

# Mapeo y Monitoreo de Lagos y Reservorios con Observaciones Satelitales

Michael Jasinski y Sabrina Delgado Arias

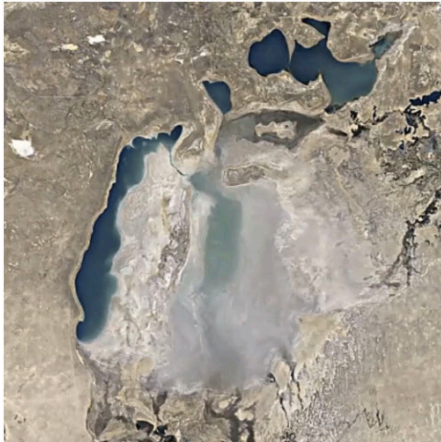
23 de febrero de 2021





# Esquema del Curso

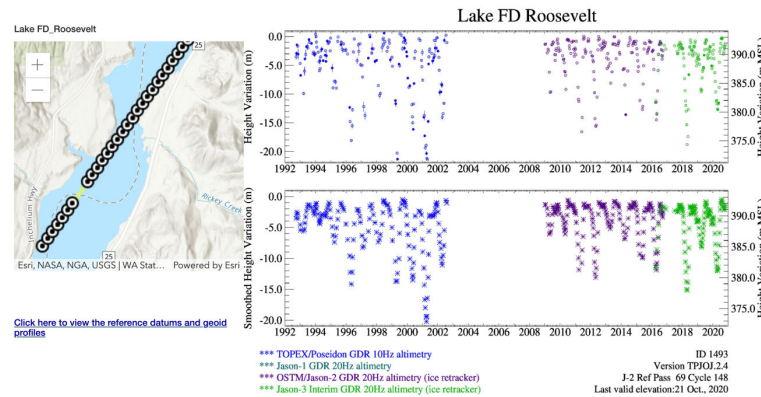
9 de febrero de 2021



Observaciones de Teledetección para Monitorear la Extensión del Agua, Altura del Nivel de Agua y Batimetría en Lagos y Reservorios

<https://global-surface-water.appspot.com/#data>

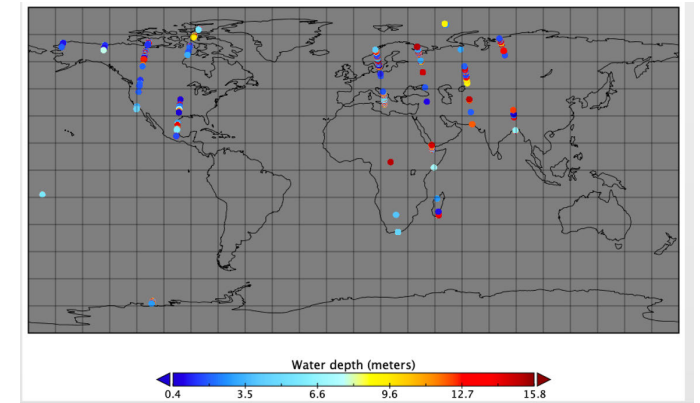
16 de febrero de 2021



Datos de la Altura del Nivel de Agua para Lagos y Reservorios Usando Altimetría de Radar

[https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/global\\_reservoir/gr\\_regional\\_chart.aspx?regionid=us&reservoir\\_name=FD\\_Roosevelt](https://ipad.fas.usda.gov/cropexplorer/global_reservoir/gr_regional_chart.aspx?regionid=us&reservoir_name=FD_Roosevelt)

23 de febrero de 2021



Datos de la Altura del Nivel de Agua y Batimetría para Lagos y Reservorios Usando Altimetría Láser

<https://nsidc.org/data/atl13>

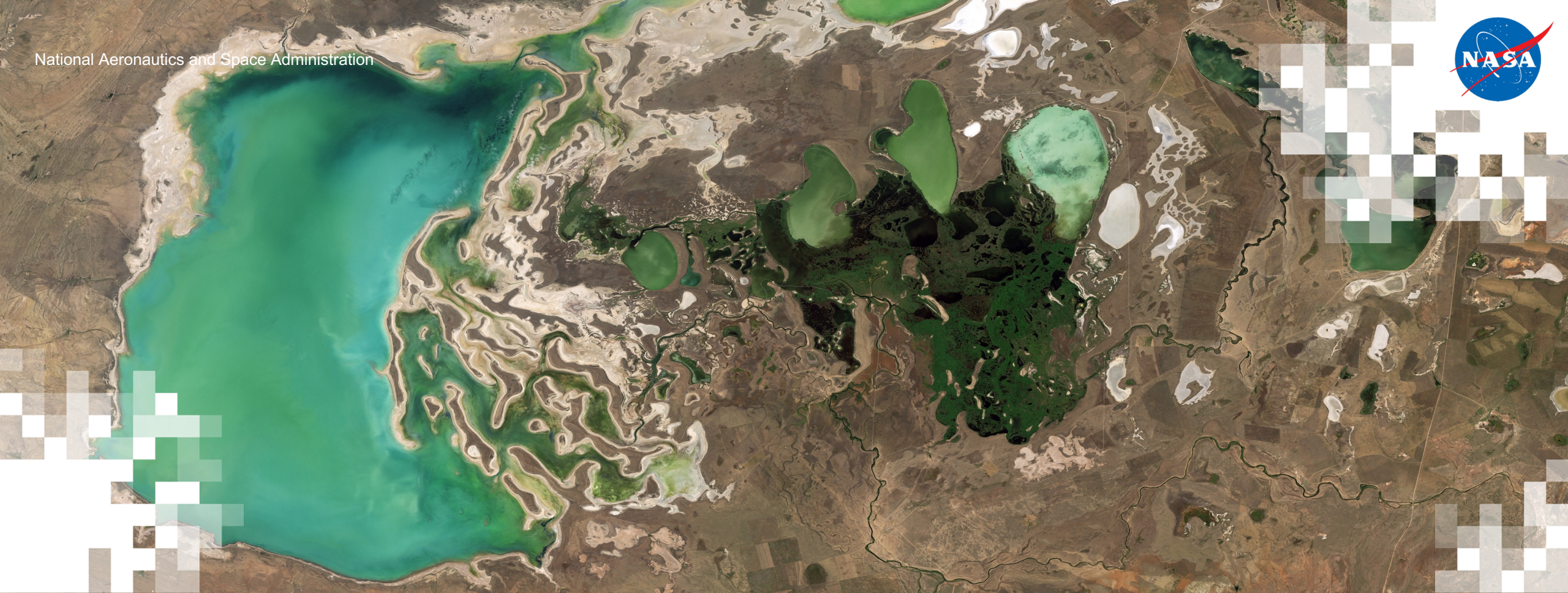


# Tarea y Certificado

- Habrá una tarea asignada:
  - Debe enviar sus respuestas vía Google Forms
  - Fecha límite de entrega: 9 de marzo de 2021
- Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes:
  - Asistan a todas las clases en vivo
  - Completen la tarea en el plazo estipulado (acceso desde esta [página](#))
  - Recibirán sus certificados aproximadamente dos meses después de la conclusión del curso de: [marines.martins@ssaihq.com](mailto:marines.martins@ssaihq.com)







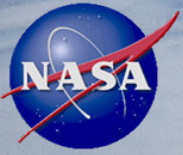
# Análisis de la Altura de Aguas Superficiales y Batimetría para Lagos, Reservorios, Ríos y Costas Usando ICESat-2

Michael Jasinski  
Centro Aeronáutico Espacial NASA Goddard

23 de febrero de 2021







# Resumen



- **Resumen y productos de datos científicos de la misión ICESat-2**
- **Productos de datos de aguas continentales (ATL13)**
- **Herramientas de análisis de ICESat-2**
- **Ejemplo de Caso: El lago Eagle, California EE.UU., 19 oct. 2018**
- **Aplicaciones a la batimetría 2-D**
- **Resumen**



## Estado

- Lanzado el 15 de septiembre de 2018
- Productos de datos desde el 15 de octubre de 2018

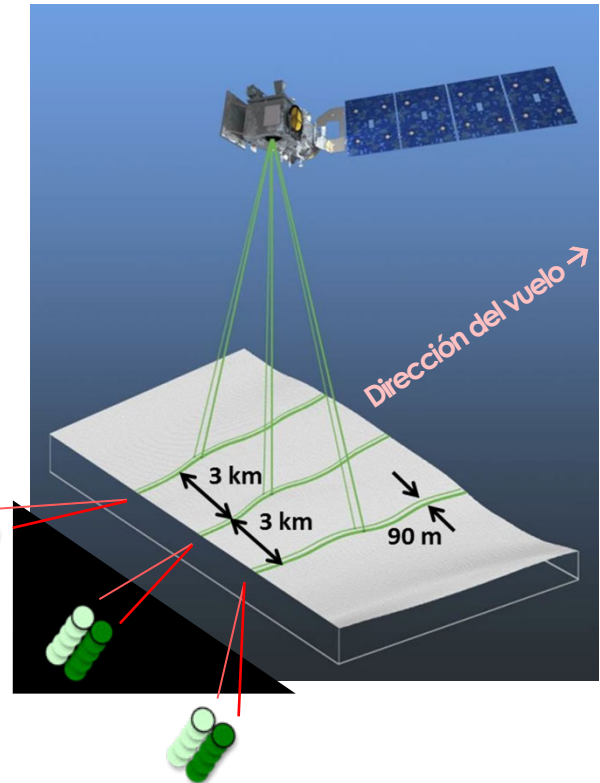
## Instrumento:

- Advanced Topographic Laser Altimeter System (ATLAS)
- Lidar micropulso de 532 nm, tasa de pulsos de 10 kHz, detección de fotones singulares
- 6 haces: 3 pares de energía “Fuerte” y “Débil” (100/25 mJ)
- Huella: 11 m
- Velocidad en el suelo: 7000m/s

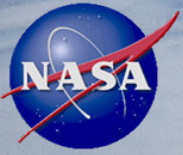
## Órbita Polar:

- 496 km, no heliosíncrona, inclinación 92°
- Ciclo de repetición de 91 días, subciclo de ~30-días
- Conocimiento de geolocalización: 6,5 m

Espaciado de 0,7m  
Haz Débil 25 mJ  
Haz Fuerte 100 mJ





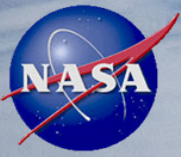


# Productos de Datos de ICESat-2



	<u>ID</u>	<u>NAME</u>	<u>DESCRIPTION</u>	
↑ Along Track	ATL03	Geolocated photons	Precise latitude, longitude and elevation for every received photon	
	ATL04	Uncalibrated Backscatter Profiles	Along-track atmospheric backscatter	
	ATL06	Land Ice Elevation	Surface height for each beam with along- and across-track slopes	
	ATL07	Arctic/Antarctic Sea Ice Elevation	Height of sea ice and open water leads at varying length scale	
	ATL08	Land and Vegetation Height	Height of ground including canopy surface & cover percentage	
	ATL09	Atmosphere Backscatter & Clouds	Along-track cloud and other atmosphere layer heights, blowing snow, optical depth.	
	ATL10	Arctic/Antarctic Sea Ice Freeboard	Sea ice freeboard @ specific spatial scales. Statistics of sea surface and sea ice heights.	
	ATL11	Antarctica / Greenland Ice Sheet Heights	Time series of height at points on the ice sheet,	
	ATL12	Ocean Elevation	Surface height at specific length scale, including height distribution	
	→	ATL13	Inland Water Products	Along-track surface water height distribution and associated water properties
	↑ Gridded	ATL14	Antarctica/Greenland Ice Sheet H(t) Gridded	Height maps of each ice sheet for each year based on all available elevation data.
		ATL15	Antarctica/Greenland Ice Sheet dh/dt Gridded	Height change maps for each ice sheet, for each mission year
ATL16		ATLAS Atmosphere Weekly	Polar cloud fraction, blowing snow frequency, ground detection frequency.	
ATL17		ATLAS Atmosphere Monthly	Polar cloud fraction, blowing snow frequency, ground detection frequency.	
ATL18		Land/Canopy Gridded	Gridded ground surface height, canopy height, and canopy cover estimates.	
ATL19		Mean Sea Surface (MSS)	Gridded ocean height product.	
ATL20		Arctic / Antarctic Gridded Sea Ice Freeboard	Gridded sea ice freeboard.	
ATL21		Arctic/Antarctic Gridded SSH w/in Sea Ice	Gridded monthly sea surface height inside the sea ice cover.	
→		ATL22	Mean Inland Water Body Products	Means for each water body ID type and transect.



