono Neutro de la Base de Datos Visor geográfico

n_cientif character varying (254)	x double precision	y double precision	d_a_p_cm_ double precision	alt_m_ double precision	vol_total double precision	vol_fd_m3 double precision	vol_fe_m3 double precision
Callistemon citrinus	784630.027278	9965180.61827	26.11	7	0.374793	0.281094	0.4216
Callistemon citrinus	784640.081465	9965165.74866	18.31	7	0.184312	0.138234	0.2073
Callistemon citrinus	784631.456031	9965180.61827	27.38	7	0.412139	0.309105	0.4636
Callistemon citrinus	784630.344779	9965166.75408	23.24	7	0.296927	0.222695	0.3340
Callistemon citrinus	784664.793598	9965173.52743	21.97	8	0.30327	0.227452	0.3411
Callistemon citrinus	784633.255201	9965180.40661	22.61	8	0.321196	0.240897	0.3613
Callistemon citrinus	784634.631037	9965180.19494	8.28	8	0.043075	0.032307	0.048
Callistemon citrinus	784667.386519	9965173.79201	24.84	7.88	0.381864	0.286398	0.4295
Callistemon citrinus	784639.869798	9965178.92494	25.79	7.88	0.411631	0.308723	0.4630
Callistemon citrinus	784631.350197	9965178.66035	23.56	7.88	0.343523	0.257642	0.3864
Callistemon citrinus	784641.986469	9965174.10951	11.78	7.4	0.080649	0.060487	0.0907
Callistemon citrinus	784645.849393	9965178.02535	29.29	7.4	0.498597	0.373948	0.5609
Callistemon citrinus	784644.314807	9965175.80285	9.55	7.4	0.053005	0.039754	0.0596

Nota: La presente figura muestra los atributos que conforman la Base de Datos Carbono Neutro.

Análisis de plataformas web mapping

La generación de los cuatro visores web utilizando los mismos datos geográficos con la implementación de herramientas necesarias en el *web mapping* permitió comparar las funciones que cada una de estas plataformas o librerías ofrece.

A continuación, se elaboró la Tabla 11 para comparar las funciones que cada uno ofrece y seleccionar cual es la que mejor cumple con las necesidades manifestadas por la Unidad de Seguridad Integrada de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Tabla 11

Comparación de plataformas web mapping

Funciones	ArcGIS Online	MapStore	Leaflet	OpenLayers
Rápida incorporación de datos	Si, permite cargar archivos ZIP	Si	No, necesita generación previa de archivos GeoJSON o de un servidor de mapas	
Popups de registros superpuestos geográficamente	Si	Si	No, solo se visualiza la información del primer objeto	Si
Modificación de diseño	Si, con apoyo de ArcGIS Web App Builder	Si	Si, desde librerías y plugins <i>open source</i> de terceros	
Herramientas de zoom	Si	Si	Si	Si
Herramientas de búsqueda	Si	Si	Si	Si
Control de capas	Si	Si	Si	Si
Tiempo de desarrollo	2 hora	2 horas	4 semanas	4 semanas
Visualización web	Si, mediante servidores web de ArcGIS	No, necesita implementación de servidor local en la web	No de manera inmediata, necesita implementación de servidor local en la web o de repositorio web	
Tiempo de publicación	2 minutos	Se trabajó de manera local al no contar con un servidor web que soporte Geoserver		2 horas utilizando el repositorio GitHub
Costo	Si, necesita suscripción anual	Si, necesita suscripción	No, es software libre	

Nota: El presente grafico muestra la comparación entre distintas plataformas.

El proceso de comparación permitió definir que el visor geográfico fuera generado utilizando el sistema operativo Windows y la librería *open source*. Entre las tres opciones

disponibles, se escogió OpenLayers, porque realiza la lectura de todos los registros que cuenten con la misma ubicación geográfica desde la ventana emergente o *popup*, permite la utilización de simbología personalizada y la modificación del diseño de la interfaz gráfica de usuario mediante código. Además, no necesita de un servidor de mapas debido a que consume los datos geográficos directamente desde el repositorio del servidor web mediante archivos GeoJSON.

Generación del Visor Geográfico

Finalmente, se generó el visor geográfico de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y se publicó utilizando el repositorio GitHub y Github Pages, siguiendo el apartado Implementación del Visor Geográfico de la metodología. Este geovisor se encuentra compuesto por módulos: inicio, geovisor, gestión documental e ingreso de información, estos son detallados en la Figura 51. Además, el visor es accesible desde cualquier navegador con internet mediante el link:

