

## COMPARATIVA DE HERRAMIENTAS GIS DESKTOP. CASO DE ESTUDIO: PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

**Resumen:** El Grupo de Investigación en el Manejo de la Información – GIMI – de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia ha venido, como desarrollando el proyecto “*Sistema de Información Geográfica para Planes de Ordenamiento Territorial Municipal – SIGPOT*”, en el cual, en su etapa inicial, se planteó la necesidad de seleccionar un conjunto de herramientas libres que permitan la creación de una plataforma que facilite la gestión del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de los diferentes municipios en Colombia. Por lo anterior, para seleccionar la herramienta GIS Desktop a utilizar, se realizó una comparación basada en las métricas de calidad definidas en el estándar ISO 9126-3, el cual propone los parámetros de evaluación de software, los cuales fueron utilizados para definir los factores para la elección de la herramienta más indicada para el SIGPOT.

**Palabras Clave:** Sistemas de Información Geográfica, GIS Desktop, gvSIG, Planes de Ordenamiento Territorial.

Juan Sebastián González Sanabria, Docente Auxiliar Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja, Boyacá – Colombia). Correo electrónico: juansebastian.gonzalez@uptc.edu.co; ing.jsgonzalez@gmail.com

Gustavo Cáceres Castellanos, Docente Asociado Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Tunja, Boyacá – Colombia). Correo electrónico: gustavo.caceres@uptc.edu.co; gcaceresc@gmail.com

### 1. Introducción

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) han tomado gran importancia en los últimos años, y son cada vez más las organizaciones que los implementan. Consientes de este auge, el Grupo de Investigación en el Manejo de la Información de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) con el fin de facilitar a los entes gubernamentales la gestión de sus territorios con base en lo establecido por la Ley 388 de 1997, propuso el desarrollo del proyecto de investigación “*Sistema de Información Geográfica para Planes de Ordenamiento Territorial Municipal – SIGPOT*”.

Tomando como punto de partida que uno de los planteamientos contemplados para el desarrollo de dicho proyecto es el uso de Software Libre, se realizó una comparación que permitiera seleccionar la mejor herramienta SIG de escritorio (GIS Desktop, por su nombre en inglés) para la suite del SIGPOT. Lo anterior teniendo en cuenta los parámetros de calidad de software presentados en el estándar ISO 9126-3, y adaptando los mismos al caso particular de estudio.

El trabajo expone inicialmente algunos datos de SIG desarrollados, para continuar con la explicación de la metodología de comparación definida, seguido de los resultados obtenidos, y finalmente presentar las conclusiones.

## 2. Antecedentes

A la fecha, son innumerables los SIG desarrollados para diferentes aspectos ya sean culturales, sociales, naturales, entre otros, los cuales hace uso de la amplia gama de herramientas existentes en el mercado. Por citar algunos ejemplos, *DIVA-GIS* (Hijmans R., et al., 2002) que es un SIG creado en Perú, haciendo uso de uDig, con el fin de realizar el mapeo y análisis del crecimiento de la papa; o *Eurobios – Route Planing and Logistics* (Eurobios, 2009), el cual permite realizar la programación de rutas y horarios de recolección de basuras de manera optimizada.

Otro uso de SIG viene dado en proyectos como el efectuado en Vigo, España, titulado “*Desarrollo de un SIG para el análisis de patrones espaciales de incendios en viviendas*” (Ordoñez C., Varela M. y Reyes A., 2011) en donde se usan los programas gvSIG y R para la prevención y atención de incendios en la provincia mencionada.

A nivel Colombia cabe destacar el SIG-OT (IGAC, 2011), sistema que facilita el acceso y uso de información georreferenciada para la toma de decisiones territoriales, el desarrollo de dicho sistema está regido bajo la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales y hace uso de la herramienta gvSIG.

