

gvSIG Fonsagua, un caso de éxito de investigación para el desarrollo en el ámbito de las tecnologías de la información geográfica

Francisco Alberto Varela García, Francisco Puga Alonso, Mireia Carreras Álvarez y Antón Amado Pousa

Resumen

En el año 2008, el Laboratorio de Ingeniería Cartográfica de la Universidad de A Coruña (Cartolab) comenzó en colaboración con la ONG de cooperación internacional Ingeniería Sin Fronteras (ISF): Galicia, un trabajo de investigación y desarrollo en el ámbito de las tecnologías de la información geográfica aplicadas a la cooperación al desarrollo.

Fruto de este trabajo se ha venido desarrollando a lo largo de los últimos años una aplicación denominada gvSIG Fonsagua que implementa sobre un Sistema de Información Geográfica la metodología vinculada al Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico. gvSIG Fonsagua permite la planificación y diseño de sistemas de abastecimiento de agua que ISF propone en zonas rurales de Honduras y El Salvador.

Este proyecto, fruto de una colaboración inicial relativamente modesta entre un laboratorio universitario y una ONG, se ha transformado en un proyecto dinamizador y potenciador del trabajo en red entre diferentes agentes. Surgen de esta manera, nuevas relaciones entre diferentes organismos e instituciones que se implican de alguna forma en este proyecto durante los últimos años. Así, en 2012 se desarrolló un programa de cooperación interuniversitaria, entre las universidades españolas de A Coruña y Extremadura y la Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Este vínculo está sirviendo de germen para el fortalecimiento de una red que vincula a ONG como Save the Children o ISF, asociaciones sociales locales como CODDEFFAGOLF, administraciones públicas como la Alcaldía de Marcovia, y empresas como iCarto.

Este artículo describe los antecedentes del proyecto, el rol de todos los actores del proyecto, el software desarrollado, los detalles de la transferencia tecnológica, la metodología de coordinación y gestión y, el aprendizaje adquirido en cooperación al desarrollo por todos los implicados. Se concluye con una reflexión sobre las

perspectivas de futuro del proyecto.

Palabras clave: SIG. ONG. Agua. Cooperación. gvSIG. Software libre.

Abstract

In 2008, Cartography Engineering Laboratory from a Coruña University (Cartolab) started in collaboration with the NGO Engineering Without Borders (ISF) Galicia, a research in the field of Geographic Information Technologies applied to Development Cooperation.

As result of this work an application called gvSIG Fonsagua has been developing over the last few years. This application implements on a Geographic Information System the methodology linked to the Water Resources Management Plan. gvSIG Fonsagua allows plan and design water supply systems in rural areas of Honduras and El Salvador.

This project was born as a relatively modest initial collaboration between a university laboratory and an NGO, and it has become a dynamic project and enhancer of networking between different agents. Arise in this way, new relationships between different agencies and institutions that are involved in some way in this project over the past years. So, in 2012 an Interuniversity Cooperation Program was developed between the Spanish universities of A Coruña and Extremadura and the National Autonomous University of Honduras. This link is serving germ for strengthening a network that links NGOs like Save the Children or ISF, local social associations as CODDEFFAGOLF, public administrations as municipality of Marcovia and businesses as iCarto.

This article describes the background of the project, the role of all stakeholders in the project, the software developed, the details of the technology transfer, coordination and management methodology and the lessons learned in development cooperation by all involved. We conclude thinking over the future prospects of the project

Keywords: GIS. NGO. Water. Cooperation. gvSIG. Free software.

Francisco Alberto Varela García (cartolab@udc.es), Cartolab. Universidad de A Coruña. **Francisco Puga Alonso** (fpuga@cartolab.es), Cartolab. Universidad de A Coruña. **Mireia Carreras Alvarez** (mireia.carreras@isf.es). **Antón Amado Pousa** (aamado@icarto.es), iCarto.

INTRODUCCIÓN

La ONG de cooperación al desarrollo Ingeniería Sin Fronteras Galicia¹ (ISF) comenzó a trabajar en La Libertad (El Salvador) en el año 2004 incorporándose a los proyectos que ISF Cataluña llevaba desarrollando en la zona con sus socios locales CORDES² y ACUA. La línea central de este proyecto era la elaboración del plan director de abastecimiento y saneamiento en varias comunidades rurales del sur de la Libertad. El plan director conforma un instrumento de diagnóstico de la situación de acceso al agua y el saneamiento basado en la defensa del recurso hídrico y en el fortalecimiento de las estructuras de acción ciudadana articuladas en torno al derecho al agua.

