

Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG). Revista digital del Programa de Docencia e Investigación en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Universidad Nacional de Luján, Argentina.

<http://www.revistageosig.wixsite.com/geosig> (ISSN 1852-8031)

Luján, Año 12, Número 17, 2020, Sección I: Artículos. pp. 1-16

DE LOS SIG A LAS TIG: EL ENCAJE DE SISTEMAS TRADICIONALES EN LA SOCIEDAD DEL BIG DATA Y DE LAS IDE

Laura García Juan - Alejandro Vallina Rodríguez – Carmen Hidalgo Giralt

Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid

laura.garciaj@uam.es

RESUMEN

Desde su surgimiento, los Sistemas de Información Geográfica han experimentado un fuerte proceso de transformación y adaptación a las necesidades sociales y espaciales que se iban incorporando al quehacer profesional e investigador, actuando en todo momento como un servicio, tanto para la ciencia como a la sociedad en general. A lo largo de este proceso de metamorfosis, los grandes avances tecnológicos acaecidos en las últimas décadas han propiciado el surgimiento de una revolución. En este proceso, los datos han sido, y siguen siendo, el elemento protagonista, destacando actualmente por el gran volumen y la facilidad de acceso a ellos. Este aumento en el volumen de geoinformación crece día a día, en combinación con la aparición de distintas geotecnologías. De esta forma, se ha pasado de los Sistemas de Información Geográfica a las Tecnologías de Información Geográfica. Dentro de este contexto, en el día a día, a la hora de iniciar un proyecto y elegir el entorno de trabajo, el usuario de estos servicios se encuentra en una constante pugna entre pasado y futuro, entre tecnologías consolidadas y otras emergentes con un menor recorrido, pero más adaptadas al nuevo contexto. Con este trabajo de investigación se propone la realización de una revisión crítica de todo este proceso, el cual habrá de centrarse en el actual período de transición entre sistemas tradicionales y las nuevas alternativas entre las que destaca el Big Data o las IDE. Para ello, mediante un análisis DAFO, se evalúan las posibilidades de crecimiento y transformación de los SIG tradicionales y su adecuación a los nuevos planteamientos.

Palabras clave: SIG, Tecnologías de la Información Geográfica, Big Data, Bases de datos.

ABSTRACT

Since its inception, the Geographic Information Systems (GIS) has undergone a significant process of transformation and adaptation to the social and spatial needs which were being incorporated into the professional and research fields, while it has been constantly operating as a service to both science and society. Throughout this process of

metamorphosis, the great technological advances that have occurred in recent decades, have led to the emergence of a revolutionary period. Data has been, and continues to be, the protagonist element that is actually standing out today due to its vast volume and ease of access. This increment in the volume of geoinformation is growing day by day, in combination with the appearance of different geotechnologies. In this manner, there was a shift from the Geographic Information Systems to the Geographic Information Technologies. When launching a project and choosing the working environment, the user of these services faces on a daily basis a constant struggle between the past and the future, that is, between consolidated technologies and other emerging technologies with a shorter but more adapted path to the new context. This research work proposes a critical review of this whole process and focuses on the current period of transition between traditional systems and new alternatives among which the Big Data or the SDI prevail. Therefore, through a SWOT analysis, the possibilities of growth and transformation of traditional GIS and its adaptation to the new approaches are evaluated.

Keywords: GIS, Geographic Information Technologies, Big Data, Databases.

INTRODUCCIÓN

La denominada revolución de los Sistemas de Información Geográfica (Siabato, 2018) se ha materializado en un salto cuantitativo y cualitativo trascendental, tanto desde el punto de vista de las propias herramientas, como de su potencial para las ciencias aplicadas y la investigación, y de manera significativa en la última década, en la población en general.

Los entornos tecnológicos y de interfaz de *hardware-software* poco desarrollados (Goodchild, 2018) con los que, en los años 80 del siglo XX, se generalizó el uso de la computación para los estudios cuantitativos en el mundo de la geografía, nacieron con la finalidad de dar una respuesta a la necesidad de gestión de datos geográficos a través de una novedosa herramienta, aparejada a la novedad de la computación a gran escala. De ese modo, puede afirmarse que una cuestión fundamentalmente instrumental, emanada de la aparición de la ciencia computacional automatizada (Losang, 2020), acercó al usuario medio la posibilidad de organizar y gestionar, analizar y modelar de forma sencilla y económica grandes volúmenes de datos. Esa contingencia, nunca conjugada, tuvo como una de sus más inmediatas consecuencias la necesidad de crear modelos y metodologías que fueran capaces de responder a la realidad cuantitativa desde una perspectiva espacial, potencialidades que los SIG paulatinamente fueron incorporando en sus desarrollos. A partir de estos inicios, en un continuo proceso de evolución, se ha transitado hacia sistemas más potentes, con unos entornos de trabajo muy amigables y accesibles (García y Vallina, 2019).

Esta transformación ha posibilitado que los SIG hayan llegado a un mayor número de usuarios, un auténtico fenómeno que se ha complementado y acrecentado por la capacidad de análisis que han mostrado en relación con el tratamiento de geodatos. El crecimiento de la tecnología de los SIG ha sido exponencial en las tres últimas décadas, y tal ha sido su magnitud en términos de cambio para las disciplinas espaciales, aunque no en exclusiva, que se han puesto sobre la mesa nuevos paradigmas en este campo específico, que hacen hablar no ya de los Sistemas de Información Geográfica de forma genérica, sino de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG), entre las cuales los SIG siguen siendo la geotecnología más conocida, extendida y con mayor potencial. En este salto

conceptual, y como ya hemos indicado, no solo se ha llegado a un número mayor de profesionales, sino que también se han convertido en herramientas de uso cotidiano (Lansley y Cheshire, 2018) para la mayor parte de la población, un tema sobre el que volveremos más adelante.

Conviene, por tanto, dada la trascendencia y profundidad de los cambios experimentados, analizar en detalle la transición llevada a cabo entre ambos conceptos, de los SIG a las TIG, y las determinaciones, de tipo metodológico y procedimental, que acompañan a cada planteamiento. Así pues, este trabajo pone el foco en la observación, por un lado, de los cambios acaecidos en dos componentes en los que se basaron, desde su surgimiento, los SIG: los datos y la tecnología, centrándose además en determinar sus fortalezas y debilidades a través de un análisis DAFO. Esta herramienta permite un análisis estratégico mediante la conversión de las conclusiones alcanzadas en elementos de ayuda para la toma de decisiones.