Adicionalmente con el fin de desarrollar SIG con las mejores características y capacidades, son diversas las comparaciones que se han hecho de la variedad de herramientas que se requieren, como lo son de bases de datos espaciales, servidores de mapas, y GIS Desktop, siendo este último el de interés para el presente trabajo. Entre las comparaciones existentes cabe destacar el realizado en Ecuador (Samaniego M. y Chiriboga P., 2009) para aplicar el Sistema de Información Geográfico para la Defensa Civil, en el cual se comparan las herramientas ArcGIS y OpenJump bajo métricas de calidad.

## 3. Metodología

La metodología usada para realizar la comparación se representa en la Figura No. 1.

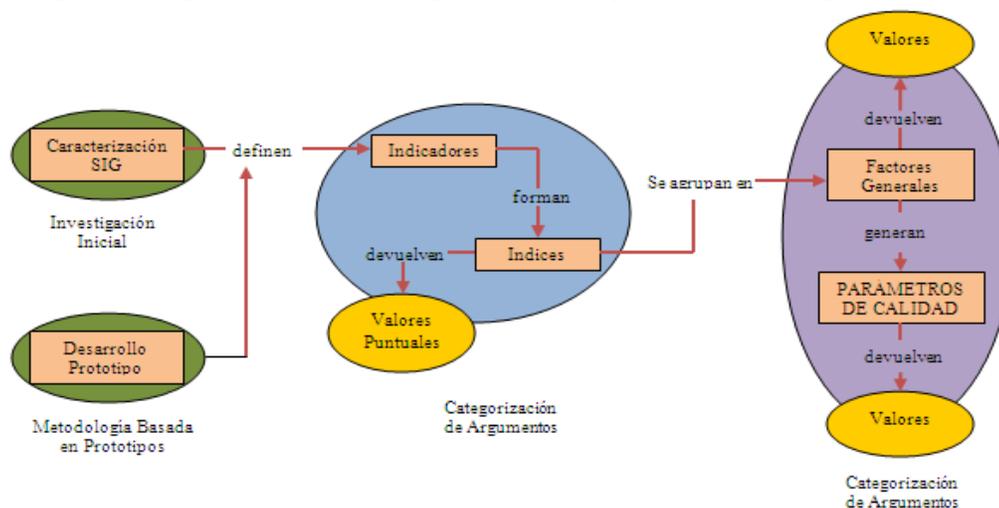


Figura No. 1 – Metodología de Comparación

En la parte inicial de la figura anterior, se planteó la caracterización y definición de los SIG a utilizar, la cual correspondió a los SIG Desktop libres disponibles en el mercado a la fecha de realización de la comparación, los cuales fueron: Kosmo, gvSIG, Quantum GIS, uDig, Saga, OpenJump y GRASS.

Posterior a la selección de las herramientas, se definieron los parámetros de evaluación, regidos bajo la norma ISO 9126 – 3, estos se describen en la Tabla No. 1.

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Funcionalidad	Definida como el conjunto de atributos que se refieren a la existencia de una serie de funciones y sus propiedades específicas.
Fiabilidad	Es la capacidad del software de mantener su nivel de rendimiento bajo unas condiciones especificadas durante un período definido.
Usabilidad	Conjunto de atributos que se refieren al esfuerzo necesario para usarlo, tanto individualmente, como por un conjunto de usuarios definidos.
Eficiencia	Grado en el que el software hace óptimo el uso de los recursos del sistema.
Mantenibilidad	Facilidad con que una modificación puede ser realizada.
Portabilidad	Capacidad de llevar el software de un entorno a otro.

Tabla No.1 - Parámetros De Evaluación De Software De La ISO 9126-3

Para realizar las comparaciones, el Grupo de Investigación definió una escala de ponderaciones, Tabla No. 2, las cuales se asignan a cada parámetro, factor, índice e indicador de acuerdo a las necesidades de los POT de Colombia.

<b>Valoración</b>	<b>Nivel de importancia</b>
10	Indispensable
8	Necesario
6	Importante
4	Complementario

Tabla No. 2 - Escala De Ponderación

De igual manera cada parámetro, factor, índice e indicador tendrá un valor de gradación que permite hacer una estimación adecuada respecto al cumplimiento de ciertos aspectos determinantes de cada aspecto a evaluar, dichas valoraciones están estimadas en la Tabla No. 3.

