



Master Thesis | Tesis de Maestría
submitted within the UNIGIS MSc programme
presentada para el Programa UNIGIS Ms.
at/en

Interfaculty Department of Geoinformatics- Z_GIS
Departamento de Geomática – Z_GIS
University of Salzburg | Universidad de Salzburg

Implementación de un Geovisor Pesquero, para el Caribe Insular Colombiano

Implementation of a fishing geovisor for the Colombian insular Caribbean

by/por

Biólogo Anthony Rojas Archbold
01223169

A thesis submitted in partial fulfilment of the requirements of
the degree of
Master of Science MSc

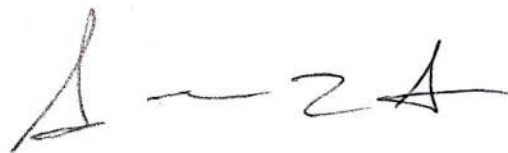
Advisor | Supervisor:
Leonardo Zurita Arthos PhD

San Andres Isla, Colombia, Octubre 2022

Compromiso de Ciencia

Por medio del presente documento, incluyendo mi firma personal certifico y aseguro que mi tesis es completamente el resultado de mi propio trabajo. He citado todas las fuentes que he usado en mi tesis y en todos los casos he indicado su origen.

SAN ANDRES ISLAS OCTUBRE DE 2022

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized initial 'A' followed by a horizontal line and the letters 'ZA'.

(Lugar, Fecha)

(Firma)

AGRADECIMIENTOS

A todo el Equipo de UNIGIS por haberme permitido ser parte de esta Maestría. En especial a la Tutora Carolina Sampedro y al tutor Carlos Morales, por estar atentos en todo momento a las inquietudes a lo largo de la maestría, y a mi director de tesis el profesor Anton Eitzinger, el cual con mucha paciencia y sabiduría me indico el camino para el desarrollo de este trabajo

A la Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, por brindarme acceso a recursos tecnológicos indispensables para el desarrollo de este trabajo.

A la compañera Mariela Quiroga, por sus constantes mensajes de apoyo y sus valiosos consejos en los momentos más difíciles de esta etapa.

A los compañeros Ruben Azcartae y Diana Gomez, por los ánimos, las asesorías y el acompañamiento en la elaboración de la tesis.

A toda mi familia que siempre estuvo acompañándome durante toda la maestría y que a pesar de los momentos de estrés y de angustia, siempre estuvieron presto en apoyarme.

Al señor Jehová que gracias a sus bendiciones apporto la sabiduría y salud, indispensable para todo el desarrollo de la maestría.

RESUMEN

Aprovechando la información pesquera espacial existente en Colombia y la que se pueda generar a futuro dentro de la Gobernación Departamental del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Colombia), el presente trabajo se enfoca en evaluar la funcionalidad de un geoportal, el cual permita: 1) adaptarse a las condiciones tecnológicas que disponga la institución, 2) agrupar y organizar datos e información pesquera 3) que todos sus componentes sean Open Source y que no le genere costos adicionales para su implementación a la institución. 4) generar una herramienta para la planeación y la toma de decisiones. Para el desarrollo del visor geográfico se realizó una comparación teórica de los principales aplicativos para implementación de geovisores, en donde se tuvo principales factores de comparación: sus funcionalidades, facilidad de implementación y costos para su adquisición y puesta en marcha. Como resultado este proceso de comparación y revisión se seleccionó la herramienta Open Source “Opengéo suite”, siendo sus principales beneficios la fácil y rápida adaptación teniendo en cuenta la poca disponibilidad tecnológica existente en la institución, y sin necesidad de incurrir en gastos adicionales. El visor implementado provee las herramientas básicas para que los usuarios puedan: consultar, desplegar e inclusive imprimir mapas de forma rápida sencilla. Con la Implementación de Opengéo-Suite (Boudless Suite) aumentara la disponibilidad de la información pesquera de la región, en donde se incentive cada vez más el uso de los SIG en los diferentes proyectos de investigación y/o de administración de estos recursos naturales. Adicionalmente que sirva como ejemplo a las diferentes instituciones de la región, en lo útil que puede ser las herramientas SIG y que existen aplicaciones open-source de mapeo y análisis geoespacial, que se pueden adaptar fácilmente a las condiciones institucionales.

Palabras claves: *Geovisor, Sistemas de Información geográficas (SIG), Pesquerías, San Andrés Islas, Geoportal, Open Source*

ABSTRACT

Taking into account the existing spatial-fisheries information that it is currently available in Colombia, and that which can be potentially generated in the future by the local Departmental Government of the Archipelago of San Andres, Providencia y Santa Catalina (Colombia), the present work focuses on evaluating of a geoportal, which allows: 1) the institutions' ability to adapt to the technological conditions or limitations, 2) to group and organize data and information about the fishing, 3) use of open-source components that are not causing additional costs for implementation, and 4) the ability to generate a tool for planning and decision making. For the development of the geoportal, a theoretical comparison was made of the main applications for the implementation of online mapping frameworks, where the main considerations for comparison were their functionalities, the ease of implementation, and costs for their acquisition and implementation. The results preferred the selection of the open-source program OpenGeo-Suite, which could be easily adapted to the existing technology available in the institution without the need for major additions. The implemented geoportal and viewer provide the basic functionalities and tools for users, for example consultation of information, display information and print maps quickly and easily. With the implementation of OpenGeo-Suite (Boundless Suite), the availability of fisheries related data of the region will increase, and the use of GIS in research and/or administration projects can be promoted more efficiently. In addition, this work will serve as an example to the different institutions in the region and will show how useful it can be to use GIS tools, and, that existing open-source applications for geospatial mapping and analysis can be adapted to the institutional conditions.

Key words: *Geovisor, Geographic information Systems, Fisheries, San Andres Island, Geoportal, Open Source*

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 12 |
| 1.1 ANTECEDENTES | 14 |
| 1.2 OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACION | 15 |
| 1.2.1 General | 15 |
| 1.2.2 Específicos | 16 |
| 1.2.3 Pregunta de Investigación..... | 16 |
| 1.3 HIPÓTESIS | 16 |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN | 16 |
| 1.5 ALCANCE..... | 17 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA | 19 |
| 2.1 LA PESCA COSTANERA ARTESANAL EN COLOMBIA | 19 |
| 2.2 PESCA ARTESANAL EN EL CARIBE INSULAR | 19 |
| 2.3 BASES DE DATOS GEOGRAFICA..... | 22 |
| 2.4 SIG Y LAS PESQUERÍAS | 23 |
| 2.5 QUE ES UN GEOPORTAL..... | 26 |
| 2.6 COMPONENTES DE UN GEOPORTAL | 27 |
| 2.6.1 Portal Web | 28 |
| 2.6.2 Los servicios web..... | 28 |
| 2.6.3 Base de Datos (DBMS)..... | 29 |
| 2.7 FUNCIONALIDADES DE UN GEOPORTAL..... | 30 |
| 2.7.1 Búsqueda..... | 30 |
| 2.7.2 Mapas | 30 |
| 2.7.3 Publicar | 30 |
| 2.7.4 Administrar | 30 |
| 2.8. COMPARACIÓN DE SOFTWARE PARA GEOPORTALES..... | 31 |
| 2.8.1. Esri Geoportal Server | 31 |
| 2.8.2. Cartaro:..... | 32 |
| 2.8.3. Arcgis Server:..... | 32 |
| 2.8.4. Boundless Suite (OpenGeo Suite)..... | 33 |
| 2.8.5. Geonode | 34 |
| 3. METODOLOGÍA..... | 38 |
| 3.1 ZONA DE ESTUDIO | 39 |

| | |
|--|----|
| 3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA GOBERNACIÓN | 40 |
| 3.3 RECOPIACIÓN DE DATOS | 41 |
| 3.4. SOFTWARE UTILIZADO | 42 |
| 3.4.1. Componentes | 42 |
| 3.4.2 PostGIS | 42 |
| 3.4.3 Geoserver | 42 |
| 3.4.4 Geoexplorer | 44 |
| 3.4.5 Openlayers | 44 |
| 3.4.6 Geo Web Cache | 44 |
| 3.4.7 Geoext | 44 |
| 3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO | 45 |
| 3.5.1 Recursos Tecnológicos disponibles..... | 45 |
| 3.5.2 Datos espaciales | 45 |
| 3.5.3 Visor | 48 |
| 4. RESULTADOS | 49 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 57 |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 68 |
| 6.1 CONCLUSIONES | 68 |
| 6.2 RECOMENDACIONES..... | 68 |
| 8. ANEXOS | 85 |
| 8.1 Instalación Qgis for Opegeo Suite..... | 85 |
| 8.2 Configuración Geoserver..... | 85 |
| 8.3 Configuración <i>Postgis</i> | 88 |
| 8.4 Publicación de los Layers | 88 |
| 8.5 Edición de Estilo..... | 89 |
| 8.6 Construcción del Visor | 91 |
| 8.7 Formato de encuesta | 93 |

ÍNDICES DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Estado histórico pesquería langosta en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina..... | 21 |
| Figura 2. Captura de pantalla de administrador del Esri Geoportal Server | 31 |
| Figura 3 Captura de pantalla de la versión demo del aplicativo Cartaro..... | 32 |
| Figura 4 Captura de pantalla del administrador del Arcgis Server. | 33 |
| Figura 5. Ilustración de los componentes de la Suite Opegeo. | 34 |
| Figura 6. Captura de pantalla de la versión demo del aplicativo Geonode. | 35 |
| Figura 7. Flujograma metodológico de la investigación. | 39 |
| Figura 8. Localización del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina..... | 40 |
| Figura 9. Servicios que dispone la Herramienta Geoserver, | 43 |
| Figura 10 Vista organización Base de Datos utilizando Qgist | 46 |
| Figura 11 Migración de los Shapes a la Base de datos utilizando Qgis | 46 |
| Figura 12 Viewer Geoexplorer..... | 48 |
| Figura 13 Captura de pantalla del visor pesquero implementado | 49 |
| Figura 14 Botón Extensión total..... | 50 |
| Figura 15 Boton Acercar/Alejar | 50 |
| Figura 16 Boton Extencion Historial Vista | 50 |
| Figura 17 Boton Informacion | 50 |
| Figura 18 Captura pantalla herramienta: “Consulta Elementos”..... | 51 |
| Figura 19 Herramienta de medición | 51 |
| Figura 20 Captura pantalla herramienta “Consulta Elementos”..... | 51 |
| Figura 21 Herramienta de imprimir..... | 52 |
| Figura 22 Captura Pantalla Herramienta Imprimir..... | 52 |
| Figura 23 Herramienta de compartir visor | 52 |
| Figura 24 Pantallazo herramienta compartir | 53 |
| Figura 25 Herramienta de Agregar o Eliminar Layer..... | 53 |
| Figura 26 Captura pantalla herramienta “Adicionar Layers” | 53 |
| Figura 27 Herramienta de Configurar Layer | 54 |
| Figura 28 Pantallazo de la Herramienta Configuración Layers | 54 |
| Figura 29 Herramienta de Zoom a Layer | 54 |
| Figura 30 Captura de pantalla del dashboard de Opegeo Suite. | 55 |
| Figura 31 Datos de distribución y abundancia del caracol pala en el cayo Serrana Año 2011 | 58 |
| Figura 32 Datos de distribución y abundancia del caracol pala en el cayo Serrana Año 2007. | 59 |
| Figura 33 Estimación de captura total de pesca blanca, las principales zonas de pesca del Área Sur del AMP para el año 2013..... | 59 |
| Figura 34 Estimación de captura total de pesca blanca, las principales zonas de Pesca del Área Sur del AMP para el año 2014..... | 60 |
| Figura 35 Instalación Qgis for Opegeo Suite | 85 |

| | |
|--|----|
| Figura 36 Configuración Usuarios y Contraseña Geoserver..... | 86 |
| Figura 37 Configuración Información contacto Geoserver..... | 87 |
| Figura 38 Adición nueva variable del sistema..... | 88 |
| Figura 39 Proceso de importación de datos a GeoServer..... | 89 |
| Figura 40 Ilustración espacios de trabajo Geoexplorer..... | 89 |
| Figura 41 Gestor de Estilos de Geoexplorer..... | 90 |
| Figura 42 Editor estilos (Archivo SDL) de GeoExplorer..... | 90 |
| Figura 43 Edición estilo capa11 utilizando Geoexplorer..... | 91 |
| Figura 44 Carpeta archivos base aplicativo..... | 91 |
| Figura 45 Edición archivo app.js..... | 92 |
| Figura 46 Archivo .war..... | 93 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Instituciones colombianas con implementación de geovisores | 14 |
| Tabla 2 Ejemplo de primeros estudios en pesquerías utilizando los SIG..... | 25 |
| Tabla 3 Comparación principales características tenidas en cuenta de las varias soluciones para implementar un geoservicio | 36 |
| Tabla 4. Configuración Hardware servidor Virtual..... | 45 |
| Tabla 5 Lista de Shapes/tablas subidos al sistema | 47 |

GLOSARIO

| | |
|----------|---|
| AMP | Área Marina Protegida |
| CORALINA | Corporación para el Desarrollo Sostenible del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina |
| CPUE | Captura por unidad de esfuerzo |
| CSW | <i>Catalog Service for the Web</i> |
| DBMS | <i>Data Base Management System</i> |
| FAO | <i>Food and Agriculture Organization</i> |
| FGDC | <i>Federal Geographic Data Committee</i> |
| GML | <i>Geographic Markup Language</i> |
| GNU | <i>General Public License</i> |
| HTML | <i>HyperText Markup Language</i> |
| IDE | Infraestructura de datos espaciales |
| IDEAM | Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales |
| IGAC | Instituto Geográfico Agustín Codazzi |
| INVEMAR | Instituto de investigaciones Marinas y Costeras |
| ISO | <i>International Standards Organization</i> |
| KML | <i>Keyhole Markup Language</i> |
| MAVDT | Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial |
| NASA | <i>National Aeronautics and Space Administration</i> |
| NCGIA | <i>National Center for Geographical Information and Analysis</i> |
| NOAA | <i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i> |
| OGC | <i>Open GIS Consortium</i> |
| ODBMS | <i>Object Database Management System.</i> |
| ORDBMS | <i>Object-Relational Database Management System</i> |
| OWS | <i>OGC Web Service</i> |
| SIG | Sistemas de Información Geográfica. |
| SIPEIN | Sistema de Información Pesquera del Invemar |
| SLD | <i>Styled Layer Descriptors</i> |
| SQL | <i>Structured Query Language</i> |
| RDBMS | <i>Relational Database Management System</i> |
| REST | <i>Representational State Transfer</i> |
| UNESCO | <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i> |
| W3C | <i>World Wide Web Consortium</i> |
| WCS | <i>Web Coverage Service</i> |
| WFS | <i>Web Feature Server</i> |
| WMS | <i>Web Map Server</i> |

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), desde sus inicios, han impactado significativamente la forma como se ve, se analiza e se interpreta el mundo real. La facilidad que tiene esta herramienta para analizar problemáticas e información con referencia espacial, sumado a su habilidad para evolucionar con los desarrollos tecnológicos actuales y su capacidad de adaptarse a múltiples tipos de información, ha permitido que ésta vaya ganando espacio en varias disciplinas, incluyendo el área de las ciencias naturales y/o el manejo de recursos pesqueros.

En el tema pesquero, la *Food and Agriculture Organization* (FAO) ha sido una de las principales instituciones de carácter internacional que ha venido reforzando e impulsado la vinculación de los SIG en la generación de información y distribución de información espacial y asociada. Así han generado documentos técnicos, en donde se muestra la importancia de los SIG y como estos pueden vincularse a la administración pesquera y/o fortalecer la actividad pesquera.

El Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina representa una de las principales pesquerías en la región Caribe de Colombia, esta es realizada tanto a nivel artesanal como a nivel industrial, en donde, para el industrial, el principal recurso pesquero es la langosta y para el pescador artesanal son los peces de escamas y el caracol pala. Adicionalmente el Archipiélago en el 2000 fue declarado como Reserva de Biosfera SEAFLOWER por la *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO). Estas condiciones han generado un singular interés tanto en instituciones en Colombia como a nivel internacional, en realizar diferentes tipos de investigaciones y/o recopilación de información tanto en materia ambiental como pesquera.

En la actualidad se desconoce la totalidad de información y/o estudios realizados en esta región, de los cuales la gran mayoría se encuentran almacenados en archivos de diversas instituciones/organizaciones o en algunos casos simplemente en archivos personales de investigadores independientes.

Desde el punto de vista administrativo no es eficiente dado que se desperdicia información importante y necesaria para los procesos de toma de decisiones sobre la evaluación y el estado de los recursos pesqueros en la región, traduciéndose en conceptos

que pudieran no reflejar el estado real de los recursos ambientales en la Reserva de Biosfera.

Gran parte de esta problemática surge a raíz de la falta de una infraestructura de datos espaciales (IDE) para el sector y que no existía la obligación parte de diferentes instituciones y/o organizaciones de cumplir con una norma de interoperabilidad. Sin embargo, desde el 2006, el gobierno colombiano expidió el Decreto 3851, que obliga a los diferentes organismos que conforman la rama ejecutiva del poder público y de los particulares que desempeñan funciones públicas o prestan servicios públicos, a hacer accesibles sus bases de datos de forma estructura y organizada, promoviendo dentro de sus propósitos, el acceso de diferentes instituciones estatales garantizando el buen desempeño de sus funciones (Decreto 3851, 2006).

Como parte de solución a este problema y aprovechando los avances en interoperabilidad de los SIG a través de la red, se plantea mediante este trabajo el diseño e implementación de un visor web geográfico que, en primera medida, permita la distribución y visualización de la información espacial pesquera y asociada. Esta solución tecnológica a medida que se implemente y se administre adecuadamente, podrá proveer a las diferentes instituciones, investigadores, planificadores y/o tomadores de decisiones un acceso libre y oportuno a toda esta información, mejorando el conocimiento base de la región, garantizando un mejor aprovechamiento de la información disponible y la generación de información más fiable precisa y verídica.

El documento es organizado en cinco grandes capítulos: un primer capítulo introductorio, en el cual se encuentra la justificación, los objetivos, antecedentes y alcances de este trabajo. Un segundo capítulo, denominado revisión de literatura, en donde se presentan los aspectos teóricos de los SIG, incluyendo sus orígenes, su uso en el área de los recursos pesqueros y la definición de un geoportal y sus principales componentes.

Un tercer capítulo: Metodología, en el cual se describe en detalle las características de la herramienta a utilizar y el procedimiento paso a paso en la construcción e implementación del visor. Un cuarto capítulo enfocado principalmente en la descripción de cada uno de los principales componentes del visor y las ventajas que supondría su uso. Por último, un quinto capítulo, en donde se detallan las consideraciones finales de este trabajo y algunas

recomendaciones que puedan soportar futuras investigaciones y aportar al mejoramiento continuo del desarrollo de este aplicativo.

1.1 ANTECEDENTES

A lo largo de estos últimos años, tanto en Colombia como a nivel internacional, se ha visto como el interés en implementar servicios espaciales, en especial los geovisores o servidores de mapas, ha ido tomando fuerza. Lo anterior, se debe a la facilidad que tienen los SIG en adaptarse e implementarse en las diferentes áreas de acción y por ser una excelente herramienta para la toma de decisiones. En la Tabla 1, se presenta una revisión detallada de diversas instituciones colombianas que han implementado geovisores, y se encuentran disponibles en la web.

Tabla 1. Instituciones colombianas con implementación de geovisores

| Institución | Dirección Web |
|------------------------------|---|
| INVEMAR | http://siam.INVEMAR.org.co/siam/index.jsp |
| IGAC | http://www.igac.gov.co:10040/wps/portal/igac/raiz/iniciohome/MapasdeColombia/ |
| IDEAM | http://geoapps.ideam.gov.co:8080/geovisor/index.jsf |
| INGEOMINAS | http://www.sgc.gov.co/Geoportal.aspx |
| INSTITUTO HUMBOLDT | http://www.humboldt.org.co/servicios/infraestructura-institucional-de-datos |
| PARQUES NACIONALES NATURALES | http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/servicio-al-ciudadano/servicios-de-informacion/ |

En el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina la pesca es una actividad muy importante debido al valor tradicional, cultural y económico. La pesquería en esta

región de Colombia se caracteriza por la extracción de especies de importancia comercial tanto a nivel local como nacional e internacional (como lo es el caracol pala, la langosta espinosa, las chernas, los pargos y los meros). Debido a la importancia de este recurso natural, se han llevado a cabo investigaciones, evaluaciones y monitoreos, en miras de mejorar el conocimiento del estado del recurso. Estudios y proyectos como los de Santos-Martinez et al. (2003), Forbes et al. (2012) y Rojas et al. (2012) son ejemplo de la información espacial que se dispone para la pesca en el archipiélago. Estos trabajos han sido de gran importancia para la toma de decisiones sobre la determinación del estado de los recursos. Sin embargo, el uso de esta información generada fuese en lo posible más eficiente y efectiva para los administradores o investigadores, si su estado de accesibilidad fuese más ágil y eficiente.

La principal causa que los procesos de implementación de SIG en la Isla de San Andrés se hayan visto estancados y poco eficientes, ha sido porque gran parte de la información espacial pesquera del archipiélago se encuentra archivada en las instituciones generadoras del conocimiento, sin posibilidad de su acceso o distribución en línea. A excepción del Instituto de investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR (ubicado en la Ciudad de Santa Marta) que, a través de un geovisor titulado “Caladeros de pesca”, pone a disposición algunos datos de zonas de pesca para toda Colombia, incluyendo el archipiélago (http://gis.INVEMAR.org.co/anh_caladerospesca/).

Por consiguiente, en el archipiélago no se evidencian proyectos en donde se implemente ningún servicio web que ponga a disposición toda esta información existente y la que a futuro se genere. A pesar de que en el Plan de Desarrollo Departamental en el apartado “Construyendo el Archipiélago de la Ciencia y del Saber” se presente la necesidad de contar con nuevas herramientas de desarrollo tecnológico e innovador del archipiélago, tal es el caso de la implementación de un SIG (Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2012).

