VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

IPL Image Processing Laboratory

Retos y oportunidades de la Observación de la Tierra desde el espacio

Antonio Ruiz-Verdú

Primer Congreso en Ingeniería Geomática

Valencia, 5-6 de mayo de 2017

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

POLITÉCNICA "Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Resumen

1. **Estructura y función: dos enfoques en Observación de la Tierra**
2. Misiones ambientales: El programa *Copernicus*
3. Teledetección en la Universidad de Valencia – LEO
   - Proyecto ESA - FLEX
   - Proyecto H2020 – SENSAGRI
   - Proyecto Prometeo - ESAQS

Enfoques en Observación de la Tierra

Enfoque estructural

Representación cartográfica de detalle
Alta resolución espacial
Alta exactitud y precisión geométrica
Resolución espectral moderada o baja
Resolución temporal baja: coberturas anuales o estacionales

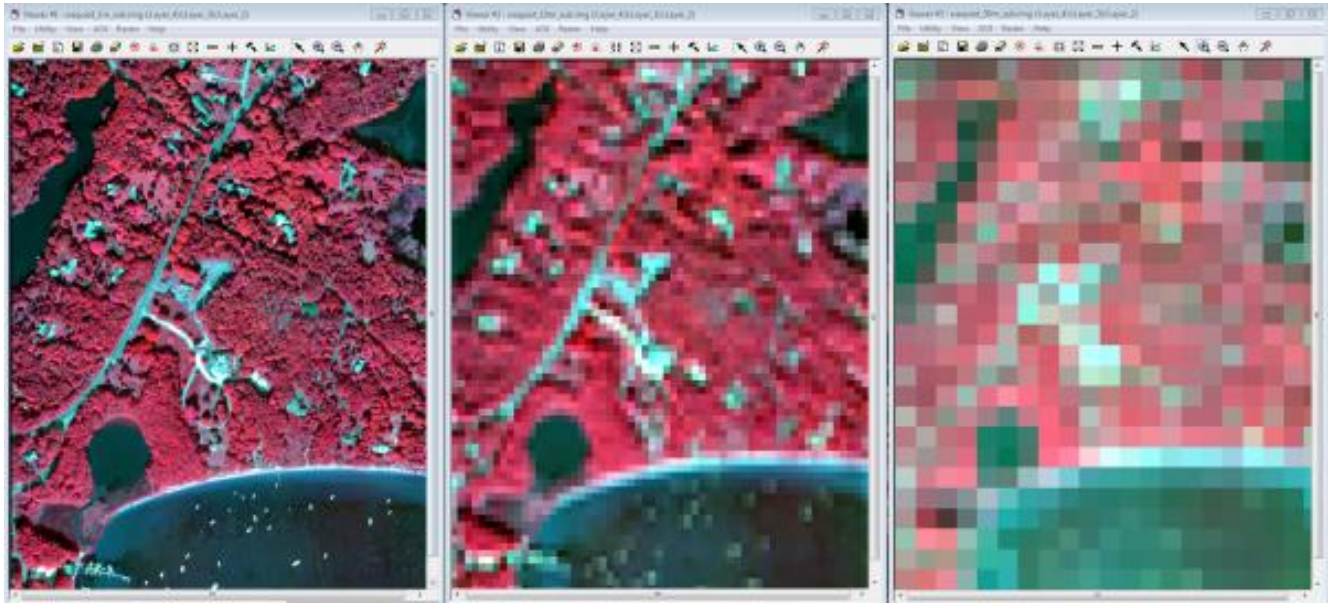
Enfoque funcional

Seguimiento de procesos dinámicos
Alta resolución espectral y radiométrica
Exactitud y precisión geométrica moderadas
Resolución espacial moderada o baja
Resolución temporal alta: coberturas semanales, diarias, horaria (GOCI)

Aplicaciones ambientales

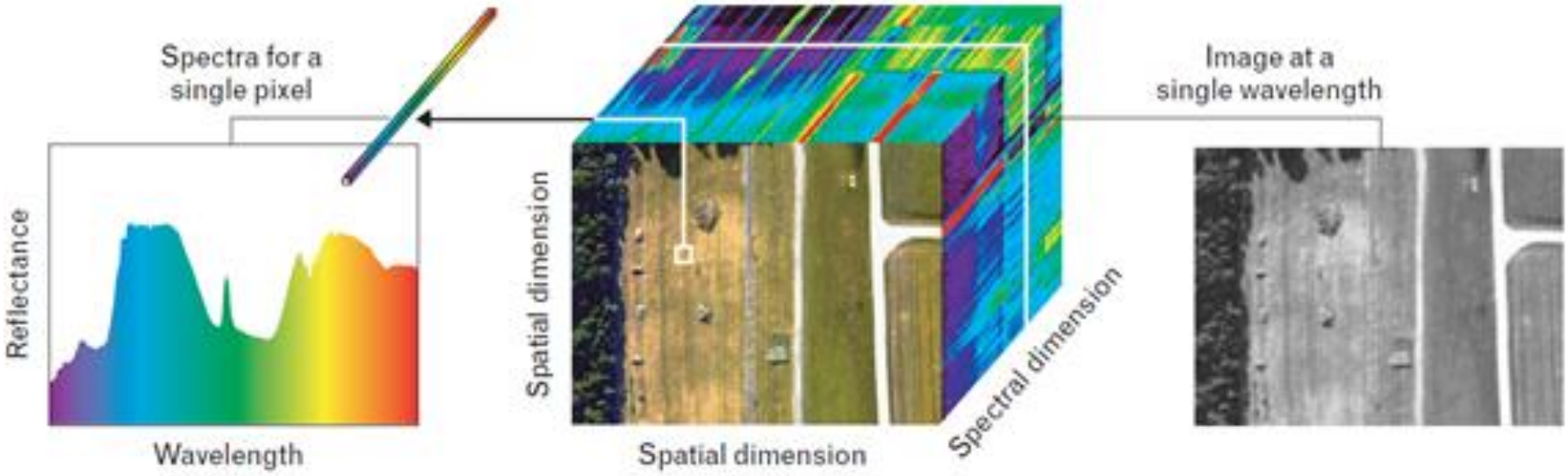
Aplicaciones cartográficas

Resolución espacial: Dos dimensiones para representar el mundo



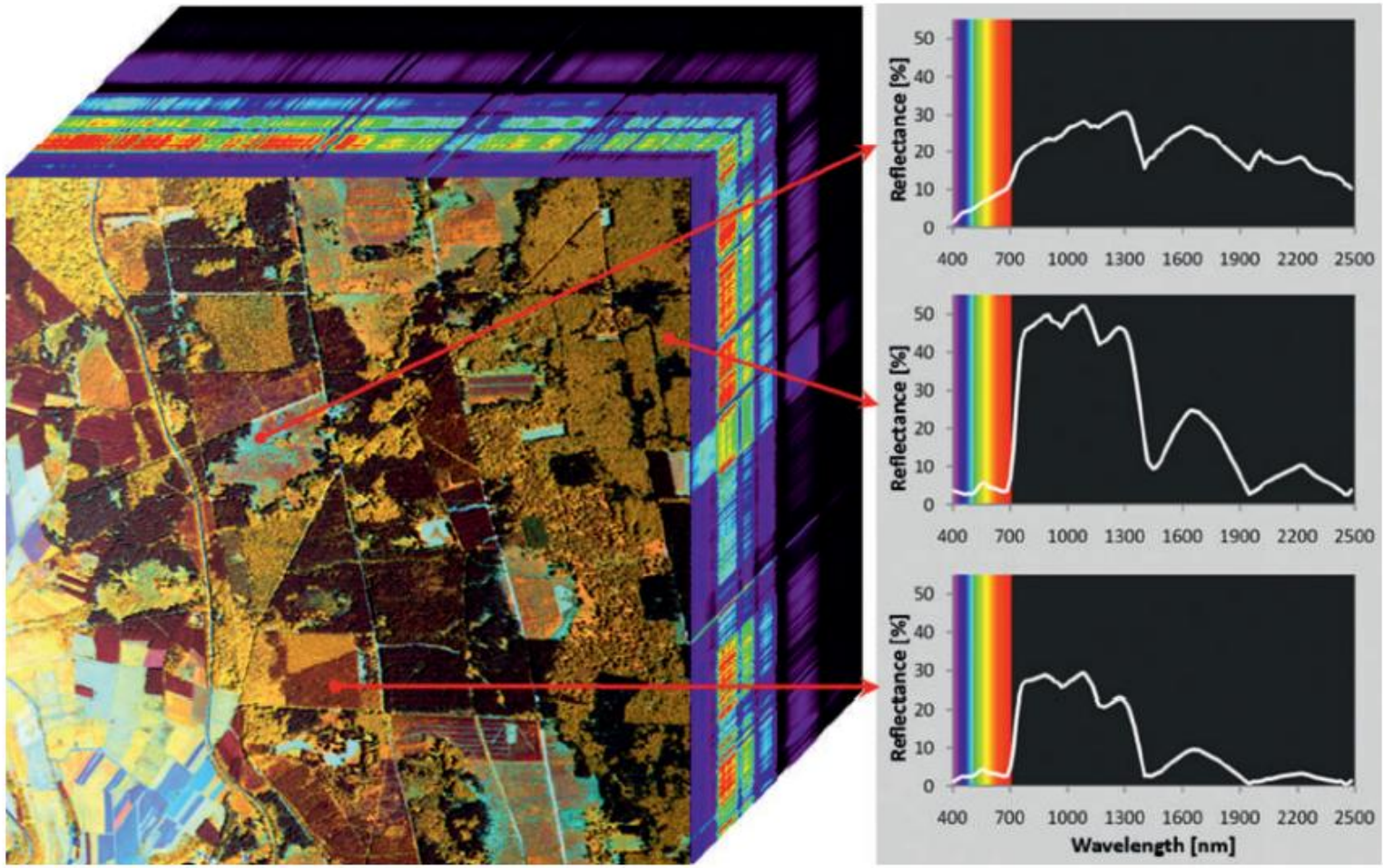
Resolución espacial: Limitada por el volumen de datos y los objetivos de la misión

Resolución espectral: La tercera dimensión con información de composición, estructura y función



