

Estudi del decaïment de les masses boscoses al Maresme amb imatges Sentinel-2 (2015-2017)

Anna Tardà (anna.tarda@icgc.cat)

Ramon Riera (rieratr@diba.cat)



Presentació

1. Introducció:

- Zona d'estudi
- Dades Lidar
- Imatges Sentinel-2
- Correccions topogràfiques

2. Índexs de vegetació

- Aplicació de l'índex de vegetació EVI
- Efectes de les seves aplicacions i la seva representació

3. Resultats

- Representació cartogràfica de l'EVI
- Mapes del decaïment per als anys 2015, 2016 i 2017 i la detecció de canvis
- Control de qualitat dels mapes

4. Conclusions

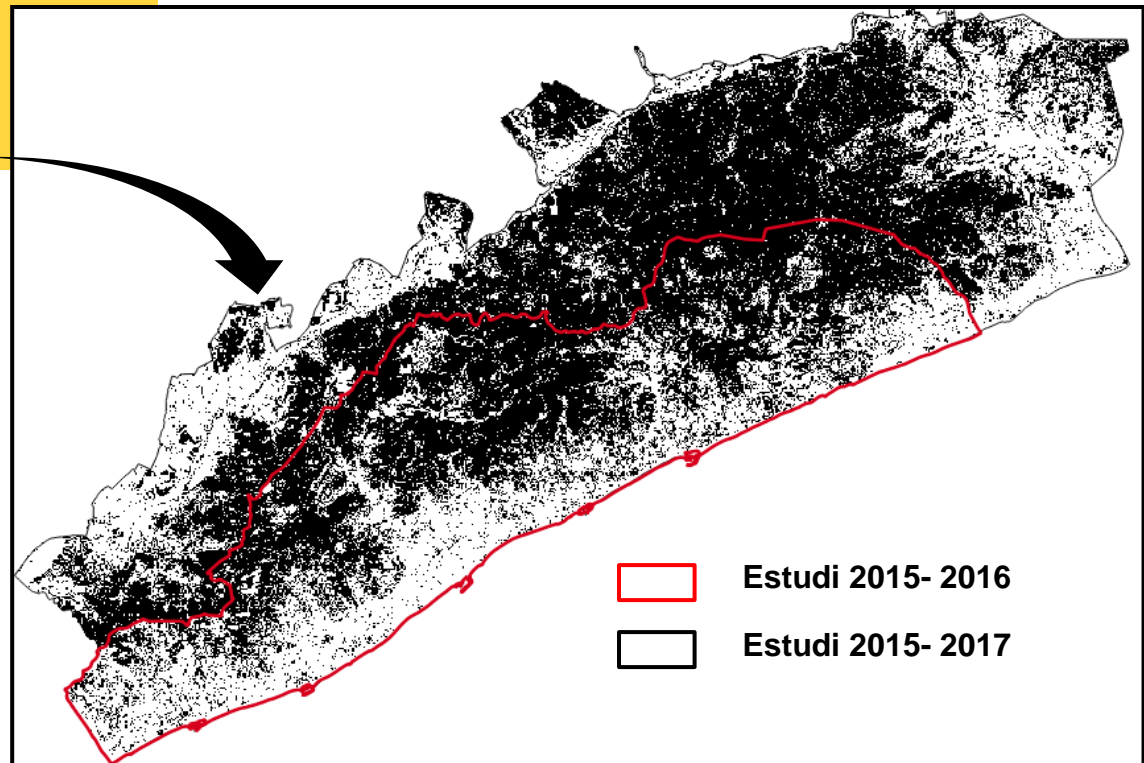
- Conclusions i proposta de tasques futures



Pins pinyoners afectats pel decaïment al Maresme

Zona d'estudi ampliada del Maresme

Àrea sol·licitada per a la Diputació de Barcelona (DIBA)



Zona d'estudi	Perímetre inicial	Selecció de boscos	Superfície forestal estudiada
Estudi 2015 i 2016	Tota la comarca del Maresme menys la part nord-est	Polígons forestals del MCSC 2009, no inclou els matollars	146 km ²
Estudi 2015, 2016 i 2017	Tot el Maresme, 10 municipis del Vallès Oriental i 1 de la Selva	Dades Lidar del 2016 i zones sense vegetació de l'EVI per cada any	360 km ²

Dades Lidar per a les alçades dels boscos

EXTREM SUD DE LA SERRALADA DE L'AVETAR

Informació espectral
+
alçades de superfícies

Dades Lidar:

Any del vol: 2016

Resolució espacial: 2 x 2 m

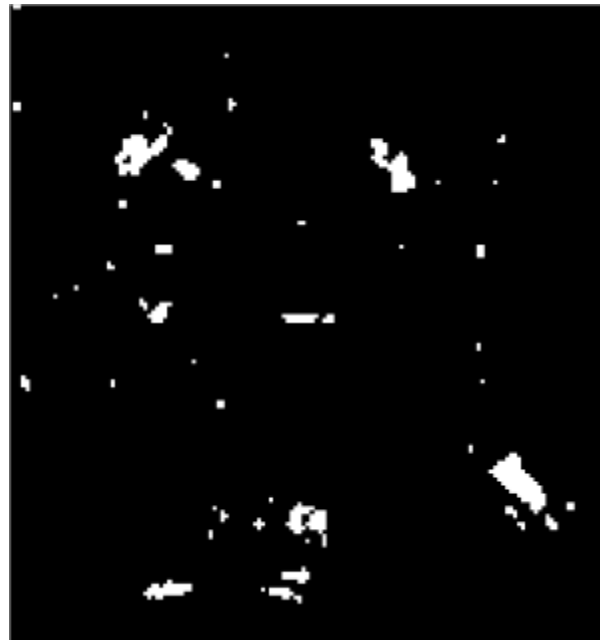
3 alçades:

- Terreny
- Matollar (vegetació de 0.30 a 3m)
- Bosc (vegetació > 3m)

Procediment de càlcul:

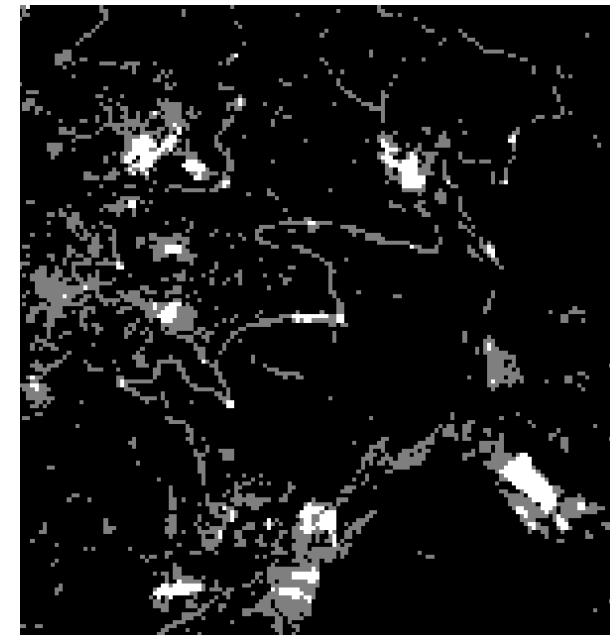
- Alçada més gran dins del píxel de 2 x 2 m
- Canvi de resolució de píxel a 10 x 10 m (resolució de les imatges Sentinel-2)

Informació espectral



Color blanc: Zones sense vegetació calculades amb l'EVI de la imatge Sentinel-2 del 27 de juliol del 2017

