



Parte 2: La Calidad del Agua de las Grandes Masas de Agua Interiores

Instructores: Sherry L. Palacios, PhD y Amita Mehta, PhD

Presentadora Invitada: Daniela Gurlin, PhD, Dpto. de Recursos Naturales de Wisconsin



Objetivos de Capacitación

Aprender a:

- Entender cuáles son los productos informáticos que se utilizan para monitorear la calidad del agua
- Seguir prácticas rigurosas para la obtención y el procesamiento de datos acuáticos por teledetección
- Desarrollar capacidades de procesamiento de imágenes para el monitoreo de la calidad del agua en masas de agua costeras e interiores utilizando SeaDAS, el software de procesamiento de imágenes de la NASA

Esquema de la Capacitación

5 de junio

Calidad del Agua en la
Zona Costera



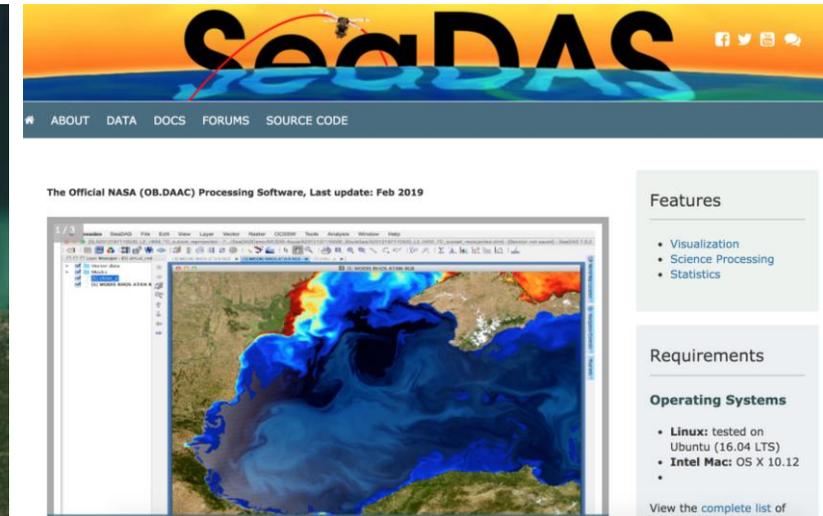
12 de junio

Calidad del Agua de las
Grandes Masas de Agua
Interiores



19 de junio

Desarrollo de
Capacidades de
Teledetección y Mejores
Prácticas



Esquema para la Parte 2

- Repasar la Parte 1
- Monitoreo de la Calidad del Agua en Sistemas de Agua Dulce
- Sensores y Productos Informáticos para Sistemas de Agua Dulce
- Ejemplos de Programas de Monitoreo de la Calidad del Agua Dulce
- Presentadora Invitada:

Integrando la Teledetección a un Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua

Dra. Daniela Gurlin, Departamento de Recursos Naturales de Wisconsin, EE.UU.

- Demostración de Acceso a Datos de Imágenes Landsat 8 OLI, Corrección Atmosférica, Procesamiento para Convertir en Productos N2



Repaso de la Parte 1

NASA Applied Remote Sensing Training Program (ARSET)

Programa de Capacitación de Teledetección Aplicada de la NASA

<http://arset.gsfc.nasa.gov/>

- Empoderando a la comunidad global a través de la capacitación de teledetección
- Procura fomentar el uso de las ciencias terrestres en la toma de decisiones por:
 - formuladores de políticas
 - gestores ambientales
 - otros profesionales en los sectores público y privado
- Temas de capacitaciones incluyen:
 - calidad del aire
 - tierras
 - desastres
 - agua

Ayudando a Profesionales a Resolver Problemas Incluyendo...

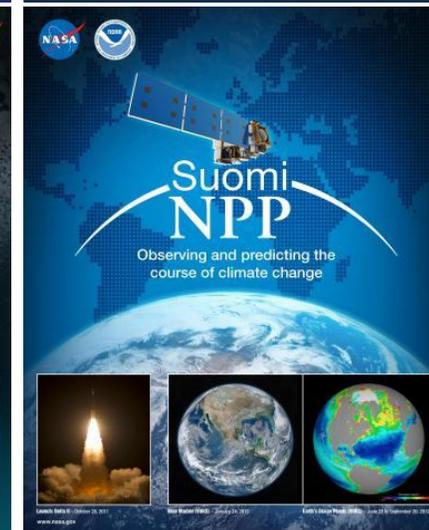
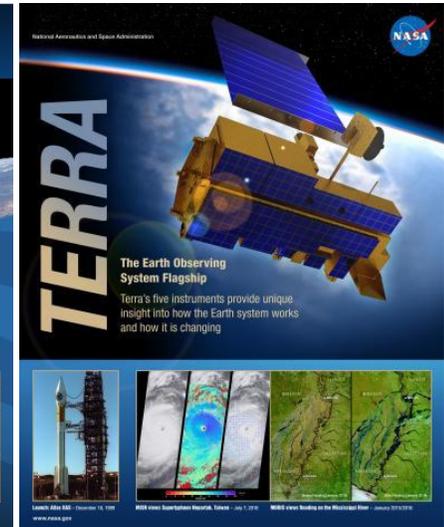
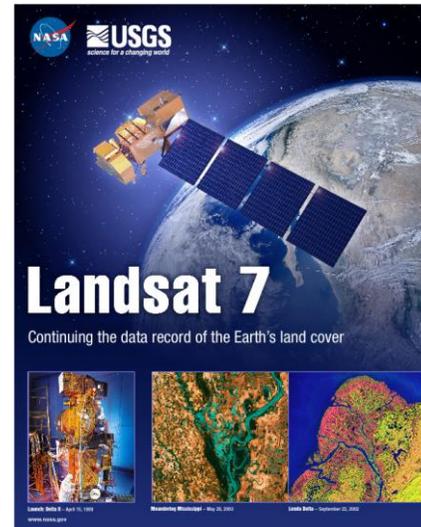


Cómo las Observaciones *In Situ* y Satelitales Corresponden Aproximadamente

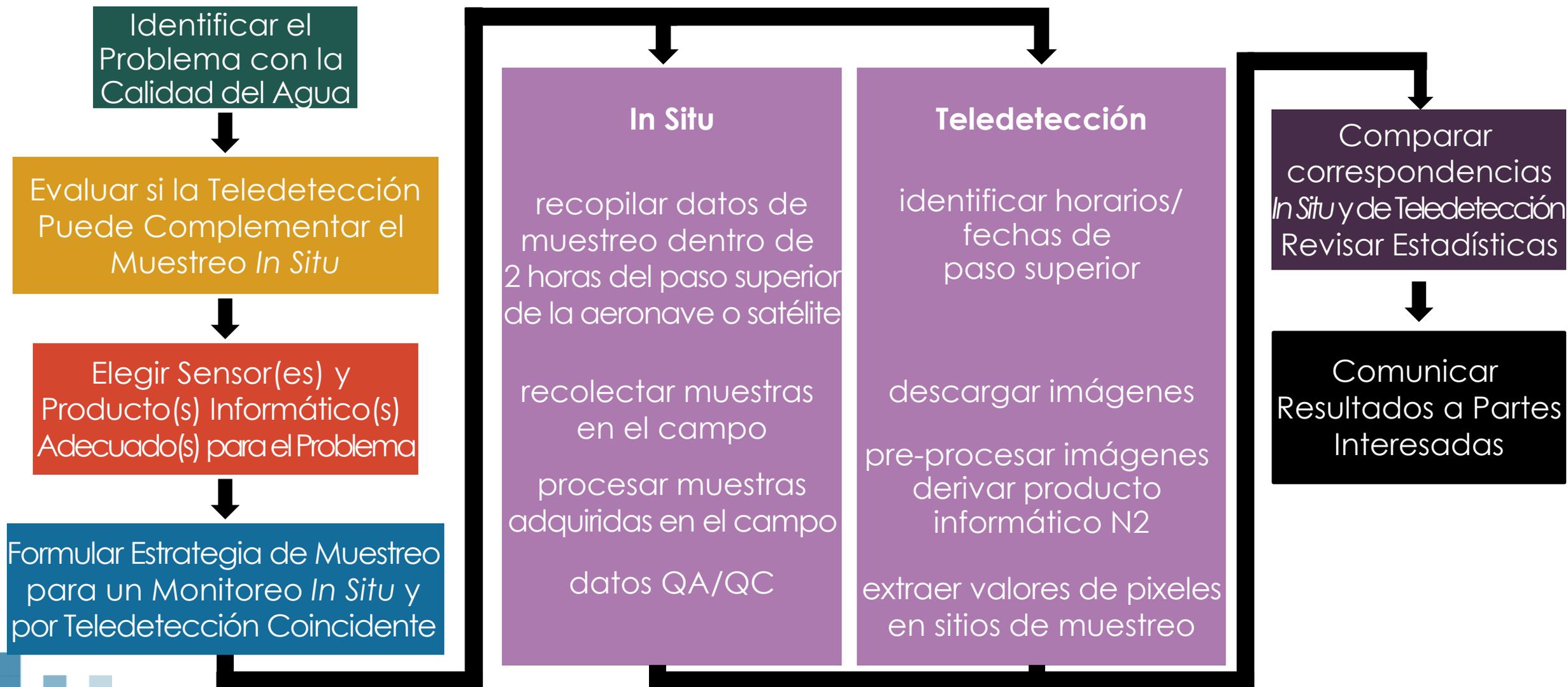
In Situ	Por Satélite
Temperatura del Agua	Temperatura Superficial Marina (SST)
Materia Orgánica Disuelta Coloreada (CDOM)	Absorción por CDOM (a_{dg})
Sólidos Suspendidos – Turbiedad	Atenuación difusa de la luz a 490 nm (K_d)
Claridad del Agua	Clorofila-a, Altura de la Línea de Fluorescencia Normalizada (nFLH)
Cianobacterias	Índice de Cianobacterias (CI)
Pigmentos Algales	Profundidad de la Zona Eufótica (Z_{eu}) Algoritmos de Tipo Funcional para Fitoplancton

Misiones Satelitales Actuales para el Monitoreo de la Calidad del Agua

- Landsat 7 (15/4/1999 – hoy)
- Landsat 8 (1/2/2013 – hoy)
- Terra (18/12/1999 – hoy)
- Aqua (4/5/2002 – hoy)
- Suomi National Polar Partnership (SNPP) (21/11/2011 – hoy)
- Sentinel-2A (23/6/2015 - hoy)
- Sentinel-2B (7/3/2017 – hoy)
- Sentinel-3A (16/2/2016 – hoy)