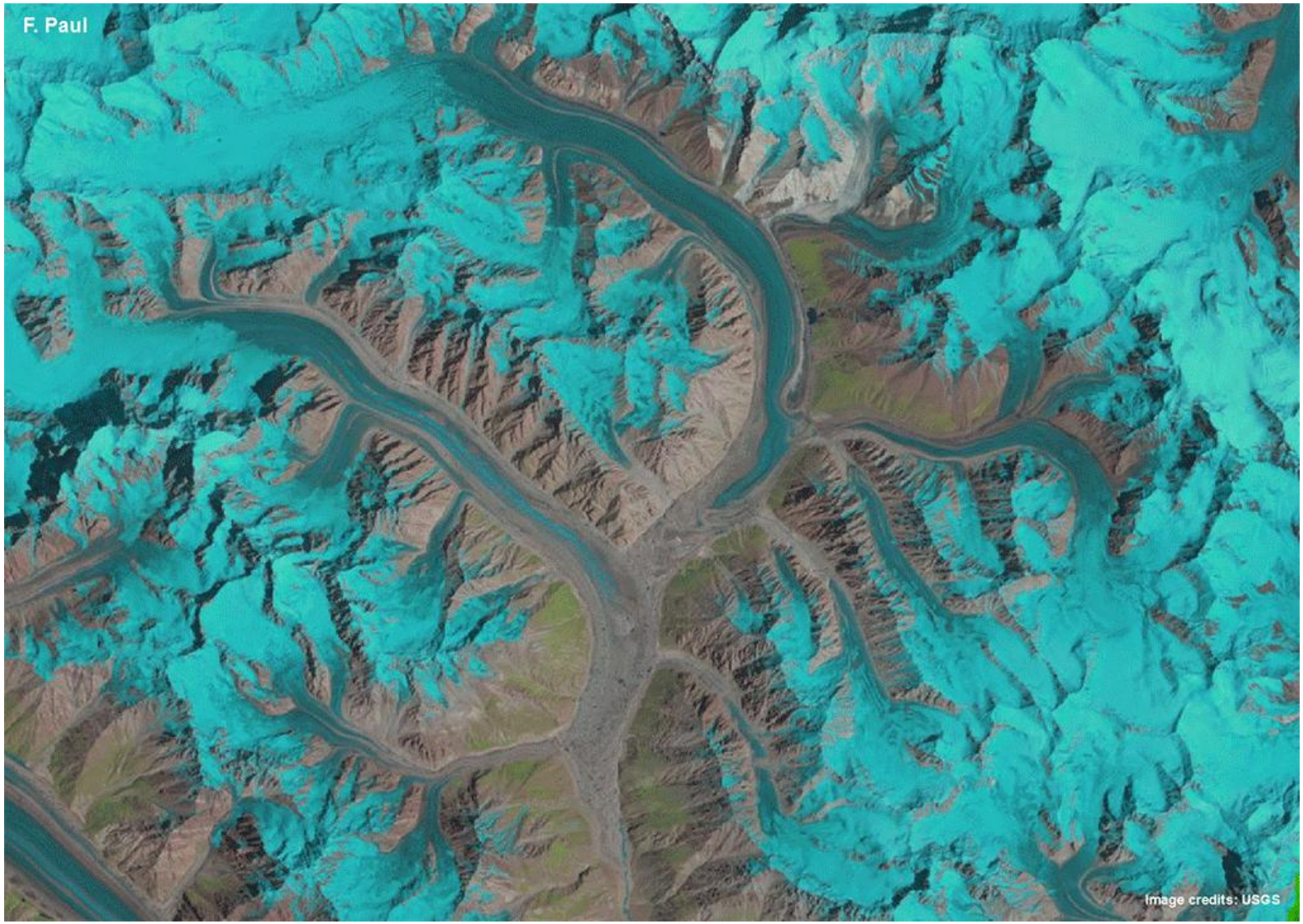
Firma espectral

Enfoques en Observación de la Tierra



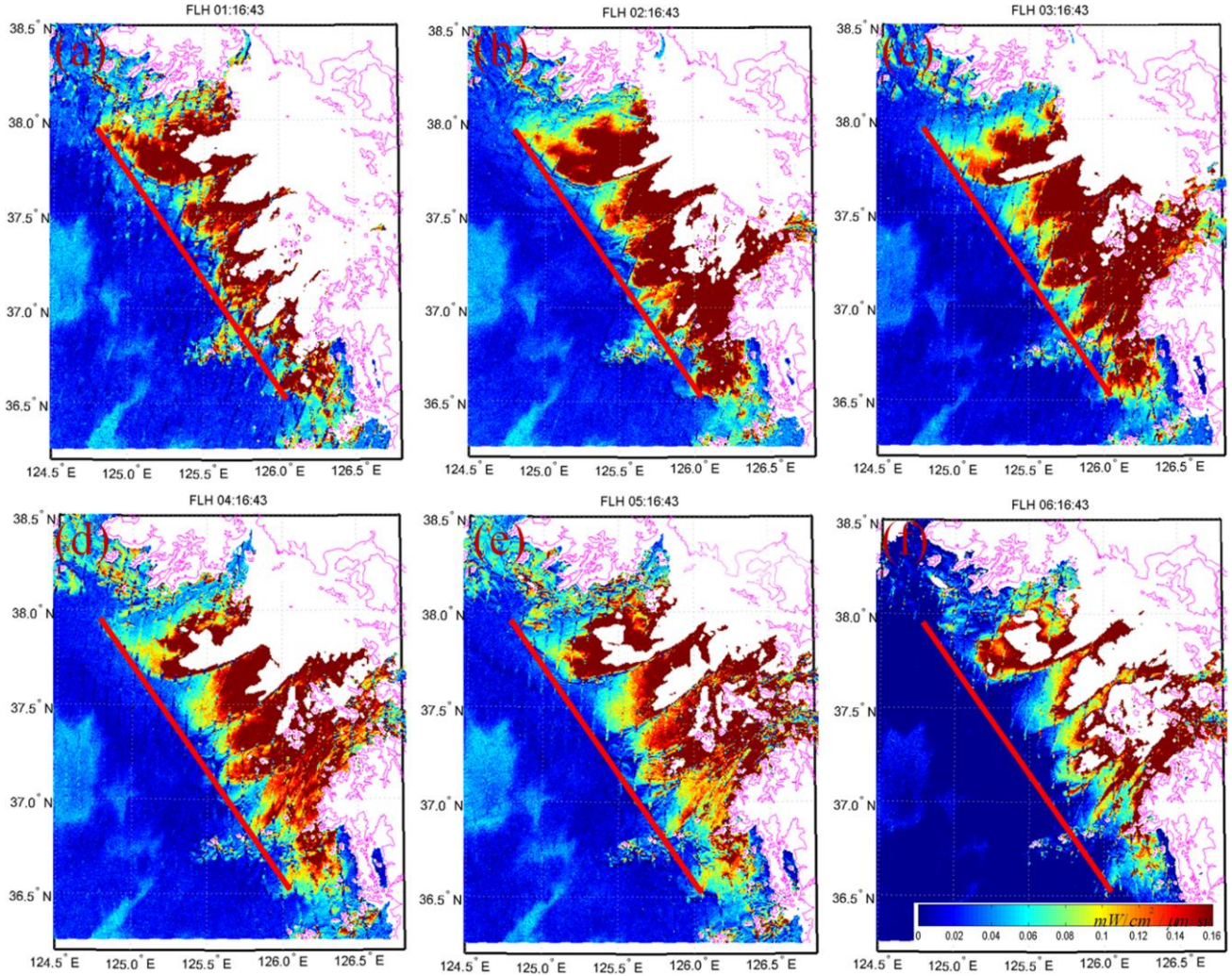
www.enmap.org

Resolución temporal: La cuarta dimensión



Timelapse de 1 año de imágenes Landsat sobre glaciares del Karakorum (Pakistán)

Resolución temporal: La cuarta dimensión



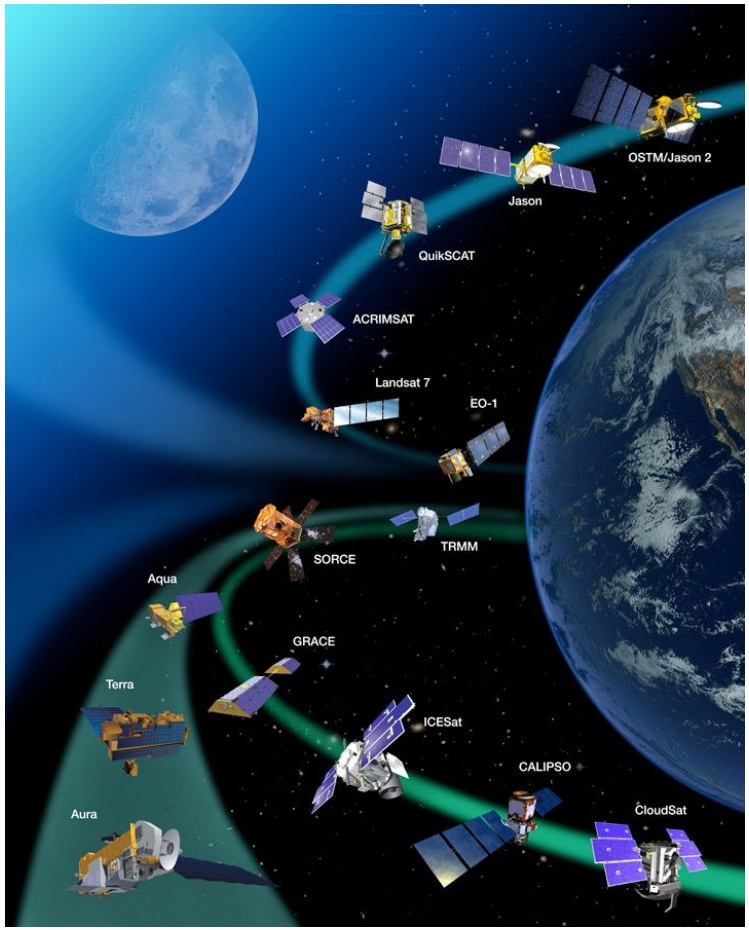
GOCI FLH images around Gyeonggi Bay acquired on April 5, 2011, at (a) 01:16 GMT, (b) 02:16 GMT, (c) 03:16 GMT, (d) 04:16 GMT, (e) 05:16 GMT and (f) 06:16 GMT.

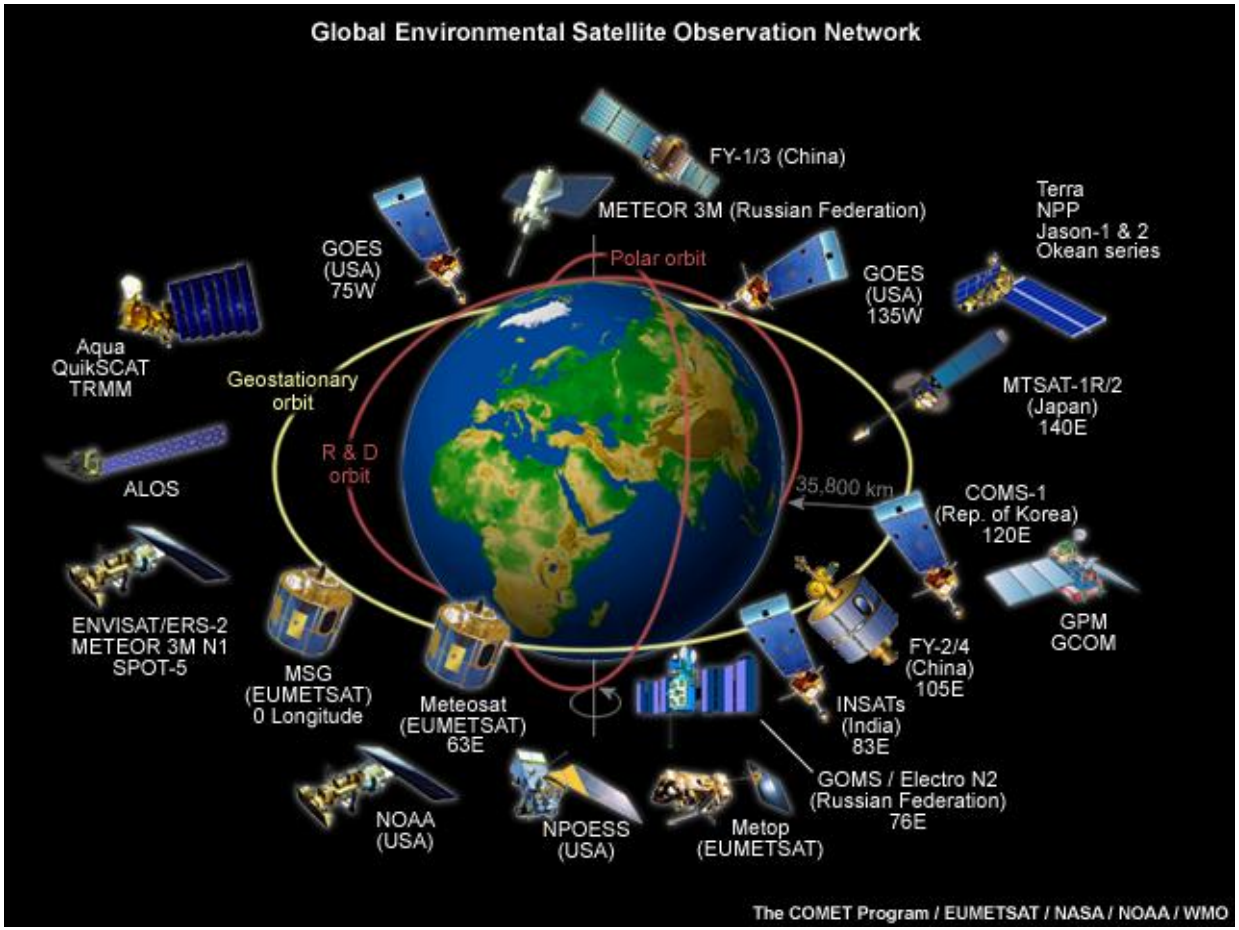
From: Hourly turbidity monitoring using Geostationary Ocean Color Imager fluorescence bands. J. Appl. Remote Sens. 2015;9(1):096024. doi:10.1117/1.JRS.9.096024

Resumen

1. Estructura y función: dos enfoques en Observación de la Tierra
2. **Misiones ambientales: El programa *Copernicus***
3. Teledetección en la Universidad de Valencia – LEO
   - Proyecto ESA - FLEX
   - Proyecto H2020 – SENSAGRI
   - Proyecto Prometeo - ESAQS

Satélites de Observación de la Tierra para aplicaciones ambientales





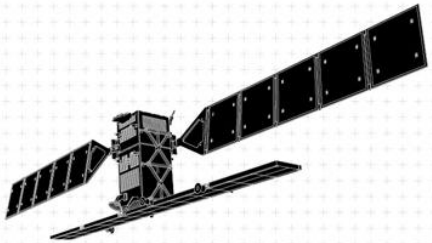
Copernicus: programa de la Unión Europea que tiene como objetivo desarrollar servicios de información basados en satélites de Observación de la Tierra y datos *in situ*

- Coordinado y gestionado por la Comisión Europea. Implementado por los Estados Miembros, ESA, EUMETSAT, ECMWF, Agencias de la UE y Mercator Océan
- Basado en una constelación de satélites europeos: los **Sentinels**. Y en datos de otras 30 misiones "contribuyentes"
- **Acceso libre y gratuito** a los datos de EO
- Produciendo servicios de valor añadido en 6 áreas temáticas

Programa Copernicus

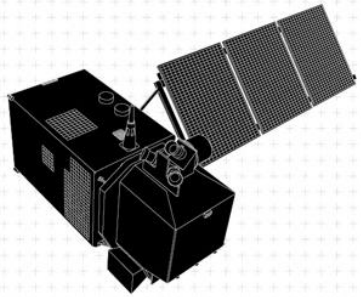
SENTINEL-1

- **All-weather, day-and-night radar imaging satellite for land and ocean services**
- Able to "see" through clouds and rain
- Data delivery within 1 hour of acquisition
- Airbus Defence and Space developed C-band radar instrument



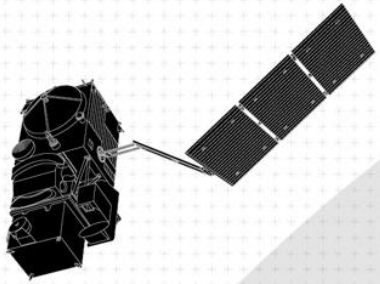
SENTINEL-2

- **Medium Res Multispectral optical satellite for observation of land, vegetation and water**
- 13 spectral bands with 10, 20 or 60 m resolution and 290 km swath width
- Global coverage of the Earth's land surface every 5 days
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellites and instruments



SENTINEL-3

- **Measures sea-surface topography with a resolution of 300 m, sea and land surface temperature and colour with a resolution of 1 km**
- Measures water vapour, cloud water content and thermal radiation emitted by the Earth
- Determines global sea surface temperatures with an accuracy greater than 0.3 K
- Airbus Defence and Space supplies Microwave Radiometer



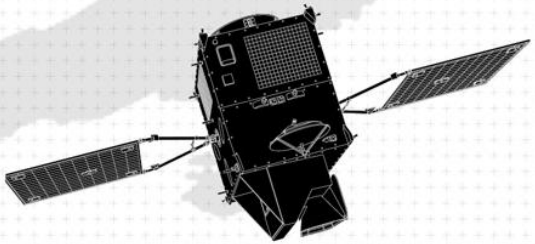
Ya en órbita

SENTINEL-5P

- **Global observation of key atmospheric constituents, including ozone, nitrogen dioxide, sulphur dioxide and other environmental pollutants**
- Improves climate models and weather forecasts
- Provides data continuously during five-year gap between the retirement of Envisat and the launch of Sentinel-5
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellite and TROPOMI instrument

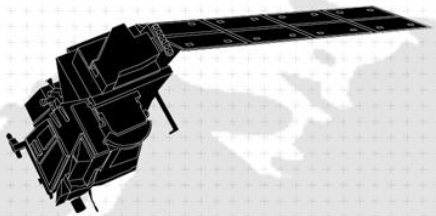
SENTINEL-4

- **Provides hourly updates on air quality with data on atmospheric aerosol and traces gas concentrations**
- Spatial sampling is 8 km and spectral resolution between 0.12 nm and 0.5 nm
- Airbus Defence and Space prime contractor for spectrometer
- Carried aboard EUMETSAT's Meteosat Third Generation (MTG) satellites