1.2 OBJETIVOS Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 General

Evaluar la funcionalidad de un geovisor para visualizar y distribuir datos espaciales del recurso pesquero en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

1.2.2 Específicos

- Determinar que software se puede adaptar a la disponibilidad tecnológica de la gobernación del archipiélago
- Evaluar una plataforma que permita adoptar una herramienta open source para el diseño e implementación del geovisor
- Categorizar la información pesquera disponible del archipiélago

1.2.3 Pregunta de Investigación

La falta de información pesquera y la complejidad para acceder a la misma es un obstáculo para la gestión de los recursos pesqueros del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina realizada por la gobernación departamental. Dada esta problemática surge la pregunta de investigación que guía el desarrollo de la tesis, la cual busca responder **¿En qué medida la implementación de un geovisor permite la visualización y distribución de datos espaciales del recurso pesquero en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina?**

1.3 HIPÓTESIS

La adaptación de un geovisor permite de manera rápida y sencilla visualizar y distribuir la información pesquera disponible en el servidor local de la Gobernación del Archipiélago de San Andrés y Providencia

1.4 JUSTIFICACIÓN

La Gobernación del Archipiélago de San Andrés y Providencia contempla la necesidad de apostarle al desarrollo e implementación de nuevas herramientas de innovación tecnológica que permitan facilitar los procesos y el manejo de la información que se genera a diario en el Archipiélago (Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2012).

De esta manera, se coloca como una de las metas a efectuarse en dicho Plan, el desarrollo e implementación de la herramienta SIG que mejore la disponibilidad y calidad de la información generada, debido a que se evidencia un reducido avance en la implementación de servicios de publicación, distribución y visualización de información espacial en el interior de la gobernación.

La principal causa de este retraso ha sido el desconocimiento de estas herramientas y/o funcionalidades por parte de las instituciones locales, por la poca importancia que se le da o simplemente por los supuestos altos costos que implican su implementación, funcionamiento y mantenimiento.

Lo anterior ha generado que mucha información pesquera de la región (incluyendo la espacial), no sea accesible de forma inmediata, conllevando a gastos de recursos económicos y pérdidas de tiempo, en la generación de información ya existente; o a la presentación de diagnósticos no confiables...

Por consiguiente, la presente investigación considera como prioridad la evaluación de la funcionalidad de una herramienta que permita agrupar la información disponible, garantizar su distribución a través de la red interna de la gobernación del archipiélago, por las principales plataformas tecnológicas (tablets, celulares y computadores) y así poder gestionar y administrar de manera más eficiente la información pesquera espacial en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

1.5 ALCANCE

Se pretende con este trabajo inicialmente el desarrollo de una propuesta de evaluación de un geovisor para la Secretaria de Agricultura y Pesca del departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, el cual tenga como función principal el almacenamiento, administración, publicación y visualización de toda la información espacial existente, relacionada con la actividad pesquera del departamento: Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina los cuales fueron generados principalmente a través de las instituciones locales, y en segundo lugar por instituciones de carácter nacional.

Adicionalmente se proyecta la organización de la información en cuatro grandes grupos:

- Información base (que incluya datos de batimetría, geomorfología, ecología, entre otros).
- Información relacionada con el recurso: langosta.
- Información relacionada con el recurso: peces de escama.
- Información relaciona con el recurso: caracol Pala.

Todo lo anterior garantizando que sea adaptable a la infraestructura tecnológica y física de la gobernación departamental y en lo posible la no generación de costos adicionales para su implementación y funcionamiento.

Finalmente, se espera que el resultado de este estudio sirva como ejemplo a las diferentes instituciones locales, sobre las potencialidades con que cuenta las herramientas SIG para la visualización y distribución de información, y de que la misma forma se incentive aún más el uso de los SIG, procurando generar información de mayor calidad y que éstas (información espacial y/o geográfica) estén disponibles a los diferentes usuarios ayudando a tener un mejor entendimiento de los recursos naturales y pesqueros en el departamento.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 LA PESCA COSTANERA ARTESANAL EN COLOMBIA

Colombia es uno de los pocos países en el mundo que ocupa un lugar destacado en recursos hídricos, además posee una de las mayores diversidades de especies de peces incluso con alto valor comercial, permitiendo un amplio potencial de desarrollo de la actividad pesquera en el país (Esquivel et al. 2014). Además, el desarrollo de las zonas costeras en el país está relacionada con la pesca, siendo la captura artesanal la primera forma de pesca que conoció el hombre (Forbes et al. 2012; Medina et al. 2010; Zapata Padilla, 2019).

Es así como la definición de pesca artesanal debe abordarse bajo un contexto particular, teniendo en cuenta el área de pesca, el capital de inversión, el destino de los productos (local y de autoconsumo), poca cantidad de mano de obra, embarcaciones y artes de pesca. Estos aspectos permitirán clasificar esa pesca artesanal como de subsistencia, tradicional y tecnificada o semindustrial (FAO, 2001).

Específicamente la pesca artesanal en Colombia ha sido una actividad con importancia social, cultural y también económica, pues involucra a toda la familia, la comunidad local y a diferentes personas por todo el país (Zapata Padilla, 2019). Sin embargo, los pescadores artesanales colombianos están siendo afectados por factores externos, como sobrepesca, contaminación ambiental, turismo, entre otros. Además, muchas comunidades de pescadores viven en la marginalidad, analfabetismo, carecen de servicios asistenciales y viven en niveles de vida muy bajos, su ingreso económico es variable y, en general, ellos tienen poco control sobre los precios que les son pagados por el producto (Silva Aristegueta et al. 2010; Pedraza, 2018).

2.2 PESCA ARTESANAL EN EL CARIBE INSULAR

La pesca artesanal es una práctica tradicional de la comunidad local del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, representa el vínculo entre los isleños y el mar, además de representar ingreso de divisas, la generación de empleo transitorio y permanente, y la seguridad alimentaria de la isla (Olmos-Pinzón, 2019), esta última de gran relevancia ya que la producción de alimento por condiciones del suelo y climáticas

es restringida y la mayor parte del alimento es importado del continente y otros países (Secretaría de Agricultura y Pesca, 2014).

Es así, que la producción de la pesquería artesanal representa el 70% del consumo local, se caracteriza por ser una pesquería de oportunidad con diversidad de especies marinas como langosta, caracol pala, pargo, mero, cherna, sierra, jurel, dorado, atún, barracuda, entre otros (Pedraza, 2018). Dada la importancia que tiene la pesca y su dependencia de la buena calidad de los ecosistemas marino-costeros que la soportan, ha tomado gran relevancia la declaración del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina como reserva de biosfera, la declaración fue concebida para integrar la conservación de la biodiversidad, el desarrollo económico y social y el mantenimiento de los valores culturales tradicionales (Sanchez-Jabba, 2012).

La pesca artesanal permite que la practica tradicional continúe manteniendo los valores culturales del pueblo raizal, además del mantenimiento y crecimiento de la economía local. En las islas para esta actividad se emplean métodos típicos y tradicionales con muy poco nivel técnico tales como: La cuerda de halar, atarraya, arpones y hasta lanzas en aguas poco profundas, unas menos utilizadas son las redes ya que pueden causar daño a los arrecifes y corales (Gonzales y Hidalgo, 2013).

En cuanto a las embarcaciones más del 80% cuenta con mecanismos de propulsión (motores fuera de borda o internos), el resto utiliza remo o vela (AUNAP-UNIMAGDALENA, 2014). La actividad del pescador artesanal oscila entre 7 y 8 días mar adentro, consiguiendo una cantidad necesaria de productos para atender a la oferta de pequeños distribuidores que se encargan de realizar la venta directa a restaurantes, supermercados y el resto es para autoconsumo (Gonzales y Hidalgo, 2013).

Actualmente, se encuentran registrados aproximadamente 800 pescadores artesanales que cuentan con 160 embarcaciones la mayoría descubiertas y propulsadas por motores fuera de borda a gasolina (Pedraza, 2018), si bien la pesquería es multiespecífica, en la isla la langosta espinosa es la más importante económicamente por su alta generación de divisas, los niveles altos de extracción generan el agotamiento del recurso (Figura 1) obligando al pescador a desplazarse a otras áreas, con el fin de mantener los niveles de producción, incluso exponiéndose a llegar a áreas fronterizas (Archbold, 2015).

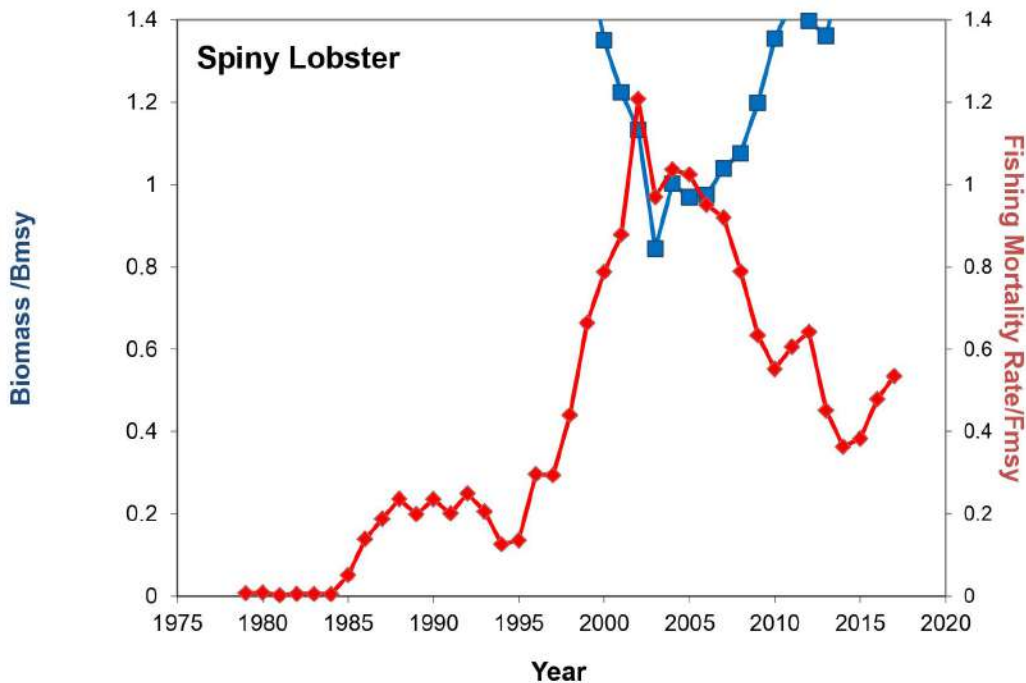


Figura 1 Estado histórico pesquería langosta en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Pomare *et al.* 2019).

Es importante mencionar, que la práctica de pesca artesanal sufrió un cambio negativo y deterioro del estilo de vida de los pescadores artesanales de San Andrés a causa del fallo del 19 de noviembre de 2012 emitido por la Corte Internacional de Justicia, relativo al conflicto territorial y marítimo en el que la pretensión de Nicaragua era extender el límite territorial entre ambas naciones más allá del meridiano 82, por lo que el archipiélago pasaría a formar parte de su territorio debido a que estaba ubicado en su plataforma continental (Robles Castro, 2014).

Finalmente, la Corte falló a favor de Nicaragua, reconociendo un nuevo límite territorial. Pero ratificó la soberanía de Colombia sobre los territorios insulares y sus aguas inmediatas (Robles Castro, 2014; Salas y Tuci, 2020). Con esta reconfiguración territorial, Nicaragua obtuvo el derecho de explotación y exploración de los recursos que se encuentran en estas aguas, lo cual implica consecuencias para los pescadores y habitantes del archipiélago, quienes se vieron afectados en materia de comercio y pesca, generando un considerable declive en la economía de las islas (Archbold, 2015). Los cayos de Quitasueño y Serrana quedaron enclavados y separados en las nuevas aguas territoriales de Nicaragua, siendo estos cayos donde se encuentran los mayores bancos de peces y langostas (Arevalo, 2013).

Los pescadores artesanales temen las medidas que pueda tomar la guarda nicaragüense si los llega a ver cerca de este nuevo límite porque, si anteriormente eran pasados obligados y posteriormente arrestados por supuesta invasión a los límites ahora tienen miedo de estar cerca a este paralelo, aumentando el indicador de pobreza y golpe en la economía de este sector (Barrios Agámez, 2004; Arevalo, 2013; Gonzales y Hidalgo, 2013).

2.3 BASES DE DATOS GEOGRÁFICA

Según el *National Center for Geographical Information and Analysis* (NCGIA) de los Estados Unidos, los SIG están compuestos por hardware y software que permiten realizar procedimientos que permitan resolver problemas de gestión y planificación (Goodchild, 1990; Church et al. 1998). Sin embargo, su principal rasgo es la base de datos geográfica (OEA 1993; Carmona y Monsalve, 2004; López-Lara et al. 1997), la cual asume que la concepción espacial se subdivide en estratos, capas o coberturas que, dependiendo de su organización y presentación pueden servir eficientemente a una o varias aplicaciones, siendo precisamente la que lo diferencia de un sistema de cartografía computacional cuyo producto es meramente gráfico (CEPAL, 2003).

La eficiencia está determinada por los diferentes tipos de datos almacenados en diferentes estructuras (OEA 1993; Carmona y Monsalve, 2004) que permitan ampliar el rango de la información y actualizarla sin requerir la escritura desde cero de los programas conforme se producen nuevos datos (CEPAL, 2003).

El vínculo entre las diferentes estructuras se obtiene mediante el campo clave que contiene el número identificador de los elementos (CEPAL, 2003). Tal número identificador aparece en los atributos gráficos como también en los no gráficos. Los atributos no gráficos son guardados en tablas y manipulados por medio de un sistema manejador de bases de datos. Al iniciar el estudio para diseñar un SIG, debe pensarse que se van a manejar objetos que existen en la realidad, tienen características que los diferencian y guardan ciertas relaciones espaciales que se deben conservar; por lo tanto, no se puede olvidar en ningún caso que se va a desarrollar un modelo de objetos computarizados y relaciones que se encuentran en el mundo real (Barrera et al. 2003; Monsalve, 2017).

En consecuencia, esto permite su aplicación para entender la relación espacial de, e.g. el seguimiento y control de transporte terrestre y marítimo (Church et al. 1998),

administración de pesquerías (De Freitas y Tagliani, 2009), construir redes de diagnóstico distribución espacial de recursos naturales (Ruiz-Luna et al. 2010), identificación de conflictos sociales (Castillo y Baigún, 2020), entre otros.

2.4 SIG Y LAS PESQUERÍAS

El acceso a información espacial actual, completa y confiable es necesario para la toma de decisiones en el manejo integrado de las costas y los océanos (De Freitas y Tagliani, 2009; Haggarty et al. 2016; Cormier et al. 2018; Furlan et al. 2019). Esta necesidad se está cumpliendo mediante el desarrollo de una infraestructura de información espacial marina que abarque tanto las respuestas tecnológicas como las institucionales (Canessa et al. 2007; Aguilera et al. 2011; Furlan et al. 2019).

Una proporción significativa de conjuntos de datos ambientales no es accesible o tiene acceso limitado, por lo que se necesitan más esfuerzos para ponerlos a disposición de los responsables de la toma de decisiones y de los científicos (Aguilera et al. 2011; Myroshnychenko et al. 2015) puesto que, en el caso de las pesquerías pueden comprometer la efectividad de las medidas de gestión, control, seguimiento y vigilancia, especialmente dentro de áreas marinas protegidas (Haggarty et al. 2016; González-Santos et al. 2020).

Han sido casi dos décadas desde que Al Gore difundió el término Tierra Digital para prever el futuro uso de globos terráqueos virtuales como un instrumento para obtener acceso a diversos tipos de conjuntos de datos espaciotemporales compilados, procesados y distribuidos a nivel mundial por diversas organizaciones (Bernard et al. 2013), que aún hoy en día se siguen actualizando y componiendo cada vez más complejos sistemas de navegación y seguimiento en tiempo real en vastos sets de datos que pueden estar al alcance de la mano mediante aplicaciones en smartphones.

El seguimiento y análisis del medio ambiente marino con la ayuda de sistemas de información han sido objeto de intensas investigaciones durante muchos años (Mexicano-Cintora et al. 2009; Ruiz-Luna et al. 2010; Rivera-Julio, 2014; Trifonova et al. 2015; Cormier et al. 2018; Furlan et al. 2019; Castillo y Baigún, 2020). El potencial de la cartografía web, aplicado al modelado ambiental ha sido conocido por más de dos décadas, mientras, el potencial de la integración de las Web GIS con teledetección en línea se comenzó a demostrar la década pasada (Brewer, 2005; Kulawiak y Moszynski,

2012; Xiao, 2018) y recientemente se han presentado grandes avances en la arquitectura de ésta como resultado de los continuos cambios de las tecnologías (Agrawal y Gupta, 2017).

La toma de decisiones para conservar los recursos naturales y proteger la biodiversidad puede mejorar mediante la aplicación de herramientas SIG asociadas con geoportales (Oana et al.2014; Hu, et al. 2015; Jiang et al. 2019), y de esta manera la tecnología de SIG se podría abordar como una herramienta para monitorear los cambios en el hábitat, rastrear las especies de interés comercial para la comunidad local y predecir el uso futuro la tierra y el mar y de los recursos esenciales (Oana et al. 2014; Sutrisno y Suseno, 2017; Anand et al. 2019; Quintero-Angel et al. 2020) para proteger el patrimonio natural y mantener un estado de conservación favorable de la Reserva de Biosfera Seaflower.

El uso de los SIG para cualquier propósito en pesca tardó en materializarse, debido en gran parte a la escasez de datos marinos y lo complejo que es el medio acuático (Aguilar-Manjarrez, 2013). Según Meaden (2009), desde sus inicios el desarrollo de los SIG con aplicaciones en el área marina ha sido en comparación con los SIG terrestres, lento y desigual, siendo que aún en los años 80 no existía aplicación de SIG en esta área. Así, la falta de conectividad entre la planeación espacial marina y la terrestre se han tornado en problemas críticos para el desarrollo de los SIG enfocados en los recursos pesqueros (Aguilar-Manjarrez, 2013; Sutrisno y Suseno, 2017).

Otro factor que ha retrasado el crecimiento de la implementación de los SIG en las pesquerías, principalmente marinas es la estructura organizativa de la pesca en sí, sobretodo la naturaleza fragmentada de las actividades a través de las cuales se desarrolla (Valavanis, 2002; Selvaraj et al. 2009).

La investigación y la gestión de la pesca tienden a ser lideradas por las universidades, autoridades de ordenación pesquera, consultores e instituciones de investigación, los cuales se encuentran dispersos en todo el mundo, a menudo en regiones periféricas costeras; muchas de estas aún no contemplan al SIG como herramienta de gestión o de toma de decisiones, o poseen recursos limitados lo que impide o previene que puedan apoyar este tipo de necesidades, (Selvaraj et al. 2009; Meaden, 2009; Aguilar-Manjarrez, 2013; Meaden et al. 2016; Kale y Acarli, 2018).

No fue hasta los años 90 que las aplicaciones de SIG en las pesquerías empezaron a divulgarse (Tabla 2). Hoy en día se han desarrollado múltiples aplicaciones SIG especializadas en los ambientes marinos o pesquerías, llegando a involucrar Áreas Marinas Protegidas- AMP, comunidades humanas vulnerables y especies comerciales amenazadas o sobreexplotadas; estando este campo en constante expansión (Meaden et al. 2016).

Tabla 2 Ejemplo de primeros estudios en pesquerías utilizando los SIG.

Fuente: Aguilar-Manjarrez (2013)

| Tema | Autores |
|------------------------------------|--|
| Atlas y Mapeo | Selvik <i>et al.</i> (1993); Ostrowski (1994); Ramster (1994); Carocci y Majkowski (1996); Ramos, Sobrino y Jiménez (1996) |
| Mapeos de Hábitat | Gordon (1994); Liebig (1994); Somers y Long (1994); O'Brien-White y Thomason (1995); Rubec (1996); Castillo, Barbieri y Gonzalez (1996); Keleher y Rahel (1996); Long y Skewes (1996); Rogers y Bergersen (1996); Sotheran, Foster-Smith y Davies (1997); Rubec <i>et al.</i> (1998) |
| Mapa de productividad marina | Trathan <i>et al.</i> (1993); Caddy, Refk y Do Chi (1995); Sakurai, <i>et al.</i> (1998) |
| Manejo de Pesquerías | Meaille y Wald (1990); Legault (1992); Meaden (1994); Long, Skewes y Pointer (1994); Jordan, Greenhawk y Smith (1995); Meaden (1996); Al-A'ali y Bakiri (1996); Kemp y Meaden (1996); Smith y Lalwani (1996) |
| Impactos humanos en artes de Pesca | Wood y Ferguson (1995); Irwin y Noble (1996); Porter <i>et al.</i> (1997) |
| Localización de acuicultura | Ali, Ross y Beveridge (1991); Paw <i>et al.</i> (1992); Paw, Robles y Alojado (1993); Ross, Mendoza y Beveridge (1993); AguilarManjarrez y Ross (1994); Aguilar-Manjarrez y Ross (1995a); McGowan, Nealon y Brown (1995); Habbane, El-Sahb y Duboisv (1997). |
| Otros temas | Swartzman, Huang y Kaluzny (1992); Li y Saxena (1993) Kapetsky (2007); Do Chi y Taconet (1994); Taconet (1995); Le Corre (1995); Durand, Loubersac y Masse (1998) |

El uso de SIG para la toma de decisiones y para el desarrollo de políticas está creciendo rápidamente en el manejo de los recursos naturales (Sutrisno y Suseno, 2017; Anand et al. 2019; Nelson y Burnside, 2019). Sin embargo, el uso de SIG y de las herramientas espaciales ha sido limitado en las pesquerías marinas (Isaak y Hubert, 1997; Fisher y Toepfer, 1998; Mexicano-Cintora et al. 2009; Meaden et al. 2016). La lenta aplicación de SIG en las pesquerías marinas se debe parcialmente a las características únicas e inherentes de los recursos pesqueros que hacen difícil su representación y análisis (Close y Brent Hall, 2006; Ruiz-Luna et al. 2010; Perzia et al. 2016).

En Colombia se pueden usar los SIG, los sensores y sus mapas aplicados en muchos problemas relacionados con el desarrollo y manejo pesquero (Cuello y Manjarrés-Martínez, 2015; Manjarrés-Martínez y Cuello, 2019). Esto es una ventaja para mejorar la sostenibilidad de las pesquerías marinas, particularmente en la identificación de nuevas zonas de pesca o de aéreas históricamente explotadas (Medina et al. 2010; Acevedo-Mendivelso et al. 2020). Los mapas de zonas potenciales de pesca pueden usarse tanto para la explotación como para la conservación. La cartografía de hábitats esenciales de pesca es importante para las prioridades en conservación (Selvaraj et al. 2009).