Color negre: Zones amb presència de vegetació

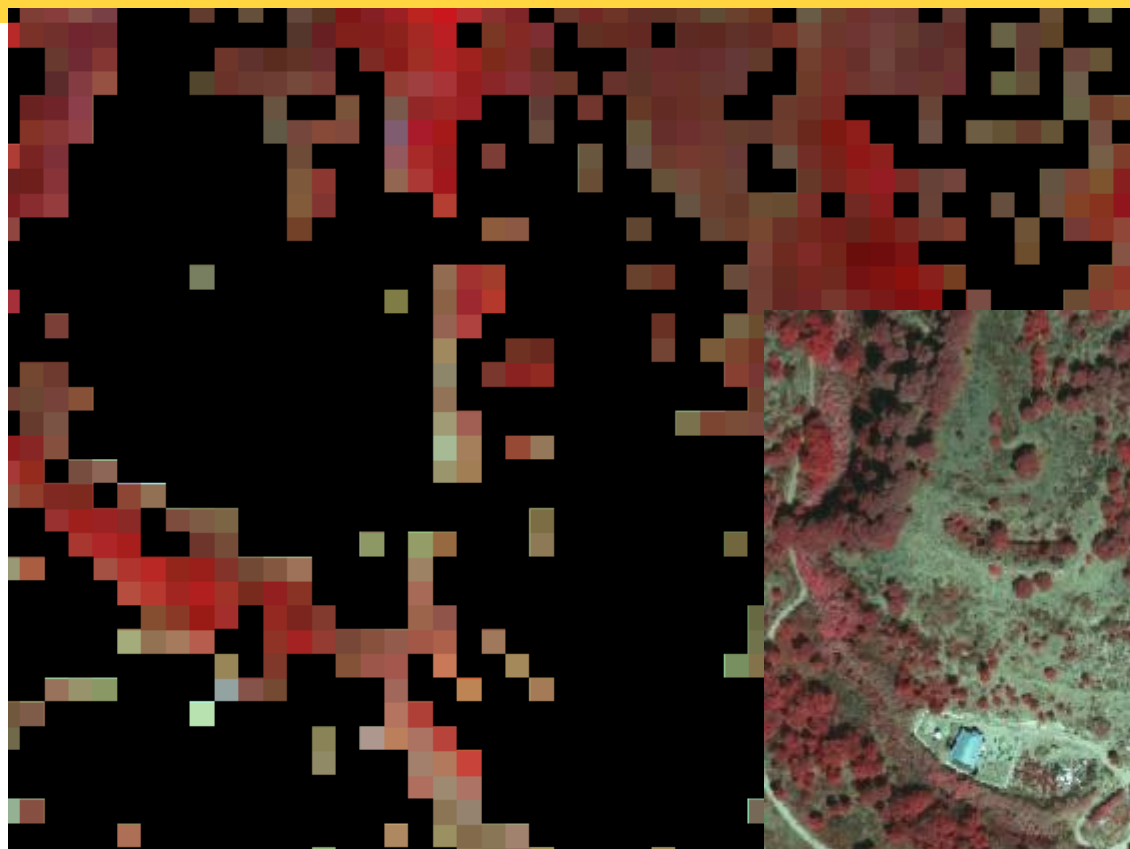


Color blanc: Zones sense vegetació calculades amb l'EVI de la imatge Sentinel-2 del 27 de juliol del 2017

Color Gris: Matollar i zones inferiors a 0.30 m de les dades Lidar 2016

Color negre: Zones boscoses superiors a 3 m

Aplicació de la màscara No Bosc (2016)



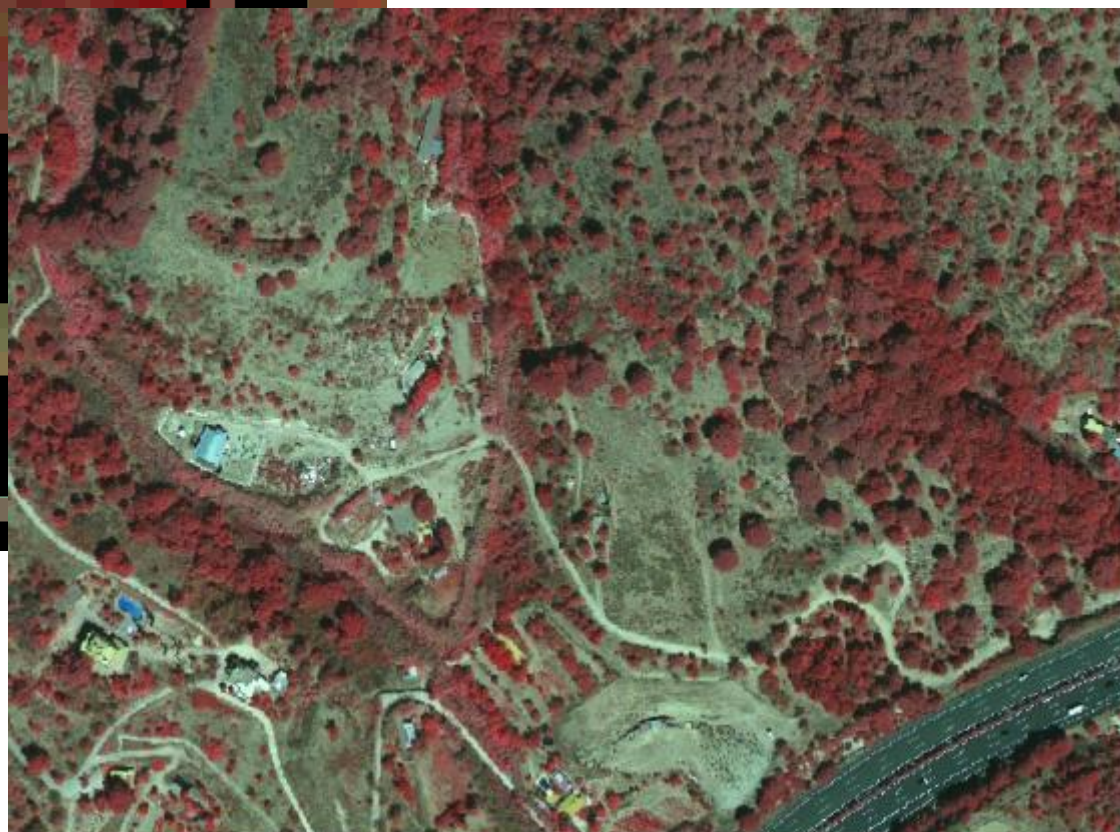
Sentinel-2

2016

Bona detecció de l'estrat no arbori

ortoXpres ICGC

Fotogrames 2016



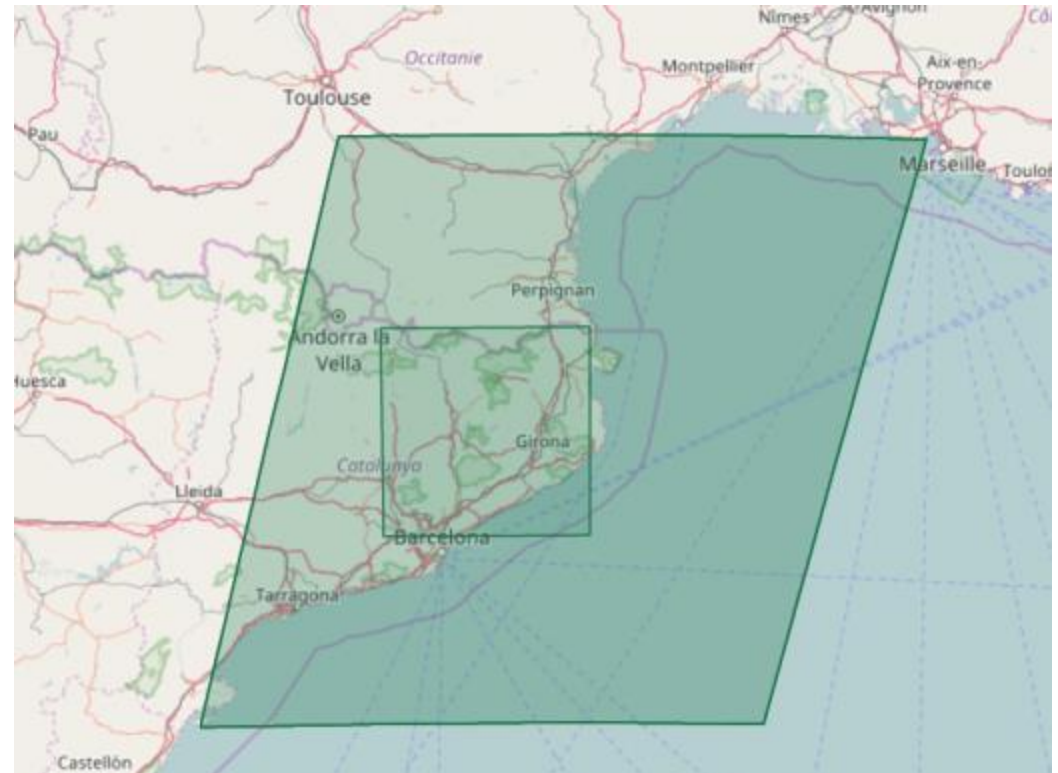
Imatges Sentinel-2

Sentinel-2 amb dos satèl·lits:

- Programa Copernicus (Agència Espacial Europea)
- Sentinel-2A operatiu des del 23 de juny del 2015
- Sentinel-2B en òrbita des del 7 de març del 2017
- 13 bandes en el visible i infraroig
- Píxel de 10, 20 i 60 metres

Processos d'adquisició i millora:

- Descàrrega des de *Copernicus Open Acces Hub*
- Grànul T31TDG: 100 km X 100 km
- Nivell de procés L1C:
 - Correcció radiomètrica
 - Correcció geomètrica
- Millores
 - Extracció de núvols
 - Correcció atmosfèrica amb el programa de l'ESA *sen2cor* amb **la introducció de la correcció topogràfica amb MDT de l'ICGC**
 - Control de qualitat geomètric: Anàlisi dels desplaçaments locals (no superen el píxel). No es modifiquen les imatges