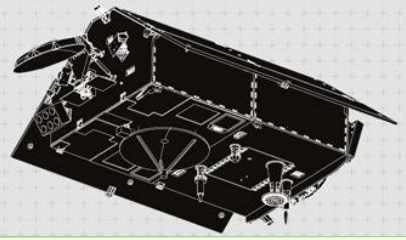
SENTINEL-5

- **Measures air quality and solar radiation, monitors stratospheric ozone and the climate**
- Global coverage of Earth's atmosphere with an unprecedented spatial resolution
- Airbus Defence and Space prime contractor for instrument
- Carried aboard EUMETSAT's MetOp Second Generation satellites

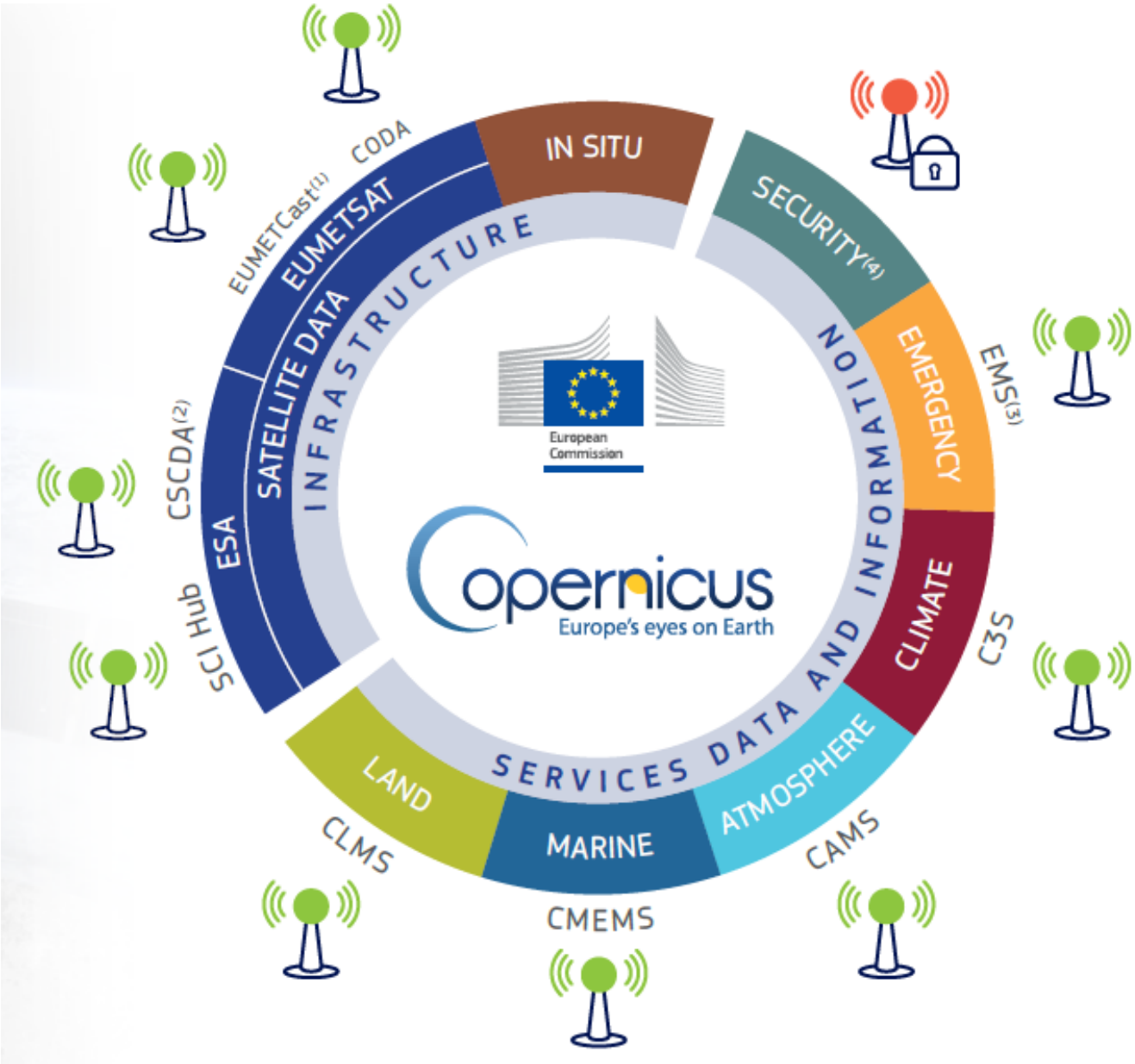


SENTINEL-6

- **Observes changes in sea surface height with an accuracy of a few centimeters**
- Global mapping of the sea surface topography every 10 days
- Enables precise observation of ocean currents and ocean heat storage; vital for predicting rises in sea levels
- Airbus Defence and Space prime contractor for satellite



Acceso a los datos



Acceso a los datos

Satellite Data

SCI Hub - Sentinel Scientific Data Hub

Free, Full and Open Data Policy
Implemented by esa
Data access URL: scihub.copernicus.eu

EUMETCAST

Access requires specific equipment
Implemented by EUMETSAT
Data access URL: www.eumetcast.com

CSCDA – Copernicus Space Component Data Access

Access limitations apply
Implemented by esa
Data access URL: spacedata.copernicus.eu

CODA

Free, Full and Open Data Policy
Implemented by EUMETSAT

Acceso a los datos

Services Data and Information

CAMS - Copernicus Atmosphere Monitoring Service

Free, Full and Open Data Policy
Implemented by ECMWF
Data access URL: atmosphere.copernicus.eu

CMEMS - Copernicus Marine Environment Monitoring Service

Free, Full and Open Data Policy
Implemented by
Data access URL: marine.copernicus.eu

C3S - Copernicus Climate Change Service

Free, Full and Open Data Policy
Implemented by ECMWF
Data access URL: climate.copernicus.eu

CLMS - Copernicus Land Monitoring Service

Free, Full and Open Data Policy
Implemented by European Environment Agency and European Commission
Data access URL: land.copernicus.eu

EMS – Emergency Management Service

Service Activation by authorised users
Implemented by European Commission
Data access URL: emergency.copernicus.eu

Security

Access restricted
More information on: www.copernicus.eu/main/security

Financiación pública

USEFUL LINKS

- EU Access to finance platform: europa.eu/youreurope/business/funding-grants/access-to-finance
- H2020 Research and Innovation Participant Portal: ec.europa.eu/research/participants/portal
- H2020 National Contact Points: ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/support/national_contact_points.html
- Enterprise Europe Network (EEN): een.ec.europa.eu
- Your Europe Business: europa.eu/youreurope/business

MORE INFORMATION

copernicus.eu/access-to-finance

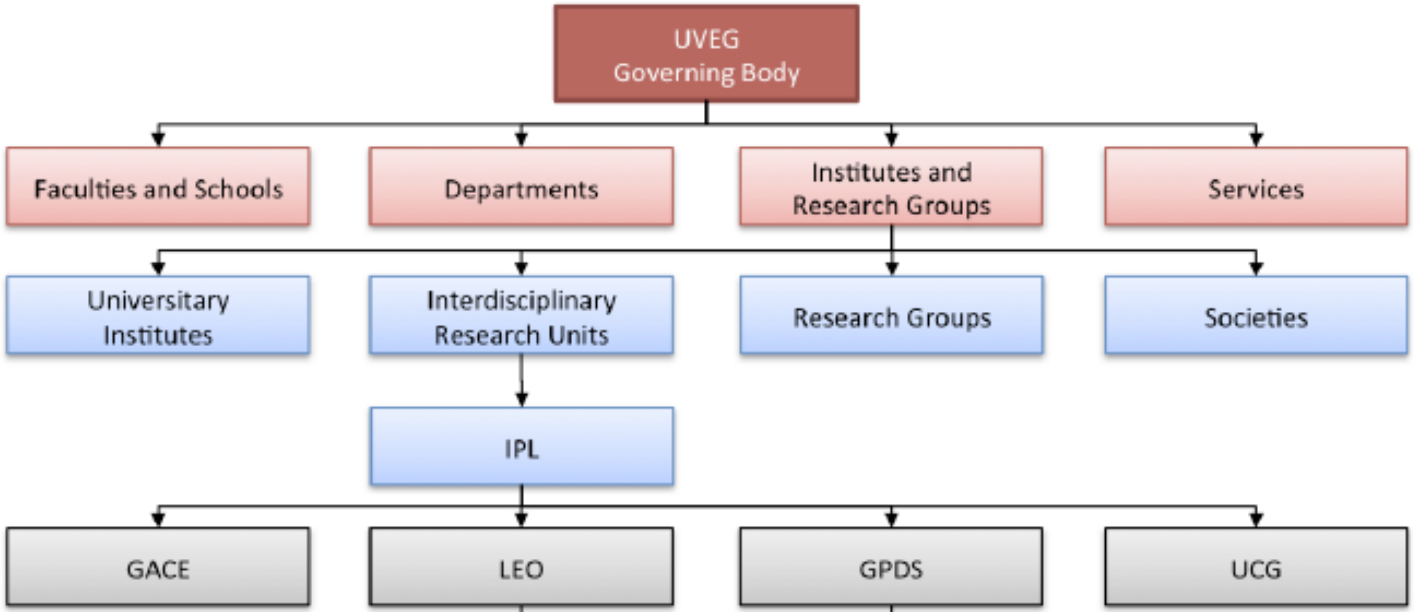
Resumen

1. Estructura y función: dos enfoques en Observación de la Tierra
2. Misiones ambientales: El programa *Copernicus*
3. **Teledetección en la Universidad de Valencia – LEO**
   - Proyecto ESA - FLEX
   - Proyecto H2020 – SENSAGRI
   - Proyecto Prometeo - ESAQS

IPL (Image Processing Laboratory)

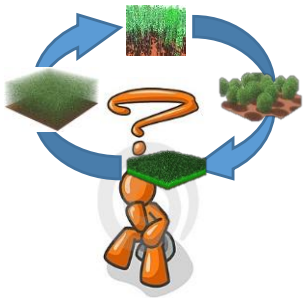
PARC CIENTÍFIC
VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

Laboratory for Earth Observation (LEO)



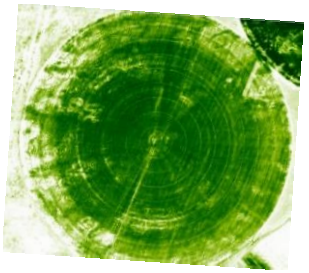
Líneas de investigación

- Modelos teóricos de **transferencia radiativa** y procesos de superficie
- Seguimiento de la vegetación y estimación de **parámetros biofísicos**, calidad del agua, ciclo hidrológico, flujos de CO_2 y balances de energía

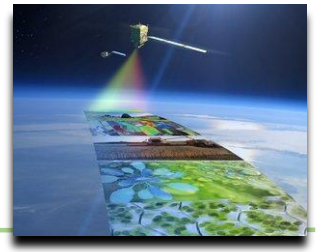


- **Calibración y Validación** de datos de satélite (Sentinels, ENVISAT, MSG, PROBA) y sensores aeroportados (AHS, CASI, HYMAP, HYPER, HYPLANT).
- **Cadenas de procesado completas para aplicaciones en teledetección** (corrección atmosférica, geométrica, *denoising*, *retrievals*).

- Desarrollo de **toolboxes** genéricas y específicas.
- **Definición de requerimientos, desarrollode algoritmos y simulación de datos para sensors y misiones futuras** (FLEX, SEOSAT, Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3, SPECTRA, HyspIRI, EnMAP).



- Desarrollo de nuevas herramientas y técnicas para la detección de la fluorescencia inducida por el sol (SIF) emitida por plantas.
- **Coordinación y participación de actividades de la mission FLEX**



