



APLICACIONES DE SOFTWARE LIBRE EN LA INGENIERÍA DEL AGUA Y CIENCIAS DE LA GEO-INFORMACIÓN



M.Sc. ING. JORGE AYALA NIÑO DE GUZMÁN

comunidad@qgisbolivia.org

Ingeniería Civil

Universidad Mayor de San Simón

Bolivia

RESUMEN

"Promover el uso de tecnologías libres más allá del área de sistemas, destacando su aplicabilidad en campos técnicos como la Ingeniería del Agua y las Ciencias de la Geo-información, un llamado a la acción para que, en el marco del FLISoL dentro de las universidades, se invite autoridades, docentes y estudiantes de otras facultades y carreras a sumarse al uso de tecnologías libres y a compartir sus experiencias."



1. INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de Información Geoespacial y el manejo eficiente de los recursos hídricos son pilares fundamentales para el desarrollo sostenible. La Ingeniería del Agua aborda la planificación, diseño y monitoreo de sistemas de agua potable, alcantarillado y gestión de riesgos hídricos. Paralelamente, la Ciencia de la Geo-Información facilita la captura, análisis y representación espacial de estos recursos a través de tecnologías avanzadas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), percepción remota (teledetección), y bases de datos espaciales.

Hasta principios del siglo XXI, las herramientas de software para estas disciplinas eran principalmente privativas, con altos costos de licenciamiento que limitaban su accesibilidad. Sin embargo, el auge del Software Libre ha democratizado estas tecnologías, permitiendo su adopción masiva incluso en contextos con limitaciones presupuestarias.

El Festival Latinoamericano de Instalación de Software Libre (FLISoL) ha jugado un rol fundamental en la promoción de estas alternativas. A través de este espacio, se han generado redes de colaboración y transferencia de conocimiento que han impactado positivamente en la práctica profesional y académica.

Este artículo analiza desde una perspectiva práctica y retrospectiva la evolución del Software Libre aplicado a la Ingeniería del Agua y la Geo-Información, a partir de experiencias directas de participación y organización en el FLISoL desde 2005.

2. DESARROLLO

Evolución de herramientas de Software Libre para SIG e Ingeniería del Agua:

- **Antes de 2005:** la falta de opciones libres sólidas, proyectos libres en SIG en etapas aún de desarrollo obligaba al uso de software privativo o a recurrir a versiones ilegales en entornos académicos y profesionales.
- **2013:** lanzamiento de QGIS 2.0, que introduce una interfaz gráfica mejorada, extensibilidad mediante plugins y compatibilidad avanzada con bases de datos espaciales, marcando un punto de inflexión en el uso de SIG libres.

Herramientas complementarias:

- **PostGIS** para bases de datos espaciales en PostgreSQL
- **GeoServer** para servicios de mapas en línea
- **GRASS GIS y SAGA GIS** para análisis avanzados de terreno y modelado hidrológico.

Adopción de hardware de bajo costo y plataformas de instalación

- **Raspberry Pi 4 con QGIS:** demuestra la viabilidad de operar SIG en dispositivos económicos.



- **Uso de subsistemas Linux en Windows**, Live USB persistentes y adquisición de planes de VPS accesibles, facilita la instalación de servidores y ambientes de aprendizaje y desarrollo geoespacial sin necesidad de infraestructura costosa.

Innovación en ingeniería del agua mediante Software Libre:

- **EPANET**: Toolkit y su integración con Python permiten la modelación hidráulica avanzada y la creación de plugins para un trabajo en entorno de QGIS.
- **QCAD**: alternativa libre para el dibujo asistido por computadora para representación en 2D de planos de diseño de infraestructuras hidráulicas.
- **OpenDroneMap**: como alternativa libre para el procesamiento aerofotogramétrico de imágenes aéreas capturadas por drones, favoreciendo la generación de modelos digitales de superficie aplicables en modelaciones hidráulicas e hidrológicas, así como en la producción de ortomosaicos destinados al monitoreo de recursos hídricos mediante imágenes de alta resolución, sin requerir unidades de procesamiento gráfico (GPU), a diferencia del software privativo.
- **CloudCompare**: herramienta para el análisis de nubes de puntos 3D, obtenidas mediante tecnologías LiDAR o fotogrametría, aplicada en diversos campos de la Ingeniería del Agua.

Creación de proyectos Nacionales y comunidades:

- **La Infraestructura de Datos Espaciales del Estado Plurinacional Bolivia (GeoBolivia)**
Es un ejemplo de implementación de servicios geoespaciales basados en Software Libre a nivel gubernamental desde el año 2012.
- **Crecimiento de geoportales web de ministerios e instituciones gubernamentales**
Como el MMAyA, IGM, INRA e INE, con el objetivo de optimizar el acceso y análisis de datos geoespaciales clave para la toma de decisiones y la gestión pública.
- **Consolidación de la Comunidad de Usuarios de QGIS Bolivia**
Para promover el aprendizaje, colaboración y resolución de problemáticas locales mediante SIG libres.

