

Monitoreando el Dióxido de Nitrógeno desde el Espacio

Ana Prados, Melanie Follette-Cook, y Pawan Gupta

Un Vistazo a Cómo la NASA Mide la Contaminación del Aire, 26 y 28 de Mayo, 2020





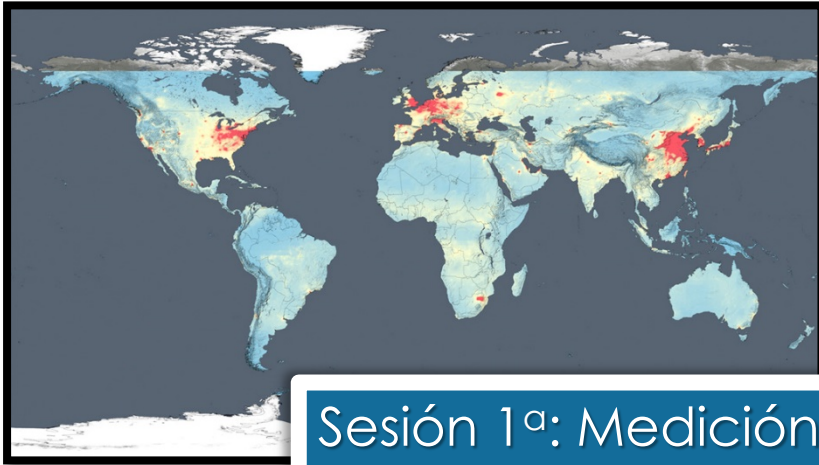
Las observaciones satelitales ofrecen la única cobertura verdaderamente global de muchos contaminantes atmosféricos

La reciente cobertura mediática de la pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto mejoras en la calidad del aire debido a la recesión económica

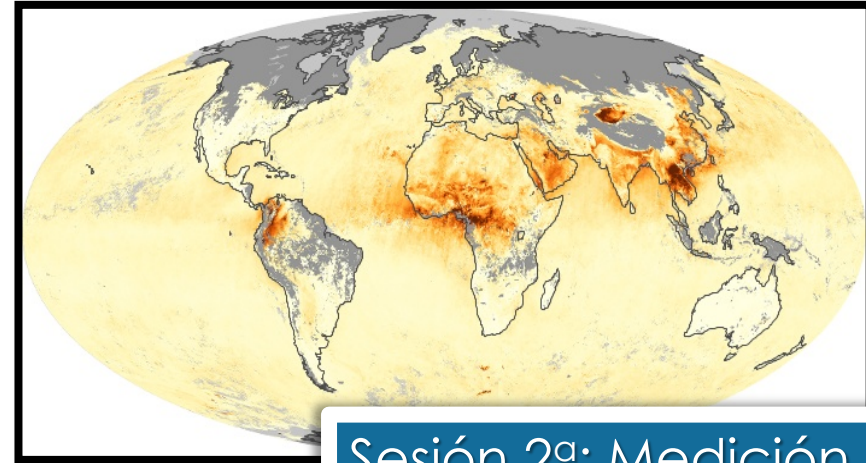
Muchos de estos informes se han centrado en observaciones satelitales de dióxido de nitrógeno.

Esta capacitación imparte conocimiento fundamental para los novatos y sirve de curso de repaso para los demás. Ud. aprenderá cuáles son los contaminantes que se pueden medir desde el espacio, cómo los satélites hacen estas mediciones, lo que se debe hacer y no se debe hacer al momento de interpretar datos satelitales y cómo descargar y crear sus propias visualizaciones.

Agenda del Webinar



Sesión 1ª: Medición de Dióxido de Nitrógeno desde el espacio



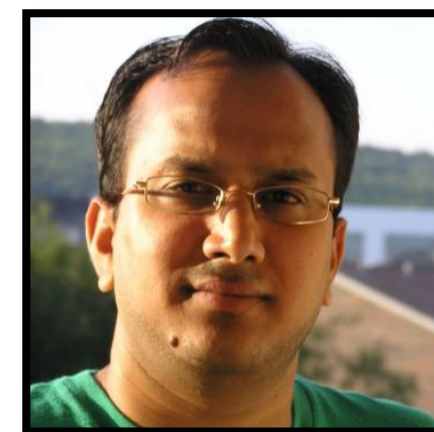
Sesión 2ª: Medición de Aerosoles desde el Espacio



Melanie Follette-Cook
NASA's Applied Remote Sensing Training Program



Ana Prados



Pawan Gupta



NASA Applied Remote Sensing Training (ARSET)

Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada

ARSET ofrece educación en detección remota a través de capacitaciones en línea y presenciales. Estas capacitaciones se ofrecen en una variedad de formatos que se adaptan a las necesidades de los alumnos y cubren una variedad de satélites, sensores y aplicaciones.

[Website](#)

[YouTube](#)

[Twitter](#)

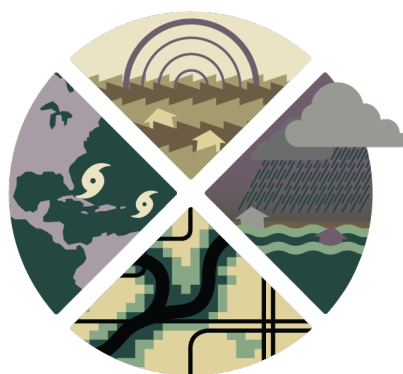


Calidad de Aire

Desastres

Tierra

Agua



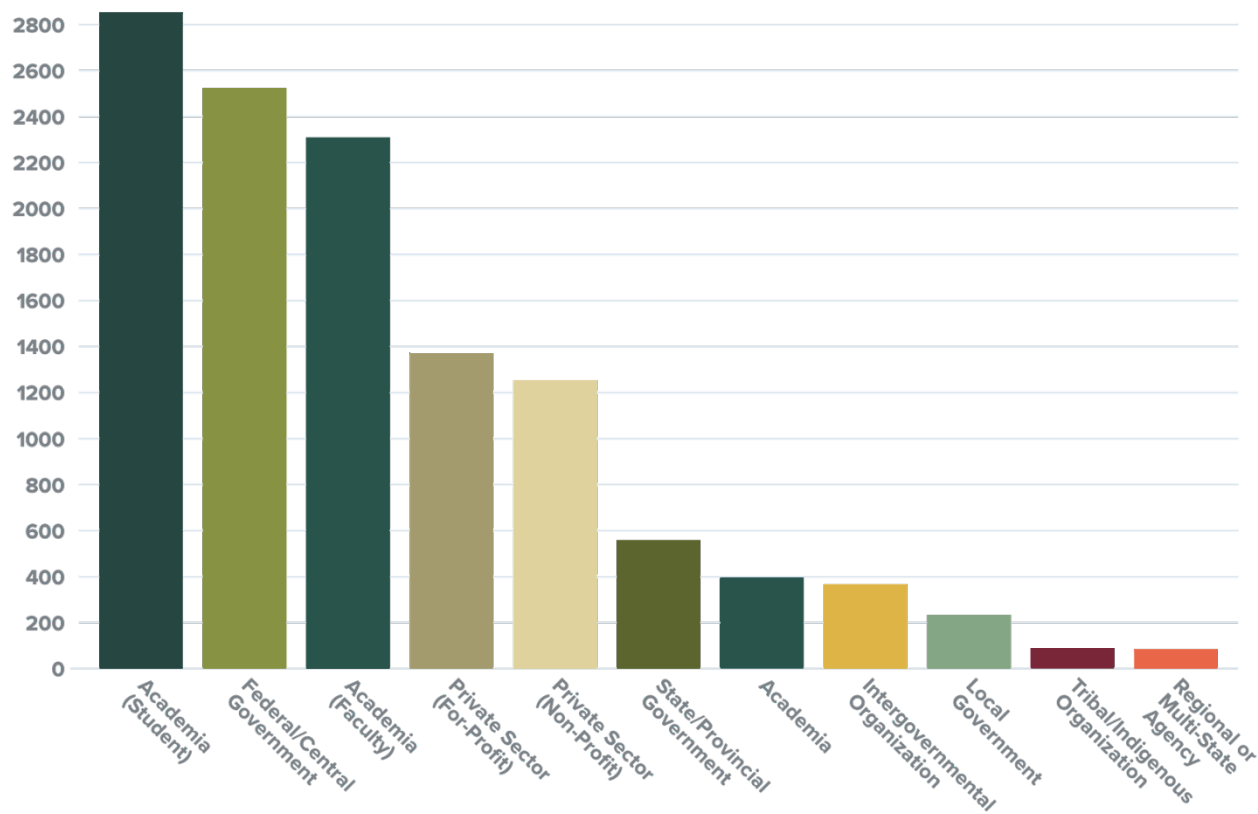
[¡Inscríbese en nuestra lista de correo!](#)



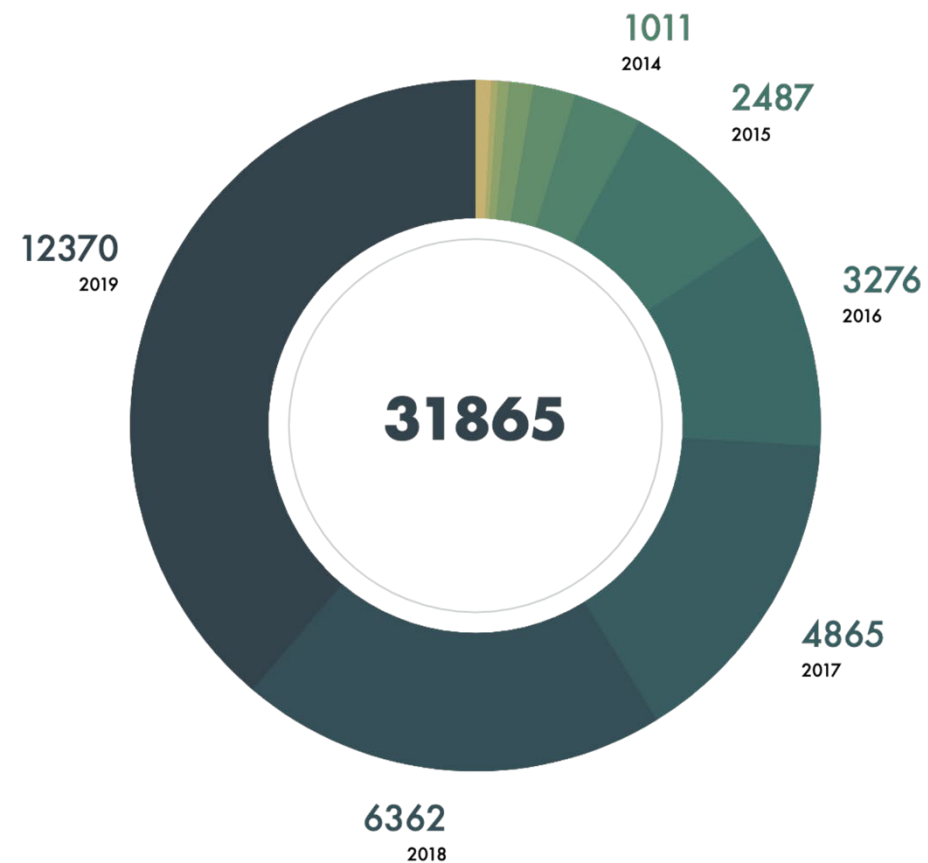
ARSET

Estadísticas Notables

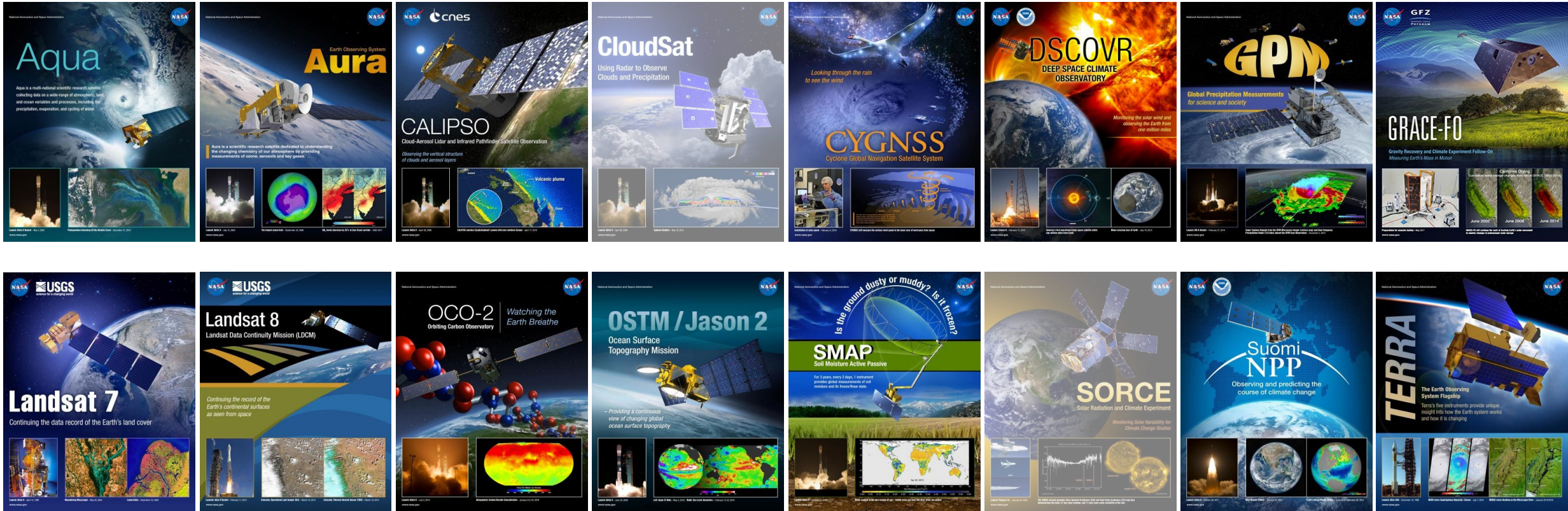
Participación por Sector



Participación por Año



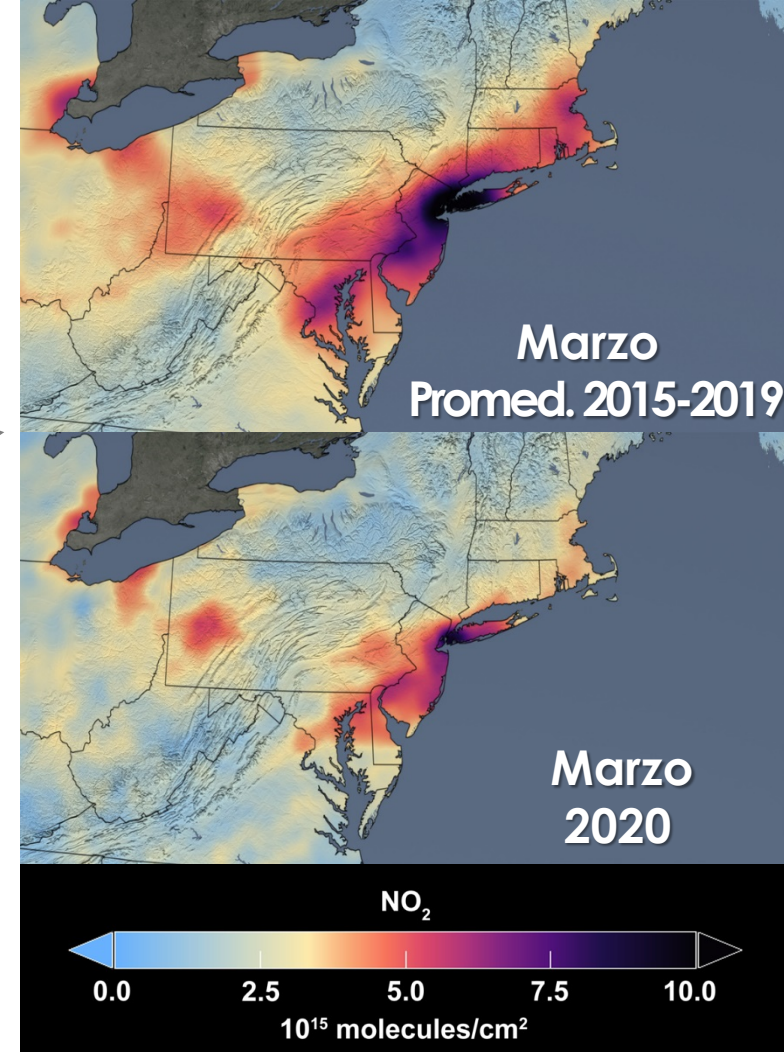
Misiones Cubiertas por ARSET



Objetivos del Aprendizaje

Al finalizar esta presentación, usted podrá:

- Comprender qué miden los satélites
- Explicar lo que muestran imágenes como estas
- Describir las capacidades y limitaciones de las mediciones satelitales de NO₂
- Encontrar y descargar imágenes satelitales de NO₂



Carga Global de la Contaminación Atmosférica

- La contaminación del aire fue responsable de 4,2 millones de muertes en 2016.
 - El 7,6% de todas las muertes en 2016
- El 91% de la población mundial vive en regiones donde los niveles de contaminación del aire superan las pautas de la Organización Mundial de la Salud
- Algunas de estas regiones carecen de monitoreo
- Los datos satelitales ayudan a cuantificar el impacto de la contaminación del aire en la salud humana



Source: <https://www.who.int/health-topics/air-pollution>



Observaciones Espaciales Relevantes para la Calidad del Aire

- **Gases**

- Ozono (O_3)
- Monóxido de Carbono (CO)
- Dióxido de Nitrógeno (NO_2)
- Dióxido de Sulfuro (SO_2)
- Gases de Efecto Invernadero (CO_2 , Metano)

La presentación de hoy se centra en el **NO_2**

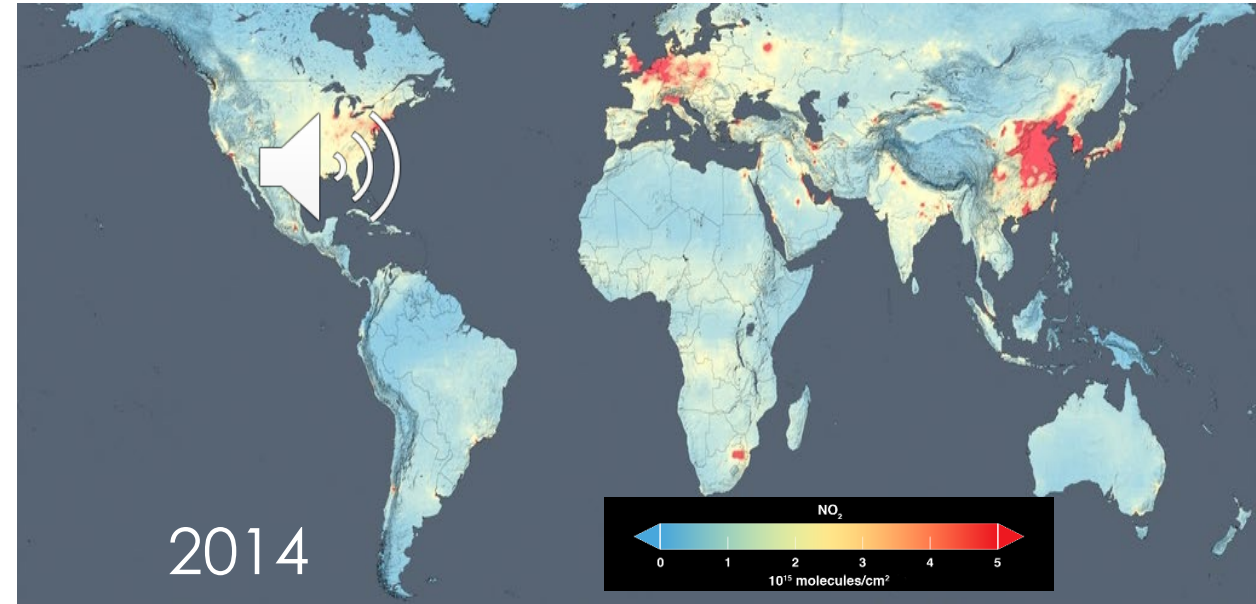
- **Partículas/Aerosoles**

- Imágenes de Color Real (True Color Imagery)
- Profundidad Óptica de Aerosoles
- Detección de Fuegos



¿Por qué la NASA Mide el NO₂?

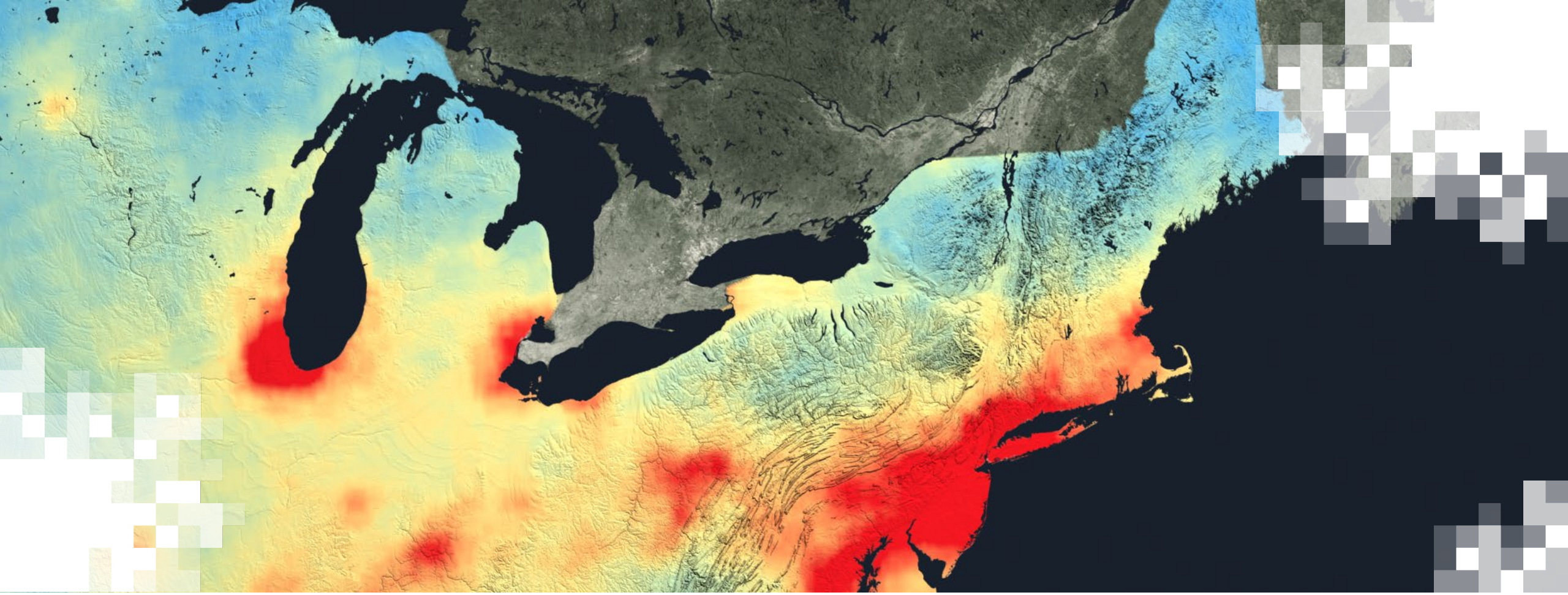
- NO₂ es un contaminante regulado por la EPA de EE.UU. (y en muchos otros países) y puede ser dañino para los humanos
- Produce ozono, otro contaminante
- Produce lluvia ácida, que es perjudicial para los ecosistemas
- Fuentes de NO₂:
 - Rayos, incendios, suelos, combustibles fósiles (por ejemplo, automóviles, centrales eléctricas, fabricación)



<https://svs.gsfc.nasa.gov/4412>

La mayor parte de la contaminación del NO₂ se encuentra en la superficie terrestre, donde viven y respiran los ecosistemas y las personas