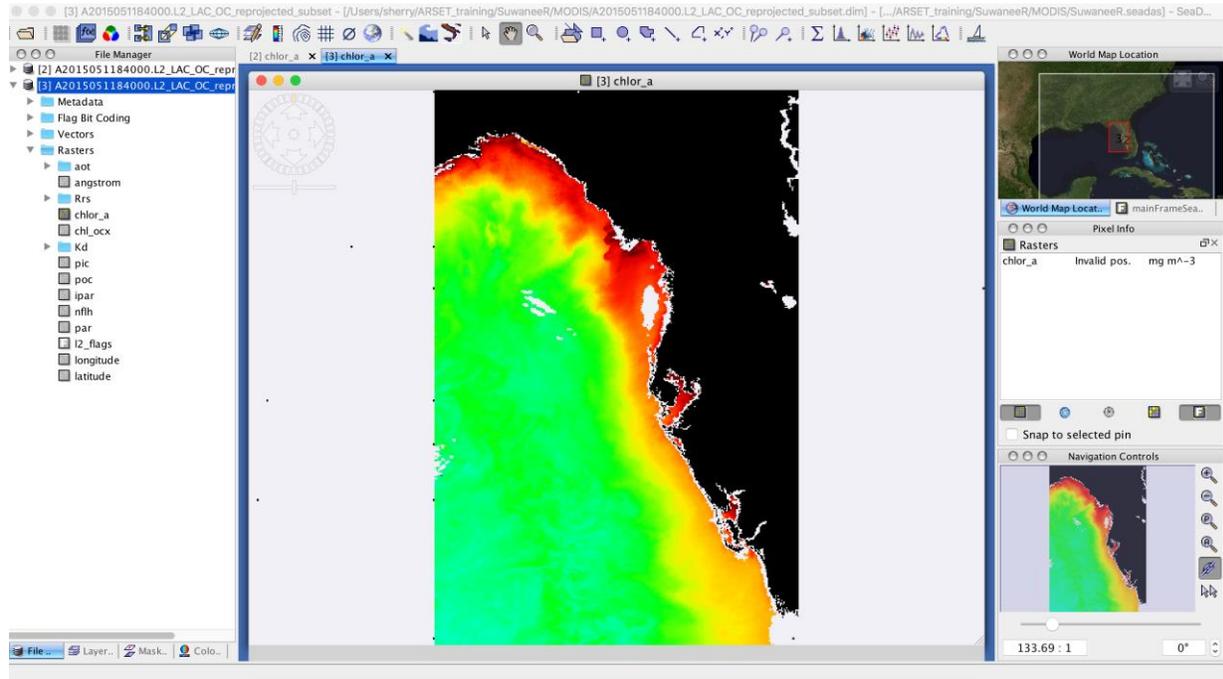
Flujo de Trabajo para un Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua



Tarea de la Parte 1 -- Recordatorio

<https://forms.gle/Uw9dTffktm2iy45Q9>

- Complete el ejercicio de la Parte 1
- Algunos de los datos guardados en el ejercicio de la Parte 1 se utilizarán en la Parte 3, asegúrese de procesar los datos para chlor_a, sst y adg_443_giop y de recortar todas las imágenes para las mismas coordenadas geográficas
- Tiene hasta el 21 de julio para enviar sus respuestas para la tarea de la Parte 1





La Calidad del Agua en los Sistemas de Agua Dulce

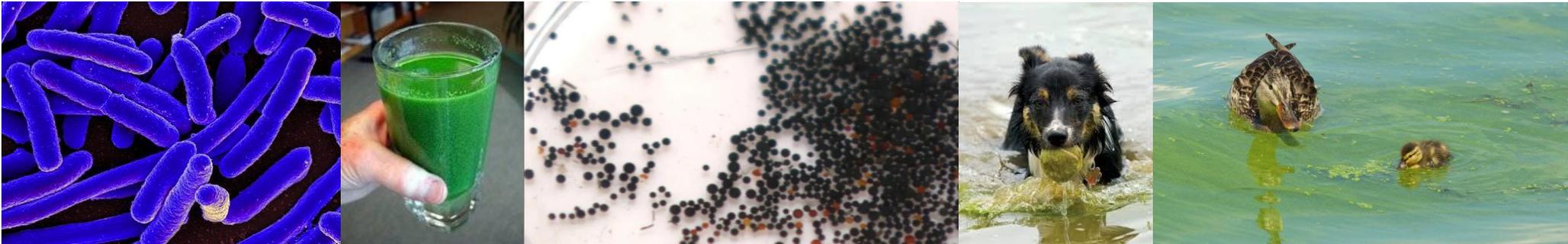
¿Cuáles son Algunos Objetivos del Monitoreo en los Sistemas de Agua Dulce?

Monitorear por...

- cianobacterias
- patógenos
- contaminantes artificiales
- entradas de nutrientes
- claridad del agua

¿Por qué? Impactos sobre...

- agua potable
- animales domésticos
- fauna
- ecosistemas



Fuentes de Imágenes: [E. coli](#), cianobacterias, [microesferas de plástico](#), [animales domésticos](#), [wilfauna silvestre](#)

¿Cuáles son Algunas Observaciones *In Situ* Típicas para el Monitoreo en Sistemas de Agua Dulce?

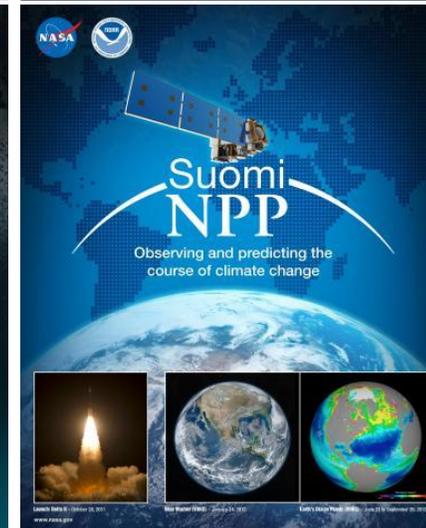
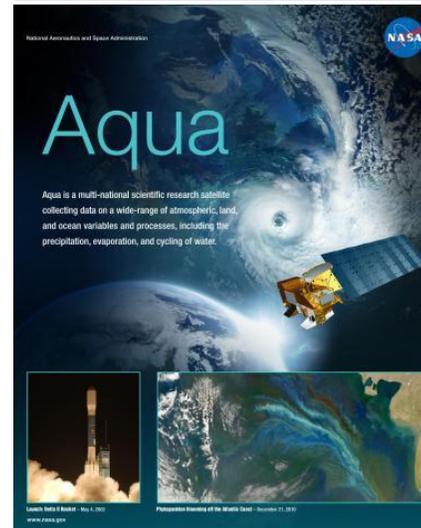
- concentración de clorofila
- temperatura
- claridad del agua
- nutrientes
- metales
- pH y alcalinidad
- materia orgánica disuelta
- taxonomía de fitoplanctones
- cianobacterias
- condición de especies indicadoras
- sedimentos suspendidos
- *E. coli*
- plásticos

¿Cuáles Productos de Datos por Teledetección son Relevantes para Sistemas de Agua Dulce?

- clorofila
- temperatura superficial del agua
- absorción de la luz por CDOM
- coeficiente de atenuación difusa
- claridad del agua
- índice de cianobacterias
- absorción y dispersión de la luz a longitudes de onda indicativas de ciertos taxones de algas
- algoritmos personalizados, definidos por los usuarios para algún uso específico o región particular

¿Cuáles son los Mejores Sensores para el Monitoreo en Sistemas de Agua Dulce?

- Las consideraciones dependen del problema
- La elección de un sensor se basa en su:
 - resolución espacial
 - resolución temporal
 - resolución espectral y productos informáticos



¿Por Qué son Problemáticas las Cianobacterias?

- Producen toxinas
- Biomasa en exceso
- Se desarrollan en aguas cálidas, lo cual hace probable que haya más floraciones a medida que se va calentando el clima

Género	Colonia o Filamento	Espuma Superficial	Toxina(s)
<i>Microcystis</i>	Colonia	sí	Microcistina, Anatoxinas
<i>Aphanizomenon</i>	Filamento	sí	Cilindroespermopsina, Anatoxinas, Saxitoxina
<i>Anabaena</i>	Filamento	sí	Microcistina, Cilindroespermopsina, Anatoxinas, Saxitoxina
<i>Planktothrix (Oscillatoria)</i>	Filamento	no	Microcistina, Anatoxinas, Saxitoxinas
<i>Cylindrospermopsis</i>	Filamento	no	Cilindroespermopsina, Anatoxinas
<i>Lyngbya</i>	Filamento	no	Cilindroespermopsina, Saxitoxina

Fuente: [R. Stumpf](#), [EPA](#)

Cianobacterias y Teledetección

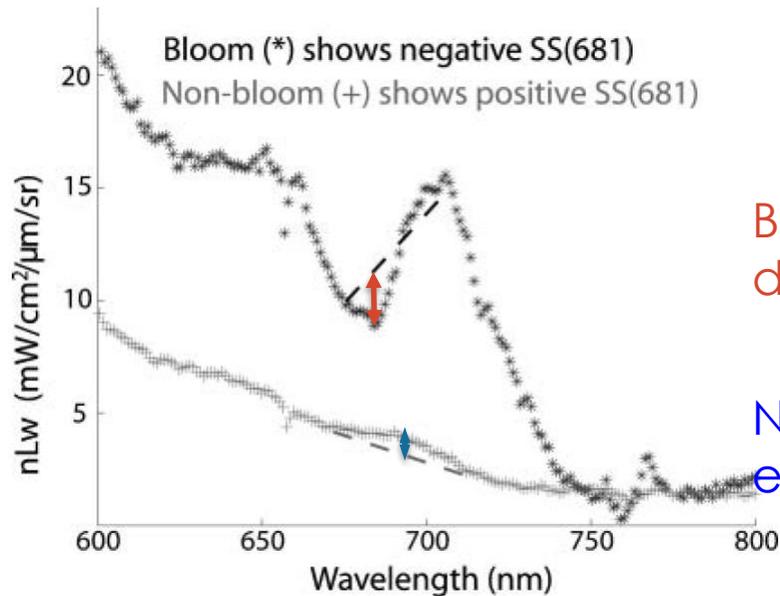
- Los satélites no pueden detectar toxinas
- Los taxones que forman espuma en la superficie se pueden detectar fácilmente en la mayoría de imágenes satelitales
- Los atributos espectrales a longitudes de onda particulares pueden indicar la presencia de cianobacterias
 - absorción por ficocianina a 620 nm
 - absorción por clorofila-a a 667 nm
 - retrodispersión a 709 y 779 nm
- Las variaciones entre firmas espectrales pueden servir para distinguir entre cianobacterias
 - Cyanobacteria Index (CI) (Wynne et al. 2008)
 - Maximum Chlorophyll Index (MCI) (Gower et al. 2008)
 - Maximum Peak Height (MPH) (Matthews & Odermatt 2016)

Credit: [R. Stumpf, EPA](#)

Funcionan bien sin corrección atmosférica

Cyanobacteria Index (CI)

- No requiere espuma en la superficie, pero funciona también con espuma
- Es menos sensitivo a los sedimentos y al vapor en la atmósfera
- El valor del CI se equipara a la concentración celular
- El CI es equivalente a la forma espectral a 681 nm



Bloom (floración): la curva del espectro está por debajo de la base (-)

Non-bloom (no floración): la curva del espectro está encima de la base (+)

Fuente: Wynne et al. 2008

El CI Facilita la Estimación de la Concentración Celular de Cianobacterias

https://tidesandcurrents.noaa.gov/hab/lakeerie_bulletins/HAB20180813_2018016_LE.pdf