A finales de 2007 ISF Galicia identifica un programa a 4 años (2008 a 2012) de acceso al agua en Honduras dentro del convenio: *“Reducción de la vulnerabilidad en áreas empobrecidas, a través del acceso al agua potable, el saneamiento y la gestión sostenible de los recursos hídricos y del territorio con enfoque de cuenca hidrográfica en El Salvador, Honduras y Nicaragua”* que tres asociaciones de la Federación Española de Ingeniería Sin Fronteras ejecutan con el apoyo de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), entre otros financiadores.

ISF Galicia traslada al programa identificado en Honduras la experiencia adquirida en El Salvador adaptando la filosofía y actuaciones del plan director, dando lugar a una nueva metodología a la que se denomina Plan de Gestión Integral del Recurso Hídrico (PGIRH en adelante). Dentro del proceso de definición del PGIRH (Ingeniería Sin Fronteras Galicia, 2010), ISF Galicia entra en contacto con Cartolab³ para realizar un estudio de investigación y sistematización sobre las herramientas existentes para la elaboración del plan. Fruto de este estudio nace el software gvSIG Fonsagua⁴.

En 2011 iCarto⁵, empresa de base tecnológica nacida en el seno de Cartolab, intensifica su colaboración en el proyecto aportando análisis de requisitos, evaluación de metodologías de desarrollo, contacto con socios en Honduras y El Salvador, capacitaciones y ya a partir 2012 siendo parte del equipo de diseño y desarrollo.

¹ <http://www.isf.es>

² <http://www.cordes.org.sv/>

³ <http://cartolab.udc.es>

⁴ <http://cartolab.es/fonsagua>

⁵ <http://icarto.es>

En el año 2012 el proyecto inicia una nueva fase con dos hitos fundamentales: ISF Cataluña y ANDA⁶ inician un proyecto conjunto financiado por la AECID, por el cual se acuerda que gvSIG se convierta en una herramienta pública para planificar sistemas rurales en El Salvador.

Por otro lado, Cartolab ejecuta con la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH) y la Universidad de Extremadura (UNEX) un proyecto de cooperación interuniversitaria en torno a gvSIG Fonsagua, obteniendo también el respaldo y financiación por parte de la AECID.

Descripción de la metodología del PGIRH

Para comprender el aporte que el uso de SIG y en concreto gvSIG Fonsagua ha supuesto es necesario describir brevemente en qué consisten las distintas fases del PGIRH.

Figura 1: Proceso del PGIRH



Fuente: Ingeniería Sin Fronteras.

Presentación del PGIRH. Se presenta el PGIRH a todos los agentes relacionados con el tema del agua en los municipios de trabajo: patronatos, juntas de agua, SANAA⁷, alcaldías, líderes comunitarios, etc.

Levantamiento de la información. Se levanta la información necesaria para poder hacer el diagnóstico de la situación socio-económica y del recurso hídrico en

⁶ ANDA: Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillado de El Salvador. Administración responsable a nivel estatal de la prestación de servicios de abastecimiento, saneamiento y asistencia técnica.

⁷ SANAA: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados. Gobierno de Honduras. Responsable a nivel estatal de la prestación de servicios de abastecimiento, saneamiento y asistencia técnica.

las comunidades de los municipios de trabajo. Esta información incluye **aspectos sociales y demográficos**, **aspectos técnicos** sobre los sistemas actuales de abastecimiento y saneamiento y **estado del recurso** hídrico en el área de trabajo. La toma de datos en campo es realizada por personal de los socios locales mediante talleres participativos y encuestas. La información geográfica se levanta mediante dispositivos GPS con el asesoramiento de Cartolab.

Procesado de la información y generación de alternativas. Toda la información recopilada es volcada digitalmente para su posterior procesado y análisis. Tras su procesado se dispone de una línea base de la situación socio-económica de las comunidades así como de la problemática específica de abastecimiento de agua y saneamiento. Este es el punto de partida para realizar el planteamiento de alternativas para el abastecimiento y saneamiento de las comunidades. El resultado de esta fase se expresa en una serie de informes, sociales y técnicos, adaptados a los distintos destinatarios, comunidades, alcaldías y resto de agentes.