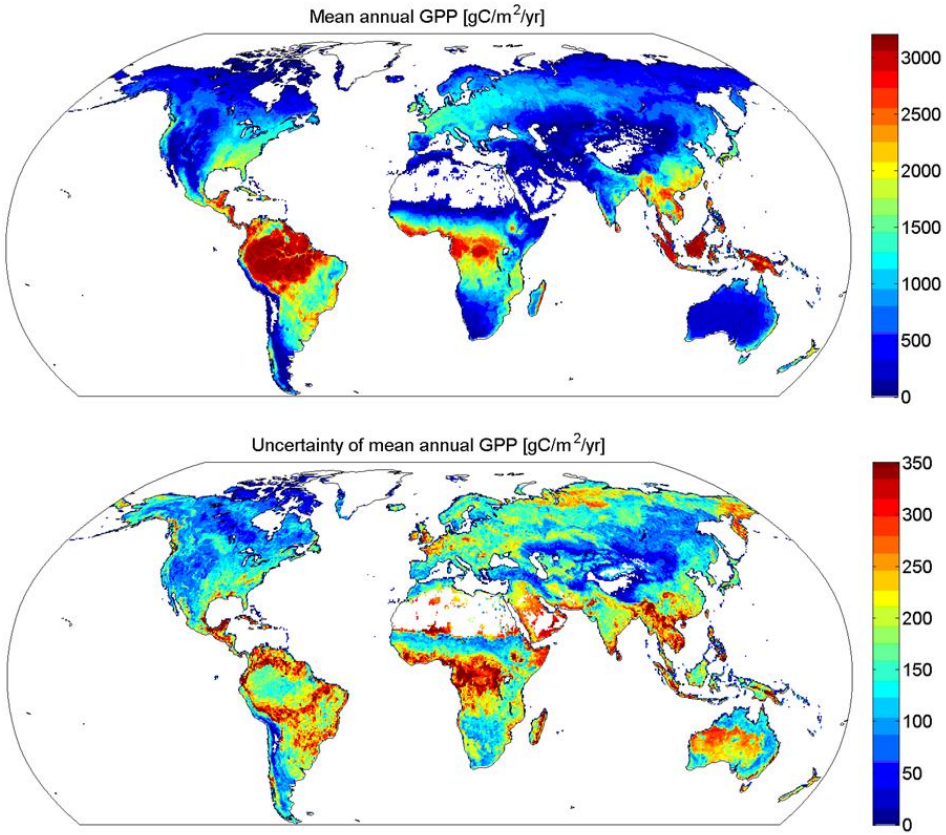
+ Master y doctorado en Teledetección

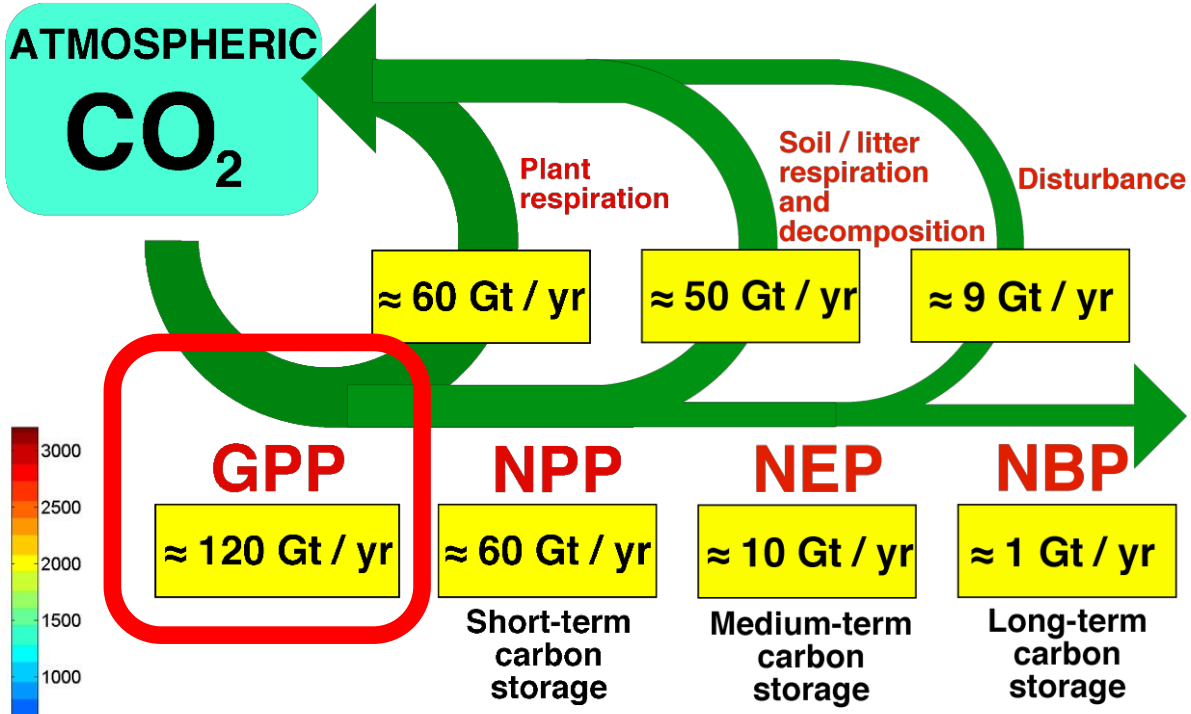
Resumen

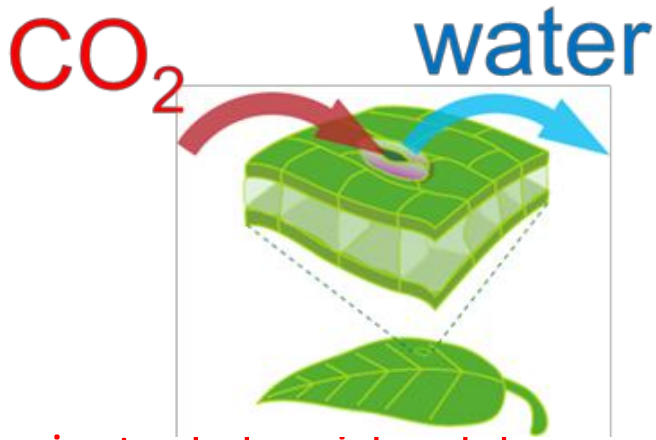
1. Estructura y función: dos enfoques en Observación de la Tierra
2. Misiones ambientales: El programa Copernicus
3. Teledetección en la Universidad de Valencia – LEO
   - **Proyecto ESA - FLEX**
   - Proyecto H2020 – SENSAGRI
   - Proyecto Prometeo - ESAQS

Ciclo del carbono

Gran incertidumbre en las estimaciones globales y regionales del balance de carbono, en particular en la producción primaria bruta (GPP)







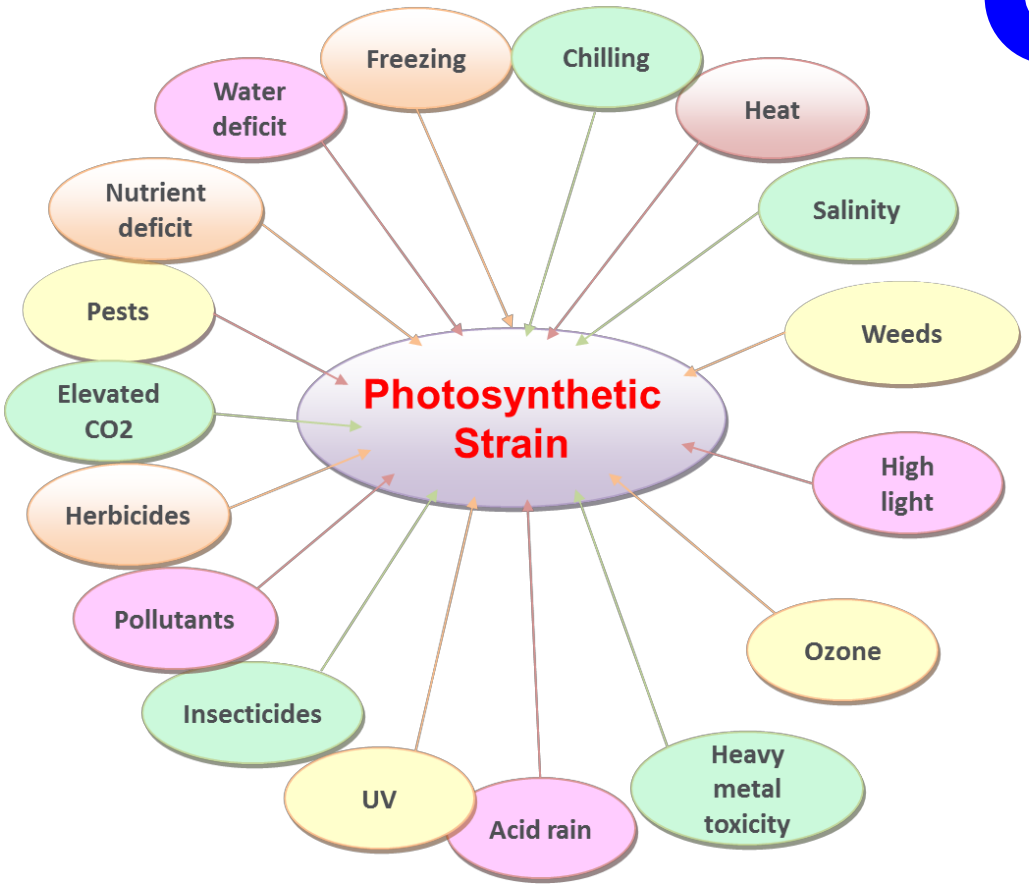
Acoplamiento de los ciclos del agua y el carbono (estrés de la vegetación)

Fotosíntesis y producción vegetal

Crecimiento de la población → Mejoras producción → Fotosíntesis óptima

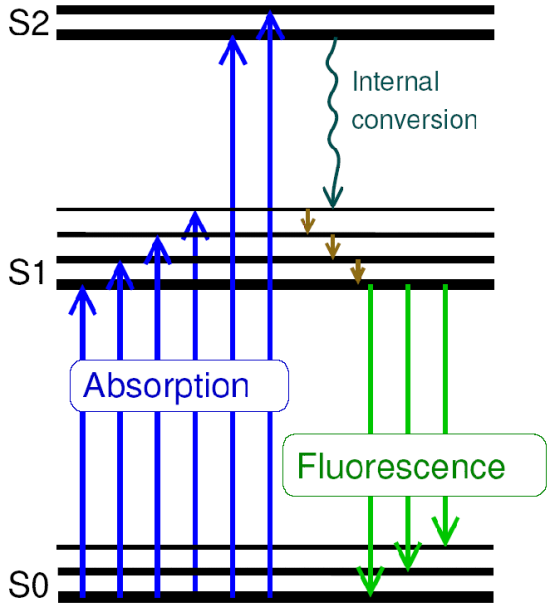
Riego

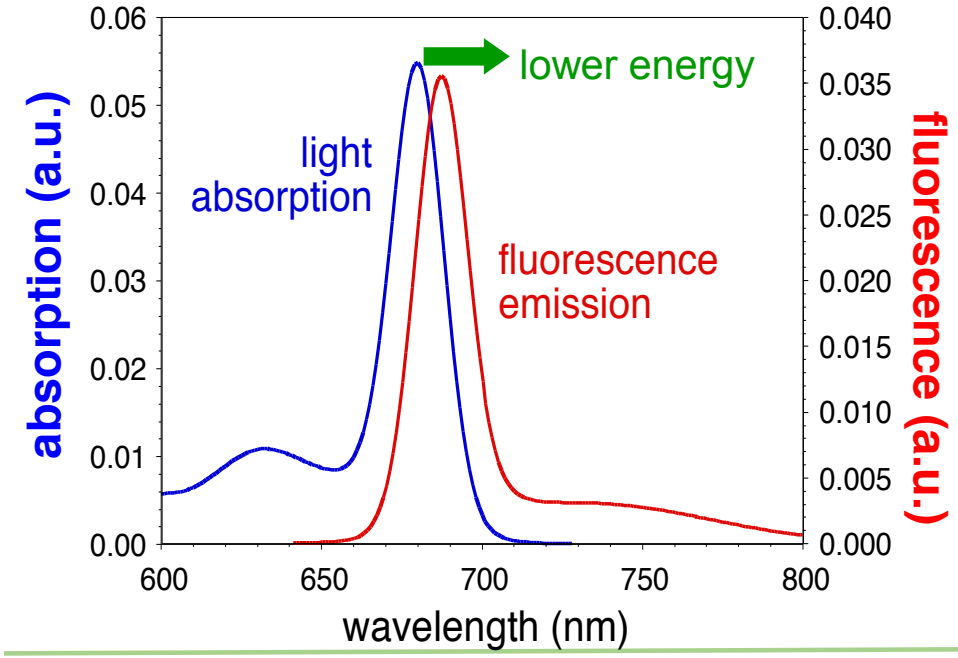
Fertilización

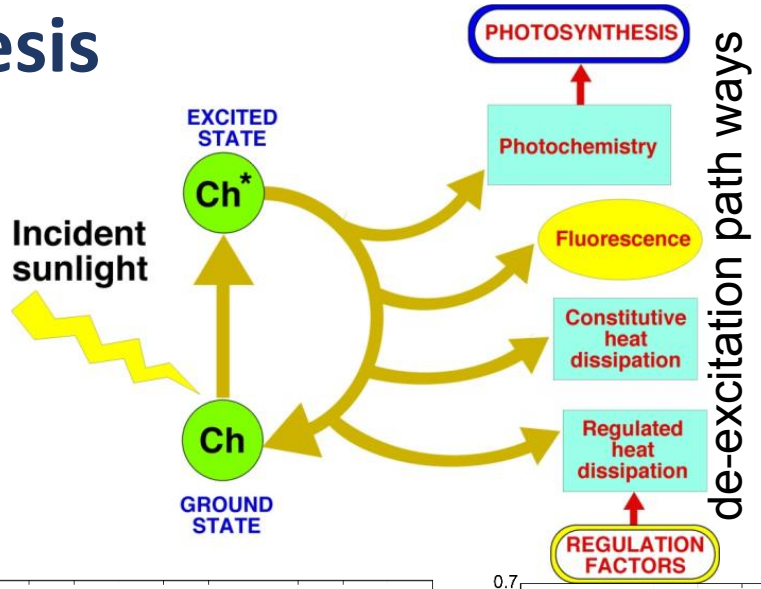


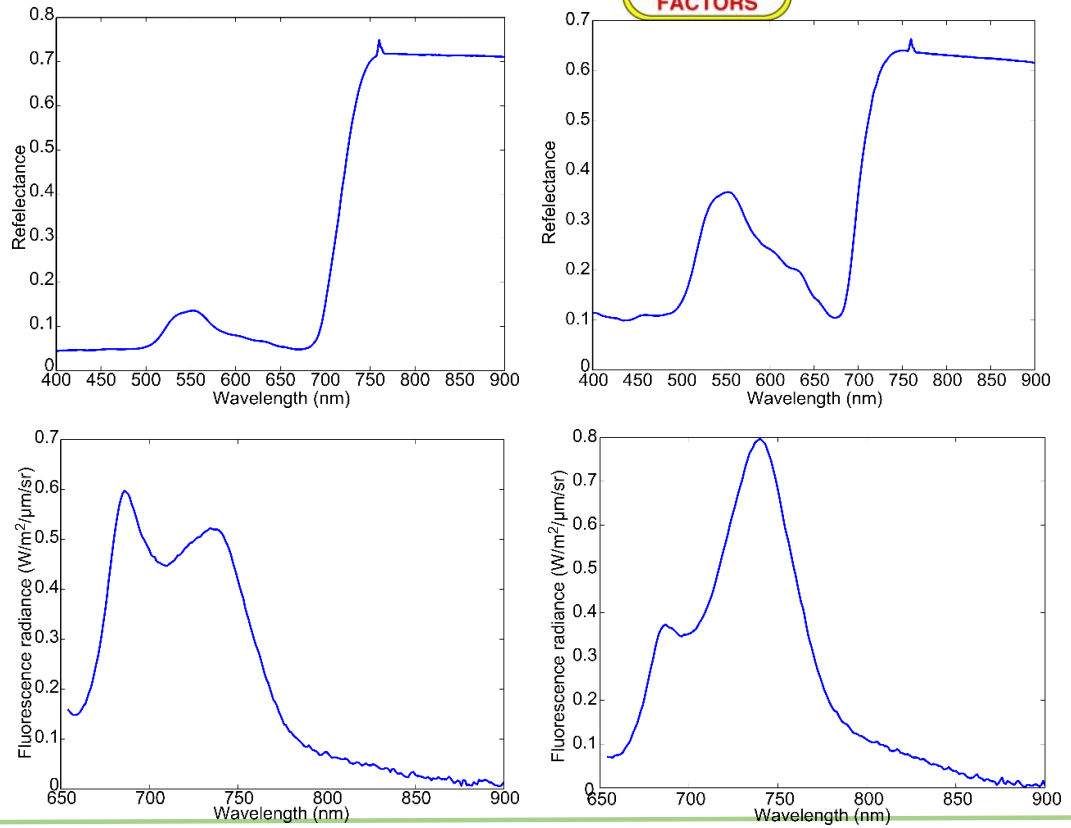
El rendimiento de la fotosíntesis impacta en la producción agraria y en la seguridad alimentaria de una población mundial creciente