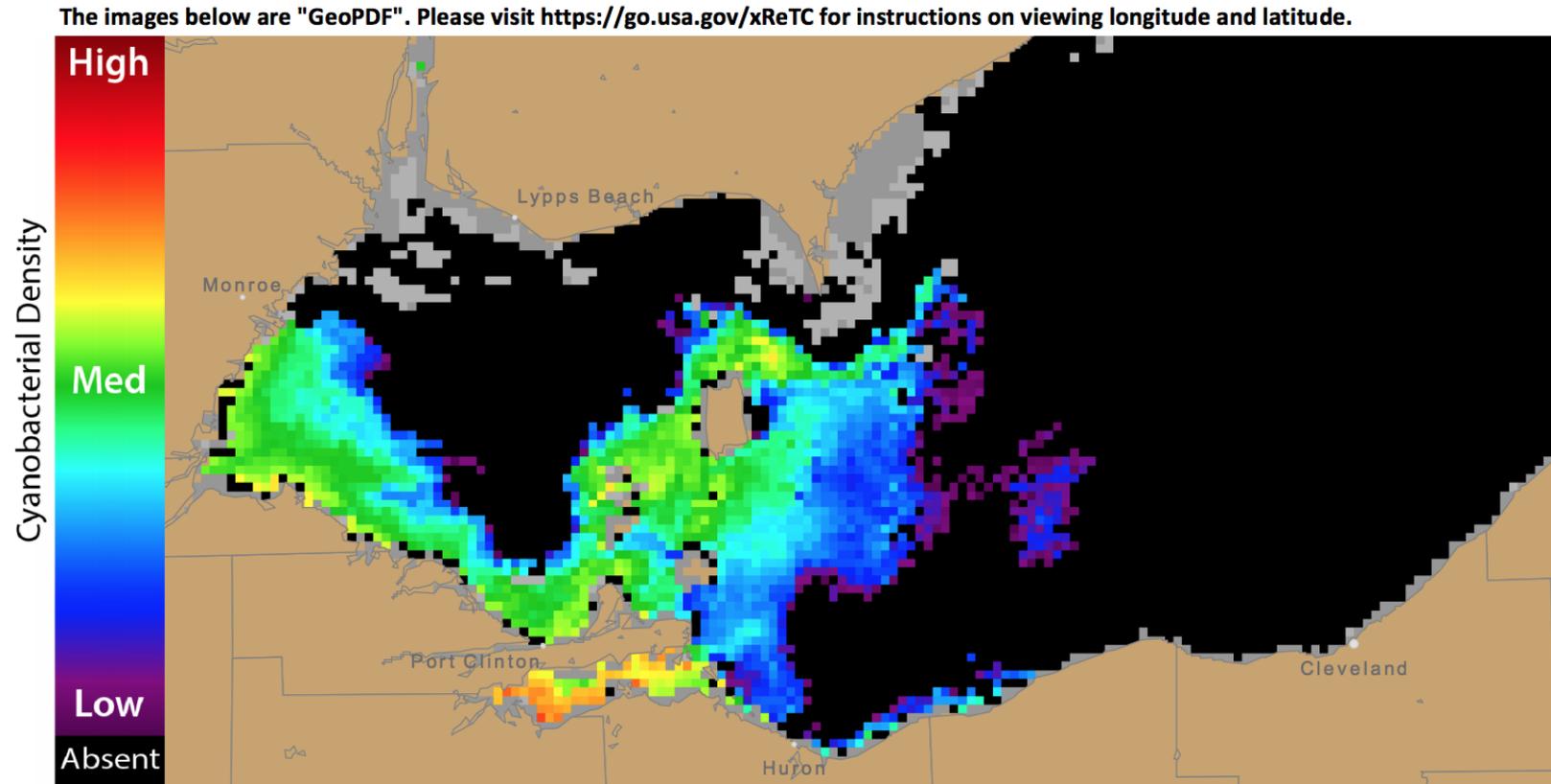


Figure 1. Cyanobacterial Index from NASA MODIS-Aqua data collected 11 August, 2018 at 14:21 EST. Grey indicates clouds or missing data. The estimated threshold for cyanobacteria detection is 20,000 cells/mL.

Fuente: [NOAA Lake Erie Harmful Algal Bloom Bulletin](#), 13 ago. 2018



Programas para el Monitoreo de Floraciones
Algales Nocivas Producidas por Cianobacterias

NOAA Operational Great Lakes HAB Bulletin (Boletín para los Grandes Lagos)

https://www.glerl.noaa.gov/res/HABs_and_Hypoxia/bulletin.html

- Boletín Operativo sobre Floraciones Algales Nocivas
- Se emite dos veces por semana cuando hay condiciones propicias – típicamente en verano y principios de otoño
- Informa el Índice de Cianobacterias (CI)

Lake Erie Harmful Algal Bloom Bulletin 11 October, 2018, Bulletin 33

**** Note: As of today, Thursday, October 11, twice weekly bulletins for Lake Erie will no longer be issued. Sampling is being discontinued by GLERL and conditions in Lake Erie are no longer favorable for blooms of microcystis. We will track conditions and resume bulletin production if conditions warrant. ****

Microcystis continues to decline in recent satellite imagery and toxins continue to decrease and are below detection limits at most stations.

Forecast winds (10-28 kn) today through Monday (10/11-15) will likely cause mixing and eastward transport of remaining *Microcystis* concentrations. The water temperature in the western basin remains 68°F (20°C) and below, which will continue to decrease bloom concentrations. -Lalime, Ludema

Additional Resources

To find a safe place for recreation, visit the Ohio DOH "BeachGuard" site: <http://publicapps.odh.ohio.gov/beachguardpublic/>
Ohio EPA's site on harmful algal blooms: <http://epa.ohio.gov/HAB-Algae>
NOAA's GLERL provides additional HAB data here: http://www.glerl.noaa.gov/res/HABs_and_Hypoxia

The images below are "GeoPDF". Please visit <https://go.usa.gov/xReTC> for instructions on viewing longitude and latitude.

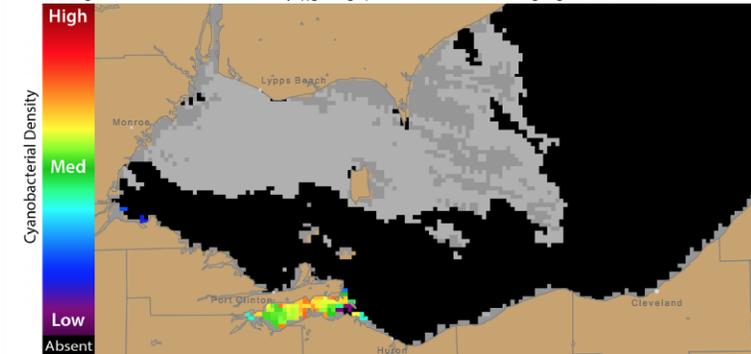
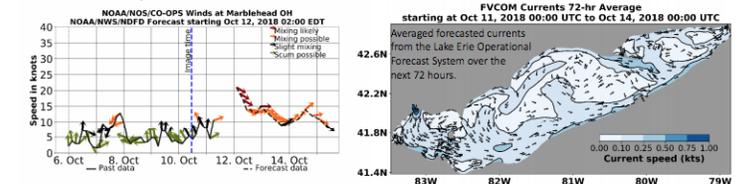


Figure 1. Cyanobacterial index from NASA MODIS-Terra data collected 10 October, 2018 at 11:25 EST. Grey indicates clouds or missing data. The estimated threshold for cyanobacteria detection is 20,000 cells/mL.



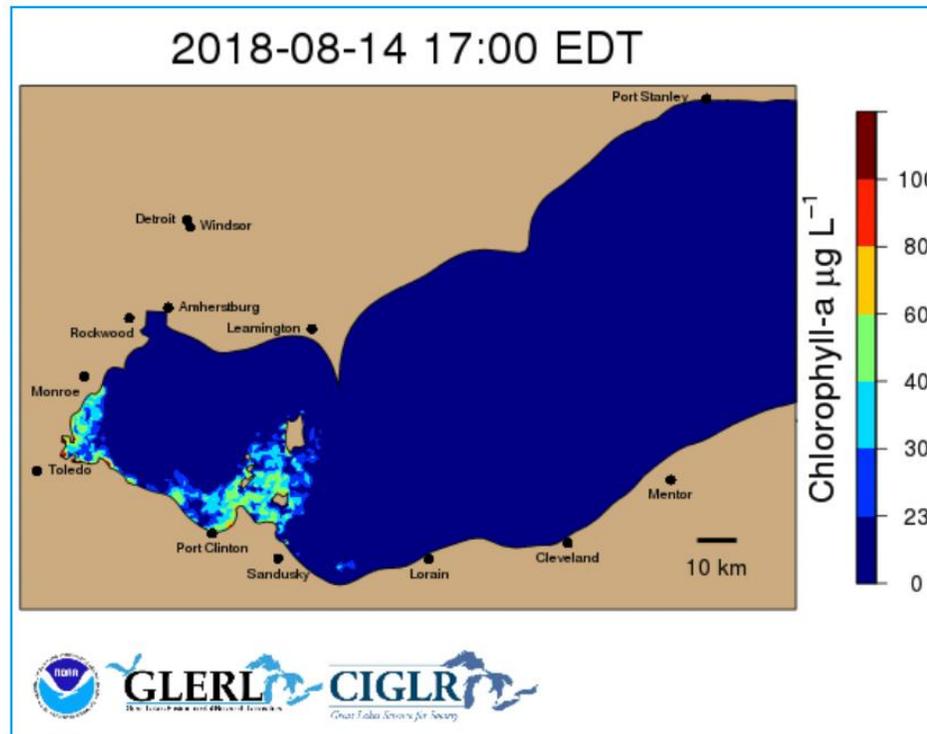
Wind speed and direction from Marblehead, OH. Blooms mix through the water column at wind speeds greater than 15 knots (or 7.7 m/s).

For more information and to subscribe, please visit the NOAA HAB Forecast page: <https://tidesandcurrents.noaa.gov/hab/lakeerie.html>

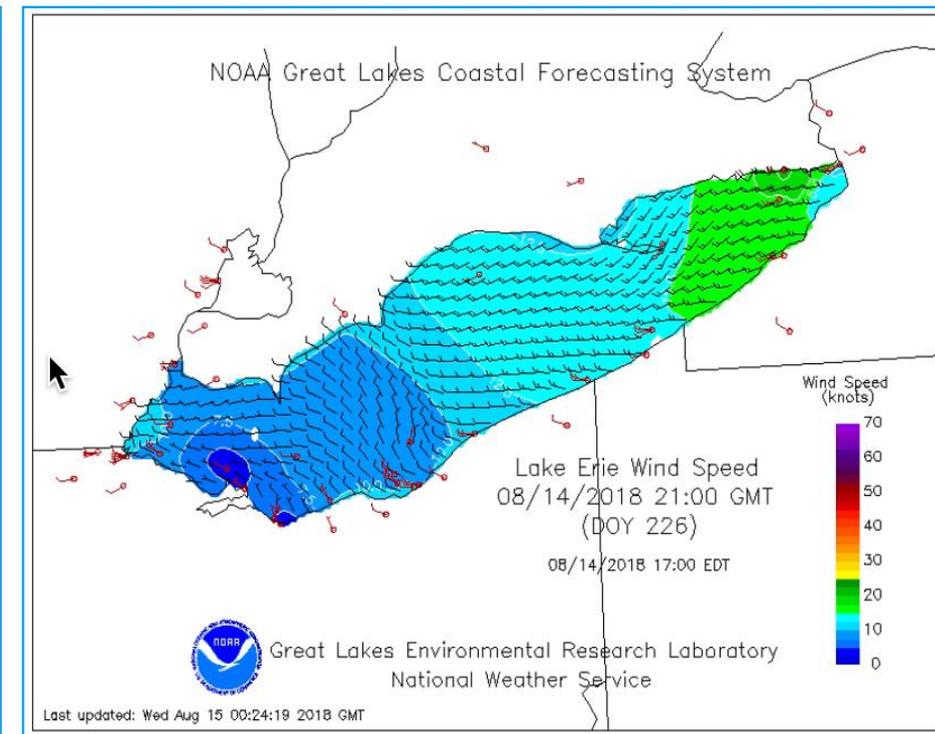
NOAA Experimental Lake Erie HAB Tracker (Rastreador Experimental de Floraciones Algales Nocivas para el lago Erie)