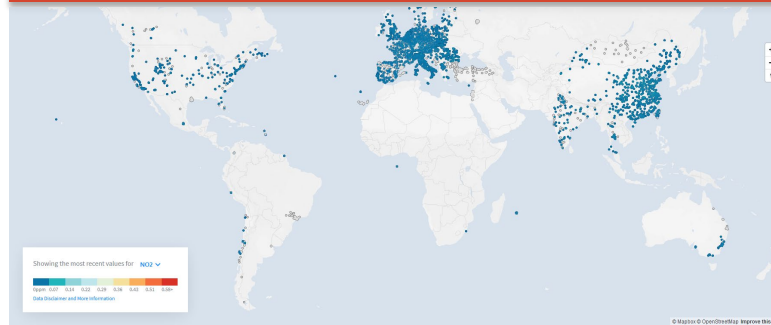




Conceptos Básicos de la Teledetección

El Monitoreo de la Contaminación del Aire

Mediciones en la Superficie Terrestre



Mediciones Aéreas y Espaciales



Modelos

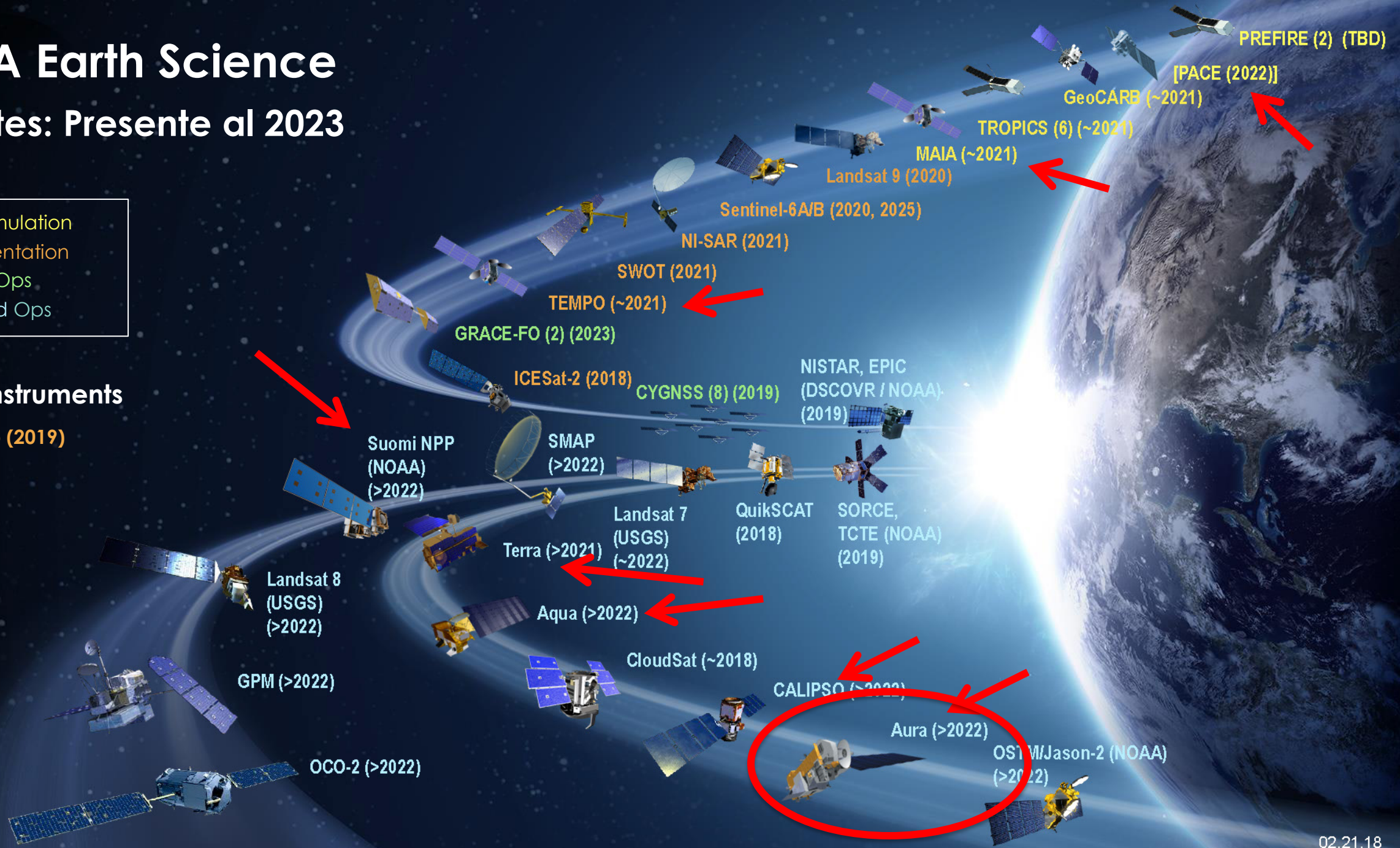


NASA Earth Science Satélites: Presente al 2023

- (Pre)Formulation
- Implementation
- Primary Ops
- Extended Ops

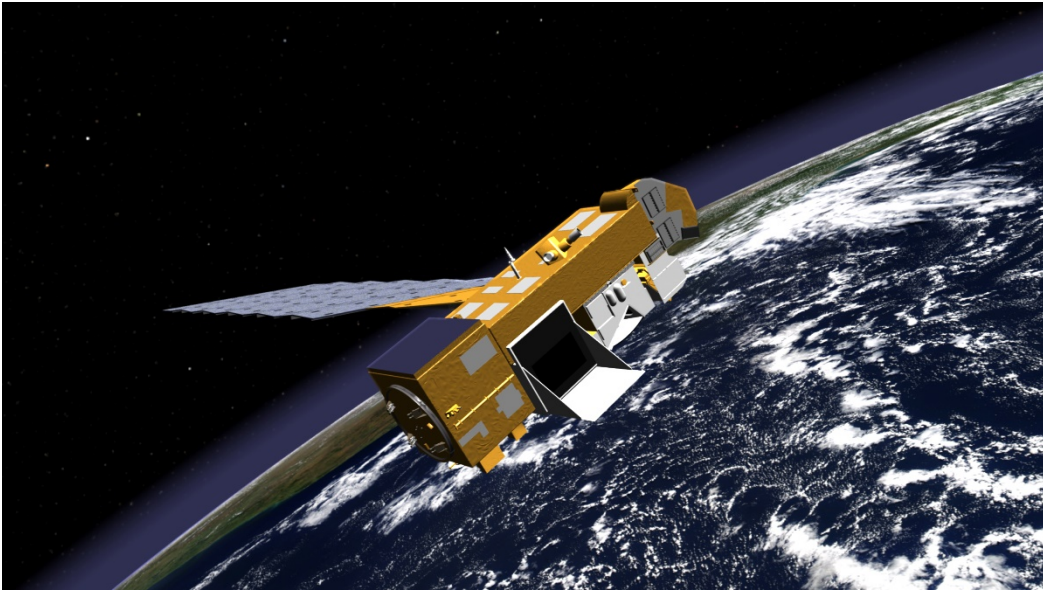
JPSS-2 Instruments

OMPS-Limb (2019)

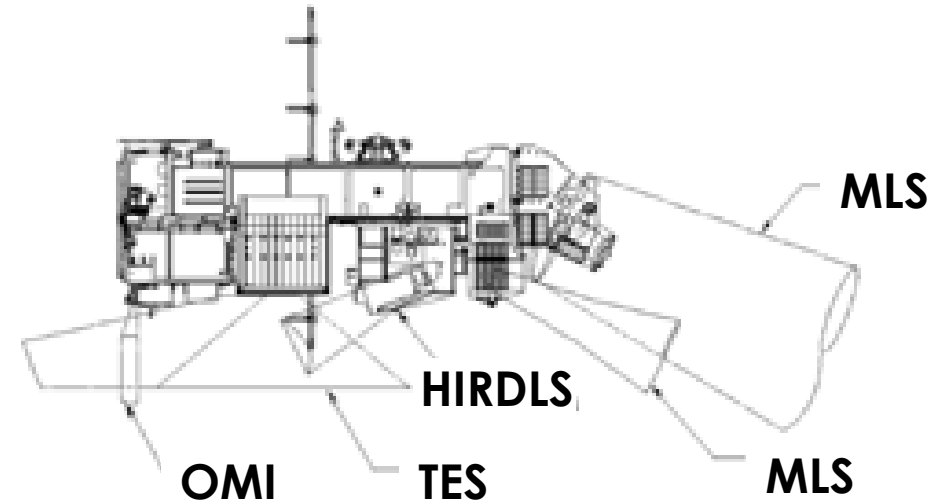


Satélites e Instrumentos

1. **Los satélites** llevan uno o mas instrumentos.
2. Estos **instrumentos** proporcionan observaciones de la tierra y la atmósfera.
3. El satélite Aura fue lanzado en el 2004, y lleva el instrumento OMI (entre otros).
4. ¡OMI mide NO_2 ! Hablaremos sobre eso más adelante



El Satélite Aura



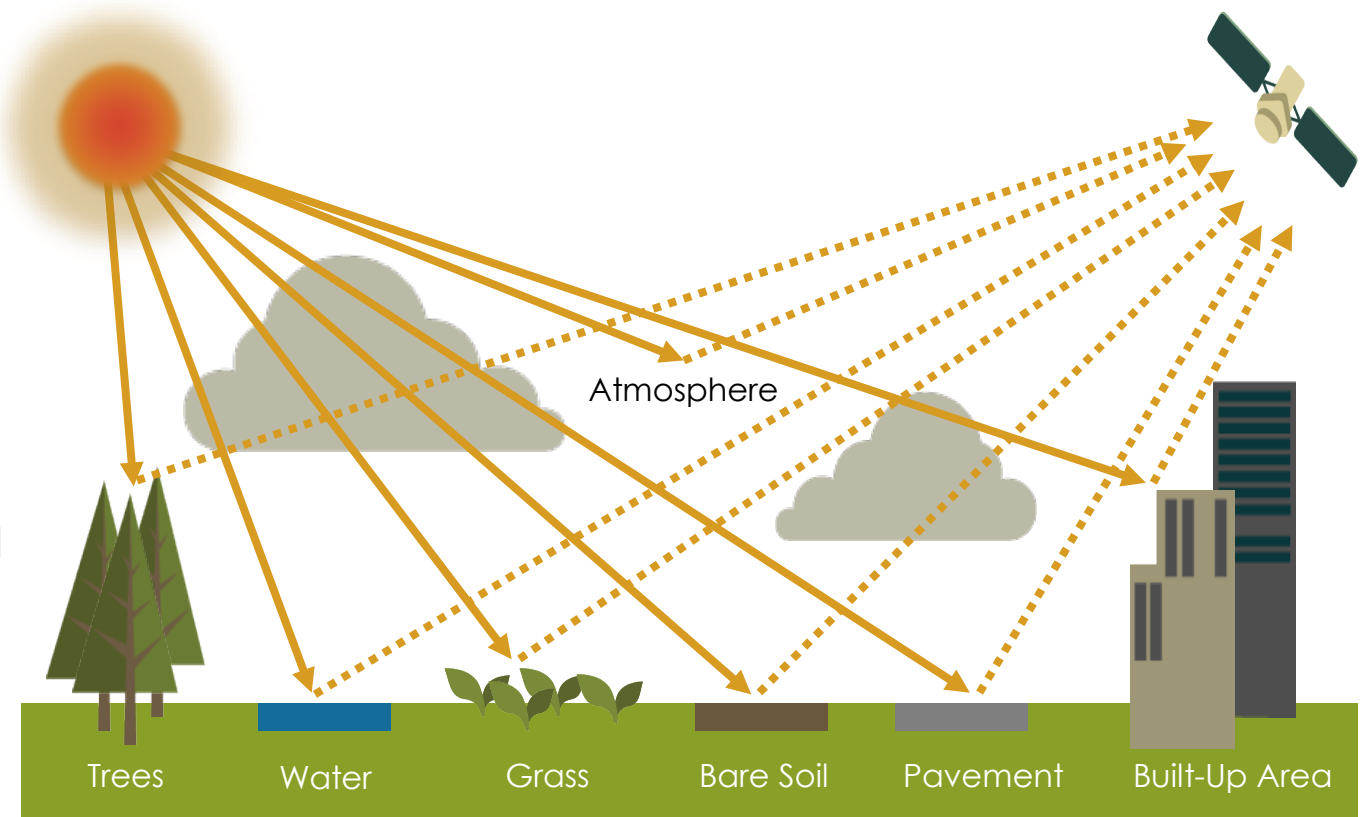
¿Qué es la Teledetección?

Recopilar información sobre un objeto sin estar en contacto físico directo con él.

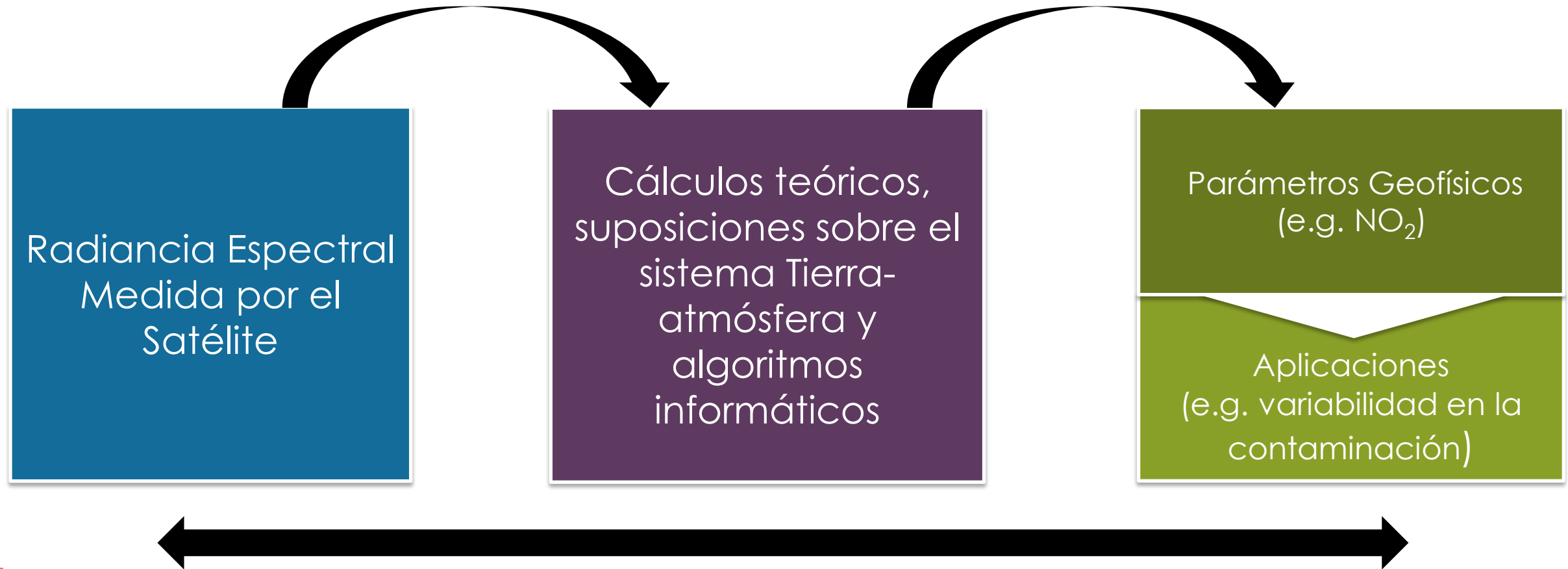


¿Qué Miden los Satélites?

- La intensidad de la radiación reflejada y emitida al espacio es influida por las condiciones en la superficie terrestre y atmósfera
- Los satélites miden esta radiación reflejada y emitida, por lo que contienen información acerca de las condiciones en la superficie y la atmósfera
- Conocemos los espectros de absorción distintos de cada gas trazador
- Podemos identificar una “huella espectral” para cada componente atmosférico



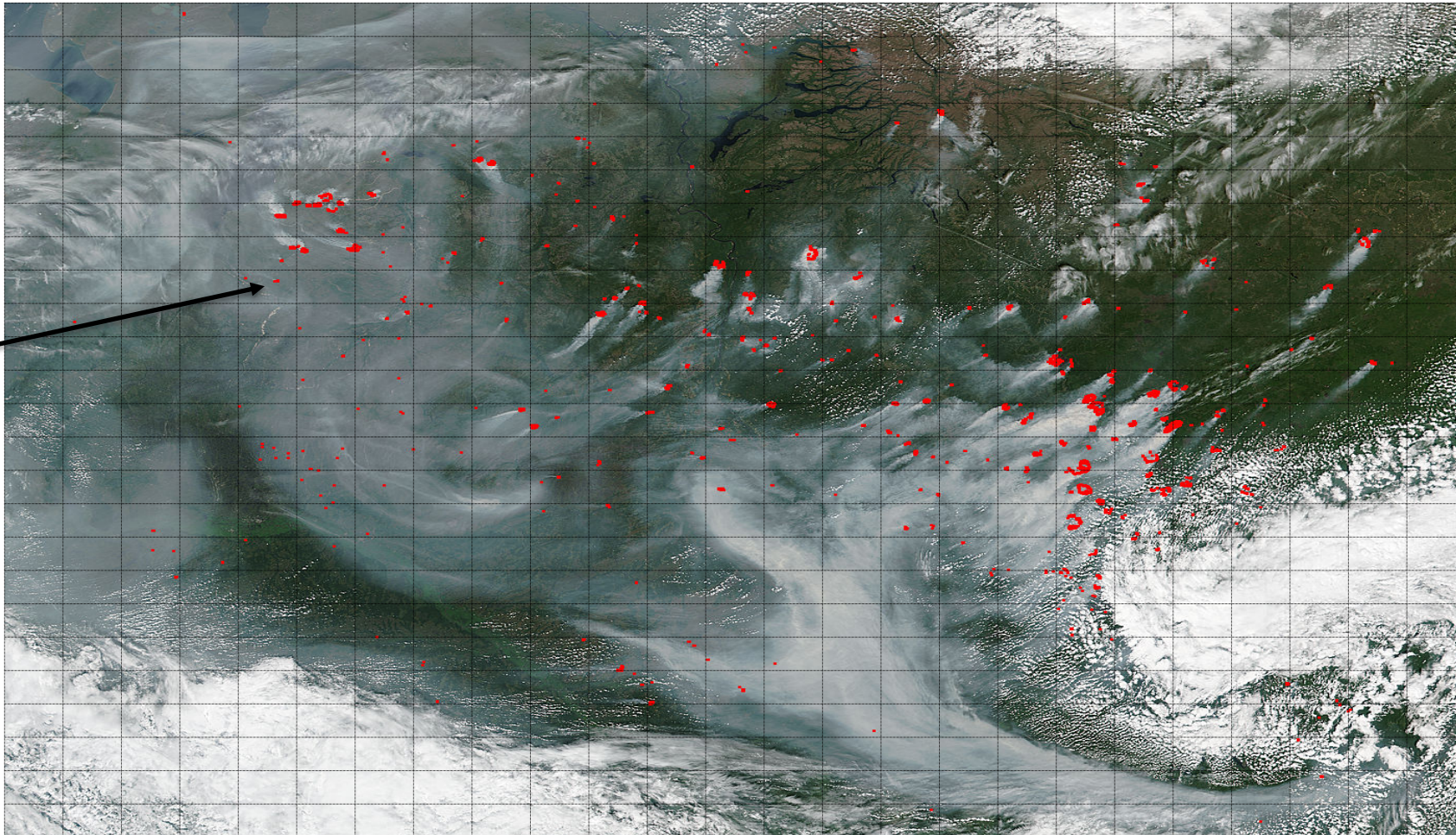
¿Cómo pasamos de las mediciones satelitales a las imágenes y luego a cambios en la contaminación del aire a lo largo del tiempo?



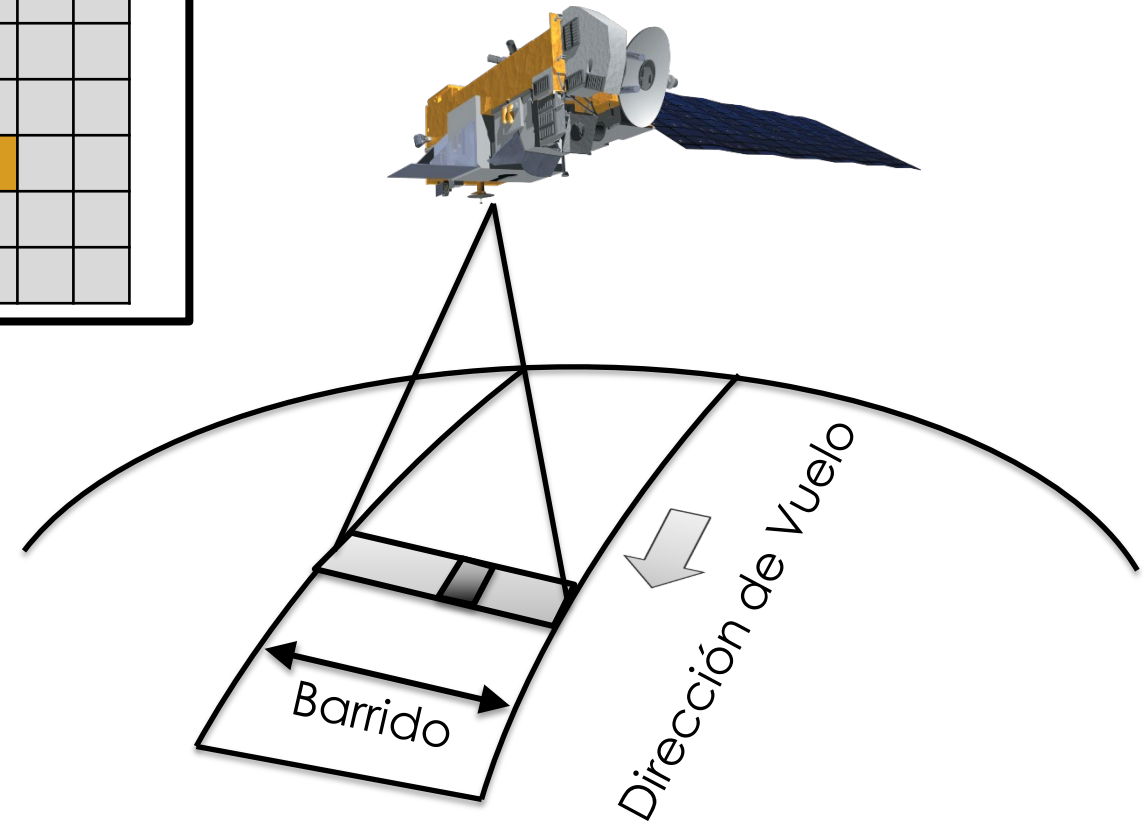
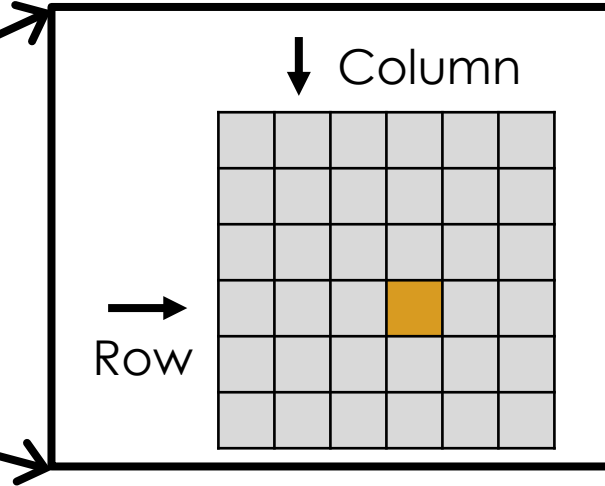
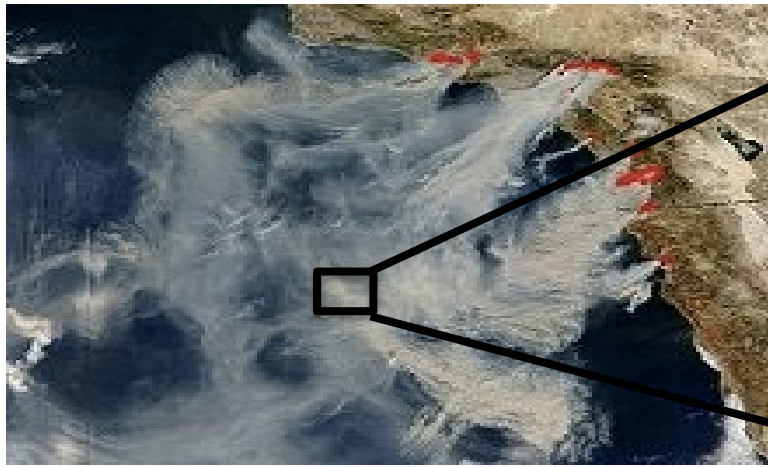
“Una Imagen Vale más que Mil Palabras”