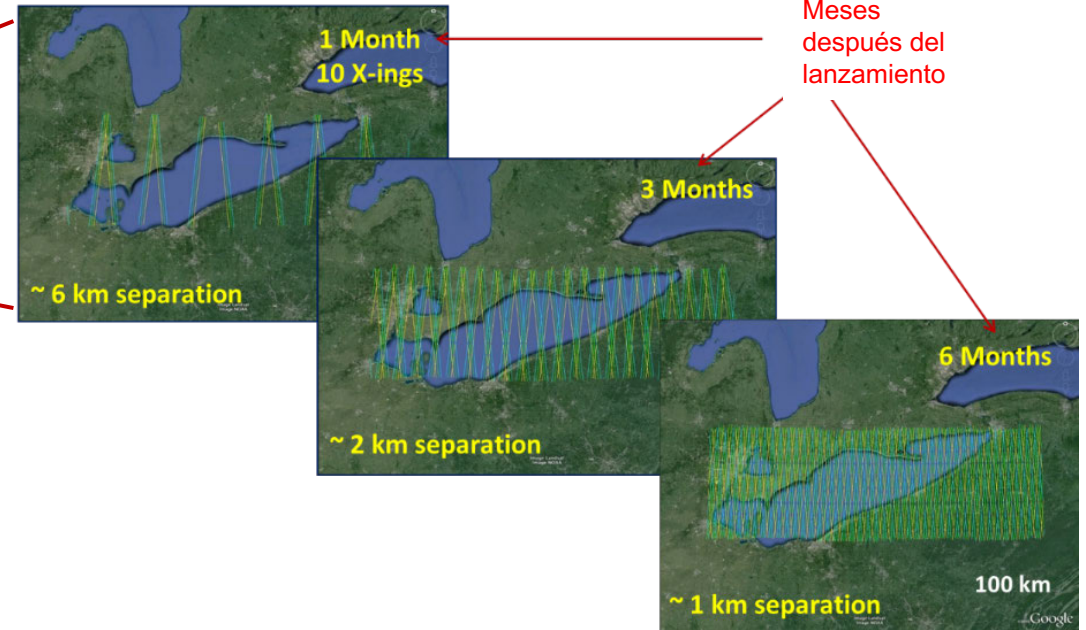


# Estrategia de Observación de ICESat-2 para Regiones Polares vs. No Polares



## Observaciones en regiones no polares

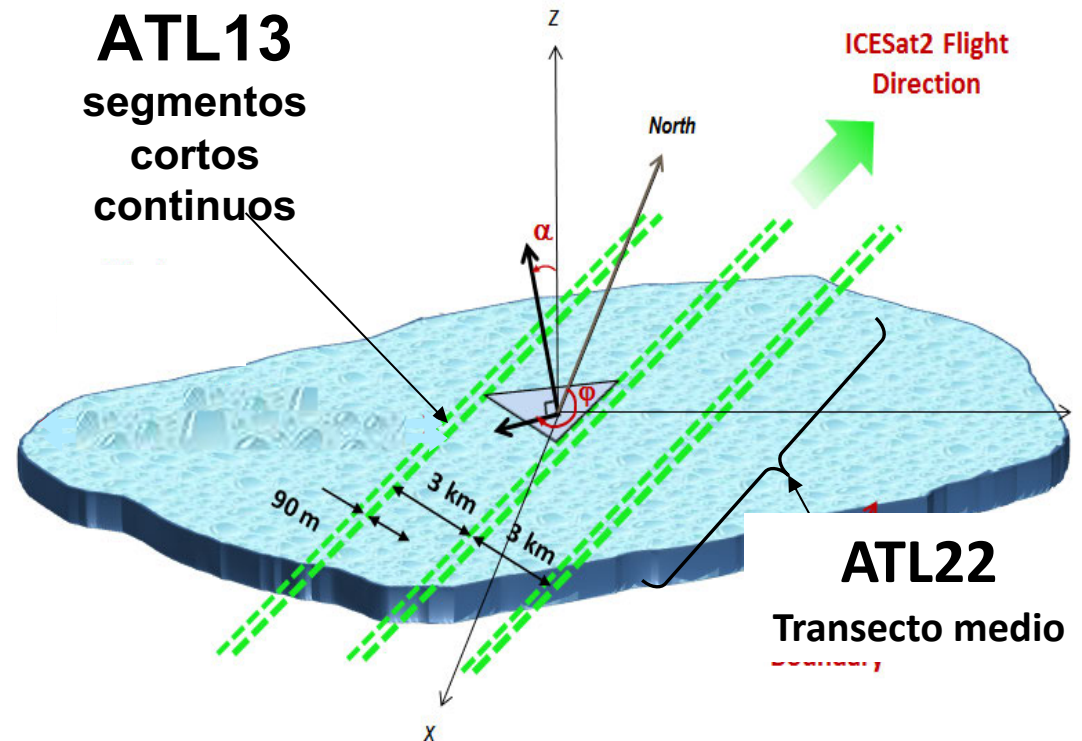
Ejemplo, el Lago Erie, EE.UU. ~42 grados N





### Productos Geofísicos Principales

Nombre	Unidades
ht_water_surf	m
ht_ortho	m
subsurface_attenuation	m <sup>-1</sup>
segment_slope_trk_bdy	-
stdev_water_surf	m
sig_wv_ht	m
water_depth	m
u_derived	m/s

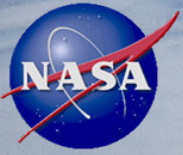


### Etiquetas de Calidad

Nombre	Unidades
QF_lwP	-
QF_Cloud	-
QF_Bckgrd	-
Ice_Flag	-
QF_Ice	-
QF_Subsurf_Anom	-
QF_Bias_Fit	-
QF_Bias_EM	-
QF_Spec_Width	-
QF_Sseg_Length	-
QF_Lseg_Length	-
met_wind10_ATL09	m/s
met_wind10_ATL13	m/s
met_ts_ATL09	K
snow_ice_ATL09	-
Cloud_Flag_ASR_ATL09	-
Cloud_Flag_Atm_ATL09	-
Layer_Flag_ATL09	-

Acceso desde esta página: <https://nsidc.org/data/ATL13>





# Cobertura de Aguas Continentales Global de ATL13



## Tipos de Cuerpos de Agua

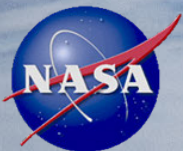
- Lagos y Reservorios  $\geq 0,1 \text{ km}^2$
- Ríos  $> \sim 100 \text{ m}$
- Aguas transicionales, incluyendo estuarios, áreas costeras



## Identificación

Máscara de aguas continentales de ATL13 definida por  $\sim 1.4 \text{ M}$  formas definidas, cada una con una identificación única (derivada de HydroLAKES, GRWL, GSHHG Shoreline, etc )





# Evolución del Producto Operativo ATL13



Version	Release Date	Water Body Types (Number of unique IDs)	Description and Principal/Added Features
1	May 2019	Lakes & reservoirs > 10 km <sup>2</sup> (19,634)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Surface water height statistics (mean, StdDev, slope), subsurface attenuation, and supporting variables at short segment length</li> <li>- Employs GLWD (Lehner &amp; Doll 2004)</li> </ul>
2	November 2019	Lakes & reservoirs ≥ 10 km <sup>2</sup> (19,800) Estuaries, bays, and near shore 7 km buffer (~3500)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Employs HydroLAKES (Messenger &amp; Lehner, 2016)</li> <li>- Adds transitional waters; Named Marine Water Bodies (ESRI) GSHHG Shoreline (Wessel et al, 1996)</li> <li>- Adds significant wave height</li> <li>- coarse bathymetry algorithm</li> <li>- Adds dynamic shore finding</li> </ul>
3	March 2020	Lakes & reservoirs ≥ 0.1 km <sup>2</sup> (~1,400,000) Estuaries, bays, near shore buffer (7m) (~3500) Rivers ≥ ~50-100 m wide (10,300)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adds river mask using GRWL (Allen and Pavelsky, 2018)</li> <li>- Adds wind speed for all crossings</li> <li>- Adds Ice on/off flag from multi-sensor NOAA product</li> <li>- Corrects first photon bias error</li> <li>- Adds cloud confidence flag</li> </ul>
4	Dec 2021	All water bodies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Improves photon classification</li> <li>- Refines parameter estimates</li> <li>- Added DEMs</li> </ul>
ATL22 Ver 1	Dec 2021	All water bodies	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transect mean quantities and supporting parameters</li> </ul>

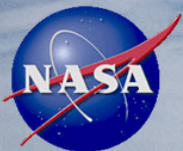
**Versión actual -  
Datos de Oct. 2018 a Mar. 2021**

**Nuevo en 2021!**



2/23/2021





# Acceso a Datos de Aguas Continentales de ATL13



File Edit View History Bookmarks Tools Help

National Snow and Ice Data Center | Microsoft Word - ICESat2ATL13

https://nsidc.org/data/ATL13

Data Set ID: ATL13

## ATLAS/ICESat-2 L3A Inland Water Surface Height, Version 3 ← ¡Obtenga la última versión!

Mailing List Print

This data set (ATL13) contains along-track water surface heights and descriptive statistics for inland water bodies. Water bodies include lakes, reservoirs, bays, and estuaries. Descriptive statistics include along-track surface slope (where data permit), mean and standard deviation, subsurface signal (532 nm) attenuation, wave height, and coarse depth to bottom topography.

This is the most recent version of these data.

