
Desarrollo e implementación

de un visor geográfico Web para la toma
de decisiones en el mercado de los
combustibles líquidos en Colombia

Development and implementation of a web geographic viewer
for decision making in the liquid fuel market in Colombia

Julieth M. García Vargas¹

Héctor Javier Fuentes López²

Leonardo E. Contreras Bravo²

¹ Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de ingeniería. Posgrado SIG.

² Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad de Ingeniería. Ingeniería Catastral
Bogotá D.C, Colombia.

jumgarcia@correo.udistrital.edu.co; hjfuentes@udistrital.edu.co; lecontrerasb@udistrital.edu.co

García Vargas: <https://orcid.org/0000-0002-4991-4802>

Fuentes López: <https://orcid.org/0000-0001-6899-4564>

Contreras Bravo: <https://orcid.org/0000-0003-4625-8835>

Resumen

El presente artículo tiene como objetivo el desarrollo de un visor geográfico enfocado en la visualización y ejecución de herramientas, que permitan realizar análisis espaciales básicos entre las capas geográficas de estaciones de servicio (EDS) y plantas de abastecimiento (PA). Su principal utilidad se corresponde con ser un instrumento para la toma de decisiones en las diferentes organizaciones que están involucradas en el sector de los combustibles líquidos derivados del petróleo. De igual manera, es abordada la temática en torno al *Open Data* para la disposición de los datos geográficos en fuentes oficiales para todos los ciudadanos.

PALABRAS CLAVE: estaciones de servicio; plantas de abastecimiento; combustibles líquidos; open data; georreferenciación.

Abstract

The present paper aims to develop a geographic viewer focused on the visualization and execution tools that allow fundamental spatial analysis between the geographic layers of service stations (EDS) and Supply Plants. Its primary utility corresponds to being an instrument for decision-making in the different organizations involved in the liquid fuels sector derived from petroleum. Similarly, the subject around Open Data is addressed to provide geographic data in official sources for all citizens.

KEYWORDS: service stations; supply plants; liquid fuels; Open Data; Georeferencing.

1. Introducción

Los sistemas de información geográfica (SIG) generan conocimiento de alto valor permitiendo que los tomadores de decisiones en una organización puedan trazar una hoja de ruta para el éxito de sus compañías. Tal y como lo menciona Tomlinson “...un SIG puede demostrar su valor y justificar su existencia si logra ayudar a agilizar los flujos de trabajo existentes y crear información útil. Estos son los principales beneficios que obtiene cualquier sistema de información exitoso.” (Tomlinson, 2013: 19).

Una ventaja de los SIG es que pueden ser manipulados por personas que no son expertas en temas espaciales. Esto se logra gracias a la implementación de visores geográficos o geovisores, que permiten el acceso a los datos, otorgando la posibilidad al usuario de seleccionar lo que desea observar y cómo lo visualizará de una manera práctica e intuitiva. En este sentido, la consideración mencionada por Olaya (2014: 15) toma especial relevancia al categorizar la visualización como un componente SIG definido de la siguiente manera: “Subsistema... que crea representaciones a partir de los datos permitiendo así la interacción con ellos”. Algunos ejemplos de SIG manipulados por personas no expertas son: *Google Earth* y *Google Maps*. Estas plataformas permiten la visualización de datos espaciales sin requerir un conocimiento muy profundo por parte del usuario.

Es importante tomar en consideración la localización geográfica en cualquier pregunta de negocio, tal y como lo hizo John Snow en el año 1854 para combatir las epidemias de la época tomando decisiones con base en modelamientos de autocorrelación espacial (Siabato y Guzmán, 2019). En este sentido, los SIG proporcionan una representación completa y continua de la variación espacial, resultando útiles para calcular los elementos con el fin de presentar los resultados analizados en un mapa con diversidad de representaciones (Goodchild y Haining, 2005), y

el visor geográfico o geovisor es la herramienta principal para la manipulación y entendimiento de la información espacial (Díaz y Torres, 2016).

Bajo este contexto, el presente artículo tuvo como objetivo el estudio y desarrollo de un geovisor. El enfoque del producto geográfico se concentra en la visualización y ejecución de herramientas que permitan realizar análisis espaciales básicos entre las capas geográficas de EDS y PA, como son: la generación de áreas de influencia, la medición sobre el mapa, la aplicación de filtros y la obtención de rutas de desplazamiento en función del tiempo y la distancia óptima. Su principal utilidad es la de ser un instrumento para la toma de decisiones en las diferentes organizaciones a nivel mayorista y minorista, que están involucradas en el sector de los combustibles líquidos derivados del petróleo.

Para llevar a cabo este propósito se tomaron datos públicos de EDS disponibles en el Sistema de Información de la Cadena de Distribución de Combustibles (SICOM) para el año 2020, con los cuales se estructuró un archivo geográfico en formato .shp (*shapefile*) que permitió la validación de la georreferenciación de las EDS y PA por medio de *Google Street View*.

Este artículo se ha dividido en 3 partes. En la primera se encuentra la metodología aplicada que corresponde a la combinación de los modelos orientado a la reutilización e incremental; en la segunda, el desarrollo del aplicativo sobre la suite de *ArcGIS*; y finaliza con recomendaciones y conclusiones para la disposición de los datos por parte de las instituciones públicas, y la adopción de estos en las organizaciones involucradas en el sector de los combustibles líquidos en Colombia, en pro de impulsar la economía del país y los ingresos de las compañías del sector promoviendo la sana competencia.

2. Metodología

1.1 Método

La metodología adoptada para construir el visor geográfico corresponde a la combinación de los modelos incremental y orientado a la reutilización. Esta selección obedece, por un lado, a los beneficios enfocados en la flexibilidad al cambio con una participación activa del usuario en cada versión generada y, por otro, al de la reutilización de algunos componentes que ya se encuentran en el mercado como, por ejemplo, la visualización y las herramientas de interacción con los datos (medir, filtrar, seleccionar, entre otros), (Somerville, 2011).

En la FIGURA 1 se pueden observar las fases del desarrollo metodológico, las cuales comprenden la actividad preliminar, la especificación de requerimientos, el desarrollo, la validación y el mantenimiento.

2.2 Técnicas e instrumentos

Una vez conceptualizado el problema se definieron las herramientas. Se acordó usar la suite de ArcGIS de la casa matriz ESRI. Para la creación del visor geográfico a nivel particular se usó ArcGIS Pro 2.7.3 y ArcGIS Online con licenciamiento Standard. De esta última plataforma se empleó el Web Map y el Web AppBuilder. Asimismo, estos componentes garantizaron la seguridad de los datos alojados en su servidor. Por otro lado, para la parte del cliente se contó con una licencia en la categoría de visualizador, requisito indispensable para el ingreso al visor geográfico como parte del requerimiento funcional de autenticación.