https://www.glerl.noaa.gov/res/HABs_and_Hypoxia/habTracker.html

HAB Tracker forecast



GLCFS nowcast & 5-day wind speed forecast



NOAA Great Lakes Hyperspectral Monitoring (Monitoreo Hiperespectral de los Grandes Lagos)

https://www.glerl.noaa.gov/res/HABs_and_Hypoxia/airSatelliteMon.html

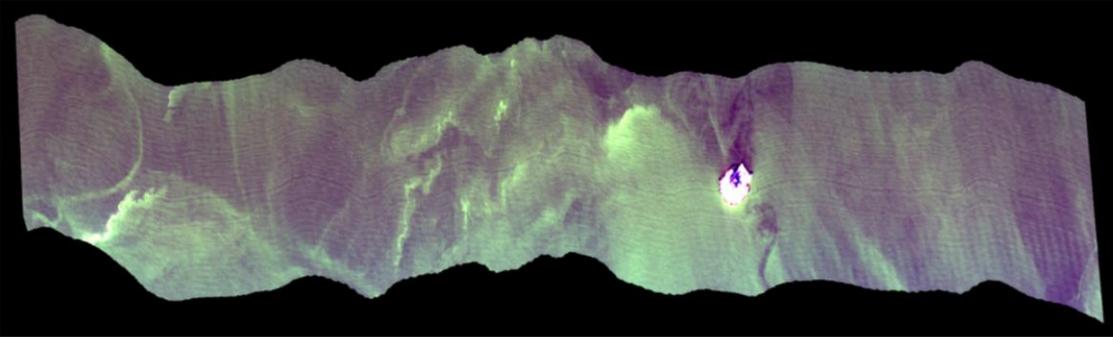
NOAA GLERL
NOAA - Great Lakes Environmental Research Laboratory

Enter query here...
Scope: GLERL Search

Home Quick Links About Us Research Data & Products Publications Education

Home / Algal Blooms & Hypoxia

HABs - Hyperspectral and satellite algorithm development



Hyperpectral scan taken nearby the Toledo Harbor Lighthouse and Maumee Bay, Lake Erie, on August 31, 2015

View true-color hyperspectral imagery

The links below, organized by year, will take you to a map interface to view georeferenced, true-color hyperspectral image data from the respective date. Given the total size of the data can range up to and beyond 1 GB of data, we recommend closing other browser tabs and windows to better guarantee viewing of the data.

Imagery in the maps linked below that appear a pink-like color are a product of sun glint.

Lake Erie Hyperspectral Imagery Explorer

October 3, 2018 flight

Harmful Algal Blooms Analysis Tool (Herramienta para el Análisis de Floraciones Algales Nocivas)

<https://cchab.sfei.org/>

- Es una herramienta que analiza los niveles para incitar a verificar en el campo y realizar muestreos para confirmar sospechas de HABs de cianobacterias
- Su navegador visualiza floraciones en un mapa para mostrar la extensión espacial de las floraciones y series temporales en las ubicaciones de pixeles particulares
- La región incluye los estados de California y partes de Oregón y Nevada

Harmful Algal Blooms Analysis Tool

? Purpose | ? Disclaimer | ? Instructions

This project is part of [My Water Quality Portal](#)

The satellite imagery analysis tool provides a screening level analysis to prompt field verification and sampling to confirm the status of a suspected cyanobacteria harmful algal bloom and presence of toxic species. This map displays estimated levels of cyanobacteria in large water bodies, calculated from satellite imagery in order to better understand potential risks to public health. Data is displayed in map form to show the spatial extent of blooms and is also viewable in long and short timelines to show how concentrations vary over time. Additionally, field data can be displayed providing users a combination of data and tools to better understand the status and trends of cyanobacteria harmful algal blooms and the potential risks to public health.

The tool features a mix of data from discrete samples, which are very precise for a specific location, and satellite imagery data, which can provide a broad-scale understanding of cyanobacteria density but should be regarded as provisional in nature. The tool offers water resource managers and the public an opportunity to review and compare satellite data with sampling data (where available) in an exploratory interface. As the satellite imagery improves over time, the data quality will likely also increase, as will its value for decision-making.

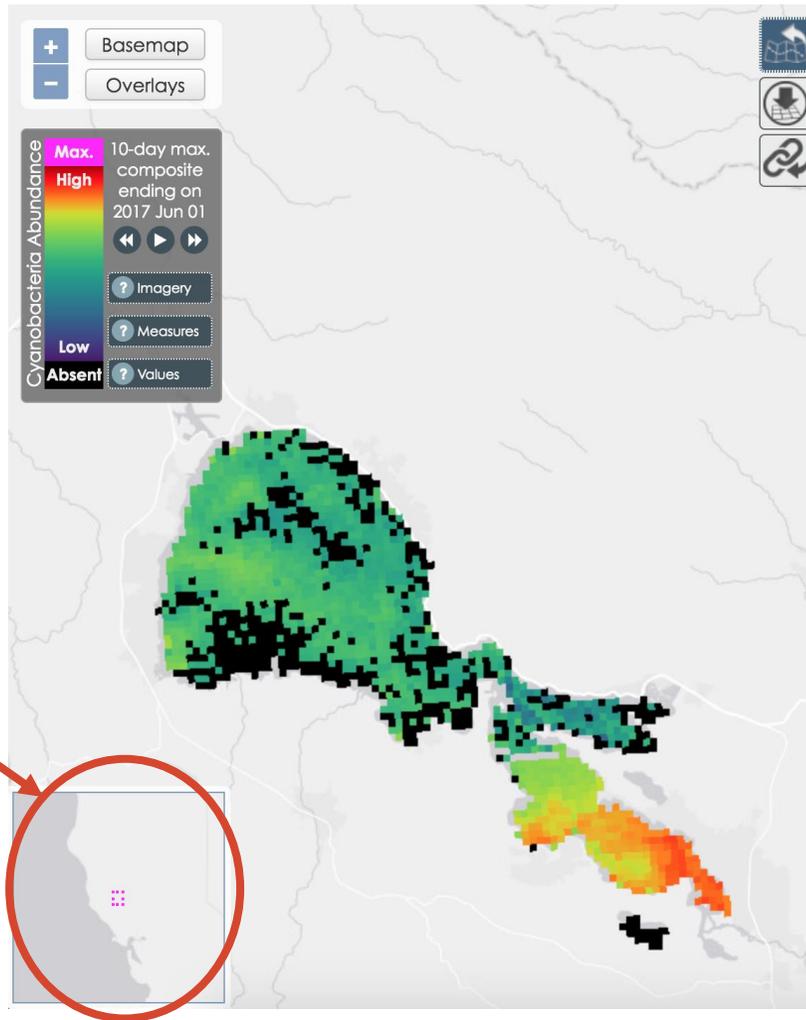
Close

© San Francisco Estuary Institute

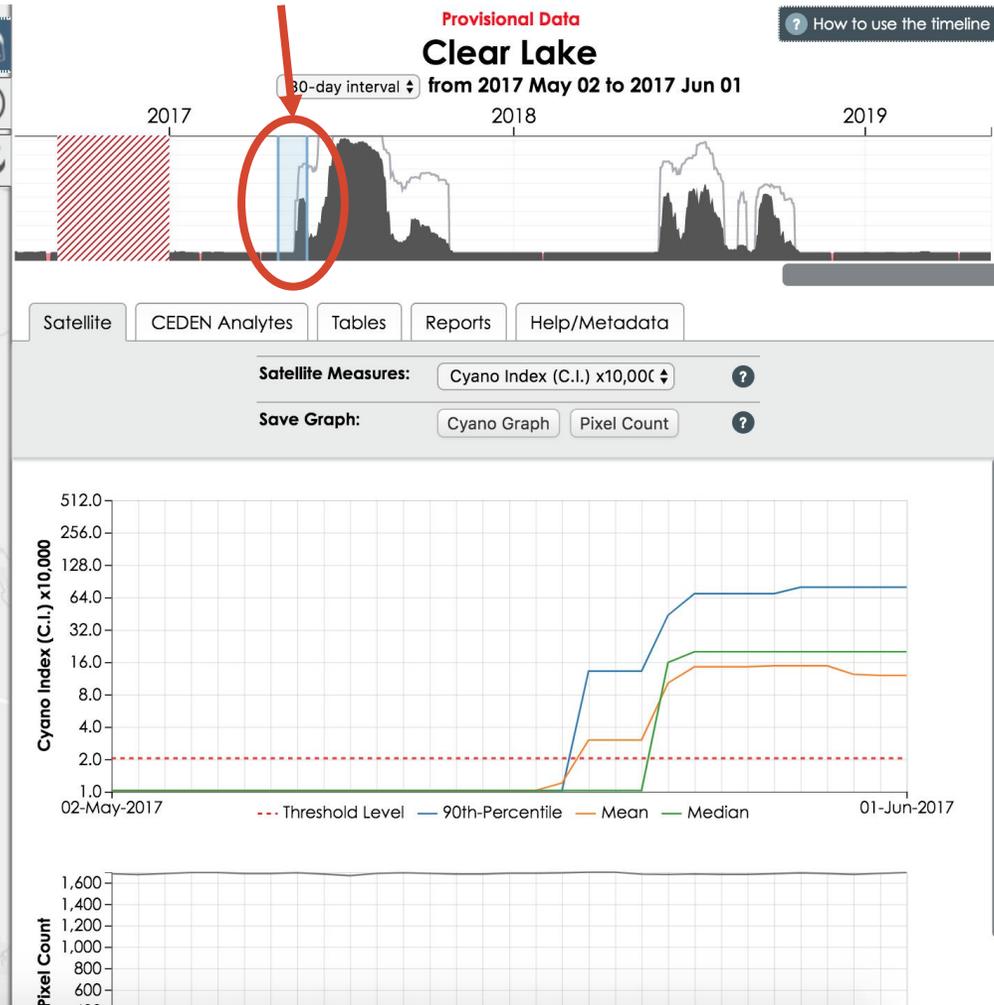
Harmful Algal Blooms Analysis Tool (Herramienta para el Análisis de Floraciones Algales Nocivas)

<https://cchab.sfei.org/>

Lugar de Interés



Período de Interés





Consideraciones sobre el Uso de la Teledetección para el Monitoreo de la Calidad del Agua Dulce

Ventajas de la Teledetección para Sistemas de Agua Dulce

- Ofrece historiales de imágenes extensos para el análisis de series temporales
- Goza de un compromiso continuo por parte de las agencias espaciales para seguir recolectando datos
- Brinda datos confiables para sistemas de alerta temprana y de pronósticos operativos
- Algunos sensores tienen una resolución espacial adecuada para lagos
- Las imágenes típicamente están libremente disponibles y son de alta calidad

Desventajas de la Teledetección para Sistemas de Agua Dulce

- En aguas profundas hay interferencia por parte del fondo
- Algunas masas de agua son demasiado pequeñas para la resolución espacial de los sensores
- Hay un número limitado de algoritmos estándares para estas aguas ópticamente complejas
- Requiere corrección atmosférica
- Los sistemas son altamente variables
- Es costoso obtener datos en el suelo para verificar



Dra. Daniela Gurlin
Departamento de Recursos Naturales de
Wisconsin, EE.UU.