Version Summary: [See more](#)

<https://nsidc.org/data/ATL13>

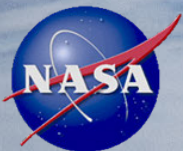
Overview Download Data Citing These Data User Guide Technical References Support

Parameter(s):	SURFACE WATER > SURFACE WATER FEATURES > LAKES/RESERVOIRS > Elevation	Data Format(s):	HDF5
Spatial Coverage:	N: 90, S: -90, E: 180, W: -180	Platform(s):	ICESat-2
Spatial Resolution:	Varies	Sensor(s):	ATLAS
Temporal Coverage:	13 October 2018 to present	Version(s):	V3
Temporal Resolution:	91 day	Metadata XML:	<a href="#">View Metadata Record</a>
Data Contributor(s):	Michael Jasinski, Jeremy Stoll, David Hancock, John Robbins, Jyothi Nattala, et al		

Geographic Coverage

Support

23/2021



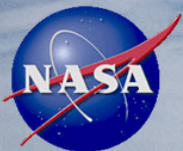
# Herramientas de Análisis de ICESat-2



Name	Description	Access Type	Service Outputs	Source
<a href="#">OpenAltimetry</a>	Discover, access, and visualize ICESat and ICESat-2 data. Key functions include on-the-fly plotting of segment elevations and photon clouds based on date and region of interest, ground track filtering and visualization, and data access in CSV or subsetted HDF5 format.	Web application	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Downloadable elevation and photon plots</li> <li>•Spatially subsetted HDF5 data</li> <li>•CSV output of key parameters</li> </ul>	A NASA funded collaborative project between the Scripps Institution of Oceanography, San Diego Supercomputer Center, NSIDC DAAC, and UNAVCO.
<a href="#">NASA Earthdata Search</a>	Search, visualize, and access data across thousands of Earth science data sets, including ICESat, IceBridge, and ICESat-2. Customization services are available for most ICESat-2 data sets, including subsetting and reformatting.	Web application	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Data access via shell script and zip links</li> <li>•Visit <a href="#">this page</a> for details on subsetting and reformatting services available for each ICESat-2 data set.</li> </ul>	<a href="#">NASA EOSDIS</a> , supported by <a href="#">NSIDC DAAC</a> .
<a href="#">Data Subscription</a>	Subscribe to have new ICESat-2 data automatically delivered to you as they become available at NSIDC. Customization services including subsetting and reformatting can be applied to your subscription request.	Online subscription request form	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Automated emailed data delivery</li> <li>•Visit <a href="#">this page</a> for details on subsetting and reformatting services available for each ICESat-2 data set.</li> </ul>	<a href="#">NSIDC DAAC</a>
<a href="#">Data Access and Service API</a>	The NSIDC DAAC's Application Programming Interface, or API, provides spatial and temporal filtering as well as customization options as a single access command, without the need to script against our data directory structure.	API	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Visit <a href="#">this page</a> for details on subsetting and reformatting services available for each ICESat-2 data set.</li> </ul>	<a href="#">NSIDC DAAC</a>
<a href="#">NSIDC DAAC Data Access Jupyter Notebook</a>	A Jupyter notebook exploring data coverage, size, and customization service availability along with direct data download utilizing the NSIDC DAAC's access and service API.	Downloadable tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Visit <a href="#">this page</a> for details on subsetting and reformatting services available for each ICESat-2 data set.</li> </ul>	<a href="#">NSIDC DAAC</a>
<a href="#">Panoply</a>	Plot arrays and geo-referenced data from NetCDF and HDF files.	Downloadable tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Downloadable plots as GIF, JPEG, PNG, TIFF bitmap images, PDF, or PostScript graphics files, as well as lon-lat map plots as KMZ files.</li> <li>•Animations as MP4 video or as a collection of individual frame images.</li> </ul>	<a href="#">NASA Goddard Institute for Space Studies</a>
<a href="#">HDFView</a>	Browse, visualize, and edit HDF (HDF5 and HDF4) files. Key functions include viewing HDF file hierarchy in a tree structure, opening data and metadata arrays, image creation, and HDF file modification.	Downloadable tool	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Save data values to a text or binary file</li> <li>•Save HDF image to JPEG, GIF, PNG, or BMP file</li> </ul>	<a href="#">The HDFGroup</a>

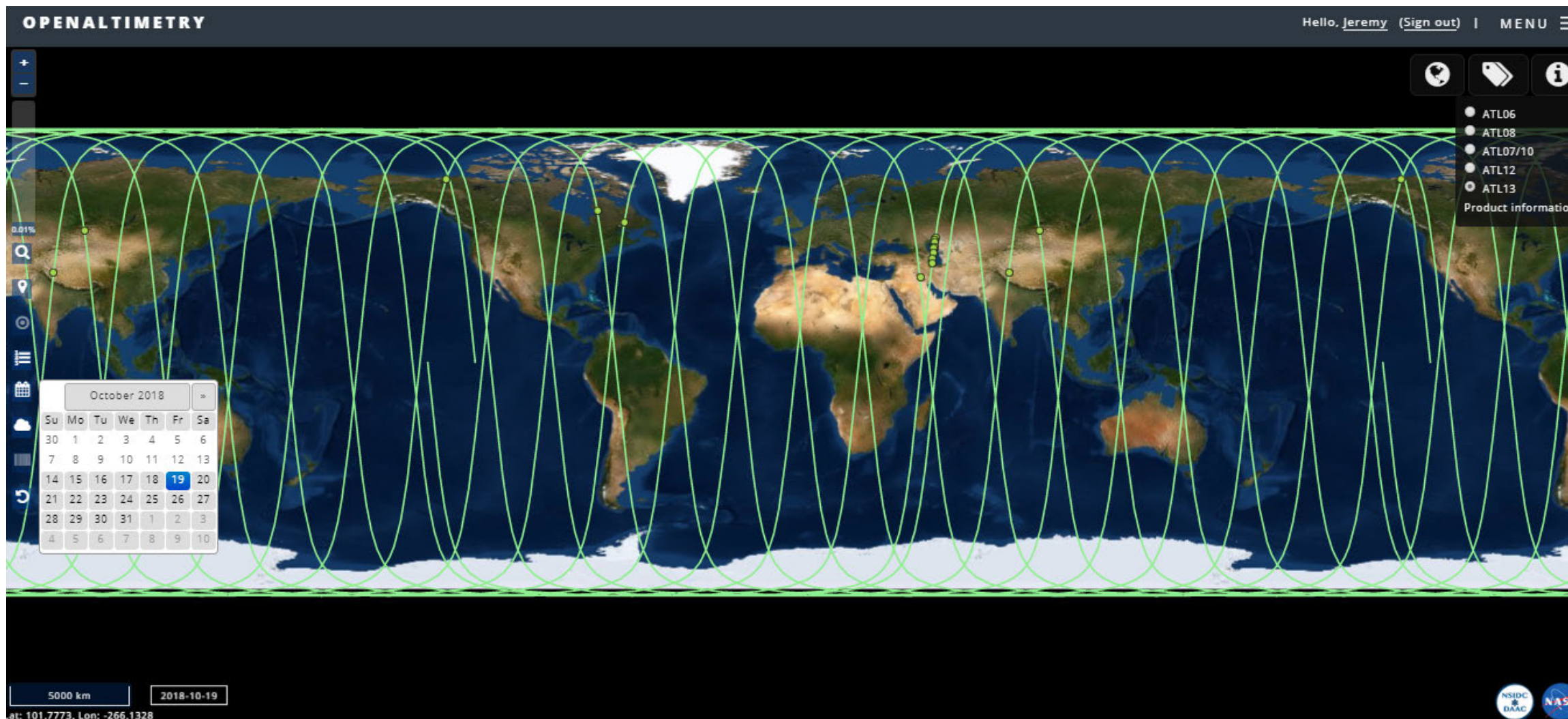




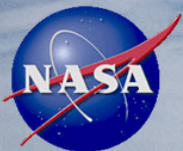


# Acceso a Datos:

<https://openaltimetry.org/>







# Acceso a Datos:

<https://openaltimetry.org/>



The screenshot displays the OPENALTIMETRY web application interface. At the top left, the text "OPENALTIMETRY" is visible. At the top right, it says "Hello, Jeremy (Sign out) | MENU". The main area features a world map with green satellite orbits. On the left side, there is a vertical toolbar with icons for zooming, location, and a calendar. A calendar for October 2018 is open, showing the 19th as the selected date. On the right side, there is a legend with radio buttons for selecting data products: ATL06, ATL08, ATL07/10, ATL12, and ATL13. A red arrow points to the ATL12 option. Below the legend is a "Product information" link. At the bottom left, there are controls for scale (5000 km) and date (2018-10-19). At the bottom right, there are logos for NSIDC, DAAC, and NASA.





# Ejemplo: El lago Eagle, California, 19 de octubre de 2018



OpenAltimetry ICESat-2

https://openaltimetry.org/data/icesat2/

Getting Started

## OPENALTIMETRY

MENU

SELECT A REGION

0.1%

ATL06  
ATL07  
ATL08  
ATL10  
ATL12  
ATL13  
Product info

October 2018

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

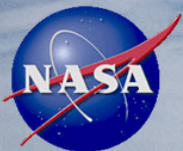
200 km

2018-10-19

Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

23/2021





# Ejemplo: El lago Eagle, California, 19 de octubre de 2018



OpenAltimetry ICESat-2

https://openaltimetry.org/data/icesat2/

Getting Started

## OPENALTIMETRY

MENU

SELECT A REGION

0.39%

- ATL06
- ATL07
- ATL08
- ATL10
- ATL12
- ATL13
- Product info

October 2018

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

50 km

2018-10-19

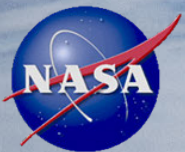
Lat: 41.0878, Lon: -123.5714

Activate Windows  
Go to Settings to activate Windows.

NASA

10/23/2021





# Ejemplo: El lago Eagle, California, 19 de octubre de 2018

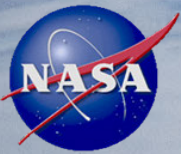


The screenshot shows the OpenAltimetry ICESat-2 web application. The browser address bar displays <https://openaltimetry.org/data/icesat2/>. The main content area features a satellite map of Lake Eagle, California, with a yellow circle highlighting the lake and a green line representing the satellite track. A pop-up window provides details for the selected track:

Track ID: 326  
Data availability: [2018-10-19](#), [2018-10-20](#), [2019-01-18](#), [2019-04-19](#), [2019-07-19](#), [2019-10-18](#), [2020-01-17](#), [2020-04-16](#), [2020-07-16](#), [2020-10-15](#)

Additional interface elements include a 'SELECT A REGION' button, a calendar for October 2018 with the 19th highlighted, a scale bar for 10 km, and coordinates (Lat: 40.2601, Lon: -120.2557). A legend on the right lists track IDs ATL06 through ATL13, with ATL13 selected. The interface also includes navigation icons and a 'MENU' button.





# Acceso a Datos:



OpenAltimetry ICESat-2

https://openaltimetry.org/data/icesat2/

Getting Started

Other Bookmarks

OPENALTIMETRY

MENU

SELECT A REGION

3.13%

ATL06  
ATL07  
ATL08  
ATL10  
ATL12  
ATL13  
Product info

View Elevation profile  
View signal Photons  
Close

October 2018

Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
30	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10

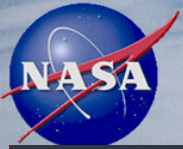
5 km

2018-10-19

Lat: 40.4173, Lon: -120.5731

Activate Windows  
Go to Settings





# OpenAltimetry: Datos de ATL13:



OPENALTIMETRY

MENU

Date: [2018-10-19](#) | [2018-10-20](#) | [2019-01-18](#) | [2019-04-19](#) | [2019-07-19](#) | [2019-10-18](#) | [2020-01-17](#) | [2020-04-16](#) | [2020-07-16](#) | [2020-10-15](#)

← Fechas de Paso Superior

ELEVATION PROFILE | **ATL03 PHOTON HEIGHTS**

Select ATLAS beam [gt3r \(strong\)](#) | [gt3l \(weak\)](#) | [gt2r \(strong\)](#) | [gt2l \(weak\)](#) | [gt1r \(strong\)](#) | [gt1l \(weak\)](#)

