

El uso de las TIG en los barrios informales: una herramienta indispensable de evaluación y planificación

El caso de ESF-Cat en Mozambique

Marc Pérez Casas

Asociación Catalana de Ingeniería Sin Fronteras (ESF-Cat)¹

Con la voluntad de mejorar la planificación y evaluación de los proyectos urbanos de ESF-Cat, desde sus inicios el Programa Barrios de Maputo (Mozambique) se planteó, como una herramienta indispensable, la elaboración de una Línea Base de Información a través de las TIG, y en especial, de los SIG. La futura elaboración del Plan Urbanístico del barrio de Maxaquene 'A' constata, aún más, la necesidad real de contar con una información de base, organizada y centralizada, y además, pone sobre la mesa la discusión ética y económica del uso de *software* libre o privativo. En el siguiente artículo se expone la evolución y situación actual respecto a la elaboración del SIG urbano, así como sus principales problemas y resultados.

Palabras clave: Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), Sistemas de Información Geográfica (SIG), Servicios Urbanos, Barrios Informales.

Amb la voluntat de millorar la planificació i avaluació dels projectes urbans de ESF-Cat, des dels inicis del Programa Barris de Maputo (Moçambic) es va plantejar, com a eina indispensable, l'elaboració d'una Línia Base d'Informació a través de les TIG, i en especial, dels SIG. La futura elaboració del Pla Urbanístic del barri de Maxaquene 'A' fa palès, encara més, la necessitat real de comptar amb informació de base, organitzada i centralitzada, i a més, posa sobre la taula la discussió ètica i econòmica de l'ús de *software* lliure o privatiu. En el següent article s'exposa l'evolució i situació actual respecte a la elaboració del SIG urbà, així com els seus principals problemes i resultats.

Paraules clau: Tecnologies de la Informació Geogràfica (TIG), Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Serveis Urbans, Barris Informals.

With the aim of improving the planning and evaluation of the urban projects of ESF-Cat, from its roots the Maputo Slums Program has consider, as an essential tool, the implementation of a Information Baseline throw the GIT, and in particular, the GIS. The future development of the Urban Plan of Maxaquene 'A' neighbourhood affirm, even more, the real need to count on basic information, organized and centralised, and moreover, put on the table the ethic and economic discussion of the free or privative software use. In this article is exposed the evolution and actual situation about the urban GIS, as well as main problems and results.

Key words: Geographic Information Technologies (GIT), Geographic Information Systems (GIS), Urban Services, Slums.

Introducción

La aplicación de las Tecnologías de Información Geográfica (TIG) en el campo urbano está sirviendo a Ingeniería Sin Fronteras de Cataluña (ESF-Cat) en Mozambique, en dos aspectos muy concretos: planificar y evaluar. Las particularidades de los contextos urbanos informales –alta densidad poblacional, irregularidad de las parcelas, falta de certificados de tenencia habitacional e indefinición de los espacios públicos y privados– hacen de especial utilidad, para la planificación de nuevas infraestructuras, las bases de datos georreferenciados, y en concreto los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Además, la elaboración de una línea base de información de las condiciones de vida de la población, sirve para evaluar el impacto real a mediano y largo plazo, agregando a esta complejidad territorial, el alto movimiento y relevo de

población, que hacen de estos asentamientos informales, a menudo, espacios transitorios.

Un nuevo componente del Programa Barrios de Maputo (PBM), recientemente iniciado por ESF-Cat, en coordinación con la administración local, la Facultad de Arquitectura y Planeamiento Físico (FAPF) y otras ONGD, podría dar una tercera aplicación al SIG urbano: la elaboración de un Plan Urbanístico para el barrio de Maxaquene 'A', consensado por la población y el municipio, e integrado dentro del catastro municipal. Este documento daría pie a la posibilidad de legalización de las parcelas, contar con un mapa detallado actual y de expansión con todos los espacios y servicios y, lo más importante, brindar seguridad de tenencia habitacional a las familias.

La necesidad de un SIG urbano: orígenes del Programa Barrios de Maputo

El PBM en Mozambique, iniciado en octubre del 2006, se nutre de la experiencia adquirida por ESF-Cat en el Programa Barrios de Yaundé en Camerún, iniciado en 1999 y aún activo. En ambos programas, el objetivo es mejorar las condiciones de vida de la población a través de la provisión de servicios básicos –agua potable, saneamiento mejorado, drenajes pluviales o pavimentación de las calles–. Diversos estudiantes de universidades catalanas han pasado por el programa camerunés, durante la realización de sus proyectos de fin de carrera o tesis, que han aportado un valor agregado a la intervención. En la mayoría de los casos, la visita a terreno iba ligada a un levantamiento de información, ya sea a través de encuestas, entrevistas o levantamientos topográficos. El uso de diferentes programas de gestión de la información espacial era común, llegando a tener bases de datos incompatibles entre sí, desorganizadas y dispersas; además, la información se recogía según los objetivos de cada estudio –diferentes preguntas que producían variada información, y peor aún, no siempre del mismo barrio–, imposibilitando su uso para evaluaciones anuales.

Al inicio del programa en Mozambique, se tomaron en cuenta las experiencias aprendidas en Camerún, y se intentaron mejorar. Una de las primeras lecciones fue, lógicamente, centralizar la información, usar un único *software* y crear un modelo de encuestas a utilizar durante los siguientes años para hacer viables las evaluaciones del propio programa. En resumen, se propuso la elaboración de una Línea Base de Información para el barrio de Maxaquene 'A'.

Este barrio, situado en las inmediaciones del centro urbano, tiene una superficie de aproximadamente 80 ha, con una población estimada en el 2007 en 25.000 personas. A través de una fotografía aérea (figura 1) se observa claramente una pequeña zona al Sur del barrio (zona 1, de las cuatro delimitadas), más ordenada que el resto, pero que apenas representa el 10% del total. Esta es el área donde ESF-Cat inicia su fase piloto, por estar medianamente ordenada, con parcelas delimitadas y calles suficientemente rectas.

"Las particularidades de los contextos urbanos informales hacen de especial utilidad, para la planificación de nuevas infraestructuras, las bases de datos georreferenciados, y en concreto los SIG"

¹ Con la colaboración del Grupo de Proyectos de Mozambique de Ingeniería Sin Fronteras de Cataluña y, en especial, de Alex Rabella, quien está elaborando el SIG urbano del PBM.



Figura 1
Fotografía aérea del barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique

Se contaba con una cartografía base del barrio poco detallada y pobre: un mapa de la ciudad de Maputo en formato AutoCAD, realizado a través de fotografías de satélite, del que no se conocía el sistema de coordenadas, la proyección ni la fecha de realización, aunque se estimó que fue realizada en 2005. Las calles principales del barrio se encontraban bien detalladas, aunque las internas eran únicamente definidas por sus directrices, que a menudo no coincidían con la realidad. Además, los techos de algunas casas se delimitaban, generalmente, de forma arbitraria, quitándole utilidad para el proyecto. Por todo esto, se volvió necesaria la realización de mapas mejor detallados.

La información sobre las condiciones de vida de la población era aún más escasa. Se disponía solo de los censos nacionales del 1997, con información general del distrito o de la ciudad, así como de un estudio a nivel municipal realizado por la Facultad de Arquitectura y Planeamiento Físico (FAPF) que presentaba información básica pero no suficientemente detallada —como equipamientos públicos, centros de salud, servicios básicos, líneas de autobús, entre otros—. Era necesario realizar un estudio a profundidad sobre

las condiciones de vida familia por familia, conocer la situación del abastecimiento de agua, saneamiento, inundabilidad e higiene, así como información económica y social, etcétera.

Después de la fase previa de identificación, en julio del 2007 se inicia la primera fase piloto, con una duración de un año, en la que a nivel de infraestructuras se construyeron 600 m de drenajes pluviales y 50 letrinas mejoradas. Las actividades sociales se centraron en la creación y consolidación de una organización local destinada a dar apoyo al programa y realizar campañas de sensibilización en saneamiento, residuos sólidos y derechos de la ciudadanía.

La necesidad de información era prioritaria y, vista la experiencia en Camerún, imprescindible poder centralizarla, actualizarla y sistematizarla para futuras evaluaciones. Era vital contar con una base de información fiable y detallada para la toma de decisiones del proyecto. La utilización de las TIG, y en concreto los SIG, se consideró una herramienta indispensable para organizar la información geoespacial de calles, redes de servicios, equipamientos y condiciones de vida familia por familia.

La obtención de los datos: una tarea ardua y constante

Los datos obtenidos provienen de un levantamiento topográfico, de encuestas familiares para conseguir información sobre las condiciones de vida de las mismas, de una delimitación de parcelas y de una delimitación de calles.

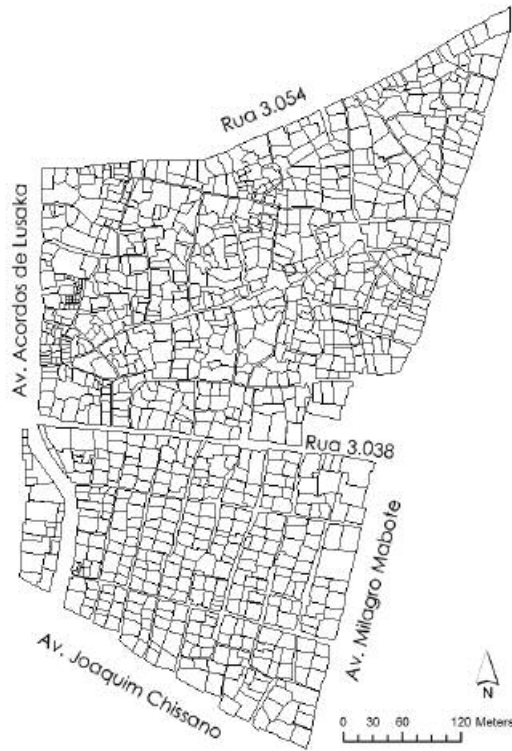
Levantamiento topográfico: Indispensable para la elaboración del proyecto de drenaje de aguas pluviales del barrio. Se realizó a través de dos estudiantes voluntarios de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) y del topógrafo del Gabinete de Drenaje de Maputo (GDM). La complejidad del barrio y sus estrechas calles internas hicieron que sólo pudieran triangularse las 4 vías principales, extrapolando la información junto con datos topográficos generales de la ciudad para todo el barrio (figura 2).

Encuestas familiares: De vital importancia para conocer el estado y las condiciones de vida de las familias que iban a ser beneficiadas dentro del PBM. Fue necesario conocer la cantidad de familias y sus miembros, sus ingresos mensuales, la situación de abastecimiento de agua, saneamiento y recogida de residuos sólidos, así como la conciencia respecto a la higiene y a las enfermedades relacionadas. Se realizó con voluntarios de ESF-Cat y activistas de la organización local Associação Socio-cultural Horizonte Azul, a través de encuestas casa a casa. El modelo de éstas fue consensuado junto con las contrapartes del proyecto: Associação Moçambicana para o Desenvolvimento Concertado y FAPF. El universo de las encuestas fue la totalidad de las parcelas dentro la zona del proyecto, por tanto, 344 en el primer año y 645 en el segundo.

Figura 2
Trabajos de levantamiento topográfico en el barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique
Fuente: Quilali Urtecho

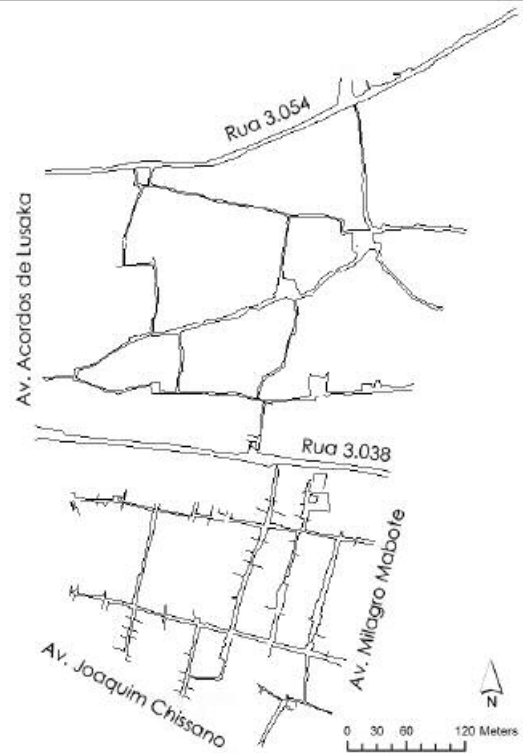


Figura 3
Levantamiento de parcelas en las zonas 1 y 2 del barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique



Delimitación de parcelas: Información esencial para conocer de forma exacta la cantidad y tamaño de las parcelas existentes, y así poder definir el universo de las encuestas a realizar. Durante el primer año, se realizó a través de voluntarios de ESF-Cat junto con ocho estudiantes de la FAPF y el apoyo de profesores de la misma. En cambio, en el segundo se contó con el apoyo de estudiantes de la Escuela Industrial de Maputo (EIM). La técnica fue sencilla y adaptada a las circunstancias: a través de mapas a escala 1:500 de Google Earth, se hizo un reconocimiento visual de cada una de las parcelas y se fue delimitando a mano alzada sobre los planos; en una segunda fase, se pasó toda esta información a formato AutoCAD. Durante el primer año se delimitaron 344 parcelas, mientras que en el segundo se alcanzaron 645 (figura 3).

Figura 4
Delimitación de calles en las zonas 1 y 2 del barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique



Delimitación de calles: Necesaria para conocer las amplitudes reales de las calles, definir los drenajes interiores, y marcar los muros y paredes que deberían ser trasladados para el ensanche de las vías. Se realizó, igual que para la delimitación de parcelas, con voluntarios de ESF-Cat, estudiantes de la FAPF y de la EIM. La técnica, aunque algo rudimentaria, se consideró apropiada a la circunstancias y para los objetivos de la misma, y consistía en triangular las calles con cinta métrica. Posteriormente se trasladó la información a AutoCAD para obtener la forma real de éstas. Se efectuaron diversas correcciones durante salidas a terreno y, en última instancia, digitalmente sobre una fotografía a escala. En el primer año se realizó la delimitación de 7 calles internas con un total de 1.600 metros, mientras que en el segundo fueron 7 calles más con 1.777 metros (figura 4).

"Durante la definición del parcelario, el principal miedo fueron las posibles inconformidades que se podrían generar en la definición de los límites de los terrenos, a menudo ambiguas; sin embargo, el proceso fue muy pacífico, al contar siempre con la presencia de los jefes locales o delegados"

Problemas prácticos encontrados: lecciones aprendidas

Podemos diferenciar dos tipos de problemas, los encontrados en terreno y los surgidos en oficina. Los primeros están muy relacionados a los condicionantes locales, sobre todo por tratarse de un barrio informal, de calles de arena, estrechas y erosionables, en el que sus habitantes no cuentan con documentos de tenencia legal y las parcelas se encuentran indefinidas; y los segundos, desafortunadamente, muy comunes en actividades de recogida de información.

En terreno los contratiempos fueron variados. El levantamiento topográfico se realizó con una herramienta antigua: un teodolito de los años 80, que sigue usando el único topógrafo del GDM, como herencia de la construcción del principal

drenaje de la ciudad en esa época. El trabajo diario tuvo sus dificultades, por ser las calles del barrio de mucho movimiento de personas, sobre todo durante las horas de salida de alumnos de los colegios. Los puntos base de referencia, marcados con estacas de hierro, podían desaparecer al día siguiente, lo que dificultaba enormemente un trabajo posterior de corrección de errores. Además, la forma cóncava de las calles, debido a la erosión, dificultaba la definición de cotas útiles para la definición del drenaje; asimismo, este proceso condicionaba la validez del levantamiento, ya que al tratarse de calles de arena y contar con épocas de fuertes lluvias, la fisonomía y las cotas de todas las calles se modifican anualmente.

Figura 5
Activista de ASCHA realizando una encuesta familiar a una mujer del barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique



Una vez realizado el trabajo en terreno, se tuvo que trasladar todos los puntos a tablas de Excel para realizar el Modelo Digital del Terreno (MDT). Esta tecnología no era utilizada por el topógrafo local, quien hasta el día de hoy sigue realizando los levantamientos topográficos de forma manual. No obstante ello, tuvo un beneficio mutuo, ya que los dos voluntarios de ESF-Cat que ayudaron en el levantamiento, formaron al topógrafo en la utilización de Excel –quien ade-

más necesitaba de formación básica en informática–; por su parte, el topógrafo les enseñó a dibujar los mapas topográficos manualmente.

Durante la definición del parcelario, el principal miedo fueron las posibles inconformidades que se podrían generar en la definición de los límites de los terrenos, a menudo ambiguas; sin embargo, el proceso fue muy pacífico, al contar siempre con la presencia de los jefes locales o delegados.

La técnica ya mencionada, muy básica pero utilizada por profesores de la FAPF en otros barrios, fue útil, por ser los voluntarios estudiantes sin experiencia. La utilización de GPS de mano y de alta precisión era inviable: los primeros por dar errores de más de 10 m, y los segundos por tener un coste inaccesible para el proyecto. También se planteó la posibilidad de utilizar imágenes de satélite de gran precisión (Quickbird, Ikonos, Spot, entre otros), pero también eran económicamente imposibles y, además, el trabajo hubiese sido íntegramente de oficina, perdiéndose la componente social y de cooperación estudiantil. El proceso de definición de las parcelas fue sorprendentemente rápido: en el primer año se delimitaron las 344 parcelas en dos días, más una

sesión de AutoCAD para convertir los mapas a formato digital.

La delimitación de las calles, utilizando una cinta métrica, tuvo mayores problemas, sobre todo en el trabajo de campo. El principal inconveniente era la falta de puntos fijos en ciertas parcelas, las cuales en algunos casos eran delimitadas con plantas, neumáticos usados, piedras, trozos de metales o hasta con piezas de un coche desmantelado. Esta dificultad se acentuaba cuando se debía volver a terreno para corregir errores o verificar medidas. La solución, aunque parcial, fue definir en el plano la naturaleza del punto escogido.

Los beneficios colaterales a la definición del parcelario y de la triangulación los encontramos en la cooperación que se dio entre estudiantes del Norte y del Sur. Los primeros formando en técnicas de parcelación y triangulación, así como la utilización básica del AutoCAD. Y los segundos ayudando en la adaptación de estas técnicas en los barrios informales y, sobre todo, al trato con las familias, dando legitimidad al proceso y facilitando la comunicación en las lenguas correspondientes –portugués, shangana, ronga, etcétera.

Las encuestas fueron, y siguen siendo, una historia interminable de corrección y mejora. Desde el inicio del programa había conciencia de la necesidad de unas encuestas consensuadas por todas las partes y adaptadas al barrio, pero la realidad superó las expectativas: la primera versión de la encuesta se realizó desde el Norte, con los voluntarios que irían a campo y miembros del equipo de ESF-Cat, habiendo pasado por 7 versiones. Cuando se llegó a Mozambique, la contraparte local y la FAPF hicieron nuevas modificaciones. Al iniciar el trabajo en terreno con las familias, también se debieron modificar ciertas preguntas. Una vez en el proceso de digitalización de la información y realizadas unas primeras consultas, se vio de nuevo la necesidad de mejoras. Antes del viaje de los voluntarios del segundo año, se hicieron otras modificaciones, y todavía en terreno, se hicieron más. Esta continua modificación de las encuestas puede crear dificultades en el futuro, al no poderse comparar los resultados, debido a que las preguntas y respuestas no son las mismas en los diferentes años.

Los barrios informales acostumbran ser asentamientos transitorios para las familias, a la espera de una mejor situación económica para desplazarse a un barrio formal. Este fenómeno dificulta cualquier iniciativa de prestación de servicios, ya que no existe un sentimiento de pertenencia o apropiación de las infraestructuras por parte de

los beneficiarios, y hay poco interés en la mejora del asentamiento, afectando así la sostenibilidad del proyecto. Sin embargo, una mejora de las condiciones de vida del barrio, al aumentar la calidad de los servicios básicos, encarecería el nivel de vida –tanto en términos de pago del servicio como de arrendamiento o compra de casas–, obligando a las familias con menores recursos a desplazarse a otros asentamientos. En Maxaquene ‘A’, aproximadamente un tercio de la población vive ahí hace menos de diez años, por lo que se deberá contemplar este factor en las futuras evaluaciones.

En el trabajo diario, a veces no se encontraba a ningún miembro de la familia, requiriendo de reiteradas visitas a la misma casa. A menudo, los activistas del barrio tenían que ir en otros horarios o en fines de semana para poder completar las encuestas.

Pero la principal lección aprendida en la realización de las encuestas fue la necesidad de diferenciar entre parcelas y familias. En el primer año se asumió, erróneamente, que una parcela equivalía a una familia; sin embargo, en la encuesta del segundo año se contempló la posibilidad de tener

"La continua modificación de las encuestas puede crear dificultades en el futuro, al no poderse comparar los resultados"

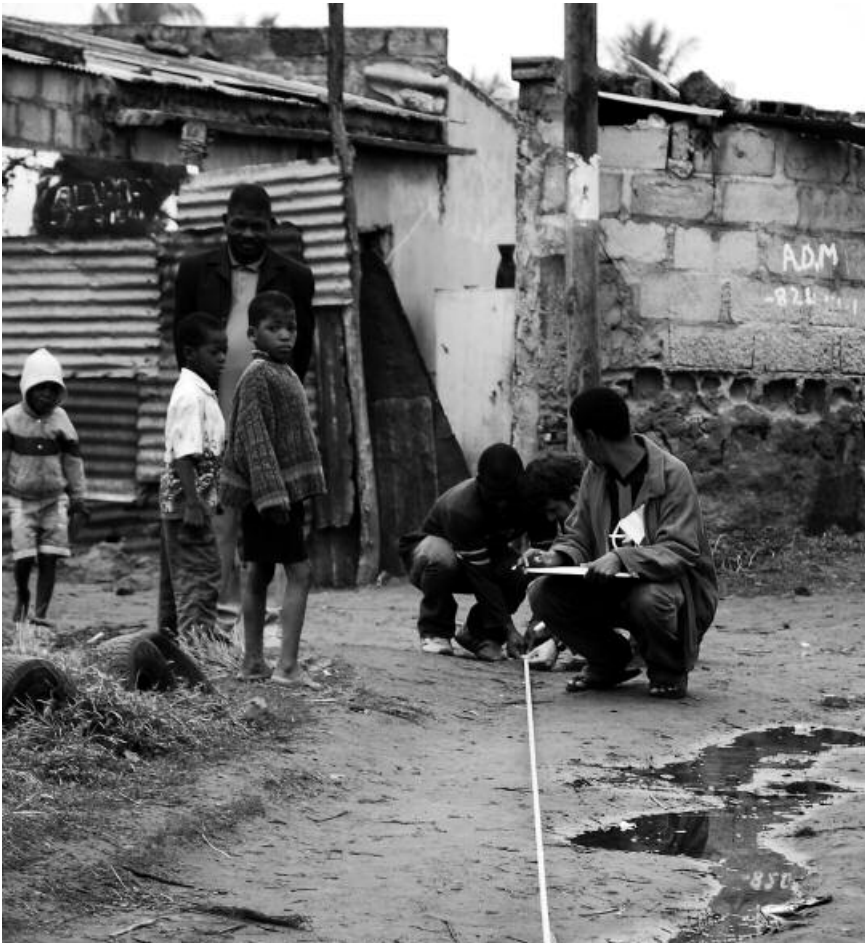
varias familias en una sola parcela, diferenciando información asociada a la parcela y a la familia. Esta mejora fue fundamental para definir la estructura de relaciones de la base de datos del SIG.

Los problemas surgidos en oficina estuvieron asociados al levantamiento de información en terreno. Se encontraron errores de escritura, muy comunes en el uso de encuestas: omisión de información por parte del encuestador, sobre todo de datos clave de parcelas o familias; incoherencia de las respuestas, marcando dos casillas cuando solo debería marcarse una; respuestas sin sentido, tal y como definir la profesión del jefe de familia como "fallecido"; letra ilegible; errores de transcripción de la encuesta del papel a la tabla de Excel, con nuevas omisiones de información, rellenar parcelas erróneas o faltas de ortografía que provocan duplicación o triplicación de respuestas en la base de datos; entradas de encuestas dobles o conmutación de celdas clave; así como transcripción errónea de las coordenadas del GPS, tanto en terreno como en oficina. Muchos de estos errores son inevitables aunque se lleven a cabo muchas formaciones, o por continuas iteraciones de mejora de las encuestas. Las principales lecciones fueron: la necesidad de realizar encuestas cerradas –contemplando todas las posibles respuestas en casillas, para evitar el uso de la escritura por parte del

encuestador–, y llevar a cabo una formación de varios días con prácticas de campo.

Durante la toma de la información técnica –levantamiento topográfico, y la delimitación de parcelación y de calles– también aparecieron contratiempos que cabe mencionar: en el traslado de las parcelas y de las calles del papel a AutoCAD, salieron líneas dobles y extras; algunas veces, los estudiantes definían un espacio como una parcela única y seguidamente los activistas que realizaban las encuestas se daban cuenta que eran dos parcelas separadas, o a la inversa; en la triangulación aparecían líneas que no se sabía si eran paredes fijas, delimitación de parcelas con plantas o neumáticos, callejuelas de entradas de casas interiores o calles secundarias. De igual forma que en las encuestas, estos errores son difíciles de evitar completamente, pero según nuestra experiencia, se recomienda una buena formación en oficina y prácticas en terreno.

Para finalizar, los desagradables problemas informáticos, ya sea por falta de planificación o por "misterios" de la informática: incompatibilidad de ciertos programas con versiones de Windows; fallos en el momento de convertir archivos DXF a los programas de SIG; conexión a Internet lenta que no permitía bajar programas o archivos; entre otros.



"la principal lección aprendida en la realización de las encuestas fue la necesidad de diferenciar entre parcelas y familias"

Figura 6
Delimitación de calles con cinta métrica en el barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique
Fuente: Quilali Urtecho

Usos y resultados esperados del SIG urbano. La actualización de los datos como factor clave

En la primera fase piloto del PBM se ha utilizado la información recogida tanto para la planificación del programa como para la realización de estudios. A nivel de infraestructuras, una de las actividades ha sido la construcción de 50 letrinas mejoradas, situadas en la zona 1 del barrio. En esta zona habitan unas 350 familias, de las que fueron elegidas las 100 más necesitadas. Gracias a la posibilidad de ubicar en los mapas las parcelas seleccionadas, se pudo comprobar con facilidad la situación real de éstas. A nivel de estudios, ya se han elaborado cinco documentos que han utilizado la información base y que han servido, o servirán, al PBM: Evaluación del proceso de triangulación y parcelación como proyecto final de post-grado (Menal, 2007); proyecto constructivo de drenaje pluvial de todo el barrio como Proyecto de Fin de Carrera (PFC), que ha servido de base para la ejecución de los canales de la zona 1 y probablemente será de utilidad para futuras intervenciones (Alà, 2008); también como PFC, un diseño del proyecto base de urbanización que servirá de punto de partida para el futuro Plan Urbanístico de Maxaquene 'A' (Pérez, 2008); una propuesta de equipamientos públicos en los espacios vacíos, que Aida El-Attar está plasmando para su PFC de Arquitectura; y, a través de una Tesina en redacción por Alex Rabella, la propia elaboración del SIG urbano y la determinación de los indicadores de evaluación de las condiciones de vida de la población del barrio.

Pero uno de los principales usos del SIG urbano en los próximos años será en la definición del Plan Urbanístico y en el consiguiente plan de desarrollo infraestructural del Programa Barrios de Maputo (PBM). Con estas metas, se están realizando los primeros mapas de análisis para conocer las condiciones de vida de la población:

densidad de la misma; tipología de abastecimiento de agua (figura 7), para saber si tienen agua en casa o qué distancias recorren para obtenerla; tipología de letrinas (figura 8), y si tienen o no; mapa de inundaciones y de accesibilidad según el ancho de las calles; tratamiento de los residuos por parte de las familias y materiales utilizados en las casas, entre otros.

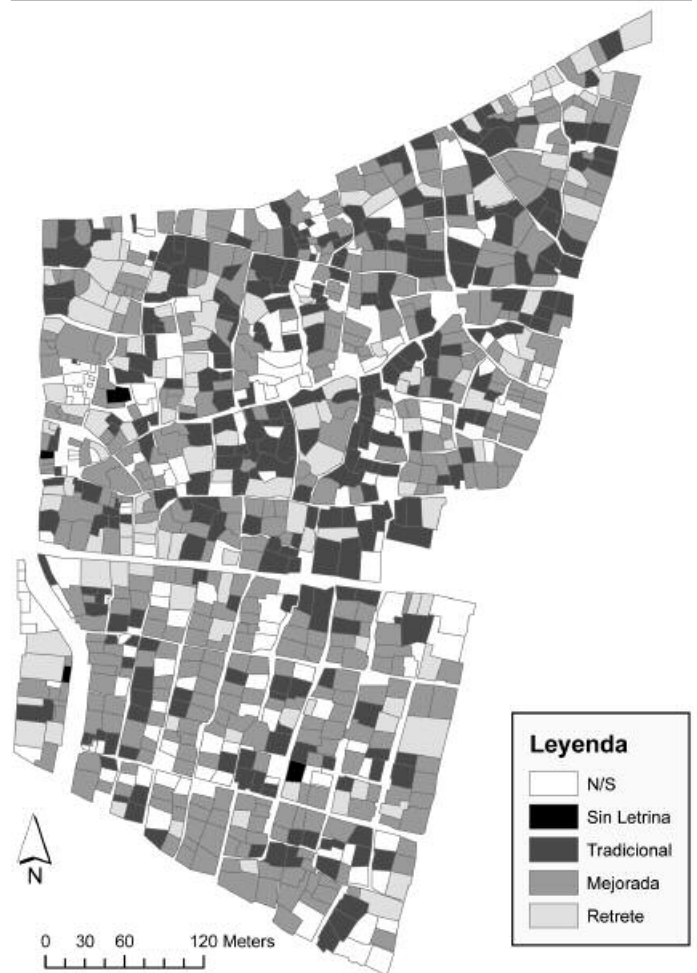
Los resultados del SIG urbano para la evaluación del proyecto solo serán visibles a mediano o largo plazo. La periodicidad de la toma de información debe ser un parámetro definido desde el inicio del programa. En ESF-Cat definimos este periodo como cuatro años. En el 2007, se realizó el primer levantamiento de la línea base en la primera de las cuatro zonas definidas en el barrio, con un total de 344 encuestas; en el 2008, en la zona 2, con 645 parcelas; y se espera que, contando con la experiencia previa, en 2009 se haga la zona 3 y en el 2010 la 4, con una estimación de 1.200 y 1.600 parcelas respectivamente. Por tanto, se plantea la primera actualización de la información y evaluación en el año 2011, conjuntamente para las zonas 1 y 2, y en los siguientes dos años para las zonas 3 y 4, teniendo un cuarto año de descanso de encuestas.

La actualización de la información física –fuentes y tuberías de agua, contenedores de residuos, drenajes pluviales, entre otros– deberá realizarse a medida que se lleven a cabo proyectos de mejora de estos servicios, por lo que el comité técnico, que armonizará las diferentes intervenciones en el barrio, será de especial importancia en la centralización de esta información. También se deberán incluir, a medida que queden aprobados, el plan urbanístico general y los planes parciales de cada zona.

Figura 7
Mapa sobre el tipo de abastecimiento de agua en las zonas 1 y 2 del barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique



Figura 8
Mapa sobre las tipologías de letrinas en las zona 1 y 2 del barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique



La pertinencia de utilizar software libre

Una de las principales decisiones en la elaboración de un SIG es el *software* a utilizar. La filosofía de ESF-Cat está claramente enfocada a los programas con licencias libres, pero a menudo, la realidad en los países donde se realizan los proyectos es otra, a la que uno tiene que adaptarse. En Maputo, la FAPF utiliza el *software* ArcGIS en sus clases, los técnicos de ministerios y departamentos también, y la elaboración del nuevo catastro municipal, financiado por el Banco Mundial que utiliza *software* privativo en sus proyectos, se ve condicionada a éste. Si el SIG que se está realizando para el proyecto de ESF-Cat, con el apoyo de la FAPF, tiene que pasar a manos del distrito municipal o de la misma dirección municipal de planeamiento físico, ¿qué poder y legitimidad tiene ESF-Cat para condicionar el uso de un *software* libre en Maputo? Y de igual forma, ¿qué legitimidad tiene el Banco Mundial para condicionar un *software* privativo?

El *software* libre planteado en el PBM es gvSIG, que en términos de interoperabilidad con los datos de ArcGIS no tiene problema alguno.

Ambos utilizan archivos tipo *shapefiles*. Es decir, a nivel técnico no existe mayor inconveniente.

Si el SIG se utiliza únicamente para los planteamientos iniciales de ESF-Cat (planificación y evaluación) y se centraliza la información en el Norte, no hay ninguna dificultad para utilizar el *software* libre que se desee. Pero éste no es el modelo de cooperación por el que ESF-Cat apuesta, sino por una cooperación real con el Sur, de trabajo mutuo con las contrapartes, el barrio y las instituciones locales. La información del SIG debería centralizarse en el Sur; en el caso del PBM, posiblemente en la contraparte, la FAPF o en el distrito municipal; pero sea con quien sea, debe realizarse una formación en el nuevo *software* libre.

Paralelamente al dilema de formación y a la centralización de la información, surge una cuestión económica importante: el uso de un *software* privativo para el proyecto implicaría que la contraparte asumiera la compra de licencias anuales a la empresa propietaria, a precios muy elevados y, además, contradictorio con la filosofía de ESF-

Cat, ya que condiciona los presupuestos de los actores y debilita la sostenibilidad del proyecto. Tampoco sería éticamente correcto *crackear* el *software* privativo.

El SIG del Programa Barrios de Maputo (PBM) se está elaborando actualmente en gvSIG, y en los próximos meses, con el uso del SIG en el Plan Urbanístico de Maxaquene 'A', las cuestiones éticas y económicas que plantean los diferentes *software* serán temas de debate a resolver. Los actores del Sur serán indispensables para tomar la decisión pertinente.

Figura 9
Trabajos de delimitación de parcelas con los voluntarios de la EIM en el barrio de Maxaquene 'A' en Maputo, Mozambique



Usos futuros y perspectivas de crecimiento

Tal y como se mencionó inicialmente, el PBM está creciendo y asentando bases sólidas para el futuro, con la creación de un comité técnico del barrio –para coordinar las intervenciones en infraestructuras de las diferentes ONG– y la elaboración de un Plan Urbanístico del barrio de Maxaquene 'A', para marcar las pautas de crecimiento urbanístico y sobre todo de los servicios básicos.

El Plan Urbanístico se nutrirá de toda la información recogida por ESF-Cat y centralizada en el SIG para la elaboración de los planes generales y parciales. Existe el compromiso del Municipio de Maputo de dar validez y legalidad al documento final, que abrirá las puertas del catastro municipal al barrio de Maxaquene 'A', con la posibilidad de optar a documentos de tenencia habitacional. Esta tenencia implicaría también un pago de impuestos, favorable para la consoli-

ción de los servicios municipales, y también la seguridad de no ser expropiado sin indemnización y de formar parte de los planes urbanísticos de la ciudad y de sus inversiones.

La vinculación del SIG del barrio y del Plan Urbanístico al catastro y a las bases de datos de la Dirección Municipal de Planeamiento Físico –que cuenta con el proyecto financiado por el Banco Mundial para la elaboración del SIG en ArcGIS– será uno de los principales retos de ESF-Cat el próximo año. A nivel técnico se deberá consensuar qué datos deben incluirse, qué formato, qué estructura de tablas, etcétera. Pero sobre todo, el reto radicará a nivel político o institucional, en la aprobación y legalización del Plan y su inclusión en el catastro, y el posterior proceso para legalizar la tenencia habitacional del barrio.

Referencias bibliográficas

- ALÀ, Ferran. 2008. *Projecte d'Urbanització i Sanejament amb Tecnologies Apropiables al barri de Maxaquene 'A' de la ciutat de Maputo (capital de Moçambic)*. Proyecto de Fin de Carrera. Barcelona: ETSECCPB – Universidad Politécnica de Cataluña.
- MENAL, Ivan. 2007. *Trabajos de definición del espacio público en el barrio de Maxaquene 'A', Maputo, Mozambique*. Trabajo de posgrado. Barcelona: Universidad Abierta de Cataluña.
- PÉREZ CASAS, Marc. 2008. *Projecto Básico de Urbanização asociado ao Plano Urbanístico do bairro de Maxaquene 'A' em Maputo, Mozambique*. Proyecto de Fin de Carrera. Barcelona: ETSECCPB – Universidad Politécnica de Cataluña.

Sistemas de Información Geográfica

Infraestructura básica para la planificación y el desarrollo de los asentamientos

Manuel Borobio Sanchiz*

Profesor del departamento de Urbanismo de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de A Coruña

* Con la colaboración de Eduardo Yoldi Erviti, arquitecto y miembro de Arquitectura Sin Fronteras.

En este artículo no se pretenden dictar las pautas concretas para el establecimiento de un campo de refugiados —para ello existen tratados exclusivos del tema—, sino que más bien, proponiéndolo como "escenario" y con la excusa de tratar el tema de las Tecnologías de la Información Geográfica (y en concreto los SIG), se plantea una reflexión más de fondo sobre la información de partida al momento de enfrentarnos a los diferentes proyectos y situaciones de emergencia. Es esencial que entendamos la información como la infraestructura básica para el desarrollo sobre la que debemos pensar, reflexionar y plantear soluciones a la hora de que las administraciones, organismos y agencias —tanto públicas como privadas— asuman su responsabilidad, y conforme a la capacidad que cada una tenga, comience a compartir y difundir toda esa información de manera lógica y ordenada, pero sobre todo solidaria.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Cooperación, Ordenación Territorial, Análisis Territorial, Emergencia.

En aquest article no es pretén dictar les pautes concretes per a l'establiment d'un camp de refugiats —per a això existeixen tractats exclusius del tema— sinó més aviat, proposant-ho com a "escenari" i amb l'excusa de tractar el tema de les Tecnologies de la Informació Geogràfica (i en concret els SIG), es planteja una reflexió de fons sobre la informació de partida en el moment d'enfrontar-nos als diferents projectes i situacions d'emergència. És essencial que entenguem la informació com la infraestructura bàsica per al desenvolupament sobre el que hem de pensar, reflexionar i plantejar solucions, és essencial a l'hora que les administracions, organismes i agències —tant públiques com privades— assumeixin les seves responsabilitats i, conforme a la capacitat que cada una tingui, comencin a compartir i difondre tota aquesta informació de manera lògica i ordenada, però sobretot solidària.

Paraules clau: Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Cooperació, Ordenació Territorial, Anàlisi Territorial, Emergència.

In this article, I do not mean to dictate the guidelines for the establishment of a refugee camp, because there are exclusive agreements to do it. I wanted to use this scenario to raise a deep reflection about the important information we need to face different projects in emergency situations. Geographical information will be the basic infrastructure for its development, and we must consider it as essential for the organisations, organisms and agencies (both publics and privates) to assume their responsibilities. Also, it is important that they start to spread this knowledge in a logic, organised and, specially, solidarity way, according to their capacities.

Key words: Geographical Information Systems, Development Cooperation, Land Planning, Land Analysis, Emergency.

Introducción

Sin saber muy bien por qué, aunque enormemente agradecido, acepté la invitación de los editores de la revista para escribir sobre la aplicación de los SIG en la elección del mejor lugar para establecer un asentamiento.

En honor a la verdad, he de adelantar que por circunstancias personales hace ya ocho años que no estoy en primera línea de la cooperación, y al menos dos que no colaboro de manera participativa en proyectos para el desarrollo. Por lo tanto, pido disculpas por lo que puede parecer una intervención desde la ignorancia de lo que yo llamo “conocimiento activo”.

De mi experiencia mantengo un recuerdo formado en base a imágenes recortadas de un grupo de profesionales de diferentes ramas: dos administrativos, un sociólogo, dos médicos, dos enfermeras, dos economistas, cuatro ingenieros, un geodesta, dos biólogos, un geólogo, dos historiadores, dos juristas internacionales, un arquitecto, un meteorólogo y un moderador, al que en mi interior atribuí el título de pensador o filósofo.

Son imágenes de un equipo multidisciplinar, de información restringida sobre la mesa, de diferentes supuestos futuros, y de un trabajo que debía estar para ayer... Hasta ahí, casi todo normal, si no fuera porque esta historia nos reunía en torno a una mesa que tenía como objetivo diseñar un campo de “acogida” para cientos –tal vez miles– de desplazados. Desconocíamos si sería, como prometían los responsables políticos y militares, una misión rápida, o más bien derivaría en una nueva Palestina, que desde 1956 funda generaciones arraigadas en ciudades de concentración.

Se planteó la mejor ubicación, cerca de lugares que nos permitieran abastecerles, estudiando los

cultivos y el rendimiento agrícola del suelo, los cauces de los ríos, el clima. Se barajó la posibilidad de que fuera un asentamiento temporal, de emergencia o la fundación de una nueva ciudad refugio. Se valoró en todo momento la capacidad de carga del entorno, del medio ambiente en el que se iba a intervenir, así como el coste material, ambiental y temporal, del mismo modo que se planteó la llegada escalonada o de golpe de cientos de personas que, esparcidas por el monte, las carreteras y las vías, buscaban un lugar más seguro. Se diseñó, se planificó y se previó. Finalmente se contrastó con el mando militar, que desestimó dicha situación por ser un “lugar estratégico”.

Sobre el papel no lo habíamos hecho tan mal, excepto que en vez de los refugiados, en aquel lugar se ubicó un campamento militar, y el campo se localizó en un lugar de “menos riesgo”, sobre una zona de cultivos, en el interior del país en conflicto.

Cada vez que estas imágenes sobrevuelan mi pensamiento, **me reafirmo en la convicción de que la planificación y ordenación territorial no consiste en dibujar en solitario sobre un lienzo en blanco, sino todo lo contrario. Es un trabajo en equipo que se desarrolla sobre un tejido de textura compleja y rugosa que no permite cualquier tratamiento, y nos obliga a reflexionar y conocer la capacidad, tanto del territorio que queremos ordenar como la propia para poder abarcarlo.**

Aunque en esa historia pocos de los actores representaban a las administraciones públicas, todos actuaban para llenar el vacío dejado por los organismos internacionales. Eran cooperantes coordinándose en busca de la respuesta a un problema político, militar, social y territorial en un momento y en un país concreto.

Origen

A pesar de pertenecer al pasado de “mi imaginación”, he querido utilizar este punto de partida porque estoy convencido de que refleja la mayoría de las realidades, convertidas en ocasión vital para muchos y frustración personal y profesional para tantos otros. Pero las mayores víctimas, como de costumbre, son los más desfavorecidos; aquellos que se vieron obligados a largos desplazamientos, privados de todo lo que hasta ese momento tenían o conocían.

Revisando las hemerotecas¹, encontraremos documentos en los que queda patente el gran esfuerzo que se hace para la preparación del suelo destinado a la acogida de los desplazados. Se trata de un esfuerzo casi siempre recompensado pero con un alto coste sobre los recursos naturales, con una alta huella ecológica a la que habrá que sumar el desgaste social y económico que de por sí se suelen considerar.

¹ Sirva como ejemplo la noticia del 27 de abril de 1999 por el diario El Mundo, en la sección de Europa, titulada “Empieza la instalación del campo español de refugiados en Durres”.

El objeto

Una vez ha sido superada la atención social y sanitaria básica, **la ordenación de los recursos naturales y territoriales es la actividad sobre la cual se ha de fundamentar toda asistencia**, planificada o inmediata, **desarrollada por equipos multidisciplinares que**, al amparo de las organizaciones nacionales e internacionales **han de asegurar el adecuado desarrollo ambiental, social y económico de cualquier grupo, sean desplazados, refugiados o gente que busca un futuro mejor**².

Resulta evidente la complejidad existente en materia de gestión territorial y ambiental, máxime si han de producirse en situaciones extremas como suelen ser los casos de crisis humanitarias, ya que son muchos los factores y agentes implicados en su desarrollo. En este proceso de recopilación, elaboración, gestión y desarrollo participan no sólo varias administraciones públicas y múltiples equipos, sino que además nos encontramos en un marco casi siempre internacional, con normativa compleja sobre ámbitos geográficos continuos, pero administrativa, política, cultural y –¿por qué no decirlo?–, militarmente diferentes, que casi siempre están enfrentados.

Los recursos naturales –ya sean terrestres, marítimos o atmosféricos– son finitos. Por esta razón, la medición y la gestión adecuada de estos recursos adquiere gran importancia, más aún en situaciones derivadas de las emergencias en las que la población afectada depende en gran medida de ellas, tanto al comienzo como al final de la crisis.

Por ello, la planificación de los asentamientos no puede producirse sin una ordenación, o al menos conocimiento previo de los recursos naturales. Esta ordenación no acaba en la formulación de los planes de acción para cada caso sino que son el comienzo de una labor continuada, participativa y viable, en la que los problemas derivados de una mala ubicación han de ser eliminados de origen, pues ya son muchos los dramas que trae consigo cada una de las personas a las que se acoge, como para además trasladarle otros mayores derivados de una mala gestión.

Es en este marco donde los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aparecen como herramientas básicas y paradigmáticas, no sólo para

contener y gestionar la gran cantidad de datos que exige el adecuado control del territorio, sino también para la previsión, análisis y formulación de escenarios variables, sobre todo en el comienzo de las crisis en las que tenemos que tomar decisiones de manera inmediata y coordinada.

El uso de las nuevas tecnologías agiliza el almacenamiento de la información en bases de datos bien organizadas, pero sobre todo, nos permite situar dicha información en el espacio y en el tiempo para llevar a cabo análisis espaciales, poniendo en relación la información de tipo social, sanitaria, educacional, de seguridad, etcétera, con otra espacial, geográfica, geológica, ambiental o de capacidades del terreno.

Podemos decir que es precisamente esta disciplina la que ha experimentado un mayor avance en los últimos años, estando todos los equipos técnicos en condiciones de usar estas herramientas de análisis espacial; y así, parece que empieza a entenderse el plantearse proyectos como el uso de WATEX de Apoyo a Operaciones del campamento de refugiados del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) en el Chad oriental, proyecto desarrollado entre una empresa privada y el ACNUR (figura 1), o el WADE desarrollado entre las autoridades locales de Níger y representantes del AGRHYMET.

Sin embargo, en la reedición del “Manual para situaciones de emergencia” del ACNUR –al que podemos acceder desde su página web, y cuya primera versión se publicó en 1982– no se mencionan estas herramientas, más que desde un punto de vista de “vaciado de información”, pero no para el análisis y gestión.

Me permito hacer una última reflexión, partiendo de las imágenes vividas en Palestina, donde la gente vive en “ciudades prisión”; o de Honduras, donde los desplazados por el Mitch a zonas más altas se asentaron de manera espontánea y tan mal organizados como en aquellos asentamientos que habían sido barridos por el agua; o en Yugoslavia, donde se produjo un gran impacto ambiental e incluso se tuvo que “expatriar” a la gente a los países de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN).

² Ver documentos E/CN.4/1992/23 de las Naciones Unidas y el Artículo 1(A)2 de la Convención de Ginebra de 1951 sobre el Estatuto de los Refugiados. La Convención, sin embargo, introdujo una limitación temporal: los refugiados serían sólo aquellos cuya situación fuese resultado de acontecimientos anteriores al 1 de enero de 1951. También estableció la posibilidad de limitar su aplicación a refugiados, como consecuencia de hechos ocurridos en Europa, aunque al mismo tiempo dio la posibilidad a los Estados de ampliar la protección a refugiados de otras partes del mundo (artículo 1.B). Posteriormente, el Protocolo de 1967 puso fin a ambas limitaciones.

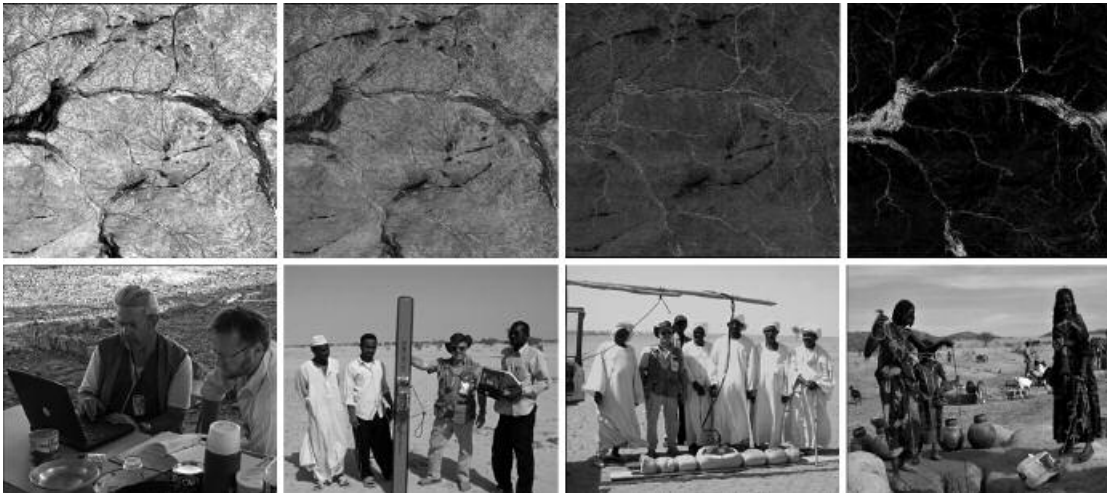


Figura 1. Proceso de localización y gestión del agua del proyecto WATEX, combinando el trabajo a través de imágenes de satélite y de radar terrestre para la localización de pozos y acuíferos
Fuente: www.radar-technologies.com

Son tres casos muy distintos: Palestina, impuesto por decisiones del pasado; Honduras, sobrevenido por causas naturales; y Yugoslavia, forzado por el empecinamiento de unos pocos fanáticos que llevaron a Europa, una vez más, a la guerra triste y frustrante por ver países con todo tipo de recursos y gran preparación enzarzados en una contienda. Sin duda, hoy en día hay cientos de casos y habrá más, pero como ya he comentado, y así lo defiendo: **la mejor emergencia, al igual que ocurre con los campos de refugiados, es aquella que no llega a existir.**

Consciente de que de momento nada podemos hacer para prevenir desastres derivados de los conflictos armados, pero sí en la elección adecuada para llevar a cabo la ubicación de un nuevo asentamiento, entiendo que el **desarrollo de las ciudades –y más aun de los emplazamientos temporales– exige un reconocimiento muy profundo del entorno y la conciencia del alcance que nuestras actuaciones van a tener en el territorio y en el medio ambiente natural y humano que generen**, ya sea para el análisis y planificación de los asentamientos informales provocados por desastres naturales, como ocurrió con el Mitch, o aquellos promovidos por la ayuda y política internacional como puede ser el caso del Sáhara.

Mientras no actuemos de forma coherente y consciente nos dirigimos, a pesar de la voluntad, hacia un problema mayor, ya que cuando se produce una emergencia, las primeras acciones pueden tener importantes consecuencias a largo plazo.

El empleo de los sistemas de información

Como dice el “Manual para situaciones de emergencia” del ACNUR, no existe ningún precedente de gestión de situaciones de emergencia con refugiados; cada emergencia con refugiados es única. Sin embargo, la experiencia demuestra que las emergencias tienden a seguir ciertos modelos reconocibles y documentados.

Desde este artículo, lejos de pretender una lectura exhaustiva del mismo, tan sólo pretendo traer algunas de las recomendaciones que plantea en relación con la planificación de asentamientos, con el objetivo de releerlas y comentarlas brevemente desde la perspectiva adquirida por el uso de las aplicaciones y sistemas para el análisis territorial.

Se contemplan tres tipos de asentamientos:

Asentamiento disperso. Es aquel en el que los refugiados encuentran alojamiento en las casas de las familias que ya viven en la zona de refugio. Los refugiados comparten el alojamiento existente o se instalan temporalmente en las cercanías, y comparten el agua, las instalaciones sanitarias, la preparación de la comida y otros servicios existentes en las casas. Pudimos ver este tipo de arreglo en la expatriación de unidades familiares a terceros países en la guerra de los Balcanes, en la que España fue uno de los países de acogida.

Alojamientos de masas. En este tipo de asentamiento, los refugiados encuentran alojamiento en las instalaciones existentes, por ejemplo en escuelas, barracones, hoteles o gimnasios. Normalmente están situados en zonas urbanas y suelen servir de alojamiento temporal o transitorio, tal y como ocurrió, por ejemplo, con el Katrina (Figura 2).

Figura 2
Alojamiento de refugiados por el huracán Katrina
Fuente: EFE/Bob Levey



Figura 3
Mapa de casos sanitarios
Fuente: elaboración propia. Simulación sin datos reales

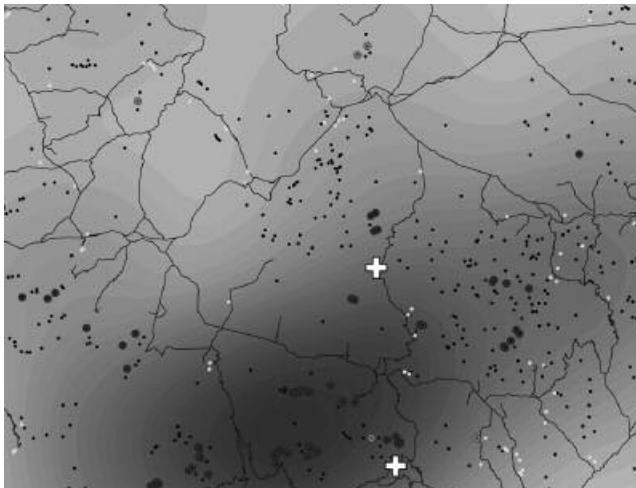
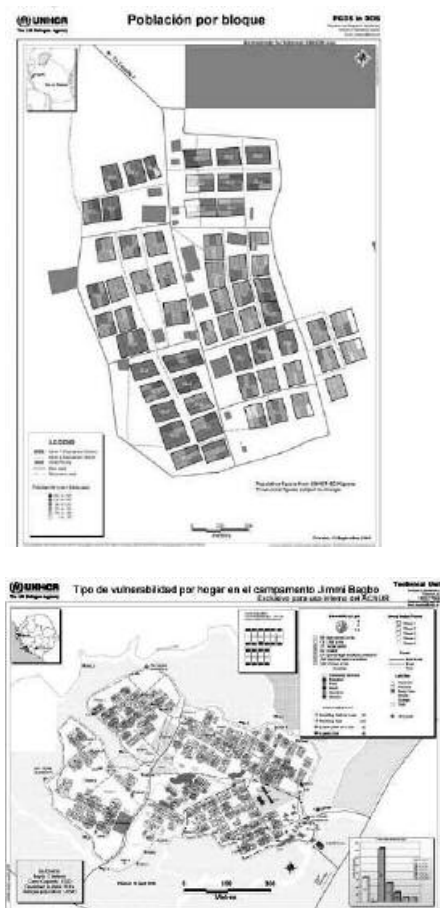


Figura 4
Imágenes extraídas del documento UNHR/FOM/020/2006
sobre direcciones en campos de refugiados



Campamentos. En este tipo de asentamiento, los refugiados encuentran alojamiento en emplazamientos construidos ex profeso para ellos, en donde la variada gama de servicios, como agua o instalaciones sanitarias, están destinados normalmente al uso exclusivo de la población del emplazamiento. Nos vamos a centrar en éstos últimos, por ser los de mayor huella ecológica.

La organización de la población en campamentos, permite ofrecer servicios a una población mayor de forma centralizada y eficaz, ya que resulta más fácil identificar y comunicarse con la población refugiada, y llegado el caso organizar la repatriación voluntaria.

Sin embargo, **una mala planificación y gestión** nos puede conducir a campamentos altamente densificados en los que se incrementan, de manera importante, los riesgos para la salud de la población. Para evitarlo **tendremos que establecer sistemas de gestión que nos permitan un mayor seguimiento de la evolución de la población.**

Para ello, el establecimiento de conexiones entre el censo de la población, la seguridad y la asistencia sanitaria, nos puede ayudar a localizar y neutralizar con mayor eficacia posibles focos de infecciones. Lo que habrá que hacer es tener la referencia espacial de todos los registros demográficos y sanitarios asociados a cada persona, de manera que podamos intervenir de forma preventiva o anticiparnos a posibles procesos epidemiológicos, mediante la detección de altas concentraciones de casos de enfermedad.

En el mapa de la figura 3 se puede apreciar: la relación entre la ubicación de unidades habitacionales dispersas en un amplio territorio, representadas con puntos negros pequeños; los casos de enfermedad detectados activos, en puntos negros gruesos; y los neutralizados, en anillos grises. Del estudio de la epidemia se deducen casos potenciales (puntos grises pequeños) por estar en el espectro de la edad más vulnerable. Las dos cruces blancas se corresponden con los puestos avanzados de atención, ambos cerca de las vías de comunicación, y sobre las zonas de mayor densidad de casos activos detectados (expresadas en una escala de grises).

En el mismo sentido, el ACNUR ha implantado una metodología en la que establece las pautas para la recopilación de la información del censo poblacional y su referencia espacial mediante direcciones sistematizadas. De esta manera permite, entre otras cosas, el análisis y generación de mapas con el tipo de vulnerabilidad por hogar (figura 4).

Indicadores

Es necesario que la mejor elección, planificación y desarrollo de los emplazamientos se haga antes de la llegada de los refugiados. Sin embargo, la escala, naturaleza, duración o dirección de la afluencia de refugiados, a menudo entraña la necesidad de que algunos o todos los aspectos de un plan de contingencia tengan que ser modificados de cara al curso cambiante o imprevisto de los acontecimientos. No obstante, la información reunida previamente durante el proceso de planificación de los imprevistos suele resultar de gran utilidad.

Para ello se recomienda el seguimiento de lo que llaman “indicadores de alerta precoz”, de cuyo análisis se obtienen distintos escenarios. Esta actividad es una de las más intuitivas y, sin embargo, una de las más importantes, ya que sienta las bases de toda la planificación posterior. Para el establecimiento de estos escenarios es necesario formular hipótesis, y aunque éstas se basen en todo el conocimiento disponible, es imposible eliminar los imprevistos.

El uso de los SIG nos permite relacionar espacialmente la información existente, y mediante el análisis geoestadístico consolidará dichas hipótesis o intuiciones de partida, y en su defecto nos ayudará a corregir los escenarios posibles en caso de error.

El desarrollo de un escenario requiere –incluso antes que la tecnología– ser suficientemente imaginativo, teniendo en cuenta todos los posibles “guiones” que sobre el conflicto se puedan desarrollar. Se ha de ser resolutivo, limitando el número de opciones y utilizando en la medida de

lo posible el concepto del peor escenario o del escenario más factible.

El ACNUR emplea una lista de verificación para la evaluación inicial confeccionada desde la experiencia de la gestión de estas situaciones. Se plantea como una lista abierta y sujeta a las modificaciones según la naturaleza de cada emergencia. En ella, estructura una serie de preguntas organizadas según el siguiente listado:

- Quiénes son los refugiados, cuántos son y qué pautas siguen las llegadas.
- Características del emplazamiento.
- Estado de salud y problemas básicos.
- Recursos, medidas espontáneas y asistencia que debe prestarse.
- Medios para la distribución de protección y asistencia.