<b>Gradación</b>	<b>Valoración Cualitativa</b>
0.0 hasta 0.9	Deficiente
1.0 hasta 1.9	Insuficiente
2.0 hasta 2.9	Regular
3.0 hasta 3.9	Aceptable
4.0 hasta 4.6	Bueno
4.7 hasta 5.0	Excelente

Tabla No. 3 - Escala De Gradación

De acuerdo a las características con las que cuenta cada una de las herramientas se plantearon una serie de Parámetros (Tabla No. 4), Factores (Tabla No. 5), Índices e Indicadores para la evaluación y comparación de las herramientas SIG Desktop.

<b>Parámetro</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Justificación</b>
Funcionalidad Básica	10	Para el desarrollo de SIG aplicados al POT es indispensable contar con una herramienta que facilite la gestión de capas y sus atributos.
Análisis Espacial	6	Se considera importante, debido a que para una adecuada gestión el POT se requiere el análisis de los datos geográficos para la toma de decisiones.
Capacidad Vectorial	10	El tratamiento de datos vectoriales es el más común observado en los diferentes SIG consultados, por lo tanto se consideró indispensable.
Capacidad Raster	4	El tratamiento de datos raster en los SIG para Planes de Ordenamiento Territorial no se consideran de primera necesidad, sin embargo, es necesario evaluar este parámetro.
Interoperabilidad	10	Es de gran importancia debido a que muchos los SIG están compuestos de diversos sistemas (bases de datos, servidores de mapas) por lo que debe contar con características que permitan su interacción.
Rendimiento	10	Las capacidades en tiempos de regreso y respuesta agilizan los procesos de creación de SIG.
Generación De Mapas	6	Las herramientas y/o funciones para crear mapas vistosos y generar reportes son importantes debido a que facilitan la publicación de resultados.
Documentación y Soporte	4	La documentación y soporte de la herramienta se consideran complementarios porque no son fundamentales para el desarrollo de los SIG.

Tabla No. 4 - Parámetros De Evaluación

<b>Parámetro</b>	<b>Factor</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Justificación</b>
Funcionalidad Básica	Configuración General de un Proyecto	10	Se debe contar con una variedad de opciones que facilite la creación y configuración de proyectos.
	Interfaz Gráfica	8	Facilita la manera en que sea gestionado un proyecto.
	Manejo de Capas	10	El POT requiere una herramienta provista de funcionalidades para la creación y edición de capas.
Análisis Espacial	Método de Aplicación	8	Aplicación de operaciones de análisis espacial.
	Funcionalidad resultante	8	Retorno de resultados “usables” en el desarrollo de un proyecto.

<b>Parámetro</b>	<b>Factor</b>	<b>Ponderación</b>	<b>Justificación</b>
Capacidad Vectorial	Tratamiento de Capas	10	Debe proveer herramientas propias de edición de capas vectoriales
Capacidad Raster	Tratamiento de Imágenes	10	Aplicación de edición de imágenes o capas raster.
Interoperabilidad	Soporte a Formatos	10	Soporte en diversos formatos que permitan la interoperabilidad con otros sistemas.
	Conexión a Datos	6	Acceder a información contenida en bases de datos.
Rendimiento	Fiabilidad	10	Garantizar a un usuario la ejecución de tareas asignadas por el mismo.
	Estabilidad	10	Avalar a un usuario la ejecución de tareas asignadas por el mismo.
Generación de Mapas	Usabilidad	8	Se debe contar con documentos de información que apoyen los SIG para POT
	Vistosidad	10	Permite la identificación de los rasgos propios de una topología específica
Documentación y Soporte	Documentación	10	Ayuda a identificar usos y solución a posibles problemas en el desarrollo de un proyecto.
	Soporte	4	Facilidad para identificar la madurez de su desarrollo.

Tabla No. 5 - Factores De Evaluación

En la Tabla No. 6 se presenta un ejemplo de cómo se realizó la evaluación de cada factor, con las consideraciones necesarias para el parámetro **Rendimiento**, con sus respectivos, factores, índices e indicadores a partir del cumplimiento de los aspectos determinantes.