La tecnología y los datos, un binomio clave en la revolución de los SIG

Como venimos reseñando, el abordaje de esta dupla de variables se ha acometido de forma conjunta debido a la fuerte relación de dependencia entre ambas. Es innegable que el proceso de transformación que han vivido los SIG ha ido acompañado de una cada vez mayor irrupción tecnológica (Chun et al., 2019). En esa línea, es importante reflexionar sobre el aporte tecnológico desde los años 90 del pasado siglo hasta nuestros días. Aunque este no se centre, de forma exclusiva, en la novedad que suponían los *hardware* y *software*, el cambio que ha experimentado este componente ha sido muy reseñable.

Este factor de disrupción tecnológica, aplicado al caso concreto de la evolución de los SIG, viene a explicar como, por ejemplo, la introducción masiva de los SIG en las décadas de los 80 y 90 no se hubiese producido sin haberse producido, primero, la consagración y comercialización a gran escala de equipos más accesibles y manejables, tales como las PDA (*Personal Digital Assistant*), que permitió la incorporación de la tecnología SIG a los trabajos aplicados y de campo (Aguilera et al., 2005), no sólo en entornos de virtualización controlada. Estos novedosos dispositivos y entornos de trabajo permitieron, desde el avance técnico, la adquisición de datos sobre el terreno y la gestión óptima de los mismos.

Es precisamente el factor tecnológico, por su continua y profunda transformación, el que ha actuado como motor de los nuevos retos vinculados al manejo de la gran cantidad, variedad y heterogeneidad de geodatos que se generan actualmente. En la actualidad, las dinámicas de trabajo con geodatos se centran en el uso de potentes servidores, ordenadores portátiles y, como no, el teléfono móvil o celular. Desde la retrospectiva de los SIG, parece necesario advertir que fueron estos los que fomentaron, se beneficiaron en primera instancia, e impulsaron la aparición de periféricos que venían a ayudar en las labores que desarrollaba el SIG (Buzai, 2011). La expansión en el uso de satélites o, más intensamente aun, los emisores y receptores GPS, lleva directamente a vincular la cuestión de los datos con la tecnología. Y es que, uno de los principales retos que han tenido los SIG, sobre todo desde hace una década, es el creciente volumen de información que ha ido tomado más fuerza y protagonismo con la expansión de Internet y el trabajo en la nube. Las magnitudes en relación con estos datos crecen día a día en parte por el avance tecnológico que lo permite y que de igual modo debe dar respuesta (Ferreira y Vale, 2020).

De entre los distintos retos que ocasiona este gran volumen de datos, dos puntos son los que entendemos que tienen un papel fundamental, y en los que nos centramos en esta investigación. Nos referimos, por un lado, a la forma en que se accede a ellos, no tanto por la dificultad de acceso, salvada con el uso intensivo de Internet, sino por las necesidades de organización y la búsqueda de mecanismos de interoperabilidad. Por otro, a analizar y ver cómo se pueden procesar, sobre todo en lo relativo a nuevos productos con necesidades específicas, como encarna el ejemplo de LIDAR que veremos a continuación. La finalidad es de servir de modelo para determinar si se deben mantener los sistemas tradicionales o bien apostar por las nuevas tendencias. En definitiva, para abordar estos objetivos, se hace necesario caracterizar tanto el marco de trabajo de los sistemas tradicionales, como de las tendencias más actuales, de forma que se pueda llevar a cabo un análisis DAFO preciso. De las conclusiones de esta comparación, podrá determinarse hacia donde caminan las posibilidades de desarrollo y determinar las futuras estrategias de desarrollo.

Big Data, IDE y la sociedad de la geoinformación

Dentro del proceso de revolución del mundo de los SIG y de las TIG en general, el gran cambio entendemos que ha venido marcado y dominado por tres grandes bloques, cuya unión nos lleva a un concepto acuñado ya hace unos años, la llamada sociedad de la geoinformación (Moreno, 2015). Uno de estos bloques está dominado por la sociedad en general, que actualmente presenta una clara tendencia al consumo y producción de grandes volúmenes de datos heterogéneos, que se generan en períodos de tiempo casi instantáneos. Nuestro actual modo de vida se caracteriza por la demanda de geoinformación para actividades básicas que se efectúa con geotecnologías como el GPS, que a su vez lanzan nuevos datos a la red como gran canal de comunicación. En este ciclo continuo, los datos, y más bien las cifras diarias que se alcanzan en relación con su producción, se convierten en un reto y en una fuente de oportunidades para un sinnúmero de campos. Con la finalidad de aportar soluciones ha surgido un concepto clave, el Big Data. Podemos decir que esta nueva tecnología, ha sido uno de los grandes hitos de nuestro siglo, siendo actualmente una realidad consolidada, que cada vez cobra más fuerza y que, más allá del marketing, principal motivo de su nacimiento, cada vez se está empleando de forma más extendida en diversos campos relacionados con la toma de decisiones y en análisis de tendencias y patrones. Dentro de las diversas áreas de conocimiento en las que está penetrando, la geografía es una ellas (Gutierrez, 2018).

El siguiente conjunto que ha marcado la transición a las TIG ha sido el desarrollo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), diseñadas y alzadas como una respuesta a la necesidad ofrecer información variada de una forma estructurada y ordenada. Un verdadero proceso de democratización de los geodatos que viene a satisfacer la actual demanda de información geolocalizada (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de la Infraestructura de Datos Espaciales de España.

Ámbito	Denominación	Legislación	Responsable	Estructura	Contenido
España	IDEE	Directiva Inspire y la LISIGe	Instituto Geográfico Nacional	Responde a la organización administrativa del país mediante nodos nacionales, autonómicos y locales.	Geoportales correspondientes a todas las administraciones que producen información geográfica. Acceso a servicios OGC Catálogos Blog.