Para dar respuesta a la mayor parte de estas preguntas nos podemos basar en los SIG. Es posible que en primera instancia, mientras el punto estratégico de los SIG que el ACNUR tiene en su sede no funcione de manera plenamente operativa, la recopilación de la información nos pueda llevar más tiempo, pero sin duda alguna, a medio largo plazo, ésta es la mejor opción.

En la tabla 1 se han trasladado estos indicadores, añadiendo a su izquierda una columna en la que se expresa su capacidad para generar información geográfica concreta y llevar a cabo análisis geoespaciales inmediatos, hay que aclarar que todos ellos entran en juego en función de lo desagregado de la información de partida y la fiabilidad del dato.

Asentamiento informal en Ocotillo, Honduras



Tabla 1
Indicadores iniciales durante la fase de recogida de información
 Fuente: ACNUR

ID	Descripción	Dato	Geo	Ae
1	Quiénes don los refugisdos, cuántos son y qué pautas siguen las llegadas			
1.1	¿Cuántos refugiados hay aproximadamente?	x	x	x
1.2	¿De dónde proceden los refugisdos? ¿Por qué?	x		
1.3	¿Cuál es el ritmo de llegadas? ¿Va a aumentar o a disminuir?	x	x	x
1.4	¿Cuál es la cifra total de personas prevista?	x	x	x
1.5	¿Dónde están situados los puntos de llegada de los refugiados y los emplazamientos donde se están instalando (latitud y longitud)?	x	x	x
1.6	¿Llegan los refugiados individualmente o en grupos? ¿Son grupos familiares, clanes, tribales, grupos étnicos o de una misma aldea?	x		
1.7	¿Están las familias, los grupos de aldeanos o los colectivos intactos?	x		
1.8	¿Cómo están organizados los refugisdos? ¿Existen representantes de grupo o de la comunidad?	x	x	
1.9	¿Cómo viajan los refugiados, a pie, en vehículo?	x	x	x
1.10	¿Qué proporción de ambos sexos hay entre la población?	x	x	x
1.11	¿Cuál es el perfil de edad de la población? ¿Puede agruparse por edades de cinco años, entre 5 y 17 años, de 18 o más años?	x		x
1.12	¿Cuántos menores no acompañados hay? ¿En qué condiciones están?	x		
1.13	¿Cuál era la situación social y económica de los refugiados antes de su huida? ¿Cuál es su profesión y qué lenguas hablan? ¿Cuál es su origen étnico y cultural?	x		
1.14	¿Hay individuos o grupos con algún problema social específico? ¿Hay algún grupo en particular que sea más vulnerable ante la situación? (por ejemplo, los discapacitados, menores separados o mayores que necesitan ayuda?	x		
1.15	¿Cuáles son las costumbres típicas de los refugiados en cuestión de dieta, vivienda y salud?	x		
1.16	¿Cómo es la población refugiada en materia de seguridad? ¿Hay necesidad de separar algún grupo?	x		
1.17	¿Hay grupos armados entre la población?	x		
1.17	¿Cuál es el estatuto legal de los refugiados?	x		
2	Características del emplazamiento	x	x	x
2.1	¿Cuáles son las características físicas de la zona donde están ubicados los refugiados?	x	x	x
2.2	¿Cómo es el suelo, la topografía y los desagües?	x	x	x
2.3	¿Hay suficiente espacio para las personas que están instaladas y para las que pueden llegar todavía?	x	x	x
2.4	¿Hay acceso a la zona durante todo el año?	x	x	x
2.5	¿Tienen los refugiados acceso a los auxilios de socorro desde donde se encuentran?	x	x	x
2.6	¿Cómo es la vegetación?	x	x	x
2.7	¿Necesitan los refugiados usar madera para combustible y uso doméstico?	x	x	x
2.8	¿Aproximadamente, cuánta gente vive ya en la zona?	x	x	x
2.9	¿Quién es el dueño (o que derecho de uso) de la tierra?	x	x	x
2.10	¿Hay tierras de pasto y posibles zonas de cultivo?	x	x	x
2.11	¿Cuál son las consecuencias reales o previstas sobre la población local y cuál es la actitud de ésta y de las autoridades locales hacia los refugiados?	x		
2.12	¿Existen problemas de seguridad?	x	x	x
2.13	¿Qué factores del medio ambiente hay que tener en cuenta (por ejemplo, fragilidad del ecosistema local y hasta qué punto depende de él la comunidad local, en cuánto tiempo puede quedar degradado a causa de los refugiados, proximidad de áreas protegidas)?	x	x	x
2.14	¿En qué condiciones está la población local? Si se presta asistencia a los refugiados, ¿debe también ayudarse a la población local?	x	x	x
3	Estado de salud y problemas básicos			
3.1	¿Es significativo el número de personas enfermas o heridas, hay un exceso de mortalidad? ¿Hay señales de desnutrición? ¿Gozan los refugiados de fácil acceso al agua potable en cantidad suficiente?	x		
3.2	¿Tienen los refugiados reservas de alimentos? ¿Por cuánto tiempo?	x		
3.3	¿Disponen los refugiados de una vivienda adecuada?	x	x	
3.4	¿Disponen de las instalaciones sanitarias adecuadas?	x	x	x
3.5	¿Cuentan los refugiados con artículos básicos para el hogar?	x		
3.6	¿Hay combustible suficiente para cocinar y para calefacción?	x		
4	Recursos, medidas espontáneas y asistencia que debe prestarse			
4.1	¿Qué clase y cantidad de pertenencias han traído los refugiados?	x		
4.2	¿Qué medidas han dispuesto ya los refugiados para satisfacer sus necesidades inmediatas?	x		
4.3	¿Qué ayuda están recibiendo de la población local, el gobierno, las organizaciones de las Naciones Unidas y de otras entidades? ¿es adecuada y sostenible esta ayuda?	x		
4.4	¿Puede aumentar, continuar, disminuir la ayuda actual?	x		
4.5	¿Cuál es la política del gobierno en torno a la ayuda para refugiados?	x		
4.6	¿Hay impedimentos importantes que puedan afectar a la operación de ayuda?	x		
4.7	¿Se ha emprendido una planificación de contingencia para este tipo de emergencia?	x		
4.8	¿Qué medidas de coordinación son necesarias?	x		
5	Medios para la distribución de Protección y Asistencia			
5.1	¿Qué posibilidades hay que adoptar, de forma rápida y local, medidas de aplicación efectivas, si no, cuáles son las alternativas?	x		
5.2	¿Se ha identificado ya un responsable entre los refugiados con el que sea posible coordinar la distribución de protección y asistencia?	x		
5.3	¿Cuáles son las necesidades logísticas y cómo pueden satisfacerse?	x	x	x
5.4	¿De dónde procederán los suministros necesarios?	x	x	x
5.5	¿Cómo llegarán hasta los refugiados?	x	x	x
5.6	¿Qué tipo de almacenamiento es necesario, dónde y cómo?	x	x	x
5.7	¿Existen artículos básicos que sólo puedan obtenerse fuera de la región y que su inmediata distribución sea de vital importancia (por ejemplo, alimentos, camiones)?	x	x	
5.8	¿Cuáles son las necesidades del personal del ACNUR y del de sus colaboradores en la ejecución y con qué apoyo cuenta este personal?	x		

Conocimiento multidisciplinar

No aportamos nada nuevo si decimos que para llevar a cabo el seguimiento de todos esos indicadores, así como de la correcta elección del lugar, es posible que se requieran conocimientos especializados en materia de Hidrología, prospección, planificación del espacio, infraestructuras territoriales, salud pública, medio ambiente y Antropología Social. A estas disciplinas más conocidas entiendo necesario incluirles la de analista de SIG que si bien no existe como formación exclusiva, nos podemos encontrar con que, en cualquiera de las disciplinas mencionadas, hay o habrá gente debidamente preparada para la gestión de información de múltiples fuentes, formatos y calidades.

La elección del lugar y la planificación del asentamiento implican consultar constantemente con todas las personas que participan en la planificación, el desarrollo y la utilización del emplazamiento,

debiéndose formar equipos de planificación multisectorial, grupos de trabajo de especialistas en cada materia, preparados para estructurar mejor las consultas y solicitar mejor la información.

Hay que buscar consenso, aunque raramente se satisfagan completamente las necesidades de todas las partes. La experiencia me dice que contar con una metodología de análisis **transversal**, en los casos en los que tenemos múltiples expertos, nos permite poner en relación peras con manzanas, suavizando y facilitando las relaciones ofreciendo una variada gama de escenarios probables en función de la valoración de cada capa de información. La manera de poner en relación estos elementos no es otra que las relaciones espacio-temporales que conocemos de ellas.

Información de partida

Antes de comenzar, conviene repasar la documentación existente y la información reunida previamente antes y durante la gestión de la crisis. Todo servirá para establecer la gama de opciones para los emplazamientos.

Lo lógico sería que la información básica para la planificación esté disponible de manera ordenada y accesible en forma de mapas, informes, estudios y otro tipo de datos. Pero lo cierto es que rara vez nos encontramos con posibilidad de acceder en primera instancia a ella. La sede del ACNUR, a través del punto estratégico de los SIG, también puede apoyar las operaciones pro-

porcionando mapas, fotografías aéreas, imágenes de satélite y una base de datos especializada en Geografía.

No obstante, en la actualidad hay disponible suficiente tecnología como para montar servicios gratuitos de mapas vía web, así como para compartir los datos e información detallada. En este sentido es poco lo que se ha avanzado, **siendo el acceso a la información uno de los principales problemas, no solo para ciertas agencias y organismos pertenecientes a la administración, sino también para las ONG y agentes voluntarios.**

Emplazamiento

Parámetros

Son muchos los parámetros que condicionan la elección de un emplazamiento, entre ellos hemos seleccionado del "Manual para situaciones de emergencia" del ACNUR, los siguientes:

Accesibilidad

El emplazamiento debe ser visible y accesible, estar cerca de las fuentes o campos que nos puedan suministrar alimentos y pastos para los animales, combustible para cocinar y material para alojamientos. Resulta deseable que en las proximidades haya algún tipo de dotación, preferible-

mente de atención sanitaria, bodegas de almacenamiento de alimentos, etcétera, que pudieran dar servicio a uno o varios campos, como veremos más adelante.

Situar el campamento cerca de una ciudad puede optimizar la eficiencia de estos servicios, aunque estará sujeto a consideración por las posibles fricciones entre los habitantes locales y los refugiados.

Las carreteras deben estar preparadas para todo tipo de clima a fin de que sean accesibles todo el año. En el interior del campo, deben existir tam-

bién caminos que conecten las áreas de servicios comunitarios (letrinas y almacenes) para permitir el mantenimiento y suministro.

Seguridad y protección

Para garantizar la seguridad y la protección de los refugiados, se recomienda asentarlos a una distancia razonable de las fronteras internacionales, así como de otras áreas potencialmente sensibles, como las instalaciones militares.

Abastecimiento de agua

Un requisito previo para la elección de cualquier lugar de asentamiento es la evaluación por parte de un experto, en relación al agua disponible. No debería elegirse un emplazamiento si se sospecha que sólo se obtendrá agua perforando, cavando o trasladándola (figura 5).

La cantidad de agua disponible al año ha demostrado ser el criterio individual más importante y normalmente el más problemático; es por ello que en este campo es en el que más se ha avanzado en la aplicación de los SIG.

Topografía, drenaje y condiciones del suelo

Cuando hay agua de sobra, el drenaje suele convertirse en uno de los criterios más importantes. El emplazamiento entero debe estar situado por encima de las zonas con tendencia a inundarse, preferiblemente sobre colinas suaves (de 2 a 4% de inclinación). Los emplazamientos situados en pendientes con más de un 10% de inclinación suelen ser difíciles de establecer y requieren normalmente una preparación compleja y costosa. Los emplazamientos situados en llano presentan serios problemas para el drenaje de las aguas residuales y las de tormentas. Conviene evitar las zonas que puedan convertirse en un barrizal pantanoso o inundarse durante la estación de lluvias. La capa freática debe estar a un mínimo de 3 m por debajo de la superficie del emplazamiento.

Vegetación

El emplazamiento no deberá estar situado cerca de zonas protegidas o frágiles a nivel ecológico o medioambiental. Se aconseja que estas zonas estén al menos a una jornada andando. El suelo del lugar elegido debe tener un buen manto vegetal, ya que éste proporciona sombra y reduce la erosión y el polvo. Si es posible, habrá que elegir un emplazamiento donde el terreno sea apropiado para tener al menos pequeños huertos y agricultura a baja escala.

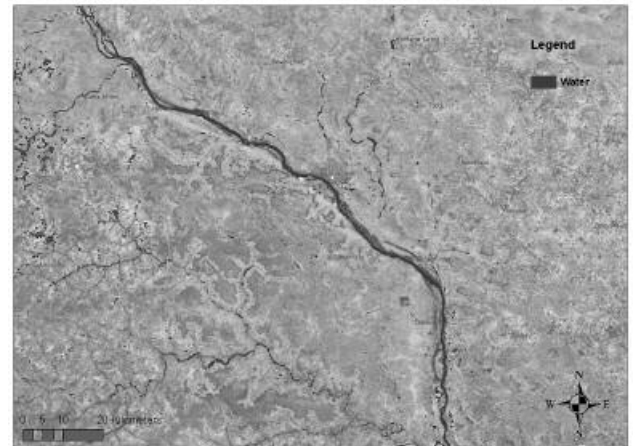
Tamaño de los campamentos

Aunque la zona elegida como emplazamiento de refugiados debe tener unas condiciones mínimas, éstas deben aplicarse con cautela y flexibi-

Figura 5
Imágenes obtenidas del proyecto WADE de la Agencia Espacial Europea con Nigeria

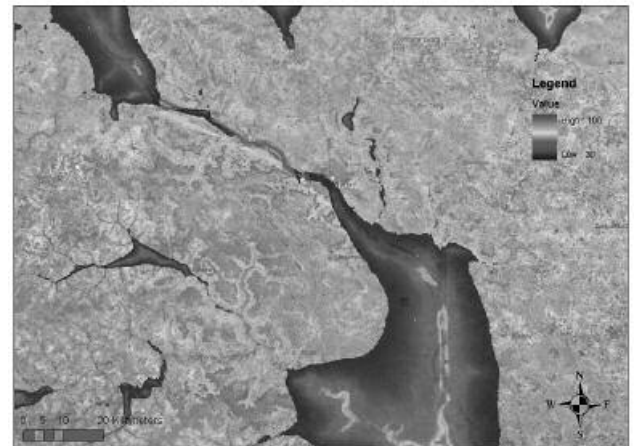
Mapa de las masas de agua en torno al río Níger

WADE: Water Map 2007



Mapa de las masas de agua en torno al río Níger

WADE: Suitability for Ground Water 2007



lidad. Se trata de un cálculo inicial de rutina más que de criterios precisos.

Cuando se planifica un campamento de refugiados, lo ideal es un área mínima recomendable de 45 m² por persona (incluida la zona ajardinada). En ningún caso la superficie (excluida la zona ajardinada) deberá ser menor a 30 m² por persona, incluidos los espacios necesarios para carreteras, caminos peatonales, escuelas, saneamiento, etcétera. El terreno destinado a tareas agrícolas o ganaderas de importancia no está incluidos en este número, debiéndose analizar su ubicación aparte y bien comunicado con varios campamentos.

La distancia depende de un número de factores: facilidad de acceso, proximidad de la población local, abastecimiento de agua, consideraciones medioambientales y utilización del suelo.

Aplicación práctica ³

Como aplicación práctica vamos a seguir el proceso para la delimitación del área idónea de la localización de una plantación para el suministro de varios campos y centros de acogida. En este ejemplo se manejan parámetros similares a los que se utilizaría para decidir la ubicación de un campamento o nuevo asentamiento.

Análisis de los datos facilitados

Como se ve en la lista de la tabla 2, son muchas y suficientes las capas de información que se nos ha facilitado, hemos de observar que no todas tienen el sistema de coordenadas definido. Lo primero que haremos será ordenar, revisar la información y trabajar todas ellas bajo el mismo sistema de coordenadas y proyección.

Tabla 2
Descripción de los datos base

Nombre	Descripción	Coordenadas
DivAdmin.shp	Capa poligonal que delimita los diversos términos administrativos presentes en la zona de estudio.	Sin coordenadas definidas
Asentamientos.shp	Capa poligonal con la delimitación de los asentamientos.	Está en coordenadas
Relieve.shp	Elementos lineales que representan las curvas de nivel cada 50 m del área de estudio.	Sin coordenadas definidas
Lámina_agua.shp	Embalses, agua estancada.	Sin coordenadas definidas
Hidrografía.shp	Red hidrológica de primer y segundo orden.	Sin coordenadas definidas
Estación meteorologica.dbf	Tabla que contiene los datos obtenidos por estaciones meteorológicas del área de estudio. Se incluyen coordenadas de la estación y registros de precipitación anual, temperaturas medias y temperaturas máximas y mínimas medias.	Sin coordenadas definidas
Electricidad.shp	Red de suministro eléctrico.	Sin coordenadas definidas
Conducciones_agua.shp	Conducciones de agua para suministro a cultivos agrícolas.	Sin coordenadas definidas
Centros_urbanos.shp	Localización de municipios presentes en la zona de estudio.	Sin coordenadas definidas
Carreteras.shp	Red de vías de comunicación.	Sin coordenadas definidas
Calicatas.dbf	Tabla con datos obtenidos en estudios edafológicos previos. Cada registro muestra la información obtenida en una calicata efectuada en la zona de estudio.	Está en coordenadas

Delimitación de las áreas idóneas para la localización de la plantación

Para poder determinar las condiciones y excluir aquellas zonas que no sean aptas para localizar la plantación, generamos un cuadro con las condiciones establecidas para cada variable.

Tabla 3
Descripción de las condiciones establecidas para cada variable

Condiciones geomorfológicas del emplazamiento	Síntesis	Variable
Profundidad	25 < P < 40	GM01
pH del suelo	5,5 < pH < 6,5	GM02
Textura del suelo, franca a franca arcillosa	Franca: 1 Franca-limosa: 2 Franca arcillosa: 3 Arcillosa: 4	GM03
Pendiente	Pendientes menores del 30%	GM04
Altitud	Inferior a 300 m	GM05
Orientación	Exposición Solana (S,SO)	GM06

³ Para la realización del caso práctico se ha utilizado un ejercicio elaborado para el "Curso de Especialista SIG en Gestión Ambiental", que ESRI España imparte mediante su plataforma e-aprendo. Los casos fueron resueltos mediante una versión DEMO de ARCGIS 9.2 de ESRI España.

GM01. Profundidad

Para el análisis de la profundidad partimos del trabajo de campo realizado mediante las calicatas. Se convierte el DBF Calicatas a SHP de puntos. Para extraer de ella el mapa, interpolado del pH del suelo y la profundidad (figuras 6, 7 y 8).



Figura 6
DBF de puntos convertido en SHP

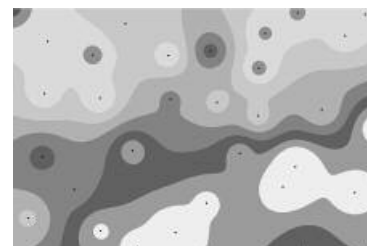


Figura 7
Imagen de interpolación, utilizando 32 puntos y marcando en la simbología Manual Breaks



Figura 8
Nos quedamos únicamente con las zonas de profundidad 25 < P < 40

GM02. pH del suelo

Al igual que en la variable anterior nos quedaremos con las zonas que, resultado de la interpolación, nos dan valores entre 5,5 y 6,5.



Figura 9
Zonas con valores de pH entre 5,5 y 6,5

GM03. Textura

Para realizar el análisis de la textura, se crea un campo de valoración en función de la cata: se da a la textura franca valor 1; a la franca limosa, valor 2; a la franca arcillosa, valor 3; y a la arcillosa, valor 4. Son prioritarias las que se encuentran entre 1 y 3.



Figura 10
Análisis de la textura



Figura 11
Selección de las zonas con textura entre 1 y 3

GM05. Pendiente

Generamos el mapa de pendiente a partir del modelo digital creado desde las curvas de nivel, este proceso es muy sencillo, pero previamente construiremos el TIN (Triangulated Irregular Network).

Desde éste, lanzamos la consulta para establecer la pendiente. En tono más oscuro, en la siguiente imagen, las que son menores del 30%.

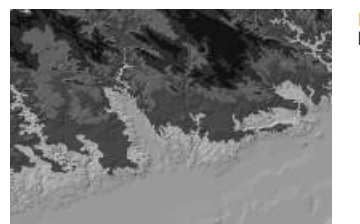


Figura 12
Mapa de pendientes

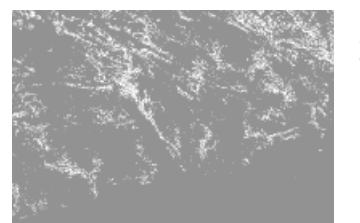


Figura 13
Selección de las zonas con pendiente menor al 30%

GM06. Altitud

Para calcular la altura, convertiremos el TIN en *raster*.

Calculamos, para sacar las zonas que están a menos de 300 m.

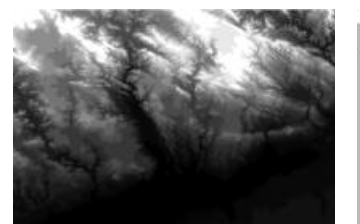


Figura 14
Mapa de pendientes convertido a raster



Figura 15
Selección de las zonas con altura menor a 300 m

GM06. Orientación

Teniendo en cuenta que la temperatura media es de 26°, lo podemos considerar clima frío, por lo tanto su exposición será en Solana (S,SO).

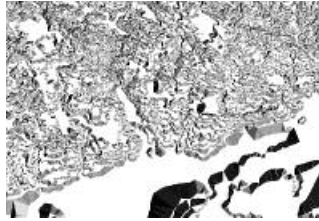


Figura 16
Cálculo de las orientaciones



Figura 17
Exposición en Solana (S-SO)

Valor según condiciones geomorfológicas

Con todos estos datos e información generada, procedemos a la “fusión” de las diferentes capas, para identificar qué puntos del territorio están mejor valorados.

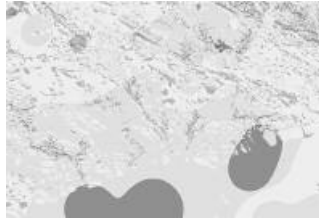


Figura 18
Superposición de todos los condicionantes geomorfológicos

Podemos ver los diferentes suelos valorados a través de la escala de grises. Lógicamente, para elegir el emplazamiento definitivo nos quedaremos con aquellos que obtienen máxima puntuación por viabilidad geomorfológica.

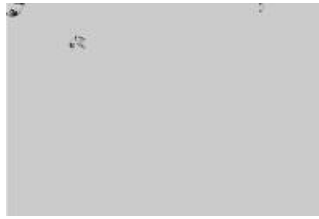


Figura 19
Elección de las zonas con mejor viabilidad geomorfológica

Elección del emplazamiento óptimo

Una vez seleccionadas las zonas aptas para localizar la plantación, se debe buscar de tal manera que se minimicen costes y gane eficiencia para el suministro posterior a los campos. En este caso, podemos tener en cuenta los siguientes factores:

Tabla 4

Resumen de los factores a tener en cuenta en la elección del emplazamiento óptimo

Condiciones de Gestión del emplazamiento	Variable
Proximidad a los campos	GT01
Proximidad a los ríos	GT02
Proximidad a infraestructura eléctrica	GT03
Superficie necesaria	GT04

GT01. Proximidad a campamentos

Comenzamos por este cálculo por ser el menos condicionante. Para ello, seguimos los consejos de elaboración de *geodatabase* y *dataset* para una correcta depuración de la topología, y obtenemos la red de carreteras, junto con las zonas de repoblación, de la figura 18. Seguidamente, señalizamos las zonas por las que debería pasar, y calculamos el camino (figura 19). Finalmente podemos restringir algunas zonas de paso, colocando barreras, y obtenemos varias alternativas (figura 20).

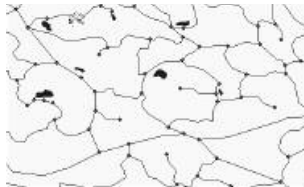


Figura 20
Red de carreteras y zonas de repoblación

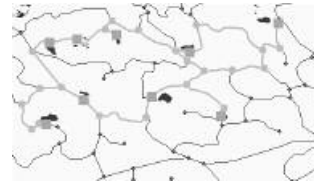


Figura 21
En cuadrados, las zonas donde debería pasar, y en líneas grises anchas el camino calculado

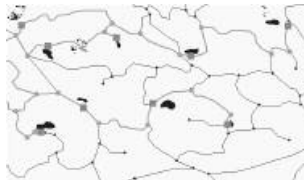


Figura 22
Alternativas elaboradas en función de diferentes barreras impuestas

Realizamos diferentes análisis relativos a las distancias totales de cada una de las opciones. No obstante, y antes de cerrar la zona de ubicación, centrados en el área seleccionada, pasamos a analizar la proximidad de los servicios. Para ello optamos por el siguiente proceso:

1. Convertimos el *raster* a SHP de polígonos.
2. Calculo el perímetro aproximado y la superficie. Lógicamente, estos resultados dependen

de la precisión con la que hicimos el *raster*, pero se considera que para una primera aproximación es más que suficiente.

3. Convertimos estos SHP de polígonos en puntos, con los datos de superficies.
4. Calculamos, mediante la opción de NEAR (cercano), su proximidad a cada uno de los servicios.

GT02. A los ríos



Figura 23
Cálculo de las poblaciones más cercanas a los ríos

GT03. A la red eléctrica

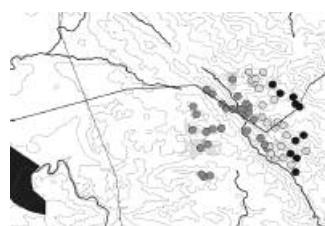


Figura 24
Cálculo de las poblaciones más cercanas a la red eléctrica

Llegados a este punto, podríamos complicarnos algo más, haciendo de nuevo una interpolación para todos los puntos de los ámbitos, o calculando los caminos más cortos hasta las carreteras, para plantear el diseño de un nuevo trazado (figuras 25 y 26).

No obstante, pasamos a realizar el estudio de diseño para valorar en cuáles de las zonas más próximas a los cauces fluviales hemos de implantarla, derivada del análisis de superficies necesarias.



Figura 25
Proximidad a cauces hidrográficos

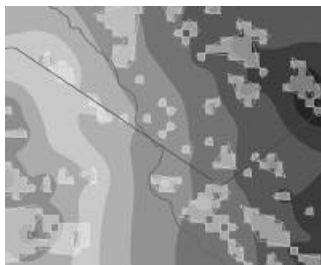


Figura 26
Proximidad a líneas eléctrica

GT04. Dimensionado

Para dimensionarlo debemos saber previamente la superficie a repoblar; calculamos las superficies y hacemos una estimación del número de plantas. Conociendo las necesidades de cada una de las áreas de repoblación, podemos ver qué superficie de vivero es necesaria, obteniendo de esa forma el emplazamiento definitivo.

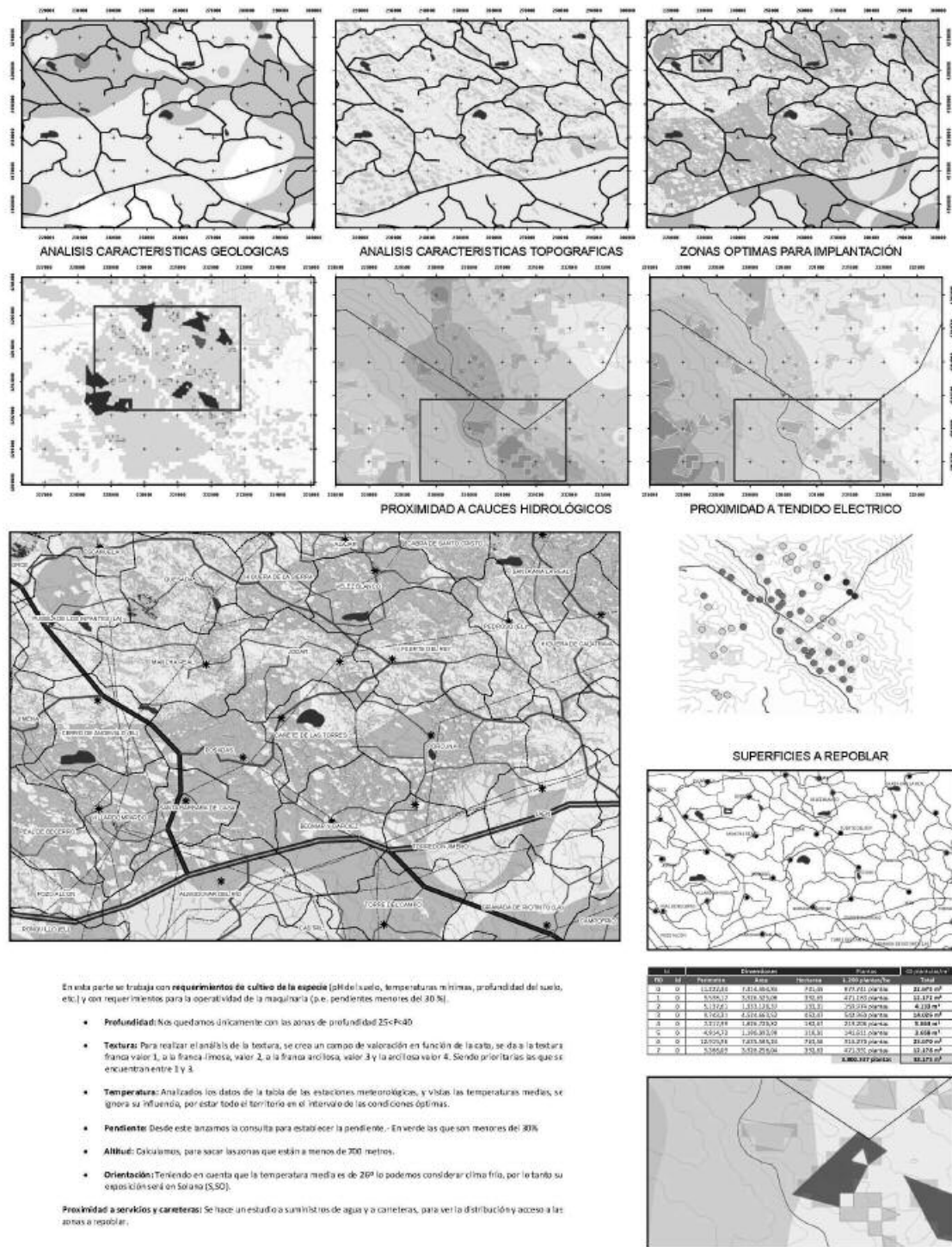


Figura 27 Selección de las posibles áreas de plantación

Conclusión

Más allá de lo ya comentado, no sería conveniente acabar sin este capítulo encaminado a cimentar los castillos que muchos ya se habrán construido y misteriosamente se sustentan en el aire. Sin embargo, no es imposible hablar de una solución universal a una problemática que no deja de localizarse en un ámbito que ahora está en marcha y es el ámbito virtual. Un ámbito en el que tiene cabida, y así se plantea en algunos

foros, un “depósito” de información, un “generador” de conocimiento, un “dinamizador” de conciencias. Dicho de otra manera, una infraestructura de datos solidarios, limpia de toda sospecha, que permita almacenar datos, generar información y difundir la realidad que viven de manera directa miles de voluntarios, de manera localizada y relacionada espacialmente, de forma inmediata.

Algunas reflexiones previas

Cuando comencé con el artículo me resultó complicado escribir sobre un tema del que llevo apartado ocho años; sin embargo, a pesar del tiempo me he dado cuenta de que en estos momentos, en los que contamos con la tecnología y capacitación adecuada, no se ha avanzado en la medida que se podría imaginar.

No me refiero a discusiones filosóficas sobre los asentamientos humanos, las ciudades y sus fundaciones, sino a temas tan sencillos como el disponer de la información adecuada para tomar la decisión sobre un buen emplazamiento. Todos somos conscientes, a estas alturas, de las bondades de la tecnología de los SIG y la potencia de su aplicación a la cooperación, planificación y gestión de emergencias.

A lo largo del artículo hemos revisado algunos aspectos del "Manual para situaciones de emergencia" del ACNUR; lo hemos "releído" desde la perspectiva del manejo de los SIG. Es fácil, conociendo las necesidades y viendo los potenciales de los programas, determinar que es necesaria y plausible la utilización de estas herramientas para la planificación, y más aun en este momento en el que nos encontramos que hay iniciativas de empresas y buscadores de Internet que nos ofrecen geolocalizar todos los gestos que hacemos, toda la información que manejamos y las actividades que desarrollamos.

Sin embargo, ha resultado tremendamente sorprendente comprobar que, a pesar del tiempo pasado y estando en la era del Google Earth, seguimos teniendo problemas de acceso a la información, de contacto directo con las fuentes y de coordinación en la propia información que

desde el campo generan cientos de ONG, de cooperantes, voluntarios y profesionales, que conocen mejor que nadie rincones llenos de dolor, sufrimiento y oportunidades de hacerlo un poco mejor.

Estamos en la época del *open source*, de las redes sociales, y parece que hablar de la era de la información ha pasado de moda; ahora lo más *in* es decir que estamos en la era del **conocimiento**. Pues bien, a pesar de las tremendas relaciones que tenemos con las redes sociales, no he sido capaz de localizar en un mapa más que unas pocas actuaciones de algunas de ellas, y tampoco he encontrado un espacio, aunque sea virtual, que contenga toda esa información. No digo que no las haya; simplemente, **no he conseguido acceder a ellas**.

Soy optimista por naturaleza, y ese optimismo se ve reforzado por gestos como los del ACNUR, que ha comenzado a utilizar el Google Earth para sus finalidades, pero me temo que no somos conocedores del potencial que tenemos. Debemos avanzar, y si hemos sido capaces de convertir la información en conocimiento, no debemos dudar de nuestra capacidad para ubicar toda la información en el espacio, y tomar **conciencia**, no sólo de lo que sabemos y la información que hemos recibido, sino también de que nos movemos en un lugar y momento determinado. Seguro que por poco que sea lo que veamos, pensemos y aportemos, podremos ir tejiendo una red de conocimiento sólido solidario y espontáneo, más allá de las siglas de una u otra ONG, administración o gobierno, pero tan cerca como lo hacemos en una red virtual, solo que esta es real y se desarrolla en un punto concreto.

Para empezar paso a paso

La experiencia nos dice que todo comienzo es difícil, y en este caso es inevitable. Hay que comenzar. Para ello, debemos ponderar la capacidad de carga que tenemos en estos momentos, así como las necesidades a medio y largo plazo, pues soluciones a corto plazo hacen insostenible cualquier propuesta por muy bien estructurada que la tengamos. Lo que tengo claro es que el primer paso que debemos dar es ser conscientes de que es lo que buscamos y a la vez, de qué es lo que **realmente** tenemos. Ahí es nada.

Lo que buscamos depende en gran medida de la experiencia pasada, y lo que tenemos, del conocimiento de nuestro medio ambiente o entorno más próximo. Sobre lo primero poco puedo decir; es cuestión de tiempo, sabiduría y paciencia. Sobre lo segundo, y no entrando en aspectos históricos o laborales, me centraré únicamente en la realidad física y administrativa.

En este sentido, y sobre la realidad física, se deduce de la exposición que la realización de un vuelo del territorio, ortofoto o satélite actual, nos

dará una primera aproximación al continuo territorial, así como la capacidad de reconocer hasta dónde llegamos realmente.

Sobre la realidad administrativa, y dependiendo de la calidad de la información recopilada y la gestión de su archivo, nos encontraremos con un amplio abanico de situaciones, que irán desde la ausencia absoluta de información –lo que llegado a este punto es más ventajoso al iniciar el proceso desde cero– hasta la existencia de algún documento en formato digital, y excepcionalmente en formato SIG.

En cualquier caso, el fundamento de la propuesta es su dinamismo, y la conciencia de que cada día se aprenden cosas nuevas, y por lo tanto, la

En definitiva...

Retomando las reflexiones planteadas en capítulos anteriores, podemos hablar de las diferentes fases del proceso cognoscitivo, que son: la percepción inicial o toma de datos; el modo en que entendemos dichos datos mediante el análisis individual; la manera en que lo contamos o informamos al resto de la gente; y una vez más, la forma en que esa gente percibe lo que les transmitimos.

Podríamos decir que la forma natural de transmitir ha sido siempre el habla, la mirada y los gestos; poco a poco hemos ido aprendiendo a comunicarnos de manera más ágil. Los SIG y las tecnologías planteadas no son más que otro idioma: un método de comunicarse, de transferir los conocimientos de forma más abierta y conciente de que somos consumidores y generadores de dicho conocimiento.

Erla Zwingle hablaba del servicio postal, la prensa y los ferrocarriles, el telégrafo, los coches, las carreteras, el teléfono, la radio, la televisión, los ordenadores, Internet, el transporte aéreo, los que han acelerado las conexiones y comunicaciones, **la capacidad de hacer que las ideas se muevan y las culturas evolucionen**. No cabe duda que tiene toda la razón, pero igual de cierto es que el soporte de dichos cambios se empieza a fundamentar en aspectos incontrolados, en

sistemática y el método de trabajo que planteemos debe de estar “abierto a...”; que sin perder la integridad conceptual, nos permita la suficiente flexibilidad teórica para adaptarnos al explosivo mundo de la cooperación para el desarrollo e intervención de emergencia; que sin olvidar la coherencia gráfica, nos permita integrar en sus distintas etapas y con los medios disponibles la información territorial en todos sus formatos; y finalmente, que sin renunciar a la integración de las técnicas actuales, se permita la apropiación metodológica para cuando lleguen los recursos.

En cualquier caso, insisto, no hay una cura universal para este mal, ya que como todo en este planteamiento, depende del espacio geográfico al que nos estamos refiriendo y la tecnología que seamos capaces de apropiarnos.

ruido informativo, en saturación del tiempo y velocidad por velocidad.

Nos olvidamos de que el fundamento verdadero de cualquier aprendizaje es ser concientes de qué información estamos utilizando para, desde una aproximación coherente, racional y equilibrada, filtrar la que nos interesa, reconociendo nuestra capacidad de retención y poder así dedicar más tiempo a la reflexión y al estudio, que en este caso se concreta en la evaluación continuada y la capacidad de decidir en cortos periodos de tiempo, y ser capaces de aportar soluciones a las necesidades sociales del territorio o del medioambiente en las circunstancias sobrevenidas o previstas en nuestros proyectos de cooperación.

El desarrollo de sistemáticas como las enunciadas, desde documentación hasta acción humanitaria inmediata, pasando por el desarrollo a gran escala, mejoradas cada día y en cada lugar, concebidas como la nueva **infraestructura de desarrollo solidario**, nos permite viajar por nuestro territorio con mayor capacidad de reconocimiento diario, y estudiar la forma con la que, desde la planificación y gestión de las crisis, esperamos evolucionar y por lo tanto se nos presenta como posible en una filosofía de desarrollo solidario y sostenible, como apuesta para “otro futuro”.

Asentamiento informal cerca del río, Honduras



Aplicaciones de SIG en programas de desarrollo: Experiencia de ISF-ApD en Tanzania

Alejandro Jiménez

Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo (ISF-ApD). www.apd.isf.es.
Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña, ETSECCPB. www.upc.edu/grecdh.

David Muñoz

Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo (ISF-ApD). www.apd.isf.es.

Agustí Pérez-Foguet

Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña, ETSECCPB. www.upc.edu/grecdh.

Sergio Verdejo

Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo (ISF-ApD). www.apd.isf.es.

Los programas de agua y saneamiento, como el de ISF-ApD en Tanzania, llevan asociada una gran cantidad de información y varios años para su implementación, lo que justifica la necesidad del establecimiento de un sistema de monitoreo riguroso. El Mapeo de Puntos de Agua, como herramienta de SIG participativa, tiene un gran potencial para crear conciencia en la población, socios y organizaciones de la sociedad civil sobre el estado de su acceso a los servicios. Por otro lado, es una herramienta que facilita la planificación por parte de los Gobiernos Locales, ya que posibilita el análisis de las desigualdades de cobertura en el territorio de una manera más fiable.

Palabras clave: Sistemas de Monitoreo de Puntos de Agua, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Tanzania.

Els programes d'aigua i sanejament, com el de ISF-ApD a Tanzània, porten associats una gran quantitat d'informació i varis anys per a la seva implementació, el que justifica la necessitat d'establir un sistema de monitoratge rigorós. El Mapeatge de Punts d'Aigua, com a eina de SIG participativa, té un gran potencial per tal de crear consciència sobre la població, socis i organitzacions de la societat civil sobre l'estat del seu accés als serveis. Per altra banda, és una eina que facilita la planificació per part dels Governos Locals, ja que possibilita l'anàlisi de les desigualtats de cobertura en el territori d'una manera més fiable.

Paraules clau: Sistemes de Monitoratge de Punts d'Aigua, Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Tanzània.

Water and sanitation programmes, as the ISF-ApD one in Tanzania, have a huge amount of information associated and several years for its implementation, which justify the need and establishment of a rigorous monitoring system. The Water Mapping Point, as a participative GIS tool, has a great potential for the citizenship, stakeholders and civil society organizations conscience about the service access situation. On the other side, is a tool that makes planning easier for Local Governments, because allows the inequity access analysis over a territory in a reliable way.

Key words: Water Point Mapping Systems, Geographic Information Systems (GIS), Tanzania.

Introducción: Mapeo de Puntos de Agua en Tanzania

El séptimo objetivo de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) se enfoca a la sostenibilidad medioambiental, y en concreto hacia el abastecimiento de agua potable. Una de sus metas –la Meta 10– es “reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas que carecen de acceso sostenible a agua potable y saneamiento mejorado”. Además, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró la década 2005-2015 como el “Decenio Internacional para la Acción: Agua para la Vida” (2004), y expone que debe darse un mayor enfoque hacia los aspectos relacionados con el agua en todos los niveles, y a la implementación de programas orientados al abastecimiento de agua, para alcanzar los objetivos internacionales relacionados con la misma. Simultáneamente, los donantes están haciendo esfuerzos para mejorar la eficacia de la ayuda, según lo demuestra la Declaración de Roma para la Armonización de la Ayuda, de febrero del 2003, y la Declaración de París para la Eficacia de la Ayuda, de marzo del 2005. La Unión Europea ha adoptado su propio compromiso a través del Consenso Europeo para el Desarrollo (2006). La mejora de la efectividad de la ayuda se basa en los principios de apropiación, alineamiento y armonización. En la práctica, al menos el 85% de la ayuda fluirá por medio de los presupuestos nacionales y usará sistemas públicos de gestión financiera (Declaración de París), lo que significará que una gran proporción de ésta será canalizada a través de los presupuestos generales o sectoriales, y que los de los ministerios aumentarán considerablemente. Se espera que los fondos para el sector del agua, administrado a través de los gobiernos nacionales que reciben la ayuda, se incrementen. De acuerdo con nuestras estimaciones, este incremento podría representar alrededor del 70% de los fondos totales para los sectores agua y saneamiento de los países receptores, lo que significaría unos 20.000 millones de dólares anuales; por lo tanto, la capacidad de monitoreo de los gobiernos nacionales es crucial para la lucha contra las deficiencias de agua y el aumento al acceso a este servicio. Diversas investigaciones indican que hasta ahora, el apoyo a los presupuestos no ha significado una mejora de la prestación de cuentas a nivel nacional (De Rienzo, 2006): la última revisión del informe sobre el Apoyo a los Presupuestos Nacionales (GBS, por sus siglas en inglés) para Tanzania (1995-2005) expone que “el impacto sobre la pobreza permanece incierto para la últi-

ma mitad de decenio –el periodo más relevante–, ya que no ha habido ningún censo a nivel domiciliar desde el 2001” (Lawson y Rakner, 2005). Usualmente, el apoyo a los presupuestos sectoriales para el agua y la salud están basados en informes anuales elaborados por los donantes, gobiernos y otros actores (como el sector privado y la sociedad civil), y es evaluado sobre sus resultados. El principal problema es la falta de indicadores objetivos y fiables para llevar a cabo esta evaluación. Por otro lado, debería evitarse un intervalo tan largo entre el desembolso de los fondos y la evaluación de los resultados, ya que esta situación incita a la corrupción y compromete las decisiones políticas sobre aspectos relacionados a la reducción de la pobreza. Es importante dar un seguimiento anual basado en los resultados dentro del sector del agua, ya que de esta manera se construirán rutinas de recolección de datos específicos del sector, tal y como lo implementan otros sectores sociales básicos como el de la salud. Por lo tanto, a corto plazo la información debe ser asequible a nivel local y a un coste razonable, aunque algunos aspectos deban simplificarse. La integración de las rutinas de recolección de datos desde los niveles apropiados más bajos, debería mejorar simultáneamente la transparencia y la rendición de cuentas a todos los niveles, y al mismo tiempo aumentar la sensibilidad hacia la importancia de sistematizar la recolección de datos a nivel nacional.

Además, la inequidad en la cobertura del servicio de agua sigue siendo un problema determinante, ya que la mayoría de los fondos para el sector no se distribuyen de acuerdo a las diferencias internas (Taylor, 2008); por lo que el seguimiento de las actividades de los gobiernos hacia ese sector se vuelve un aspecto fundamental, que requiere de un análisis detallado de la distribución de la ayuda en relación a las diferencias de cobertura.

"debería evitarse un intervalo tan largo entre el desembolso de los fondos y la evaluación de los resultados, ya que esta situación incita a la corrupción y compromete las decisiones políticas sobre aspectos relacionados a la reducción de la pobreza"

A nivel internacional, la tarea más importante de monitoreo del sector agua es llevada a cabo por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Agencia de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF, por sus siglas en inglés) a través del Programa Conjunto de Monitoreo para el Abastecimiento de Agua y Saneamiento (JMP, por sus siglas en inglés), orientado a contribuir plenamente con los ODM. El indicador utilizado

por la Meta 10 es el número de personas con “acceso a mejorar sus fuentes de abastecimiento de agua” (WHO/UNICEF, 2000, 2005, 2008) (tabla 1). No obstante, los indicadores de cobertura basados en criterios tecnológicos no aportan información suficiente acerca de la calidad del agua abastecida o sobre el uso de las mismas (WHO/UNICEF, 2000). Además, no aporta información acerca de la sostenibilidad del servicio.

Tabla 1
Fuentes de agua mejoradas y no mejoradas
Fuente: WHO/UNICEF, 2005

Abastecimiento de Agua

Mejoradas	No mejoradas
Conexiones domiciliarias en el interior de la casa, patio o parcela. Fuentes o puntos de agua públicos. Perforación con bomba. Pozo protegido. Manantial protegido. Agua de lluvia.	Pozo no protegido. Manantial no protegido. Venta ambulante de agua. Agua embotellada. Venta de agua a través de tanques. Río, arroyo, laguna o lago.

Existen muchas formas de interpretar el término “acceso”. En las zonas rurales de Tanzania, por ejemplo, se entiende que “el nivel básico de servicio para el abastecimiento de agua domiciliar en las zonas rurales debe ser un punto de agua protegido, que provea durante todo el año la cantidad de 25 litros de agua potable por persona al día, a una distancia de menos de 400 m de la familia más alejada y sirviendo a 250 personas en cada punto” (Gobierno de Tanzania, 2002). Aún así, en Mozambique estos puntos de agua deben servir al menos a 500 personas en un radio menor a 500 m (Gobierno de Mozambique, 1995); lo que demuestra cómo los indicadores no sólo deben ser cuidadosamente definidos, sino también estandarizados y aplicados internacionalmente. El uso de indicadores equivalentes en las diferentes naciones ahorraría confusiones y facilitaría la comparación de las actuaciones, uniformaría los sistemas de recolección de información de cada sector, y evitaría una mala interpretación de las definiciones.

Durante más de una década, una gran variedad de actividades de Mapeo de Puntos de Agua (WPM, por sus siglas en inglés) han sido llevadas a cabo; sus alcances y objetivos han sido muy diversos (WaterAID y ODI, 2005). En la mayoría de los casos, estas actividades proporcionan información local detallada y fiable para los programas internacionales y los gobiernos locales en la planificación de inversiones; esto es sumamente importante en países en proceso de descentralización, ya que esto conlleva una transferencia de responsabilidades de planificación y distribución de los recursos locales. Además, el

problema de la ineficacia en los programas internacionales proviene, a menudo, de la falta de coordinación con otras iniciativas en la misma zona de trabajo (Birdsall, 2004). De hecho, los ODM tienden a enfocarse en aquellos sin acceso, pero no se conseguirán las metas solamente alcanzando un balance regional de las inversiones, sino poniéndose como objetivo llegar a las zonas donde los servicios se encuentran bajo los requerimientos mínimos. Tal y como demuestra Stoupy *et al.* (2003), dado suficiente capital, inversiones mal dirigidas debido a una información poco fiable a nivel local pueden hacer la diferencia entre alcanzar o no los ODM.

El WPM puede ser definido como un “ejercicio a través del cual se recolecta información (técnica, demográfica y de gestión) sobre todos los puntos de agua mejorados de una zona, junto con su posición geográfica. Esta información se obtiene mediante un GPS y un cuestionario de cada punto de agua. Los datos son introducidos en un sistema de información geográfica, y seguidamente vinculados con la información demográfica, administrativa y física disponible. La información se muestra a través de mapas digitales” (WaterAID y ODI, 2005). La función principal del WPM es demostrar de una forma simple y objetiva cómo están distribuidos los puntos de agua en el territorio, lo que sirve como una valiosa herramienta de análisis y planificación para mejorar la eficacia y la responsabilidad a la hora de rendir cuentas en los gobiernos descentralizados. Además, ayuda a definir indicadores fiables de acceso, elaborados desde el nivel geográfico más bajo con los datos disponibles (Jiménez y

Pérez-Foguet, 2008). Los siguientes puntos muestran los resultados del WPM llevado a cabo en el distrito rural de Same, Tanzania, durante el segundo semestre del 2006, y su aplicación en la planificación del gobierno local. En este caso de estudio, la campaña de Mapeo Base de Puntos de Agua, tal y como ha sido definida, ha sido complementada con un análisis de calidad del agua. En este distrito rural se utilizaron *kits* de agua portátiles para analizar todos los sistemas de agua en funcionamiento, así como uno o dos puntos de las redes, dependiendo de su tamaño. Todos los puntos de agua individuales en funcionamiento

fueron analizados. Los parámetros medidos fueron: pH, turbidez, cloro, conductividad eléctrica y concentración de coliformes fecales. Fueron mapeados un total de 723 puntos de agua y realizados 138 análisis de calidad de agua. La campaña duró 29 días, sobre un área de 5.186 km², en la que habitan unas 185.169 personas en el ámbito rural.

"Los indicadores no sólo deben ser cuidadosamente definidos, sino también estandarizados y aplicados internacionalmente"

Mapeo de Puntos de Agua mejorados: Resultados de la experiencia de ISF en Same

Definiendo accesibilidad

Un Punto de Agua Comunitario Mejorado (ICWP, por sus siglas en inglés), definido en la metodología de Wateraid (Stoupy *et al.*, 2003), es un lugar con cierta infraestructura "mejorada" donde el agua es utilizada para diversos usos, como beber, lavar y cocinar. Los tipos de puntos de agua considerados como mejorados son aquéllos aceptados internacionalmente, y presentados en la tabla 1. Tal y como se explicó anteriormente, por lo general el acceso se define estableciendo un radio de distancia máxima y una cantidad de personas servidas por cada punto. En el caso de Tanzania, este radio sería de 250 personas por punto de agua en un radio de 400 m. De este modo aparecen tres posibilidades para definir esta medida:

1. La cantidad de personas servidas por cada punto de agua, considerando que cada uno sirve a 250 personas, sin tomar en cuenta si la familia vive a menos de 400 m del punto.
2. La cantidad de personas servidas, incluyendo las familias que viven a menos de 400 m del punto de agua, sin tomar en cuenta si la cantidad es superior a las 250 personas.
3. El caso combinado, en el que se aplica el escenario más restrictivo de los dos casos anteriores.

Con el propósito de afinar los datos del número de personas servidas usando el criterio de distancia, se necesita información de la distribución poblacional a nivel local, que implica mayor detalle geográfico –raramente disponible– sobre la

distribución de las casas. Por otro lado, gracias a los censos sociológicos periódicos, la información sobre la distribución de la población está suficientemente bien documentada en las administraciones, por lo que, el primer método de medición sería el más adecuado. Obviamente, esto reduce la precisión de la metodología, ya que la inequidad solo se considera a partir del nivel administrativo en el que se agrega la información de la población. Con esta información, el porcentaje de acceso en el área puede ser correctamente estimado. Este primer indicador de acceso definido es la Densidad de Puntos de Agua Comunitarios Mejorados (ICWPD, por sus siglas en inglés), que es igual al número de ICWP por 1.000 habitantes. En Tanzania, una cierta área tiene acceso si su densidad es de cuatro o más puntos de agua por cada 1.000 habitantes. El porcentaje de personas no servidas en un área es proporcional a la falta de puntos de agua disponibles, comparados con este umbral. Cabe mencionar que es sencillo mejorar este indicador, ya que la información sobre la funcionalidad del punto de agua es recogida en las encuestas. De esta forma, la Densidad de Puntos de Agua Comunitarios Funcionales (FCWPD, por sus siglas en inglés) se utiliza en el Mapeo Base de Puntos de Agua como indicador real de acceso.

La figura 1 muestra la FCWPD para el distrito de Same a finales del 2006. La información se presenta por *wards* –conjunto de varios pueblos–, con una población de entre 10.000 y 20.000 personas cada uno. La leyenda representa el acceso del *ward* basado en un código de colores: rojo, para los menos servidos (con menos de 1 FCWP por cada 1.000 personas), mientras el verde oscuro representa los que tienen más de 4 FCWP por

cada 1.000 personas; es decir, por encima del umbral oficial de acceso. La información se muestra de forma objetiva gracias a su dimensión espacial, siendo fácil de interpretar. También es sencillo realizar análisis de la situación actual de acceso al agua, usando mapas y efectos visuales que pueden simplificar la planificación de futuras inversiones sin olvidar la equidad.

Un aspecto importante a destacar es que el porcentaje de población con acceso a agua en el distrito de Same obtenido utilizando esta metodología (42,7%) es menor al porcentaje obtenido en las encuestas familiares en la misma zona (51,6%), según el Censo de Ingresos Familiares del 2002, realizado por el Ministerio de Agua de Tanzania.

Figura 1
Densidad de puntos de agua funcionales en el Distrito de Same
Producido por Geodata S.L. bajo contrato privado con ISF Tanzania



Definición de acceso seguro al agua

La sección anterior demuestra que el Mapeo de los Puntos de Agua proporciona información mucho más fiable para definir el concepto de acceso al agua que los datos obtenidos de las encuestas. Basándose en esta metodología y en las definiciones del JMP, se asume que el agua segura puede proporcionarse indirectamente mediante una mejora tecnológica (tabla 1). La experiencia de ISF en el distrito de Same proporciona algunas evidencias de que no todos los puntos de agua mejorados abastecen de agua segura. Debido a su importancia para la salud pública, la concentración de coliformes fecales fue incluida en el levantamiento de datos para afinar adecuadamente el indicador. De los 138 análisis de agua realizados, el 42% muestra algún tipo de coliforme fecal, incluyendo el 31% de los tanques examinados. Si nos basamos en los

estándares tanzanos sobre la calidad del agua –que establecen un umbral para el agua potable de 10 coliformes/100 ml– 306 de los 403 puntos de agua en funcionamiento dan una calidad aceptable. Nuestro análisis encontró que el 40% de las bombas manuales, el 26% de los puntos de agua por gravedad y el 22% de los manantiales protegidos estaban abasteciendo agua contaminada. De un total de 67 aldeas, 20 muestran problemas de calidad en sus sistemas. La Densidad de Puntos de Agua Bacteriológicamente Aceptables, definida como la cantidad de FCWP que proporcionan agua con una cantidad aceptable de concentración de coliformes fecales en el momento del test (según estándares tanzanos), reduce la cobertura de agua del 42,7% (cuando sólo se considera la funcionalidad) al 31,4%.

Definición de sostenibilidad

Por el momento, la garantía del servicio proporcionado no ha sido tomada en cuenta en los indicadores. Los factores que afectan este aspecto son numerosos e interdependientes. El WPM aporta información valiosa recogida en las encuestas, que incluyen: estacionalidad, frecuencia y capacidad de reacción frente a averías; el estado financiero del sistema y las relaciones institucionales en la gestión. No obstante la disponibilidad de información, medir la sostenibilidad de un modo objetivo y estandarizado sigue siendo muy complejo. Es importante que, de forma individual, se realice un análisis detallado de las relaciones institucionales y la situación financiera del sistema. La capacidad de reacción frente a averías puede ser representativa para definir el concepto, pero se necesitan más investigaciones sobre cómo medir y estandarizar este aspecto antes de proponer los indicadores.

En esta primera propuesta, ISF-APD ha analizado la estacionalidad de los puntos de agua –según sus usuarios–, como preconditionante para la sostenibilidad. Un punto de agua se con-

sidera no funcional durante el año si sus usuarios reportan más de un mes de falta de servicio. Con este concepto podemos definir Densidad de Puntos de Agua Funcionales durante todo el año, que en el distrito de Same es del 30,8%, comparado con el 42,7%, cuando solo se consideraba el índice de funcionalidad; es decir, que al menos el 30% de los puntos de agua funcionales son vulnerables frente a periodos de escasez, y que este porcentaje podría ser mayor en el futuro si consideramos un posible cambio climático. Ésto ofrece una idea de la vulnerabilidad que sufre el servicio de agua en estaciones secas o de gran demanda, aunque también se debe tener en cuenta otra información respecto a la población nómada o ganadera, o si existe rivalidad en el uso de este recurso en una zona.

"La capacidad de reacción frente a averías puede ser representativa para definir el concepto, pero se necesitan más investigaciones sobre cómo medir y estandarizar este aspecto antes de proponer los indicadores"

Definición de acceso sostenible a agua potable

Si se considera un único indicador, que incluye tanto información de la calidad como de la estacionalidad, podemos definir la Densidad de Puntos de Agua Funcionales durante todo el año y Bacteriológicamente Aceptables. Este indicador reduce los gráficos de acceso al agua en la provincia de Same al 25,3%. La tabla 2 resume los indicadores proporcionados por los gobiernos centrales, los WPM de WaterAid y la propuesta

de ISF. En "negrita" se destacan los indicadores de acceso usados en la metodología, y en la tercera columna los resultados obtenidos en términos de acceso para el distrito de Same. En este caso, la diferencia de cobertura obtenida es significativa: la calidad básica y la estacionalidad reducen el acceso del 42,7% al 25,3%, y por tanto, la cobertura adecuada hasta el 40,8%.

