

# Desarrollo del producto de temperatura mínima del suelo a partir del satélite GOES-16

Nota Técnica SMN 2025-201

**Cam Cordoba Fradinger<sup>1</sup>, Félix Carrasco<sup>2</sup>,  
Luciano Vidal<sup>1</sup>, Lorena Judith Ferreira<sup>1</sup>, Adriana  
Basualdo<sup>2</sup>, Silvana Carina Bolzi<sup>1</sup>, Gonzalo Martin  
Diaz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional (SMN)

<sup>2</sup> Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA-MAGyP)

Septiembre 2025



**Ministerio  
de Defensa**  
República Argentina

### *Información sobre Copyright*

*Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.*

*La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.*

## Resumen

En la presente Nota Técnica se presenta un nuevo producto de Land Surface Temperature, realizado con datos e imágenes del sensor ABI a bordo del satélite geoestacionario GOES 16 – Full Disk. El producto de la temperatura superficial de la tierra (LST, por sus siglas en inglés) se deriva de los canales infrarrojos de onda larga 14 y 15. Este producto es fundamental para el cálculo del balance neto de radiación en la superficie terrestre y para monitorear el estado de los cultivos y la vegetación. Es un indicador importante, tanto del efecto invernadero, como del flujo de energía entre la atmósfera y el suelo. Además, puede asimilarse a modelos climáticos, atmosféricos y de superficie terrestre para estimar el flujo de calor sensible y el flujo de calor latente.

## Abstract

This Technical Note presents a new Land Surface Temperature product, developed using data and images from the ABI sensor on board the geostationary GOES 16 – Full Disk satellite. The Land Surface Temperature (LST) product is derived from longwave infrared channels 14 and 15. This product is essential for calculating the net radiative balance at the Land surface and for monitoring the health of crops and vegetation. It is an important indicator of both the greenhouse effect and the energy flux between the atmosphere and the ground. Furthermore, it can be integrated into climate, atmospheric, and land surface models to estimate sensible and latent heat flux.

**Palabras clave:** temperatura superficial, heladas, GOES-16

## Citar como:

Cordoba Fradinger, C., Carrasco, F., Vidal, L., Ferreira, L.J., Basualdo, A., Bolzi, S. C., Diaz, G.M., 2025: Desarrollo del producto de temperatura mínima del suelo a partir del satélite GOES–16. Nota Técnica SMN 2025-201.

## 1. INTRODUCCION

Las heladas representan un fenómeno climático de creciente interés, especialmente cuando ocurren fuera del período habitual del invierno. Se denomina helada meteorológica a toda temperatura mínima igual o inferior a 0 °C; y helada agrometeorológica a toda temperatura mínima igual o menor a 3 °C que produzca algún daño sobre el cultivo (Fernández Long y Barnatán, 2013).

El monitoreo tradicional se ha realizado con datos de estaciones meteorológicas de superficie cuyas redes en general ofrecen una baja cobertura para un fenómeno como las heladas que pueden presentar una gran variabilidad espacial. Por ende, usar productos derivados de satélite permite lograr una mejor representatividad de estos fenómenos extremos. En este trabajo, se presenta la generación del producto de temperatura superficial mínima de la tierra (LST mínima) realizado con datos del satélite geoestacionario GOES-16 (Geostationary Operational Environmental Satellite), disponibles desde el 24 de mayo de 2017. Este es operado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) y constituye el primero de la serie de satélites GOES-R. Al ser un satélite geoestacionario, GOES-16 proporciona información valiosa para el seguimiento de las heladas en latitudes medias. Proporciona imágenes continuas en tiempo real y de alta resolución de la atmósfera y la superficie terrestre. El producto genera un dato por hora, superando la revisita de los satélites polares, lo cual resulta clave para mejorar el monitoreo y la predicción de fenómenos meteorológicos severos.