https://deysijaque.github.io/GeovisorAmbiental/VISOR_GEO/inicio.html

Modulos que integran el visor geográfico

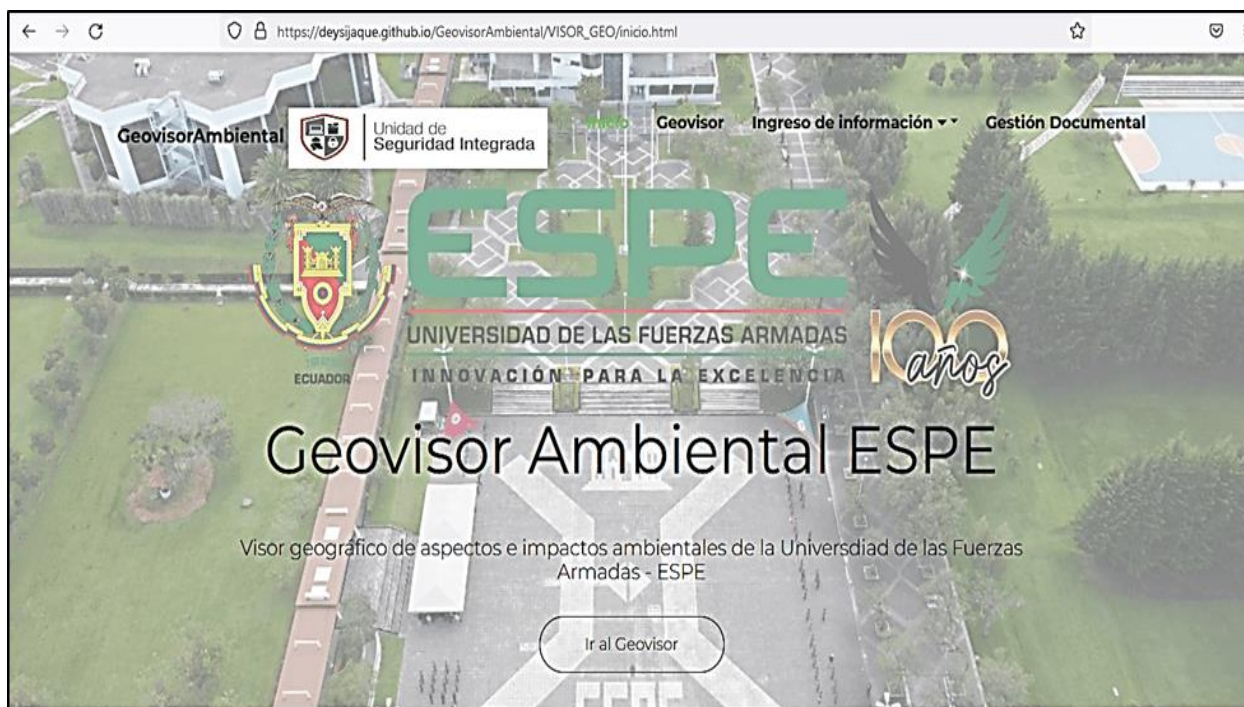
Los módulos que constituyen el geovisor y conducen a distintas ventanas web que brindan información del desarrollo y contenido del visor geográfico. Estas se detallan a continuación:

Inicio

Se accede a este módulo a través del botón Inicio de la barra superior de navegación de la página web, contiene la portada con información general del visor y sus desarrolladores (Ver Figura 60) y fue escrito en lenguaje html. Java y css.

Figura 60

Módulo de Inicio del visor geográfico



Nota. Captura de la portada a la que se accede con el módulo de inicio.