Entrega de la información generada a las comunidades y alcaldías. Los informes obtenidos intentan emplearse no sólo como los pasos previos a carpetas técnicas con enfoque constructivo, sino como herramienta para realizar tareas de incidencia y sensibilización sobre el derecho de acceso al agua.

Seguimiento de municipios y comunidades: Se realiza un seguimiento periódico a las comunidades para estudiar su evolución a partir de la línea base del proyecto, tanto en el aspecto de mejora del abastecimiento, como del fortalecimiento institucional.

Flujo de trabajo previo

Antes del nacimiento de gvSIG Fonsagua, se empleaban distintas aplicaciones software genéricas, no adaptadas a las necesidades del PGIRH. El personal de las entidades socias locales levantaban la información mediante dispositivos GPS y fichas en campo. Los puntos GPS se exportaban a la aplicación SIG (ESRI ArcGIS) en el formato de ficheros shapefile. Los datos alfanuméricos de las fichas de campo se introducían en la base de datos (Microsoft Access), sin componente espacial. Desde la base de datos se podían generar los informes de diagnóstico y extraer mediante consultas sobre la base de datos, cierta información de las comunidades levantadas. A partir de dichas consultas se realizaban estadísticas y tablas de diagnóstico del municipio (para la memoria municipal).

La generación de las alternativas se realizaba mediante una hoja de cálculo

(Microsoft Excel) en la que se calculaban técnicamente los elementos de un sistema de abastecimiento de agua (bombeo, línea de captación, red de distribución...), así como el presupuesto de las alternativas. Esta hoja de cálculo se alimentaba manualmente a partir de datos provenientes tanto de la base de datos como del SIG. Se realizaban consultas en la base de datos que luego se importaban desde la hoja de cálculo y en el SIG se digitalizaban las geometrías que definían las alternativas planteadas. A partir de estas geometrías se obtenían los datos de longitudes, elevaciones, etc. Con estos datos se iba iterando a través de ciertos valores de la hoja de cálculo buscando alternativas válidas. Una vez se consideraba una alternativa como viable los datos de las alternativas planteadas eran exportados de nuevo a la base de datos.

JUSTIFICACIÓN

La forma previa de trabajo se trataba de un proceso complejo, farragoso y poco intuitivo, en el que se empleaba un costoso software privativo, de modo que cuando ISF Galicia identifica el programa en Honduras plantea a Cartolab la necesidad de mejorar las herramientas.

Tras estudiar los procesos, Cartolab propone una sistematización de la metodología existente y recomienda que la base de las herramientas sean las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) dado que estas son la mejor vía para analizar la relación entre personas y territorio. Se acuerda la implementación de un SIG que aglutine en una única herramienta todo el proceso. Además se propone que la herramienta a implementar se desarrolle bajo la óptica de la denominada Tecnología para el Desarrollo Humano (TpDH).

Tecnologías de la Información Geográfica

Si bien el empleo de las TIG no está suficientemente extendido en el sector de la cooperación al desarrollo resulta evidente la importancia de la componente espacial en este tipo de proyectos. Parámetros como la distancia de la línea eléctrica al punto de bombeo, o las áreas de población sin abastecimiento son gestionados actualmente en la mayoría de intervenciones como datos alfanuméricos y analizados mediante informes exclusivamente textuales. La introducción de esta información en un SIG redundaría de forma inmediata en una mayor eficiencia de la ayuda al poder representar esta información de manera gráfica y realizar análisis y operaciones complejas, como por ejemplo diseñar la totalidad del sistema de abastecimiento de agua desde el propio SIG.

Su uso en cooperación, al igual que sucede con cualquier nueva tecno-

logía, a pesar de ser sobradamente rentable a largo plazo tiene dificultades de introducción elevadas y de no realizarse bien puede hacer fracasar el proyecto (Rodríguez Espinosa & Bosque Sendra, 2009). Mantenerse dentro de la filosofía de la TpDH facilita la consecución de los objetivos del proyecto.