La fluorescencia en la fotosíntesis







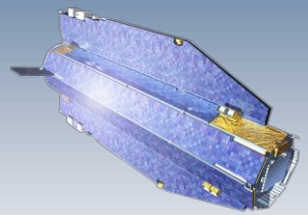


FLuorescence EXplorer (FLEX): Próximo Earth Explorer 8 (ESA)

- Primera misión espacial diseñada para el seguimiento de la **fotosíntesis de la vegetación**, mediante la medida de la fluorescencia de la clorofila-a (**SICF**)
- Seleccionada para el **Earth Explorer 8** (EE-8) de la ESA (lanzamiento previsto para 2022)
- Basado en medidas de muy alta resolución espectral obtenidas por **FLORIS** (FLuORescence Imaging Spectrometer)
- Diseñado para volar en **tandem with Sentinel 3**
- **Sinergia con OLCI y SLTSR** (co-registro, corrección atmosférica, detección de nubes y algoritmos L2 para productos biofísicos)

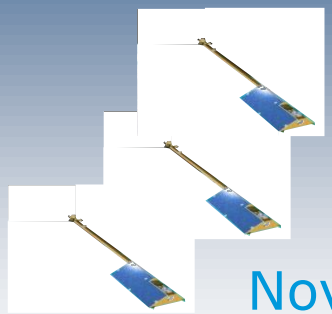
Earth Explorers - ESA

GOCE
Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Explorer



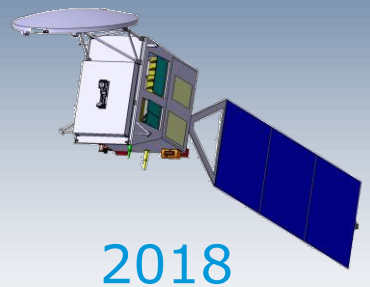
17 MAR 2009

SWARM
The Earth Magnetic Field And Environment Explorer



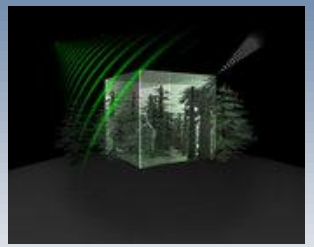
Nov 2013

EarthCARE
Earth Clouds and Radiation Explorer



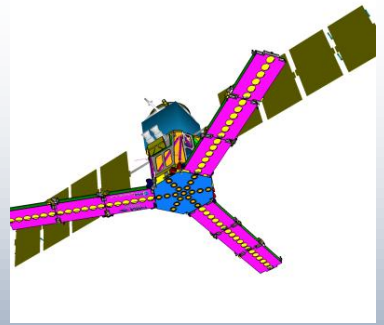
2018

BIOMASS
Biomass Establishment



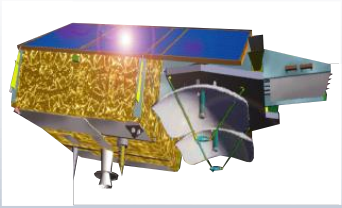
2019

2 NOV 2009



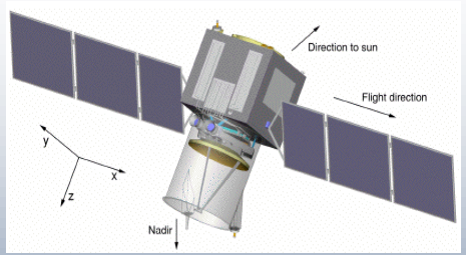
SMOS
Soil Moisture and Ocean Salinity

8 APR 2010



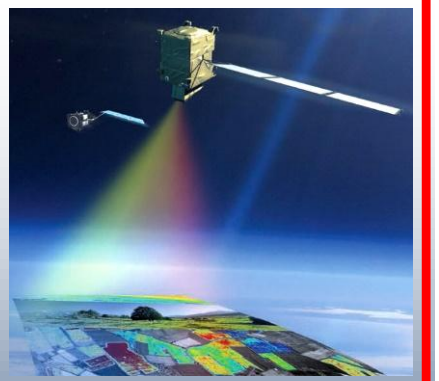
CryoSat-2
Polar Ice Monitoring

2017



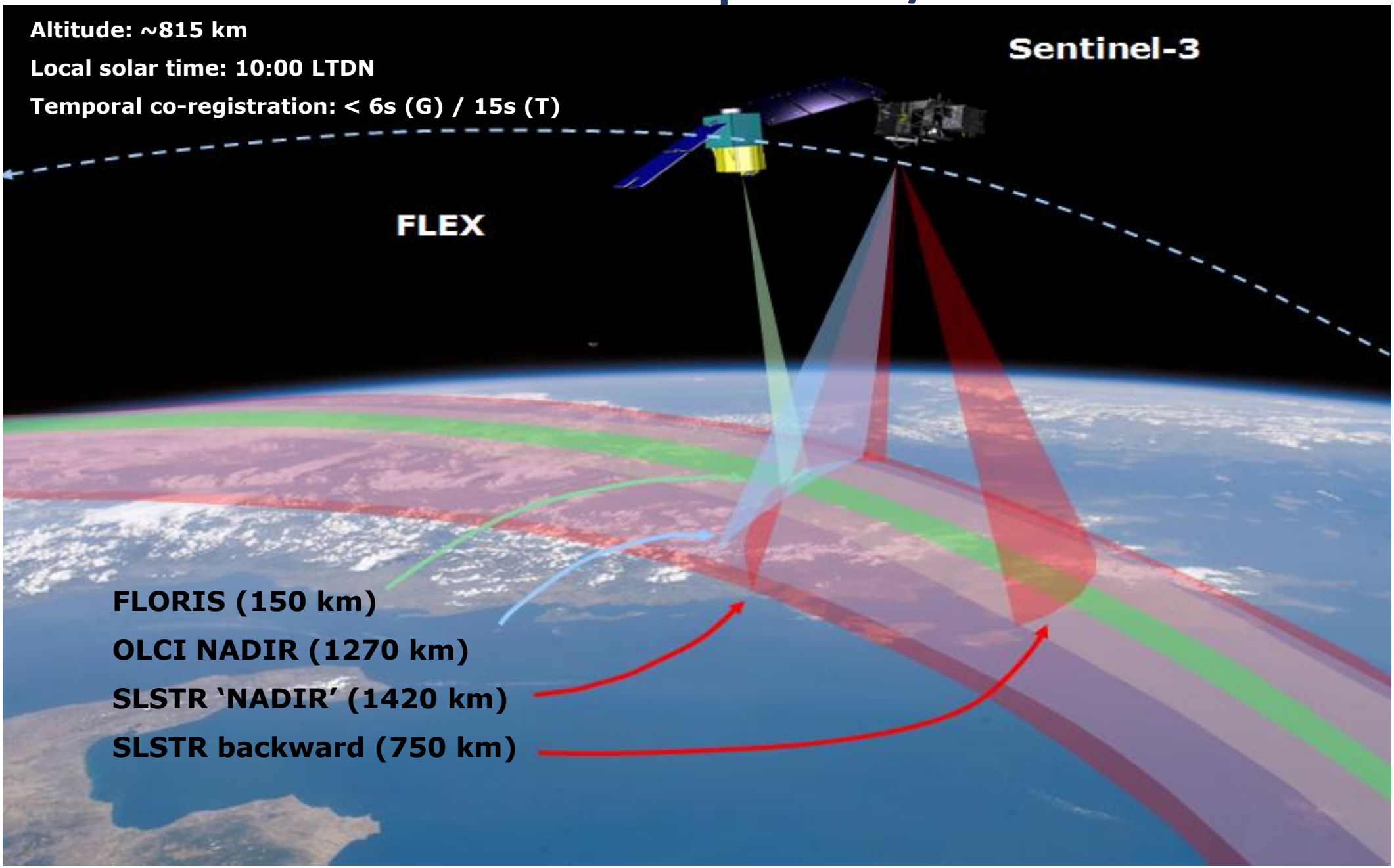
ADM-Aeolus
Atmospheric Dynamics Mission

2022

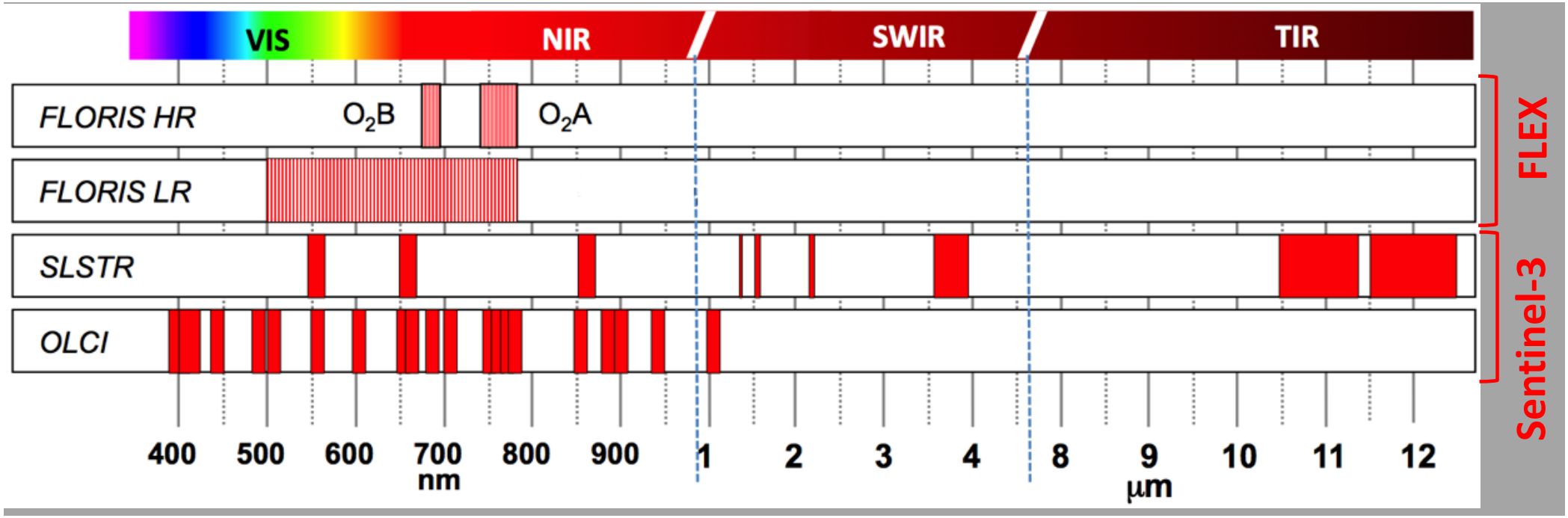


FLEX
Vegetation fluorescence

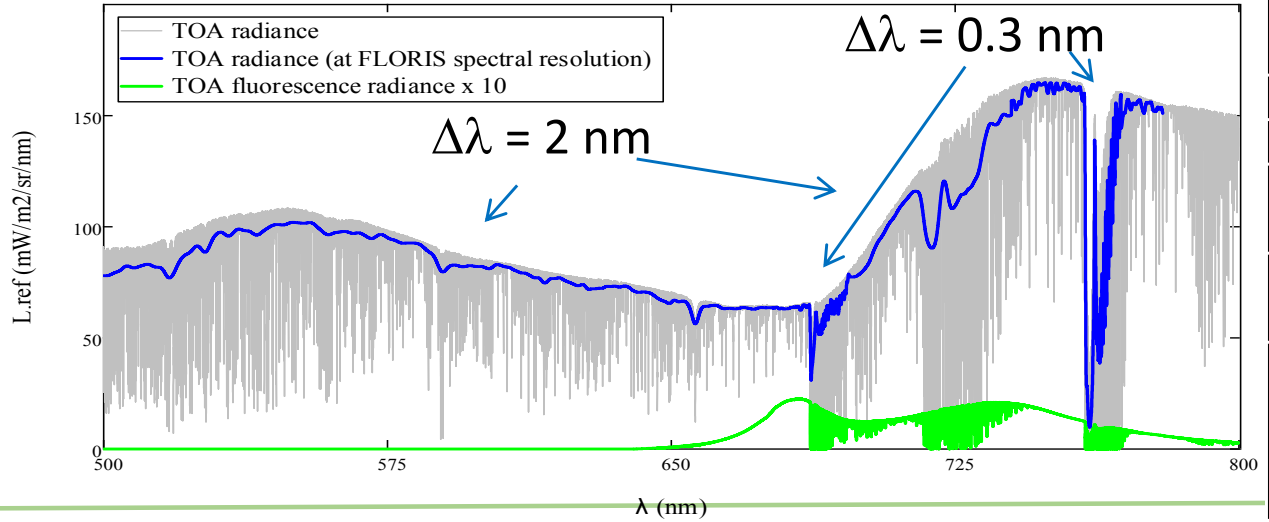
Misión en tándem con Copernicus/Sentinel-3



Resolución espectral FLORIS + S3/OLCI-SLSTR



- Improved quantification of aerosol effects
- Determination of atmospheric water vapor content (940 nm absorption band)
- Cloud screening, including cirrus (1375 nm dedicated band)
- Improved vegetation biophysical parameter estimation (Ca, LAI, fCover)

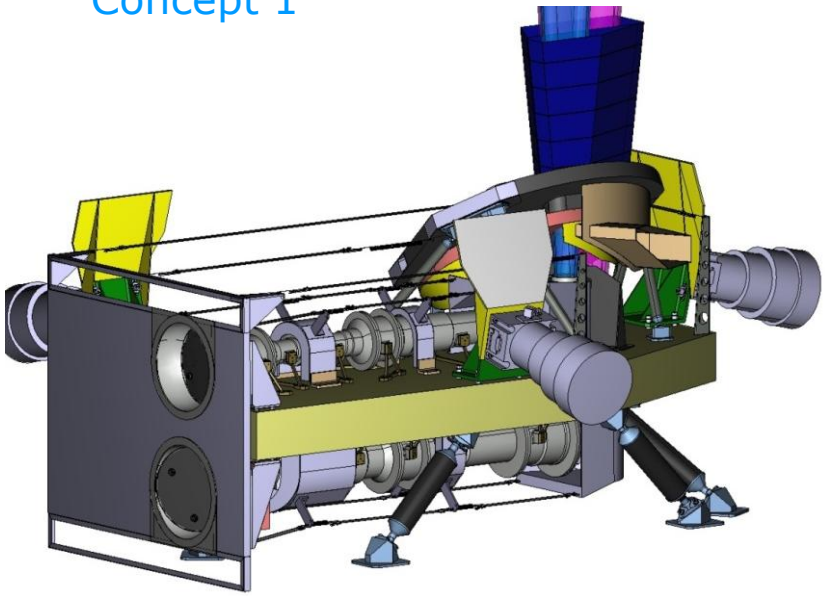


FLORIS (300 m spatial resolution)

