

DISEÑO DE UNA ARQUITECTURA DE SOFTWARE PARA LA GESTION DE LAS ESPECIES DE AGUA DULCE EN LA COSTA CARIBE

Nombres y apellidos

Daniel Gutiérrez Madrid
Edgardo Velásquez Hernández
Hermann Ospino Sierra

Código estudiantil:

201711285251
202011225386
202021228378

Trabajo de Investigación del Programa **Ingeniería de Sistemas**

Tutor(es):

Adriana Iglesias Solano

RESUMEN

En este proyecto, se propone el diseño de una arquitectura de software para la gestión de las especies de agua dulce en la costa caribe colombiana, utilizando técnicas de inteligencia artificial (IA) y sistemas de información geográfica (GIS). Se busca abordar los problemas de la sobreexplotación de recursos acuáticos y la amenaza de extinción de ciertas especies, como el bagre rayado del Magdalena. El diseño arquitectónico servirá como una herramienta central para recopilar, analizar y aplicar datos detallados sobre la distribución de las especies, patrones de pesca, salud de los ecosistemas, calidad del agua, entre otros. Se realizará una revisión de antecedentes relacionados con los sistemas de información geográfica y su aplicación en ecosistemas de agua dulce, para luego definir los componentes arquitectónicos, relaciones, estilos y patrones. Finalmente, se evaluará el diseño arquitectónico propuesto.

Palabras clave: Vida acuática, Sistemas de información geográficas (GIS), Arquitectura de Software, Costa Caribe, Inteligencia Artificial (IA).

ABSTRACT

This project proposes the design of a software architecture for the management of freshwater species on the Colombian Caribbean coast, using artificial intelligence (AI) techniques and geographic information systems (GIS). It aims to address the problems of overexploitation of aquatic resources and the threat of extinction of certain species, such as the Magdalena striped catfish. The architectural design will serve as a central tool for collecting, analyzing, and applying detailed data on species distribution, fishing patterns, ecosystem health, water quality, among others. A review of related background on geographic information systems and their application in freshwater ecosystems will be carried out, followed by the definition of architectural components, relationships, styles, and patterns. Finally, the proposed architectural design will be evaluated.

Keywords: Aquatic life, Geographic information systems (GIS), Software architecture, Caribbean coast, Artificial Intelligence (AI).

REFERENCIAS

- [1] A. Fernández, «Mares sin peces», *La Vanguardia*, 9 de marzo de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/vida/junior-report/20180122/44123111751/sobrepesca-mares-sin-peces.html>
- [2] «Países líderes en pesca a nivel mundial en 2020 | Statista», *Statista*, 15 de febrero de 2023. <https://es.statista.com/estadisticas/634872/paises-lideres-mundiales-de-pesca/>
- [3] E. Colombiano, «Los peces de agua dulce que están bajo amenaza | El colombiano», *www.elcolombiano.com*, 2 de marzo de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.elcolombiano.com/medio-ambiente/los-peces-de-agua-dulce-que-estan-bajo-amenaza-LG14747682>
- [4] D. P. Monterrosa, «La pesca indiscriminada en el Caribe colombiano está ahogando a los peces», *El Tiempo*, 9 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/la-pesca-indiscriminada-en-el-caribe-colombiano-esta-ahogando-a-los-peces-740540>
- [5] Antonio, «Degradación ambiental y sobrepesca: problemas en los ecosistemas acuáticos», *Noticias ambientales*, 7 de octubre de 2019. <https://es.mongabay.com/2019/10/conservacion-de-peces-de-agua-dulce-en-colombia/>
- [6] J. E. Guevara, «Lagos, lagunas, ciénagas y embalses en Colombia», *encolombia.com*, 23 de octubre de 2023. <https://encolombia.com/educacion-cultura/geografia-colombiana/lagunas-lagos-en-colombia/>
- [7] X. Borré, «Los peces del río Grande de la Magdalena: únicos y amenazados», *Instituto Alexander Von Humboldt*. <http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1639-los-peces-del-rio-grande-de-la-magdalena-unicos-y-amenazados>
- [8] R. Medioambiente, «En el río Sogamoso, el bagre rayado del Magdalena está cerca a la extinción», *El Tiempo*, 27 de septiembre de 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/bagre-rayado-a-un-paso-de-la-extincion-en-el-rio-sogamoso-621178>
- [9] N. R. Mendoza, «El 60% de la biodiversidad en el Caribe está amenazada», *EL HERALDO*, 24 de octubre de 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/region/el-60-de-la-biodiversidad-en-el-caribe-esta-amenazada-264696>
- [10] Swissinfo.Ch, «Colombia, el país con mayor porcentaje de reservas de pescado no sostenibles», *SWI swissinfo.ch*, 28 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.swissinfo.ch/spa/ocde-pesca_colombia--el-pa%C3%ADs-con-mayor-porcentaje-de-reservas-de-pescado-no-sostenibles/48197494