Para la validación del visor geográfico se aplicó como técnica el muestreo no probabilístico por cuotas y como instrumento se realizaron entrevistas. El muestreo no probabilístico por cuotas consiste en seleccionar una muestra representativa con las mismas proporciones de elementos tanto en la población, como en las cuotas de la

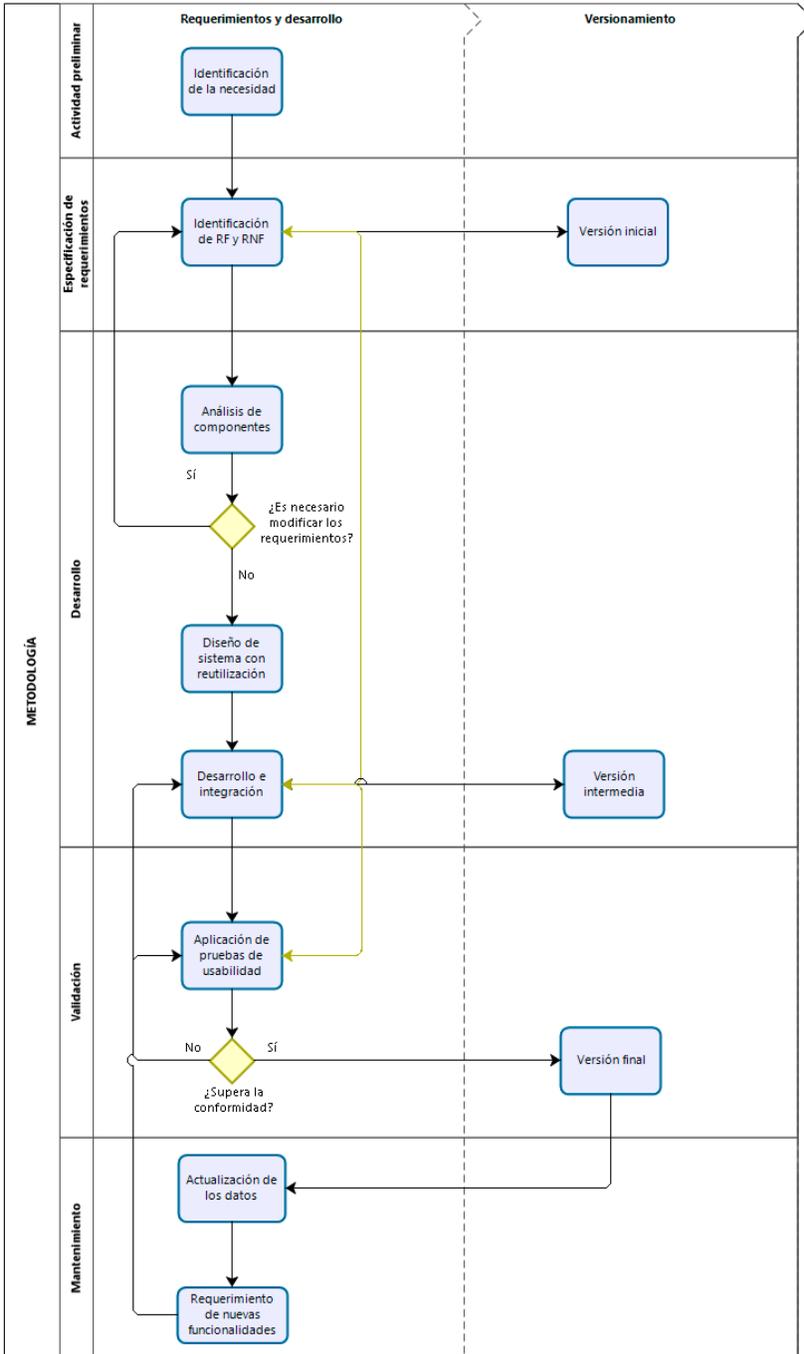
muestra (Pimienta, 2000). Es decir, se tienen en cuenta las variables edad, formación académica y perfil laboral; con esto se garantizó el comportamiento de cualquier grupo de la población en la temática específica de los combustibles. De igual manera, la entrevista pretendió identificar los aspectos positivos y negativos que generaron en un usuario la combinación de colores en la interfaz, la interpretación de los íconos de las herramientas, la solución de problemas espaciales subsanables con las herramientas incorporadas en el visor geográfico, y su tiempo de respuesta a una instrucción ejecutada. De acuerdo con lo anterior, se evaluó de forma global el funcionamiento del visor geográfico con el objetivo de lograr su aceptación por parte de los usuarios antes de disponerlo para su uso.

2.3 Recolección de datos

En el año 2004 Tim O'Reilly planteó escenarios sobre la Internet, en donde la inteligencia colectiva tomaba un papel protagónico para la generación de datos. Imaginaba que estos se usarían en plataformas digitales con el fin de solucionar problemas sociales, sin desconocer que las grandes compañías podrían utilizarlos para sus propios beneficios en aras de ser más rentables. Es así como desde ese entonces ya podía hablarse de un Internet democrático con Open Data (O'Reilly, comunicación personal, 28 de junio de 2007).

Para el desarrollo del aplicativo se usó una fuente de información secundaria. Se tomaron los datos públicos de EDS disponibles en el Sistema de Información de Combustibles (SICOM) en formato .xlsx, que sirvieron de insumo para la estructuración de un archivo geográfico .shp, elaborado por autoría propia, en donde se ubicaron las EDS y PA de todo el país. Su georreferenciación fue comprobada por medio de Google Street View en Google Earth, y en lugares donde no hubo disponibilidad de fotografía, se realizó la visita.

FIGURA 1. Metodología de desarrollo para el visor geográfico.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021



3. Desarrollo del aplicativo

3.1 Actividad preliminar

Bajo el contexto de la necesidad se definió que el visor geográfico debía permitir análisis espacial básico como: el cálculo de rutas entre EDS y plantas de abastecimiento, la selección de EDS y la generación de zonas de influencia desde un punto de interés. A su vez, esta conceptualización de la necesidad permitió la identificación de requerimientos funcionales (RF) y no funcionales (RNF) para el desarrollo de geovisor (FIGURA 1).

3.2 Especificación de requerimientos

Antes del desarrollo y como parte de la conceptualización de la necesidad, se realizaron las especificaciones de los requerimientos tanto funcionales como no funcionales como se muestra en la TABLA 1.