Una imagen de satélite vale ~~a~~ **millones de puntos de datos**

Un
parámetro
geofísico



Cuadrículas (Pixel) – La Unidad mas Pequeña de una Imagen

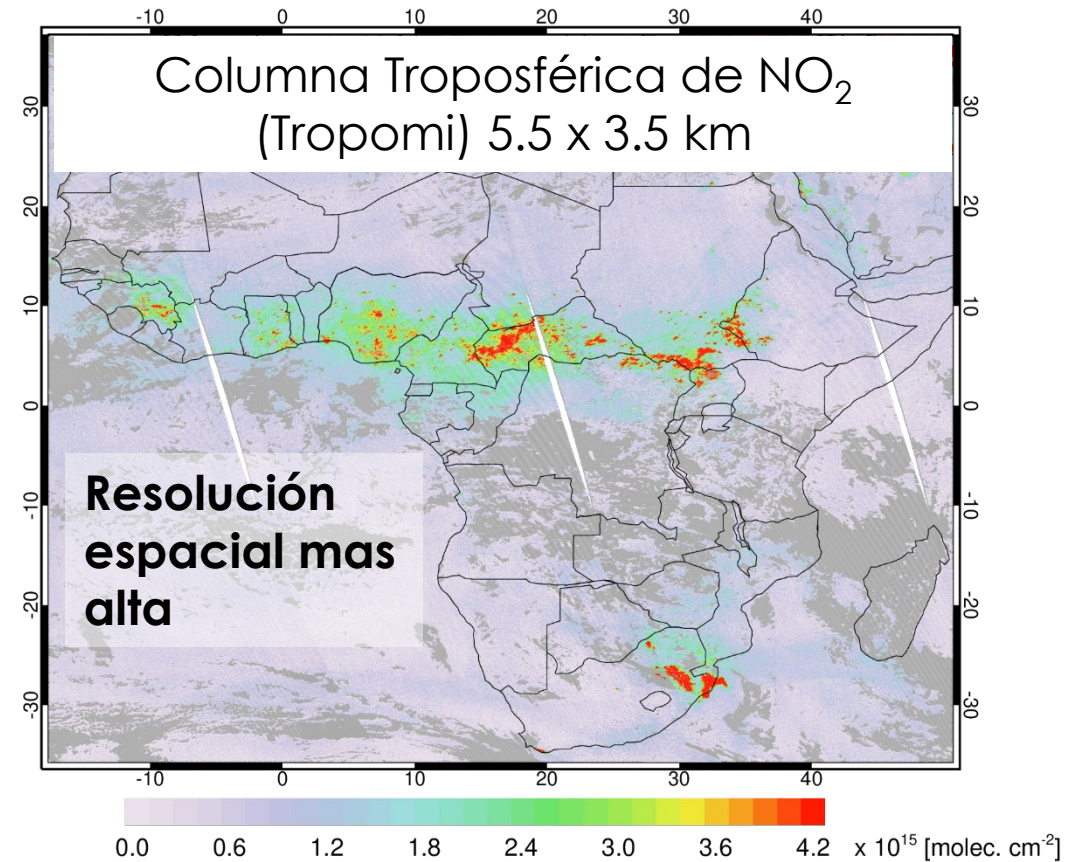
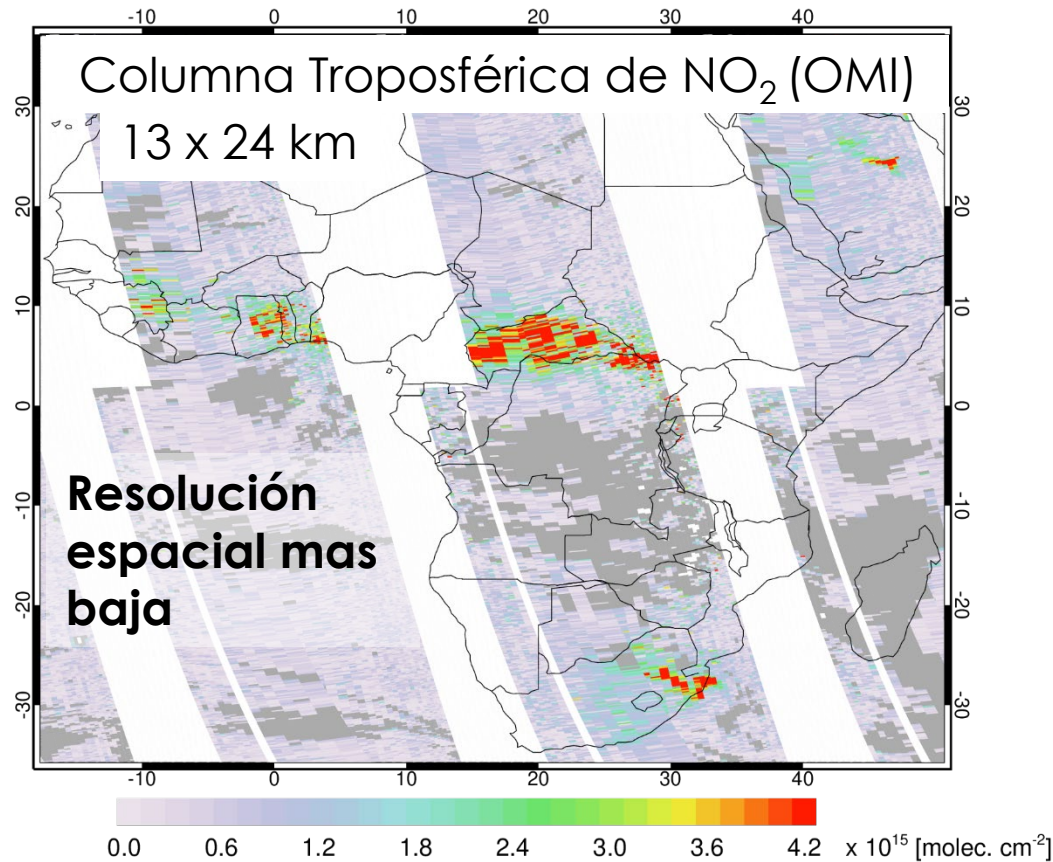


- Una imagen satelital está formada por elementos individuales, llamados cuadrículas, y dispuestos en columnas y filas
- Cada cuadrícula representa un área en la superficie de la tierra y tiene un valor único
- El tamaño de las cuadrículas determina la **resolución espacial**



¿Por qué es Importante la Resolución Espacial?

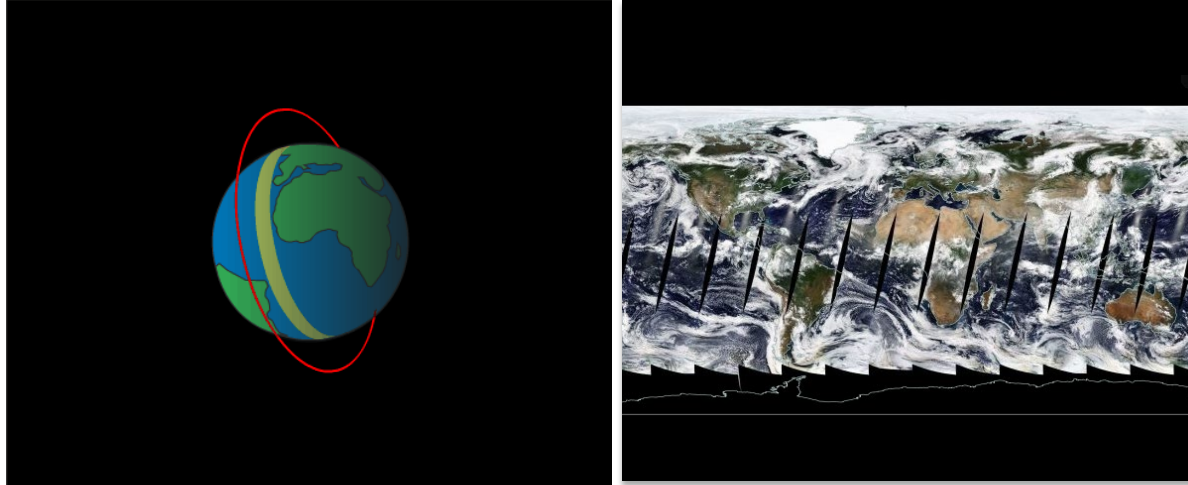
Una resolución más alta significa que podemos identificar más características.



01 ene, 2019



¿Donde Hacen Mediciones los Satélites?

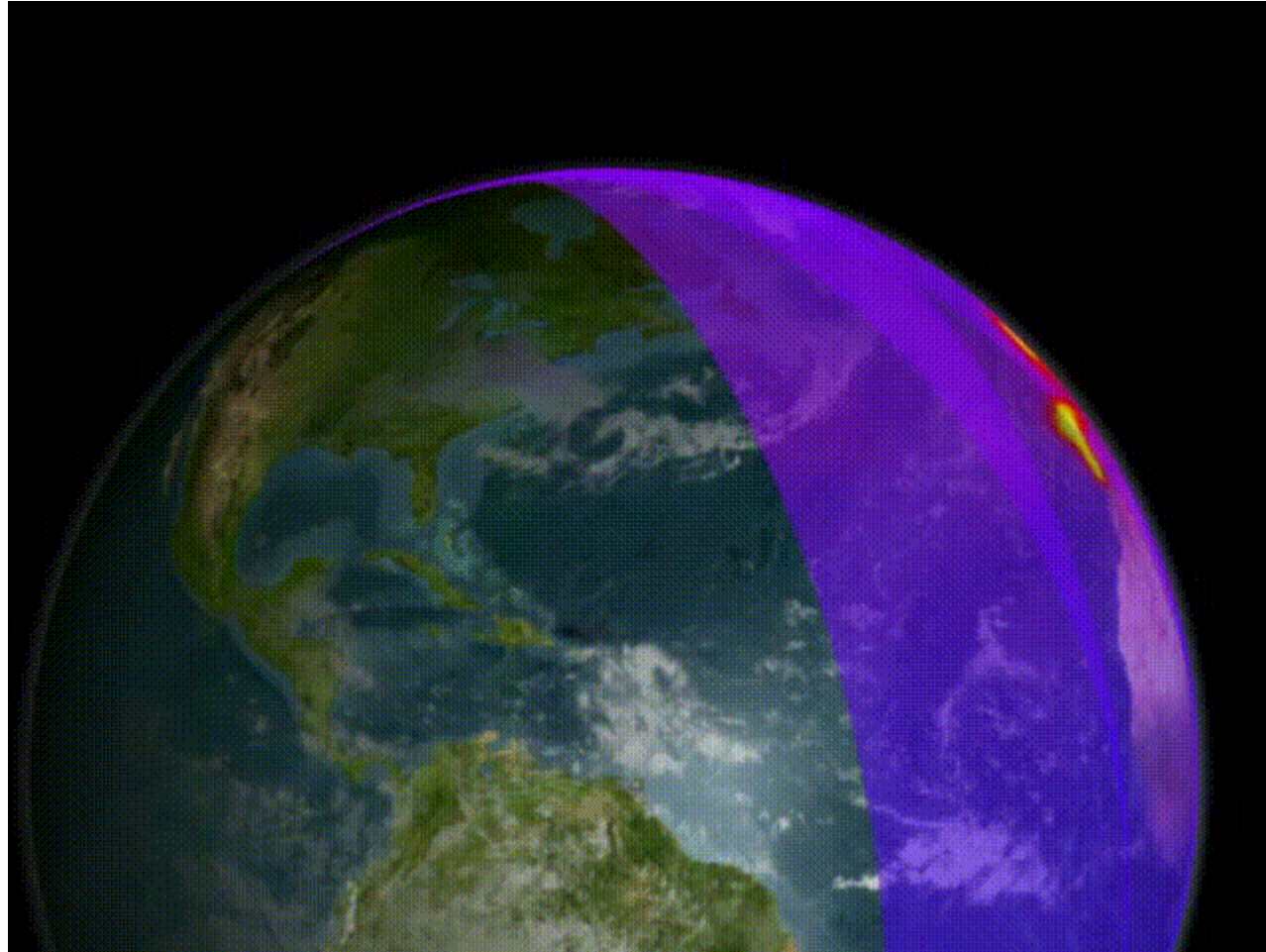


Órbita Polar

- Órbita circular fija ~600-1,000 km sobre la tierra
- Pasa por encima aproximadamente a **la misma hora solar local** cada día
- ***Puede proporcionar cobertura global***

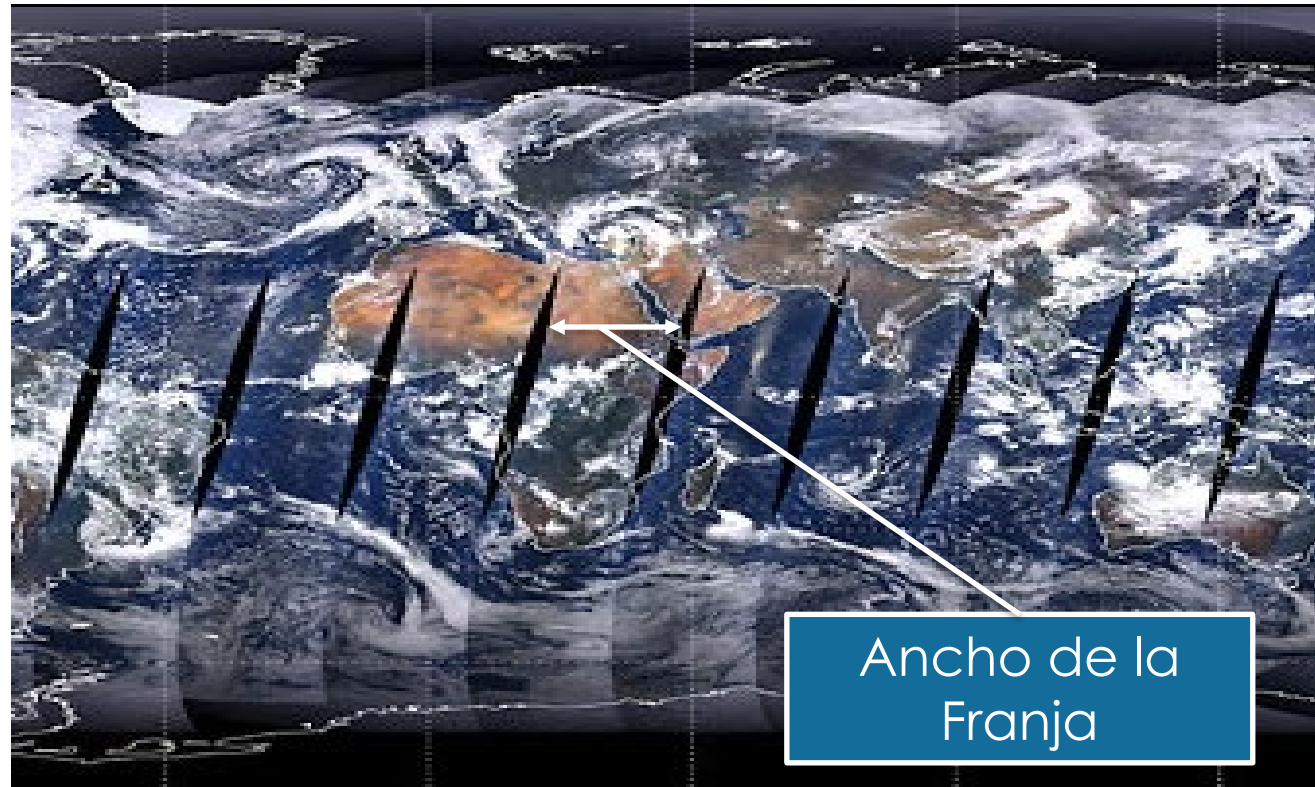


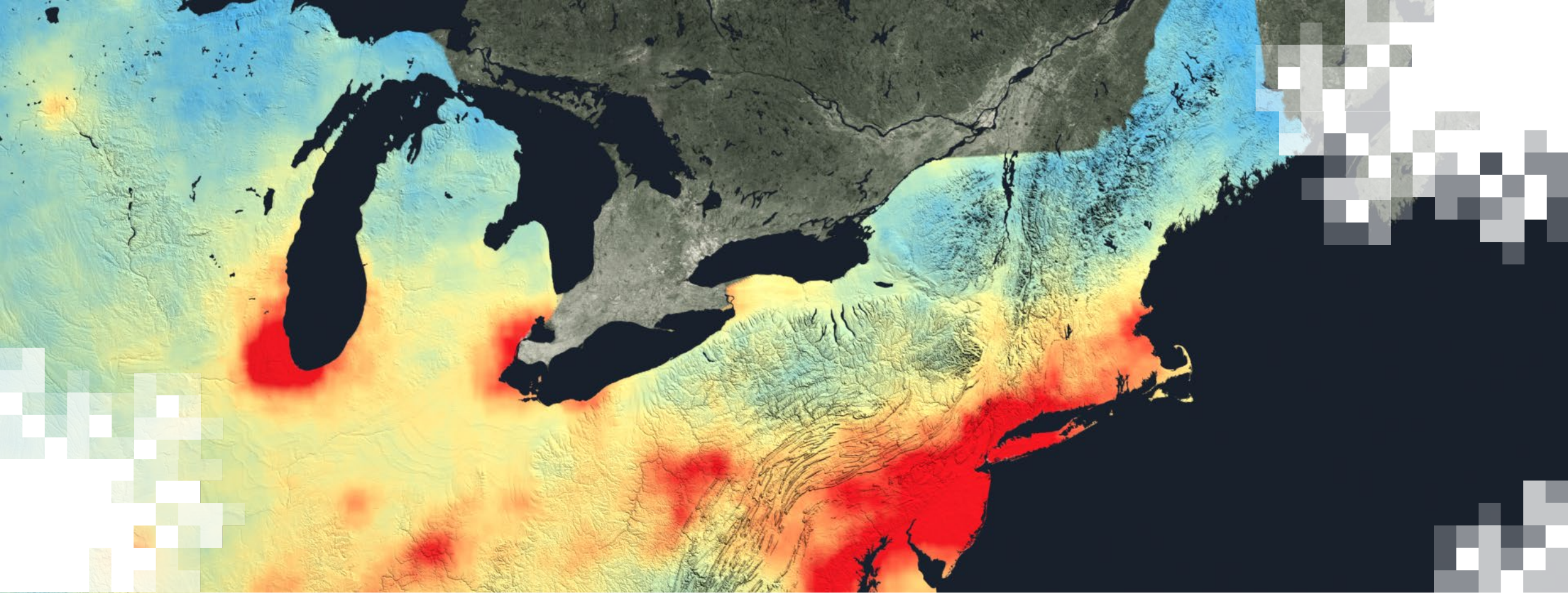
Aura Realizando Observaciones en una Órbita Polar



¿Con qué Frecuencia Proporcionan Mediciones los Satélites?

- Si el ancho de franja de un instrumento es lo suficientemente grande, los satélites en órbita polar pueden proporcionar imágenes globales todos los días.
- Si el ancho de franja deja espacios entre las órbitas, la cobertura global puede llevar más de un día (OMI proporciona cobertura global en 1-2 días).





Ozone Monitoring Instrument (OMI)

Ozone Monitoring Instrument (OMI)

- A bordo del satélite Aura, lanzado en el año 2004
 - 740 bandas de longitud de onda
 - 13h45- hora de cruce ecuatorial
 - Resolución espacial: 13x24 km (mayor al borde de la franja)
 - Cobertura global en 1-2 días (14 órbitas)
- Tipos de mediciones
 - O₃ en Columna Total
 - O₃ en Columna Troposférica
 - Espesor óptico de aerosoles (en UV)
 - Formaldehído en Columna
 - NO₂ en Columna
 - **NO₂ en Columna Troposférica**
 - SO₂ en Columna



Datos disponibles gratuitamente

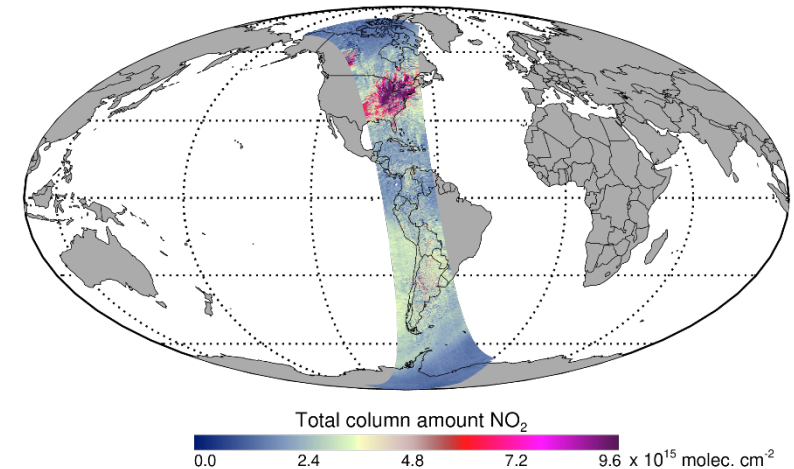


Datos de dióxido de nitrógeno de OMI (NO₂): resolución nativa

- Los datos OMI NO₂ están disponibles en su resolución nativa (también conocida como Nivel 2) en el GES DISC. Busque OMNO2.
- Cada órbita = 1 archivo de datos
- Para usuarios avanzados, hay más información sobre los datos del Nivel 2 de OMI disponibles gratuitamente en el seminario web avanzado de ARSET <https://arset.gsfc.nasa.gov/airquality/webinars/advanced-NO2-2019>
- Archivo con más información aquí: https://disc.gsfc.nasa.gov/datasets/OMNO2_003/summary
- Los datos e imágenes están disponibles entre uno y dos días.