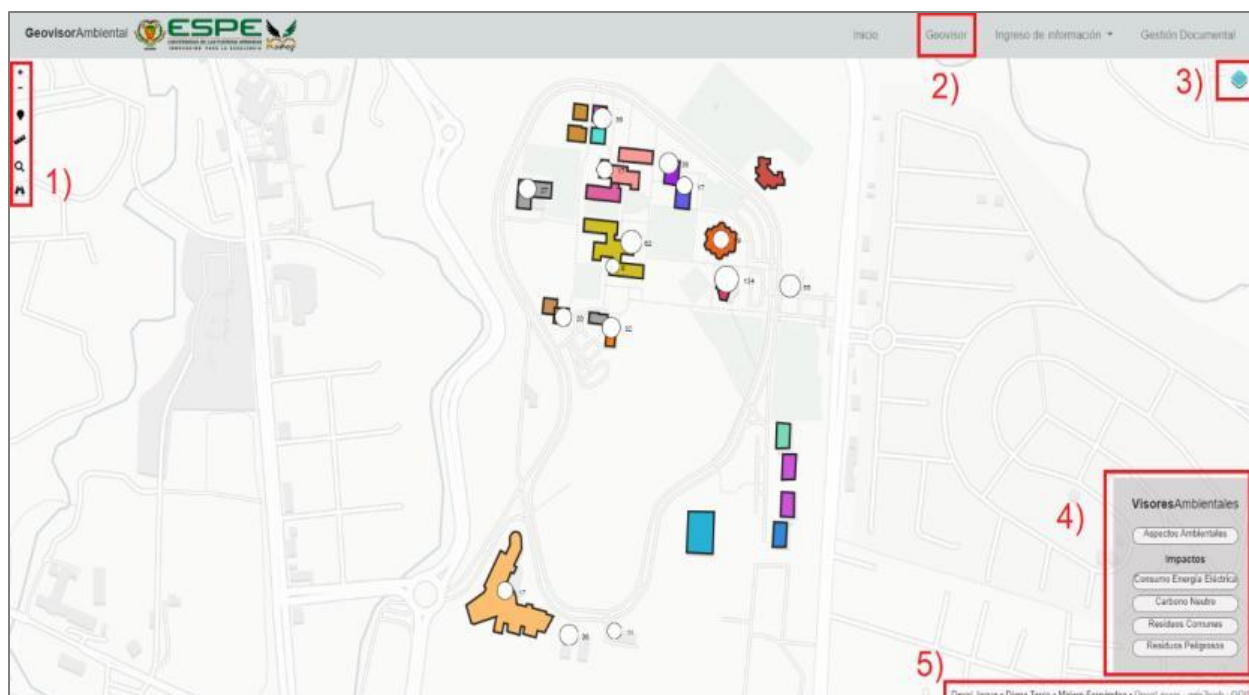
Visor geográfico

Este módulo da acceso al visor geográfico ambiental, para acceder a esta ventana dar clic en el botón Visor geográfico ubicado en la barra de navegación de la página web (Ver Figura 61). La vista por defecto muestra la capa de aspectos ambientales levantada en las sedes Matriz, IASA I y Latacunga.

Por otro lado, el control de visores que se encuentra en la esquina inferior derecha, permite el acceso a los diferentes visores geográficos ambientales, tanto de aspectos como de impactos (Eficiencia Energética, Residuos No Peligrosos, Residuos Peligrosos y Carbono Neutro). Además, la barra lateral de herramientas cuenta con las funciones enlistadas en la Tabla 12.

Figura 61




Módulo Visor geográfico






Nota. 1) Barra lateral de herramientas, 2) Botón de la barra de navegación que da acceso al módulo Visor geográfico, 3) Botón de despliegue de control de capas, 4) Control de visores ambientales y 5) Créditos.

Tabla 12

Herramientas disponibles en la interface del visor geográfico

Herramienta	Función	Ubicación
 Zoom in	Permite ampliar el mapa haciendo clic sobre el logo	Esquina izquierda superior
 Zoom out	Ayuda a alejarse del mapa, mediante la reducción del mapa	Esquina izquierda superior, bajo logo de Zoom in
 Medición	Realiza la medición de distancias en km en el mapa	Esquina izquierda superior, bajo logo de Zoom out

Herramienta	Función	Ubicación
 Geolocator	Permite dirigirse a una dirección determinada ingresando en la ventana que se despliega al hacer clic en la lupa	Esquina izquierda superior, bajo logo de Medición
 Control de capas	Ayuda a activar y desactivar capas de información	Esquina derecha superior

Nota: Las palabras claves para la utilización de la herramienta Geolocator  de la barra del visor geográfico ambiental para realizar zoom sobre una sede en específica, se especifican el apéndice F de este proyecto.

Ingreso de información

Al dar clic en el botón Ingreso de información de la barra de navegación de la página web, se despliega una lista de los formularios disponibles para el ingreso de nueva información (Ver Figura 62).

A continuación, se presentan los 5 formularios realizados para el ingreso de información ambiental, cada uno de estos elaborados con la metodología señalada, pero las preguntas que contiene son distintas. Estos formularios servirán para el registro de información correspondiente a: Eficiencia energética, residuos peligrosos, residuos no peligrosos, carbono neutro y aspectos ambientales. El manual de acceso y utilización de los formularios para ingreso de información por componentes ambientales se puede visualizar en el Apéndice E de este proyecto.

Figura 62

Visualización del contenido del módulo Ingreso de Información



Nota. En la presente figura se observa la pestaña para el ingreso de información la cual contiene los formularios correspondientes. La forma en la que deben ser registrados los datos correspondientes a cada uno de los formularios se encuentra detallado en el apéndice f con su respectiva visualización.

Figura 63

Módulo Ingreso de Información

Nota. En la presente figura se observa el contenido del formulario correspondiente a aspectos ambientales. Cabe mencionar que los otros formularios se presentan de forma visual similar, pero con preguntas distintas.

Descarga de datos correspondientes a los formularios

Al ingresar a la cuenta de ONNA, con las credenciales de usuario y contraseña correcta, vamos a nuestro proyecto y seleccionamos el aspecto del cual queremos descargar la información, se nos desplegará una ventana con la información a detalle, en el lado derecho existe una pestaña llamada (Prepare Data Export) que nos ayudara a la descarga de datos, elegimos el formato Excel, se nos creara un link que al seleccionarlo descargará automáticamente el archivo con la información existente (Ver figuras 62, 63 y 64).

Figura 64

Ejemplo de Visualización de exportación de datos del formulario Eficiencia Energética