Extensió d'una escena S2 i del grànul que cobreix l'àrea d'interès

Imatges Sentinel-2

Coll Safiguera - Pedracastell

11 imatges Sentinel-2A disponibles

2 d'agost del 2015

30 de novembre del 2015

19 de gener del 2016

18 de maig del 2016

7 de juny del 2016

7 de juliol del 2016

17 de juliol del 2016

27 de juliol del 2016

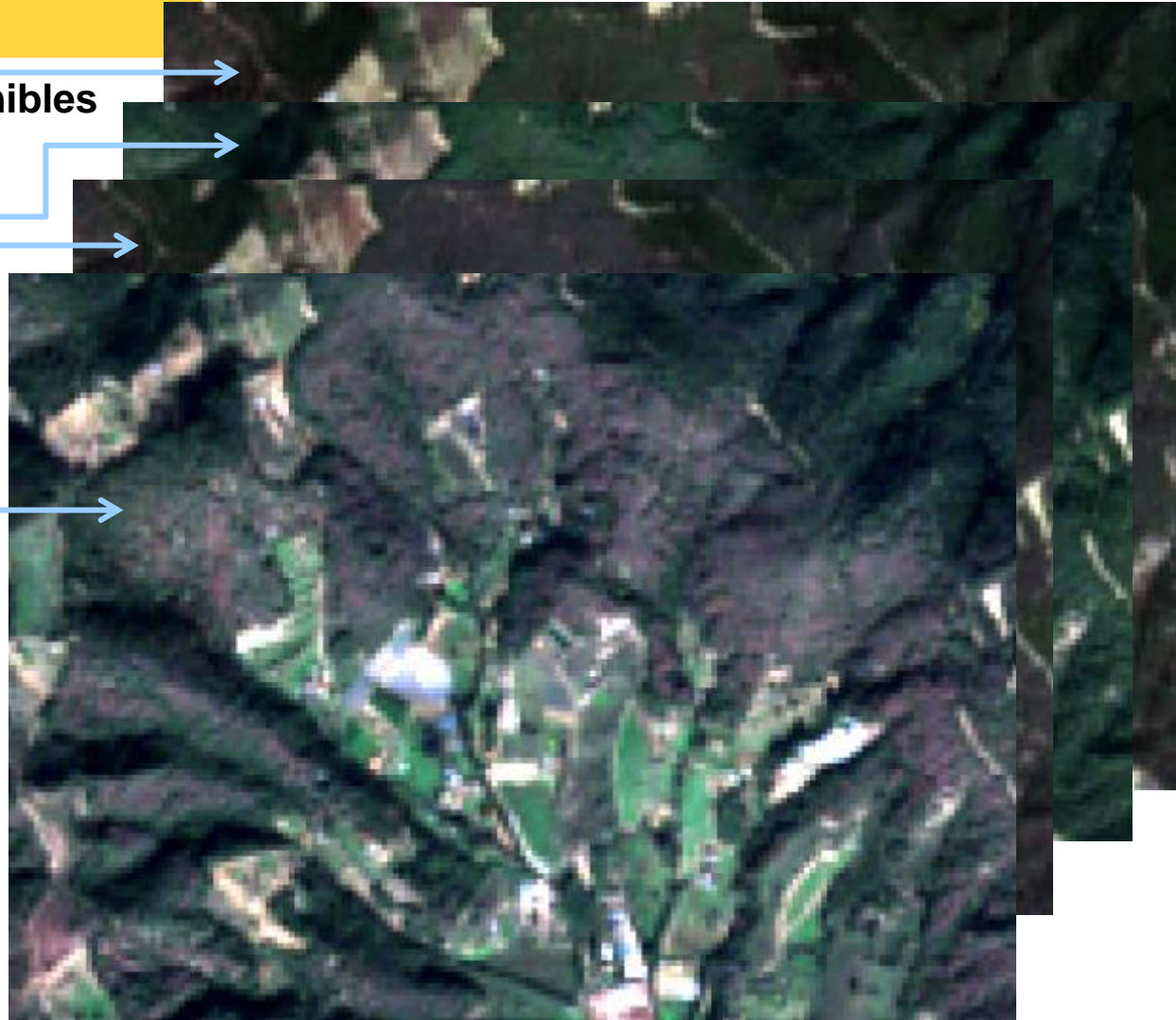
6 d'agost del 2016

26 d'agost del 2016

24 de novembre del 2016

Radiàncies a Reflectàncies:

- Correcció radiomètrica
- Correcció geomètrica
- Correcció atmosfèrica



Correccions topogràfiques

Correcció atmosfèrica on es considera el model d'altures del terreny

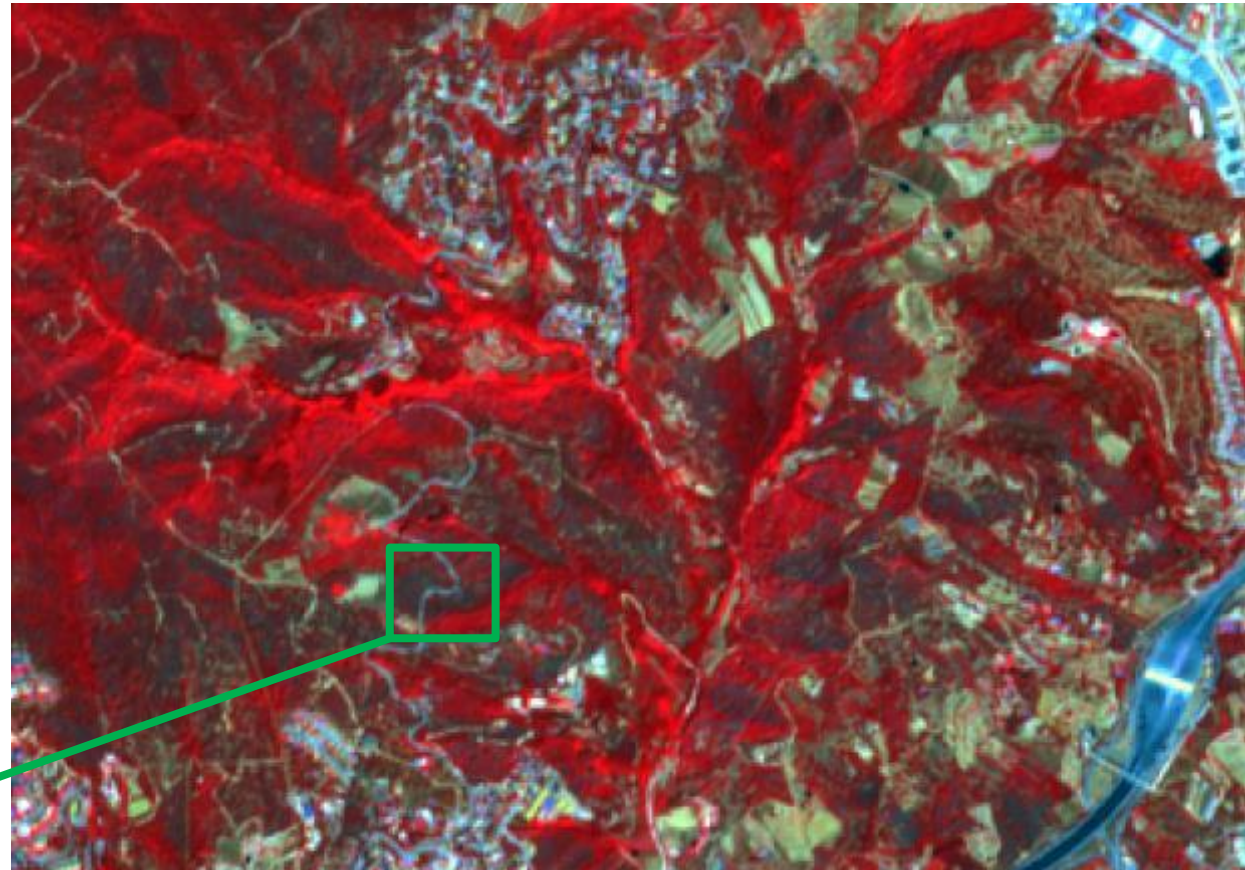
- L'ESA considera un model digital del terreny de 90 m de píxel derivat del programa SRTM de la NASA. Els resultats no eren satisfactoris
- Model digital del terreny de l'ICGC a 10 m. Resultats satisfactoris

Nord de
**SANT VICENÇ DE
MONTALT**

Correcció atmosfèrica

Correcció atmosfèrica i
topogràfica

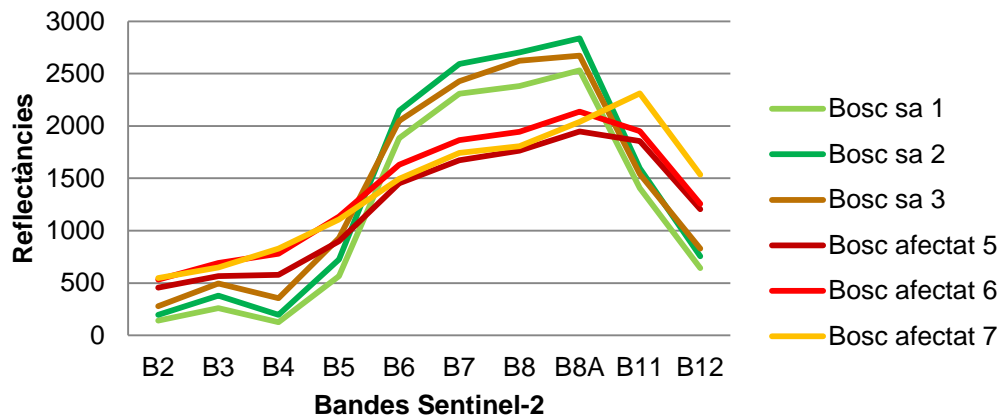
Detall espectral
en la següent pàgina



Imatge Sentinel- 2 Data: 17 de juliol del 2017
Fals color amb els canals B8, B4, B2