OMNO2 Level 2 Resolución Nativa

Aura OMI OMNO2 (17:47 UTC October 11, 2006)



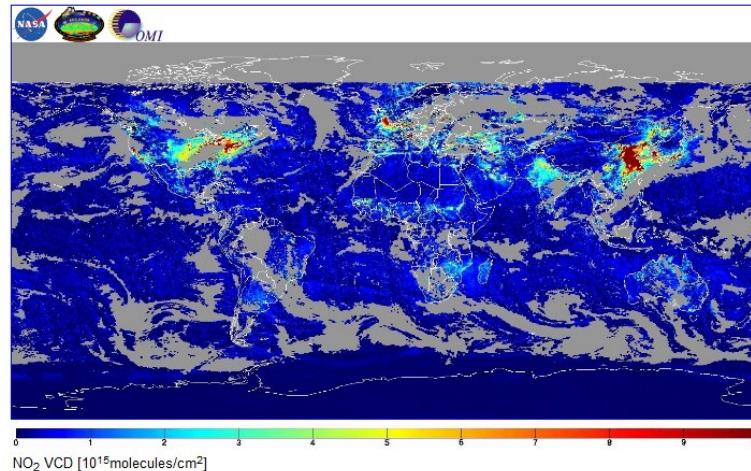
<https://disc.gsfc.nasa.gov/>



Datos de OMI: Productos Cuadriculados

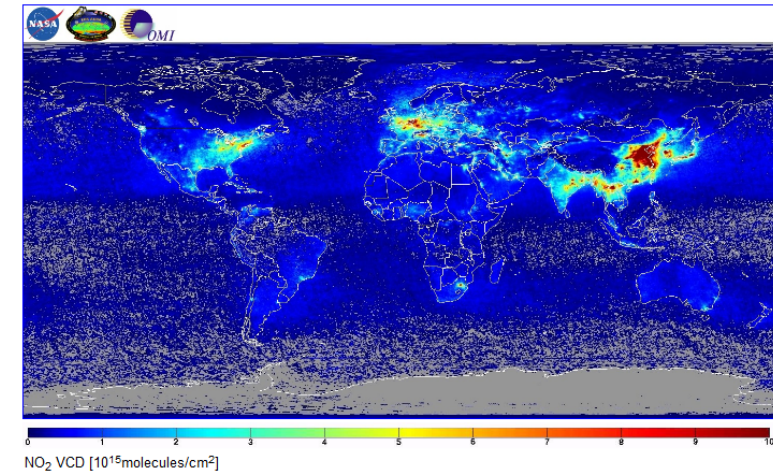
- La NASA también proporciona datos de OMI en cuadrículas uniformes (conocido como Nivel 3).
- Estos datos pueden tardar un poco más en estar disponibles (varios días).

OMNO2d Nivel 3
Cuadrulado
(0.25° x 0.25°)
A Diario y Mensual



A diario - <https://disc.gsfc.nasa.gov/>
(txt, hdf, netcdf)
Mensual - <https://avdc.gsfc.nasa.gov/>
(available txt, hdf5)

OMNO2d_HR Nivel 3
Cuadrulado
(0.1° x 0.1°)
A Diario y Mensual



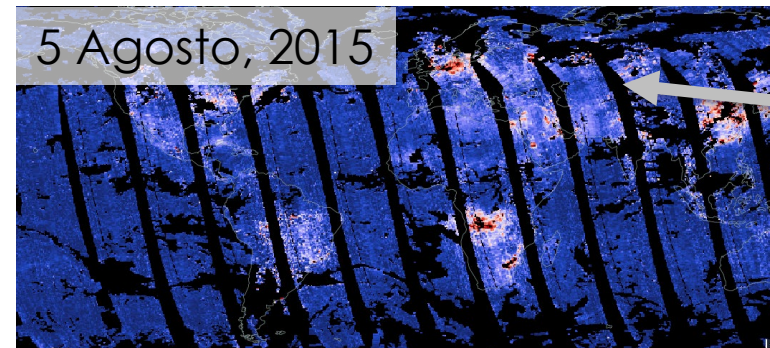
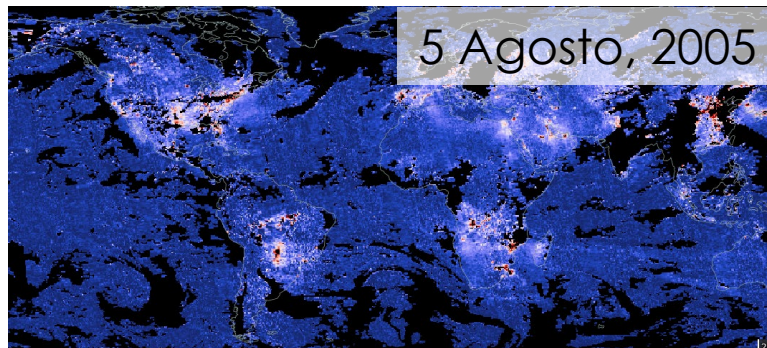
https://avdc.gsfc.nasa.gov/pub/data/satellite/Aura/OMI/V03/L3/OMNO2d_HR/
A diario: hdf5
Mensual: txt, netcdf



Consideraciones Importantes al usar Datos NO₂ de OMI

- Ha habido un 50% de pérdida de datos de OMI desde 2008 (llamado la anomalía de la fila de OMI).
- Si utiliza datos de nivel 2 de resolución nativa, un usuario avanzado debe aplicar filtros adicionales o indicadores de calidad contenidos en los archivos.
- En los datos cuadriculados de Nivel 3, estos indicadores de calidad generalmente ya se han aplicado.
- Desventajas de los datos cuadriculados: puede ser una resolución más gruesa y hay pérdida de cierta información debido al cálculo del promedio de los datos de varios píxeles para generar la cuadrícula de Nivel 3.

Columna Troposférica de OMI



Pérdida de datos debido a la anomalía de la fila



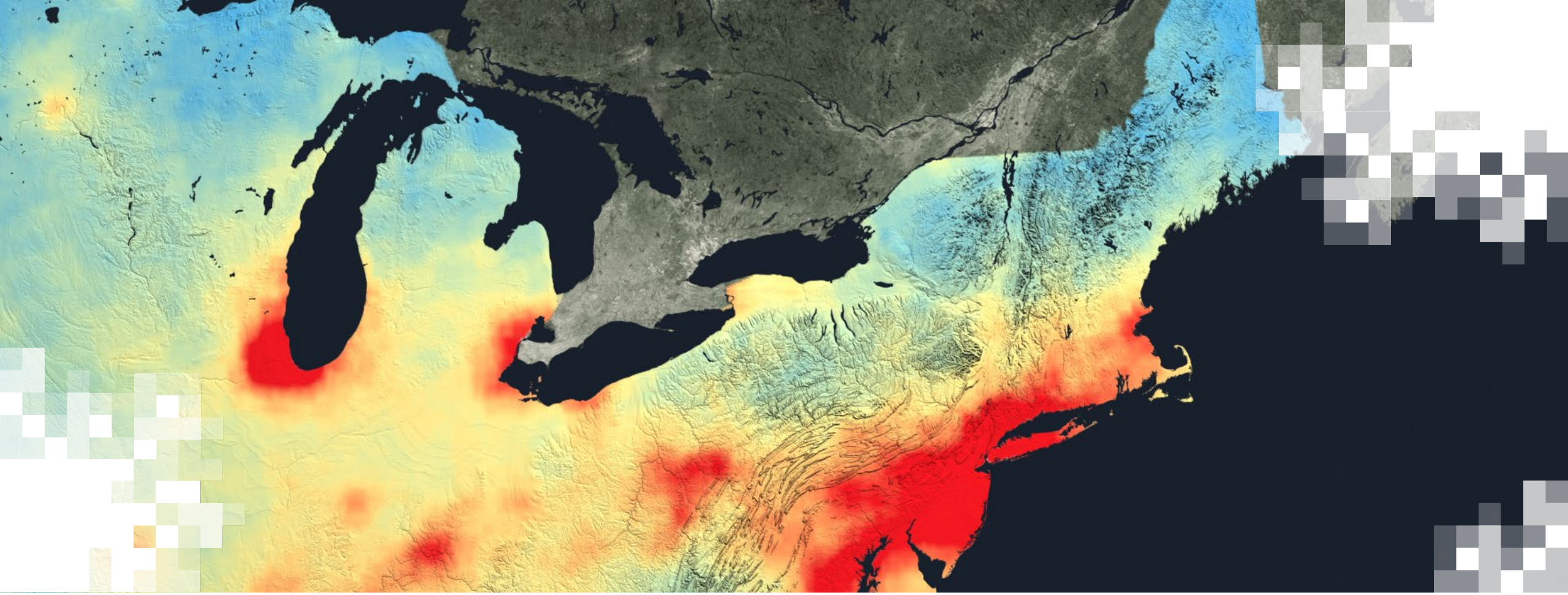
¿Que Otros Instrumentos Miden NO₂?

TROPOMI

- Desde marzo de 2020, ha habido numerosos informes de los medios que muestran cambios globales en el NO₂ (debido al COVID-19), del instrumento TROPOMI.
- Este es un instrumento en el satélite Sentinel-5P de la Agencia Espacial Europea.
- TROPOMI también brinda cobertura global
- Tiene mayor resolución espacial que OMI: 5,5x3,5 km (en el nadir)
- Tiene un registro histórico más corto (fue lanzado en 2017)
- Para obtener más información sobre TROPOMI, puede escuchar la grabación de esta capacitación de ARSET:

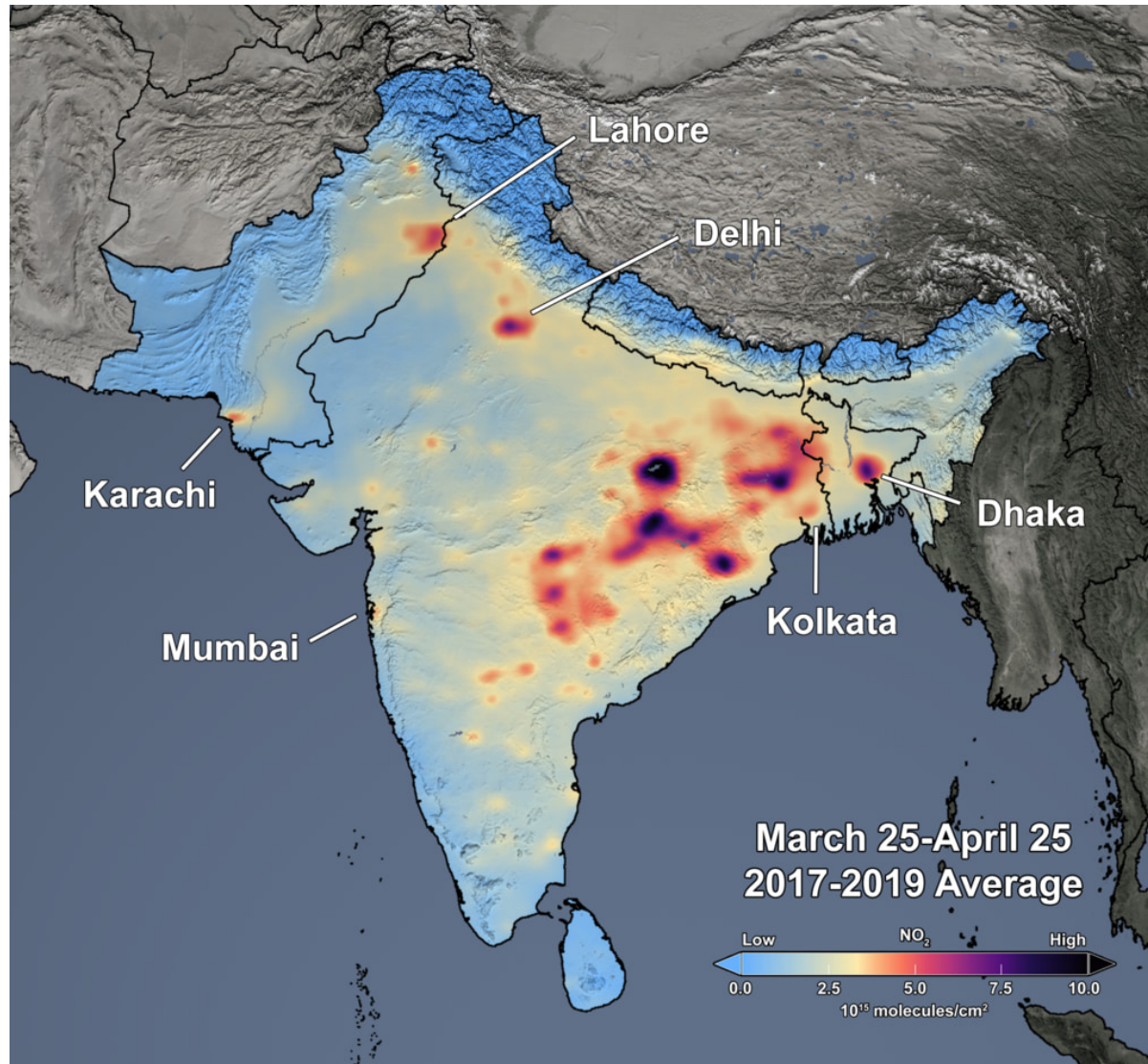
<https://arset.gsfc.nasa.gov/airquality/webinars/advanced-NO2-2019>



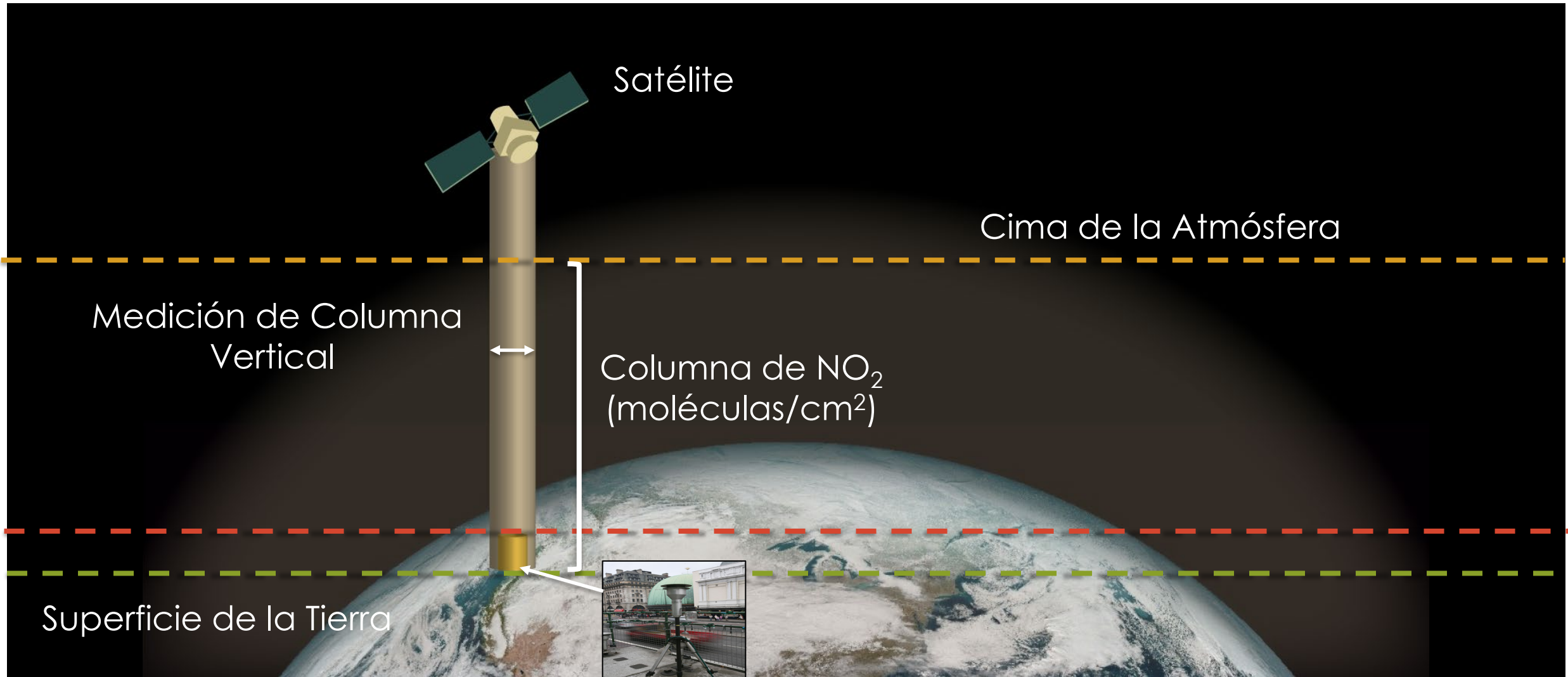


Conceptos Básicos de la Interpretación de Imágenes de NO₂

¿Qué significa esta imagen y qué características puedo ver?



Instrumentos Satelitales y Terrestres



La Columna Total está Compuesta de Capas Atmosféricas

- La atmósfera está compuesta de varias capas con distintas características
- Nos vamos a centrar en la troposfera:
 - Donde vivimos
 - La capa más baja
 - Casi todo el clima y las nubes ocurren aquí

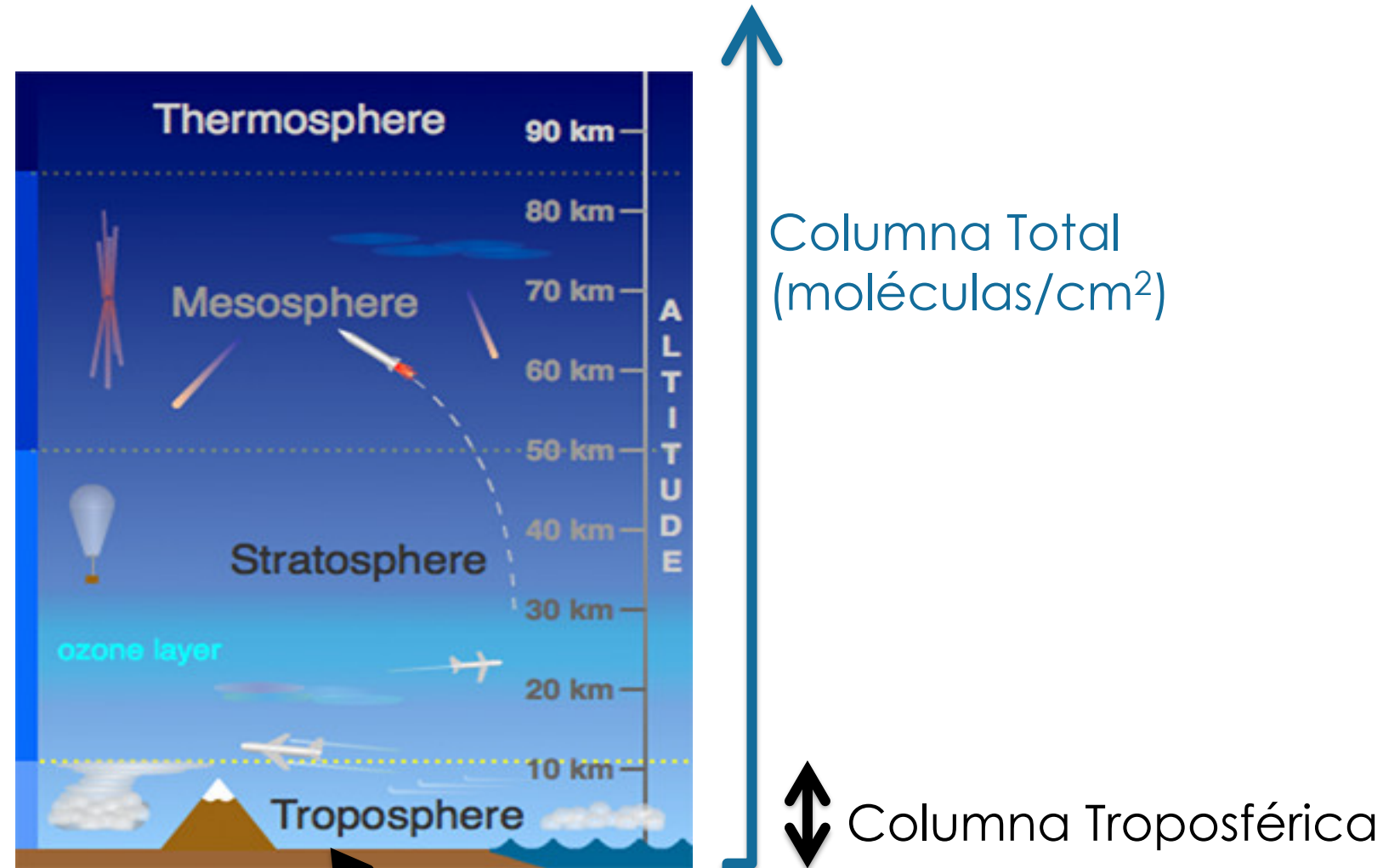


Image: <https://scied.ucar.edu/atmosphere-layers>

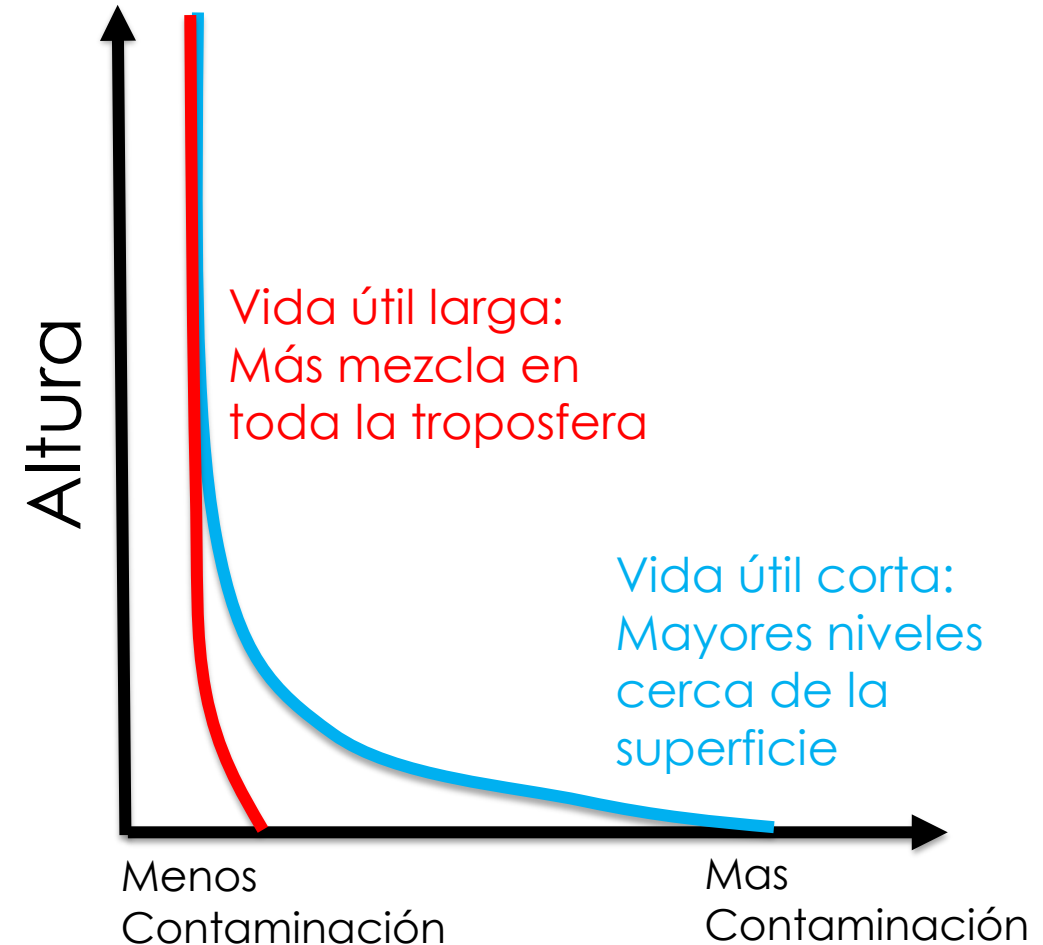
NASA's Applied Remote Sensing Training Program

Usted Esta Aquí (Superficie Terrestre)



¿Qué Relación Hay Entre la Contaminación en la Columna Troposférica y la Superficie?