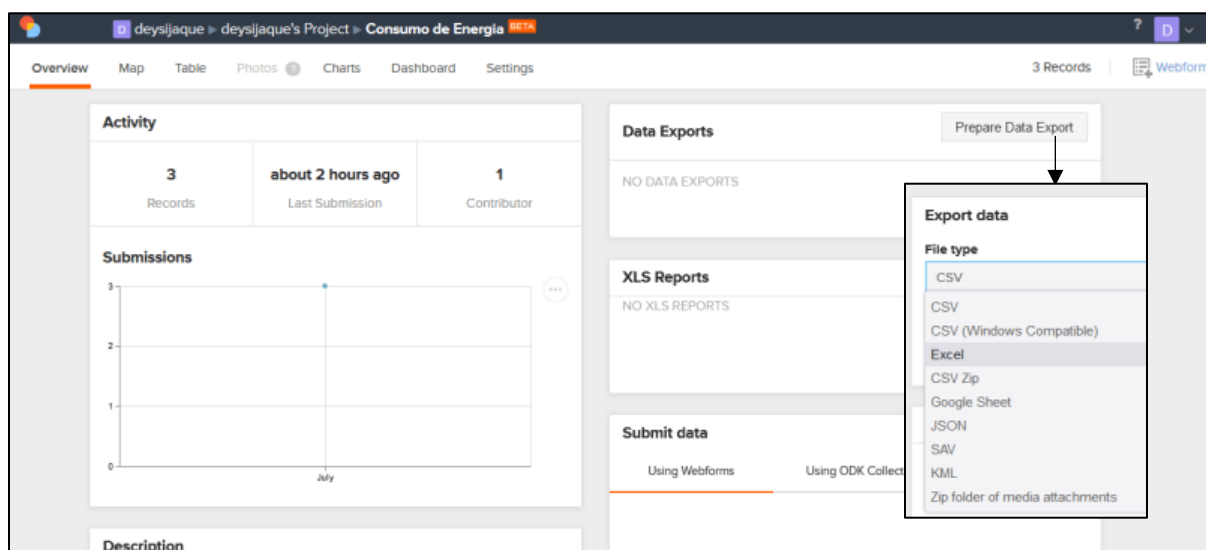
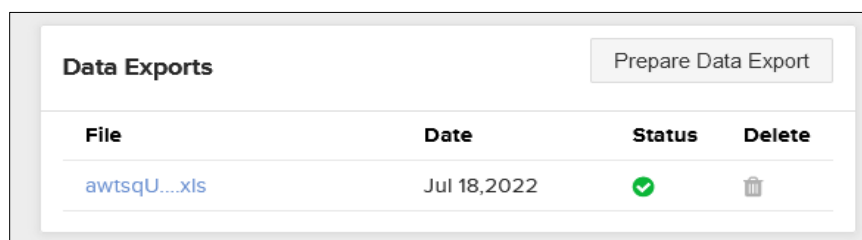


Figura 65

Ejemplo de Visualización del archivo listo para su descarga



Nota. En la presente figura se observa el archivo de exportación de datos listo para su descarga que se activa seleccionando el link que se encuentra en File.

Figura 66

Ejemplo de la Visualización de datos exportados en Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	start	end	_Ingreso_la	_Ingreso	_Seleccione_la_sede_a_ene	Ingreso_el_numero	Seleccione_la	Ingreso_el_valor	Ingreso_el_Link_de
2	2022-07-18T12:2	2022-07-18T18:40	-0.314301	-78.4448	iasa_i	20009307709	2022-01-05	3819	https://drive.google.v
3	2022-07-18T18:4	2022-07-18T18:46	-0.94031	-78.6124	latacunga_centro	2000481527	2022-02-09	1500	https://drive.google.v
4	2022-07-18T18:4	2022-07-18T18:47	-0.186792	-78.5094	belisario_quevedo	20000131210	2022-02-08	2800	https://drive.google.v
5									
6									
7									

Nota. En la presente figura se observan los datos que fueron llenados en los formularios de manera estandarizada en un archivo Excel.

Gestión Documental

Para acceder a este módulo se da clic en el botón Ingreso de información de la barra de navegación de la página web (Ver Figura 67). Este da acceso a la carpeta de drive donde se almacena los documentos escaneados de los impactos ambientales.

Figura 67

Módulo de Gestión Documental



Nota. En la presente figura se observa la pantalla correspondiente al módulo Gestión Documental, el cual contiene la documentación ambiental organizada por años y componentes.

Acceso a la Información ambiental

Para acceder a la visualización de datos correspondientes a Eficiencia Energética, Residuos Peligrosos, Residuos No Peligrosos, Carbono Neutro y Aspectos Ambientales, se ingresa al módulo visor geográfico, la descripción de acceso se detalla a continuación.

Visualización de Datos de Aspectos ambientales

A continuación, se presenta la forma en la que se visualizan los datos de aspectos ambientales obtenidas de la Sede Matriz, Latacunga Centro, Belisario Quevedo, IASA I. Para visualizar la información pertinente en primer lugar se deberá activar la capa Aspectos ambientales, posterior a esto se deberá seleccionar el icono (O), que representa a los aspectos ambientales, en el cual se desplegará la siguiente información: Coordenadas de ubicación del aspecto ambiental: Este, Norte; Sede, Departamento, Aspecto ambiental, y la significancia del aspecto.

Figura 68

Visualización del aspecto ambiental



Nota. En la figura se muestra la visualización de la capa aspectos ambientales en la sede ESPE Matriz, que se obtuvo a través de la integración de la base de datos en el software libre.

