

## **Lluvia en tiempo real y sistema de alerta temprana por deslizamientos para Centro América, en base a imágenes de Satélite NOAA y aplicaciones con ArcObjects**

Steffen Schillinger <sup>1</sup>  
Vladimir Gutiérrez <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR)  
Frente a Hospital Metrópoli Xolotlán. Apdo. Postal 2110 - Managua, Nicaragua  
[steffen.schillinger@gmx.net](mailto:steffen.schillinger@gmx.net)

<sup>2</sup> Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)  
Frente a Hospital Metrópoli Xolotlán. Apdo. Postal 2110 - Managua, Nicaragua  
[vladimir.gutierrez@gf.ineter.gob.ni](mailto:vladimir.gutierrez@gf.ineter.gob.ni)

### **Abstract**

Central America confronts countless properties damages and invaluable lost in human lives because of natural phenomena like hurricanes and landslides. The frequency of these events increases and the governmental authorities need some analysis tools that combined with geo-spatial information allow avoiding a disaster. In consequence, since July 2006, BGR (Federal Institute of Geo-sciences and Natural Resources of Germany) and INETER (Nicaraguan Institute for Territorial Studies) work together in an Early Warning System for landslides in Central America. The System can be consulted by Web and is based on ArcObjects and C Sharp programming languages. From NOAA satellite images information of rainfall is obtained automatically. Since January 2007, this information have been processed and stored in an ArcSDE Geodatabase. The information of rainfall can be displayed in accumulated of 1,3,6,12 and 24 hours through a web map service. The system also is connected with the national network of meteorological stations therefore is possible to evaluate the precision of the NOAA estimations. In October 2007, the tool was used for monitoring the rainfall during Hurricane Felix. And was useful to know the rainfall in areas where doesn't exist meteorological stations. Now the challenge is to combine the information of the rainfall, geological data, land use and slopes to establish thresholds for prediction of landslides. The thresholds will be calibrated with the landslides registered during the 2008.

**Palavras-chave:** early warning systems, landslides, remote sensing, image processing, sistemas de alerta temporã, deslizamentos, sensoriamento remoto, processamento de imagens.

## **1. Introducción**

América Central experimenta incontables daños materiales e invaluable pérdida de vidas humanas a raíz de fenómenos naturales como huracanes y deslizamientos. Para Nicaragua, el Huracán Mitch fue uno de los eventos más desastrosos del siglo dejando tras su paso daños totales valorados en 988 millones de dólares equivalente al 45% del producto interno bruto del país (CEPAL, 1998).

La frecuencia de estos eventos es cada vez mayor. Para mitigar el daño, las autoridades municipales requieren de sistemas que permita dar respuestas rápidas y adecuadas durante y después de ocurrido un evento.

Después del paso del Huracán Mitch, se identificó la necesidad de crear un Sistema de Información Geográfica especializado en amenazas, vulnerabilidad y riesgos geológicos e hidrometeorológicos.

Así en 1999, el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) y la Cooperación Alemana a través del Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR) firman un convenio para ejecutar el proyecto "Mitigación de Geo-Riesgos en Centro América".

El paso inicial en el proyecto fue crear una unidad de SIG dedicada al estudio de fenómenos naturales potencialmente peligrosos para la población. Desde el 2002, personal multidisciplinario con formación en ciencias de la tierra e informática han sido entrenados para desarrollar el SIG Geo-Riesgos e implementarlo en las labores diarias de INETER.

Hasta la fecha, la mayoría de productos elaborados en el SIG Geo-Riesgos han sido mapas físicos y mapas publicados en la web. Pero con los avances de la tecnología y el acceso a la información satelital, a partir de julio del 2006, se trabaja en la creación de un Sistema de Alerta Temprana por Deslizamientos.

## **2. Metodología de Trabajo**

El sistema se basa en aplicaciones de ArcObjects y C Sharp. A partir de imágenes de satélite NOAA (en formato GrADS) se obtiene automáticamente la información de las precipitaciones. Esta información es procesada y almacenada en una base de datos geoespacial SDE. Los datos de lluvia pueden presentarse en acumulados de 1, 3, 6, 12 y 24 horas a través de un servicio de mapas. El sistema también está conectado con la red nacional de estaciones meteorológicas telemétricas y de esta manera se corrobora la precisión de las estimaciones realizadas por NOAA.

