

# Informe Entregables Proyecto AlertAr

---

Grupo II/2018-2

**Entregable: SISTEMA PARA EL CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN A PARTIR DE  
SENSORES REMOTOS.**

## **Integrantes:**

- María Paula Hobouchian – SMN
- Yanina García Skabar – SMN – CONICET
- Martín Rugna – SMN
- Luciano Vidal – SMN
- Paola Salio – CIMA – CONICET

## Contenido

<b>Resumen</b>	3
<b>Abstract</b>	3
<b>Detalle del Informe</b>	4
<b>1. Introducción</b>	4
<b>2. Datos</b>	4
<b>3. Metodología</b>	5
<b>4. Resultados</b>	5
<b>5. Conclusiones</b>	6
<b>6. Referencias</b>	7

Resumen	Abstract
<p>La técnica Hidroestimador para estimar la precipitación por satélite esta implementada en el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con distintas actualizaciones a partir de su versión original desarrollada en la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). La base de la técnica sostiene que las nubes producen precipitación en un determinado píxel si poseen topes más fríos que la media de los píxeles circundantes. A su vez, la precipitación se ajusta teniendo en cuenta principalmente la humedad del entorno.</p> <p>La versión del Hidroestimador previa a este trabajo, utilizaba los datos de temperatura de brillo del canal infrarrojo térmico centrado en 10.7 <math>\mu\text{m}</math> del satélite GOES-13 y los datos de humedad relativa y agua precipitable del modelo ETA de pronóstico numérico. A partir de 2018, la disponibilidad operativa de la información del satélite GOES-16 lanzado recientemente, sumado a la implementación del modelo WRF en un dominio que cubre toda la Argentina, permitieron realizar una actualización del Hidroestimador que incluyera ambos cambios en los datos utilizados por esta técnica.</p> <p>Actualmente, se están generando los mapas de precipitación instantánea con una resolución temporal de 15 minutos, y también los mapas de precipitación acumulada cada 6, 12 y 24 hs con una resolución espacial de 4 km.</p>	<p>The Hydroestimator technique to estimate satellite precipitation is implemented at the National Meteorological Service (SMN) with different updates from its original version developed at the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). The basis of the technique assumes that clouds produce precipitation in a given pixel if they have colder tops than the average of the surrounding pixels. In turn, the precipitation is adjusted considering mainly the humidity of the environment.</p> <p>The previous version of the Hydroestimator used the data of brightness temperature of the thermal infrared channel centered on 10.7 <math>\mu\text{m}</math> of the GOES-13 satellite and the data of relative humidity and precipitable water of the ETA model of numerical forecast. Since 2018, the operational availability of recently launched GOES-16 satellite information, added to the implementation of the WRF model in a domain that covers all Argentina, allowed updating the Hydroestimator to include both changes in the data used by this technique.</p> <p>Currently, instantaneous precipitation maps are generated with a temporal resolution of 15 minutes, and also accumulated precipitation maps every 6, 12 and 24 hours with a spatial resolution of 4 km.</p>

## Detalle del Informe

### 1. Introducción

El gran interés de múltiples usuarios en la distribución espacial y temporal de la precipitación y las limitaciones en su medición en forma directa mediante redes de superficie, motivan la utilización y la necesidad de conocer la calidad de las estimaciones de precipitación por sensores remotos.

La técnica Hidroestimador para estimar la precipitación por satélite implementada en el SMN (Vila et al., 2001; Barrera et al., 2001 y 2003; Barrera, 2007), proviene originalmente de la NOAA (Vicente et al., 2002; Scofield y Kuligowski, 2003). Luego de un tiempo fuera de servicio, vuelve a ejecutarse en forma automatizada desde septiembre de 2013, con la aplicación de actualizaciones, ensayos para mejorar su rendimiento y la validación de los datos de precipitación (Hobouchian et al., 2017).

El principio físico de esta estimación se basa en la hipótesis de que se produce precipitación más intensa cuanto más frío son los topes de nube y cuanto mayor es el contenido de humedad en la columna atmosférica entre superficie y 500 hPa. El detalle de la técnica para calcular la precipitación, su implementación y validación en el SMN más reciente, se puede encontrar en Hobouchian et al. (2017). La tasa de precipitación se calculaba hasta fines de 2017 con los datos de temperatura de brillo del canal infrarrojo térmico centrado en 10.7  $\mu\text{m}$  del satélite GOES-13 y los datos de humedad relativa y agua precipitable del modelo ETA de pronóstico numérico.