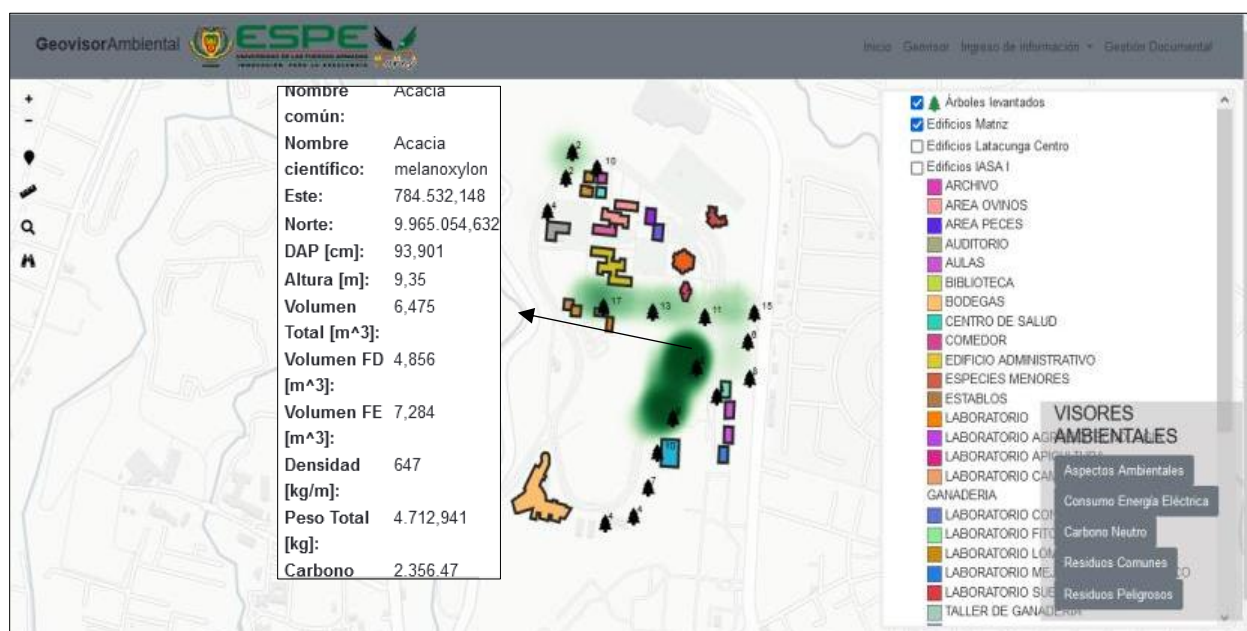
Visualización de Información de Carbono Neutro

A continuación, se presenta la información de Carbono Neutro, la cual fue integrada en el visor geográfico a través de las bases de datos correspondiente, encontrándose así un total de 371 registros de distintas especies.

El procedimiento para visualizar esta información en el visor es el siguiente: Activar la capa Carbono neutro, ahí se observará un mapa de calor en donde las áreas con mayor volumen indican mayor concentración de carbono y se representan en un color verde oscuro, mientras que las áreas con menor volumen son las zonas con menos concentración de carbono y tienen un color verde más claro. Además, se encuentra información de cada árbol censado activando la capa Árboles levantados y haciendo clic sobre el individuo de interés para el despliegue de la ventana emergente (*popup*).

Figura 69

Ejemplo de visualización de la información carbono neutro



Nota. En la figura se muestra la visualización de la capa carbono neutro, la cual presenta información individual para cada una de las 371 especies analizadas.

Elaboración del plan de buenas practicas ambientales para la UFA

El plan de buenas prácticas ambientales para la UFA IASA I, tiene resultados similares al de la UFA Matriz, por ende, el cronograma realizado para la ejecución del plan se encuentra detallado en el Apéndice G de este proyecto. El cronograma consta de la misma forma de 8 componentes del plan los cuales son:

- Componente 1.- Gestión de residuos y desechos peligrosos, No peligrosos y Especiales.
- Componente 2.- Uso Eficiente de Energía Eléctrica
- Componente 3 Compras Responsables
- Componente 4.- Manejo del Agua
- Componente 5.- Buenas Prácticas Ambientales en la alimentación
- Componente 6.-Innovaciones
- Componente 7.- Capacitación
- Componente 8.- Huella de Carbono

Para cada uno de estos componentes se establecieron medidas, medios de verificación y responsables, todo esto con el fin de que el Plan de buenas prácticas ambientales se desarrolle de la mejor manera posible y así alcanzar resultados que ayuden a la mejora de la calidad ambiental en la Universidad.

Capítulo V

Conclusiones

Mediante el desarrollo de este proyecto, se ha logrado cumplir con todos los objetivos y metas propuestas, recopilando y generando información que servirá a futuros profesionales de la Carrera, así como a personas externas vinculadas a las áreas geoespaciales, seguridad integrada, recursos naturales y otras.

El levantamiento de información base por topografía de la sede Latacunga, campus Centro y Belisario Quevedo permitió establecer la localización geográfica de cada uno de los aspectos ambientales que a su vez se utilizó como insumo base del visor geográfico ambiental, además de contar con la actualización de estos datos para la universidad y futuros proyectos.

Al realizar la valoración cuantitativa de los aspectos ambientales se evidencio que existen problemas en el manejo de recursos y generación de desechos peligrosos, existiendo más aspectos ambientales con un valor de significancia alta ($ST > 75$), que aspectos sin significancia ($ST < 39$).

La información espacial ambiental levantada, recopilada y estructurada contribuyó para generar el visor geográfico ambiental, con herramientas que permiten la navegación digital por las distintas sedes, además de conocer los atributos de cada entidad en los componentes eficiencia energética, consumo de agua, generación de desechos peligrosos, generación de desechos no peligrosos y carbono neutro.