Tabla 2
Comparativa de las diferentes metodologías e indicadores de acceso, resultados del Distrito de Same, 2006

Metodología	Indicadores	Acceso
Encuestas Familiares Gubernamentales	Indicador Agregado de Acceso	51,6%
Mapeo de los Puntos de Agua de WaterAid	Densidad de Puntos de Agua Comunitarios Mejorados Densidad de Puntos de Agua Comunitarios Funcionales	75,0% 42,7%
Mapeo de los Puntos de Agua de ISF-APD	Densidad de los ICWP Funcionales y Bacteriológicamente Aceptables Densidad de los ICWP Funcionales durante todo el año Densidad de los ICWP Funcionales durante todo el año y Bacteriológicamente Aceptables	31,4% 30,8% 25,3%

Aplicaciones de los resultados para la planificación local: Retos

Los últimos resultados muestran la relevancia de incluir la estacionalidad y la calidad en los indicadores. Por un lado, los gráficos de cobertura descienden considerablemente y revelan la falta de fiabilidad de los indicadores nacionales, que pueden ocultar los datos de acceso real mediante la agregación de información. Por otro lado, éstos pueden ayudar a las Autoridades de los Gobiernos Locales (LGA, por sus siglas en inglés) a mejorar la planificación y la asignación de los recursos. De este modo, no se trata sólo de decidir dónde invertir en nuevos puntos de

agua, sino también de realizar otras intervenciones significativas. Como ejemplo mostramos dos figuras: en la figura 2 se exponen las comunidades con mayor proporción de puntos de agua no potables, que serviría para priorizar las que se tiene que intervenir con medidas preventivas de protección de las fuentes de agua, así como otras acciones relacionadas con su calidad; la figura 3 muestra la estacionalidad de los puntos de agua, que serviría para identificar las comunidades que sufrirán más problemas de acceso en las épocas de sequía.

“Los últimos resultados muestran la relevancia de incluir la estacionalidad y la calidad en los indicadores [que] pueden ayudar a las Autoridades de los Gobiernos Locales a mejorar la planificación y la asignación de los recursos”

Figura 2
Comunidades con mayor proporción de puntos de agua no potables.
Producido por ISF-ApD

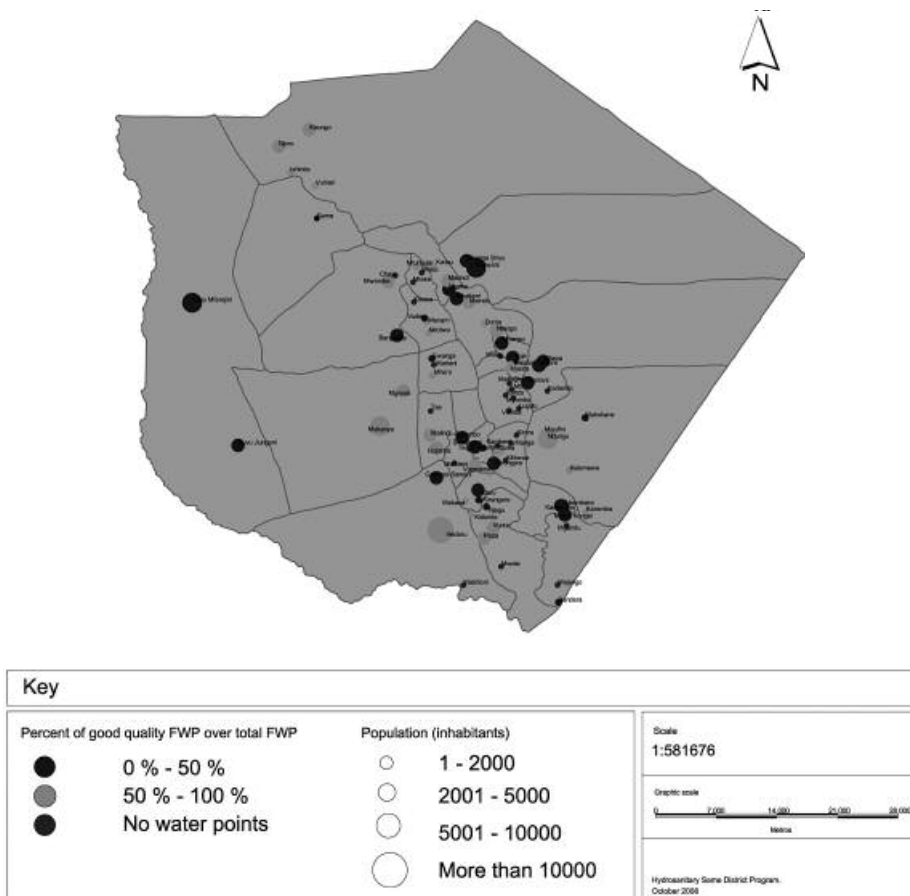
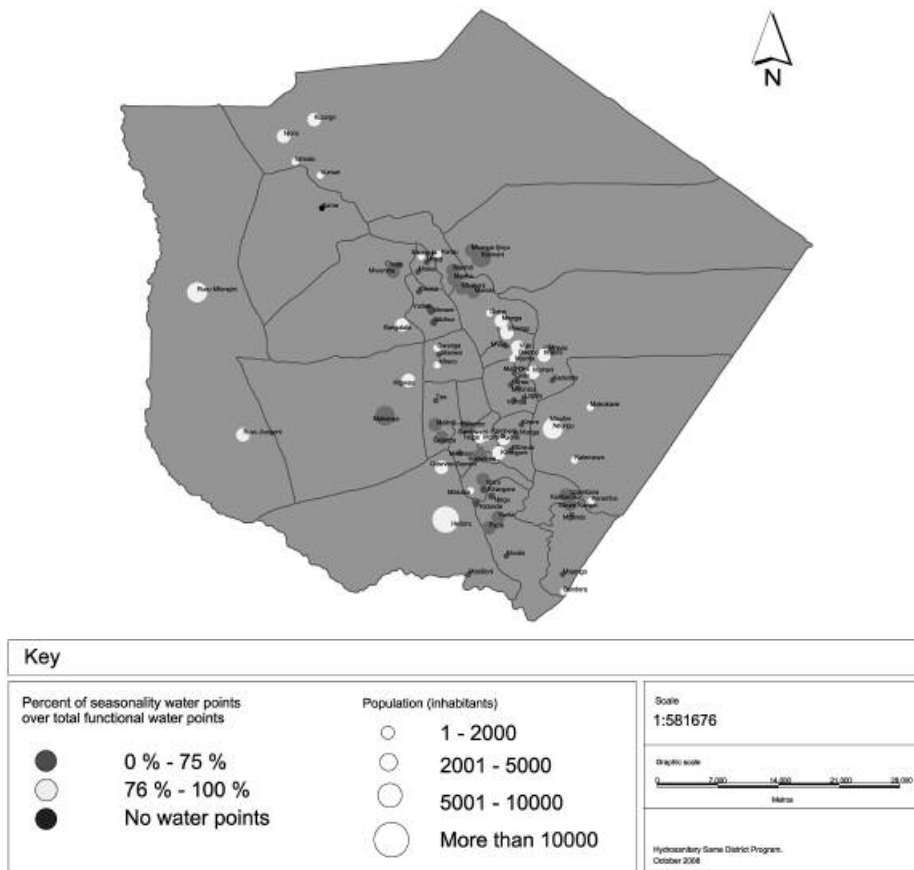


Figura 3
Estacionalidad de los puntos de agua
 Producido por ISF-ApD



Hasta la fecha, los análisis realizados con los datos de los WPM no utilizan el gran potencial del componente geográfico de éstos, excepto para la representación en los mapas de la ubicación concreta de los datos finales. La metodología se enfoca en obtener nuevos análisis, cruzando los diversos parámetros y realizando clasificaciones de acuerdo a los diferentes criterios para definir las prioridades de la planificación de futuras acciones. Hasta ahora, solo pueden usarse las capacidades cartográficas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Aun así, el potencial de esta herramienta es mucho más que el de georreferenciar los resultados finales. Las herramientas de los SIG son de utilidad para conocer cómo el componente geográfico de los datos y su ubicación en el espacio influye en los resultados. Los diferentes análisis espaciales para los que tiene capacidad, permiten que en el cruce de información se incluya la posición de los datos (puntos de agua y población) como variable a agregar en la planificación, que se realiza para priorizar, de acuerdo a los dos criterios que definen el acceso al agua, un punto de agua por cada 250 habitantes a una distancia no mayor a 400 m. Para una mayor calidad del análisis espacial, la recolección de datos poblacionales debe ser lo más desagregada posible. La naturaleza de los asentamientos de población en el área adquiere un rol destacado, ya que una mayor dispersión implica una mayor inexactitud de la información,

o mayor coste para la recolección. La heterogeneidad es otro factor importante al momento de definir la metodología de recolección de datos y establecer el nivel de desagregación necesario de los mismos. La extensión del distrito de Same y la dispersión de las aldeas situadas en las colinas agrícolas de las Montañas Pare, es completamente diferente a la de las aldeas de las Llanuras, que en su mayoría cuentan con población ganadera Masai. La situación ideal sería contar con la posición exacta de cada hogar y el número de personas que lo habitan. Con los datos de ubicación de cada punto de agua y con los análisis espaciales basados en las áreas de influencia, se obtendría el número exacto de habitantes sin acceso a agua, combinando los criterios mínimos de población y distancia. Análisis y simulaciones más profundas establecerían la posición óptima, o más recomendada, de los puntos de agua, de acuerdo con los criterios necesarios incluidos, como físicos, demográficos, económicos, políticos y sociales. Desafortunadamente, la información disponible en Tanzania se encuentra muy lejos de estas condiciones.

Sin embargo, el principal obstáculo para el desarrollo de instrumentos de planificación sostenible es la actualización de los datos, ya que no sería económicamente viable realizar WPM cada año. Por esta razón, la alternativa consiste en enviar cuestionarios a las comunidades y recoger

información base anualmente, y cada 3 ó 5 años, actualizarla.

El principal reto que surge, es la necesidad de que los técnicos del distrito usen las herramientas de los SIG. El uso de estos programas en su versión estándar requiere de una serie de aptitudes, medias o avanzadas, que dificultan la implementación de estas herramientas en el trabajo cotidiano. Las alternativas al uso de programas de SIG en la planificación pueden ser:

- **Adaptación de los SIG:** Implementar ciertas funciones simples programando únicamente las herramientas necesarias. Esta solución tiene la ventaja de la simplicidad de uso. A pesar de que el aprendizaje es sencillo y rápido, los técnicos no usan estas herramientas frecuentemente y pueden olvidar su utiliza-

ción de un año a otro. El cambio o adaptación de nuevas funciones requiere de una reprogramación de las herramientas.

- **Base de datos apropiada:** Establecer una interfaz fácil de usar, unida a las actualizaciones de los cuestionarios procedentes de las comunidades, con pasos obligatorios y opciones guiadas y cerradas. Es de suma importancia no alterar la información fidedigna ya introducida. El Distrito tiene la capacidad para hacerlo. La estructura de datos puede ser enviada a los niveles superiores (región, gobierno, etcétera) donde se encuentran los expertos que trabajan más frecuentemente con el *software*; ellos podrían desarrollar los análisis y elaborar los mapas para ser retornados a los distritos para su planificación.

Conclusiones

El WPM, como herramienta de SIG participativa, tiene un gran potencial para crear conciencia en la población, socios y organizaciones de la sociedad civil, para unir sus capacidades en la exigencia de responsabilidades a los LGA.

También ofrece la posibilidad de analizar las desigualdades de cobertura en dos dimensiones diferentes: la física o tecnológica (infraestructuras) y la humana u organizativa (nivel de servicio y capacidad de gestión), y relacionar los resultados con la planificación de inversiones a nivel local.

Combinando el WPM con otros sistemas de gestión de información, como infraestructuras de datos espaciales, se ofrece la posibilidad de agregar y compartir la información de manera sencilla, facilitando y mejorando el monitoreo del avance del sector, y planificando las inversiones a nivel nacional e internacional.

En lo que se refiere a las diferencias de acceso entre distritos, el WPM puede servir para abogar

por distribuciones de presupuesto más justas, vinculadas a los niveles de cobertura para alcanzar la equidad; y considerando la equidad entre *wards* rurales, el WPM muestra grandes diferencias de cobertura que pueden ser ocultadas por los indicadores agregados de acceso. Además, la inequidad entre distritos puede ser intensificada por el hecho que los *wards* con mayor cobertura de puntos de agua continúan atrayendo inversiones, mientras que los que tienen una baja o nula cobertura continúan siendo marginados (Taylor, 2008).

Contar con información objetiva, fiable y detallada acerca del acceso al agua es esencial para dar un seguimiento eficaz a la ayuda, y también sirve para reducir desigualdades internas. Las herramientas de los SIG tienen un gran potencial que aún falta desarrollar; sin embargo, las capacidades y los recursos deben ser puestos acorde a las actuales capacidades de los niveles descentralizados.

Referencias bibliográficas

- BIRDSALL, N. 2004. *Seven Deadly Sins: reflections on donors failings*. Working paper 50. Centre for Global Development, Washington D.C.
- DE RIENZO, P. 2006. *Aid, Budgets and Accountability: A Survey Article*. Development Policy Review, 24 (6), pp. 627-645.
- Gobierno de Mozambique. 1995. *Ley de Aguas*.
- Gobierno de Tanzania. 2002. *National Water Policy*.
- JIMÉNEZ, A. y PÉREZ-FOGUET, A. 2008. *Improving water access indicators in developing countries: a proposal using water point mapping methodology*. Water Science & Technology: Water Supply—WSTWS, vol. 8, no. 3, pp. 279-287.

- LAWSON, A. y RAKNER, L. 2005. *Understanding Patterns of Accountability in Tanzania: Final Synthesis Report* [en línea]. Oxford Policy Management and Chr. Michelsen Institute. Research on Poverty Alleviation. <www.repoa.or.tz>
- Organización de las Naciones Unidas. 2004. *United Nations declaration 58/217*.
- STOUPIY, O. y SUDGEN, S. 2003. *Halving the Number of People without Access to Safe Water by 2015 – A Malawian Perspective. Part 2: New indicators for the millennium development goal*. Informe de WaterAid.
- TAYLOR, B. 2008. *Water: more for some or some for more?: Monitoring Equity in Water and Sanitation*. Tanzania: TAWASANET.
- Unión Europea. 2006. *European Consensus on Development*. Diario Oficial de la Unión Europea, 24 de febrero de 2006.
- WaterAid y ODI. 2005. *Learning for advocacy and good practice-WaterAid water point mapping*. Preparado por Katharina Welle, Overseas Development Institute. [Consultado: 1 agosto 2007] <www.wateraid.org/international/what_we_do/policy_and_research>
- WHO/UNICEF. 2000. *Global Water Supply and Sanitation Assessment Report*.
- WHO/UNICEF. 2005. *Water for Life. Making it happen*. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. Ginebra: World Health Organization Press.
- WHO/UNICEF. 2008. *Progress on drinking water and Sanitation: Special focus on Sanitation*. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation. Ginebra: World Health Organization Press.

SAI: Aplicación de un SIG para el monitoreo de los programas de agua y saneamiento de ISF-ApD

Jordi Pascual-Ferrer

Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña (www.upc.edu/grecdh).

Alejandro Jiménez

Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo (ISF-ApD). C/Cristóbal Bordiú, 19-21. 28003 Madrid, España. (www.apd.isf.es)
Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña (www.upc.edu/grecdh).

Agustí Pérez-Foguet

Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña (www.upc.edu/grecdh).

NOTA: Se incluye solamente un resumen de este artículo.

La versión completa se encuentra en la versión digital de Cuadernos TpdH: www.cuadernos.tpdh.org

Resumen

Los programas de Agua y Saneamiento llevan asociada una gran cantidad de información y varios años para su implementación, lo que justifica la necesidad del establecimiento de un sistema de monitoreo riguroso. Este artículo presenta un Sistema de Apoyo a la Información (SAI) desarrollado para programas de agua y saneamiento rurales, y que está siendo implementado en los programas de Ingeniería Sin Fronteras-ApD en Tanzania. El SAI funciona a partir de una base de datos, "amigable" y de fácil utilización por parte de los responsables de la implementación de los programas. A partir de ésta, se han desarrollado aplicaciones gráficas prácticas y de SIG, facilitando el análisis y posibilitando la toma de decisiones en tiempo real. La matriz de marco lógico se usó como punto de partida para el desarrollo de la herramienta. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que es crucial realizar el desarrollo de la misma junto con los

profesionales que están involucrados en la ejecución diaria de la intervención, de modo que se combinen las rutinas de trabajo de los equipos en terreno junto con la información necesaria para realizar un adecuado monitoreo.

Aunque todavía se deben estudiar posibles mejoras, la primera versión del SAI muestra resultados muy satisfactorios. No solo recolecta la información de forma sistemática, sino que a la vez facilita su análisis, incluyendo la representación espacial. Además, los vacíos de información que frecuentemente se pueden ver en programas largos disminuyen las opciones de una buena evaluación que pretenda revisar los procedimientos empleados. De ahí que el desarrollo de una herramienta de estas características se considere como una mejora del monitoreo, que permite reforzar la toma de decisiones.

SAI: Aplicación de un SIG para el monitoreo de los programas de agua y saneamiento de ISF-ApD

Jordi Pascual-Ferrer

Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña (www.upc.edu/grecdh)

Alejandro Jiménez

Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo (ISF-ApD) (www.apd.isf.es)
Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña (www.upc.edu/grecdh)

Agustí Pérez-Foguet

Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Universidad Politécnica de Cataluña (www.upc.edu/grecdh)

Este artículo presenta un Sistema de Apoyo a la Información (SAI) desarrollado para programas de agua y saneamiento rurales, y que está siendo implementado por Ingeniería Sin Fronteras-ApD en Tanzania. El SAI funciona a partir de una base de datos "amigable" y de fácil utilización para los responsables de la implementación de los programas. A partir de ésta, se han desarrollado aplicaciones gráficas prácticas y de SIG, facilitando el análisis y posibilitando la toma de decisiones en tiempo real. La experiencia ha demostrado que es crucial realizar el desarrollo de la misma junto con los profesionales que están involucrados en la ejecución diaria de la intervención, de modo que se combinen las rutinas de trabajo de los equipos en terreno junto con la información necesaria para realizar un adecuado monitoreo.

Palabras Clave: Sistemas de Monitoreo de Puntos de Agua, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Tanzania.

Aquest article presenta un Sistema de Suport a la Informació (SAI) desenvolupat per a programes d'aigua i sanejament rurals, i que està essent implementat per Ingeniería Sin Fronteras-ApD a Tanzania. El SAI funciona a partir d'una base de dades, "amigable" i de fàcil utilització per part dels responsables de la implementació dels programes. A partir d'aquesta, s'han desenvolupat aplicacions gràfiques pràctiques i de SIG, facilitant l'anàlisi i possibilitant la presa de decisions en temps real. L'experiència ha demostrat que és crucial realitzar el desenvolupament d'aquesta junt amb els professionals que estan involucrats en l'execució diària de la intervenció, de manera que es combinin les rutines de treball dels equips a terreny junt amb la informació necessària per a realitzar un adequat monitoreig.

Paraules clau: Sistemes de Monitoreig de Punts d'Aigua, Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Tanzania.

This article presents an Information Support System (SAI, on its initials in Spanish), developed for rural programs on water and sanitation. This project is being implemented by Ingeniería Sin Fronteras-ApD in Tanzania. This system works from a database, "friendly" and easy to use for the people in charge of the program. From this one, other graphical and practical applications and GIS have been developed, facilitating the analysis and making possible the decision making in real time. Experience has taught us the importance of the development of this system close to people who is involved in the daily execution. This way, there would be a better coordination between the team that is working in the area and those who have to monitor them.

Key words: Water Point Mapping System, Geographic Information Systems (GIS), Tanzania.

Introducción: Contexto y metodología

El monitoreo incluye tareas como la recolección, el análisis, la comunicación y el uso de información sobre el progreso de un proyecto (Comisión Europea, 2004). Sus principales funciones son: permitir, a través de un seguimiento cercano del programa, decisiones rápidas y bien fundamentadas cuando sus presunciones no se cumplen; facilitar un control de mayor calidad de la implementación del proyecto; y a través de la documentación del proceso de implementación, proveer información para evaluaciones y simplificar la definición de las lecciones aprendidas. Además, está enfocado en la ejecución de las actividades planeadas, siendo un proceso continuo que necesita la participación del personal, y que tiene por objetivo tomar decisiones inmediatas sobre la implementación del programa.

Por otro lado, la evaluación se hace usualmente después de finalizar el proyecto o en algunos

puntos determinados del mismo (a la mitad de su implementación, o algunos años después de finalizar con el objetivo de evaluar el impacto a largo plazo). Ésta, con la finalidad de hacer recomendaciones sobre aspectos generales del proyecto, se enfoca en los objetivos y estrategias escogidas, y comúnmente es realizada por consultores externos.

Con el fin de mejorar el monitoreo de los proyectos de agua y saneamiento, se ha creado una herramienta que pretende ayudar en distintas fases del monitoreo: el Sistema de Apoyo a la Información (SAI), cuyas principales funciones son la recolección de datos y la exposición de información, facilitando la mejora del conocimiento, al mismo tiempo que se lleva a cabo el proyecto. Es en esta exposición de la información donde hallamos las aplicaciones de un SIG.

Contexto

Ingeniería Sin Fronteras-Asociación para el Desarrollo (ISF-ApD) ha estado trabajando desde el año 2006 con la Comisión Europea –que actúa como su principal donante– bajo el programa ACP-EU Water Facility en Tanzania. Estos programas conllevan una considerable inversión de dinero (entre medio a un millón de euros anuales), y tienen fases de implementación largas (entre tres y cinco años). Ambos aspectos refuerzan la idea de que un sistema de apoyo a la información puede ser útil para mejorar la transparencia, a la vez que para mantener la informa-

ción correctamente guardada, de forma que la posible rotación de personal no acarree demasiados problemas en la gestión de la información.

El desarrollo del SAI ha sido realizado por investigadores de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) junto al personal de ISF-ApD. Su primera aplicación se ha realizado en el programa de ISF-ApD en el distrito de Kigoma Rural (región de Kigoma), aunque ahora su implementación ha sido replicada en el programa del distrito de Same (región de Kilimanjaro).

Metodología

Seguramente se podrían hacer distintas aproximaciones para el desarrollo de la herramienta, pero el aspecto más importante de ese proceso es que sea participativo, incorporando a todos los actores que van a hacer uso de ésta, y haciendo especial hincapié en la participación de aquellos cuya tarea será la introducción de la información en la base de datos.

Bajo esta premisa, la metodología usada para definir el sistema de monitoreo ha seguido los siguientes pasos:

- Definición de los indicadores de objetivos y resultados, junto a sus fuentes de verificación (marco lógico).
- Definición de los indicadores parciales, así como de sus tempos, siempre y cuando esto sea relevante por la extensión del programa.
- Definición de las metodologías de implementación.
- Definición de los indicadores de la implementación de actividades, distintos a los indicadores finales, pero que puedan aportar información del grado de consecución de los resultados.

- Definición de los indicadores de calidad del proceso (por ejemplo participación de los distintos actores, etcétera).
- Definición de las hojas de seguimiento y cuestionarios para recolectar los datos necesarios.
- Definición de cómo la información debería ser procesada y analizada.

Naturalmente, la definición de indicadores para los objetivos y los resultados del programa forman parte del Enfoque del Marco Lógico (EML); pero el uso de la matriz del marco lógico como punto de partida, tiene otras ventajas aparte del uso de los indicadores ya definidos. Por un lado, el trabajo con dicha matriz permite obtener una idea completa del programa que debe ser monitoreado; pero además, la creación de una herramienta de monitoreo no puede desperdiciar la opción de la recolección de información para hacer un monitoreo continuo del cumplimiento de dichos indicadores.

La mejor forma de definir los indicadores parciales, las metodologías de implementación, los indicadores de dicha implementación y los de calidad del proceso, es hacerlo con los profesionales que van a trabajar en dicho programa y van a usar la herramienta. Como ISF-ApD ya tenía experiencia en este tipo de programas en Tanzania, su conocimiento ha sido de un gran valor para acometer estas tareas.

Cuando todos los indicadores están definidos, es necesario hacer un análisis de cómo se va a recoger toda esta información. Este paso debe

Estructura

Los ejes del programa y los datos que deben ser recolectados definen la estructura del SAI. La división se ha hecho de acuerdo con las necesidades de cada miembro del equipo, atendiendo su trabajo y sus metas. Así, las principales divisiones de dicha estructura son: la gestión de los sistemas de agua, la promoción de higiene y saneamiento y los aspectos técnicos de la construcción. Cada una de estas divisiones está compuesta por distintos formularios que deben permitir una entrada de datos sencilla y sistemática; y a la vez, contienen algunas salidas de información que deben permitir la consulta de los datos introducidos.

Figura 1
Entrada de datos para la contabilidad de las entidades de usuarios de agua
Fuente: SAI

The screenshot shows a web-based data entry form titled "Accountancy from WUGs and WUEs". At the top, there are radio buttons to select the entity type: "WUE", "WUG", or "Construction Committee". Below this, there are input fields for "Name of the WUG/WUE", "Month", and "Year". A section titled "Initial and final statement on the bank and in cash" contains two rows of input fields for "Initial" and "Final" statements, each with sub-fields for "Cash" and "Bank" and a "Tsch." (Tschilling) value. The main "Accountancy" section is divided into "Incomes" and "Outcomes", each with a list of categories and corresponding input fields for values in "Tsch.". At the bottom, there are fields for "Net profit of the month" and "Accountancy global status", which includes "Initial statement + accountancy of the month" and "Final statement".

incorporar la creación de formularios para su recolección, que compartirán la misma estructura que la interfaz de entrada de datos al SAI. De nuevo, esto debe hacerse conjuntamente con el personal responsable de su recolección, con el objetivo de garantizar que la información requerida sea realmente accesible, para identificar qué procedimientos son necesarios para su recolección, así como para establecer la periodicidad de la misma.

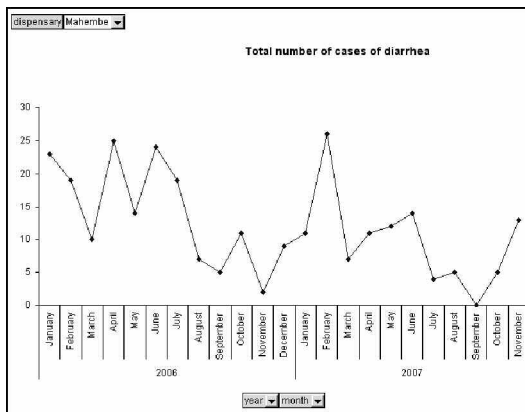
Para finalizar, ambas fuentes (la matriz del marco lógico y el conocimiento del personal) permiten la definición de las salidas de información. Esto incluye, tanto establecer los formatos que hacen óptimo el análisis de los indicadores, así como la información precisa que facilita su estudio.

Como ya se ha comentado, existen indicadores de calidad del proceso (como la participación o el tratamiento de las cuestiones de género) que son transversales a todos los componentes de la estructura. Estos asuntos deben ser monitoreados en el conjunto de las actividades. Además, la información recolectada a través de estudios y encuestas (líneas de base, censos u otros estudios) en el seno del programa, puede también incluirse en el SAI. Esto permitirá un análisis sencillo de dicha información, incluso en una base geográfica (siempre y cuando se haga la recolección de información geográfica necesaria), o cruzando esta información con aquella recolectada de forma regular durante la implementación.

Figura 2
Estructura del SAI



Figura 3
Salidas de información: (a) a través de gráficos, (b) tablas y (c) usando un SIG
Fuente: SAI

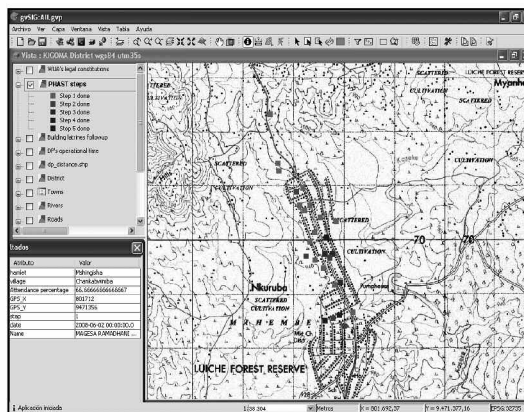


(a)

Query on participation at PHAST sessions

Village	Hamlet	Attendance				
		Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5
Chankabwimba	Kabanga	30.7%	15.3%	18.0%	36.9%	21.4%
Chankabwimba	Kichangacha	31.8%	33.3%			
Chankabwimba	Mshingasha	78.8%		100.0%		
Kassku	Bondo	41.9%	37.6%	47.6%	50.0%	
Kassku	Keskozini	32.2%	16.7%	25.0%		
Kassku	Kassku kab	44.8%				
Kassku	Kusini	32.4%	44.1%			
Kassku	Mshariki	44.6%	42.1%		38.0%	
Kassku	Mhembe	48.1%	45.4%		33.3%	
Mahembe	Kagurwe	24.0%				
Mahembe	Kaloleni	21.6%				
Mahembe	Kaseke	19.1%	19.3%		24.1%	
Mahembe	Mahembe Kab	36.5%	34.8%	22.3%	30.0%	
Mahembe	Nidlembe A	26.0%	31.3%	50.0%	25.0%	
Mahembe	Nidlembe B	25.3%	48.4%	39.5%	52.5%	
Mahembe	Saniho	20.0%				
Msimba	Kasaka A	23.2%	28.7%	2.5%		

(b)



(c)

Esquema del software

Por esquema del *software* entendemos la estructura genérica que cualquier herramienta de monitoreo del estilo del SAI debería tener, independientemente del tipo de programa que se pretenda monitorear. Deben considerarse tres partes distintas: una base de datos como núcleo, una interfaz de entrada de datos y una interfaz de análisis de la información.

La primera es la base de datos en sí, junto con las macros necesarias para la operación del SAI. En este caso su desarrollo se ha hecho con Microsoft Access, y consiste en una estructura parcialmente conectada debido a la no interconexión de las terminales que la ONG utiliza.

El segundo elemento también ha sido desarrollado con Microsoft Access, debido a su fácil mani-

pulación y a la ayuda completa que este *software* tiene. Ambas características facilitan la capacitación del personal que va a usar la herramienta. Finalmente, la interfaz de análisis incluye distintas aplicaciones, especialmente diseñadas para analizar y explotar la información guardada en la base de datos de forma sistemática. Esta interfaz ha sido desarrollada con tres componentes distintos: con la extracción de gráficos para ver la evolución de distintos procesos (a través del uso de Microsoft Excel, que además permite una manipulación sencilla de los datos por parte del personal, con el objetivo de profundizar en el análisis); la extracción de tablas y listas de información usando el mismo Microsoft Access; y finalmente, extrayendo dicha información en base geográfica (usando gvSIG, un *software* abierto para SIG. Ver Gilabert y Puig, 2008).

Experiencia de ISF-ApD. SAI en Kigoma

El uso del SAI conlleva algunas oportunidades y nuevos hábitos: el más importante de todos es el monitoreo en tiempo real que permite, al mismo tiempo que las actividades se van programando. Además, facilita un análisis a largo plazo (a escala temporal de programa), ya que permite un análisis posterior de la realización del programa, que se puede usar para la mejora de la implementación de las actividades si éste desea ser replicado, mejorando la eficiencia del

mismo. Asimismo, la información guardada en el SAI puede ser utilizada no solo por ISF-ApD, sino que también por investigadores que pueden ayudar en una profundización del análisis.

Seis meses después del lanzamiento del programa se pueden observar algunos efectos del día a día de su uso, así como del análisis a largo plazo, gracias a la existencia de una evaluación intermedia del programa de Kigoma.

Uso en el día a día: monitoreo continuo

Comúnmente, la evaluación de la implementación de los programas se hace al final de estos (algunas veces también a la mitad), o si se presenta un problema, se realizan análisis más profundos al respecto; de lo contrario, un correcto monitoreo no se ejecuta, normalmente. Sin embargo, el SAI concede este monitoreo y permite la detección de problemas desde el principio, cuando la situación se puede rectificar, todavía antes de que sea muy grave.

Después de varios meses usando la herramienta, los usuarios están satisfechos. A través de algunas entrevistas se ha realizado una pequeña evaluación de la implantación de ésta, donde se expresó que el SAI facilitaba el trabajo, principalmente en el proceso de realización de informes. Los aspectos más repetidos son la mejora en el

acceso a la información considerada importante, y la simplificación realizada en la recolección de datos.

Tal y como se ha comentado anteriormente, el SAI permite visualizar información de utilidad para el día a día de la implementación del proyecto, como por ejemplo: la asistencia de los beneficiarios en las distintas actividades o el avance de las contribuciones económicas que éstos deben hacer. Esta información, que anteriormente debía ser tratada de forma periódica, se puede extraer ahora de forma automática.

Además, al tener los formularios de entrada de datos un formato pre-establecido, se simplifica su recolección, pues el personal de terreno ya conoce de antemano los datos necesarios en cada actividad. De esta forma se consigue establecer una rutina en la recogida de la información, hecho que conlleva el beneficio de que sea recolectada de forma ordenada, y guardada de forma conjunta.

Aunque los beneficios son bastante visibles, hay que tener en cuenta que la implementación de dicha tarea implica un par de aspectos. El primero de ellos es la necesidad de capacitar al personal, tanto en la operación de la base de datos creada, como del *software* de SIG; el segundo, es conseguir que el volcado de información a la base de datos sea visto como una tarea diaria. Este aspecto se dificulta debido a que al inicio los resultados mostrados parecerán pobres, y pueden crear cierta decepción frente al tiempo utilizado para el ingreso de datos y el tiempo invertido en capacitación; por ello es crucial que, desde el principio, las salidas de información para el personal de terreno estén disponibles. Está claro que el personal introduce, sobre todo, información que pueda ser usada y extraída fácilmente en terreno, día a día, por lo que se recomienda la incorporación de indicadores calculados con el SAI dentro de los informes realizados por dicho

Asesoramiento a largo plazo: evaluaciones

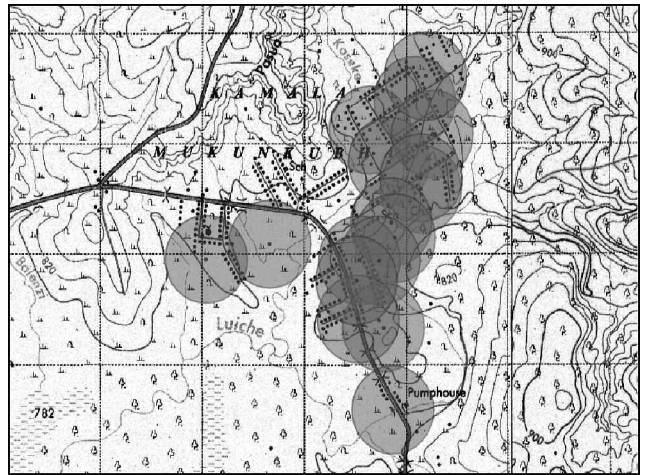
Hoy en día, la evaluación se entiende como una herramienta que permite, tanto el aprendizaje para mejorar futuras intervenciones, como la difusión del trabajo hecho entre las autoridades y la población. Por tanto, el SAI puede ser también útil para dicho proceso, pues permite el acceso a la información. Sus resultados pueden beneficiar dicho proceso debido a que los evaluadores no deberán recoger la información de implementación ni tratarla, y podrán invertir mayor tiempo a evaluar en profundidad las transformaciones en los beneficiarios que se hayan producido a través del proyecto, tanto de forma individual como colectiva.

Una evaluación clásica sigue principalmente cinco componentes: eficiencia, eficacia, impacto, pertinencia y viabilidad. La información recolectada puede ser de ayuda en todos estos aspectos, pero principalmente en medir la eficacia, el impacto y la viabilidad.

La evaluación de la eficacia se entiende como el estudio del logro de los objetivos específicos a partir de los resultados esperados; y la herra-

Figura 4

Distribución inicial de fuentes públicas en una de las poblaciones para ver si se cumplen las políticas tanzanas



personal; de esta forma se establecerá la costumbre de introducir dicha información.

Cabe mencionar que el mayor problema en la implementación de esta herramienta es la falta de información geográfica de base disponible. La unidad de trabajo básica de ISF-ApD es el pueblo o el barrio, a cuyo nivel se hacen las actividades, las reuniones o se recluta a las personas que van a trabajar en las obras. Sin embargo, a nivel tanzano no existen datos oficiales de los límites de estos pueblos o barrios, lo que dificulta una óptima representación gráfica.

La información recogida en el SAI existe el referente del seguimiento de resultados y de objetivos. La valoración del impacto también se puede apoyar en el SAI, pues necesita de la observación del logro de los objetivos, tanto del general como de los específicos. Así también, la viabilidad del proyecto, ya que aunque la información para esta medición no son elementos implícitos en el SAI, como sucede en los casos anteriores, resulta bastante fácil introducir información que pueda apoyar su monitoreo, tal como puedan ser indicadores de apropiación del proyecto por parte de los beneficiarios, gestión del sistema o las dinámicas existentes en el mantenimiento cuando sucede un incidente.

Pero de los cinco componentes antes enunciados, hay dos de los cuales todavía no hemos comentado nada: la eficiencia y la pertinencia. La eficiencia mide cómo se han logrado las actividades a partir de los insumos utilizados pero, hasta el momento, el SAI no incorpora información sobre éstos. Por otro lado, la pertinencia intenta resolver si el proyecto realizado ha sido la actua-

ción más adecuada, pero a pesar de que el SAI puede incorporar información útil para esto (como las líneas de base u otras encuestas), el conocimiento requerido no puede ser suplido por éste.

Se debe resaltar que no sólo las evaluaciones pueden ser mejoradas por la herramienta, sino también, que facilita el análisis de aspectos concretos de la estrategia de intervención que pueden ser mejorados en el caso de que sea replicado, o puede ser de ayuda para investigadores

que deseen estudiar diferentes estrategias de intervención.

Sin embargo, es importante comentar que esta herramienta solo guarda y presenta información, pero que para hacer un asesoramiento correctamente, un análisis fundamentado siempre es necesario. El SAI tiene como meta la mejora del acceso a la información y el apoyo en su análisis, pero no hace el análisis por sí mismo.

Conclusiones y próximos pasos

El diseño e implementación de la herramienta de monitoreo se ha llevado a término de forma exitosa en ocho meses, incluyendo la formación del personal tanto en terreno como en la sede. El análisis continuo del proceso de creación de información ha sido útil para adaptar y simplificar algunos aspectos del SAI durante este periodo. Su simplicidad para el ingreso de datos y las múltiples interfaces de visualización de información parecen ser sus puntos fuertes.

Algunos ejemplos de la utilidad de una herramienta de monitoreo como ésta van desde el análisis espacial de la implementación del PHAST (Participatory Hygiene and Sanitation Transformation) (Word et al., 1998); la relación entre la localización física de la familia en el territorio, y sus hábitos higiénicos y sanitarios; los distintos niveles de participación de los beneficiarios en relación a las actividades realizadas donde viven; o qué vecindarios están quedando al margen en las mejoras de saneamiento. Al mismo tiempo, se pueden realizar otros análisis como la relación entre la etnia de origen de la población y la incorporación de nuevos hábitos higiénicos, ya que los datos del censo también se incorporan en la herramienta.

Entre otros aspectos que merecen estudio, se halla la posibilidad de adaptar dicha herramienta a los proyectos realizados por el gobierno o las autoridades locales. Hasta este punto, la herramienta se ha desarrollado solo para el uso de una ONG, pero sus resultados pueden ser útiles también para la sociedad civil, en especial para los aspectos relacionados con la transparencia.

Aunque todavía se deben estudiar posibles mejoras, la primera versión del SAI muestra resultados muy satisfactorios. No solo recolecta la información de forma sistemática, sino que a la vez facilita su análisis, incluyendo la representación espacial. Además, los vacíos de información que frecuentemente se pueden ver en programas largos disminuyen las opciones de una buena evaluación que pretenda revisar los procedimientos empleados. De ahí que el desarrollo de una herramienta de estas características se considere como una mejora del monitoreo, que puede reforzar la toma de decisiones. Como exponen Bond y Hulme (1999), la participación, el aprendizaje y la flexibilidad son los tres elementos clave requeridos para definir la correcta relación entre los beneficiarios y la gestión.

Referencias bibliográficas

- BOND, R. y HULME, D. 1999. *Process Approaches to Development: Theory and Sri Lankan Practice*. World Development 27.
- Comisión Europea. 2004. *Aid Delivery Methods (Vol. 1): Project Cycle Management Guidelines*. Bruselas: Oficina de Cooperación de EuropeAid.
- GILBERT, J. y PUIG, C. 2008. *Estudio comparativo de herramientas SIG libres aplicadas a contextos de cooperación al desarrollo*. II Jornadas de SIG libre, Gerona.
- PEREZ DE ARMIÑO, K. et al. 2002. *Diccionario de Ayuda Humanitaria y Cooperación al Desarrollo*. Barcelona: Editorial Icaria.
- WOOD, S., SAWYER, R. y SIMPSON-HEBERT, M. 1998. *PHAST step-by-step guide: a participatory approach for the control of diarrhoeal disease*. Ginebra: World Health Organization (documento no publicado. WHO/EOS/98.3).

Evaluación de riesgos asociados a las variaciones espacio-temporales de la pluviometría en el Sahel

Joan Bastide
Erwann Fillol
Thierry Métais

Acción Contra el Hambre - España

En las vastas zonas pastoriles de Níger y Mali, caracterizadas por un déficit crónico de agua, las actividades ganaderas son extremadamente vulnerables a las variaciones en las precipitaciones. La supervivencia del ganado está íntimamente ligada a la disponibilidad de agua y a los recursos de forraje (pastos). Desde 1990, Acción Contra el Hambre de España (ACH-E) trabaja sobre un sistema de información geográfica en el que se integran los recursos hídricos, los movimientos de la población y la repartición espacial y cuantitativa de los pastos, con el objetivo de proporcionar una herramienta de ayuda para la gestión de las actividades pastoriles, y de identificación, localización y prevención de riesgos en las crisis alimentarias. La teledetección a media resolución representa una herramienta rápida y poco costosa, disponible para todos los territorios para la estimación de la cantidad de biomasa producida a finales de invierno. Estas herramientas de alerta fueron exitosas durante la crisis alimentaria del 2004-2005, pero el reto a partir de ahora es adjudicarlos a los sistemas de monitoreo de los países afectados.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica (SIG), Trashumancia, Sahel.

En les grans zones de pastura de Níger i Mali, caracteritzades per un déficit crònic d'aigua, les activitats ramaderes són extremadament vulnerables a les variacions de les precipitacions. La supervivència dels ramats està íntimament lligada a la disponibilitat d'aigua i als recursos de pastura. Des de 1990, Acció Contra la Fam d'Espanya (ACF-E) treballa en un sistema d'informació geogràfica en el que s'integren els recursos hídrics, els moviments de la població i la repartició espacial i quantitativa de les pastures, amb l'objectiu de proporcionar una eina d'ajuda per a la gestió de les activitats de pasturatge, i d'identificació, localització i prevenció dels riscos de crisis alimentàries. La teledetecció a mitjana resolució representa una eina ràpida i poc costosa, disponible per a tots els territoris per a la estimació de la quantitat de biomassa produïda a finals d'hivern. Aquestes eines d'alerta van ser un èxit durant la crisi alimentària del 2004-2005, però el repte a partir d'ara és transferir aquests sistemes de seguiment als països afectats.

Paraules Clau: Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Transhumància, Sahel.

In the big grazing zones of Niger and Mali, characterized by a chronic water deficit, the cattle farming activities are extremely vulnerable to the rainfall variations. The cattle survival is closely linked to water provision and to fodder resources. Since 1990, Action Against Hunger from Spain (AAH-E) works in a Geographical Information System that integrates water resources, population movement and the spatial and quantitative distribution of pastures, with the aim of provide a useful tool for the pasturing management, and identification, localization and prevention of food crisis risks. The remote sensing in middle resolution represents a quick and cheap tool, available for all territories for the estimation of biomass quantity produced at winter end. These alert tools have been successful during the food crisis of 2004-2005, but the challenge by now is to transfer these tracking systems to the affected countries.

Key words: Geographic Information Systems (GIS), Seasonal Migration, Sahel.

Introducción

La actividad pastoril en Mali y Níger, fuertemente dependiente de la disponibilidad de agua y forraje para la ganadería, reposa sobre un equilibrio ecológico frágil y particularmente vulnerable a las variaciones en las precipitaciones. En el contexto saheliano, donde Acción Contra el Hambre-España (ACH-E) está presente desde 1996, el conocimiento de los recursos naturales disponibles a lo largo del año para los ganaderos, se reviste de un interés superior. El régimen anual de las precipitaciones se caracteriza por una sola estación de lluvias, llamada comúnmente: “monzón de África del Oeste”, que representa el único aporte de agua en todo el año, y que de hecho juega un rol muy importante, tanto para los sistemas de producción agrícolas como para los pastoriles. Por otro lado, las limitaciones relacionadas a la escasez crónica de agua se acentúan debido a una importante variación espacio-temporal de las precipitaciones, cuyos efectos pueden ser dramáticos para las poblaciones ganaderas y sus reses. Tal fue el caso de los tristemente célebres episodios sucesivos de las grandes sequías de 1973, 1984, y más recientemente la crisis alimentaria que afectó a Níger entre los

años 2004 y 2005. Tomando en cuenta la inmensidad de los territorios en cuestión, los sistemas de monitoreo en estos países se enfrentan a grandes dificultades para llevar a cabo una observación sistemática y continua de los factores de riesgo específicos de esa zona.

Basándose en las conclusiones sobre la fragilidad del equilibrio de la zona y en el impacto sobre la vulnerabilidad de la población, debido a las variaciones espacio-temporales de las precipitaciones, desde 1999, ACH-E ha tratado de desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) para proporcionar: en primer lugar, una herramienta que pueda ayudar a la organización y gestión de espacios de pastoreo; y en segundo lugar, proporcionar una metodología para la prevención de las crisis alimentarias. La teledetección a mediana resolución se ha convertido en una herramienta particularmente rápida, poco costosa y eficaz para la supervisión de la producción de vegetación a finales del invierno. En tiempo casi real, ésta permite localizar las zonas susceptibles que experimentan dificultades durante la estación seca.

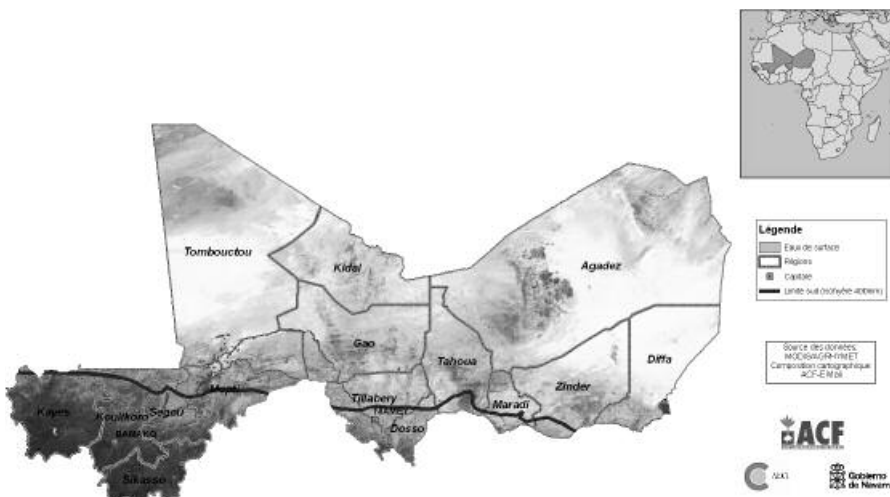
Contexto geográfico

Debido a su contexto geográfico, climático y social, la zona de pastoreo de Mali y Níger presenta características, tanto humanas como naturales, que la vuelven un espacio singular, y para el cual conviene comprender bien su funcionamiento, de manera que se puedan crear indicadores de análisis de riesgos y de alerta precoz que reflejen adecuadamente la realidad.

Régimen pluviométrico: El monzón de África del Oeste

La zona pastoril de Mali y Níger se sitúa al Norte de la isohieta de 400 mm (figura 1). Al Sur se extienden las regiones agro-pastoriles; y al Norte, los espacios desérticos casi inhabitados, con excepción de algunos grupos nómadas. En ésta, la disponibilidad de agua representa el principal fac-

Figura 1
Zona pastoril de Mali y Níger



tor limitante en términos de modo de vida en general, y de producción de vegetación en particular.

Debido a que el potencial agrícola es muy débil, la ganadería extensiva, oportunista y trashumante es el principal medio de subsistencia de las poblaciones. A la sequía crónica del medio, se añade una fuerte variabilidad espacio-temporal,

característica del régimen de lluvias del Sahel. Las precipitaciones pueden variar mucho de un año a otro (figura 2). La producción de materia vegetal –por tanto, de forraje– se encuentra directamente en función de las precipitaciones, y las poblaciones se ven obligadas a moverse a merced de las lluvias y los cuerpos de agua para alimentar a su ganado.

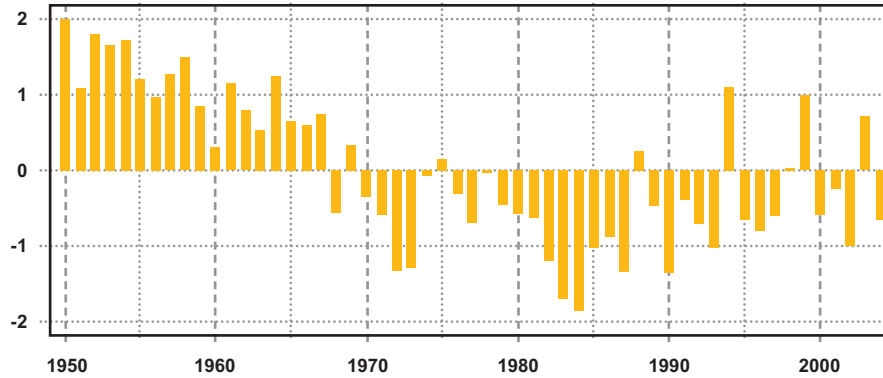


Figura 2
Índice de pluviometría

Población

En gran parte, la zona está habitada por poblaciones nómadas o trashumantes, cuyo principal sostén de vida es la ganadería de vacas, ovejas, cabras y camellos. Como fue mencionado anteriormente, el espacio tiene un fuerte limitante, por lo que las poblaciones se desplazan al ritmo de las estaciones del año, en función de dos parámetros principales que influyen en su vulnerabilidad: la disponibilidad de agua, y de pastos. La ruta anual de desplazamiento comprende: las zonas de pastura en la estación seca, las de pastura en invierno y las zonas de transición. A diferencia de las poblaciones puramente nómadas, los grupos de pastores trashumantes observan una cierta regularidad interanual en sus rutas y su ocupación del espacio, incluso aunque se han observado modificaciones muy profundas desde los episodios de las grandes sequías y la

aparición de conflictos políticos en la región. Sin embargo, esta regularidad comprende una cierta flexibilidad requerida por la misma naturaleza del medio y el carácter aleatorio de la repartición de las lluvias. Al momento de episodios excepcionales (grandes sequías), la relativa regularidad de las rutas puede sufrir fracturas y hacer que la gente se aleje de sus regiones tradicionales de pastoreo.

Por una parte, se puede deducir de las observaciones la extrema dependencia de los pastores hacia los recursos hídricos y campos de forraje; y por otra, la importancia del conocimiento del espacio en una perspectiva de análisis y de localización de los riesgos de crisis alimentaria y alerta precoz.

Dispositivos nacionales de seguimiento y alerta

Las sucesivas crisis alimentarias han llevado al conjunto de países sahelianos a poner en práctica un Sistema de Alerta Precoz (SAP); tecnología encargada de recopilar, centralizar y analizar la información acerca de la seguridad alimentaria. Ahora bien, si generalmente los SAP disponen de indicadores de seguimiento relativamente fiables de las zonas agrícolas, y pueden anticipar eventuales problemas ligados a los resultados de la campaña, se enfrentan a más dificultades para la vigilancia de las zonas de pastoreo, por el hecho de contar con un vasto territorio, de baja densidad demográfica, difícil

acceso y donde se desenvuelven complejos sistemas sociales. Los SIG ligados a la teledetección han sido identificados por ACH-E, en la perspectiva de la mejora de las metodologías de vigilancia de las zonas de pastoreo, como una herramienta privilegiada de análisis; ésto, debido al hecho de que los datos satelitales permiten un seguimiento económicamente asequible, y en tiempo casi real, de la evolución de los pastos. Partiendo de estos hechos, el reto es doble: por un lado, desarrollar las herramientas apropiadas; y del otro, transferirlas a las estructuras nacionales responsables de la alerta.

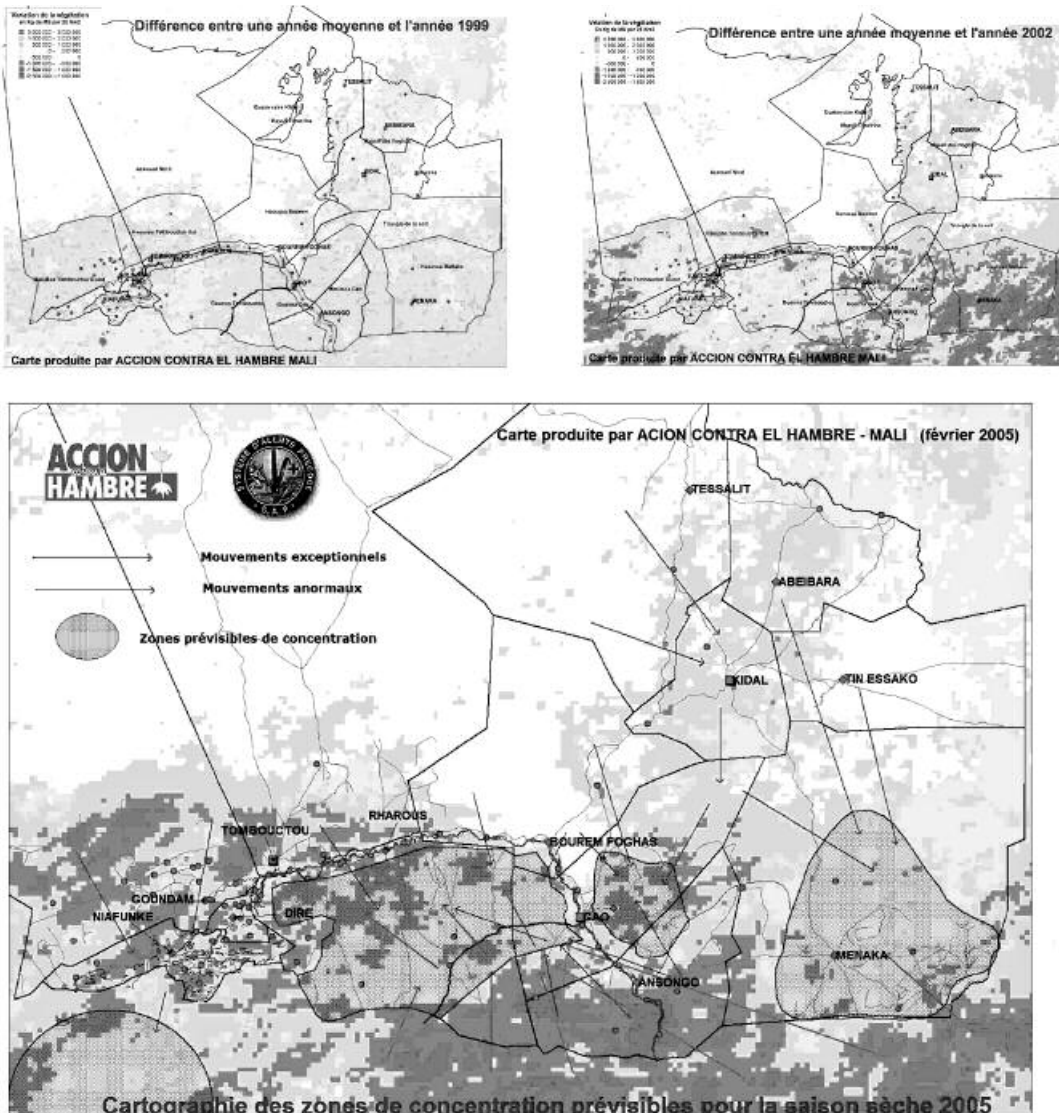
Hacia un sistema de alerta precoz para las regiones de pastoreo

Desarrollo de las herramientas

Desde 1999, e interviniendo de forma exclusiva en las zonas de pastoreo de Mali, ACH-E se ha enfocado en explorar las posibilidades que ofrecen las herramientas informáticas en la ayuda para la toma de decisiones en la gestión de los espacios de pastoreo. Fue así como un SIG fue puesto en funcionamiento por la Dirección Nacional de Hidráulica de las regiones del Norte de Mali a través de un programa de cuatro años, financiado por la Unión Europea. Esta herramienta permite, entre otras cosas, localizar los puntos de agua, proceder a los análisis de cobertura de agua potable y acceder a numerosas cartografías automatizadas. Rápidamente, se impuso la necesidad de integrar en estos datos una capa de información sobre la localización de los pastos, elemento clave de los sistemas de vida local y del equilibrio pastoril.

Fue así como las primeras investigaciones se desarrollaron en colaboración con el Centro de Estudios Espaciales de la Biósfera (CESBIO, por sus siglas en francés), con el objetivo de identificar los métodos de localización de los pastos por medio de imágenes de satélite. Este trabajo ha llevado a un primer método basado en la aplicación del modelo de Monteith con los datos del índice diferencial de vegetación normalizado (NDVI, por sus siglas en inglés) del sensor SPOT VEGETATION. Este método, realizado con el programa ENVI, permite obtener una estimación cuantitativa de la productividad anual de la biomasa vegetal expresada en kg de materia seca por hectárea. Con el objetivo de localizar las principales áreas de pasto, se calculó un año medio con base en el conjunto de datos anuales disponibles.

Figura 3
Tomado del informe sobre la situación pastoril, febrero 2005



Posteriormente, cuando los análisis anuales de vegetación fueron realizados a finales del invierno del 2004, se descubrió un gran déficit neto de producción vegetal en gran parte de la zona considerada, en particular en la zona tradicional de concentración (figura 3). Este inquietante hecho llevó rápidamente a una misión de verificación *in situ* para validar los resultados y constatar la envergadura del problema. Seguidamente, se realizó un informe de la situación pastoril, firmado por el Sistema de Alerta Precoz y el Comisariato para la Seguridad Alimentaria de Mali, que permitió la identificación de los riesgos y la implicación de la comunidad internacional.

Después de este episodio, ACH-E tomó conciencia del potencial de alerta precoz con que contaban estas herramientas —originalmente desarrolladas para la planificación—, y a partir de entonces, fueron buscados nuevos financiadores para continuar con su desarrollo, y el de la trans-

ferencia a los dispositivos nacionales que tuvieran el mismo fin.