Integrando la Teledetección a un Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua

Daniela Gurlin (Departamento de Recursos Naturales de Wisconsin, EE.UU.)

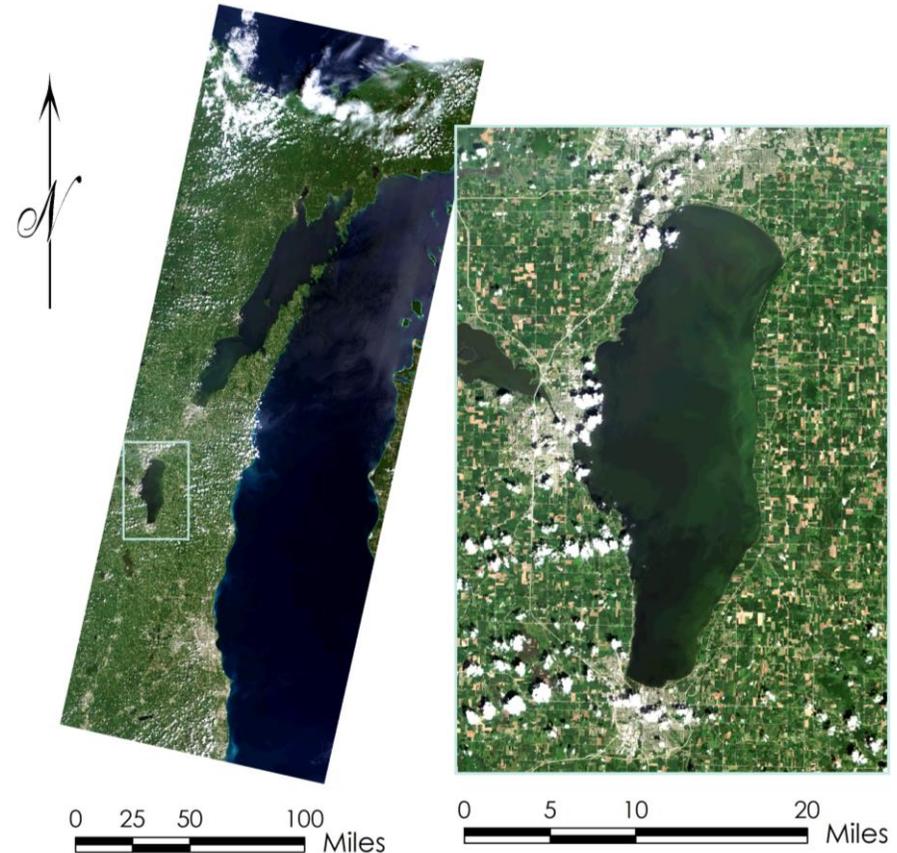
12 de junio de 2019



Esquema

- Desafíos de la Teledetección
- Sensores para la Observación de la Tierra
- Actividades de Teledetección
- Monitoreo de la Calidad del Agua
- Utilización de Datos para una Información Integrada
- Diseminación de Datos
- Proyectos de Investigación de Teledetección

Floración algal en el lago Winnebago



Floración algal en el este del lago Winnebago vista por Landsat 8 OLI el 07/26/2016 (Fuente de datos Landsat 8 OLI: USGS).

Desafíos de la Teledetección

Ventajas

- Produce datos de alta resolución espacial y temporal
- Evaluación de problemas ambientales y posibles riesgos para la salud
- Datos históricos para estudios de tendencias en la calidad del agua
- Datos para integración a sistemas de alerta temprana

Desventajas

- Existen condiciones ópticamente complejas en los lagos y reservorios
- Interferencia del fondo del lago
- Cambios dinámicos en la calidad del agua
- Un número limitado de parámetros de la calidad del agua
- Requiere recolección de datos que reflejen la verdad a nivel del suelo

Sensores para la Observación de la Tierra



	Landsat 7	Landsat 8	Sentinel-2A	Sentinel-2B	Sentinel-3A	Sentinel-3B
Sistema de Sensor Satelital	ETM+	OLI/TIRS	MSI	MSI	OLCI	OLCI
Resolución Espectral (m)	15, 30, 60	15, 30, 100	10, 20, 60	10, 20, 60	300	300
Bandas Espectrales	8	11	13	13	21	21
Ciclo de Revisita (días)	16	16	5	5	2	2
Ancho de Barrido (km)	183	183	290	290	1270	1270
Fecha de Lanzamiento	abril 1999	febrero 2013	junio 2015	marzo 2017	febrero 2016	abril 2018
Años en órbita/Vida diseñada mínima (años)	20/5	6/5	3/7	2/7	3/7	1/7
Fuente de Datos de Ejemplo	U.S. Geological Survey EarthExplorer (https://earthexplorer.usgs.gov/)			Copernicus Open Access Hub (https://scihub.copernicus.eu/)		

Abreviaturas para los Sensores Satelitales

Landsat 7: Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

Landsat 8: Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)

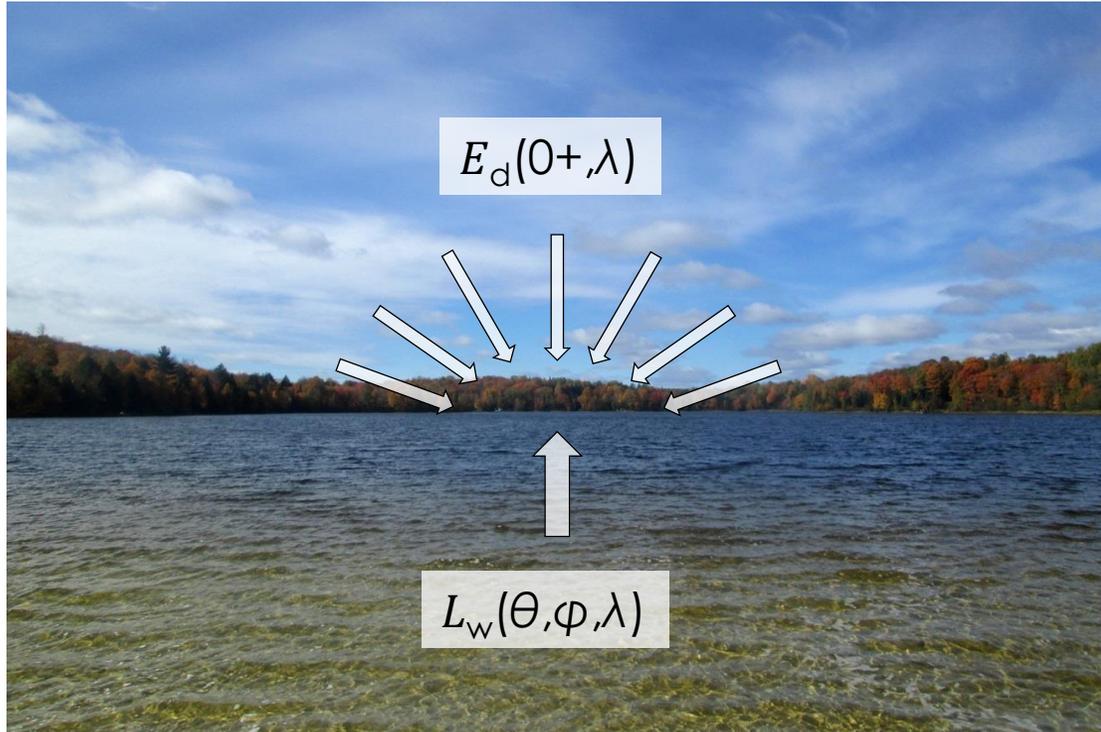
Sentinel-2: Multispectral Instrument (MSI)

Sentinel-3: Ocean and Land Color Instrument (OLCI)



Sensores para la Observación de la Tierra

¿Qué es la reflectancia de teledetección?



$$R_{rs}(\theta, \phi, \lambda) = \frac{L_w(\theta, \phi, \lambda)}{E_d(0^+, \lambda)}$$

- $R_{rs}(\theta, \phi, \lambda)$: reflectancia de teledetección
- $L_w(\theta, \phi, \lambda)$: radiancia partiendo del agua
- $E_d(0^+, \lambda)$: radiancia descendente
- θ : ángulo de zénit solar
- ϕ : ángulo de azimut solar
- λ : longitud de onda

El cálculo de la reflectancia de teledetección de masas de agua. Esta ecuación vincula la relación de la radiancia partiendo del agua y la radiancia descendente ($L_w(\theta, \phi, \lambda)$ y $E_d(0^+, \lambda)$) con la reflectancia de teledetección ($R_{rs}(\theta, \phi, \lambda)$).

Sensores para la Observación de la Tierra

¿Qué es la reflectancia de teledetección?

Sensibilidad de la reflectancia a variaciones en el ángulo de zénit solar

$$R_{rs}(\theta, \varphi, \lambda) = \frac{f(\lambda)}{Q(\lambda)} \frac{b_b(\lambda)}{a(\lambda) + b_b(\lambda)}$$

Propiedades bidireccionales de la reflectancia

Coeficiente de absorción

Coeficiente de retrodispersión

$$a(\lambda) = a_{\varphi}(\lambda) + a_{NAP}(\lambda) + a_{CDOM}(\lambda) + a_w(\lambda)$$