2.5 QUE ES UN GEOPORTAL

Existen diferentes definiciones sobre que es un geoportal, para Honduvilla et al. (2007), es un sitio web que ofrece al usuario, el acceso a una serie de recursos y servicios basados en información geográfica, resolviendo la conexión física y funcional entre los almacenes de datos geográficos y los usuarios de información geográfica. Por otro lado, un geoportal es un punto de acceso vía internet a información geográfica y de acuerdo con los datos que se tengan se define el tipo de geoportal que se quiere desarrollar. Mediante los geoportales se emplea la red para descubrir, acceder y visualizar datos geoespaciales que favorecen la integración, interoperabilidad e intercambio de información entre las diferentes instituciones, ciudadanos y agentes sociales (Mascarell, 2014; Tomic, 2016)

Para la presente investigación un geoportal comprende un portal web que permite la administración, la distribución, el análisis y el establecimiento de información geográfica en un visualizador, de modo que puedan ser compartidos por los usuarios. Además, de organizar contenidos y servicios como: directorios, herramientas de búsqueda,

información del propietario o la comunidad, los recursos de apoyo, datos y aplicaciones. Estas pueden proporcionar capacidades para consultar los registros de metadatos, y enlazarse directamente a con los contenidos en línea (Maguire y Longley, 2005).

Los geoportales pueden clasificarse de acuerdo con dos criterios básicos:

- Por los servicios que prestan, pueden proveer visualizaciones cartográficas o diferentes servicios geográficos dinámicos en línea (Maguire y Longley, 2005; Bauset, 2016).
- De acuerdo con su función, en el sector público, gobiernos regionales y nacionales dedicados a la promoción y divulgación de material cartográfico oficial básico y temático y en el sector privado, que buscan la promoción de algún servicio o producto con fines comerciales y de organizaciones científicas sin fines de lucro que buscan patrocinios para causas específicas, como por ejemplo la *National Aeronautics and Space Administration* (NASA; Mejia et al. 2019).

Las ventajas de un geoportal se pueden resumir en 5 puntos principales: 1. geoposicionamiento, que permite la localización de todos los contenidos sobre un mapa, 2. gestión de contenidos, incorporación de un sistema de publicación y geolocalización de contenidos, 3. sin instalaciones, es accesible haciendo uso de un servidor web del mercado, 4. web services, uso de las últimas tecnologías de interoperabilidad entre sistemas web, 5. experiencia del usuario, es muy orgánico, la navegación es sencilla e intuitiva a través de una interfaz innovadora de mapas (Velentis, 2010; Tapia y Proaño, 2014).

2.6 COMPONENTES DE UN GEOPORTAL

Los geoportales provén a las aplicaciones de distribución GIS, capacidades de búsqueda, creación de mapas, edición y administración de la información espacial. Los tres principales componentes de un geoportal son el portal Web, los servicios web y el manejo de datos o base datos (Tait, 2005; GEOPS, 2020).

2.6.1 Portal Web

De acuerdo con Tait (2005) y Longley et al. (2005), el portal web de un geovisor es desarrollado con herramienta de diseño web estándar, que generalmente está compuesta por dos elementos:

- El marco del sitio web, el cual permite visualizar información secundaria o de apoyo.
- Las herramientas funcionales que permiten el acceso a las funciones SIG como la geocodificación, consulta y visualización de mapas, consultas de metadatos, la creación de mapas, entre otras funciones que tenga disponible el geoportal.

Estas herramientas no integran la funcionalidad que presentan, sino que más bien sirven como aproximación a la funcionalidad que se ejecuta como servicios web geográficos (Tait, 2005; Agrawal y Gupta, 2017).

2.6.2 Los servicios web

Es una aplicación que expone sus funciones a través de una interfaz publicada bien definida que se puede acceder a través de Internet desde otro programa o servicio web, esto permite que funciones aplicaciones y servicios SIG separados (ya sea geográficamente), puedan unirse y crear aplicaciones SIG completos (Longley et al., 2005).

Existen organizaciones como la *Open GIS Consortium* (OGC), la *International Standards Organization* (ISO) o la *Federal Geographic Data Committee* (FGDC) encargadas de establecer los diferentes estándares para los diferentes servicios web, lo cual garantiza la interoperabilidad de las diferentes herramientas SIG sin importar su origen o su capacidad. De las organizaciones antes mencionadas, la OGC es la líder en el desarrollo de estándares el área de los SIG, siendo esta compuesta de varios miembros y/o contribuidores de la academia o de la industria privada a nivel internacional.

Dentro de las iniciativas del OGC se encuentra el *OGC Web Service* (OWS) en el cual se especifica los servicios: Servidor de Mapas Web (WMS), *Web Feature Server* (WFS), *Web Coverage Server* (WCS), los cuales soportan la integración de una variedad de aplicaciones de localización y geo-procesamiento en línea (Tu y Abdelguerfi, 2006; De Freitas y Tagliani, 2009).

2.6.3 Base de Datos (DBMS)

Los sistemas manejadores de base de datos DBMS (por sus siglas en inglés *Data Base Management System*) tienen como objetivo manejar un conjunto de datos y convertirlos en información relevante (Longley et al., 2005; Coronel et al., 2013). Algunas de las ventajas de los DBMS, de acuerdo con Coronel et al. (2013) son:

- Intercambio de datos mejorado, ya que, hace posible que los usuarios finales respondan rápidamente a los cambios en su entorno, al tener mejor acceso a más datos y mejor gestionados
- Seguridad de datos mejorada, proporcionando un marco para una mejor aplicación de las políticas de seguridad y privacidad de los datos.
- Mejor integración de datos, acceso más amplio a datos bien administrados que promueven una visión integrada y clara del panorama general. Incoherencia de datos minimizada, puede ocurrir que existan inconsistencias de datos cuando aparecen diferentes versiones de los mismos en diferentes lugares.
- Acceso a datos mejorado, el DBMS permite producir respuestas rápidas a distintas consultas, a partir de una perspectiva de la base de datos y lo que hace el DBMS es devolver una respuesta (llamada conjunto de resultados de la consulta) a la aplicación.

Por otro lado, las DBMS o sistema manejador de base de datos apoya el uso activo de los datos y el mantenimiento de los mismos, permitiendo el acceso de datos actualizados, así mismo garantiza su actualización y un buen manejo de la información (Bernabé y Gonzalez, 2014; Pacheco, 2019). Se pueden agrupar en 3 clases: La relacional (RDBMS), la de objetos (ODBMS) y la objeto-relacional (ORDBMS), siendo la RDBMS la más ampliamente utilizada (Longley et al., 2005).

El uso de DBMS en los geoportales apoya el uso activo de los datos y el mantenimiento de los mismos, permitiendo el acceso de datos actualizados, así mismo garantiza su actualización y un buen manejo de la información.

2.7 FUNCIONALIDADES DE UN GEOPORTAL

Las funciones principales de un geoportal son la visualización y difusión de información geográfica a través de internet (Tait, 2005; Agrawal y Gupta, 2017), a continuación, se mencionarán algunas de las funciones más relevantes:

2.7.1 Búsqueda

La búsqueda es una de las funcionalidades primordiales en un geoportal. Permite realizar búsquedas en los objetos geográficos directamente o en las bases de metadatos que tiene el portal. Permite buscar ubicaciones exactas, lugares, características especiales o metadatos disponibles (Tait, 2005).

2.7.2 Mapas

El servicio de mapas es considerado como el objetivo central de algunos geoportales y permiten la visualización a detalle de información espacial o en algunos casos generar dicha información. La mayoría de los mapas incluyen desde funcionalidades básicas como lo son: zoom, guardar vista y medición hasta funcionalidades avanzadas como lo es: Crear mapas, adicionar información espacial y realizar análisis espaciales básicos. Aprovechando los servicios de interoperabilidad (OWS), permiten el acceso e integración a múltiples servicios de mapas externos al geoportal (Foody, 2010; Kale y Acarli, 2018).

2.7.3 Publicar

Esta funcionalidad permite la adición, modificación o supresión de la información espacial que presente el portal, esto ayudado de los DBMS, el servicio de mapas o por el uso de software que permita la integración con la base datos espaciales (Tait, 2005).

2.7.4 Administrar

Esta función consiste en la edición y validación de la información publicada, los administradores tienen la capacidad de suprimir ya sea temporal o definitivamente los metadatos y/o datos geográficos presentes en el portal (Tait, 2005; Kennedy, 2013). Esta funcionalidad puede considerarse como una extensión de la función de publicar, pero para los autores es necesaria esta distinción en conceptos.

2.8. COMPARACIÓN DE SOFTWARE PARA GEOPORTALES

Actualmente, existe una multitud de softwares, plataformas y/o suites ya sean *Open Source* o de licencia privativa, los cuales son necesarios para la implementación de un Geovisor, cada uno con funciones específicas (Bernabé y Gonzalez, 2014; Jimenez et al.2014). Debido a la amplia gama de opciones a continuación se profundiza en algunos software y se comparan las características principales que se deben tener en cuenta al implementar un geoservicio (Tabla 3).

2.8.1. Esri Geoportal Server

Esri Geoportal Server, es un software de código libre y abierto que permite el descubrimiento y uso de los recursos geospaciales incluyendo dataset, vector y servicios Web. Este aplicativo soporta de intercambio de información y aplicaciones metadatos basados en estándares internacionales (Figura 2) (Esri, 2019).

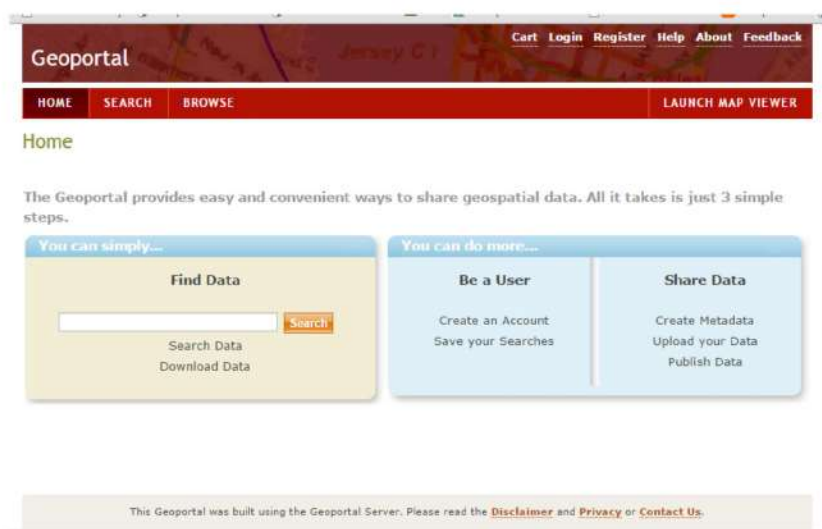


Figura 2. Captura de pantalla de administrador del Esri Geoportal Server (Velentis, 2010)

Dentro de las características, se puede destacar que es compatible con varios estándares internacionales como *ISO*®, *OGC*®, *FGDC*, *INSPIRE* y *W3C* ®. Cuenta con un visor web, que permite la visualización de los datos alojados; se integra fácilmente con todas las soluciones locales u Online de ESRI; permite la integración con otros geoportales o bases de datos, soporta una variedad de servicios para permitir el acceso externo de los datos (*REST*, *GeoRSS*, *OpenSearch*, *CSW*, *ATOM*™, *GeoJSON*, *KML*, y *HTML*) (Esri, 2019)

2.8.2. Cartaro:

Cartaro es una plataforma de cartografía web Open Source que crea geoportales de manera dinámica; los componentes geoespaciales que emplea son PostGIS, GeoServer, GeoWebCache y OpenLayers que contribuyen con la visualización de referencias geográficas, todos estos contenidos son administrados por Drupal al ser uno de sus proyectos estrella (Tapia y Proaño, 2014; GEOPS, 2020). Si bien, la aplicación se integra con Postgis y Geoserver, es importante que estos últimos sean instalados previo a la implementación de este aplicativo (Figura 3).



Figura 3 Captura de pantalla de la versión demo del aplicativo Cartaro (Cartaro, 2012).

Algunas de las ventajas que ofrece este software es que cuenta con almacenamiento de datos espaciales con geometría propia, publicación de datos con mapas integrados, Edición en línea de datos integrados, configuración y edición de los mapas, publicación de datos a través de servicios OGC como lo son WMS y WFS, capacidad de adicionar múltiples extensiones a través del módulo drupal o programación Individual (GEOPS, 2020).

2.8.3. Arcgis Server:

Esta aplicación geográfica cuenta con una licencia privada creada por Esri, cuya función principal es centralizar la información geográfica, además permite compartir datos espaciales ya sea nivel Intranet de una organización (Servidor Local) o permitir acceso

de la información a través de la Internet (Servidor Local, Servidor en la Nube). Una de las grandes ventajas con las que cuenta es que tiene soporte para equipos basados en Linux y Windows (Figura 4) (Kennedy, 2013; Arcgis, 2020; Esri, 2019).



Figura 4 Captura de pantalla del administrador del Arcgis Server. (Arcgis, 2020)

Dentro de sus características principales se encuentran: La integración con bases de datos espaciales relacionales como PostgreSQL, Oracle, Microsoft SQL Server, Microsoft SQL Server Express, and Microsoft SQL Azure. A través de sus extensiones permite la creación y el manejo de servicios web, para crear mapas, análisis espacial, edición de datos, acceso a base de datos y administración de geodatos. Cuenta con la capacidad de publicación de imágenes y/o datos raster, a través de la extensión “ArcGIS *Image Extension for Server*”. Cuenta con una serie de aplicación cliente que permiten realizar una administración rápida y efectiva del aplicativo (Arcgis, 2020; Esri, 2019).

2.8.4. Boundless Suite (OpenGeo Suite)

Boundless Suite es una plataforma geoespacial de código abierto que agrupa los principales componentes para un servicio WEB Mapping, como son la gestión de datos, servicio de mapas y construcción de mapas (Figura 5) (GeoIcon, 2018).

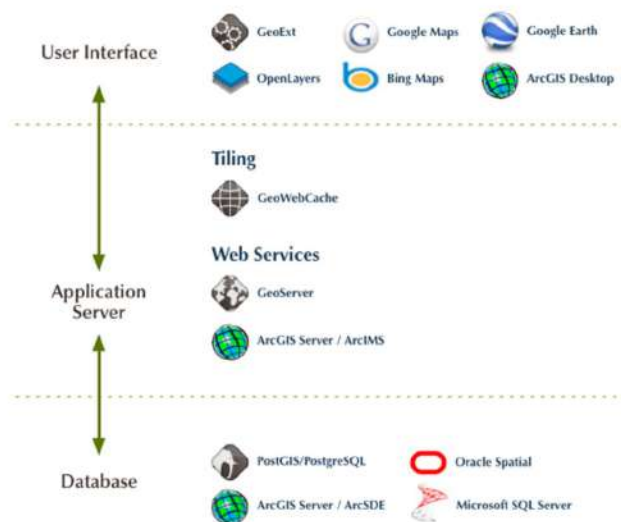


Figura 5. Ilustración de los componentes de la Suite OpenGeo. (GeoIcon, 2018)

Las ventajas de esta suite son gestionar y almacenar bases de datos con la herramienta PostGis; la posibilidad de publicar en una gran variedad de formatos con Geoserver; integración con software de escritorio, como por ejemplo *QGI*; crear interfaces para usuarios flexibles *OpenLayers*; acceder y editar datos mediante estándares abiertos, como: WMS, WFS, WCS, entre otros.

Por otro lado, cuenta con servicios adicionales, que implican un costo extra, pero que pueden llegar a facilitar el uso para los usuarios, algunos de estos servicios son, una versión *Enterprise* (accesible solo mediante pago) la cual cuenta con soporte comercial (incluyendo capacitaciones y correcciones de errores). A esto se le suma un mayor número de extensiones para la sincronización con bases de datos, compatibilidad con unos otros formatos vector (GeoIcon, 2018).

2.8.5. Geonode

GeoNode es una plataforma web para la gestión, administración y publicación de datos geoespaciales, que proporciona un marco de código abierto para implementar un SIG y una IDE (Corti et al. 2019; Buounano et al. 2019; Geonode, 2020). Dentro de su infraestructura incluye proyectos de código abierto estables bajo una interfaz consistente y fácil de usar que permite a usuarios no especializados compartir datos y crear mapas interactivos (Geonode, 2020).

Dado la importancia de la interoperabilidad para la implementación de una IDE, GeoNode se basa en tecnologías que cumplen con los estándares del OGC (Buonanno et al. 2019).



Figura 6. Captura de pantalla de la versión demo del aplicativo Geonode. (Geonode, 2020)

Al Igual que Boundless Suite, GeoNode (Figura 6) proporciona un entorno integrado con los siguientes servicios: Un servidor de base de datos espaciales, un servidor de servicios de datos espaciales (geoserver), un gestor de metadatos, librerías Phyton, herramientas y librerías para el diseño de visores, entre otras.

Esta aplicativo está diseñado para ser una plataforma flexible que los desarrolladores de software puedan ampliar, modificar o integrar, todo con el objetivo de cumplir con los requisitos de sus propias aplicaciones (Geonode, 2020). En la tabla 3 se resumen las principales características que se deben tener en cuenta al implementar un geoservicio.

Tabla 3 Comparación principales características tenidas en cuenta de las varias soluciones para implementar un geoservicio

| CARACTERISTICA | OPENGEO SUITE | CARTARO | ARCGIS SERVER | ESRI GEOPORTAL SERVER | GEONODE |
|--|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--|
| LICENCIA /USO | Gratuito | Gratuito | Pago | Gratuito | Gratuito |
| SOPORTE | SI (solo Version Enterprise) | NO | SI | NO | NO |
| VERSIÓN PARA SER IMPLEMENTADO EN LA NUBE (AMAZON, AZURE) | SI | NO | SI | NO | SI |
| SISTEMA OPERATIVO SOPORTADO | Linux, Mac, Windows | Linux, Mac, Windows | Linux, Windows | Windows | Linux Windows (Prueba) |
| INCLUYE VISOR | SI | SI | SI | SI | SI |
| INCLUYE GESTOR DE BASE DE DATOS | SI | Deber ser instalado anteriormente | Geodatabase | Deber ser instalado anteriormente | SI |
| INTEGRACIÓN CON OTROS SERVICIOS | SI | SI | SI | SI | SI |
| NIVEL DE DIFICULTAD PARA SU IMPLEMENTACIÓN | BAJO | ALTO | BAJO | MEDIANO | MEDIANO |
| ADMINISTRADOR A TRAVÉS DEL NAVEGADOR | SI | SI | SI | SI | SI |
| COSTOS DE OPERACIÓN | BAJO | BAJO | ALTO | BAJO | MEDIO |
| DISPONIBILIDAD DE MANUAL Y/O GUÍAS | ALTO | BAJO | ALTO | BAJO | ALTO |
| SOPORTA ESTÁNDARES OGC | SI | SI | SI | SI | SI |
| REQUERIMIENTOS HARDWARE MÍNIMOS (PARA WINDOWS) | 1Gb Memoria RAM; 1.2 GB disco duro; | No especifica | 2 Gb Memoria RAM; 2.4 GB disco duro; | No especifica | 8 Gb Memoria RAM; 30 GB disco duro; 2.2GHz processor Nucleos |
| PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO Y CERTIFICACIÓN | SI | NO | SI | NO | NO |

Por otro lado, se encuentran los trabajos realizados por Chacón (2014), Fonts-Bartolomé y Pericay (2012) o el de Bećirspahić y Karabegović (2015), los cuales tienen como denominador común los resultados encontrados al implementar un servicio con las necesidades descritas en la presente investigación. La diferencia entre las metodologías de estos autores y las de este estudio radica en el nivel de personalización o los ajustes específicos que se desarrollaron en el proyecto.

Por ejemplo, Chacón (2014), con el uso software Kosmo, creó estilos y archivos de simbología necesarios para cada variable los cuales fueron cargados al visor facilitando los ajustes del visor y mejorando la presentación de los datos. Por su parte, Fonts-Bartolomé y Pericay (2012) profundizaron en la programación del aplicativo agregando nuevos buscadores, traduciendo la interfaz o ajustado el panel inicial del visor, lo anterior con el objetivo de adaptar la suite a las necesidades del proyecto.

3. METODOLOGÍA

Para contestar los objetivos propuestos, como primer paso para la investigación se realizó una búsqueda bibliográfica entorno a visores geográficos y la implementación de los mismos, lo cual permitió realizar una comparación de las diferentes opciones y cual podría adaptarse a las necesidades del presente proyecto. También fue necesario recopilar la mayor cantidad de información pesquera, la cual se solicitó directamente a las instituciones públicas, privadas y académicas con el fin de recolectar la mayor cantidad de datos, luego filtrarlos y estandarizarlos. Posteriormente se identificaron las características de la actividad pesquera en el archipiélago. Lo cual permitió realizar una categorización de la información de acuerdo con lo requerido para la implementación en el geovisor.

Con la búsqueda de información se procedió a investigar sobre los componentes, características y funcionalidades de los geoportales, para luego evaluar la capacidad de las herramientas opensource para el diseño e implementación de un geovisor y comparar los softwares disponibles para geoportales y evaluar el que mejor se adaptaba a las necesidades del proyecto. Finalmente, se realizó una encuesta con actores clave dentro de la gobernación quienes realizaron búsquedas desde la plataforma adaptada en este proyecto. Dada la limitación en la red, se realizó la prueba con 9 funcionarios de la gobernación pertenecientes a la secretaría de las Tics, secretaría de Planeación y secretaría de Agricultura y Pesca.

La figura 7 detalla el proceso metodológico del trabajo de investigación.