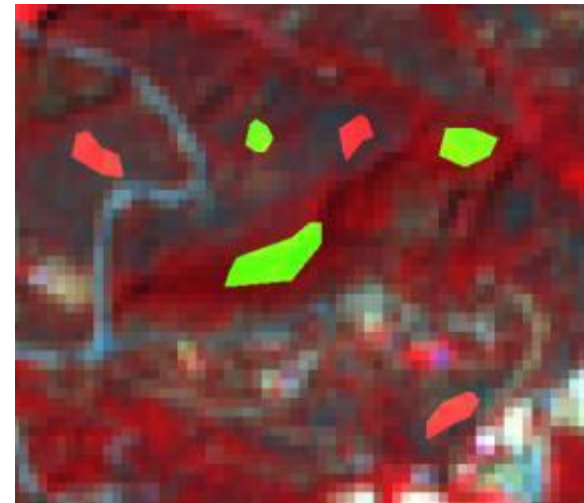
Respostes espectrals de la correcció topogràfica

Correcció atmosfèrica Signatures espectrals

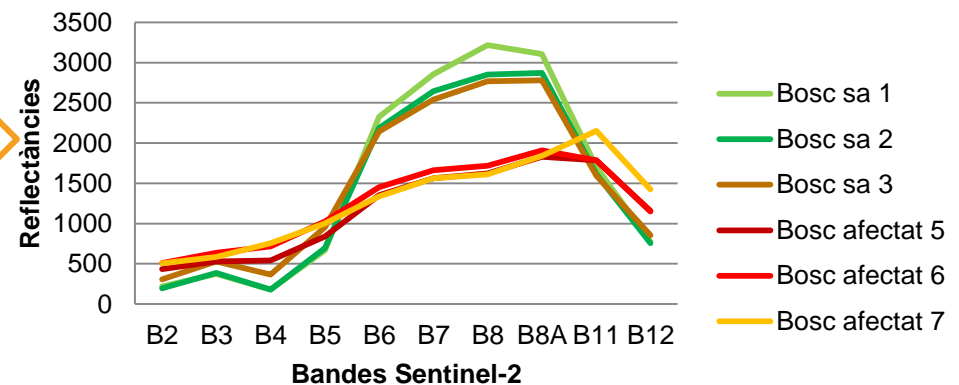


- Més rang dinàmic
- Més definició de les diferències espectrals
- Signatures espectrals més homogènies per a les mateixes cobertes

Polígons color verd: Bosc sa
Polígons color vermell: Bosc afectat



Correcció atmosfèrica i topogràfica Signatures espectrals



Índexs de vegetació

Índexs de vegetació de bandes amples

Normalized Difference Vegetation Index $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$

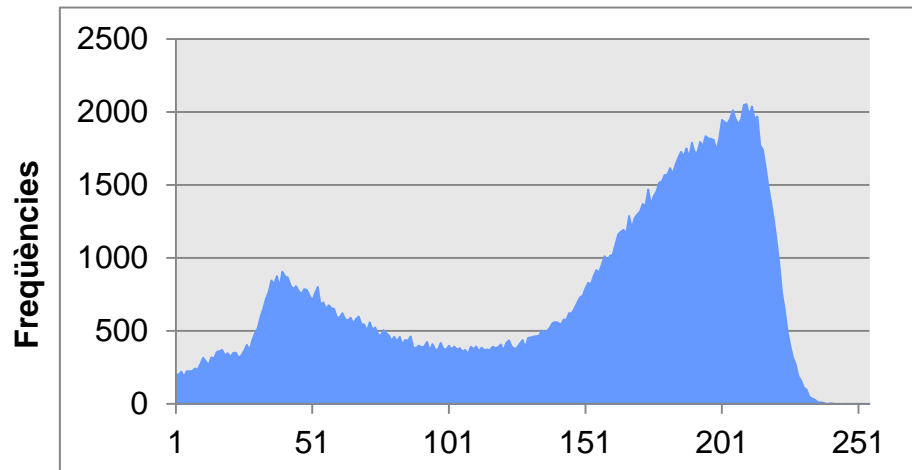
Bandes seleccionades

Banda	Descripció	Centre espectral (nm)	Amplada banda (nm)	Píxel (m)
B2	Blau (BLU)	490	65	10
B4	Vermell (RED)	665	30	10
B8	Infraroig proper (NIR)	842	115	10
B11	Infraroig d'ona curta (SWIR)	1610	90	20

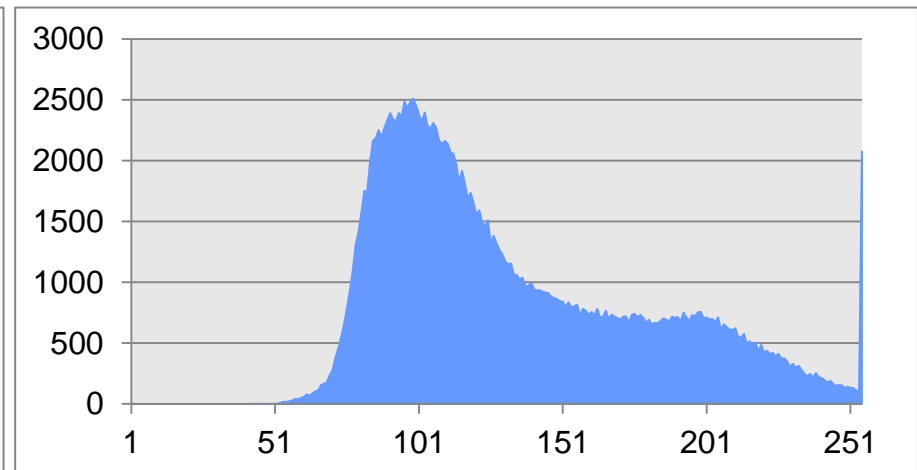
Enhanced Vegetation Index $EVI = 2.5 \frac{NIR - RED}{NIR + 6 RED - 7.6 BLU + 1}$

Moisture Stress Index $MSI = \frac{\rho_{1600}}{\rho_{820}}$ *aprox*, $MSI = \frac{B11}{B8}$

NDVI



MSI

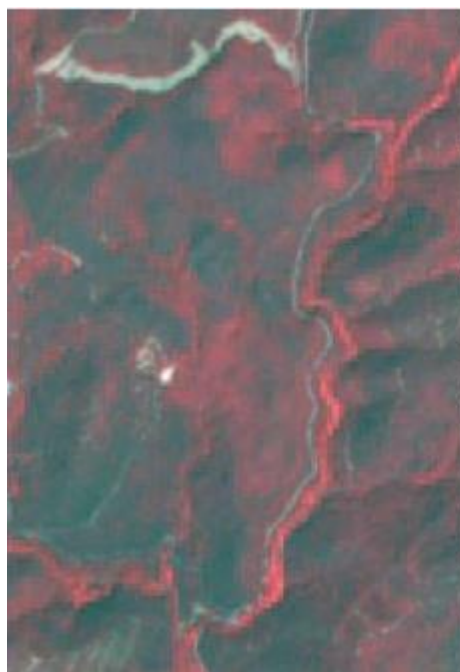


Valors dels índexs per a una mateixa zona geogràfica

Diferències entre el NDVI i l'EVI

Zona forestal amb diferents graus d'afectació

Sentinel-2 Fals color RGB
Bandes 8, 4 i 2



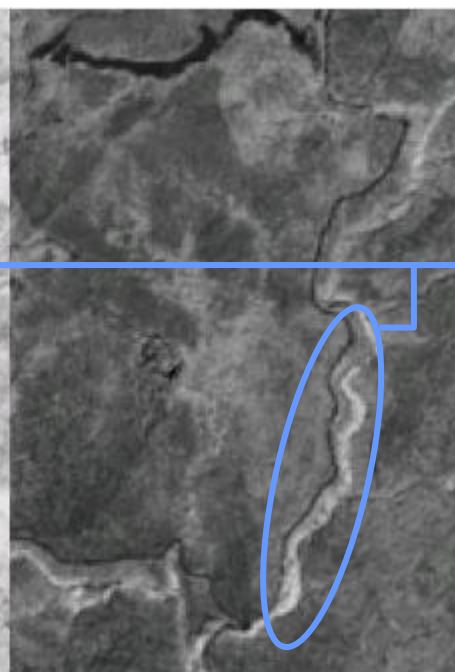
Zones vermelles = vegetació amb vigor
Zones fosques = zones afectades