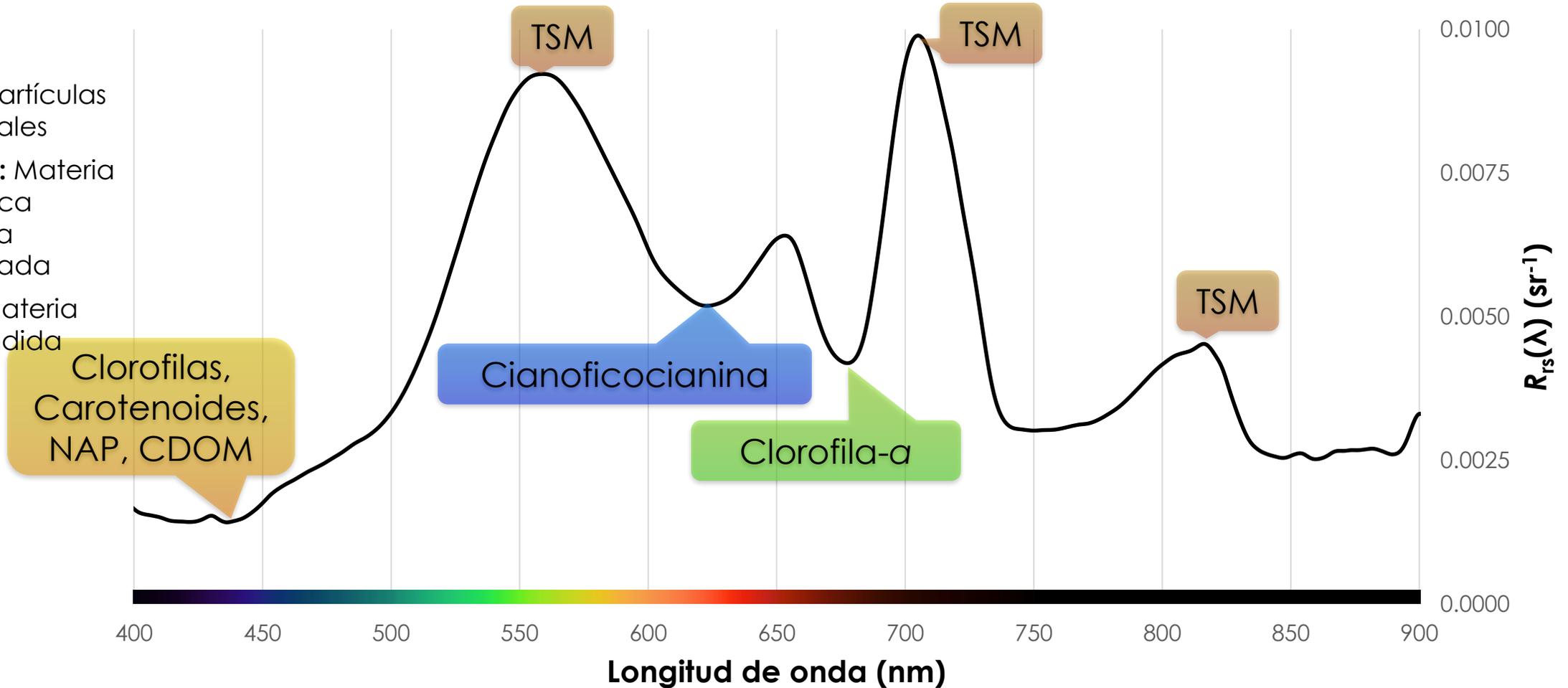
φ : Fitoplancton, NAP: Partículas no algales, CDOM: Materia orgánica disuelta coloreada, w: agua

Sensores para la Observación de la Tierra

NAP: Partículas no algales

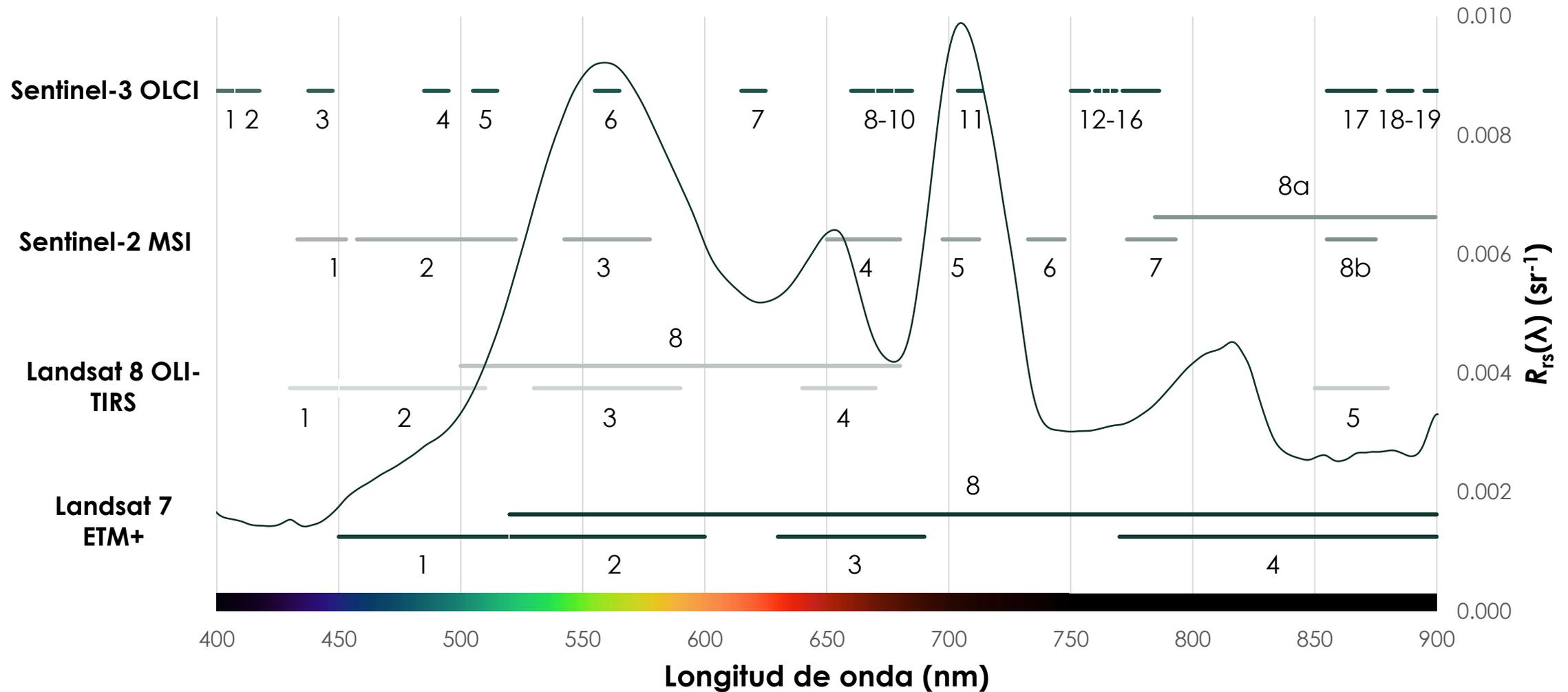
CDOM: Materia orgánica disuelta coloreada

TSM: Materia suspendida total



Espectro de Reflectancia de Teledetección para el Lago Winnebago, Adquirido 21/09/2015

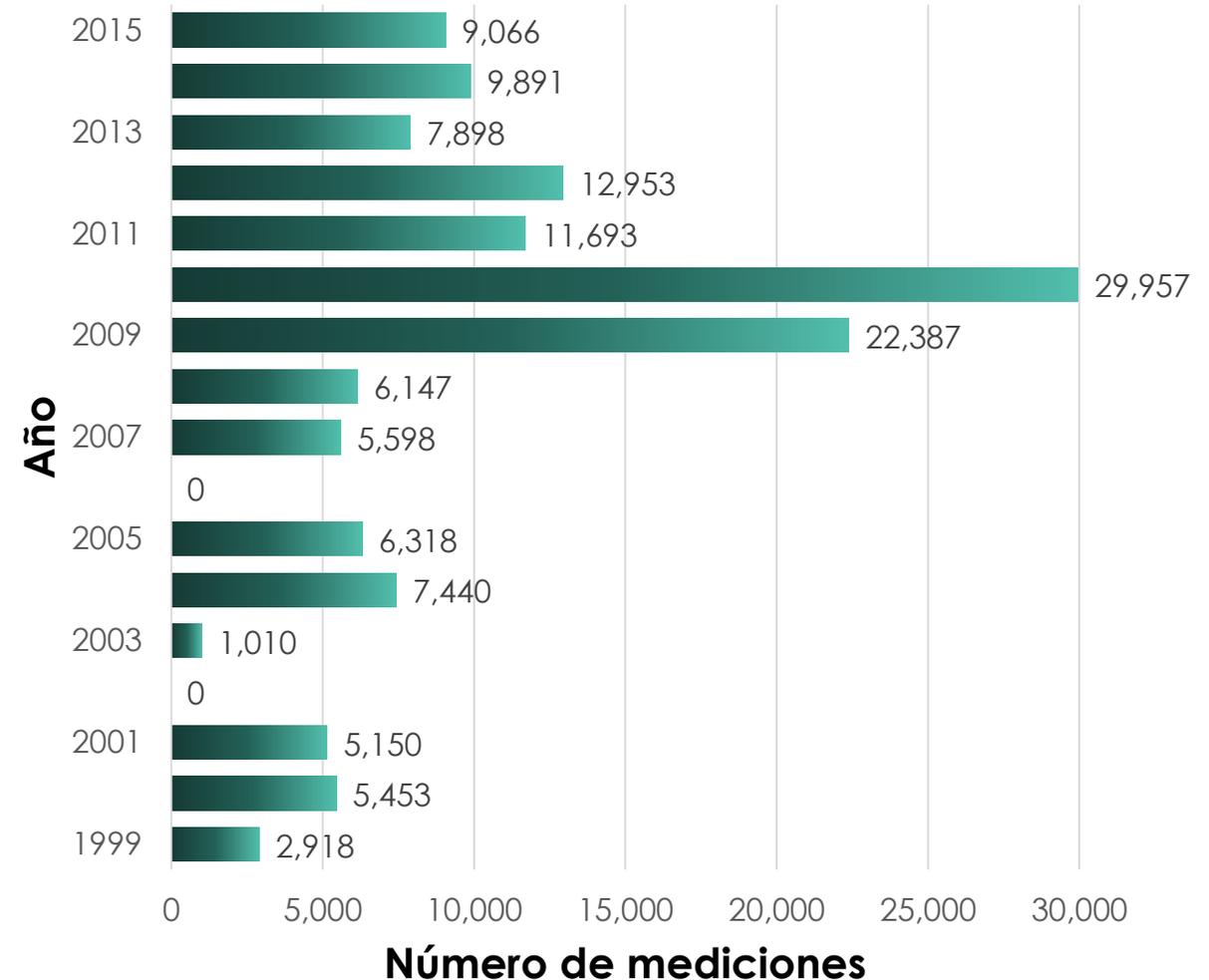
Sensores para la Observación de la Tierra



Espectro de Reflectancia de Teledetección para el Lago Winnebago, Adquirido 21/09/2015