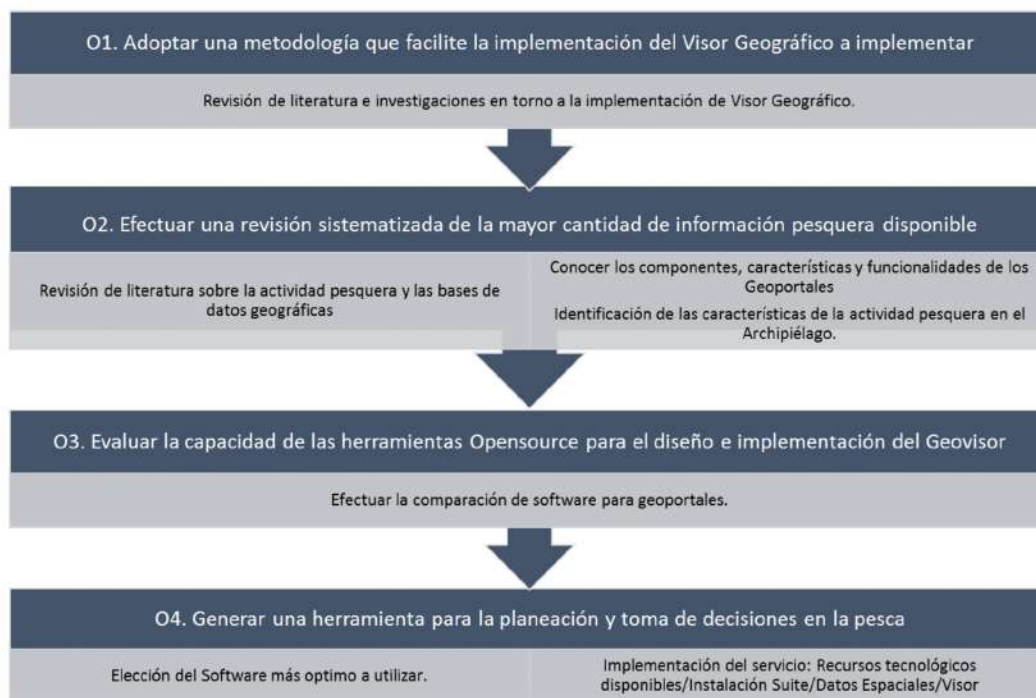


Figura 7. Flujograma metodológico de la investigación.

En las siguientes secciones se detalla cada fase metodológica.

3.1 ZONA DE ESTUDIO

El archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Caribe Insular Colombiano, está comprendido de tres pequeñas islas habitadas: San Andrés, Providencia y Santa Catalina y siete bancos y cayos coralinos (Bolívar, Albuquerque, Quitasueño, Roncador, Serrana y Serranilla) y dos bajos (Alicia y Nuevo). El archipiélago se encuentra ubicado entre 11° 30' y 16° 30' N y 78° 28' y 82° 00' W con una extensión aproximada de 250,000 km² de mar territorial y zona económica exclusiva (Chiquillo et al. 2001; Mow et al. 2003; Prada et al. 2004). El archipiélago fue reconocido por la UNESCO como la Reserva de la Biosfera Seaflower en 2000 y una gran extensión (65.000 km²) del mismo fue declarada el 2005 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) como un área marina protegida de uso múltiple (Figura 8).

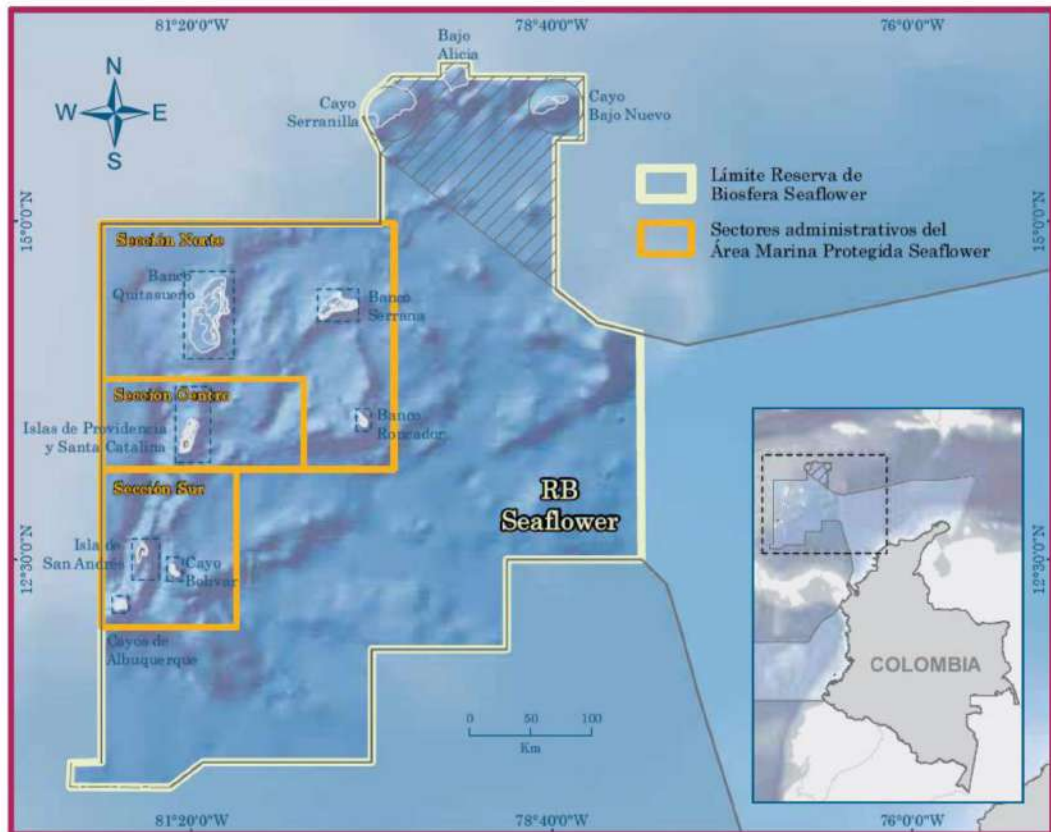


Figura 8. Localización del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA-INVEMAR, 2012)

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA GOBERNACIÓN

La gobernación no cuenta con una unidad (personal y/o oficina) de SIG, en donde el conocimiento y el desarrollo en esta área solo se concentran a la utilización que la oficina de Planeación, Salud y secretaría de Agricultura y Pesca para el desarrollo de sus actividades, por ende, no se cuenta con equipos específicos ni dedicados al desarrollo de los SIG.

A pesar de que dentro del plan de desarrollo departamental se contempla el desarrollo del SIG (Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, 2012), la gobernación no contempla a corto plazo la destinación de recursos específicos para el diseño, y puesta en marcha de un SIG institucional y/o una solución SIG-WEB.

Una de las grandes limitantes que tiene la institución es la velocidad de acceso a la Internet, en donde solo se cuenta con un canal dedicado de 10Mbps para toda la

institución. Esto incluye 13 secretarías (unidades) puestos de salud y unidades descentralizadas.

Teniendo en cuenta lo anterior es importante que el paquete tecnológico que se fuese a utilizar para la implementación del servicio cuente con la capacidad de adaptarse a equipos de tecnológicos con poca capacidad, o en su efecto equipos con diversos servicios implementando, en donde se garantice la estabilidad de cada uno de ellos.

3.3 RECOPIACIÓN DE DATOS

En el archipiélago, a través de instituciones (incluyendo la gobernación departamental) y/o universidades, se ha generado información espacial relacionada con el recurso pesquero, es por ello que en primera medida se realizó una revisión de la documentación almacenada en los archivos digitales de la secretaría de Agricultura y Pesca de la Gobernación (información secundaria).

Gran parte de esta información, en especial de los monitoreos de distribución y abundancia de caracol pala, provienen de monitoreos realizado por funcionarios y o contratistas de la Secretaría de Agricultura y Pesca, a lo largo de los últimos 10 años. También se revisó la información proveniente del sistema de información pesquera (SIPEIN), el cual incluye el histórico de la actividad pesquera del archipiélago.

Posteriormente, se procedió a la recopilación de información primaria y secundaria disponible en otras instituciones. Para ello se consultó con los respectivos directivos de la Universidad Nacional Sede Caribe, el INVEMAR y el de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina-CORALINA; en donde se tuvo acceso a datos de batimetría, geología, ecología y límites del archipiélago del archipiélago.

Los datos adquiridos se agruparon teniendo en cuenta el recurso a que este se asocia siendo estos: caracol pala, langosta espinosa, pesca blanca e información general.

Finalmente, se realizó una revisión de los datos disponibles en los diferentes servicios geográficos en línea del INVEMAR (Geovisores, geoportales), en donde se relacionaron los datos que pudiesen ser vinculados al visor pesquero que se diseñe.

3.4. SOFTWARE UTILIZADO

Para el desarrollo de esta plataforma se seleccionó la herramienta *Boundless Suite (OpenGeo Suite)*. Lo que hace especial este aplicativo de los comparados en la revisión de literatura, es la integración de sus componentes en un solo espacio, facilitando la administración de los servicios, y garantizando la excelente interacción entre ellos (Anexo 1). Otro factor importante en la elección de los requerimientos mínimos para su implementación, siendo esta, en comparación a Geonode, la que menos recursos en hardware requiriere. Adicional a esto Opengeo Suite cuenta con una gran cantidad de documentación que apoya su implementación y mantenimiento.

3.4.1. Componentes

Opengeo Suite cuenta con varios componentes cada uno de código abierto y con funciones específicas a continuación se detallan las principales:

3.4.2 PostGIS

PostGIS es el componente (software) encargado de dar soporte para objetos geográficos al DBMS PostgreSQL (Bandyophadyay et al., 2012; Reyes, 2013).

Según Boundless (2014a) dentro de algunas de las características del *PostGis* se encuentran: El apoyo a las actividades espaciales comunes y avanzadas, renderización e importación de formatos de datos vectoriales como Shapefiles KML, GML, GeoJSON, Geohash y WKT utilizando SQL; renderización e importadores de formatos de datos raster como GeoTIFF, PNG, JPG, NetCDF. Soporte de objeto 3D índice espacial; topología de red de apoyo. Esta herramienta cuenta con una línea de comandos y herramientas gráficas para la gestión flexible y rápida (Anexo 3).

PostGIS es un software libre, liberado bajo la *GNU General Public License*, sigue la *Open Geospatial Consortium* ("*Simple Features for SQL Specification*") y ha sido certificado como compatible con el perfil "Tipos y Funciones" (Postgis, 2014; Boundless, 2014b).

3.4.3 Geoserver

GeoServer es una aplicación web basada en java para la gestión, el almacenamiento y la presentación de los datos geoespaciales en internet. GeoServer tiene una interfaz web de usuario que permite la búsqueda, la presentación y la descarga de mapas y datos geoespaciales provenientes de una base de datos. La utilidad principal de la GeoServer es como una aplicación de nivel intermedio que conecta la base de datos con los servicios de visualización y/o distribución (Delipetrev et al., 2014).

Dentro de los beneficios de esta herramienta se encuentran: Soporte para muchos formatos de datos de back-end (ArcSDE, Oracle Spatial, DB2, Microsoft SQL Server, Shapefile, GeoTIFF, y muchos más); soporte de múltiples formatos de salida (Esri Shapefiles, KML, GML, GeoJSON, PNG, JPEG, TIFF, SVG, PDF, GeoRSS); interfaz de administración Web con todas las características y API REST para una fácil configuración; subsistema de seguridad configurable basada en funciones sobre la base de la aplicación Java J2EE Spring Security, Tomcat, JBoss, y otros

La versión de Geoserver que se encuentra en esta suite (Anexo 2) incluye los siguientes estándares de accesos implementados: OGC WMS; OGC WFS; OGC *Styled Layer Descriptores* (SLD); Especificaciones del filtro OGC; OGC KML ;OGC *Geographic Markup Language* (GML) (Boundless 2014a; Figura 9).



Figura 9. Servicios que dispone la Herramienta Geoserver,

3.4.4 Geoexplorer

GeoExplorer es una aplicación web, basada en el *framework GeoExt*, cuya finalidad es componer y publicar mapas. Permite componer rápidamente mapas con datos provenientes de GeoServer o cualquier OGC WMS, los cuales se pueden integrar con mapas alojados, en *Google Maps* y *OpenStreetMap*.

3.4.5 Openlayers

OpenLayers es una biblioteca de JavaScript de código abierto utilizado para crear aplicaciones de mapas web Interactivas que se pueden leer desde cualquier navegador (Hazzard, 2011).

De acuerdo con Boundless (2014a), algunas de las características especiales de *Openlayers* son: Superposición de múltiples capas de mapas compatibles con los estándares en una sola aplicación, cuenta con soporte vectorial para OGC WFS, KML, GeoJSON, GML, permite la edición basada en la web, permite la integración con herramientas a base de Java Script incluyendo jQuery, AngularJS, Ext, y por último cuenta con un soporte a múltiples proyecciones cartográficas.

3.4.6 Geo Web Cache

Geo Web Cache es una aplicación Web basada en Java utilizada para asignar caché a los Tiles de mapas procedentes de una variedad de fuentes tales como OGC Web Map Server (WMS). Implementa varias interfaces de servicios (tales como WMS-C, WMTS, TMS, Google Maps KML, Virtual Earth) con el fin de acelerar y optimizar el mapa de imagen entrega. También puede recombinar fichas para trabajar con los clientes regulares de WMS (Boundless, 2014a).

3.4.7 Geoext

Según Fonts-Bartolomé y Pericay (2012), Geoext es una librería Java Script utilizada para la creación de aplicaciones de mapas en la web; esta herramienta es la unión de OpenLayers y ExtJS. Geoext provee una serie de herramientas que permiten la fácil

creación de aplicaciones que permitan la visualización y edición de información geoespacial (Reyes, 2013).

3.5 IMPLEMENTACIÓN DEL SERVICIO

3.5.1 Recursos Tecnológicos disponibles

Para el desarrollo de este proyecto el Grupo de sistema de la Gobernación Departamental, puso a disposición un servidor virtual configurado de la forma presentada en la tabla 4.

Tabla 4. Configuración Hardware servidor Virtual

| Ítem | Descripción |
|--------------------|-----------------------------|
| Sistema Operativo | Windows server 2008 64 Bits |
| Procesador | Intel Xeon Cuad-Core |
| Memoria RAM | 4 Gb |
| Espacio Disco duro | 60 Gb |

Este servidor virtual se encuentra alojado en un servidor en Rack del fabricante Dell.

3.5.2 Datos espaciales

Previa a la subida de los datos al gestor de base de datos, se realizó una revisión, depuración y organización de los shapfiles, tablas y/o archivos rasters disponibles. En este proceso se procuró que todos los datos tuvieran el mismo sistema de coordenadas. Teniendo en cuenta que la mayoría de esta información viene de investigaciones de cooperación internacional, se estableció que fuese el WGS 84.

Ya con los datos ordenados y ajustados se procedió a la migración de estos al gestor de base de datos “Postgre”, a través del Software “Qgis”. Previamente a la migración de los datos, se creó un nuevo servidor dentro del gestor de base de datos en donde se alojarán las bases de datos que alimentarán el geovisor (Figuras 10 y 11).

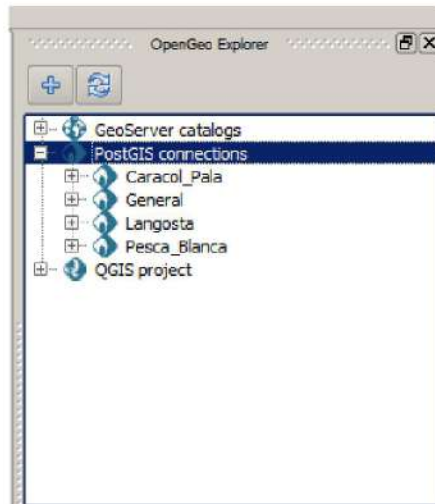


Figura 10 Vista organización Base de Datos utilizando Qgist

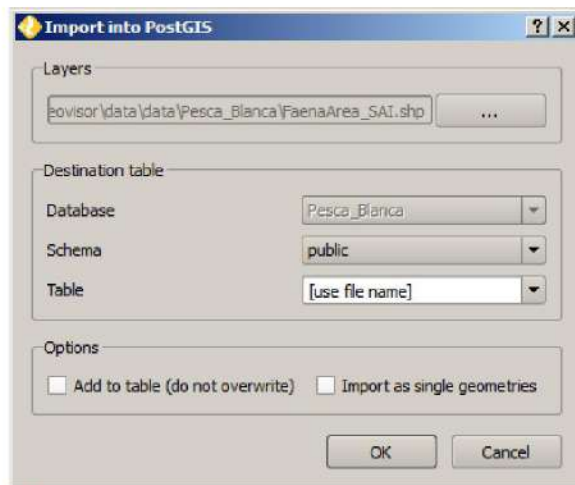


Figura 11 Migración de los Shapes a la Base de datos utilizando Qgis

Los datos se organizaron en cuatro diferentes bases de datos teniendo en cuenta el tipo de recurso pesquero a la que representa: caracol pala, langosta espinosa, pesca blanca e información general (Tabla 5.)

Tabla 5 Lista de Shapes/tablas subidas al sistema

| Base de datos | Nombre Shapes | Descripcion | Origen de los datos |
|-------------------|---|--|--|
| Caracol Pala | C_Albur_2007, C_Bol_2007, C_Prov_2007, C_Quita_2007, C_Ron_2007, C_Serrana_2007 | Datos de densidad y abundancia de Caracol Pala (<i>Strombus gigas</i>) para el años 2007 | Castro et al. 2008 |
| | C_Albur_2010, C_Bol_2010, C_Sai_2010 | Datos de densidad y abundancia de Caracol Pala (<i>Strombus gigas</i>) para el año 2010 | Forbes et al. 2012. |
| | C_Quita_2011, C_Ron_2011, C_Serrana_2011 | Datos de densidad y abundancia de Caracol Pala (<i>Strombus gigas</i>) para el año 2011 | Castro et al., 2011 |
| | C_Serrana_2016 | Datos de densidad y abundancia de Caracol Pala (<i>Strombus gigas</i>) para el año 2016 | Forbes-Pacheco et al (2016) |
| | C_Serrana_2018 | Datos de densidad y abundancia de Caracol Pala (<i>Strombus gigas</i>) para el año 2018 | Azcarate y Rojas-Archbold (2018) |
| | C_Providencia 2019 | Datos de densidad y abundancia de Caracol Pala (<i>Strombus gigas</i>) para el año 2019 | Azcarate y Rojas-Archbold (2019) |
| Langosta Espinosa | Lances_Lang_Jar | Datos de lance y Numero de Langosta captura en Faenas de Pesca | Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (2014) |
| Pesca Blanca | Bancos_de_Pesca_Sur | Zonificación de las Zonas de Pesca Artesanal en el Área Sur del Área Marina Protegida | Castro, 2005 |
| | CPUEKGP_SAI, CapT_SAI, NoFaenaArea_SAI | Datos de Captura por Unidad de Esfuerzo, Captura total y números de Faenas según la Zona de pesca Artesanal | Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (2014) |
| | Lances_Tiburones | Distribución de las zonas de pesca de Tiburón en el Zona Norte del Área Marina Protegida | Ballesteros, (2007) |
| General | Bat_Cayos, Geo_arch, Limites_Colomba; Batimetria_General | Datos de Batimetría, Geomorfología de las principales Islas Cayos del Archipiélago de San Andrés, providencia y Santa Catalina. Limites Departamento Archipiélago | Díaz et al. 2000. |

3.5.3 Visor

Boundless Suite cuenta con un visor demo pre-configurado el cual recibe el nombre de “Geoexplorer”. Este visor permite configurar, editar y publicar mapas sin ningún tipo de conocimiento en programación (Figura 12). Sin embargo no permite la adición de nuevos componentes o la organización del visor según las necesidades o los requerimientos del usuario, es por esto que para este geovisor se decide crear un nuevo visor utilizando el componente “Boundless SDK” que viene incluido en la Suite, en el capítulo anexos se detalla el proceso de construcción y configuración del visor.

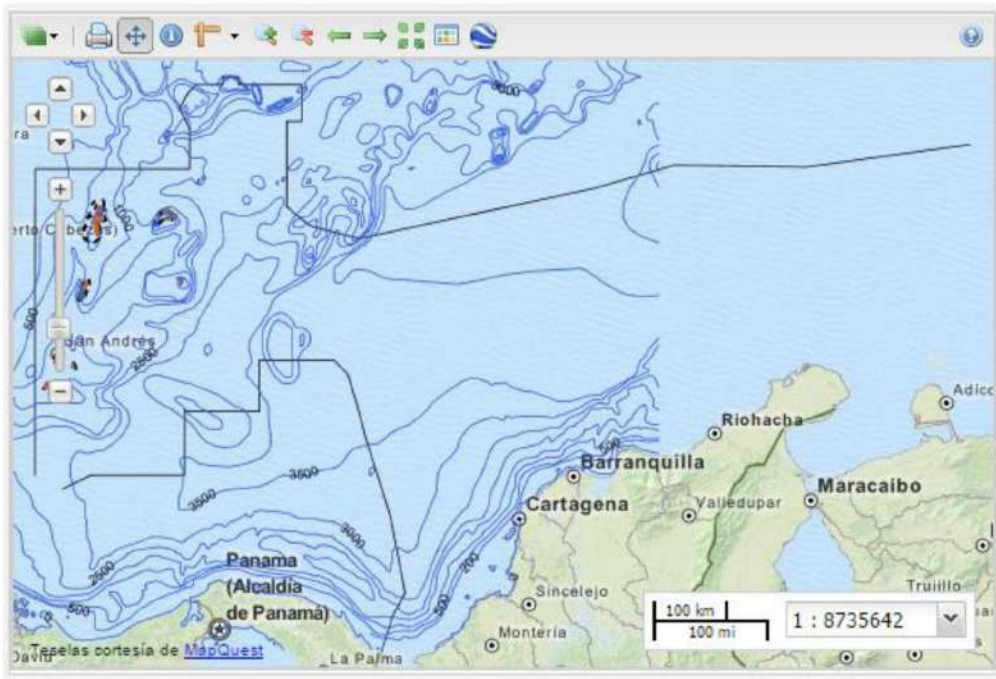


Figura 12 Viewer Geoexplorer

4. RESULTADOS

Como resultado se obtiene un visor geográfico que permite el acceso a la información pesquera espacial desde diferentes equipos de cómputos. Lamentablemente solo se logra el acceso mediante la red interna de la Gobernación de San Andrés Islas (INTRANET) dado las limitaciones que presenta en materia de conectividad la institución departamental, para que esté disponible a los usuarios externos.



Figura 13 Captura de pantalla del visor pesquero implementado

Puede ser visualizado desde cualquier computador o equipo conectado a la red Interna (ya sea red WAN o WIFI) de la Gobernación departamental a través del siguiente enlace:

<http://192.168.1.11:8030/Visor.html>

Como se puede apreciar en la Figura 13, al ingresar al aplicativo se despliegan todos los datos disponibles en el servicio agrupados según la clasificación de la base de datos (general, pesca blanca, langosta y caracol pala).