NDVI



Zones clares = vegetació amb vigor
Zones fosques = zones afectades

EVI



Bosc de ribera

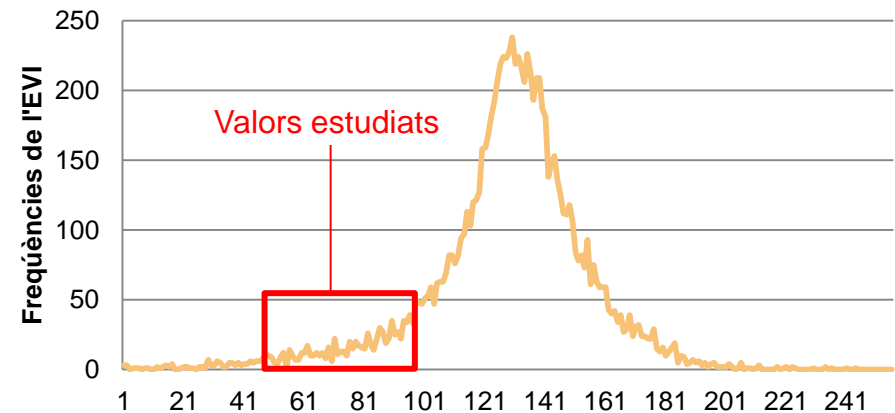
Índex de vegetació millorat (EVI)

$$\text{Enhanced Vegetation Index (EVI)} = 2.5 \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + 6 \text{ RED} - 7.6 \text{ BLU} + 1}$$

Índex de vegetació de bandes amples Bandes seleccionades

Banda	Descripció	Centre espectral (nm)	Amplada banda (nm)	Píxel (m)
B2	Blau (BLU)	490	65	10
B4	Vermell (RED)	665	30	10
B8	Infraroig proper (NIR)	842	115	10

Valors EVI en la imatge 8 bits, 1 canal



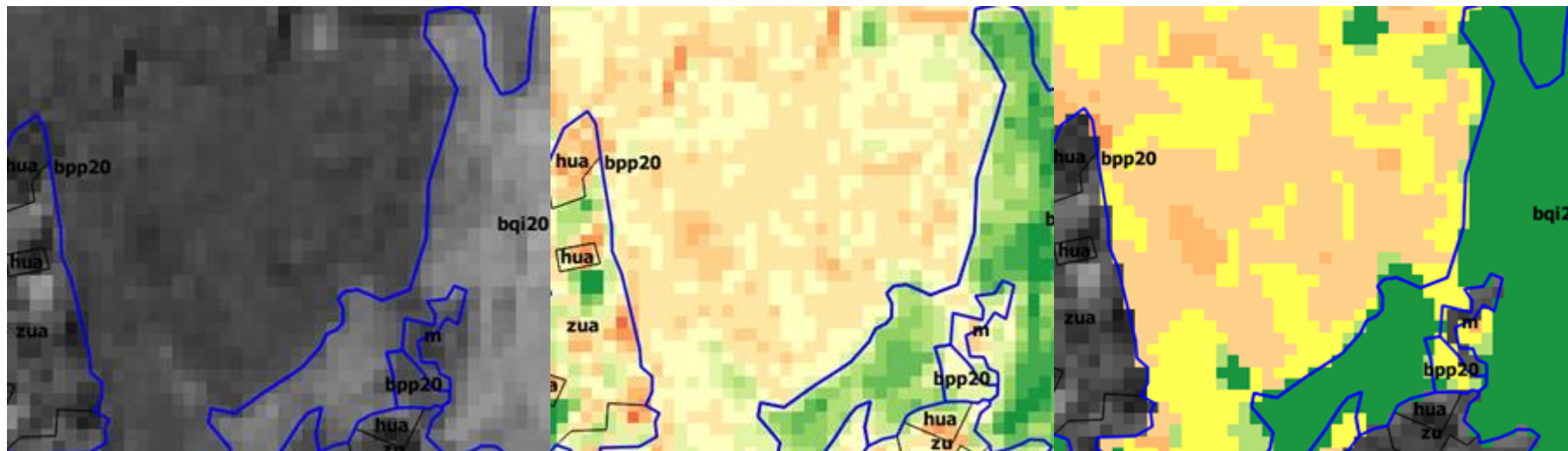
L'EVI representa millor les variacions estructurals de les capçades dels arbres. Huete et al., 2002

L'EVI millora la sensibilitat en les àrees amb molta biomassa. Huete et al., 2002

L'EVI amb correccions topogràfiques permet millor els estudis temporals. Matsushita et al., 2007

Representació cartogràfica de l'EVI

Zona de pins pinyoners (*Pinus pinea*) afectada



Escala de grisos:

Aplicació directe de l'EVI

Dades contínues de 0 a 255 valors

Escala de 15 nivells:

Aplicació a tota la imatge

Dades discretes

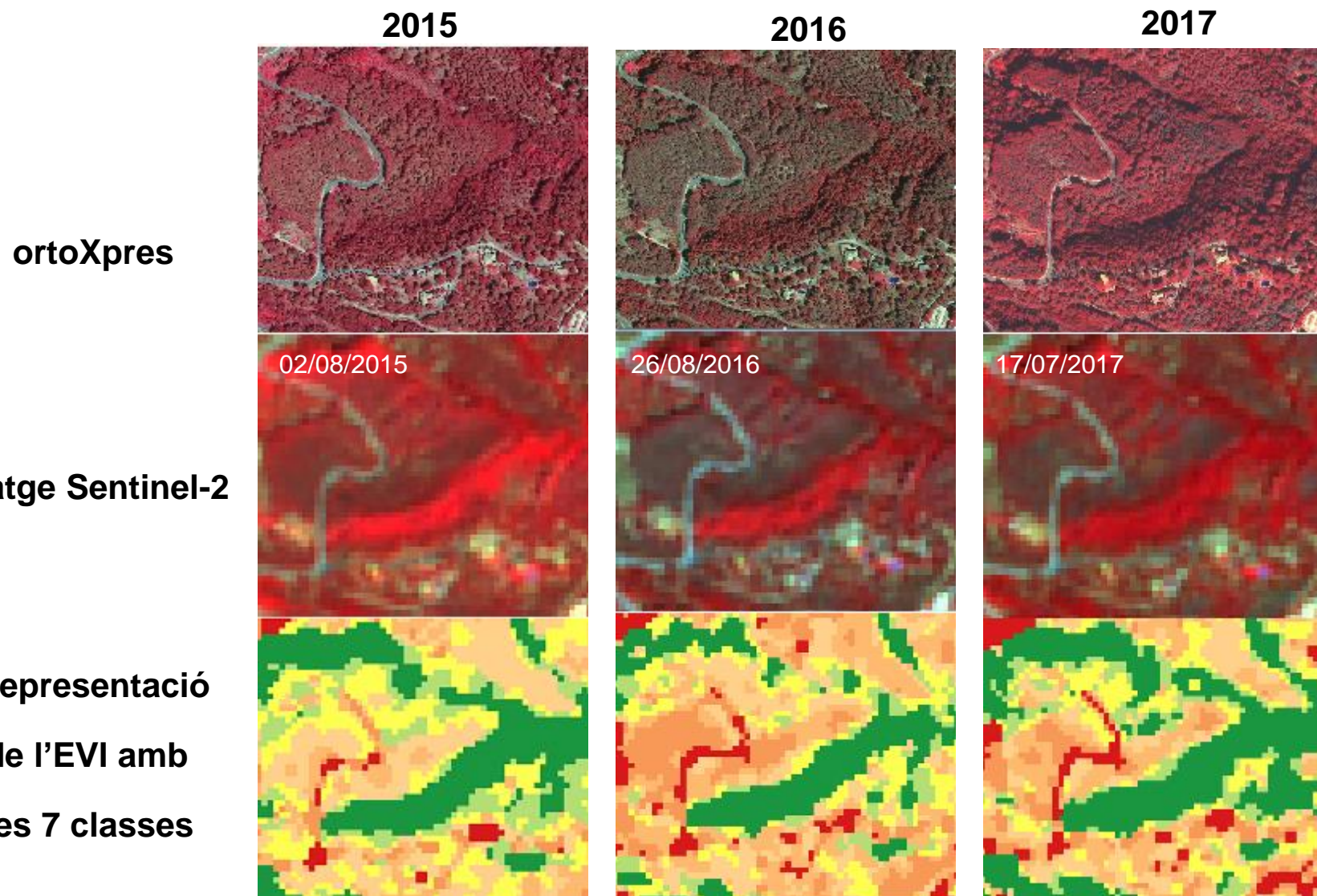
Escala de 7 nivells:

Filtratge per majoria

Semi-agrupació en 7 nivells

Aplicació al perímetre de boscos

Representació temporal de l'EVI



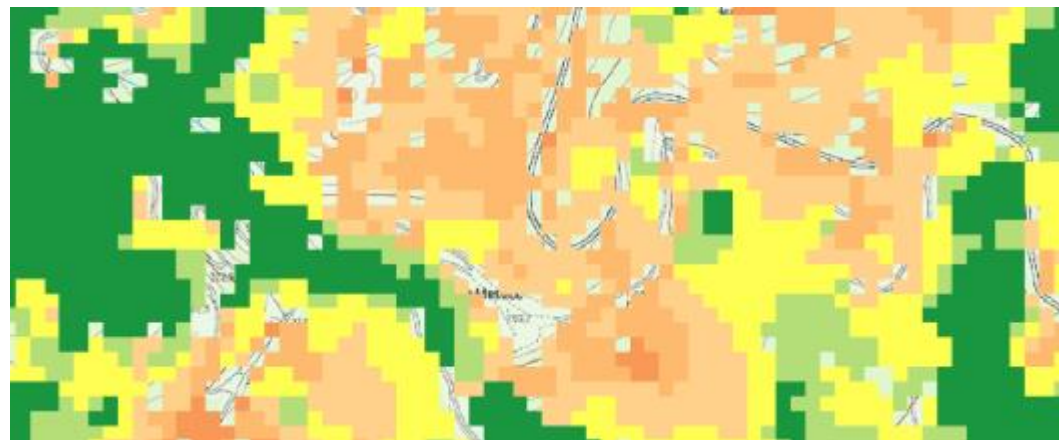
Classificació de l'EVI

Valors de l'índex : -1 a 1

Valors associats a la vegetació: Aprox . 0.2 a 0.9

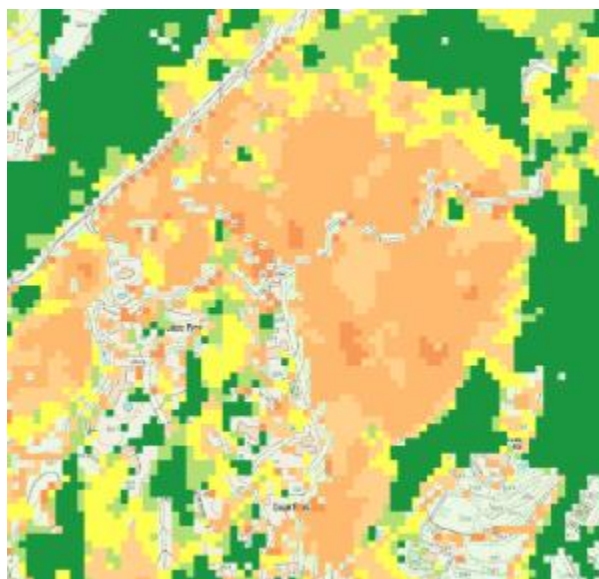
Classes EVI	Representació RGB	2015		2016		2017		Descripció de les cobertes
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	
1	Inclòs a mascara de no vegetació	0.00	0.19	0.00	0.18	0.00	0.19	Cobertes sense vegetació com carreteres, sòls nus, edificis
2	248,153,87	0.19	0.24	0.18	0.23	0.19	0.24	Del 75 % al 100 % de vegetació seca, en alguns casos altres cobertes com pistes forestals o sòls nus
3	254,186,111	0.24	0.29	0.23	0.27	0.24	0.29	Del 25% al 75% de vegetació seca
4	255,209,138	0.29	0.34	0.27	0.32	0.29	0.34	Màxim un 25% de vegetació seca
5	255,255,83	0.34	0.39	0.32	0.36	0.34	0.38	Vegetació menys vigor amb arbres aïllats secs
6	179,223,118	0.39	0.44	0.36	0.41	0.38	0.43	Masses forestals amb menys vigor
7	26,150,65	0.44	1.00	0.41	1.00	0.43	1.00	Masses forestals amb vigor 100%

Fotointerpretació i comparació en diferents àrees amb les fotografies aèries (ortoXpres) i amb l'EVI. Es va fer una assignació de les classes cap a un determinat estat de la vegetació.



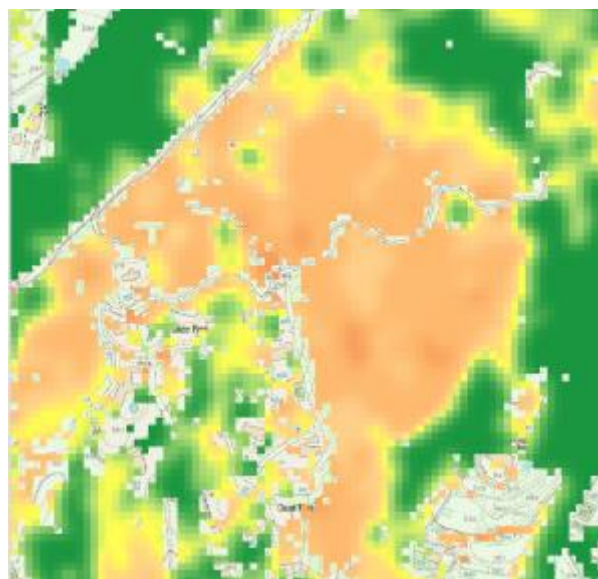
Productes cartogràfics segons objecte d'estudi

Ràster amb píxels originals



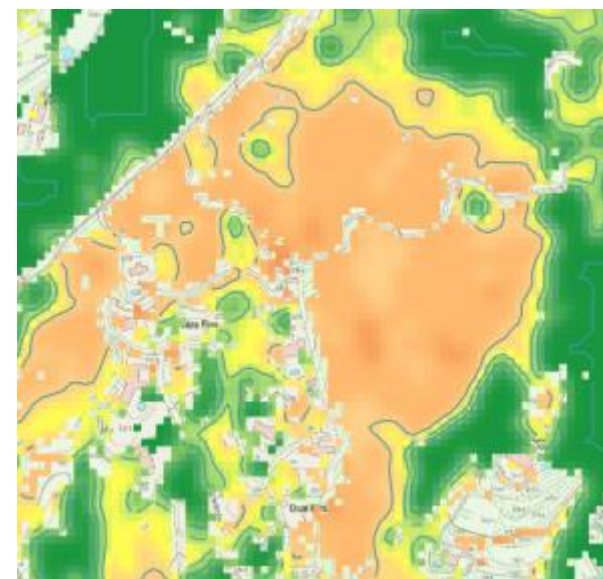
Zones de vegetació reals

Ràster amb filtre gaussià



Visió de conjunt més entenedora

Incorporació de corbes en format vectorial

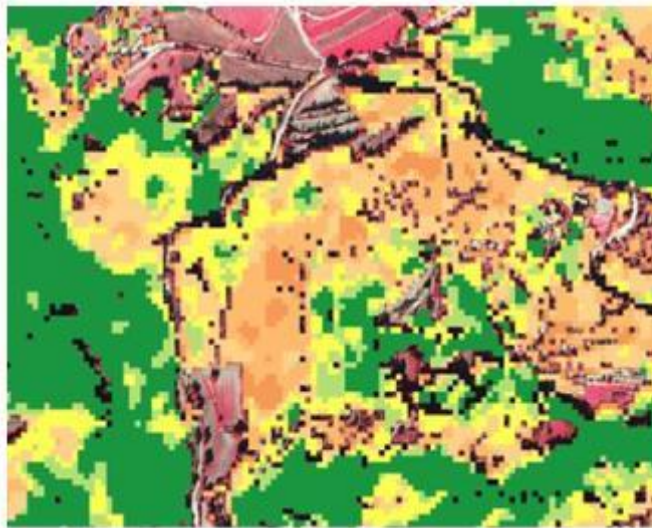


Determinació d'un perímetre interpolat

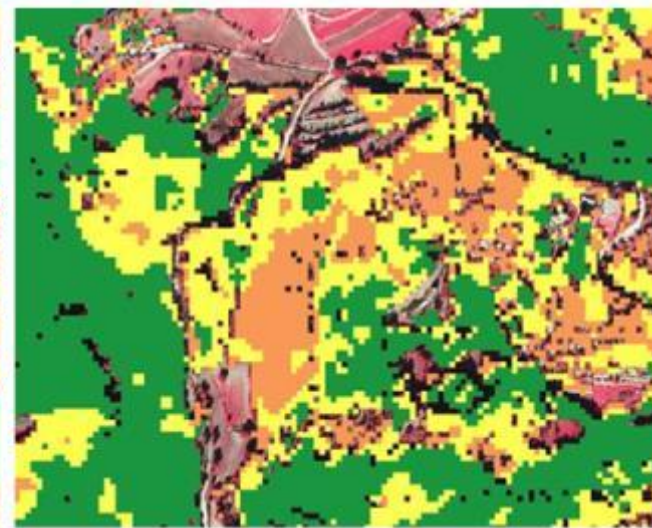
Mapa de Decaïment: 3 classes

Classes EVI simplificada	Definició
No vegetació (classe1)	No vegetació (no s'inclou al mapa de decaïment de la vegetació definitiu)
Molt afectat (classes 2 i 3)	Masses boscoses afectades amb més d'un 25% de vegetació seca
Afectat (classes 4 i 5)	Masses boscoses afectades amb menys d'un 25% de vegetació seca
No afectat (classes 6 i 7)	Masses boscoses amb vigor