Los elementos de un sistema de alerta precoz

Tal y como hemos mencionado, con el fin de contar con un sistema de alerta precoz operacional para estas zonas desatendidas por las estructuras responsables, se hace necesario tomar en cuenta su especificidad, sobre todo en términos de vulnerabilidad de la población. Al menos tres categorías de información son necesarias: los recursos de forraje, los recursos de agua (uadis o cauces secos, mares, pozos y perforaciones) y los hábitos de movimiento de la población.

Concretamente, la puesta en funcionamiento de semejante sistema reposa en la capacidad para localizar y cuantificar la disponibilidad de forraje a través de imágenes satelitales, ubicar los puntos de agua y cartografiar los movimientos de la población.

Figura 4
Análisis de riesgos en regiones pastoriles

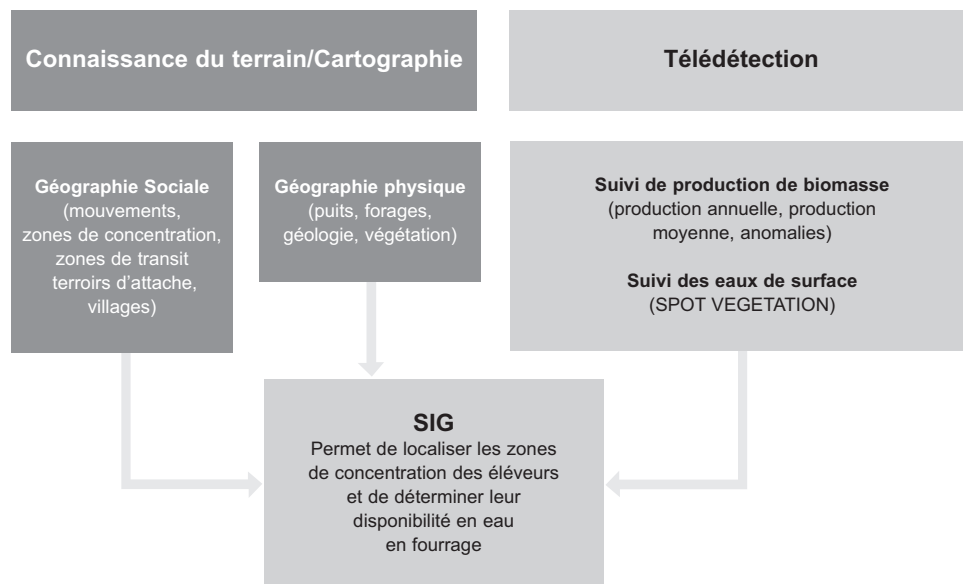
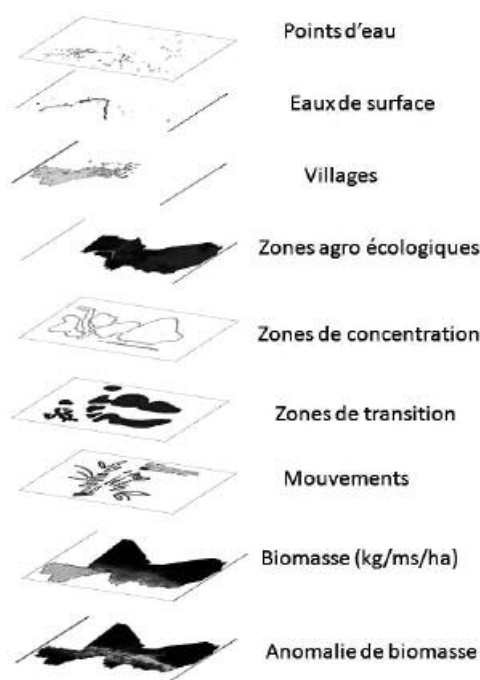


Figura 5
Elementos del SIG
del Sistema de Alerta
Precoz



La teledetección al servicio del seguimiento del pasto

La teledetección a resolución media, representa una herramienta particularmente bien adaptada para el análisis de los territorios extensos, poco poblados y de difícil acceso. El sensor VEGETATION montado en el satélite SPOT (figu-

ras 6, 7 y 8), en servicio desde 1998, ha sido concebido específicamente para la observación de la cobertura vegetal a través de la adquisición cotidiana a una resolución espacial de aproximadamente 1 km.

Figura 6
Anomalías de biomasa en 1999

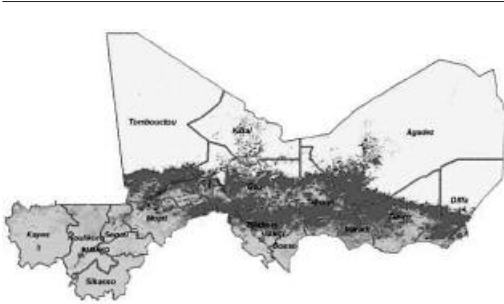


Figura 7
Anomalías de biomasa en 2004

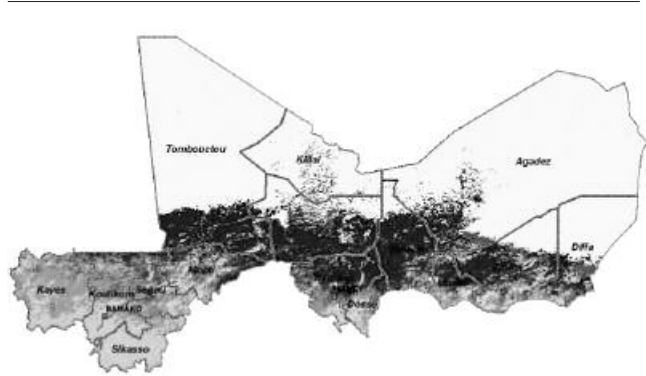
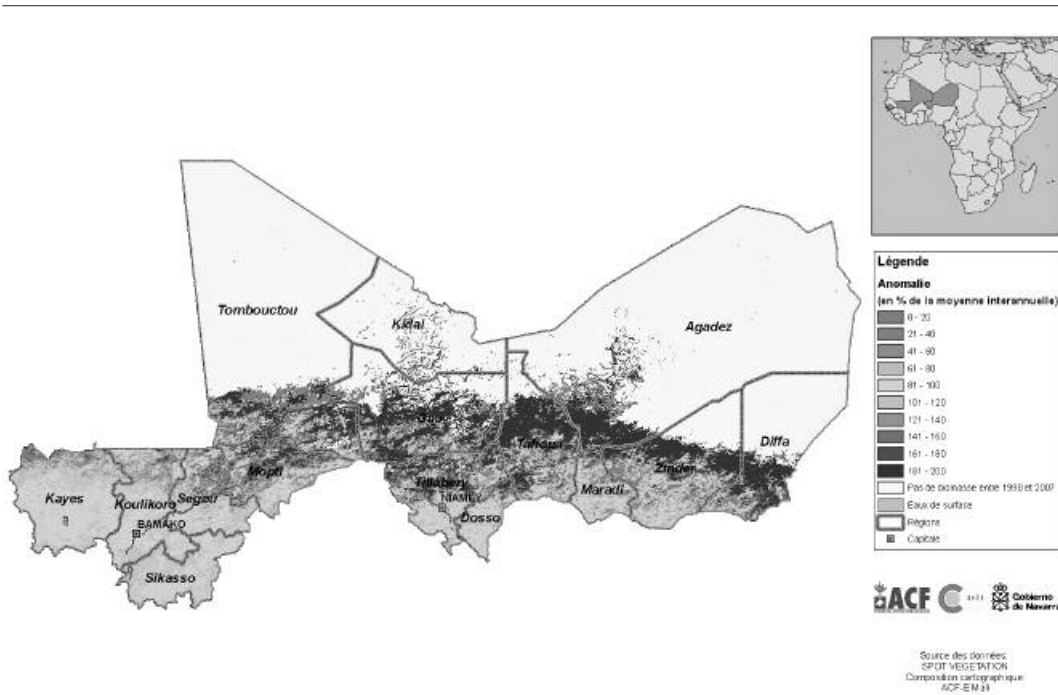


Figura 8
Anomalías de biomasa en 2007



Fuentes de datos

Dentro del marco de su política de desarrollo sostenible, la Comisión Europea pone a disposición gratuita para los usuarios africanos toda una serie de productos derivados de las capturas del sensor SPOT VEGETATION, accesibles a través del portal web de VGT4Africa (www.vgt4africa.org). En él, se encuentran disponibles, en concreto, los datos de Productividad de Materia

Seca (DMP, por sus siglas en inglés) sintetizados cada diez días. A partir de la información de DMP, ACH-E ha desarrollado un modelo de tratamiento automatizado que permite calcular: la productividad anual de materia seca, la media interanual del conjunto de años comprendidos en la serie temporal cubierta por el programa SPOT, y las variaciones anuales de productividad de materia seca.

Los productos de DMP

La productividad de materia seca es una cuantificación de la productividad de biomasa expresada en kg de materia seca por hectárea y por día (kgMS/ha/día). Ésta, ligada a la Productividad Primaria Neta (NPP, por sus siglas en inglés), se estima por la utilización del modelo de Monteith (1972) que se expresa de la siguiente manera:

$$DMP = Rg \cdot \varepsilon_i \cdot \varepsilon_c \cdot \varepsilon_b \cdot 10.000$$

Donde:

Rg ($J \cdot m^{-2} \cdot jour^{-1}$) es la radiación solar incidente, sacada de los mapas de radiación.

ε_i es la eficiencia de intercepción de la radiación por la vegetación,

$$\varepsilon_i = fAPAR = \alpha \cdot NDVI + \beta$$

ε_c es la fracción de PAR (Photosynthetic Active Radiation) de la radiación solar incidente, $\varepsilon_c \approx 0,48$.

ε_b ($kgMS / J_{PAR}$) es la eficiencia de conversión del PAR en materia seca, que va en función de la temperatura del aire.

A menudo, Veroustraete *et al.* (2002) ε_b sigue una función de campana, que presenta un máximo en los 22°C y se acerca a cero para valores de temperatura inferiores a 0°C y superiores a 40°C. La temperatura de obtiene por re-análisis de los datos meteorológicos.

10.000 es el factor de conversión de los metros cuadrados a hectáreas.

Método de estimación

de la productividad anual de biomasa

La cantidad de materia seca producida anualmente es calculada al final del invierno por acumulación —en cada píxel—, de la productividad cotidiana mostrada por la década de la DMP —el conjunto de diez días—. Como la zona considerada no recibe agua sino durante la estación de lluvias, la vegetación producida durante esos meses puede ser considerada como la producción total anual. El resultado obtenido es la productividad total del año considerado, expresada en kgMS/ha.

En el Sahel, la estación de crecimiento está definida anualmente entre la primera década de abril y la última de marzo, periodo que coincide con el máximo de la estación seca. Cuando las primeras lluvias aún no han llegado, y las plantas han paralizado su actividad de fotosíntesis a causa de las altas temperaturas y el estrés hídrico, se obtiene un valor acumulado —obtenido en el final del periodo de crecimiento— que da la productividad de biomasa anual definitiva.

$$Biomasa_{anual} = \frac{365,25}{36} \sum_{década=01,04,anual}^{21,03,anual+1} DMP_{década}$$

El coeficiente multiplicador expresa la duración media de una década por día (día/década).

Figura 9
Producción de biomasa vegetal en el 2007 en Mali y Níger

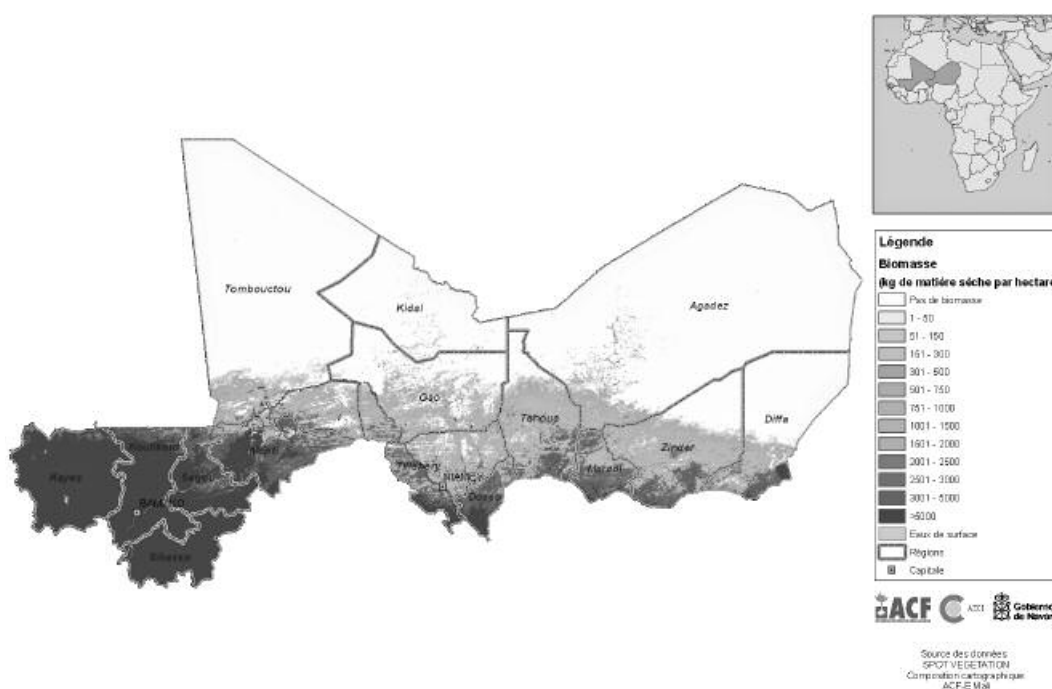
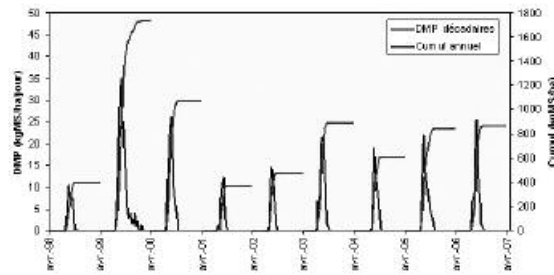


Figura 10

Perfil temporal de la productividad de materia seca DMP, y de la acumulación en la estación de crecimiento, por cada píxel en estepa abierta (open grassland) (16°N : 5°E)



Más allá de los resultados de los mapas (figura 9), los datos de biomasa así calculados pueden servir además a los puestos administrativos o ecológicos para el cálculo de tendencias y otras estadísticas, así como para el cálculo de la capacidad de carga —calculada considerando que solo el 30% de la biomasa total es consumible, y que una Unidad de Ganado Tropical (UBT, por sus siglas en francés) consume 6,25 kg de materia seca por día—. Este tipo de cálculos son particularmente interesantes en el marco de la gestión del sobrepastoreo, la implantación de puntos de agua para el pastoreo y otro tipo de problemáticas en la planificación de su espacio. Sin embargo, la utilización de estas herramientas por ACH-E, aunque efectivas, no son el objeto de este artículo.

Variaciones interanuales

Más que la cantidad absoluta de vegetación expresada en kg de materia seca, es la cantidad respecto a la normal que sirve como indicador pertinente en términos de alerta. En efecto, las estrategias de ocupación del espacio de pastoreo son definidas bajo la localización de los recursos anuales “normales”. Para el tratamiento de los datos se utilizan programas de SIG u otras hojas de cálculo y herramientas estadísticas. El cálculo de la cantidad total de biomasa, por diferencia respecto a la situación normal, será de utilidad para los ganaderos en la adaptación de nuevas estrategias, sobre todo en la modificación de sus rutas de trashumancia.

Para llegar a este análisis, el módulo desarrollado por ACH-E proviene de la comparación entre las acumulaciones anuales y el año normal, y los resultados son expresados bajo la forma de una imagen *raster* llamada “anomalías”. El año “normal” es calculado tomando en cuenta la media de las acumulaciones anuales desde 1998 hasta el día de hoy. La anomalía anual es calculada, píxel por píxel, como la diferencia entre las acumulaciones anuales del gráfico de DMP del año con-

siderado, con aquel del año medio; por tanto, ésta se expresa en porcentaje del año medio.

$$Anomalia_{anual} = 100 \cdot \frac{\sum_{década=01,04}^{década_{final}} DMP_{década}}{\sum_{década=01,04}^{década_{final}} DMP_{tipo\ década}}$$

Donde:

$decada_{final}$ corresponde a la tercera década de marzo (0321) si el año es completo; si no, a la última década disponible del año en curso.

Los mapas producidos permiten una buena visualización de las zonas deficitarias, de su localización y de su extensión. Éstos dan una idea relativamente precisa de la situación global del país. Los mapas 5 y 6 muestran la situación en 1999 (máxima pluviométrica de la serie temporal 1998-2007) y en el 2004 (año de la crisis nigeriana). Si en 1999 se constató una anomalía positiva largamente extendida, el año 2004 quedó marcado por un importante déficit en el conjunto de ambos países.

Filtrado temporal

Sabiendo que los sensores de los satélites son sensibles a diferentes tipos de perturbaciones atmosféricas, se aplica un sistema de filtrado preliminar a los datos, con el fin de eliminar los valores erróneos. La DMP está particularmente ligada al NDVI, que es a la vez muy sensible a las perturbaciones. Por tanto, la metodología utilizada integra una cadena de 4 filtros temporales:

- Un filtro de paso bajo, aplicado en los valores de NDVI sobre una ventana deslizante de 9 celdas con el fin de eliminar las variaciones bruscas y aisladas del NDVI; sinónimo de interferencias.
- Un filtro *low*, aplicado sobre los valores de DMP para eliminar las producciones insignificantes.

- Un filtro BISE (Best Index Slope Extraction) (Voivy et al., 1992), que evita las caídas bruscas del NDVI superiores al 28%; sinónimo de presencia de nubes residuales.
- El campo SM (Status Map), que acompaña los ficheros de NDVI de VGT4Africa, identifica todos los píxeles nublados, dudosos o invalidados.

Como resultante de esta cadena de filtros, todos los píxeles juzgados erróneamente ven reemplazado su valor inicial de DMP por una interpolación temporal entre el valor del mismo píxel de la década precedente y de la siguiente.

Las ventajas de este nuevo método, en comparación con el antiguo, residen en el hecho de que: los datos de DMP de VGT4Africa están disponibles de forma más rápida; los datos recibidos ya son expresados en cantidades absolutas (kg/ms/ha); la herramienta es totalmente automatizada, evitando las tareas de tratamientos largos y cansados; la resolución espacial es más fina (1 km); y finalmente, se aplica una serie de filtros temporales a los resultados para afinar con mayor exactitud.

Validación de los resultados

Los resultados obtenidos por las metodologías descritas anteriormente, son comparados con los resultados de medida de biomasa *in situ*. Estas comparaciones han sido realizadas a partir de

dos campañas de medidas llevadas a cabo de forma independiente por el Ministerio de Recursos Animales de Níger, y por el CESBIO.

Las comparaciones *in situ* de la cantidad de biomasa con las estimaciones satelitales muestran una buena correlación: $R^2=0,61$, y con un error cuadrático medio de $RMSE=387$ kgMS/ha en el conjunto de 120 puntos medidos. Ciertos puntos han sido descartados de la comparación, ya sea porque los valores medidos son aberrantes, o porque el punto presenta una situación geográficamente muy heterogénea asociada a una fuerte diferencia entre el valor medido y estimado. En 1999, durante la campaña de medidas del CESBIO, se obtuvieron resultados muy decepcionantes: $R^2=0,06$ y $RMSE=1329$ kgMS/ha. Si ese año fue particularmente lluvioso y con una productividad de materia seca superior a la normal, no se explica la heterogeneidad entre las medidas y las estimaciones.

Estas comparaciones permiten asegurar que bajo las gamas de cantidad de biomasa (0-2.500 kgMS/ha) y bajo este tipo de superficies (estepas y estepas dispersas), el método de acumulación de los datos de DMP brinda estimaciones fiables y precisas. Los resultados de nuevas medidas *in situ* del CESBIO son esperados para el mes de junio y permiten la realización de nuevas pruebas de validación.

Evaluar, comprender y cartografiar los movimientos de la población

La observación de la repartición espacio-temporal de los recursos naturales disponibles es ciertamente fundamental, pero no suficiente para un análisis detallado de los riesgos en las regiones de pastura. Estas observaciones deben, imperativamente, ser puestas en perspectiva con el conocimiento de la población sobre el modo de utilización del espacio. Efectivamente, un importante déficit anual de la biomasa en una zona que jamás ha sido utilizada por los ganaderos, no tendrá el mismo impacto que un ligero déficit en una zona tradicionalmente de concentración. Cabe mencionar que los grupos sociales han recurrido a diversas estrategias de ocupación del espacio. Así pues, en la región de Nidal, la población realiza movimientos circulares, a diferencia de la región de Gao, que los hacen orientados en dirección Norte-Sur. El conocimiento de estas diferentes realidades permite ver en perspectiva la disponibilidad de forra-

je con la ocupación del espacio por parte de la población, y por tanto, afinar el análisis de la vulnerabilidad y los riesgos. La comprensión del impacto de la variación de la pluviometría y de la vegetación pasa por el conocimiento de las diferentes zonas, sus realidades socio-geográficas y su complementariedad. Un sistema de alerta precoz en zonas de pastoreo debe situarse en la confluencia de los resultados de las observaciones por satélite, de la producción anual de biomasa y de su conocimiento del terreno de los pueblos que lo ocupan.

Concretamente, el primer trabajo consistió en identificar y delimitar las zonas agroecológicas. Como resultado de tantos años de trabajo en la región Norte de Mali, hoy en día, ACH-E cuenta con un cierto conocimiento de la misma, de sus realidades sociales y geográficas; y con la perspectiva de integrar esta experiencia en el SIG, se

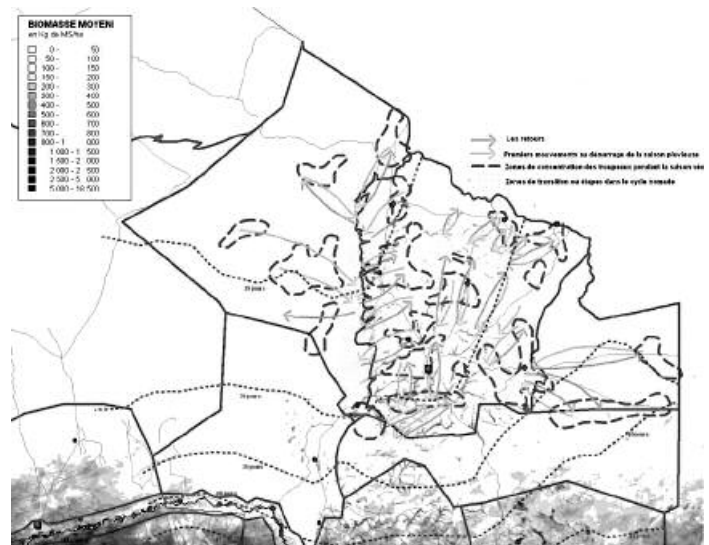
elaboró un primer trabajo de cartografía de la zona. Estas zonas fueron delimitadas según criterios geofísicos (geología, hidrología, presencia de zonas de pastura) y humanos (sistemas sociales, modelos de trashumancia).

En el seno de estas diferentes zonas, el siguiente objetivo es llegar a comprender, localizar y cartografiar el sistema de trashumancia. Los elementos clave de este sistema, objeto de una investigación realizada por ACH-E, son las zonas de concentración a lo largo de los diferentes periodos del año, las zonas de transición y los grandes ejes de movimiento.

La adquisición de estas informaciones se obtiene a través de biografía, estudios de terreno y recursos de personas encuestadas (servicios técnicos del Estado, proyectos de desarrollo de las zonas pastoriles, asociaciones de ganaderos, etcétera). Por el momento, están disponibles para la región de Gao, Nidal (figura 11), y en proceso de trata-

miento para Kayes. El objetivo consiste, de aquí en adelante, en ampliar estas informaciones al resto de zonas de pastoreo de Mali y Níger.

Figura 11
Mapa de movimientos en la región de Kidal



Ejes de cooperación y estrategia de acción

Actualmente, el trabajo de ACH-E en el ámbito de la alerta precoz y de la prevención de riesgos en las zonas de pastoreo se desenvuelve alrededor de dos ejes principales: por un lado, ligado a la investigación, con el objetivo de mejorar las metodologías de teledetección y del conocimiento de los sistemas de pastoreo; y por otro lado, transferir esta experiencia a los servicios nacionales responsables de los sistemas alerta en Mali y Níger. Por el hecho de ser una ONG, ACH-E no tiene el interés de permanecer por largo tiempo, por lo que es importante que la experiencia en materia de alerta sea transferida a nivel de país.

En lo que respecta a la investigación, se seguirán manteniendo los vínculos con el CESBIO, y se están desarrollando nuevos lazos con las instituciones regionales de investigación, como el Centro Regional AGRHYMET, y los centros nacionales, como el Instituto de Economía Rural de Mali y el Instituto Nacional de Investigación en Agronomía de Níger. La voluntad de ACH-E es de participar en la promoción de sinergias entre los diferentes institutos nacionales e internacionales de investigación, con el fin de conseguir relaciones que puedan asegurar un futuro desarrollo y la actualización de herramientas de teledetección.

Con respecto a la transferencia de competencias, los beneficiarios identificados son con prioridad los SAP de los dos países, así como el Sistema de Información sobre los Movimientos del

Ganado en Níger (SIMB, por sus siglas en francés). Es en este sentido que ACH-E brinda apoyo en material y acompañamiento, organizando talleres de formación en SIG y teledetección, y un seguimiento de apoyo técnico regular junto con las estructuras.

Después de un primer periodo, la transferencia de competencias se ha orientado principalmente hacia la alerta precoz. Sin embargo, estas competencias pueden ser utilizadas para otras problemáticas, sobre todo con aquellas relacionadas a la planificación territorial. En esta perspectiva, los actores como el Proyecto de Desarrollo de la Ganadería del Sahel Occidental (PRODESO, por sus siglas en francés) y de la Dirección Nacional de Producción Industrial y Animal (DNPIA, por sus siglas en francés) están asociados a las diferentes formaciones y beneficiarios de apoyo puntual.

Por último, el conjunto de las actividades realizadas en el marco de la alerta precoz son compartidas y capitalizadas al nivel de las iniciativas y proyectos sub-regionales que operan en el dominio, principalmente armonizadas bajo el Comité Inter-Estatal de Lucha Contra la Sequía del Sahel (CILSS, por sus siglas en francés), y el Sistema de Información sobre el Pastoreo del Sahel (SIPSA, por sus siglas en francés). Desde el punto de vista de las plataformas transnacionales, el objetivo es la difusión, a la mayor escala posible, de las metodologías y de la información producida.

Conclusiones

El rastreo de la biomasa por teledetección, junto a la cartografía de la ocupación del espacio, abastece a los responsables de la toma de decisiones de una herramienta simple y eficaz para el seguimiento de los riesgos del pastoreo, mitigando la principal laguna de sus sistemas de alerta precoz: la ausencia de tomar en cuenta las especificaciones del espacio de pastoreo.

Un esfuerzo ciertamente particular ha sido realizado en la transferencia de competencias hacia las estructuras nacionales, principalmente en el abastecimiento de material informático y logístico, y en la formación a los diversos agentes técnicos y a sus cuadros. Finalmente, la organización de talleres técnicos junto con los socios de ambos países, permitió poner en contacto a los actores en la temática de la vulnerabilidad pastoril.

En el marco de un programa de tres años, financiados por la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y del Gobierno de Navarra,

ACH-E continúa trabajando en la transferencia de competencias, interviniendo simultáneamente en la mejora de las comunicaciones (espacio web, boletines mensuales, etcétera). Han sido identificados los ejes para la mejora del sistema de alerta precoz y son objeto de nuevos trabajos de investigación (seguimiento por teledetección de la sobreexplotación de la biomasa a lo largo de la estación seca y de la evolución de las aguas superficiales, así como la mejora de la cartografía social de la zona).

Sin embargo, estas guías para la mejora no deben ocultar la parte esencial: el sistema, aunque operativo, está aún gestándose y sus primeras pruebas se realizaron en el 2004. Convencidos de la eficacia de estas herramientas y de la utilidad para los gobiernos sahelianos, ACH-E trabaja actualmente para ampliar el módulo de tratamiento de datos SPOT a los países vecinos, con Mauritania como prioridad.

Referencias bibliográficas

- BAXTER, P. T. W. 1994. *Pastoralists are People: Why Development for Pastoralists not the Development of Pastoralism?* The Rural Extension Bulletin, no. 4.
- BROWN, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: a Primer*. [En línea] FAO Forestry Paper 134, <www.fao.org/docrep/W4095E/w4095e00.htm#Contents>.
- CIRAD y AGRHYMET. 2005. *Après la famine au Niger... Quelles actions de lutte et de recherche contre l'insécurité alimentaire au Sahel?* Dossier de presse, 1 de diciembre del 2005.
- FILLLOL, E., METAIS, T. y GÓMEZ, A. 2008. *Estimation de la quantité de biomasse sur la zone Sahélienne Mali-Niger par télédétection pour l'aide à la gestion de l'activité pastorale*, Space Application Congress (2008, Toulouse).
- GLC. 2000. *Global Land Cover* [en línea]. <www-gvm.jrc.it/glc2000>.
- JANICOT, S., TRZASKA, S. y POCCARD, I. 2001. *Summer Sahel-ENSO teleconnection and decadal time scale TSM variations*. Climate Dynamics.
- LEBEL, T., DESCROIX, L., MOUGIN, E. y PEUGEOT, C. 2004. *ORE CATCH-AMMA: Variabilité Climatique et Impact Hydrologique en Afrique le l'Ouest*, Atelier Expérimentation et Instrumentation (2004, París/CNRS).
- *Manuel de l'utilisation VGT4Africa* [en línea] première édition, 2006, <www.vgt4africa.org/Public Documents/VGT4AFRICA_manuel_utilisateur.pdf>.
- METAIS, T. 2004. *Présentation de la méthodologie et des résultats de l'outil cartographique mis en place par Action Contre la Faim au Mali*. Bamako: Acción Contra el Hambre.
- MONTEITH, J. L. 1972. *Solar radiation and productivity in tropical ecosystems*. Journal of Applied Ecology, no. 19, pp. 747-766.
- MYNENI, R. y WILLIAMS, D. 1994. *On the relationship between fAPAR and NDVI*. Remote Sensing of Environment, no. 19, pp. 200-211.
- NOAA. 2007. *Multivariate ENSO Index*. <www.cdc.noaa.gov/people/klaus.wolter/MEI>.
- PORTIER, T. 2003. *Evaluation de l'apport de la télédétection spatiale pour le suivi des zones pastorales Nord Sahéliennes*. Rapport de DESS, Science de l'info géoréférencée pour la maîtrise de l'environnement et la gestion du territoire, Université Toulouse le Mirail.
- SIPSA. 2005. *Mise en OEuvre d'un système d'information sur le pastoralisme au Sahel*, Note introductive préparée par l'Initiative Elevage, Environnement et Développement (LEAD) et le Groupement d'Intérêt Scientifique Pôle Pastoral Zones Sèches (PPZS).
- VEROUSTRATE, F., SABBE, H. y EERENS, H. 2002. *Estimation of carbon mass fluxes over Europe using the C-Fix model and Euroflux data*. Remote Sensing of Environment, no. 83, pp. 376-399.

Sistema de información catastral adaptado a la realidad del gobierno local en Ecuador

El caso de la Parroquia Vilcabamba (Loja)

Fabián Reyes Bueno

Laboratorio del Territorio, Departamento de Ingeniería Agroforestal, USC.

Aníbal González González

Centro Integrado de Geomática Ambiental (CINFA), Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

David Miranda Barrós

Laboratorio del Territorio, Departamento de Ingeniería Agroforestal, USC.

Rafael Crecente Maseda

Laboratorio del Territorio, Departamento de Ingeniería Agroforestal, USC.

El catastro constituye un elemento básico para administrar el territorio. Actualmente, las municipalidades de Ecuador empiezan a incursionar en este tema, pero a menudo la falta de experiencia produce el estancamiento de procesos y agotamiento de recursos. Para aportar en el fortalecimiento de estas iniciativas, el presente proyecto de cooperación interuniversitaria tuvo una doble finalidad: capacitar a técnicos locales en la creación e implementación de Sistemas de Información Geográfica Catastral (SIGC) y aplicar los conocimientos adquiridos mediante la puesta en marcha de un proyecto piloto a nivel local. Una vez analizada la realidad catastral y realizada la capacitación, se realizó e implantó el SIGC para la parroquia Vilcabamba (Ecuador). Se pudo concluir que es posible establecer SIGC eficientes en municipios con pocos recursos, si bien la sostenibilidad en el tiempo no queda garantizada.

Palabras clave: SIG, Planificación del Territorio, Investigación Predial, Sistema de Información Catastral, Desarrollo Rural, Cooperación Institucional, Capacitación Local.

El cadastre constitueix un element bàsic per a administrar el territori. Actualment, les municipalitats de Equador comencen a treballar en aquest tema, però sovint la falta d'experiència produeix un estancament de processos i esgotament de recursos. Per tal d'aportar en aquest enfortiment d'aquestes iniciatives, el present projecte de cooperació interuniversitària va tenir una doble finalitat: capacitar tècnics locals en la creació i implementació de Sistemes d'Informació Geogràfica Cadastral (SIGC) i aplicar els coneixements adquirits mitjançant la posada en marxa d'un projecte pilot a nivell local. Una vegada analitzada la realitat cadastral i duta a terme la capacita-ció, es va realitzar i implantar el SIGC per a la parròquia de Vilcabamba (Ecuador). Es va concloure que és possible establir SIGC eficients en municipis amb pocs recursos, malgrat que la sostenibilitat en el temps no queda garantida.

Paraules clau: SIG, Planificació del Territori, Investigació Predial, Sistema d'Informació Cadastral, Desenvolupament Rural, Cooperació Institucional, Capacitació Local.

The cadastre is a basic element for land administration. Nowadays, the municipalities of Ecuador start working on this fact, but usually the lack of experience produce processes stagnation and a resources exhaustion. For the strengthening of these initiatives, the present interuniversity development cooperation project has a double purpose: training of local technicians in creation and implementation of Cadastral Geographical Information Systems (CGIS) and application of acquired knowledge throw the development of a local level pilot project. Once analyzed the cadastral reality and fulfilled the training, it's been developed and implemented the CGIS in the parish of Vilcabamba (Ecuador). It's been concluded that it's possible to establish an efficient CGIS in the municipalities with few resources, although time sustainability is not guaranteed.

Key words: GIS, Land Planning, Property Investigation, Cadastral Information System, Rural Development, Institutional Cooperation, Local Training.

Antecedentes

“La tierra es un factor fundamental para la producción agrícola y está directamente vinculada a la seguridad alimentaria. Durante las pasadas dos décadas, se ha escrito mucho acerca de la tierra siendo una de las fuentes principales de aval, usada para obtener créditos [...]. La seguridad de tenencia es un cimiento importante para el desarrollo social y económico. Honorarios y tasas sobre la tierra son frecuentemente una fuente significativa de rentas del gobierno, particularmente a nivel local. Asegurar los derechos sobre la tierra es particularmente relevante para grupos vulnerables como pobres, mujeres y grupos indígenas [...]. La tierra ha sido una causa de conflictos sociales, étnicos, culturales y religiosos y muchas guerras y revoluciones se enfrentaron por derechos sobre la tierra. En toda la historia, virtualmente todas las civilizaciones han dirigido considerables esfuerzos para definir derechos sobre la tierra y establecer instituciones para administrar estos derechos –los sistemas de administración de tierras–”(Bell, 2006).

El catastro constituye un medio primordial para proveer información en todo sistema de administración de tierras, en el que se ven reflejadas todas las características de un territorio, y a partir del que se pueden fijar acciones orientadas a establecer la sostenibilidad en el mismo.

Como menciona Kaufmann y Steudler (1998): “[...] el tremendo progreso tecnológico, el cambio social, la globalización y la interconexión en aumento de relaciones comerciales con sus consecuencias legales y ambientales, han puesto en tensión los sistemas [catastrales] tradicionales, los cuales no pueden adaptarse adecuadamente a todos los nuevos desarrollos”.

En los últimos años son varias las iniciativas desarrolladas para orientar los sistemas catastrales. La declaración de Bogor (Indonesia) en 1996, propone “desarrollar modernas infraestructuras catastrales que faciliten mercados eficientes de tierras, protejan los derechos de tierras de la población, y apoyen a largo plazo el manejo de tierra y desarrollo sostenible; [...] facilitar la planificación y el desarrollo de infraestructuras catastrales nacionales para que ellos puedan servir completamente las escalables necesidades de grandes incrementos de poblaciones humanas” (UN-FIG, 1996). Una segunda iniciativa es “Catastro 2014” (Kaufmann y Steudler, 1998), que

propone, entre otras novedades, la consideración del “objeto territorial” como unidad básica, definido como la porción de territorio en el cual existen condiciones homogéneas dentro de sus límites.

Según Rajabifard (2007), las tendencias en las reformas catastrales varían de acuerdo al nivel de desarrollo de cada país. En países con nivel de desarrollo bajo es necesaria la construcción de capacidades, el acceso a fondos financieros y la mejor coordinación de proyectos e iniciativas catastrales.

En varios países hispano-americanos, se están realizando esfuerzos para integrar catastro y registro, renovar las leyes catastrales e implantar Sistemas de Información Corporativos para mejorar la gestión de recursos y de información (Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo de la Organización de Estados Americanos, 2004).

“El catastro constituye un medio primordial para proveer información en todo sistema de administración de tierras [...] y a partir del que se pueden fijar acciones orientadas a establecer la sostenibilidad en el mismo.”

Desde 1964, en Ecuador se ha venido desarrollado una serie de iniciativas relacionadas con la distribución equitativa de la propiedad de la tierra, así como intentos para integrar esta información en un sistema catastral centralizado. El último cambio importante (que no contó con el apoyo económico, tecnológico, humano ni normativo) fue la descentralización de las competencias de gestión catastral a los municipios. Cada bienio, éstos son los responsables de la actualización y valoración del catastro (urbano y rural), y tienen autonomía para establecer sus propias normas en la realización de estas tareas.

En este contexto, el Laboratorio del Territorio¹ de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), a través de la ejecución de proyectos de cooperación al desarrollo en la zona, ha venido construyendo capacidades de investigación en la administración de tierras. Por su parte, el Centro Integrado de Geomática Ambiental² (CINFA) de la Universidad Nacional de Loja (UNL), ha desarrollado actividades vinculadas al desarrollo sostenible, la ordenación del territorio y la formación de capacidades, especializándose en el campo de la geomática.

¹ www.laborate.usc.es
² www.cinfa.edu.ec

A partir de un convenio de cooperación interuniversitario, estas dos instituciones vienen desarrollando varias actividades conjuntas. Una de ellas es el proyecto ejecutado en el 2004, encaminado a transferir tecnología y conocimientos en ordenación territorial y SIG a técnicos del CINFA, a través de la puesta en marcha de un proyecto piloto para inventariar en SIG todas las infraestructuras y equipamientos de la parroquia Vilcabamba, que llevó a ofrecer a la colectividad una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) local (Reyes, 2006). Como conclusión de este proyecto se puso de manifiesto la carencia, tanto de información catastral como de medios técnicos y humanos para obtenerla, por lo que se planteó el proyecto “Creación de un Sistema de

Información Catastral para la parroquia Vilcabamba, cantón Loja (Ecuador)”, ejecutado en los años 2006 y 2007, y financiado por la Xunta de Galicia, España.

Los objetivos planteados en este proyecto fueron:

- Capacitar en la creación e implementación de Sistemas de Información Catastral a los técnicos locales, para que la incorporen en la toma de decisiones y en la gestión local y puedan extenderla al resto del territorio del cantón.
- Crear un Sistema de Información Catastral de la parroquia de Vilcabamba.

Área de Estudio

Vilcabamba es una parroquia rural que se encuentra entre los 1.400 y 3.760 msnm, al Sureste de la provincia de Loja, en el Sur de Ecuador. Tiene una superficie aproximada de 156 km² y una población, que para el año 2004, alcanzaba los 3.936 habitantes. Cuenta con una gran riqueza paisajística, y goza de una importante demanda turística relacionada a sus recursos naturales y al interés por conocer la razón de la longevidad de muchos de sus habitantes. Por esta razón, son cada vez más los extranjeros residiendo en la zona, con lo que el recurso tierra se ha visto sometido a una presión cada vez mayor, haciéndose urgente una adecuada administración de tierras por parte de las autoridades locales.

Metodología

Fase I: Requerimientos

Para determinar los requerimientos del proyecto, una de las primeras actividades fue establecer los límites legales a través de la revisión de leyes y reglamentos vigentes que lo afectaban. Se realizaron contactos con instituciones y profesionales especialistas en levantamiento y actualización catastral, que colaboraron en la capacitación y puesta en marcha del proyecto. Además, fueron analizados proyectos ejecutados a gran escala, entre ellos: el Programa de Regularización y Administración de Tierras Rurales, ejecutado a partir del 2002; el Proyecto de Interconexión Catastro-Registro, ejecutado a partir de 1997; y el Proyecto Catastro, Titulación y Registro, ejecutado en 1989, entre otros. Finalmente se mantuvie-

Figura 1
Ubicación espacial de Vilcabamba en Ecuador



ron reuniones con todos los actores locales involucrados, entre ellos los responsables de avalúos y catastros del Municipio, el director provincial del Instituto Nacional de Desarrollo Agrario (INDA), y el registrador de la propiedad. Todos ellos, además de explicar la estructura de la información que gestionan, estuvieron abiertos a colaborar con el proyecto.

Con todas estas actividades realizadas fue posible establecer el esquema de un Sistema de Información Catastral objetivo y las capacidades humanas necesarias para llevarlo a cabo.

El equipo técnico estuvo conformado por personal del CINFA y externo, y fue capacitado para llevar a cabo tareas como: corrección diferencial

para la elaboración de las ortofotografías, manejo de GPS de precisión, fotointerpretación, manejo de estación total, manejo de *software* libre e investigación predial. Esta capacitación estuvo a cargo de las instituciones y profesionales inicialmente contactados.

Fase II: Diseño

Con el grupo de profesionales contactados se definieron los criterios para la obtención de la información en todas las fases del levantamiento, primero los del catastro de rústica y luego los de urbana. Las fases definidas fueron: determinación de la información a recopilar; delimitación del área de estudio; delimitación de área urbana y rural, zonas y sectores (manzanas); codificación catastral; metodologías de levantamiento de cartografía catastral; y metodología de investigación predial.

Con todo esto se establecieron los alcances del SIGC, que debería ser capaz de cumplir las siguientes tareas: manejar información geográfica catastral (edición y actualización de los predios) y alfanumérica (fichas catastrales: registro –o alta–, modificación, y eliminación –o baja–; realizar consultas sobre atributos propios de cada predio –propietario, área, cultivo, ubicación y más atributos que se consideren importantes–, y atributos comunes entre ellos, como fincas vacacionales, terrenos con o sin riego, terrenos con áreas menores a 1 ha, terrenos en zonas de amortiguamiento, entre otros); imprimir planos de los predios, ficha y certificado catastral; y desarrollar la arquitectura cliente-servidor.

Fase III: Implementación

Previo a Fase de campo

Se generó una ficha predial rural acoplada a la realidad territorial de Vilcabamba, y con la finalidad de generar información estandarizada, se mantuvo la ficha predial urbana manejada por el Municipio de Loja.

Para la delimitación predial rural se evaluaron varias alternativas de obtención de fotografías aéreas de la parroquia. Luego de analizar costes, y sobre todo los tiempos de entrega al contratar la realización de un vuelo aerofotogramétrico, se resolvió trabajar con fotografía a escala 1:60.000, escaneada con una resolución de 14 micrones y ampliada mediante técnicas fotogramétricas a escala 1:12.000. El proceso de ajuste y rectificación de las fotos aéreas se realizó en el CINFA, recopilando primero puntos de control en el terreno.

Para el levantamiento catastral urbano se hizo necesaria la adquisición de una estación total, ya que pese a que el CINFA contaba con equipos GPS con precisión submétrica, éstos resultaron poco fiables para su utilización en el área urbana debido a las obstrucciones físicas existentes (construcciones).

El Municipio facilitó información analógica correspondiente a las fichas catastrales urbanas del área consolidada y algunos planos a nivel de manzana. La información fue digitalizada, como paso previo al proceso de actualización.

Fase de campo

Debido a la inexistencia de un documento legal que determinara el área de la parroquia en estudio, se definieron los límites contando con la participación de la comunidad y con documentos legales limítrofes de las parroquias vecinas. Fue necesario redefinir el límite urbano, ya que el área considerada hasta ese momento como tal, no cumplía con las características necesarias para serlo (de acuerdo con la Ley Orgánica de Régimen Municipal). Los criterios que influyeron en esta redefinición fueron: dotación de infraestructuras básicas, vocación de tierras y capacidad del Municipio para extender sus servicios básicos. Para ello se contó con la participación del jefe del Departamento de Avalúos y Catastros del Municipio de Loja y profesionales del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE) de la Universidad del Azuay.

Una vez realizadas las campañas de difusión, a través de las cuales se explicó el proyecto y las formas de colaboración de la población, y habiendo acreditado institucionalmente al personal técnico, se iniciaron las labores de obtención de la cartografía catastral.

Para organizar el trabajo de campo en el caso de los bienes inmuebles de naturaleza rústica y codificar las parcelas, el territorio fue dividido en zonas (tomando como referencia características de red vial, hidrográfica y de relieve), y sectores (definidos por la identificación de las personas con un barrio). El deslinde predial rural contó con la participación de los habitantes de cada barrio, quienes desde un lugar donde podían observar su casa, pudieron identificar los predios y reflejar sus límites sobre la fotografía aérea. Este proceso se llevó a cabo utilizando fotografía aérea (para terrenos de gran superficie) y GPS relational (para minifundios). La información fue ajustada a la red de puntos de control levantados en la parroquia, los cuales a su vez estuvieron ajustados a puntos geodésicos establecidos por el Instituto Geográfico Militar.

Figura 2
Proceso de delimitación predial

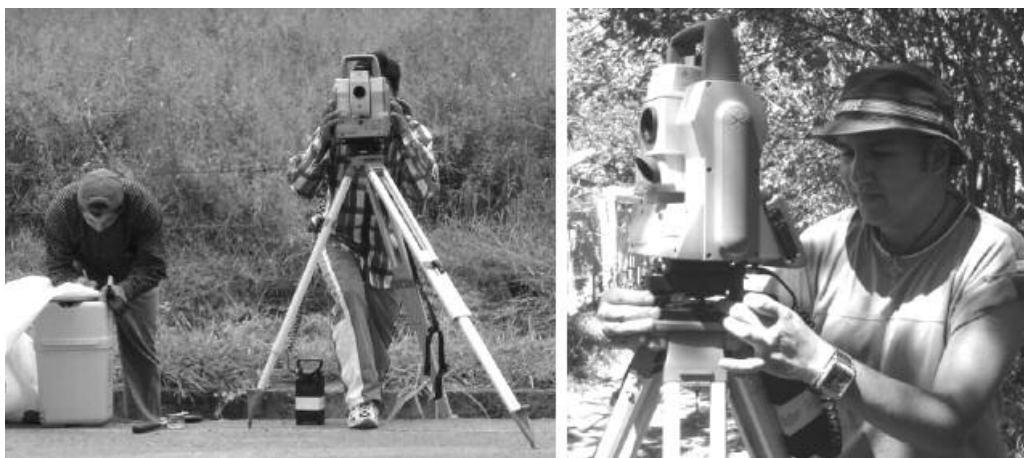


Para el deslinde de los bienes inmuebles de naturaleza urbana se conservó la división e identificación de zonas y manzanas (tomadas del límite urbano aprobado hasta ese momento). La delimitación de los predios tuvo su base en la información gráfica existente del catastro ejecutado en el 2003. Con el empleo de la estación total se delimitó cada una de las manzanas del área urbana y la longitud frontal de los predios; se analizaron las diferencias existentes con la información brindada por el Municipio, aunque en el caso de existir errores inferiores a la tolerancia

establecida (0,20 m), se tomó esta información como válida; en el caso contrario, se levantó íntegramente la información cartográfica faltante. Las viviendas no integradas en el catastro realizado por el Municipio también fueron levantadas con estación total.

Para complementar la investigación se procedió a cubrir la ficha predial, al mismo tiempo que se solicitó al titular catastral la información pertinente (cédula de identidad, escritura del predio o registro de la propiedad).

Figura 3
Delimitación de predios urbanos con estación total



Fase de laboratorio

A medida que avanzaba la fase de campo del proyecto, la misma iba siendo verificada, corregida (en algunos casos) e integrada al SIGC.

La elaboración del SIGC fue realizada a través de *software* comercial (Visual Basic .NET para el desarrollo de la aplicación) y *software* libre (MySQL para la gestión de la base de datos alfanumérica, y MapWindow para el desarrollo del módulo geográfico).

Resultados

1. El equipo técnico del CINFA ha sido capacitado en levantamiento y actualización catastral de urbana y rural, manejo de estación total, procesamiento de información, tecnología SIG con *software* libre, y valoración catastral rural.
2. Hubo cooperación entre la Universidad Nacional de Loja y el Municipio de Loja. El Municipio aportó toda la información existente sobre el catastro de la parroquia y se comprometió a incorporar el nuevo catastro a sus registros y tratar, en lo posible, de replicar la experiencia a otras parroquias del cantón; por su parte, la Universidad Nacional de Loja se comprometió a entregar al Municipio la información digital resultante del proyecto (en formato SIG) y a capacitar al personal técnico en el uso y actualización del SICG.
3. Información a incorporar en el SIGC. El esquema de la estructura de la ficha predial rural y urbana se muestra en la figuras 5 y 6 respectivamente.

Figura 4
Actividades de capacitación de personal del CINFA



La información generada en el proceso de investigación predial es la siguiente:

La superficie urbana delimitada es de 177,4 ha, aprobada y elevada a ordenanza a inicios del 2007. En el área urbana fueron delimitadas 2 zonas, 81 manzanas y 909 predios. Unas 23 ha corresponden a vías, aceras y canales, siendo el área neta urbana de 153,84 ha; 599 predios tienen algún tipo de construcción, un 54,4% son utilizados para vivienda, y un 16% (148 predios) no cuenta con ningún servicios básico mencionado.

Figura 5
Estructura de la ficha catastral rural

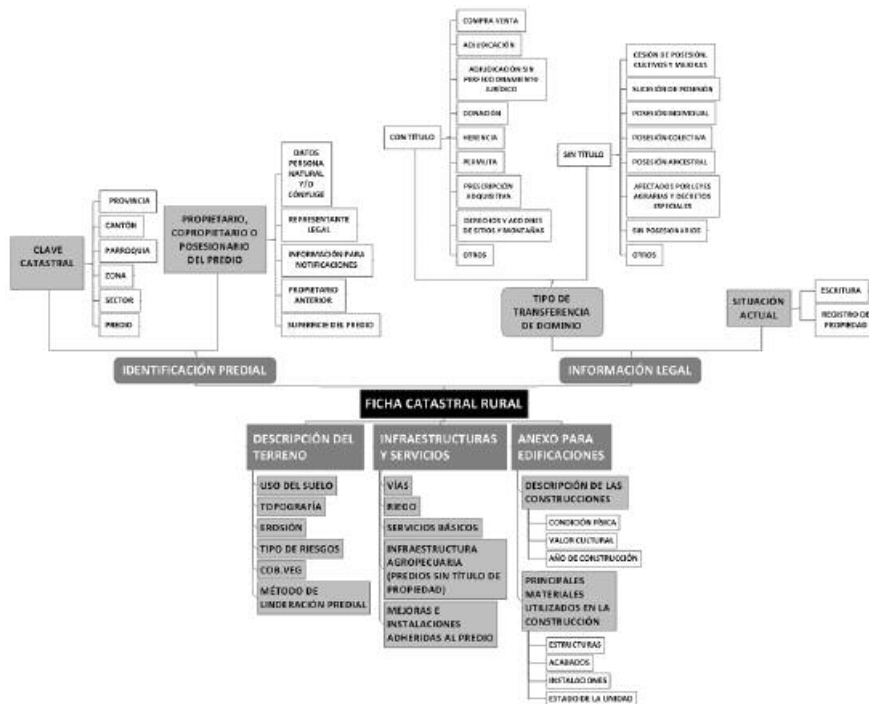
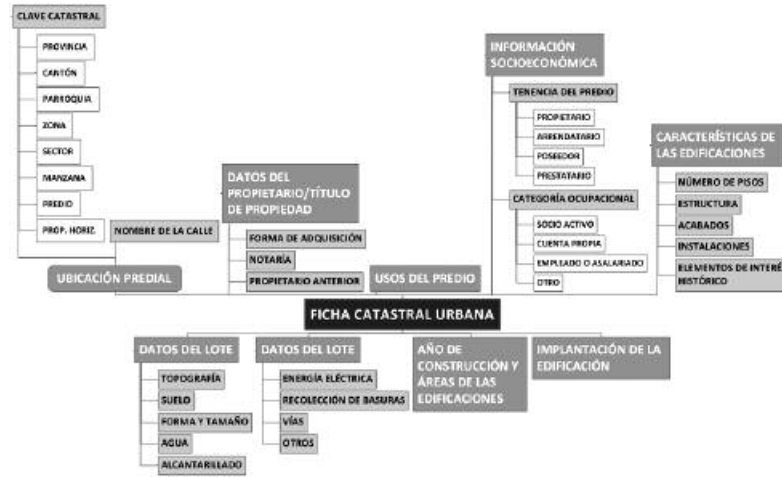


Figura 6
Estructura de la ficha catastral urbana

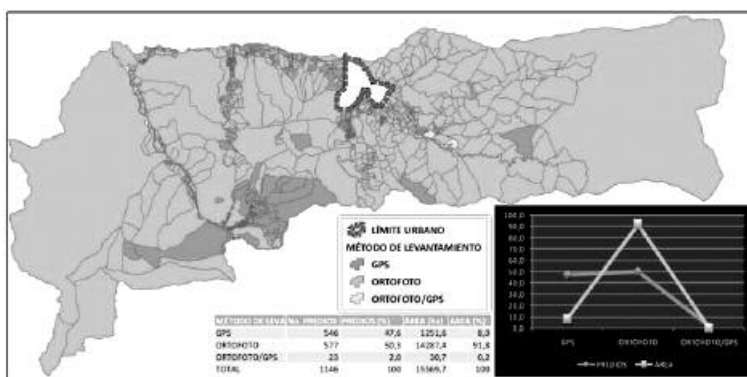


El área rural equivale prácticamente al 99% de la parroquia (con un área de 15.654 ha). Fueron delimitadas 4 zonas, 29 sectores y 1.146 predios. El área aproximada por predio es de 13,6 ha, de los cuales 546 fueron levantados con GPS de precisión, 577 con ortofotografía (92% del área rural), y 23 combinando ambas técnicas. El 16% de la propiedad pertenece al género femenino, el 71% de las parcelas están legalmente saneadas (sus propietarios poseen título de propiedad), la forma de traspaso de dominio más común es compraventa, seguido por adjudicación, herencia y donación. Únicamente el 3,3% del territorio está dedicado a actividades agrícolas.

Figura 7
Zonificación y plano manzanero del área urbana de Vilcabamba



Figura 8
Clasificación de predios por tipo de levantamiento



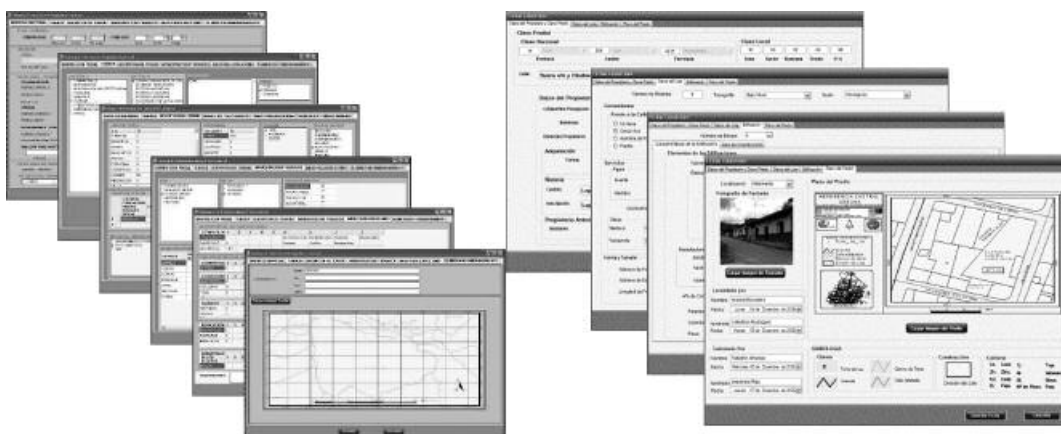
4. Elaboración del SIGC. El Sistema de Información Geográfica Catastral es el resultado de la integración de la información cartográfica (SIG) con la base de datos alfanumérica (fichas catastrales) de los predios. Cada uno de estos dos grandes componentes (urbano y rural) está integrado por varios módulos que permiten un manejo óptimo de la información, así como la presentación de resultados de forma rápida y eficiente.

El **Módulo de Administración**, diseñado para el control de acceso, agregación y eliminación de usuarios, y asignación de permisos, hace posible la configuración de parámetros de inicio del Sistema (provincia, cantón y parroquia), confiriéndole gran flexibilidad y versatili-

dad, pues con estas propiedades fácilmente puede funcionar en cualquier parroquia urbana o rural de Ecuador. Además integra un catálogo de barrios por parroquia, de manera que facilita su propia administración.

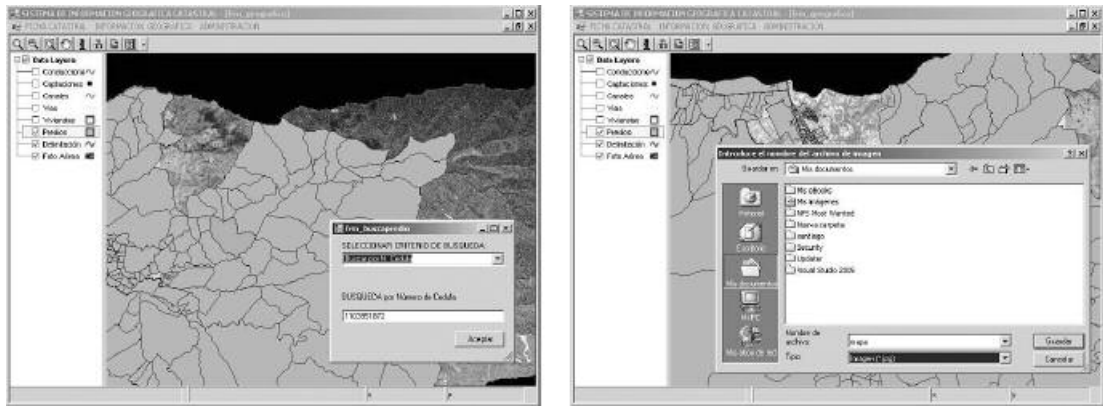
El **Módulo de Gestión de Fichas** considera la referencia catastral como única e irrepetible, y es a través de ella que se referencian los atributos de cada predio y sus elementos relacionados. Proporciona un método de búsqueda avanzada que permite filtrar información por todos los campos contenidos en la base de datos, de manera que la búsqueda de algún predio o propietario sea rápida y precisa.

