

## SISTEMA DE MONITOREO HIDROLÓGICO EN TIEMPO REAL PARA EL PARAGUAY

### CENTRO INTERNACIONAL DE HIDROINFORMÁTICA. ITAIPU-UNESCO, PARAGUAY

Vera, Santiago<sup>1</sup>; Vázquez, Daniel

#### Resumen

El acceso y la interpretación de datos hidrológicos en la sociedad son problemas que acarrearán varios países donde las tecnologías de la información aún no ganan el suficiente protagonismo. Profesionales de distintas disciplinas, no solo de la comunidad hidrológica, necesitan insumos relacionados a variables hidrométricas para sus estudios, siendo el mayor inconveniente el acceso a los mismos. La información se encuentra dispersa o simplemente no disponibles por falta de tecnologías que permitan difundirlos. Por otro lado, las variables hidrológicas proveídas por entes o estudios, generalmente al ciudadano no técnico es presentada de manera poco comprensible, brindando escasa utilidad de la información para su vida cotidiana. En respuesta a estas necesidades, el Centro Internacional de Hidroinformática desarrolló un aplicativo llamado YRATO, en su primera etapa, permite monitorear variables hidrológicas en tiempo real, como ser niveles hidrométricos, calidad de agua y precipitación satelital a nivel Cuenca del Plata hasta la confluencia de los Ríos Paraguay y Paraná. En esta instancia, el objeto es el de centralizar, visualizar y proveer los datos mencionados de manera ordenada, teniendo como premisa el acceso libre, la interoperabilidad para el traspaso eficiente de datos y la difusión de la información capturada y generada para varios niveles y sectores de la sociedad con fines diversos. Luego de su completo desarrollo (pendiente), la aplicación busca operar como un sistema de alerta temprana. Los esfuerzos de estructurar esta plataforma permitirán en un futuro próximo acoplar modelos de predicción hidrológica-hidrodinámica disponibles, de manera a confeccionar sistemas de alertas tempranas contra inundaciones. En estas instancias la herramienta es utilizada como un repositorio de información hidrológica, en el cual, tanto instituciones nacionales como la ciudadanía obtiene de manera centralizada, ordenada e interpretada dichos datos para diferentes fines.

**Palabras claves:** YRATO, monitoreo hidrológico, tecnologías de la información.

#### Abstract

The access and interpretation of hydrological data in society are problems that involve several countries where information technologies have not yet gained sufficient prominence. Professionals from different disciplines, not only from the hydrological community, need inputs related to hydrometric variables for their studies, the greatest disadvantage being access to them. The information is scattered or simply not available due to lack of technologies that allow it to be disseminated. On the other hand, the hydrological variables made available by entities or studies, generally the non-technical citizen is presented in an understandable way, providing little usefulness of the information for their daily life. In response to these needs, the International Hydroinformatics Center developed an application called YRATO, in its first stage, to monitor hydrological variables in real time, such as hydrometric levels, water quality and satellite precipitation at Cuenca del Plata level until the confluence of the Paraguay and Paraná Rivers. In this instance, the object is to centralize, visualize and make available the aforementioned data in an orderly manner, with free access as the premise, interoperability for the efficient transfer of data and dissemination of the information captured and generated for various levels and sectors of society for different purposes. After its full development (pending), the application seeks to operate as an early warning system. The efforts to structure this platform will allow, in the near future, the coupling of available hydrological-hydrodynamic prediction models, in order to prepare early warning systems against floods. In these instances, the tool is used as a repository of hydrological information, in which both national institutions and citizens obtain these data in a centralized, ordered and interpreted manner for different purposes.

**Keywords:** YRATO, Hydrologic Monitoring, information technology.

#### 1. INTRODUCCIÓN

La problemática de disponibilidad de datos hidrológicos y la accesibilidad de ellos a nivel nacional es una limitación importante. El Centro Internacional de Hidroinformática (CIH), en respuesta a esa necesidad desarrolló el aplicativo web YRATO. Este aplicativo en su etapa inicial permite monitorear variables hidrológicas en tiempo real, como ser

niveles hidrométricos de los ríos más importantes del país y precipitación satelital a nivel Cuenca del Plata hasta la confluencia de los ríos Paraguay y Paraná.

Con la política de uso de software libre y de código abierto y datos abiertos, se empleó una gama de herramientas variadas para el desarrollo del aplicativo.

1 Monitoreo Hidrológico en tiempo real - YRATO <https://hidroinformatica.itaipu.gov.py/yrato/>  
Descarga de datos de YRATO <http://geohidroinformatica.itaipu.gov.py/yrato/>  
Documentación de servicios ofrecidos <http://hidroinformatica.itaipu.gov.py/docs/>  
Servicio de administración de datos <https://hidroinformatica.itaipu.gov.py/admin>

Partiendo con los datos de las estaciones, siempre y cuando las instituciones públicas las haya proveídos de manera abierta, estos son capturados y almacenados en nuestra base de datos de manera sistemática. Para el efecto mediante tareas programadas se han empleado métodos varios de captura, siendo estos Web Scraping y servicios más formales dependiendo de la infraestructura puesta a disposición por los terceros en la difusión de sus datos. La información capturada es publicada en un ambiente web geo-rreferenciado y mediante gráficos interactivos, donde la cantidad y calidad de datos y el estado de transmisión de las estaciones son analizados a cada paso del tiempo a través de simples procesos estadísticos. Los datos geoespaciales varios recopilados como información para soporte técnico son almacenados en una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) propia del CIH. La información de precipitación satelital es recolectada del proyecto Global Precipitation Measurement (GPM) de las agencias NASA-JAXA, con el objeto de supervisar el progreso de la precipitación en tiempo casi-real (delay 6 hs). Esta información es procesada a medida que va entrando a la base de datos (cada 30 min) realizando estadísticas varias por áreas (departamentos, localidades, cuencas, de todo el país), con posibilidad de emitir notificaciones a usuarios claves. A su vez, datos de pronóstico de precipitación, humedad de suelo y temperatura son obtenidos de modelos globales proveídos por el European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), para ser procesados de la misma forma que los datos recolectados del GPM. Por último, se está avanzando en interconectar el aplicativo YRATO con la plataforma colaborativa Openstreetmap con la finalidad de poder hacer consultas geoespaciales varias, para emplearlos en estudios futuros de análisis de riesgos de inundación.