3.3 Diagramación de casos de uso y de despliegue

Se realizó la diagramación de los casos de uso; esto permitió identificar los actores del visor y su interacción con este. En la FIGURA 2 se muestran los

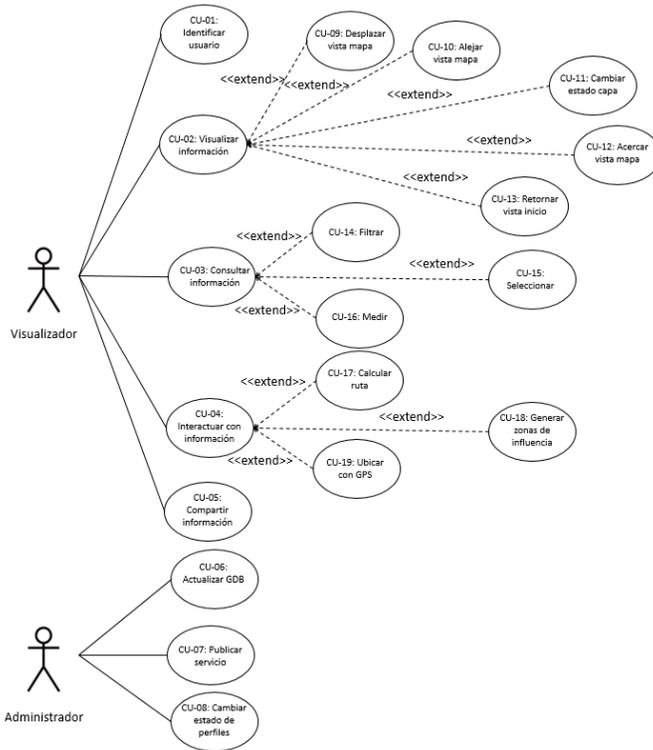
TABLA 1. Requerimientos funcionales y no funcionales

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES (RF)	REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES (RNF)
RF-01: El software debe permitir la visualización de las EDS y las Plantas de Abastecimiento	RNF-01: La GDB útil para el software debe estar conectada por publicación de servicio en ArcGIS Pro
RF-02: El software debe permitir la visualización con zoom	RNF-02: El software debe ejecutarse en un entorno WEB con ArcGIS Online
RF-03: El software debe permitir realizar medición de área y longitud	RNF-03: El software debe garantizar el cumplimiento de los estándares OGC
RF-04: El software debe permitir configurar filtros para ver las EDS por municipio y por mayorista	RNF-04: La arquitectura del software debe ser Cliente/Servidor
RF-05: El software debe permitir seleccionar mapas base	RNF-05: El software debe tener precargado el mapa base, las EDS y las Plantas de Abastecimiento
RF-06: Los usuarios deben ingresar al software con autenticación de usuario y contraseña	RNF-06: El software debe tener apagada la capa de EDS
RF-07: El software debe permitir obtener indicaciones de ruta mostrando el tipo de vehículo a emplear en el desplazamiento y el tiempo	RNF-07: El software debe mostrar la lista de capas en el momento del ingreso
RF-08: El software debe permitir generar áreas de influencia	RNF-08: El software debe ser compatible con cualquier navegador Web.
RF-09: El software debe permitir la selección de EDS	RNF-09: El software debe mostrar la opción en la parte inferior de la pantalla, cuando inicia sesión, para retornar a la extensión de visualización generada en la sesión anterior
RF-10: El software debe permitir compartir la visualización por correo, Facebook o Twitter	
RF-11: El software debe permitir la búsqueda digitando el nombre del municipio.	
RF-12: El software debe permitir la búsqueda digitando el nombre o código SICOM de la EDS	
RF-13: El software debe permitir la búsqueda digitando el nombre de la planta de abastecimiento	
RF-14: El rol de administrador crea/elimina perfiles, publica servicios y edita la GDB1	
RF-15: El software debe permitir cambiar el estado de la capa	
RF-16: El software debe permitir ubicar al usuario con GPS	
RF-17: El software debe permitir retornar a la vista de inicio	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021

FIGURA 2. Diagrama de casos de uso para el visor geográfico.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021



19 casos de uso que responden a los requerimientos funcionales y no funcionales, 8 corresponden a principales y 11 a extendidos. Se identificaron dos actores: administrador y visualizador.

A nivel de sistema la integración del despliegue y sus componentes son los siguientes:

En la FIGURA 3 se aprecia como es la red de servicio entre los componentes que intervienen en la solución. Está compuesta por el administrador, la nube de *ArcGIS Online* y el cliente. El administrador es el encargado de crear, actualizar y publicar la GDB, y los servicios asociados a esta. La disposición en la nube de *ArcGIS Online* permite el uso del *Web AppBuilder* para el diseño e implementación del geovisor; a su vez, este hace posible que el servicio sea consumido por el cliente a través del navegador Web.

3.4 Análisis de componentes para la reutilización empleando ArcGIS Online

Para la creación del geovisor se seleccionó *ArcGIS Online*, desarrollado por el Instituto de Investigaciones de Sistemas Ambientales, ESRI. El objetivo de la compañía ha sido a lo largo de su historia, ofrecer un mapeo computarizado que permita el análisis espacial para ayudar a planificadores territoriales y administradores de recursos de la tierra a tomar decisiones informadas (ESRI, 2020).

Esta plataforma ofrece la creación de aplicaciones web geográficas a través de diversas plantillas con múltiples *widgets* que pueden ser adaptados a los requerimientos para dar solución a una necesidad. Para la creación del visor se realizó el análisis de componentes de cada una de las plantillas con el

fin de realizar la selección. En cada plantilla se priorizaron los *widgets* habilitados que permitieran ofrecer la solución fiel a la necesidad planteada sin cambiar los requerimientos iniciales.