Tecnología para el desarrollo humano

La motivación central de la TpDH es el reconocimiento de la necesidad de la orientación del progreso tecnológico a la promoción del desarrollo humano. Es el resultado de combinar la tecnología como hecho cultural⁸, con el concepto del desarrollo humano, es decir el “*proceso de ampliación de las opciones de la población*” (PNUD, 2009). La TpDH iría por tanto más allá de lo que tradicionalmente se entiende por Tecnología Apropiaada (TA). La TA presenta las siguientes características generales (Eade, 1995):

- Bajo costo y priorización del uso de materiales disponibles en el lugar, lo que facilita el mantenimiento y reparación del equipamiento.
- Pequeña escala, para ser sufragables por familias o grupos pequeños de familias.
- Fácil utilización, control y mantenimiento por la población sin un alto nivel de cualificación específica.
- Sostenibilidad, pueden utilizarse sin dañar el medio ambiente.
- Son flexibles, varían dependiendo del entorno sociocultural, lugar y circunstancias cambiantes. Una tecnología apropiada en un contexto puede no ser lo en otro.
- Relativamente intensivas en mano de obra, pero más productivas que muchas tecnologías tradicionales. Suponen que las personas trabajarán juntas para mejorar la comunidad.

La evolución del concepto de TA hacia TpDH está relacionada con la propia evolución de la definición de desarrollo humano que ahora contempla el aspecto de la **Ciudadanía Global**. todas las personas usuarias de nuevas tecnologías deben ser consultadas, a fin de analizar cuáles son sus necesidades, quién se beneficiará, quién la controlará y velará por su mantenimiento, y qué impacto socio-económico tendrá. Especial atención debe prestarse a los colectivos tradicionalmente excluidos, como las mujeres, evitando que su voz quede silenciada.

⁸ Según la UNESCO, se entiende por tecnología “las habilidades, conocimientos, instrumentos y procedimientos destinados a proveer bienes y servicios”

Por tanto, es necesario que los procesos de desarrollo incorporen el aumento de las capacidades de generación de conocimiento, evitando así la dependencia de los que las detentan. También es necesario que tanto ese proceso como el conocimiento en sí mismo permitan y faciliten ganar libertad y autonomía, tanto de forma individual como colectiva.

Cuando un proyecto incluye alguna componente software, la única forma de que se pueda considerar como una “*tecnología para el desarrollo humano*” es que se empleen aplicaciones de Software Libre.

Software libre

Se considera software libre a aquel que otorga a los usuarios cuatro libertades (FSF, 1996):

- Libertad para usar el programa con independientemente del propósito para el que se emplee
- Libertad de estudiar cómo funciona el programa y de modificar su comportamiento
- Libertad para redistribuir copias del programa
- Libertad para redistribuir las modificaciones que se hagan al programa

El empleo de software libre potencia que no se creen dependencias económicas ni tecnológicas, pues permite que puedan aparecer a nivel local emprendedores que proporcionen servicios relacionados con la herramienta. Se evita de esta manera que se genere dependencia de un único distribuidor, que podría condicionar las posibilidades de mejora y desarrollo en un momento determinado.

DESARROLLO

Fase I y II

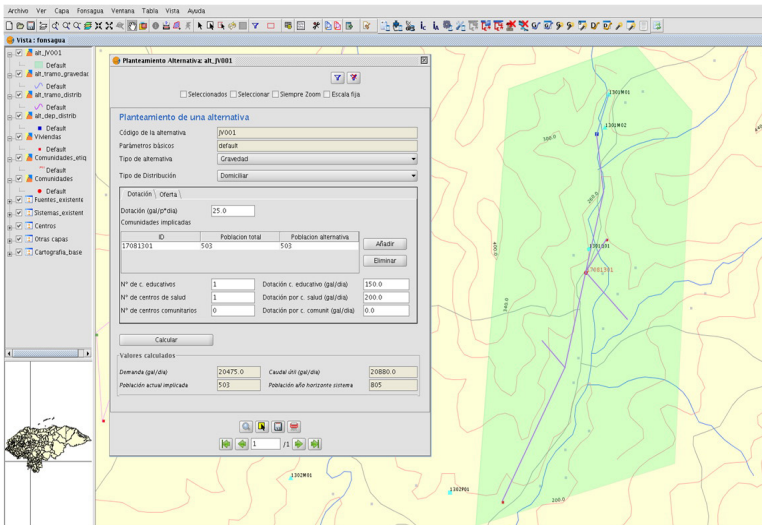
El desarrollo de la aplicación acorde a las características del PGIRH en Honduras se planificó en dos fases diferenciadas, la primera se ejecutó en 2009 y la segunda en 2010. El éxito de la implantación en Honduras fue clave para la tercera fase en desarrollo ya en El Salvador.