En esta instancia el objeto de YRATO es el de centralizar, visualizar y proveer los datos mencionados de manera ordenada, teniendo como premisa el acceso libre, la interoperabilidad para el traspaso eficiente de datos y la difusión de la información capturada y generada para varios niveles y sectores de la sociedad con fines diversos. Además, algunos productos básicos fueron el mapeo y cuantificación de cantidad de estructuras afectadas haciendo uso del Modelo de Elevación Digital (SRTM) contrapuesto a los niveles hidrométricos por estación (Asunción, Villeta, Alberdi, Pilar y Ciudad del Este) e información de viviendas de la Dirección General de Encuestas Estadísticas y Censos del Paraguay.

Después de su completo desarrollo (pendiente), la aplicación busca operar como un sistema de alerta temprana. Por lo que esfuerzos de estructurar la base de funcionamiento (datos sistematizados) permitirán pensar en un futuro próximo acoplar modelos de predicción hidrológica-hidrodinámica en conjunto con otras instituciones como la Dirección de Meteorología e Hidrología de manera a incorporar el

factor predicción dentro de la rutina operativa del aplicativo.

## 2. METODOLOGÍA

El aplicativo Yrato consta de cuatro componentes, Datos libres, Procesamiento, Almacenamiento y Publicación, separadas en base a acciones que garantizan su funcionamiento sistemático con datos en tiempo real. A modo de brindar una síntesis podemos decir que la componente de procesamiento es la encargada de enriquecer la estructura de la base de datos, empleando técnicas innovadoras para la captura y la extracción de datos de diferentes fuentes. Posteriormente esos datos almacenados son moldeados y presentados de manera sencilla, a través de la componente de publicación, mediante el empleo de Frameworks de desarrollo para aplicaciones Web's.

La Figura 1 nos presenta un esquema de funcionamiento entre dichas componentes, dónde, en los siguientes apartados brindaremos mayor detalles de los mismos. Pero antes, necesitamos conocer algunos conceptos que describiremos a continuación:

- **Vectores:** La representación espacial en un modelo vectorial se basa en la localización de puntos individuales según determinadas coordenadas, viniendo definida por funciones matemáticas, por lo que se pueden representar puntos, líneas parábolas, polígonos, etc. [1]
- **Rasters:** El modelo raster representa la realidad a través de superficies determinadas que quedan dispuestas en forma de matriz, en la que cada elemento está representado por un "pixel". [1]
- **GDAL:** es una librería de traductores para tipos de datos geoespaciales raster y vector, que se encuentra bajo una licencia Open Source de estilo X/MIT por la Open Source Geospatial Foundation. Como biblioteca, presenta un modelo de datos abstractos raster simple y un modelo de datos abstractos vector para la aplicación de llamada para todos los formatos admitidos. También viene con una variedad de útiles utilidades de línea de comandos para la traducción y el procesamiento de datos [2].
- **Web Scraping:** es la práctica de reunir datos a través de cualquier medio que no sea un programa interactuando con un API (Interfaz de programación de aplicaciones) [3].
- **JSON (JavaScript Object Notation):** es un ligero formato de intercambio de datos, fácil para los humanos leer y escribir. También es fácil analizar y generar para las computadoras [4].
- **HDF:** El formato HDF es una estructura robusta de almacenamiento y distribución de datos científicos de naturaleza múltiple, y se

utiliza por entidades que producen y gestionan información de carácter ambiental, así como por agencias distribuidoras de datos procedentes de la observación territorial [5].

- **GeoTIFF:** Georeferenced Tagged Image File Format es un formato de archivo libre y estándar basado en TIFF y usado como formato de intercambio para imágenes raster georreferenciadas [6].
- **OpenStreetMap:** es un proyecto colaborativo para crear mapas libres y editables. OpenStreetMap lo crea una gran comunidad de colaboradores que con sus contribuciones al mapa añaden y mantienen datos sobre caminos, senderos, cafeterías, estaciones de ferrocarril y muchas cosas más a lo largo de todo el mundo [7].
- **Geoserver:** es un software servidor que permite a los usuarios ver y editar datos geospaciales, usando estándares libres establecidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), dando buena flexibilidad en la creación de mapas y compartición de datos [8].
- **Geonode:** es un Sistema de Administración de Contenidos para datos geospaciales. Geonode es un aplicativo web y una plataforma para el despliegue de una Infraestructura de datos espaciales (IDE) [9].
- **Open Geospatial Consortium:** es una organización internacional no lucrativa comprometida a elaborar estándares para la comunidad geoespacial global. Estos estándares son hechos a través de procesos de consenso y son libremente proporcionados para su uso, de tal forma a mejorar la compartición mundial de datos geoespaciales [10].
- **Infraestructura de Datos Espaciales (IDE):** una IDE es un sistema de sistemas integrado por un conjunto de recursos muy heterogéneo (datos, software, hardware, metadatos, servicios, estándares, personal, organización, marco legal, acuerdos, políticas, usuarios, etc.), gestionado por una comunidad de actores, para compartir información geográfica en la web de la manera más eficaz posible. [11].
- **Frameworks:** en el desarrollo de Software, un framework es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definida, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, en base a la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, puede incluir soporte de programas, librerías y un lenguaje interpretado entre otros programas para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto [12].
- **Django:** es un framework Web en python de alto nivel, que incentiva al rápido desarrollo, limpio y de diseño pragmático. Construido por desarrolladores experimentados, aliviando en gran parte de las molestias de un desarrollo Web para así poder enfocarse en escribir la aplicación sin necesidad de reinventar la rueda. Django es de código abierto [13].