Como se observa en la FIGURA 4, el desarrollo se inició con la diagramación de componentes, de despliegue, y de casos de uso. Después en *ArcGIS Pro*, se creó la GDB que almacena las EDS y PA,

FIGURA 3. Diagrama de despliegue para el visor geográfico.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021

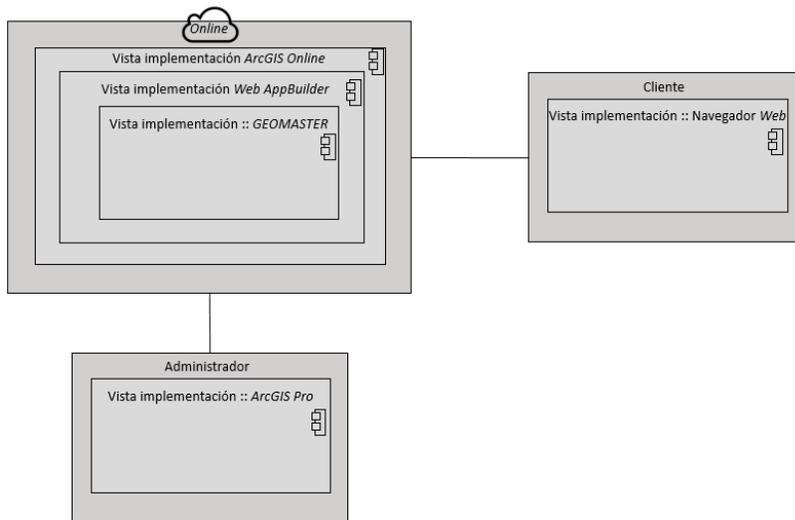
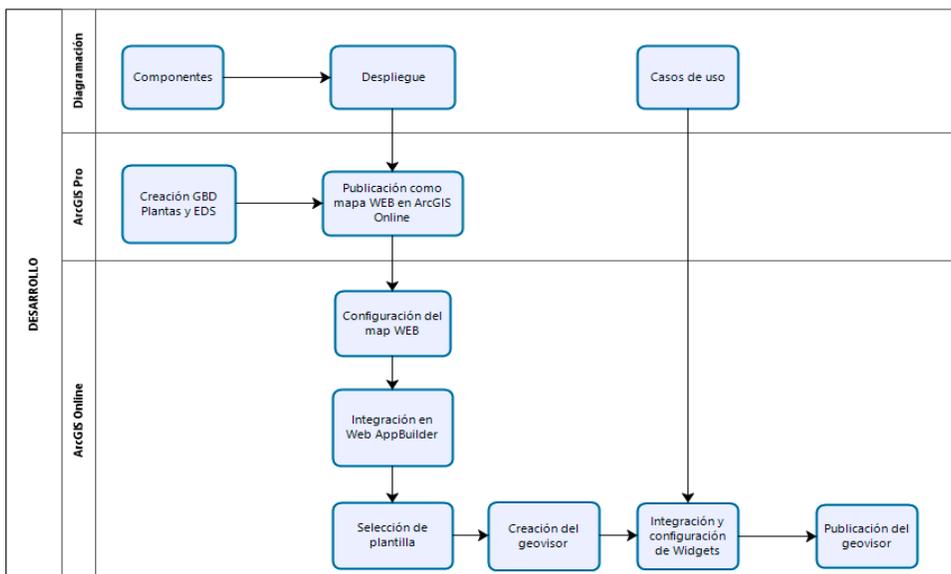


FIGURA 4. Diagrama de despliegue para el visor geográfico.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021



posteriormente se publicaron los datos como capas en *ArcGIS Online*. Finalmente, se realizó la incorporación de la data por medio del *map Web al Web AppBuilder*, lo que dio origen a la aplicación. Se seleccionó la plantilla, se parametrizaron los *widgets* y se publicó el geovisor.

La estructuración de las capas creadas corresponde a la identificación de los siguientes atributos (TABLA 2).

ArcGIS permite la personalización de la simbología para cualquier capa. Para este caso, la convención de las EDS y de las PA se realizó teniendo

en cuenta el logo corporativo de cada compañía mayorista (FIGURA 5).

El insumo principal para el visor geográfico es el *Web Map*. Para compartirlo y publicarlo en la organización de *ArcGIS Online*, se realizó la conexión desde *ArcGIS Pro*. Allí se personalizó el rango de visibilidad para las EDS y PA. De igual manera, se seleccionaron los atributos que se mostraban al dar clic en una EDS o una PA, y finalmente se seleccionó un mapa base.

Se eligió la plantilla *Launchpad*. Como ya se referenció, esta elección responde a la incorporación

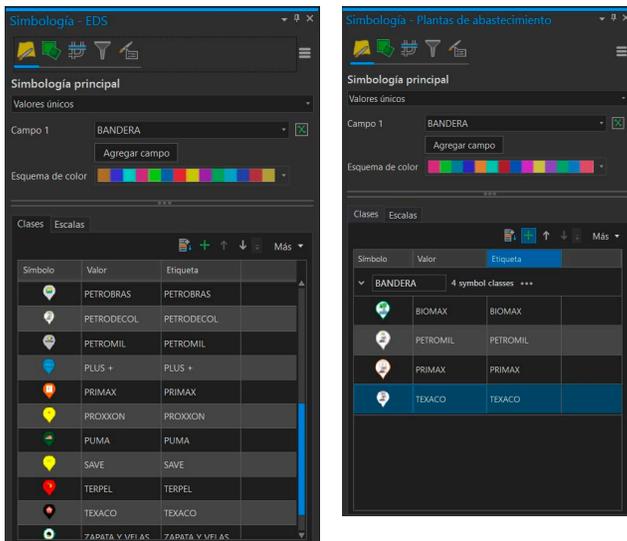
TABLA 2. Atributos de las capas EDS y Plantas de Abastecimiento

EDS	PA
DEPARTAMENTO (TEXTO)	DEPARTAMENTO (TEXTO)
MUNICIPIO (TEXTO)	MUNICIPIO (TEXTO)
CODIGO_SICOM (TEXTO)	NOMBRE (TEXTO)
NOMBRE (TEXTO)	BANDERA (TEXTO)
DIRECCION (TEXTO)	
BANDERA (TEXTO)	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021

FIGURA 5. Personalización de la simbología para cada capa.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021



de todos los *widgets* que cubren los requerimientos para suplir la necesidad (FIGURA 6). En la TABLA 3 se muestran los *widgets* incorporados.

En la FIGURA 7 se puede visualizar el visor geográfico en el navegador *Web*.

Finalmente, el visor geográfico permitió conectar al usuario autenticado con la GDB, que es consumida desde un mapa *Web* en *ArcGIS Online* publicado a través de *ArcGIS Pro*.

La interfaz provee al usuario de todas las funcionalidades requeridas e identificadas en la conceptualización de la necesidad, permitiendo buscar en la GDB las EDS y PA, por nombre, y código SICOM. En cuanto a los análisis espaciales,

incorpora herramientas que le permiten medir áreas y longitudes, filtrar por atributos de interés, calcular rutas y generar zonas de influencia.