A partir del análisis de las plataformas comerciales y *open source*, se obtuvo que la más adecuada para el proyecto fue creada con OpenLayers y plugins de terceros, debido a que cumple con las necesidades de la Unidad de Seguridad Integrada de contar con una

herramienta para cumplir y dar seguimiento a metas ambientales trazadas, visible desde la web, que evita la creación o renta de un hosting para el servidor de mapas porque se apoya en archivos GeoJSON leídos directamente desde el servidor y permite la generación de ventanas emergentes de información de puntos sobrepuestos geográficamente.

Además, el visor puede ser actualizado y mejorado constantemente con apoyo de docentes y estudiantes del Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción, porque los softwares, librerías y plugins involucrados en la generación y publicación del visor geográfico ambiental permiten la incorporación de herramientas con distintas funcionalidades desde la escritura del código.

El desarrollo del visor geográfico de aspectos ambientales permite que las autoridades de la UFA – ESPE reconozcan los puntos problemáticos por edificios de cada una de las sedes, a través de las herramientas del mapa. Por tanto, lleguen a tomar decisiones fundamentadas para la implementación de acciones en las zonas identificadas.

La creación de los formularios para el ingreso de nueva información ambiental permitirá tener un acercamiento más profundo en lo que respecta al consumo de recursos o generación de residuos en la institución. Al mismo tiempo, se tendrá información actualizada de cada uno de los impactos considerados en esta primera fase de control.

El Plan de Buenas Prácticas Ambientales que utilizó como insumo las Matrices de aspectos e impactos ambientales correspondiente a departamentos, unidades académicas y administrativas de la Sedes: IASA I y Matriz es una de las acciones principales para la reducción de los impactos más problemáticos, relacionados con los aspectos con mayor significancia.

Recomendaciones

La Universidad lograra tener una alteración mínima sobre cada uno de los componentes, al aplicar el plan de buenas prácticas ambientales, verificando su eficacia, además del respectivo monitoreo del cumplimiento de procesos amigables con el ambiente, los que al final permitirán mitigar, reducir, controlar y corregir efectos negativos de índole ambiental y de salud.

Se recomienda tomar en cuenta las medidas planteadas en este estudio para cumplir con los criterios requeridos para alcanzar certificaciones nacionales.

La universidad debe considerar impartir capacitaciones continuas sobre la concientización de políticas y buenas prácticas ambientales en la comunidad universitaria para que exista una buena interrelación entre el personal de la Universidad, sus actividades y el medioambiente.

Un aspecto importante que se debe tener en cuenta es el agua en la ESPE Matriz, que al ser extraída de un pozo de aproximadamente 55m de profundidad, se debería contar con muestreos de la calidad de agua con mucha más frecuencia; además, proporcionar información a personas que desconocen esta información que el agua de los lavabos no debe ser consumida directamente.

Se recomienda que los datos sean trabajados en un mismo sistema de referencia, en este caso EPSG: 32717 para la función óptima del plugin Proj4 y el manejo adecuado de los datos.

Es recomendable tener una información adecuada en lo que respecta al consumo energético (número de focos, lámparas; número de equipos conectados, entre otros.), para determinar qué cantidad exacta de energía eléctrica se consume en cada área o departamento.

Se recomienda ejecutar las acciones, programas y planes propuestos en el Plan de Buenas prácticas ambientales, los que permitirán precautelar la salud y la seguridad tanto del personal de la institución como del medio ambiente

Bibliografía

2006. (Sarria, Alonso Francisco). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- Alfonso, A. (2018). Creación y puesta en funcionamiento de la oficina verde de la Universidad de León. *Ambiociencias*(5), 62-75.
- Ampudia, C. D. (2015). *Levantamiento topográfico del barrio la cristalina de huarcay, etapa uno, de la parroquia la ecuatoriana, cantón quito, provincia de pichincha*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5734/1/T-UCE-0011-25.pdf>
- Anderson, G., & Moreno-Sanchez, R. (2003). Building Web-Based Spatial Information Solutions around Open Specifications and Open Source Software. *Transactions in GIS*, 7(4), 447-466. doi:10.1111/1467-9671.00158
- Araque, F., Flores, F., De Sá, J., Entrena, M., Rebolledo, R., & Cartaya, S. (2014). *Manual de capacitación básica en Geomática para las comunidades organizadas*. (FONACIT, Ed.) Caracas, Venezuela: Fundación Instituto de Ingeniería.
- Carrero, D., Ramírez, A., & Suárez, N. (2020). *SIGARB : visor geográfico para la selección de especies vegetales adecuadas para la plantación, teniendo en cuenta los lineamientos del manual de silvicultura urbana para Bogotá. Caso de estudio : emplazamiento vías tipo 1, 2 y 3*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad de Ingeniería Especialización En Sistemas de Información Geográfica, Bogotá.
- Chen, P. (2019). Visualization of real-time monitoring datagraphic of urban environmental quality. *EURASIP Journal on Image and Video Processing*, 42. doi:<https://doi.org/10.1186/s13640-019-0443-6>
- Cirelli, A. F. (2012). *El agua: un recurso esencial*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>
- Cisneros, E. (2016). *Estudio de impacto ambiental expost y propuesta de un Plan de Manejo Ambiental en la Unidad de Apoyo IASA II*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2021, de Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Cuong, P., & Thi, V. (2019). Exploiting WebGis technology to build an environmental database to support the environmental management of Ho Chi Minh city. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*, 61(4), 76-81.
- DFM, D. F. (2016). *Tabla de Desnidad de Madera*. Obtenido de <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/tabla-de-densidad-de-maderas.html>