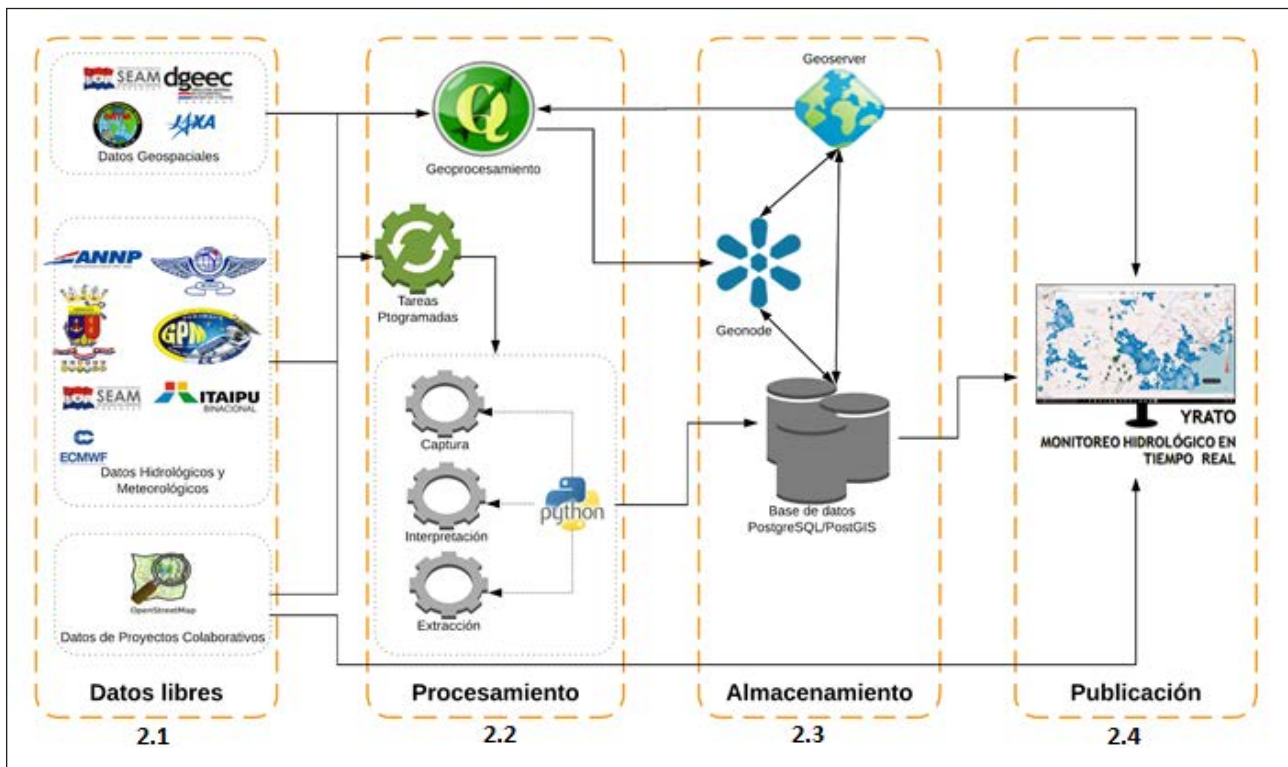


Figura 1. Componentes del Aplicativo Yrato.



## 2.1. Datos Libres.

Una gran cantidad de información, de todo tipo, abunda hoy en día gracias a las iniciativas de datos abiertos. Por lo tanto, representan un insumo muy interesante de explorar debido a las especificaciones libres para su utilización en cualquier sector.

La utilización de datos libres de tipo geoespacial, hidrológico, meteorológicos y colaborativos proveídos por entes nacionales e internacionales constituyen una componente base y esencial para la plataforma. Esto permite dotar de una mayor escalabilidad en funcionalidades que interconectan variables hidrológicas de un espacio geográfico y analizar su impacto en la sociedad.

### 2.1.1. Datos Geoespaciales

Datos vectoriales y rásteres, proveniente de diferentes instituciones nacionales e internacionales, relacionadas a límites, topografía, población y cartografía en general serán consideradas como información relevante en las demás componentes.

Algunas fuentes resaltantes utilizadas corresponden a la Dirección General de Estadística, Encuesta y Censos (DGEEC), Secretaría del Ambiente (SEAM) y Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA).

### 2.1.2. Datos hidrológicos y meteorológicos

A nivel nacional existen estaciones hidrológicas que van recolectando variables hidrométricas con diferente periodicidad. El histórico de estas variables constituye un recurso importante para la elaboración de estudios en áreas que involucren la gestión integrada de recursos hídricos.

La Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH) recolecta información hidrométrica de gran parte de las estaciones hidrológicas pertenecientes a distintas instituciones del país, siendo así, nuestra principal fuente de datos. Por otra parte, la Itaipú Binacional posee estaciones propias con mayor volumen de datos y variables que son anexadas, junto con otras estaciones del Brasil difundidas por la Compañía Paranaense de Energía (COPEL) y la Agencia Nacional de Agua (ANA).

A través de la misión satelital llevada a cabo entre la NASA y JAXA denominado Global Precipitation Measurement (GPM), es posible contar con datos de intensidad de precipitación a nivel mundial en tiempo casi real con un retraso de 6 horas y en intervalos de 30 minutos [15]. Esto permite conocer la precipitación en cualquier espacio geográfico proporcionando información de entrada para análisis y modelado.

La European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) es una organización intergubernamental independiente soportado por 24 estados. El centro es un instituto de investigación y servicio operacional, produciendo y disseminando predicciones meteorológicas numéricas a los países miembros [14]. A través de la ECMWF es

posible obtener pronósticos de diferentes variables meteorológicas a nivel mundial, lo cual nos permite adicionar a nuestra base de datos información pronosticada de precipitación, temperatura y humedad de suelo ampliando los insumos disponibles para análisis y modelado.

### 2.1.3. Datos de proyectos colaborativos

La mayoría de los datos geoespaciales no se encuentran libres para su utilización y en otro caso si lo estuvieran, existe el problema de la desactualización que van ligados a costos económicos para su mantenimiento. Por ello, la tendencia es utilizar datos provenientes de proyectos colaborativos a nivel mundial, donde su principal potencial sea la iniciativa y entusiasmo de sus colaboradores por aportar datos útiles pertenecientes a su comunidad.

OpenStreetMap es el proyecto colaborativo utilizado por cumplir con los criterios descritos con anterioridad.

## 2.2. Procesamiento

Los diferentes datos de relevancia a ser determinados para su utilización se encuentran disponibles en estructuras estáticas o crudas, dificultando su uso y actualización en el entorno de funcionamiento de herramientas que lo necesiten. Por lo que, la componente de Procesamiento pretende actuar de un intérprete, captando y extrayendo de manera sistemática datos primitivos a una estructura simple ante las aplicaciones.

La componente de procesamiento es realizada con una frecuencia diaria en diferentes intervalos horarios, dependiendo de la disponibilidad de los datos.

El lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de la componente es Python, por su sintaxis simple y amplia flexibilidad ante el manejo de datos geoespaciales. Para el manejo rásteres es utilizada la librería GDAL.

### 2.2.1. Captura

Las informaciones contenidas en la componente de datos libres se encuentran dispersos en diferentes repositorios y medios de distribución. Este procedimiento tiene como tarea capturar y disponibilizar los datos internamente para ser interpretados.

La DMH, COPEL y ANA publican datos hidrométricos en sus portales Web, exhibidos de una manera tabular (Tablas). Por lo que, al no existir una interfaz de distribución de la información, fue necesario la descarga completa de la sección del sitio para su interpretación.

Los datos provenientes de Itaipú, GPM y el ECMWF cuentan con interfaces definidas para el acceso a la información (Servicios Web). Esto facilita la descarga e incorporación al ambiente del aplicativo.

### 2.2.2. Interpretación

Los datos capturados se encuentran con estructuras heredadas de su medio de distribución. Por ello, este proceso actúa de un intérprete que transforma los datos crudos a simples, facilitando su inserción a una estructura de almacenamiento diseñada.

Para los datos de la DMH, COPEL y ANA es empleada una Técnica denominada Web Scraping, el cual se encarga de interpretar el sitio web descargado para separarlo en una estructura estación que contendrá todas las variables disponibles (Nivel de regla).

Los datos de Itaipú Binacional se presentan en formato JSON, por lo que la interpretación basta con una simple lectura y acceso a la estructura. Estas estaciones presentan además de lecturas del nivel de regla, variables de calidad de agua (conductividad, pH, turbidez, oxígeno disuelto y temperatura).

El proyecto GPM proporciona datos de precipitación en archivos con formato HDF5, el cual cuenta con varias capas de información para un tiempo de la serie temporal. Por ello, empleamos librerías de lectura para archivos HDF5 y extraemos el dataset correspondiente a 'Grid/precipitationCal', por poseer datos de puntos con intensidad de lluvia a nivel mundial. La grilla de puntos es rotada y cortada con un re muestreo cúbico a modo de brindar mayor resolución espacial ( $0.1^\circ \times 0.1^\circ$  a  $0.022^\circ \times 0.022^\circ$ ) y por ende contornos suaves entre los pixeles. Finalmente es generada una imagen en formato GeoTIFF.

De manera muy parecida al proyecto GPM, las datos de pronósticos del ECMWF son descargadas en formato grib para luego mejorar su resolución espacial ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  a  $0.022^\circ \times 0.022^\circ$ ) a través de un re muestreo cúbico y convertirlas finalmente al formato GeoTIFF.

### 2.2.3. Extracción

En el momento de realizar algún análisis sobre el histórico de las imágenes de precipitación captadas e interpretadas, será muy costoso por el gran volumen de información que existe. Por ello, ciertos análisis o consultas deben realizarse a medida que las imágenes son generadas y almacenadas, de manera a aliviar los procesos desarrollados en el aplicativo.

Por día son generadas 48 imágenes del GPM, por mes 1.488 y por año 17.520 aproximadamente. Por ello, la necesidad de ir almacenando datos de análisis previos. En los procedimientos de esta componente fueron elaborados métodos que extraen promedios, mínimos y máximos en relación a una región geográfica (Departamento, Distrito y Cuencas), como también, a cada estación hidrológica del país se le asocia la precipitación ocurrida en base a su posición.