Figura 9
Pantallas de inicio a fichas catastrales (componente urbano y rural)



El **Módulo Geográfico** incorpora herramientas que permiten al usuario utilizar funciones básicas de visualización y consulta. Además de la información predial, se ha incluido información de infraestructura (vías, canales de riego, conducciones de agua, captaciones, edificaciones) y la fotografía aérea del sector. Entre estas herramientas están: *zoom* (alejar, acercar, centrar), desplazamiento, información, búsquedas, exportación de una imagen del predio seleccionado, emisión de informes, y activar y desactivar las capas.

Figura 10
Ventana de búsqueda (izquierda) y exportación de imagen (derecha)



Además, este proyecto permite, por primera vez, al Municipio emitir certificados catastrales, para lo que fue necesario diseñar un modelo de tal objetivo, tanto para los predios rurales como urbanos de la parroquia. Ésto constituye uno de los resultados más destacables del presente trabajo, por su importante repercusión municipal.

Conclusiones y recomendaciones

- El proyecto piloto es replicable.
- El proyecto ha sido exitoso para la Universidad, ya que se han adquirido capacidades para integrar en este medio; pero lo será en su globalidad si resulta un trabajo útil para los gobiernos locales, de manera que sea utilizado de base o referencia para la obtención y conservación de la cartografía catastral y su posterior gestión.

Asimismo, se mencionan las siguientes recomendaciones para fortalecer tanto el proceso metodológico como los resultados del levantamiento catastral:

- Seguir desarrollando el SIGC para que se convierta en una herramienta corporativa que permita interactuar al departamento de avales y catastros con departamentos de la municipalidad, otras instituciones e incluso con usuarios de dicha información, para tener una actualización permanente de la información, incrementando su fiabilidad y fomentando su transparencia.
- Establecer, a través de ordenanza, paráme-

tros de calidad en la generación de información geográfica e investigación predial, así como un modelo de datos que permitan tener un grado de certeza de la información recopilada, y homogeneizar la información en todo el cantón.

- Replicar experiencias de algunos cantones de Ecuador en la participación de diferentes instituciones en el mantenimiento y actualización catastral.
- Fortalecer el manejo de *software* libre para la ejecución de tareas de actualización catastral.
- Fortalecer relaciones entre instituciones vinculadas a la administración territorial (INDA, registradores, notarios, Universidad...), con la finalidad de multiplicar beneficios reduciendo costos de implementación conjunta de Sistemas de Información Catastral.
- Valerse de esta experiencia y de otras a nivel nacional, que permitan establecer estándares para la puesta en marcha de Infraestructuras de Datos Espaciales a nivel local o regional.

Referencias bibliográficas

- Agencia Interamericana para la Cooperación y el Desarrollo de la Organización de Estados Americanos. 2004. *Taller de Trabajo para el Desarrollo de Sistemas de Catastro y Registro en el Ámbito Local. Experiencias de mejores prácticas en gestión municipal: Sistemas de Catastro y Registro en el Ámbito Local*. p. 53. Caracas.
- ALCÁZAR MOLINA, M. 2001. *El Catastro Rural en Ecuador* [en línea]. [Consulta: 6 de noviembre del 2006] <www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=57>.
- Asamblea Nacional Constituyente. Constitución Política de la República del Ecuador. 1998. [En línea]. [Consulta: 24 de mayo del 2007] <www.legislacionecuadoriana.org/docs/constitucion_politica_de_la_republica_del_ecuador.pdf>.
- BELL, K. 2006. *World Bank Support for Land Administration and Management: Responding to the Challenges of the Millennium Development Goals* [en línea]. FIG, ed. XXIII FIG Congress. Munich. [Consulta: 24 de febrero del 2008] <www.fig.net/pub/monthly_articles/november_2006/bell_november_2006l.pdf>.
- BERNÉ VALERO, J. L., FERMEÑA RIBERA C. y AZNAR BELLVER J. 2004. *Catastro y Valoración Catastral*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria. 1990. *El catastro en Europa*. Madrid: Subdirección General de Estudios y Estadística.
- *Codificación a la Ley Orgánica de Régimen Municipal*. Congreso Nacional de Ecuador. [En línea] 5 de diciembre del 2005. [Consulta: 23 de julio del 2007] <www.legislacionecuadoriana.org/docs/codificacion_de_la_ley_de_regimen_municipal_2.pdf>.
- *Derecho Ecuador*. Registro Oficial No. 249. [En línea]. 27 de septiembre del 2004. [Consulta: 20 de julio del 2007] <www.dlh.lahora.com.ec/paginas/judicial/PAGINAS/R.O.Septiembre.27.2004.Sup.htm#anchor1039811>.
- FRANCESCUTTI, D. 2002. *Regularización de la tenencia de tierras: evolución, costos, beneficios y lecciones: El caso de Ecuador*. FAO investment centre occasional paper series. No. 13, pp. 1-59.
- Instituto Nacional de Desarrollo Agrario. *Manual de Procedimientos de la Dirección de Catastro*. Quito: Inédito.
- KAUFMANN, J. y STEUDLER, D. 1998. *Catastro 2014: Una visión para un sistema catastral futuro*. FIG.
- *Ley especial de descentralización del Estado y participación social*. Congreso Nacional de Ecuador. 8 de Octubre de 1997. [Consulta: 20 de julio del 2007] <www.concope.gov.ec/archivos/LEY%20ESPECIAL%20DE%20DESCENTRALIZACION%20DEL%20ESTADO%20Y.pdf>.
- *Ley de Arbitraje y Mediación*. Ecuador. Congreso Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador. 1997.
- *Ley de Cartografía Nacional*. Ecuador. Congreso Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador. 1978.
- *Ley Reformatoria a la Ley de Desarrollo Agrario*. Ecuador. Congreso Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador. 2000.
- *Ley de Régimen Municipal*, Suplemento al Registro Oficial 331. Ecuador. Congreso Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador. 15 de octubre de 1971.
- *Ley de Registro*. Congreso Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador. 1966.
- LÓPEZ CHÁVEZ, J. 2005. *Historia y Evolución del Catastro en el Ecuador* [en línea]. Comité Permanente sobre el Catastro en Iberoamérica. [Consulta: 14 de julio del 2007] <www.catastrolatino.org/trabajos/BOGOTANOV2005/PONENCIA%20%20ECUADOR.pdf>.
- ORTEGA JARAMILLO, R. 2004. *Manual para Registradores*. Loja.
- RAJABIFARD, A., WILLIAMSON, I., STEUDLER, D., BINNS, A. y KING, M. 2007. Land Use Policy. Assessing the worldwide comparison of cadastral systems. Pp. 275-288.
- *Reglamento a la Ley de Cartografía Nacional*. Ecuador. Congreso Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador. 1991.
- *Reglamento de Avalúos de Predios Rurales*. Ecuador. Congreso Nacional de Ecuador. Quito, Ecuador. 1989.
- *Registro Oficial*, 869. 17 de Agosto de 1966.
- REYES, F., CORDERO, M., GONZÁLEZ, A. y CRECENTE, R. 2006. *Transferencia de tecnología para la creación de una IDE en la administración local de un país en desarrollo: experiencia entre la Universidad Nacional de Loja (Ecuador) y la Universidad de Santiago de Compostela (España)*. IX Conferencia de Infraestructura Global de Datos Espaciales (GSDI), 6 al 10 de noviembre del 2007, Santiago de Chile.
- UN-FIG. 1996. Bogor Declaration on Cadastral Reform. *Report from United Nations Interregional Meeting of Experts on the Cadastre* [en línea]. Bogor, Indonesia. [Consulta: febrero del 2006] <www.sli.unimelb.edu.au/research/publications/IPW/BrightonBogor.html>.

Uso de Sistemas de Información Geográfica para el análisis de la vulnerabilidad y selección de los *barangays* beneficiarios en la región de Bicol, Filipinas

Jorge Durand Zurdo

Consultor WASH & DRR
joduzu@gmail.com
Acción Contra el Hambre

Acción Contra el Hambre nos expone un caso práctico del uso de Sistemas de Información Geográfica para discriminar las poblaciones más vulnerables, llevando a cabo un análisis provincial, municipal y local de cinco indicadores: acceso a agua potable, acceso a instalaciones de saneamiento, índice de malnutrición, existencia de riesgos ante los desastres naturales y pertenencia a la misma cuenca hidrográfica en tres provincias de Filipinas.

Palabras clave: Análisis de Vulnerabilidad, *Barangays*, Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Acció Contra la Fam ens exposa un cas pràctica de l'ús de Sistemes d'Informació Geogràfica per a discriminar les poblacions més vulnerables, portant a terme un anàlisi provincial, municipal i local de cinc indicadors: accés a l'aigua potable, accés a instal·lacions de sanejament, índex de malnutrició, existència de riscos enfront desastres naturals i pertinença a la mateixa conca hidrogràfica en tres províncies de Filipines.

Paraules clau: Anàlisi de Vulnerabilitat, *Barangays*, Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG).

Action Against Hunger expose on this article the practical use of Geographical Information Systems to discriminate against the most vulnerable inhabitants, carrying out a provincial, municipal and local analysis of five indicators: potable water access, sanitation infrastructure access, malnutrition index, natural disaster risk existence and belong to the same hydrographic basin in three Philippines provinces.

Key words: Vulnerable Analysis, *Barangays*, Geographical Information Systems (GIS).

Introducción

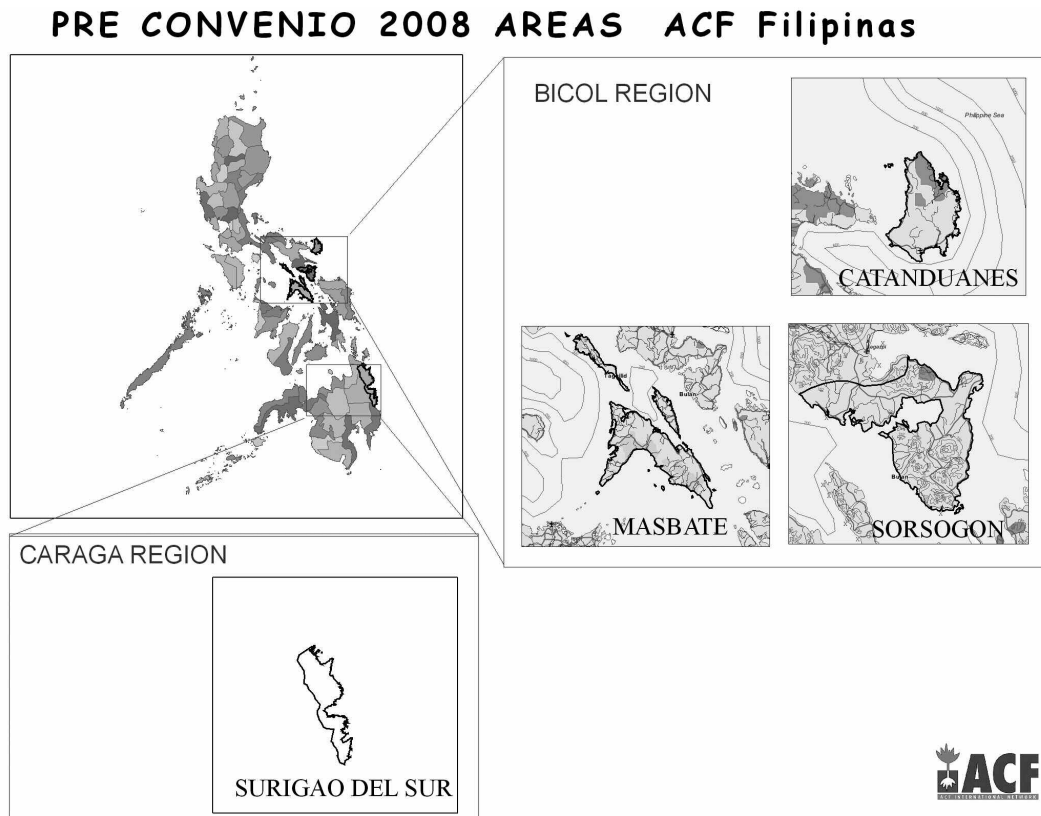
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son utilizados en múltiples áreas de aplicación. En el presente artículo se muestra cómo, mediante el uso de los SIG, se ha realizado un análisis de la vulnerabilidad a nivel provincial, municipal y local en diferentes áreas de Filipinas, para seleccionar aquellos *barangays* (aldeas o pueblos) en los que se presenten valores por debajo del mínimo estándar en los datos referentes a tres principales indicadores: acceso a agua potable, acceso a instalaciones de saneamiento e índices de malnutrición. Estos indicadores son utilizados para generar el índice de vulnerabilidad. Como criterios de selección de los *barangays* beneficiarios se han tomado en cuenta tres factores:

- índice de vulnerabilidad elevado (acceso a agua potable, acceso a instalaciones de saneamiento e índices de malnutrición),
- relación de pertenencia a la misma cuenca hidrográfica,
- existencia de riesgos geológicos presentes en la zona.

Tras seleccionar los *barangays*, basándose en la coincidencia de éstos tres factores, el equipo de investigación contrastó los datos con autoridades locales y personas representativas de la comunidad para dar el siguiente paso, en el que se realizó una toma de datos y análisis a nivel rural, donde 5 personas llevaron a cabo análisis rurales participativos para identificar problemas y recursos existentes en las comunidades, con el fin de definir objetivos, resultados, actividades, e indicadores que se pretenden alcanzar durante la implementación del programa, siguiendo la estructura del ciclo de proyecto.

Todo ello dentro del marco de la formulación del Convenio “AECID N 07-CO1-029 Mejora del nivel de vida de la población filipina fortaleciendo el sector productivo rural, la gestión de los recursos hídricos y la preparación frente a los desastres naturales”, que tuvo lugar del 15 de noviembre del 2007 al 15 de marzo del 2008.

Figura 1
Mapa de localización de las provincias seleccionadas para la formulación del Convenio



La metodología para el uso del SIG se resume en las siguientes fases:

1. Establecimiento del criterio de vulnerabilidad.
2. Elaboración del modelo conceptual.
3. Recogida y procesamiento de datos.
4. Análisis.
5. Presentación.
6. Selección de los *barangays* beneficiarios.

Metodología

Establecimiento del criterio de vulnerabilidad

La finalidad de esta fase fue establecer la base de actuación para todo el sistema, enfocando claramente sus objetivos. Para eso, se realizaron sucesivas reuniones con el personal responsable de Acción Contra el Hambre (ACH), con el fin de identificar los criterios y datos necesarios para seleccionar los *barangays* susceptibles a intervención.

Se inició identificando los criterios que definirían la selección de los *barangays* más vulnerables, con el objetivo de llevar a cabo la recogida de datos primarios por medio de evaluaciones rurales participativas en aquellos *barangays* seleccionados; es decir, ACH-Filipinas necesitaba un sistema que le permitiera identificar zonas en las que la población es altamente vulnerable, para priorizar su actuación en éstas.

Para ello, se recopiló información procedente de diversas fuentes, con el fin de preparar indicadores e índices de vulnerabilidad. Esta información sobre los tres índices mencionados anteriormente fue recogida a diferentes niveles (local, municipal y provincial). Posteriormente se realizó la clasificación de acuerdo a su nivel de severidad, desde alto (1) hasta bajo (5).

Tomando en cuenta ésto, el objetivo del SIG se definió como: “Almacenar, analizar y representar los indicadores e índices de vulnerabilidad sobre un mapa de la región de Bicol en Filipinas para identificar las zonas con un nivel de vulnerabilidad alto”.

Cada una de estas fases está compuesta por pasos más específicos que se detallan a continuación.

Elaboración del modelo conceptual

En el desarrollo de esta fase, se determinaron los requerimientos a nivel de *hardware*, *software* y datos. Se identificó la necesidad de implantar una base de datos para la gestión de la información, de manera que el ingreso, consulta, análisis y actualización de la información fueran tareas sencillas y eficientes.

En cuanto a los datos, se determinó la necesidad de tener un set de datos geográficos y alfanuméricos para que el sistema fuera completo y coherente. En primer lugar, por la necesidad de contar con mapas de información base, como límites administrativos a diferentes niveles, se realizó una serie de visitas a diferentes oficinas regionales y provinciales en las que se obtuvo la mayor parte de los datos en formato digital; en las entrevistas, el hecho de llevar una memoria USB y sentarse con la persona que manejaba el ordenador, estableciendo una relación de complicidad, facilitó en gran medida el éxito de esta fase.

A continuación se describe una serie de datos y fuentes de acceso a los mismos:

Tabla 1
Datos base recogidos durante la primera fase
Fuente: National Economic and Development Administration (NEDA), National Statistics Coordination Board (NSCB)

Conjunto de datos	Formato	Fuente
Límites de país (nivel administrativo 1)	Vectorial	Internet
Límites de regiones (nivel administrativo 2)	Vectorial	NEDA
Límites de provincias (nivel administrativo 3)	Vectorial	NEDA
Límites de municipios (nivel administrativo 4)	Vectorial	NEDA/NSCB
Límites de <i>barangays</i> (nivel administrativo 5)	Vectorial	NEDA/NSCB

Adicionalmente se requería información de contexto para la preparación de los mapas. La información que se consideró necesaria para llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2
Datos Base recogidos durante la primera fase
 Fuente: MGB: Mines and Geosciences Bureau

Conjunto de datos	Formato	Fuente
Carreteras	Vectorial	NEDA
Cuerpos de agua	Vectorial	NEDA
Cuencas hidrográficas	Vectorial	ACH Consultor
Índice de vulnerabilidad (agua, saneamiento, malnutrición)	Base de datos	ACH Consultor
Riesgos de erosión	Vectorial	MGB
Riesgos de inundación	Vectorial	MGB
Riesgos de deslizamiento	Vectorial	MGB

El índice de vulnerabilidad se ha generado con tres indicadores. En la tabla 3 se podrá ver el nivel, tipo y fuentes de recogida de datos en la unidad regional de Bicol.

Tabla 3
Datos indicadores recogidos durante la segunda fase

Nivel provincial	Nivel municipal	Nivel <i>barangay</i>	Indicador (%)	Fuente de información
Catanduanes	San Miguel	Solong Kilikilihan JMA Sta. Elena	HH acceso a agua potable HH con letrinas Malnutrición	- Rural Health Unit - Municipal Planning Development Office - NSCB
	Caramoran	Hitoma Salvación Lyao Guiamlong	HH acceso a agua potable HH con letrinas Malnutrición	- Rural Health Unit - Municipal Planning Development Office - NSCB
Masbate	Cawayan	Iraya RMB Pulog Calumpang Dalipe	HH acceso a agua potable HH con letrinas Malnutrición	- Rural Health Unit - Municipal Planning Development Office - NSCB
	San Pascual	San Pedro Iniwaran Mapanique San Rafael Santa Cruz	HH acceso a agua potable HH con letrinas Malnutrición	- Rural Health Unit - Municipal Planning Development Office - NSCB
Sorsogon	Donsol	Malinao Lourdes Cabugao	HH acceso a agua potable HH con letrinas Malnutrición	- Rural Health Unit - Municipal Planning Development Office - NSCB

Preparación de los datos

Exploración de los datos iniciales

El propósito de esta fase fue determinar el estado de los datos entregados por las diferentes oficinas gubernamentales para establecer la pertinencia de tareas de pre-procesamiento.

Los datos originales fueron suministrados por las diferentes oficinas gubernamentales que cubrían el área del presente estudio. Los formatos de entrega fueron archivos de MS Excel y *shapefiles* (.SHP) de ESRI, así como datos en formato papel.

Luego de una inspección inicial, se encontró que los datos eran disímiles entre las provincias y los municipios, no solo en valores, sino en los indicadores, nombres de indicadores y agregación espacial. Un examen más profundo reveló errores que incluían codificación incoherente, inexactitud espacial, valores faltantes o inusuales, entre otros. A partir de este análisis concluimos la necesidad de realizar un pre-tratamiento de todos los set de datos para resolver los problemas de formato, integridad y exactitud antes de integrarlos a la base de datos.

Pre-tratamiento de los datos iniciales

Hemos realizado diversos procesos con la finalidad de disponer un conjunto de datos coherentes, completos y geoméricamente exactos para toda la zona de estudio. En las siguientes líneas describimos los principales:

Datos alfanuméricos

Los indicadores están comúnmente referidos a valores porcentuales, excepto en algunos casos en los que se definen ratios por mil. Por otro lado, los nombres geográficos en castellano o palabras nativas están frecuentemente almacenados con errores ortográficos, debido a una errada codificación del sistema o del archivo. Se llevó a cabo una comparación y corrección manual para asegurar la correcta integración de las tablas en la base de datos de los mapas base a nivel de *barangay*.

Datos geográficos

Los datos geográficos requirieron una revisión exhaustiva y diversos procesamientos antes de ser integrados en la base de datos. La primera depuración consistió en seleccionar aquellos archivos que se ajustaban más al objetivo del presente análisis; se detectaron y documentaron los sistemas de coordenadas de referencia para asegurar una correcta proyección e integración

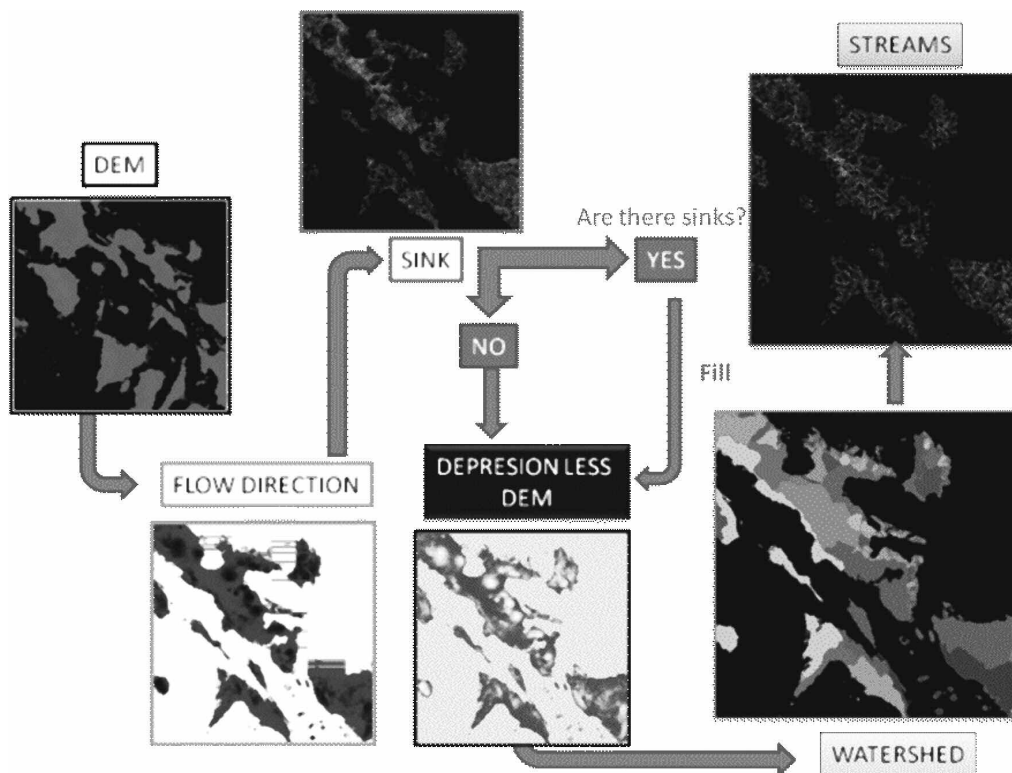
de las capas; se utilizaron diferentes transformaciones con el objetivo de unificar todos los archivos bajo un mismo sistema de referencia WS84; y finalmente, se revisaron y ajustaron los límites de diversos niveles político-administrativos para asegurar la coherencia entre ellos.

En algunos casos fue imposible corregir los límites, por lo que los datos se dejaron en su forma original, ya que los errores detectados no afectaban en mayor medida al objetivo del SIG; sin embargo fueron documentados para posteriores correcciones. Una vez realizadas todas las correcciones, los datos fueron importados a una *geodatabase* de ARCGIS.

A partir de la conceptualización realizada, se elaboró un modelo en formato de hoja Excel (.CVS), que serviría para la integración de los diferentes indicadores seleccionados con el objetivo de realizar la posterior integración en el SIG de manera uniforme. Una vez establecidas las tablas, se procedió al almacenamiento de datos para implementar el modelo físico del sistema.

En el caso de las entidades a nivel de cuenca, se realizó un procesamiento espacial utilizando la base DEM GTOPO90, de manera que tras el análisis se obtuvieron los mapas de cuenca hidrográfica a un nivel de micro cuenca.

Figura 2
Esquema de pasos para procesar un Modelo Digital de elevación del Terreno (MDT) para conseguir mapas de cuencas hidrográficas y de red hidrográfica



Análisis de los datos

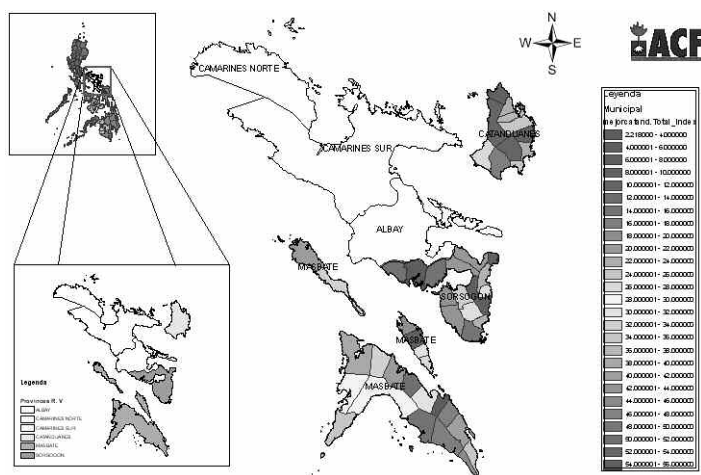
Una vez que se implementó la base de datos, procedimos a preparar en el sistema los procedimientos para el análisis de los mismos y la obtención de información de salida. Estos análisis se refieren a entidades concretas (nivel de municipios y nivel de *barangay*), donde el componente de análisis espacial es mínimo; por lo tanto, los métodos se implementaron directamente en la base de datos, escribiendo consultas en sintaxis SQL.

- Asignación de valores a municipios. Debido a que los valores almacenados están agregados a diferentes niveles, se preparó una consulta que recupera los valores al mayor nivel de desagregación posible, y los asigna a la

unidad territorial de tercer y cuarto nivel (municipio y *barangay*, respectivamente). Ésto se realizó para cada indicador.

- Cálculo de índices de severidad. A partir de la tabla Excel diseñada y de los valores originales de cada indicador, se construyó una consulta que re-clasifica de manera dinámica los valores a los diferentes niveles de severidad del 1 al 5, siendo en 1 el más severo.
- Cálculo de índices de vulnerabilidad. Se escribieron consultas para construir los índices globales a nivel municipal en cada una de las provincias (Masbate, Sorsogon y Catanduanes). Posteriormente, se realizó, a nivel de *barangay*, dentro de cada una de las municipalidades.

Figura 3
Mapa mostrando el índice de vulnerabilidad para cada una de las municipalidades que abarcan la zona de estudio



Cálculo de índices de vulnerabilidad

El uso de índices de vulnerabilidad, que resumen el valor de dos o más variables, es ampliamente utilizado en estudios socio-económicos y ambientales. Han sido utilizados dos métodos para calcular el índice de vulnerabilidad: el método de productos y el método de sumandos, ya que se consideró que cada uno de los índices tenía el mismo peso.

Método aditivo: El valor global es la suma simple de los valores de los factores. El resultado es

fácil de interpretar, pero el valor final depende del número de factores implicados, siendo difícil precisar el rango. Además se pueden utilizar valores negativos que disminuyen el valor final.

$$I = V_1 + V_2 + V_3$$

Acceso agua	Acceso saneamiento	Malnutrición	Índice
2	5	1	8
3	4	2	9
1	2	3	6

Método de productos: El valor global es el producto de los valores de los factores. Este método amplía el rango del resultado y también las diferencias entre valores. Se usa a menudo cuando hay interacción o potenciación entre los factores, como es el caso del presente estudio en el que se analizan las relaciones presentes entre los tres indicadores. Presenta problemas cuando existen valores nulo o cero.

$$I = V_1 \times V_2 \times V_3$$

En el diseño de la base de datos de ACH se ha implementado el método de productos para los índices de vulnerabilidad, por municipio y a nivel de *barangay*.

Acceso agua	Acceso saneamiento	Malnutrición	Índice
2	5	1	10
3	4	2	24
1	2	3	6

Re-clasificación y normalización

Algunas de las técnicas mencionadas requieren que las variables de las que se compone el índice compuesto estén normalizadas. En este sentido, la normalización significa que el rango de valores posibles y su significado sean equivalentes. Para ello existen dos posibles procedimientos: la re-clasificación y la normalización.

La **re-clasificación** es una técnica mediante la cual se asigna un valor a un conjunto de valores que cumplen con una característica dada. Por ejemplo, se han re-clasificado valores porcentuales de 0 a 100 de la siguiente manera:

Valor mínimo	Valor máximo	Nuevo Valor
0	25	1
25	50	2
50	75	3
75	100	4
100	>100	5

Aplicando una prueba lógica a los datos originales, se les asigna el valor re-clasificado correspondiente.

Valores originales			Valores re-clasificados		
v1	v2	v3	v1	v2	v3
41	100	49	2	5	2
24	23	48	1	1	2
65	26	54	4	2	3
51	2	82	3	1	5

Como se puede ver, el nuevo valor difiere del original y se pierde el valor relativo de un dato con respecto a los demás; por ejemplo, luego de la clasificación, los valores 2 y 23 se consideran iguales, mientras que al 24 se le asigna la mitad que al 26.

Este método es útil cuando el significado de los valores no es proporcional a su magnitud, o cuando se requiere discretizar o cualificar un dominio de datos continuo. Es necesario recordar que la re-clasificación puede ser distinta para cada variable.

Una segunda técnica para llevar datos a un mismo rango se denomina normalización, que quiere decir, mantener los valores relativos aunque se cambien los valores absolutos. La técnica más común de normalización es el cálculo del porcentaje.

Una técnica más adecuada para ciertos propósitos, es re-escalar los datos mediante una "normalización mínima-máxima", a veces llamada *stretching* (estiramiento), ya que se puede comparar con tener los datos marcados en un elástico y estirarlo o contraerlo al nuevo dominio de datos.

La fórmula general para esta técnica es:

$$V_n = \frac{(V_o - V_{\min}) \times (Q_{\max} - Q_{\min})}{(V_{\max} - V_{\min})} + Q_{\min}$$

V_n = Valor normalizado

V_o = Valor original

V_{\max} = Valor máximo del rango original

V_{\min} = Valor mínimo del rango original

Q_{\max} = Valor máximo del nuevo rango

Q_{\min} = Valor mínimo del nuevo rango

Aplicando esta fórmula para re-escalar los valores:

Tabla 5
Cálculo de índices de vulnerabilidad normalizados para las municipalidades de la provincia de Catanduanes

Municipio	Hogares	% Malnutrición	1/% Malnutrición	Malnutrición normalizada	% Hogares con letrina	Saneamiento normalizado	% Hogares con acceso a agua potable	Acceso a agua potable normalizado	Índice de vulnerabilidad productos	Índice de vulnerabilidad aditivo
Bagamanoc	1.879	23,0	3,3	1,75	75,8	4,02	57,0	3,26	22,92	9,03
Baras	2.190	22,5	3,2	1,79	77,9	4,11	51,6	3,05	22,44	8,95
Bato	3.497	17,1	2,7	2,34	55,1	3,19	56,5	3,24	24,23	8,77
Caramoran	4.293	32,1	4,2	0,81	60,4	3,40	70,8	3,82	10,46	8,02
Gigmoto	1.319	30,2	4,0	1,01	82,2	4,28	30,3	2,18	9,40	7,47
Pandan	3.181	33,9	4,4	0,62	68,9	3,74	67,8	3,70	8,64	8,06
Panganiban	1.581	22,3	3,2	1,82	93,9	4,75	85,1	4,40	38,00	10,97
San Andrés	6.059	16,5	2,6	2,41	63,2	3,51	52,8	3,09	26,13	9,01
San Miguel	2.387	26,8	3,7	1,35	67,7	3,70	34,3	2,35	11,72	7,39
Viga	3.431	17,6	2,7	2,30	80,8	4,23	41,9	2,65	25,74	9,17
Virac	1.202	24,4	3,4	1,60	60,2	3,39	52,9	3,10	16,81	8,09
Vmax		40			100		100			
Vmin		1			1		1			
Qmax		5			5		5			
Qmin		1			1		1			

Se puede observar que este método mantiene la proporcionalidad de los valores, pero llevándolos a un rango de 1 a 5. La ventaja del re-escalado es que podemos llevar datos de diferentes escalas a un dominio común para hacerlos comparables sin perder información.

Cálculo de otros indicadores para la selección de los *barangays*

Durante el proceso de selección de los *barangays* más vulnerables, una vez construido el índice de vulnerabilidad, se pasaron a definir otros indicadores para completar esta selección. En ese proceso se consideró, tanto las cuencas hidrográficas como los riesgos existentes en la zona. A continuación se muestra el esquema seguido durante el proceso de selección de los *barangays*:

"La ventaja del re-escalado es que podemos llevar datos de diferentes escalas a un dominio común para hacerlos comparables sin perder información"

Figura 4
Esquema resumen del proceso de selección de los *barangays* en la municipalidad de San Pascual

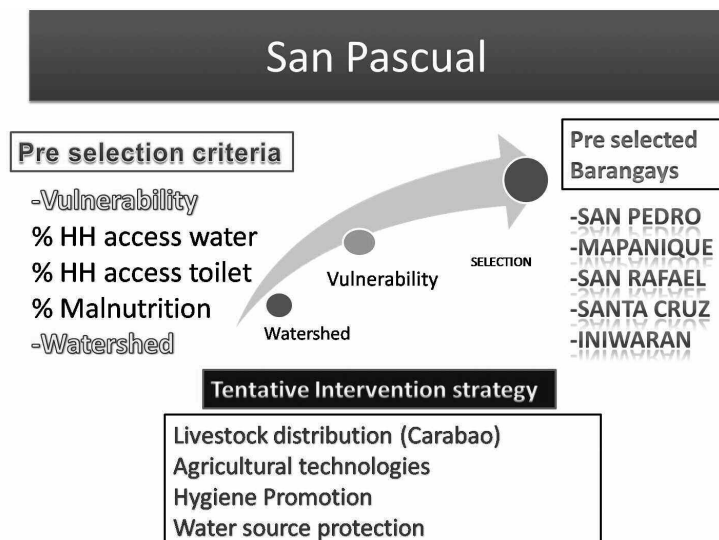


Figura 5
 Mapa de la municipalidad de San Pascual mostrando los resultados del análisis de vulnerabilidad

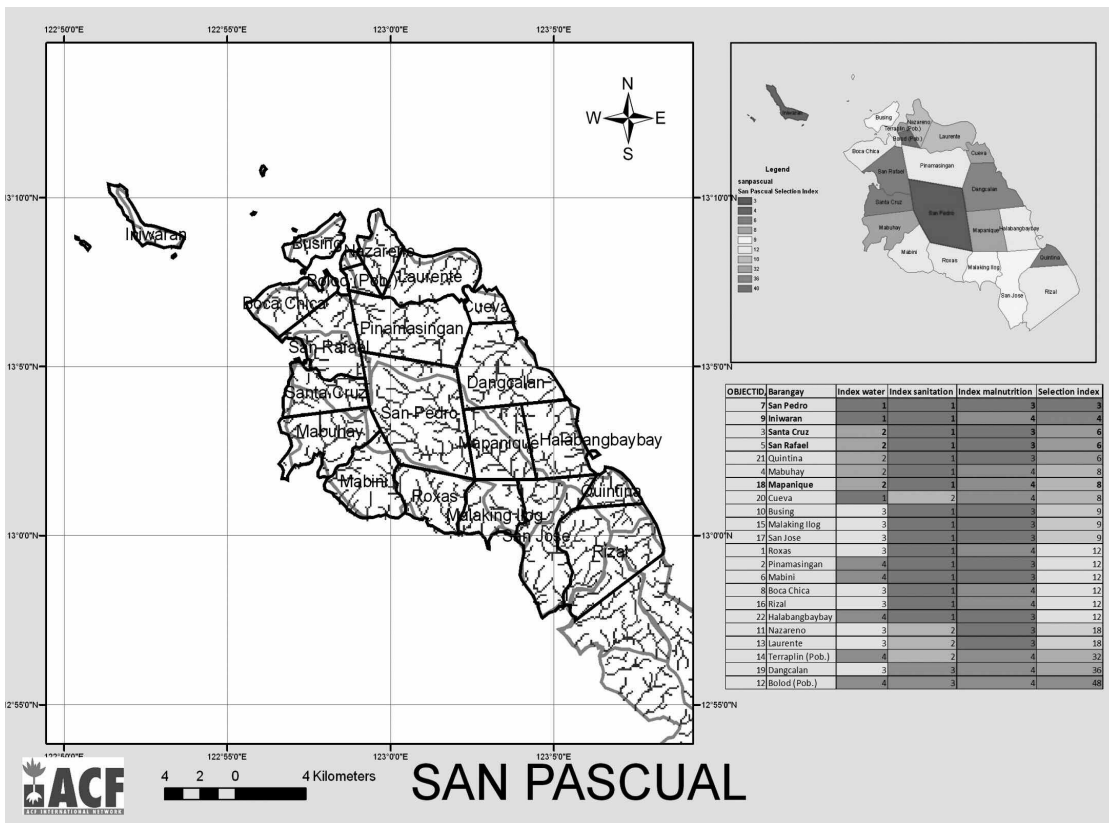


Figura 6
 Esquema resumen del proceso de selección de los barangays en la municipalidad de Cawayan

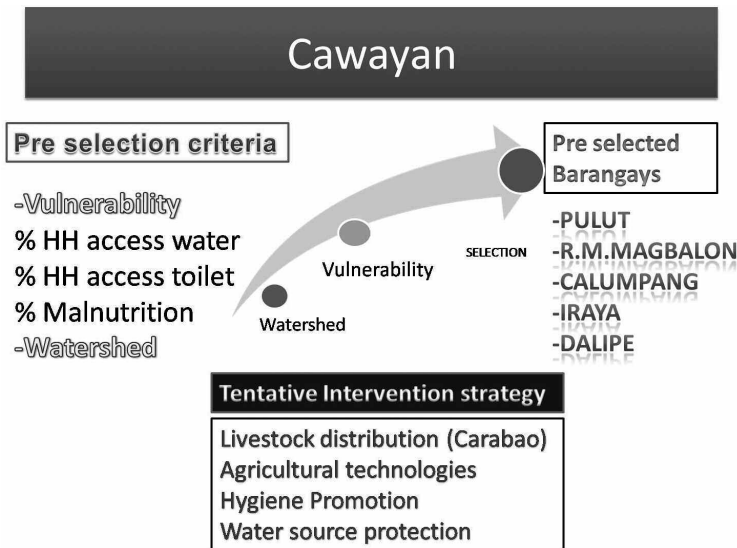
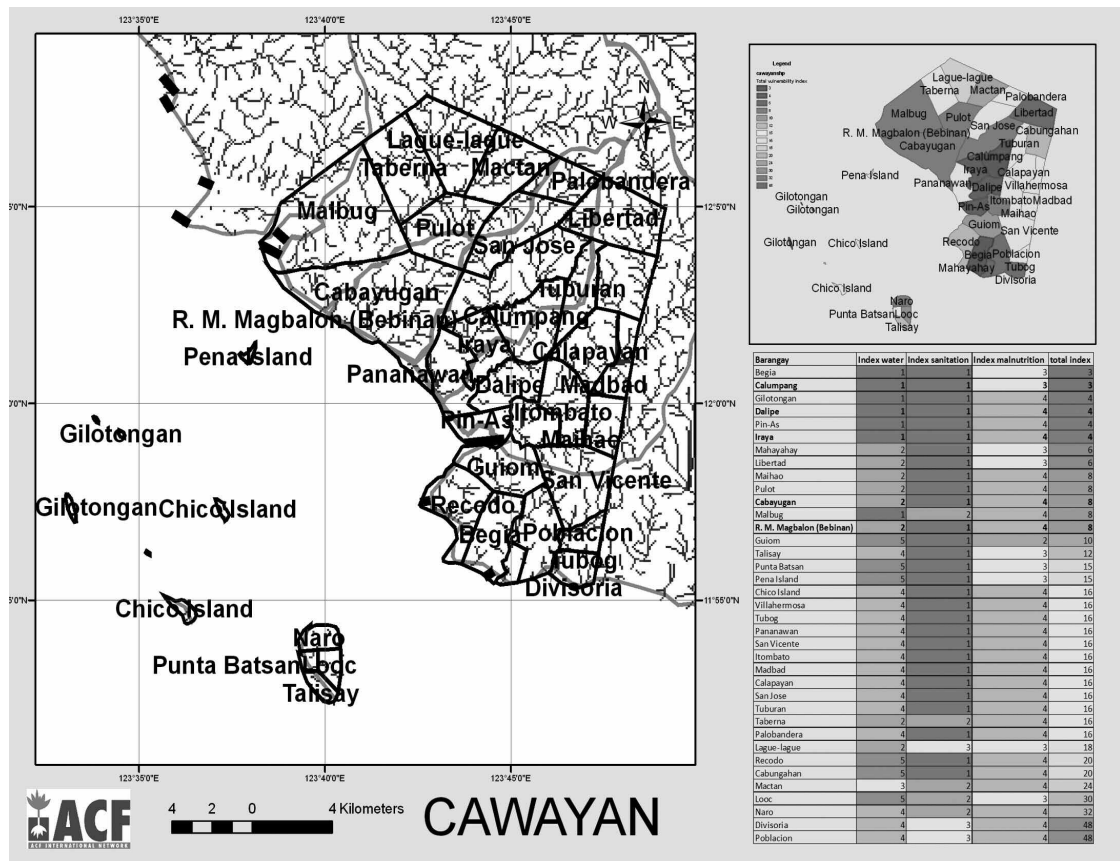


Figura 7
Mapa mostrando los resultados del análisis de vulnerabilidad en la municipalidad de San Pascual



Presentación y visualización

Funciones de Mapeo

Se ha escogido la representación de mapas basándonos en los índices de vulnerabilidad para visualizar los resultados debido a la facilidad de interpretación.

Las funciones de mapeo permiten elaborar mapas para cada uno de los indicadores, de los índices por sector y del índice global de vulnerabilidad.

Publicación y distribución

Con el sistema se pueden obtener los mapas de salida en *shape* para *software* SIG ArcGIS, y

existe la posibilidad de exportarlo para su uso en diferentes programas de *software* libre (ILWIS, GvSIG, GRASS). Se han establecido contactos con diferentes departamentos del gobierno local para la organización de un taller sobre el uso y aplicaciones de los SIG durante la implementación del proyecto, mediante el uso del *software* libre ILWIS, dado que ya existe esa base de conocimiento necesaria para el manejo de este tipo de programas.

Resultados

Los resultados obtenidos mediante este análisis han servido para discriminar en cuáles *barangays* se realizarían las posteriores Evaluaciones Rurales Participativas (PRA, por sus siglas en inglés), y determinar cuáles presentan mayor susceptibilidad para ser los beneficiarios.

Ha sido una herramienta de gran utilidad que ha facilitado la selección de *barangays* vulnerables en una área extensa y con cinco variables (acceso a agua potable, acceso a saneamiento, malnutrición, desastres naturales, pertenencia a la misma cuenca hidrográfica), lo que en un principio se presentaba como un reto para el equipo que formó parte de la formulación del Convenio, tras el tedioso proceso de la toma y procesado de datos, que siempre ha de tenerse en cuenta a la hora de planear la aplicación de los SIG en cualquier campo.

Se ha generado una base de datos para el posterior seguimiento y evaluación del proyecto. Esta base será utilizada para identificar futuros proyectos en estas áreas, así como realizar los análisis que se consideren oportunos para llevar a

cabo el seguimiento y la evaluación durante la fase de implementación. Estos clientes son el soporte visual del sistema y, en último término, el resultado final tangible, ya que en ellos el experto interpreta los mapas para identificar las zonas prioritarias de actuación.

Cientes SIG

La información del sistema es accesible, tanto a través de programas SIG libre –gvSIG, GRASS, ILWIS–, como de programas SIG privados –ArcGIS, Mapinfo–.

Su funcionamiento se basa en las funciones de unión para enlazar los datos alfanuméricos a las entidades geográficas a través de un identificador común (en este caso los nombres de la entidad territorial). Con las funciones de simbología, se construyen mapas de coropletas para representar los diferentes indicadores e índices compuestos.

A continuación se muestran ejemplos de mapas de indicadores de vulnerabilidad construidos en el transcurso del proyecto:

Figura 8
Mapa de vulnerabilidad mostrando la provincia de Masbate y las municipalidades de Cawayan y San Pascual

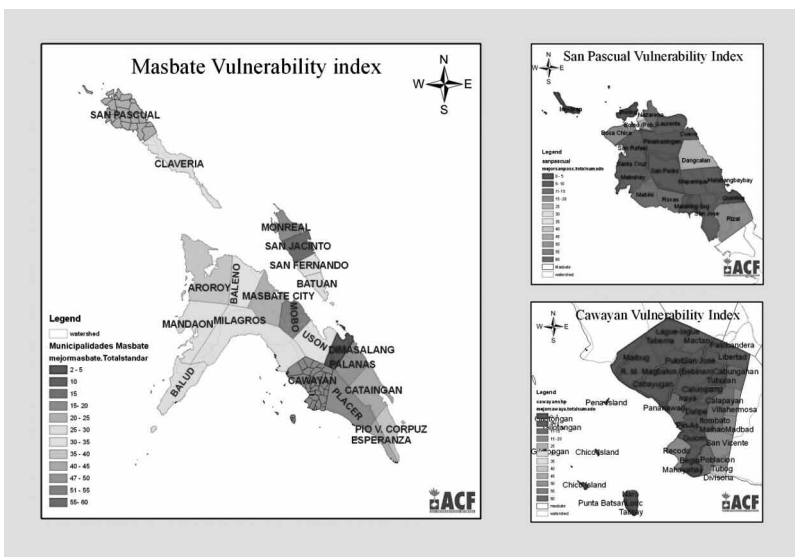


Figura 9 Provincia de Catanduanes, municipalidades de San Miguel y Caramoran Mapa de vulnerabilidad

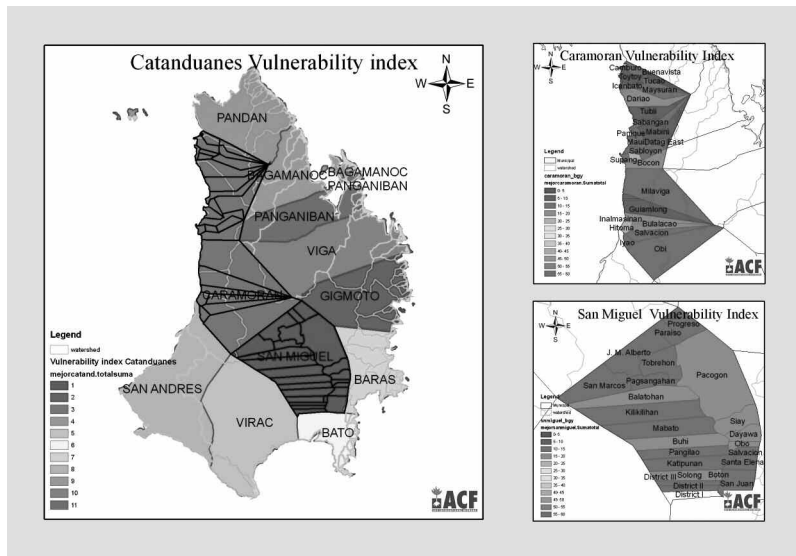


Figura 10 Provincia de Sorsogon, municipalidades de Donsol, Pilar y Castilla Mapa de vulnerabilidad

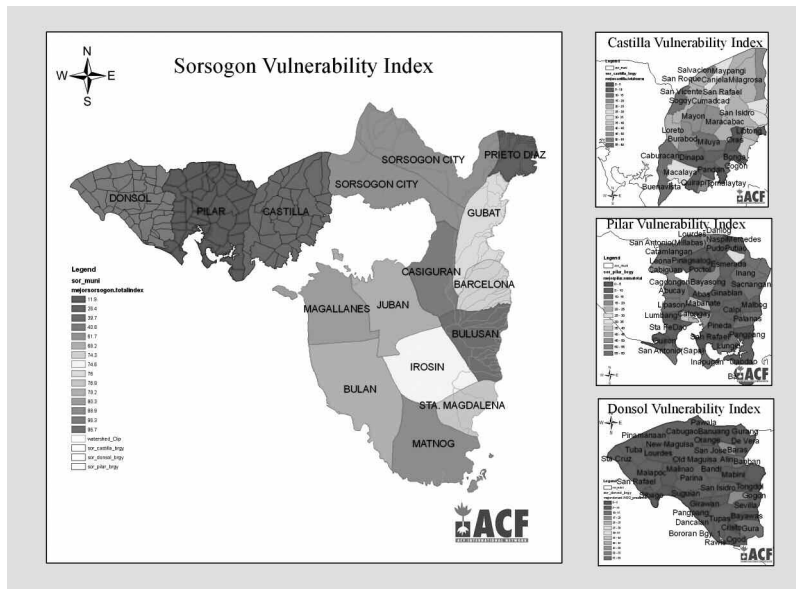
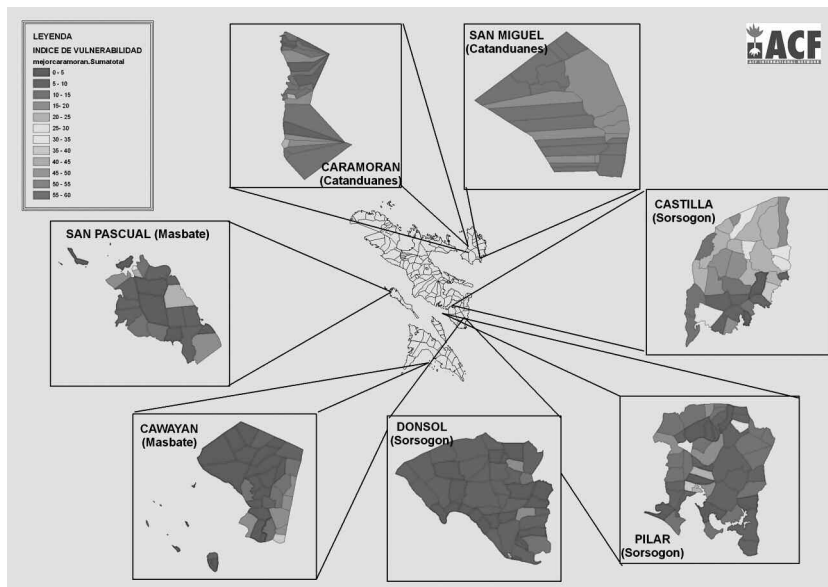


Figura 11 Comparación de las vulnerabilidades en las municipalidades seleccionadas





Editorial

El octavo monográfico de la revista lo hemos querido dedicar a las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) en su más amplia perspectiva, en respuesta a la necesidad de innovación y asimilación de este tipo de tecnologías por parte del mundo académico y, sobre todo, de las ONGD. Nuevamente, en esta edición quisiéramos agradecer a la Generalitat Valenciana a través de la Universidad Politécnica de Valencia y de ISF-Valencia, así como el apoyo del Vicerrectorado de Estudiantes y Empleo de la Universidad de Valladolid, sin olvidar a todo el equipo de Ingeniería Sin Fronteras (ISF) involucrado en esta publicación.

En el presente número abordamos un tema que consideramos clave dentro de las ONGD: la escasa utilización de las TIG en los proyectos de cooperación, por falta de recursos económicos o técnicos. Las ventajas que pueden ofrecer estas tecnologías son enormemente infravaloradas, y la modernización de las organizaciones implica debatir este tema en las estrategias de las mismas. Las TIG aglutinan multitud de técnicas, aplicaciones, sistemas y recursos orientados al tratamiento y análisis de la realidad geográfica, entre los que destacan como más conocidos los

(SIG), los GPS, las imágenes de satélite y la teledetección. Pero no sólo nos hemos propuesto mostrar tecnologías, sino también las posibilidades que ofrece Internet para conseguir una gran cantidad de Información Geográfica o compartir la nuestra con otros, y valorar el importante impacto que supone sobre las poblaciones vulnerables.

Además, ponemos sobre la mesa un debate abierto, y ya tratado en otra edición de Cuadernos, en lo que respecta a la utilización de *software* libre en las ONGD: las ventajas éticas y económicas que plantea su uso frente a los *software* privativos. Con el propósito de mantener una visión de terreno, presentamos casos prácticos en diferentes zonas geográficas y diversas temáticas, como catastros municipales, SIG urbanos, evaluación del acceso al agua en zonas rurales, aplicaciones sobre la trashumancia, campos de refugiados, operaciones de mantenimiento de la paz, etcétera. Tenemos la esperanza de que esta muestra de aplicaciones de las TIG, y de sus ventajas dentro de las ONGD, aporte nuevos conocimientos a todos nuestros lectores, y que puedan aplicarse en investigaciones o en la implementación de los proyectos.

Por otro lado, nos complace anticiparles una inminente reforma de Cuadernos, que pretende dar un mayor enfoque universitario a la revista, sin perder la visión práctica y de terreno de la que nos dotan las ONGD. Esta voluntad se traduce en una mayor participación de las universidades españolas en el patrocinio y aportación de artículos, así como también, en un aumento del prestigio editorial, con la creación de un nuevo equipo revisor que goce de reconocimiento nacional e internacional.

Al haber ido surgiendo, en los últimos años, nuevos másteres enfocados hacia una educación para el desarrollo, así como iniciativas para la promoción de la investigación en el ámbito de la cooperación al desarrollo, hemos creído adecuado dedicar anualmente, y de forma exclusiva, un número de Cuadernos a artículos variados de investigación o de casos prácticos sobre las Tecnologías para el Desarrollo Humano, para que docentes, investigadores y otros profesionales puedan compartir y difundir. Con esta premisa, invitamos a todas las universidades y personas que quieran aportar conocimientos y experiencias para intentar construir un mundo mejor, a participar del proyecto.



“[...] el modelo *software* libre, geográfico o no, se adapta a la cooperación de manera perfecta. El único problema por ahora es la sensibilidad de los que escriben los proyectos y luego los aplican”

Lorenzo Becchi

OSGEO-es

Por: **Carol Puig y Marc Pérez**

Fotografías: **Marc Pérez**

Lorenzo Becchi es licenciado en Ingeniería Agrónoma de Países Tropicales y Subtropicales por la Universidad de Florencia (Italia), Becchi ha trabajado como consultor de la agencia FAO de las Naciones Unidas, en el desarrollo de *software* de *webmapping*. Además, ha participado en diversos proyectos de cooperación: en Imbabura (Ecuador), en un proyecto de desarrollo agrícola con la Unidad y Cooperación para el Desarrollo del Pueblo (UCODEP, www.ucodep.org); en la ciudad de Cúcuta (Colombia), en ayuda humanitaria de emergencia con Cooperazione Internazionale (COOPI, www.cooopi.org); y en Kouribga (Marruecos), formando a jóvenes víctimas de las migraciones, en el uso de programas de *software* libre, también con COOPI. Su autoaprendizaje en informática lo ha llevado al mundo del *software* libre, como miembro activo de la comunidad de OSGeo de habla hispánica, italiana y portuguesa. Actualmente es uno de los desarrolladores de FOSS4G, que colabora principalmente con ka-Map!, una moderna interfaz de *webmapping* para UMN MapServer; y es el director del comité que organiza el FOSS4G 2010, un evento anual de *software* libre para geomática, organizado por OSGeo, que se llevará a cabo en Barcelona.

¿Cómo un Ingeniero Agrónomo de Países Tropicales ha llegado hasta el *software* libre, y en concreto hasta los SIG libres?

He sido maniático de la informática desde la adolescencia, y de hecho, me pagué los estudios trabajando como programador en la universidad. Inicié una tesis en meteorología con un profesor que era uno de los primeros interesados en unir los temas técnico-agronómicos con la informática; juntos creamos un sistema que bajaba datos automáticamente del servidor de NOAA, y creaba mapas meteorológicos en varios vectores para los diez días siguientes. Desde entonces empezamos a colaborar un poco más con ese departamento, y uno de mis compañeros, Andrea Cappugi, me invitó a participar en un proyecto para subir datos de SIG en la web. Nos pusimos a trabajar y descubrimos ka-Map!, un interfaz web que recién había salido. Era una librería muy pequeña para utilizar los mapas producidos por MapServer y crear un sistema de navegación como el de Google Maps. Empezamos a usar esa librería, así como enviar mejoras del programa, hasta que nos incluyeron en el equipo de desarrolladores del proyecto, que era de una empresa canadiense, DM Solutions, que ha apoyado desde siempre el desarrollo de MapServer y del *software* libre en general. Así empecé con los SIG y el *software* libre,

pero como el mundo informático por sí mismo me aburre un poco, entré en el de las comunidades.

Háblanos de la comunidad de OSGeo.

La fundación para el Código Abierto Geoespacial (OSGeo, por sus siglas en inglés) es una comunidad de *software* libre. Está formada por desarrolladores, usuarios, instituciones y universidades que están interesadas en el tema del *software* libre en el campo de la Geomática. El campo de los SIG creció mucho a lo largo de los años, y se crearon muchas comunidades, cada una al lado de un *software* concreto. Sin embargo, llegó un momento en el que el *software* dejó de ser lo más importante; cada uno de nosotros podía participar en distintas comunidades al mismo tiempo, así que surgió naturalmente la idea de crear una comunidad que pudiera acogerlas a todas, y así nació OSGeo.

El impulso empezó con Autodesk hace tres años, quienes decidieron publicar MapGuide Open Source, su plataforma de *webmapping*. Contactaron con MapServer, que era hasta entonces el *software* de SIG más famoso para web y quienes ya contaban con una comunidad muy grande. MapGuide ofreció a MapServer fusionar las comunidades y, después de un fuerte

“[...] en el mundo de la web el *software* libre ya lleva muchos años siendo más eficiente, eficaz y poderoso que el *software* privativo, pero a nivel de escritorio todos sabemos que no es así”

debate, decidieron hacer algo más: una comunidad de comunidades. Con esta idea, que fue en parte de Tyler Mitchell, invitaron a otros *software* a participar. Entre éstos estaba GRASS, que es uno de los SIG libres más antiguos, incluso más que MapServer.

OSGeo actúa como un paraguas, al ser el punto de encuentro de muchas otras comunidades. Está funcionando muy bien: en primer lugar, se añadieron las comunidades de nueve *software* (ahora son dieciséis), luego las comunidades genéricas –como la italiana y la alemana que existían desde antes– y seguidamente empezaron a aparecer nuevas. Por otro lado, el nombre de OSGeo ha estimulado la creación de nuevas comunidades, como la española aquí, la portuguesa, la china, la india, la japonesa, etcétera.