Discusión

El progreso tecnológico evidenciado en los últimos 20 años ha permitido que herramientas de Software Libre se posicionen como alternativas competitivas frente a sus contrapartes privativas. Este fenómeno ha sido especialmente significativo en disciplinas como la Ingeniería del Agua y la Geo-Información, donde el acceso a software especializado era tradicionalmente restrictivo.

Sin embargo, se observa una resistencia persistente en algunas universidades bolivianas, que continúan formando profesionales en pregrado bajo esquemas obsoletos basados en software privativo y, en muchos



casos, en versiones piratas. Esta brecha formativa no solo implica riesgos legales y éticos, sino que limita las oportunidades de innovación y competitividad de los futuros profesionales.

La adopción del Software Libre no debería entenderse solamente como una alternativa económica, sino como una estrategia de independencia tecnológica, soberanía de datos, y estímulo a la investigación y desarrollo. La actualización curricular es urgente y debe acompañarse de iniciativas de sensibilización, capacitación y acompañamiento institucional.

Además, las herramientas de Software Libre promueven un ecosistema colaborativo que permite la adaptación y personalización de soluciones a problemas locales, como la gestión de cuencas hidrográficas, el diseño de sistemas de agua potable, y el monitoreo de variables ambientales en escenarios de cambio climático.

Finalmente, el fortalecimiento de comunidades de usuarios, como la Comunidad de Usuarios de QGISBolivia, constituye un pilar estratégico para sostener y expandir el uso de estas tecnologías, facilitando el intercambio de conocimientos y el desarrollo de capacidades técnicas en el ámbito nacional y regional.

3. CONCLUSIONES

El Software Libre ha evolucionado de manera significativa, proporcionando herramientas robustas para la Ingeniería del Agua y la Ciencia de la Geo-Información. Su adopción ha permitido democratizar el acceso a tecnologías de punta, impulsar proyectos de gran escala y fortalecer la formación profesional.

Es necesario que las universidades bolivianas adapten sus currículas a estas realidades tecnológicas, abandonando paradigmas obsoletos y formando profesionales preparados para liderar los desafíos de la transformación digital en la gestión del agua y el territorio. Eventos como el FLISOL deben continuar su labor de difusión de nuevas tecnologías y capacitación, expandiendo su alcance hacia nuevas generaciones de estudiantes e investigadores.



SOBRE EL AUTOR

Ingeniero Civil con Maestría en Ciencias de la Geo-información y Observación de la Tierra Mención Evaluación de Recursos Hídricos (UMSS), con más de 17 años de experiencia en el sector de la Ingeniería del Agua, a lo largo de su trayectoria, ha sido consultor para diversas instituciones, entre las más importantes BID, MMAyA, UCEP-MMAyA, SENASBA, EMAGUA, FPS, SeLA, etc.

Así mismo es docente de posgrado de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno (UAGRM), de la “Maestría en Catastro Territorial y Geodesia”

Organizó, con el apoyo del colectivo PIMI (Pingüinos del Mismo Iceberg), la primera edición del FLISOL 2005 en la ciudad de Cochabamba.

Actualmente es CEO de UmaYakuY Consultores SRL, una startup dedicada a impulsar la “Transformación Digital de la Gestión del Agua y Saneamiento con SIG y Tecnologías Libres.”, así como a promover la actualización profesional a través de cursos especializados en estas tecnologías libres, habiendo alcanzado hasta la fecha más de 500 participantes.

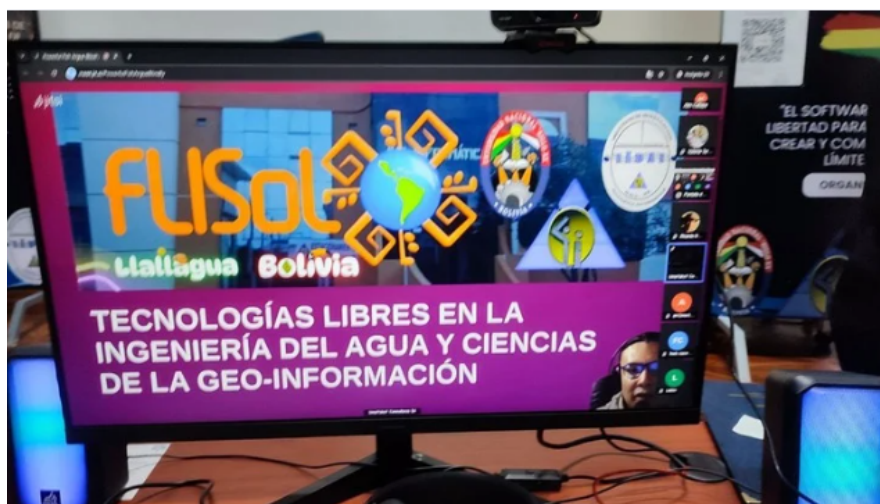


Figura 1: Fotografía de presentación de la ponencia.