Este visor consta con una serie de herramientas básicas que facilitan al usuario la visualización y descripción de la información disponible en este servicio. A continuación, se detallan cada una de ellas.

- **Extensión Total**

Al hacer clic en esta opción el mapa se amplía automáticamente a una extensión que permite ver todos los Layer activos en el mapa (Figura 14).



Figura 14 Botón Extensión total

- **Acercar/Alejar**

Estas herramientas de zoom permiten acercar o alejar el área del mapa que observa, teniendo como base el centro del mapa (Figura 15).



Figura 15 Boton Acercar/Alejar

- **Historial de Vista**

Permite pasar o regresar a un nivel de zoom, escala o área previamente visualizada (Figura 16).



Figura 16 Boton Extencion Historial Vista

- **Consulta de elementos**

Esta herramienta permite que al seleccionar un dato geográfico se habrá una ventana emergente que muestre en modo de tabla los diferentes atributos del ítem seleccionado o del layer en general (Figura 17 y 18).



Figura 17 Boton Informacion

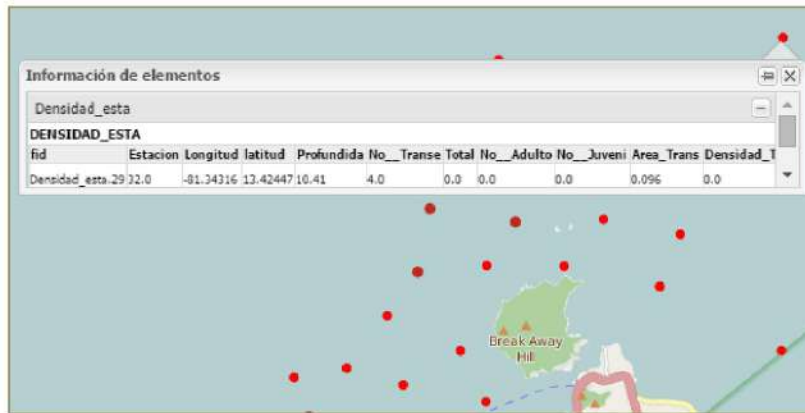


Figura 18 Captura pantalla herramienta: “Consulta Elementos”.

▪ **Herramienta de Medición**

Permite realizar mediciones de distancia entre dos puntos (línea) o realizar mediciones para determinar área (Figura 19 y 20).



Figura 19 Herramienta de medición

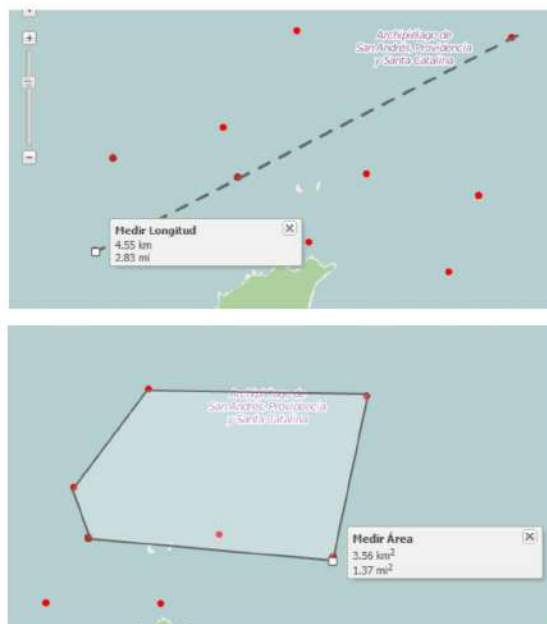


Figura 20 Captura pantalla herramienta “Consulta Elementos”.

- **Herramienta de Imprimir**

Esta herramienta permite crear y guardar un PDF con la visualización actual. Al oprimir este botón se abrirá una ventana emergente que permite pre-visualizar el mapa, agregarle un título y una descripción, seleccionar el tamaño del papel, la resolución y ajustar la escala y área a imprimir (Figura 21 y Figura 22).



Figura 21 Herramienta de imprimir

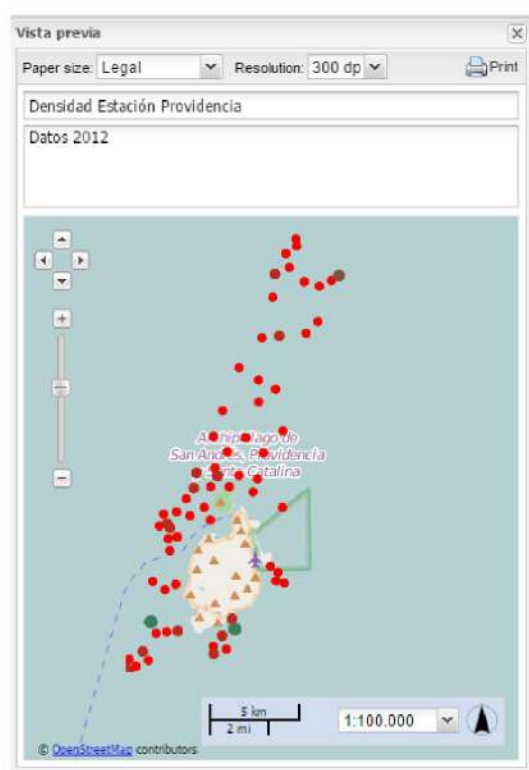


Figura 22 Captura Pantalla Herramienta Imprimir

- **Herramienta de Compartir Visor**

Esta herramienta permite compartir el visor mediante la generación de un código HTML que puede ser agregado a una página web (Figura 23 y 24).



Figura 23 Herramienta de compartir visor



Figura 24 Pantallazo herramienta compartir

- **Herramienta de Agregar o eliminar Layers**

Esta herramienta permite agregar capas adicionales ya sea alojadas en el servidor local, las capas base de Google o capas desde servicios WMS externos, como por ejemplo el del INVEMAR. (Figura 25 y 26).



Figura 25 Herramienta de Agregar o Eliminar Layer

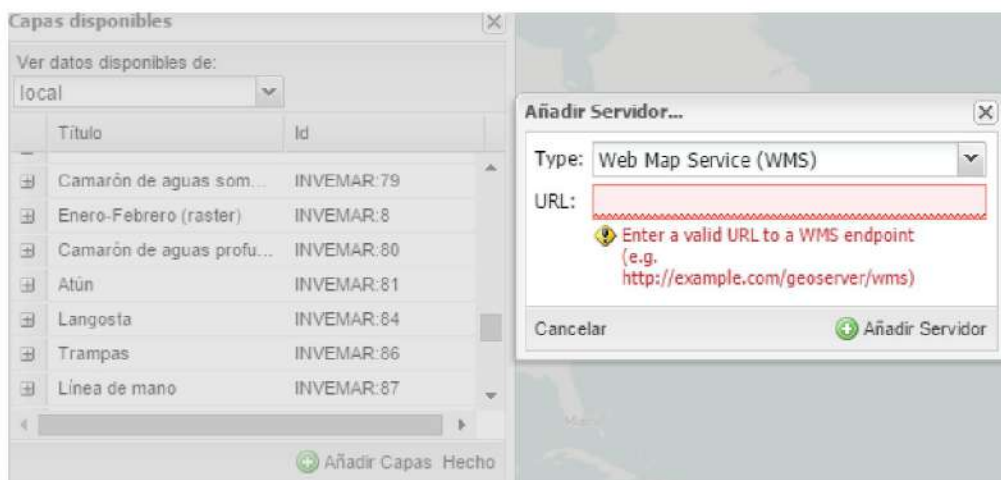


Figura 26 Captura pantalla herramienta “Adicionar Layers”

- **Configuración Layers**

Permite configurar la visualización de la capa, cambiar de nombre o agregar una transparencia (Anexo 4). Adicionalmente permite seleccionar diferentes tipos de estilos de visualización asociados a la capa, lo cual, para el caso de los datos de distribución y

abundancia del Caracol Pala, permite visualizar ya sea las densidades de adultos, juveniles o total (Figura 27 y 28).



Figura 27 Herramienta de Configurar Layer

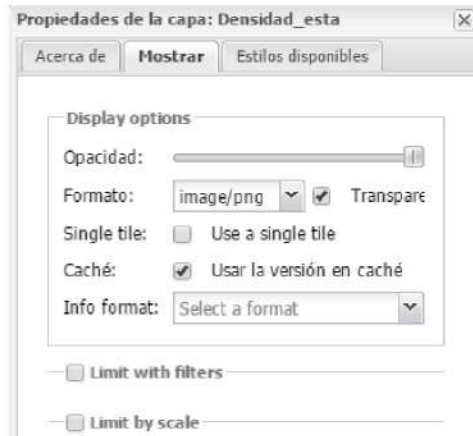


Figura 28 Pantallazo de la Herramienta Configuración Layers

▪ Zoom a Layer

Al seleccionar una capa y oprimir este botón el mapa se ajusta automáticamente a la extensión de la capa; el mapa se ajusta al centroide de la capa (Figura 29).



Figura 29 Herramienta de Zoom a Layer

- **Dashboard**

Otros servicios que se pueden acceder desde cualquier navegador web es el dashboard del aplicativo Opeengeo Suite, a través del siguiente enlace:

<http://192.168.1.11:8040/dashboard>

El dashboard brinda acceso directo a los componentes Geoserver, Geowebcahe y el demo de geoexplorer, permitiendo la configuración y administración de los servicios desde cualquier computador (Anexo 5 y 6) y según el tipo de usuario crear mapas o editar los datos disponibles tanto en el gestor de servicios web como en la base de datos Postgis.

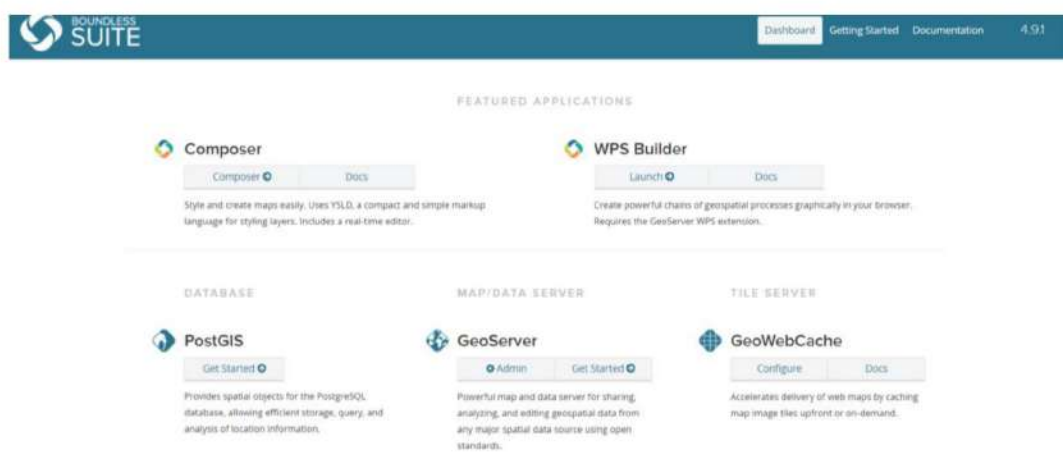


Figura 30 Captura de pantalla del dashboard de Opeengeo Suite.

Adicionalmente en este dashboard se encuentra en manuales y documentación para el uso y configuración de las diferentes herramientas disponibles en este aplicativo (Figura 30).

En cuanto al resultado de las encuestas (Anexo 7), se realizaron 9 a los actores clave de la gobernación entre ellos: la coordinadora general y la profesional encargada de control de servicios en red de la secretaría de las TICs, dos profesionales de la secretaría de planeación y profesionales de la secretaría de Agricultura y Pesca, entre los que se encuentran tres biólogos marinos, un ingeniero industrial y el secretario de agricultura y pesca.

La primera pregunta fue sobre que dispositivo se usó para acceder al geovisor, en el momento en el que se aplicó la encuesta la gobernación había adquirido tabletas haciendo

posible que se accediera por las tres opciones (celular, computador, tableta), todos los encuestados pudieron acceder mediante la red WAN de la gobernación sin problema. La segunda pregunta fue acerca del tipo de información que se consultó, encontrando que los cinco profesionales que trabajan en la secretaría de agricultura y pesca y las dos profesionales de la secretaria de TICs consultaron todas las opciones (pesquerías, zonificación, capturas, estaciones de monitoreo y batimetría). Las dos profesionales de la secretaria de planeación centraron su búsqueda en la zonificación y en las estaciones de monitoreo.

La siguiente pregunta fue sobre la facilidad para acceder al geovisor y realizar una búsqueda. Los nueve encuestados encontraron “fácil” el acceso, pero los comentarios que dejaron fueron que es necesario realizar una guía con las instrucciones a seguir, porque no siempre se va a tener personal que responda las preguntas al momento de realizar consultas. Por otro lado, señalaron que es necesario ampliar la red de acceso, ya que, se está limitado a la red de la gobernación.

Por último, se preguntó acerca de la conveniencia de la implementación de este tipo de herramientas para la gobernación, todos los profesionales indicaron que era conveniente, ya que facilita la visualización y búsqueda de la información que está disponible, como funcionarios de la entidad todos tienen esos problemas. Las funcionarias de la secretaria de planeación y de TICs propusieron extender la propuesta para información catastral y turística en las islas. El secretario de agricultura y pesca propuso que se extendiera la propuesta para seguimiento y desarrollo de proceso agropecuarios. Y los biólogos marinos vieron necesario ampliar la búsqueda de información para el Gran Caribe.

5. DISCUSIÓN

La implementación del servicio fue fácil y rápida, el paquete *Opengeo Suite* se adaptó fácilmente a la capacidad tecnológica existente (hardware y software), sin sacrificar los servicios existentes en el servidor ni incurriendo en gastos adicionales para su puesta en marcha. La gran ventaja de esta suite radica en la buena integración entre sus componentes en un mismo sitio, lo que facilita y agiliza la implementación de servicios SIG-WEB. A esto se le suma la gran cantidad de información de soporte disponible para este aplicativo lo cual facilita su manejo y aprovechamiento.

La implementación y uso de este tipo de aplicativos para la gobernación del departamento se traduce en un enorme avance en la incursión a los SIG en esta región de Colombia, siendo este el primer desarrollo implementado para las islas.

Varias instituciones locales cuentan con una oficina de SIG, a la fecha de la elaboración de este trabajo, ninguna cuenta con una plataforma para la distribución de datos espaciales o para su visualización de forma remota, esto pese a que generan a través de proyectos interinstitucionales información ambiental y/o social importante para el conocimiento general o indispensable para la gestión del departamento. Como se mencionó en capítulos anteriores parte del retraso en la implementación de estos tipos de servicios es el desconocimiento de diferentes alternativas económicas y/o gratuitas que existen en la actualidad, dado que la gran mayoría de los expertos en SIG son entrenados utilizando soluciones pagas como lo son el paquete de productos de la marca ESRI.

Con este visor pesquero ahora los manejadores de este recurso ambiental contarán con una nueva herramienta de acceso a la información de manera rápida y sencilla, siendo el principal beneficio que no se es necesario tener grandes conocimientos en herramientas SIG para su uso. El visor cuenta con la capacidad de adaptarse a múltiples plataformas, permitiendo que pueda ser consultado desde diversos tipos de equipos incluyendo: celulares, tablets, y equipos MAC. Esta característica elimina la restricción por plataforma y garantiza el acceso a diferentes tipos de usuarios y facilita su acceso y consulta en todo momento.

A medida que se vayan solucionado los impases con la disponibilidad conectividad a internet, el visor podrá ser utilizado por diferentes entidades y/o usuarios de forma remota,

permitiendo así una mejor divulgación y un mejor aprovechamiento de la información disponible, en especial para universidades y/o instituciones de investigación en donde esta información permite focalizar y/o establecer los estudios que a futuro se quieran generar en esta región.

Solo con los datos alojados en el servicio implementado, cualquier usuario (incluyendo un pescador) podrá ingresar y examinar el histórico de evaluaciones de caracol pala en los principales bancos y/o cayos del archipiélago en un solo lugar (Figura 31 y 32).

Esto resulta una gran ventaja, ya que, anteriormente para conocer el histórico del estado del recurso se debían consultar diferentes informes técnicos y/o artículos, los cuales en su mayoría no se encuentran disponibles online y la versión impresa se encuentra a blanco y negro lo cual dificulta su interpretación, además cada autor representaba los datos de forma diferente (coloración, rangos, leyendas) traduciéndose en mayor tiempo necesario para la interpretación de cada uno de las estudios y mayor dificultad para entender el patrón de comportamiento del recurso.

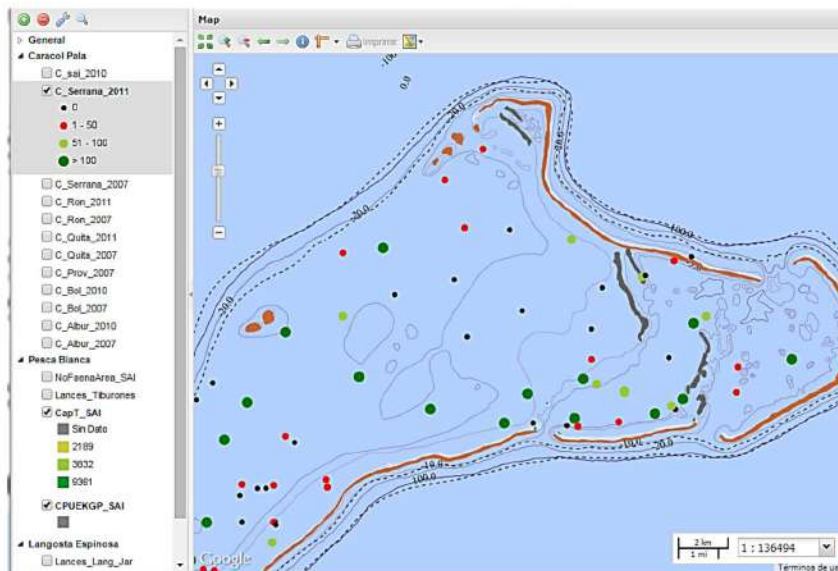


Figura 31 Datos de distribución y abundancia del caracol pala en el cayo Serrana Año 2011

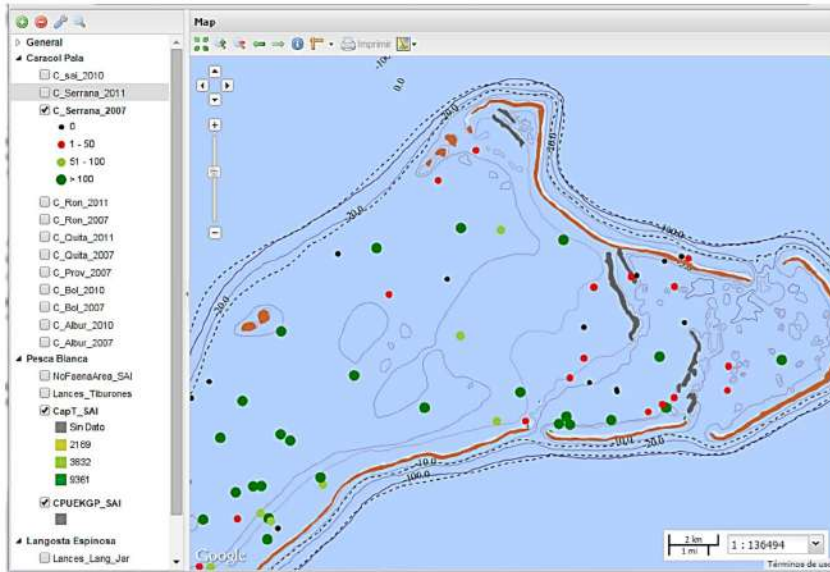


Figura 32 Datos de distribución y abundancia del caracol pala en el cayo Serrana Año 2007.

Al igual que con los datos históricos del recurso caracol pala, el usuario podrá consultar los principales sitios de pesca artesanal, sus valores de captura total y valores de captura por unidad de esfuerzo CPUE (KG/bote/Día) a lo largo de los últimos 10 Años (Figura 33 y 34) información que solamente se podría consultar a través de tablas y/o reportes escritos. Ahora se tiene acceso a información de manera inmediata y con la posibilidad de realizar comparación espacial, permitiendo a futuro poder formular recomendaciones de manejo o limitación de esfuerzo pesquero de acuerdo con la zona de pesca.

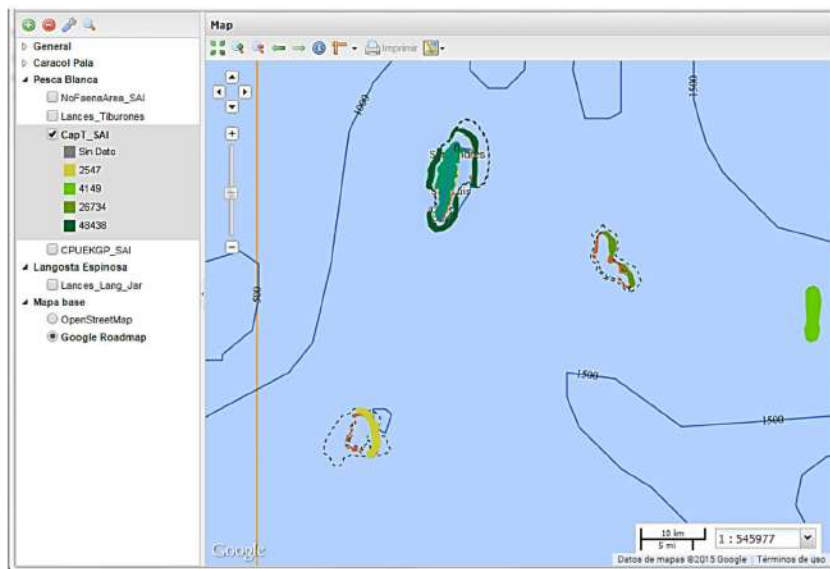


Figura 33 Estimación de captura total de pesca blanca, las principales zonas de pesca del Área Sur del AMP para el año 2013.