El mismo procedimiento es realizado para las imágenes del ECMWF, en donde tenemos tres pronósticos (precipitación, temperatura y humedad de suelo) a 12 días en intervalos de 6 horas cada

día, generando aproximadamente la misma cantidad de imágenes que el GPM anualmente.

### 2.2.4. Geoprocesamiento

Esta tarea genera todos los datos del CIH que contemplen el atributo espacial dentro del estudio realizado. Normalmente son obtenidos a través del empleo de sistemas de información geográfica o aplicaciones que soportan datos espaciales.

## 2.3. Almacenamiento

Una vez procesado los datos geospaciales, hidrológicos, meteorológicos y colaborativos, deben ser almacenados en diferentes tipos de bancos de datos, ya sean motores de bases de datos como también sistemas de archivos, de manera a organizar y categorizar cada información que será involucrada en las funcionalidades de la plataforma.

Toda la información almacenada cuenta con mecanismos adicionales de acceso a los datos, de tal manera que aseguren su integridad, rendimiento e interoperabilidad para la compartición y actualización de los mismos.

La información recolectada es almacenada en un motor de base de datos llamado PostgreSQL, a excepción de las imágenes de precipitación que son almacenados en sistemas de archivos y gestionado por un servidor de mapas llamado Geoserver. Además, el motor de base de datos, cuenta con una extensión llamada Postgis, utilizada para brindar soporte a datos espaciales.

PostgreSQL y Geoserver trabajan conjuntamente a través de una plataforma de información geográfica llamada Geonode, el cual fue personalizado de manera a brindar mayores capacidades de acceso y descarga a todos los datos almacenados, ya sea ficheros o motores de bases de datos. La herramienta facilita gestionar información geográfica con un criterio mínimo de lo que implica una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE).

## 2.4. Publicación

Está componente constituye la presentación de todo el conjunto de pasos realizados de manera sistemática, en donde, toda funcionalidad desarrollada debe abstraer la complejidad característica de las variables hidrológicas y proveer interpretaciones claras para todo tipo de persona (Técnicos y no técnicos). Para ello, se utilizó el frameworks de desarrollo llamado Django, que permitió la creación de todas las interfaces web junto con sus funcionalidades. Además, se utilizaron de todos los servicios webs ofrecidos por nuestro servidor de mapas Geoserver, el cual optimiza el acceso dinámico de todos los datos espaciales almacenados en el CIH (Raster de precipitación, cartografía, etc.). La sostenibilidad

del sistema es garantizada por el personal del CIH, donde toda la infraestructura montada para el aplicativo es alojada en el Data Center de la Itaipu Binacional.

Se desarrolló un entorno de descarga, donde todos los datos son publicados. Este se encuentra alojado en <http://geohidroinformatica.itaipu.gov.py/yrato/>

### 3. RESULTADOS

En sus primeras etapas de desarrollo del aplicativo Yrato, se ha podido consolidar la herramienta como un recolector y publicador de datos hidrológicos y meteorológicos con características orientadas a la interpretación sencilla de las distintas variables almacenadas. A continuación se describen características generales con que cuenta el aplicativo:

- **Hidrometría:** (figura 2) Información hidrométrica de distintas fuentes: Dirección Nacional de Aeronáutica Civil, Dirección de Meteorología e Hidrología (DMH-ANHP-SEAM), Itaipu Binacional (cuena de lago Ypacarai), COPEL y ANA del Brasil. A continuación se lista las variables proveídas dependiendo de la estación:
  - Nivel hidrométrico
  - Conductividad, PH, turbidez, oxígeno disuelto y temperatura
- **Precipitación satelital:** (figura 3) acceso al historial completo de imágenes de intensidad de precipitación del Proyecto Global Precipitation Measurement (GPM-NASA) y pronóstico de precipitación, temperatura y humedad de suelo del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), como

también a los cálculos estadísticos generados sistemáticamente por región (Departamento, Distrito y Cuenca).

- **Inundación:** (figura 4) Mapas de afectación son generados por cotas de nivel de agua para algunas estaciones, con estadísticas al vuelo de cantidad de estructuras edilicias afectadas (viviendas, comercios, etc.).
- **Evaluación de datos:** (figura 5) métricas con el fin de evaluar disponibilidad de datos por estación, registro de niveles alertas y lecturas inusuales. Esta evaluación de cantidad y calidad de datos son realizados con métodos estadísticos (histogramas y filtros por cuantiles).
- **Panel de Control:** (figura 6) clasificación de variación de niveles de ríos, alertas de niveles de regla, estaciones no actualizadas y estaciones con lectura inusual del instrumento. Además es posible observar la clasificación regional de intensidad de precipitación como también el total acumulado hasta la fecha y el pronóstico esperado.
- **Administración de datos:** (figura 7) soporte para carga manual de estaciones por parte de usuarios que contengan una identificación y autorización para la misma. La aplicación WEB es capaz de adaptarse al dispositivo (teléfonos celulares, tablets, computadoras, etc.)
- **Servicios:** (figura 8) compartición de datos con otras aplicaciones a través de servicios WEB. Esto brinda interoperabilidad entre diversas aplicaciones que desean utilizar los datos para la construcción de diversas herramientas o estudios.