¿Existe OSGeo a nivel mundial y OSGeo a nivel de cada país? ¿Cómo se clasifican? ¿Y OSGeo España existe? ¿Que proyectos está desarrollando?

Sí, los llaman capítulos locales y tienen una cierta independencia. Se pueden clasificar según la lengua que utilizan, y se puede montar un capítulo de cinco personas, pero tienen que tener un sentido. OSGeo te apoya, te da unas herramientas para que cada capítulo se coordine (*mailing list*), pero lo más importante es la misión, que debe ser la misma: apoyar el *software* libre en un ambiente geomático.

OSGeo-es es el capítulo de OSGeo de habla hispánica, y se creó en el 2007. Por ahora tiene mayor sentido crear una comunidad más amplia, y luego, si crecemos mucho, crear comunidades más pequeñas a nivel local. Es importante estar juntos para hacer una buena difusión de la información, mostrar ejemplos de *software* públicos a nivel internacional, y llamar la atención unívocamente, porque aún queda mucho que hacer.

“Las ONG aún no han apoyado de manera formal a OSGeo, pero espero que lo hagan pronto porque el *software* libre en general [...] será un elemento clave para sus tecnologías”

El paraguas te permite mantener un historial de lo que se ha hecho, de cómo se ha hecho; si ha fallado, por qué ha fallado. Puedes analizar. Hay una comunidad internacional que te da otros casos de ejemplo. Yo he tenido la suerte de poder participar en tres comunidades locales distintas, y me he divertido mucho porque cada una te da ideas nuevas. Nunca he llegado al punto de pensar que ya sé todo sobre ese entorno, porque no conozco a nadie, en todo el mundo de OSGeo, que se lo conozca todo. No existe.

En la comunidad de OSGeo todo va por personas, no hay empresas que apoyan, pero sí hay personas de las empresas que directamente apoyan. El *software* libre, ya sabe-

mos, tiene un modelo de *business*. Eso es una cosa que nadie tiene que olvidarse: no es solo para instituciones, universidades o para *freakies*, sino que también tiene su modelo de empresa. Es una cosa súper viable, y eso es una de las partes que OSGeo misma, y cada capítulo, intenta fomentar, porque el soporte de las empresas también te permite crear la comunidad.

Los temas fundamentales siempre son: *software* libre, formación y datos. Luego todo lo que puedas dar creando una comunidad o coordinando eventos, que son asuntos clave. OSGeo a nivel mundial, hace un evento anual internacional que se llama FOSS4G (Free Open Source Software for Geomatic) y OSGeo-es es el capítulo encargado de organizar el FOSS4G para el año 2010 en Barcelona. ¡Sois todos bienvenidos!



En OSGeo-es, estamos montando un proyecto de un libro sobre SIG, iniciado por Víctor Olaya. Obviamente será un libro libre; todo el mundo podrá consultarlo y descargarlo con una licencia *copyleft* (copia permitida). Este proyecto es muy importante en un ambiente donde los libros de texto son muy raros, caros, de calidad relativa y muchas veces en idiomas extranjeros. Es el típico libro que no conviene a ninguna editorial, pero hacerlo así va a ayudar a mucha gente que quiere saber sobre SIG.

En la comunidad hay personas bastante activas, por suerte. La veo como una comunidad muy sana y eso me motiva; si no, ya estaría haciendo otra cosa. Ahora estamos arrancando con los proyectos y creando unos comités. La idea es montar un comité educacional que se pueda coordinar con la universidad en relación al material docente. Muchos profesores producen cotidianamente material para dar formación y también usan *software* libre, y no se entiendo por qué tienen que hacerlas diez veces, teniendo la oportunidad de hacerlas bien con el apoyo de programadores. Ya he empezado a moverme con Jorge Sanz para producir material de este tipo, que sea libre, utilizando como textos los del libro de SIG, y como clases las que estoy haciendo con él.

Lo que nos hace falta en este momento es encontrar recursos para pagarnos un proyecto, porque por ahora se hace todo voluntariamente. Si le pudiéramos pagar a un editor que domine la elaboración de textos, que sepa cómo hay que contactar a los docentes de las universidades y a quién hay que darle seguimiento técnico, podríamos montar el libro de una manera eficiente y rápida. Sería muy interesante, porque el tema del libro tendría un seguimiento cotidiano, y de la misma forma el tema del material docente. Ya he hablado con tres universidades que se muestran interesadas, pero si tiene que ser un trabajo más para cada una, es un problema. El libro está disponible con licencia *crea-*

five commons BY-SA (reconocimiento y distribución bajo la misma licencia). Eso también es importante, que la licencia dé los datos.

¿Tú crees que OSGeo puede ayudar a la cooperación al desarrollo?

Yo creo que sí. En OSGeo todo se mueve mucho con voluntariado. Si tu proyecto es interesante, las personas se van a ir añadiendo y te van a ir apoyando; y si el tema vale, si hay bastante masa crítica, sigue, se mantiene. Hay algunas comunidades que se caen y hay otras que increíblemente se hacen súper fuertes. Pero si el tema se detiene por un tiempo no hay que dejar perder la ilusión, porque se sabe que son cosas útiles y solo hace falta organizarse. Es muy fácil.

Las ONG aún no han apoyado de manera formal a OSGeo, pero espero que lo hagan pronto porque el *software* libre en general, y para la Geomática, será un elemento clave para sus tecnologías.

Háblanos de los proyectos de cooperación al desarrollo en los que has trabajado y donde se hayan aplicado SIG; o de casos que conozcas que los estén utilizando.

En ONG directamente no lo he enseñado a utilizar. He enseñado *software* libre y sé que ha ido muy bien. Trabajé con la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en la FAO (Food and Agriculture Organisation), que es la que más usa datos de SIG porque es la que tiene el tema más

relacionado al territorio. En el World Food Program, que también está en Roma, y en el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) trabajan con datos de SIG, pero tienen menos proyectos y a veces no los pueden publicar por temas de seguridad. Por ejemplo, si la FAO publica un mapa de las fronteras, es un lío que nadie se puede imaginar; cuando lo consultas te dicen que no es oficial, porque hay muchas fronteras que no están definidas e incluso están en guerra. Yo luché mucho ahí dentro para que se hiciera una versión libre, porque sería importante. Si no se ha podido hacer es porque los estados-miembro no lo permiten. El uso del *software* libre dentro de la FAO es como en cualquier organización grande, hay departamentos de departamentos, en algunos la temática es sensible y en otros no.

Un tema interesante es el de GeoNetwork OpenSource, un *software* libre para la gestión de metadatos geográficos, que es una herramienta muy importante porque también aborda la estructura de las IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), muy de moda en esta época (lea INSPIRE). GeoNetwork OpenSource nació y creció con Jeroen Ticheler, y aunque él actualmente ya se ha ido de la FAO, sigue siendo parte de varios proyectos liderados delante de la ONU.

¿Cuál fue tu trabajo específicamente en la FAO?

Mi trabajo era desarrollar herramientas de *webmapping*. La lógica era poder crear un sistema para compartir datos,

Carol Puig y Lorenzo Becchi durante la entrevista
Barcelona 2008



implementar nudos en la red donde se permitieran accesos diferenciados del usuario según los permisos que cada uno tuviera. Era una plataforma para la toma de decisiones, y como era en el departamento de emergencias, se pretendía que fuera consultable en cada momento, con los datos obtenidos de los satélites y con los que ellos tenían en las bases de datos; que permitiera reconocer dónde un riesgo ambiental se podría transformar en un riesgo humano. Por ejemplo, si te dicen que hay una sequía en Pakistán, pero es en una montaña donde viven 300 personas, no es ninguna crisis; en cambio, si pasa lo mismo, o un aluvión en Bangalor (India), donde viven 10 millones de personas, esa sí que es una crisis.

¿Cuál es la política de software libre de la FAO?

A nivel de la ONU no tienen una política general. No están ni sensibilizados con el tema. En la FAO, por ejemplo, tienen una cantidad de licencias de ArcGIS pero nunca son suficientes. Es un poco tremenda la cosa. Con las licencias limitadas, los técnicos se enfadan porque no pueden acceder todos a cierto software, y siempre sale uno más listo —como en las empresas— que se hace una copia pirata. ¿Qué sentido tiene todo esto?

Háblanos de la interoperabilidad de información.

Este tema es siempre muy caliente. A cada nivel que hemos ido siempre se ha presentado un problema, porque es verdad que en el mundo de la web el software libre ya lleva muchos años siendo más eficiente, eficaz y poderoso que el software privativo, pero a nivel de escritorio todos sabemos que no es así. ArcGIS de ESRI (Environmental Systems Research Institute) sigue siendo la mejor solución a nivel de escritorio. No hay ningún software que tenga la misma cantidad de paquetes tan potentes como ArcGIS. GRASS cuenta con todas las potencialidades técnicas y todas las herramientas, pero tiene una curva de aprendizaje mucho más dura; es decir, que tienes que dedicarle un tiempo para aprender. Montar un curso sobre GRASS en la universidad requiere de mucho esfuerzo y voluntad.

En este momento, lo maravilloso del mundo OSGeo y del software libre en general, es que muchos proyectos se han enterado de que no tiene sentido estar cerrados. Los programadores de diferentes proyectos se reúnen y se dan cuenta de que tienen funciones tan parecidas a otros, que vale la pena empezar a compartir librerías o desarrollar el código de la misma manera. Los eventos no son solo un escaparate de *marketing*, es que pasan cosas muy buenas, son una ocasión para encontrarse; las comunidades son la conversación del día a día, y los *meeting* de *hackers* son oportunidades para que el código evolucione de manera conjunta. ¡Eso no pasa con los software privativos!

Otra cosa muy buena es que en el software libre se sabe quién produce qué, por tanto, si algo no te funciona bien, puedes mirar quién lo hizo y puedes hacerle una pregunta o aconsejarle una mejora.

Antes solo había un SIG muy bueno que era privativo,

ArcGIS, pero ahora están saliendo nuevos software como QGIS, gvSIG, Kosmos y muchos más. A nivel de administraciones, más que todo en España, se está empezando a utilizar cada vez más el software libre en las oficinas. Sin embargo, aún no hay un termómetro de la situación.

La interoperabilidad es un tema fundamental. Suerte que hay librerías, como GDAL/OGR, que te permiten hacer conversiones de formatos. El ex-presidente de OSGeo es el principal *manteiner* de este proyecto, se llama Frank Warmerdam, es canadiense. Las herramientas de interoperabilidad se están mejorando cada vez más. El desarrollo empieza a ir, por lo menos entre los software libres, en paralelo. Eso es súper importante, porque si ya garantizas la interoperabilidad real entre varios software libres, ofreces muchas más alternativas para quienes los eligen. Los software privativos tienen la interoperabilidad nominal, que dicen soportar los estándares abiertos como los de OGC (Open Geospatial Consortium), o los de ISO (International Organisation for Standardization).

Pero hay un problema en la interoperabilidad real, que es la de la persona que todos los días trabaja. Tanto ésta como su jefe se quejarán, uno por tener que convertir datos de un tipo a otro, tomándose el triple de tiempo en el trabajo, y el otro porque ese tiempo que usa su empleado le cuesta dinero. Por eso, también es importante ver cómo sensibilizar a quien trabaja, a quien pone la plata y a quien dirige la empresa. En muchos casos, algunos te dicen: “Nuestro trabajo ha sido durante veinte años con ArcGIS, tenemos 50 técnicos formados. Olvídate que de un día al otro vamos a cambiar de software...”.

Lo bueno es que hay ejemplos muy eficientes como el de gvSIG, donde la Generalidad Valenciana ha invertido dinero público en tecnología local, en lugar de pagar licencias ajenas. Así han desarrollado, desde cero y rápidamente, un software capaz de cubrir el 95% de las necesidades de sus técnicos de SIG, ahorrándose cientos de licencias de ESRI. Ahora esta herramienta se está afinando año con año, y muchas más personas la están utilizando alrededor del mundo.

¿Cómo ves la aplicación de SIG libres en proyectos de cooperación? Tomando en cuenta que ya aquí es complicado aplicar software libre en las administraciones, aún lo podría ser más en países en desarrollo, donde deben seguir las condiciones de los donantes, que a menudo exigen software privativos.

El problema se encuentra a dos niveles: uno técnico y el otro político. Por la parte técnica, se puede decir que en general está solucionado, por lo que hemos hablado acerca de la interoperabilidad. El tema es: ¿cuánto se gasta en licencias de software un proyecto financiado por el Banco Mundial u otras grandes organizaciones que tienen que pagarlas?

Si el proyecto es pequeño, y tienes que formar a una persona, puede ser que valga la pena comprar una licencia,

pero lo que buscas en cooperación al desarrollo es siempre la sostenibilidad. La definición de sostenibilidad dice que tiene que ser una acción que dure por siete generaciones desde que lo haces, ¿no? Entonces, si vas gastando dinero en diferentes licencias que duran un año, ¿qué sostenibilidad tienes? Muy poca, porque si no tienes el dinero, ¿qué pasa? Se cierra y se acaba el proyecto.

La otra opción es que lo vayan “craqueando”, pero entonces les estarías enseñando a robar. Les estás enseñando una ética de un lado, que es la de la cooperación y la de la sostenibilidad, pero robar no tiene ninguna ética, y tampoco tiene sostenibilidad, porque el año que empiecen a hacer controles, como pasó en Italia o en España, van a tener que negociar con las empresas que producen el *software*, y éstas van a empezar a hacer proposiciones nuevas y maravillosas... Al final piensas que es un gran logro tener cien licencias privadas al precio de diez, pero en realidad no has ganado nada.

El *software* libre no tiene costes de licencias y se puede distribuir libremente. Por tanto, el único gasto es el que tiene que invertir un proyecto o una empresa en la formación. Si faltan herramientas libres específicas muchas veces el coste de extender un *software* libre es poco impactante, y las contribuciones pueden ser compartidas con otros actores que puedan dar seguimiento a tus esfuerzos.

La formación es una cosa muy importante. Si tú enseñas a utilizar *software* libre, tienes la suerte de que le puedes dar seguimiento con un programa de desarrollo de informáticos a nivel local. Esto es uno de los modelos económicos del *software* libre, que se va formando un entorno de desarrollo, un entorno institucional y empresarial, que hace que la inversión se quede en el país que la produce. Si yo continuo pagando licencias a ESRI estoy entregando mi dinero a EEUU, y no a España. Mucho de ese dinero que se va a EEUU es para sus desarrolladores, abogados, personal de *marketing*, directivos, etcétera. No sé cuánto se queda aquí... No tiene mucho sentido; mucho menos si se trata de dinero público.

Entonces, sabemos que los proyectos no son sostenibles si utilizan *software* privativos, ¿cuál crees que es la solución?

Yo creo que el modelo *software* libre, geográfico o no, se adapta a la cooperación de manera perfecta. El único problema por ahora es la sensibilidad de los que escriben los proyectos y luego los aplican. Yo en esto veo algo muy factible a corto plazo, porque si se intenta hacer un poco de sensibilización y si en la formación utilizas material informático compartido, vas a tener en Maputo, como en Ecuador o Beijing, material formativo gratuito, libros de SIG gratuitos; vas a tener las clases listas porque lo puedes utilizar para eso. Si te falta un idioma, solo habrá que traducir. Eso ningún otro sistema te lo permite, porque por ejemplo el manual de ArcGIS está en inglés, y tiene un *copyright* que no te deja usarlo para algo en lo que ESRI no gane.

¿Cuál consideras que es el futuro de las Tecnologías de Información Geográfica?, ¿hacia dónde crees que van los SIG en general, y aplicados a cooperación?

Los SIG en general, si vas mirando los vídeos que ponen los de OGC, parecen ciencia ficción, e irá más o menos por esa misma dirección, donde la interoperabilidad de herramientas y de *software* será máxima, en tiempo real en la Red, todo se podrá conectar con cualquier tipo de *device*. El *software* libre seguro va a tener su parte en ese sistema. No sé cuánta, porque tampoco se sabe cuánta parte tiene ahora; y hasta que no se sensibilicen las entidades que invierten más en esos temas –como instituciones grandes o universidades– y no salgan estadísticas de cada uno de estos actores, no se va a saber cuál es el peso actual del *software* libre. Tal vez si no se ha hecho es porque todavía no tiene un peso muy grande. Yo lo que veo es que somos una realidad y que podemos crecer aún más.

“La interoperabilidad es un tema fundamental [...]. El desarrollo [de las herramientas de interoperabilidad] empieza a ir, por lo menos entre los *software* libres, en paralelo. Eso es súper importante, porque si ya garantizas la interoperabilidad real entre varios *software* libres, ofreces muchas más alternativas para quienes los eligen”

¿Cómo ves el problema de compartir datos, entre países, comunidades, proyectos y ONG?

Técnicamente no es un problema, pero políticamente sí. Hay ciertos datos que se producen que deben ser protegidos o no publicados, pero las ONG no son las que los producen. Sería genial que los líderes internacionales empezaran a ofrecer datos accesibles para las comunidades y las ONG, para que éstas tuvieran datos del satélite SPOT, o los mapas con las fronteras bien delimitadas, las carreteras, vías de agua, etcétera. Aun mejor sería tener paquetes de datos libres para que se pudieran generar y publicar datos derivados.

Esto va a ser un tema súper importante, si los ciudadanos y las administraciones están cada vez más sensibilizados con la utilización de datos libres, va a surgir una masa crítica en pro de los mismos, ya que será la ciudadanía la que va a reclamar un uso ético de los impuestos que paga. Mientras más aplicaciones de SIG entren a la vida cotidiana –y gracias a Google eso ya está pasando, aunque no sé si agradecerlo de verdad– la sensibilidad de cada persona va a mejorar.



"No utilizamos *software* libre. [...] desde un punto de vista práctico nosotros tenemos que producir; no podemos jugar con las vidas humanas"

Francisco J. Igualada

Director del Centro de Geoinformación de la United Nations Logistic Base (UNLB) en Brindisi (Italia)

Por: **Carol Puig, Alberto Varela y Marc Pérez**

* Las opiniones que se expresan en la presente entrevista son estrictamente de su autor y no responden en ningún caso al departamento de las Naciones Unidas al que pertenece.

Francisco José Igualada Delgado obtuvo, en 1981, la licenciatura en Geología de la Universidad de Barcelona. Trabajó en Dames & Moore Ingenieros en Teruel y Madrid, y en 1983 se incorporó al South African Department of Economic Affairs (Servicios Geológicos de Sudáfrica) en Mafeking, en proyectos de geotecnia, geofísica y minería; posteriormente, en España trabajó por un corto tiempo en el ITGME. En 1986 cursó un diploma de posgrado-máster en Ingeniería Geológica y Teledetección, en el ITC, Universidad de Utrecht Enschede (Holanda). En 1987 fue responsable, en TRABAJOS CATASTRALES S.A. Pamplona, de teledetección y sistemas de información para estadísticas agrarias, medioambiente, cartografía y fotogrametría, participando en proyectos europeos, como MARS y Corine.

A finales de 1989, en AURENSA (Madrid), fue jefe de proyectos multidisciplinares internacionales de geoinformación, ingeniería y medioambiente con satélites de observación de la Tierra y Sistemas de Información Geográficos (SIG). En 1993 completó un programa de investigación doctoral en Cranfield University, Silsoe (Reino Unido) iniciado años antes, obteniendo "M.Phil/PhD Information Systems (GIS-geomatics)" a través de un proyecto de la Comisión Europea (JRC). En agosto de 1993, empezó en el European Union Satellite Centre (EUSC) con base en Madrid y Bruselas. Durante los casi 9 años que estuvo en esta organización, utilizó todo tipo de imágenes ópticas y de radar, enfocándose hacia la gestión de crisis y temas de seguridad internacional. Fue manager de proyectos de SIG, seguridad medioambiental y analista senior de IMINT; al mismo tiempo que corresponsable de la explotación del satélite Helios en diversas crisis regionales. Paralelamente, en el año 2000 obtuvo un MBA "International Executive" por ESCP-EAP Business School de Madrid. Durante los años 2002-03, trabajó en el Departamento de Operaciones de Mantenimiento de la Paz (DOMP) de la ONU donde fue Jefe de Sistemas de Geoinformación en África (Etiopía, Eritrea, Sudán...) y Nueva York, contribuyendo a lanzar la nueva iniciativa de unidades de SIG para los "cascos azules" (Decision Support System), incluidas operaciones humanitarias, desminado y delimitación de fronteras, recursos naturales, etcétera.

Desde Nueva York, estuvo a cargo, en 2005-07, de las infraestructuras geográficas (IM y *mapping*) en la República Democrática del Congo, región Oeste/Norte de África, y Oriente Medio. A finales del 2007 fue nombrado Director del Centro de Geoinformación de la United Nations Logistic Base (UNLB) en Brindisi (Italia). El Centro es la parte más operativa de la Sección de Cartografía de la ONU, dando apoyo con información clave a los "cascos azules" en Darfur, Chad, Afganistán... Por otro lado, posee varias certificaciones profesionales como "EurGeol", así como evaluador y asesor de la Comisión Europea, y colaborador de CTBTO.

¿Podrías explicarnos brevemente cómo funciona la gestión y producción de información geoespacial en las Naciones Unidas?

¡Es una pregunta tan amplia! Lo que os puedo contestar es cómo funciona la gestión de la información, de origen básicamente geográfico, dentro del Departamento de Operaciones de Mantenimiento de la Paz (DOMP). En éste, existen tres pilares: el primero es toda la parte programática y de planificación de nuevas asistencias de SIG, y obviamente de gestión administrativa, presupuestaria y de personal que se realiza desde Nueva York; el segundo somos nosotros, el Centro de geoinformación (o SIG) que se ha creado en Brindisi (Italia) en septiembre del 2007; y el tercero son nuestras contrapartes y equipos diseminados en las 14 misiones de los "cascos azules" que tenemos actualmente. Nuestra tarea es dar soporte en infraestructura geográfica; es decir, los fundamentos, la base; nuestro negocio no es hacer mapas, sino generar información,

identificarla, recopilarla y analizarla. En síntesis, trabajar en el ciclo de la información en la que de una forma u otra hay siempre un componente de localización que incluye varios productos, como información cartográfica, informes de situación (eventos en el terreno), etcétera. Generamos, en suma, la información necesaria para la toma de decisiones, tanto desde el punto de vista militar (mantenimiento de la paz) como de tipo político (negociaciones) o bien logística (vías de comunicación, aguas subterráneas...).

La Sección de Cartografía en Nueva York, ¿produce información para todos los programas de la ONU, o cada programa tiene su propio equipo de producción de información geoespacial?

Lógicamente sería imposible, o más bien inviable ahora, producir información de forma centralizada a nivel de la ONU. La Sección de Cartografía pertenece a la División de Apoyo Logístico del Departamento de Operaciones de

"La información se comparte, y nuestro objetivo es llegar en el futuro a unos niveles de interoperabilidad altos"

Mantenimiento de la Paz (DOMP), y se enfoca en cuatro áreas: la primera es bastante política, y consiste en dar soporte al Consejo de Seguridad de la ONU en Nueva York –en todas las reuniones del Consejo hay un asesor de la Sección de Cartografía–; la segunda es dar apoyo a la delimitación y demarcación fronteriza cuando ambas partes así lo deciden tras no llegar a acuerdos –por ejemplo, acabo de regresar de Sudán, donde trabajamos en el tema de la delimitación entre el Norte y el Sur del país después de la guerra, que concluyó con un acuerdo para proceder por ambas partes en este ámbito– donde trabajamos todo el tema de apoyo geográfico, cartográfico y político (¡Claro!, porque ahí también existe un componente político que enlazamos con la Sección de Asuntos Políticos); la tercera es la de actuar como coordinador en todas las actividades de generación y producción de geoinformación en las diferentes misiones de mantenimiento de la paz. También se incluyen ahí las misiones de apoyo político y de *peacebuilding*, o construcción de la paz, aunque habría mucho que hablar de este tema. Esa tercera actividad es, más concretamente, nuestra área o mandato en el Centro de Geoinformación de la UNLB, que esperamos vaya a englobar en el futuro todas las áreas de soporte temático a la misiones. La Sección de Cartografía, de la que formamos parte operativa, está creciendo desde hace unos años en diferentes aplicaciones y en un número diversificado de actividades.

Lo que hemos empezado a hacer desde principios del 2008, es generar cartografía de acuerdo con el Multinational Geospatial Cooperation Program (MGCP), donde también participa España, junto con 28 países, mayoritariamente de la OTAN, a excepción de Australia, Japón y Nueva Zelanda.

Actualmente estamos produciendo de manera totalmente autónoma y cubriendo todas las etapas la cartografía de Darfur, utilizando el estándar OTAN Vmap2, con un equipo de 14 personas y 15 consultores externos, utilizando imágenes satélites de alta resolución espacial. Existe un área que está trabajando en el soporte al análisis de terreno. Pensad que necesitamos desplazar, en ocasiones, hasta 16.000 soldados, que necesitan agua, hacer los sondeos para perforar pozos, ubicar dónde poner los campamentos de los “cascos azules”, ver los diferentes riesgos (como los geológicos, inundaciones en épocas de grandes precipitaciones o de seguridad)... Imaginad lo que implica todo eso en aspectos logísticos y de apoyo a la Sección de Ingeniería de la ONU, con los que trabajamos muy estrechamente.

El tema de arquitectura de sistemas es otra área más, cuya información, proveniente de todas nuestras oficinas en las misiones de “cascos azules”, se replica con Nueva York a partir de nuestro Centro de Brindisi (Italia), donde tenemos el núcleo o *hub* de toda la información y comunicaciones de la ONU. Estamos desarrollando lo que llamamos UN-Earth basado en la tecnología Google Earth. Es decir, tenemos nuestro propio Google Earth, donde integramos toda la información (explicado en líneas muy generales).

Luego, hay un área aquí en Brindisi que pretendemos

potenciar, que es *rapid deployment*, donde preparamos dos contenedores totalmente equipados: *software*, *hardware*, servidores, *plotters*. Todo para salir en caso de ser requeridos, ya que tenemos un máximo de 30 días para desplegar nuestra actividades después de que el Consejo de Seguridad en Nueva York decida una intervención. Cuando nos llaman urgentemente, los montamos en un avión de carga tipo Hércules u otro de la base de Brindisi y mandamos un equipo de cuatro personas hacia donde sea, en un tiempo muy corto; al mismo tiempo tenemos otra unidad de *rapid deployment* en situación de espera o alerta.

Finalmente, está el área de formación y entrenamiento, donde formamos en procedimientos internos de geoinformación, análisis de terreno y administración de sistemas a toda nuestra plantilla, que tenemos desplegada en las misiones alrededor del mundo.

Relacionado con lo que contabas sobre esta especie de Google Earth, donde tenéis toda la información, ¿existe algo parecido a una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)?

Sí, claro. Existe el Grupo de Trabajo de Información Geográfica de la ONU que define el ámbito de la Infraestructura de Datos: quiénes son los usuarios, cuáles son las herramientas, etcétera. El objetivo básico del grupo se puede resumir en tres áreas: a) entender las necesidades de cada agencia y programa de la ONU con relación a los proyectos de cartografía (*mapping*), iniciativas ligadas a sistemas de información geográficos (SIG) y cualquier tipo de almacenamiento de datos espaciales; b) discutir e intercambiar opiniones sobre las ventajas del desarrollo de una arquitectura común de sistemas a nivel de la ONU que ayude a gestionar la infraestructura de datos, a menudo diseminada en diferentes *geodatabases*; c) establecer las políticas y procedimientos, tanto para una colaboración más eficiente entre nosotros mismos como para el intercambio y distribución de esa información geográfica a terceros, ya que no se puede olvidar que los recursos son claramente limitados, pues la obtención, procesado y análisis de información con componente geográfico implica un coste muy importante que debe ser optimizado. Nosotros nos guiamos por las directrices generales del grupo de trabajo con relación a la IDE, pero tenemos un enfoque eminentemente práctico y operativo, pues la información que generamos ayuda tanto a la persona que está en el terreno –desde el soldado “casco azul” o el cooperante humanitario, hasta las personas que están a nivel de decisiones políticas–. Por este motivo la IDE es crítica y su desarrollo debe de estar basado en las necesidades de los usuarios y no en una filosofía o concepto abstracto.

Tenéis que ver dos dimensiones: la dimensión oficial, que el grupo de trabajo está realizando ahora y de la que nosotros también somos parte; y por otro lado, nuestra propia infraestructura de datos. Tenemos que ser operacionales, porque tenemos que servir a 14 misiones. Para que os hagáis una idea, una misión de paz como, por ejemplo, la Misión de la ONU en la República Democrática del Congo (MONUC)

tiene 17.000 soldados, y un servicio de información; es decir, una oficina en el Congo, en la que trabajan 38 personas en diferentes oficinas distribuidas en el país, y que dan soporte a las necesidades de esos soldados y de las agencias humanitarias. Por esto, claramente necesitamos una infraestructura de datos que nos facilite la homogenización e interoperabilidad entre los diferentes componentes.

El DOMP tiene el 85% del presupuesto de la ONU en términos generales referidos a toda la organización. Solamente en temas de apoyo de SIG somos aproximadamente 200 personas (civiles) y 50 militares que trabajan conjuntamente con nuestra estructura, incluyendo las distribuidas en las 14 misiones. Claro que tenemos una infraestructura de datos a nuestro propio nivel. Eso sí, en la ONU como tal, que engloba un conjunto de organizaciones (FAO, PMA...), cada una tiene sus productos dictados por los clientes o usuarios finales que necesitan servir. Que esos productos sean totalmente interoperables, que nos quieran imponer un estándar... Lo siento mucho. Nadie puede imponer nada cuando no tiene una mayoría de usuarios, pero nosotros sí la tenemos; nosotros proponemos y a veces imponemos una serie de estándares y procedimientos de control de calidad, que están aprobados por organizaciones similares (OTAN) y para los que se han invertido muchos años de investigación y comprobación; lo contrario sería reinventar la rueda cada día, y perder eficiencia y capacidad de respuesta.

Pero la mayoría de los software y la gestión de la información que hacen los software ahora mismo ya son estándares.

Eso mismo, tú lo acabas de decir, son estándares de facto. En la última reunión en Viena del Grupo de Trabajo de Información Geográfica de la ONU, se habló de generar una serie de productos para "reinventar la rueda", a veces

sin primar los aspectos reales ligados a requisitos de usuario que pueden cumplirse —por motivos muchas veces políticos—, pero nosotros estamos trabajando en paralelo: generamos productos con base en estándares que son de mercado y que adaptamos a nuestro ambiente militar y de soporte a componentes humanitarios.

Déjame poner un ejemplo: la FAO se va a trabajar en un lugar donde vosotros previamente habéis trabajado...

Sí, pero distingue una cosa importantísima: trabajamos en el ciclo de la crisis. En concreto, mañana estalla un conflicto en Somalia, el más gordo, entonces nos despliegan. Nos despliegan cuando hay una situación de mantenimiento de la paz. Nos despliegan como fuerzas militares, que empuñan un arma para defender a aquellas poblaciones amenazadas e intentan mantener la paz, o crearla. Entonces, ¿cuándo viene la FAO? La FAO estará presente, por ejemplo en Somalia, para hacer un proyecto de desarrollo agrícola, irrigación etcétera, cuando se logre la paz.

Durante vuestra misión en un país habéis generado muchísima información geoespacial para vuestro proyecto, ¿esta información puede ser reutilizada posteriormente por la FAO, por ejemplo?

¡Claro que sí! Exactamente. Nosotros estamos totalmente abiertos. Por ejemplo, te digo un caso en concreto, la FAO realizó un proyecto: Africover (www.africover.org), una página web donde tenemos información, que actualmente nos sirve como información colateral. Nosotros generamos, como te decía hace un rato, la cartografía de Darfur, donde una capa de información puede ser la vegetación o usos del suelo, que es muy importante como componente para los modelos de SIG sobre trafabilidad de vehículos. Utilizamos Africover como guía para nuestra interpretación de la capa de vegetación en los esquemas de datos Vmap2 de la OTAN. Nosotros estamos interpretando imágenes de



Francisco Igualada en misión en el Nyala Camp en Sudan

“No queremos intentar 'inventar la rueda', porque prácticamente todo está inventado en nuestro ámbito”

satélite a escala (de visualización) 1:15.000 y, por otro lado, tenemos Africover que nos da una guía. Pues claro que utilizamos su información, y cuando nosotros tengamos creada nuestra infraestructura de datos, la podemos compartir, a excepción de la información que esté clasificada por temas de seguridad. No podemos soltar información sensible para que mañana lo tenga todo el mundo sin ningún tipo de control sobre lo que cada uno “necesita conocer”; es totalmente ilógico. Supongamos que si la FAO, por ejemplo, tiene interés en hacer un proyecto de regadío en el Sur de Sudán –un área de la que tenemos información–, tiene que comprar las imágenes actualizadas –sin olvidar los derechos de copia– para ver la firma espectral de los diferentes cultivos; nosotros le damos los datos que tenemos en ese momento, que no estén clasificados. La información se comparte, y nuestro objetivo es llegar en el futuro a unos niveles de interoperabilidad altos dentro de unos niveles de utilización de la información sensible, marcados por nuestras reglas internas de difusión. Ese es el plan.

Actualmente el uso de herramientas de SIG en las misiones de mantenimiento de la paz (*peacekeeping* y *peacebuilding*) se presentan como un medio imprescindible para la eficacia de estas intervenciones, pero no siempre fue así. ¿Podrías sintetizarnos la evolución del uso de estas tecnologías en esas operaciones?

Sí, lo haré de forma muy breve. Hasta el año 2001, los países enviaban contingentes militares a las misiones, y los contingentes militares llevaban sus propios mapas. Los canadienses generaban los suyos como podían en su centro cartográfico, y lo ofrecían como una especie de contribución en términos de coste a las operaciones de paz cuando se desplegaba un contingente canadiense, por ejemplo. Ésto era hasta el 2001. En ese año, apareció el informe Brahimi, cosa muy importante que no hay que olvidar. Brahimi es un diplomático argelino que estuvo a cargo, en esa época, de un grupo de expertos responsables de hacer un informe sobre la situación de las diferentes áreas de la ONU, una especie de auditoría técnica interna de la organización, pero fundamentalmente de las áreas dedicadas a operaciones de mantenimiento de la paz. Se concluyó que se necesitaba tener una autonomía en lo que respecta a información geoespacial; y a partir de ahí, en el año 2002, inicié, junto al que es actualmente jefe en la Sección de Cartografía de Nueva York, tres proyectos piloto en las misiones de paz del Congo, Sierra Leona y en Etiopía-Eritrea. Con los resultados de esos tres proyectos demostramos que el soporte SIG es, no solo necesario sino una herramienta imprescindible, y a partir de entonces hemos ido creciendo, y ahora mismo estamos en 14 misiones. Anteriormente no se tenía la ayuda necesaria, y cada componente militar trabajaba por su cuenta; pero ahora inten-

tamos establecer acuerdos de cooperación con los diferentes países, y ya los tenemos dentro del marco OTAN. Entre ellos tenemos el caso de Francia, que es un elemento clave al darnos muchísima información. Estamos colaborando conjuntamente con sus tropas desplegadas en Chad bajo mando EUFOR (Unión Europea). Ellos tienen sus tropas desplegadas en el país y al mismo tiempo tienen una unidad de geoinformación bastante potente. Nuestra sección de geoinformación en N'Djamena, la capital, trabaja de forma conjunta e integrada con ellos. O sea, aspectos clasificados o sensibles se manejan de manera diferente, pero nuestra colaboración con lo que llamamos Países que Contribuyen en Tropas o TCC (Troop Contributing Countries) es directa y muy amplia.

Las actividades y tareas a realizar en estas misiones requieren el manejo de datos de forma rápida y eficaz para alcanzar los objetivos de las mismas. ¿Qué tipo de información se emplea en estos SIG durante las operaciones para el mantenimiento de la paz?

Imagínate lo que implica el despliegue de misiones: hacia adónde se mueven, cómo lo hacen, cómo van a volar las flotas de aviones o helicópteros de la ONU. Todos estos aviones necesitan de información cartográfica que les permita saber dónde pueden aterrizar, cuáles son las condiciones de ese campo de aviación, cómo es el terreno, geología, hidrogeología, tipos de suelo (para luego aplicar modelos de movilidad de vehículos...). Damos soporte en todos los ámbitos, incluyendo los temas de censo y logística para preparar procesos electorales, pero claro, tenemos limitaciones. Nuestro enfoque es generar información para el comandante de la misión, que es un general de tres estrellas junto con todo lo que implica una estructura militar y un estado mayor.

O sea, utilizáis información satelital, pero ¿utilizáis satélites QuickBird, Ikonos, Radarsat, Spot...?

Todo, claro, pero tenemos que pagar, como todo el mundo. Tenemos acuerdos marco con una serie de proveedores de imágenes de satélite comerciales. Estamos terminando un acuerdo con SPOT y otros... Lo que no tenemos todavía, y que estamos intentando, es lo que nosotros denominamos el concepto de *situation awareness* o en español, que es un idioma muy rico, Alerta Situacional. Esto quiere decir que necesitamos saber cómo responder a una crisis de forma inmediata, en base a unos escenarios que requieren información precisa y puntual, toda ella con un componente geográfico; hacernos preguntas a través de la información que podemos derivar de las imágenes de satélite. El problema es que el flujo de nuestro trabajo o *workflow*, es decir, el proceso que nos permite responder a esas preguntas en un tiempo muy limitado, no está optimizado.

Estamos intentando crear este concepto de operaciones, no solamente con satélites, sino también con Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV, por sus siglas en inglés). Es otra área que estamos intentando desarrollar, lo que pasa es que tenemos otras prioridades y no podemos llegar a todo, pues el desarrollo de estas capacidades requiere una alta especialización y un personal con características difíciles de encontrar.

Desde que se produce una crisis o una catástrofe, como el tsunami...

No, no, otra aclaración: nosotros no intervenimos en catástrofes, sin olvidar el aspecto catastrófico de una guerra o conflicto armado. Estamos en operaciones de paz (mantenimiento y construcción) cuando hay una crisis y desemboca en un conflicto humanitario, como tenemos ahora en el Congo y muchos sitios, entonces sí: ocurre un desastre en una zona donde ya tenemos presencia. Pero cuando hay un desastre natural, como el huracán Mitch hace ya más de diez años, u otros, nosotros no intervenimos de manera directa. Eso es dentro del ámbito de la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCAH). Ellos tienen lo que se llama Unidad de Gestión de la Información, que si la despliegan, por ejemplo a Indonesia por el *tsunami*, intentan crear una estructura de base de datos. Pero su planteamiento es un poco diferente al nuestro: ellos no tienen fondos y dependen de las donaciones. A veces, tienen un pequeño fondo para hacer frente a estas contingencias, pero no son operativos. El planteamiento que tienen, a través de contribuciones, no les da una operabilidad de respuesta, y se encargan básicamente de coordinar los recursos aportados por los países para evitar situaciones de duplicación o carencia. En nuestro caso, haya o no haya guerra o crisis, tenemos una serie de fondos fijos; podemos responder a eso porque lo preparamos con bastante antelación. Esto es un punto débil que tiene la OCAH, que es la estrategia internacional para la gestión de desastres... Por ejemplo, el Programa Mundial de Alimentos (PMA), tiene dificultades, tiene un sistema de información tal y cual, pero su dimensión depende de las donaciones, en gran medida. Eso es una limitación importantísima, porque no pueden planear al no tener recursos fijos... No puedes pensar en qué vas a hacer si no tienes el dinero para hacerlo y no sabes si lo vas a poder obtener a tiempo.

¿Qué organismos se involucran en la gestión y tratamiento de esta información? ¿Cómo se obtiene información detallada de terreno en una situación bélica o de post-conflicto?

Tenemos equipos dispersos en todos los países. Tenemos un cuartel en cada misión de paz, y al mismo tiempo sus sub-oficinas. Por ejemplo, te digo el caso de nuestra ofici-

na en la misión MONUC en la República Democrática del Congo, tenemos el cuartel de Kinshasa, y luego siete oficinas más, distribuidas, con tres o cuatro personas en cada una, que a la vez enlazan con componentes militares que generan información (observadores militares en los *team sites*), que se transmite, se localiza y se almacena en una base de datos que está en esa ciudad. Después, toda esta información es replicada a nuestro Centro de Geoinformación de Brindisi, porque nosotros tenemos el almacén global de la misma. Cuando Nueva York quiere acceder, o bien el Centro de Situación, por motivos políticos o de planificación, nosotros estamos aquí para dar servicio.

Si llegáis a un nuevo conflicto, por ejemplo en Somalia, ¿tenéis algún convenio con institutos cartográficos del país?, ¿contáis con información base?

Claro que sí. Lógicamente no vamos a ciegas, y los convenios no son solo con el país. Por ejemplo, en Somalia estamos llegando a convenios con Italia, ya que, al haber sido colonia italiana, tienen información importante del país. En el caso de Chad, nos hemos integrado en la estructura de EUFOR. Como sabéis, la Unión Europea está liderada actualmente por Francia y ha enviado una fuerza a Chad; entonces, nosotros tenemos un convenio de colaboración con EUFOR y con Francia como país líder de esa fuerza: les damos la información sobre situaciones en el terreno, y ellos nos dan la geodatabase que están creando sobre el país (infraestructura SIG de base o cartográfica). Esta *geodatabase* no se crea cuando hay un conflicto, sino que se ha ido generando durante muchos años, y a partir de ella nos ponemos a trabajar antes de desplegarlos. Nuestro enfoque es establecer los convenios de colaboración, por ejemplo con la Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial (NGA, por sus siglas en inglés) de EEUU. Con casi todos los países tenemos acuerdos, pero no con España, por lo que espero, en un futuro, se de cuenta de este aspecto y, sobre todo, de la necesidad de colaboración en temas verdaderamente prácticos y operativos con la ONU, lejos de consideraciones políticas.

¿Cuáles son los principales problemas para obtener la información en estas situaciones tan complicadas?

El primer problema es que la información sea actualizada; el segundo, que existan datos de base, y que éstos sean fácilmente transferibles, intercambiables y manejables. El caso típico, del que se habla tanto y muchas veces se utiliza mal, es el término "interoperable", que quiere decir que los datos sean interna y externamente "utilizables". Luego, otro problema del que normalmente nos olvidamos es que esos datos tengan una clasificación, que no sean *NATO secret*. Sabéis que a pesar de eso, nosotros trabajamos a veces con datos sensibles o a lo mejor confidenciales desde el



Francisco Igualada en misión en el Líbano con las Fuerzas de las Naciones Unidas de Observación de la Separación (FNUOS) y las Fuerza Provisional de las Naciones Unidas en el Líbano (FPNUL)

punto de vista de la ONU, pero a veces tenemos que enmascararlos de una forma para que podamos generar otro tipo de información abierta derivada de ellos. Problemas hay muchos, pero antes de desplegarlos intentamos hacer una planificación, conjuntamente con Nueva York.

¿Qué es el tipo de *software* que utilizáis?

¿Tenéis licencias?

Sí, claro que tenemos licencias. Tenemos un acuerdo marco con el Environmental Systems Research Institute (ESRI, por sus siglas en inglés), Erdas y Google, en cuanto a *software* básico de SIG, proceso de imágenes y fotogrametría. Con respecto al *hardware*, dependemos de la división de Tecnologías de la Información y Comunicación de la ONU, que es la que lo suministra con base en nuestro plan de operaciones y el soporte estándar de sus técnicos en el terreno.

Entonces, una pregunta que creo que ya sabemos la respuesta: ¿utilizáis *software* libre?

No utilizamos *software* libre. Yo sé que en el Grupo de Trabajo de Información Geográfica de la ONU hay muchos, digamos, “abogados” del *software* libre. Me parece muy bien, no estoy ni a favor ni en contra, pero lo que os quiero decir es que desde un punto de vista práctico nosotros tenemos que producir; no podemos jugar con las vidas humanas. Por ejemplo, si nuestro tiempo es oro, que se traduce en ayuda o no ayuda, tenemos que ir al grano; es decir, usar el *software* que existe, de la mejor manera posible, y adaptarlo un poquito a nuestras necesidades y requisitos técnicos específicos. No queremos intentar “inventar la rueda” como comenté al principio de la entrevista, porque prácticamente todo está inventado en nuestro ámbito; lo importante es utilizarlo y hacerlo bien. Por poner un símil: el Servicio Geográfico del Ejército de España tiene una serie

de áreas de gran similitud con lo que tenemos nosotros; tienen también un componente de despliegue rápido, y tampoco pueden usar *software* libre. Tenemos modelos que ya existen, productos que estamos intentando obtener y que otros tienen, los modificamos ligeramente y aplicamos el modelo para la elaboración de un producto temático equis.

Una vez que las misiones de mantenimiento de la paz se estabilizan o se dan por terminadas, ¿se establecen mecanismos de retorno de la información utilizada o generada en estas intervenciones para apoyar proyectos de desarrollo en estos países?

Exactamente. La última fase de nuestro ciclo, me refiero a las operaciones de mantenimiento de la paz, va desde la planificación hasta lo que se llama “liquidación”, es decir el cierre de las operaciones en un país. El proceso tiene diferentes fases, y ésta viene después de la fase de mantenimiento. Por ejemplo, en Eritrea tenemos la misión UNMEE, que ahora mismo se está liquidando. Eso quiere decir que estamos sacando a nuestro *staff* a otros sitios, y tenemos una cierta base de datos, un repositorio de información que se almacena en Brindisi, pero parte de esta información geográfica sirve de ayuda inicial para el desminado –porque siempre hay que hacer un desminado–, y damos esa información a las operaciones encargadas de estas tareas. Cuando nosotros nos vamos, ellos continúan. Sin desminado no puede haber proyectos de desarrollo, porque obviamente no se puede buscar agua en campos de minas. Cuando uno está en esa situación, realmente entiende que saberlo de antemano es la diferencia que hay entre la vida y la muerte. Entonces, cuando nos vamos de una zona de operaciones intentamos dar la *geodatabase*, al país o al pariente equis de la ONU que pueda gestionarla bien, o al Banco Mundial, que le damos una copia para sus proyectos de desarrollo. El tema está controlado.



Tecnologías de la Información Geográfica

Las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) nos permiten asociar a la representación gráfica de cualquier lugar del planeta todos aquellos datos que consideremos interesantes, de forma que podamos analizar diferentes parámetros o estudiar distintos aspectos sobre los objetos, fenómenos o acontecimientos que tienen lugar en cualquier territorio, así como las relaciones entre ellos. Las ventajas que esto supone para conseguir un conocimiento más preciso y para aumentar la eficacia en la gestión de una región, de sus recursos y de las actividades que en ella se pueden desarrollar, hacen de las TIG un instrumento imprescindible en prácticamente cualquier ámbito de trabajo, y por supuesto en la cooperación al desarrollo.

En los últimos años, todas las tecnologías asociadas a la información geográfica han tenido una gran evolución, principalmente, gracias al desarrollo de Internet. El uso social de la Red se ha traducido en nuevas iniciativas y proyectos que tienen como fundamento principal poder compartir recursos: los servidores de mapas, las bases de datos distribuidas, y todo un conjunto de tecnologías que permiten la interoperabilidad entre sistemas. Estos avances van llegando poco a poco a las ONGD, sin embargo, el nivel de formación y de utilización en general, dista mucho de las capacidades que ofrecen estas tecnologías en los proyectos de cooperación al desarrollo. En el presente Cuaderno, expertos y usuarios de las TIG comparten conocimientos y experiencias prácticas que nos pueden ayudar a potenciar estas herramientas en los proyectos que elaboremos desde nuestras organizaciones.

Josep Sitjar nos introduce desde el primer momento en los conceptos básicos de la Información Geográfica y las tecnologías que la manejan: su historia, sus definiciones, sus componentes, sus funcionalidades y aplicaciones. Nos expone la importancia del valor espacial de nuestras acciones y relaciones, que convierten a las TIG en un medio excelente para apoyar la toma de decisiones y hacer más eficaz la comunicación de las ONGD, como se defiende en el artículo de **Víctor Rodríguez y Joaquín Bosque**. Desde el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares, estos auto-

res nos presentan una síntesis del extenso estudio realizado sobre las ventajas y los problemas que estas organizaciones encuentran a la hora de aplicar las TIG en sus tareas. El texto nos hace reflexionar sobre la necesidad de innovación dentro de la cooperación al desarrollo y plantea el retraso actual de nuestras ONG en el uso de las tecnologías espaciales con respecto a otros países de nuestro entorno.

A continuación, **Víctor Olaya**, desarrollador de SEXTANTE, presenta la importancia que los SIG libres, la información geoespacial accesible y los estándares abiertos tienen para los países en vías de desarrollo, y también como herramientas de trabajo en las ONGD para las que el coste de licencias puede ser un factor limitante. Su artículo se relaciona directamente con la reseña de herramientas SIG libres a cargo de **Jorge Sanz y Miguel Montesinos**, donde se recopilan las opciones existentes de Free and Open Source Software for Geomatics (FOSS4G): bases de datos geoespaciales, servidores de mapas y geometrías, servidores y herramientas de metadatos, clientes SIG ligeros y de escritorio. Continuando con esta misma temática, hemos entrevistado a **Lorenzo Becchi**, Ingeniero Agrónomo de Países Tropicales y Subtropicales y desarrollador de FOSS4G, para comentar su opinión sobre el uso de herramientas SIG libres dentro del campo de la cooperación a través de su experiencia como consultor de la FAO y participe en diversos proyectos de cooperación.

De la mano del **Grupo de Trabajo de la IDEE** en el IGN, liderado por **Antonio Rodríguez**, nos adentramos en la más radiante actualidad de las TIG mediante la democratización de la Información Geográfica gracias a Internet. En este sentido nos muestran la importancia de la Infraestructura de Datos Espaciales y el impulso de la iniciativa INSPIRE como elementos de desarrollo. El artículo también presenta conceptos nuevos como "neocartografía" o "cartografía colaborativa", especialmente útiles como formas de compartir información geoespacial en zonas donde esta información es escasa o inexistente.



Carol Puig y Alberto Varela

Marc Pérez abre la exposición de experiencias prácticas del uso de los SIG en proyectos e iniciativas de cooperación al desarrollo. El uso de las TIG en el barrio de Maxaquene 'A' en Maputo (Mozambique) nos acerca a las dificultades prácticas con las que nos enfrentamos a la hora de dotar de datos a los SIG para poder analizar la realidad a tratar, y gestionar adecuadamente el proyecto. Las lecciones aprendidas en este proyecto y las reflexiones sobre los resultados y usos futuros se presentan como un buen ejemplo a tener en cuenta en actuaciones similares.

Manuel Borobio también nos invita a reflexionar sobre la importancia de disponer de información geográfica a la hora de enfrentarse a un proyecto de cooperación, especialmente si se trata de localizar el lugar idóneo para disponer un campo de acogida de desplazados.

Ingeniería Sin Fronteras – Asociación para el Desarrollo nos explica su experiencia en el uso de herramientas SIG en el programa de Agua y Saneamiento que está llevando a cabo en Tanzania para el mapeo de puntos de agua, y también nos presenta el Sistema de Apoyo a la Información (SAI), implementado como elemento de monitoreo de este programa. (La versión íntegra de este artículo se encuentra en la web de la revista).

La entrevista con **Francisco J. Igualada**, Director del Centro de Geoinformación de la United Nations Logistic Base (UNLB) en Brindisi (Italia), nos introduce en los procedimientos que se acometen en un organismo internacional, como es la ONU, para adquirir y tratar, de la forma más eficiente posible, los datos geográficos necesarios en las operaciones de mantenimiento de la paz. La importante apuesta realizada por esta institución en los últimos años para garantizar una información geográfica adecuada a sus intervenciones debe hacernos reflexionar a todos sobre la importancia de incorporar cuanto antes las TIG a nuestros proyectos.

Acción Contra el Hambre nos presenta un trabajo sobre evaluación de riesgos asociados a las variaciones espacio-tempo-

rales de la pluviometría en el Sahel, donde han utilizado los SIG como herramienta para la planificación de espacios de pastoreo, pero también han elaborado una metodología que ayuda en la prevención de crisis alimentarias a través del uso de imágenes de satélite. Cerramos la exposición de casos prácticos con el ejemplo de **Fabián Reyes** y sus compañeros, que nos trasladan a la experiencia de colaboración entre la Universidad de Santiago de Compostela y la Universidad Nacional de Loja para implementar un sistema de información catastral en la parroquia de Vilcabamba (Ecuador), para administrar y gestionar el recurso tierra, como derecho particularmente relevante en grupos vulnerables. La compleja metodología utilizada pone de relieve la importancia de la transferencia de formación en este tipo de proyectos, así como la innegable necesidad de actualización constante de los datos para conseguir alcanzar los objetivos esperados.

Para finalizar hemos elaborado tres reseñas: **recursos educativos en Internet**, donde se destaca, dentro de las múltiples posibilidades, libros y cursos a distancia; **herramientas de SIG libre** –apartado ya comentado anteriormente– sobre el panorama actual de las tecnologías geoespaciales libres; y por último, un apartado singularmente interesante para localizar información geográfica para proyectos de cooperación al desarrollo, en el que se dan unas breves indicaciones sobre cómo buscar y dónde encontrar **datos geoespaciales en Internet**.

Estamos convencidos de que este número de los Cuadernos de Tecnología para el Desarrollo Humano representará un importante hito en la promoción y divulgación de las TIG en el ámbito de la cooperación al desarrollo, por lo que queremos agradecer a los autores y colaboradores todo el esfuerzo y dedicación empleada en la elaboración de esta revista. Esperamos que el contenido tratado anime a muchos de nuestros lectores a profundizar en el uso de estas tecnologías que permitirán tener un conocimiento más eficiente de la realidad para poder desarrollar nuevos instrumentos de participación, justicia y equidad social.

Recursos educativos en Internet

Carol Puig y Alberto Varela

En este apartado se reseñarán algunos de los recursos educativos que se encuentran en Internet, tanto libros como cursos. Os animamos a que navegueís por la Red para descubrir mucho más.

Libros

gvSIG y Cooperación. Cómo construir e incorporar un SIG a tu proyecto

Por Julia Queralt, Thao Ton-That y Santiago Arnalich

www.uman.es/sigco.html

Manual ameno y de fácil lectura que introduce al lector en el mundo de los SIG y la cooperación. Como herramienta SIG de escritorio utiliza gvSIG (*software* libre impulsado por la Generalitat Valenciana). El libro está articulado en torno a breves explicaciones teóricas complementadas con ejercicios prácticos comentados.

El libro se puede descargar de la página web, y tiene un coste aproximado de 10 €.

Libro SIG

Proyecto colaborativo

wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG

El libro SIG, impulsado por la fundación OSGeo-es, está elaborado de forma colaborativa por diversos autores y publicado bajo licencia *creative commons*. Aún no ha sido finalizado, aunque se encuentra muy avanzado, y está abierto a la participación de quien quiera colaborar en el proceso de elaboración.

Consta de ocho partes donde se explican en profundidad los fundamentos, procesos, datos, tecnologías y aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica. El libro se puede descargar libremente en formato PDF desde la web.

Cursos

Máster Profesional UNIGIS en Gestión de SIG

www.unigis.es

Probablemente sea el único programa de formación a distancia en SIG en castellano. La Universitat de Girona es la responsable del Programa UNIGIS de Máster y Cursos de Especialización en Sistemas de Información Geográfica desde 1999, año en que se incorporó a la red internacional de universidades que conforman la UNIGIS International Association.

El Programa UNIGIS en Girona está promovido y organizado desde sus inicios por el Servicio de SIG y Teledetección (SIGTE) de la Universitat de Girona, en colaboración con la Unidad de Geografía del Departamento de Geografía, Historia e Historia del Arte de la misma universidad. Este máster se estructura en ocho módulos, que dotan al estudiante de las capacidades técnicas y profesionales de un gestor en Sistemas de Información Geográfica. Los cursos se dirigen tanto a estudiantes como a profesionales que no disponen del tiempo suficiente para asistir a un programa presencial y quieren promocionar su currículum e incorporarse al sector de los SIG. Por este motivo, los módulos se pueden cursar de forma independiente.

Plataforma formativa del IGN

ign.go-learning.net

El Instituto Geográfico Nacional oferta periódicamente cursos gratuitos en línea sobre temáticas relacionadas con las Tecnologías de la Información Geográfica y su aplicación en distintos ámbitos. Para acceder a estos cursos debe solicitarse la inscripción dentro del plazo establecido.

MIT OpenCourseWare

ocw.mit.edu

El Massachusetts Institute of Technology (MIT) da acceso a los materiales utilizados en los cursos que imparte. Estos materiales se pueden descargar y ser utilizados libremente, no dan acceso a ningún tipo de diploma o acreditación ni apoyo docente. Los cursos están compuestos por clases teóricas, ejercicios, prácticas de laboratorio y exámenes. El *software* utilizado para los ejercicios prácticos, en los cursos específicos sobre SIG y bases de datos relacionales, es ArcGis.

Los cursos existentes en el Open Course Ware (OCW) sobre herramientas SIG se enlazan a continuación:

- A Workshop on Geographic Information Systems
ocw.mit.edu/OcwWeb/Urban-Studies-and-Planning/11-520Fall-2005/CourseHome/index.htm
- Spatial Database Management and Advanced Geographic Information Systems
ocw.mit.edu/OcwWeb/Urban-Studies-and-Planning/11-521Spatial-Database-Management-and-Advanced-Geographic-Information-SystemsSpring2003/CourseHome/index.htm
- Environmental Engineering Applications of Geographic Information Systems
ocw.mit.edu/OcwWeb/Civil-and-Environmental-Engineering/1-963Fall-2004/CourseHome/index.htm

Otros Másteres y cursos *on-line*

Master of Geographic Information Systems

Pennsylvania State University - World Campus, Estados Unidos.
www.worldcampus.psu.edu/MasterinGIS.shtml

Master of GIS and Remote Sensing

Charles Sturt University, Australia.
www.csu.edu.au/courses/postgraduate/gis_remote_sensing

Geographic Information Systems degree programs on-line

Portal de cursos y másteres *on-line* sobre SIG.
www.worldwidelearn.com/science/environmental-science/geographic-information-science

Nature of Geographic Information

Interesante curso *on-line* sobre información geoespacial.
www.e-education.psu.edu/natureofgeoinfo

Otros OCW en español

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED): curso sobre SIG en su repositorio OCW.
ocw.innova.uned.es/ocwuniversia/analisis_geografico_%20regional/sistemas-de-informacion-geografica

Universidad Politécnica de Madrid: asignatura SIG "Técnicas Cuantitativas para Gestión de Datos".
ocw.tufts.edu/Course/54/Coursehome

Fundación OSGeo: cursos bastante especializados sobre herramientas TIG.
wiki.osgeo.org/wiki/Category:Cursos

Reseña de herramientas de SIG libre

Jorge Sanz y Miguel Montesinos

Este artículo tiene como objetivo recopilar en el menor espacio posible el abanico de opciones de *software* FOSS4G disponible actualmente. La reseña también se encuentra publicada en wiki.osgeo.org/wiki/Reseñas_FOSS4G.