Si bien las principales limitaciones del Hidroestimador se presentan cuando existen nubes de tipo Cirrus con topes fríos no precipitantes y nubes con topes más cálidos que pueden desarrollar precipitación no asignada por esta técnica, tiene dos importantes ventajas que favorecen su uso y permanencia frente a otros productos disponibles: los datos de precipitación están disponibles en tiempo real sobre una red regular, y estudios previos determinaron que la distribución de la precipitación se corresponde bien con las observaciones de superficie (Salio et al., 2015; Hobouchian et al., 2017).

Estas ventajas motivaron la actualización del Hidroestimador que se describe en este trabajo con las nuevas fuentes de datos disponibles. El objetivo fue adaptar el código de la técnica renovando la información del satélite GOES-13 con la del GOES-16 lanzado en noviembre de 2016 y disponible en modo operacional a fines de 2017. A su vez, se pasó de la información del modelo ETA de pronóstico numérico a la nueva configuración del modelo regional WRF en un dominio que cubre toda la Argentina.

### 2. Datos

Para actualizar el Hidroestimador se utilizaron los datos de temperatura de brillo del canal 13 del satélite GOES-16 centrado en 10.3  $\mu\text{m}$  del infrarrojo térmico. Esta información está disponible cada 15 minutos, aumentando la frecuencia temporal y se mantuvo la configuración original de los datos con una resolución espacial de 4 km. Próximamente, se modificarán algunos cálculos iniciales en el algoritmo para aumentar la resolución espacial a 2 km que tiene disponible el nuevo satélite.

A su vez, se incorporaron los datos de agua precipitable, humedad relativa en la capa atmosférica entre superficie y 500 hPa y de viento en 850 hPa del modelo de pronóstico numérico WRF implementado en el SMN. Estos pronósticos están disponibles cada 1 hora con una resolución espacial de 4 km. La información en el formato necesario para correr el Hidroestimador se genera 4 veces al día para aprovechar los ciclos del modelo de las 00:00, 06:00, 12:00 y 18:00 UTC.

### 3. Metodología

Para adaptar el código del Hidroestimador a las nuevas fuentes de información se realizaron sucesivas pruebas hasta incorporar adecuadamente todas las modificaciones actuales.

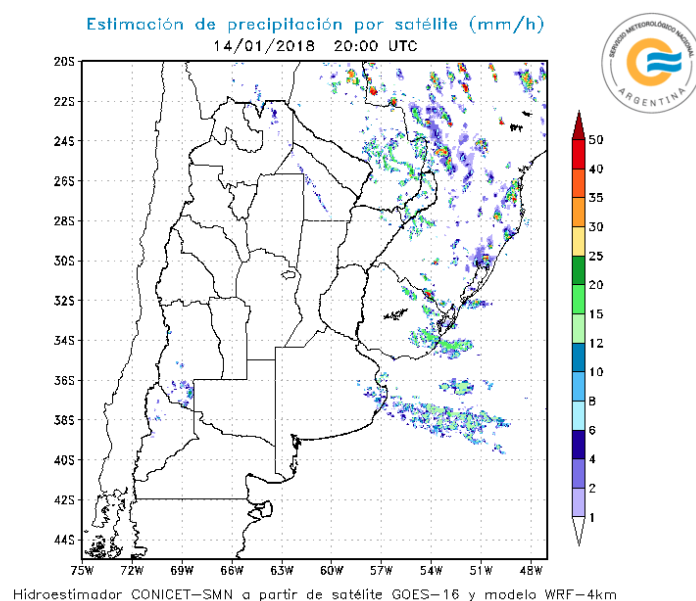
Por un lado, se trabajó en el procesamiento de los datos de temperatura de brillo del satélite GOES-16 para generar la información en el formato requerido por esta técnica. Se modificaron algunos parámetros de entrada y especificaciones del satélite GOES-13, además de la mayor resolución temporal de los datos que pasó de 30 a 15 minutos con el GOES-16.

Por otro lado, se armó el código de procesamiento de los datos del modelo WRF en forma operativa. Se adaptaron los pronósticos del WRF al formato requerido para ingresar al Hidroestimador, pasando de tener información cada 3 horas en una resolución espacial de 30 km con el modelo ETA, a datos cada 1 hora en una resolución espacial de 4 km con el modelo WRF. A su vez, estos pronósticos del modelo WRF se actualizan con cada ciclo del modelo para utilizar la mejor información disponible.