- Usando información sobre fuentes de contaminación y química atmosférica, podemos inferir información sobre la distribución vertical de un contaminante, incluida la cantidad cerca de la superficie.
- ¿Dónde están las fuentes contaminantes?
 - La mayoría del NO_2 se emite en la superficie terrestre (vehículos, generación eléctrica).
- ¿Cuánto tiempo permanece el NO_2 en la atmósfera?
 - El NO_2 tiene una vida útil relativamente corta (varias horas), por lo que los niveles de contaminación son mucho más altos alrededor de las fuentes de NO_2 cerca de la superficie de la tierra



Los Cambios en la Columna de NO₂ Pueden Darnos Información Sobre los Cambios en la Superficie Terrestre

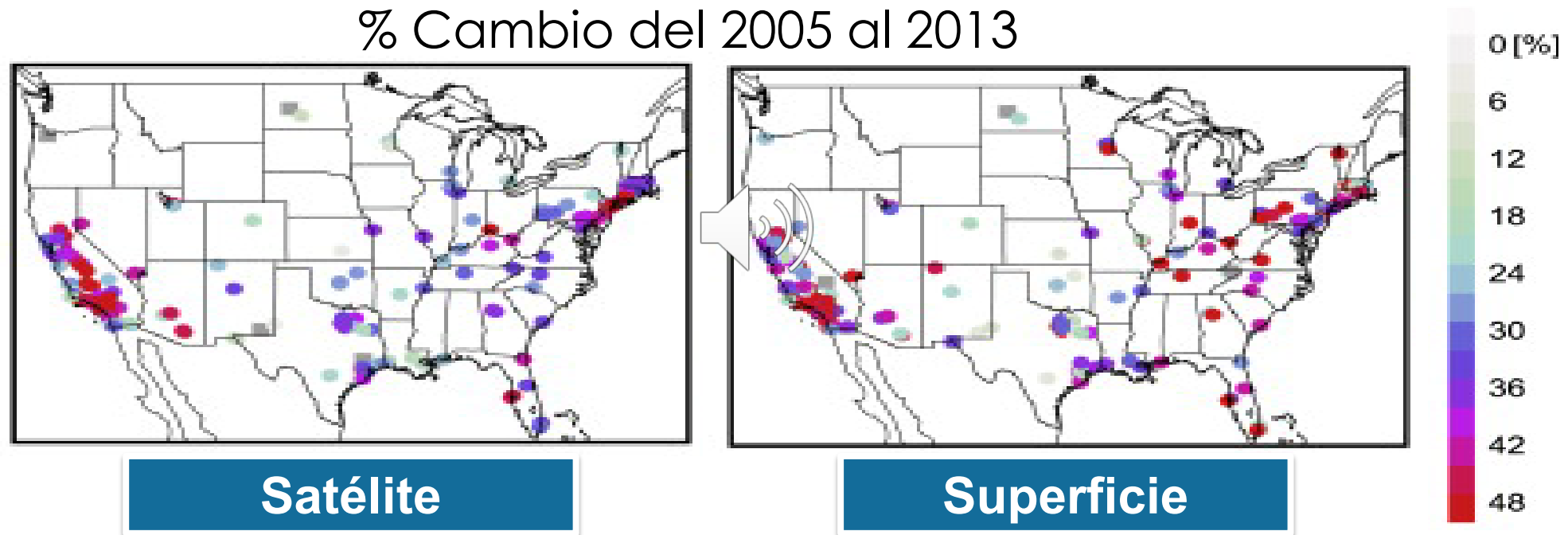
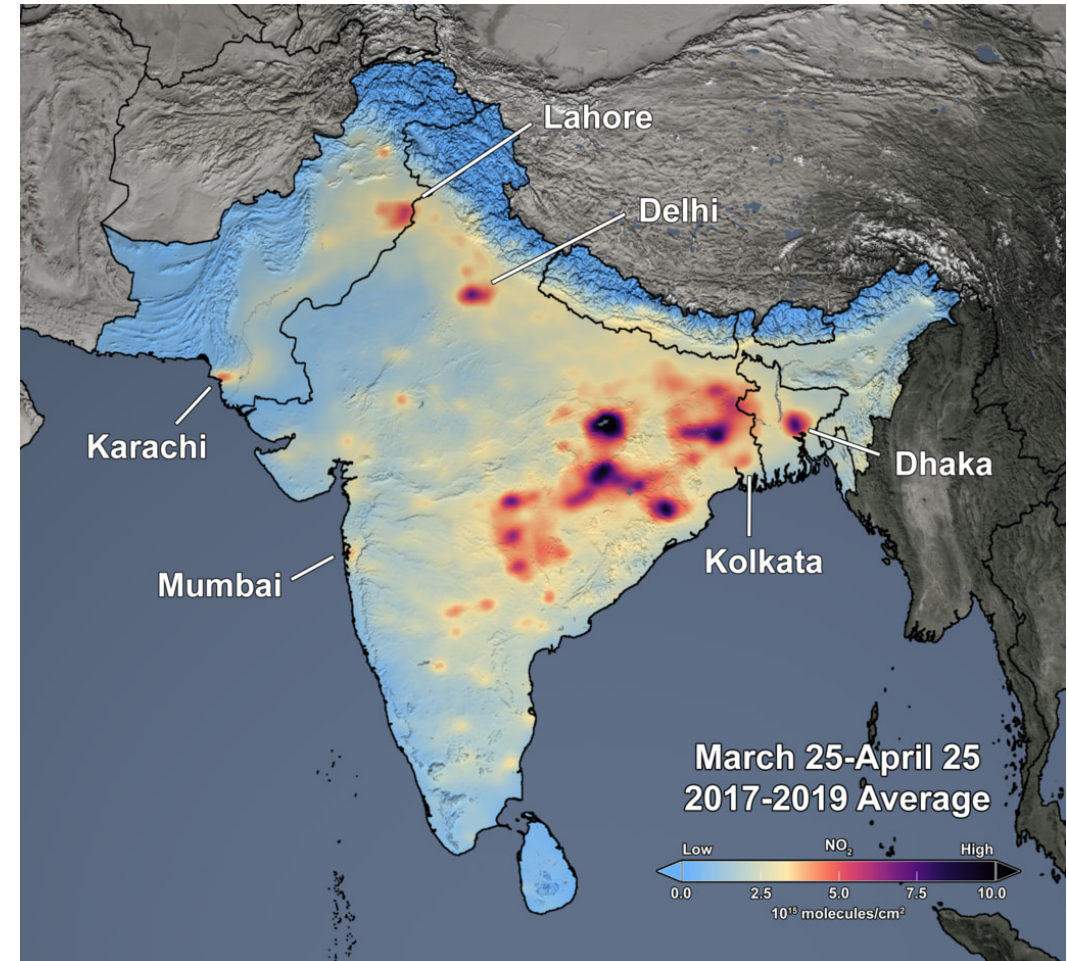


Image Credit: Lamsal et al. (2015)



¿Qué significa esta imagen y qué características puedo ver?

- La barra indica la cantidad de NO_2 (moléculas/ cm^2) desde la superficie terrestre hasta la parte superior de la troposfera
- Si se procesan cuidadosamente, el NO_2 de OMI es un proxy efectivo para los niveles de NO_2 en la superficie.
- Esta imagen es un promedio de un periodo de 30 días durante tres años (2017-2019).
- Las imágenes OMI NO_2 capturan características a escala local y regional.
- La resolución es suficientemente alta para discernir centrales de energía individuales y grandes ciudades



¿Qué Determina los Niveles de NO₂ a Nivel de Suelo?

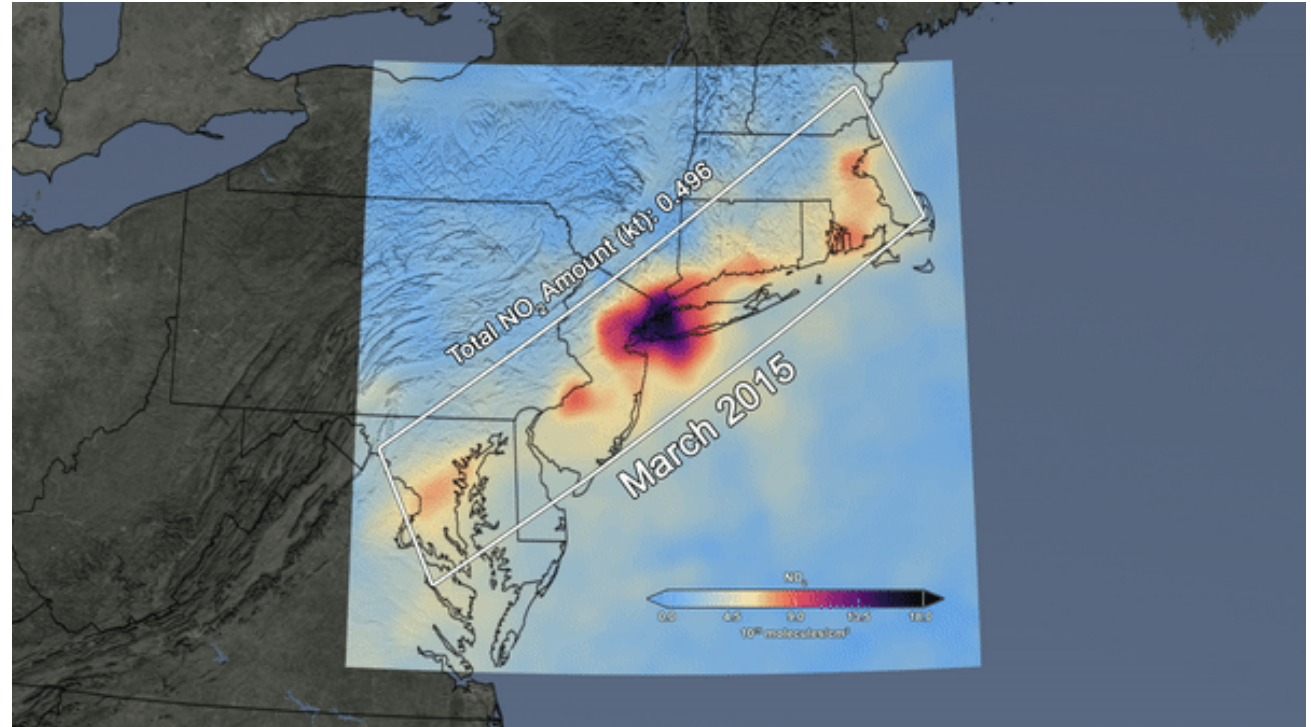
Emisiones



Química



El Clima



¿Qué Determina los Niveles de NO₂ en la Superficie Terrestre?

Emisiones

Las emisiones varían según el tipo de combustible y otras condiciones:

- Gasolina, diésel (vehículos)
- Carbón y gas natural (generación eléctrica)
- Rayos e incendios

¿Qué factores contribuyen a los niveles de emisión de NO₂?

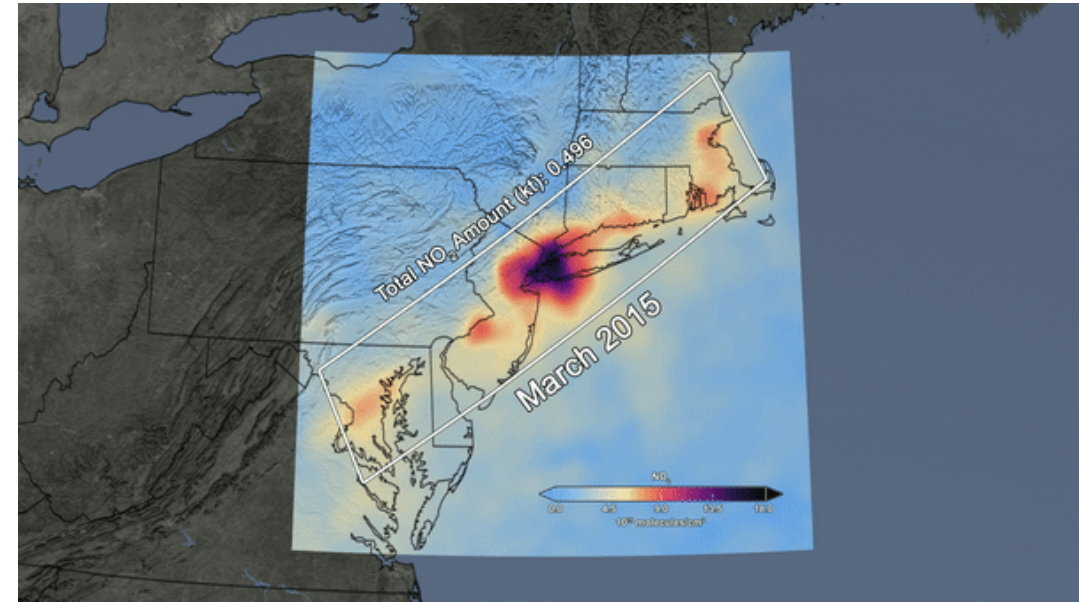
- Política o regulación de la calidad del aire o cambio climático
- Mayor uso de energías renovables.
- Recesión económica
- Desastres naturales
- Confinamiento debido a pandemias
- Intervenciones políticas repentinas (por ejemplo, Juegos Olímpicos de Beijing)



¿Qué Determina los Niveles de NO₂ en la Superficie Terrestre ?

Química

- Siempre hay emisiones de NO₂ y otros contaminantes en la atmósfera. Después de su emisión, sufren reacciones químicas que determinan su vida útil (cuánto tiempo permanecen en la atmósfera).
- La velocidad de estas reacciones químicas depende de factores como la temperatura y la cantidad de luz solar, y explican en parte la variabilidad estacional en los niveles de NO₂



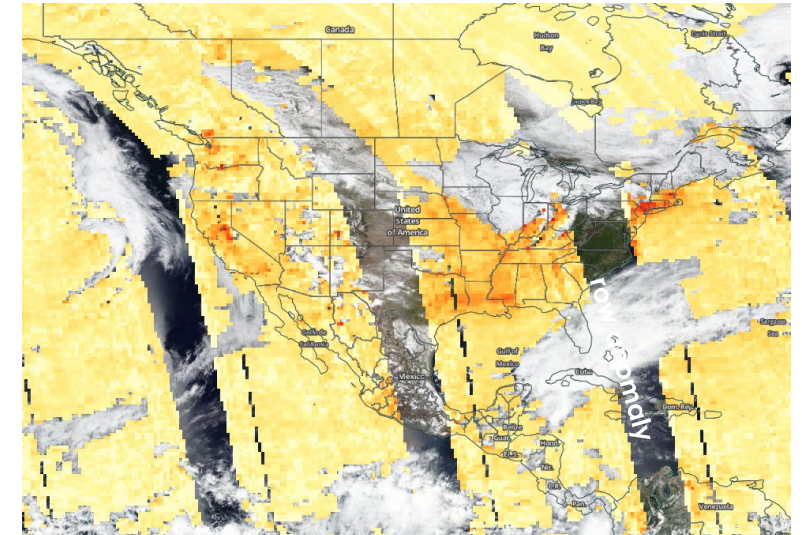
¿Qué Determina los Niveles de NO₂ en la Superficie Terrestre ?

El Clima

El clima varia de un año para otro e influye en la cantidad de NO₂ en la superficie de la tierra

- *Los vientos fuertes pueden distribuir el NO₂, disminuyendo o aumentando su concentración*
- *Las temperaturas altas y/o más luz solar pueden acelerar la química del NO₂ en el aire.*
- *Las nubes pueden interferir con la capacidad de de los satélites para "ver" la superficie.*
- *La lluvia puede eliminar los contaminantes, limpiar el aire y reducir los niveles de NO₂*

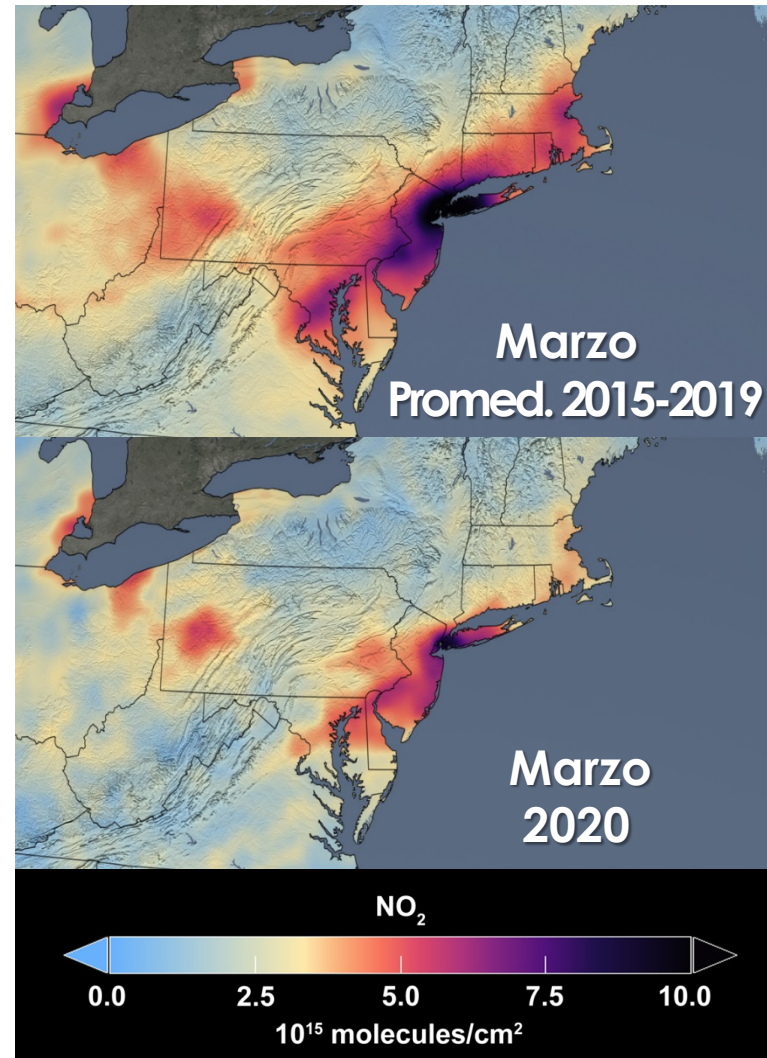
Columna Troposférica de NO₂ de OMI
10 de mayo de 2020



(+ imágenes VIIRS de color real)



¿Qué Podemos Ver en Esta Imagen?



¿Qué Podemos Ver en Esta Imagen?

¿Que cantidad estamos mirando?

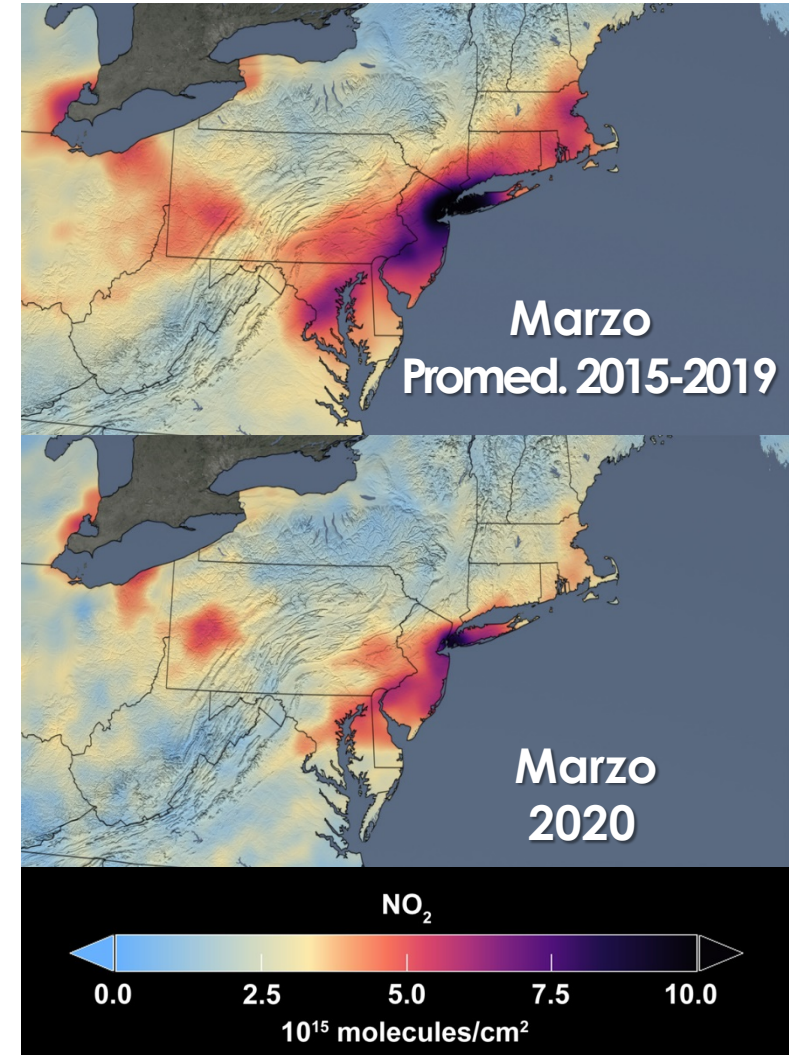
La columna Troposférica de NO₂

¿Estas Imágenes corresponden a un día?

No, estas imágenes muestran promedios de datos diarios durante un mes.

¿Estos datos están cuadrículados? ¿O en la resolución nativa del satélite?

Esta imagen se generó por la NASA usando datos cuadrículados. Antes de calcular el promedio se filtraron cuidadosamente los datos de resolución nativa del satélite.



¿Qué Podemos Ver en Esta Imagen?

¿Es este un mapa de NO_2 en la superficie terrestre, donde respiramos los humanos?

No, este es un mapa de la columna troposférica NO_2 , que es la cantidad total de NO_2 desde la superficie hasta la parte superior de la troposfera.

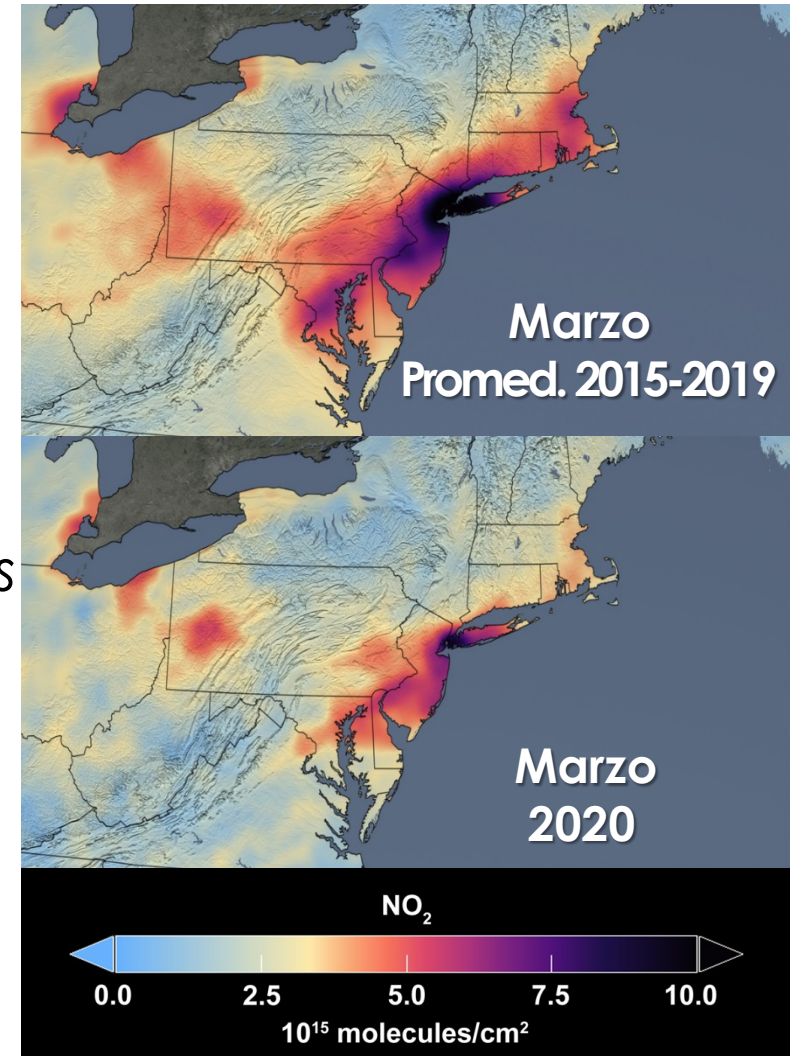
¿Los cambios en la columna troposférica pueden dar información sobre los cambios en la superficie?