Este trabajo es la evolución del informe Panorama del ecosistema de *software* libre para SIG, presentado por primera vez en las I Jornadas de SIG Libre de Girona (marzo de 2007) por Jorge Sanz y Miguel Montesinos. Desde entonces se han realizado diversas iteraciones y versiones sobre el documento, siendo estas reseñas la última hasta la fecha.

Además se ha utilizado información extraída del portal sobre *software* libre Ohloh (www.ohloh.net/) donde casi todos los proyectos aquí presentados tienen una página en la que el lector puede ampliar información sobre lenguajes de programación utilizados, actividad en los últimos meses, quiénes desarrollan el producto, etcétera.

A través de la página web en que se han publicado estas mismas reseñas, se pueden consultar, en la medida de lo posible, imágenes que muestran:

- En los SIG de escritorio la interfaz de usuario.
- En los clientes ligeros la interfaz, bien por defecto, bien casos de uso reales que se pueden encontrar en la web.
- En los servidores de mapas la cartografía que estos pueden generar, por supuesto accedida a través de algún cliente ligero.

Estas imágenes pueden servir al lector para hacerse una mejor idea de qué aspecto y capacidades tiene cada proyecto.

En la reseña se utilizan algunos acrónimos:

- **API:** Application Programming Interface. En programación se utiliza una fachada o interfaz para poder acceder de forma adecuada a las funcionalidades de una determinada biblioteca de componentes.
- **FOSS4G:** Free and Open Source Software for Geomatics.
- **GNU:** GNU is Not UNIX, Proyecto para la creación de un Sistema Operativo libre creado por Richard Stallman (www.gnu.org/home.es.html).
- **IDE:** Infraestructura de Datos Espaciales.
- **J2EE:** Java 2 Enterprise Edition. Esta versión de la plataforma Java se utiliza en servidores para crear aplicaciones y servicios web. Actualmente se denomina JEE.
- **KML:** Keyhole Markup Language. Lenguaje XML estandarizado por OGC para la comunicación de información geográfica popularizado por Google.
- **OGC:** Open Geospatial Consortium. El consorcio internacional que prepara estándares de interoperabilidad para las IDE (www.opengeospatial.org)
- **RCP:** Rich Client Platform. Conjunto de piezas de *software* que proporcionan una base tecnológica sobre la que desarrollar aplicaciones de escritorio.
- **SFSS:** Simple Features Specification for SQL, estándar OGC de funciones de procesamiento y consulta de bases de datos geoespaciales
- **SQL:** Standard Query Language. Lenguaje para la consulta de bases de datos.
- **WMS/WFS:** Web Map/Feature Service. Estándares para la distribución de cartografía en IDE. El primero envía renderizaciones de mapas (vistas) y el segundo geometrías en formato vectorial.

Bases de datos geospaciales

MySQL

- www.mysql.com
- Versión estable: 5.1
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Base de datos libre de Sun Microsystems.

MySQL es la base de datos más popular dentro del ámbito del *software* libre, especialmente en combinación con el servidor web Apache y el lenguaje de programación PHP. En el ámbito geoespacial es mucho menos utilizada ya que no cumple con los estándares internacionales, ni incorpora toda la funcionalidad y potencia que ofrece PostGIS. Aún así, en ocasiones puede ser interesante utilizar sus funcionalidades geospaciales, por ejemplo en la integración con sistemas ya existentes.

PostGIS para PostgreSQL

- www.postgis.refractions.net
- Versión estable: 1.3.5
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Extensión geoespacial de la base de datos libre PostgreSQL.

No hay duda que el buque insignia en el ámbito los gestores de bases de datos del *software* libre es PostgreSQL. Con PostGIS, el módulo para PostgreSQL desarrollado principalmente por Refrations Research Inc. PostgreSQL adquiere la capacidad de almacenar información geoespacial (cumpliendo el estándar SFSS) y de realizar operaciones de análisis geográfico. Además, utilizando la extensión pgRouting se puede emplear como un potente motor de cálculo de rutas y otras operaciones geospaciales.

Servidores de mapas y geometrías

deegree

- www.deegree.org
- Versión estable: 2.2
- Licencia: *GNU Lesser General Public License 2.1*
- ¿OSGeo?: Sí, incubación
- Descripción corta: Conjunto de componentes para construir una IDE.

El servidor deegree es una infraestructura de componentes Java que se puede desplegar sobre cualquier servidor conforme a la especificación J2EE, ofreciendo un completo conjunto de capacidades geospaciales. Destaca por el elevado número de especificaciones OGC que afirma cumplir. Aunque su configuración no sea "amigable", dado su amplio abanico de posibilidades resulta en muchas ocasiones el candidato perfecto para un sistema completo.

FeatureServer

- www.featureserver.org
- Versión estable: 1.12
- Licencia: *BSD-ish License*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Servicio de geometrías para diversos orígenes vectoriales.

FeatureServer supone una alternativa a los servidores que siguen el estándar WFS de OGC. Este servidor genera geometrías en formatos diversos como GeorSS o KML. Es un proyecto joven y que puede resultar interesante en sistemas muy concretos ya que requiere de clientes que utilicen estos formatos. Por ejemplo, junto con OpenLayers puede formar un potente sistema de edición de cartografía en web.

GeoServer

- www.geoserver.org
- Versión estable: 1.7.1
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Completo y “amigable” servidor de mapas siguiendo estándares OGC.

Se trata de un servidor de mapas utilizando la tecnología J2EE. Este servidor ofrece además una completa interfaz de administración que permite al usuario gestionar los servicios cartográficos publicados. GeoServer cumple con varios de los estándares OGC por lo que puede integrarse con todo tipo de clientes ligeros y pesados. Además, este servidor ofrece la posibilidad de publicar servicios en KML por lo que pueden ser consumidos directamente desde Google Earth.

MapGuide Open Source

- www.mapguide.osgeo.org
- Versión estable: 2.0.2
- Licencia: *GNU Lesser General Public License 2.1*
- ¿OSGeo?: Sí
- Descripción corta: Plataforma web para la rápida publicación y despliegue de aplicaciones de *webmapping*.

MapGuide Open Source es una de las contribuciones de AutoDesk al *software* libre geoespacial. Con esta aplicación los usuarios pueden crear fácilmente aplicaciones de visualización de mapas con las herramientas más comunes. Utiliza una biblioteca de acceso a datos llamada FDO que permite publicar gran variedad de fuentes de información. Además dispone de un sistema de permisos para gestionar usuarios y roles de acceso a la cartografía.

MapServer

- www.mapserver.osgeo.org
- Versión estable: 5.2.1
- Licencia: *MapServer License* (similar a la licencia MIT/X)
- ¿OSGeo?: Sí
- Descripción corta: Rápido y potente servidor de mapas.

MapServer es una de las aplicaciones FOSS4G más veteranas. Pese a ello se sigue desarrollando con gran dinamismo y es probablemente el servidor más popular. Esto se debe a su potencia y a su sencillez de administración pese a no disponer de una interfaz de usuario propia. Así, MapServer es una de las opciones más empleadas para publicar tanto cartografía raster como vectorial ya que soporta una enorme variedad de fuentes de datos. Los casos de éxito de MapServer se cuentan por cientos desde hace años.

TileCache

- www.tilecache.org
- Versión estable: 2.0.4
- Licencia: *BSD-ish License*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Proporciona un servidor de teselas (*tiles*) utilizando diferentes orígenes de datos.

TileCache es un versátil servidor de caches geoespaciales. Utilizar una *cache* sobre un servidor de mapas convencional puede incrementar sensiblemente el rendimiento de una aplicación de *webmapping* ya que una imagen sólo es solicitada al servidor de mapas una única vez. Para poder utilizar este servidor el cliente debe estar correctamente configurado. OpenLayers es un cliente web que funciona especialmente bien con este servidor. El objetivo final de este tipo de servidores es ofrecer a los usuarios una experiencia de navegación similar a la de servicios comerciales como Google Maps o Yahoo Maps.

Servidores y herramientas de metadatos

GeoNetwork opensource

- www.geonetwork-opensource.org
- Versión estable: 2.2.0
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: Sí
- Descripción corta: Aplicación para la construcción de catálogos de metadatos así como su publicación.

GeoNetwork es una aplicación de servidor, en la que bien mediante formularios, bien mediante importación, es posible construir catálogos de metadatos de información geográfica siguiendo estándares OGC. La misma aplicación es a su vez un geoportal en el que los usuarios finales pueden realizar búsquedas y en algunos casos visualizar la información (por ejemplo en el caso de los servicios WMS). Además, y siguiendo siempre estándares OGC (entre otros), GeoNetwork puede ser consultado por otros clientes tanto ligeros como de escritorio.

CatMDEdit

- www.catmdedit.sourceforge.net
- Versión estable: 4.0.1
- Licencia: *GNU Lesser General Public License 2.1*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Completo editor de metadatos.

CatMDEdit es una aplicación de escritorio orientada a la edición de metadatos de información geográfica. Con CatMDEdit es posible catalogar todo tipo de datos utilizando diversos estándares internacionales (incluyendo por supuesto los estándares OGC). Es una herramienta española soportada por la IDEE y el proyecto SDIGER.

Clientes ligeros

ka-Map

- www.ka-map.maptools.org
- Versión estable: 1.0
- Licencia: *MapServer License*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Proporciona una aplicación cliente-servidor que ofrece interfaces de usuario muy interactivas y con muy buen rendimiento.

ka-Map se compone tanto de un cliente ligero como algunas funcionalidades de servidor, integrándose a la perfección con UMN Mapserver. Ofrece un maduro motor de cacheado de teselas y un visor que utiliza éstas perfectamente para ofrecer una interfaz de usuario muy rica y potente.

Mapbender

- www.mapbender.org
- Versión estable: 2.5
- Licencia: *GNU General Public License 2.0 or later*
- ¿OSGeo?: Sí
- Descripción corta: Portal para la publicación de cartografía siguiendo estándares OGC.

Mapbender es una aplicación con parte de su funcionalidad implementada en el servidor. Es en realidad un completo SIG en web con sistemas de usuarios y permisos, capaz de mostrar información WMS pero también datos vectoriales en KML o mediante el estándar WFS-T. Esta aplicación, de origen alemán, ha sido implantada en diversos portales de administración pública alemana así como en otros sitios de todo el mundo.

MapFish

- www.trac.mapfish.org/trac/mapfish
- Versión estable: 1.0
- Licencia: *GNU General Public License 3.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Aplicación de *webmapping* completa basada en OpenLayers y ExtJS en el cliente y Pylons en el servidor.

MapFish es una aplicación con algunas funcionalidades en el servidor, aunque la mayor parte de ellas están en el cliente (de hecho son independientes). MapFish une en una única aplicación diferentes componentes (*wid-gets*) que interactúan con el componente principal, el mapa. Así, se construyen aplicaciones de *webmapping* con un aspecto “rico y agradable”. Instalando los componentes de servidor se aumentan las funcionalidades del mismo por ejemplo para generar mapas en PDF o hacer edición gráfica en *web*.

OpenLayers

- www.openlayers.org
- Versión estable: 2.7
- Licencia: *New BSD License*
- ¿OSGeo?: Sí
- Descripción corta: Ofrece una interfaz sencilla y potente para presentar mapas en *web*.

OpenLayers ha supuesto una verdadera revolución en el *webmapping* libre. Al ser una aplicación 100% javascript, no tiene ningún componente en el servidor por lo que puede emplearse en una gran variedad de entornos. Es un proyecto muy dinámico que proporciona un entorno relativamente sencillo para consumir todo tipo de orígenes de datos espaciales. Es por ejemplo el visor elegido por iniciativas tan diferentes como OpenStreetMap o el proyecto español Cartociudad.

Clientes de escritorio

GRASS GIS

- www.grass.osgeo.org
- Versión estable: 6.4
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- OSGeo: Sí
- Descripción corta: Completo SIG de escritorio para visualización, edición y análisis.

GRASS es un proyecto veterano. Su continuo desarrollo lo posiciona como uno de los más completos y estables del panorama. Aunque tradicionalmente ha sido una herramienta académica y orientada al análisis tanto raster como vectorial, en los últimos años se están haciendo muchos esfuerzos en ofrecer un SIG de escritorio para un mayor espectro de usuarios, en especial llevando GRASS a la plataforma Microsoft Windows.

gvSIG

- www.gvsig.gva.es
- Versión estable: 1.1.2
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: Sí, en incubación.
- Descripción corta: *Software* de análisis y de acceso a IDE “amigable” y potente.

gvSIG es la apuesta del gobierno valenciano (España) para ofrecer un SIG de escritorio multiplataforma, modular y potente pero de fácil uso para todo tipo de profesionales, desde expertos en cartografía a usuarios noveles que buscan un visualizador ágil. Con multitud de extensiones, dispone de herramientas de edición cartográfica, análisis raster y vectorial, creación de metadatos, publicación de cartografía en servidores de mapas, etcétera.

MapWindow

- www.mapwindow.org
- Versión estable: 4.6
- Licencia: *Mozilla Public License*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Sencillo SIG para Windows con capacidades de visualización y algunos análisis.

Este proyecto promovido por la Universidad de Idaho es tanto una aplicación de escritorio para la visualización y análisis de información geográfica como una API con un control ActiveX para realizar aplicaciones específicas. Está orientado al desarrollo en la plataforma .Net para Windows y es extensible mediante *plugins*.

OpenJUMP

- www.openjump.org
- Versión estable: "sin información"
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Visor y editor de cartografía con capacidades IDE, escrito en Java.

OpenJUMP es el heredero del proyecto JUMP de Vivid Solutions. Es un SIG de escritorio sencillo que permite trabajar con juegos de datos de tamaño medio, con una estructura modular de fácil extensión y capaz de conectar con servicios IDE. Bajo un proyecto común se aglutinan diferentes versiones de JUMP a lo largo de todo el mundo, incluyendo el proyecto español Kosmo.

OrbisGIS

- www.orbisgis.cerma.archi.fr
- Versión estable: 1.2.2
- Licencia: *GNU General Public License 3.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Reciente SIG de escritorio orientado a desarrolladores

OrbisGIS es un proyecto reciente, impulsado por el Instituto de Ciencias y Técnicas de la Ciudad (IRSTV) francés. Esta aplicación está enfocada a desarrolladores e investigadores, ya que ofrece una interfaz de programación y consulta (SQL) en la propia interfaz no apta para usuarios noveles.

OSSIM

- www.ossim.org
- Versión estable: 1.7.13
- Licencia: *GNU Lesser General Public License 2.1*
- ¿OSGeo?: Sí, en incubación
- Descripción corta: Proporciona una herramienta de visualización y análisis de imágenes.

Orientado a la visualización de imágenes de satélite, OSSIM nació como un proyecto del Departamento de Defensa americano. Hoy en día el producto más visible es *OSSIM Planet* un visor 3D con interesantes características como el control remoto o la conexión a servidores de *World Wind*. Existen además algunas herramientas de línea de comandos y un generador de mosaicos.

Quantum GIS (QGIS)

- www.qgis.org
- Versión estable: 0.11
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: Sí
- Descripción corta: Sencillo pero completo SIG multiplataforma.

QGIS ofrece al usuario una interfaz limpia y sencilla en la que poder visualizar y editar cartografía de diversos orígenes. Gracias a su integración con GRASS es posible realizar muchas operaciones de análisis utilizando

QGIS como interfaz de usuario. Recientemente se ha añadido la posibilidad de extender su funcionalidad gracias a guiones (*scripts*) escritos en el lenguaje Python. En breve se lanzará la versión 1.0.

SAGA GIS

- www.saga-gis.org/en/index.html
- Versión estable: 2.0.3
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: SIG de escritorio para la realización de análisis geoespacial.

SAGA GIS es un producto desarrollado principalmente por la Universidad de Göttingen. Ha evolucionado hacia un *software* ya multiplataforma, con una fuerte orientación al análisis tanto raster como vectorial. La primera versión de SEXTANTE aportó a SAGA un gran número de algoritmos de procesamiento así como un completo manual de usuario.

SEXTANTE

- www.sextantegis.com
- Versión estable: 0.15
- Licencia: *GNU General Public License 2.0*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Conjunto de componentes de análisis.

SEXTANTE nació como un proyecto para SAGA, pero fue en su versión en gvSIG donde se afianzó como un potente motor de análisis espacial. Dispone de gran cantidad de algoritmos (más de 200) y algunas herramientas como un Modelizador o la posibilidad de ejecutar algoritmos y modelos en *batch*. SEXTANTE ha alcanzado gran popularidad y actualmente se está portando a otros SIG de escritorio.

uDig

- www.udig.refractions.net
- Versión estable: 1.11
- Licencia: *GNU Lesser General Public License 2.1*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: SIG de escritorio basado en la plataforma RCP de Eclipse.

uDig es fruto del esfuerzo de empresas como Refractions o Axios, que con el apoyo inicial del programa canadiense *GeoConnexions* intenta ofrecer un SIG de escritorio “amigable” y sencillo de usar. Gracias a estar construido sobre la plataforma RCP, uDig es muy usable. Utiliza las mismas bibliotecas de acceso a datos y renderización que GeoServer y por tanto puede acceder a los mismos recursos, es decir tanto ficheros, como bases de datos y servicios IDE.

World Wind

- www.worldwind.arc.nasa.gov
- Versión estable: 1.4
- Licencia: *NASA Open Source Agreement 1.3*
- ¿OSGeo?: No
- Descripción corta: Visor 3D libre de NASA.

World Wind nació como un proyecto ambicioso de NASA para la visualización de información en un entorno 3D. La competencia con Google Earth lo ha relegado a un público minoritario ya que World Wind accede a fuentes de datos libres de menor resolución que las ofrecidas por el visor de Google. Pese a todo, World Wind ha seguido evolucionando y existe una versión reciente en Java que permitirá crear aplicaciones SIG 3D con WorldWind como tecnología base.

Búsqueda de información geográfica en proyectos de cooperación al desarrollo

Carol Puig y Alberto Varela

El objetivo de esta reseña es dar algunas ideas básicas sobre dónde poder encontrar información espacial. Las diversas realidades que uno se encuentra en los países en vías de desarrollo, nos obligan a adaptar nuestra visión, nuestro proyecto y, también, nuestra fuente de información espacial.

Una de las principales tareas en la fase inicial de un proyecto de cooperación al desarrollo es encontrar información geográfica que nos ayude tanto en la identificación y formulación, como en las etapas iniciales del mismo. Algunos de los pasos para localizarla pueden ser:

1. **Instituto Geográfico** del país donde se sitúe el proyecto. Suele ser la información más fiable, al estar avalado por un organismo competente en la materia. La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) la encontramos, cada vez más, implantada en los diferentes países, especialmente en el continente americano. No obstante es probable que esta información no esté disponible para su descarga en Internet, nos puede dar una idea del tipo de información existente.
2. **Administración local y/o ONG locales.**
3. **Organismos internacionales.** Por ejemplo, agencias y programas de Naciones Unidas (FAO, OMS, OCAH, etcétera).
4. **ONG** que estén o hayan trabajado anteriormente en la misma zona.

En la Red se puede encontrar información de carácter geoespacial que puede ser interesante, aunque probablemente no se halle disponible a la escala que se requiera para nuestro trabajo. A continuación, se mencionan algunos de los lugares más populares donde es posible descargarse información espacial.

GeoNetwork

geonetwork.csi.cgiar.org

Web de búsqueda de servidores de mapas, información geográfica, imágenes de satélites u otros tipos de recursos. Proporciona, principalmente, metadatos de la información espacial disponible, en algunos casos accesibles desde la propia web y, en otros, con enlaces a las páginas que albergan la información.

Un breve resumen sobre que es GeoNetwork, extraído de su página web:

“GeoNetwork es un entorno estandarizado y descentralizado para la gestión de información espacial. Diseñado para permitir el acceso a bases de datos georreferenciadas, productos cartográficos y metadatos relativos provenientes de una diversa gama de fuentes, favoreciendo el intercambio de información espacial y la colaboración entre instituciones y sus usuarios gracias a las capacidades de Internet. Este método de gestión de información geográfica pretende facilitar, a la amplia y variada comunidad de usuarios de dicha información espacial, un acceso sencillo y rápido de la información espacial disponible y de los mapas temáticos existentes, lo cual pudiera apoyar y mejorar la toma de decisiones”.

GeoNetwork tiene cuatro metas que cabe mencionar: Mejorar el acceso a los datos y facilitar la integración de los mismos (interoperabilidad); Ayudar en la toma de decisiones; Promocionar soluciones multidisciplinarias (en torno) al desarrollo sostenible; Enfatizar los beneficios que proporciona la comprensión de la información Geográfica. Además de datos geoespaciales, encontrareis gran variedad de información muy interesante.

EARTHTRENDS

earthtrends.wri.org

Extensa base de datos *on line*, mantenida por el World Resources Institute, sobre diferentes aspectos ambientales, sociales y económicos de cualquier región del mundo.

SERVIR

Servicio regional de monitoreo y visualización para Centro América y el Caribe

www.servir.net

SERVIR es un sistema regional de visualización y monitoreo para **Mesoamérica** que integra información satelital y otros datos geoespaciales para el conocimiento de científicos y apoyo en la toma de decisiones para administradores, investigadores, estudiantes y público en general.

SERVIR cubre las nueve áreas de beneficio social según el sistema de sistemas de observación global de la tierra (GEOSS): desastres, ecosistemas, biodiversidad, tiempo, clima, agua, salud, agricultura y energía. Entre las agencias que implementan SERVIR se incluyen NASA, CATHALAC, USAID, CCAD, Banco Mundial, Nature Conservancy, UNEP-ROLAC e IAGT.

Actualmente se está poniendo en marcha **un servicio SERVIR para África**, que es accesible desde la misma página web.

World Gazetteer

population-statistics.com

Página web que ofrece datos de población y superficie a nivel de país y región administrativa. Son datos vectoriales de tipo puntual en formato KMZ.

Open Street Map

www.openstreetmap.org

Proyecto de cartografía colaborativa sumamente interesante. Se recomienda su visita y su participación. A continuación se muestra la información sobre el proyecto que aparece en Wikipedia:

OpenStreetMap (también conocido como OSM) es un proyecto colaborativo para crear mapas libres y editables. Los mapas se crean utilizando información geográfica capturada con dispositivos GPS móviles, ortofotografías y otras fuentes libres. Esta cartografía, tanto las imágenes creadas como los datos vectoriales almacenados en su base de datos, se distribuye bajo licencia *creative commons attribution-sharealike 2.0*.

En noviembre de 2008 el proyecto superaba los 70.000 usuarios registrados, de los cuales más de 7.000 realizan alguna edición en la base de datos cada mes. El número de usuarios suele doblarse cada cinco meses. Los usuarios registrados pueden subir sus trazas desde el GPS y crear y corregir datos vectoriales mediante herramientas de edición creadas por la comunidad OpenStreetMap.

Cada día se añaden 25.000 km nuevos de carreteras y caminos con un total de casi 25.000.000 km de viales, eso sin añadir otros tipos de datos (puntos de interés, edificaciones, etcétera). El tamaño de la base de datos (llamada planet.osm) se sitúa en torno a los 100 *gigabytes* (4,3 Gb con compresión *bzip2*), incrementándose diariamente en unos 3 megabytes de información.

Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCAH) de las Naciones Unidas

3w.unocha.org/WhoWhatWhere/index.php

Interesante página que, además de mostrar mapas, indica las ONG que han estado o están trabajando en la zona donde OCAH tiene o ha tenido proyectos.

FEWS NET Africa Data Dissemination Service

igskmncnwb015.cr.usgs.gov/adds/geolist.php

El Sistema de Alerta Temprana para la Hambruna (FEWS, por sus siglas en inglés) es un sistema de información diseñado para identificar problemas en la estructura de suministro de alimentos a causa de la hambruna. La red de FEWS es un proyecto multidisciplinario donde se adquiere, analiza, y distribuye información de carácter nacional, por ejemplo, sobre el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), la Estimación de Lluvias (RFE, por sus siglas en inglés), la humedad en el suelo, etcétera. También se puede descargar, a nivel país, los límites administrativos, carreteras, población y curvas de nivel.

TerraLook

terralook.cr.usgs.gov

Permite descargar información satelital preparada para su visualización y comparación en formato JPG y georreferenciadas. Está pensada para personas sin experiencia en el manejo de imágenes de satélite. Otra página que contiene el mismo tipo de información en formato MrSid es zulu.ssc.nasa.gov/mrsid.

Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés)

glovis.usgs.gov

En esta página se puede conseguir, de forma gratuita, todas las imágenes del satélite Landsat, propiedad del USGS. Desde el 2008, el USGS permite el acceso libre a los datos que tiene en su poder. Es necesario registrarse en su página web, encargar la imagen y en pocos días vía *e-mail* os enviarán el código de acceso para descargar la información.

Otro lugar donde se puede encontrar imágenes gratuitas, principalmente del satélite Landsat, es en el Global Land Cover Facility de la Universidad de Maryland (glcf.umiacs.umd.edu).

Modelo Digital de Elevaciones

srtm.csi.cgiar.org

En este lugar se puede descargar un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) del proyecto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de la NASA del año 2000. Con este proyecto se consiguió tener un MDE de cobertura global con una resolución espacial de 90 metros.

UNOSAT

unosat.web.cern.ch/unosat

UNOSAT es el organismo de la ONU encargado de facilitar imágenes de satélite, mapas y cartografía en general para apoyar a la labor de las ONG que prestan ayuda humanitaria en situaciones de emergencia internacional.

Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la sociedad

Josep Sitjar i Suñer

Técnico en SIG – SIGTE (Servicio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad de Girona)

¿Dónde debería ubicarse un centro hospitalario para dar un buen servicio a la comunidad? ¿Cuál es el trazado óptimo para construir una carretera? ¿En qué zona deben destinarse más recursos después de una catástrofe? Desde la creación del primer Sistema de Información Geográfica, la toma de decisiones para resolver los problemas espaciales del mundo real ha resultado cada vez más fácil. En el siguiente artículo se desvelan algunas de las claves y fundamentos de estos poderosos sistemas.

Palabras clave: Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), Sistemas de Información Geográfica (SIG), Organizaciones No Gubernamentales de Desarrollo (ONGD).

On s'hauria d'ubicar un centre hospitalari per a donar un bon servei a la comunitat? Quin hauria de ser el traçat òptim per a construir una carretera? En quina zona haurien de destinar-se majors recursos després d'una catàstrofe? Des de la creació del primer Sistema d'Informació Geogràfica, la presa de decisions per a resoldre els problemes espacials del món real ha resultat cada vegada més fàcil. En el següent article s'entreveuen algunes de les claus i fonaments d'aquests poderosos sistemes.

Paraules clau: Tecnologies de la Informació Geogràfica (TIG), Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Organitzacions No Governamentals de Desenvolupament (ONGD).

Where should we install a health centre for the best community service? Which is the optimal route for a road construction? In which zone should we assign more resources after a disaster? Since the creation of the first Geographical Information System, the decision making to solve spatial problems in the real world it's been easier and easier. The following article reveals some key aspects and the basis of these powerful systems.

Key words: Geographic Information Technologies (GIT), Geographic Information Systems (GIS), Non-Governmental Organizations Development (NGDO).

Introducción

En multitud de artículos y libros especializados encontramos infinidad de razones que avalan el empleo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como gestores de información geográfica. En ellos se alude a su capacidad para manejar grandes cantidades de información, a la ayuda que confieren en la resolución de problemas territoriales o a la optimización de recursos que conlleva su uso. Sin embargo, una cuestión aparentemente más trivial nos revela los motivos que han atribuido a estos sistemas la necesidad de estar presentes en muchos ámbitos de nuestra vida. El hecho es muy simple: todo lo que ocurre en el mundo, ocurre en algún lugar. Por este motivo, conocer la localización geográfica de los objetos y acontecimientos que en él se encuentran resulta de gran utilidad a las sociedades humanas.

Quienes nunca hayan entrado en contacto con los SIG, pueden pensar de ellos que son aplicaciones informáticas encaminadas al manejo de información geográfica. Es cierto que lo son, pero también son algo más. Su carácter sistémico les otorga un componente de complejidad que debe tenerse en cuenta a la hora de definirlos. Por ello

en las siguientes páginas trataremos de descubrir y analizar cada una de las partes que conforman estos sistemas, y cómo interactúan para llegar a resolver nuestras dudas espaciales.

Sería presuntuoso otorgar a los SIG la capacidad para dar soluciones definitivas a los proyectos en los que tienen cabida; sin embargo, podemos estar seguros de que desde la implementación del primer SIG, el Sistema de Información Geográfica de Canadá (CGIS, por sus siglas en inglés), el proceso de toma de decisiones apoyado por estos sistemas ha resultado mucho más eficiente y rápido.

Vamos a ver entonces, qué son los SIG y cómo podemos llegar a sacar provecho de su utilización.

“Conocer la localización geográfica de los objetos y acontecimientos que en él se encuentran resulta de gran utilidad a las sociedades humanas”

El valor de lo espacial

No tendría demasiado sentido empezar un artículo introductorio sobre los SIG sin antes referirse al valor de la Información Geográfica (IG), entendida como aquella que puede ser relacionada con localizaciones en la superficie de la Tierra (DoE, 1987). De hecho, y como iremos viendo en las siguientes páginas, la IG es uno de los componentes más importantes de todo SIG.

Son muchas las cualidades asociadas a la IG, cuyo verdadero valor estriba en cómo a través de sus características es capaz de mostrarnos la realidad geográfica de la cual depende la mayoría de las actividades del hombre (Comas y Ruiz, 1993). La posición, el tamaño, la distancia, la dirección, la forma, la textura, el movimiento y las relaciones son las **propiedades espaciales** de los objetos que nos da la IG. Conocer y aprovechar estas propiedades va a permitir el desarrollo de interesantes proyectos de SIG.

Imaginemos por ejemplo una situación en la que debamos escoger entre dos emplazamientos para la construcción de un centro hospitalario. La **ubicación** de los núcleos de población de la región, la **distancia** a las principales arterias de comunicación o las **relaciones** que pudieran establecerse con otros centros sanitarios, son solo algunas de las propiedades espaciales de la IG que deberíamos analizar si quisiéramos determinar una óptima localización.

Los SIG se han erigido como la tecnología capaz de trabajar y sacar provecho a toda esta información; y aunque resulta indiscutible el potencial tecnológico –*hardware*, *software*, redes– y científico –métodos, personal, organizaciones– que con ellos va asociado, su verdadero poder deriva del valor de la información con la que trabajan. Sin IG, no hay SIG.

¿Qué es un Sistema de Información Geográfica?

Breve historia de los SIG

Para empezar a ver qué son los SIG, nos será útil retroceder hasta sus orígenes. Si bien es cierto que la aparición de los SIG va estrechamente relacionada con el desarrollo de la informática –años 60–, la idea de visualizar diferentes capas de datos en series de mapas de base y relacionar elementos geográficamente, apareció hace bastante más tiempo que la llegada de los ordenadores.

Ya en 1781, el cartógrafo francés Louis-Alexandre Berthier representó los movimientos de las tropas en la Batalla de Yorktown mediante mapas que contenían información cruzada. En 1854, el doctor John Snow utilizó el análisis geográfico para determinar la causa de la epidemia de cólera de Londres. Más adelante, McHarg demostró cómo la técnica de superposición de capas podía ser incorporada en los procesos de planeamiento. Otros autores, como Hägerstrand¹ o Christaller², hicieron uso del análisis geográfico

mediante superposición de capas de información para realizar sus estudios.

Sin embargo, no fue hasta los años 60 cuando se produjeron las innovaciones que dieron impulso al desarrollo de los SIG tal y como los conocemos en la actualidad. En esos años, Roger Tomlinson –considerado el padre de los SIG–, creó el CGIS, diseñado para identificar y explotar los recursos existentes en el territorio canadiense. También en esa década se empezaron a desarrollar, en la agencia del Censo de los Estados Unidos, algunas herramientas automatizadas mediante SIG, necesarias para realizar el Censo de Población de 1970 (Longley, 2005).

A partir de ese momento, el avance y las innovaciones relacionadas con el mundo de los SIG siguieron una curva ascendente e imparable hasta la actualidad.

Las definiciones

Existen muchas y variadas definiciones acerca de qué son los SIG. De hecho, podría afirmarse que hay casi tantas definiciones como autores que escriben sobre el mundo de los SIG (Gutiérrez Puebla y Gould, 1994). Dependiendo del contexto en que los utilizemos, nos sentiremos más identificadas con unas u otras. Así, mientras que para algunos los SIG son simplemente el medio para automatizar la producción de mapas, para otros esta aplicación parece banal en comparación con su complejidad asociada a la solución de problemas geográficos y el soporte a la toma de decisiones (Longley, 2005). Encontrar la forma más adecuada para referirse a ellos no es tarea fácil.

Según el Centro Nacional de Información Geográfica y Análisis (NCGIA, por sus siglas en

inglés), un SIG es un sistema de *hardware*, *software* y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión. Sin duda, se trata de una definición funcionalista en la que se reflejan, aparte de la tecnología, todos aquellos aspectos y partes que conforman un SIG.

Otras aproximaciones a los SIG se refieren tan solo al componente tecnológico, sin tener demasiado en cuenta el resto de elementos. Sería este el caso de la definición hecha por Bracken y Webster (1990) según la cual un SIG es “un tipo especializado de base de datos que se caracteriza por la capacidad de manipular datos geográficos [...] que se pueden representar como imágenes”.

¹ En 1973, desarrolló un modelo basado en la geografía del tiempo, que hace énfasis en la continuidad y en el vínculo de secuencias de eventos que se desarrollan en situaciones enmarcadas en el espacio y el tiempo.

² Autor de la “Teoría de los lugares centrales” (1933). Estudió la distribución y jerarquización de los lugares centrales en un espacio isotrópico. Se le considera el fundador de la nueva geografía cuantitativa.

Peter Burrough (1986):

Un SIG es un potente equipo instrumental para la recogida, el almacenamiento, recuperación, transformación y representación de datos espaciales relativos al mundo real.

Roger Tomlinson (1987):

Sistema digital para el análisis y manipulación de todo tipo de datos geográficos, a fin de aportar información útil para las decisiones territoriales.

Department of Environment (DoE), Gran Bretaña (1987):

Sistema para capturar, almacenar, validar, integrar, manipular, analizar y representar datos referenciados sobre la Tierra.

Stan Arnoff (1989):

Sistema informático capaz de realizar las tareas para manejar datos georreferenciados: entrada, almacenamiento, recuperación, manipulación, análisis y representación.

El enfoque funcionalista es el más utilizado –y a la vez el más aceptado por la comunidad– para referirse a un SIG, al remarcar éste su carácter sistémico, integrador y funcional. En este sentido no es demasiado relevante para la mayoría de los usuarios entender cómo funcionan los algoritmos que implementan una función; sin embargo, sí es prioritario entender qué son, qué realizan y cómo son utilizables las funciones

(Arnoff, 1989). Del mismo modo, tampoco tiene demasiado interés el empleo de un SIG si no cumple con el objetivo de ser parte de una organización, al aportar eficacia en la integración horizontal de varios registros digitales de información, o en el intercambio vertical entre niveles jerárquicos –como el directivo, el de gestión y operativo– (Comas y Ruiz, 1993).

Componentes y funcionalidades de un SIG

Hemos visto hasta ahora algunas definiciones acerca de los SIG que pueden llegar a resultar complejas para quienes no hayan trabajado antes con ellos. Para poder entender mejor qué es un SIG, y poder reconocer uno cuando nos hallemos frente a él, será útil analizar sus componentes y funcionalidades.

Todo SIG se compone de cinco partes fundamentales: **Tecnología, Datos, Métodos, Organizaciones y Red.**

Según el libro “Geographic Information Systems and Science” (Longley, 2005) el principal componente de un SIG actual es la Red, sin la que el intercambio de información o la rápida comunicación no es posible. De hecho, las ventajas de las redes en el campo de los SIG son numerosas, al permitir la visualización, consulta y análisis de información espacial sin necesidad de instalar ningún *software* o descargar grandes cantidades de datos.

La segunda pieza de la anatomía de un SIG es la tecnología, que viene definida por el *software* y el *hardware*. Mediante el *hardware*, el usuario interactúa directamente con el sistema, al permitir llevar a cabo las distintas operaciones SIG de entrada y salida de información³. A su vez, el *software* actúa como soporte lógico que organiza, dirige y da consistencia a todo el sistema.

Dentro de la estructura de un SIG los datos son la parte mediante la cual se representa la realidad, a la vez que permiten enlazarla a situaciones y aplicaciones específicas. Comas y Ruiz (1993), para explicar el concepto de datos espaciales, proporcionan una definición concisa y útil: “Los datos son la representación concreta de hechos y constituyen el antecedente necesario para el conocimiento”.

Para llevar a cabo las distintas tareas relacionadas con el diseño, creación y funcionamiento de los SIG, se requiere de un cuerpo metodológico

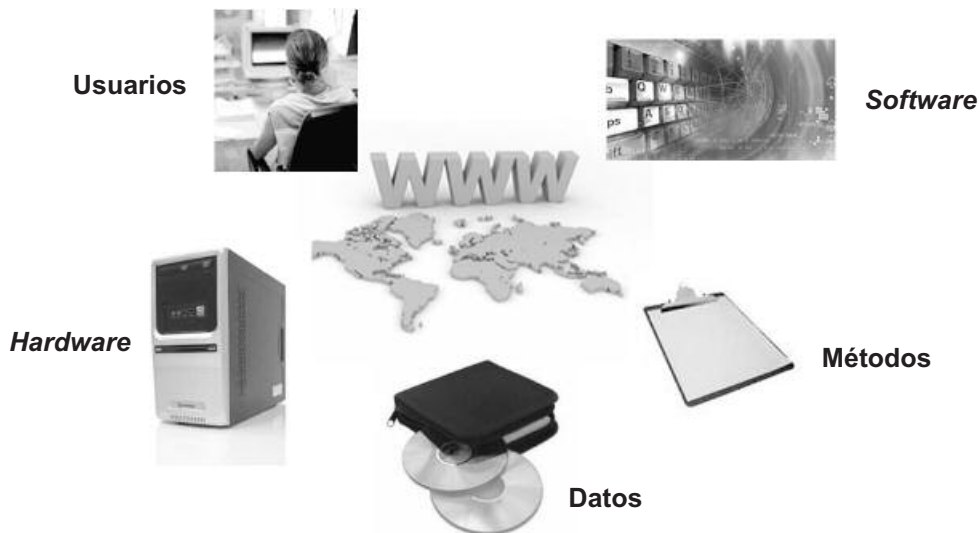
³ Se incluyen aquí los aparatos de lectura convencionales que permiten la transferencia de archivos, los mecanismos de red, aparatos de salida como las impresoras, los monitores, y un largo etcétera.

específico. Los métodos tienen, en última instancia, la finalidad de establecer la estructura de un SIG y, en concordancia con ello, implementar aplicaciones que sustenten la toma de decisiones. La adopción de un buen método determinará el éxito o fracaso del proyecto.

El hecho de que la organización forme parte de los componentes de todo SIG explica su claro

objetivo de llegar a ser un elemento clave en ella. Y es que un SIG solamente tiene sentido en el contexto de una organización, entendida como la estructura que establece procedimientos, líneas de información, puntos de control, y otros mecanismos que aseguren el presupuesto, mantengan una elevada calidad de los trabajos realizados y garanticen las necesidades de la organización (Longley, 2005).

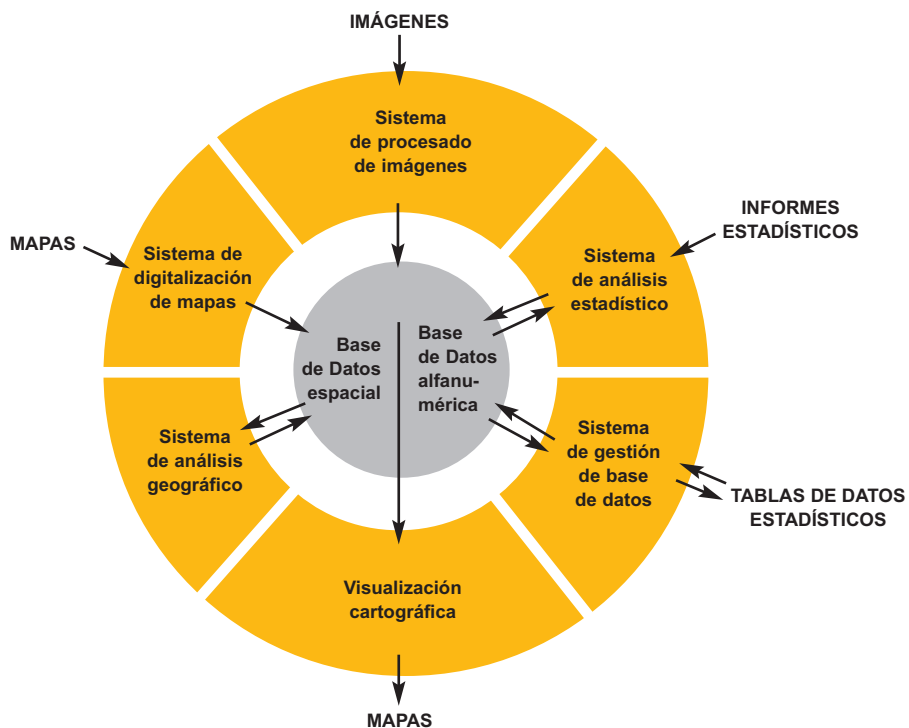
Figura 2
Componentes de un SIG
Fuente: elaboración propia



Siguiendo con el criterio funcionalista del que hemos hecho uso anteriormente para definir los SIG, ahora podemos caracterizar las cinco funciones que con ellos podremos realizar: entrada

de información, almacenamiento, salida o representación gráfica y cartográfica de la información, y gestión de la información espacial y funciones analíticas.

Figura 3
Funcionalidades de un SIG
Fuente: Adaptado de Eastman, 1999



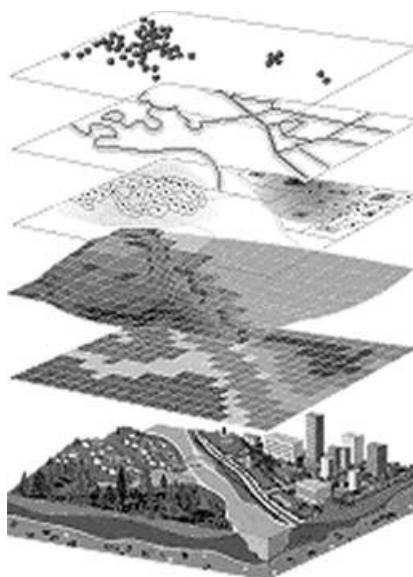
Al trabajar con los SIG lo primero que vamos a necesitar será información, la cual resultará del proceso de abstracción-simplificación de la realidad, pues cada fenómeno o aspecto de un determinado territorio puede ser modelizado en capas de información. Según lo que nos interese representar o analizar, recurriremos a unas u otras capas de información. De este modo, y si siguiendo con el ejemplo citado anteriormente (localización óptima de un centro hospitalario), necesitaremos disponer como mínimo de una capa de poblamiento, una de red de infraestructuras viarias y otra con la localización de los centros sanitarios.

"las cinco funciones que podremos realizar [con los SIG son]: entrada de información, almacenamiento, salida o representación gráfica y cartográfica de la información, y gestión de la información espacial y funciones analíticas"

En un SIG, las **funciones para la entrada de información** son las que nos permiten la introducción, edición y visualización de datos geográficos. *A priori*, estas funciones nos pueden parecer banales en comparación con las demás, pero como hemos visto, son de gran trascendencia, pues sin ellas resultaría imposible realizar ningún trabajo. Además, puesto que en algunos ámbitos geográficos la existencia de información espacial es muy escasa, el proceso de obtención puede resultar tedioso y muy caro; en este sentido, cabe tener presente que la obtención de buenos datos puede llegar a absorber entre el 50 y el 70% del presupuesto de la implementación de un SIG. Del mismo modo, los procesos de edición incluidos en las funciones de entrada de información suelen requerir de grandes recursos; se trata en este caso de la modificación de las características geométricas de las entidades (orientación, posición, forma), de la corrección de inconsistencias de los datos o de la generalización o suavizado de las líneas. Sin ellos, los datos no están "preparados" para ser utilizados.

Una vez capturada la información geográfica, y puesto que en general habremos producido gran cantidad de datos, esta deberá ser almacenada de alguna forma. Las **funciones de almacenamiento** nos permitirán este proceso, que no implicará solamente al disco duro del ordenador, ya que a medida que vayamos desarrollando un SIG será necesario ir traspasando información a

Figura 4
Modelización de la realidad en capas de información
Fuente: ESRI



otros dispositivos, así como crear copias de seguridad.

Capturada y almacenada la información geográfica, el siguiente paso a realizar será el de extraer de la base de datos del SIG las porciones de información espacial que interesan en cada momento. Para ello se utilizan las **funciones de gestión**, cuya finalidad esencial es permitir la independencia entre la organización física y lógica de los datos; es decir, la independencia entre la base de datos y los programas que la gestionan (Bracken y Webster, 1990) para poder de este modo controlar su almacenamiento, recuperación y actualización (Comas y Ruiz, 1993).

Las **funciones de análisis espacial** –sin duda las más representativas del *software* de SIG– son las que en definitiva atribuyen valor a los datos geográficos, al revelarnos cosas que de otra forma no conseguiríamos percibir. Conocer y comprender las operaciones espaciales es útil para planificar mejor y de forma más eficiente el trabajo con los SIG. Dichas funciones pueden clasificarse en cuatro grupos (Arnoff, 1989): recuperación, superposición, vecindad y conectividad; y entre ellas se incluyen operaciones de consulta, medición de áreas o perímetros, superposición de capas de información, y álgebra de mapas o reclasificación⁴ de datos. Dependiendo del paquete de *software* de SIG que utilizemos, dispondremos de más o menos funciones de análisis.

⁴ Asignación de una nueva categoría o valor a las entidades.

Volviendo al caso planteado, a partir de la información referente al poblamiento, infraestructuras y centros sanitarios, y con las distintas funciones de análisis espacial que ofrece un SIG, será relativamente fácil determinar los suelos aún no urbanizados en los que se podrá construir, que se encuentran bien comunicados y que además no entran en competencia con el radio de acción de los otros hospitales.

Finalmente, las **funciones de salida o representación gráfica y cartográfica de la información** mediante un SIG son las que permiten transferir los datos, imágenes o mapas contenidos en él a otro medio o soporte. De este modo podemos representar los datos almacenados a partir de una serie de criterios⁵ que permitirán visualizar la información en función de los objetivos establecidos.

Aplicaciones de los SIG

Los SIG se están convirtiendo en una herramienta habitual de nuestro mundo, demostrando su eficacia en numerosas aplicaciones de gestión de recursos, análisis de alternativas, herramientas de soporte para la toma de decisiones y planes de actuación frente a diversidad de situaciones. Veamos ahora algunos casos concretos.

En las administraciones públicas, por ejemplo, el empleo de los SIG tiene un papel muy destacado, y no es de extrañar, ya que más del 70% de las tareas que en ellas se realizan presentan un componente geográfico. En general, las aplicaciones más típicas en estos organismos están relacionadas con el inventario de recursos, la gestión de los transportes públicos o la localización óptima de equipamientos.

Las oficinas del catastro suelen ser también buenos modelos de implementación de SIG, ya que el hecho de disponer de información actualizada y fiable del territorio digital les ayuda a evitar problemas de límites ambiguos o superpuestos de las parcelas, a describir relaciones complejas e incluso a facilitar el acceso al público a dicha información.

Compañías de servicios o de transporte, son también organizaciones en las que el empleo de los SIG ha permitido mejorar la eficiencia y el rendimiento de las tareas. En estos casos, el volu-

Cabe recordar en este punto, que un mapa no es un elemento neutro, sino todo lo contrario. Dependiendo del modo en que se realice la presentación, el resultado final –el mensaje que queramos presentar– puede llegar a ser muy diferente. Los usuarios de SIG y los productores de cartografía deben ser conscientes de ello, y actuar en consecuencia.

"Los SIG se están convirtiendo en una herramienta habitual de nuestro mundo, demostrando su eficacia en numerosas aplicaciones de gestión de recursos, análisis de alternativas, herramientas de soporte para la toma de decisiones y planes de actuación frente a diversidad de situaciones"

men de información territorial que se maneja suele ser muy grande, y su disponibilidad inmediata y la rápida capacidad para gestionarla suponen, en muchas ocasiones, el éxito o el fracaso de sus actividades. Una empresa de electricidad, por citar algún ejemplo, puede llegar a tener centenares o millones de clientes, varias redes de distribución, además de un sinfín de transformadores, postes de electricidad, etcétera, representando billones de euros invertidos. El mantenimiento de toda esta infraestructura y la dificultad que puede conllevar la detección de una avería que en ella se haya producido solamente puede realizarse mediante el empleo de los SIG.

En agricultura, el uso de mapas detallados e imágenes para planificar los cultivos, analizar los campos y gestionar aplicaciones eficientes de fertilizantes y químicos es cada vez más habitual. Estas técnicas son conocidas como "agricultura de precisión", y permiten obtener grandes beneficios en la cantidad de las producciones agrícolas.

"En agricultura, el uso de mapas detallados e imágenes para planificar los cultivos, analizar los campos y gestionar aplicaciones eficientes de fertilizantes y químicos es cada vez más habitual. [...] [conocido] como 'agricultura de precisión'"

⁵ Estos criterios pueden basarse en capas de información, simbología o el fenómeno que uno quiera representar.

Todo este conjunto de aplicaciones —y muchas más que encontraríamos sin demasiada dificultad—, confieren a los SIG una imagen “elitista” de la que parecen estar muy lejos aquellas empresas o entidades sin demasiados recursos económicos. No negaremos la dificultad que supone implantar un SIG, ni tampoco su costo en capital humano; sin embargo, existen muchos motivos para pensar en la posibilidad de integrarlos, por ejemplo, en organizaciones no gubernamentales dedicadas a la ayuda y cooperación para el desarrollo humano.

La misma falta de recursos económicos puede ser el primer incentivo para que una ONG para el Desarrollo (ONGD) decida hacer uso de los SIG, al mejorar éstos la planificación y programación de sus actividades y, en consecuencia, la eficiencia de las inversiones realizadas.

Asimismo, los SIG facilitan el seguimiento de los proyectos, reduciendo los costos que ello suele conllevar; y permiten el análisis posterior de las actuaciones acometidas, facilitando la obtención de indicadores que pueden ser utilizados en futuras intervenciones.

En el artículo “Cartografía de riesgos naturales en América Central con datos obtenidos desde Internet” (Bosque Sendra, 2005) se analizan con más detalle las ventajas y limitaciones que los SIG y la información geográfica disponible presenta frente a las necesidades de las ONGD, así como las posibilidades que actualmente ofrece Internet para la adquisición de la información geográfica. En éste concluyen que a pesar de que en su actividad diaria las ONGD utilizan numerosa información geográfica, el uso de los SIG es muy reducido debido, principalmente, a la dificultad técnica que supone el empleo de estos programas, y a la falta de un formato de datos geográficos común a todos los productores y usuarios.

De hecho, en los ámbitos de trabajo de las ONGD la mayor dificultad a la hora de trabajar con SIG recae en la adquisición de información espacial (datos geográficos), ya que en muchos casos es inexistente o se encuentra a una escala con tan poco detalle que impide la elaboración de estudios provechosos. Además, plantearse la elaboración de cartografía en estos casos resulta un hito prácticamente inasequible.

Por otro lado, la presencia cada vez más grande de programas SIG de código abierto, que además de aportar flexibilidad para el desarrollo de soluciones a medida, suprimen el elevado coste de adquisición de algunas licencias propietarias, puede facilitar la implementación de los SIG por parte de las ONGD. Es cierto que en muchas ocasiones las empresas productoras de *software* rebajan el precio de las licencias (o incluso las regalan) a los países en vías de desarrollo, o a las ONG que trabajan en ellos; sin embargo, las relaciones de dependencia que ello conlleva pueden resultar perjudiciales a largo plazo (Véase el artículo “¿Qué es el *software* libre?” publicado en el Cuaderno número 2 de esta misma revista).

"los SIG facilitan el seguimiento de los proyectos, reduciendo los costos que ello suele conllevar; y permiten el análisis posterior de las actuaciones acometidas, facilitando la obtención de indicadores que pueden ser utilizados en futuras intervenciones"

Conclusiones

Desde los años 90, los SIG han experimentado grandes avances. El desarrollo de nuevas funcionalidades y aplicaciones no ha parado de incrementar, y su potencial como gestores de la IG les ha convertido en una "herramienta" indispensable para gran diversidad de empresas y organizaciones.

Por otro lado, la comunidad de usuarios de SIG también ha ido creciendo a medida que éstos iban siendo implantados, hecho que ha facilitado la proliferación del número de publicaciones (libros, revistas...), conferencias, páginas web, foros y listas de distribución de correo electrónico relacionado con los SIG y la IG.

Se ha llegado a una situación en la que resulta indiscutible la necesidad de contar con las tecnologías de la IG, y ya no solamente en ámbitos muy concretos (universidades, empresas de gestión de recursos o infraestructuras, ayuntamien-

tos, etcétera), sino también a nivel particular, entre aquellos que por ejemplo emplean Google Earth para mostrar donde se encuentra su negocio, o los que instalan un dispositivo GPS en el automóvil para llegar al hotel donde pasarán las vacaciones.

No podemos saber cómo serán los SIG del futuro, sin embargo, parece inevitable su presencia cada vez mayor en nuestra sociedad. Siguiendo las tendencias actuales, se manifestarán integrados a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, y en ellos Internet jugará un papel decisivo. En este sentido, los Servicios Basados en la Localización (LBS, por sus siglas en inglés), ya están proliferando y asumiendo cuotas de mercado cada vez más grandes, a la vez que la información geográfica existente en la web es cada vez mayor, ayudando a miles de usuarios a resolver problemas geoespaciales.

Referencias bibliográficas

- ARNOFF, S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- BOSQUE, J. 1997. *Sistemas de Información Geográfica*. 2da ed. Madrid: Ediciones Rialp, S.A.
- BOSQUE SENDRA, J., ORTEGA SISQUÉS, A. y RODRÍGUEZ ESPINOSA, V. 2005. *Cartografía de riesgos naturales en América Central con datos obtenidos desde Internet*. Documentos de Análisis Geográfico.
- BRACKEN, I. y WEBSTER, C. 1990. *Information technology in geography and planning: including principles of Geographic Information Systems*. Londres y Nueva York: Routledge.
- COMAS, D. y RUIZ, E. 1993. *Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona: Ariel.
- DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT. 1987. *Handling Geographic Information*, informe del Committee of Enquiry presidido por Lord Chorley. Londres.
- EASTMAN, J. R. 1999. *Multi-criteria evaluation and GIS, in Geographical Information Systems*. Nueva York: John Wiley and Sons, Ltd.
- GUTIÉRREZ PUEBLA, J. y GOULD, M. 1994. *SIG: Sistemas e Información Geográfica*. Madrid.
- LONGLEY, P. A., GOODCHILD, M. F., MAGUIRE, D. J. y RHIND, D. W. 2005. *Geographic Information Systems and Science*. 2 da ed. John Wiley and Sons, Ltd.

Aplicaciones de las TIG en las ONG: problemas y soluciones

Víctor M. Rodríguez Espinosa

victor.rodriguez@uah.es

Joaquín Bosque Sendra

Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá
joaquin.bosque@uah.es

La utilización de información geográfica y la aplicación de tecnologías relacionadas en el ámbito de la cooperación y ayuda al desarrollo y, en concreto, en el de las ONGD, puede reportar indudables beneficios para las actividades y proyectos en los que se embarcan. ¿Qué necesidades y requerimientos tienen estas organizaciones en este sentido? Pero el uso e implantación de dichas tecnologías son aún minoritarios y poco profesionalizados; ¿qué problemas está dificultando este proceso aquí, el cual ya está consolidado en otros muchos ámbitos? El presente artículo se dirige a analizar algunos de estos aspectos.

Palabras clave: Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), Sistemas de Información Geográfica (SIG), Organizaciones No Gubernamentales de Desarrollo (ONGD).

La utilització d'informació geogràfica i l'aplicació de tecnologies relacionades en l'àmbit de la cooperació i ajuda al desenvolupament i, en concret, en les ONGD, pot generar indubtables beneficis per a les activitats i projectes en els que estan involucrats. Quines necessitats i requeriments tenen les organitzacions en aquest sentit? Però l'ús i implantació d'aquestes tecnologies són encara minoritaris i poc professionals; quins problemes està dificultant aquest procés aquí, el qual ja està consolidat en altres àmbits? El present article es focalitza a analitzar aquests aspectes.

Paraules clau: Tecnologies de la Informació Geogràfica (TIG), Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), Organitzacions No Governamentals de Desenvolupament (ONGD).

The use of geographical information and the application of related technologies in the development cooperation sector and development aid and, in particular, the NGDO, can generate uncountable benefits for the activities and projects in which are involved. Which needs and requirements have the organizations in this sense? But the use and implementation of these technologies are still minority and few professional; which problems are making difficult the process in here that is consolidated in other sectors? The present article is focused in the analysis of these aspects.

Key words: Geographic Information Technologies (GIT), Geographic Information Systems (GIS), Non-Governmental Organizations Development (NGDO).

Introducción

Dentro de la diversidad de ONG existentes destacan, tanto por el volumen de recursos como por el desarrollo institucional y territorial que están adquiriendo, las Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo (ONGD), que son aquellas especializadas en dar respuesta humanitaria ante situaciones de crisis (conflictos bélicos, grandes desastres naturales o tecnológicos) y promover el desarrollo económico y social en regiones desfavorecidas del planeta.

Las actividades de estas organizaciones poseen un claro componente geográfico. Se dirigen a territorios concretos –con características físicas, ambientales y humanas particulares–; actúan sobre poblaciones que están ocupando un territorio determinado y que poseen un perfil social, cultural y económico específico; entre otras cosas.

El marco geográfico habitual de sus proyectos son regiones y países en desarrollo, en donde, actualmente, las relaciones ser humano-medio (objeto de estudio tradicional de la Geografía) se manifiestan de forma más clara e intensa.

“Las TIG son un medio excelente para apoyar la toma de decisiones y hacer más eficaz la comunicación en las ONGD”

A la conocida problemática de estos países se ha añadido en los últimos años la denominada “brecha tecnológica o digital”. Estos países, en general marginados de los circuitos económicos y comerciales mundiales, sufren hoy también la marginación tecnológica. El avance tecnológico “...parece que no está igualando, sino creando más diferencias... entre los países del Norte y del Sur, entre los ricos y los pobres, inforricos e infopobres...” (Suárez, 2002).

Conciente de este hecho, la comunidad internacional ha fijado como eje prioritario entre los Objetivos del Milenio, el desarrollo y promoción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Así, diferentes organismos y algunas ONGD han comenzado a plantearse la necesidad de poner en marcha proyectos que tengan en cuenta el desarrollo y fortalecimiento tecnológico en estas regiones. Pero, como señala Messick (2004), la mayoría de estas iniciativas suele centrarse únicamente en la promoción de soluciones de equipamiento de *software* y *hardware*; se presta poca atención a apoyar la creación, mantenimiento y utilización de bases de datos e información geográfica, que tanta relevancia puede tener en el desarrollo de regiones desfavorecidas, y en los proyectos que emprenden las ONGD.