GOES-16 cuenta con el sensor ABI (Advanced Baseline Imager), que opera en 16 canales espectrales, desde el visible hasta el infrarrojo térmico, y captura imágenes cada 10 minutos en resolución de 2 km para todo el hemisferio y cada 5 minutos para áreas específicas (Schmit et al., 2017). A partir de este se puede generar el producto de LST mínima. Este resulta de mucha utilidad para el monitoreo de patrones térmicos, como heladas y enfriamiento nocturno, brindando apoyo a los sectores agrícola y ambiental en la identificación de riesgos potenciales para cultivos y ecosistemas (GOES-R Program office, 2024).

## 2. DATOS

Se trabajó con datos e imágenes del sensor ABI a bordo del satélite geoestacionario GOES 16 – Full Disk, pertenecientes a la NOAA. El producto utilizado es ABI-L2-LSTF, con una resolución espacial de 10km y una hora de resolución temporal. Se deriva de los canales infrarrojos de onda larga 14 (11,2  $\mu\text{m}$ ) y 15 (12,3  $\mu\text{m}$ ) con la técnica de split window (Yu et al., 2012). Hay datos disponibles desde el 24 de mayo de 2017 (GOES-R Algorithm Working Group and GOES-R Program office, 2018).

## 3. METODOLOGÍA

Los archivos del producto original de LST se presentan en formato netcdf en la plataforma de Amazon Web Services (NOAA Geostationary Operational Environmental Satellites), con el nombre de OR\_ABI-L2-LSTF-M6\_G16. Se descargan de allí a través de un desarrollo realizado en R. Se creó un producto a partir de este donde se muestra la temperatura superficial mínima de la tierra (LST GOES, a partir de ahora) que se dio por la noche. Para esto, se adquieren imágenes desde las 00 UTC hasta las 12 UTC del día de interés, abarcando así la noche previa a la fecha seleccionada. Esta selección de rango horario se debe a que la verificación del producto se realiza con el termómetro de suelo, el cual se coloca a 5cm del suelo desde las 21HOA a las 9HOA. Estos archivos netcdf se rasterizan con lenguaje de programación R para luego aplicarles una máscara de calidad del dato, denominada Data Quality Flag (DQF), con un valor igual a cero

(0). El valor  $DQF=0$  representa un píxel que pasó la verificación de control de calidad y está etiquetado como "good\_pixel\_qf" (GOES-R Program Office, s. f.). A partir de la unión de imágenes se toma el valor mínimo de la LST para cada píxel.

Antes de exportar la imagen generada, se realiza un filtro de nubes en el que, sobre un mismo píxel, de las 13 imágenes que lo componen, se decidió la siguiente regla: si sobre un mismo píxel existen más de 9 imágenes con nube, se coloca "sin dato", mientras que si hay 9 o menos imágenes con nube, se coloca el dato de temperatura mínima superficial. Este número de imágenes se decidió a partir del error cuadrático medio entre la LST y datos de la estación Azul en el sureste de Buenos Aires para distintas cantidades de imágenes disponibles, el cual a partir de 9 imágenes se estabiliza por lo que resulta indistinto tomar 9, 10, 11, 12 o 13 ya que se mantiene similar el filtro. Esto no se trata de una máscara de nubes, sino de una decisión que puede tomar el usuario.