[11] D. P. Monterrosa, «La pesca indiscriminada en el Caribe colombiano está ahogando a los peces», *El Tiempo*, 9 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/la-pesca-indiscriminada-en-el-caribe-colombiano-esta-ahogando-a-los-peces-740540>

[12] J. Betts, «La pesca con veneno», *Rewild*, 25 de julio de 2019. <https://www.rewild.org/news/la-pesca-con-veneno-amenaza-a-las-comunidades-ramas-y-krioles-de-las-zonas-remotas-de-indio-maiz> (accedido 25 de julio de 2019).

[13] «El arte de pescar ¿Qué es más sostenible?», *FoodUnfolded*. <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/el-arte-de-pescar-que-es-mas-sostenible>

[14] P. García, «¿Qué es un SIG, GIS o sistema de información Geográfica?», *Geoinnova*, 11 de agosto de 2021. <https://geoinnova.org/blog-territorio/que-es-un-sig-gis-o-sistema-de-informacion-geografica/>

[15] M. Salazar, «Nuevos mapas demuestran cómo nuestro consumo afecta la vida silvestre a miles de kilómetros de distancia», *Noticias ambientales*, 13 de febrero de 2017. <https://es.mongabay.com/2017/02/nuevos-mapas-demuestran-consumo-afecta-la-vida-silvestre-miles-kilometros-distancia/>

[16] S. Basso, «Los sistemas de información Geográfica, clave en la gestión eficaz del agua - IDRICA», *IDRICA*, 8 de marzo de 2023. <https://www.idrica.com/es/blog/los-sistemas-de-informacion-geografica-clave-en-la-gestion-eficaz-del-agua/>

[17] J. Selvaraj, J. (2009, 3 marzo). Aplicaciones de los sistemas de información geográfica y sensores remotos al manejo de pesquerías marinas y desafíos para su desarrollo en Colombia. scielo. Recuperado 3 de marzo de 2009, de <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v38n1/v38n1a06.pdf>

[18] P. Huet, «Arquitectura de software: qué es y qué tipos existen», *OpenWebinars.net*, 13 de abril de 2023. <https://openwebinars.net/blog/arquitectura-de-software-que-es-y-que-tipos-existen/>

[19] Ovacen, «Ecosistemas de agua dulce», *OVACEN*, 18 de octubre de 2023. <https://ecosistemas.ovacen.com/acuaticos/agua-dulce/>

[20] «Universidad Simón Bolívar - Portales». https://ezproxy.unisimon.edu.co:2258/es/lc/unisimon/titulos/44840?as_all=sistemas_de_informacion_geograficos&as_all_op=unaccent_icontains&prev=as

[21] «¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? | IBM». <https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence>