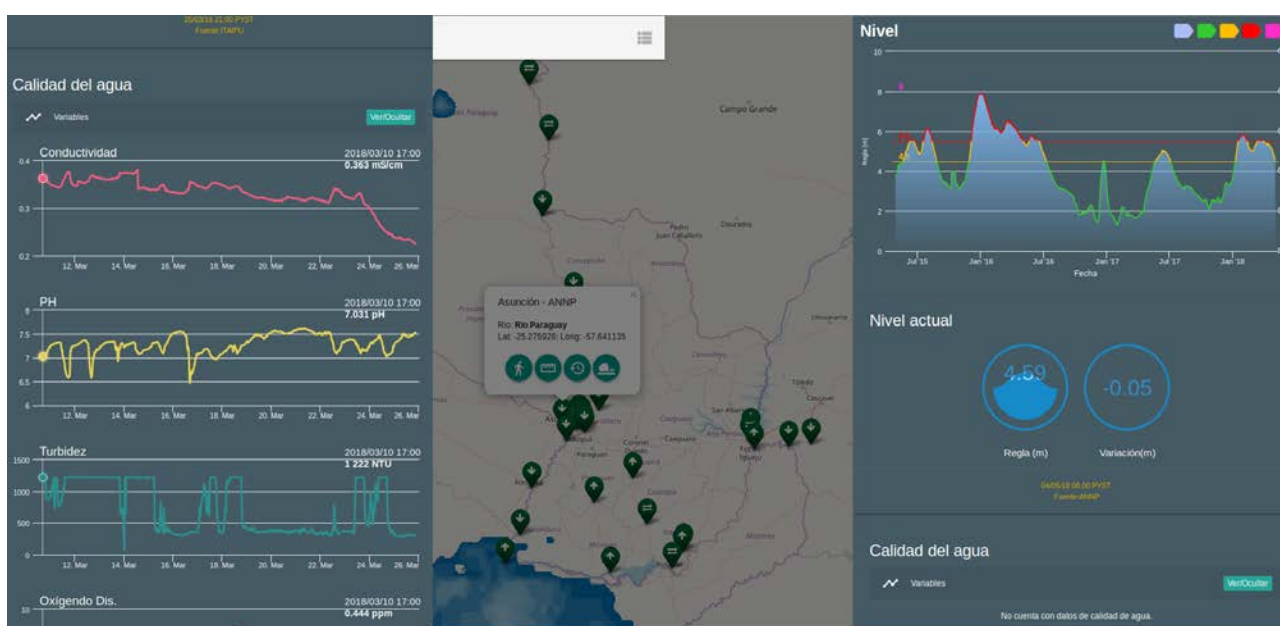


Figura 2. Datos de calidad y cantidad de agua en una estación.



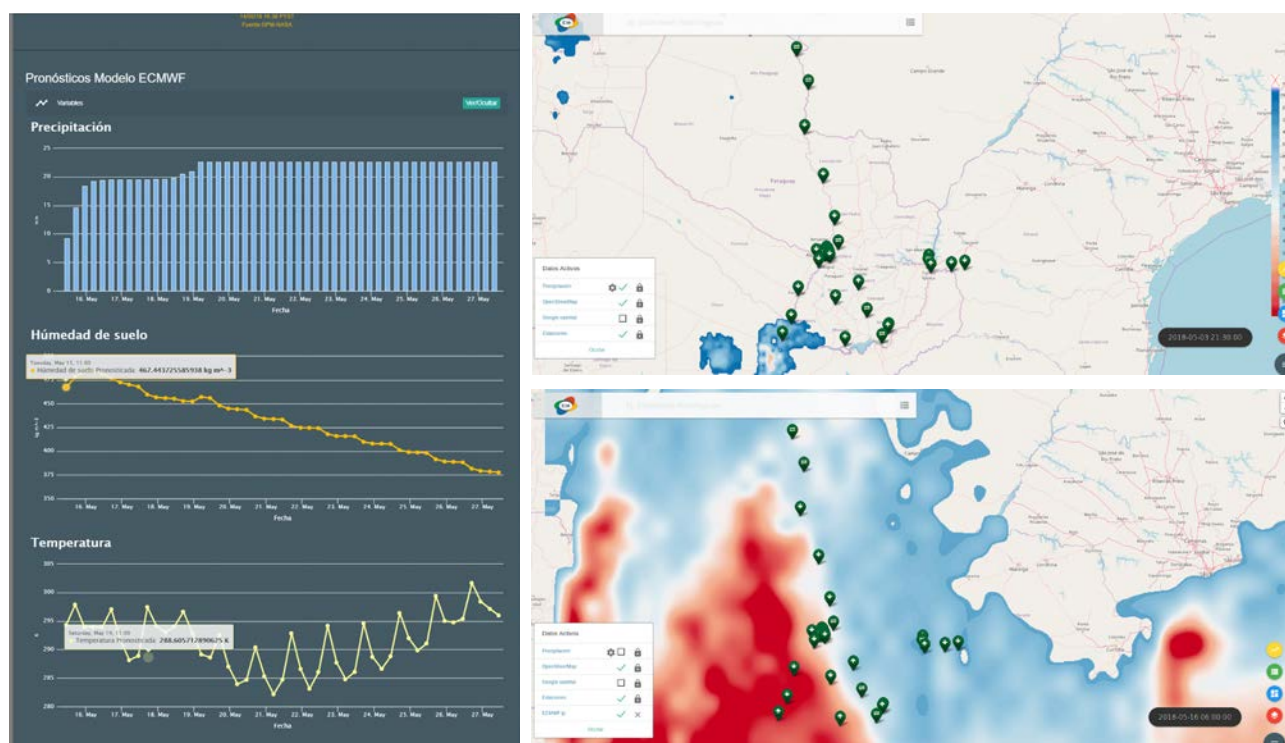


Figura 3. Pronóstico e historial de precipitación.