Classificat EVI



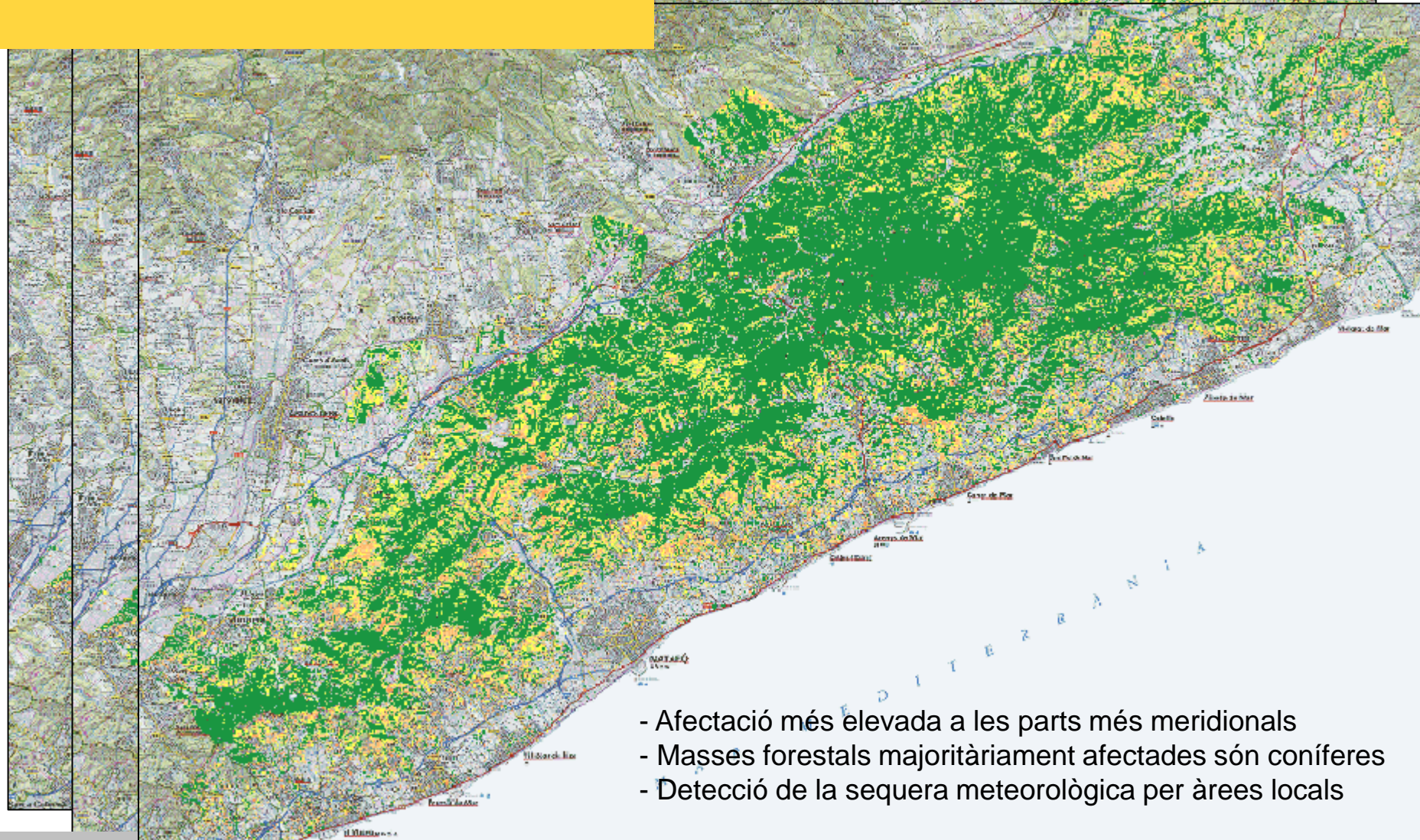
6 classes



3 classes

Visió general del decaïment de les zones boscoses

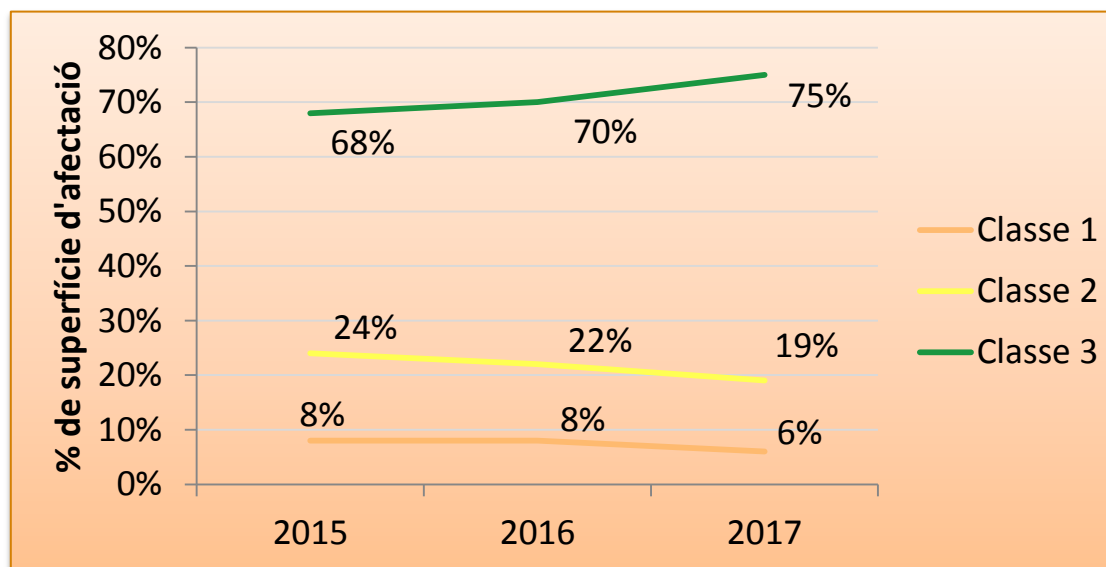
Mapes del decaïment 2015-2016-2017



- Afectació més elevada a les parts més meridionals
- Masses forestals majoritàriament afectades són coníferes
- Detecció de la sequera meteorològica per àrees locals

Resultats del decaïment 2015-2016-2017

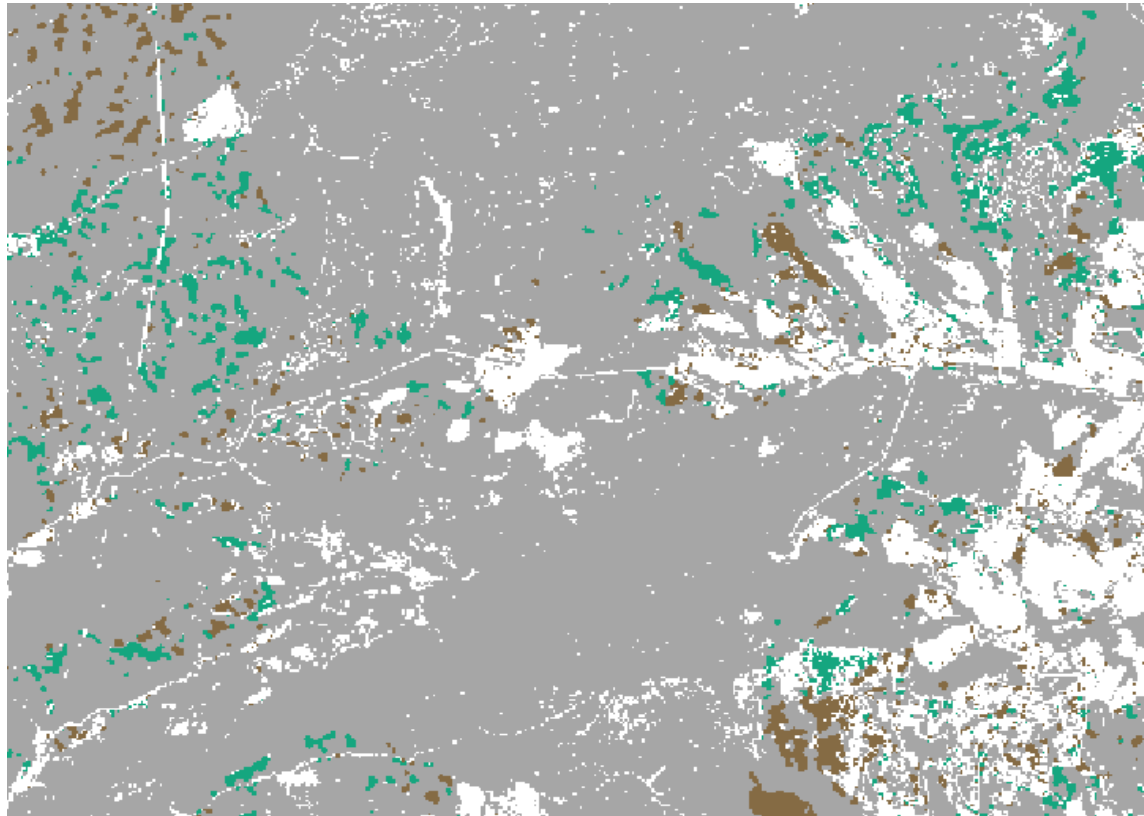
Classe	Descripció nivell d'afectació	2015		2016		2017	
		Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
1	MOLT AFECTAT Masses boscoses afectades amb més d'un 25 % de vegetació seca	2.780	8%	2.965	8%	2.126	6%
2	AFECTAT Masses boscoses afectades amb menys d'un 25 % de vegetació seca	8.708	24%	7.837	22%	6.735	19%
3	NO AFECTAT Masses boscoses amb vigor	24.469	68%	25.324	70%	27.213	75%
TOTAL		35.957		36.126		36.074	