4. Validación del visor geográfico

Para la validación del visor geográfico por parte de los usuarios, se realizó una prueba de usabilidad tipo entrevista, método sugerido por Krug en su libro ‘No me hagas pensar’. Él menciona que esta es una manera sencilla y divertida para evaluar con los usuarios lo que se está ofertando (Krug, 2005).

FIGURA 6. Selección de plantilla.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021

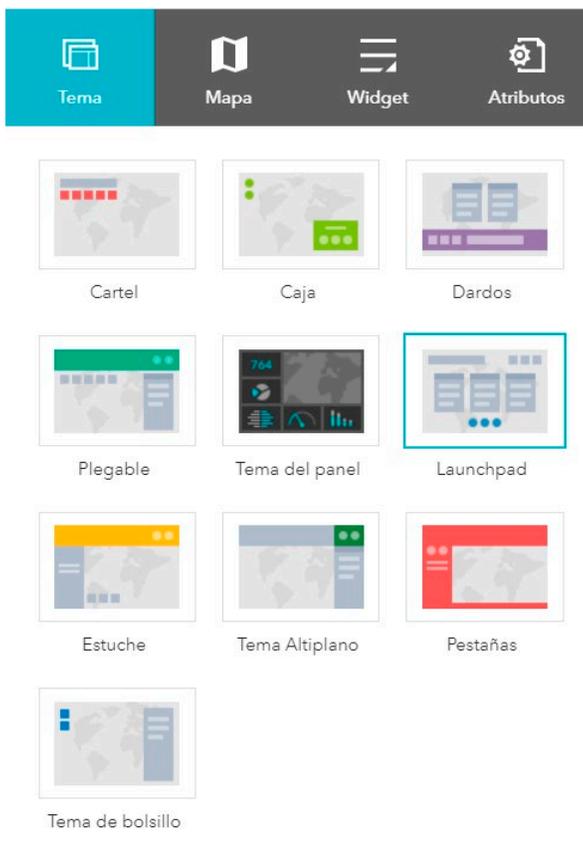


TABLA 3. Listado de *widgets* y su función

Widget	Nombre	Funcionalidad
	Lista de capas	Muestra la lista de capas operativas: EDS y Plantas de Abastecimiento
	Filtro	Permite aplicar un filtro en el mapa basado en municipios o banderas
	Medir	Le permite al usuario medir el área de un polígono o la longitud de una línea o buscar las coordenadas de un punto
	Calcular distancia	Calcula y muestra indicaciones entre dos o más ubicaciones
	Participación	Muestra un gráfico en forma de círculo de EDS agrupadas por bandera
	Seleccionar	Le permite al usuario seleccionar EDS e interactuar con estas
	Compartir	Le permite al usuario compartir VISOR GEOGRÁFICO en sus cuentas de redes sociales o enviando un correo electrónico con un vínculo
	Mapas base	Presenta una galería de mapas base. Permite al usuario seleccionar uno
	Acercar	Control interactivo del Zoom +
	Alejar	Control interactivo del Zoom -
	Inicio	Al hacer clic acerca al usuario a la extensión inicial del mapa
	GPS	Detecta la ubicación física del usuario y la acerca en el mapa
	Página Web	Le permite al usuario acceder a una página Web
	Buscar	Busca un objeto geográfico en varias fuentes con un campo predeterminado
	Tabla de Atributos	Muestra una vista de tabla de atributos de capas operativas

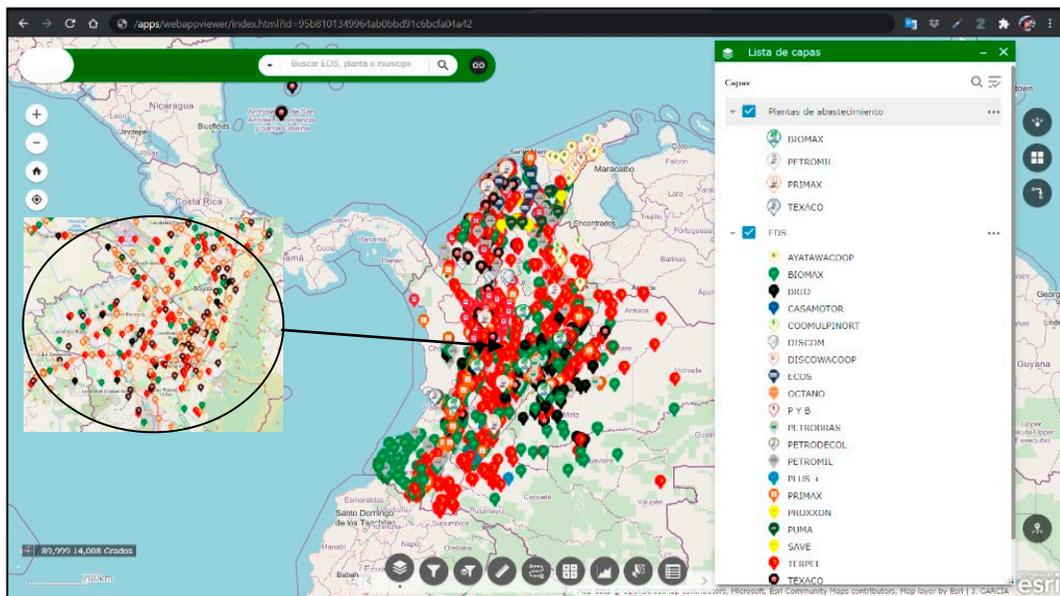
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021

Debido a la contingencia de salubridad generada por el virus SARS-CoV-2, se realizaron las entrevistas de forma virtual. Esto permitió el registro audiovisual, así como la supervisión de la pantalla

de las personas entrevistadas. Para lograr tal fin, se propuso a manera de guía el siguiente guion que contiene el planteamiento de las preguntas, y el desarrollo de lo que se requiere evaluar:

FIGURA 7. Visualización del visor geográfico en el navegador Web con Zoom In al sur de Bogotá.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021



Introducción:

- Hola _____, me llamo Julieth García, y voy a acompañarte en esta sesión.
- Probablemente ya lo sepas, pero te explicaré por qué hemos pedido conectarnos hoy. Estamos probando un visor geográfico sobre el que aún estamos trabajando y queremos ver lo que les parece a las personas que lo usan.
- Quiero que quede claro desde el principio que estamos probando el aplicativo, no a ti.
- Queremos oír exactamente lo que piensas; por favor, no te preocupes por si hieres o no nuestros sentimientos. Queremos mejorarlo, de ahí nuestra necesidad de conocer honestamente lo que te parece.
- Si tienes alguna pregunta, hazla. Puede que no tenga la respuesta porque de lo que se trata es de ver tu reacción sin alguien al lado. No obstante, trataré de responder cualquier pregunta que tengas cuando hayamos terminado.