- [22] «Estudio para la Comisión PECH - La inteligencia artificial y el sector pesquero», Parlamento Europeo, 4 de mayo de 2022. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/699643/IPOL_STU\(2022\)699643\(SUM01\)_ES.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2022/699643/IPOL_STU(2022)699643(SUM01)_ES.pdf) (accedido 4 de mayo de 2022).
- [23] M. Frąckiewicz, «El uso de la inteligencia artificial en la gestión pesquera sostenible», *TS2 SPACE*, 28 de agosto de 2023. <https://ts2.space/es/el-uso-de-la-inteligencia-artificial-en-la-gestion-pesquera-sostenible/>
- [24] A. Acevedo Acosta, J. Rocío Jiménez Pescador, y W. Ferney Rodríguez Moque, «Estado del arte de las investigaciones sobre la tendencia de los caudales en los ríos en Colombia», 8 de mayo de 2016. https://repository.ugc.edu.co/bitstream/handle/11396/5164/Estado_arte_investigaciones_caudales_rios.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [25] «Historia de los SIG | Línea temporal de los inicios de los SIG y su futuro». <https://www.esri.com/es-es/what-is-gis/history-of-gis#:~:text=El%20campo%20de%20los%20sistemas,importantes%20de%20la%20comunidad%20acad%C3%A9mica.>
- [26] «Origins of the Canada Geographic Information System | ARCNews». <https://www.esri.com/news/arcnews/fall12/articles/origins-of-the-canada-geographic-information-system.html>
- [27] V. T. L. E. De José María Ciampagna, «Lista cronológica de la historia de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) —GIS Time Line—», *El blog del profe José*, 19 de marzo de 2015. <https://elprofejose.com/2015/03/17/lista-cronologica-de-la-historia-de-los-sistemas-de-informacion-geografica-sig-gis-time-line/>
- [28] Guest, «Historia de los SIG - PDFCOFFEE.COM», *pdfcoffee.com*. [En línea]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/historia-de-los-sig-4-pdf-free.html>
- [29] «Sobre ESRI | ESRI Inc.» <https://www.esri.co/es-co/nosotros/sobre-esri/esri-inc>
- [30] R. M. Ferreras, «Los SIG aplicados al medio ambiente», *Geoinnova*, 27 de marzo de 2022. <https://geoinnova.org/blog-territorio/los-sig-aplicados-al-medio-ambiente/>
- [31] Instituto Geográfico Agustín Codazzi, «INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI», *INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI*. <https://www.igac.gov.co/>
- [32] Instituto Geográfico Agustín Codazzi, «Grupo Sistema de Información Geográfica», Instituto Geográfico Agustín Codazzi. <https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/ciaf/grupo-sistema-de-informacion-geografica>
- [33] INVEMAR, «Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR». <http://www.invemar.org.co/>

[34] INVEMAR, «Diagnóstico y Evaluación de la Calidad de las Aguas Marinas y Costeras en el Caribe y Pacífico Colombianos», INVEMAR, 4 de mayo de 2017. <https://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/Informe+REDCAM+2016.pdf/b21d50f5-cd2d-4926-a016-b321cc9659e7>

[35] Natura, «Informe de Gestión», Natura, 7 de junio de 2018. <https://natura.org.co/wp-content/uploads/2019/04/Informe%20de%20gestion%20Fundacion%20Natura%202018.pdf>

[36] INVEMAR, «PLAN DE INVESTIGACIONES», INVEMAR, 5 de diciembre de 2005. <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/2637PlanInvestigacionesSIG-SR2005-2010.pdf> (accedido 5 de diciembre de 2005).

[37] T. Mónica López Muñoz, «RESÚMENES Y MEMORIAS», Natura, 21 de febrero de 2021 <https://natura.org.co/wp-content/uploads/2021/11/Resumenes-y-Memorias-Taller-Internacional-Experiencias-en-monitoreo-y-seguimiento-de-ecosistemas-acuaticos-Colombia.pdf> (accedido 19 de marzo de 2021).

[38] L. Calixto Ramon, «Ciaf», USO DE HERRAMIENTAS SIG, 7 de marzo de 2017. https://ciaf.igac.gov.co/sites/ciaf.igac.gov.co/files/files_ciaf/Calixto-Ram%C3%B3n-Liliana-Lisbeth.pdf (accedido 7 de marzo de 2017).