Mapes de detecció de canvis

Visió general del decaïment de les zones boscoses

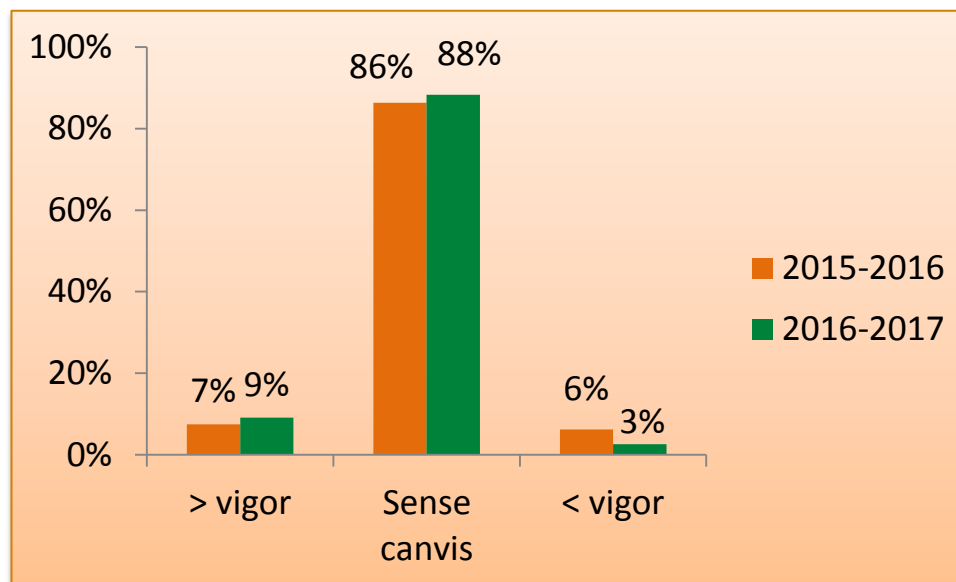
-1	Millora del vigor de la vegetació
0	No canvi
1	Empitjora el vigor de la vegetació



Mapa de diferències entre els EVIs del 2015 i 2016 a la zona de la Serralada del Corredor

Resultats de la detecció de canvis

Classe	Descripció nivell d'afectació	2015-2016		2016-2017	
		Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
-1	Millora del vigor de la vegetació	2.665	7%	3.257	9%
0	Sense canvis	30.762	86%	31.562	88%
1	Empitjora el vigor de la vegetació	2.207	6%	935	3%
TOTAL		35.634		35.754	



Control de qualitat

- **Mostreig semi-dirigit** de 59 parcel·les d'inventari per a la validació
- Coincidència de l'**època vegetativa** imatge – inventari (2017)
- Suport de supervisió dels punts de mostreig amb l'**ortoXpres**
- Total de punts avaluats = **53 parcel·les**
- **El 85% dels punts es classifiquen correctament**

Mesures	Nombre de punts	%
Punts de control inicials	59	
Punts fora dels boscos	6	
Punts avaluats	53	
Punts correctes	45	84,9 %
Punts incorrectes o dubtosos	8	

Conclusions

- **Detecció automàtica** sense treball de camp, determinació de la classificació amb fotografia aèria 25 cm de cada any
- **Control de qualitat** amb treball de camp (DIBA) i OrtoXpres 2017 (ICGC) dóna uns percentatges d'encert alts
- **Resultats qualitatius** bons a les zones afectades grans i ben il·luminades
- **Efectes topogràfics** influeixen en el resultat de l'índex. S'escullen només imatges d'estiu
- L'índex recull diferents estadis de les **sequeres locals**

Propostes futures (1/2)

■ PRIORITÀRIES:

1. **Seguiment meteorològic de l'àrea d'estudi**, especialment la temperatura, les precipitacions i la humitat relativa
2. Continuació de la **mateixa metodologia** per estudiar el comportament dels boscos del Maresme i rodalies en els propers anys
3. Anàlisi de la correlació de les zones afectades per decaïment amb els **usos del sòl del MCSC 1956**
4. Anàlisi de la campanya de **vols amb UAV** sobre els afectacions a la zona de DOSRIUS i suport de camp



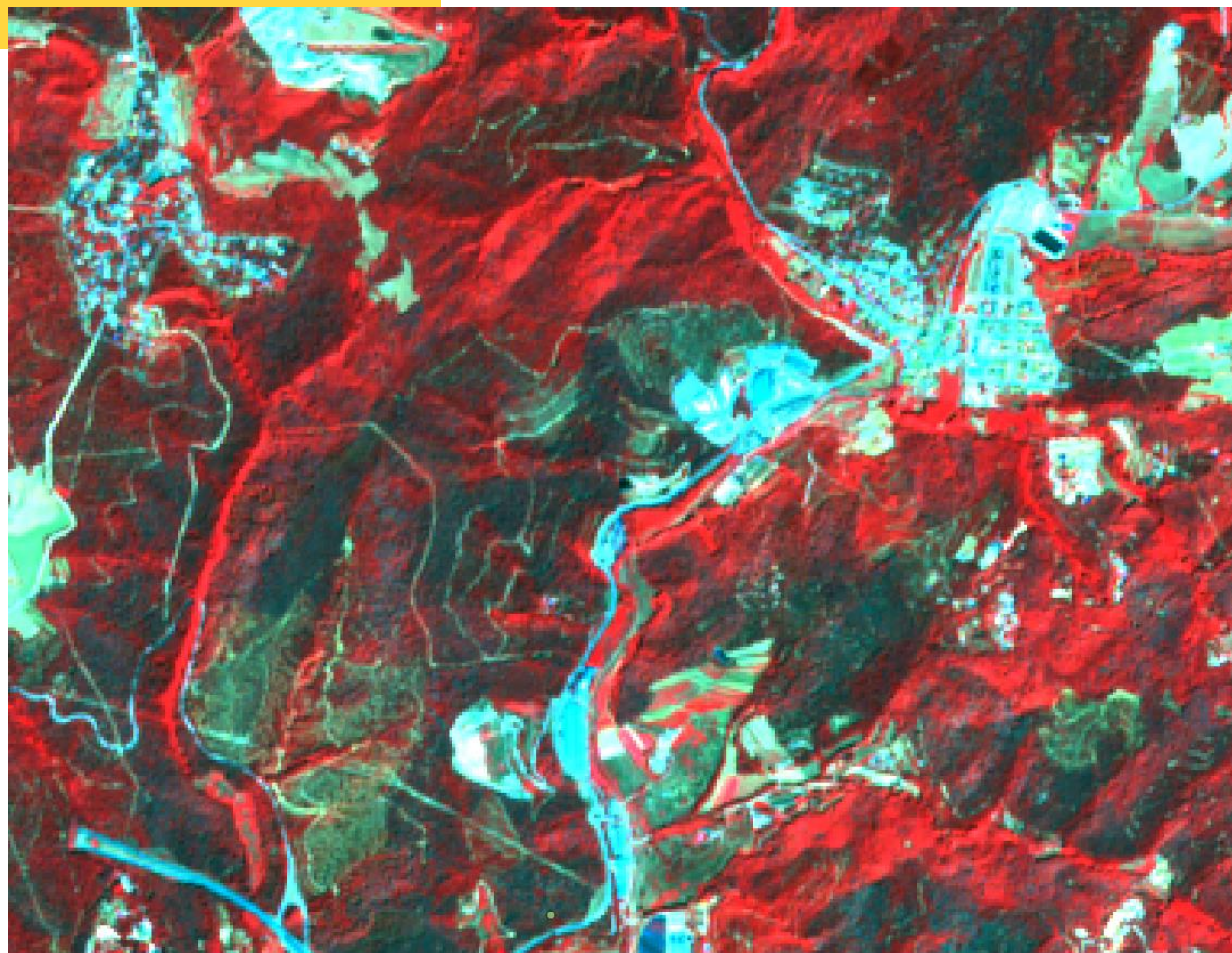
Propostes futures (2/2)

- **OPCIONALS:**
 1. **Classificació multispectral** de totes les bandes i els EVIs, per cercar alguna característica pròpia de les masses boscoses en decaïment
 2. **Considerar la detecció tèrmica remota** per obtenir les diferències entre vegetació saludable i malalta



Gràcies

Estudi disponible a: <https://dadesobertes.diba.cat/>



Sentinel-2 2017

EVI 2017

Sentinel-2 2018