<b>Factor</b>	<b>Índice</b>	<b>Indicador</b>	<b>Aspectos determinantes</b>
Fiabilidad	Procesos del Sistema	Carga de Archivos	Tiempo de Regreso
		Carga de Capas	Tiempo de Respuesta
Estabilidad	Ejecución y uso de procesos	Funciones Espaciales Básicas	Análisis de Vecindad
			Superposición Topológica
			Análisis de Redes

Tabla No. 6 - Especificaciones De Evaluación Parámetro De Rendimiento

Similar al factor presentado en la tabla anterior se efectuó la valoración de cada uno de los parámetros usados para la realización de la comparación.

#### 4. Resultados

De acuerdo a la evaluación de los parámetros especificados anteriormente, y, como se mencionó anteriormente, contemplando los estándares de la familia de la ISO 9000, específicamente el ISO 9126-3, y de un minucioso estudio de los diferentes componentes y funciones de las herramientas, soportado por cinco trabajos de grado desarrollados en GIMI (Castiblanco W., 2011; Hernández A., 2010; Najar I., 2011; Silva J., 2010; Suarez, C., 2010) se presentan a continuación los puntajes obtenidos por cada una de las herramientas evaluadas en cada uno de los parámetros.

Parámetros	Gradación Parámetro						
	gvSIG	GRASS	Kosmo	OpenJump	Saga	uDig	Quantum
Funcionalidad Básica	4,76	5,00	4,22	4,31	3,50	4,72	4,60
Análisis Espacial	5,00	5,00	2,06	3,86	4,82	2,86	3,89
Capacidad Vectorial	5,00	4,80	3,45	4,50	3,00	4,80	5,00
Capacidad Raster	4,75	5,00	1,00	3,00	4,25	0,00	0,00
Interoperabilidad	4,79	4,84	3,45	2,95	0,86	4,49	3,94
Rendimiento	5,00	5,00	4,08	3,28	3,18	4,40	4,00
Generación De Mapas	4,94	4,71	3,36	2,97	1,88	3,02	3,73
Documentación y Soporte	5,00	4,65	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00

Tabla No. 7 - Evaluación Por Parámetros

De acuerdo a la Tabla No. 7 se evidencia la diferencia que existe entre las herramientas evaluadas debido a que algunas no cuentan con todos los parámetros requeridos para dar cumplimiento a un Sistema de Información Geográfica orientado a dar soporte al Plan de Ordenamiento Territorial en Colombia, tal es el caso de herramientas SIG como Saga y Kosmo que por esta causa presentan un resultado de evaluación bajo.

En cuanto al parámetro de Funcionalidad Básica, GRASS está provista de muchos más componentes y funciones que la hacen una herramienta completa en este parámetro, es decir en el desarrollo de mapas georreferenciados y la creación y edición de capas, facilitando el trabajo al usuario final.

Las operaciones de análisis espacial en una herramienta SIG de escritorio permiten ejecutar tareas de procesamiento de información espacial, se presenta un cumplimiento total por parte de gvSIG y GRASS pues permiten los diferentes tipos de análisis, como lo son los topológicos y de redes.

gvSIG es una herramienta que presenta una fortaleza por soportar datos de tipo vector y raster, pues cuenta con una amplia gama de herramientas para la creación y edición de

objetos geográficos a partir de puntos, líneas, polígonos e imágenes, estas últimas haciendo referencia a los datos tipo raster.

La interoperabilidad robustece las capacidades de una herramienta, para el caso de la evaluación todas las herramientas, a excepción de Saga y OpenJump, permiten:

- definir e integrar diferente información a partir de la generación de formatos de datos compatibles con otras herramientas,
- usan diferentes servicios Web establecidos bajo los estándares de la Open Geospatial Consortium (OGC),
- y permiten la conexión a una variedad de gestores de bases de datos con capacidades espaciales.

En lo relativo al rendimiento, nuevamente gvSIG y GRASS presentan un mejor desempeño, teniendo en cuenta que en la evaluación del factor estabilidad se analiza principalmente el desempeño de la herramienta en cuanto a las operaciones espaciales.