Actividades de Teledetección

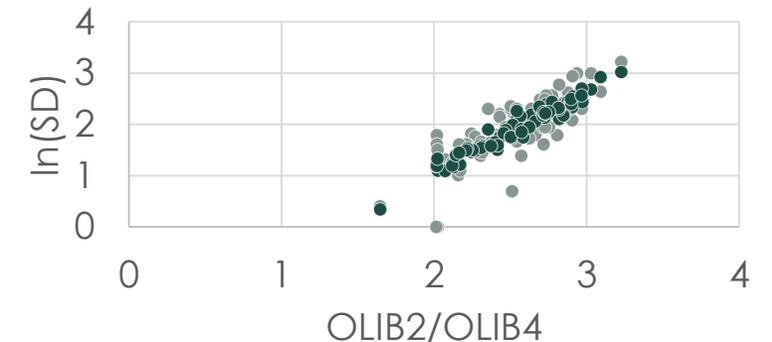
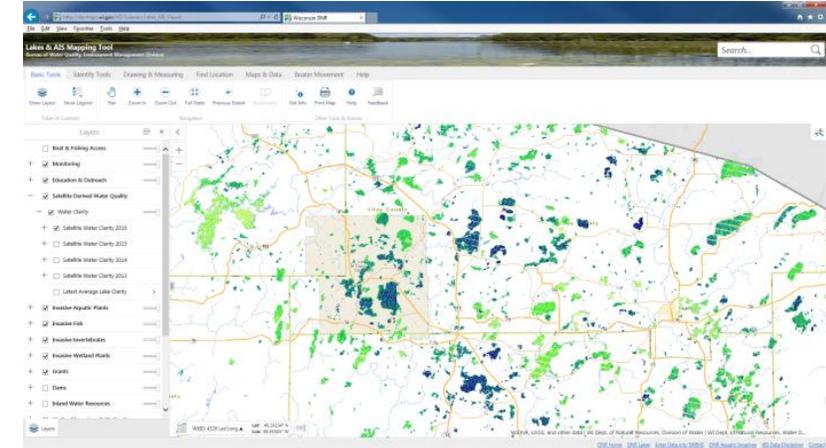
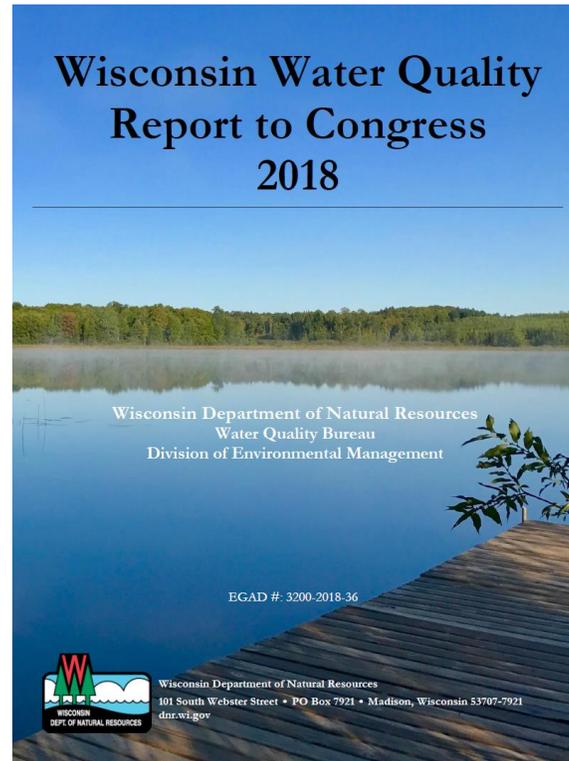
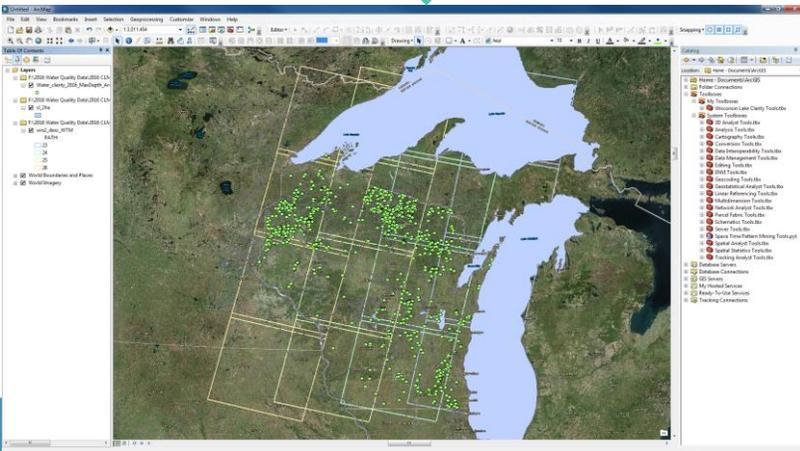
- Recuperación sistemática de la claridad del agua de datos de Landsat 7 ETM+ y Landsat 8 OLI-TIRS
- Estudia los principales impulsores de la claridad del agua
- Representa un incremento en las capacidades de observación de la Tierra



Monitoreo de la Claridad del Agua por Satélite



Fuente de la foto: Amy Kowal



• Measured $\ln(SD)$ • Predicted $\ln(SD)$

Monitoreo de la Claridad del Agua por Satélite

Recuperación por Satélite de la Claridad del Agua en 2016

- Preprocesamiento y colocación en un mosaico de imágenes Landsat
- Extracción de firmas de datos de campo de imágenes Landsat
- Regresión lineal múltiple de datos de campo y de satélites
- Recuperación de claridad del agua de imágenes Landsat
- Software utilizado incluye ArcGIS 10.4.1 para Desktop, ENVI 5.4.0, IDL 8.6.0, R para Windows 3.3.1 y RStudio

Descarga de imágenes Landsat y datos auxiliares (Datos Nivel1 de la Colección Landsat 1)

Conversión de números digitales (DN) en la imagen en reflectancia en la cima de la atmósfera (TOA)

Remoción de nubes y sombras de nubes

Re proyección de imágenes

Remoción de tierras y nubes residuales

Identificación y remoción de aguas pantanosas, vegetación acuática y orillas de lagos

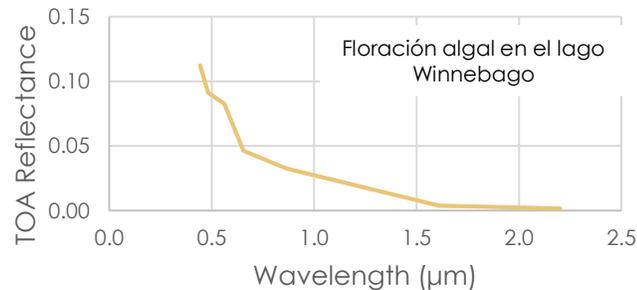
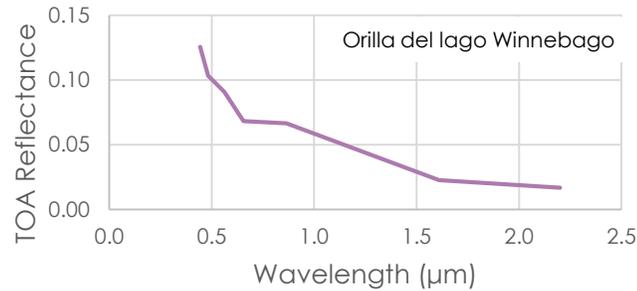
Construcción de rústeres mosaico para imágenes en las mismas fechas de adquisición

Monitoreo de la Claridad del Agua por Satélite

Recuperación por Satélite de la Claridad del Agua en 2016



Remoción de los efectos de la orilla para el lago Winnebago 07/26/2016



Diferenciación de la orilla y una floración algal para las imágenes Landsat 8 OLI adquiridas el 26/07/2016 (Fuente de datos Landsat 8 OLI: USGS).

$$\ln(\text{SD}) = a + b \times \frac{\text{OLI}_{B2}}{\text{OLI}_{B4}} + c \times \text{OLI}_{B2}$$

$\ln(\text{SD})$ – Logaritmo natural para la profundidad del disco de Secchi

OLI_{B2} - Operational Land Imager Banda 2

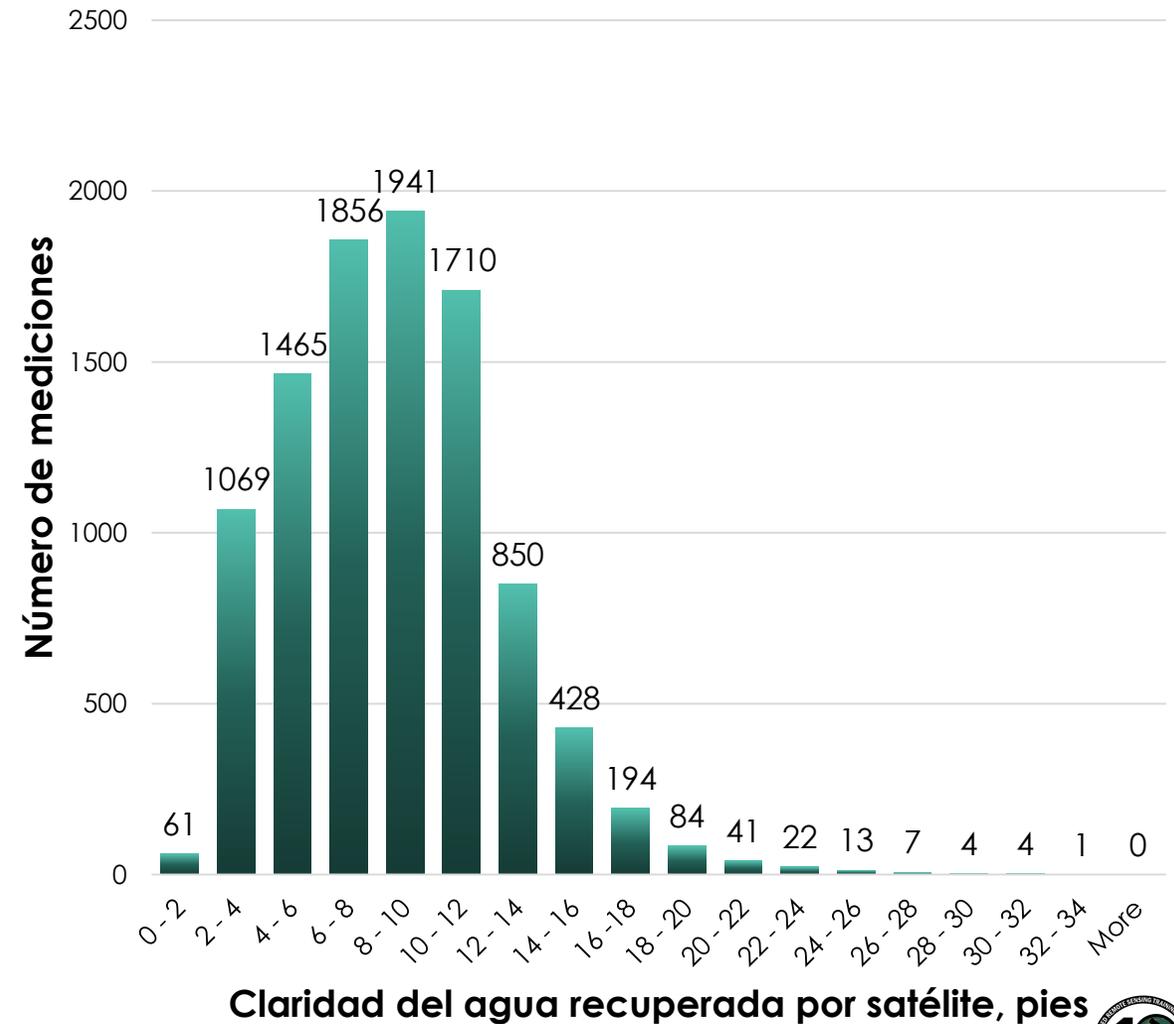
OLI_{B4} – Operational Land Imager Banda 4

- 76 imágenes de Landsat 7 y 8
- 11 imágenes mosaico para el desarrollo de algoritmos
- 608 mediciones a nivel del suelo para el desarrollo de algoritmos

Monitoreo de la Claridad del Agua por Satélite

Recuperación por Satélite de la Claridad del Agua en 2016

- 9750 estimaciones de la claridad del agua
- 4500 masas de agua
- Error medio absoluto normalizado de 2,0 pies (0,6096 m)



Utilización de Datos para “Información Integrada” según la Ley de Aguas Limpias

¿Qué es la información integrada?