- Si estás de acuerdo vamos a grabar la pantalla del computador y tu voz. La grabación solo será usada para mejorar el visor geográfico. Quedará disponible en el meet de Google.
- ¿Tienes alguna pregunta antes de empezar?
- Antes de pasar al aplicativo me gustaría hacerte unas preguntas rápidas.
- ¿A qué te dedicas?
- Bien. Y has utilizado *Google Earth* o *Google Maps*.
- ¿En qué contexto usas el aplicativo?
- ¿Desde un celular o desde el computador?
- ¿Alguna vez buscaste una ubicación de algo en *Google Earth* o *Maps* y no te apareció, o tenía un error la posición?
- Muy bien, ya hemos terminado con las preguntas; ahora empecemos.

Reacciones ante el ingreso al aplicativo

- Primero voy a pedirte que ingreses al link enviado por chat, digita el nombre y contraseña

que te estoy dejando en la conversación.

- ¿Qué opinas? ¿Qué te molesta al verlo, qué te agrada, qué crees que hace cada botón?
- Si te pidiera que me dijeras para qué sirve el visor, ¿qué responderías?
- Bien, ahora ¿sobre qué te gustaría dar clic primero?
- Si el usuario no menciona botones en este espacio se pregunta por qué no los vio.

Prueba de una tarea

- Bien, ahora vamos a probar algo diferente.
- ¿Se te ocurre realizar alguna consulta sobre el visor geográfico?
- Se menciona lo que el usuario quiere hacer y se pregunta: ¿Qué es lo primero que harías?
- ¿Sobre qué deberías hacer clic primero?
- Finaliza la sesión

Esta prueba de usabilidad para el visor geográfico se diseñó con el fin de obtener un indicador de conformidad entre 0 y 1. Cero corresponde a la no conformidad del visor geográfico y uno lo contrario. La conformidad es interpretada y medida de manera similar a las indicaciones presentadas en la 'NTC 5043 -Calidad de los datos geográficos'.

El rango de aceptación seleccionado para obtener una conformidad por parte de los usuarios del visor geográfico es [0.85 - 1]. Se selecciona 0.85 como el nivel mínimo aceptable por la interpretación de la NTC 5043 "Un resultado de calidad de **verdadero** con un valor de dominio de **variable booleana** es un ejemplo de comparar el valor (90) contra un nivel aceptable mínimo (85) y de reportar en la evaluación de calidad" (NTC 5043. Información Geográfica. Conceptos básicos de calidad de los datos geográficos, 2002). Este intervalo refleja la aceptación del usuario para el diseño de la interfaz y el uso de las herramientas para resolver un problema.

Para la prueba del visor geográfico se contó con una muestra de cinco (5) participantes que

se encuentran en edades entre los 25 y 40 años. De ellos tres (3) son profesionales en temas de ingeniería con conocimientos en sistemas de información geográfica, y dos (2) no son profesionales; sin embargo, cuentan con un dominio básico de herramientas como *Google Earth* y/o *Google Maps*.

Para la ponderación de la prueba se estableció como variable de calificación un booleano que toma el valor de cero (0) cuando la respuesta es «no», y uno (1) cuando es «sí».

Los puntos a evaluar durante la prueba fueron los siguientes:

- ¿El usuario tiene claro para qué sirve el visor geográfico?
- ¿El usuario interpreta correctamente los íconos de los botones?
- ¿El usuario siente gusto visual con la combinación de colores?
- ¿El usuario siente agrado con el mapa base?
- ¿El usuario se siente satisfecho con el tiempo de respuesta al realizar una acción?
- ¿El usuario solucionó el problema planteado?

La calificación individual de la prueba tiene en cuenta la cantidad de respuestas afirmativas en razón con los seis (6) criterios planteados. El resultado expresa la conformidad cuando la razón es cercana a uno, y la no conformidad cuando es cercana a cero. La conformidad significa que el usuario está satisfecho con la funcionalidad del visor geográfico (TABLA 4).

$$\text{Calificación Prueba} = \sum \text{Respuestas Afirmativas}$$

Ecuación 1. Calificación prueba individual. Fuente: elaboración propia, 2021

$$\text{Nivel de Conformidad Individual} = \frac{\text{Calificación Prueba}}{\text{Cantidad de criterios planteados}}$$

Ecuación 2. Nivel de conformidad individual. Fuente: elaboración propia, 2021

TABLA 4. Resultados de las pruebas para evaluar el nivel de conformidad

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021

TIPO DE USUARIO	INDIVIDUO	PUNTOS A EVALUAR						CALIFICACIÓN PRUEBA	NIVEL DE CONFORMIDAD
		1	2	3	4	5	6		
Expertos SIG	1	1	1	1	1	1	1	6	1
	2	1	1	0	1	1	1	5	0.833
	3	1	1	1	1	1	1	6	1
Manejo básico de Google Earth	4	1	0	0	1	1	1	4	0.667
	5	1	1	1	1	1	0	5	0.833
NIVEL DE CONFORMIDAD GLOBAL									0.867

Se evidencia que para los usuarios expertos SIG solo hubo una inconformidad en cuanto a la combinación de colores de la interfaz. En su lugar, para los usuarios con un uso básico en *Google Earth*, el manejo del visor geográfico en la interpretación de cada botón presentó dificultad en una persona, de las dos entrevistadas. De igual manera, solo una de ellas no solucionó el problema que ella misma planteó, relacionado con el empleo de las herramientas para conocer a 5 km de un punto de referencia las EDS que conformaban la zona de influencia. A nivel global se estableció un índice de conformidad de 0,867.

5. Mantenimiento del visor geográfico

Una vez se encuentre implementado el visor geográfico en alguna organización, se propone el mantenimiento bajo dos perspectivas. La primera tiene que ver con los datos y la segunda con las nuevas funcionalidades que los usuarios puedan requerir por el uso continuo de este.

Para mantener los datos vigentes se recomienda hacer uso de *SURVEY123*, otro servicio de la suite de *ArcGIS Online*. *SURVEY123* trabaja como una encuesta, permitiendo levantar datos georreferenciados en campo que se almacenan en tiempo real dentro de una capa geográfica.

El diseño en prueba es el siguiente (FIGURA 8).