En la generación de los mapas, en cuanto a la vistosidad, la mayoría de las herramientas permiten mejorar los aspectos de los mapas y sus capas, pero gvSIG es la única que presenta herramientas que generan reportes sobre alguna información que requiera un usuario.

Por último, se puede concluir que al realizar la gradación de las herramientas, gvSIG, en el resultado final expuesto en la Tabla No. 8, cuenta con un mejor desempeño en cuanto a las herramientas libres.

<b>Herramienta</b>	<b>Gradación</b>
gvSIG	4,90
GRASS	4,88
Kosmo	3,47
OpenJump	3,70
Saga	3,01
uDig	3,96
Quantum	4,01

Tabla No. 8 – Resultado Final Evaluación

## **5. Conclusiones**

Para el desarrollo de cualquier suite, o aplicación, es apremiante usar las mejores herramientas para elaborar un sistema de calidad que cumpla con todas las métricas propuestas por los diferentes Institutos Internacionales, como la ISO; con base en los resultados obtenidos en la comparación, se sugiere el uso de la herramienta gvSIG para la elaboración de Sistemas de Información Geográficos orientados a la gestión de Planes de Ordenamiento Territorial, particularmente en Colombia.

Cabe aclarar que los resultados de la comparación dependen de la aplicación que se vaya a desarrollar, y por ende de las funcionalidades que esta requiera.

Con base a los resultados mencionados, el Grupo de Investigación GIMI de la UPTC, actualmente se lleva a cabo el desarrollo de diferentes módulos (administración de tierras, hidrografía, uso de suelos, entre otros) para el SIGPOT, tomando como municipio piloto la ciudad de Tunja (Boyacá) haciendo uso de la herramienta seleccionada.

## Referencias

Castiblanco W. (2011). *Estudio comparativo de GIS Desktop Libre: Kosmo Vs. Comercial: ArcGIS con PostgreSQL (PostGIS)*. Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Eurobios, (2009) Disponible en: <http://udig.refractions.net/gallery/eurobios/> fecha de consulta: octubre de 2013.

Hernández A. (2010). *Comparación entre herramientas GIS Desktop Quantum Vs. GeoServer*. Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Hijmans R., Guarino L., Bussink C., Barrantes I. y Rojas E (2002). *DIVA- GIS, Sistema de Información Geográfica para el Análisis de Datos de Biodiversidad*. <http://cipotato.org/publications/pdf/003487.pdf> fecha de consulta: octubre de 2013.

IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2011). *Sistema de Información Geográfica para la planeación y el Ordenamiento Territorial SIG-OT*. [http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/documentos%20SIGOTN/SIGOT\\_PresentacionSIG-OT\\_V1.1\\_2010\\_11\\_27.pdf](http://sigotn.igac.gov.co/sigotn/documentos%20SIGOTN/SIGOT_PresentacionSIG-OT_V1.1_2010_11_27.pdf) fecha de consulta: octubre de 2013, fecha de actualización del sitio web: noviembre de 2011.

Najar I. (2011). *Comparación entre herramientas GIS Desktop Libres OpenJump Vs. SAGA*. Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Ordoñez C., Varela M. y Reyes A. (2011). *Desarrollo de un SIG para el análisis de patrones espaciales de incendios en viviendas*. [http://geofocus.rediris.es/2011/Articulo1\\_2011.pdf](http://geofocus.rediris.es/2011/Articulo1_2011.pdf) fecha de consulta: octubre de 2013.

Samaniego M. y Chiriboga P., (2009). *Comparativa entre herramientas de Sistemas de Información Geográfica libre y Propietario basada en métricas de calidad desarrollando SIG para Defensa Civil*. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/111> fecha de consulta: octubre de 2013.

Silva J. (2010). *Comparación entre las herramientas GIS Desktop Libres gvSIG Vs. GRASS*. Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Suarez C. (2010). *Estudio comparativo de herramientas GIS Desktop Libres uDig Vs. MapServer*. Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.