- ESPE. (2014). *Informe de Rendición de Cuentas Año 2014*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- ESPE. (2020). *Informe narrativo para el proceso de rendición de cuentas del año 2020*. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- ESRI. (2021). *GeoJSON*. Recuperado el 2 de Enero de 2022, de ArcGIS Enterprise.
- Fundación Promoción Social. (2017). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales*. Obtenido de https://promocionsocial.org/wp-content/uploads/2018/04/Gu%C3%ADa-Buenas-Pr%C3%A1cticas-Ambientales_Fundaci%C3%B3n-Promoci%C3%B3n-Social-1.pdf
- GeoSIS. (2016). *Import SHP from QGIS to PostgreSQL*. Recuperado el 22 de Marzo de 2022, de https://www.youtube.com/watch?v=AoeQ_2gkSy8
- González, A. (2018). Las certificaciones ambientales ecuatorianas en la competitividad de las empresas. *INNOVA Research Journal*, 3(10), 55-67.
- Granell, C., & Gould, M. (2006). *Avances en las infraestructuras de datos espaciales*. Castelló de la Plana: Publicaciones de la Universidad Jaime I.
- Gutiérrez, M. (2006). El Rol de las Bases de Datos Espaciales en una Infraestructura de Datos. *GSDI-9 Conference Proceedings*, 6-10.
- Herrero, T. R. (2015). *Sobre Tecnologías de Información Geoespacial (TIG) Aplicadas al Estudio de Espacios Singulares*. Obtenido de https://www.madrimasd.org/blogs/vias_pecuarias/2015/02/26/131161
- IETF. (2016). *The GeoJSON Format*. Recuperado el 2 de Enero de 2022, de Internet Engineering Task Force: <https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7946>
- INEN. (2014). *Gestión Ambiental. Estandarización de colores para recipientes de depósito y almacenamiento temporal de residuos sólidos. NTE INEN 2841*. Recuperado el 10 de Enero de 2022, de Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2841.pdf
- INEN. (2014). *Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PDV). Parte 11: Guía sobre utilizabilidad (ISO 9241-11:1998, IDT)*. Obtenido de NTE INEN-ISO 9241-11: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_9241-11.pdf
- ISO 14001. (2015). *ISO 14001: Política ambiental*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com/2014/12/iso-14001-politica-ambiental/>
- Kachelriess, R. (2012). Defining Open. *ArcUser. Summer 2012 Edition*. Recuperado el 2022, de ArcUser: <https://www.esri.com/news/arcuser/0612/defining->

open.html#:~:text=The%20only%20difference%20between%20open,view%2C%20edit%2C%20and%20redistribute.

- Kamara, S. (2020). Development of a Geographic Information Systems Baseline Spatial Geodatabase Template for Evaluating Potential and Predicted Environmental Impacts for Sustainable Environmental Impact Assessment of Mining in Sierra Leone. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 8(10), 262-284. doi:10.4236/gep.2020.810018
- Lloret, J., & Olivella, R. (2008). *Introducción a los sistemas de información geográfica*. Catalunya: Universidad Oberta de Catalunya.
- MAATE. (2015). Acuerdo Ministerial No. 140 "Marco Institucional para Incentivos Ambientales". *Registro Oficial Edición Especial No.387*. Quito, Pichincha.
- Makinde, E., Akinola, T., & Ogunleye, T. (2020). reacción de una geodatabase GIS para la gestión de residuos: un estudio de caso de la Universidad de Lagos. *Journal of Engineering Research*, 25(3), 62-72.
- Mancebo, S., Ortega, E., Martín, L., & Valentín, A. (2009). *Libro SIG: aprendiendo a manejar los SIG en la Gestión Ambiental*. Madrid.
- Mitchell, T. (2005). *Web Mapping Illustrated: Using Open Source GIS Toolkits*. (S. St.Laurent, Ed.) Sebastopol, Estados Unidos de América: O'Reilly Media, Inc.
- Montiel, M. M. (2015). *ropuesta de un sistema de gestión ambiental basado en la norma ISO 14001 para Industrial Pesquera Santa Priscila S.A*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10061/1/UPS-GT000833.pdf>
- Mora & Melo. (2021). *Realización de un diagnostico ambiental a la empresa globalmed*. Obtenido de <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/52998/178419889UTFSM.pdf>
- Nasirzadeh, R., & Nurhan, R. (2015). Infrastructure Design for making you own Web-GIS Application with open source geoinformation technology. *Coordinates*, 11(10), 23-26.
- Naula, O. A. (2013). *Levantamiento Topografico y catastral del barrio "Nuestra señora del Quinche" Ubicado en la parroquia el Quinche Canton Quito Provincia de Pichincha*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1427/1/T-UC-0011-11.pdf>
- Nokelaynen, T. (2018). Mapping of the Enviromental Impacts of Inland Waterway Transport in Russia. *InterCarto InterGIS*, 131-137. Recuperado el 4 de Junio de 2021, de https://www.researchgate.net/profile/V-Kulikov/publication/326521698_GEOINFORMATION_SYSTEM_GEOLOGY_OF_SOUTH_EASTERN_FENNOSCANDIA_PROSPECTS_FOR_ITS_USE_IN_COMPILING_STAT