← Haces

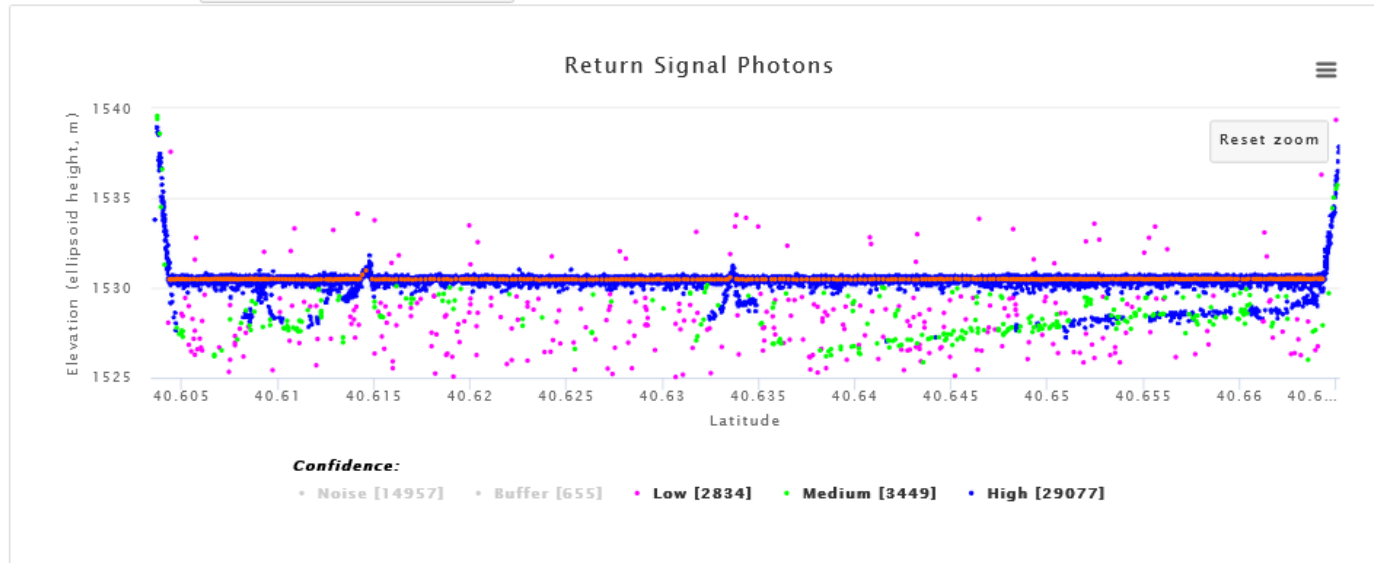
Track ID: 326 - Beam: gt2r - Showing 33.33% data sample rate - [View all data \(Requires Login\)](#)

Total number of photons: 152,915 - Total segments: 1,502 - Segment range: [224,703 - 226,204]

**Overlay L3A** [ATL13 inland water height \(WC\)](#)

Drag zoom on the plot below to view more detail.

← Perfil de Muestreo



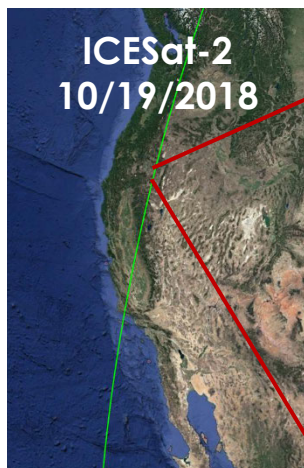
← Vista Rápida Ampliable

← Confianzas de Señal

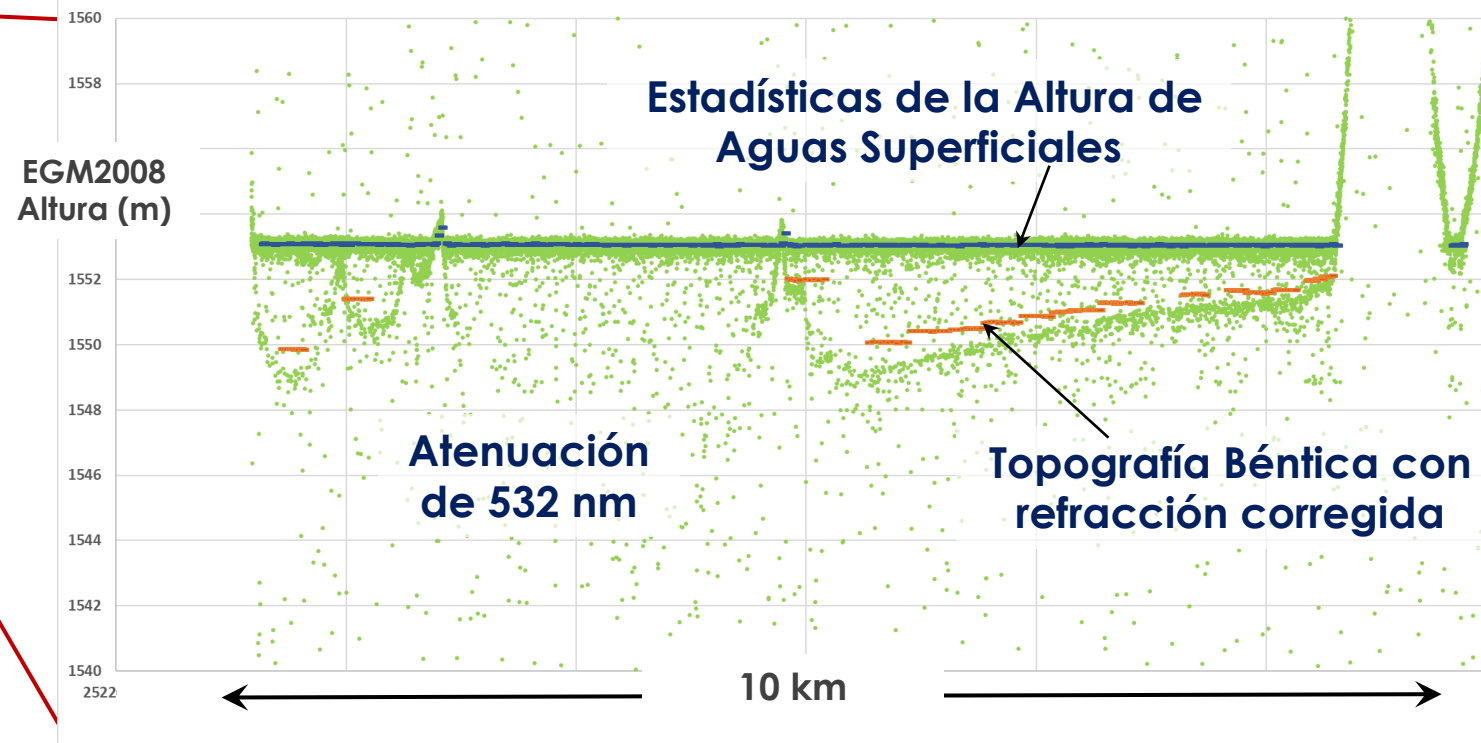
[Download data as CSV](#)   [Download subsetted HDF5 \(via NSIDC\) \(Requires Login\)](#)

[Get API URL \(Binder example\)](#)   [3D Viewer](#)

← Opciones de Adquisición



## Resultados para el haz gt2r el 19/10/2018

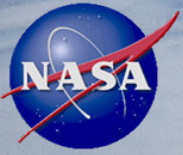


Jasinski, Stoll y Coautores. 2020: *ICESat-2 Inland Water ATBD*,  
<https://doi:10.5067/L870NVUK02YA>

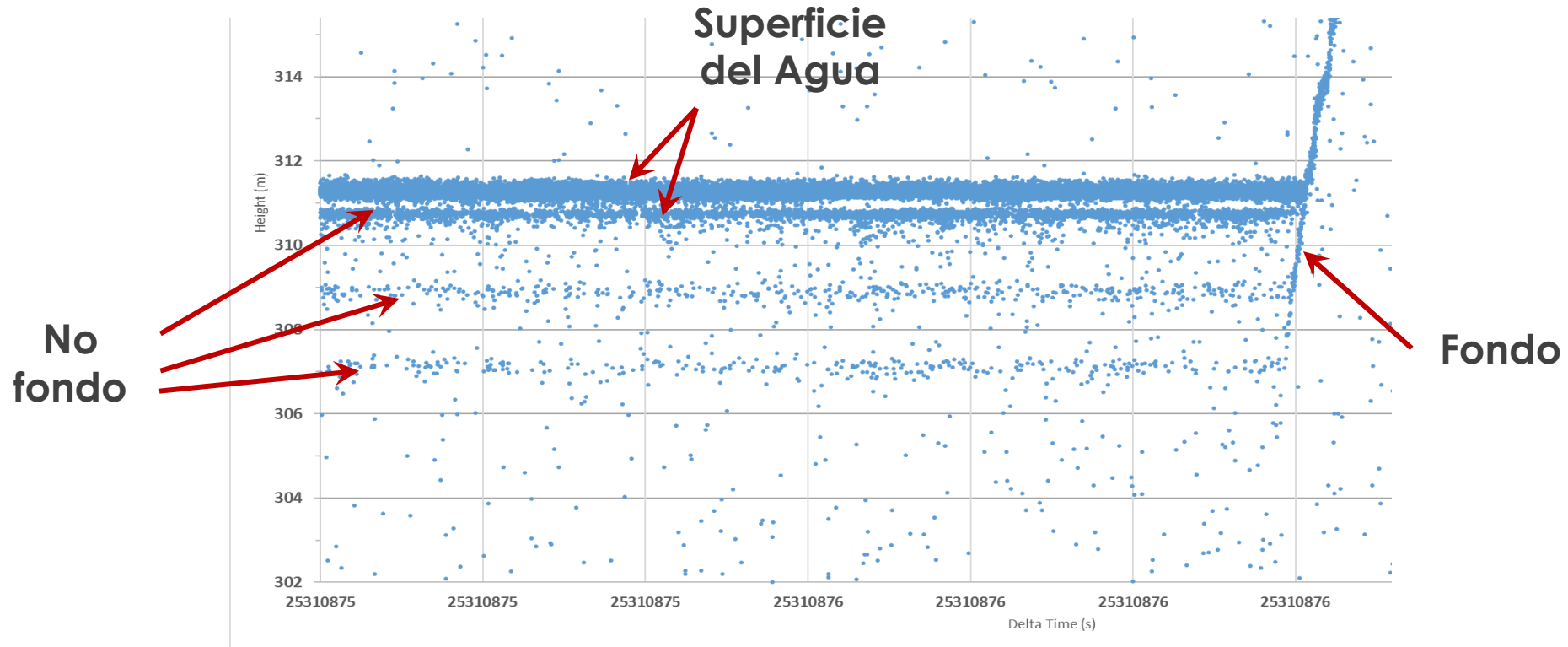
\*Altura de la Superficie del Agua RMSE < 0.058m cuando se la compara con los datos in situ durante dos años

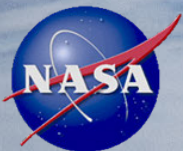






# Problema Conocido del Instrumento ATLAS: Fotones extras ocasionales





ICESat-2 Tools and Services

The following table lists the tools and services available for ICESat-2 data.

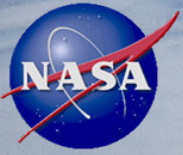
Name	Description	Access Type	Service Outputs	Source
<a href="#">OpenAltimetry</a>	Discover, access, and visualize ICESat and ICESat-2 data. Key functions include on-the-fly plotting of segment elevations and photon clouds based on date and region of interest, ground track filtering and visualization, and data access in CSV or	Web application	<ul style="list-style-type: none"><li>Downloadable elevation and photon plots</li><li>Spatially subsetting HDF5 data</li><li>CSV output of key parameters</li></ul>	A NASA funded collaborative project between the Scripps Institution of Oceanography, San Diego Supercomputer Center, NSIDC DAAC, and UNAVCO.