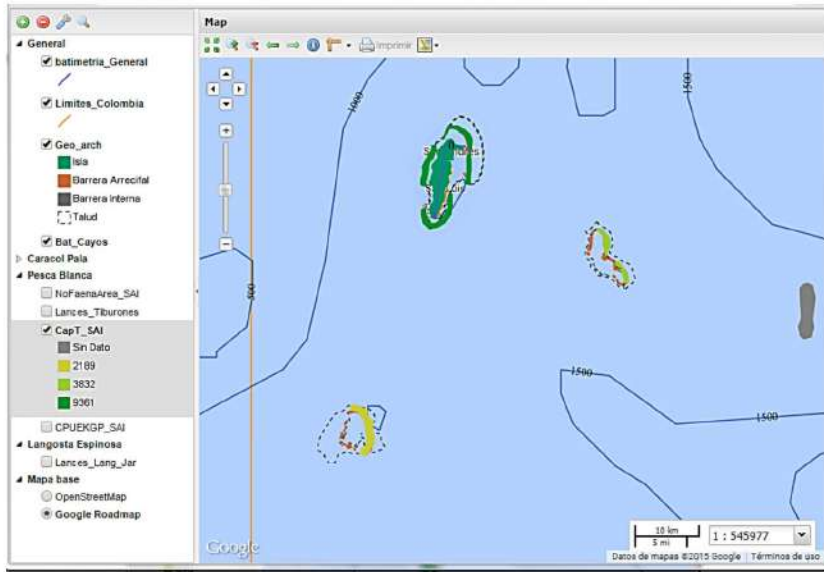


Figura 34 Estimación de captura total de pesca blanca, las principales zonas de Pesca del Área Sur del AMP para el año 2014.

Toda esta infraestructura permite que otra de las ventajas resultantes de la implementación de este visor, se traduzcan en la inclusión de nuevos datos a medida que depuren y se organicen los existentes y/o se generen nuevos datos.

Información como la evaluación socioeconómica de los pescadores artesanales en el archipiélago, en donde esta herramienta permitirá visualizar de manera dinámica, la distribución espacial de esta población permitiendo identificar ubicaciones de los principales puertos de desembarque, y su relación con los principales comercializadores de productos pesquero o sus lugares de residencia o simplemente visualizar los sectores con mayor ingreso o con mayor número de pescadores.

También la inclusión de toda la información que se recopile a través del programa de monitoreo de observadores ambientales y pesqueros “Seawatcher” de la secretaria de Agricultura y Pesca, en donde investigadores y manejadores del recurso podrán tener acceso a datos de la actividad pesquera Industrial del Departamento, como lo son zonas de pesca, rutas de navegación o las principales especies capturadas por área de pesca, apoyando significativamente el análisis del comportamiento de la pesquería a través de información fiable y de primera mano.

Toda la información de puntos de avistamientos de tiburón y mapas de dispersión rayas en donde, ayudado con la corporación ambiental del departamento, se identifiquen y

establezcan zonas de no pesca o zonas de uso restrictivo, está ayudando a la disminución de la probabilidad de captura de este grupo de especie o evitar a futuro posibles incidentes con actividades de buceo recreativo.

También se podrá incluir toda la información relacionada con especies invasoras como lo son el Pez León, en donde se incluyan datos como: históricos de evaluación de densidades, las estaciones permanentes de monitoreo o zonas de nuevos avistamientos. Al tener toda esta información en este servicio, los investigadores podrán realizar seguimiento del comportamiento de esta especie, en donde podrán establecer medidas de manejos por zonas o concentrar las jornadas de caza en ciertos puntos estratégicos con la finalidad de controlar el crecimiento de la población de esta especie.

Al implementar este visor, la gobernación departamental ahora cuenta con dos nuevos servicios, que, si bien son necesarios para el que funcione el visor, estos no necesitan estrictamente del visor para su uso o su aprovechamiento, estos son: el gestor de base de datos espaciales (Postgis) y el gestor de protocolos (Geoserver). Estas dos herramientas permitirán: archivar, organizar, gestionar y difundir adecuadamente toda la información espacial nueva que se genere, mejorando significativamente la disposición de información disponible de los recursos pesqueros.

Por otra parte, el componente GeoServer, además de almacenar, gestionar o servir de enlace con la base de datos espaciales, permite que este aplicativo pueda acceder y consultar mapas y datos de otros servidores de datos espaciales externos, con lo cual permitirá poder realizar comparaciones o superposiciones de los datos pesqueros con otros tipos de datos, como lo son: datos demográficos del servidor del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), datos marino costeros y/o ambientales del INVEMAR, datos climatológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), o inclusive datos relacionados que dispongan instituciones internacionales como: la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) y la FAO entre otras, con lo cual se logra mejorar la manera de analizar el comportamiento de la pesquería siendo posible vincular el comportamiento de esta actividad con otros factores externos.

Si bien una de las principales características de este aplicativo es su acceso a través de un navegador de internet, a través del componente Geoserver, también se puede acceder y/o

consultar los datos disponibles en el gestor de base de datos PostGis, a través de los principales aplicativos SIG como lo son Arcmap, gvSIG, Qgis, entre otros. Lo anterior gracias a los diferentes protocolos de interoperabilidad con que cuenta este componente los cuales fueron descritos en el capítulo de metodología.

Esto se traduce en la libertad que podrá tener el usuario en generar mapas más detallados o elaborados según el tipo de información que desea transmitir con la posibilidad de realizar análisis espaciales avanzados o llevar a cabo análisis geo-estadísticos vinculando múltiples variables.

Además, el componente Geoserver permitirá que este servicio implementado pueda vincularse a otros servicios similares externos, dando la posibilidad que otros usuarios puedan consultar la información pesquera de esta región, o vincular esta información a sus servicios. Esto dependerá en gran medida de la capacidad que tenga la institución de aumentar la capacidad tecnológica, principalmente en conectividad y el en hardware del servidor en donde está alojado este servicio.

Gran parte de los datos espaciales disponibles (previos su revisión, depuración y su organización), pudieron ser alojados en el gestor de base de datos espaciales; siendo el principal problema la no presencia de metadatos que permitieran corroborar información importante como lo son: Los autores de la información, condiciones técnicas para su obtención y el sistema de coordenadas. Esta limitación causó que información disponible no fuese vinculada a este servicio, asumiendo que no se garantizaba la veracidad del mismo.

Con este gestor de base de datos ahora se cuenta con un servicio dedicado para el almacenamiento de toda la información espacial pesquera, permitiendo organizar, agrupar y tener control sobre esta información en un solo sitio. Y es que mucha de la información relacionada al objetivo de este visor, no se encuentra debidamente organizada obligando al investigador o al usuario a tener que realizar búsquedas en archivos digitales de cada institución o en archivos personales del autor de la información, dando incertidumbre en la veracidad de la información o en muchos casos a la generación de datos duplicados.

Al contar con la centralización de los datos espaciales se promueve la eliminación de información duplicada, disminuyendo la incertidumbre o la necesidad de verificar si cuenta la base de datos indicada. A esto se le suma la capacidad que tiene el gestor de base de datos de llevar un control sobre la modificación de los datos, permitiendo realizar un seguimiento de control de cambios.

Otra de las características que presenta, ya sea el visor o el componente Geoserver, es la capacidad de soportar múltiples usuarios a la vez, a través de un navegador web o un Software SIG. Esto permite generar espacios de colaboración en tiempo real, en donde conjuntamente profesionales de diversas áreas puedan generar información nueva o realizar edición de mapas, los cuales puedan ser vistos de forma inmediata por los participantes, en donde los cambios se guarden directamente en el gestor de base de datos. Por otro lado, este sistema podrá permitir que varios usuarios tengan acceso simultáneo a los datos almacenados y que los cambios que generen o los datos que estén consultando o modificando no interfieran con la visualización de otro usuario, o la configuración del mismo visor.

Aunque la idea principal del aplicativo es la visualización de los datos pesqueros, con el uso avanzado de las herramientas “Boundless SDK” y el componente “GeoExt”, se podrán diseñar aplicaciones SIG web para la edición, y análisis de esos datos espaciales hechos a la medida de la institución.

Esto permitirá a medida que se vayan incluyendo más datos y aumentando las capacidades del servidor, la posibilidad que los funcionarios de la institución puedan crear y configurar mapas, a través del navegador de internet, sin la necesidad de tener instalado un Software GIS en su equipo de trabajo, aumentando significativamente los posibles usuarios que puedan aprovechar esta solución. También permitiría la realización de análisis espaciales o inclusive crear nuevos visores específicos que apoyen a proyectos determinados o grupos de información.

Este aplicativo se suma a muchas de las iniciativas de diferentes instituciones en Colombia en donde se busca mejorar la disposición y acceso a datos espaciales, se promueva el acceso gratuito de estos recursos, se mejore la calidad de la información disponible, la calidad de los análisis, y se incentive a que investigadores, instituciones y

los mismos usuarios en general aprovechen al máximo la disposición de la información, así mismo se espera que el uso de los SIG promueva la generación de nueva información.

A pesar de que parte del objetivo principal de este aplicativo es la distribución de datos espaciales relacionados con la pesca, esto no significa que este no pueda ser aprovechado para la distribución de otro tipo de datos espaciales. Como se mencionó en anteriores capítulos, los SIG son capaces de adaptarse a múltiples áreas de acción, siendo esto una de sus principales ventajas.

En la Gobernación del departamento existen otras dependencias que generan información espacial que al igual que los descritos en este trabajo son de suma importancia para administración del departamento. El aplicativo web diseñado en este trabajo podría, en un futuro, desarrollarse como solución integral destinada para los diferentes usuarios tanto interno como externos de la gobernación (políticos, asesores, investigadores, funcionarios y comunidad en general), donde en un solo sitio se disponga de una plataforma tecnológica multi-específica para una variedad de usuarios y proporcione información verídica y oficial sobre el archipiélago.

La información disponible podría ser: ubicación de las posadas nativas autorizadas, ubicación de las principales instituciones del estado colombiano, información cartográfica, social y económica de la población del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, información de las principales obras de infraestructura del gobierno departamental, principales sitios turísticos de las islas, entre muchos otros más.

Una vez revisados los resultados obtenidos, se comprobó que la metodología aplicada en este trabajo obtuvo los resultados esperados; ya que, con los recursos disponibles en la organización, se pudo implementar un visor geográfico de código abierto para la gobernación departamental.

La comparación de esta metodología con la de otros trabajos que han utilizado la misma solución planteada, por el ejemplo de Chacón (2014), Fonts-Bartolomé y Pericay (2012) o el de Bećirspahić y Karabegović (2015), arroja como resultado común la implementación de un servicio basado en las necesidades propuestas. La diferencia principal en las metodologías de otros trabajos se basa en el nivel de personalización o los ajustes específicos que los autores desarrollaron en sus proyectos.

Por otro lado, también existen las propuestas que alternan el uso de aplicativos Open Source con herramientas licenciadas: por ejemplo, Arias-Sánchez (2017) propone un portal utilizando aplicaciones Open Source como lo es Geoserver, Postgre SQL (Postgis) y Qgis y como visor ArcGIS Online. -Como conclusión afirman la facilidad que permite esta herramienta para desplegar el visor, sin embargo, se evidencia la necesidad de licenciamiento. Esto al compararlo con la metodología planteada en este trabajo dificultaría significativamente el desarrollo del visor para la institución y el objetivo propuesto en este trabajo.

Así mismo están los trabajos que proponen y desarrollan visores que instalan y configuran cada uno de sus componentes por separado. Un ejemplo es el trabajo de Peñaranda (2020), en el cual, como solución a la necesidad de implementar un servicio de web geográfica, instaló y configuró por separados cada uno de los componentes requeridos para la implementación del servicio. Aunque esta metodología es válida, al momento de mantener actualizados cada uno de los componentes, se perdería una de las principales ventajas con la que cuenta la Suite propuesta en este trabajo, como es la centralización de los componentes y el poseer un panel de control para la administración y configuración del Visor Geográfico.

Si bien es cierto que aplicando esta metodología se lograron los objetivos planteados existen otros trabajos similares que utilizan herramientas más actualizadas o con mayores componentes. Como el de Vera y Alderete (2019), los cuales utilizan Geonode o el trabajo de Avila Monroy et al. (2018) que utilizaron ArcGis Online. Estas otras soluciones permiten contar con una suite o aplicaciones que permiten desplegar mayores herramientas integradas al visor o a sus componentes, aumentando la usabilidad y el beneficio de sus plataformas. Sin embargo, se observa que estas nuevas herramientas requieren mayores capacidades, necesidades y presupuesto (licenciamiento), lo cual dificultaría su despliegue en atención a las capacidades disponibles y las limitaciones presupuestales en la institución.

Al analizar los resultados obtenidos y compararlos con otros trabajos, se logra que la metodología propuesta dé respuestas a las preguntas de investigación planteadas; ésta permite de forma rápida y replicable:

- La implementación de un visor geográfico con configuración básica y con limitaciones tecnológicas, humanas y presupuestales.
- En referencia a la primera pregunta de investigación, pese a las limitantes en recursos económicos e informáticos, se pudo encontrar una solución que se adaptara a las condiciones existentes en la institución, siendo la principal ventaja en comparación con otras propuestas, de no requerir licenciamiento adicional y de poder desplegar el servicio con las capacidades tecnológicas actuales.
- Siendo la principal dificultad la carencia de metadatos o información detallada de la creación de tales datos espaciales, y pese a que es poca la información pesquera dentro de la institución, se nota que luego de realizar los ajustes pertinentes, estas pudieron ser ingresadas a los servicios de base de datos espaciales asociados al visor. Lo anterior partiendo de la importancia que toda información debe contar con la adecuada base para el que el usuario tenga la certeza de la autoría y calidad de los datos.
- En línea con la segunda pregunta de investigación se evidencia que las herramientas Open Source se adaptaron a las capacidades tecnológicas actuales de la institución, se pudo implementar sin necesidad de contar con licenciamiento adicional o la necesidad de mayores recursos informáticos.
- La Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, ahora cuenta con visor en donde se alojan los datos históricos de las densidades poblacionales de Caracol Pala. Según Castro *et al.* (2011), el caracol pala es uno de los recursos pesqueros más importantes en la región, y a través de un fallo de acción popular mediante auto 88001-3331-001-2006-00119-00 de 2018 se ordena proteger el recurso natural Caracol Pala (*Strombus gigas*) y que las instituciones vinculadas implementen estrategias tendientes al conocimiento y protección de la especie. Con esta solución planteada los administradores de los recursos podrán centralizar y visualizar los datos de densidad poblacional de Caracol Pala, permitiendo mejorar la toma de decisiones en cuanto a las medidas de manejo o el planteamiento de nuevas investigaciones que mejoren el conocimiento de los recursos pesqueros

En la implementación de una IDE o Geoportal, Manrique Sancho y Manso Callejo (2012) consideran que los usuarios son pocos receptivos a la instalación de programas o complementos adicionales para visualizar contenidos específicos. La implementación de

este visor ha permitido que los usuarios internos de la Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina puedan visualizar contenido geográfico sin la necesidad de contar con programas específicos o la de instalar complementos adicionales al navegador web.

Es importante señalar que esta propuesta ha estado siendo desarrollada desde el 2015, sin embargo, la disponibilidad institucional no ha variado en la actualidad, siendo este diseño del visor, la solución que más se adapta a las condiciones locales. Como se menciona anteriormente existen soluciones informáticas que permiten explotar aún más los datos espaciales, como lo es el Geonode o las plataformas Online o las soluciones basadas en la nube como Arcgis Online. Estas pueden ser una buena opción fácil rápida y sencilla de compartir datos espaciales y la implementación de visores, sin embargo, esto dependerá significativamente de los recursos presupuestales con el que se disponga por parte de la institución o beneficiario.

La ampliación o mejora a futuro del servicio es posible y dependerá principalmente en el aumento de las capacidades tecnológicas en hardware y software de la Gobernación departamental y la disposición de un equipo de trabajo que garantice y administre eficazmente el aplicativo.

Esta propuesta es adecuada para el despliegue de un visor geográfico con pocos recursos o una solución de entrada para las instituciones u organizaciones que quieran empezar con la implementación de visores con presupuesto restringido o con pocos recursos tecnológicos con los que cuenten. A nivel de Open-source, la aplicación Geonode podría ser una de las soluciones más novedosas sin embargo es una de las que más recursos requiere.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El sistema de código abierto “Opengeo Suite” se adaptó fácilmente a la disponibilidad tecnológica existente en la institución, sin necesidad de incurrir en gastos adicionales para su implementación y puesta en la red interna. Sus componentes se integraron y funcionaron sin dificultad lo cual permitió implementar el servicio de manera rápida y sin contratiempos.

Gran parte de la efectividad en la implementación de un visor o de un servicio de distribución de información espacial, es la disponibilidad de datos y su calidad, para este trabajo la calidad de los *shapes* o tablas fue factor limitante, en donde en muchos casos no se podía garantizar la calidad o la autoría de la información, lo cual se tradujo en la omisión de estos datos para la implementación.

El visor final permite de manera rápida y sencilla la distribución visual de la información disponible en el servidor local (Geoserver) o externo, permitiendo inicialmente a los funcionarios de la gobernación departamental su uso mediante red interna a través de las principales plataformas tecnológicas (tablets, celulares y computadores).

Con la implementación definitiva de este servicio se dota a la Gobernación Departamental de un Visor de Información Geográfica, un gestor de base de datos y un servicio de protocolos SIG-WEB, lo cual a futuro permitirá: Organizar, gestionar y administrar de manera más eficiente la información pesquera espacial en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

6.2 RECOMENDACIONES

Es importante que todos *shapes*, tablas o bases de datos que se vinculen a este servicio cuenten con un adecuado metadato, que documente la información básica de los mismos, lo cual garantice la calidad de la información y su adecuada interpretación. Por lo que se recomienda la implementación de un servicio de metadatos que complementen este

aplicativo, en donde el usuario pueda corroborar la fuente de los datos y la calidad de los mismos.

Para el correcto aprovechamiento de este servicio se deben realizar las respectivas gestiones para garantizar su libre acceso a través de la Internet, lo cual permita que esté disponible a un número mayor de usuarios y que de esta forma se fomente la centralización de la información espacial pesquera de diferentes instituciones en un mismo punto.

Profundizar en la programación del visor (código), con el motivo de generar nuevas herramientas lo cual se traduzca en una mejor explotación de las capacidades de la plataforma base y éste a su vez permita aprovechar al máximo los datos disponibles.

Estudiar la viabilidad de implementar visores que permitan la visualización de información espacial no solamente en 2G. Esto permite realizar un seguimiento efectivo del impacto real del Visor. Esto buscando la facilidad de visualización del usuario y aprovechar todo el contenido de datos espaciales en 3D disponibles en otros portales.

Contemplar dentro de la metodología un capítulo de evaluación y seguimiento al uso del visor por parte de los usuarios. Lo anterior como estrategia de hacer seguimiento del impacto del visor en los usuarios beneficiarios y proponer mejoras, actualizaciones y/o correcciones.

A pesar de que para este trabajo se utilizó el Sistema Operativo Windows Server Licenciado, es importante tener en cuenta la posibilidad de usar un sistema operativo Libre (ejemplo Ubuntu Server). La metodología y los aplicativos propuestos en este trabajo son compatibles con Linux, permitiendo un mayor grado de flexibilidad y soporte al momento de implementar el visor geográfico.

Fomentar en las diferentes instituciones locales el uso y aprovechamiento de las herramientas SIG, enfatizando que no siempre es necesario tener una gran cantidad de recursos económicos y/o tecnológicos para su implementación.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Mendivelso, A. F., Cuello, F. y Altamar, J. (2020). *Cambios históricos en el esfuerzo pesquero de la flota parguera de Taganga, Caribe Colombiano*. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 23(2):1200. <http://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1200>
- Agrawal, S., y Gupta, R. D. (2017). *Web GIS and its architecture: a review*. *Arabian Journal of Geosciences*, 10(23). <https://doi.org/10.1007/s12517-017-3296-2>
- Aguilar-Manjarrez, J. (2013). *Advances in geographic information systems and remote sensing for fisheries and aquaculture*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Aguilera, P. A., Fernández, A., Fernández, R., Rumí, R., y Salmerón, A. (2011). *Bayesian networks in environmental modelling*. *Environmental Modelling & Software*, 26(12), 1376–1388. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.06.004>
- Anand, A., Kantharajan, G., Krishnan, P., Abdul Hakeem, K., Sai Santosh, K., Srinivasa Rao, C., Babu, D. E. (2019). *Mapping the potential areas for enclosure fish culture in tropical reservoirs: geo-spatial solutions for sustainable aquaculture expansion*. *Spatial Information Research*. <https://doi.org/10.1007/s41324-019-00294-w>
- ArcGis. (2020). ¿Qué es ArcGIS Server? ArcGis Enterprise. Recuperado el 10 de enero de 2021 de: <https://enterprise.arcgis.com/es/server/latest/get-started/windows/what-is-arcgis-for-server-.htm>
- Archbold, J. (2015). *Los Papeles de La Haya. Análisis documental sobre el conflicto territorial entre Colombia y Nicaragua en el Caribe Suroccidental*. Bogotá: H y A impresores.
- Arevalo, W. (2013). *El fallo sobre San Andrés: El debate de la supremacía del derecho internacional, la obligatoriedad del fallo y el derecho interno constitucional colombiano*. Bogota: Universidad del Rosario

- Arias-Sánchez, R. M. (2017). *Desarrollo de un GeoPortal utilizando ArcGIS Online con datos del área de salud en el Ecuador*. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 28 de mayo de 2021 de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14527/1/UPS%20-%20ST003171.pdf>
- AUNAP-UNIMAGDALENA, Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca y la Universidad del Magdalena. (2014). *Caracterización de los principales artes de pesca de Colombia y reporte del consolidado del tipo y número de artes, embarcaciones y uep's empleadas por los pescadores vinculados a la actividad pesquera*. Santa Marta y Bogotá: Contrato de Prestación de Servicios No. 190, suscrito entre la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca y la Universidad del Magdalena.
- Avila Monroy, I. J., Cadena Suarez, L. S. y Sanchez Vega, J. F. (2018). Prototipo De Visor Geográfico Para Consultar Y Actualizar Los Predios De Propiedad Del Municipio De Floridablanca [Tesis de especialización, Universidad Distrital Francisco José Caldas].
- Azcarate, R. y Rojas-Archbold, A. (2018). Estado actual (2018) de las poblaciones del caracol *Lobatus gigas* (linnaeus, 1758) en Serrana, Colombia. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA); Gobernación Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Azcarate, R. y Rojas-Archbold, A. (2019). Estado actual (2019) de las poblaciones del caracol pala *Lobatus gigas* en las Islas de Providencia y Santa Catalina, Caribe colombiano. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA); Gobernación Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Ballesteros, C. (2007). *La pesquería industrial de tiburones en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: una primera aproximación*. Tesis pregrado Biol. Mar., Bogotá: Univ. Jorge Tadeo Lozano.
- Bandyopadhyay, M., Pratap Singh, M. y Singh, V. (2012). Integrated visualization of distributed spatial databases An open source Web-GIS approach. In *2012 1st International Conference on Recent Advances in Information Technology (RAIT)*. <https://doi.org/10.1109/RAIT.2012.6194600>

- Barrera, T., Paredes, P. y Erazo, J. (2003). *Desarrollo de un sistema de información georreferenciado para apoyar la administración de las redes de agua potable y alcantarillado para la empresa Villanueva sociedad de economía mixta en San José Villanueva, departamento de la Libertad*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica San Salvador].
- Barrios Agámez, E. (2004). *Pesca artesanal y sus atributos espaciales en San Andrés Isla, Colombia*. Cuadernos del Caribe, 5(3), 21-28.
- Bauset, C. (2016). *Diseño de una infraestructura de datos espaciales y geoportal en la localidad de la Alcudia*. Universidad politécnica de Valencia, escuela técnica superior de ingeniería geodésica, cartográfica y topográfica, 71.
- Bećirspahić L. y Karabegović A. (2015). Web portals for visualizing and searching spatial data. *38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 2015, pp. 305-311, <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2015.7160284>.
- Bernabé, M.A. y Gonzalez, M.E. (2014). Sobre la necesaria usabilidad de los geoportales como puertas de entrada a las IDE. *Geofocus. Revista Internacional De Ciencia Y Tecnología De La Información Geográfica*, (14), 1-5. Recuperado el 25 de julio de 2020 de <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/345>
- Bernard, L., Mäs, S., Müller, M., Henzen, C. y Brauner, J. (2013). *Scientific geodata infrastructures: challenges, approaches and directions*. *International Journal of Digital Earth*, 7(7), 613-633. <https://doi.org/10.1080/17538947.2013.781244>
- Boundless (2014a). *GeoWebcache 1.5 - GeoWebCacheUser Manual*. Recuperado el 09 de agosto de 2014 de <http://suite.opengeo.org/opengeo-docs/geowebcache/index.html>.
- Boundless (2014b). *PostGIS*. Recuperado el 08 de octubre de 2014 de <http://boundlessgeo.com/solutions/solutions-software/postgis/>.