La financiación para la realización del proyecto se obtuvo a través de la sendas convocatorias de Ayudas para la Investigación en Cooperación al Desarrollo del Fondo 0,7% de la Universidad de Coruña (UDC).

Un aspecto clave ha sido, y sigue siendo, el reto de trasladar la metodología de trabajo comunitario y participativo de ISF a este proyecto particular. Desde el principio se ha procurado la integración en el proyecto de personas de los socios locales, como la Alcaldía de Marcovia y la ONG Save the Children Honduras. También las personas responsables de ISF tanto en terreno como en la sede central, puesto que el grupo del personal técnicos voluntario de ISF Galicia supervisó en todo momento la ejecución del proyecto.

El equipo de Cartolab e iCarto, compuesto por analistas y desarrolladores SIG con conocimientos hidráulicos y experiencia en cooperación al desarrollo, estudió tecnológicamente cómo resolver dichos requisitos y condicionantes, consensuando las soluciones con el resto de implicados.

Figura 2: Desarrollo de alternativas, gvSIG-Fonsagua, fase II



Fuente: Elaboración propia.

Fase III

La fase III, en marcha en este momento gracias al proyecto “Mejora de la gobernabilidad del agua en El Salvador a través de fortalecimiento institucional y ciudadano”, liderado por ISF Cataluña y ANDA, y financiado por la AECID, tiene como objetivo reescribir buena parte del código adaptándolo a las nuevas tecnologías existentes en el mercado y personalizarlo a las necesidades específicas en

El Salvador. La aplicación estaba diseñada inicialmente para ser empleada por entidades locales de Honduras, mientras que ANDA tiene carácter estatal, por tanto con mucho mayor volumen de información. La parte principal del proyecto consiste en:

- Substituir el sistema de acceso a datos que se empleaba en Honduras (fundamentalmente *shapefiles*) por una base de datos PostGIS.
- Ampliar las posibilidades del módulo de diseño de alternativas, adaptándolo al contexto salvadoreño, más complejo que en el sur de Honduras, en cuanto a sistemas y orografía.
- Modificaciones en el modelo de datos e la interfaz gráfica de la aplicación.
- Internacionalizar la aplicación para que pueda ser empleable en distintos contextos con sistemas legislativos diferentes (estandarización de unidades de medida, etc.)
- Analizar capacidades de análisis de evolución temporal y gestión de históricos de los datos generados.

FUNCIONALIDADES DE LA APLICACIÓN GVSIG FONSAGUA

Dentro de la fase de análisis se identificó una aplicación libre de SIG que se usaría como base para no tener que realizar todos los desarrollos desde cero. La aplicación escogida fue gvSIG, por estar en constante evolución, poseer una amplia base de usuarios hispanohablantes que dan soporte y generan casos de uso, y disponer de las funcionalidades básicas requeridas sobre las que realizar los desarrollos a medida (Puig i Polo & Gilavert Margalef, 2008).

Introducción de información. La aplicación desarrollada permite introducir información respetando la forma de trabajo en campo de los técnicos. Los puntos GPS que se toman en campo pueden ser introducidos en las capas propias del modelo de datos de la aplicación directamente desde el dispositivo GPS o a partir de ficheros gpx. Los formularios realizan automáticamente validaciones que indican al usuario cuando está cometiendo algunos errores habituales, como por ejemplo introducir la elevación de la captación de un sistema por gravedad por debajo del depósito de distribución. Los propios formularios incorporan funcionalidades para el análisis territorial.

Diseño de alternativas de abastecimiento. Permite el diseño de una red de

abastecimiento dibujando sus componentes sobre el mapa, desde el punto de captación hasta la red de distribución. Permite calcular parámetros hidráulicos (como las presiones en la tubería), económicos (como la cuota a satisfacer por la comunidad para la sostenibilidad del sistema diseñado) y otros (como el dimensionamiento de los bombeos). A pesar de lo dicho conviene aclarar que la aplicación no está pensada para la fase de planificación y priorización de las actuaciones, por lo que para abordar la fase constructiva sería realizar una carpeta técnica más detallada.