Fuente: Elaboración propia

Uniendo los dos campos descritos, las TIG y las IDE, y más allá del uso de las geotecnologías en el marco de la investigación, su extensión a la sociedad en general ha llevado a que algunos autores (Chuvieco et al., 2005), como ya hemos indicado, acuñen el citado termino de sociedad de la geoinformación. Insistimos en el hecho de que la sociedad actual no solo consume y produce gran cantidad de datos, sino que cada vez es mayor el interés que tiene por la geolocalización. Este nuevo concepto viene a ser el culmen, la unión de las dos áreas anteriores, y que principalmente representa la transferencia a la sociedad de los procesos que ya se han descrito anteriormente.

Figura 1. Portal de la IDE de la Red Geoespacial GeoSUR.



GEOSUR

El Programa GEOSUR es una iniciativa del CAF (Banco de Desarrollo de América Latina), en coordinación con el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), cuyo objetivo es promover el uso y diseminación de la información geoespacial relevante producida en la región, para la planificación, el desarrollo sostenible y el impulso de las Infraestructuras de Datos Espaciales en las Américas. Como uno de sus principales componentes se destaca el presente geoportal, el primero en su género desarrollado en la región, que ofrece a sus usuarios el acceso a aplicaciones y servicios para encontrar, compartir, procesar y utilizar de manera gratuita e interactiva información geoespacial de la región.

La participación de instituciones generadoras de información geográfica es uno de los componentes fundamentales de esta Red Geoespacial. Más de ochenta instituciones participantes operan servicios de mapas que están actualmente vinculados a este Geoportal. La red está descentralizada y dichas instituciones operan y mantienen sus geoservicios y sus datos, sólo la información de índole regional es mantenida directamente por GEOSUR.

Las últimas noticias de GEOSUR

Encuesta Usuarios GEOSUR
2018-03-08 11:49:02

Boletín GEOSUR de Enero a Agosto de 2018, volumen 5, número 1
2017-10-23 22:44:29

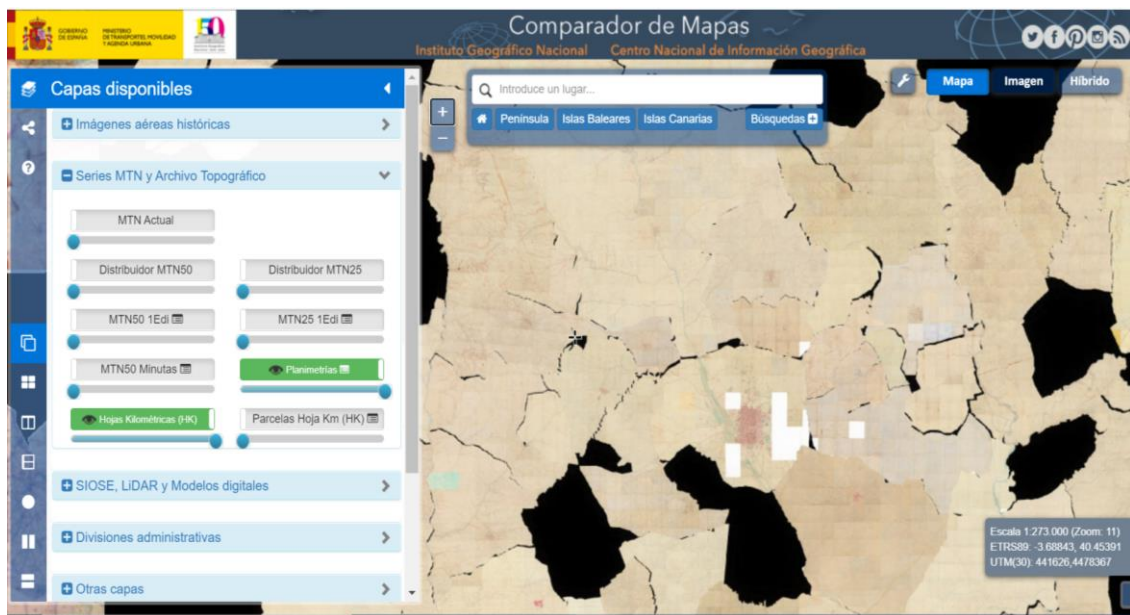
Boletín GEOSUR de Mayo-Julio de 2017
volumen 4, número 5-6-7

Volviéndonos a centrar en el campo de la investigación y el uso profesional de las Ciencias Sociales, desde hace más de una década, este cambio de paradigma en la búsqueda, tratamiento y análisis de datos de tipo geográfico se ha convertido en el centro de la actividad investigadora a nivel mundial (Figura 1). Así lo pone de manifiesto la exponencial aparición de estas temáticas (Ramos, 2018), tanto en congresos como en

publicaciones científicas y en blogs especializados. Es un hecho constatable que cualquier rama de investigación requiere una amplia variedad de datos a recopilar y tener en cuenta (Figura 2), así como un ingente volumen de información a considerar para poder extraer conclusiones, que, por otro lado, también han adquirido un creciente componente de especialización y complejidad. La democratización producida en relación con el acceso a los datos no ha hecho más que acrecentar las tendencias mencionadas, obteniendo respuestas heterogéneas a lo largo de estos últimos años.

En conclusión, puede afirmarse que, en la actualidad, el reto al que debe enfrentarse el investigador en cualquier disciplina de estudio en ciencias sociales (García et al., 2018) está en la gestión de un mundo que cada vez crece más en cuanto a información disponible, en cuya producción toda la sociedad se encuentra implicada a tiempo real, siendo este un aspecto fundamental y de gran trascendencia. Como respuesta a esta situación, las ciencias sociales se han dotado de unos avances tecnológicos nunca vistos y que aún no han tocado techo (Chun et al., 2019). Un ejemplo lo podemos ver en el campo de la geografía histórica, la cual ha sabido conjugar las más novedosas técnicas con documentación que estaba escondida en archivos, dándole una oportunidad de llegar a más personas. La aparición y la expansión de geovisores en este campo ha supuesto un gran avance para muchas investigaciones y ha conllevado el aumento y el interés por esta disciplina. Ahondando en este ejemplo, las dificultades de este campo han venido marcadas por la necesidad de gestionar tanto información cartográfica histórica como datos textuales con referencias geográficas que los convierten en susceptibles de ser espacializados (Figura 2).