Fig 1. Aplicación del servidor. Modelo de procesos

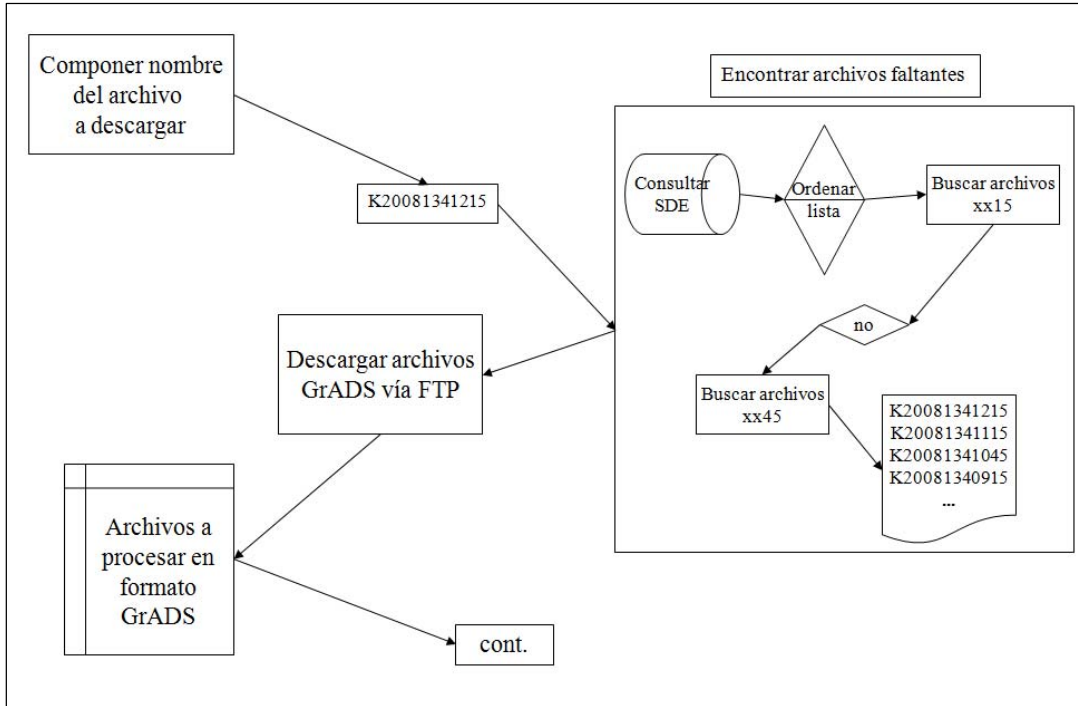
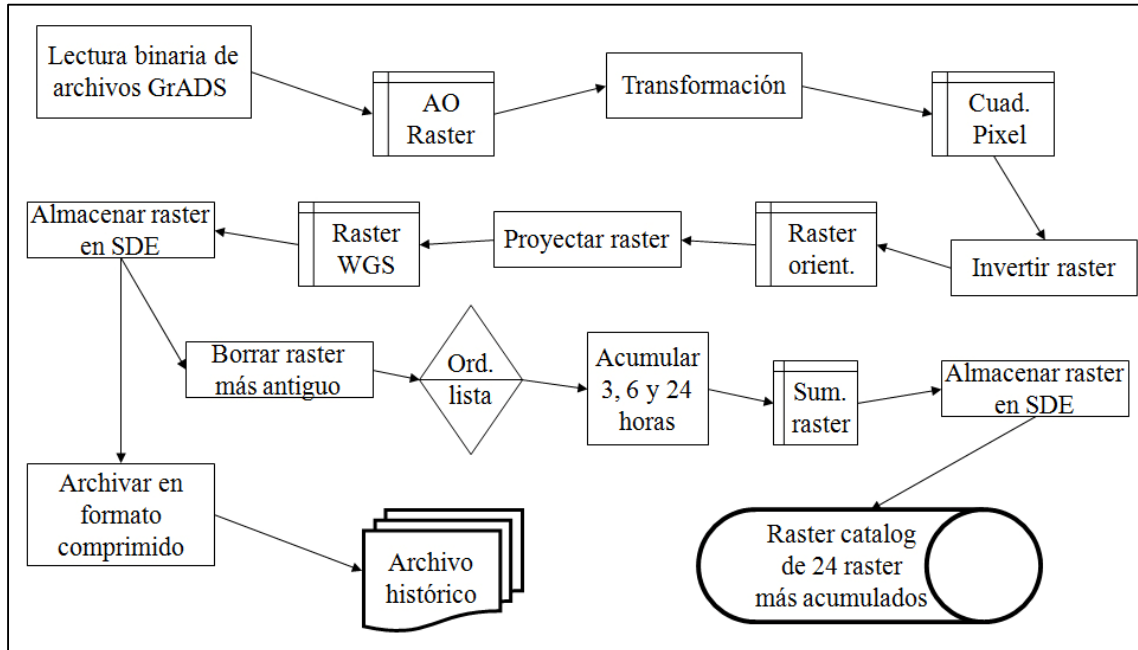