E_GEOLOGICAL_MAPS_AND_ENVIRONMENTAL_PROTECTION_GEOINFORMACIONNAA_SISTEMA_GEOLOGIA_UGO-VO

- Nöllenburg, M. (2007). Geographic Visualization. En E. A. Kerren A. (Ed.), *Human-Centered Visualization Environments. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 4417). Berlin, Heidelberg: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/978-3-540-71949-6_6
- OGC. (2022). *Open Geospatial Consortium*. Recuperado el 22 de Marzo de 2022, de <https://www.ogc.org/>
- Ojeda, J., Díaz, P., Álvarez, J., Pérez, J., & Prieto, A. (2015). Geoportales y geovisores web: Un nuevo entorno colaborativo para la producción, acceso y difusión de la información geográfica. En *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación. XXIV Congreso de la Asociación de Geógrafos Españoles* (págs. 777-786). Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio Universidad de Zaragoza; Asociación de Geógrafos Españoles.
- OpenLayers. (2018). *Visión General*. Recuperado el 20 de Marzo de 2022, de OpenLayers: <https://openlayers.org/>
- Oracle. (2021). *Defición de base de datos*. Recuperado el 23 de Mayo de 2021, de Oracle México: <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>
- Ortiz, A. E. (2013). *Levantamiento Topográfico y Catastral del Barrio "Nuestra Señora Del Quinche" Ubicado en la Parroquia - El Quinche, Cantón – Quito, Provincia - Pichincha*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1427/1/T-UCE-0011-11.pdf>
- OSM. (2022). *Index of extracts*. Recuperado el 9 de Agosto de 2022, de OpenStreetMap: <http://download.openstreetmap.fr/extracts/>
- Pontificia Universidad Católica de Chile. (2020). *¿Qué es la Carbononeutralidad?* Obtenido de <https://sustentable.uc.cl/carbono-neutralidad-uc/627-que-es-la-carbono-neutralidad>
- Ramesh, J., Vikash, G., & Rucha, M. (2019). Application of Geographic Information System in Energy Utilization. En K. Sunil, K. Rakesh, & P. Ashok, *Current Developments in Biotechnology and Bioengineering* (págs. 143-161). Lucknow, India: Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64083-3.00008-7>
- Reyes, A. A. (2017). *Levantamiento Topográfico de la Biblioteca y la Dirección General Administrativa del Senado*. Obtenido de <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7544/Monografia%20Alexander%20Reyes%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, A., Vitor, B., & Fassi, E. (2014). La Oficina verde, proyecto de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná. *Hábitat sustentable*, 4(1), 3-13.

- Rodriguez, Y. A. (2017). *Visualización y generación de Información Geoespacial*. Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/s2_yrodriguez-doc-geoespacialidad.pdf
- Sánchez & Fuquen. (2014). *Eficiencia Energetica*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/333089139_EFICIENCIA_ENERGETICA
- Santos, J. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid: Editorial UNED.
- Sarria, A. F. (2016). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de <https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf>
- SEMARNAT. (2009). *Compendio de Estadísticas Ambientales*. Recuperado el 10 de Enero de 2022, de Residuos: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2009/compendio_2009/10.100.8.236_8080/ibi_apps/WFServletb73b.html#:~:text=CRETIB.,t%C3%B3xico%2C%20inflamable%20y%20biol%C3%B3gico%20infeccioso.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Quito, Pichincha, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Obtenido de Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.
- Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2009). *Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/123182/identificacion__y_evaluacion_de_aspectos_ambientales.pdf
- THE. (2021). *About Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2021, de Times Higher Education World University Rankings: <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/universidad-de-las-fuerzas-armadas-espe>
- THE. (2021). Times Higher Education Impact Rankings Methodology guide. *Times Higher Education*(1.3), 170. Reino Unido: Times Higher Education.
- Unidad de Seguridad Integrada. (2020). *Guía metodológica para identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales*. Obtenido de https://sin.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2021/10/APÉNDICE-01-guia_identificacion_eval_aspectos_impactos_ambientales_espe-pdf-signed-signed_1-2.pdf
- Unidad de Seguridad Integrada. (2022). *Procedimiento para la Gestión de Residuos y Desechos Peligrosos*. Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

Universidad de Alcalá. (2021). *THE University Impact Rankings posiciona a la Universidad de Alcalá AH entre las 100 mejores Universidades del mundo en 2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2021, de Portal de Comunicación de la Universidad de Alcalá.

Vicepresidencia de Bolivia. (2012). *Introducción a las IDE's*. Recuperado el 20 de Marzo de 2022, de GeoBolivia: <http://geo.gob.bo/portal/>

Zeiler, M. (1999). *Modeling Our World: The ESRI Guide to Geodatabase Design* (Vol. 40). Redlands, Universidad de las Fuerzas Armadas: Environmental Systems Research Institute. Inc.