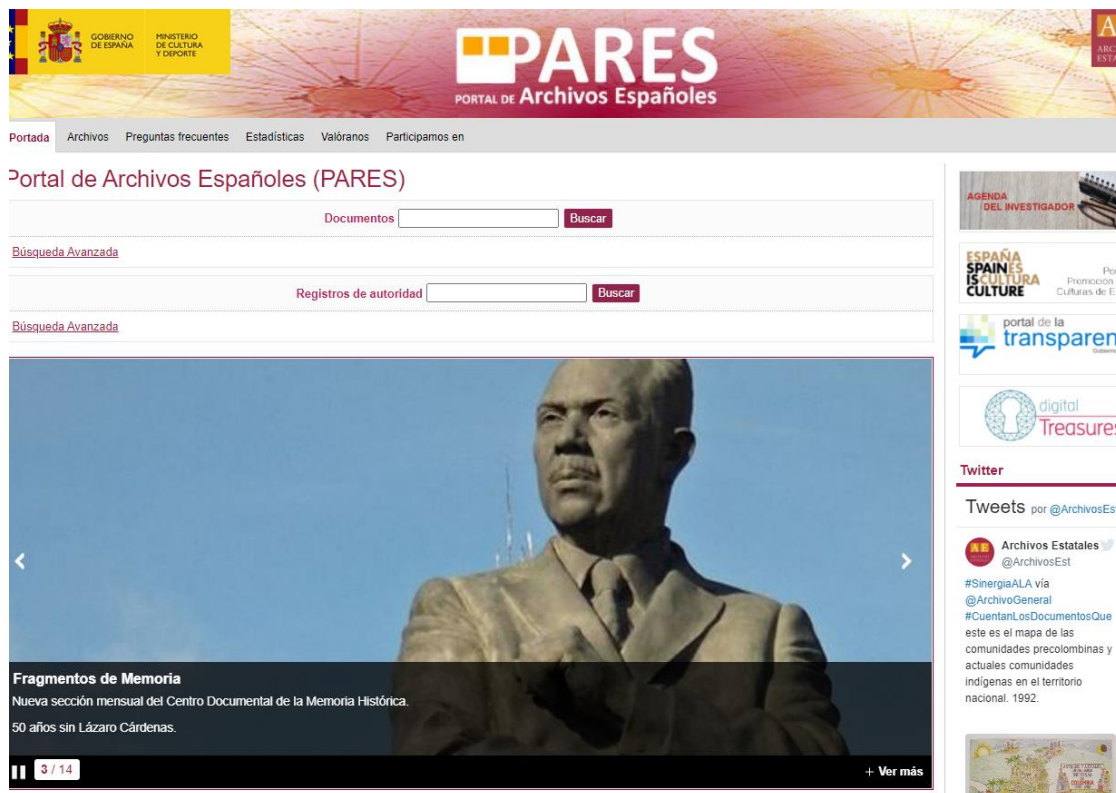
Figura 2. Visor comparado del Instituto Geográfico Nacional



Dada la diferente naturaleza que tienen estos datos, han venido siendo tratados en bloques separados, desarrollándose por un lado visores que permiten acceder fácilmente a los fondos cartográficos, y en una fase más avanzada geovisores que tras un proceso de georreferenciación, nos permiten integrarlos y combinarlos con cartografía actual. Por el contrario, los documentos relativos a fuentes textuales son digitalizados y puestos en red a través de archivos siguiendo de esta forma normas ISO de este campo. En esta línea, cada vez existen más voces que abogan por una unión (García et al. 2018) en un mismo

sistema, en una IDE que centralice al igual que ocurre con la información geográfica actual todos nuestros datos del pasado

Figura 3. Portal de Archivos Españoles (PARES).



Las dos imágenes anteriores nos ilustran el hecho que acabamos de mostrar. El Instituto Geográfico Nacional cuenta con visores comparados en los que podemos ya trabajar con mapas históricos georreferenciados, mientras que la información textual archivística se ofrece a través de catálogos en red como PARES (Portal de Archivos Españoles) (Figura 3).

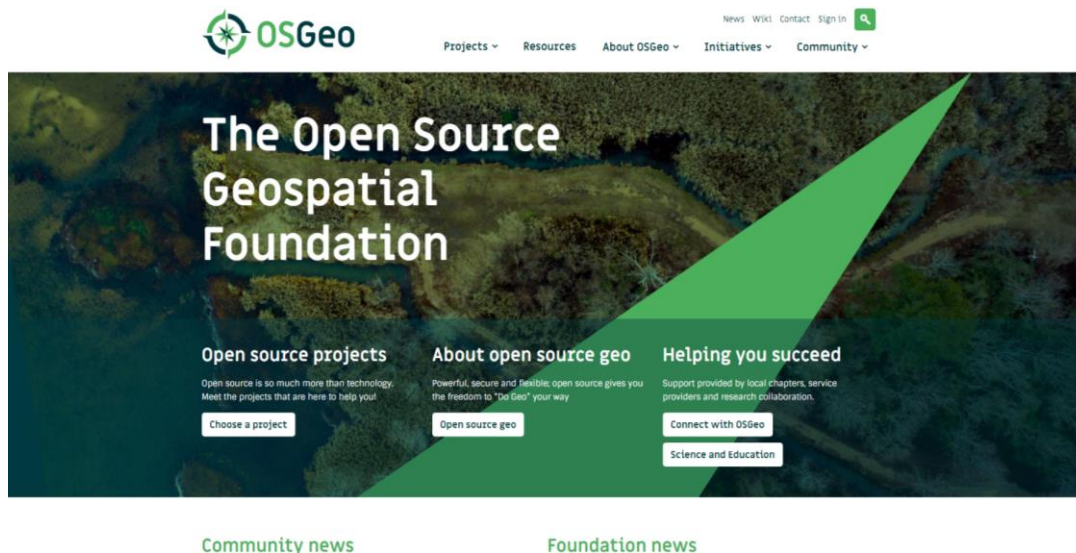
Un estudio en detalle: metodología y datos

En páginas anteriores se ha realizado un viaje que nos ha llevado por los principales hitos en la evolución de los SIG hasta llegar a las TIG, todo un camino repleto de notables transformaciones conceptuales y metodológicas, jalonadas por importantes irrupciones tecnológicas. A lo largo de este recorrido, como el lector ha podido observar, se pasado de una tecnología minoritaria, tanto en su uso como en las tecnologías empleadas, a convertirse en un eslabón más en un complejo entramado de geotecnologías, todas armonizadas con un fin, mejorar el almacenamiento, gestión y tratamiento de geodatos. Siguiendo esta misma línea, a continuación, nos detendremos en analizar algunos de estos hitos, que entendemos han sido claves en toda esta transformación, a través de la selección de algunas de las tecnologías y métodos más representativos. En un segundo momento, y después de analizarlos en profundidad, sobre ellos, se ha llevado a cabo un análisis DAFO, cuyo resultado se ofrece en un apartado específico.