[Support](#)

Video del Tutorial de NISDC DAAC (YouTube): <https://bit.ly/2rHdQz7>



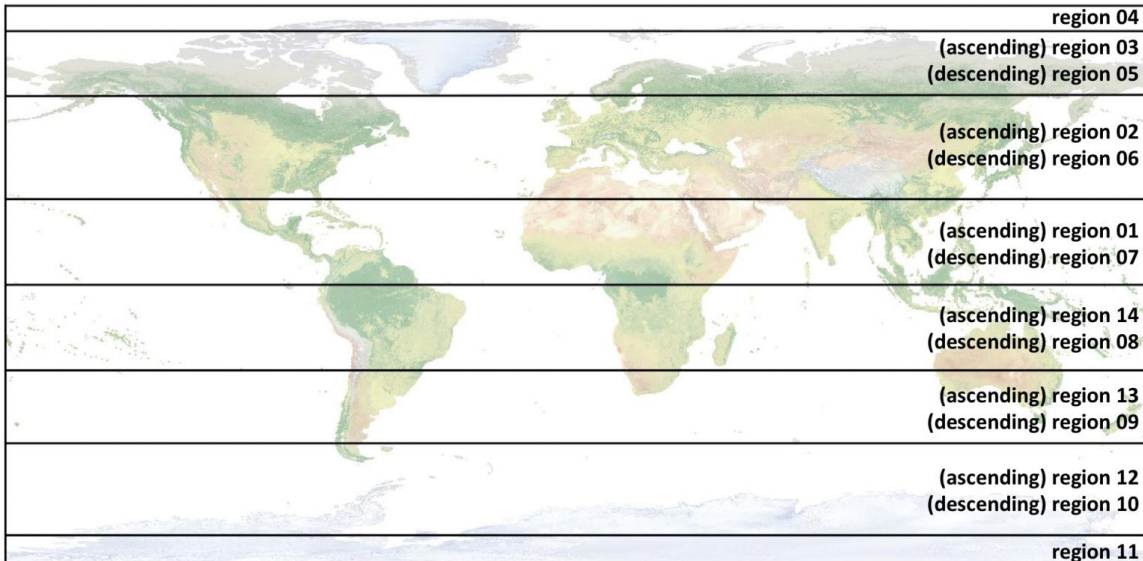




# Formato de Datos: Configuración de Productos



✓ ATL13\_20190719082904\_03250401\_002\_01.h5  
 > METADATA  
 > ancillary\_data  
 > gt1l  
 > gt1r  
 > gt2l  
 > gt2r  
 > gt3l  
 > gt3r  
 > orbit\_info  
 > quality\_assessment



## DELINEACIÓN DE GRÁNULOS

- ~5 archivos por día (varios RGTs)
- solo existen datos sobre cuerpos de agua

## NOMENCLATURA

- fecha + hora, RGT, ciclo, emisión, versión

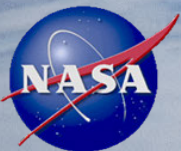
## ESTRUCTURA DE 6 HACES

- jerarquía a lo largo del recorrido

## METADATOS IMPORTANTES

- datos auxiliares > RGT, hora inicio y fin
- orbit\_info > sc\_orient





# Formato de Datos: Configuración de Productos



- ATL13\_20190719082904\_03250401\_002\_01.h5
  - METADATA
  - ancillary\_data
  - gt1l
  - gt1r
  - gt2l
  - gt2r
  - gt3l
  - gt3r
  - orbit\_info
  - quality\_assessment

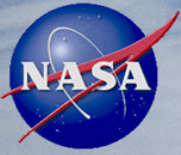
- gt2r
  - at13refid
  - cycle
  - delta\_time
  - err\_ht\_water\_surf
  - err\_slope\_trk
  - ht\_ortho
  - ht\_water\_surf
  - ice\_flag
  - inland\_water\_body\_id
  - inland\_water\_body\_region
  - inland\_water\_body\_size
  - inland\_water\_body\_source
  - inland\_water\_body\_type
  - qf\_bckgrd
  - qf\_bias\_em
  - qf\_bias\_fit
  - qf\_cloud
  - qf\_ice
  - qf\_iwp
  - qf\_lseg\_length
  - qf\_spec\_width
  - qf\_sseg\_length
  - qf\_subsurf\_anomaly

- rgt
- segment\_dac
- segment\_geoid
- segment\_id\_beg
- segment\_id\_end
- segment\_lat
- segment\_lon
- segment\_slope\_trk\_bdy
- segment\_tide\_equilibrium
- segment\_tide\_ocean
- significant\_wave\_ht
- sseg\_mean\_lat
- sseg\_mean\_lon
- sseg\_mean\_time
- stdev\_water\_surf
- subsurface\_attenuation
- water\_depth

## Productos Resaltados

at13refid	Identificador de cuerpo de agua único
ht_ortho	Alt de agua sobre EGM2008
ht_water_surf	Alt de agua sobre WGS84
stdev_water_surf	Desv. del estándar de superficie de agua
subsurface_attenuation	Atenuación del pH de perfil de agua
water_depth	[Alt - Alt de fondo corregida]





# Formato de Datos: Frecuencia del Producto



ATL13refid

ht\_ortho

stdev\_water\_surf

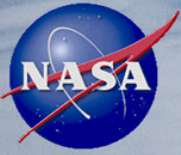
81	1410003682
82	1410003682
83	1410002095
84	1410002095
85	1410002095
86	1410002095
87	1410002095
88	1410002095
89	1410002095
90	1410002095
91	1410002095
92	1410002095
93	6033000122
94	6033000122

81	237.68318
82	237.65822
83	23.176842
84	23.179201
85	23.164207
86	23.173082
87	23.140081
88	23.16066
89	23.16881
90	23.1775
91	23.172443
92	23.184858
93	0.13068293
94	0.18919733

81	3.4028235E38
82	3.4028235E38
83	0.065
84	0.065
85	0.065
86	0.065
87	0.065
88	0.065
89	0.065
90	0.065
91	0.065
92	0.065
93	0.125
94	0.125

- Frecuencia de segmentos breve
- Arreglos 1-D
- Mapeado por ATL13refid
- Los productos derivados de segmentos largos se repiten





# Resumen



## ATL13 ofrece:

- elevación de la superficie del agua RMSE ~ < 5-10 cm bajo la mayoría de condiciones:
- otros productos de ATL13 son consistentes con lo anterior
- los productos de batimetría se obtienen principalmente en aguas claras y cerca de las costas
  - mejores ejemplos en zonas costeras ~ 20-30 m
  - buenos casos en reservorios ~10-15 m
  - batimetría 2-D completa requiere combinar con imágenes multiespectrales
- Productos continuos de ATL13 → aceptables para el análisis hidrológico detallado
- Productos de ATL22 de transección media → Son más útiles para los usuarios con propósitos de ciencia aplicada
- especialmente aplicaciones de recursos hídricos
- calibración de otros altímetros satelitales incluyendo radar



***¡Gracias!***

## **Reconocimientos**

**Equipo de ATL13:**

**Jeremy Stoll (SSAI)**

**John Robbins (Craig Technologies)**

**David Hancock (KBR)**

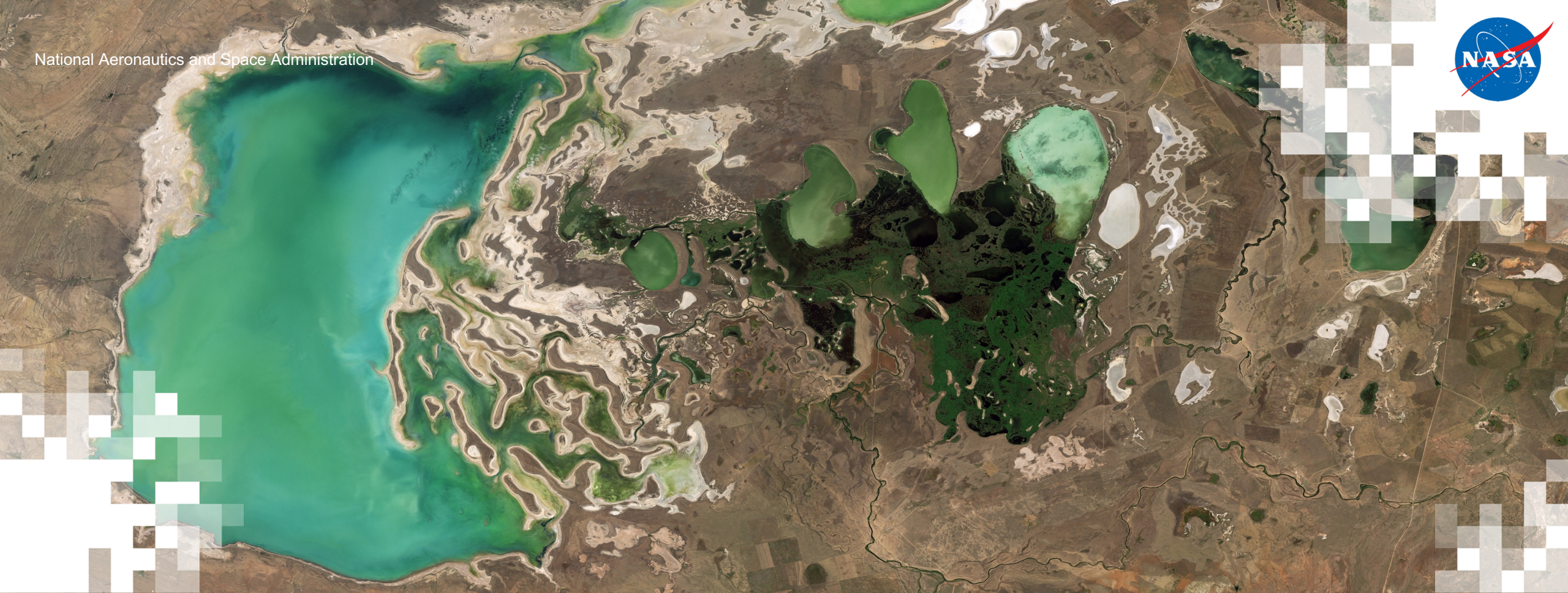
**Jyothi Nattala (SSAI)**

**ICESat-2 Project Office, NASA GSFC**

**NASA Cryosphere Program**



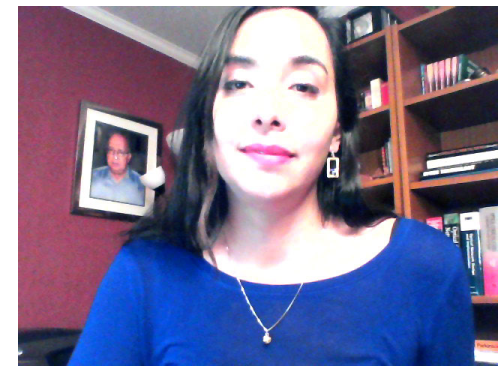




# Programa de Aplicaciones de ICESat-2

Sabrina Delgado Arias (SSAI, NASA GSFC)  
de parte del Equipo de Aplicaciones de ICESat-2