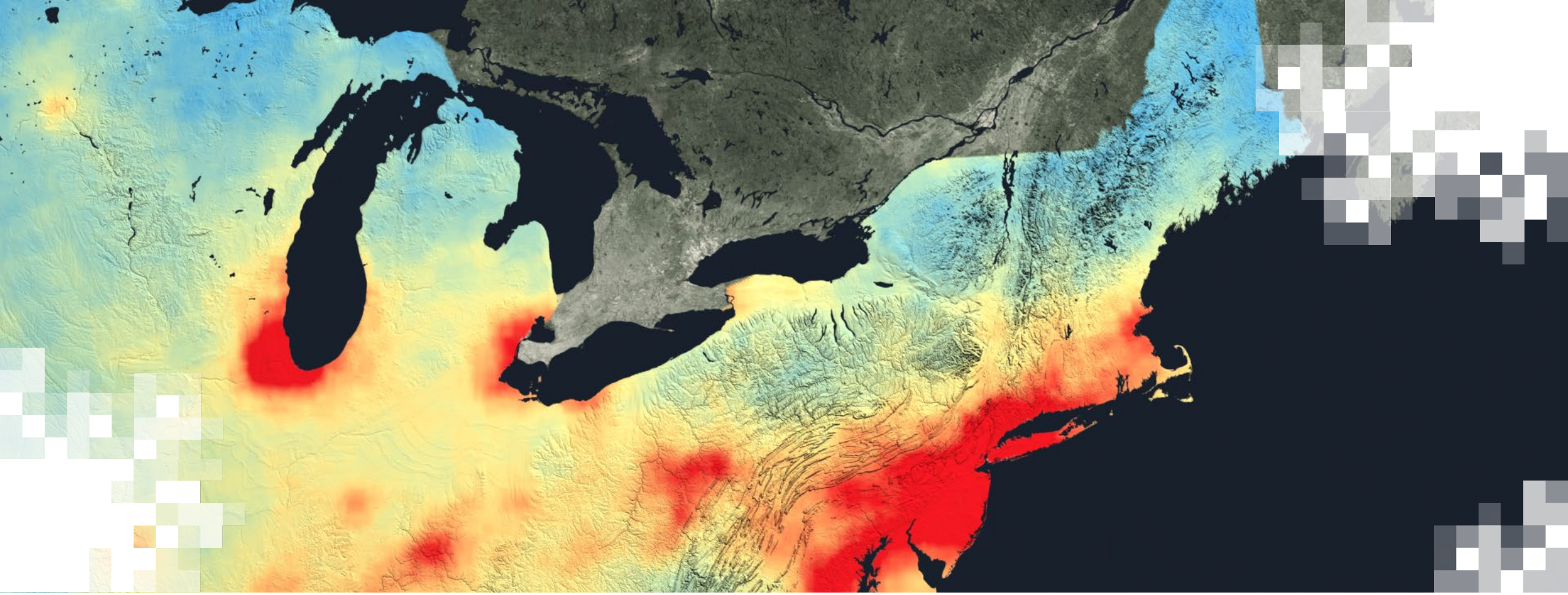
Sí, las fuentes de NO_2 están principalmente en la superficie. Su vida útil es corta, lo que lleva a valores altos de contaminación cerca de las fuentes.

¿Todas las diferencias entre la imagen superior e inferior se deben a la pandemia de COVID-19?

*No, la cantidad de NO_2 depende de:
emisiones + química + el clima*

Calcular el cambio en NO_2 a debido a la pandemia requiere un análisis científico riguroso.





Usos Prácticos de Datos e Imágenes Satelitales de NO_2

Usos Prácticos de Datos e Imágenes de NO₂

- **Monitorear cambios en la contaminación generada por los combustibles fósiles debido a:**
 - Política o regulación de calidad del aire o cambio climático
 - Cambios en la producción económica, siempre y cuando las economías mundiales estén impulsadas principalmente por combustibles fósiles (por ejemplo, bloqueos debido a COVID-19)
 - Mayor uso de energías renovables.
- **Detección de emisiones de focos puntuales:** por ejemplo centrales de energía, arenas bituminosas, fundiciones
- **Intercomparaciones entre modelos y datos satelitales:** utilizadas por agencias como la U.S EPA
- **Asimilación en modelos de calidad del aire:** para mejorar los pronósticos de calidad del aire
- **Como proxy de contaminantes emitidos conjuntamente con el NO₂:** gases de efecto invernadero (CO₂)



OMI Detecta Cambios en los Niveles de Contaminación a lo Largo del Tiempo

Entre 2005 y 2018, la regulación de la calidad del aire provocó grandes disminuciones en el NO₂ en Estados Unidos

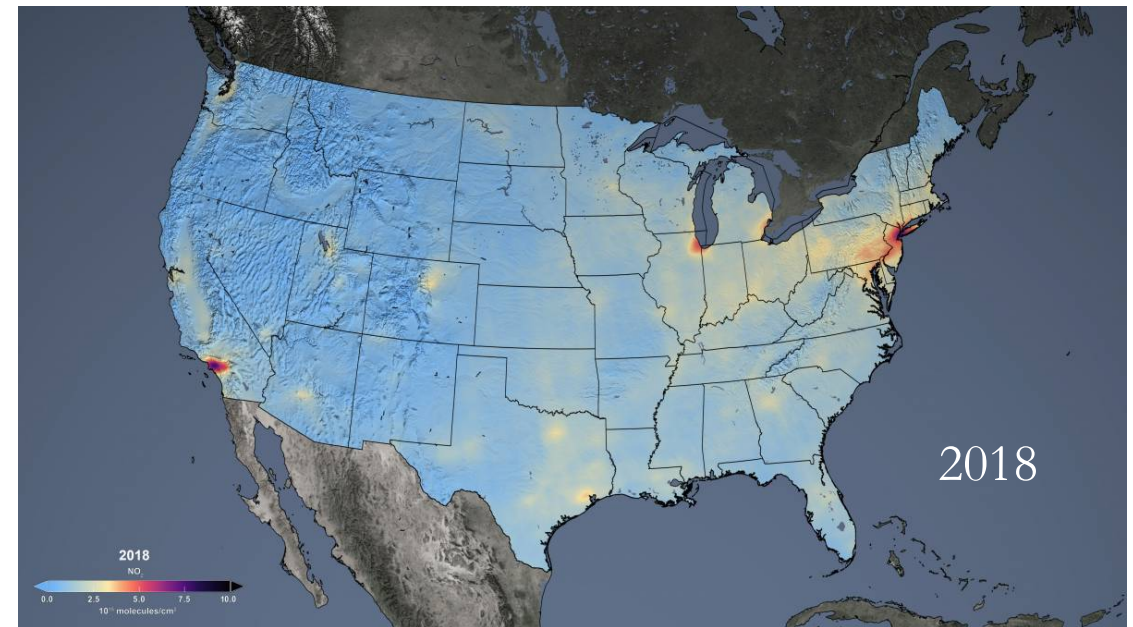
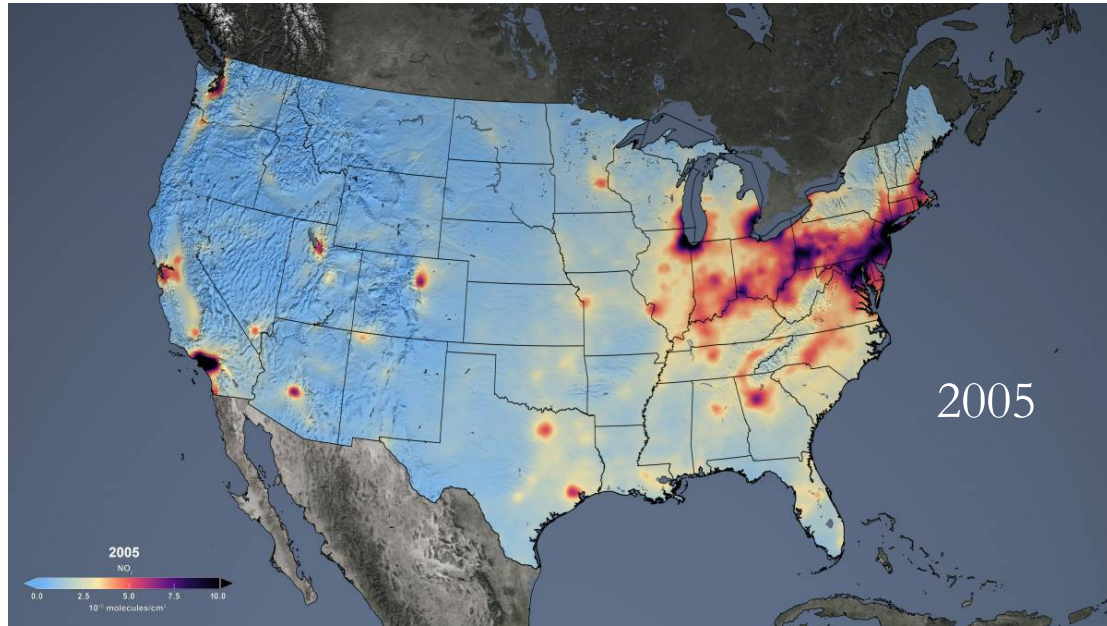
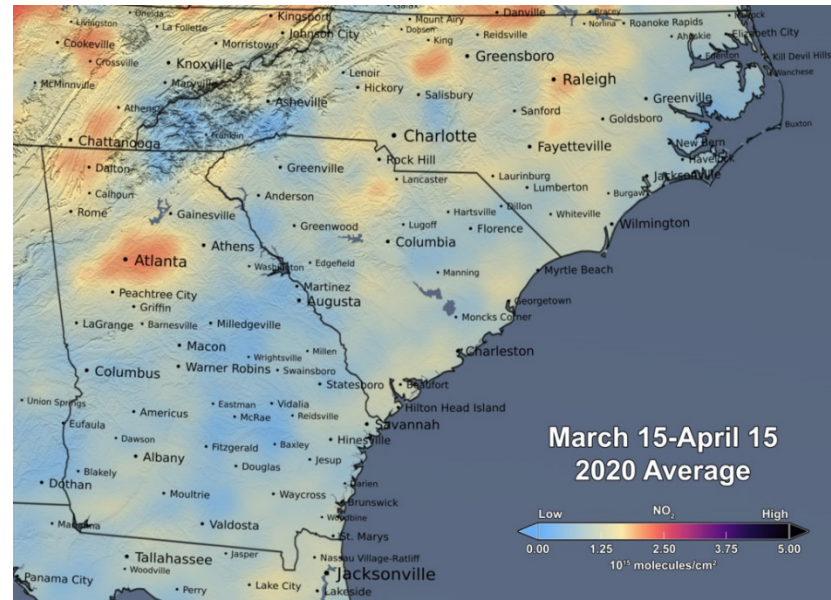
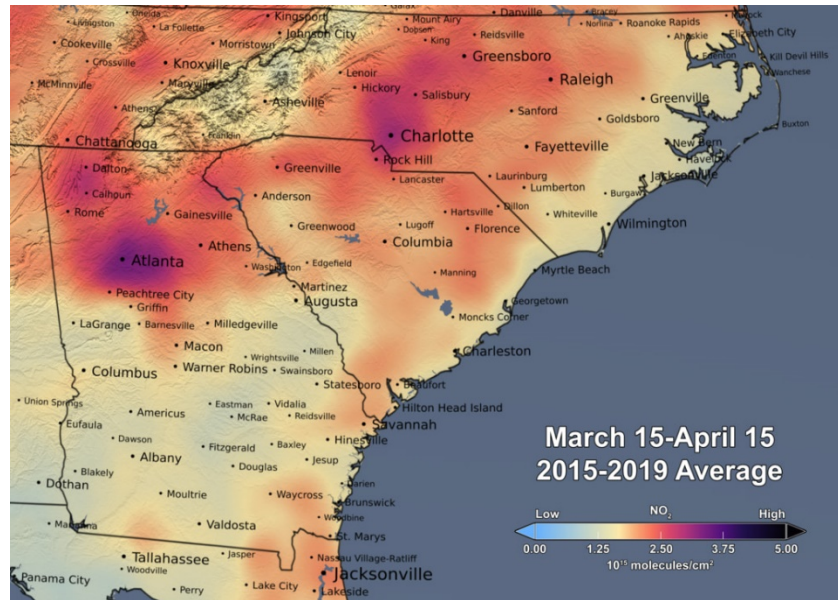


Image Credit: B. Duncan

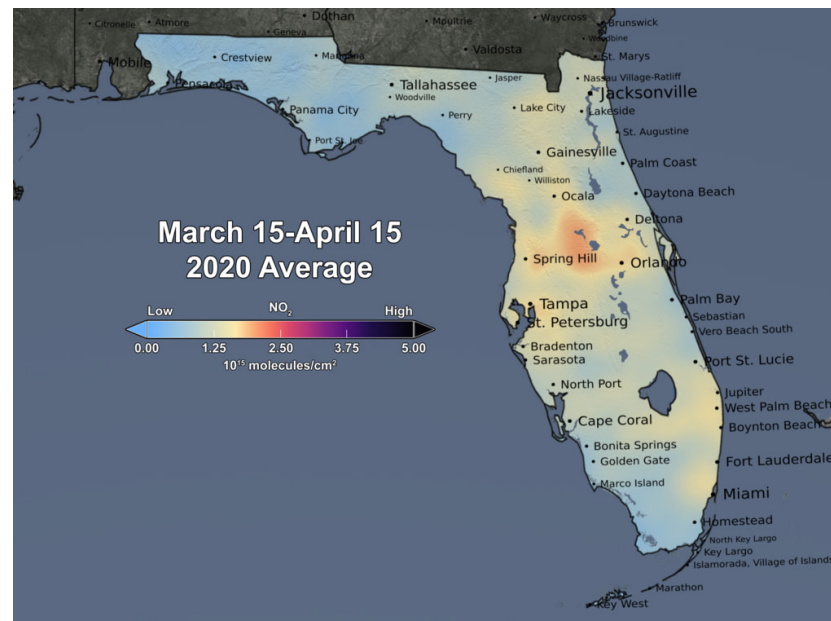
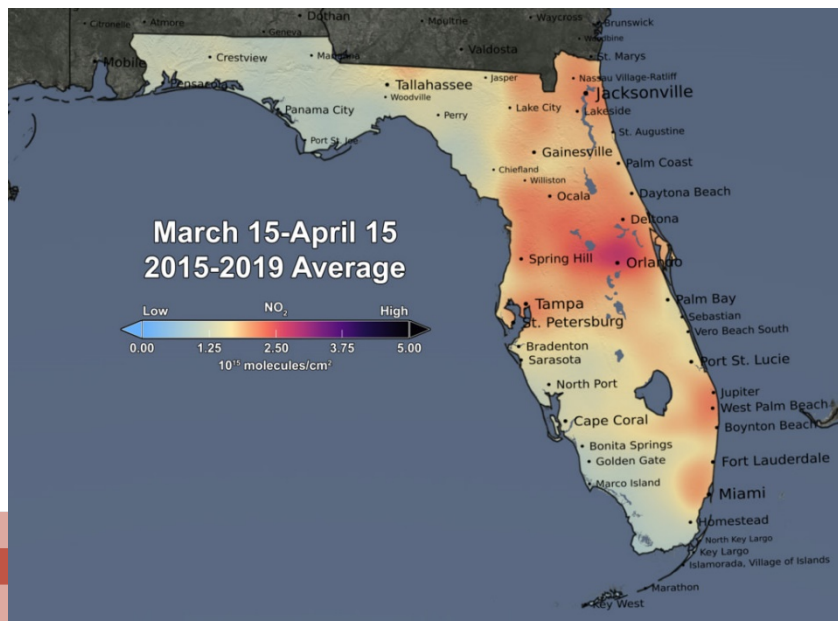
NASA's Applied Remote Sensing Training Program



Disminución del NO₂ en 2020 Comparado con el Promedio de los Cinco años Anteriores



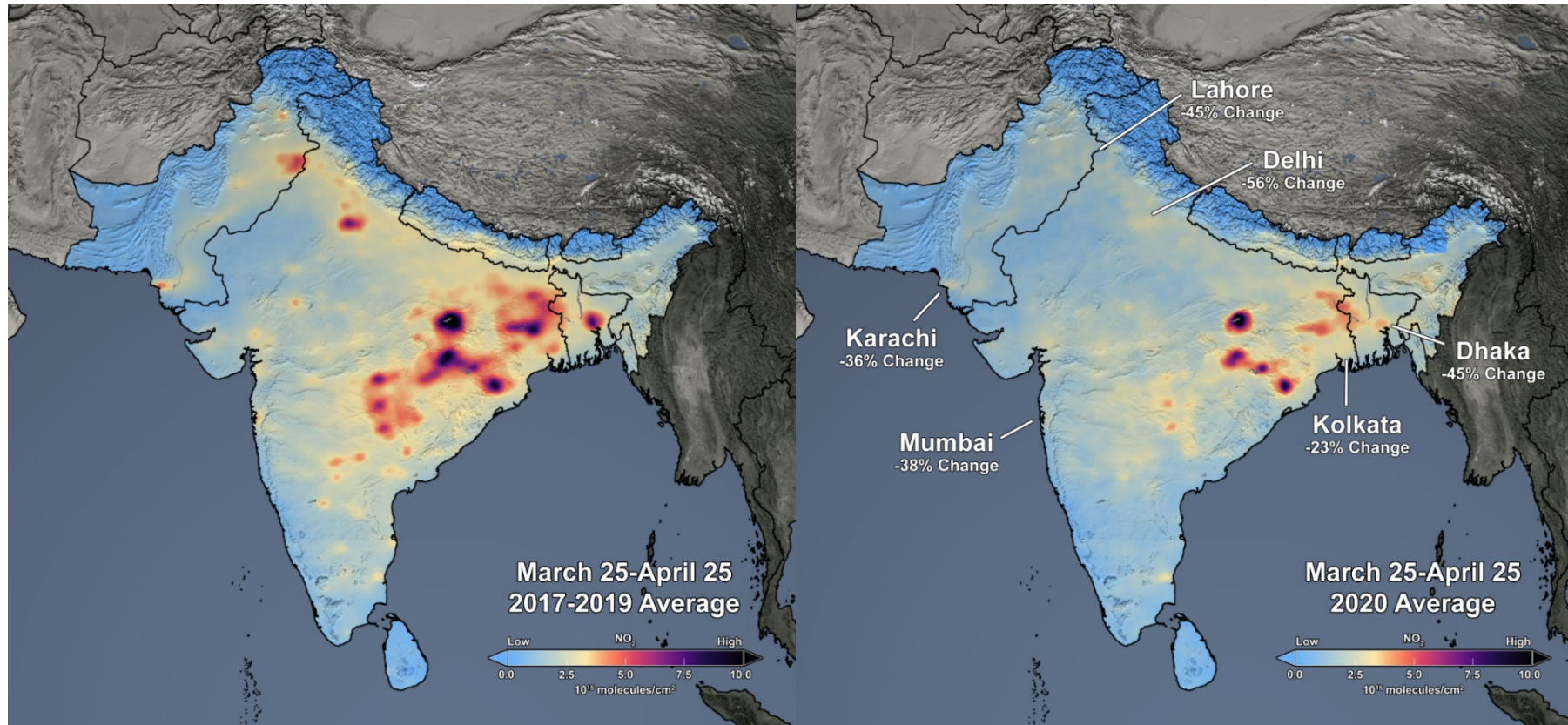
Los niveles de NO₂ del 15 de marzo al 15 de abril de 2020 fueron 30-40% más bajos que el promedio de 2015-2019



Estas imágenes se publicaron en abril y mayo y están disponibles aquí- <https://svs.gsfc.nasa.gov/4810>. Aquí puede encontrar más detalles- <https://airquality.gsfc.nasa.gov>.



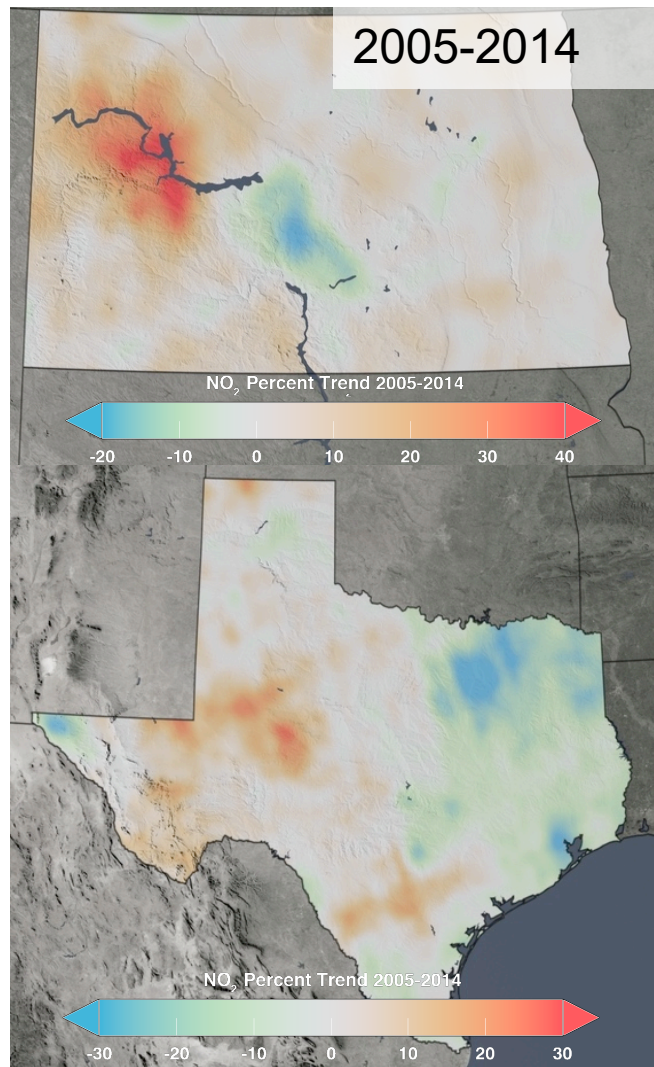
Disminución del NO₂ en 2020 Comparado con el Promedio de los Tres años Anteriores.