Finalmente, se realizaron los cambios necesarios para calcular correctamente los mapas de precipitación acumulada y las modificaciones correspondientes para la automatización de la nueva versión del Hidroestimador.

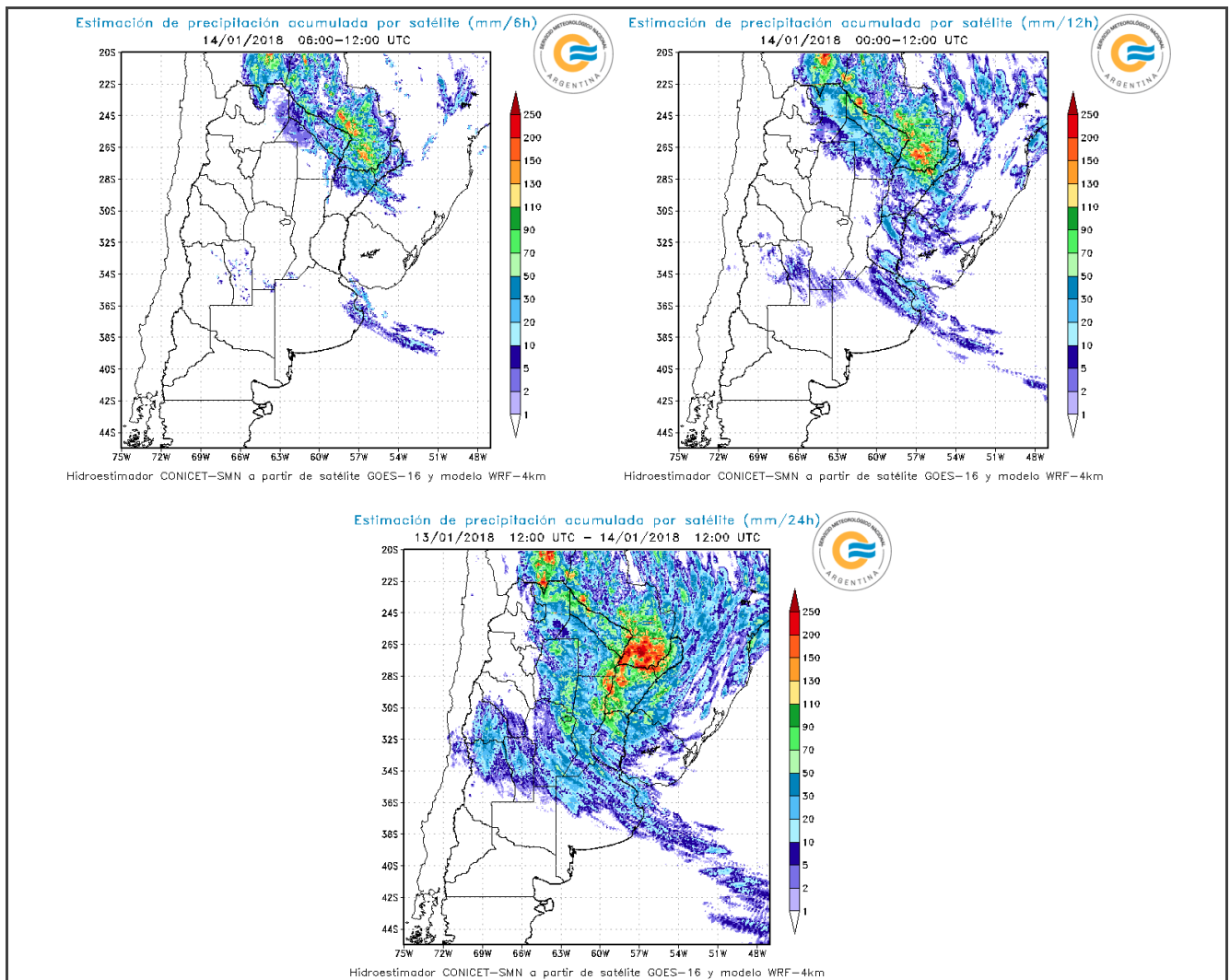
### 4. Resultados

Luego de las modificaciones realizadas para estimar la precipitación por satélite con el Hidroestimador, actualmente se generan los mapas de precipitación instantánea cada 15 minutos como el que se muestra en la Figura 1 para las 20:00 UTC del 14 de enero de 2018.