El software al servicio de la tecnología.

Comenzamos este análisis en detalle atendiendo a los cambios más significativos relacionados con el software. En esta línea, dos son los grandes hitos que se han producido y que han marcado diferentes etapas. Uno se relaciona con la aparición del software libre como una alternativa a los sistemas propietario y, en una fecha más reciente, el segundo que está vinculado al salto de tecnologías escritorio al Web Mapping (Figura 4).

Figura 4. Proyecto OSGEO.



Cualquier análisis que se lleve a cabo en relación con las soluciones tecnológicas existentes en el mercado para el campo de los SIG tiene ineludiblemente, que hacer referencia a ESRI. El nacimiento de esta compañía está vinculado a los primeros estadios, correspondientes con el arranque y comercialización de los SIG, haya por el año 1969 cuando se funda. El desarrollo de los diferentes productos y la evolución de su software en sí mismo encarna la propia evolución de los SIG que se han mostrado en el epígrafe anterior. Su influjo no solo se puede cuantificar desde el número de usuarios que tienen por todo el mundo, sino también por su capacidad de influencia sobre otras opciones del mercado. Un ejemplo claro es el hecho de que sus estándares propios se han convertido en formatos de intercambio masivo, como es el caso del shape.

Analizando las diferentes versiones que ha tenido este software se puede comprobar cómo es un ejemplo de adaptación a los requerimientos derivados del surgimiento de nuevos componentes, y también de diferentes demandas sociales. Su interfaz de usuario se ha ido convirtiendo cada vez más en un entorno amigable, que ha transitado desde las primitivas versiones que debían ser manejadas por comandos hasta las actuales con sus múltiples posibilidades de personalización. Además, de la revolución que supuso Arcpad como respuesta a la extensión de las PDA, se ha pasado al desarrollo de entornos para diversos dispositivos ligeros. Por otro lado, desde la aparición del ArcInfo y las sucesivas versiones escritorios, la apuesta ahora se encuentra en la expansión de plataformas online con cada vez más funcionalidades. Hay que destacar también que, en su último proceso de transformación, se encuentra ensayando opciones para poder trabajar en entornos Big

Data y responder de esta forma a la necesidad de manejo de grandes cantidades de datos que superan a los gestores tradicionales. Para ello, la compañía ha realizado una apuesta por GeoAnalytics Server y GIS Tools for Hadoop.

Tabla 2. Análisis de las principales opciones de software escritorio.

DATO	ARCGIS	QGIS
¿Cuándo surge?	La compañía propietaria de este software, ESRI, se encuentra detrás de los primeros SIG comerciales que se lanzaron al mercado en la década de los 80. El propio análisis de este sistema refleja la evolución de esta tecnología a lo largo de tres décadas.	Bajo el nombre de Quantum GIS este software surge en el año 2002, dando un salto importante en el 2007 con su integración dentro de OSGEO.
Modo de trabajo	SIG escritorio bajo licencia propietario. Productos para dispositivos ligeros (IPAD, móviles...) Plataforma online	SIG escritorio Plataforma online Versión móvil para Android.
Ventajas	Uso extendido y formatos muy conocidos	Infinidad de componentes
Inconvenientes	Extensiones dependientes de licencias	Continuidad del proyecto supeditada a una comunidad de voluntarios.
Herramientas de extensión espacial para datos masivos	Spatial Hadoop es una extensión del framework MapReduce para manejar datos espaciales en Apache Hadoop. Se trata de la segunda versión de CG_Hadoop.Esri, Gis Tools for Hadoop, está formado por una serie de librerías y utilidades que conectan ArcGIS con el entorno Hadoop.	MongoDB admite operaciones de consulta en datos geoespaciales. Esta sección presenta las características geoespaciales de MongoDB. Puede almacenar datos geoespaciales como objetos GeoJSON o como pares de coordenadas heredadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 2 además de analizar los productos de ESRI, la investigación se ha centrado también en la que consideremos es la alternativa actual más estable, QGIS. En este momento, este producto se enmarca en un proyecto mayor, OSGEO, una organización que como ella misma indica, nace con la finalidad de dar soporte y promover el desarrollo de entorno mediante grupos colaborativos. Incluir este proyecto, permite unir con otro

cambio en este proceso de metamorfosis de los SIG, las comunidades colaborativas y el mundo del software libre. La aparición de este movimiento es más reciente y une con otras grandes iniciativas derivadas de las necesidades de ordenar y favorecer la interoperabilidad de los datos en un mundo cada vez más complejo. Se habla de proyectos como los lanzados por el OGC y que derivaron en el surgimiento de servicios tipo WMS, WFS..., y como no de las IDE, como solución para almacenar y ofrecer de manera ordenada una variada y cada vez más información geográfica.

Volviendo con las dos opciones anteriores, QGIS y Arcmap, ambas se califican dentro de un grupo denominado “software escritorio”, dado que para su empleo se requiere la descarga e instalación en local. Actualmente, y en respuesta al cada vez mayor uso de la red, está siendo más extendido el uso de tecnologías Web Mapping. En este caso, y en contraposición con los ejemplos anteriores, destaca por no tener la necesidad de instalar ningún software, y que con una simple conexión a internet podemos comenzar de manera rápida a procesar y gestionar información geográfica. No obstante, como veremos a continuación, a través del análisis DAFO efectuado, esta nueva opción no está exenta de problemas y limitaciones.