Fig 2. Aplicación del servidor. Modelo de procesos

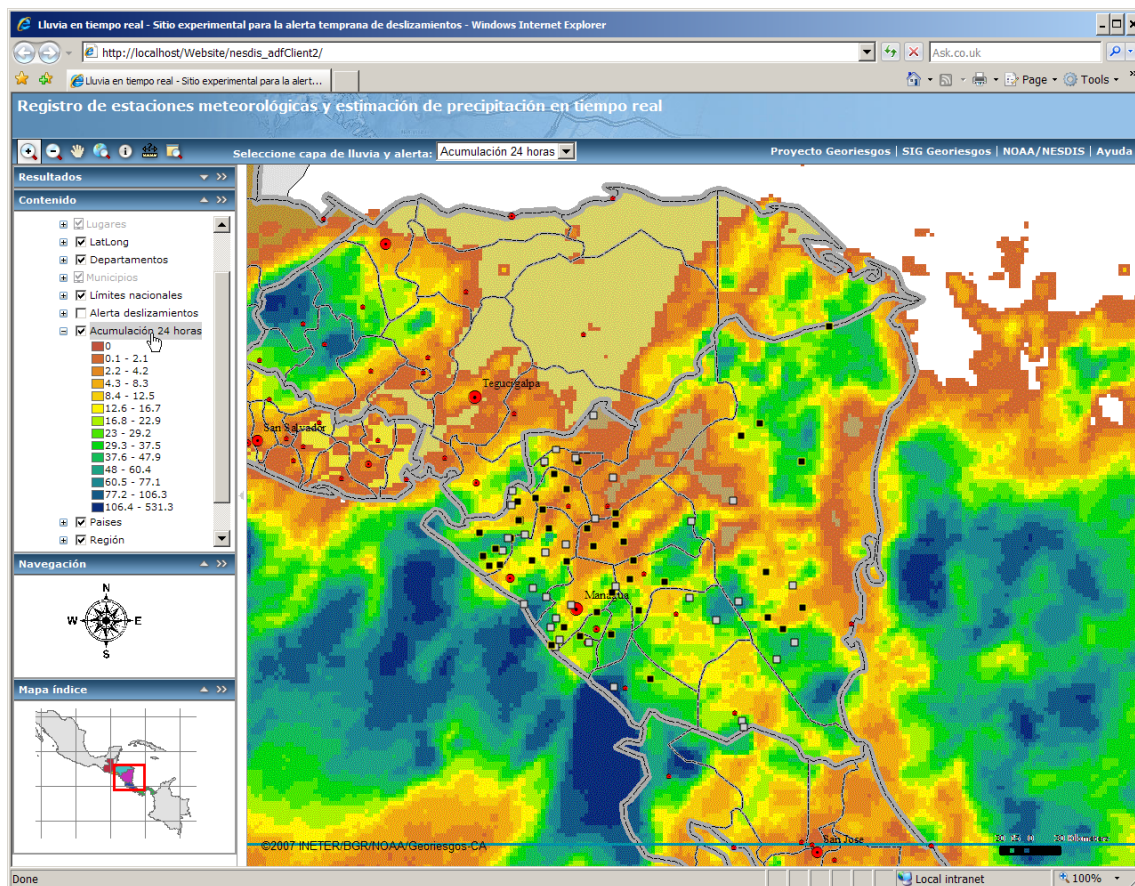


### 3. Resultados y Discusión

La herramienta puede ser consultada por cualquier persona vía internet ([http://georiesgos-ca/WebSite/Nesdis\\_FF/](http://georiesgos-ca/WebSite/Nesdis_FF/)). Esta aplicación presenta las precipitaciones acumuladas de 1, 3, 6, 12 y 24 horas en la región centroamericana. Además muestra una cartografía básica para cada país. En el caso de particular de Nicaragua, se presentan también se presentan datos en tiempo real de las estaciones meteorológicas telemétricas.

En octubre del 2007, la herramienta fue utilizada para monitorear las precipitaciones ocurridas durante el Huracán Félix, demostrando su utilidad para presentar datos de precipitación en zonas donde no existen estaciones meteorológicas.

A la fecha se cuenta con un registro de más de 20,000 archivos, correspondientes a las lluvias de los años 2007 y 2008. Estos datos históricos pueden utilizarse para establecer una relación entre los deslizamientos ocurridos en el pasado y las precipitaciones como factor desencadenante.



#### **4. Conclusiones**

La aplicación puede utilizarse para monitorear fuertes lluvias a nivel centroamericano. Sin embargo, ahora el reto es combinar la información de las precipitaciones con datos geológicos, cobertura de suelos, pendientes para establecer umbrales que permitan la predicción de ocurrencia de deslizamientos. Estos umbrales serán calibrados con los deslizamientos registrados durante el año 2008.

Para completar el Sistema de Alerta Temprana se necesita trabajar en:

- Descarga y cálculo automático de más períodos de lluvia.
- Descarga de las acumulaciones diarias de NESDIS.
- Acumulación automática de 3 y 7 días p. ej.
- Interpolación de datos faltantes (período de una hora).
- Despliegue de las estaciones meteorológicas de todos los países contraparte.
- Análisis de error y calibración de datos NESDIS a partir de las estaciones meteorológicas

En un futuro se pretende que el Sistema de Alerta Temprana sea también por inundaciones. Para alcanzar esta meta se necesitará trabajar en:

- Integración de estaciones y datos de caudales de ríos.
- Cálculo de estadísticas meteorológicas semanales y mensuales.
- Mejor delimitación de cuencas a nivel del país.
- Desarrollo de funciones de alerta temprana para inundaciones.

#### **Agradecimientos**

#### **Referencias Bibliográficas**