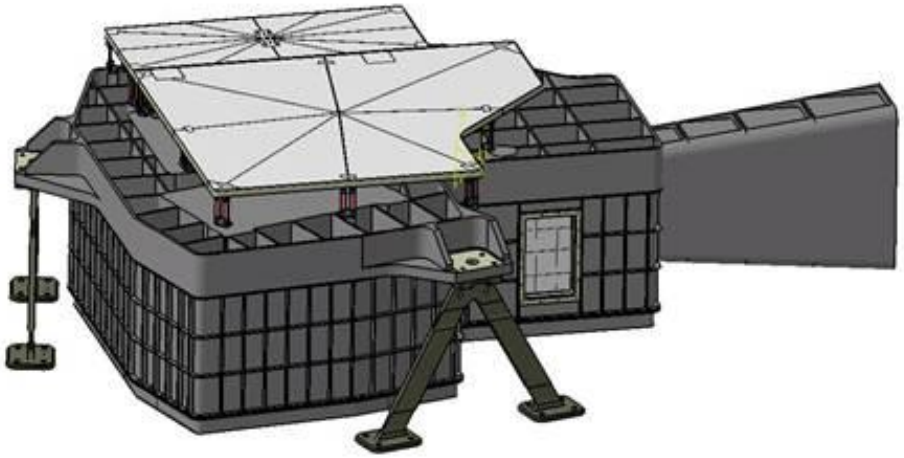
Spectral region	Central Wavelength [nm]	FWHM [nm]	Spectral Sampling [nm]
PRI	500 – 600	3	2
Chl	600 – 677	3	2
O_2-B	677 – 686	0,7	0,5
	686 – 697	0,3	0,1
Red-edge	697 – 740	2	1
	740 – 755	0,7	0,5
O2-A	755 – 759	0,7	0,5
	759 – 762	0,3	0,1
	762 – 769	0,3	0,1
	769 – 780	0,7	0,5

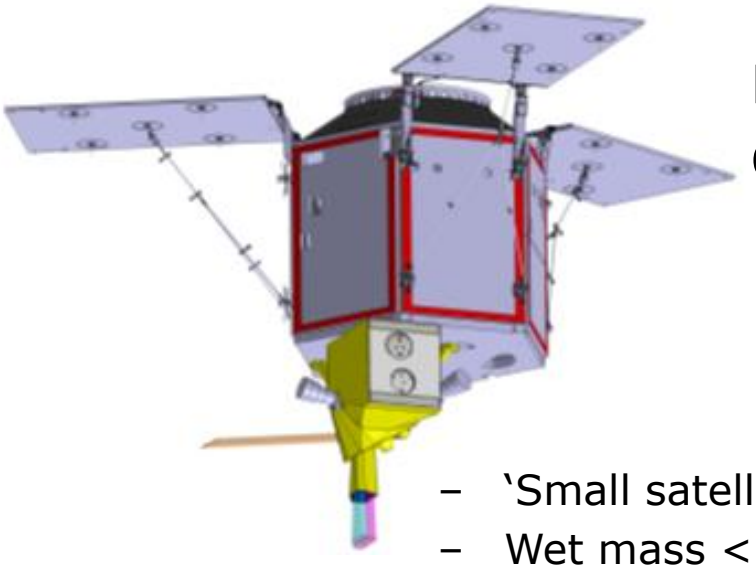
FLEX: Conceptos de instrumento y plataforma

Concept 1



Concept 2

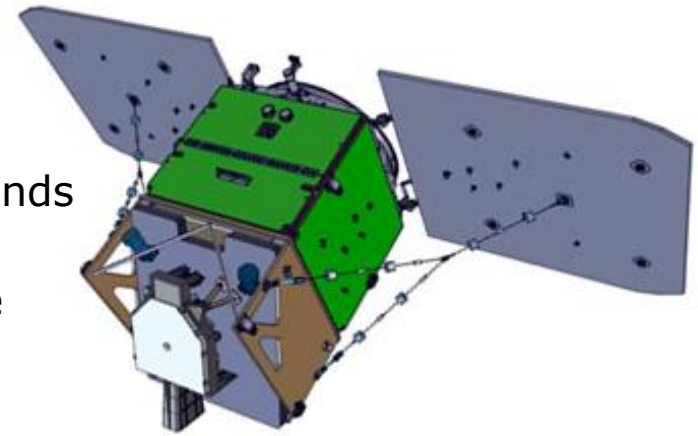




Launcher: Vega

Coverage

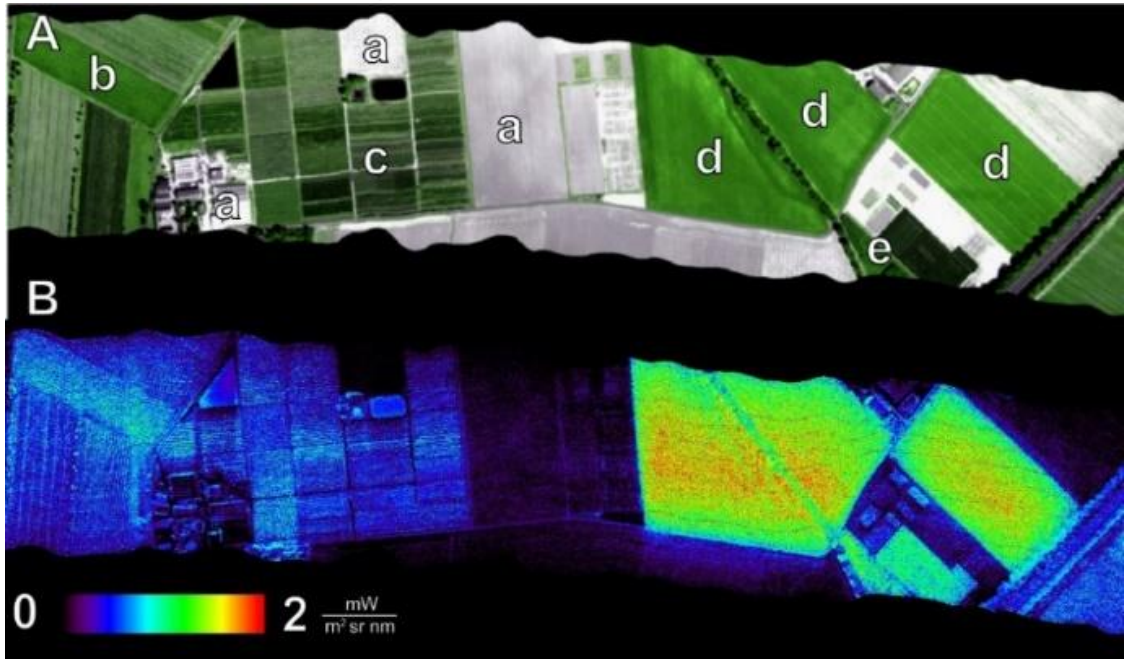
Global (land + major islands and coastal zones,
-56 to 75 degree latitude

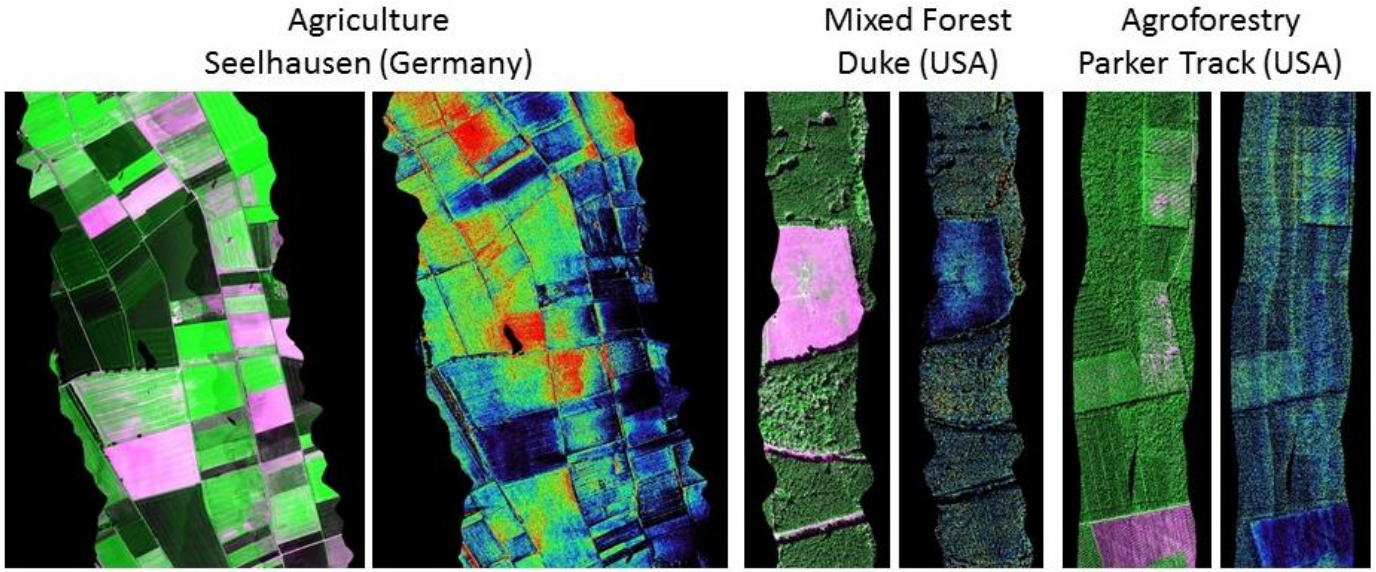


- 'Small satellite' recurrent S/C bus
- Wet mass <1000 kg
- Power consumption <500 W

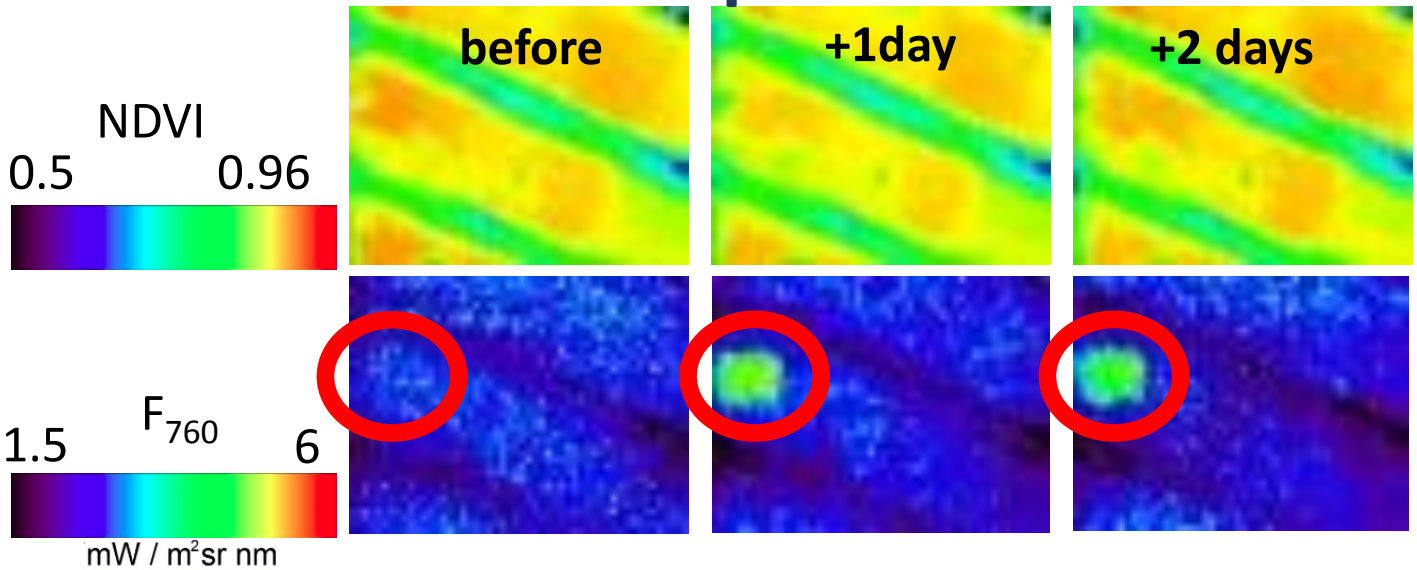
- Power consumption ~120W
- Weight ~120 kg
- Data rate ~150 Mbps