Tabla 3. De los SIG escritorio al Web Mapping.

DATO	SIG escritorio	Orientado a objetos	Nube
Contexto	Del propietario al software libre Modelos relacionales Adaptaciones a nuevos requerimientos.	Basados en la programación orientada a objetos, más adaptada a la realidad	Aprovechan el desarrollo tecnológico en el uso de servidores y de la red como un canal de comunicación.
Ventajas	Con mucho desarrollo lo que genera gran certidumbre en los proyectos	Mejor adaptación a procesos con cambios temporales.	No se requiere ningún componente local más allá de una conexión.
Inconvenientes	Gestión de grandes volúmenes de datos.	Muy minoritario lo que ha llevado a un escaso desarrollo.	Dificultades en el procesamiento masivo.

Fuente: Elaboración propia

Un significativo ejemplo, el caso de LIDAR

Ya se ha indicado que, en todo este proceso de evolución de los SIG, y desde los primeros estadios, además de los cambios en relación con componentes y periféricos también se han ido realizando cambios en cuanto a las metodologías. Para ilustrar este tema tomaremos como ejemplo el caso del LIDAR (Figura5) por ejemplificar de manera concreta una cascada de cambios conectados entre los distintos componentes que estamos

analizando. LIDAR aparece como una nueva geotecnología en el campo de la teledetección, y se basa en un sistema láser que funciona midiendo la distancia entre el lugar de la emisión y la superficie final. Por sus características puede ser montada sobre diversos soportes lo que nos conecta con otros avances tecnológicos de las últimas décadas como es el caso de los drones.

Figura 5. Web del Centro Nacional de Información Geográfica.



El resultado de analizar el territorio con esta tecnología es la necesidad de analizar una voluminosa nube de puntos. Cuanta más precisión se requiere, más densidad de puntos se necesita. También de forma inédita, para el almacenamiento de los datos se desarrollaron los ficheros LAS y LAZ (comprimidos), que junto con su enorme tamaño se convirtió en un reto para los SIG, al que los softwares que hemos analizado dieron una pronta respuesta, a la par que surgían nuevas opciones específicas para su visualización y tratamiento. Veamos con detenimiento a escala de software qué soluciones se han dado de forma novedosa pero también nos detendremos en analizar cómo se han adaptado entornos de trabajo ya citados anteriormente (Tabla 4).

Tabla 6. Alternativas al tratamiento de datos LIDAR.

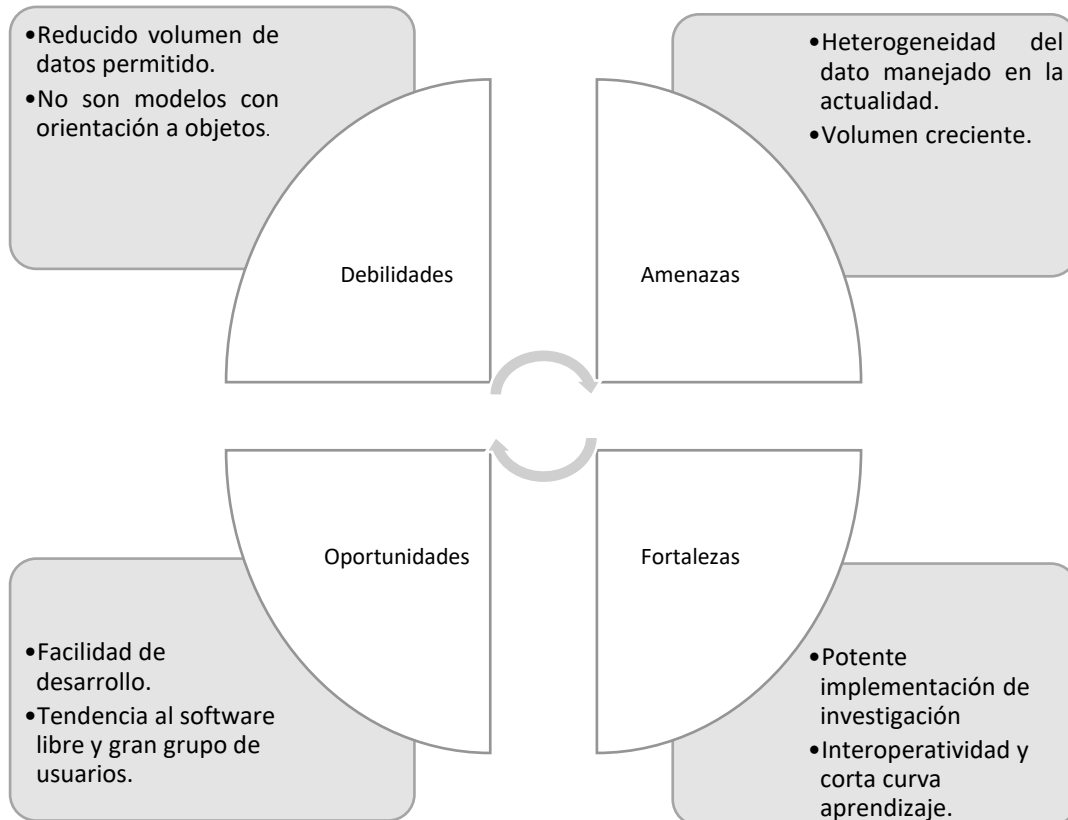
DATO	QGIS	Fusion	ArcGIS
¿Cuándo se incorpora? Modo de trabajo	Integra LAStools mediante un Plugin	A partir del año 2005 Entorno propio para el manejo de LIDAR creado originariamente para la gestión forestal	Dataset LAS Geoprocreso.

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

En base a las tecnologías seleccionadas, como ya habíamos anunciado, se ha llevado a cabo un análisis DAFO con la finalidad de determinar las oportunidades de desarrollo y analizar las opciones que se pueden tomar ante las amenazas detectadas. Concretamente, nos hemos centrado en la capacidad de adaptación de los SIG tradicionales ante el estrés que inducen los grandes volúmenes de datos, y, por otro lado, las posibilidades de uso complementario con las emergentes tecnologías Web Mapping (Gráficos 1 y 2).