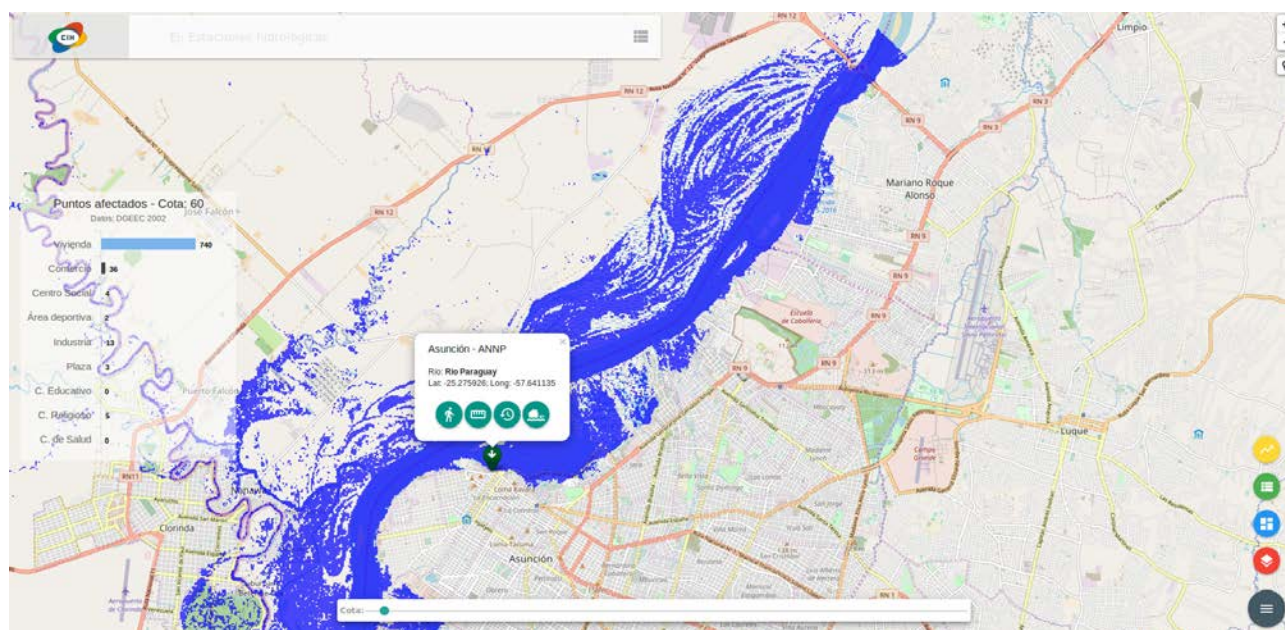


Figura 4. Control de cota para estimación de área inundada y contabilización de afectados.

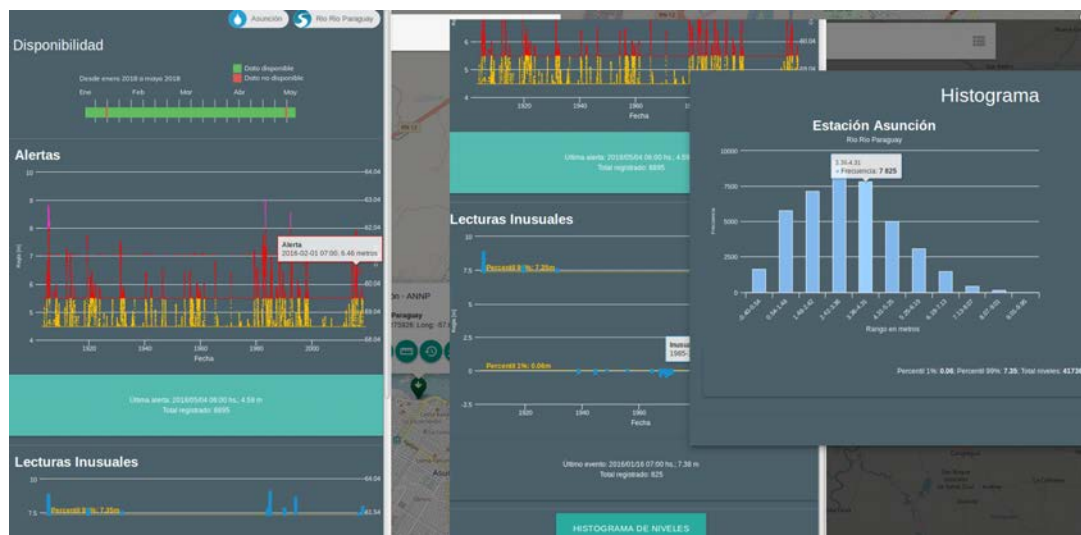


Figura 5. Evaluación de datos en una estación.



Figura 6. Panel de control de datos de precipitación e hidrológicos.



**Centro Internacional de Hidroinformática**

> Inicio > Estaciones Hidrológicas > Modificar

San Bernardino Manual

Estación +

San Bernardino Manual

Código

sbm

Rio

Lago Ypacarai

Alerta

Critico

Desastre

Cota

Cota nivel máximo

Encargado +

juannunez

☐ Sencalidad

Últimas Lecturas

Nivel	Conductividad	Ph	Turbidez	Od	Tempagua	Fecha		
0,6						13/02/2017	11:00:00	Hay Dbs
0,58						12/02/2017	14:00:00	Hay Dbs

Figura 7. Formulario de inserción de lecturas hidrológicas.

# Yrato

Documentación acerca de todos los servicio que el aplicativo Yrato disponibiliza para el uso.