Para las nuevas funcionalidades que los usuarios requieran al volverse expertos en el manejo del

visor geográfico, se propone implementar *widgets* desarrollados a la medida con *ArcGIS Platform* o los dispuestos en la plantilla del *Web AppBuilder*. En ese momento sería importante evaluar el alcance del licenciamiento adquirido con ESRI, tanto para el administrador *GIS* como para los usuarios visualizadores, pues dependiendo de lo robusto en la programación y de los procesos del análisis espacial que se pretenda generar, se debería subir a un *Enterprise* con usuarios tipificados en el perfil editor.

6. Recomendaciones para el open data y aplicación de plantilla

- Las estadísticas para el *Open Data* en el caso de América Latina, y puntualmente para el contexto colombiano, sugieren que los datos abiertos tienen un impacto bajo tanto a nivel social como a nivel económico pues “...De acuerdo con el *Open Data Barometer, Colombia se ubica en el puesto 40 de 86 países que forman parte de este ranking, con un puntaje general de 32.38/100, es decir: 17 puntos por debajo del promedio total de países que integran el ranking... A nivel de América Latina, Colombia se ubica en el puesto octavo, por detrás de países como Chile, Brasil, México, Uruguay, Perú, Argentina y Ecuador.*” (Hung et al., 2019). De igual manera, estos autores estiman que los organismos de gobierno están preparados para la implantación

FIGURA 8. Diseño en prueba.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021

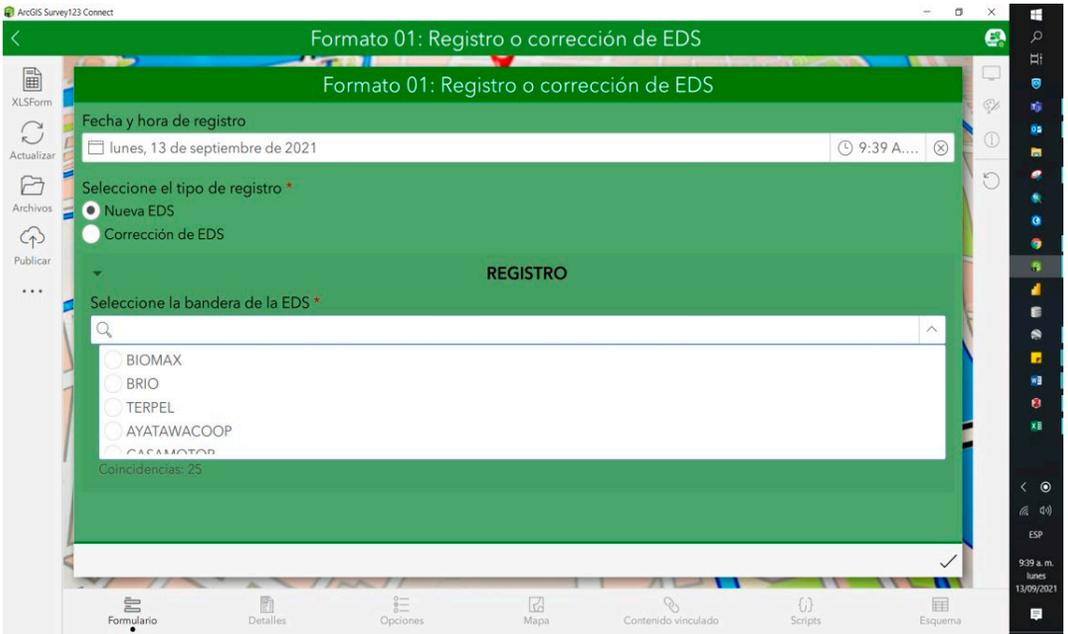
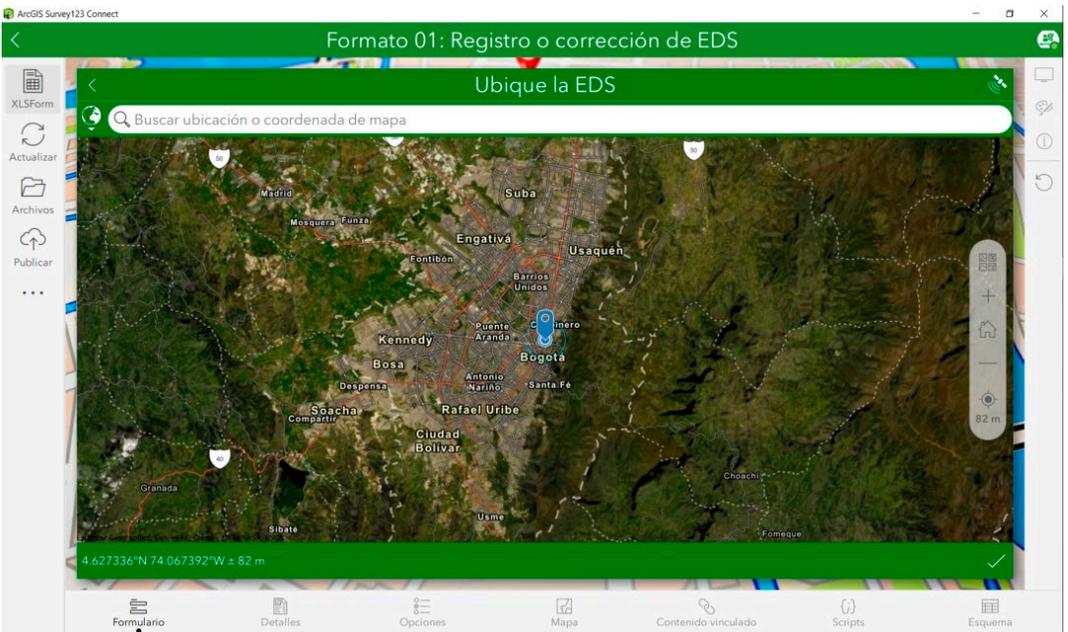


FIGURA 9. Modelo de encuesta en SURVEY123.
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, 2021



del *open data* en un 65% y los ciudadanos en un 59%; con estas cifras proponen “*la apertura de escenarios de debate con una perspectiva nacional que ahonde en el nivel de conocimiento y uso del open data entre los ciudadanos colombianos, además de identificar los factores que inciden significativamente en el empleo de estos datos a nivel ciudadano*” (Hung *et al.*, 2019: 339).