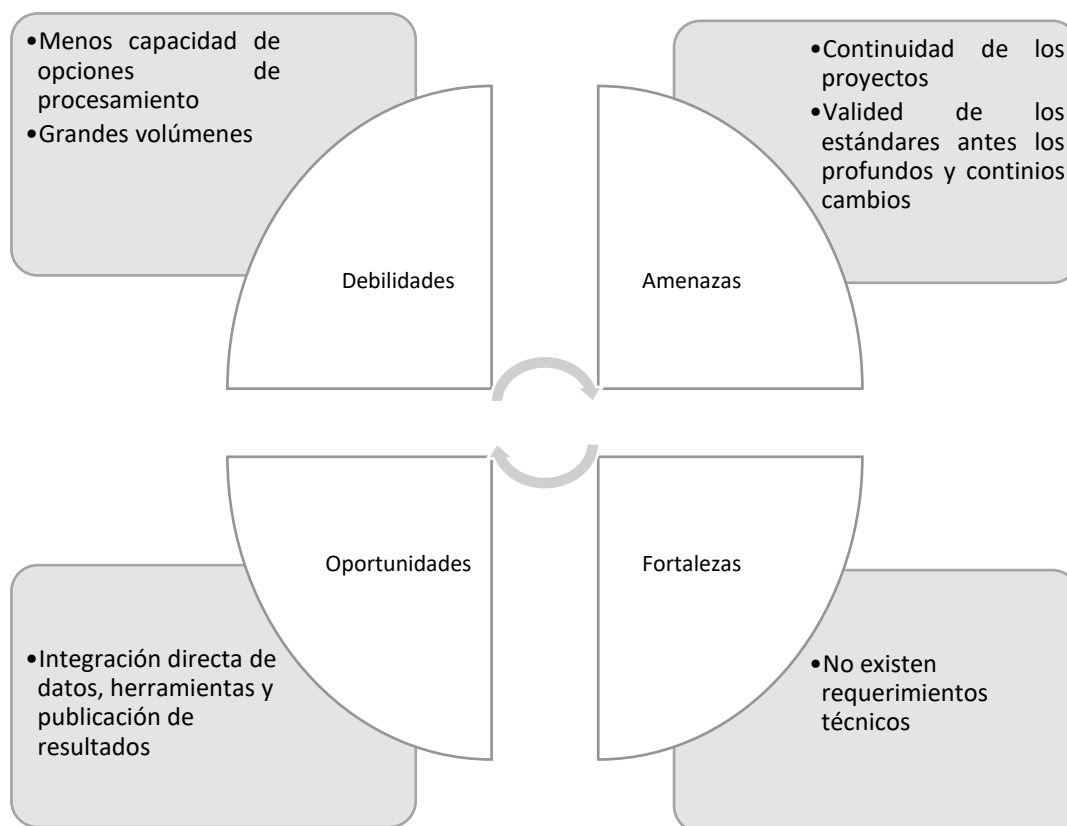
Gráfico 1. Matriz DAFO basada en las características de los Sistemas Tradicionales.



Fuente: Elaboración propia.

Antes de adentrarnos en estos dos temas, hemos de indicar que a través del análisis concreto con LIDAR se ha podido determinar que los SIG tradicionales son rápidos en cuanto a la implementación de funcionalidades que cubran los nuevos requerimientos. Se da el hecho de que estos desarrollos, con independencia de si trabajan con licencia propietario o si son software libre, siguen caminos similares. Ya en relación con los dos gráficos anteriores, es destacable el hecho de que el problema de gestión de los grandes volúmenes de datos está presente en ambas soluciones. Esta circunstancia constituye una cuestión a analizar con mayor profundidad dado que actualmente, como hemos venido insistiendo, representa el mayor reto al que se enfrentan los SIG. A favor de los SIG escritorio encontramos su versatilidad en cuanto a las herramientas disponibles y la posibilidad de desarrollos *ad hoc* a través del uso de la programación en distintos lenguajes. Por otro lado, la principal diferencia la encontramos en la respuesta de dotar de un entorno que facilite el trabajo colaborativo, algo en lo que muestran grandes oportunidades el Web Mapping, sumado a su rapidez en el despliegue de los proyectos tanto para el trabajo interno como en la posterior visualización de los resultados.

Gráfico 2. Matriz DAFO basada en las características de las Tecnología Web Mapping.



Fuente: Elaboración propia.

CONSIDERACIONES FINALES

El complejo y en auge mundo de los SIG ha experimentado una profunda transformación vinculada a la potente ligazón con el campo tecnológico. A nuestro alrededor, y de forma cuasi constante en el día a día, se utiliza la tecnología en un número cada vez más creciente, en cantidad y diversidad de acciones vinculadas a la sociedad avanzada, fundamentalmente en lo técnico, que caracteriza el siglo XXI. El campo de los SIG no ha resultado ajeno a esto, y también se ha visto influido por las alteraciones socioeconómicas y espaciales, hecho por el cual ha experimentado un momento de revolución, de cambios fuertes, no solo dominados por la aparición de nuevas herramientas, sino también por modificaciones en los paradigmas. Por establecer un ejemplo que contribuya a ilustrar estos procesos de modificación de paradigmas, desde el campo de la didáctica de las geotecnologías en los ciclos universitarios estos cambios se han absorbido relativamente rápido. Hoy las mallas curriculares sobre SIG, desde la óptica teórica o práctica, tratan de mostrar a los alumnos que, más allá que una herramienta para la ejecución cartográfica, se trata de una tecnología muy potente, que hoy no se puede entender correctamente sin el empleo de otras geotecnologías, como es el caso de los GPS. Pues bien, ese salto se debe contextualizar también dentro de la sociedad actual. Precisamente el ejemplo de la tecnología GPS lleva a reflexionar sobre la eclosión que estos han provocado, con respecto a una extensión en la producción y consumo de geodatos, así como el empleo de

distintas tecnologías que, con matices, todas tienen como objetivo el manejo de información geográfica.