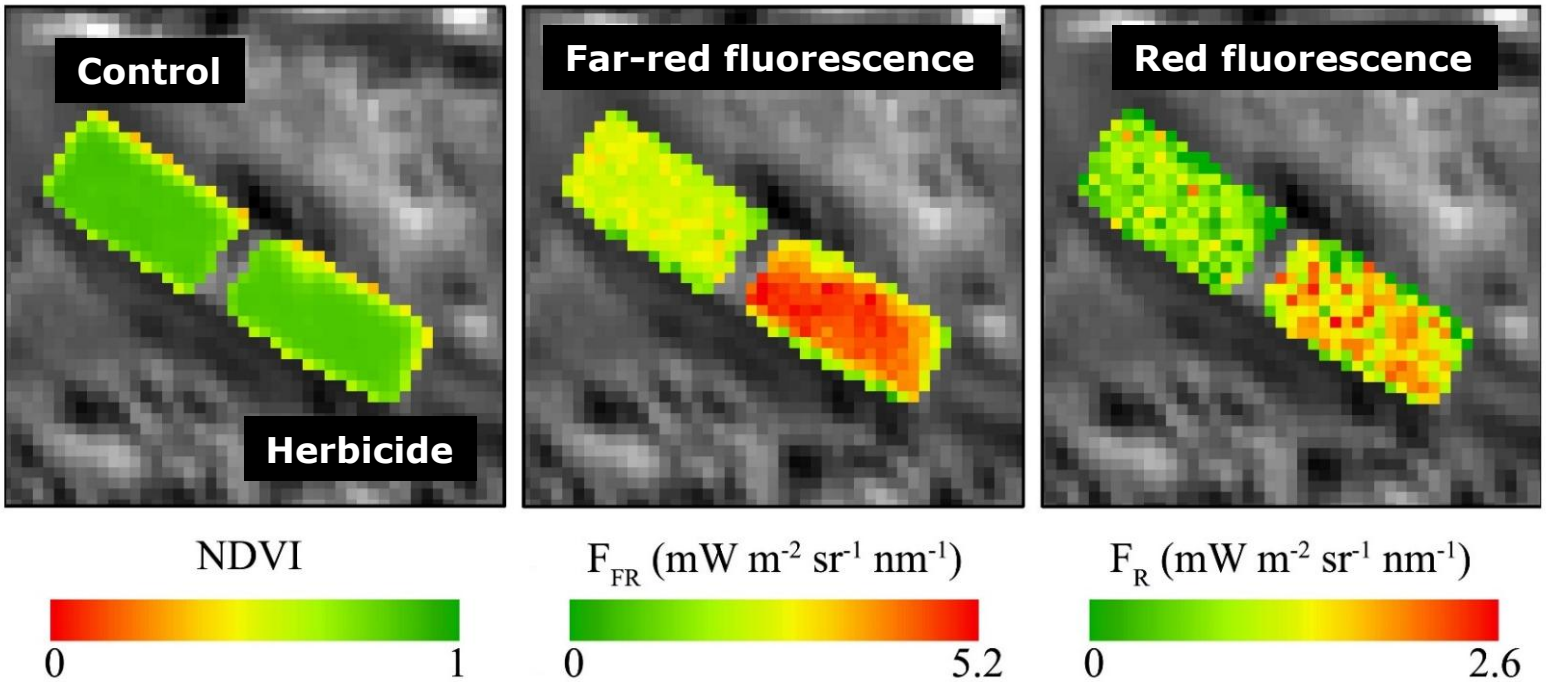
Potencial de FLEX: campañas con simuladores aeroportados





Potencial de FLEX: Detección temprana de estrés





Proyecto FLEX

- **FLEX** es la primera misión diseñada para la medida de la fluorescencia y la estimación de la fotosíntesis de la vegetación terrestre

- La **fotosíntesis** vegetal es un componente clave del ciclo global del carbono: La fluorescencia permite estimar la fotosíntesis real (no solo potencial) y reducir la incertidumbre en los modelos de asimilación de CO2 y balance de carbono

- FLEX tiene un gran potencial de **aplicaciones en agricultura** y detección de estrés de la vegetación (estrés hídrico, plagas…)

- Muchas **aplicaciones ligadas a FLEX** están demostrando ya su potencial (nuevos instrumentos de campo y aeroportados, modelos físicos, redes de validación…)

Resumen

1. Estructura y función: dos enfoques en Observación de la Tierra
2. Misiones ambientales: El programa *Copernicus*
3. Teledetección en la Universidad de Valencia – LEO
   - Proyecto ESA - FLEX
   - **Proyecto H2020 – SENSAGRI**
   - Proyecto Prometeo - ESAQS

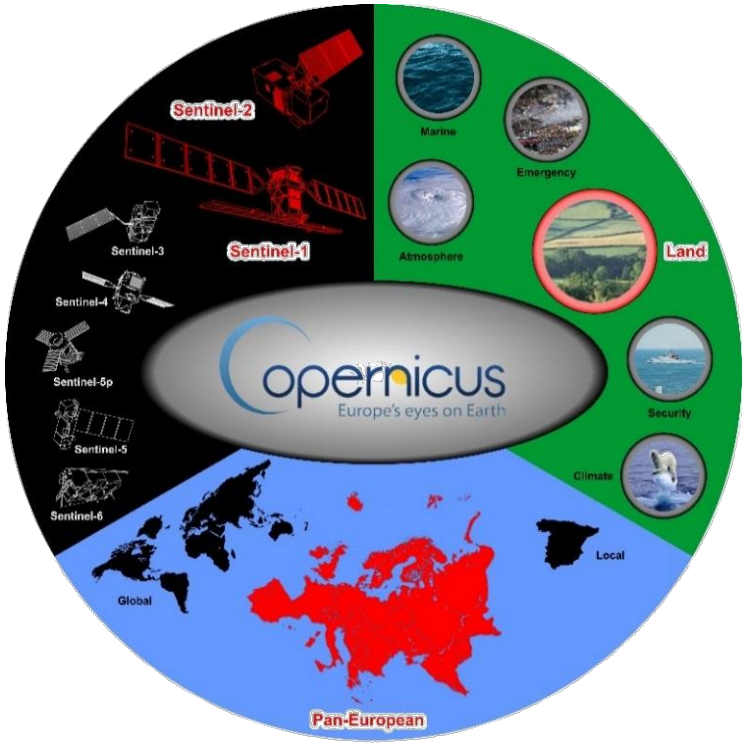
Sensagri

Sentinels Synergy for Agriculture

H2020 EO-3-2016: Evolution of Copernicus services

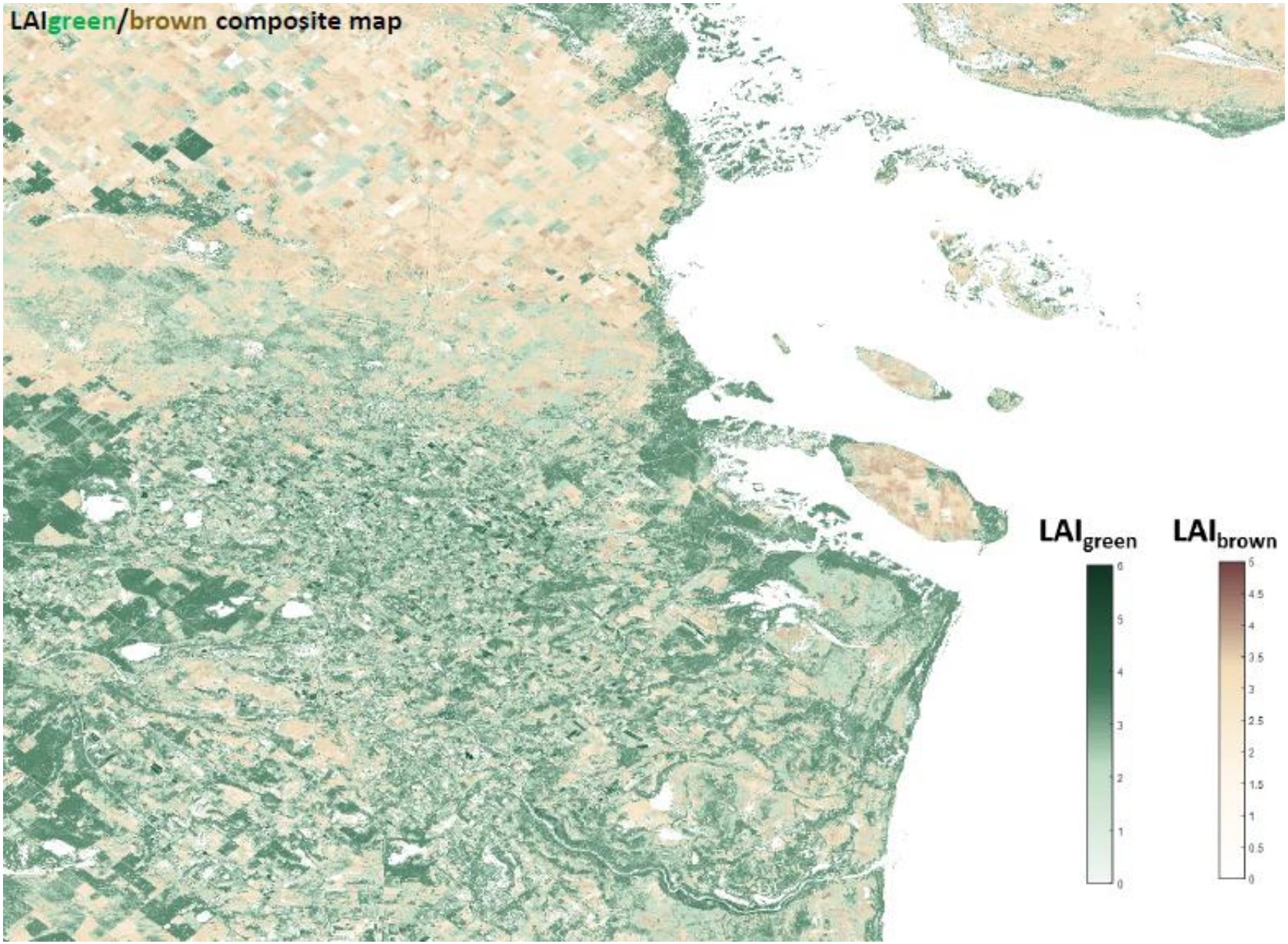
Objetivos de SENSAGRI

- Desarrollar nuevas aplicaciones para el sector agrícola europeo, combinando datos de los satélites del programa **Copernicus, Sentinel-1 (radar), Sentinel-2 (óptico)** y datos in-situ.
- Desarrollar **prototipos de servicios Copernicus** para humedad del suelo (**SSM)**, índice de área foliar (**LAI)** y **mapas de cultivos estacionales,** y usar esos prototipos para implementar **servicios agrícolas avanzados ("prueba de concepto")**.
- **Validar los servicios** y establecer **casos de demostración** en áreas test, para mostrar el potencial de éstos como futuros servicios Copernicus .
- **Interaccionar con Copernicus y con el sector agrícola** para dar a conocer y enfocar adecuadamente los servicios propuestos.



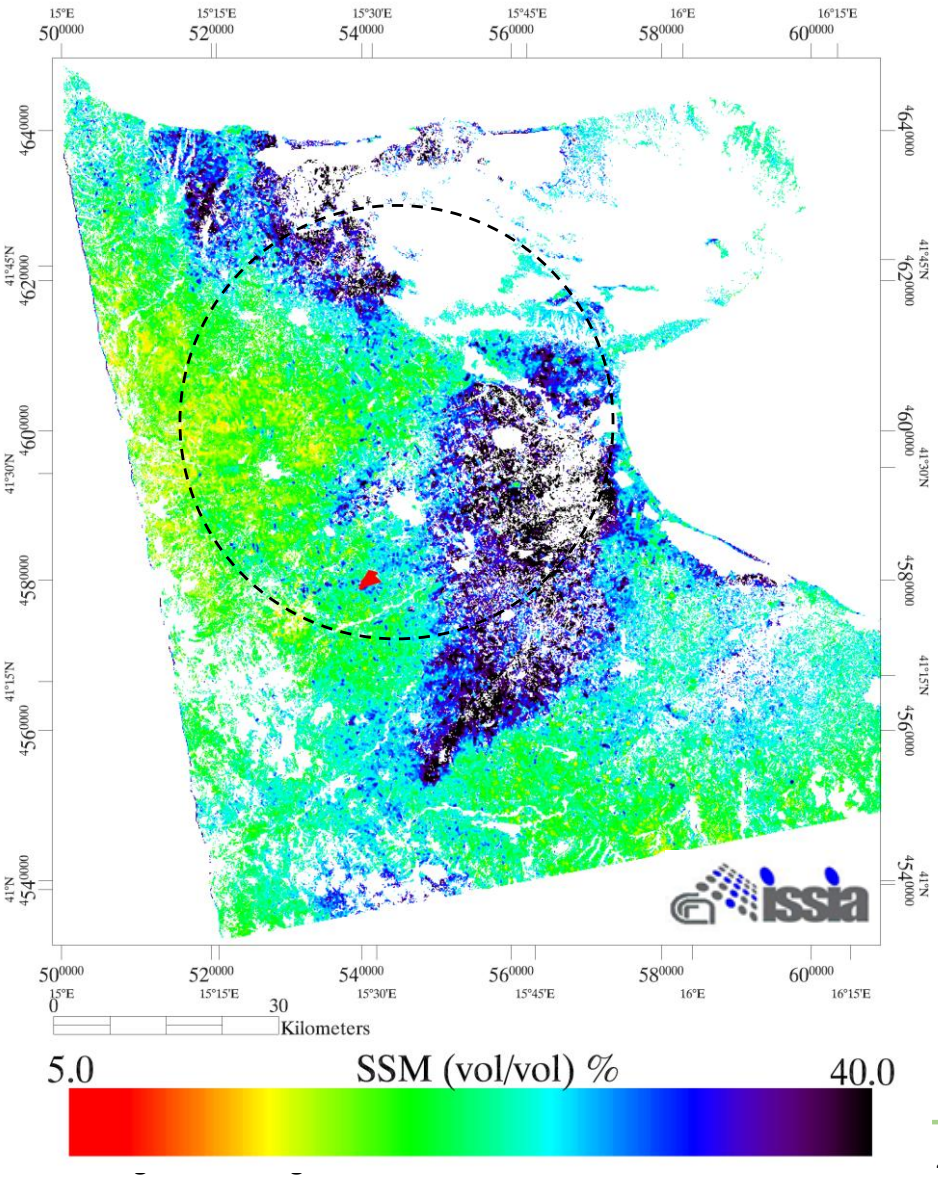
www.sensagri.eu

Proyecto SENSAGRI H2020

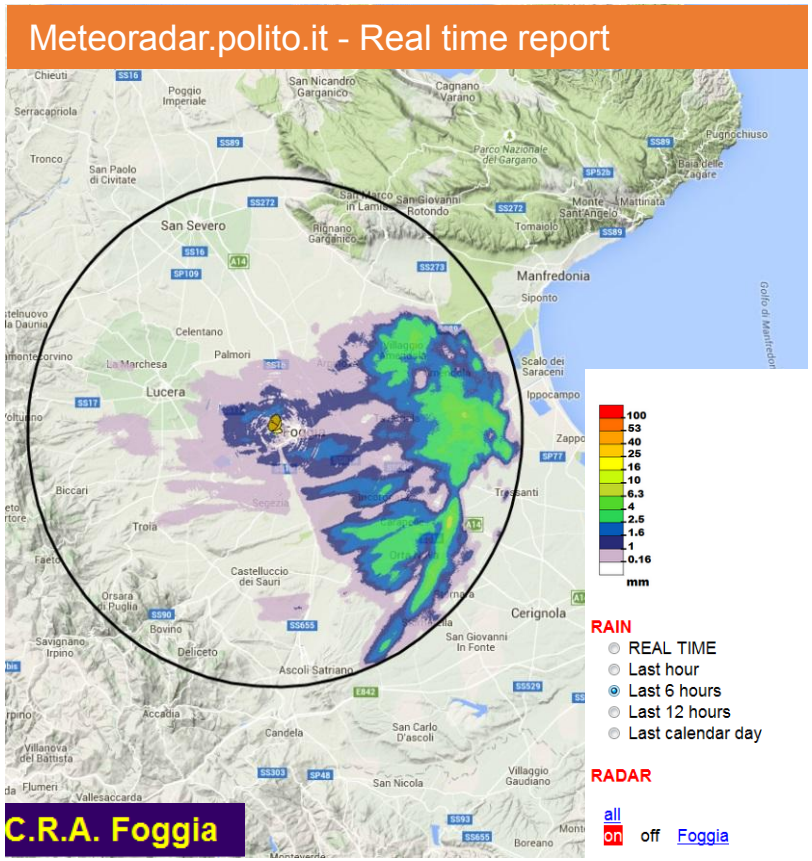


MeteoRADAR vs high resolution soil moisture patterns

Superficial soil moisture (SSM) map
October 27th, 2014 -18.48 CEST



Cumulative precipitation:12.00-18.00 (CEST)