Servicios de información a las ONGD: plataformas Internet

Muchos de los problemas que padecen estas regiones en el campo de las TIC acaban por transmitirse y condicionan la eficacia de las intervenciones de organismos humanitarios y ONGD. Dentro de la comunidad humanitaria han surgido diferentes iniciativas, fruto de la unión o consorcio de varias organizaciones u organismos de ayuda, para enfrentar juntos tales problemas. El principal objetivo es apoyarse o prestar colaboración mutua –ya sea técnica, logística o financiera– para mejorar infraestructuras de comunicación, hacer más accesible y rápido el acceso y la navegación en Internet, o desplegar nuevas herramientas de comunicación vía satélite, para aquellas organizaciones que desarrollan proyectos en países con redes de comunicación pobres.

El genocidio de Ruanda en 1994 marcó un antes y un después para la comunidad humanitaria a la hora de considerar la importancia de la informa-

ción y las comunicaciones en cualquier situación de crisis, y para conseguir una respuesta coordinada y rápida. Durante ese episodio, la falta de intercambio de información y la debilidad de las comunicaciones fueron causantes de que no se evaluara adecuadamente la gravedad de la crisis y, por tanto, que la respuesta internacional se retrasara (OCAH, 2001b).

Iniciativas como NetHope (nethope.org), AptiVAte (aptivate.org), HumaniNet (humaninet.org), CGNET Service International (www.cgnet.com), y en el ámbito español: Risolidaria-Solidaridad Internacional (www.risolidaria.org) o Canal Solidario-OneWorld (www.canalsolidario.org), pueden ser buenos ejemplos de un tipo de plataformas, localizadas en sitios de Internet, cuyo principal objetivo es centralizar, compartir y distribuir información y servicios muy diversos entre la comunidad de ayuda humanitaria.

Estos portales son una buena solución para aprovechar todo el potencial que tiene Internet en función de sus objetivos principales, ya que se ven enriquecidos por las aportaciones de todos y por un buen apoyo tecnológico (Suárez, 2002). El éxito de este tipo de iniciativas dependerá, sobre todo, del nivel que adquiera el compartir información entre sus usuarios (Shaw, 2003).

La experiencia de ReliefWeb, un proyecto financiado por la OCAH de las Naciones Unidas, se encuentra en esta misma línea. Este sitio (reliefweb.int) pone a disposición de todos sus miembros, amplios recursos de información, desde un directorio de organizaciones hasta ofertas de empleo en el sector, información sobre recursos disponibles de telecomunicación de emergencia, informes y documentos sobre grandes crisis y desastres naturales mundiales, grandes operaciones humanitarias, cursos y material de formación, entre otras cosas (OCAH, 2001a).

En definitiva, es un punto central de acceso a información humanitaria, actualizado y de calidad, que funciona como apoyo en la toma de decisiones para la planificación de la ayuda, y con el que se puede mejorar la respuesta ante situaciones de emergencia. También se encuentra explorando la utilidad de los SIG y otras tecnologías de la información geográfica para fines humanitarios, con la puesta en marcha del Centro de Mapas: un servicio más de información, que permite descargar mapas de referencia y temáticos (por regiones o países) sobre emergencias humanitarias y desastres naturales, recientes o pasados.

Una concepción similar es la de AlertNet (alertnet.org): una plataforma que surgió por iniciativa de la Fundación Reuters, y en la que participan algunas de las grandes ONG europeas (Oxfam International, Doctors Without Borders, CARE International, etcétera). Entre los muchos servicios que ofrece, actualmente se explora, con apoyo financiero y técnico de la Agencia Espacial Europea y del University College London, respectivamente, la aplicación de tecnología WebMapping o cartografía dinámica a través de Internet (Shaw, 2003).

Iniciativas como éstas confirman unas necesidades, cada vez más claras, de información geográfica en el seno de la comunidad humanitaria. Al amparo de las mismas, también han comenzado a aparecer organismos y organizaciones que

tratan de atenderlas. Por ejemplo, la National Geospatial-Intelligence Agency (NGIA, por sus siglas en inglés, y antiguamente conocida como NIMA) de EEUU y el Joint Research Centre de la Unión Europea están cubriendo gran parte de su demanda, poniendo a su disposición, a bajo coste o gratuitamente, y previa petición, imágenes aéreas y de satélite, así como determinados productos cartográficos (Messick, 2004).

“Disponer de TIG es extremadamente útil para el desempeño de actividades de ayuda humanitaria de forma eficiente y rápida”

En este sentido destaca el papel de algunas ONG como MapAction (mapaction.org), dedicada a prestar servicios de información –concretamente geográfica y cartografía digital– a otras agencias y organizaciones humanitarias. Es una organización única en este ámbito, con una estructura organizativa interesante: el llamado “Base Reino Unido”, un equipo en contacto permanente vía satélite con personal sobre terreno, encargado de facilitar bases de datos espaciales de referencia sobre la región en cuestión; los equipos de campo, con personal de MapAction, de la ONGD solicitante del servicio, o de ambos, encargados de recoger necesidades de información de la parte interesada, identificar potenciales fuentes de información y capturar (habitualmente con GPS) información relevante y actual sobre la situación que se vive en el territorio; y el equipo de base en el terreno, –en la región donde la ONGD solicitante desarrolla proyectos–, que utilizando herramientas de SIG, va incorporando información que se recoge en trabajos de campo y, entre otras cosas, actualiza con imágenes de satélite la ya existente, con la intención de describir la realidad de la región, en detalle y a escala ajustada a las necesidades y requisitos de la ONGD.

Otras organizaciones no lucrativas como LumiMap (Jones, 2004) o Global MapAid (globalmapaid.org), comparten la filosofía de MapAction, e incluso algunos de sus participantes y colaboradores. Ambas están integradas por personal procedente de diversas disciplinas (expertos en respuesta humanitaria, SIG, estadística, comunicaciones, evaluación de proyectos, desarrolladores web, etcétera), y su misión es ofrecer cartografía especializada y servicios de comunicaciones a agencias y organizaciones humanitarias (Douglas-Bates, 2004).

Las TIG en las ONGD

Las iniciativas apuntadas y otras experiencias consultadas a lo largo de la investigación, advierten del especial interés de las nuevas TIG para las ONGD y sus actividades. Son un conjunto de tecnologías diseñadas para realizar operaciones relacionadas con la gestión y el procesamiento de información espacial, en las que se incluyen herramientas como la fotografía aérea, imágenes de satélite y sistemas para su procesamiento, SIG y GPS, entre otras.

En las últimas décadas han experimentado una evolución espectacular: su difusión ha sido muy rápida y son cada vez más los ámbitos en los que se están implantando y aplicando. Sin embargo, en el mundo de las ONGD su introducción y utilización es todavía incipiente, y no se ha profundizado en las enormes posibilidades ni en el potencial que pueden tener en temas y problemáticas humanitarias. Ésto es especialmente evidente, como se ha constatado, en el caso de las ONGD españolas.

A nivel internacional no faltan experiencias. La utilización de estas tecnologías para proyectos de ayuda o cooperación, en algunos casos, se limita a la aplicación de una capacidad muy concreta –levantamiento de información, visualización, etcétera–, o queda restringida a una fase del proyecto general. En otras ocasiones, los proyectos se embarcan en un uso más intensivo de las TIG, y plantean propuestas metodológicas para el análisis de determinados problemas.

“Las ONGD españolas han quedado rezagadas en el uso de las TIG con respecto a otros países de nuestro entorno”

Pero la mayoría de experiencias documentadas son de grandes agencias de ayuda, internacionales o gubernamentales (USAID, Naciones Unidas...), a través de sus diferentes agencias y programas. Pocas son las ONGD que, por sí solas, se deciden a emprender proyectos de este tipo, y cuando lo hacen es con el apoyo financiero o técnico de las grandes agencias de ayuda, o en el marco de sus programas.

SIG, teledetección y GPS son las opciones mayoritariamente utilizadas. En principio, estas herramientas parecen adaptarse bien al tipo de actividad que desarrollan las ONGD y, de igual forma, parece que pueden cubrir necesidades de información –particularmente geográfica– que muchos proyectos tienen. La teledetección, junto con los GPS, es una de las principales y más

valiosas fuentes de información espacial para numerosas aplicaciones. Ésta hace posible contar con información actual, de forma rápida y en formato digital; algo extremadamente útil para el desempeño de determinadas actividades de ayuda humanitaria o de emergencia ante eventos catastróficos, donde es vital conocer con exactitud, y lo más pronto posible, el área afectada por el desastre, la dimensión real del mismo y sus efectos sobre la población, las infraestructuras, los servicios, los cultivos... De esta forma, contribuye con el objetivo de poder actuar y hacer llegar la ayuda a los damnificados, de forma eficiente y rápida.

La información obtenida a través de GPS –información “posicional” de elevada precisión– es igualmente de gran utilidad. En situaciones de emergencia, las ONGD necesitan conocer con exactitud dónde se localiza la población damnificada, los servicios, o determinadas infraestructuras que puedan haber sufrido daño o que puedan actuar como puntos en los que centralizar la atención o ayuda a la población.

Tanto la teledetección como los GPS contribuyen de forma efectiva a la actualización cartográfica en regiones donde este tipo de información es escasa, no cubre la totalidad del territorio o no está actualizada; además, es útil para regiones que ven modificado el territorio y sus componentes tras los grandes desastres o crisis.

Toda la información geográfica capturada a través de estas dos técnicas, en la mayoría de las ocasiones acaba siendo integrada y procesada en un SIG, programas diseñados para almacenar, gestionar, manipular y representar de modo gráfico este tipo de información. Éstos, como herramientas con funciones múltiples y con demostrada aplicabilidad en la gestión y análisis territoriales, son la opción más recurrente en las experiencias consultadas.

Entre las ONGD españolas, la situación dista de lo que sucede en otros países de nuestro entorno (ver, por ejemplo, el caso danés, Skov-Petersen, 1997). En este sentido, nuestra experiencia con algunas organizaciones españolas ha evidenciado que éste es un sector que ha quedado rezagado con respecto a otros; pero tarde o temprano, estas organizaciones tendrán que incrementar la presencia de tecnologías espaciales –y en particular de SIG– como apoyo a la planificación, gestión y evaluación de sus proyectos y actuaciones, y para mejorar la toma de decisiones.

Las ONGD han ido adquiriendo un carácter cada vez más profesionalizado, y se han convertido en gestores de una gran cantidad de recursos (económicos, humanos, de información...); para definir y diseñar proyectos y actuaciones de ayuda o cooperación, requieren manejar información abundante y de calidad (mucho de ella puramente geográfica), para aproximarse al territorio y a la población sobre la que actuar (Bosque *et al.*, 2000). La mayoría de tales actuaciones consisten, en esencia, en la prestación de un servicio para localizaciones geográficas específicas, y al igual que cualquier otro planificador, la ONGD necesita evaluar aspectos relativos a cómo acceder al mismo, la adecuación y equidad de su provisión, la eficiencia, eficacia y racionalidad de la gestión y distribución de los recursos disponi-

bles... (Messick, 2004): aspectos en los que los SIG presentan un demostrado potencial a explorar y explotar.

Como afirma Kasturirangan (1999), el empleo de estas tecnologías asegura una planificación y un desarrollo más efectivo de las actividades de ayuda o cooperación, y la toma de decisiones mejoradas y más informadas. Hoy en día, con crisis humanitarias cada vez más complejas y en las que interviene y coopera un amplio número de actores, surge la necesidad de adoptar enfoques innovadores para coordinar la respuesta y todas las actividades destinadas a la reconstrucción; los SIG pueden ser una buena solución (Miner y Onkalo, 2002).

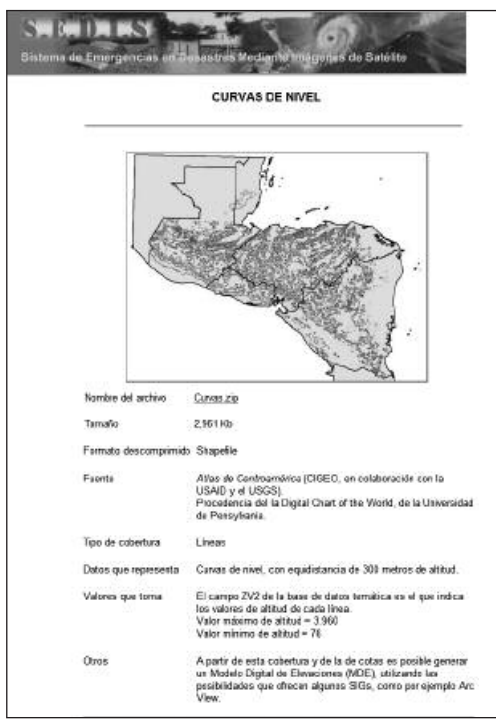
¿Para qué?

Previa a la implantación del WebMapping en AlertNet, una encuesta realizada entre sus miembros y usuarios puso de manifiesto que en materia de aplicación de TIG, el interés se dirigía mayoritariamente hacia escenarios de riesgos naturales (determinación de áreas de riesgo, evaluación de grandes desastres, gestión y mitigación de sus efectos, reducción de la vulnerabilidad de la población, entre otras), sistemas de alerta temprana y producción cartográfica (Shaw, 2003); información confirmada a lo largo de nuestra investigación.

Los trabajos para determinar las necesidades de los usuarios en el proyecto SEDIS (geogra.uah.es/inicio/sedis) revelaron que las ONGD participantes veían gran aplicabilidad de estas herramientas, especialmente en el campo de la cartografía de riesgos naturales, insistiendo en sus beneficios para la logística de emergencias, determinación de áreas de riesgo y grados de afección sobre infraestructuras o cultivos, control médico y epidemiológico de la población.

El hecho de ser campo habitual de intervención de muchas ONGD, en el que tienen la oportunidad de desplegar multitud de facetas de su orientación humanitaria, puede ser una de las causas del interés por aplicar los SIG en este tipo de escenarios. Las contribuciones de estas herramientas en este campo han sido numerosas, y pueden servir para ilustrar los muchos beneficios que las mismas pueden tener para las actividades de las ONGD.

Figura 1
Página electrónica del proyecto SEDIS. Organización de la base de datos
Fuente: www.geogra.uah.es/inicio/sedis



En principio, sería posible pensar en la utilidad de los SIG para las ONGD como instrumentos para **recopilar** y, sobre todo, **organizar el gran volumen de información** que se genera, tanto en sus actividades en las sedes centrales como en los proyectos que desarrollan en el exterior (Bosque *et al.*, 2000). La adopción e introducción de estas herramientas contribuye a la mayor eficacia y racionalidad en la gestión y distribución de todos sus recursos. Además, los SIG podrían contribuir a **racionalizar el uso de la información** de la organización, facilitando su localización interna y su trasvase, en tiempo y forma adecuados; potenciar una más **efectiva comunicación entre las sedes centrales y los trabajadores sobre el terreno**, haciendo así más directa la relación con la población beneficiaria, lo que necesariamente redundará en la mejor identificación de las auténticas necesidades de la misma; o a contribuir a unas relaciones más satisfactorias y transparentes entre la organización y sus financiadores.

“La complejidad de las actividades de cooperación necesita adoptar enfoques innovadores”

En la actualidad, la mayoría de las ONGD que han decidido utilizar SIG lo hacen con el propósito de **mejorar la toma de decisiones y la presentación de información** relacionada con sus actividades y proyectos de ayuda y cooperación (Douglas-Bate, 2003). Es lógico, pues estos sistemas están muy próximos a los sistemas de apoyo a la decisión espacial, y a otras decisiones a las que se enfrentan a menudo las ONGD.

No obstante, se ha podido constatar cómo la tendencia común es todavía el que las actividades relacionadas con la información geográfica (y en particular las que tienen que ver con el uso de SIG y otras TIG) sean muy puntuales y se centren preferentemente en la elaboración y producción de cartografía.

Contar con una base de datos espaciales bien estructurada es esencial para conseguir una gestión exitosa de cualquier actividad de ayuda o cooperación; pero, más allá de la mera posesión de datos y su representación, también lo es poder analizar la información y establecer relaciones e interacciones que puedan darse entre diferentes conjuntos de datos, o entre éstos y el

territorio. Y la herramienta que lo permite es el SIG, ya que ofrece una base sólida para entender determinados fenómenos y procesos, y permite realizar recomendaciones para mejorar métodos de localización o distribución de recursos; por ejemplo, asistir en la localización y distribución de equipamientos y servicios que se consideran críticos y esenciales en la gestión de emergencias humanitarias (Douglas-Bate, 2003), apoyando y mejorando las decisiones que implican las intervenciones de las ONGD.

En cada una de las fases del ciclo de vida de los proyectos de las ONGD, los SIG pueden hacer también aportaciones relevantes:

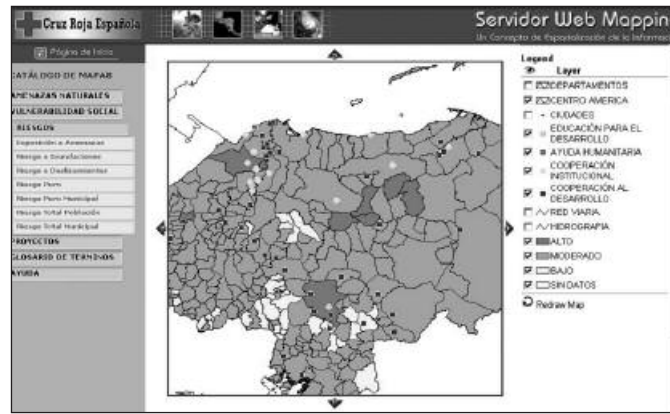
En identificación y planificación

Una base de datos sobre el territorio, actual y de calidad, georreferenciada e integrada en un SIG (con información tipo espacial, socioeconómica, etcétera, así como la recogida en trabajos y reconocimientos de campo) permite una interpretación más intuitiva de las características del mismo, facilitando la identificación de necesidades, recursos y potenciales de la región a intervenir.

En el conjunto de la cooperación suelen darse situaciones claramente desequilibradas: una marcada concentración de proyectos y actuaciones en ámbitos geográficos muy concretos; y por otro lado, en otros –tal vez más necesitados–, escasez o inexistencia de éstos. Price (1999, citado en Bebbington, 2004) evidencia a nivel internacional una desigual presencia de las ONGD y de la contribución de sus intervenciones al desarrollo, al concentrarse en determinadas áreas geográficas; desigualdad que también se reproduce en el interior de los países, con una tendencia a situarse en zonas bien comunicadas, cerca de carreteras asfaltadas o, preferentemente, en las proximidades de áreas urbanas (Bebbington, 2004).

A este desequilibrio territorial podría estar contribuyendo una falta de coordinación entre “cooperaciones” de diferentes países, así como el desconocimiento –generalizado entre las ONGD– de las actuaciones concretas que desarrollan otras organizaciones similares en cualquier parte del mundo y en la región donde se pretende intervenir.

Figura 2
Página electrónica del Servidor Web Mapping de Cruz Roja Española
 Fuente: cruzroja.webmapping.net



En este sentido, los SIG podrían hacer importantes contribuciones; por ejemplo, extender hábitos de intercambio para compartir y difundir la información básica sobre los proyectos ejecutados o en ejecución. La experiencia recogida en CICODE (2000) puede servir como ejemplo a seguir. Los proyectos puestos en marcha por Cruz Roja Española en diferentes comunidades de Honduras fueron georreferenciados y, haciendo uso de la tecnología WebMapping, se hicieron accesibles a toda la comunidad humanitaria, permitiendo conocer dónde se están ejecutando proyectos en el país, de qué tipo son y cuáles son las zonas más desatendidas. En función de todo ello, cualquier otra organización podría determinar si es necesaria o no su intervención y, en su caso, en qué sector y grupo objetivo intervenir.

Por otro lado, utilizar las posibilidades que dan los SIG para generar escenarios y modelos, contando previamente con información geográfica básica en formato digital, junto con una base de datos asociada, permitiría enfrentar crisis humanitarias previsibles, como por ejemplo las derivadas de desastres naturales o tecnológicos (CICODE, 2000), e identificar áreas prioritarias de actuación.

En algunos casos, se trata de desastres que son posibles de anticipar, gracias a los sistemas de predicción y seguimiento; en otros, no es posible saber con certeza dónde y cuándo se concretarán, pero sí es posible, gracias a las investigaciones científicas y con la ayuda de los SIG, estimar su "territorialidad", prever daños y efectos potenciales, población que puede ser afectada, partes del territorio más vulnerables, etcétera.

Con ello, las ONGD podrían elaborar planes de prevención para disminuir la vulnerabilidad de la población y de los recursos, mitigar los posibles daños...; también, planes de emergencia para una respuesta más rápida y racional, con la previa selección y localización de equipamientos y recursos estratégicos, centros de abastecimiento y de atención a la población afectada, entre otras cosas.

En análisis y evaluación:

La georreferenciación e integración en un SIG de toda la información que se va generando durante el período de ejecución del proyecto, contribuirá también a facilitar la evaluación del mismo, no sólo al finalizar la intervención sino también durante su desarrollo: evaluar dónde se encuentra, cuál ha sido la población realmente beneficiada, cuáles y cuántos han sido los recursos empleados –materiales y humanos–. De forma sencilla y rápida es posible detectar fallos en la ejecución del proyecto o en la asignación de recursos, como advertir de posibles incoherencias entre la identificación de necesidades y la ayuda.

CICODE (2000) incide en algunos de estos aspectos, y también destaca, entre las ventajas que los SIG pueden aportar a las actividades de las ONGD, la de mejorar su "visibilidad". Este aspecto, es algo que no puede dejar de ser considerado en un tipo de organización que depende, en gran medida, de subvenciones o aportaciones de socios, donantes y colaboradores; organizaciones a las que se les exige una demostración constante de su capacidad como gestores de tales recursos, de la eficacia y eficiencia de sus actuaciones, de la consecución de resultados visibles y constatables en la mejora de las condiciones de vida de los más desfavorecidos...

La elaboración de cartografía a través de SIG, destinada a ilustrar informes y documentos de la organización –tanto internos como publicitarios–, y también sus páginas electrónicas institucionales, parece un medio adecuado para este fin, tal como lo fue la experiencia del Atlas Humanitario de Centroamérica recogida en Bosque *et al.* (2000).

En la actualidad, la nueva tecnología WebMapping y la posibilidad de asociar estas herramientas a Internet, abre nuevas oportunidades y ventajas para las ONGD y sus actividades. Estarían ofreciendo amplias expectativas para

una mayor participación en los procesos de toma de decisiones, una mayor descentralización espacial y organizativa de la gestión de sus proyectos, así como mayores posibilidades para compartir y difundir información dentro de cada organización y entre varias de ellas.

Los problemas

La implantación de un SIG en una ONGD no está exenta de dificultades. La habitual escasa disponibilidad de recursos (económicos, materiales, humanos...), unida al carácter "estacional" de muchos de ellos, en ocasiones puede alejar la posibilidad de instaurarlos y, en caso de ponerlos en marcha, condenarlos a cierta marginalidad y a una insegura continuidad.

A menudo, estas herramientas representan una cierta "sofisticación" para un personal habitualmente poco experimentado en técnicas espaciales. A ello habría que añadir el elevado índice de rotación (laboral, espacial) del mismo, que provoca a su vez "... cambios y adaptaciones continuas a las dinámicas de trabajo y pérdida de memoria histórica de la organización..." (Ortega, 1994), algo que no favorece los procesos de implantación que siempre suelen ser a largo plazo, y que exigen de una cultura organizacional bien definida y arraigada. Es decir, obstáculos generales a los que, especialmente en el caso de las ONGD, se añaden otros relacionados con la disponibilidad y calidad de la información geográfica, más aún en su formato digital.

Este problema es general y se puede hacer extensible a cualquier ámbito y para cualquier parte del mundo, pero agravado en regiones en desarrollo, que son el campo tradicional de operaciones para las ONGD. En éstas, los datos en formato digital son escasos todavía, y cuando los hay, la calidad, actualidad o el nivel de detalle son deficientes.

Esas condiciones, provocan otro de los problemas al momento en que una ONGD opta por emplear SIG en sus proyectos. Muchas de sus intervenciones requieren de información muy precisa y con frecuencia referida a unidades espaciales más allá de los tradicionales límites administrativos (asentamientos de población, viviendas, equipamientos...), y no fácilmente disponi-

"Las TIG facilitan la difusión e intercambio de información sobre los proyectos de cooperación en cualquier parte del mundo"

ble. Solucionar carencias en este sentido obligaría a las propias ONGD a emprender el trabajo de recogida de información (los GPS serían la herramienta idónea), con el esfuerzo añadido que ello supone.

La recogida, preparación e integración en el SIG de la información –la ya existente y la de nuevo cuño– va a exigir a las ONGD una inversión adicional de tiempo, pero también de recursos económicos que muchas organizaciones, o no pueden o no están dispuestas a realizar, porque no tienen o no quieren gastar recursos que pueden destinarse a otros fines más claramente "humanitarios", o porque no disponen de tiempo suficiente ni de medios para dedicar a estas tareas.

Ante la falta de información actual y de calidad, también un recurso lógico es acudir a la teledetección. Pero el uso generalizado de imágenes de satélite, tanto en formato digital como en papel, todavía se ve obstaculizado por costes de adquisición privativos para muchas organizaciones y para la mayoría de los usuarios del mundo en desarrollo (Burke, 1995). Y estos costes se van incrementando a medida que se precisan imágenes de mayor resolución (espacial y temporal).

La formación y el entrenamiento es otro de los problemas a destacar y considerar a la hora de implantar el SIG en la actividad de las ONGD. Aquí, de nuevo, la escasa disponibilidad de tiempo o recursos económicos complica que entre su personal se puedan establecer planes de formación adicionales a los que tienen que ver con la propia actividad humanitaria. No obstante, Douglas-Bates (2003) aconseja a aquellas organizaciones que no puedan asumir estos costes que busquen voluntarios en la empresa privada o del mundo académico, que utilicen ya estas tecnologías, y que estén dispuestos a ofrecer entrenamiento y formación, así como a colaborar en la implementación del SIG en la organización.

Requerimientos de información geográfica, sistemas y aplicaciones

Las ONGD tienen requerimientos particulares de información geográfica, diferentes a los de otro tipo de organizaciones. La revisión bibliográfica y el análisis de experiencias de empleo de TIG en proyectos humanitarios, ha permitido detectar cómo se concretan en la práctica tales requerimientos. Hay consenso en señalar unas características básicas que debe cumplir la información geográfica para atender sus necesidades: información actualizada, de confianza, disponible rápidamente para todos los implicados (sobre todo ante situaciones de emergencia provocadas por desastres), en un formato de fácil manejo e integración en los sistemas utilizados y que, además, permita su intercambio (Peinado *et al.*, 2002; Shaw, 2003; Smith, 2000). Estas exigencias no difieren mucho de las deseables por cualquier usuario de información y tecnología de la información geográfica, pero se podrían concretar más.

¿Qué información necesitan las ONGD? Es imprescindible disponer de una buena información geográfica de base del territorio en el que se va a intervenir, especialmente la relacionada con divisiones administrativas y asentamientos de población (Smith, 2000); resulta esencial no solo para conocer el territorio, sino también para poder plantear posteriores análisis espaciales con el SIG, y para ser utilizada como base de posibles adquisiciones o extracciones de información de otras fuentes (teledetección o GPS).

De especial importancia para las actividades de estas organizaciones es la información sobre localización de núcleos poblados, que conviene que sea lo más detallada, exacta y actual posible (Rain y Leddy, 2003). Los *gazetteers*, o diccionarios de nombres geográficos, generados por algunos organismos (como la NGIA estadounidense), aquí adquieren gran valor.

En ellos se recoge la localización (coordenadas x,y) de gran cantidad de elementos y objetos espaciales, prácticamente de todo el mundo, fácilmente integrable en el SIG, entre ellos la de asentamientos poblados. Éstos son puntos de servicios donde las ONGD centralizan, y desde donde distribuyen su ayuda (albergue, alimentos, medicinas...). De ahí la gran utilidad de la información de estos diccionarios para tareas humanitarias, sobre todo si son actualizados o corregidos sus posibles errores de precisión (con GPS).

La demanda de información demográfica, desagregada (a escala inferior a la nacional) y actual,

también crece entre organizaciones que desarrollan actividades en países donde no existen censos, o éstos son de escasa calidad o actualidad. La información censal es muy útil y necesaria para la planificación, la toma de decisiones y el ajuste de la respuesta humanitaria a las necesidades reales. Las ONGD requieren información lo más detallada posible sobre puntos poblados donde prestar asistencia y ayuda; necesitan saber, por ejemplo, cuánta población es la potencialmente beneficiaria y cuánta la afectada por una situación de emergencia.

La metodología del Global Rural Urban Mapping Programme (GRUMP), de la NGIA estadounidense, puede ser de enorme interés para muchos proyectos y actividades de ONGD, cubriendo las carencias en este sentido. Se basa en el empleo de imágenes de luces nocturnas, *gazetteers*, cartografía digital (la Digital Chart of the World de ESRI), datos demográficos oficiales... para estimar la población (Pozzi *et al.*, 2004).

Una metodología similar es la desarrollada por Rain y Leddy (2003), que partiendo de la información censal disponible (a nivel nacional o provincial) estima la población a niveles administrativos inferiores, hasta llegar a nivel de asentamiento de población o comunidad (recogidos en los *gazetteers*); el dato de población a nivel de distrito se distribuye y pondera en cada localización, en función de la proximidad a luces nocturnas de mayor o menor intensidad, del tipo de ocupación del suelo, de la pendiente del terreno, de la proximidad a redes de transporte y de agua, etcétera.

Respecto a sistemas o aplicaciones, es aceptado que para ser útiles a las ONGD deben ser fáciles de utilizar, con una interfaz gráfica "amigable" para el usuario (Peinado *et al.*, 2002). Siempre es preferible, al menos inicialmente, la utilización de "tecnología ligera" (Smith, 2000), pues, en principio, debe ir destinada a usuarios —en su mayor parte voluntarios— que no están acostumbrados ni familiarizados con la forma de operar de estas herramientas. Los conocimientos y el manejo de la informática, al igual que el empleo de tecnologías de comunicación (correo electrónico e Internet), ya están extendidos en el ámbito de las ONGD. Sin embargo, es menos común contar con experiencia en SIG, con suficiente competencia como para emprender análisis espaciales y aprovechar el gran potencial de este tipo de herramientas.

La formación y el entrenamiento surgen nuevamente como necesidad, no solo para el manejo de sistemas y aplicaciones concretas, sino también para aprender a “pensar espacialmente” y comprender las ventajas y beneficios que el empleo de los SIG, en general, y el análisis espacial, en particular, pueden aportar a sus actividades.

Algunas recomendaciones generales para cualquier ONGD en cuanto al uso de estos sistemas, podrían ser (Aurensa y Departamento de Geografía, 2001; Baxa, 2000): que sea un sistema sencillo, con interfaz de usuario intuitiva, cuya instalación y características se ajusten en lo posible al equipamiento disponible en la organización; que incluya suficiente documentación,

Conclusiones

Los resultados de nuestra investigación y experiencia en este campo constatan las ventajas y beneficios que las nuevas TIG, y en particular los SIG, pueden reportar a las ONGD y sus actividades. Estos sistemas ayudan en la recopilación de la información y ofrecen la posibilidad de georreferenciar datos de lo más diversos; pero también permiten utilizar la información en el contexto de la planificación y la toma de decisiones, del que también participan este tipo de organizaciones.

A través de sus funciones analíticas fundamentales, el SIG es un medio excelente para apoyar la toma de decisiones que implican, necesariamente, las actividades e intervenciones de las ONGD y, por extensión, para conseguir una gestión exitosa de cualquier actividad de ayuda o cooperación. Estos sistemas permiten: unir, integrar y visualizar información de diversa procedencia para generar información sintética nueva; establecer relaciones entre capas de información diferentes; la posibilidad de plantear escenarios, hacer simulaciones, y examinar, evaluar y elegir entre potenciales alternativas. Además, la tecnología geoespacial, en general, hace más eficaz y efectiva la comunicación dentro, y entre organizaciones humanitarias; y el SIG, en particular, surge como un medio idóneo para compartir información entre organizaciones que trabajan en una misma región.

A modo ilustrativo, el concepto de “cliente móvil” (Peinado *et al.*, 2002) podría servir de ejemplo de sistemas bien adaptados a tareas humanitarias; un prototipo desarrollado con el apoyo del DLR-

manuales, ayuda en línea, foros de discusión sobre el sistema y su uso, con el objetivo de facilitar su manejo y comprensión; con funciones mínimas exigibles, como: visualización de información geográfica en formato SIG, imágenes de satélite u otras imágenes en los formatos más extendidos, elaboración de cartografía temática de forma sencilla y rápida, búsquedas y consultas a la base de datos, ingreso de datos (de nueva información espacial y temática, especialmente aquella capturada durante trabajos y reconocimientos sobre el terreno), modelado cartográfico (funciones de análisis espacial, al menos las básicas, como mediciones, superposiciones); entre otras.

Deutschen Zentrum für Luft-und Raumfahrt, que fue experimentado con éxito durante las inundaciones del Limpopo, en el año 2000. Su objetivo es facilitar y hacer más rápida la comunicación y la transferencia de información geográfica con los trabajadores de campo, a través de telefonía móvil o por Internet.

Un **servidor**, localizado en las instalaciones de la DLR, almacena la base de datos espacial, y recibe y procesa imágenes de satélite recientes de la región o emergencia en cuestión. El personal de campo es equipado con **ordenadores portátiles** con una aplicación SIG (fácil de manejar, amigable...), una base de datos espaciales, y temática básica de la región de trabajo, facilitada desde el servidor. Dicha aplicación permite visualizar la información geográfica y las tablas asociadas, y también posibilita su actualización con nueva información del servidor (por ejemplo, imágenes de satélite), o con la adquirida sobre el terreno (por ejemplo, la del GPS).

Toda la información capturada sobre el terreno podría hacerse llegar a las sedes centrales de las diferentes ONGD (a través de correo electrónico o en dispositivos convencionales de almacenamiento), para ser compartida con otras organizaciones de ayuda. Baxa (2000), refiriéndose a una experiencia similar (el prototipo REMAPS-Relief Emergency Mapping System), apunta la posibilidad de que sea en el sitio ReliefWeb donde se centralice toda esta información; que se ofrezca en él una interfaz de la aplicación para que cualquier ONG pueda descargarla o consultarla actualizada.

Referencias bibliográficas

- Aurenza y Dpto.Geografía-UAH. 2001. SEDIS- *Sistema de Emergencias en Desastres mediante Imágenes de Satélite* [en línea]. Informe final (inédito) [consulta: 1 octubre 2007]. <geogra.uah.es/inicio/sedis>.
- BAXA, D. 2000. REMAPS Project. *Global Disaster Information Network-GDIN* [en línea]. Página electrónica institucional GDIN [consulta: 1 diciembre 2008]. <www.gdin.org/proj_remaps.html>.
- BEBBINGTON, A. 2004. NGOs and uneven development: geographies of development intervention. *Progress in Human Geography* [en línea]. Vol. 28, no. 6 [consulta: 1 diciembre 2008]. <phg.sagepub.com/cgi/reprint/28/6/725>.
- BOSQUE SENDRA, J., DÍAZ CASTILLO, C. y RODRÍGUEZ ESPINOSA, V. M. 2000. La aplicación de los SIG a la actividad de las Organizaciones no Gubernamentales. *Tecnologías geográficas para el desarrollo sostenible*. IX Congreso del Grupo de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección de la AGE. Servicio de publicaciones de la Universidad de Alcalá. ISBN: 84-8138-406-2.<age.ieg.csic.es/metodos/docs/IX_3/Rodriguez_Victor.PDF>
- BURKE, L. 1995. Urban and Municipal GIS Applications in developing countries. The problems and the potential. *Proceedings of Fifteenth Annual ESRI User Conference* [en línea]. 15th Annual ESRI International User Conference, Palm Springs, California, 22 a 26 mayo de 1995 [consulta: 1 diciembre 2008]. <training.esri.com/campus/library/confProc/index.cfm>.
- CICODE. 2000. *Estudio de vulnerabilidad social y riesgos naturales en Honduras para el seguimiento y evaluación de los proyectos de desarrollo de Cruz Roja Española. Aplicación de la Tecnología WebMapping* [en línea]. Centro de Iniciativas y Cooperación al Desarrollo- CICODE. Universidad de Alcalá [consulta: 1 diciembre 2008]. <cruzroja.webmapping.net/index.html>.
- DOUGLAS-BATE, R. 2003. Humanitarian Mapping: Eyes for humanitarian community. *Aid Workers Exchange* [en línea]. Aid Workers Network [consulta: 1 diciembre 2008]. <aidworkers.net/?q=node/257>.
- DOUGLAS-BATE, R. 2004. Global MapAid Project. *Global MapAid Website* [en línea]. [Consulta: 1 diciembre 2008]. <globalmapaid.org>.
- JONES, H. 2004. Community-Based Mapping for Disaster Mitigation and Response. *Proceedings of Twenty-fourth Annual ESRI International User Conference* [en línea]. 24th Annual ESRI International User Conference, San Diego, California, 9 a 13 agosto de 2004 [consulta: 1 diciembre 2008]. <training.esri.com/campus/library/confProc/index.cfm>.
- KASTURIRANGAN, K. 1999. Spatial Information Systems for Sustainable Development. *Proceedings of GIS Forum South Asia-1999* [en línea]. GIS Forum South Asia, Katmandú, Nepal, 15-16 abril de 1999 [consulta: 1 diciembre 2008]. <gisdevelopment.net/policy/gii/gii0022pf.htm>.
- MESSICK, S. 2004. Humanitarian Organizations Use Mapping to Save Lives. *GeoWorld* [en línea]. Junio 2004 [consulta: 1 diciembre 2008]. <highbeam.com/GEO+World/publications.aspx>.
- MINER, K. y ONKALO, P. 2002. The use of GIS and Satellite Images in post-conflict situations. *Habitat Debate UNCHS (Habitat)* [en línea]. Editorial Letters Forum Focus on Kosovo Viewpoint Case Studies [consulta: 1 octubre 2007]. <www.unhabitat.org/HD/hdv6n2/gis_satellite.html>.
- OCAH. 2001a. ReliefWeb: Mandate and Objectives. *ReliefWeb Project* [en línea]. Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios [consulta: 1 diciembre 2008]. <reliefweb.int/help/mandate.html>.
- OCAH. 2001b. About the ReliefWeb Project. What we do an lessons learned. Transparency in partnerships fuel ReliefWeb success. *ReliefWeb Project* [en línea]. Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios [consulta: 1 diciembre 2008]. <reliefweb.int/help/about.html>.
- ORTEGA CARPIO, M. L. 1994. *Las ONGD y la crisis del desarrollo. Un análisis de la cooperación en Centroamérica*, Colección Cooperación y Desarrollo IEPALA. Madrid: Publicaciones ETEA, 333 p.
- PEINADO, O., VOIGT, S., REINARTZ, P. y MEHL, H. 2002. Mobile Client Application Case: Mozambique. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [en línea]. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich-ETH, vol. XXXIV, part. 6/W6, pp. 205-209. [consulta: 1 diciembre 2008]. <www.photogrammetry.ethz.ch/general/persons/jana/daressalaam/papers/peinado.pdf>.
- POZZI, F., BALK, D., YETMAN, G., NELSON, A. y DEICHMANN, U. 2004. Methodologies to Improve Global Population Estimates in Urban and Rural Area. *Proceedings of Twenty-fourth Annual ESRI User Conference* [en línea]. 24th Annual ESRI International User Conference, San Diego, California, 9 a 13 agosto de 2004 [consulta: 1 diciembre 2008]. <training.esri.com/campus/library/confProc/index.cfm>.
- RAIN, D. R. y LEDDY, R. M. Jr. 2003. Georeferenced population data for humanitarian response. *Proceedings of Twenty-third Annual ESRI User Conference* [en línea]. 23th Annual ESRI International User Conference, San Diego, California, 7 a 11 julio de 2003 [consulta: 1 diciembre 2008] <training.esri.com/campus/library/confProc/index.cfm>.
- SHAW, A. 2003. AlertNet Webmap Initiative. New media approaches to mapping humanitarian response. *Proceedings of Twenty-third Annual ESRI User Conference* [en línea]. 23th Annual ESRI International User Conference, San Diego, California, 7 a 11 julio de 2003 [consulta: 1 diciembre 2008]. <training.esri.com/campus/library/confProc/index.cfm>.
- SKOV-PETERSEN, H. 1997. GIS implementation in a developing country. The case of Bhutan. *Proceedings of Twelfth ESRI European User Conference* [en línea]. 12th ESRI European User Conference, Copenhagen, Dinamarca, 29 septiembre-1 octubre de 1997 [consulta: 1 diciembre 2008]. <training.esri.com/campus/library/confProc/index.cfm>.
- SMITH. 2000. Kosovo: Applying Geographic Information Systems in an international humanitarian crisis. *Proceedings of Twentieth Annual ESRI User Conference* [en línea]. 20th Annual ESRI International User Conference, San Diego, California, 26 a 30 julio de 2000 [consulta: 1 diciembre 2008]. <training.esri.com/campus/library/confProc/index.cfm>.
- SUÁREZ DEL TORO RIVERO, J. M. 2002. Las nuevas tecnologías, una oportunidad para la acción humanitaria. *Lección inaugural del curso 2002-2003* [en línea]. Universitat Oberta de Catalunya [consulta: 1 diciembre 2008]. <uoc.edu/inaugural02/esp/art/inaugural02/inaugural02.html>.

Sistemas de Información Geográfica libres y geodatos libres como elementos de desarrollo

Víctor Olaya

Universidad de Extremadura

Victor Olaya, programador de SEXTANTE y activista en pro de los *software* libres, nos da una pincelada de lo que significa la información geográfica y las herramientas de SIG, y sobre todo, de la importancia y el gran potencial que tienen los estándares abiertos, los geodatos libres y el *software* libre en el contexto de los países en desarrollo.

Palabras clave: Sistemas de Información Geográfica (SIG), *Software* Libres, Geodatos Libres, Estándares Abiertos.

Victor Olaya, programador de SEXTANTE i activista en pro dels *software* lliure, ens dóna un pinzellada del que significa la informació geogràfica i les eines de SIG, i sobretot, de la importància i del gran potencial que tenen els estàndards oberts, les geodades lliures i el *software* lliure en el context dels països en desenvolupament.

Paraules clau: Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), *Software* Lliures, Geodades Lliures, Estàndards Oberts.

Victor Olaya, SEXTANTE programmer and pro-activist of free software, gives us an overview about the meaning of Geographical Information and GIS tools, and specially, the importance and the great potential that open standards, free geodata and free software have in a development countries context.

Key words: Geographical Information Systems (GIS), Free Software, Free Geodata, Open Standards.

Introducción

La información geográfica es un componente fundamental en un gran número de actividades de toda índole, y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son la herramienta básica para su manejo y utilización. En el contexto de los países en desarrollo, el uso conjunto de SIG, geodatos libres y estándares abiertos se muestra como una solución óptima que puede

contribuir positivamente al avance de éstos, y que constituye la mejor alternativa posible para el trabajo con información geográfica. A lo largo de este artículo veremos brevemente las características básicas de cada uno de estos componentes y sus relaciones, y estudiaremos por qué en conjunto conforman un elemento de gran potencialidad para el desarrollo.

El *software* libre y su importancia para países en desarrollo

El modelo de *software* libre se plantea originalmente como un modelo más justo y equitativo de producción y uso de *software*, independientemente del ámbito en el que esas tareas se lleven a cabo. Los valores que sustentan este modelo parten de una concepción más ética del *software* y su ciclo de vida, y llevan asociadas ideas que fomentan la libertad individual, el progreso científico y tecnológico, la solidaridad y la cooperación. Por estas razones se presenta como una alternativa de gran interés para los países en desarrollo, pues permite un acceso más directo y fluido a las herramientas informáticas, y una mayor difusión de las mismas y de los conocimientos asociados a ellas.

No obstante, y a pesar de que esa es la visión más inmediata, no todas las ventajas del *software* libre se derivan de su naturaleza aparentemente más solidaria, del carácter altruista que frecuentemente supone, ni tampoco del menor coste que su implantación pueda tener. El *software* libre constituye un modelo de negocio distinto, que puede aprovecharse como herramienta para construir riqueza y oportunidades en países en vías de desarrollo, constituyendo así una alternativa al *software* privativo mucho más adecuada a las necesidades que estos países tienen.

Un *software* libre para una determinada tarea permitirá a aquellos potenciales usuarios tener un acceso adecuado a sus funcionalidades, y encontrar así, de forma óptima, una herramienta que aplicar en su trabajo, a diferencia de las limitaciones que establece uno de iguales prestaciones pero distribuido bajo el modelo clásico del *software* privativo. Sin embargo, más allá de eso, el *software* libre puede ser modificado y permite que se ofrezcan servicios de diversa índole basados en él, abriendo así vías para la creación de actividades y negocios sostenibles que pueden tener un impacto positivo en el desarrollo de la economía del país.

Para más información sobre *software* libre y desarrollo, puede consultarse el libro "Software libre en países en vías de desarrollo de África Subsahariana: El caso de Benin" (Simó Reigadas, 2004).

"Los valores que sustentan [el modelo de *software* libre] parten de una concepción más ética del *software* y su ciclo de vida, y llevan asociadas ideas que fomentan la libertad individual, el progreso científico y tecnológico, la solidaridad y la cooperación"

Sistemas de Información Geográfica libres

A la hora de migrar desde un contexto basado en *software* privativo a uno basado en *software* libre, uno de los problemas que más frecuentemente se aducen es la dificultad de encontrar aplicaciones que puedan sustituir todas las funcionalidades necesarias y que sí se encuentran implementadas en las aplicaciones privativas. Dependiendo del campo de trabajo, es posible que existan alternativas libres, tantas o más potentes que sus equivalentes privadas, o bien que éstas últimas aún se encuentren más evolucionadas y posean más capacidades.

En el ámbito de los SIG, puede decirse en líneas generales que la situación es buena, ya que la gran mayoría de necesidades pueden cubrirse mediante el uso exclusivo de herramientas libres, y en muchos casos de mejor forma que con aplicaciones privadas. Veamos brevemente algunas ideas que permitan comparar entre soluciones libres y privadas, en las distintas áreas de trabajo de los SIG:

En lo que respecta a herramientas de escritorio, existen en la actualidad SIG libres de escritorio que reúnen las capacidades principales de lectura, representación, análisis y edición de datos –tanto raster como vectoriales–, y que son aptas para un uso a nivel profesional. El aspecto más destacable en comparación con las herramientas propietarias es el relativo al análisis, donde

ambas rivalizan en cuanto a prestaciones, siendo en muchos casos superiores las de las herramientas libres. Ésto las hace especialmente atractivas desde el punto de vista de proyectos de cooperación o acciones en países en desarrollo, ya que gran parte de los trabajos que se llevan a cabo en estos contextos, y en los que los SIG pueden emplearse, implican un importante componente de análisis. Sin embargo, en lo relativo a la edición y a la generación de cartografía impresa, las soluciones propietarias se encuentran más desarrolladas, y es aquí donde los SIG libres aún tienen mucho que avanzar para situarse al mismo nivel.

Los clientes ligeros y los servidores de mapas se encuentran muy desarrollados, existiendo además un gran número de alternativas, la mayoría de ellas con un alto grado de operatividad. Ésto hace que la distribución a través de la red de datos geográficos, que es el verdadero motor del SIG, pueda llevarse a cabo completamente con herramientas abiertas, tanto por el lado del cliente como por el del servidor. Estas aplicaciones fomentan la interoperabilidad en mayor medida que sus equivalentes privativos; y ésta, como veremos a continuación, es fundamental para poder aprovechar a fondo la información que los geodatos contienen, así como las capacidades que los SIG nos ofrecen para trabajar con ella.

Geodatos libres y estándares abiertos

La mayoría de las aplicaciones requieren algún tipo de datos de entrada para poder utilizarse. Esta necesidad de datos es muy elevada en el caso de los SIG, que pueden convertirse en una herramienta versátil y llena de posibilidades sobre unos datos geoespaciales de calidad, o bien, ser de escasa o nula utilidad en caso de que exista una carencia de datos.

Un procesador de textos o un programa de diseño gráfico pueden emplearse si no se dispone de datos de partida. Su uso más habitual es, de hecho, sin datos iniciales, y es el usuario quien aporta su creatividad y utiliza las herramientas disponibles en la aplicación para expresarla de la mejor manera posible; es decir, que el usuario es el motor de la aplicación. En un SIG, los datos son el verdadero motor del programa, y la mayor parte de sus funcionalidades necesitan datos

para cobrar sentido. Por esta razón, y aun siendo un SIG una herramienta de primer orden en el contexto de los países en vías de desarrollo, disponer de uno no resuelve por completo el problema, y son necesarios datos para poder hacer uso de este sistema y aprovechar todo su potencial en dicho contexto.

Los datos geoespaciales plantean su propia problemática, y al igual que en el caso del *software*, existen diversos enfoques en lo que respecta a su distribución y uso, no sólo desde el punto de vista de las restricciones y licencias a aplicar, sino también desde el punto de vista técnico. Ambos están íntimamente ligados, y existe una relación directa con los modelos de distribución del *software* que ya conocemos, como seguidamente veremos.

Geodatos libres

Los datos son el elemento fundamental para poder aprovechar un SIG, y constituyen en gran medida el principal problema a la hora de plantear y ejecutar un proyecto en el cual haya que aplicarse tecnologías para los mismos. El esfuerzo que ha de realizarse para adquirir, gestionar y poner en marcha el conjunto de datos necesarios para sacar adelante un proyecto de SIG es notablemente superior al esfuerzo requerido por el *software*, tanto en términos de tiempo como de dinero y personal requeridos. Encontrar o generar datos de calidad adecuada y hacer un uso correcto de ellos, es una tarea compleja que requiere esfuerzo y medios, y que acapara la mayor parte de la actividad de un proyecto de SIG.

Esta problemática relativa a los datos es de carácter general y afecta a todo proyecto de SIG, con independencia del contexto. No obstante, se agrava aún más en las circunstancias de los países en vías de desarrollo, pues los datos disponibles son escasos y generalmente de baja calidad, o incluso totalmente inexistentes. Además, a ello hay que sumar el hecho de que los datos geográficos disponibles son en su mayoría datos en formato analógico –no digital–, y su incorporación a un SIG requiere un esfuerzo adicional.

"resulta imprescindible desde un punto de vista estratégico dotar a los países en vías de desarrollo de métodos para un acceso eficaz a los datos geográficos existente"

Disponer de datos fiables y de calidad es un requisito para poder desarrollar proyectos en sectores fundamentales, tales como la gestión de recursos hídricos o las comunicaciones, cuyo avance es fundamental para el crecimiento de los países en desarrollo. Sin datos, las capacidades que un SIG puede brindar en estos campos no pueden aprovecharse plenamente.

Por todo lo anterior, resulta imprescindible desde un punto de vista estratégico dotar a los países en vías de desarrollo de métodos para un acceso eficaz a los datos geográficos existente, con el objetivo de que la carencia de éstos, o su dificultad de obtención y uso, puedan frenar el trabajo en aquellos campos que los necesiten.

Una gran parte de los datos geográficos existentes son creados por organismos estatales. Aunque es posible la creación de datos a escala local por parte de una empresa o colectivo, especialmente para su uso en algún proyecto concre-

to, la creación de datos geográficos a escala regional o nacional queda en general fuera del alcance de éstas, y es el Estado, a través de alguno de sus organismos, el que desarrolla la mayor parte del esfuerzo de captura y preparación de estos datos. Debido a la gran importancia estratégica de los geodatos y al origen habitual de los mismos, existen actualmente corrientes que abogan por un acceso libre a todos los datos recogido por organismos estatales, considerando que este acceso no constituye un privilegio, sino un derecho (Thanushkodi, 2006).

Sin duda, esta postura es de gran valor en países en desarrollo, pues de otro modo la inversión necesaria para sacar adelante cualquier proyecto que requiera datos espaciales sería muy superior debido al alto coste de creación de los mismos. Fundamentalmente, se trata de utilizar los datos disponibles de la mejor manera posible y extrayendo de ellos el máximo provecho, optimizando así los recursos. Los datos geográficos son en sí recursos muy valiosos, y como ya hemos visto, son asimismo el verdadero motor de todo desarrollo basado en el análisis geográfico.

Iniciativas muy valiosas en este sentido son las que tienen como fin la creación de las denominadas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Una IDE integra datos, metadatos (datos acerca de los datos que los describen) y servicios basados en los anteriores, con la finalidad de fomentar su uso. Es decir, actúan como repositorio centralizador de datos espaciales y ofrecen servicios sobre éstos.

"Los datos geográficos son en sí recursos muy valiosos, y [...] son asimismo el verdadero motor de todo desarrollo basado en el análisis geográfico"

Sin embargo, establecer una IDE y hacer que ésta sea utilizable en la práctica, no es tan sencillo como almacenar todos los datos de forma conjunta y a partir de ahí disponer los servicios pertinentes. Existen muchas dificultades técnicas en este sentido, y una de las principales es la relativa al formato en que esos servicios ofrecen los datos a través de esos servicios. El uso de estándares abiertos es la solución a este problema, y como veremos, se trata de un planteamiento muy ligado conceptualmente al del *software* libre, por lo que se integra bien con el empleo de SIG libres.

Estándares abiertos e interoperabilidad

Para entender la importancia del uso de estándares abiertos, es primordial comprender el concepto de "interoperabilidad". La interoperabilidad no es sino la capacidad de poder emplear conjuntamente aplicaciones y datos diversos de forma que éstos se "entiendan" entre sí y no existan dificultades derivadas del empleo de distintos formatos o estructuras. Por ejemplo, cuando consultamos una página web utilizamos un cliente (nuestro navegador web) y un servidor (aquel instalado en la máquina donde se almacena la página consultada, y que nos proporciona el servicio de enviarla hasta nuestro ordenador), y hacemos uso de unos datos (los que constituyen la página en sí). El proceso es posible gracias a que cliente y servidor se comunican en una lengua común, y a que los datos que el cliente recibe también se expresan según una forma estandarizada que permite que dicho cliente pueda interpretarlos y mostrarnos el resultado en pantalla.

Si en lugar de trabajar con una página web, con su contenido de texto y gráficos, lo hacemos con datos geográficos, debemos también aspirar a disponer de una lengua común que permita realizar operaciones relacionadas con esos geodatos. Los servicios proporcionados por una IDE (que pueden ir desde servir directamente unos datos a servir cartografía ya elaborada a partir de éstos, o incluso servir procesos de análisis geoespacial) pueden ser consultados desde un cliente tal como un SIG de escritorio o una aplicación SIG web. Si la comunicación que se produce entre los elementos implicados en el proceso se realiza sobre la base de estándares abiertos, se garantiza un acceso óptimo a los datos, con las ventajas que todo ello conlleva.

El término "estándares" hace referencia a su surgimiento a partir de acuerdos consensuados por las partes implicadas. Por su lado, el término "abiertos" indica que esos estándares están descritos de forma pública y son accesibles a todos. Es decir, que cualquiera puede aprender esa lengua común y crear un cliente o un servidor que la utilice; los que, por la propia definición de ese estándar, serían compatibles e interoperables con otros clientes o servidores que también hagan uso de ésta.

Existe una relación muy directa entre los estándares abiertos y el *software* libre. En general, y particularmente en el campo de los SIG, las aplicaciones libres han implementado en mayor grado los estándares a medida que éstos se han definido, haciendo énfasis en la necesidad de utilizar dichos estándares y respetarlos a la hora de

crear datos y aplicaciones que trabajen en esos datos. Por su parte, y aunque también implementan en muchos casos los principales estándares, los fabricantes de *software* privativo han utilizado formas no estandarizadas y cerradas como estrategia comercial, persiguiendo objetivos contrarios a los que se buscan con el uso de estándares abiertos.

Así, algunos fabricantes han definido sus propios formatos, cuyas especificaciones no son públicas, de tal modo que otras aplicaciones no pueden hacer uso de ellos. Si un servicio se ofrece empleando esos formatos cerrados, solo podrán acceder a él aquellos clientes que conozcan la especificación, es decir aquellos del mismo fabricante o de otros fabricantes que hayan podido tener acceso a la especificación por medio de algún acuerdo comercial. Igualmente, si el fabricante modifica el formato y éste no es compatible con una versión anterior, la utilización de una nueva versión de un servidor implicará también la necesidad de actualizar los clientes.

Este tipo de situaciones tienen un lógico interés para estas compañías, pero suponen una restricción importante en el uso eficaz de los datos y la libertad de los usuarios; por tanto, están alejados de la situación idónea que se ha de favorecer en países en desarrollo. Por el contrario, los estándares abiertos continúan la idea de libertad implícita en el modelo de *software* libre, y son el complemento ideal para que el binomio datos-herramientas sea lo más productivo y beneficioso posible.

"los estándares abiertos continúan la idea de libertad implícita en el modelo de *software* libre, y son el complemento ideal para que el binomio datos-herramientas sea lo más productivo y beneficioso posible"

La organización principal en lo que a la creación de estándares para información geográfica se refiere es el Open Geospatial Consortium (OGC), una organización formada por más de 360 grupos, que incluyen desde empresas privadas a centros de investigación, y cuyo fin es específicamente el desarrollo y promoción de dichos estándares. Más información sobre OGC y sobre los principales estándares desarrollados por esta organización puede encontrarse en su página web: www.opengeospatial.org.

Conclusiones

El *software* libre representa una forma alternativa de crear, distribuir y utilizar *software*, e implica un gran número de ventajas para los países en vías de desarrollo, y contribuye de forma más adecuada al avance económico y social de éstos. En el campo de los Sistemas de Información Geográfica, cuya importancia es notable debido a que constituyen una herramienta fundamental para la planificación y gestión de tareas relacionadas con el desarrollo, existe una nutrida representación de aplicaciones libres que prácticamente cubren la totalidad de áreas. La utilización de SIG libres es, por tanto, de gran interés en ese

contexto, y al día de hoy es una realidad posible. La importancia de los datos en el campo de los SIG es muy elevada, y disponer de datos de calidad y que se puedan explotar sin restricciones es un requisito necesario para aprovechar las posibilidades que los SIG libres nos brindan. El uso combinado de geodatos libres y estándares abiertos con que almacenar y distribuir éstos, constituye el complemento ideal para que el uso de los SIG libres en países en vías de desarrollo sea una actividad lo más productiva posible, haciendo buen uso de las muchas capacidades que estas herramientas ofrecen.

Referencias bibliográficas

- SIMÓ REIGADAS, F. J. 2004. *Software libre en países en vías de desarrollo de África Subsahariana: El caso de Benin*. Cuadernos de Tecnología para el Desarrollo Humano, no. 2.
- THANUSHKODI, N. 2006. *Importance of free geospatial data for developing countries*, Free and Open Source Software for Geoinformatics, FOSS4G (2006, Lausana, Suiza).