- Brewer, C. A. (2005). *Design Better Maps: A Guide for GIS Users*. Redlands, CA: ESRI Press. En: Xiao, N. (2018). *Book Review—Getting to Know Web GIS. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 84(2), 59–60. <https://doi.org/10.14358/pers.84.2.59>
- Buonanno, S., Zeni, G., Fusco, A., Manunta, M., Marsella, M., Carrara, P. y Lanari, R. (2019). *A GeoNode-based platform for an effective exploitation of advanced DInSAR measurements*. *Remote Sensing*, 11(18), 2133. <https://doi.org/10.3390/rs11182133>
- Canessa, R., Butler, M., Leblanc, C., Stewart, C. y Howes, D. (2007). *Spatial Information Infrastructure for Integrated Coastal and Ocean Management in Canada*. *Coastal Management*, 35(1), 105-142. Recuperado el 17 de junio de 2018 de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08920750600970537>
- Carmona, A., y Monsalve, J. (2004). *Sistemas de información geográficos*. Congreso de Ingeniería de Sistemas en la Universidad San Buenaventura de Medellín Colombia. Recuperado 27 de abril de 2017 de [https://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-child-poverty/bibliografia/capitulo-IV/Carmona%20Alvaro%20y%20Monsalve%20Jhon%20\(1999\)%20Sistemas%20de%20informacion%20geografica.pdf](https://dds.cepal.org/infancia/guide-to-estimating-child-poverty/bibliografia/capitulo-IV/Carmona%20Alvaro%20y%20Monsalve%20Jhon%20(1999)%20Sistemas%20de%20informacion%20geografica.pdf)
- Cartaro. (2012). Cartaro Drupal Core. Recuperado el 27 de diciembre de 2020 de <https://www.drupal.org/project/cartaro>.
- Castillo, T. I. y Baigún, C. R. M. (2020). *Identification of artisanal fishing territories and associated conflicts in the middle and lower Paraná River (Argentina) through participatory mapping*. *Applied Geography*, 125, 102361. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102361>
- Castro, E. (2005). Caracterización del régimen de pesca artesanal en la isla de San Andrés, Caribe colombiano: inferencias sobre la estructura de la comunidad íctica. [Tesis Maestría Biol. Mar., Univ. Nacional de Colombia]. San Andrés
- Castro, E., A. Rojas., Prada, M., Forbes T., Lasso J., Manrique M. (2011). Estado Actual de las Poblaciones del Caracol *Strombus gigas* en el Sector Norte del Área Marina Protegida Seaflower, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. San Andrés isla .

- Castro, E., Ballesteros, C., Bolaños, N., Abril, A., Lasso, J., Arango, L., Pérez, S. Ospina, S. (2008). Recuperación del caracol pala *Strombus gigas* en el Área Marina Protegida Seaflower, sector norte, Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Colombia. Informe Técnico. Gobernación del Departamento Archipiélago de San Andres, Providencia y Santa Catalina.
- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2003). *Manual para la evaluación del impacto socioeconómico y ambiental de los Desastres*. Naciones Unidas: Países Bajos, Italia, México.
- Chacón, S. A. (2014). Visor geográfico para la Web de la División Política Administrativa del Ecuador enlazada a la información del censo de población y vivienda 2010 Quito: USFQ. Recuperado el 28 de mayo de 2021 de <http://aqua-lac.org/index.php/Aqua-LAC/article/view/225/197>
- Chiquillo, M., Taylor, E., Howard, M. y Mow, J.M. (2001). *Coral Reef and Seagrass bed condition, 1998-2000: San Andrés CARICOMP Monitoring site, Western Caribbean*. Informe técnico, CORALINA.
- Church, R., Coughlan, D., Cova, T., Goodchild, M., Gottsegen, J., Lemberg, D., Gerges, R. (1998). *National Center For Geographic Information And Analysis*. Recuperado el 20 de noviembre de 2019 de https://www.researchgate.net/publication/2514864_National_Center_For_Geographic_Information_And_Analysis.
- Close, C. H. y Brent Hall, G. (2006). *A GIS-based protocol for the collection and use of local knowledge in fisheries management planning*. Journal of Environmental Management, 78(4), 341–352. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.027>
- Cormier, R., Stelzenmüller, V., Creed, I. F., Igras, J., Rambo, H., Callies, U. y Johnson, L. B. (2018). *The science-policy interface of risk-based freshwater and marine management systems: from concepts to practical tools*. Journal of Environmental Management, 226, 340–346.
- Coronel, C., Morris, S. y Peter, R. (2013). *Data Base Systems: design, implementation and management*. Courtney Bavaro (ed), course technology, Cenage learning. 33p.

- CORALINA-INVEMAR, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina e Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés. (2012). *Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. Gómez López, D.I., C. Segura-Quintero, P.C. Sierra-Correa y J. Garay-Tinoco (Eds). ” - INVEMAR- y a -CORALINA-. Serie de Publicaciones Especiales de INVEMAR # 28. Santa Marta, Colombia.
- Corti, P., Bartoli, F., Fabiani, A., Giovando, C., Kralidis, A. T. y Tzotsos, A. (2019). *GeoNode: an open source framework to build spatial data infrastructures* (No. e27534v1). *PeerJ Preprints*, 3, 2-10. <https://doi.org/10.7287/peerj.preprints.27534v1>
- Cuello, F. y Manjarrés-Martínez, L. M. (2015). *Determination of Spatio-temporal Changes in the Abundance of Resources Exploited by a Pelagic Fishery in the Colombia Caribbean Sea: A GIS Approach*. Proceedings of the 68th Gulf and Caribbean Fisheries Institute November 9-13, 2015, Panama City, Panama.
- De Freitas, D. M. y Tagliani, P. R. A. (2009). *The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries management in southern Brazil*. *Journal of Environmental Management*, 90(6), 2071–2080. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.08.026>
- Decreto 3851 de 2006. Por el cual se organiza un sistema de aseguramiento de la calidad, almacenamiento y consulta de la información básica colombiana y se dictan otras disposiciones. Departamento Administrativo Nacional de Estadística –DANE-4p.
- Delipetrev, B., Jonoski, A. y Solomatine, D. P. (2014). Development of a web application for water resources based on open source software. *Computers y Geosciences*, 62, 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2013.09.012>
- Díaz, J. M., Barrios, L. M., Cendales, M. H., Garzón-Ferreira, J., Geister, J., López-Victoria, M., Ospina, G. H., Parra-Velandia, F., Pinzón, J., Vargas-Angel, B., Zapata, F. A. y Zea, S. (2000). Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta, 176p.
- Esquivel, M. A., Merino, M. C., Restrepo, J. J., Narvaez, A., Polo, C. J., Plata, J. y Puentes, V. (2014). *Estado de la Pesca y la Acuicultura 2014*. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca AUNAP.

- Esri, Environmental Systems Research Institute. (2019). Esri, geospatial thinking. Recuperado el 27 de diciembre de 2020 de <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/mapping/overview>
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.. (2001). *Plan de acción internacional para prevenir, desalentar y eliminar la pesca ilegal no declarada y no reglamentada*. Roma: FAO.
- Fisher, W. L. y Toepfer, C. S. (1998). *Recent trends in geographic information systems education and fisheries research applications at US universities*. Fisheries, 23(5), 10-13. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1998\)023<0010:RTIGIS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1998)023<0010:RTIGIS>2.0.CO;2)
- Fonts-Bartolomé, Ó. y Pericay, M. (2012). Adaptación de OpenGeo Suite para la gestión integral de IG en el Ayuntamiento de Castellbisbal. VI JORNADAS DE SIG LIBRE SIGTE. *Servei d'Informació Geogràfica i Teledetecció Universitat Girona*. Recuperado el 03 de junio de 2021 de <https://dugi-doc.udg.edu/handle/10256/5842>
- Foody, G. M. (2010). *Assessing the accuracy of land cover change with imperfect ground reference data*. Remote Sensing of Environment 114: 2271– 2285
- Forbes, T., Calderon, J. y Castro, E. (2012). *Queen Conch Strombus gigas Status in Remote Areas of the Outer Zone of the Marine Protected Area Seaflower*. San Andres Isla.
- Forbes-Pacheco T., Maya-Álvarez M.F., Rojas-Archbold A., Robinson McLaughlin R., Wilson H., Webster A. y Gordon J. (2016). Caracterización del caracol pala *Strombus gigas* en la Isla Cayo Serrana durante la Expedición Seaflower 2016 - Proyecto Colombia BIO. Gobernación Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Furlan, E., Slanzi, D., Torresan, S., Critto, A. y Marcomini, A. (2019). *Multi-scenario analysis in the Adriatic Sea: A GIS-based Bayesian Network to support maritime spatial planning*. Science of The Total Environment, 134972. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134972>.
- GeoIcon. (2018). Open Geo Suite. Recuperado el 10 de febrero de 2021 de <http://www.geoicon.com/products/third-party-products/opengeosuite>.

- Geonode. (2020). *What is GeoNode*. Recuperado el 18 de diciembre de 2020 de <https://docs.geonode.org/en/master/about/index.html>
- Geops. (2020). Drupal. Recuperado el 27 de diciembre de 2020 de <https://drupal.org/project/cartaro>
- Gobernacion de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. (2012). *Plan de desarrollo departamental “para tejer un mundo más humano y seguro” 2012 - 2015*. San Andres: Gobernación de San Andres, Providencia y Santa Catalina.
- Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. (2014). Sistema de información pesquera SIPEIN. Tabla Maestra. San Andrés Isla. Colombia
- Gómez- López, D. I., Segura-Quintero, C., Sierra-Correa, P. C. y Garay-Tinoco, J. (2012). Atlas de la Reserva de Biósfera Seaflower. Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés” -INVEMAR- y Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina -CORALINA-. Serie de Publicaciones Especiales de INVEMAR # 28. Santa Marta, Colombia 180 p.
- Gonzales, E. y Hidalgo, S. (2013). *Problemática y alternativas para los pescadores de San Andrés Islas: desde una mirada económica*. [Tesis de pregrado, Repositorio Universidad Piloto de Colombia].
- González-Santos, A., Salas-Rosette, F. D. y Capdesuñer-García, L. J. (2020). *Sistema de Información Geográfico para el control de la flota marítima*. En Dr. C. Jorge Luis Perdomo Di-Lella (Presidencia), Ministerio de Comunicaciones de la República de Cuba. XI Congreso Internacional Geomática 2020.
- Goodchild, M. F. (1990). *GIS and basic research: The national center for geographic information and analysis*. Government Information Quarterly, 7(3), 343-355. [https://doi.org/10.1016/0740-624x\(90\)90029-n](https://doi.org/10.1016/0740-624x(90)90029-n)
- Haggarty, D. R., Martell, S. J. D. y Shurin, J. B. (2016). *Lack of recreational fishing compliance may compromise effectiveness of Rockfish Conservation Areas in British Columbia*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 73(10), 1587–1598. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2015-0205>

- Hazzard, E. (2011). *Openlayers 2.10 beginner's guide* (p. 372). PACKT Publishing. Recuperado el 09 de agosto de 2017 de <http://books.google.es/books?id=gDQH1urIDqUCyprintsec=frontcover&hl=es#v=onepage&qyf=false>
- Honduvilla, M., Poveda, B. y Sancho, M. (27 octubre 2007). *La usabilidad de los geoportales: Aplicación del Diseño Orientado a Metas (DOM)*. [IV Jornadas Técnicas de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España]. Universidad Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España.
- Hu, Y., Janowicz, K., Prasad, S. y Gao, S. (2015). *Metadata Topic Harmonization and Semantic Search for Linked-Data-Driven Geoportals: A Case Study Using ArcGIS Online*. *Transactions in GIS*, 19(3), 398–416. <https://doi.org/10.1111/tgis.12151>
- Isaak, D. J. y Hubert, W. A. (1997). *Integrating new technologies into fisheries science: the application of geographic information systems*. *Fisheries*, 22(1), 6-10. Recuperado el 14 de agosto de 2017 de https://www.researchgate.net/publication/250017340_Integrating_New_Technologies_into_Fisheries_Science_The_Application_of_Geographic_Information_Systems
- Jiang, H., van Genderen, J., Mazzetti, P., Koo, H. y Chen, M. (2019). *Current status and future directions of geoportals*. *International Journal of Digital Earth*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/17538947.2019.1603331>
- Jimenez, L., Yepes, J. y Vazquez, A. (2014). *El usuario como factor de éxito en el diseño de un geoportal*, *Geofocus*, 14, pp. 181-210.
- Kale, S. y Acarli, D. (2018). *Potential Application of Geographic Information System (GIS) in Reservoir Fisheries*. *Int. J. Oceanogr. Aquac.* 2(5): 000149.
- Kapetsky, J. M. y Aguilar-Manjarrez, J. (2007). *Geographic information systems, remote sensing and mapping for the development and management of marine aquaculture*. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 458. Rome. FAO. 125p. Recuperado el 15 de Julio de 2014 de <http://www.fao.org/docrep/009/a0906e/a0906e00.HTM>.

- Kennedy, M. (2013). *Introducing Geographic Information Systems with ArcGIS: A Workbook Approach to learning Gis*. Jhon Wiley and sons, Inc. Hooboken, New Jersey. 200 p.
- Kulawiak, M. y Moszynski, M. (2012). *Integration of Geographic Information Systems for Monitoring and Dissemination of Marine Environment Data*. En Thakur J. K., Singh S. K., Ramanathan A., Prasad M. B. K. y Gossel W. (eds) *Geospatial Techniques for Managing Environmental Resources*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1858-6_3
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. y Rhind, D. W. (2005). *Geographical Information Systems and Science* (2nd ed.). Recuperado el 15 de marzo de 2014 de http://www.georeferencial.com.br/old/material_didatico/Geographic_Information_Systems_and_Science.pdf
- López-Lara, E., Posada-Simeón, C. y Moreno, J. (23-25 de abril de 1997) Los Sistemas de Información Geográfica. I Congreso de Ciencia Regional de Andalucía: Andalucía en el umbral del siglo XXI. Sevilla España: Universidad de Sevilla.
- Maguire, D. J. y Longley, P. A. (2005). *The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures*. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(1), 3–14. <http://doi:10.1016/j.compenvurbsys.2004.05.012>.
- Manjarrés-Martínez, L. M. y Cuello, F. (2019). *Una línea de referencia histórica acerca de la distribución espacial del machuelo (*Opisthonema oglinum*) en el área de afloramiento del mar Caribe de Colombia*. *Intropica*, 14(2), 148–159. <https://doi.org/10.21676/23897864.3390>
- Manrique Sancho, M. y M. A., Manso Callejo. (2012). Los Geoportales. Perspectiva desde la usabilidad en Bernabé-Poveda, M.A., y C.M., López-Vásquez (eds.) (2012) *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales* (pp. 393-403). UPM Press.
- Mascarell, P. (2014). *Geoportal WEB IDE (Infraestructura de datos especiales)*. Universidad Politécnica de Valencia, Escuela técnica superior de ingeniería informática, 150.

- Meaden, G. (2009). *Geographical Information Systems (GIS) in Fisheries Management and Research*. En Megrey B. A. y Moksness E. (Eds.), *Computers in Fisheries Research* (pp. 93–120). Springer Netherlands. Recuperado el 15 de agosto de 2019 de http://link.springer.com.ezproxy.unal.edu.co/chapter/10.1007/978-1-4020-8636-6_4
- Meaden, G. Aguilar-Manjarrez, J. Corner, R- OHagan, A y Cardia, F. (2016). *Marine spatial planning for enhance fisheries and aquaculture sustainability-its application in the Near East*. FAO Technical paper, N 604.Rome, FAO
- Medina, J. H., Acero, P. A. y Santos Martínez, A. (2010). *Caracterización de la actividad y el esfuerzo de la pesca artesanal en las islas de providencia y santa catalina, Caribe colombiano*. Cuadernos del Caribe, 103-124.
- Mejia, V., Garzon, J. y Jimenez-Cleves, G. (10 al 13 de septiembre de2019). *Que es un geoportal y como se crea*. [II Congreso Latinoamericano de Ingeniería, Universidad del Quindío] Cartagena, Colombia.
- Mexicano-Cintora, G., Liceaga-Correa, M. A. y Salas S. (2009). *Uso de Sistemas de Información Geográfica en Pesquerías: la Pesca en Yucatán, al sur del Golfo de México*. Universidad y Ciencia 25(1): 23-38.
- Monsalve, L. (2017). *Sistema de Información Geográfico Inmobiliario de Tierras para el Bloque Recetor de Equión Energía Limited*, [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Recuperado el 25 de julio de 2020 de http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/3095/Monsalve_Ingrid_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Mow. J. M., Aguilera Neira, C. y Tabet, S. (2003). *Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina: Una Reserva de Biosfera en el Caribe Colombiano*. CORALINA. Editorial los cuatro Gatos. 64p
- Myroshnychenko, V., Ray, N., Lehmann, A., Giuliani, G., Kideys, A., Weller, P. y Teodor, D. (2015). *Environmental data gaps in Black Sea catchment countries: INSPIRE and GEOSS State of Play*. Environmental Science y Policy, 46, 13-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2014.04.001>

- Nelson, K. y Burnside, N. G. (2019). *Identification of marine management priority areas using a GIS-based multi-criteria approach*. *Ocean & Coastal Management*, 172, 82–92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.02.002>
- Oana, C.V., Ipate S., Tiganesteanu-Vatafu F. y Vezeanu, C. (2014). *An Integrated and Adaptive Management Plan of the “Balta Mica a Brailei” Natural Park based on the Analytical Power of GIS Tools*. *Procedia Engineering*, 69, 574-583. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.028>
- OEA, Organización de los Estados Americanos. (1993). *Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado*. Washington, D.C, US. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales. Recuperado el 14 de mayo de 2017 de <http://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea65s/oea65s.pdf>
- Olmos-Pinzón, A. (2019). *Pesca artesanal en la Isla de San Andrés: entre la cooperación y el cooperativismo*. *Jangwa Pana*, 18(2), 284-303. <http://dx.doi.org/10.21676/16574923.2995>
- Pacheco, C., Mendoza, L., Martínez, P. y López, R. (2019). “Evaluación de colecciones en una biblioteca universitaria utilizando minería de datos”. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información* 33 (81): 201-221. <http://dx.doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.81.58058>
- Pedraza, D. (2018). *La pesca artesanal y los procesos de calidad en San Andrés Islas*. Repositorio Fundacion Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano [Tesis de pregrado, Fundacion Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano].
- Peñaranda, E. A. (2020). Open Source-based Geographic web service for managing network information on the 'Aguas Kpital Cúcuta' Company - Colombia. [Tesis de maestría, Universidad de Salzburg]. Recuperado el 25 de julio 2021 de https://issuu.com/unigis_latina/docs/tesis_pe_aranda1.
- Perzia, P., Battaglia, P., Consoli, P., Andaloro, F. y Romeo, T. (2016). *Swordfish monitoring by a GIS-based spatial and temporal distribution analysis on harpoon fishery data: A case of study in the central Mediterranean Sea*. *Fisheries Research*, 183, 424–434. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fishres.2016.07.006>

- Pomare, S., Azcarate, R., Llanos, C., Rojas, A. y Wilson, H. (2019). *Recomendaciones técnicas para el otorgamiento de cuotas de pesca blanca, caracol pala y langosta espinosa en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. San Andrés: Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- PostGis. (2014). Spatial and Geographic objects for PostgreSQL. Recuperado el 08 de octubre de 2014 de <http://postgis.net/workshops/postgis-intro/>
- Prada, M., Peñaloza, G., Posada, S., Howard, N., Herrón, P., Salinans, L., Castro, E., Cabezas, F. y Robinson, H. (2004). *Fish spawning aggregations in the San Andres Archipelago. Final report*. CORALINA y The Ocean Conservancy, San Andrés, 50 p.
- Quintero-Angel, M, Duque-Nivia, A y Coles, A. (2020). *A historical perspective of landscape appropriation and land use transitions in the Colombian South pacific*. Ecological Economics. <http://dx.doi.org//10.1016/j.ecolecon.2020.106901>
- Reyes, V. D. (2013). Methodology for capturing geological and geochemical information in the Mexican Geological Survey (MGS). [Tesis de maestría, Universidad San Francisco de Quito] Recuperado el 09 diciembre de 2020 de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/1697>.
- Rivera-Julio, Y. (2014). *Bases de datos geográficas y autocorrelación espacial para identificar patrones de distribución espaciales*. Investig. Innov. Ing. 2(3):18-25
- Robles Castro, A. G. (2014). *Efectos y reacciones al fallo de la corte internacional de justicia – CIJ en el diferendo de Nicaragua c. Colombia*. Bogota [Tesis de pregrado, Repositorio Universidad Colegio Mayor De Nuestra Señora Del Rosario].
- Rojas, A., Medina, J., Forbes, T., Castro, E. y Wilson, H. (2012). *Current Status of Queen Conch Populations, Strombus gigas (Linnaeus 1758), In The Central Zone of Marine Protected Area Seaflower*. San Andres Isla.
- Ruiz-Luna, A., Meraz-Sanchez, R. y Madrid-Vera., J. (2010). *Patrones de distribución de la abundancia de camarón comercial en el noreste de México, modelados con sistemas de información geográfica*. Revista Ciencias Marinas 36(2):107-120.