X-band meteorological radar with a coverage radius of 30 km and spatial resolution of 60 m

Resumen

1. Estructura y función: dos enfoques en Observación de la Tierra
2. Misiones ambientales: El programa *Copernicus*
3. Teledetección en la Universidad de Valencia – LEO
   - Proyecto ESA - FLEX
   - Proyecto H2020 – SENSAGRI
   - **Proyecto Prometeo - ESAQS**

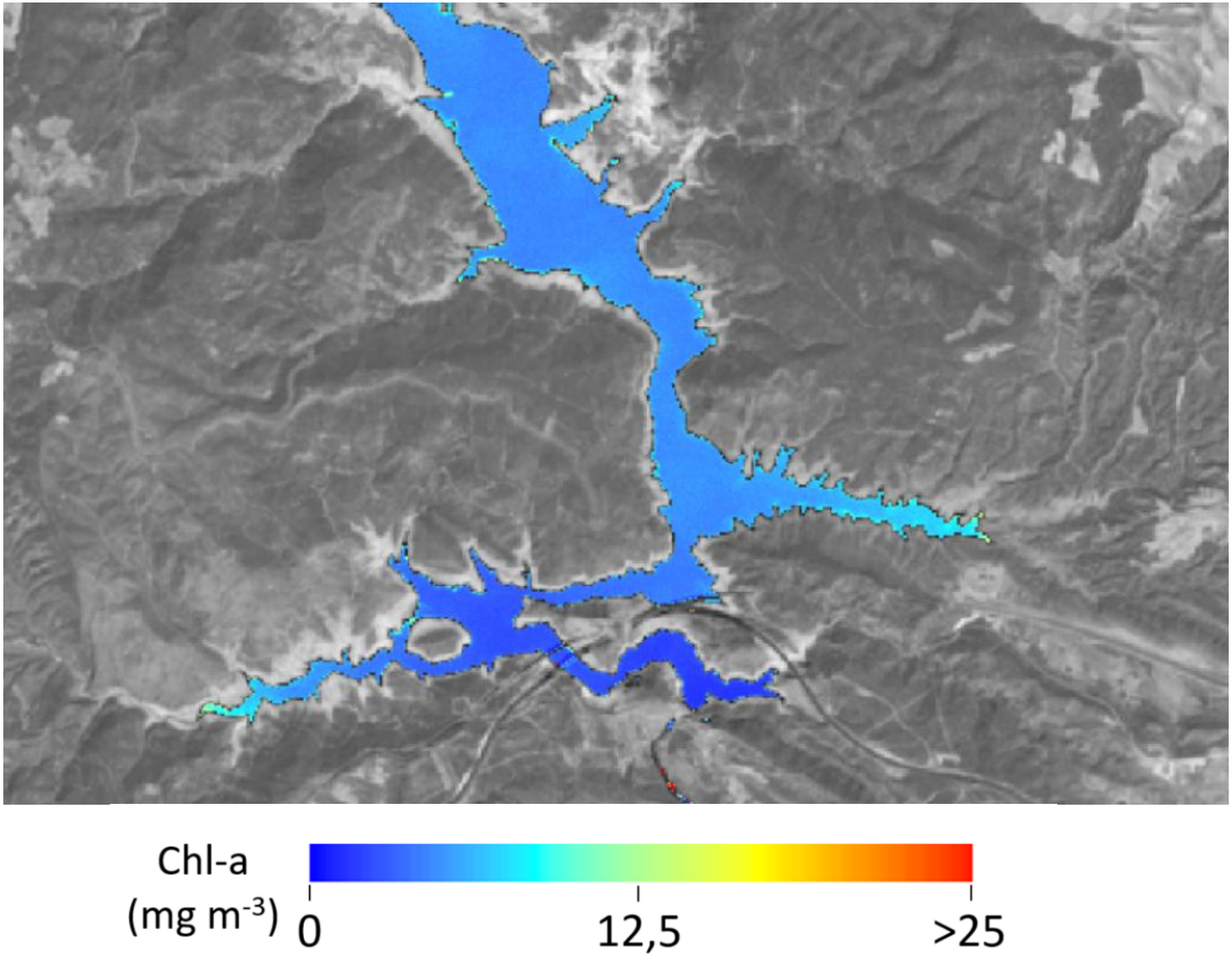
ESAQS (Ecological Status of AQuatic Systems)

Proyecto financiado por la GVA a través de su programa PROMETEO

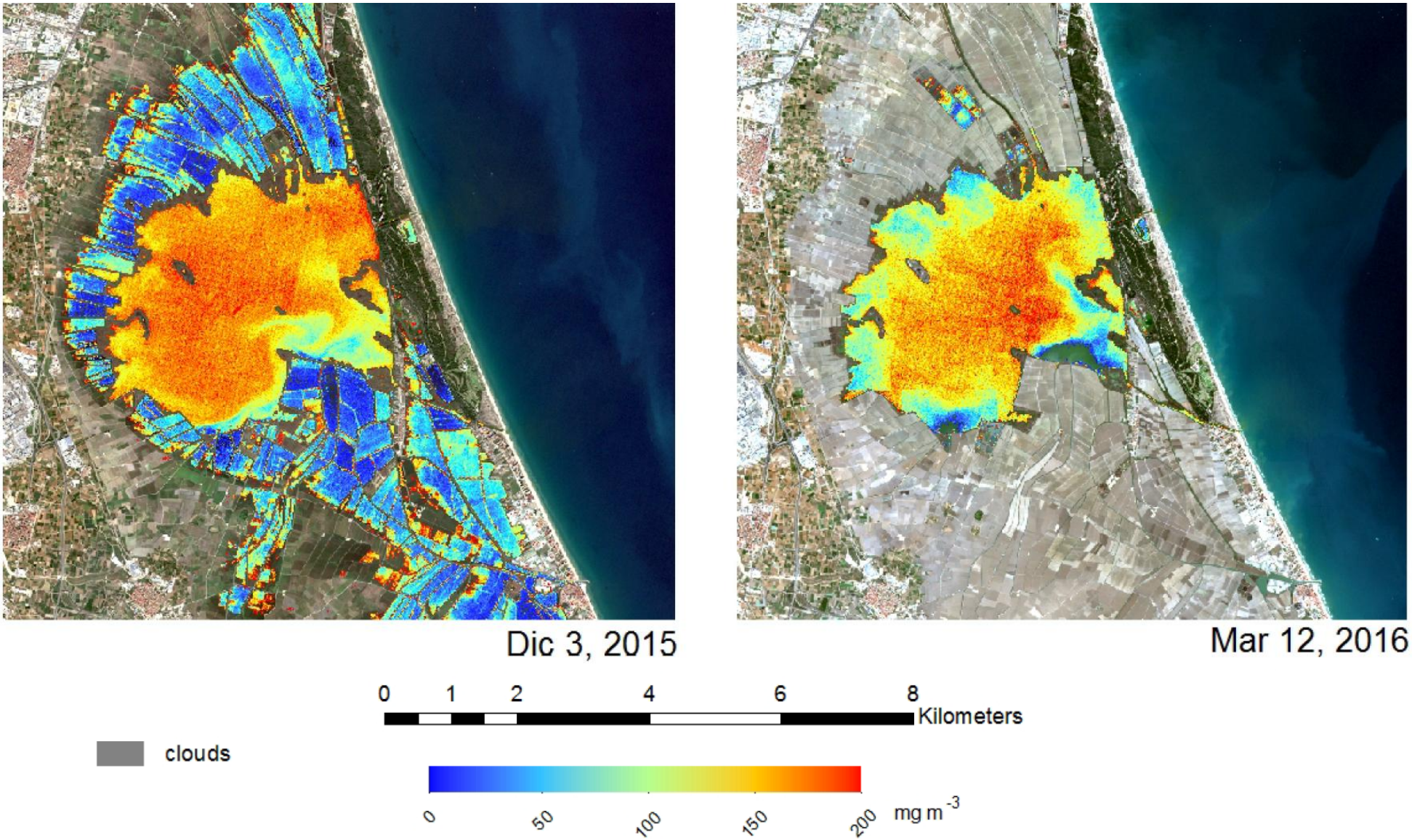
Objetivos

- Desarrollar y validar algoritmos para la **estimación de indicadores ecológicos** de calidad de aguas continentales y costeras
- Basados en el uso de los satélites europeos **Sentinel-2** y **Sentinel-3**
- Proporcionando una herramienta que permita evaluar, de forma sinóptica, el **estado ecológico** de las masas de agua **a escala de cuenca hidrográfica**
- Las principales variables a estudiar son:
  - Concentración de clorofila-a [Chl-a]
  - Materia Orgánica Coloreada Disuelta (CDOM)
  - Sólidos en Suspensión (SS)
  - Ficocianina
  - Profundidad de Disco de Secchi (SD).

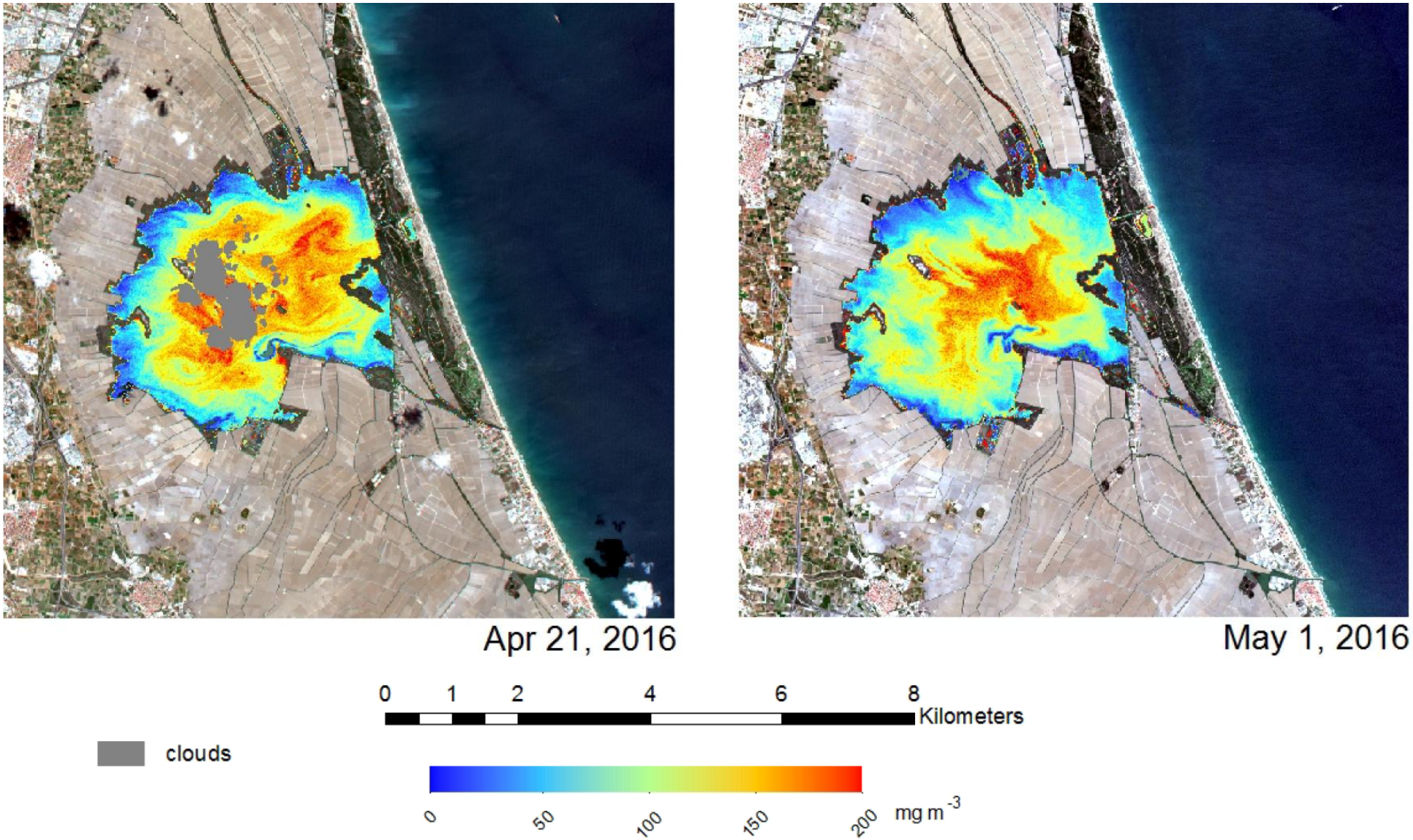
Concentración de Chl-a (Sentinel-2), Embalse de Contreras



Concentración de Chl-a (Sentinel-2), Albufera de Valencia



Concentración de Chl-a (Sentinel-2), Albufera de Valencia



VNIVERSITAT DE VALÈNCIA

IPL Image Processing Laboratory

Retos y oportunidades de la Observación de la Tierra desde el espacio

Antonio Ruiz-Verdú

Primer Congreso en Ingeniería Geomática

Valencia, 5-6 de mayo de 2017

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

POLITÉCNICA "Ingeniamos el futuro"

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL