

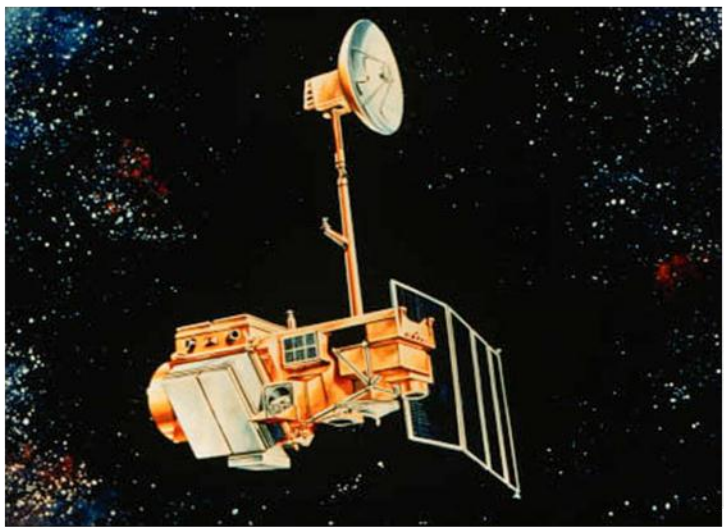
"ELS PETITS SATÈL·LITS, INNOVACIÓ I VISIÓ TERRITORIAL: EL PROGRAMA HUMIT"

Àrea d'Observació de la Terra (CS_PCOT)
Dr. Jordi Corbera
jordi.corbera@icgc.cat



OBSERVACIÓ DE LA TERRA: ANTECEDENTS

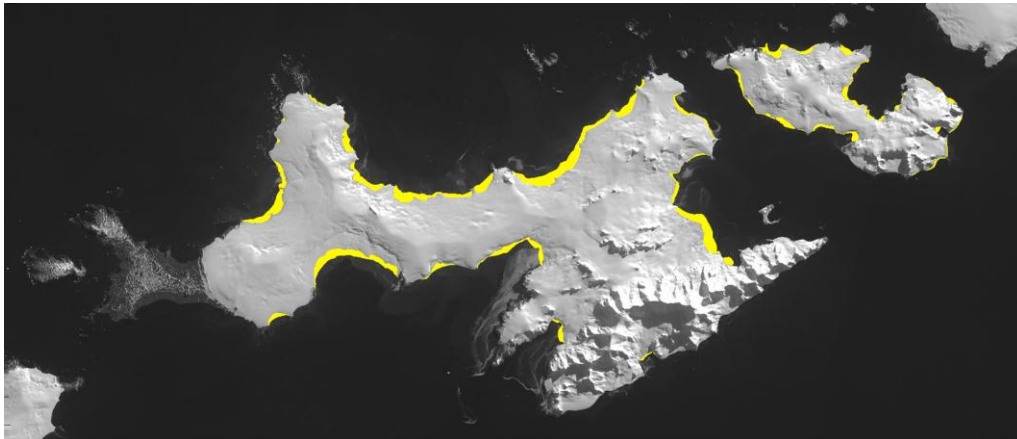
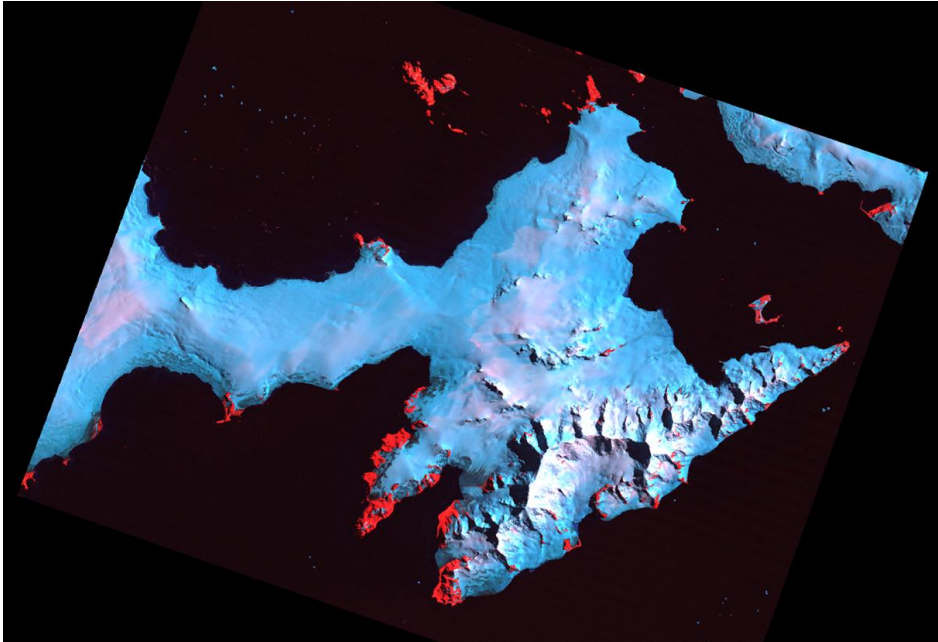
80' – 90'



ACTUAL'

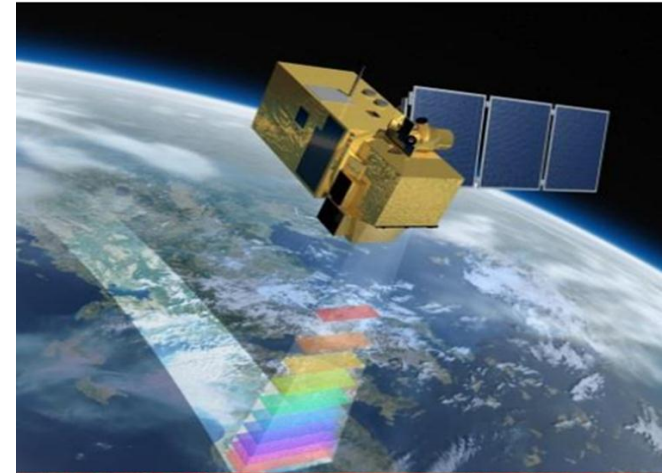


OBSERVACIÓ DE LA TERRA: ANTECEDENTS



80' – 90'

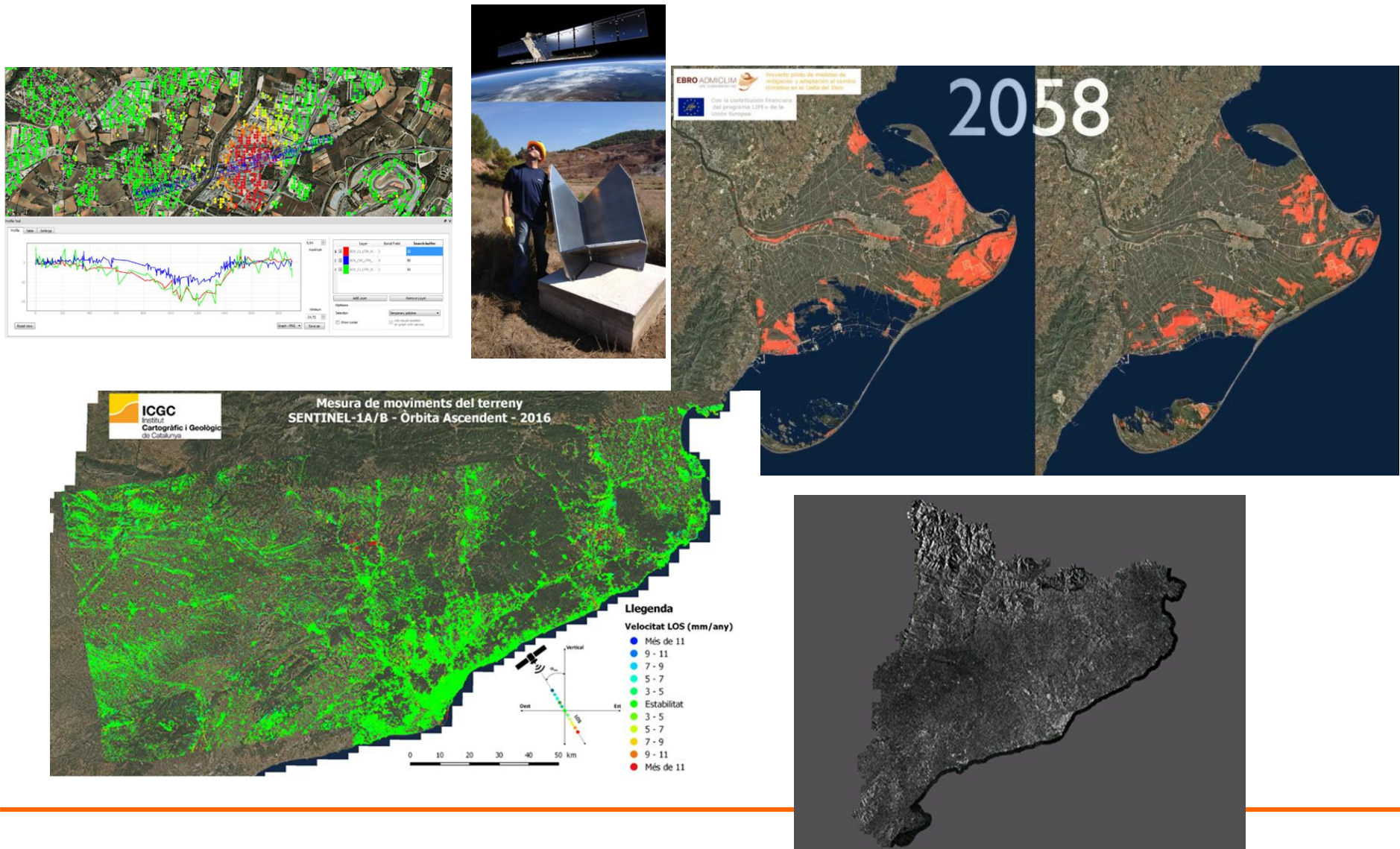
GEOCIÈNCIES I TRANSFERÈNCIA DE CONEIXEMENT



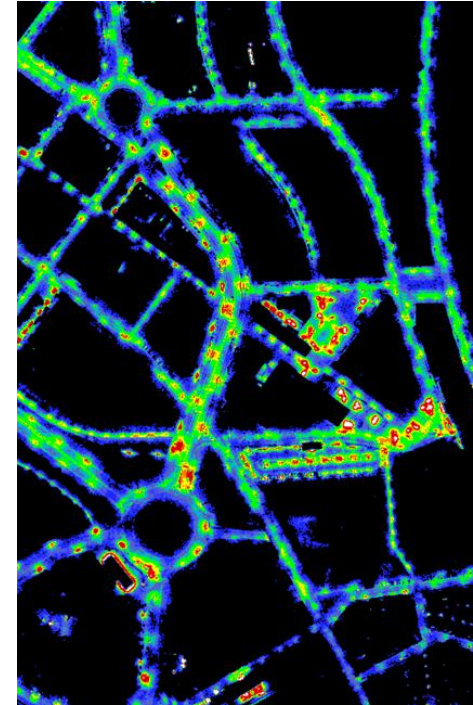
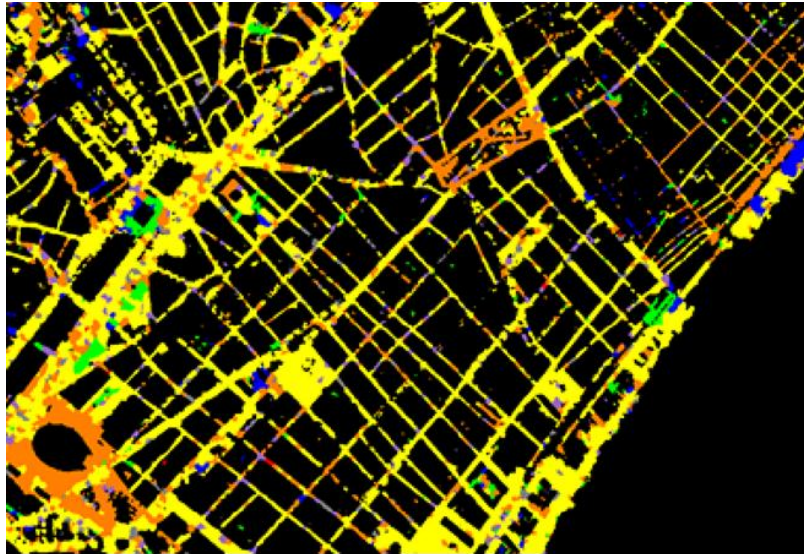
ACTUAL'

<https://earthengine.google.com/timelapse/#v=-62.6075,-60.41542,9.074,latLng&t=0.76>

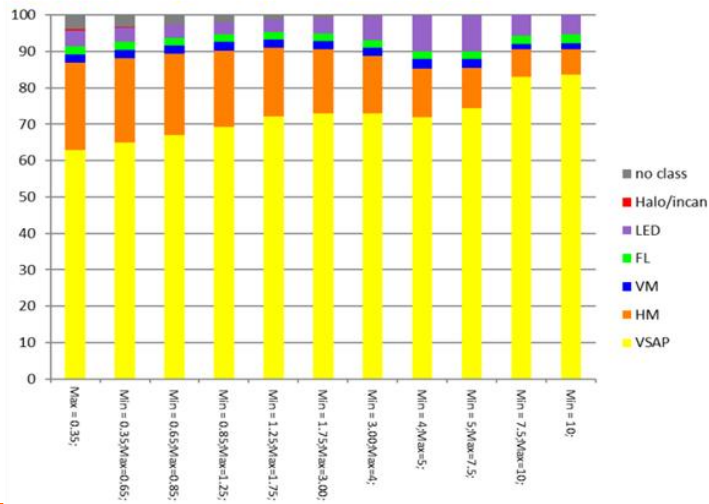
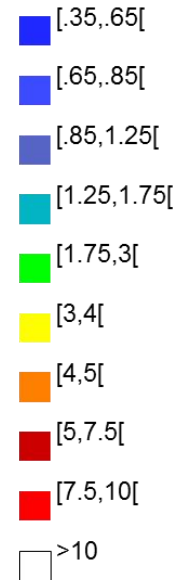
OBSERVACIÓ DE LA TERRA: PLATAFORMA & APLICABILITAT



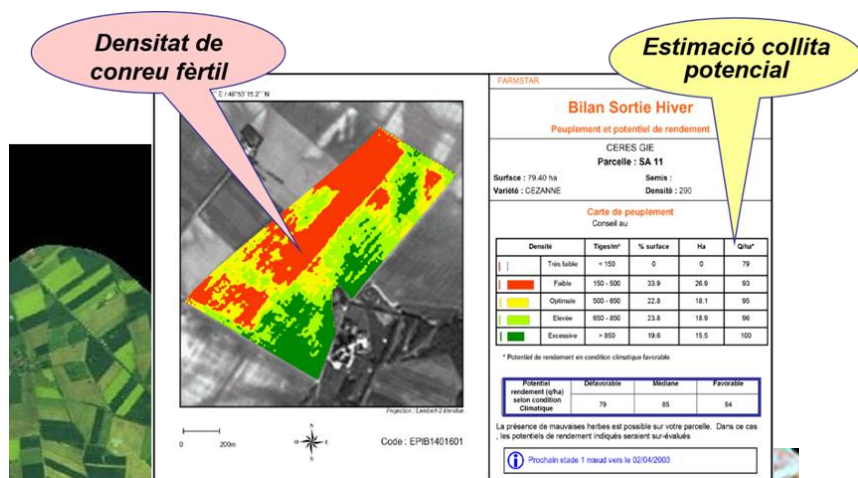
OBSERVACIÓ DE LA TERRA: PLATAFORMA & APLICABILITAT



Classification



OBSERVACIÓ DE LA TERRA: PLATAFORMA & APLICABILITAT

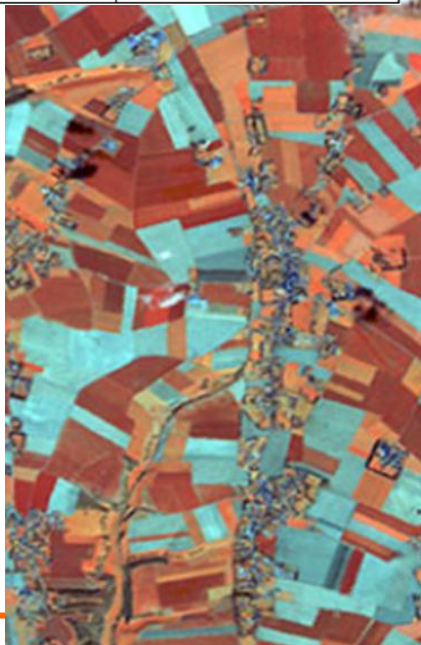


FUTUR AGRARI

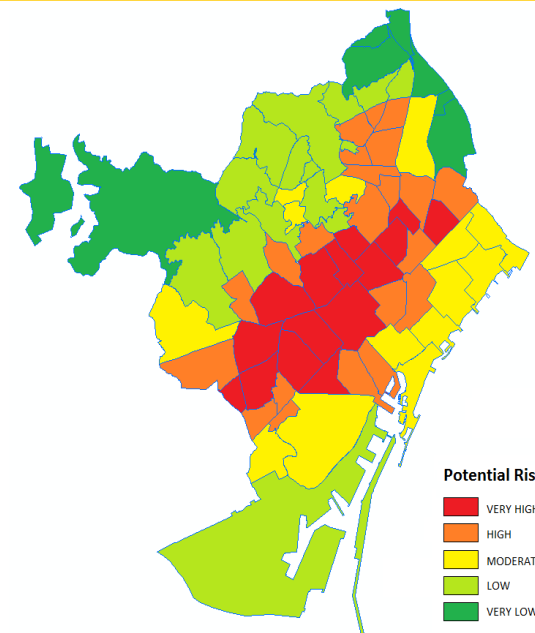
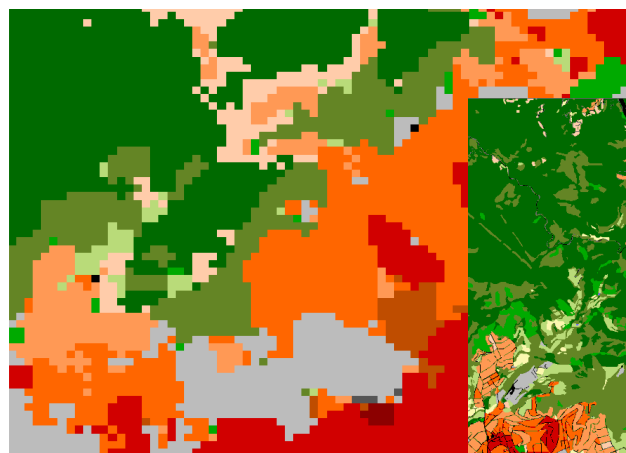
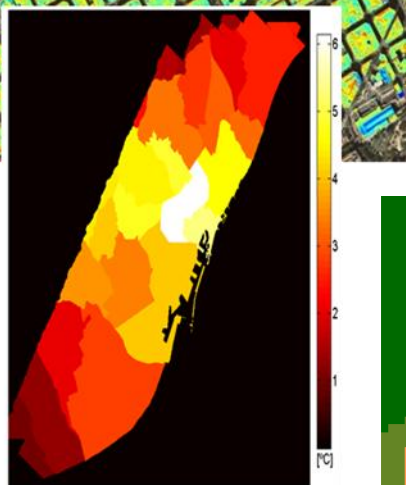
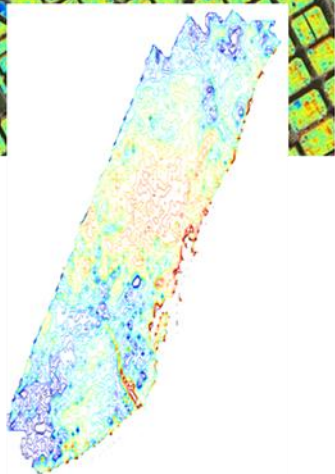
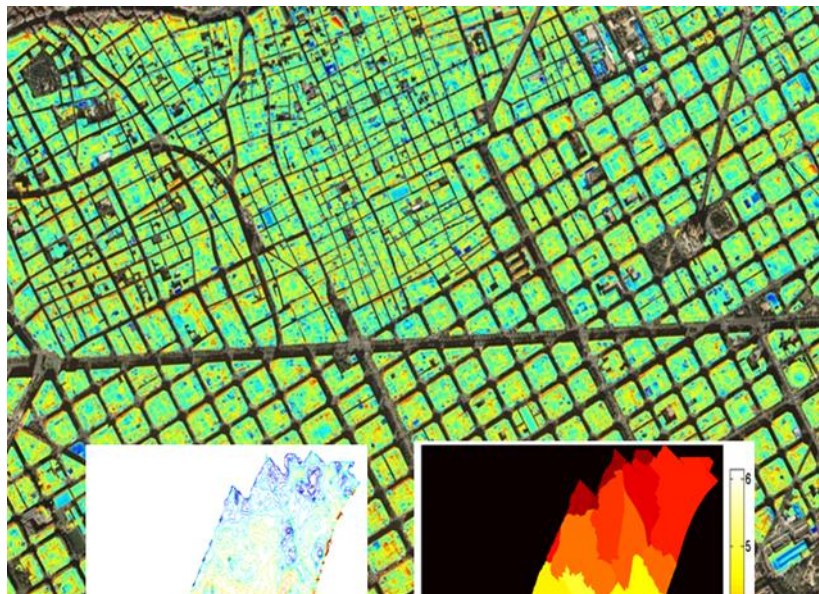


Coordination

Generalitat de Catalunya
Departament d'Agricultura, Ramaderia,
Pesca, Alimentació i Medi Natural

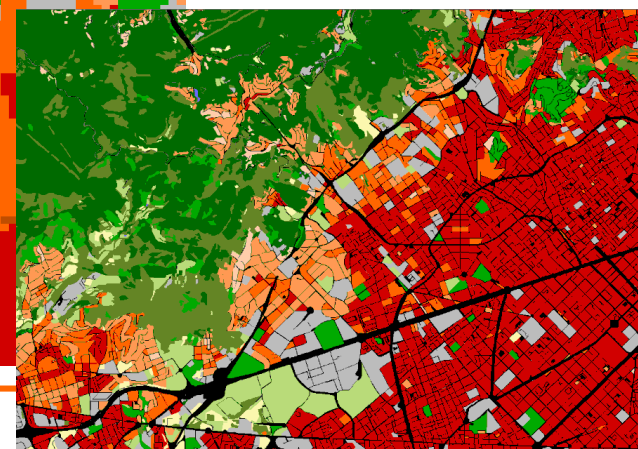


OBSERVACIÓ DE LA TERRA: PLATAFORMA & APLICABILITAT



Potential Risk

- VERY HIGH
- HIGH
- MODERATE
- LOW
- VERY LOW



OBSERVACIÓ DE LA TERRA: EL PROGRAMA COPERNICUS

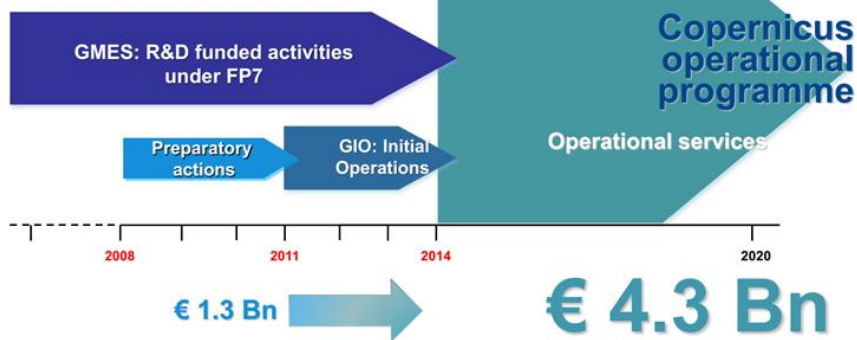


FULL, FREE AND OPEN
ACCESS TO DATA

-  ATMOSPHERE MONITORING
-  MARINE ENVIRONMENT MONITORING
-  LAND MONITORING
-  CLIMATE CHANGE
-  EMERGENCY MANAGEMENT
-  SECURITY

Copernicus
Europe's eyes on Earth

From research
to operations:

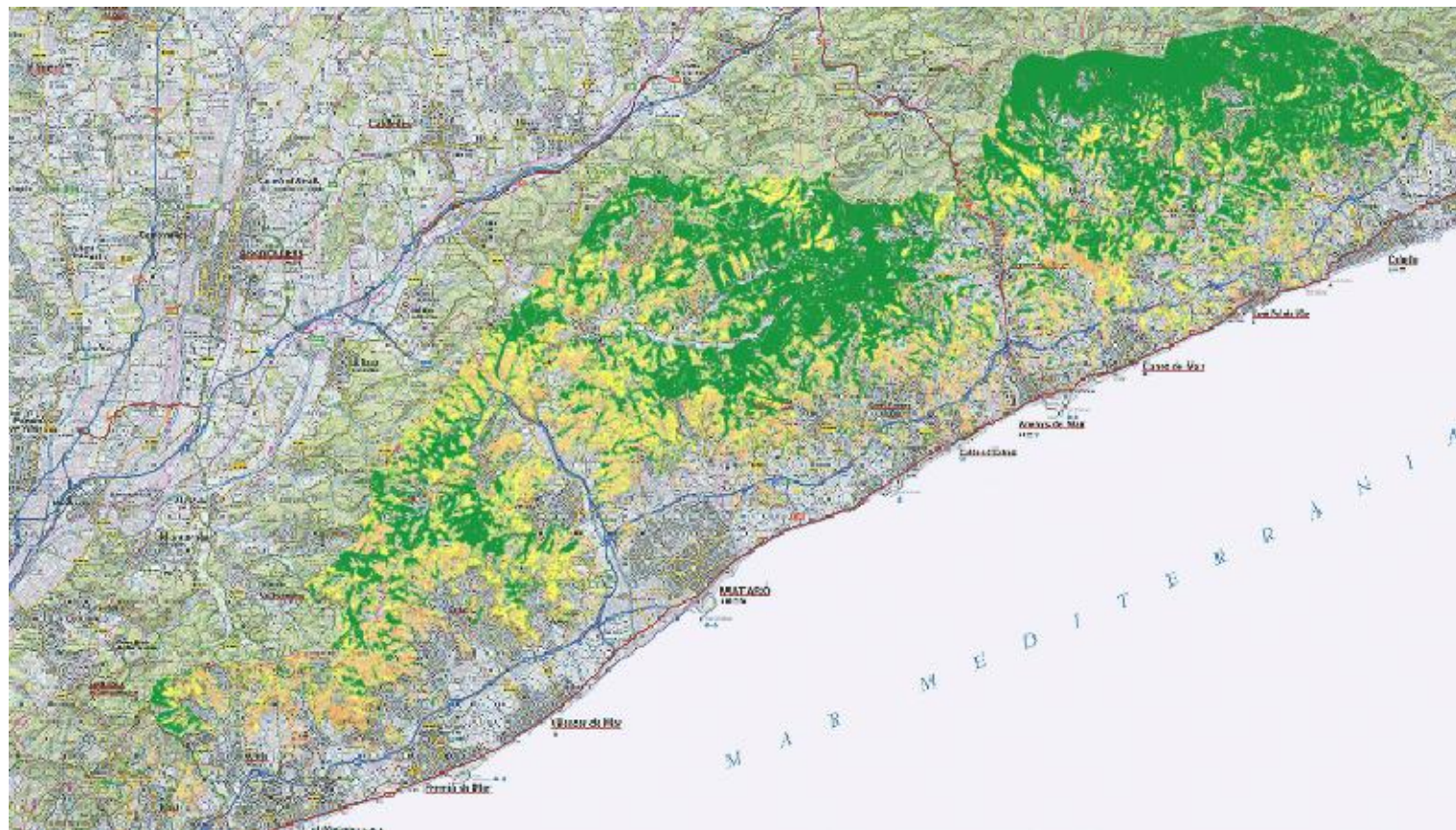


OBSERVACIÓ DE LA TERRA: EL PROGRAMA COPERNICUS

Sentinel-2 02/08/2015

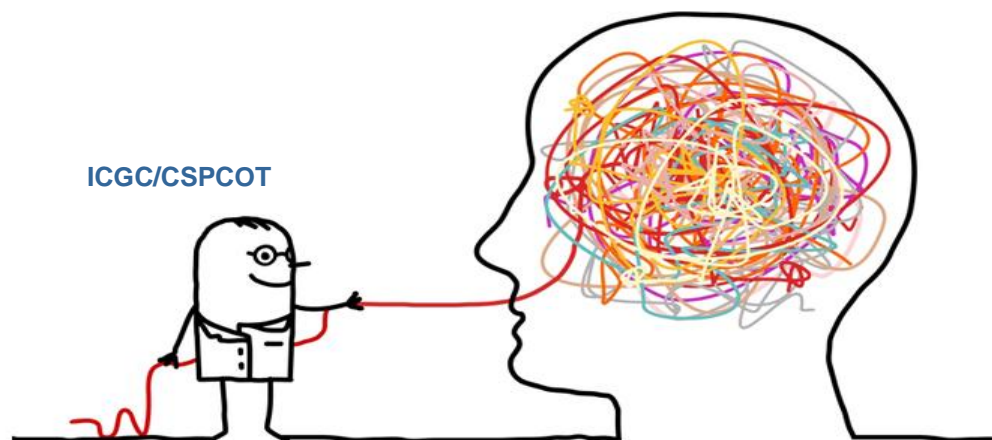
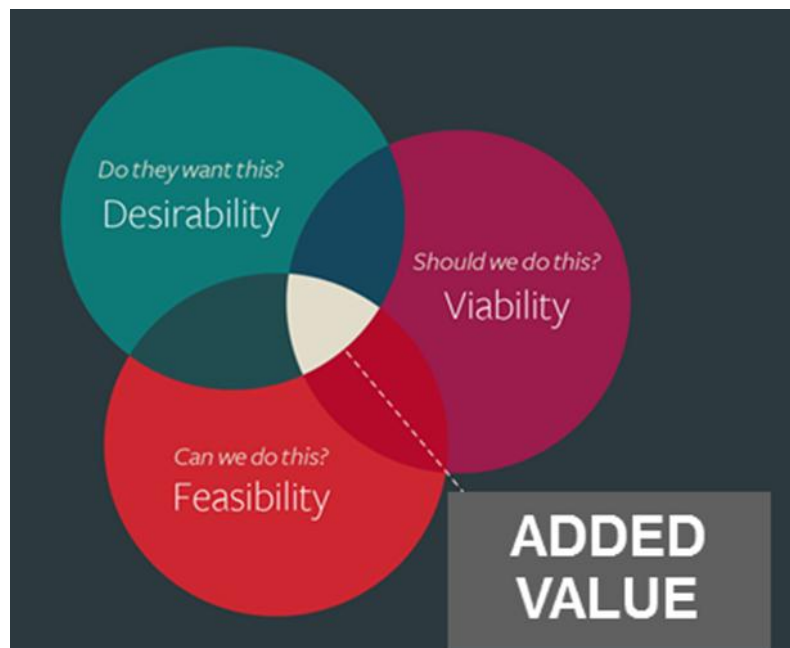
Sentinel-2 26/08/2016

Mapa de decaïment 2015-2016



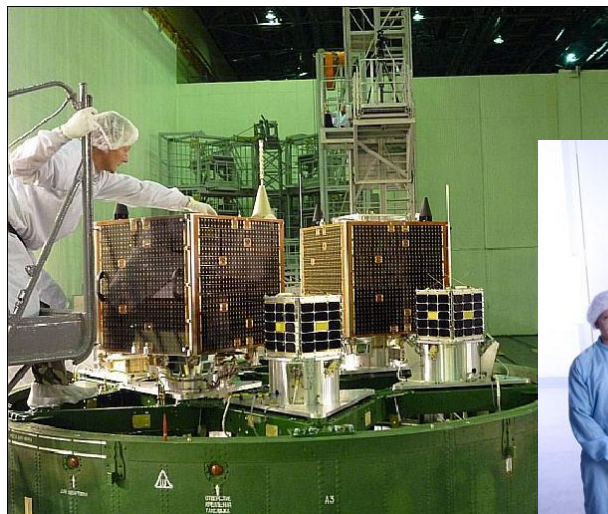
<https://www.diba.cat/web/incendis/altres-publicacions>

CIÈNCIA + TECNOLOGIA + PROBLEMES REALS A RESOLDRE = VALOR AFEGIT



“Imagination is the only weapon in the war against reality” – Lewis Carroll - Alice in Wonderland

ELS PETITS SATÈL.LITS: ANTECEDENTS



ELS PETITS SATÈL.LITS: ANTECEDENTS

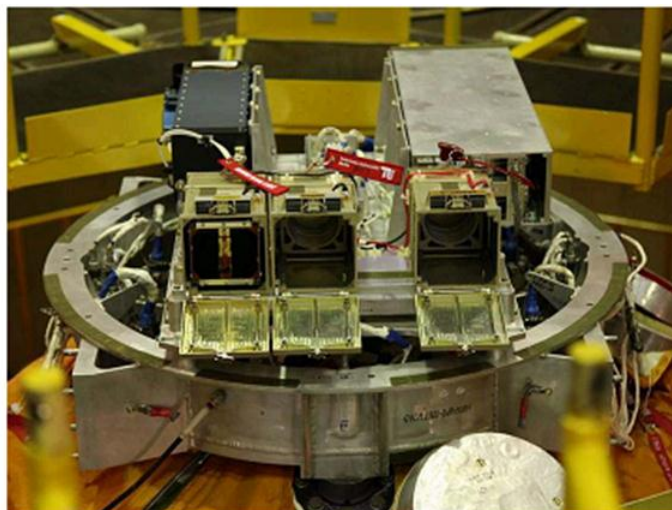
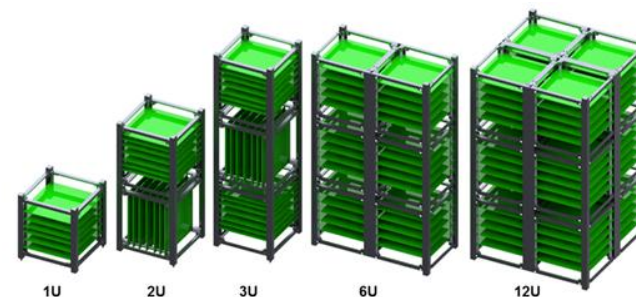


Table 1 Classification satellites by weight, power and cost

Satellite class	Weight (dry), kg	Solar power, kW	Cost, mln. USD (about average)
Pico	<1	< 0.05	<0,4
Nano	1...10	< 0.50	0,4...2
Micro	10...100	< 1	4...8
Mini	100...500	1...2-	15...40
Small	500...1000	2...4	55...100
Medium	1000-2000	4...10	100...150
Large	>2000	>10	>150



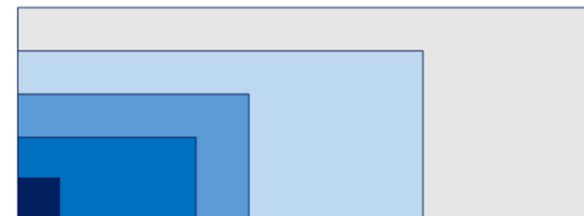
< 100 kg Microsat

< 50 kg Small Microsat

<24 kg Large Nanosat (12U CubeSat)

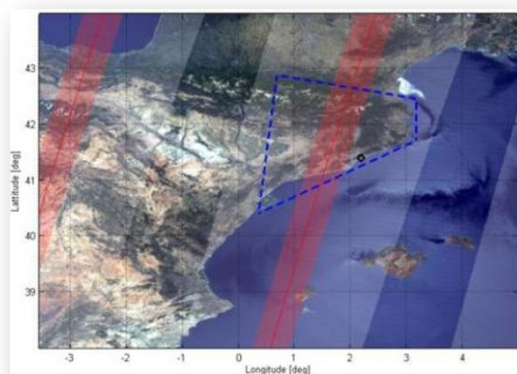
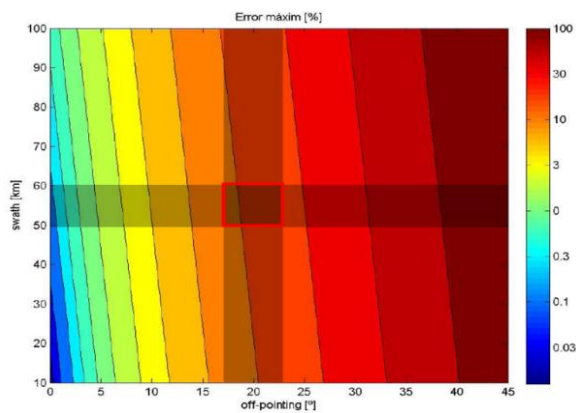
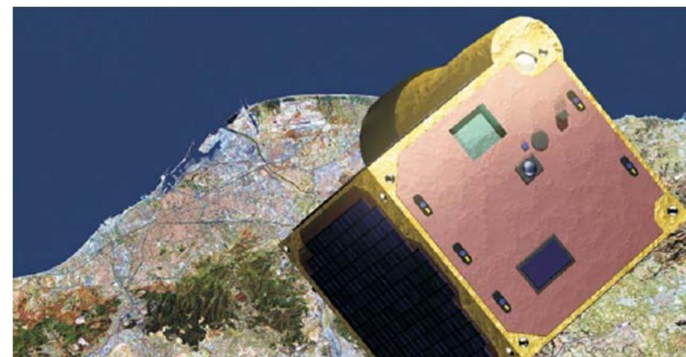
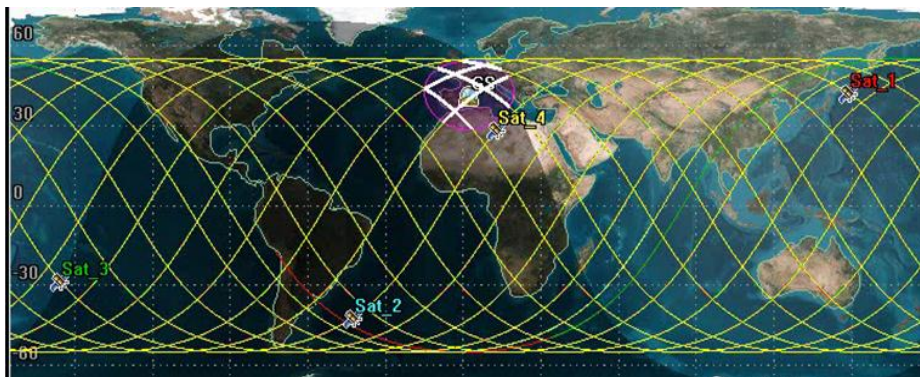
<10 kg Nanosat (6U CubeSat)

<1 kg Picosat (1U CubeSat)



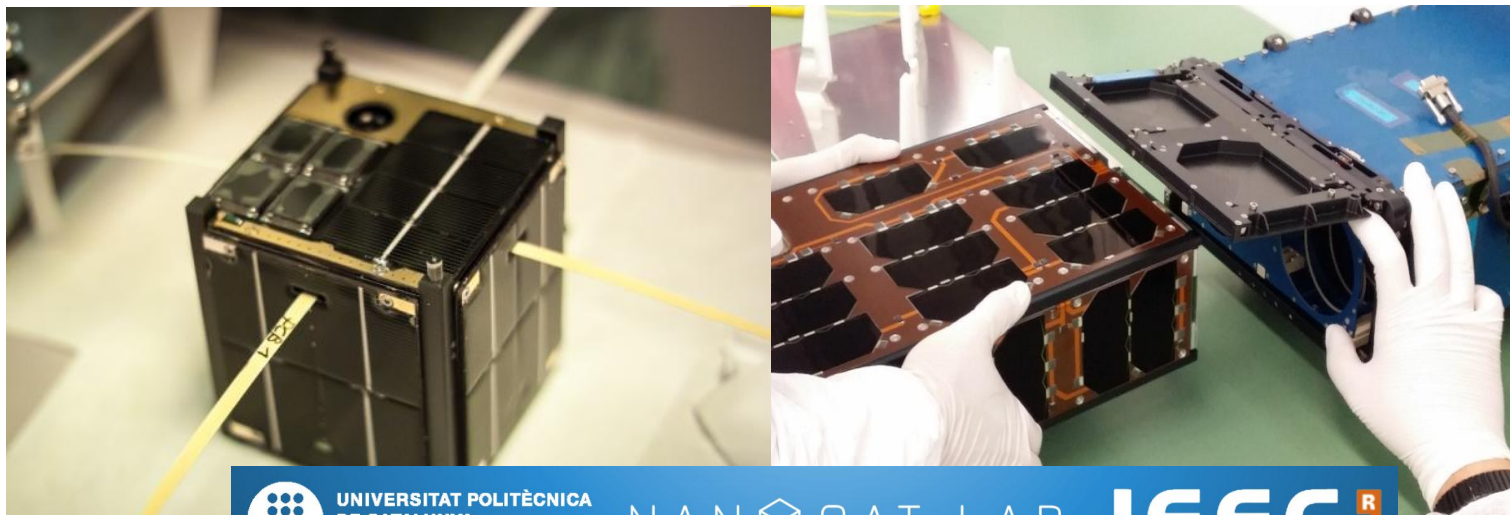
No és una qüestió tant sols de tamany

ELS PETITS SATÈ.LLITS: ANTECEDENTS



S'optimitza la capacitat de risc & innovació a l'espai per generar utilitat

ELS PETITS SATÈL.LITS: ANTECEDENTS



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

NAN  SAT LAB

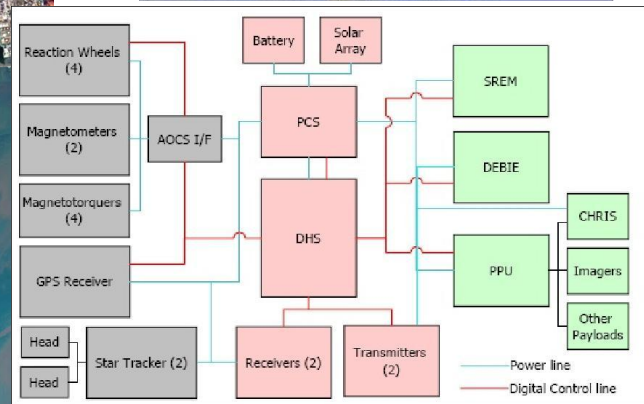
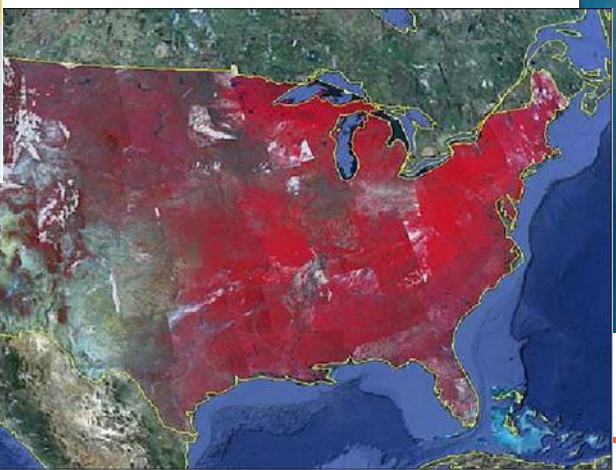
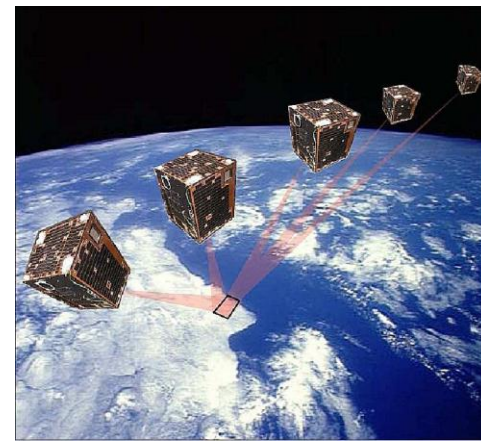
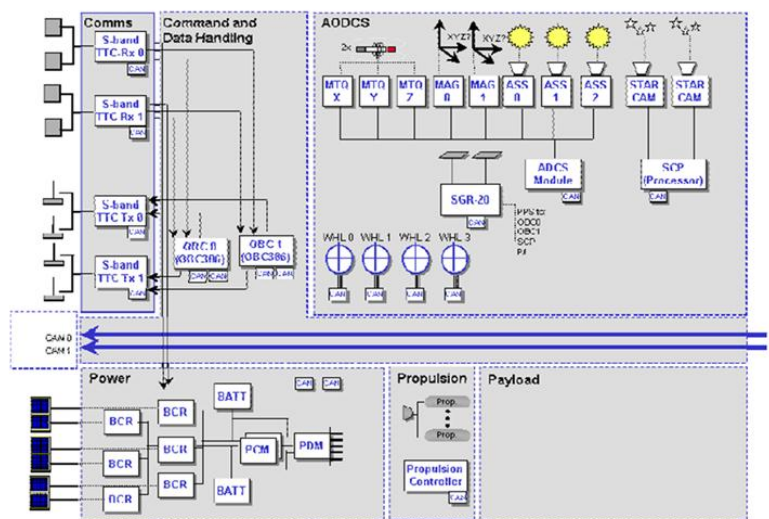
IEEC 