- Cumple con los requisitos de información federales para condiciones de la calidad del agua a nivel estatal
- Se utilizan los estándares de la calidad del agua para definir objetivos para alguna masa de agua mediante designaciones de uso, protección de usos y protección de la calidad del agua
- Se utilizan datos del monitoreo de la calidad del agua para evaluar el estado actual de la masa de agua
- Evaluaciones generales y específicas
- Los usos designados se clasifican en cuatro categorías



Vida Acuática



Recreación



Salud Pública y Bienestar



Fauna

Utilización de Datos para “Información Integrada” según la Ley de Aguas Limpias

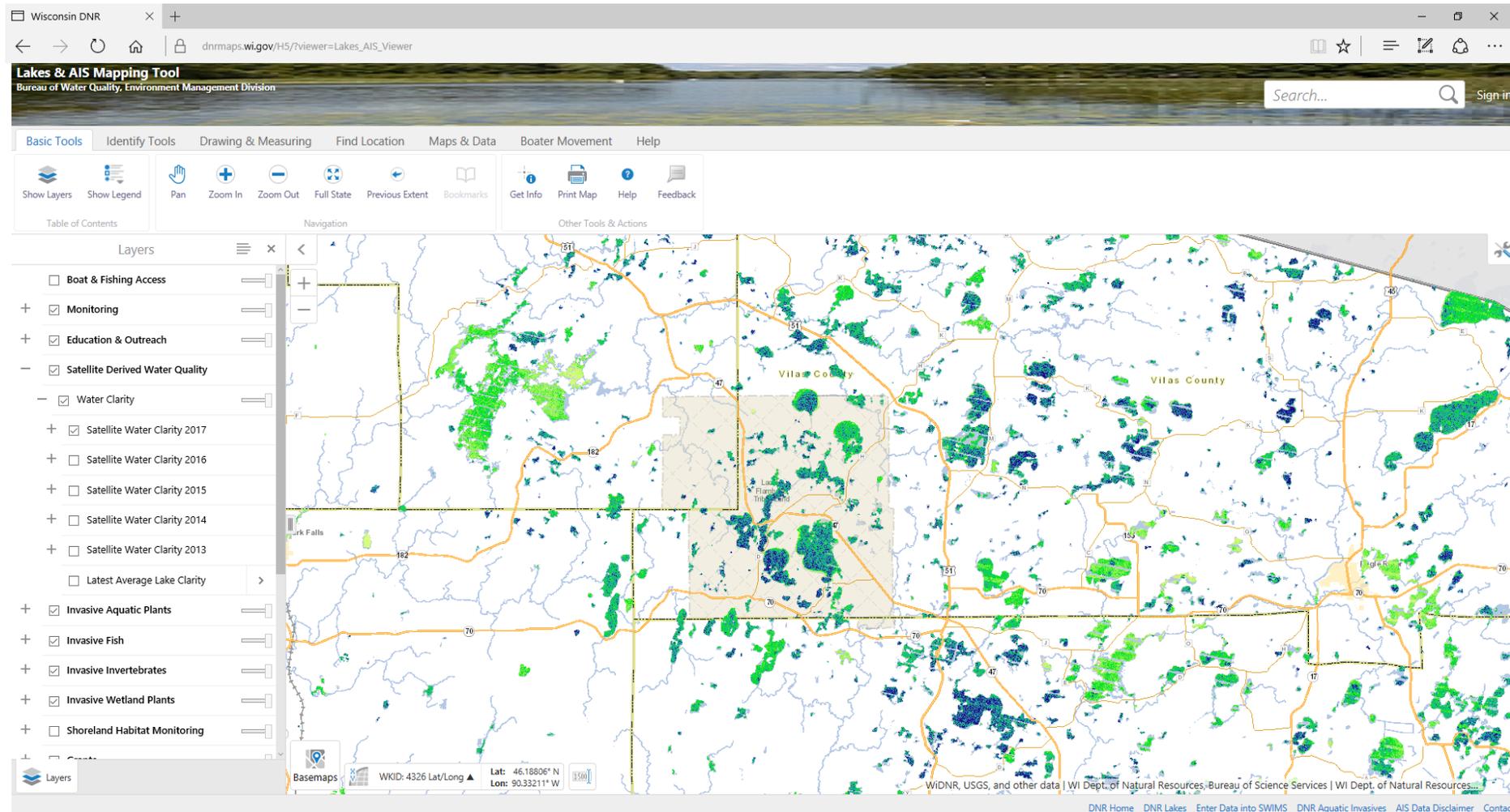
- Las evaluaciones de las condiciones generales incluyen múltiples métricas
- El Índice de Estado Trófico Carlson es el índice más comúnmente utilizado de productividad de los lagos
- Se calcula a partir de la clorofila-*a* o la profundidad de Secchi, la cual incluye profundidad de Secchi inferida por satélite
- Se calcula automáticamente con un paquete de programación

$$TSI_{SD} = 60 - 14.41 \ln(SD)$$

- TSI – Índice de Estado Trófico
- SD – Profundidad Secchi (m)
- Ln – Logaritmo natural

Diseminación de Datos

<https://dnr.wi.gov/lakes/viewer/>



Diseminación de Datos

<http://data-wi-dnr.opendata.arcgis.com/>

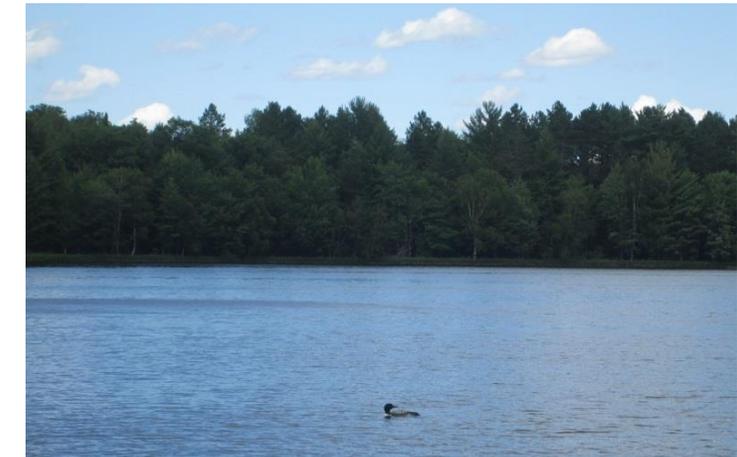
The screenshot shows a web browser window displaying the Wisconsin Department of Natural Resources (DNR) Open Data Portal. The browser's address bar shows the URL data-wi-dnr.opendata.arcgis.com. The page features a blue header with the WISCONSIN DNR logo on the left, a search bar in the center with the text "Enter a Keyword to Search for GIS Data", and the words "Open Data" on the right. Below the header, a paragraph of text reads: "This is the Wisconsin Department of Natural Resources GIS Open Data Portal. It is a free resource for locating, viewing, and downloading data developed and/or maintained by the Wisconsin DNR." A blue button with the text "First try some of our interactive maps!" is positioned below the text. Underneath, a section titled "Data Categories" displays ten icons representing different data types: Water, Fish & Wildlife, Managed Lands, Environmental Protection, Parks and Recreation, Forestry, Transportation, Indexes and PLSS, Boundaries, and Land Cover / Vegetation.

Proyectos de Investigación de Teledetección

- Recolección de datos de campo en verano y otoño de 2014 y 2015 para desarrollar algoritmos
 - 32 lagos en Wisconsin
 - Datos de la calidad del agua estándares
 - Datos radiométricos
 - Datos de absorción y retrodispersión
-
- Colección de datos de campo adicionales en apoyo a las colaboraciones en verano de 2016 y 2018

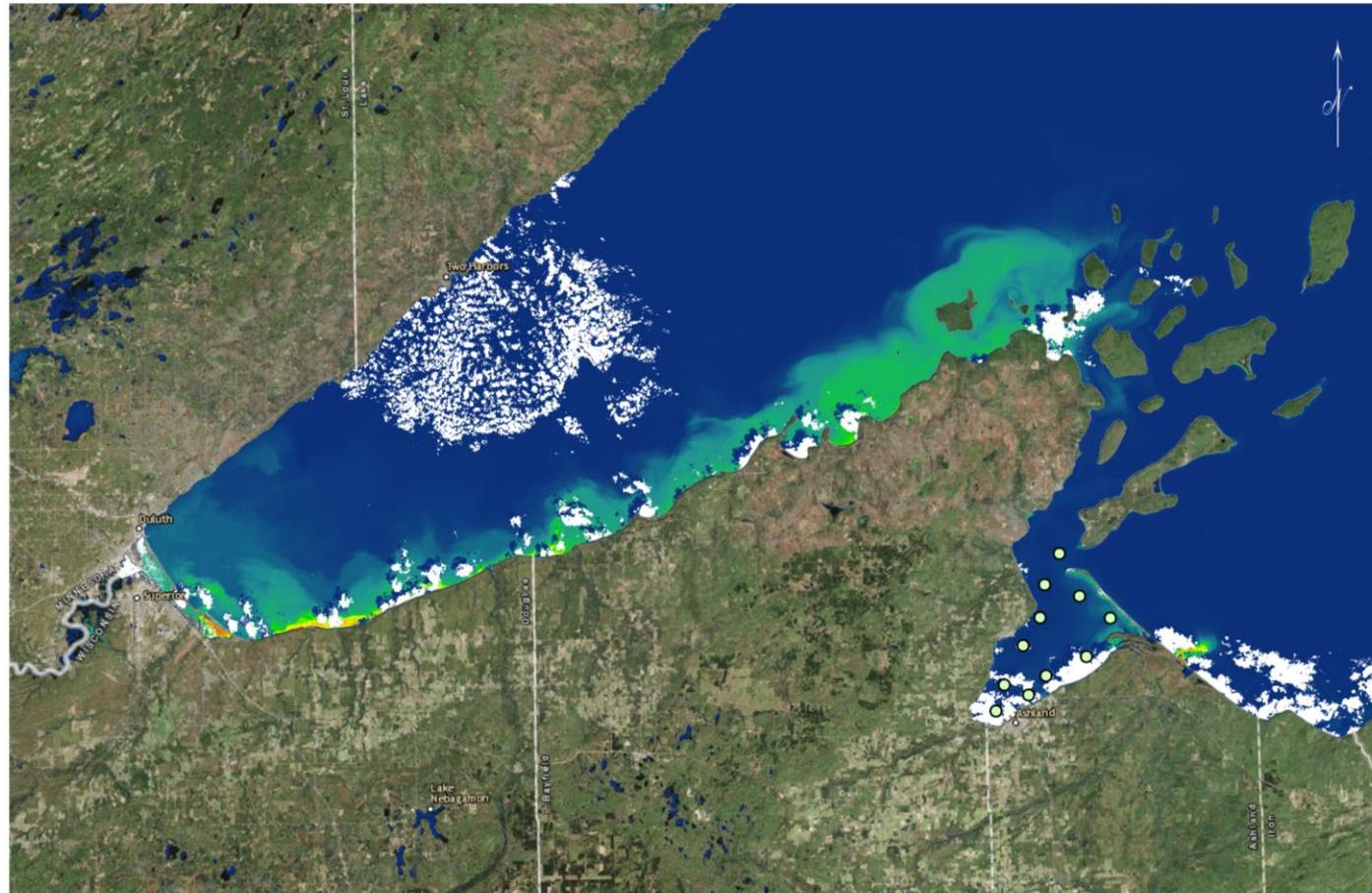


Lamentando la decisión de recolectar datos de campo...



Recolección de datos de campo completada...

Proyectos de Investigación de Teledetección



Retrieval of TSM concentration for the Lake Superior nearshore from Landsat 8 OLI data acquired on 07/10/2014 (C2RCC)

○ Northland College stations TSM concentration 0.10 mg L⁻¹ 158.60 mg L⁻¹ 0 5 10 20 Miles

Basemap credits: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community



Dra. Amita Mehta
Demostración de Cómo Descargar y Procesar
Datos Landsat