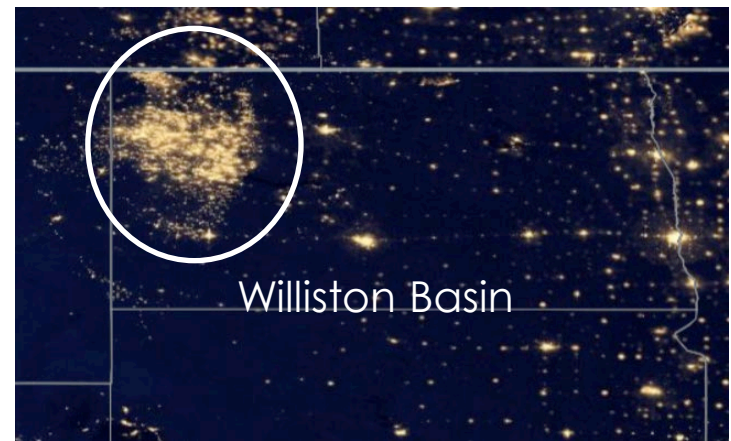
En el sur de Asia, los niveles de NO₂ del 25 de marzo al 25 de abril de 2020 fueron 30-60% más bajos que el promedio de 2017-2019. Algunas de las reducciones más altas ocurrieron en áreas densamente pobladas con confinamientos estrictos debido a la pandemia



OMI Detecta Incrementos de NO₂ Debido a Actividades Relacionadas con el Petróleo y el Gas Natural



North Dakota



Williston Basin

Luces Nocturnas de Suomi NPP VIIRS

Texas



Permian Basin

Eagle Ford

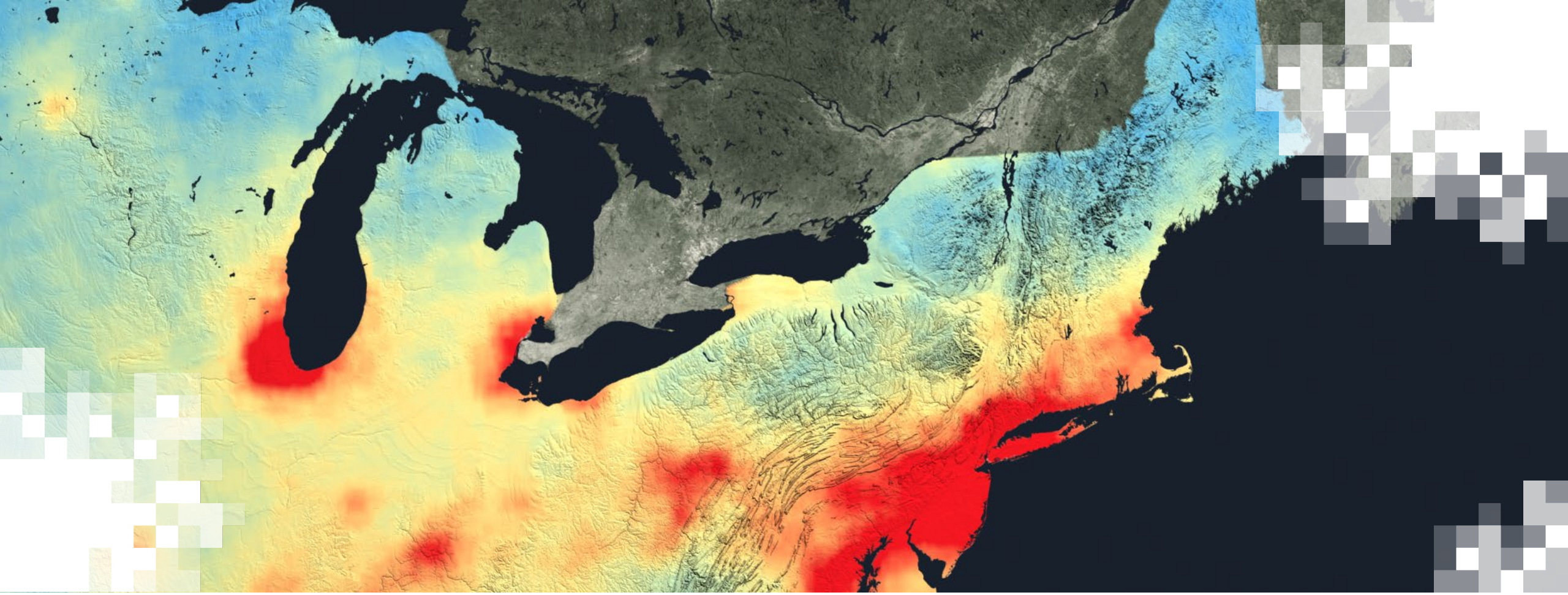


Los datos de OMI se han Utilizado para Estimar el NO₂ en la Superficie Terrestre

- Usando información de un modelo de química atmosférica, la columna troposférica NO₂ de OMI se ha utilizado para calcular el nivel NO₂ en la superficie terrestre
- Las estimaciones son promedios mensuales.
- **Nota:** Este es un producto de investigación y no un producto oficial de la NASA.

Periodo de Tiempo	2005-2016
Producto	Promedio Mensual
Instruments	OMI
Resolución	0,1° x 0,1°
Website	https://avdc.gsfc.nasa.gov/pub/data/satellite/Aura/OMI/V03/L4/OMI_Surface_NO2/Monthly/



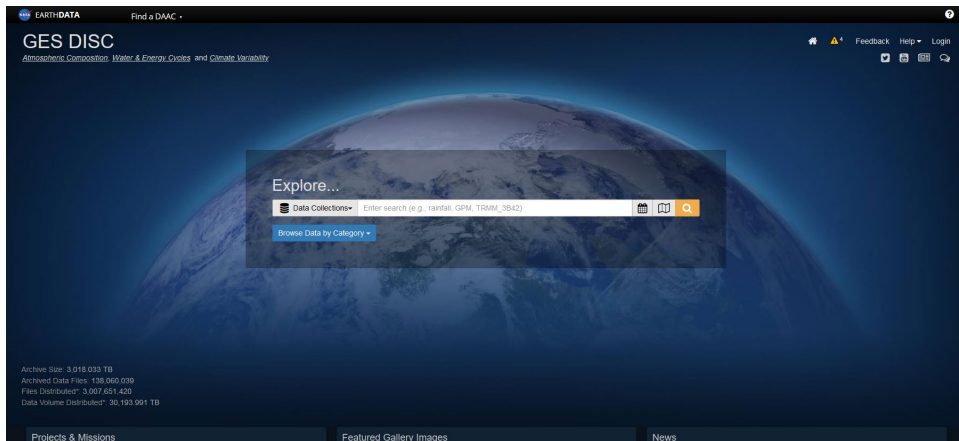


¿Cómo Accedo a Datos e Imágenes de NO₂?

Datos de OMI

Datos en Resolución Nativa y Cuadriculada

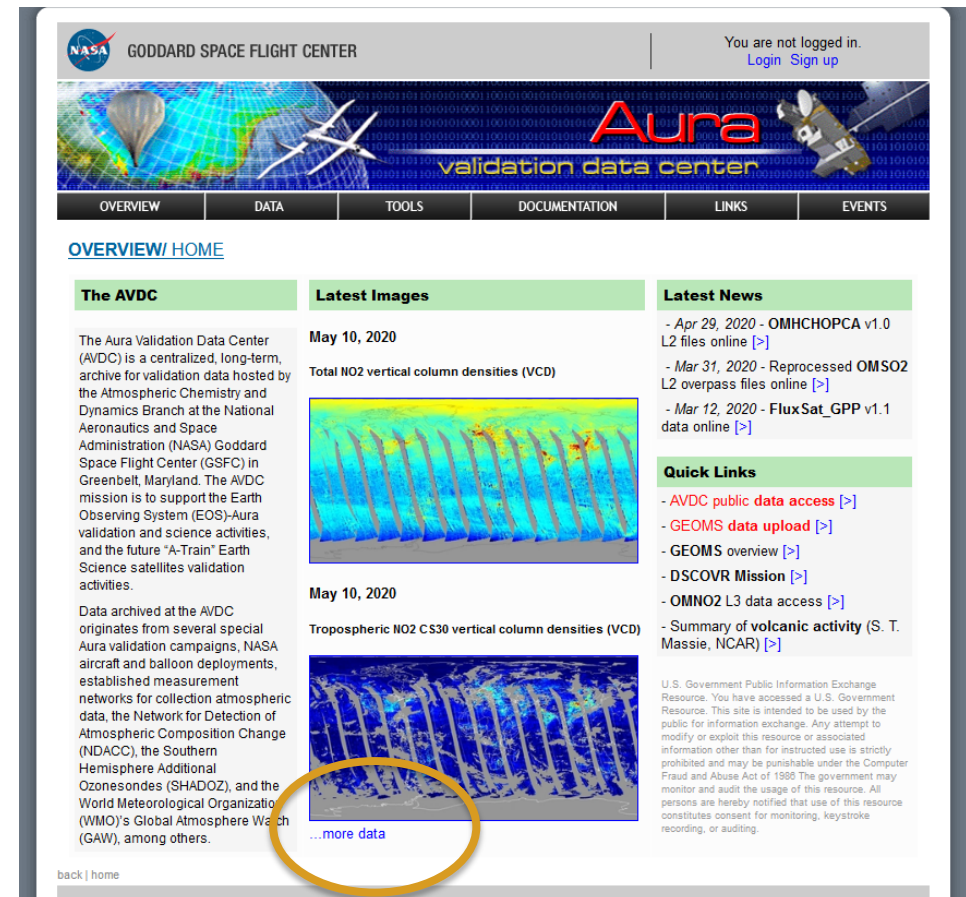
<https://disc.gsfc.nasa.gov/>



Inscríbese en Earthdata para poder bajar datos

Imágenes y Datos Cuadriculados

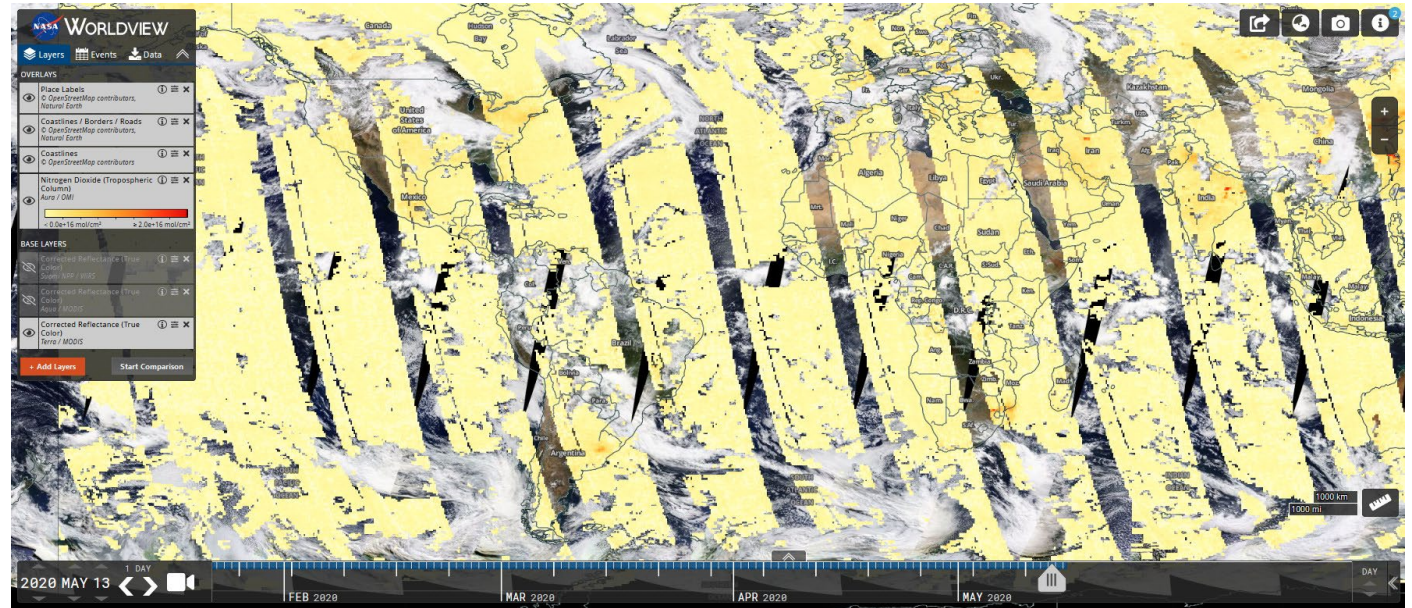
<https://avdc.gsfc.nasa.gov/>



NASA Worldview

<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

- Aplicación que le permite al usuario:
 - Buscar, guardar o compartir capas de imágenes satelitales de forma interactiva
 - Descargar los datos
- Algunas imágenes disponibles en tiempo casi real (NRT) o dentro de tres horas de la observación
- Esta herramienta la vamos a explorar en el webinar del jueves.



Web de Calidad de Aire en la NASA Goddard Space Flight Center

<https://airquality.gsfc.nasa.gov/>

Contaminantes
Mucha
información,
imágenes listas
para usar y
animaciones

Impactos
Descripción de cómo
la contaminación del
aire afecta la salud
humana y la
agricultura

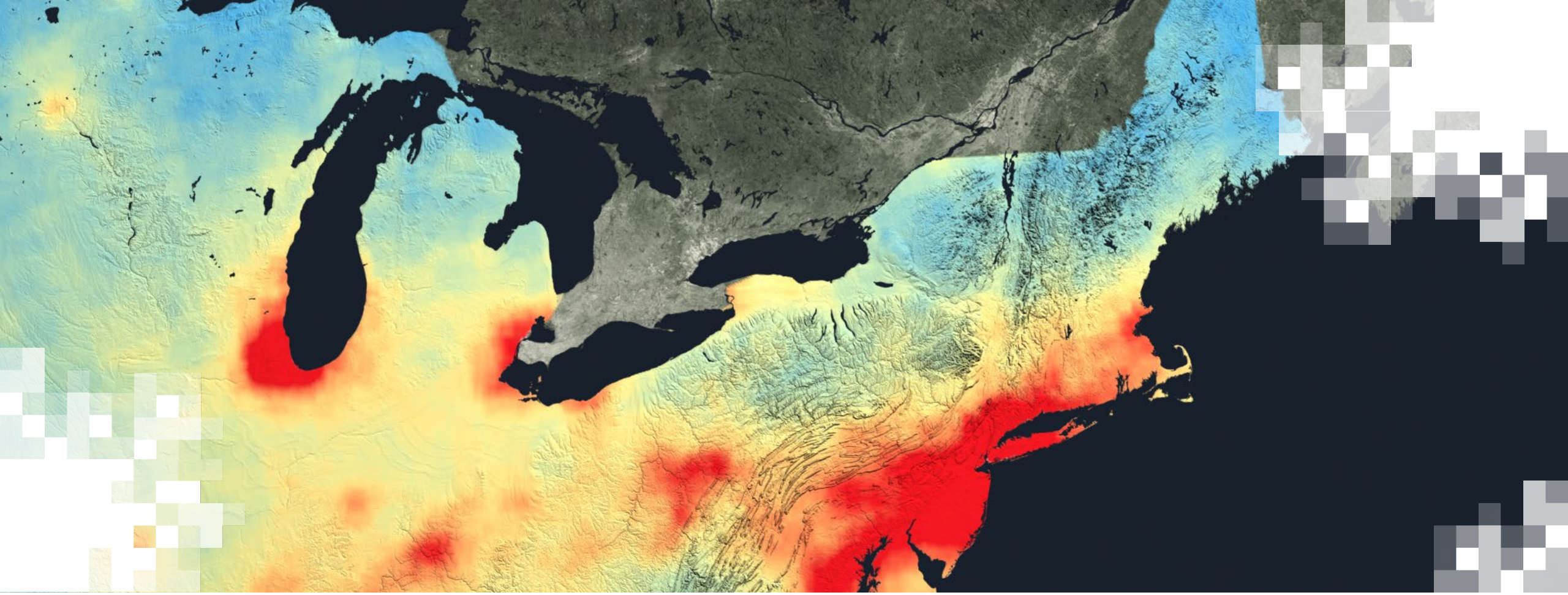
The screenshot shows the NASA Air Quality website interface. At the top, there are navigation links for 'Aura', 'EOS Project', and 'OZONE HOLE WATCH'. The main header features the NASA logo and the text 'Air Quality Observations from Space'. Below this is a search bar and a navigation menu with 'Pollutants', 'Impacts', 'News', 'Resources', and 'Managers'. The main content area is titled 'NASA Air Quality Group Response to the COVID-19 Pandemic' and contains several paragraphs of text, including a section on 'Latest NO₂ Imagery Related to Restrictions in Place Due to COVID-19: South Asia'. A map shows a 45% decrease in NO₂ levels in Lahore. On the right side, there are two sidebars: 'NASA Food Security Initiative' with a photo of a woman in a kitchen, and 'NASA AQ Forecast' with a map of South Asia.

Recursos

- Herramientas web y datos
- Hojas informativas
- Páginas Web de calidad de aire

Barra lateral: enlaces a programas de la NASA





Giovanni: El Puente entre los Datos y la
Ciencia. Una Herramienta en Línea de Análisis
y Visualización

NASA Giovanni

- *Todos los pasos de esta demostración están en los materiales de capacitación.*
- *No necesita seguir estos pasos conmigo, pero si desea seguirlos, haga clic aquí:*
<https://disc-beta.gsfc.nasa.gov/giovanni/>
- *Si tiene alguna pregunta, podemos responderla durante la sesión de preguntas y respuestas, o no dude en enviarme un correo electrónico después del seminario web: aprados@umbc.edu*



Visit <https://urs.earthdata.nasa.gov/users/new>



EARTHDATA LOGIN

Register for an Earthdata Login Profile

Profile Information

Username: •

Password: •

Password Confirmation: •

• Required field

Username must:

- Be a Minimum of 4 characters
- Be a Maximum of 30 characters
- Use letters, numbers, periods and underscores
- Not contain any blank spaces
- Not begin, end or contain two consecutive special characters(. _)

Password must contain:

- Minimum of 8 characters
- One Uppercase letter
- One Lowercase letter
- One Number



Mapas de Promedio Temporal: Paso 1

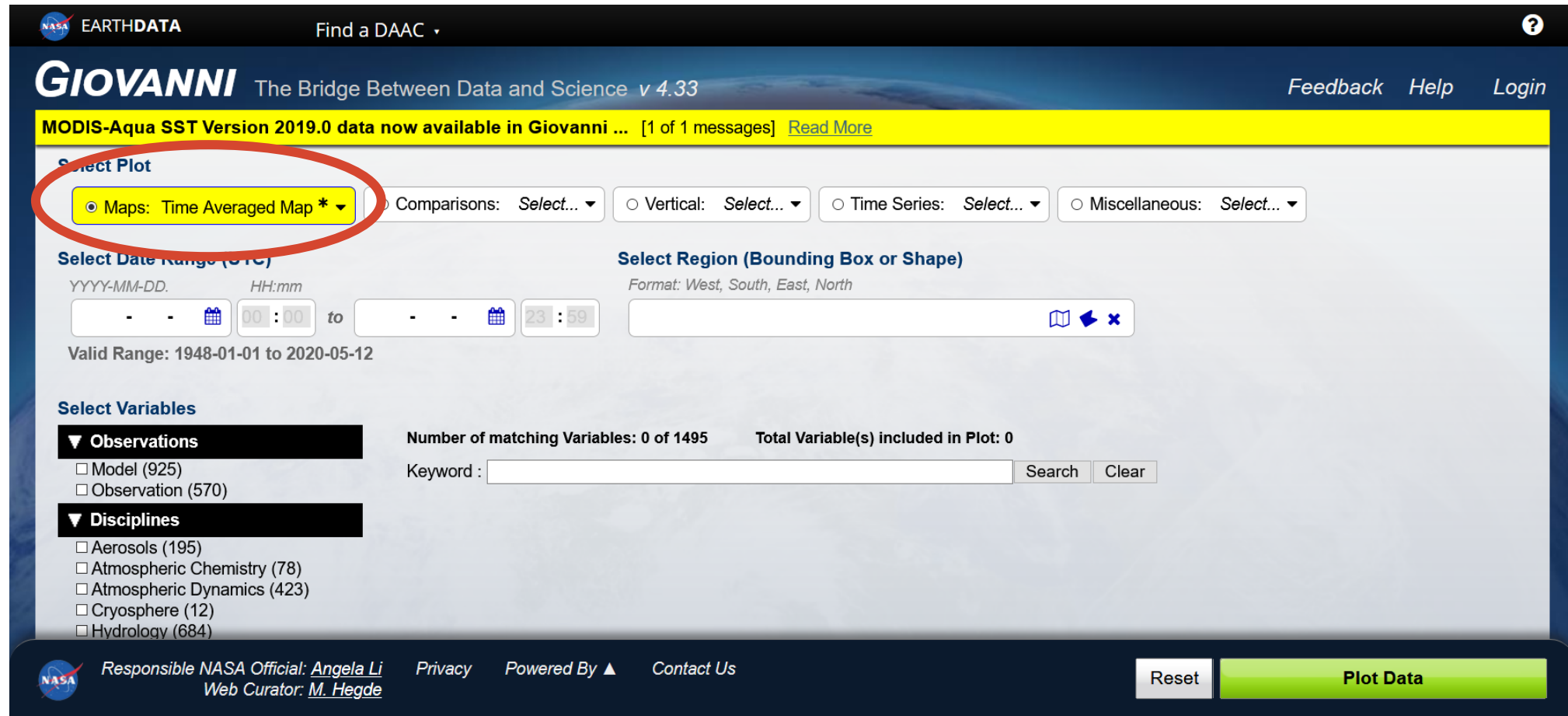
- Visite la página web Giovanni: <http://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/>

The screenshot shows the Giovanni web interface. At the top, there is a NASA EarthData logo and a search bar for DAACs. The main header features the 'GIOVANNI' logo with the tagline 'The Bridge Between Data and Science v 4.33' and navigation links for 'Feedback', 'Help', and 'Login'. A yellow banner announces 'MODIS-Aqua SST Version 2019.0 data now available in Giovanni ... [1 of 1 messages] Read More'. The 'Select Plot' section has radio buttons for 'Maps: Time Averaged Map *', 'Comparisons: Select...', 'Vertical: Select...', 'Time Series: Select...', and 'Miscellaneous: Select...'. The 'Select Date Range (UTC)' section includes a date and time selector (YYYY-MM-DD HH:mm) with a 'Valid Range: 1948-01-01 to 2020-05-12' note. The 'Select Region (Bounding Box or Shape)' section has a text input field and a 'Format: West, South, East, North' label. The 'Select Variables' section shows a list of categories: 'Observations' (Model: 925, Observation: 570) and 'Disciplines' (Aerosols: 195, Atmospheric Chemistry: 78, Atmospheric Dynamics: 423, Cryosphere: 12, Hydrology: 684). A search bar for variables is present with 'Number of matching Variables: 0 of 1495' and 'Total Variable(s) included in Plot: 0'. At the bottom, there are links for 'Responsible NASA Official: Angela Li' and 'Web Curator: M. Hegde', along with 'Privacy', 'Powered By', and 'Contact Us' links. A 'Reset' button and a large green 'Plot Data' button are also visible.



Mapas de Promedio Temporal: Paso 2

- En **Select Plot**, seleccione **Maps** y luego seleccione **Time Averaged Map**



The screenshot shows the NASA Giovanni web interface. At the top, there is a navigation bar with the NASA logo, 'EARTHDATA', and a search bar for DAACs. Below this is the 'GIOVANNI' logo and the tagline 'The Bridge Between Data and Science v 4.33'. A yellow banner at the top of the main content area reads 'MODIS-Aqua SST Version 2019.0 data now available in Giovanni ... [1 of 1 messages] Read More'. The 'Select Plot' section is highlighted with a red circle and contains a dropdown menu with 'Maps: Time Averaged Map *' selected. Other options in this section include 'Comparisons: Select...', 'Vertical: Select...', 'Time Series: Select...', and 'Miscellaneous: Select...'. Below the 'Select Plot' section are two main areas: 'Select Date Range (UTC)' and 'Select Region (Bounding Box or Shape)'. The 'Select Date Range' section includes a date and time selector with a calendar icon and a 'Valid Range: 1948-01-01 to 2020-05-12' label. The 'Select Region' section includes a text input field and a 'Format: West, South, East, North' label. Below these are 'Select Variables' and 'Number of matching Variables: 0 of 1495' and 'Total Variable(s) included in Plot: 0'. The 'Select Variables' section has two expandable sections: 'Observations' (with checkboxes for Model (925) and Observation (570)) and 'Disciplines' (with checkboxes for Aerosols (195), Atmospheric Chemistry (78), Atmospheric Dynamics (423), Cryosphere (12), and Hydrology (684)). At the bottom of the interface, there is a footer with the NASA logo, 'Responsible NASA Official: Angela Li', 'Web Curator: M. Hegde', 'Privacy', 'Powered By', and 'Contact Us'. A 'Reset' button and a green 'Plot Data' button are also visible.



Mapas de Promedio Temporal: Paso 2

- En **Measurements**, seleccione **NO₂**

The screenshot shows the NASA EarthData GIOVANNI interface. At the top, it says "NASA EARTHDATA" and "Find a DAAC". The main header is "GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.33" with links for "Feedback", "Help", and "Login".

On the left, under "Select Variables", there are three main categories:

- Observations**:
 - Model (925)
 - Observation (570)
- Disciplines**:
 - Aerosols (195)
 - Atmospheric Chemistry (78)
 - Atmospheric Dynamics (423)
 - Cryosphere (12)
 - Hydrology (684)
 - Ocean Biology (56)
 - Oceanography (68)
 - Water and Energy Cycle (756)
- Measurements** (circled in red):
 - Aerosol Index (6)
 - Aerosol Optical Depth (33)
 - Air Pressure Anomaly (1)
 - Air Pressure (37)
 - Air Temperature Anomaly (2)
 - Air Temperature (77)
 - Albedo (26)
 - Altitude (8)

In the center, there is a search bar with "Number of matching Variables: 0 of 1495" and "Total Variable(s) included in Plot: 0". The search bar contains the text "Keyword :". There are "Search" and "Clear" buttons.