NAN  SAT LAB

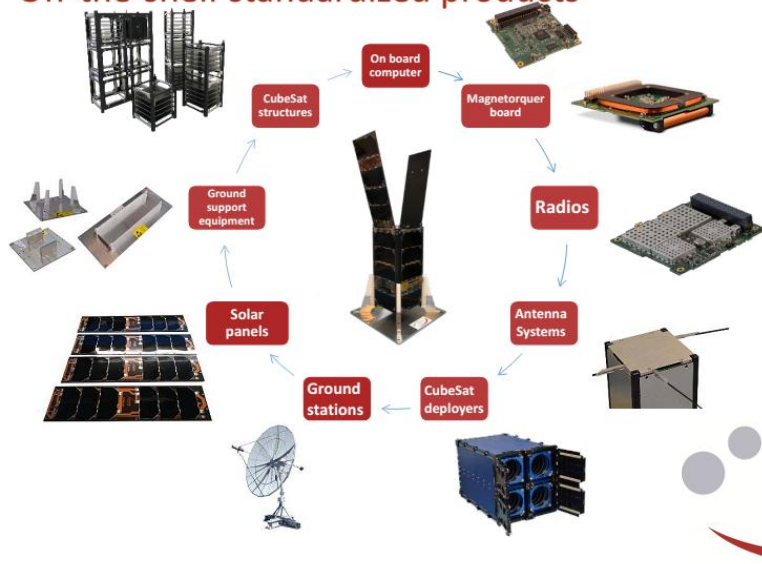
S'optimitza la capacitat de risc & innovació a l'espai per traccionar coneixement

ELS PETITS SATÈL.LITS: ARQUITECTURA



ELS PETITS SATÈLLITS: ARQUITECTURA

Off-the-shelf standardized products



CubeSatShop
PRODUCTS

One-stop webshop

Standardized products

Antenna systems	>	
Attitude actuators	>	
Attitude sensors	>	
Cameras & payloads	>	
Command & data handling	>	
Communication systems	>	
CubeSat kits & buses	>	

12U Platform

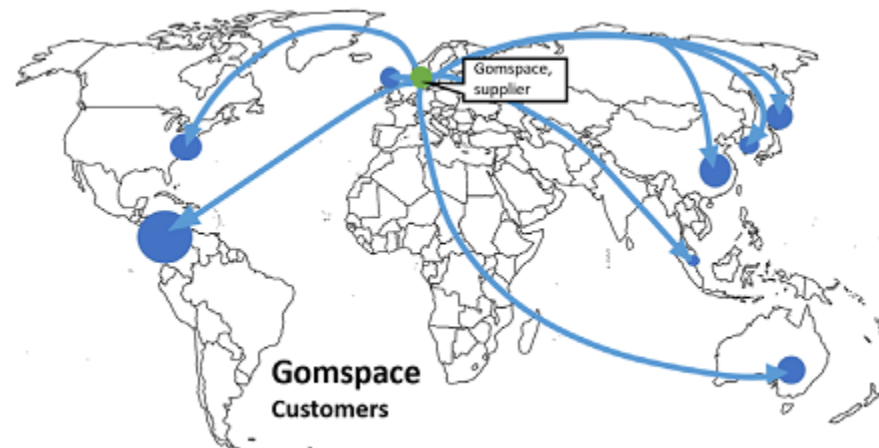
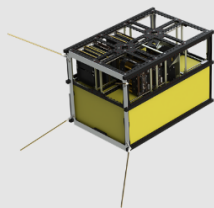
The illustration to the right is of a 12U configuration. Its design is based on the following selections:

- 12U Core Platform Package
- Fine ACS & ADS
- GPS
- S-band communication
- Deployable panel (not shown)

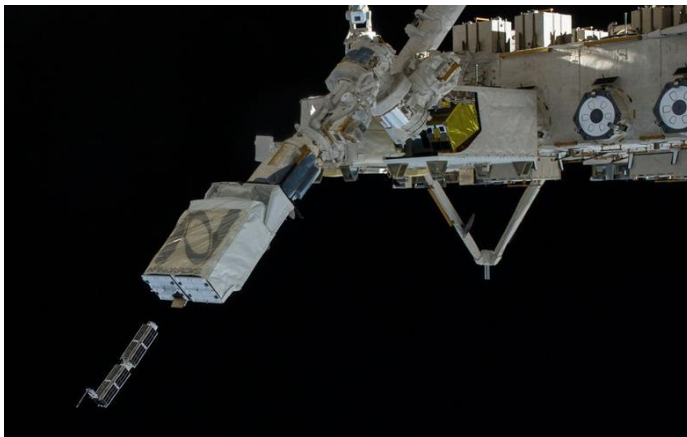
A 12U platform with this or a similar configuration can support many operational missions with demanding requirements e.g. Intensive *communication* or *remote sensing* types of missions.

The satellite provides the following key resources to these payloads:

- Payload volume: 8U+
- Average available power for payloads: 6W (no deployable panels), 18W (1 dep. panel) & 30W (2 dep. panels)
- Pointing performance: 1-2 degrees
- Downlink per day: 2 GB (1 ground station, SSO orbit)



ELS PETITS SATÈL.LITS: FINESTRA D'OPORTUNITAT



28 CUBESATS FROM THE INTERNATIONAL SPACE STATION

QB50-ISS

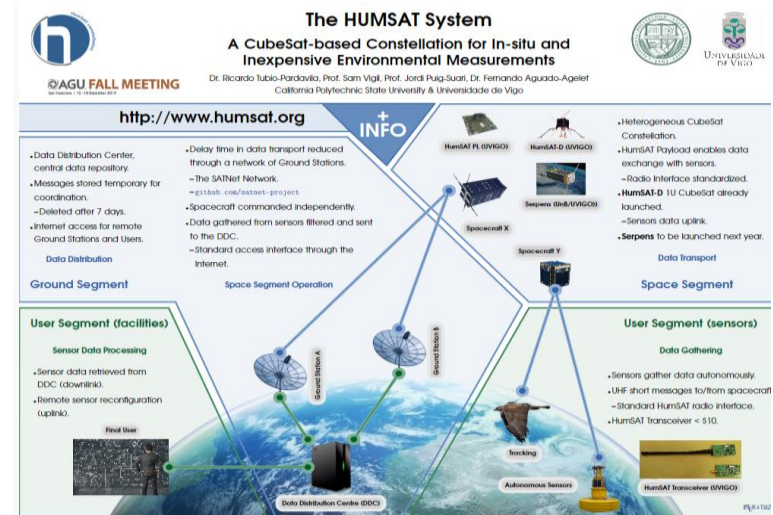
- 28 CubeSats
- Altitude 415km
- Inclination 51.6deg
- Launch on 16th March 2017
- Atlas-V Rocket from Cape Canaveral (USA)

8 CUBESATS ON THE PSLV INDIAN ROCKET

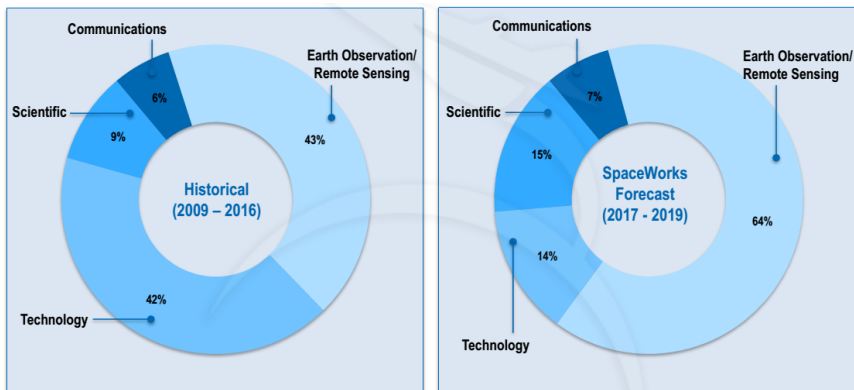
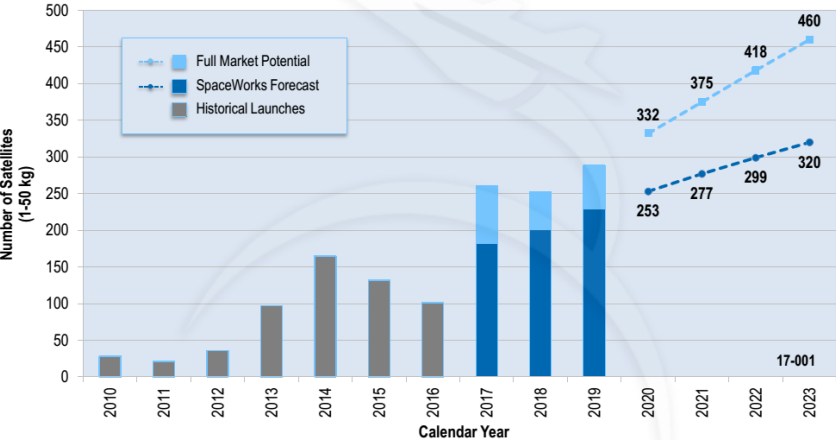
QB50-PL

- 8 CubeSats
- Altitude 500km
- Sun Synchronous Orbit 97.1deg
- Part of the Science Campaign
- Launch on 21st April 2017
- PSLV Rocket from Satish Dhawan Space Centre

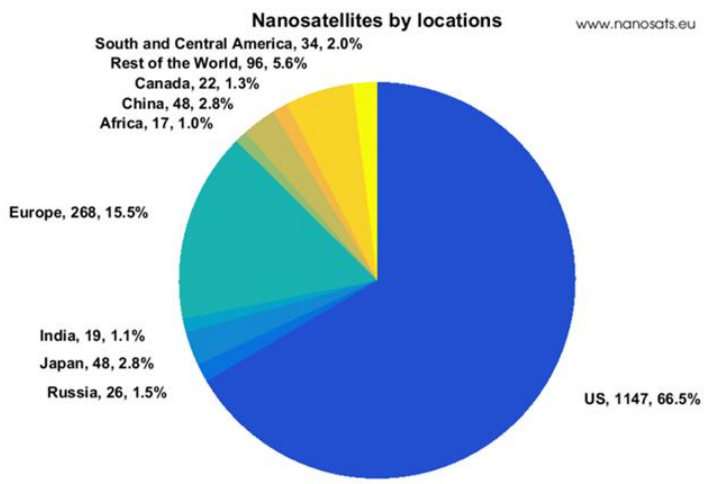
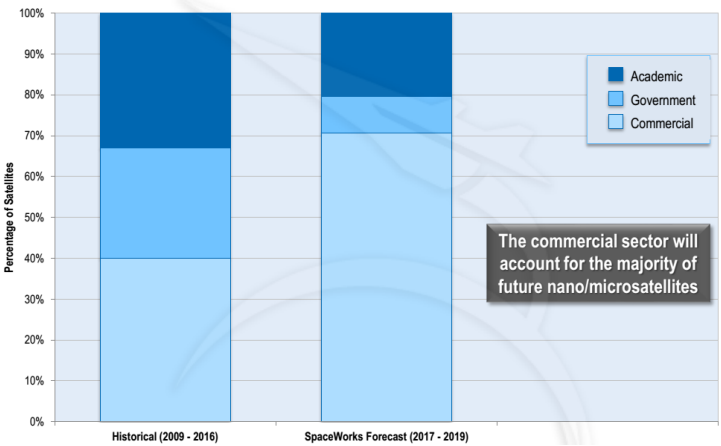
- **Xatcobeo (Dieste)**
 - University of Vigo, 1U, 2012-02-13, Vega, Space Technology, System Design & Verification. Deployment of a standard based 1U CubeSAT in the space, together with a ground segment. Two payloads: a software defined reconfigurable radio (SRAD) and a system for measuring the amount of ionizing radiation (RDS). There is also an experimental solar panel deployment system (PDM). Reentry 2013-08-31.
- **HumSat-D**
 - University of Vigo, 1U, 2013-11-21, Dnepr, Space Technology, Satellite-based system for connecting a set of users with a network of worldwide distributed sensors which they have previously deployed. Educational objectives.
- **OPTOS (Optical Nanosatellite)**
 - National Institute of Aerospace Technology, 3U, 2013-11-21, Dnepr, Space Science, System Design & Verification, Demonstrate new technologies. Distributed OBDH (On-Board Data Handling).
- **3CAT2**
 - Univ.Politécnica de Catalunya & IEEC, 6U, 2016-08-15, Long March 2D, Space Activity, Perform ocean altimetry by means of Global Navigation Satellite Systems Reflectometry (GNSS-R).
- **Qbito**
 - Polytechnics University of Madrid, 2U, 2017-04-18, Atlas V, QB50, ISS, Space Science. The main objective is to operate its primary payload: the Ion and Neutral Mass Spectrometer (INMS).



ELS PETITS SATÈ.LLITS: FINESTRA D'OPORTUNITAT



Nano/Microsatellite Trends by Sector (1 - 50 kg)



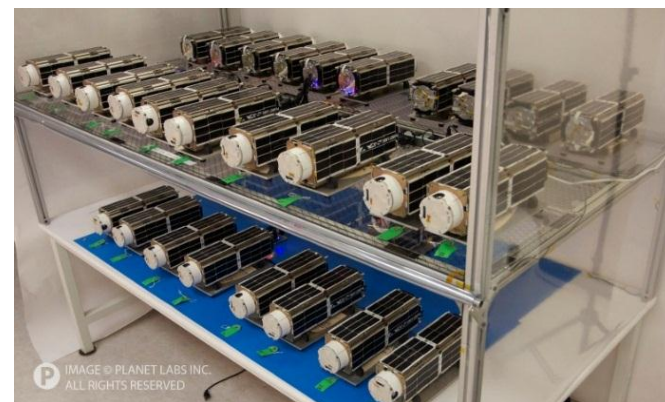
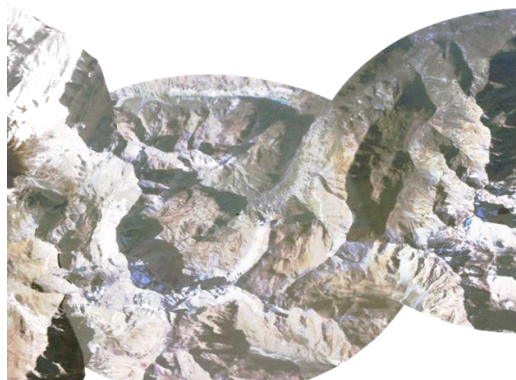
La nova economia de l'espai, del technology push al market pull ...

ELS PETITS SATÈ.LLITS: FINESTRA D'OPORTUNITAT

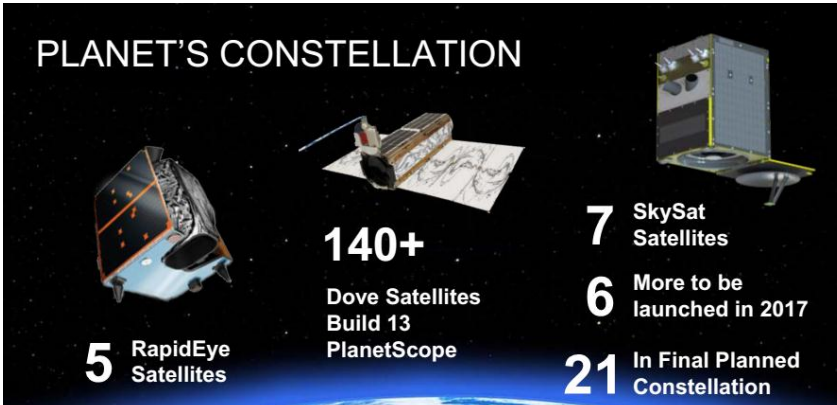
Planet Labs Inc. és una companyia privada amb base a San Francisco, CA (EUA). Aquesta companyia dissenya i fabrica satèl·lits de 3-U (d'aproximadament 5 Kg de pes). El Juliol del 2015 Planet Labs va adquirir BlackBridge. Per tant, ha incorporat l'arxiu i els satèl·lits operacionals de *RapidEye*. Els *Doves* porten una càmera RGB matricial (a 2017 + NIR), basada en una CCD comercial que proporciona un GSD entre 3 i 5 metres.



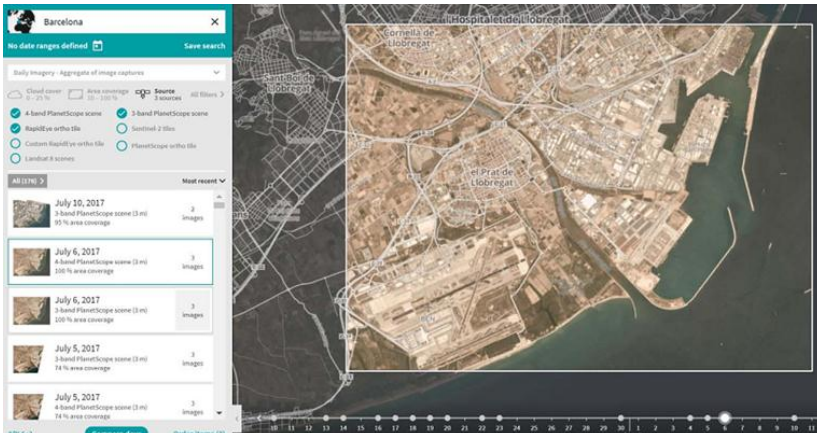
PLANET
LABS



PLANET'S CONSTELLATION



- 5 RapidEye Satellites
- 140+ Dove Satellites
Build 13 PlanetScope
- 7 SkySat Satellites
- 6 More to be launched in 2017
- 21 In Final Planned Constellation



Barcelona

No date ranges defined

Baily Imagery - Aggregate of image captures

Cloud cover: 0% - 20% | Area coverage: 100% | Source: All Satellites

4 band PlanetScope scene | 3 band PlanetScope scene

Highly ve ortho tile | Standard 3 tiles

Custom RapidEye ortho tile | PlanetScope ortho tile

Standard 8 scenes

ALL TIME | Most recent

Date	Scene	Coverage	Images
July 10, 2017	3 band PlanetScope scene (3 m)	95% area coverage	3 Images
July 6, 2017	4 band PlanetScope scene (3 m)	100% area coverage	3 Images
July 6, 2017	3 band PlanetScope scene (3 m)	100% area coverage	3 Images
July 5, 2017	3 band PlanetScope scene (3 m)	84% area coverage	3 Images
July 5, 2017	4 band PlanetScope scene (3 m)	84% area coverage	3 Images

API (L) | Compare days | Order items (3)

ELS PETITS SATÈL.LITS: FINESTRA D'OPORTUNITAT



***ICEYE (Finland)** plans to later launch a constellation of 18 satellites in order to provide revisit times of several hours. Spacenews August-2017*

ELS PETITS SATÈL.LITS: VALORACIONS

Punt de Partida

Posicionar Catalunya amb una missió satèl·lit, com a programa tractor de coneixement, tecnologia i valor afegit sobre el territori

Oportunitat

Els petits satèl·lits ofereixen un escenari, d'innovació, valorització tecnològica i capacitació operacional en una nova economia i utilitat de l'espai

Aproximació

Disseny i desenvolupament d'un petit satèl·lit i infraestructura de valor afegit i coneixement, entre l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya

Estratègia

Aprofitar les competències, coneixements i actius ja existents entre l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya i l'Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, per transformar les possibilitats d'un nou instrument (petit satèl·lit HUMIT) en valor afegit de productes i serveis



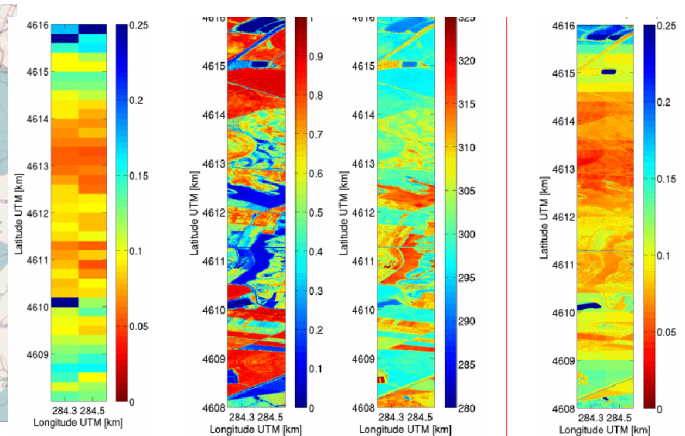
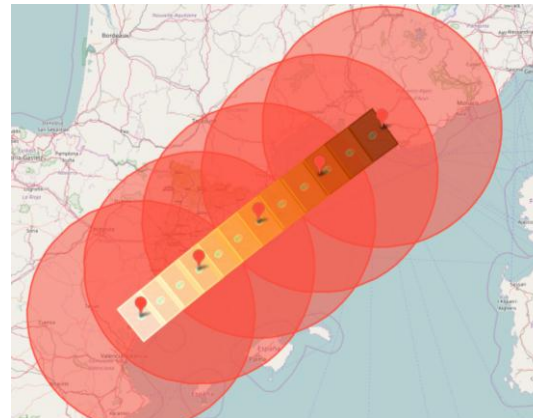
Donar el salt a l'espai amb missions pròpies de captura de geoinformació, vol dir sobirania en el coneixement, tecnològic, científic i d'explotació

EL PROGRAMA HUMIT: OBJECTE I VISIÓ

Donada l'alta variabilitat, canvis i afectacions que es donen al territori i el creixent impacte en les activitats econòmiques, socials i ambientals, es requereix adquirir competències i coneixements en el desenvolupament d'eines més efectives per identificar, monitoritzar i avaluar, de forma repetitiva, estable i sinòptica, l'estat, canvis, vulnerabilitat i impactes en l'estat de les cobertes i humitat del sòl:

PROGRAMA **HUMIT**: SISTEMA D'OBSERVACIÓ DE LES COBERTES I HUMITAT DEL SÒL, AMB UN PETIT SATÈL·LIT

- HUMIT ens permet un: Impuls als actius, activitats i innovació en l'observació de la Terra
- HUMIT ens aporta: Suport a la consolidació de laboratoris i equips de treball altament especialitzats
- HUMIT ens dota amb: arquitectures d'explotació i valor afegit basats en la fusió de dades



EL PROGRAMA HUMIT: OBJECTE I VISIÓ



Situació actual:

- Gran demanda d'un recurs escàs: l'aigua
- Augments problemes mediambientals relacionats amb un subministrament limitat d'aigua
- Desertificació
-

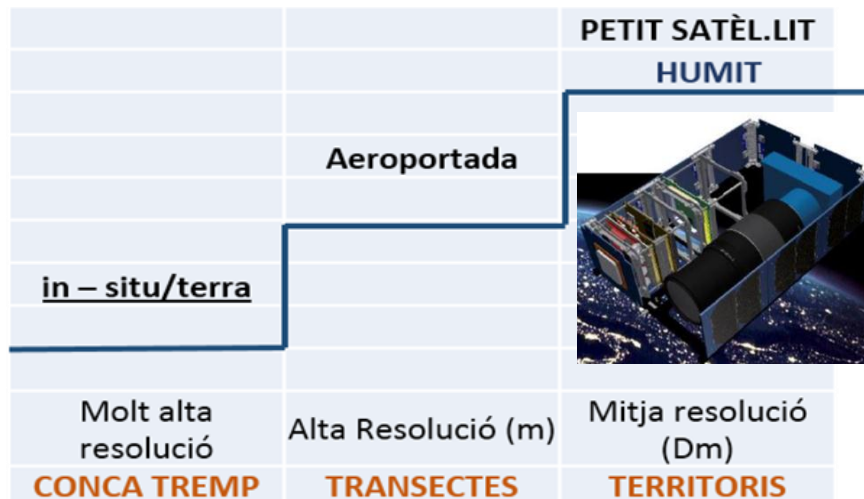
Potencials impactes d'un programa orientat a la detecció humitat superficial del sòl, en:

- gestió del subministrament d'aigua
- estimació del contingut d'aigua de la biomassa (cultius, boscos, risc incendis...)
- auditoria de l'aplicació de directives
- control/seguiment zones irrigades i no irrigades
- Avaluació prediccions collites/enfermetats/stress: productivitat & qualitat
- models humitat en superfície & fondària i paràmetres del sòl
-

EL PROGRAMA HUMIT: OBJECTE I VISIÓ

Determinar els canvis i afectacions sobre el territori i les seves cobertes, amb especial atenció a la humitat del sòl com a variable climàtica rellevant en la gestió i coneixement de la situació del recurs hídric, en un escenari de canvi climàtic.

CATALUNYA: APROXIMACIÓ AL REPTE

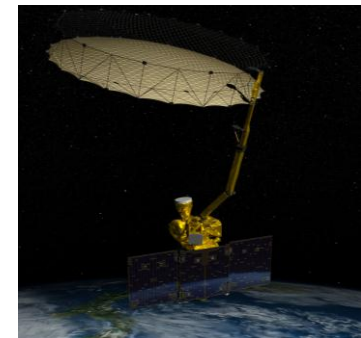


REPTE TERRITORIAL:
Canvis en les cobertes i
humitat del sòl



INTERNACIONAL:
APROXIMACIÓ AL REPTE

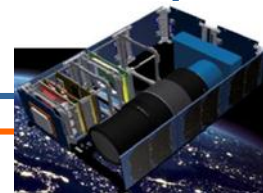
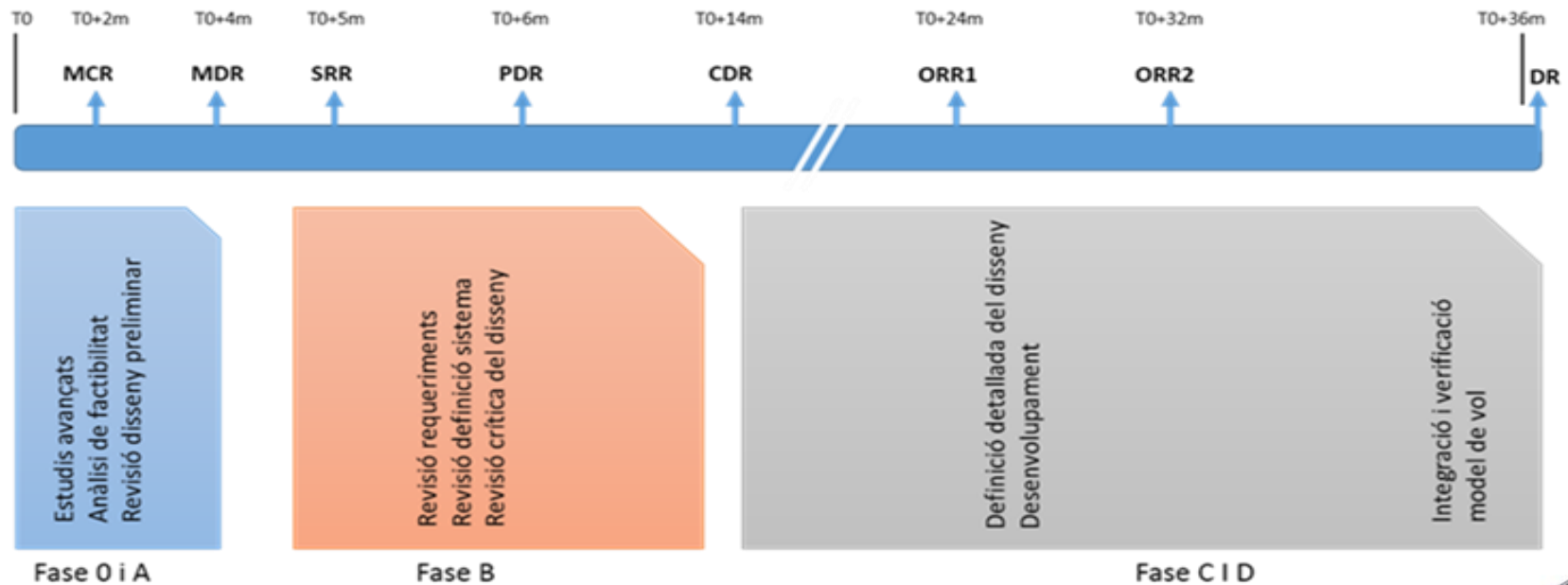
SMAP, COPERNICUS...



EL PROGRAMA HUMIT: OBJECTE I VISIÓ

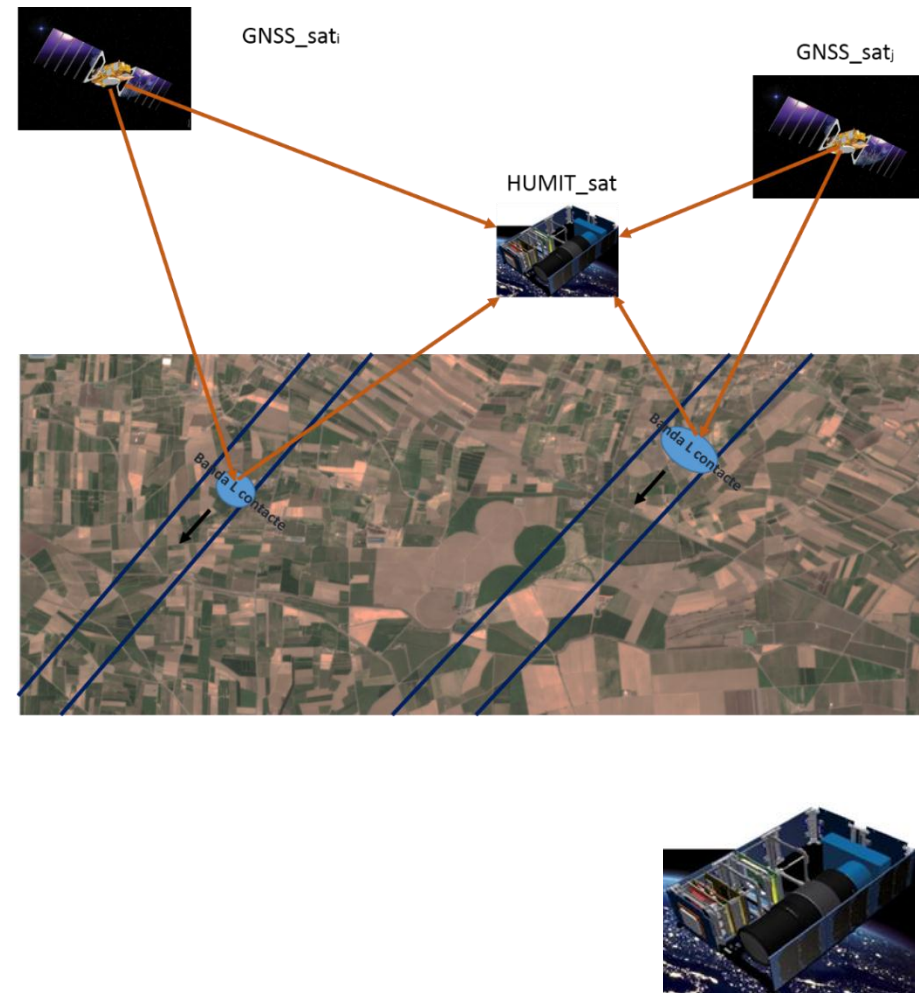
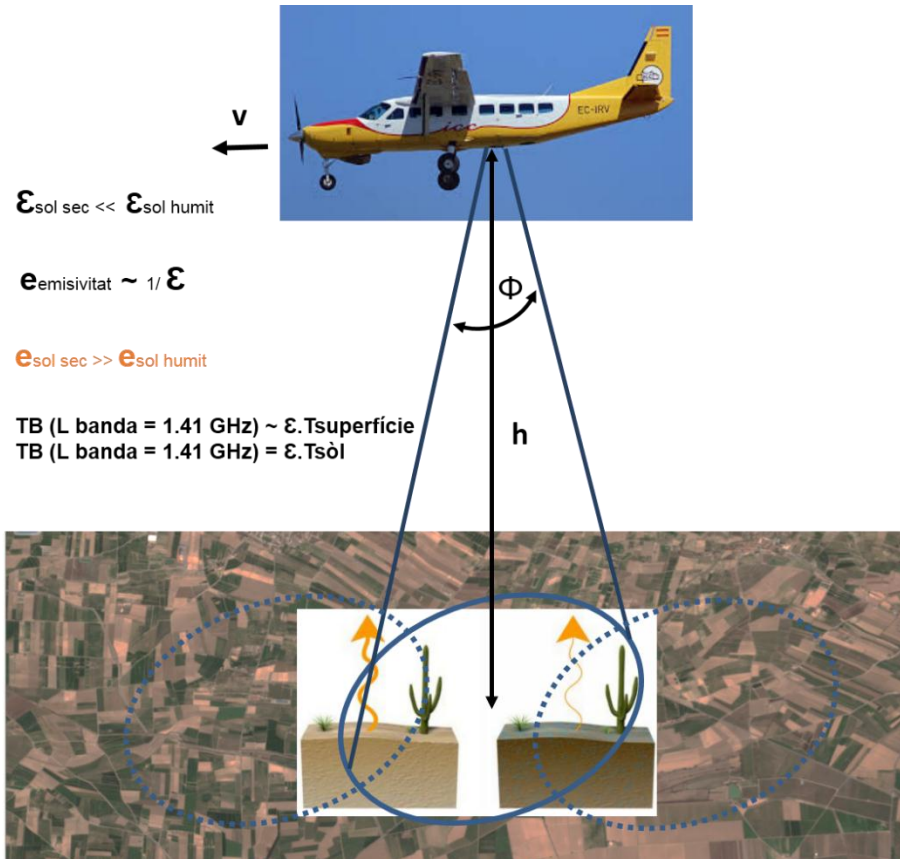
El projecte HUMIT es centra en el desenvolupament d'un model de vol de petit satèl·lit, així com del segment terra de control, seguiment i valor afegit d'acord amb les especificacions tècniques i requeriments operacionals que s'han definit: fusió òptica més microones pasives

Abast del projecte HUMIT: Fase 0, A,B,C, i D



EL PROGRAMA HUMIT: OBJECTE I VISIÓ

Actualment es porta a terme un doctorat industrial entre ICGC i la UPC-NanosatLab per anàlisi de missió dels diferents subsistemes i capacitats observables i la seva explotació com a Doctorat Industrial



EL PROGRAMA HUMIT: OBJECTE I VISIÓ



EXEMPLE OPCIÓ A (1detector):

$GSD = 200 \text{ m} / f = 9.6 \text{ mm} / \text{SWATH} = 280 \text{ Km}$

RGB ó

Narrow Bands (CWL):

680 nm (NDVI Red)

700 nm (Red Edge)

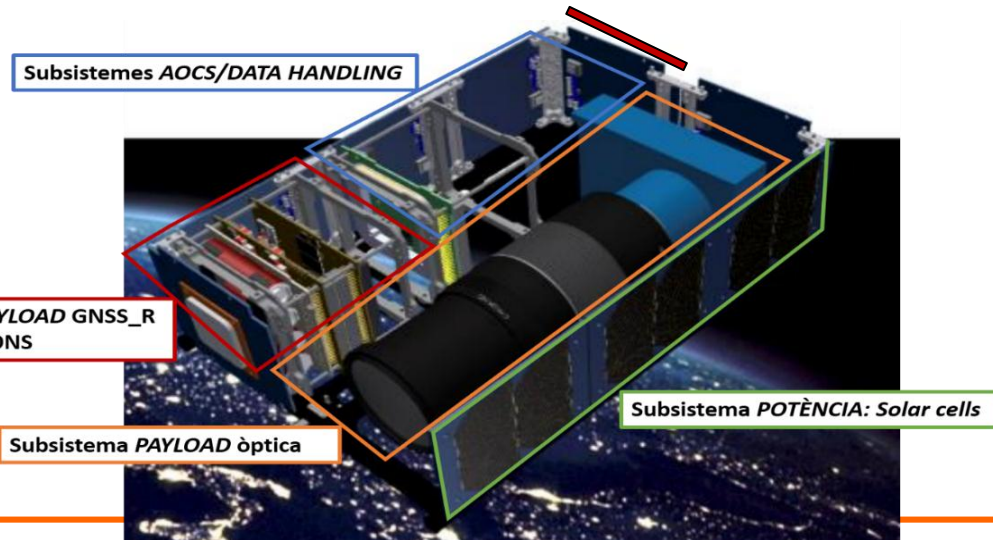
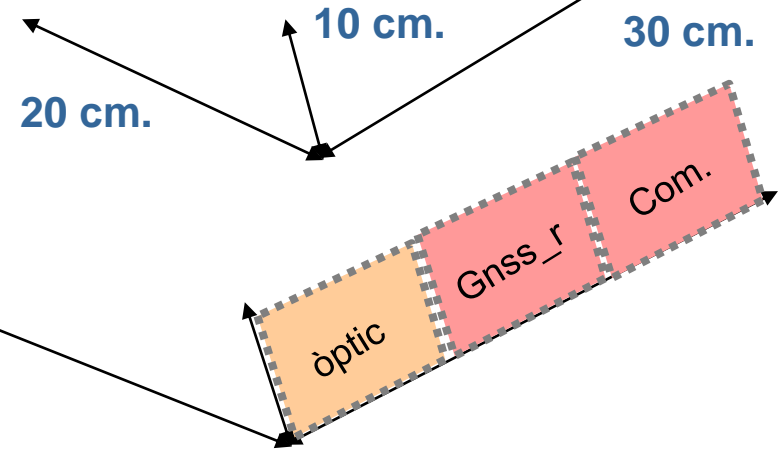
800 nm (NDVI NIR) (each 20 nm wide)

OPCIÓ B (2 detectors):

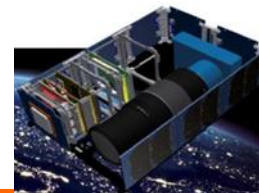
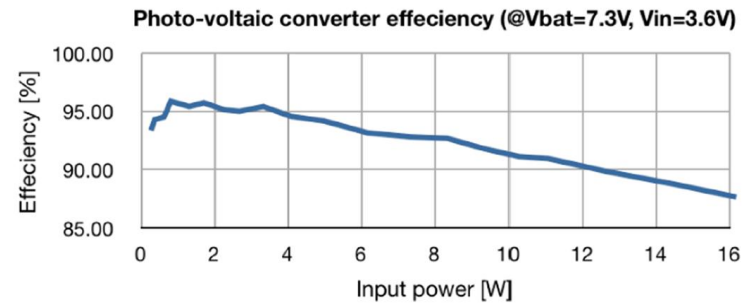
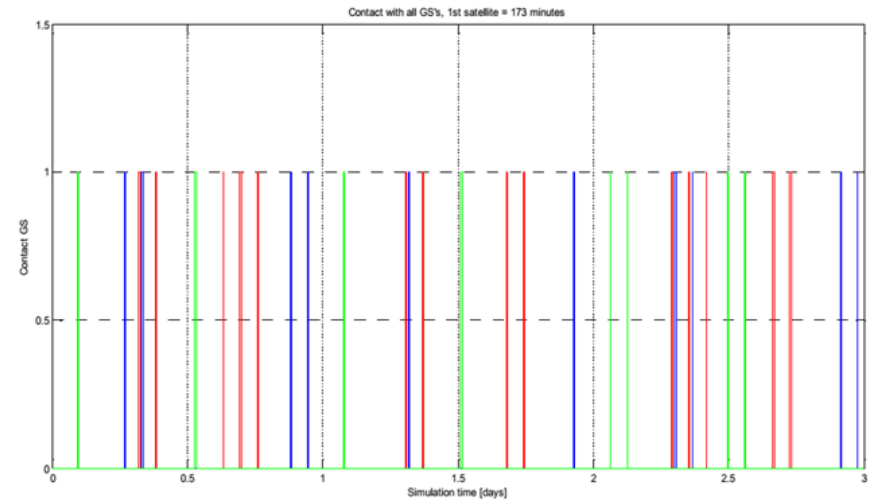
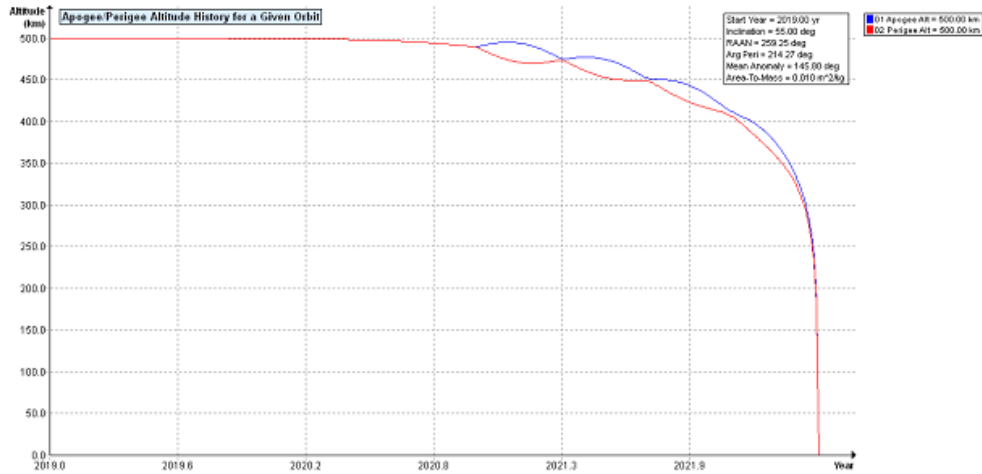
$GSD < 30 \text{ m} / f = 70 \text{ mm} / \text{SWATH} = 60 \text{ Km}$

RGB (400-700nm) + NIR (750-900)

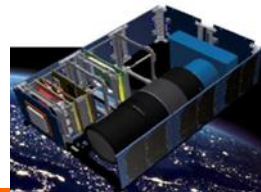
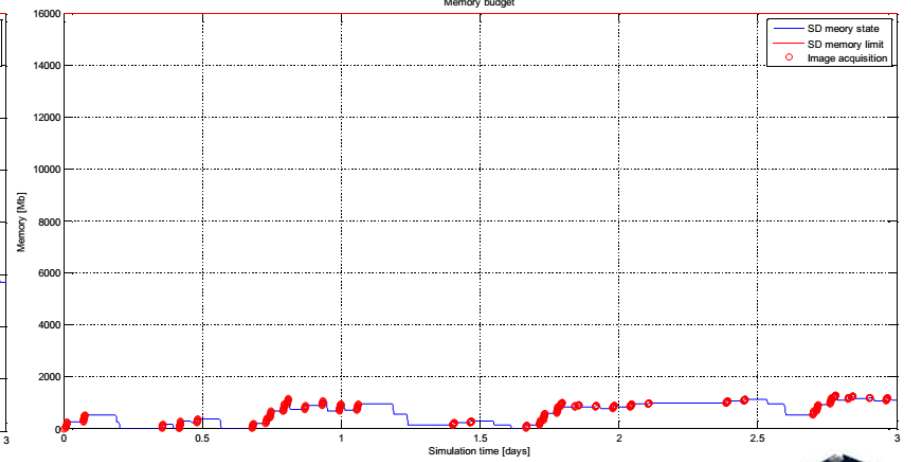
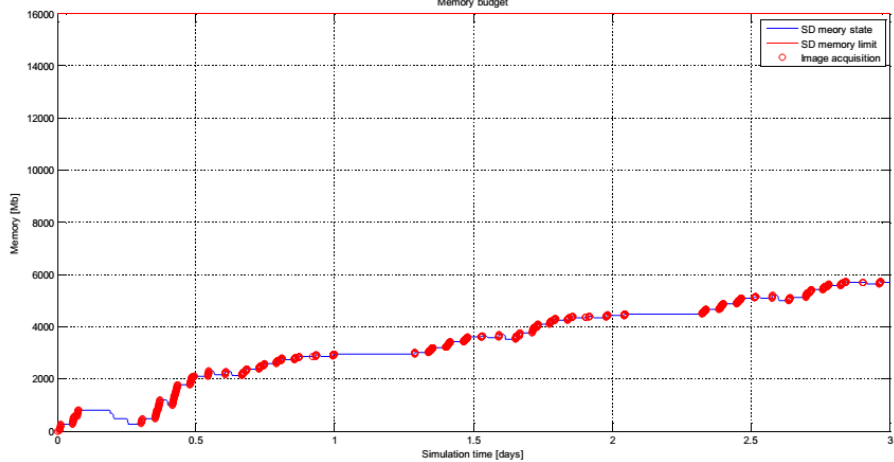
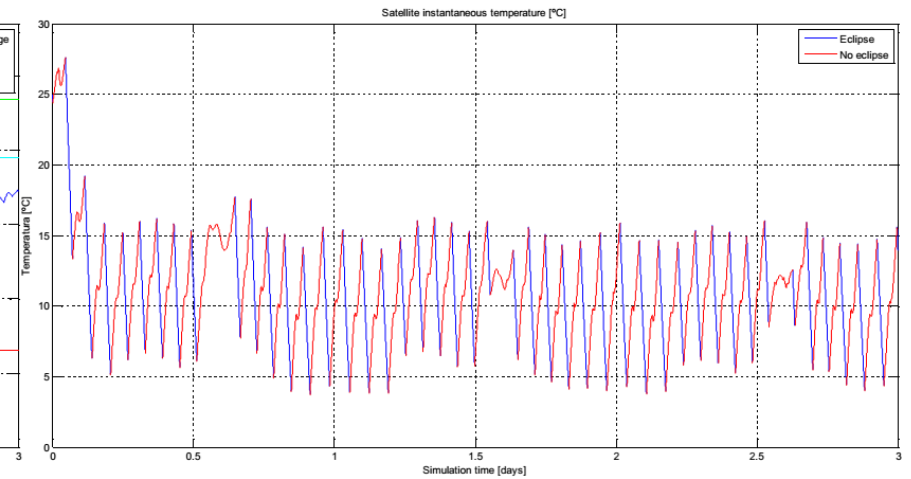
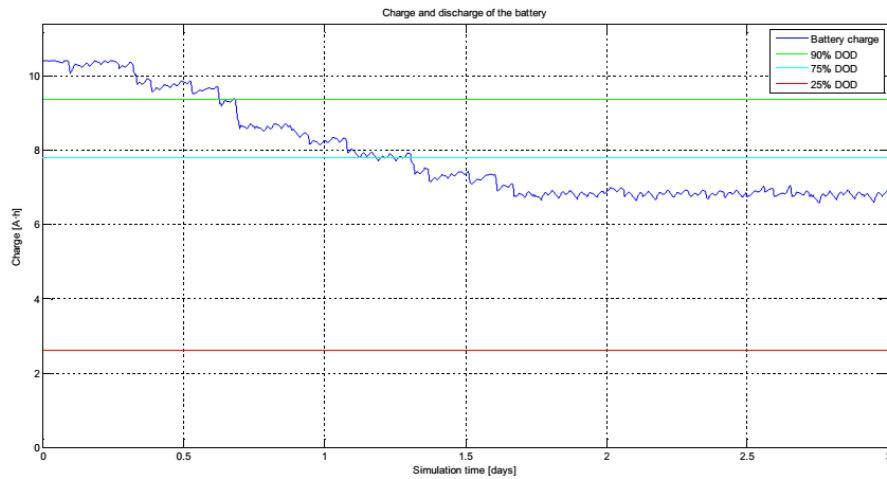
Pes aprox.: 10-12 kg



EL PROGRAMA HUMIT: ESTAT ACTUAL

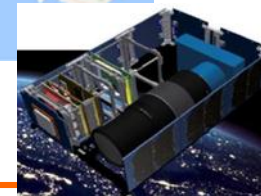
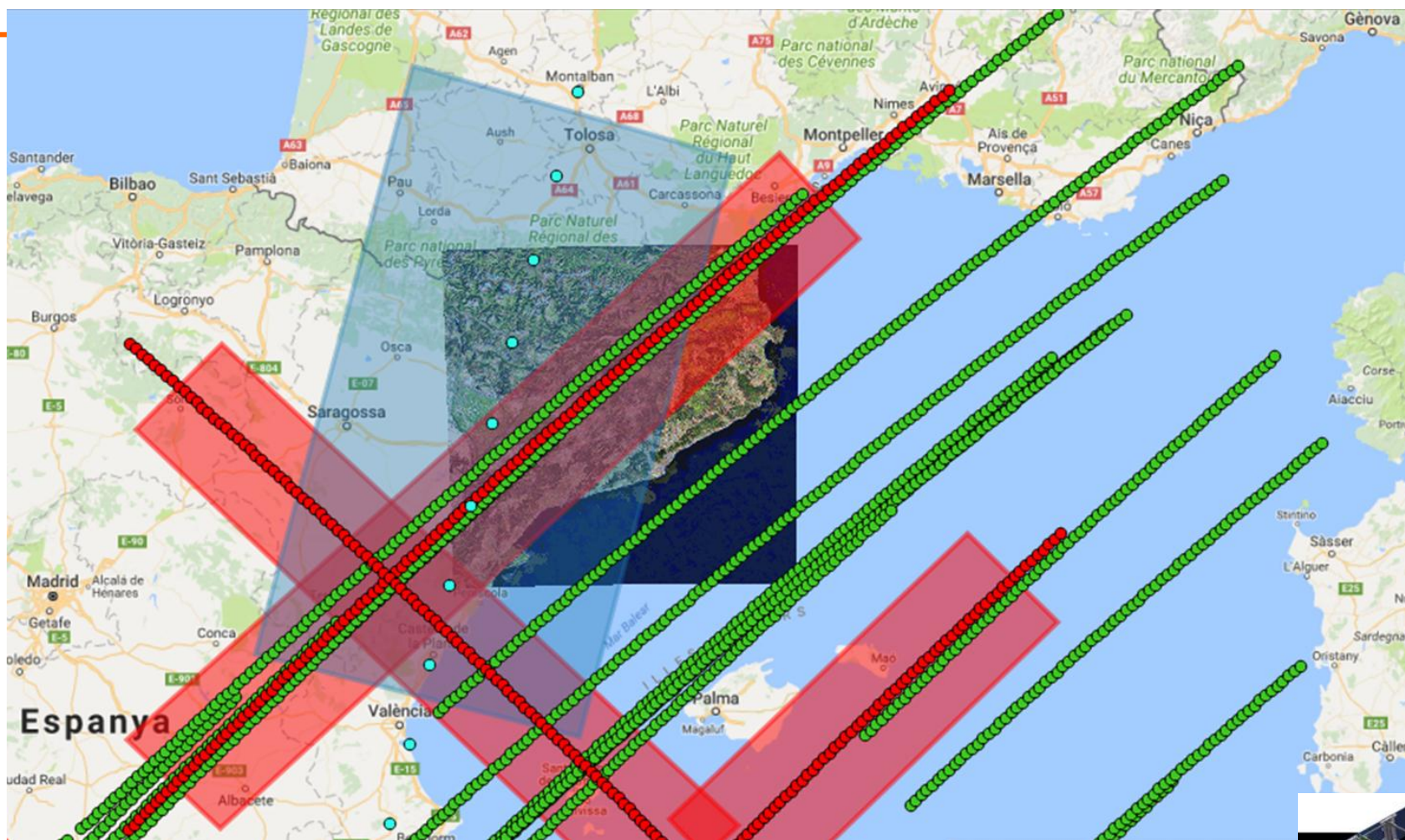


EL PROGRAMA HUMIT: ESTAT ACTUAL

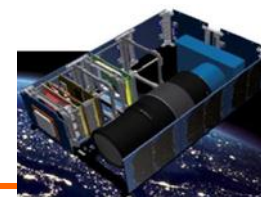
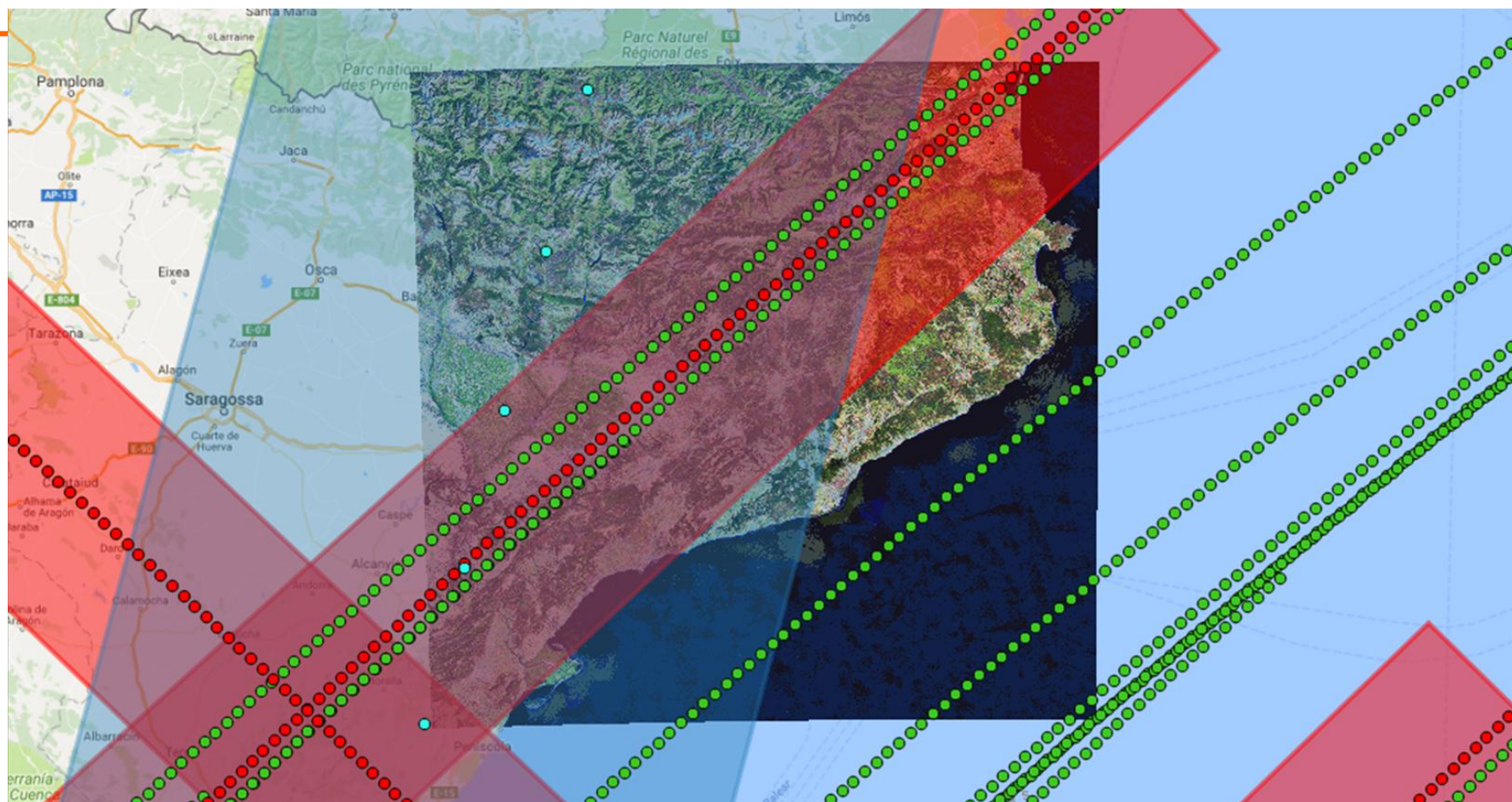


<https://www.instamaps.cat/geocatweb/mapa.html?businessid=ba5e3a685606b89883f13cf54e0d2b8c#no-back-button>

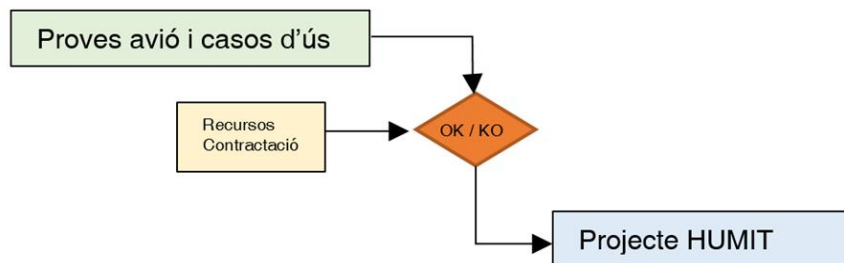
EL PROGRAMA HUMIT: ESTAT ACTUAL



EL PROGRAMA HUMIT: ESTAT ACTUAL



EL PROGRAMA HUMIT: ESTAT ACTUAL



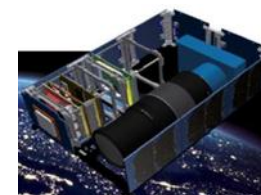
Detecció pèrdues infraestructures d'aigua

Identificació/monitorització de l'ús del recurs hídric

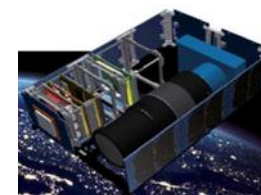
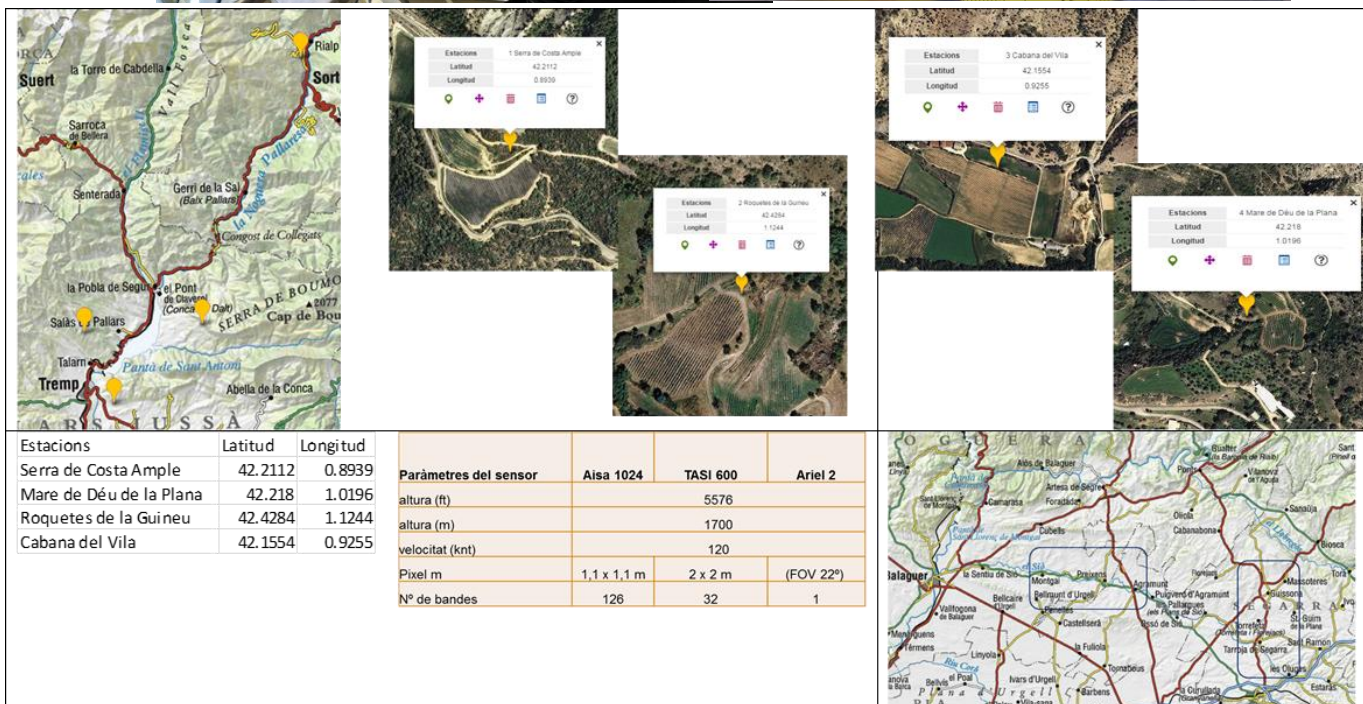
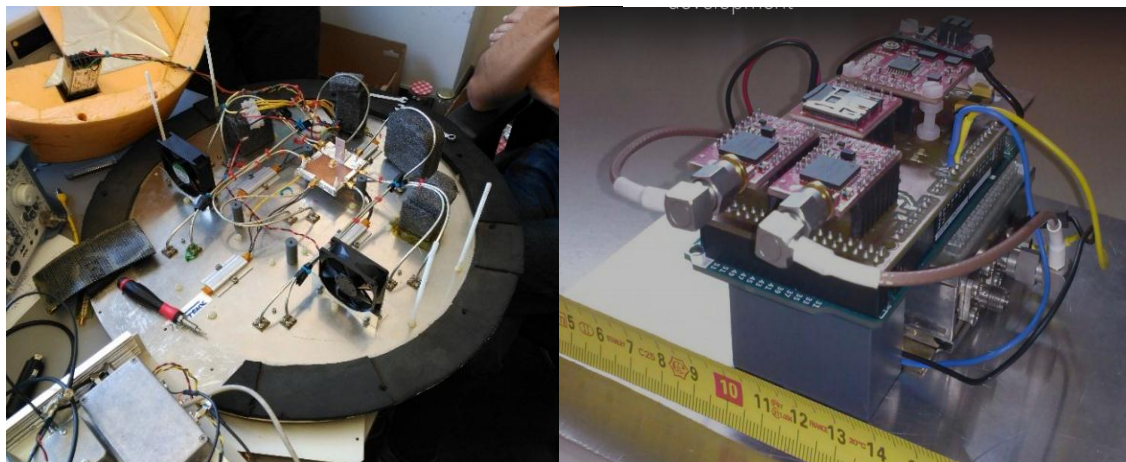
Recuperació humitat: agricultura precisió

<i>Descriptor</i>	Fer a partir de la fusió de dades VNIR (NDVI), tèrmic (temperatura de superfície) i radiòmetre (Temperatura de brillantor/humitat) un <i>downscaling</i> per recuperar valors d'humitat amb GSD de pocs metres per veure potencials pèrdues o deficiències estructurals en infraestructures de transport recurs aigua	Fer a partir de la fusió de dades VNIR (NDVI), tèrmic (temperatura de superfície) i radiòmetre (Temperatura de brillantor/humitat) un <i>downscaling</i> per recuperar valors d'humitat amb GSD de pocs metres per potencial identificació camps de regadiu/seca, pous il·legals, ús/abús recurs hídric (aqüífers).	Fer a partir de la fusió de dades VNIR (NDVI), tèrmic (temperatura de superfície) i radiòmetre (Temperatura de brillantor/humitat) un <i>downscaling</i> per recuperar valors d'humitat amb GSD de pocs metres, això com estendre els observables a NDVI, estres hídric etc per dissenyar el valor afegit en termes de productivitat/qualitat.
<i>Proposta</i>	Vol demostrador sensor microones ARIEL amb AISA I TASI sobre el canal Segarra Garrigues en zones prèviament analitzades com a candidates amb potencials problemes estructurals i/o amb camps de conreus regadiu/seca	Vol demostrador ARIEL amb AISA I TASI sobre el canal Segarra Garrigues en zones prèviament analitzades com a candidates amb potencials problemes estructurals i amb camps de conreus regadiu/secà	Vol demostrador amb ARIEL amb AISA I TASI, sobre la zona de la Conca de Tremp, on hi ha (ICGC) xarxa mesura humitat i conreus potencialment d'interès per a donar valor afegit amb la recuperació d'humitat (vinyes, oliveres, llenyosos ...)

Fusió de dades d'observació de la terra amb hiperespectrals òptics i sensors passius en banda de microones – L (radiòmetre i GNSS_R)

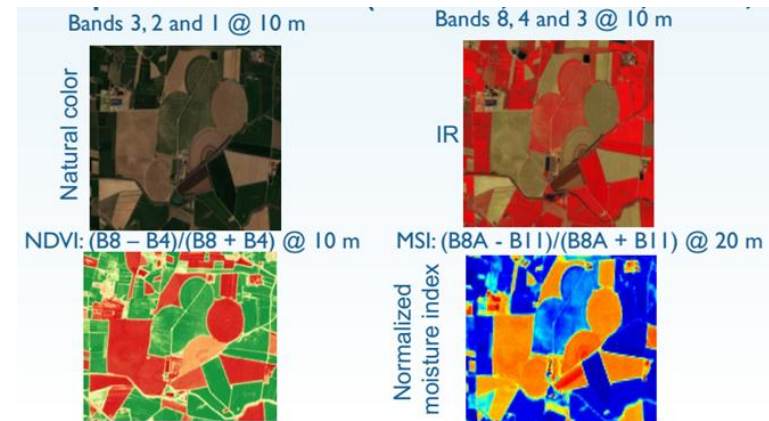
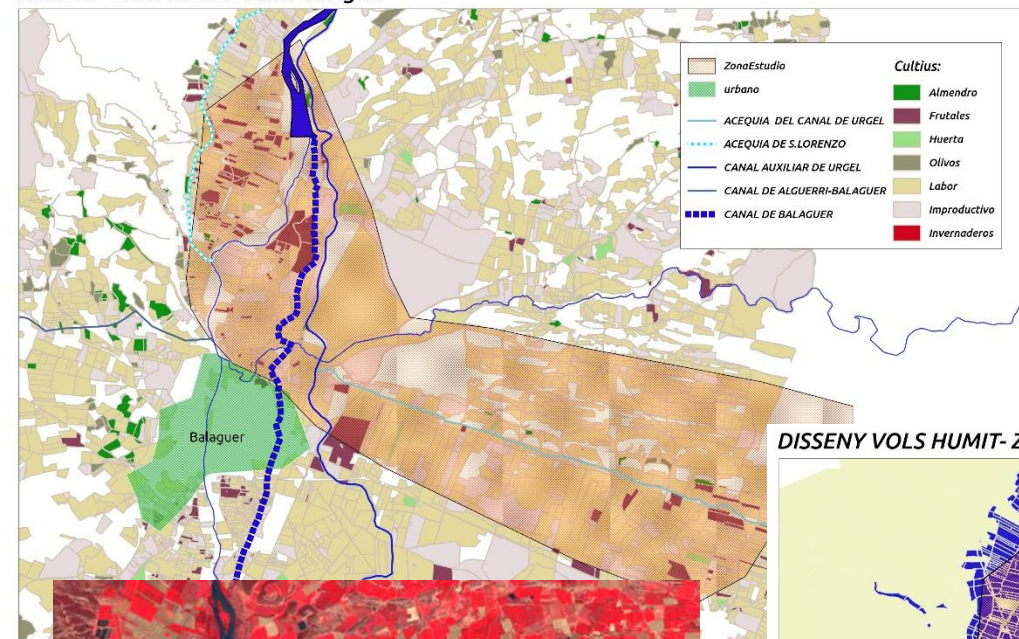


EL PROGRAMA HUMIT: ESTAT ACTUAL

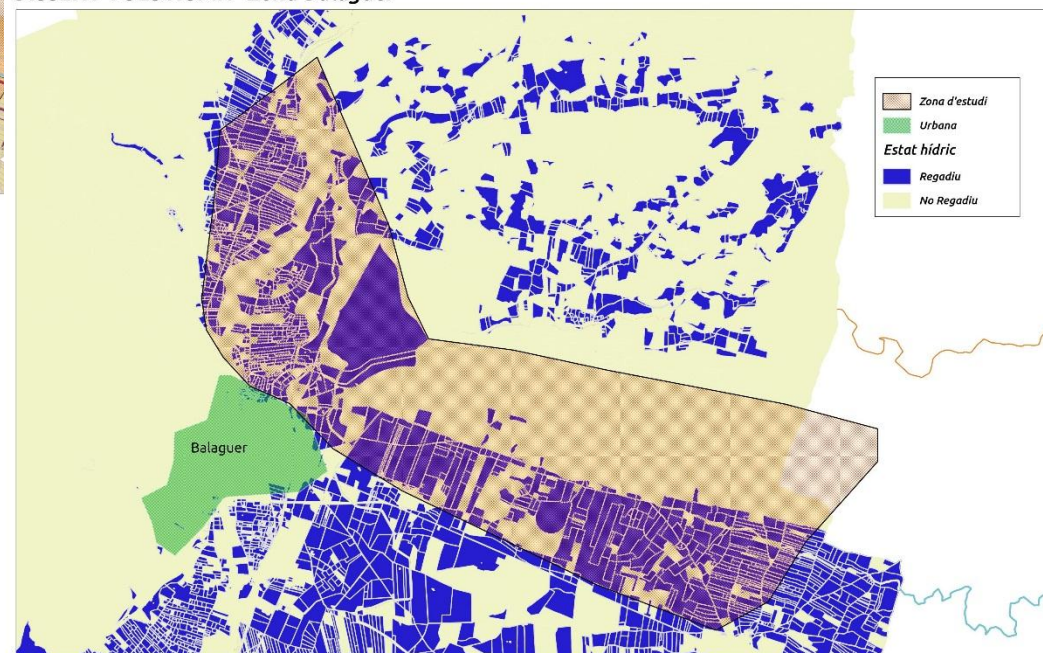


EL PROGRAMA HUMIT: ESTAT ACTUAL

DISSENY VOLS HUMIT- Zona Balaguer



DISSENY VOLS HUMIT- Zona Balaguer



EL PROGRAMA HUMIT: VALORACIONS

- **HUMIT**, representa una oportunitat estratègica per reforçar el lideratge i pas de Catalunya cap a una societat de la informació i serveis com a bé públic, pol de coneixement, industrial i tecnològic
- **HUMIT**, permet dotar-se d'una arquitectura petit satèl·lit (plataforma, instrumentació i segment terra) com a una infraestructura i estratègia innovadora, cabdal en la gestió, seguiment i assessorament del reptes del territori, amb especial atenció a la dinàmica de les cobertes i humitat del sòl.
- **HUMIT**, integra, impulsa i complementa (mesures xarxes terrestres i capacitat aeroportada) amb un alt valor diferencial, actius, competències i habilitats en el sector espai i de les geo-ciències a Catalunya, implicant la demostrada capacitat de generar innovació, valorització tecnològica, coneixement i valor afegit de l'ICGC i de l'IEEC/UPC



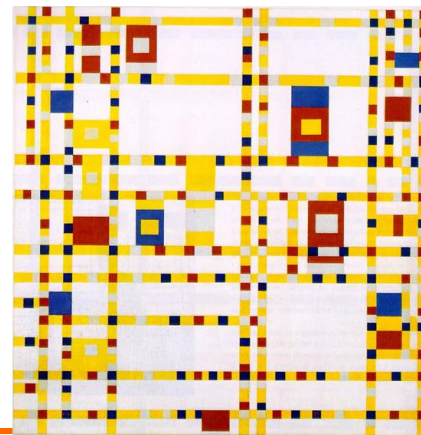
MOTS / ³Cat-3



CONCLUSIONS

- **Els petits satèl.lits** no substituiran el grans satèl.lits (multisensor i temps de vida útil), no es tracta de plataformes sinó del problemes a resoldre
- **Els petits satèl.lits** representen accelerar l'accés a l'espai i competències associades
- **Els petits satèl.lits** representen un nou paradigma en el *trade-off* factibilitat/viabilitat
- **Els petits satèl.lits** cada cop estaran més orientats a aplicacions comercials en observació de la terra. Nou salt des dels 6u cap 12u i minisats cao a microsats
- **Els petits satèl.lits** tindran una aproximació cada com més professionalitzada, també en el sector públic i en especial per *earth science*
- **Els petits satèl.lits** representen l'aproximació per "vèncer" la gran frontera de la resolució temporal/reactivitat: constel·lació

*Piet Mondrian (1943):
Broadway Boogie Woogie*



*ICGC (2012):
Thermal Behaviour*



GRÀCIES PER LA SEVA ATENCIÓ