23 de febrero de 2021

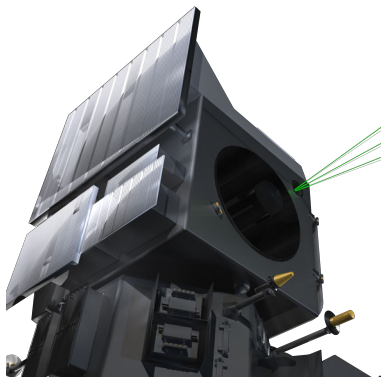




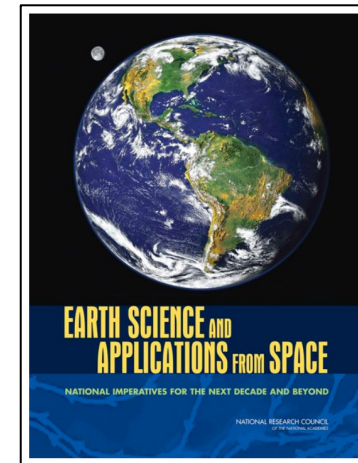
# Aplicaciones de Misión de la NASA

## ¿Por Qué Aplicaciones de Misión?

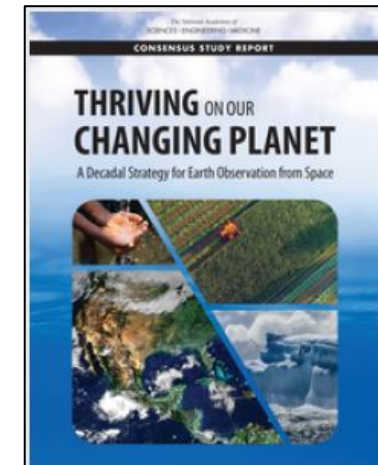
- Son un componente clave del programa de Ciencias Aplicadas de la NASA
- Recomendadas como una prioridad para el primer Estudio Decenal de Ciencias de la Tierra en el año 2007
- Recomendadas como una prioridad para el segundo Estudio Decenal de Ciencias de la Tierra en el año 2018



NASA's Applied Remote Sensing Training Program



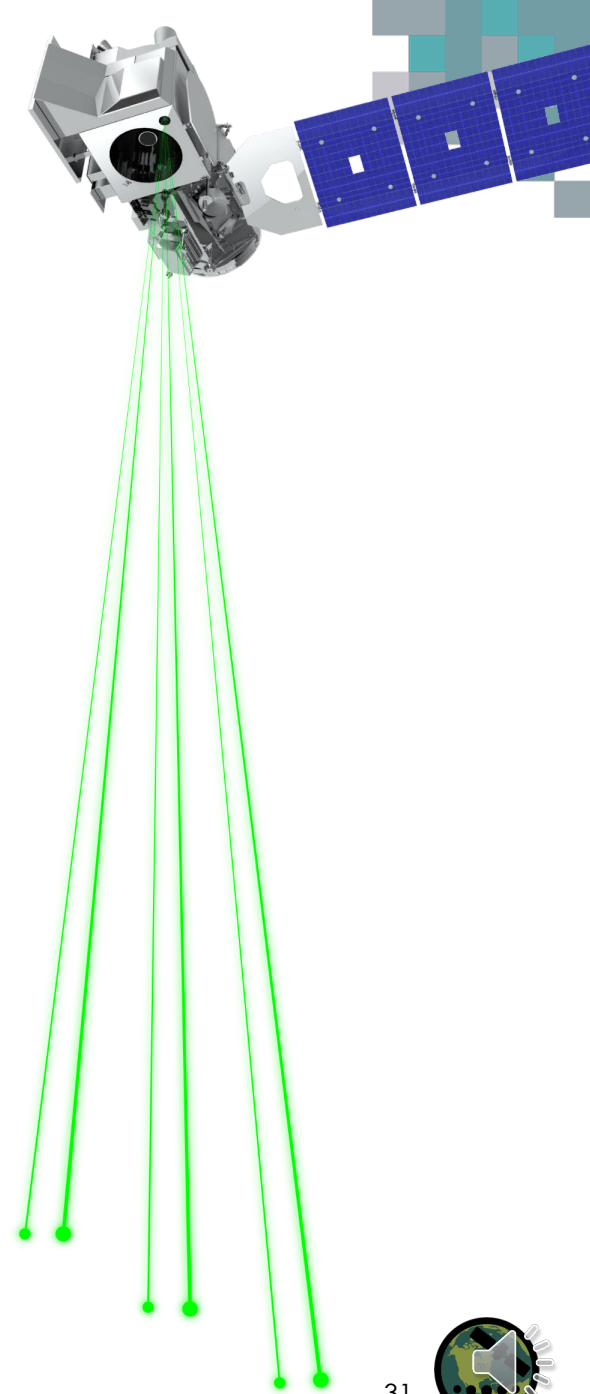
National Research Council Decadal Survey Report, **Earth Science and Applications from Space (2007)**



National Research Council Decadal Survey Report, **Thriving on Our Changing Planet: A Decadal Strategy for Earth Observation from Space (2018)**



# Equipo de Aplicaciones de ICESat-2



Papel en la Misión ICESat-2	Miembros	Filiación
ICESat-2- Coordinadora de Aplicaciones del Programa	Sabrina Delgado Arias	Science Systems and Applications Inc (SSAI), Centro Aeronáutico Espacial NASA Goddard (GSFC)
ICESat-2- Científica de Aplicaciones del Programa	Molly Brown	Universidad de Maryland
ICESat-2 Science Team Member (Hydrology) & ST Applications Liaison	Michael Jasinski	NASA GSFC
ICESat-2- Científico de Proyecto	Tom Neumann	NASA GSFC
ICESat-2- Líder del Equipo Científico	Lori Magruder	Universidad de Texas
Director del Programa de Aplicaciones de la Central de la NASA (Headquarters)	Woody Turner	Central de la NASA (HQ)



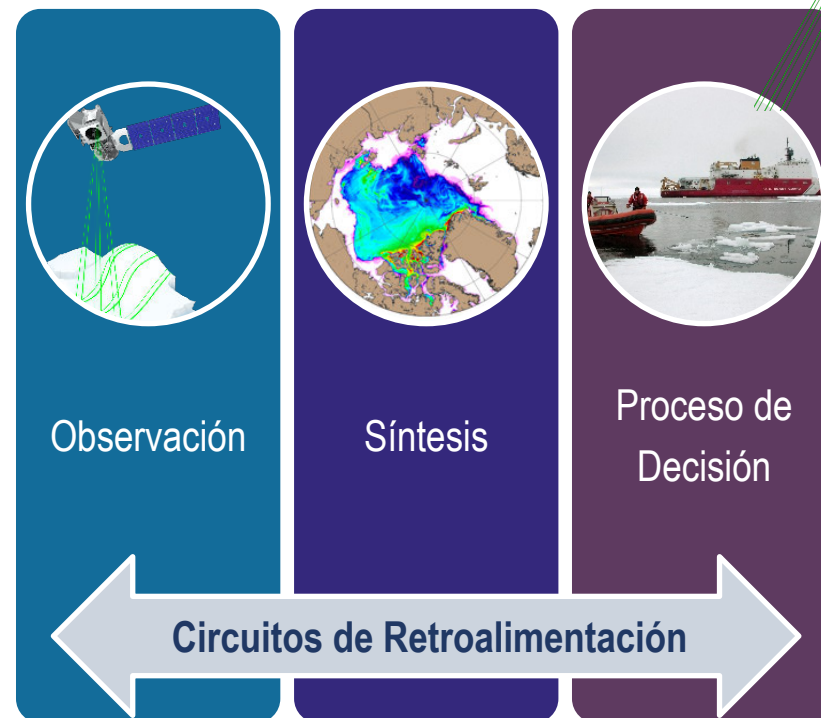


# Aplicaciones de NASA ICESat-2

## Presentación del Programa

- La investigación de aplicaciones aporta conocimiento fundamental sobre cómo los productos de datos de la misión pueden ser escalados e integrados para informar la gestión de recursos, la formulación de políticas y la toma de decisiones.
- Definimos las aplicaciones como usos innovadores de datos de las misiones en actividades de toma de decisiones para el beneficio de la sociedad

Identificar y fortalecer los vínculos entre:



<https://icesat-2.gsfc.nasa.gov/applications>

Mejorar la Investigación de Aplicaciones | Aumentar la Colaboración | Acelerar las Aplicaciones



# Características Principales de los Datos de ICESat-2

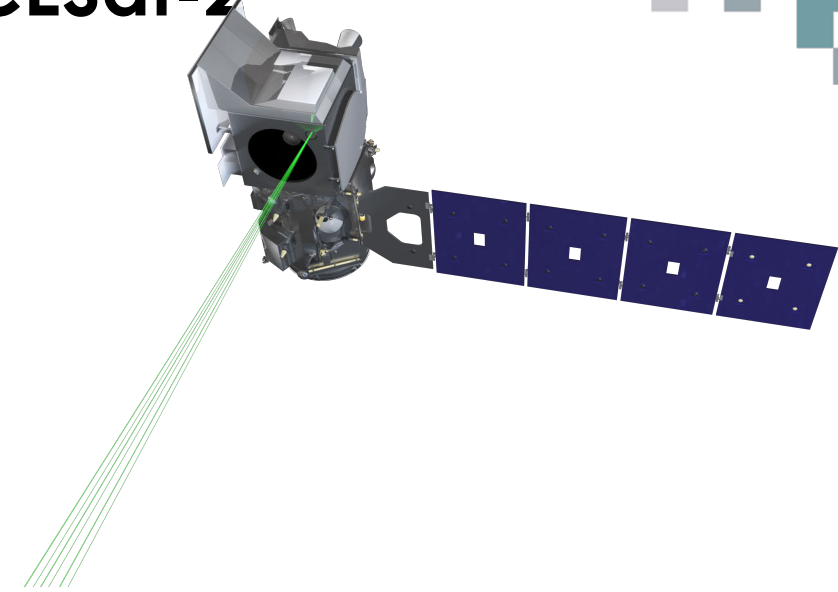
**Vida útil:** 3 años, con productos consumibles por 5+

- El combustible no sería un factor limitante
- Operando un láser primario al nivel energético 4
- Equipado con láser redundante

**Resolución:** 6 haces, agrupadas en 3 pares

- Detección sensitiva a fotones singulares, longitud de onda de 532 nm
- Frecuencia de repetición de pulsos-10 kHz
- Huella de 11 m
- Espaciado de 0,7m a lo largo del recorrido (1 medición cada 70 cm)
- Exactitud de altura actualmente mejor que 10 cm

**Latencia:** 45 días para productos de datos de niveles superiores



**¿Cuáles son las oportunidades y desafíos que existen para integrar datos de ICESat-2 para su aplicación?**

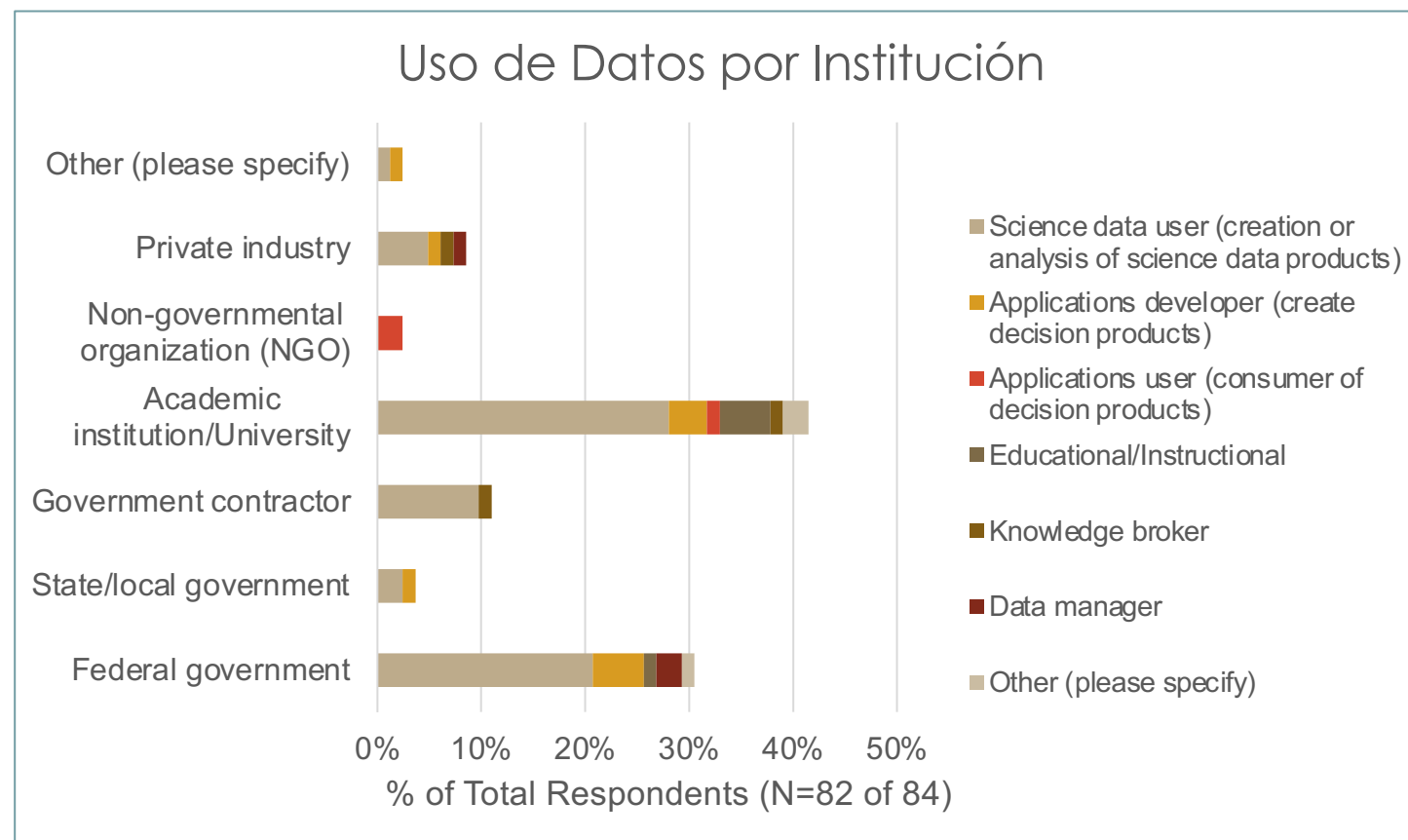




# Comunidad de Aplicaciones de ICESat-2

<https://lists.nasa.gov/mailman/listinfo/icesat-2-applications/>

- La comunidad de aplicaciones de ICESat-2 consiste en 651 individuos que han expresado su interés en el uso práctico de datos de ICESat-2 de una de las siguientes maneras: inscribiéndose en la lista de correos de la comunidad a través del acercamiento con la misión mediante los varios eventos de divulgación y los programas de Primeros Usuarios/Usuarios Aplicados



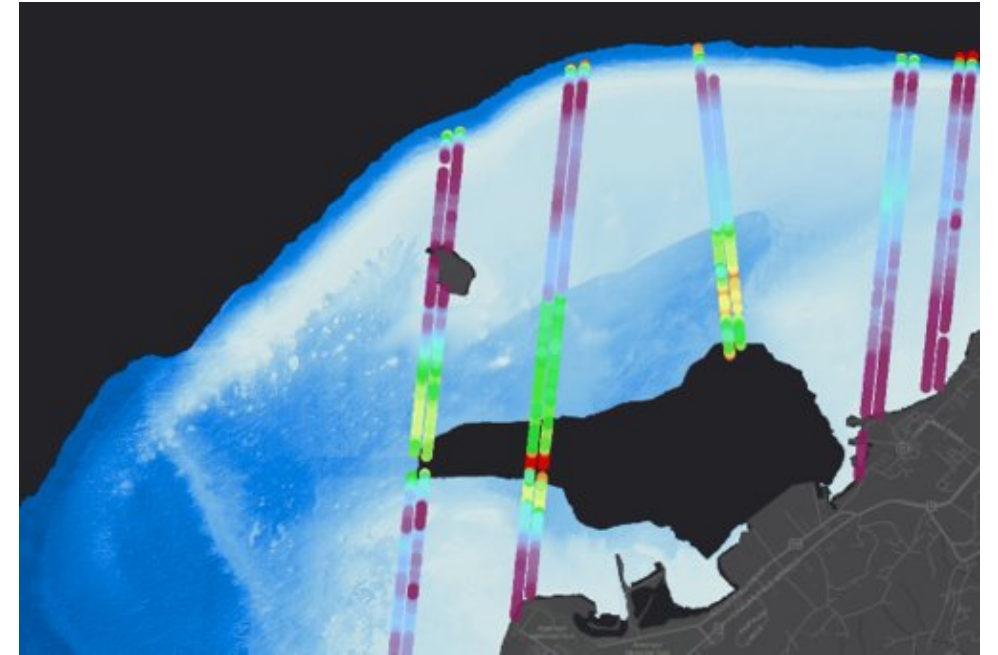
**¡Únase a nuestra Comunidad de Aplicaciones de ICESat-2!**



# Ejemplos de Aplicaciones de ICESat-2

## Applied User Spotlight: PI – Ross Smith, TCarta

- TCarta Marine, un proveedor de mapas marinos a nivel mundial, está utilizando el aprendizaje automatizado y la inteligencia artificial para estimar la profundidad del fondo marino usando datos de ICESat-2.
- ICESat-2 ha mapeado más de 147.925 km<sup>2</sup> de regiones costeras, midiendo las profundidades del fondo marino hasta 100 pies (30 m) con una exactitud de +/- 1,2 ft (0,37m). Usando esta nueva herramienta, TCarta derivó más de 10,8 millones de mediciones de profundidad en más de 45 ubicaciones alrededor del mundo durante el 2020.



*Recorridos de ICESat-2 cerca de la costa de Saipán miden la profundidad del fondo marino, sirven para calibrar y validar una batimetría derivada de satélites de 2 metros usando Maxar WorldView-2 y otros satélites. Más información: [NSF Story Map](#)*





# Ejemplos de Aplicaciones de ICESat-2

Usuario Pionero Destacado: PI – Rodrigo Paiva, Instituto de Investigación Hidráulica, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, Brasil



## Water Resources Research

RESEARCH ARTICLE  
10.1029/2018WR024010

### Assimilation of Satellite Altimetry Data for Effective River Bathymetry

J. P. L. F. Brêda<sup>1</sup>, R. C. D. Paiva<sup>1</sup>, J. M. Bravo<sup>1</sup>, O. A. Passaia<sup>1</sup>, and D. M. Moreira<sup>2</sup>

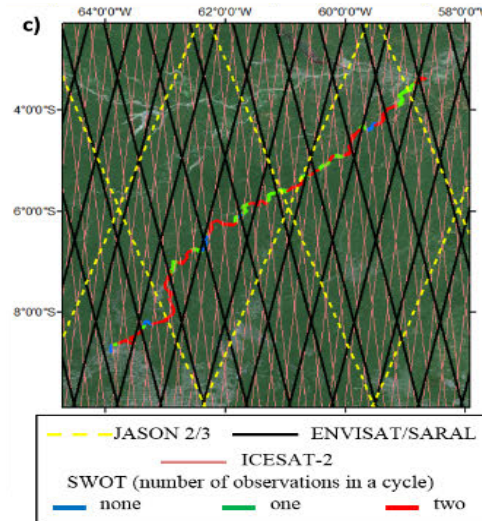
<sup>1</sup>Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil, <sup>2</sup>Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Rio de Janeiro, Brazil

- Key Points:**
- Different past/present/future satellite altimetry missions are used for estimating effective river bathymetry through data assimilation
  - It is introduced a Kalman filter method with hydraulically based variance and covariance for altimetry data assimilation
  - Greater spatial coverage of satellite altimetry missions improves data assimilation performances to a limit

**Supporting Information:**

- Supporting Information S1
- Movie S1
- Movie S2

**Abstract** One of the main problems of hydrologic/hydrodynamic routing models is defining the right set of parameters, especially on inaccessible and/or large basins. Remote sensing techniques provide measurements of the basin topography, drainage system, and channel width; however current methods for estimating riverbed elevation are not as accurate. This paper presents methods of altimetry data assimilation (DA) for estimating effective bathymetry of a hydrodynamic model. We tested past altimetry observations from satellites ENVISAT, ICESAT, and JASON 2 and synthetic altimetry data from satellites ICESAT 2, JASON 3, SARAL, and Surface Water and Ocean Topography to assess future/present mission's potential. The DA methods used were direct insertion, linear interpolation, the Shuffled Complex Evolution-University of Arizona optimization algorithm, and an adapted Kalman filter developed with

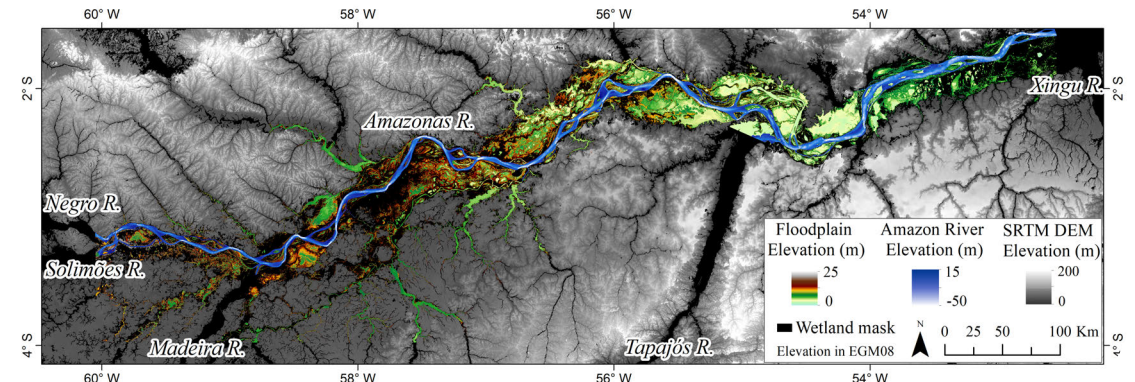
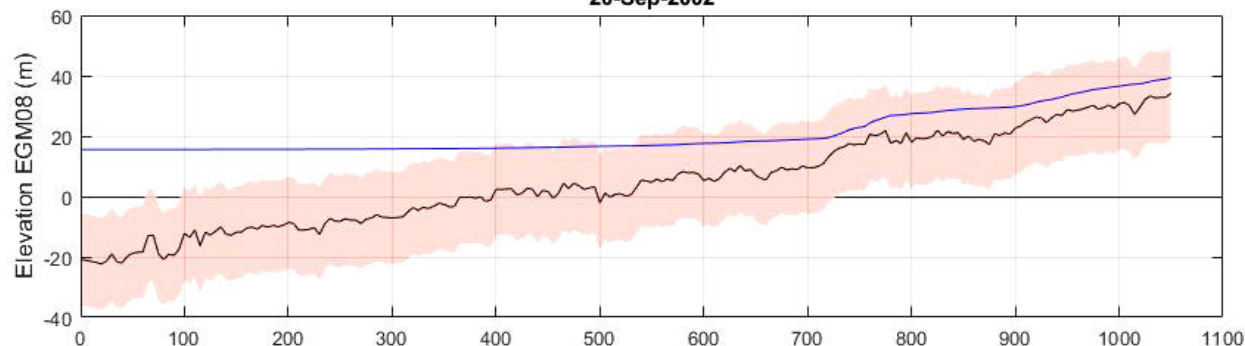


**“Mapeo de alta resolución de la batimetría de una planicie aluvial desde el espacio: un caso de estudio en la Amazonía**

Fassoni-Andrade A., Paiva,RCD, Rudorff,C. et al Remote Sensing of Environment, <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.112065>

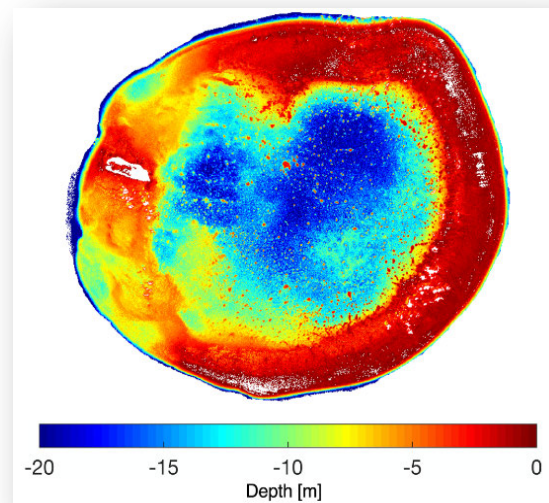
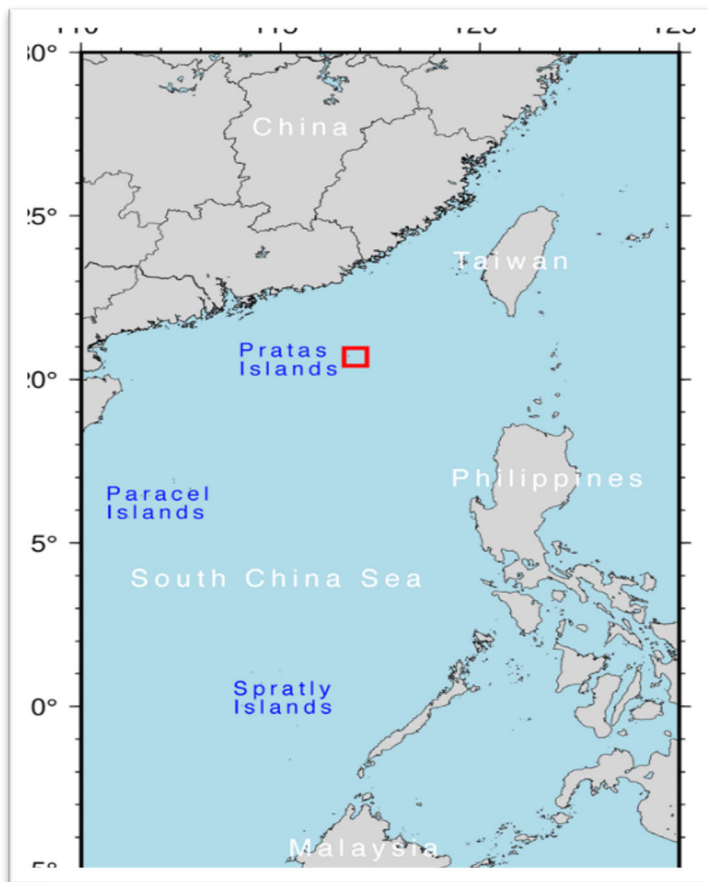
## Perfil del Río Madeira

20-Sep-2002



# Ejemplos de Aplicaciones de ICESat-2

Usuario Pionero Destacado: PI – Steven Kuo-Hsin Tseng, Universidad Nacional Central de Taiwán, Centro para la Investigación Espacial y de Teledetección



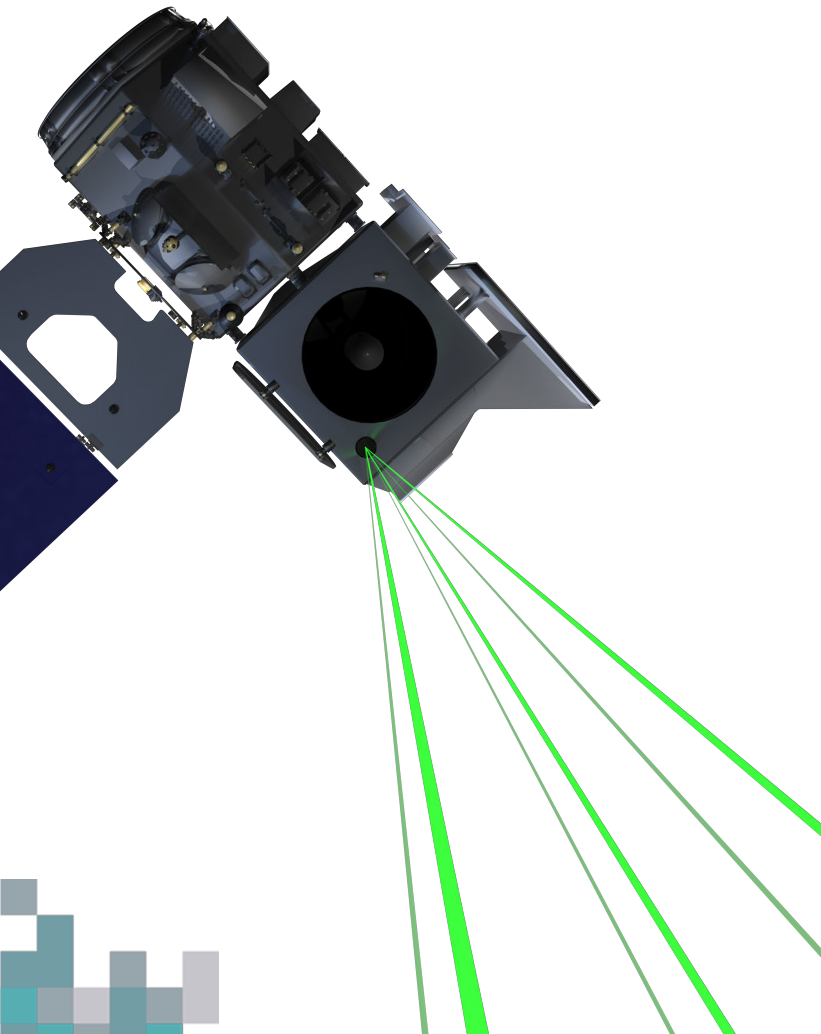
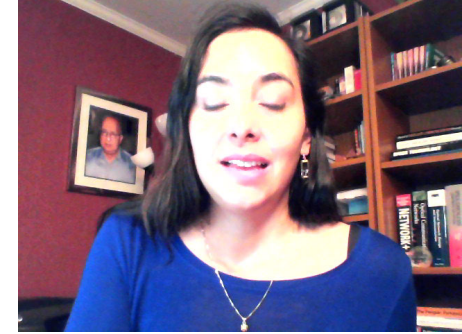
- ¿Cómo podemos mejorar las Cartas de Navegación Electrónicas para la navegación en el Mar del Sur de China si integramos datos de la profundidad del agua de ICESat-2 con imágenes ópticas de Sentinel-2?
- La claridad del agua del Mar del Sur de China permite la penetración de fotones hasta 20 o 30 metros, posibilitando la modelación del terreno subacuático.





# ¡Involúcrense!

## Programa de Usuarios Aplicados de ICESat-2



Colabore con científicos de la misión ICESat-2 mientras descubre datos de ICESat-2.

### *BENEFICIOS*

- Obtener apoyo de un miembro del equipo Science Definition Team (SDT) o el Project Science Office (PSO)
- Participar en webinars trimestrales
- Estar al tanto sobre ICESat-2
- Obtener acceso a datos de calibración y validación (cal/val)
- Referenciar las lecciones aprendidas

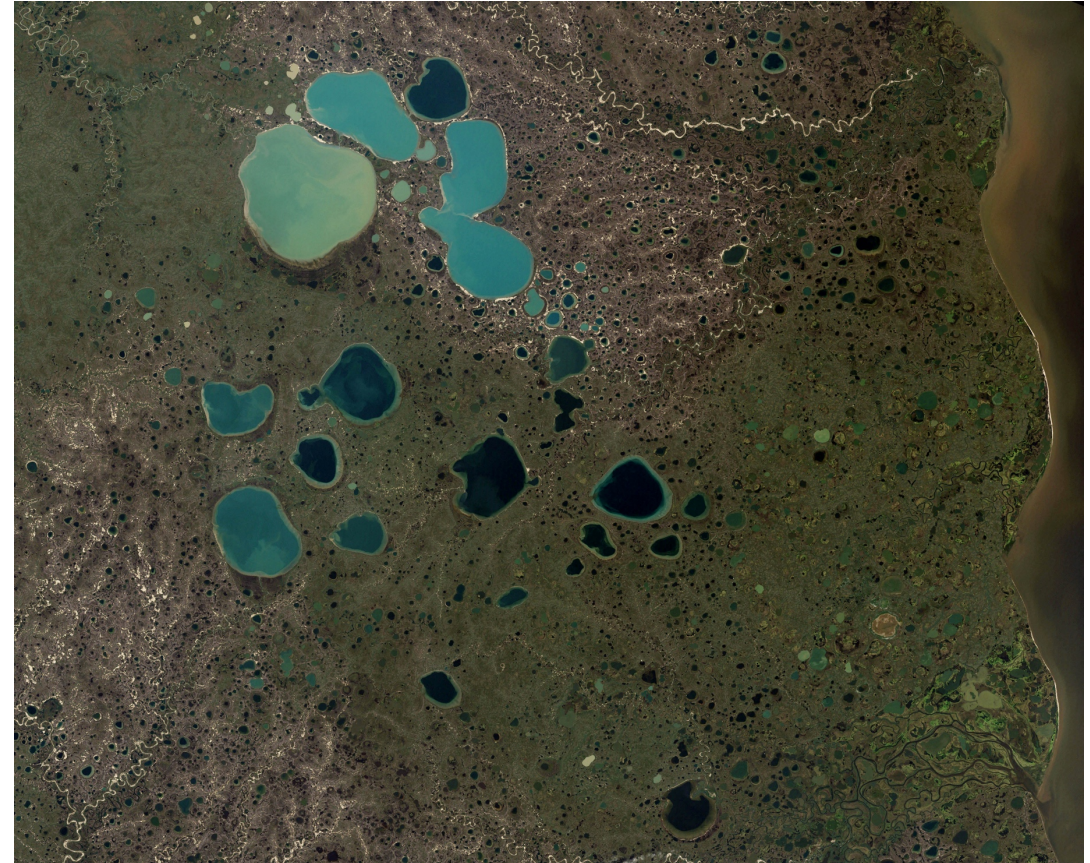
POC: [sabrina.delgadoarias@nasa.gov](mailto:sabrina.delgadoarias@nasa.gov)

[https://icesat-2.gsfc.nasa.gov/get\\_involved](https://icesat-2.gsfc.nasa.gov/get_involved)



# Preguntas

- Por favor escriban sus preguntas en el cuadro para preguntas y respuestas. Las responderemos en el orden que las hayamos recibido.
- Publicaremos el documento de preguntas y respuestas en la página web de la capacitación después de la conclusión del webinar.



<https://earthobservatory.nasa.gov/images/6034/pothole-lakes-in-siberia>





# Contactos

- Capacitadores
  - Michael Jasinski  
[michael.f.jasinski@nasa.gov](mailto:michael.f.jasinski@nasa.gov)
  - Sabrina Delgado  
[sabrina.delgadoarias@nasa.gov](mailto:sabrina.delgadoarias@nasa.gov)
- Página Web de la Capacitación:
  - <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/english/mapping-and-monitoring-lakes-and-reservoirs-satellite-observations>

Síguenos en Twitter  
[@NASAARSET](https://twitter.com/NASAARSET)