- Salas, J. y Tuci, C. (2020). *Turismo y soberanía nacional: aproximación comparada a los casos del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Colombia) y las Islas Galápagos (Ecuador)*. *Ciencia Política*, 29(15), 53-71.
- Sanchez-Jabba, A. (2012). *Manejo ambiental en Seaflower, Reserva de Biosfera en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. San Andrés: Estudios Economicos Regionales del Banco de la Republica.
- Santos-Martinez, A., Buitrago, D., Archbold, A. y Medina, J. (2003). *Mapas pesqueros Isla de Providencia- Cartas 1,2,3,4 y 5*. San Andres Isla: Cargraphics S.A.
- Secretaría de Agricultura y Pesca. (2014). *Informe final: resultado del análisis de encuesta socioeconómica a pescadores de San Andrés, Providencia y Santa Catalina*. San Andres: Gobernación de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.
- Selvaraj, J. J., Rajasekharan, M. y Guzmán-Alvis, Á. I. (2009). *Aplicaciones de los sistemas de información geográfica y sensores remotos al manejo de pesquerías marinas y desafíos para su desarrollo en Colombia*. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, vol. 38, p. 1.
- Silva Aristeguetta, J. L., Jimenez Otamendi, Y. y Arocha, F. (2010). *Sistema de información geográfica para el análisis espacial de la pesquería artesanal asentada en la península de araya, estado sucre – venezuela*. *Revista Geográfica de América Central*(45), 149-174.
- Sutrisno, D. y Suseno, S. (2017). *The development of spatial decision support system tool for marine spatial planning*. *International Journal of Digital Earth*, 11(9), 863-879 <http://dx.doi.org/10.1080/17538947.2017.1363825>
- Tait, M. G. (2005). *Implementing geoportals: applications of distributed GIS*. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(1), 33–47. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2004.05.011>
- Tapia, G. y Proaño, G. (2014). *Análisis, diseño, construcción e implementación de un geoportail para la casa salesiana de zumbahua utilizando cartaro cms y servicios web ogc*. [Tesis de pregrado, Universidad politécnica Salesiana]. Quito, 108 p.

- Tomic, B. (2016). *Geoportals and geospatial services-analysis of opensource software solution for geoportals*. Acta Technical Corviniensis, 143-146.
- Trifonova, N., Kenny, A., Maxwell, D., Duplisea, D., Fernandes, J. y Tucker, A. (2015). *Spatio-temporal Bayesian network models with latent variables for revealing trophic dynamics and functional networks in fisheries ecology*. Ecological Informatics, 30, 142–158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoinf.2015.10.003>
- Tu, S. y Abdelguerfi, M. (2006). Web services for geographic information systems. IEEE internet Computing, 10(5), 13-15. Recuperado el 12 de agosto de 2014 de <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=1703340>
- Valavanis, V. D. (2002). *Geographic Information Systems in oceanography and fisheries*. En: Selvaraj, J. J., Rajasekharan, M. y Guzmán-Galvis, A. (2009). Bol. Invest. Mar. Cost. 38(1): 105-120. ISSN 0122-9761.
- Velentis. (2010). Geoportales. Recuperado el 10 de enero de 2021 de <http://www.geoportales.com/web/index.php/contenidos/index/id/6/seccion/2>
- Vera, S. y Alderete, M. E. (2019). Plataforma de Información Geográfica del Centro Internacional de Hidroinformática. *Aqua-LAC*, 11(1), 93-100. Recuperado el 01 de junio de 2021. En: <http://aqua-lac.org/index.php/Aqua-LAC/article/view/225/197>
- Xiao, N. (2018). *Book Review—Getting To Know Web GIS*. [Photogrammetric Engineering & Remote Sensing](#), Volume 84, Number 2, February 2018, pp. 59-60(2). <https://doi.org/10.14358/PERS.84.2.59>
- Zapata Padilla, L. A. (2019). *La pesca en Colombia: del agua a la mesa hacia donde van nuestros océanos*. Envigado: Nomos impresores S.A.

8. ANEXOS

Anexo 1 Instalación Qgis for Opengeo Suite

La *suite* cuenta con una versión de *Qgis* la cual es instalada como componente adicional; el instalador puede ser descargado desde la página de *Boundless*. Este *Qgis* viene pre configurado con un plugin que permite la fácil interfaz con los servicios instalados de la suite (Geoserver, Postgis y WebMapCache).

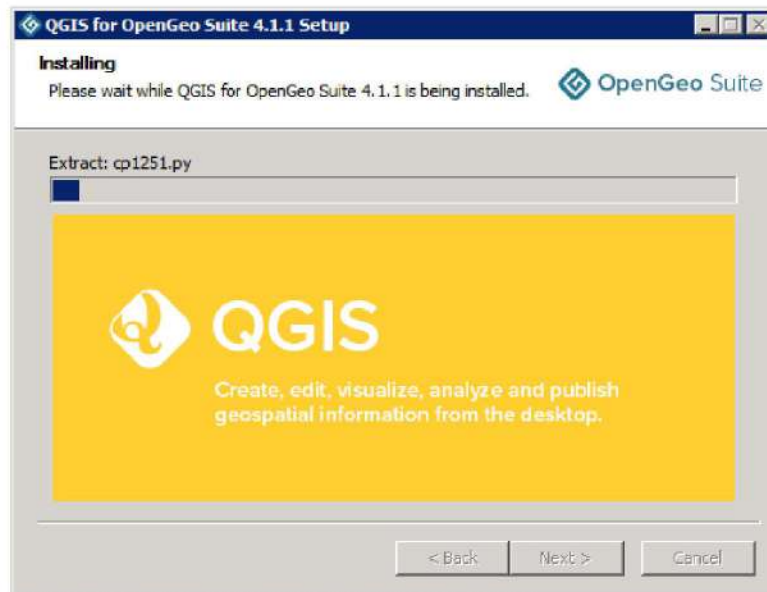


Figura 35 Instalación Qgis for Opengeo Suite

Anexo 2. Configuración Geoserver

La configuración del GeoServer se inicia con la asignación de una nueva contraseña al usuario predefinido y la creación de nuevos usuarios con sus respectivos roles (Administrador, usuario Invitado), todo esto a través de la opción “*Users, Groups, and Roles*” de la Pestaña de Seguridad del panel de control de Geoserver.

Users, Groups, and Roles

Manage user group and role services

Servicios **Users/Groups** Roles

▼ default Edit

+ Add new user
 - Remove Selected
 - Remove Selected and remove role associations

Buscar

| <input type="checkbox"/> | Username | Enabled | Has Attributes |
|--------------------------|----------|---------|----------------|
| <input type="checkbox"/> | User | ✓ | |
| <input type="checkbox"/> | admin | ✓ | |
| <input type="checkbox"/> | arojas | ✓ | |

<< < | > >> Resultados 1 a 3 (de un total de 3 items)

+ Add new group
 - Remove Selected
 - Remove Selected and remove role associations

Buscar

| <input type="checkbox"/> | Groupname | Enabled |
|--------------------------|-----------|---------|
|--------------------------|-----------|---------|

<< < > >> Resultados 0 a 0 (de un total de 0 items)

Figura 36 Configuración Usuarios y Contraseña Geoserver.

Paso siguiente es la configuración de la página de información y contacto, la cual se realiza a través de la opción “Información de contacto” del menú de control. Esta información estará inmersa en consultas que se realicen al servicio *WMS*.

GeoServer for OpenGeo Suite

Servidor

- Estado del servidor
- Logs de GeoServer
- Información de contacto
- Acerca de GeoServer

Datos

- Layer Preview
- Import Data
- Espacios de trabajo
- Almacenes de datos
- Capas
- Grupos de capas
- Estilos

Servicios

- CSW
- WCS
- WFS
- WMS
- WPS

Settings

- Global
- JAI
- Coverage Access

Tile Caching

- Tile Layers
- Caching Defaults

Información de contacto

Establezca la información de contacto para este servidor

Persona de contacto

Organización

Posición

Tipo de dirección

Dirección

Ciudad

Estado

Código postal o ZIP

País

Teléfono

Fax

E-mail

Figura 37 Configuración Información contacto Geoserver

Como paso opcional se configura una nueva ruta local en donde se alojarán los datos subidos a Geoserver. Para ello se crea una nueva carpeta en una ubicación deseada y seguidamente genera una nueva variable de entorno del sistema con el nombre: “GEOSERVER_DATA_DIR”.

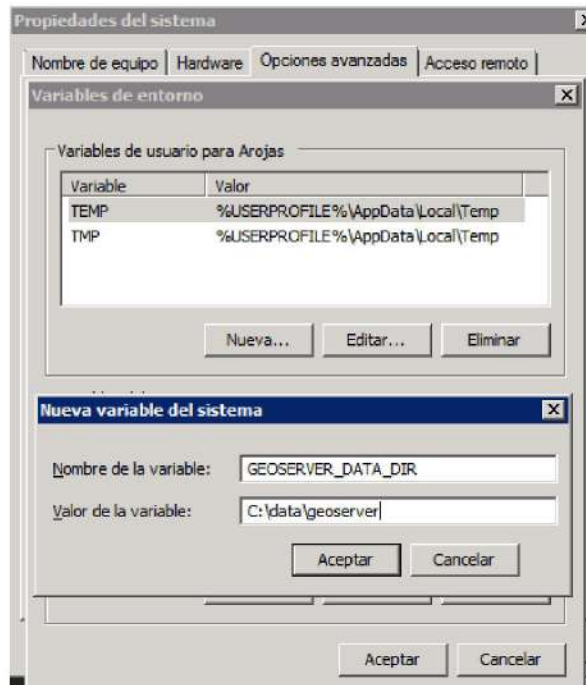


Figura 38 Adición nueva variable del sistema

Anexo 3. Configuración Postgis

En miras de garantizar la seguridad del Geovisor y de los datos, se cambió la contraseña predefinida del usuario Postgre y adicionalmente se creó un nuevo Usuario con su respectiva contraseña.

Anexo 4. Publicación de los Layers

Seguidamente cada una de las tablas contenidas en el DBMS se sincronizaron con el Geoserver, a través de la opción “Import Data”, en donde se le instruye al Geoserver la ruta de la base de datos, su nombre, las tablas a cargar y a que espacio de trabajo pertenece los datos a cargar.

Import Data

1. Choose a data source to import from

- Spatial Files - Files from a directory or archive
- Mosaic - Raster files from a directory composing a mosaic
- PostGIS - Tables from PostGIS database
- Oracle - Tables from Oracle database (Install plugin and drivers)
- SQL Server - Tables from Microsoft SQL Server database (Install plugin and drivers)

2. Configure the data source

Connection type *

Host * Port *

Database * Schema

Username * Password

Connection pooling
 Advanced

3. Specify the target for the import

Workspace

Store

Figura 39 Proceso de importación de datos a GeoServer

Los espacios de trabajos presentes en el GeoServer al igual que en el DBMS fueron creados teniendo en cuenta el tipo recurso pesquero.

Espacios de trabajo

Gestionar los espacios de trabajo de GeoServer

- Agregar un nuevo espacio de trabajo
- Eliminar los espacios de trabajo seleccionados

Resultados 1 a 4 (de un total de 4 ítems)

| Nombre del espacio de trabajo | Default |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Caracol_Pala | |
| <input type="checkbox"/> General | <input checked="" type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Langosta | |
| <input type="checkbox"/> Pesca_Blanca | |

Resultados 1 a 4 (de un total de 4 ítems)

Figura 40 Ilustración espacios de trabajo Geoexplorer.

Anexo 5. Edición de Estilo

Para garantizar una buena apariencia y una correcta visualización de los diferentes datos en el geovisor, se realizó una personalización de los estilos de cada uno de los Layer, mediante la modificación de su archivo SDL el cual es administrado por Geoserver.

Estilos

Gestionar los estilos publicados por GeoServer

 Agregar un nuevo estilo

 Eliminar los estilos seleccionados

Resultados 1 a 21 (de un total de 21 ítems)













| Nombre del estilo | Workspace |
|---|-----------|
|  Bancos_da_Pesca_San_Andres | |
|  Bancos_da_Pesca_San_Andres_87e3b487 | |
|  Bat_Cayos | |
|  D_A_P_12 | |
|  D_A_Serrana_14 | |
|  D_J_P_12 | |
|  Densidad_A | |
|  Densidad_esta_J | |
|  Densidad_esta_T | |
|  Geo_arch | |
|  Lances_Jared | |
|  Lances_Tiburones | |

Figura 41 Gestor de Estilos de Geoexplorer

Esta personalización se puede realizar ya sea por la edición directa del archivo sld a través de GeoServer o a través de Qgis, o también con la ayuda visual de Geoexplorer.



Figura 42 Editor estilos (Archivo SDL) de GeoExplorer

Teniendo en cuenta que en ciertas ocasiones Geoserver no reconoce adecuadamente las ediciones de estilo que realiza Qgis, se realiza la personalización de los layer a través de la opción de edición del visor Geoexplorer.

La ventaja es que los cambios realizados se visualizan inmediatamente y no se es necesario tener conocimientos de programación. La desventaja es que se debe conocer el contenido detallado de las tablas de atributo de cada layer en caso que se requiera realizar consultas o visualizaciones específicas.

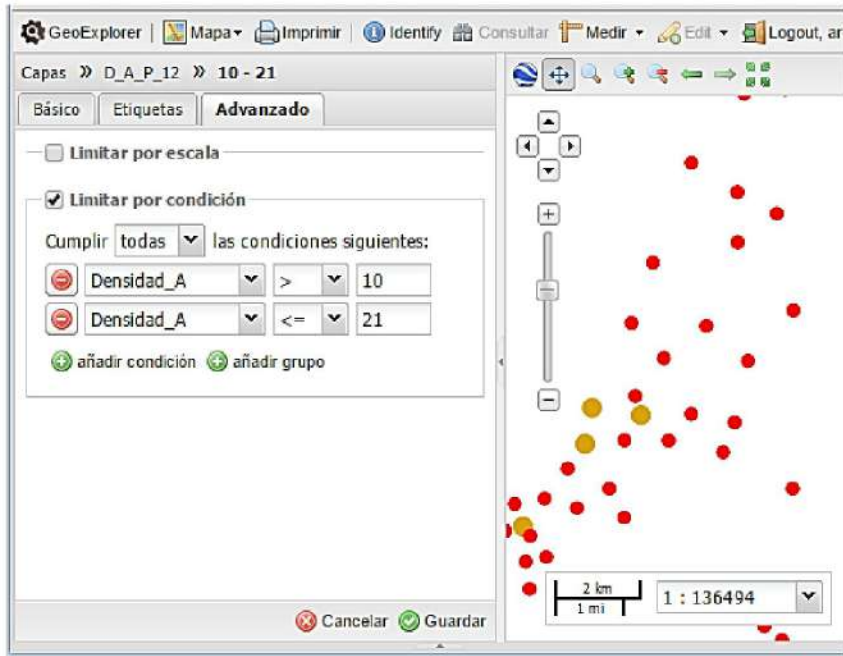


Figura 43 Edición estilo capa 1 utilizando Geoexplorer.

Anexo 6. Construcción del Visor

Previo a la utilización de la herramienta “Boundless SDK”, es necesario contar con el “Java Development Kit (JDK)”, instalado en el equipo, y haber descargado la herramienta “Apache Ant”.

Como primer paso en la construcción del visor se crea un aplicativo temporal a base de GXP, GeoExt, and OpenLayers 2, para ello se ejecutó el siguiente comando en el “Símbolo de sistema de Windows”

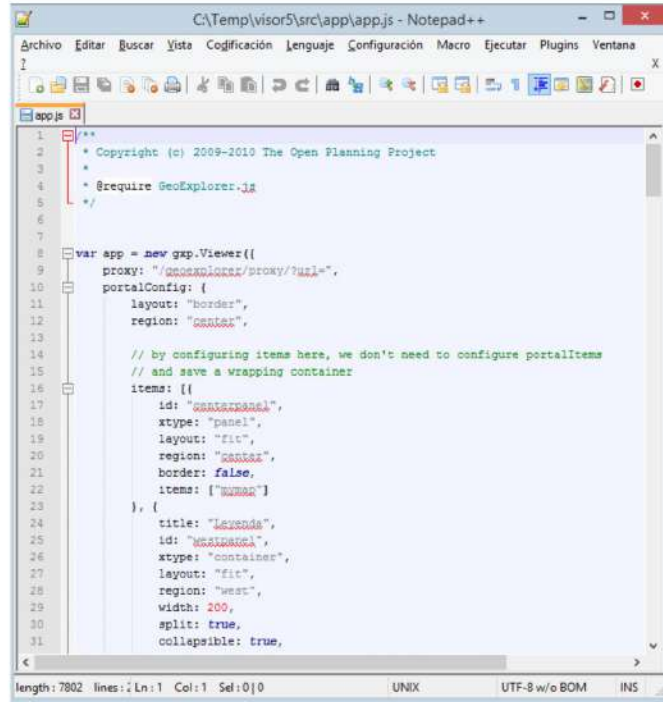
```
suite-sdk create "Dirección Local Aplicativo" gxp
```

Esto crea una carpeta en la ubicación seleccionada con los archivos base del aplicativo.

| Nombre | Fecha de modifica... | Tipo | Tamaño |
|-------------|----------------------|---------------------|--------|
| src | 18/03/2015 10:21 ... | Carpeta de archivos | |
| theme | 16/03/2015 9:03 p... | Carpeta de archivos | |
| buildjs.cfg | 16/03/2015 9:03 p... | Archivo CFG | 1 KB |
| favicon | 16/03/2015 9:03 p... | Icono | 15 KB |
| index | 13/04/2015 10:22 ... | Chrome HTML Do... | 3 KB |

Figura 44 Carpeta archivos base aplicativo

Para adicionar, modificar y organizar los diferentes componentes que estarán presente en el visor se procedió a editar el archivo “app.js”, estos contienen todas las dependencias de java Script que el visor necesitara para su funcionamiento.



```
1  /**
2  * Copyright (c) 2009-2010 The Open Planning Project
3  *
4  * @require GeoExplorer.js
5  */
6
7
8  var app = new gxp.Viewer({
9    proxy: "/gpxexplorer/proxy?url=",
10   portalConfig: {
11     layout: "border",
12     region: "center",
13
14     // by configuring items here, we don't need to configure portalItems
15     // and save a wrapping container
16     items: [
17       {
18         id: "mainpanel",
19         xtype: "panel",
20         layout: "fit",
21         region: "center",
22         border: false,
23         items: ["summary"]
24       }, {
25         title: "Legend",
26         id: "mainpanel",
27         xtype: "container",
28         layout: "fit",
29         region: "west",
30         width: 200,
31         split: true,
32         collapsible: true,
```

Figura 45 Edición archivo app.js

Ya al tener el visor configurado y adecuado se procede a empaquetar el aplicativo creado, mediante la siguiente línea de comando ejecutada en el símbolo del sistema de Windows.

```
suite-sdk create "Dirección Local Aplicativo" "Dirección a guardar"
```

Este proceso genera un archivo único con extensión “.war”, el cual puede ser incluido en un Servidor HTTP.

Para este trabajo el archivo .war se incluyó dentro del servicio que viene pre-instalado en la suite, mediante la transferencia de este archivo a la carpeta ubicada en la siguiente ruta.

```
C:\Archivos de programa\Apache Software Foundation\Tomcat 8.5\webapps\
```

| Nombre | Fecha de modifica... | Tipo |
|--------------|----------------------|---------------------|
| apps | 14/10/2014 10:01 ... | Carpeta de archivos |
| dashboard | 14/10/2014 9:57 p... | Carpeta de archivos |
| geoexplorer | 13/03/2015 10:05 ... | Carpeta de archivos |
| geoserver | 13/03/2015 10:04 ... | Carpeta de archivos |
| geowebcache | 13/03/2015 10:05 ... | Carpeta de archivos |
| opengeo-docs | 13/03/2015 10:04 ... | Carpeta de archivos |
| recipes | 14/10/2014 10:00 ... | Carpeta de archivos |
| root | 13/03/2015 10:03 ... | Carpeta de archivos |
| visor.war | 04/05/2015 9:42 p... | Archivo WAR |

Figura 46 Archivo .war.

Para probar el correcto funcionamiento del visor, en el navegador web del equipo se accede a la siguiente dirección:

<http://localhost:8040/visor/>

Anexo 7. Formato de encuesta

Se presenta la plantilla de la encuesta que se realizó a los actores clave dentro de la gobernación.

Esta encuesta se hace en el marco de una tesis de maestría en ciencias de la University of Salzburg del departamento de departamento de Geomática – ZGIS. Me gustaría hacerle unas preguntas con el fin de evaluar la funcionalidad de un geovisor para visualizar y distribuir datos espaciales del recurso pesquero en el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina.

*1. A continuación diligencie sus datos personales, cuyo manejo será de total confidencialidad y de uso exclusivo para la investigación

Profesión/ocupación

Dependencia en el que trabaja en la gobernación

2. A través de que dispositivo pudo acceder al Geovisor

__ Celular

__ Tablet

Computador

todos los anteriores

3. que tipo de información consultó

pesquerías

zonificación de la AMP

Captura total de pesca

Estaciones de monitoreo

Batimetría y Geomorfología

4. Indique que tan fácil fue para usted el acceso al geovisor y la búsqueda de informacio

Muy fácil

Fácil

Difícil

Muy difícil

Argumente su respuesta

5. ¿Creería usted conveniente que la gobernación implementara este tipo de herramientas, por qué?

La encuesta ha concluido. ¡Muchas gracias por su colaboración!