## services

/services/precipitacion/<fecha>/<fechasig>/	GET	OPTIONS	
/services/precipitaciondepto/<fecha>/<fechasig>/<depto>/	GET	OPTIONS	
/services/precipitaciondisto/<fecha>/<fechasig>/<disto>/	GET	OPTIONS	
/services/precipitacioncuenca/<fecha>/<fechasig>/<cuenca>/	GET	OPTIONS	
/services/precipitacionestacion/<fecha>/<fechasig>/<estacion>/	GET	OPTIONS	
/services/hidrometricaestacion/<fecha>/<fechasig>/<estacion>/	GET	OPTIONS	
/services/departamentos/	GET	OPTIONS	
/services/distritos/	GET	OPTIONS	
/services/cuencas/	GET	OPTIONS	
/services/estaciones/	GET	OPTIONS	

**CIH** Centro Internacional de Hidroinformática

Laboratorio de Hidráulica - Bloque A  
Supercarretera Itaipu km 15 1/2 - Hernandarias - Paraguay  
Tel + 595 61 5998247

Av. Tancredo Neves, 473 - CEP 85.856-970  
Foz do Iguaçu - Paraná - Brasil  
Tel + 55 45 35767076

© 2017 Centro Internacional de Hidroinformática

Figura 8. Definición de servicios Web publicados.

#### 4. CONCLUSIÓN

A medida que se va desarrollando un sistema de alerta temprana ante inundaciones, se puede observar una gran variedad de soluciones complementarias que benefician a otros tipos de análisis relacionadas a la gestión integral de los recursos hídricos, siendo el monitoreo hidrológico el principal soporte por representar a una unidad generadora de datos de las condiciones.

El uso de tecnologías de la información y comunicación (TIC) articulan los procesos de tal forma que los datos monitoreados lleguen a todos, actuando como una interfaz que recopila y estructura de manera a simplificarlas. Las TIC's nos brindan además agilidad y robustez para la creación de nuevas herramientas que interactúan entre sí, unificando los mecanismos de comunicación.

El uso de las TIC's en el monitoreo hidrológico en esta primera etapa de desarrollo del aplicativo YRATO nos hace pensar no solo que es el mecanismo para la compartición de datos de forma eficiente, sino también, es la forma de hacer llegar la información técnica a la ciudadanía de manera a contribuir en el mejoramiento de su calidad de vida ante los riesgos que pueden generar los recursos hídricos.

Desde el lanzamiento de la primera versión hemos notado que la necesidad de este tipo de herramientas representa un gran obstáculo para la realización de estudios o análisis en la gestión integral de los recursos hídricos, ya que a un profesional fuera del área de TIC's le resulta muy difícil recolectar de manera eficiente y en poco tiempo las variables hidrológicas necesarias para su tarea. Por ello, en esta primera etapa Yrato simplifica esa tarea proveyendo los datos, abstrayéndolos de los procesos costosos para la recolección de materia prima en sus análisis. En adición, en el camino hacia un sistema de alerta temprana ante inundaciones, la herramienta con cada nueva entrada de datos se potencia y nos posibilita innovar en funcionalidades orientadas a la interpretación razonable de la ciudadanía hacia las variables hidrológicas.

Analizando todos estos puntos descritos, podemos concluir que las TIC's haciendo uso de toda su amplitud nos permite innovar en herramientas que construyan un sistema de soporte de decisiones en todos los niveles, autoridades, técnicos hasta ciudadanos mejorando cada día en la gestión riesgos ante inundaciones.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Enrique López Lara, Carlos Posada Simeón & Jesús Gabriel Moreno Navarro, LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, 1997, Jerez de la Frontera, Cádiz, España, 804 p.

Geospatial Data Abstraction Library, OSGeo Project. Holanda, 09/05/2018. <http://gdal.org/>, e-mail: [gdal-dev@lists.osgeo.org](mailto:gdal-dev@lists.osgeo.org)

Ryan Mitchell, 2015, Web Scraping with Python, O'REILLY Media, Sebastopol, California, USA, 239 p.

Introducing JSON. 09/05/2018. <https://www.json.org/>.

Marcos Palomo Arroyo, 2010, Congreso Nacional del Medio ambiente, Madrid, España. 11 p.

EARTHDATA, EOSDIS, National Aeronautics and Space Administration. USA, 10/05/2018. <https://earthdata.nasa.gov/user-resources/standards-and-references/geotiff>

OpenStreetMap, Fundación OpenStreetMap. Reino Unido, 10/05/2018. <https://www.openstreetmap.org/about>

Geosever, OpenPlans, Open Source Geospatial Foundation. USA, 10/05/2018. <http://geoserver.org/about/>

GeoNode's Documentation, Sphinx, Open Source Geospatial Foundation. USA, 05/10/2018. <http://docs.geonode.org/en/latest/index.html>

OGC, OGC, Open Geospatial Consortium. USA, 10/05/2018. <http://www.opengeospatial.org/>, e-mail: [info@opengeospatial.org](mailto:info@opengeospatial.org)

Miguel A. Bernabé Poveda & Carlos M. López Vázquez. 2012. Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). UPM Press, Madrid, España, 42p.

Framework, EcuRed, EcuRed. Cuba, 10/05/2018. <https://www.ecured.cu/Framework>, e-mail: [ecured@idict.cu](mailto:ecured@idict.cu)

Django. thespot. Django Software Foundation. USA, 05/10/2018. <https://www.djangoproject.com/>

European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. Reino Unido, 05/10/2018. <https://www.ecmwf.int>

Global Precipitation Measurement, National Aeronautics and Space Administration. USA, 10/05/2018. <https://pmm.nasa.gov/gpm>