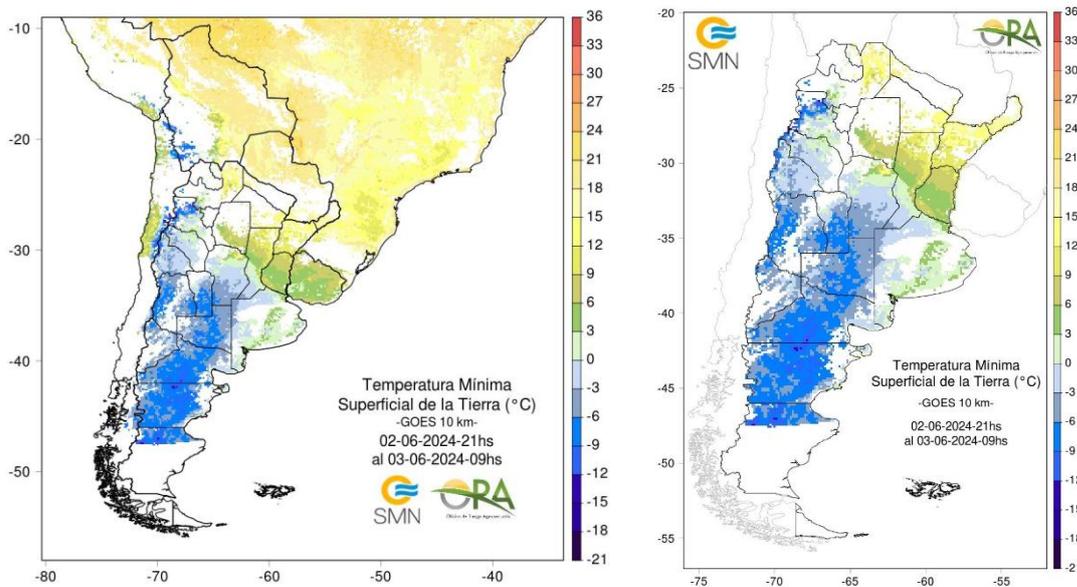
Cabe destacar que este filtro de nubes contiene errores ya que dependiendo de la temperatura superficial que se registre, esta puede tomarse como "muy fría" y filtrarse como tope de nube o puede no filtrarse cuando en realidad se trata de nubosidad. Queda pendiente evaluar el uso de otro producto de GOES-16 llamado ABI-L2-ACMF, el cual se corresponde con la máscara de nubes. Este tiene una resolución espacial de 2km y una resolución temporal de 10 minutos por lo que se debe cambiar su resolución para aplicarlo en el producto de LST de 10km.

Asimismo, el desarrollo en R genera imágenes en formato TIFF y JPG de la LST mínima para diferentes regiones: Sudamérica, una porción del sur de Sudamérica (generado para la Oficina de Riesgo Agropecuario), Argentina completa, Argentina separada por provincias y el SOBA (Sudoeste de Buenos Aires). A su vez, puede ser utilizado para generar pedidos especiales como un polígono o un área delimitada.

## 4. RESULTADOS

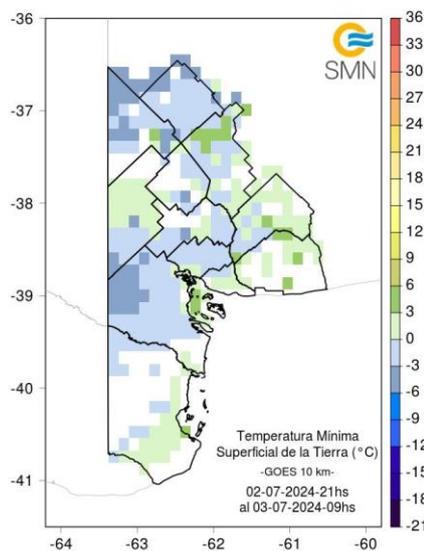
Se presentan a continuación ejemplos del producto obtenido para la región del SOBA, Argentina y el sur de Sudamérica. Con la escala de estos colores lo que se pretende es destacar cuatro rangos de temperaturas: menor a  $-3^{\circ}\text{C}$ , entre  $-3^{\circ}\text{C}$  y  $0^{\circ}\text{C}$ , entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $3^{\circ}\text{C}$  y mayor a  $3^{\circ}\text{C}$ , resaltando así el rango intermedio donde se presentan las heladas agrometeorológicas.

Al sur del país se repite un patrón sin datos (sur de Santa Cruz y Tierra del Fuego), lo cual se debe a que se trata de datos de menor calidad por lo que el filtro DQF no los tiene en cuenta (Figura 1). A su vez, las regiones que se ven en blanco implican que no hay datos o que fueron filtrados por su calidad o por nubosidad.



**Figura 1.** Temperatura Mínima Superficial de la Tierra del sur de Sudamérica (izquierda) y de Argentina (derecha). Fecha del 02-06-24 al 03-06-24

La Figura 2 muestra la LST en la región del SOBA. Estas imágenes se utilizan en el Sistema de Información y Alerta Temprana (SIAT) del Extremo Sur Bonaerense (Servicio Meteorológico Nacional, 2019), el cual se encarga de recolectar, procesar y analizar datos para comunicar y difundir información relevante para la toma de decisiones de los diversos actores intervinientes en los sistemas productivos de la región.