Acceso a datos. En el caso hondureño, se implementó una capa de acceso a datos por encima de la propia del software base empleado, que combina un sistema de almacenamiento en shapefile con una base de datos local de tipo SQLite (Varela García, Tsao Santín, Molejón Quintana, Estévez Valiñas, & Varela García, 2009). En el caso del Salvador se usará una base de datos centralizada, por lo que es necesario reescribir una buena parte del código. Esta reescritura se está realizando desacoplando el acceso a datos de modo que los nuevos desarrollos se puedan reaprovechar en otros contextos.

Extracción de información. Desde la aplicación se puede generar automáticamente el informe de diagnóstico (información más relevante y necesidades de la comunidad) y el informe de alternativas (información técnica referida a la viabilidad, coste y características de las alternativas). Existe además la posibilidad de exportar a formatos editables una serie de consultas predefinidas sobre los datos y un resumen del presupuesto. Otra opción es la de abrir un diálogo que aglutina datos de diagnóstico y de las alternativas que afectan a esa comunidad para poder hacer comparaciones y priorización.

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

La herramienta gvSIG Fonsagua no se queda en un mero programa útil para alimentar y volcar información, si no que busca servir de vector de transmisión para una transferencia integral de conocimiento acerca de las TIG. Aprovechando el valor y la potencialidad de este proyecto se dan a conocer otras herramientas y sobretodo otros usos que se le pueden dar a las mismas. Esta transferencia de conocimiento "integral" es otro de los hitos significativos del proyecto.

Durante todo el proceso, la alcaldía de Marcovia y el personal técnico de SCH participaron activamente en la definición de requisitos del sistema, y en todo el proceso de desarrollo permitiendo tener un mejor conocimiento del software para que se adapte a sus necesidades. Además, se llevaron a cabo capacitaciones no sólo orientadas a presentar el funcionamiento de gvSIG Fonsagua, sino también

a presentar las principales tecnologías que integran las TIG, dar a conocer otras herramientas que pueden ser útiles en el día a día de los socios y actores parte del proyecto, y especialmente contribuir a que las personas participantes vean la potencialidad de las TIG.

Alineada con esta línea de trabajo se presentó este proyecto a posibles nuevos socios, tanto en Honduras como en El Salvador y Nicaragua, y gracias a esta iniciativa en 2011 se materializó un Programa de Cooperación Interuniversitaria (PCI) financiado por la AECID, entre la Universidad Nacional Autónoma de Honduras y las universidades españolas de A Coruña y Extremadura. El PCI llevado a cabo por las universidades supuso un paso importante en la estrategia de transferencia de conocimiento, puesto que en 2013 podemos afirmar que en Tegucigalpa hay ya un equipo de personas que pueden dar soporte y apoyo tecnológico a gvSIG Fonsagua. Esta línea, que también se plantea reforzar en El Salvador, es clave para la sostenibilidad del proyecto pero sobre todo para avanzar en el ciclo integral de la transferencia de conocimiento.

LECCIONES APRENDIDAS, BUENAS PRÁCTICAS Y CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la aplicación se tuvo muy en cuenta la importancia de la transferencia tecnológica. Para que esta fuera lo más efectiva posible se acometieron varias acciones que pueden considerarse como buenas prácticas:

Sobre proyectos de cooperación e IpD desde la universidad

- Investigación para el Desarrollo (IpD) aplicada. Debería intentarse que una buena parte de la IpD universitaria respondiera a necesidades reales. En esa línea el realizar la investigación en colaboración con alguna organización dedicada a la cooperación que pueda aplicar los resultados puede considerarse una buena práctica.
- Deben difundirse los resultados. Si bien es fundamental la difusión formal de los resultados en congresos o revistas científicas no es menos importante la difusión informal, especialmente a través de los nuevos canales de internet como los blogs.
- Cuando se trabaje junto a una ONG los voluntarios y técnicos de sede de la organización deben ser conscientes del estado y decisiones tomadas.
- La comunicación con terreno resulta complicada por la distancia cultural y geo-

gráfica de los interlocutores, por lo que debe planificarse de forma cuidadosa.

- Se debe identificar correctamente a los interlocutores en terreno. No todos los agentes implicados mostrarán el mismo entusiasmo ante la introducción de cambios. Resulta fundamental identificarlos correctamente y que todos se sientan integrados en el proceso.