- En el caso específico para el mercado de los combustibles, los datos abiertos son prácticamente inexistentes. No es posible obtener del portal de datos abiertos del Gobierno Nacional, información relacionada con los agentes que intervienen en la cadena de distribución de combustibles en Colombia. Esto apoya en cierta medida la estadística generada como resultado del estudio de Hung *et al.* (2019), en donde sugieren que los organismos de Gobierno no están preparados al 100% para la implementación del *Open Data*. De igual manera, el SIG enfocado al tema de la comercialización del combustible es limitado. A nivel de Gobierno, se encuentran plataformas que al parecer realizan una buena gestión documental rezagando el componente espacial, que se cree podría acercar la información al ciudadano del común. Por otro lado, la cartografía social que es generada por el uso de plataformas con un enfoque SIG como *Google Maps* u *Open Street Map*, no ofrecen la calidad en temas de georreferenciación, puesto que es información obtenida por medio de dispositivos que no fueron diseñados para tal fin y por usuarios no especializados en la captura de datos geográficos. En este sentido, se recomienda al Ministerio de Minas y Energía, a SICOM y a la UPME acordar quién será el productor de información geográfica. Esto con el fin de empoderar a las organizaciones del sector y a los ciudadanos en torno al *Open Data* en la temática de los hidrocarburos, específicamente

en combustibles líquidos en el grupo de Estaciones de Servicio públicas, privadas y Plantas de Abastecimiento.

- Se invita a que la disposición de datos se realice en un ambiente normalizado. Las organizaciones y sus profesionales deben comprender e interiorizar la importancia en la aplicación de estándares para la correcta Gestión de la Información con el fin de obtener una aplicación concreta y correcta de la Gestión del Conocimiento (Chávez y Pérez, 2012/2013).
- Se identificó que en la plantilla seleccionada (*Launchpad*) se presenta un error al ejecutar el *widget* de calcular distancia si se tiene desplegada la ventana de lista de capas. Se informó a ESRI sobre esta situación y quedó documentado el caso. Se esperaría una solución para la próxima versión del *Web AppBuilder*. En este sentido, se recomienda usar esta plantilla teniendo en cuenta este hallazgo.

7. Conclusiones

La diagramación de los componentes permitió la comprensión de la conexión entre *ArcGIS Pro* y *ArcGIS Online* con el *Web AppBuilder* y el usuario a través del navegador *Web*. De esta manera, fue posible incorporar los 15 *widgets* que responden de manera integral a la necesidad planteada y a los 27 requerimientos identificados. El visor geográfico ejecuta los 19 casos de uso mediante la utilización de *widgets* que garantizan la visualización e interacción con la lista de capas, la aplicación de filtros directamente sobre los atributos de los datos, la medición, el cálculo de la distancia en el mapa y demás funcionalidades inherentes al geovisor. La integración de los componentes y las herramientas permitió la interacción del usuario con la información geográfica relacionada con las plantas de abastecimiento y las EDS, que es el fin del proyecto.

El índice de conformidad del producto fue de 0,86. Esto indica que, si bien supera levemente el nivel mínimo aceptable (que es de 0,85), la evaluación a personas con formación profesional y conocimientos en sistemas de información geográfica llega a ser superior, en comparación con la evaluación realizada a personas con niveles básicos de conocimiento en temas geográficos. Este resultado, en parte, permite inferir que se requiere de un grado de conocimiento superior, al menos en temas geográficos, para que la experiencia de usuario en el manejo del visor geográfico cumpla con todas sus expectativas. Asimismo, plantea mejoras futuras en cuanto al manejo de un entorno más amigable para personas con conocimientos básicos o nulos en temas geográficos.

Es de vital importancia la normalización o aplicación de los estándares en los datos geográficos disponibles en el portal de datos abiertos

del Gobierno Nacional para tener bases de datos geográficas interoperables, pues estas solo tendrán sentido cuando sean incorporadas en cualquier sistema para ser interpretados por un usuario.

Se resalta la importancia de abordar desde el SIG esta temática innovadora para la toma de decisiones informadas dentro de las organizaciones, tanto públicas como privadas. Esta toma de decisiones permitirá impulsar la economía del país y los ingresos de las compañías del sector con sana competencia. El reto se encuentra en mantener los datos actualizados en un mercado que continuamente se está transformando.

La versatilidad del visor geográfico posibilita el desarrollo de nuevas funciones. Gracias a que su construcción fue realizada sobre *ArcGIS Online*, es viable enfocar esfuerzos para crear y desarrollar módulos relacionados con la estimación de precios.

8. Nota

- 1 GDB: Geodatabase que es el formato para el almacenamiento de información geográfica

9. Referencias citadas

- CHÁVEZ, Y. y H. PÉREZ. 2012/2013. "Gestión documental, Gestión de información y gestión del conocimiento, nociones e interrelaciones". *Biblioteca. Anales de Investigación*, 8-9: 222-227. (Edición Especial).
- DÍAZ, J. y J. TORRES. 2016. *Desarrollo de Visor Geográfico como soporte para el Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Tibú sobre el suelo urbano y rural*. Repositorio Universidad Santo Tomás. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/2380>.
- ESRI. 2020. *Historia de los SIG. Sistemas de Información Geográfica*. Disponible en: <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/historia-de-gis>.
- GOODCHILD, M. y R. HAINING. 2005. "SIG y análisis espacial de datos: Perspectivas convergentes. Investigaciones Regionales". *Journal of Regional Research*, (6): 175-201.
- HUNG, E.; VALENCIA, J. y A. CANCIO. 2019. "Conocimiento y el uso del Open Data en Colombia". *Andamios*, 16(39): 329-351. <https://doi.org/10.29092>.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). 2002. *Información Geográfica. Conceptos básicos de calidad de los datos geográficos*. Bogotá, Colombia.

- KRUG, S. 2005. *No me hagas pensar. Una aproximación a la usabilidad en la Web*. Pearson (2ª ed.). Madrid, España.
- OLAYA, V. 2014. *Sistemas de Información Geográfica*. Un libro libre de Víctor Olaya. Disponible en: <https://volaya.github.io/libro-sig/>.
- O' REILLY, T. 2005. *What Is Web 2.0, Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software*. Disponible en: <http://www.oreillynet.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/what-is-web-20.html>. [Consulta: febrero, 2021].
- PIMIENTA, R. 2000. "Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas". *Política y cultura*, (13): 263-276.
- SIABATO, W. y J. GUZMÁN. 2019. "La autocorrelación espacial y el desarrollo de la geografía cuantitativa". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1): 1-22. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n1.76919>.
- SOMMERVILLE, I. 2011. *Ingeniería de Software*. Pearson (9ª ed.). Naucalpan de Juárez, estado de México. México.
- TOMLINSON, R. 2013. *Thinking about GIS: Geographic Information System Planning for Managers* (5th ed.). ESRI, Inc. Redlands. California, USA.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Bogotá, Colombia; septiembre, 2021
Revisión: noviembre, 2021