En este sentido, y como en toda revolución, son más los interrogantes que las certezas. Concretamente, al finalizar el trabajo se han detectado una serie de cuestiones o reflexiones que permitirán abrir futuras líneas de trabajo sobre las que se deberá abrir un debate profundo. Cuestiones tales como, hasta dónde es necesario invertir en la implementación de las tecnologías emergentes planteadas a lo largo de los puntos anteriores. En este sentido, la siguiente pregunta que cabe formular es hasta qué punto se emplea correctamente el concepto Big Data, o si más allá de casos concretos, los sistemas relacionales son aún válidos. El siguiente interrogante, y como compendio de lo anterior, se debe centrar en la valoración del futuro de los SIG escritorio dentro del actual contexto de producción masiva de datos. Este tema ha sido el objetivo principal de la investigación realizada, y la respuesta a también apunta a otras cuestiones que se deben dirimir completar con un trabajo de análisis más profundo en relación con los modelos de datos y las opciones de software existentes en el mercado.

Como cierre final, se hace preciso indicar que la experiencia de la investigación realizada ha permitido constatar el momento de cambio en el que se encuentra esta área de conocimiento, y que provoca la necesidad constante de valorar el coste/beneficio del empleo de sistemas tradicionales, frente a la opción de invertir en tecnologías emergentes. El debate va más allá de lo teórico, o de cuestiones tecnológicas, entrando también en otros campos como la didáctica. Los actuales programas de formación se centran en la enseñanza de SIG de escritorio, un entorno que se ha podido constatar que, aunque mantiene su hegemonía, cada vez encuentra un mayor número de voces que apuestan por tecnologías Web Mapping, que requieren la enseñanza de nuevas habilidades.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilera, M.J., Jiménez, J. A. y Meroño, J. E. (2005): “Integración de las tecnologías gis, gps y pda para su aplicación en la medición de superficies agrícolas y forestales”, en *XVII Congreso Internacional de Ingeniería Gráfica*, Sevilla.

Buzai, G.D, (2011): “La geotecnología: ¿Nuevo paradigma de la geografía o paradigma geográfico de la ciencia?”, en *Revista Catalana de Geografia*, 42 (16). Disponible en: <http://www.rcg.cat/articles.php?id=187>

Chun, Y. Kwan, M.P. y Griffith, D.A. (2019): “Uncertainty and context in GIScience and geography: challenges in the era of geospatial big data”, en *International Journal of Geographical Information Science*, 32, págs. 12-24. doi: 10.1080/13658816.2019.1566552

Chuvieco, E., Sendra, J. B., Fernández, X. P., García, C. C., Preciado, J. M. S., Puebla, J. G. y Velasco, M. J. P. (2005). “¿Son las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) parte del núcleo de la Geografía?”, en *Boletín de la AGE*, 40, págs. 35-55. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1308488>

Ferreira, D. y Vale M. (2020): “Geography in the Gig Data age: an overview of the historical resonance of current debates”, en *Geographical Review*, doi: 10.1080/00167428.2020.1832424

García Juan, L. y Vallina Rodríguez, A. (2019): “SIG y bases de datos. Oportunidades y retos en la transición de los sistemas tradicionales al Big Data”, en *Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI Geografía*, 12 págs. 189- 212. doi:10.5944/etfvi.12.2019.25124

García Juan, L.; Vallina Rodríguez, A; Aguilar Cuesta, A.I. (2018): “¿Hacia una IDE para fuentes geohistóricas?”, en *Mapping*, 191 (27), págs. 38-48. Disponible en: <http://ojs.revistamapping.com/index.php?journal=MAPPING&page=login&source=%2Findex.php%3Fjournal%3DMAPPING%26page%3Dissue%26op%3Dview%26path%255B%255D%3D198>

Goodchild, M F. (2018) “Reimagining the history of GIS”, en *Annals of GIS*, 24 (1), págs. 1-8. doi: 10.1080/19475683.2018.1424737

Gutiérrez Puebla, J. (2018): “Big Data y nuevas geografías: la huella digital de las actividades humanas”, en *Documents d’Anàlisi Geogràfica*, vol. 64 (2), págs. 195-217. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/dag/dag_a2018v64n2/dag_a2018v64n2p195.pdf

Lansley, G. y Cheshire, J. (2018): “Challenges to Representing the Population from New Forms of Consumer Data”, en *Geography Compass*, 12 (7), págs. 1-13. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gec3.12374>

Losang, E. (2020): “Critical GIS and the Trouble of the Map. Environment and Planning B”, en *Urban Analytics and City Science*, 47 (5), págs. 928–930. doi: 10.1177/2399808320927871

Moreno Jiménez, A. (2015): “Sociedad de la geoinformación y conducta espacial del ciudadano como nuevos desafíos para la Geografía”, en *Polígonos. Revista de Geografía*, (27), págs. 25-47. doi/10.18002/pol.v0i27.3275

Ramos, M. S. (2018): “El archivo y su adaptación a los cambios sociales: sociedad de la información y revolución tecnológica”, en *INVESTICGA: Revista de Investigación en Gestión administrativa y Ciencias de la Información*, 2, págs. 117-124. doi/10.23850/25907662.1854

Siabato, W. (2018): "Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los sig", en *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 27, págs 1-9. doi: 10.15446/rcdg.v2

AGRADECIMIENTOS

Investigación realizada en el marco del Proyecto de Innovación Docente “*Buscando la innovación en la adquisición de competencias en el campo de las TIG: el aprendizaje servicio y las tutorías entre iguales como método didáctico*” FYL_018.19_INN. Universidad Autónoma de Madrid (España).

Realizado con financiación del Proyecto de la Convocatorio I+D 2019 “*Avanzando en el conocimiento del catastro de ensenada y otras fuentes catastrales: nuevas perspectivas basadas en la complementariedad, la modelización y la innovación*”. PID2019-106735GB-C21. Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

© Laura García Juan, Alejandro Vallina Rodríguez, Carmen Hidalgo Giralt

García Juan, L.; Vallina Rodríguez, A.; Hidalgo Giralt, C. 2020. De los SIG a las TIG: el encaje de sistemas tradicionales en la sociedad del Big Data y de las IDE. ***Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)***. 12(17) Sección I: 1-16

On-line: www.revistageosig.wixsite.com/geosig

Recibido: 26 de abril de 2019

Aceptado: 12 de octubre de 2019