[39] «¿Qué es ArcGIS? | Plataforma de mapeo y analítica». <https://www.sigsa.info/es-mx/arcgis/about-arcgis/overview#:~:text=ArcGIS%20proporciona%20herramientas%20para%20el,compartir%20y%20distribuir%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica.>

[40] «¿Qué es ArcGIS Enterprise? —ArcGIS Enterprise | Documentación de ArcGIS Enterprise». <https://enterprise.arcgis.com/es/get-started/latest/windows/what-is-arcgis-enterprise-.htm>

[41] «Introducción a ArcGIS Online—Ayuda de ArcGIS Online | Documentación». <https://doc.arcgis.com/es/arcgis-online/get-started/what-is-arcgis-online.htm#:~:text=ArcGIS%20Online%20es%20una%20soluci%C3%B3n,analizar%20datos%20compartir%20y%20colaborar.>

[42] «Descubre QGIS». <https://www.qgis.org/es/site/about/index.html>

[43] «4. Prestaciones — Documentación de QGIS Documentation ->». https://docs.qgis.org/2.6/es/docs/user_manual/preamble/features.html

[44] Universidad Veracruzana, «Manual para la utilización del sistema de información geográfica», UV México, 3 de abril de 2015. <https://www.uv.mx/cuo/files/2013/05/Manual-QGIS-CUOM.pdf> (accedido 3 de abril de 2015).

[45] «GRASS GIS - bringing advanced geospatial technologies to the world», 25 de octubre de 2023. <https://grass.osgeo.org/>

[46] «GRASS GIS - Google Search». https://www.google.com/search?client=avast-a-l&q=GRASS+GIS&oq=GRASS+GIS&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzE1MWowajmoAgCwAgA&ie=UTF-8

[47] «MapInfo GIS Software - Geobis International», Geobis International, 6 de septiembre de 2017. <https://www.geobis.com/es/mapinfo-gis-software/>

[48] V. T. L. E. De Admin, «¿QUÉ ES MAPINFO?», Interpolados, 20 de diciembre de 2016. <https://interpolados.wordpress.com/2016/01/16/que-es-mapinfo/>

[49] A. Morales, «GeoServer para novatos», MappingGIS, 24 de junio de 2022. <https://mappinggis.com/2022/06/geoserver-para-novatos/#:~:text=GeoServer%20es%20un%20servidor%20de,datos%20espaciales%20utilizando%20est%C3%A1ndares%20abiertos.>

[50] «Home», PostGIS. <https://postgis.net/>

[51] «PostGis | Marco de Desarrollo de la Junta de Andalucía». <https://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/12-0#:~:text=PostGIS%20es%20un%20m%C3%B3dulo%20para,realizar%20operaciones%20de%20an%C3%A1lisis%20geogr%C3%A1fico.>

[52] P. V. Climent, «¿Qué productos y servicios ofrece Mapbox?», MappingGIS, 15 de noviembre de 2022. <https://mappinggis.com/2019/11/que-productos-y-servicios-ofrece-mapbox/>

[53] S. L. Mora, «¿Qué es Mapbox y cómo aplicarlo en empresas? - DIGITAL55», DIGITAL55, 19 de abril de 2023. <https://digital55.com/que-es-mapbox/>

[54] A. Morales, «Cómo crear un mapa con OpenLayers», MappingGIS, 22 de junio de 2021. <https://mappinggis.com/2013/04/como-crear-un-mapa-con-openlayers-3/>

[55] «OpenLayers — OSGeoLive 15.0 Documentation». https://live.osgeo.org/es/overview/openlayers_overview.html

[56] A. Morales, «Cómo crear un mapa con Leaflet», MappingGIS, 26 de marzo de 2021. <https://mappinggis.com/2013/06/como-crear-un-mapa-con-leaflet/>

[57] J. L. G. Grandes, ««10 cosas que quizá no sabías de Leaflet», MappingGIS, 22 de junio de 2021.» <https://mappinggis.com/2017/10/10-cosas-quiza-no-sabias-leaflet/>

[58] «GIS Mapping Software, Location Intelligence & Spatial Analytics | ESRI», *Esri*.
<https://www.esri.com/en-us/home>

[59] «Bienvenido al proyecto QGIS!» <https://qgis.org/es/site/>

[60] «GRASS GIS - bringing advanced geospatial technologies to the world», 25 de octubre de 2023. <https://grass.osgeo.org/>

[61] «Home», *Pitney Bowes*. <https://www.pitneybowes.com/us>

[62] «GeoServer». <https://geoserver.org/>

[63] «Home», *PostGIS*. <https://postgis.net/>

[64] «MapBox | Maps, navigation, search, and data». <https://www.mapbox.com/>

[65] «OpenLayers - Welcome». <https://openlayers.org/>

[66] «Leaflet — an open-source JavaScript