**Fig.1.** Mapa de precipitación instantánea del Hidroestimador disponible en el SMN correspondiente a las 20:00 UTC del 14 de enero de 2018.

Por otro lado, se generan los mapas de precipitación acumulada cada 6, 12 y 24 hs como los que se disponen en la Figura 2 para el 14 de enero de 2018. En estos mapas se observa la ventaja de la mayor frecuencia de la información satelital disponible que permite una mayor continuidad en la distribución de la precipitación.



**Fig.2.** Mapas de precipitación acumulada del Hidroestimador disponibles en el SMN cada 6 horas (panel superior-izquierdo), 12 horas (panel superior-derecho) y 24 horas (panel inferior) correspondientes a las 12:00 UTC del 14 de enero de 2018.

Además, se procesa y comparte esta información en distintos formatos requeridos por organismos como el Instituto Nacional del Agua, la Secretaria de Emergencias del Ministerio de Defensa y la Central Hidroeléctrica Yacypretá.

## 5. Conclusiones

Los cambios en el Hidroestimador permitieron mejorar la resolución espacial y temporal de los datos que se ingresan en esta técnica, a partir de la temperatura de brillo del satélite GOES-16 y de las variables del modelo numérico WRF. En este sentido, se espera que una próxima evaluación de la calidad del Hidroestimador obtenga mejores resultados comparado con los estudios previos sobre la región (Salio et al., 2015; Hobouchian et al., 2017).

Si bien este producto tiene sus limitaciones y no tiene una calibración con datos de microondas de mejor calidad ni un ajuste con datos de superficie, continua teniendo el beneficio de la disponibilidad inmediata para monitoreo de la precipitación y el bajo costo computacional de su ejecución. A futuro, se espera que el GOES-16 disponga operativamente de una estimación de precipitación multiespectral que aproveche la información de otros canales del satélite. Estos datos se podrán comparar con el Hidroestimador para evaluar las mejoras de este nuevo algoritmo disponible también en tiempo real para múltiples usuarios de los datos de precipitación.

## 6. Referencias

Barrera, D.F., Marcuzzi, E., y Naumann, G., 2001. Desarrollo del software de un Sistema Operativo de estimación de precipitación a partir de imágenes GOES. IX Congreso Latinoamericano e Ibérico de Meteorología. Buenos Aires, Argentina.

Barrera, D.F., Zucarelli, G., y Ceirano, E., 2003. Una técnica satelital de estimación de lluvia como herramienta de pronóstico hidrológico. Aplicación a la tormenta del 22 al 25 de abril de 2003 sobre Santa Fe y Entre Ríos. Preprints, XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Curitiba, Brasil.

Barrera, D.F., 2007. The generation of synthetic brightness temperature images to improve rainfall estimation from GOES satellite. Predictions in Ungauged Basins: PUB Kick-off. IAHS Publication 309, 13, 113-120. Daniel Schertzer, Pierre Hubert, Sergio Koide & Kuni Takeuchi Editores.

Hobouchian, M.P., Y. García Skabar, D. Barrera, D. Vila, y P. Salio, 2017: Validación de la estimación de precipitación por satélite aplicando la técnica Hidroestimador. Revista Meteorológica, 42, 19-37.

Salio, P., M.P. Hobouchian, Y. García Skabar, and D. Vila, 2015: Evaluation of high-resolution satellite precipitation estimates over Southern South America using a dense rain gauge network. 6th WIPWG Special Issue Atmospheric Research, 163, 146-161.

Scofield, R.A., and Kuligowski, R.J., 2003. Status and outlook of operational satellite precipitation algorithms for extreme-precipitation events. Mon. Wea. Rev., 18, págs. 1037-1051.

Vicente, G., Davenport J. C., and Scofield, R. A., 2002. The role of orographic and parallax corrections on real time high resolution satellite rainfall rate distribution. Int. J. of Remote Sensing, 23, 2, págs. 221-230.

Vila, D.A., Scofield, R.A., and Davenport, J., 2001. Satellite rainfall estimation over South America: Evaluation of two major events. AMS 16th Conference on Hydrology, págs. 33-36.