Sobre proyecto de cooperación que incluyan desarrollo de software

- La definición de requisitos debe realizarse en estrecho contacto no sólo con el personal expatriado si no también con los técnicos locales. Esto ayudan a que se apropien del aplicativo (empoderamiento)
- Debe tenerse desde el comienzo del proyecto que es necesario realizar capacitaciones acordes al perfil de los futuros usuarios y proporcionar información sencilla de como emplear la herramienta.
- Es muy recomendable que alguno de los miembros del equipo de desarrollo tenga experiencia en cooperación. Esto ayuda a comprender los distintos ritmos a los que se mueven los implicados en el proyecto y a definir los requisitos de manera más correcta. Integrar también como parte del equipo a una persona que aporte el punto de vista del usuario resulta asimismo fundamental.
- El software debe publicarse bajo licencias libres y con criterios abiertos de gobernanza y participación comunitaria.
- Se debe ser conscientes de que tras la entrega surgirán dificultades de uso y errores. Debe planificarse una fase de mantenimiento y asistencia.

CONCLUSIONES

Tras la experiencia adquirida en este y otros proyectos, una de las conclusiones alcanzadas es la dificultad de encontrar financiación para este tipo de proyectos de investigación aplicada desde el ámbito universitario.

Queremos destacar también la importancia de introducir las TIG en la cooperación al desarrollo. Estas tecnologías suponen un aumento considerable de la eficiencia en los proyectos de acceso a servicios básicos como el agua, energía, etc., además de permitir enlazar información diversa para realizar un diagnóstico más completo sobre diferentes sectores como la salud, la educación, etc.

Algunas de las dificultades encontradas en este proyecto, intrínsecas algu-

nas a la realidad de la cooperación, hubieran sido seguramente inabordables de no haber trabajado desde el principio con la tecnología para el desarrollo humano como guía. Consideramos imprescindible tener siempre en cuenta la TpDH en cualquier proyecto abordado desde la universidad. en el caso particular de que se empleen aplicaciones informáticas, estas deberían ser de software libre, puesto que se trata de la única forma de poder realizar una adecuada transferencia y generación de conocimiento entre todos los agentes implicados.

FUTURO DEL PROYECTO

- El análisis de las perspectivas de futuro de este proyecto, y de su interacción con los agentes involucrados y otros a los que se presentado el proyecto, han permitido identificar nuevas posibles funcionalidades como:
- Seguimiento temporal de ciertas variables y comparativas con la línea base.
- Levantamiento de información a nivel familia, y auto-integración con los datos comunitarios.
- Generación de indicadores de cobertura de agua y ampliación de módulos de seguimiento técnico y agenda hídrica.
- Generación automática de mapas y gráficos desde la aplicación.
- Módulo de generación de alternativas de saneamiento.
- Desarrollar un visor web que permita visualizar y compartir en red la información generada durante el levantamiento de datos y la generación de alternativas.
- Esperamos seguir avanzando en esta herramienta para que pueda aplicarse en más comunidades, países y en nuevos ámbitos de la cooperación al desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- Anguix, A., & Díaz, L. (2008). "gvSIG: A GIS Desktop solution for an open SDI". *Journal of Geography and Regional Planning*, 041-048.
- Eade, D. (1995). *The Oxfam Handbook of Development and Relief*. Londres.
- Free Software Foundation (1996). "*The free software definition*". Disponible en: <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>
- Ingeniería Sin Fronteras Galicia (2010). "*Plan de gestión integral del recurso hídrico*". Disponible en: <http://www.slideshare.net/esfgalicia/planes-de-gestion-in->

tegral-del-recurso-hidrico

- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (2009). *Informes sobre desarrollo humano*. Tegucigalpa: PNUD.
- Puig i Polo, C., & Gilavert Margalef, J. (2008). "Estudio comparativo de herramientas SIG Libres aplicadas a contextos de cooperación al desarrollo" // *Jornadas de SIG Libre* (Gilavert, J.; Puig, C.). Girona.
- Rodríguez Espinosa, V., & Bosque Sendra, J. (2009). "Aplicaciones de las TIG en las ONG: problemas y soluciones" *Cuadernos Internacionales de Tecnología para el Desarrollo Humano*.
- Varela García, J. I., Tsao Santín, F., Molejón Quintana, C., Estévez Valiñas, J., & Varela García, A. (2009). "Desarrollo en gvSIG para la mejora de la gestión de información de ISF en Honduras". *Jornadas Internacionales de gvSIG*. Valencia.