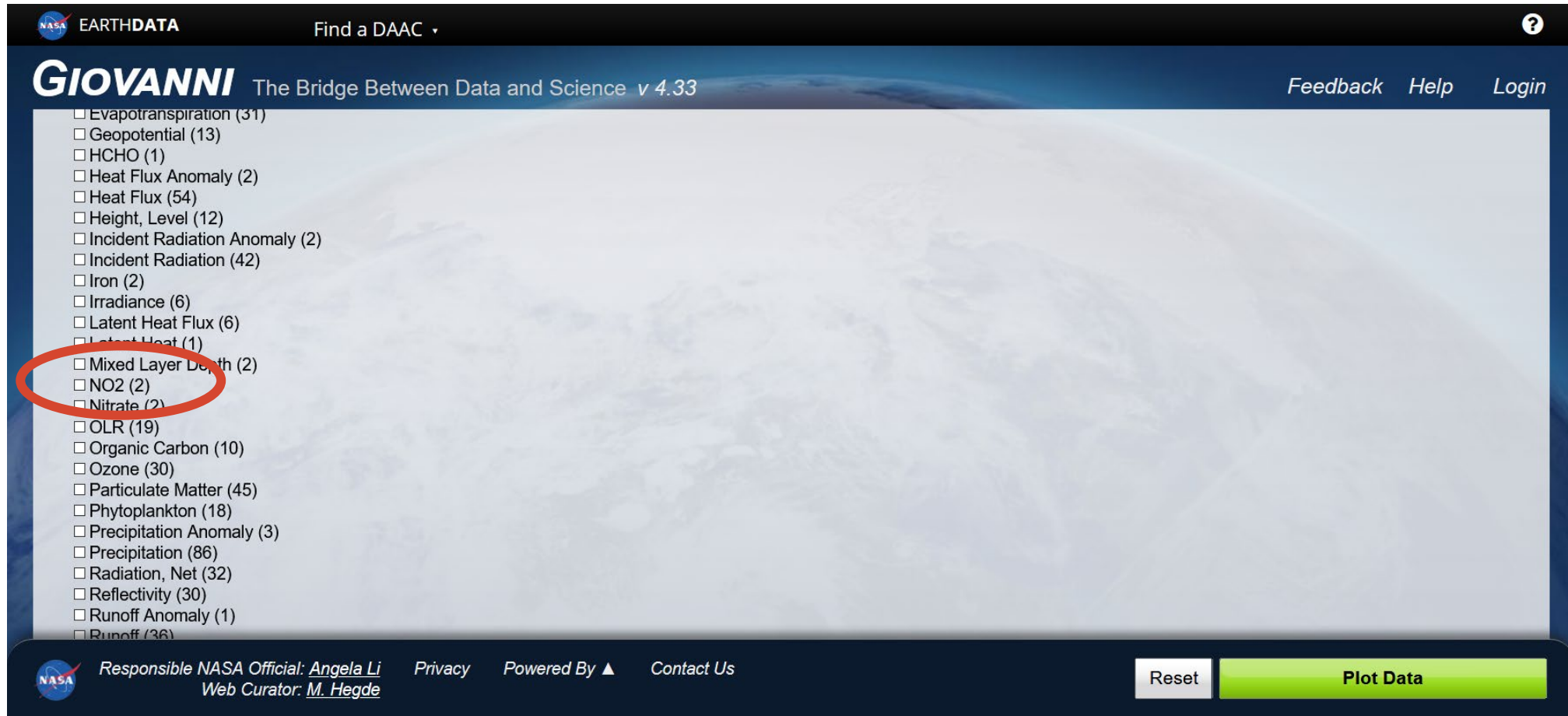
A red arrow points downwards from the "Measurements" category with the text "Desplácese hacia abajo" (Scroll down).

At the bottom, there is a footer with "Responsible NASA Official: Angela Li" and "Web Curator: M. Hegde", along with links for "Privacy", "Powered By", and "Contact Us". There are also "Reset" and "Plot Data" buttons.



Mapas de Promedio Temporal: Paso 2

- En **Measurement**, seleccione **NO₂**



The screenshot shows the NASA GIOVANNI web interface. At the top, it says "NASA EARTHDATA" and "Find a DAAC". Below that, the "GIOVANNI" logo is displayed with the tagline "The Bridge Between Data and Science v 4.33". On the right side, there are links for "Feedback", "Help", and "Login". A list of data categories is shown on the left, each with a checkbox and a count in parentheses. The "NO2 (2)" option is circled in red. At the bottom, there is a footer with the NASA logo, "Responsible NASA Official: Angela Li", "Web Curator: M. Hegde", "Privacy", "Powered By", and "Contact Us". There are also "Reset" and "Plot Data" buttons.

Evapotranspiration (31)
Geopotential (13)
HCHO (1)
Heat Flux Anomaly (2)
Heat Flux (54)
Height, Level (12)
Incident Radiation Anomaly (2)
Incident Radiation (42)
Iron (2)
Irradiance (6)
Latent Heat Flux (6)
Latent Heat (1)
NO2 (2)
Nitrate (2)
OLR (19)
Organic Carbon (10)
Ozone (30)
Particulate Matter (45)
Phytoplankton (18)
Precipitation Anomaly (3)
Precipitation (86)
Radiation, Net (32)
Reflectivity (30)
Runoff Anomaly (1)
Runoff (36)

Reset Plot Data



Mapas de Promedio Temporal: Paso 3

- Seleccione **NO₂ Tropospheric Column (30% Cloud Screened) (OMNO2d_v003)**

The screenshot shows the NASA GIOVANNI web interface. At the top, it says "NASA EARTHDATA Find a DAAC" and "GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.33". There are links for "Feedback", "Help", and "Login".

Select Plot

Maps: Time Averaged Map * Comparisons: Select... Vertical: Select... Time Series: Select... Miscellaneous: Select...

Select Date Range (UTC)

YYYY-MM-DD HH:mm
- - [calendar icon] 00 : 00 to - - [calendar icon] 23 : 59
Valid Range: 2004-10-01 to 2020-05-10

Select Region (Bounding Box or Shape)

Format: West, South, East, North

Please specify a start date.

Select Variables

Number of matching Variables: 2 of 1495 Total Variable(s) included in Plot: 1

Keyword : Search Clear

	Variable	Units	Source	Temp.Res.	Spat.Res.	Begin Date	End Date
<input type="checkbox"/>	NO₂ Total Column (30% Cloud Screened) (OMNO2d v003)	1/cm ²	OMI	Daily	0.25 °	2004-10-01	2020-05-10
<input checked="" type="checkbox"/>	NO₂ Tropospheric Column (30% Cloud Screened) (OMNO2d v003)	1/cm ²	OMI	Daily	0.25 °	2004-10-01	2020-05-10

Responsible NASA Official: Angela Li
Web Curator: M. Hegde

Privacy Powered By ▲ Contact Us

Reset Plot Data



Mapas de Promedio Temporal: Paso 4

- Fije el intervalo de fechas: de **Abril 1, 2005** a **Abril 30, 2005**

The screenshot shows the NASA Giovanni web interface. At the top, it says "EARTHDATA" and "Find a DAAC". The main header is "GIOVANNI The Bridge Between Data and Science v 4.33". There are links for "Feedback", "Help", and "Log out (melanie_cook)". A yellow banner at the top says "MODIS-Aqua SST Version 2019.0 data now available in Giovanni ... [1 of 1 messages] Read More".

The "Select Plot" section has several options: "Maps: Time Averaged Map *", "Comparisons: Select...", "Vertical: Select...", "Time Series: Select...", and "Miscellaneous: Select...".

The "Select Date Range (UTC)" section is circled in red. It shows a date range from "2005 -04 -01" to "2005 -04 -30" with a time of "23 : 59". Below this, it says "Valid Range: 2004-10-01 to 2020-05-10".

The "Select Variables" section has two main categories: "Observations" and "Disciplines". Under "Observations", there are checkboxes for "Model (925)" and "Observation (570)". Under "Disciplines", there are checkboxes for "Aerosols (195)", "Atmospheric Chemistry (78)", "Atmospheric Dynamics (423)", "Cryosphere (12)", "Hydrology (684)", "Ocean Biology (56)", "Oceanography (68)", and "Water and Energy Cycle (756)".

Below the variable selection, it says "Number of matching Variables: 0 of 1495" and "Total Variable(s) included in Plot: 1". There is a "Keyword" search box with "Search" and "Clear" buttons.

A table of variables is shown below the search box:

	Variable	Units	Source	Temp.Res.	Spat.Res.	Begin Date	End Date
<input checked="" type="checkbox"/>	NO2 Tropospheric Column (30% Cloud Screened) (OMNO2d v003)	1/cm2	OMI	Daily	0.25 °	2004-10-01	2020-05-10

At the bottom of the interface, there are links for "Responsible NASA Official: Angela Li" and "Web Curator: M. Hegde", along with "Privacy", "Powered By", and "Contact Us". There are also buttons for "Reset", "Plot Data", and "Go to Results".



Mapas de Promedio Temporal: Paso 5

- Seleccione su región ya sea escribiendo las coordenadas o haciendo clic en **Show Map** y dibujando un cuadro (alrededor de 10 x 10 grados) alrededor de su área de interés.
- Si selecciona un área o período de tiempo demasiado grande, la imagen tardará mucho en crearse.
- Haga clic en **Plot Data** (botón verde) en la esquina inferior derecha.

The screenshot shows the GIOVANNI web interface. The 'Select Date Range (UTC)' is set to 2005-04-01 to 2005-04-30. The 'Select Region (Bounding Box or Shape)' field is empty. The 'Select Variables' section shows 'NO2 Tropospheric Column (30% Cloud Screened) (OMNO2d v003)' selected. A red arrow points to the 'Show Map' button (represented by a map icon) in the region selection area.

Variable	Units	Source	Temp.Res.	Spat.Res.	Begin Date	End Date
NO2 Tropospheric Column (30% Cloud Screened) (OMNO2d v003)	1/cm2	OMI	Daily	0.25 °	2004-10-01	2020-05-10

The screenshot shows the GIOVANNI web interface with a map of the United States. A bounding box is drawn around a region in the central US, with coordinates 35°58'N, 69°50'W. A red arrow points to the 'Plot Data' button (green) in the bottom right corner.

Temp.Res.	Begin Date	End Date	
Daily	0.25 °	2004-10-01	2020-05-10



Mapas de Promedio Temporal: Paso 6

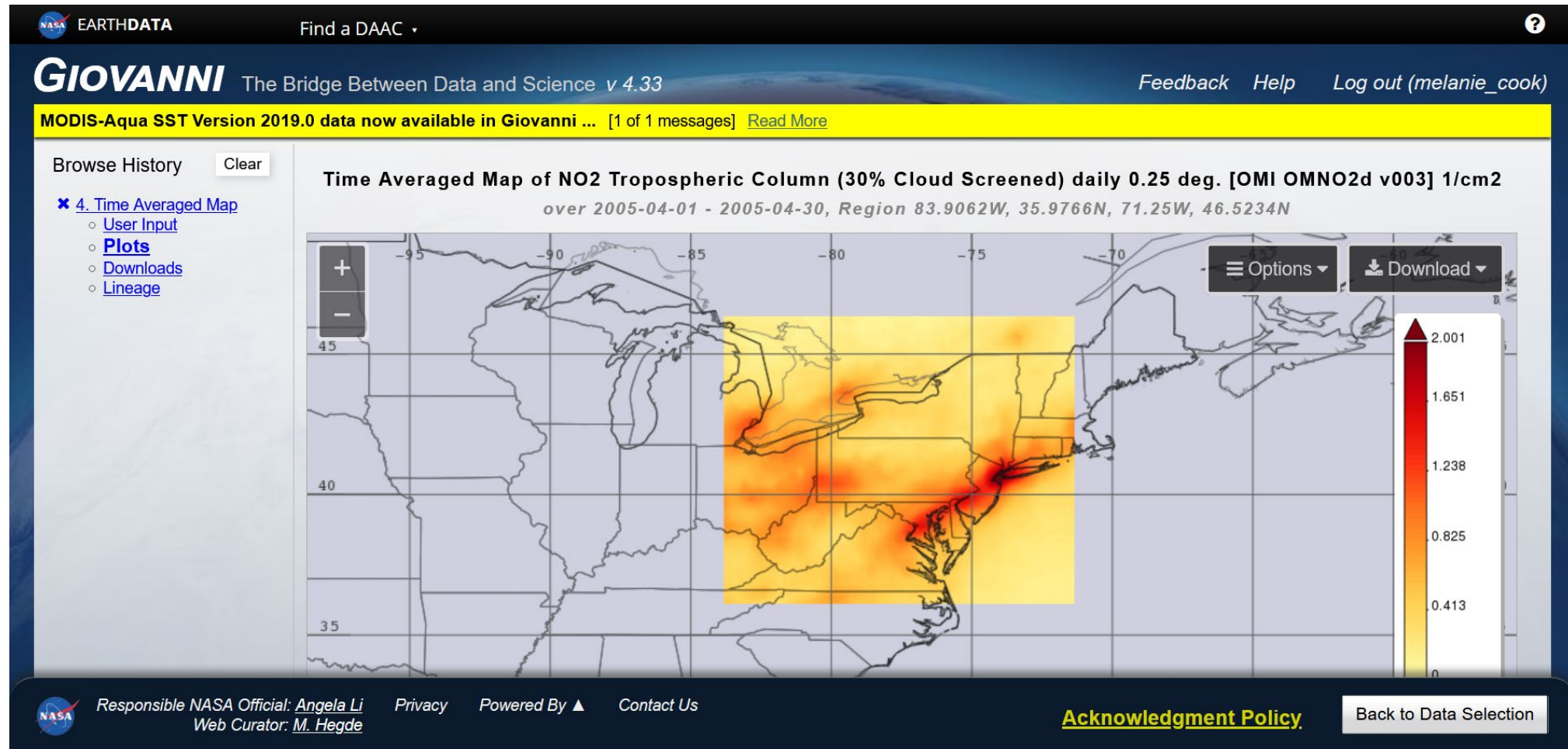
Usted puede:

- Cambiar la escala de colores, máximo y mínimo en el botón **Layers** >> **Options** en la parte superior derecha del mapa.
- Descargue su imagen (png, GeoTIFF o kmz) o los datos que se muestran (netcdf), haciendo clic en "Download" en el menú de la izquierda.

- Cambiar el máximo a 1.00 e + 16
- En "Smoothing" seleccione "on"
- Haga clic en "Re-Plot"

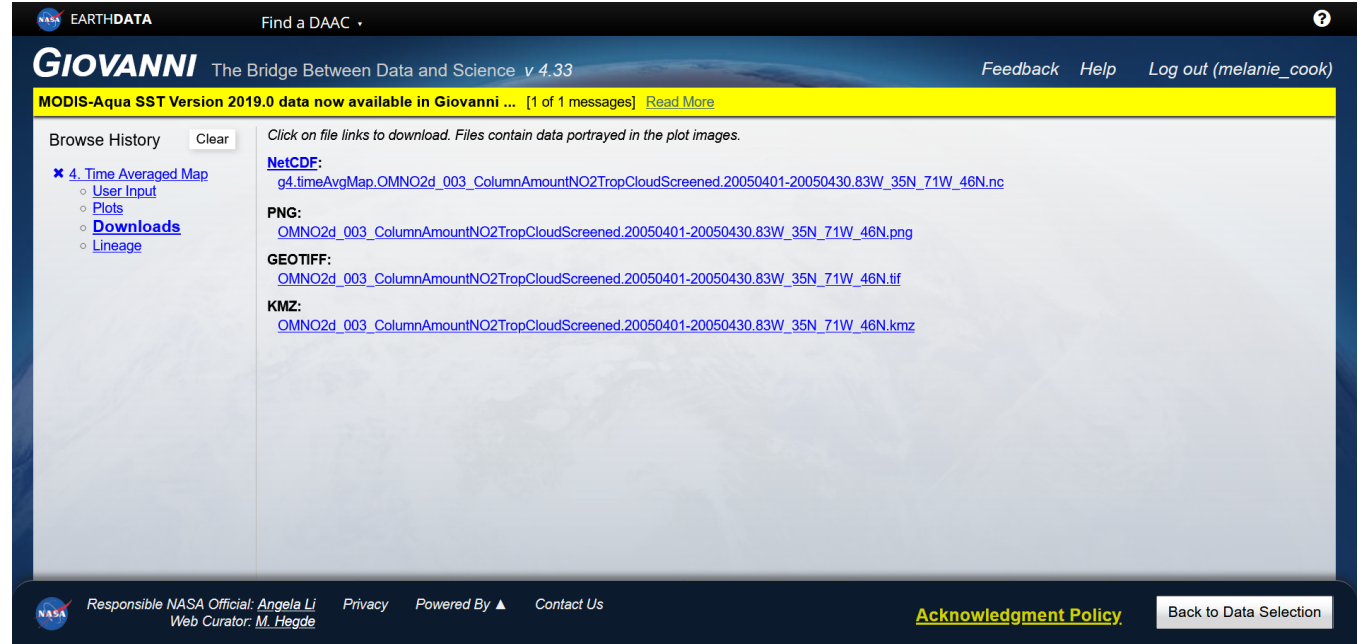


Mapas de Promedio Temporal: Paso 6



Mapas de Promedio Temporal: Paso 7

- En el panel de la izquierda, en **Time Averaged Map**, haga clic en **Downloads**
- Aquí puede descargar mapas en .png or GeoTIFF format, o los datos en formato NetCDF



The screenshot shows the GIOVANNI web interface. The header includes the NASA EarthData logo, the text "Find a DAAC", and the GIOVANNI logo with the tagline "The Bridge Between Data and Science v 4.33". There are links for "Feedback", "Help", and "Log out (melanie_cook)". A yellow banner at the top reads "MODIS-Aqua SST Version 2019.0 data now available in Giovanni ... [1 of 1 messages] Read More". The main content area is titled "Browse History" and "Clear". It shows a list of items under "4. Time Averaged Map", including "User Input", "Plots", "Downloads", and "Lineage". The "Downloads" section is expanded, showing a list of file links for download. The links are categorized by format: NetCDF, PNG, GEOTIFF, and KMZ. Each category has a corresponding link to download the data. The footer includes the NASA logo, "Responsible NASA Official: Angela Li", "Web Curator: M. Hegde", "Privacy", "Powered By", "Contact Us", "Acknowledgment Policy", and "Back to Data Selection".



Mapas de Promedio Temporal: Paso 8

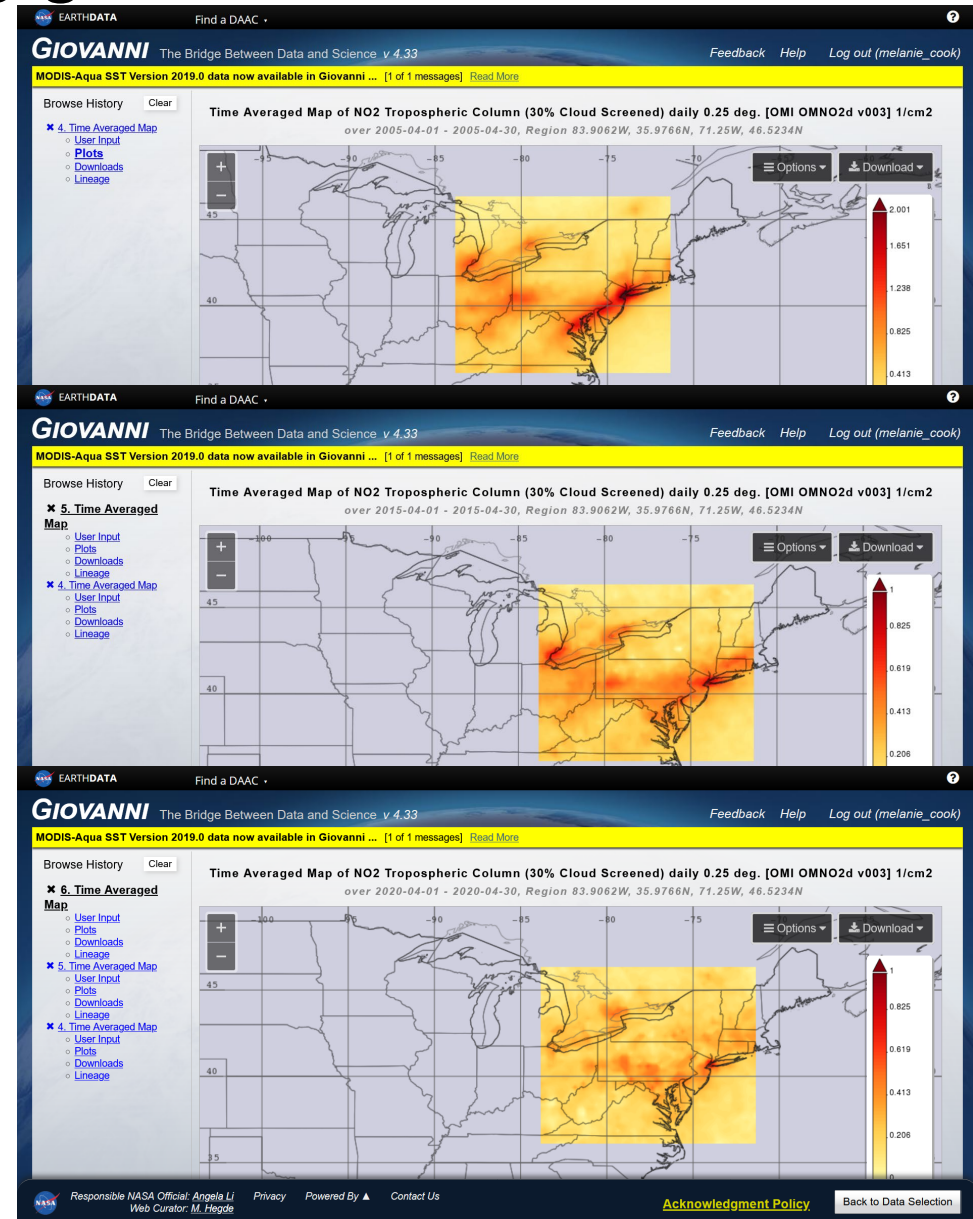
2005

- Haga clic en **Back to Data Selection** en la esquina inferior derecha y mantenga todos los parámetros iguales, excepto cambiar el rango al **1 de abril de 2015 al 30 de abril de 2015**, o mire al 2020, y genere el mapa de nuevo

2015

2020

Puede acceder rápidamente a los mapas anteriores desde el menú de la izquierda.



¿Le gustaría aprender más?

- ARSET ofrece capacitaciones más avanzadas de calidad del aire. Puede aprender:
 - Cómo usar Python para leer archivos de datos de NO₂ en resolución satelital nativa para crear imágenes y análisis personalizados, y extraer datos en ubicaciones específicas
 - Acerca de los nuevos satélites geoestacionarios que proporcionan una resolución temporal sin precedentes (¡nuevas imágenes cada 5 minutos!).
- Asista a un futuro curso presencial (inscríbese en nuestra lista de correo), o revise todos los materiales de capacitaciones en persona anteriores:
<https://arset.gsfc.nasa.gov/airquality/workshops>
lista de correo: <https://lists.nasa.gov/mailman/listinfo/arset>
- Escuche nuestras capacitaciones grabadas anteriores, disponibles gratuitamente:
 - Webinars avanzados de NO₂:
<https://arset.gsfc.nasa.gov/airquality/webinars/advanced-NO2-2019>
 - Observaciones de Alta Resolución Temporal de la Calidad del Aire desde el Espacio:
<https://arset.gsfc.nasa.gov/airquality/webinars/2018-geospatial>



¿Preguntas?

Dra. Ana I. Prados

aprados@umbc.edu