**Figura 2.** Temperatura Mínima Superficial de la región sudoeste de Buenos Aires. Fecha del 02-06-24 al 03-06-24

## 5. CONCLUSIONES

La generación del producto de LST mínima a partir de los datos del satélite GOES-16 representa un avance significativo en el monitoreo de eventos extremos como las heladas, especialmente por su alta resolución

temporal. La metodología implementada permite obtener imágenes que reflejan patrones térmicos, destacando áreas de interés crítico para sectores como la agricultura, donde las heladas pueden causar daños severos a los cultivos. Sin embargo, el proceso también enfrenta desafíos, como la influencia de la nubosidad en la calidad y falta de los datos y la necesidad de mejorar los filtros aplicados. Una posible solución a este problema sería el uso del producto ABI-L2-ACMF para el filtrado de nubes.

A su vez, sería pertinente evaluar el desempeño del producto LST de 2km que ofrece también GOES-16 y evaluar cómo podría mejorar las imágenes obtenidas. En principio se podría utilizar en casos específicos ya que al tener una mayor resolución espacial requiere de un mayor costo computacional.

Por último, resulta crucial continuar con la validación del producto al compararlo con mediciones en superficie (como la temperatura del suelo y la temperatura del aire). Esto se encuentra actualmente en proceso.

## 6. REFERENCIAS

Fernández Long, M. E. y Barnatán, I., 2013: Adversidades Climáticas: Heladas. En: Murphy, G. M. y Hurtado, R. H. (Eds.), *Agrometeorología*. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires, Argentina, 315-341.

GOES-R Algorithm Working Group y GOES-R Program office, 2018: NOAA Geostationary Operational Environmental Satellite (GOES-16) Series Advanced Baseline Imager (ABI) Level 2 Land Surface Temperature (LST). NOAA National Centers for Environmental Information. doi:10.7289/V52R3PZ8.

GOES-R Program Office: 2024. Advanced Baseline Imager (ABI) — Fact sheet (2 p.). NOAA. [https://www.goes-r.gov/education/docs/Factsheet\\_ABI.pdf](https://www.goes-r.gov/education/docs/Factsheet_ABI.pdf)

GOES-R Program Office (s. f.). GOES-17 ABI performance. NOAA. Recuperado de <https://www.goes-r.gov/users/GOES-17-ABI-Performance.html>

NOAA Geostationary Operational Environmental Satellites (GOES) 16, 17, 18 & 19 was accessed from 200 to 2025 from <https://registry.opendata.aws/noaa-goes>.

Schmit, T. J., Griffith, P., Gunshor, M. M., Daniels, J. M., Goodman, S. J. y Lehair, W. J. (2017). Un análisis más detallado del ABI en la serie GOES-R. Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana, 98 (4), 681-698. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-15-00230.1>

Servicio Meteorológico Nacional: 2019. Monitoreo, predicción y alerta temprana de sequías en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Reporte Final presentado por el Servicio Meteorológico Nacional a la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable <https://siat-soba.smn.gob.ar/>

Yu, Y; Tarpley, D. and Xu, H, 2012: GOES-R Advanced Baseline Imager (ABI) Algorithm Theoretical Basis Document for Land Surface Temperature. (versión 2.5, 95 p.) [Documento técnico]. NOAA/NESDIS/STAR; Short & Associates, Inc.; I and M System Group, Inc.

## Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía ([rdelia@smn.gov.ar](mailto:rdelia@smn.gov.ar)), Luciano Vidal ([lvidal@smn.gov.ar](mailto:lvidal@smn.gov.ar)) o Martín Rugna ([mrugna@smn.gov.ar](mailto:mrugna@smn.gov.ar)) de la Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo ([macevedo@smn.gov.ar](mailto:macevedo@smn.gov.ar)).