

**Jornada "Observació de la Terra i  
aplicacions en l'àmbit de la salut"**

# **Comportament tèrmic - Illa de calor**

## **Estudi de cas del Parc Central i Coll Favà, a Sant Cugat del Vallès**

Blanca Arellano & Josep Roca  
[blanca.arellano@upc.edu](mailto:blanca.arellano@upc.edu); [josep.roca@upc.edu](mailto:josep.roca@upc.edu)



# El Canvi Climàtic, una realitat que no admet controvèrsia

Fins i tot sota l'escenari més optimista sembla avui evident que el procés de canvi climàtic actualment en curs no pot ser aturat. L'impacte del canvi climàtic en les ciutats crea riscos i vulnerabilitats que afecta la qualitat de vida i la salut, en particular per al creixent nombre de persones grans. Per aquest motiu la conscienciació de les greus conseqüències que per al medi ambient representa el canvi climàtic resultat del progressiu escalfament del planeta fruit de l'acció humana, sigui avui un fet no controvertit

*La Conferència de París de les NNUU sobre el Canvi Climàtic (2015) ha establert un marc d'actuació per reduir la vulnerabilitat als efectes del canvi climàtic. I un gran nombre d'Estats membres de la UE està preparant estratègies nacionals d'adaptació*

A causa de la variabilitat regional de l'impacte climàtic, les mesures d'adaptació han de ser preses a diferents nivells, no només a escala nacional (o supranacional), sinó també regional i local. *Les ciutats, els sistemes urbans i metropolitans, esdevenen en protagonistes fonamentals en el disseny d'estratègies de resiliència al canvi climàtic*

# Canvi Climàtic i Urbanisme

No obstant això *els urbanistes i planificadors territorials no sembla tinguin excessivament en compte les conseqüències que aquest canvi climàtic té a la ciutat*. Per a molts planificadors aquestes conseqüències apareixen difuminades en un horitzó més o menys llunyà.

El canvi climàtic no només opera al mig o llarg termini. Es troba ben present entre tots nosaltres per a què els seus efectes siguin menystinguts. Les illes de calor urbanes, el canvi en el règim de temperatures, de les precipitacions, la humitat, i el vent, són efectes presents que afecten la qualitat de vida i el benestar de la creixent població urbana

L'objecte de la present ponència és el resultat de les investigacions dutes a terme al sí dels projectes CLIM-CAP i Urban-CLIMPLAN, l'objectiu bàsic dels quals és el desenvolupament de tècniques que permetin conèixer i mitigar els efectes que el canvi climàtic té a la ciutat i el territori. Els esmentats projectes proposen integrar aquest coneixement i tècniques en els estudis urbans així com en la pràctica de planificació

# Protagonisme de les ciutats en el Canvi Climàtic

Hi ha un elevat consens sobre que les ciutats tenen un protagonisme especial en aquest context de canvi climàtic. Segons el Centre for Human Settlements (UN-HABITAT) les ciutats són responsables del 75% del consum global d'energia, així com el 80% de les emissions GEH

La contribució de la urbanització al canvi climàtic és de doble naturalesa:

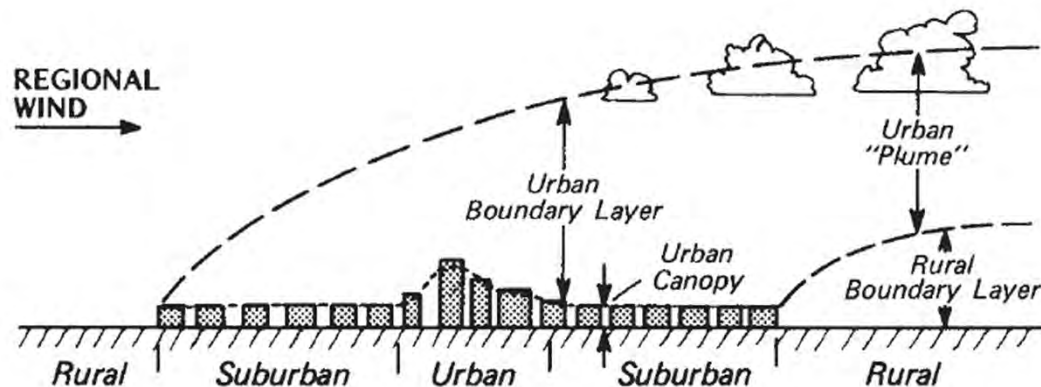
- D'una banda per la generació urbana de GEH, factor que contribueix de manera determinant a l'escalfament global del planeta,
- I, per una altra, per la radiació generada per la superfície del sòl urbanitzat, la qual determina un acusat flux de calor sensible i latent en virtut del tipus de cobertes urbanes, així com al seu grau d'humitat



# L'Illa de Calor Urbana

Malgrat que el clima de les ciutats depèn fonamentalment de factors de caràcter globals i regionals, els condicionants locals i de micro-escala, com les diferents característiques de l'estructura urbana, la topografia i superfície de les cobertes de sòl, la vegetació, així com el calor antropogènic generat pel metabolisme urbà, entre d'altres factors, poden modificar el clima regional a l'escala urbana

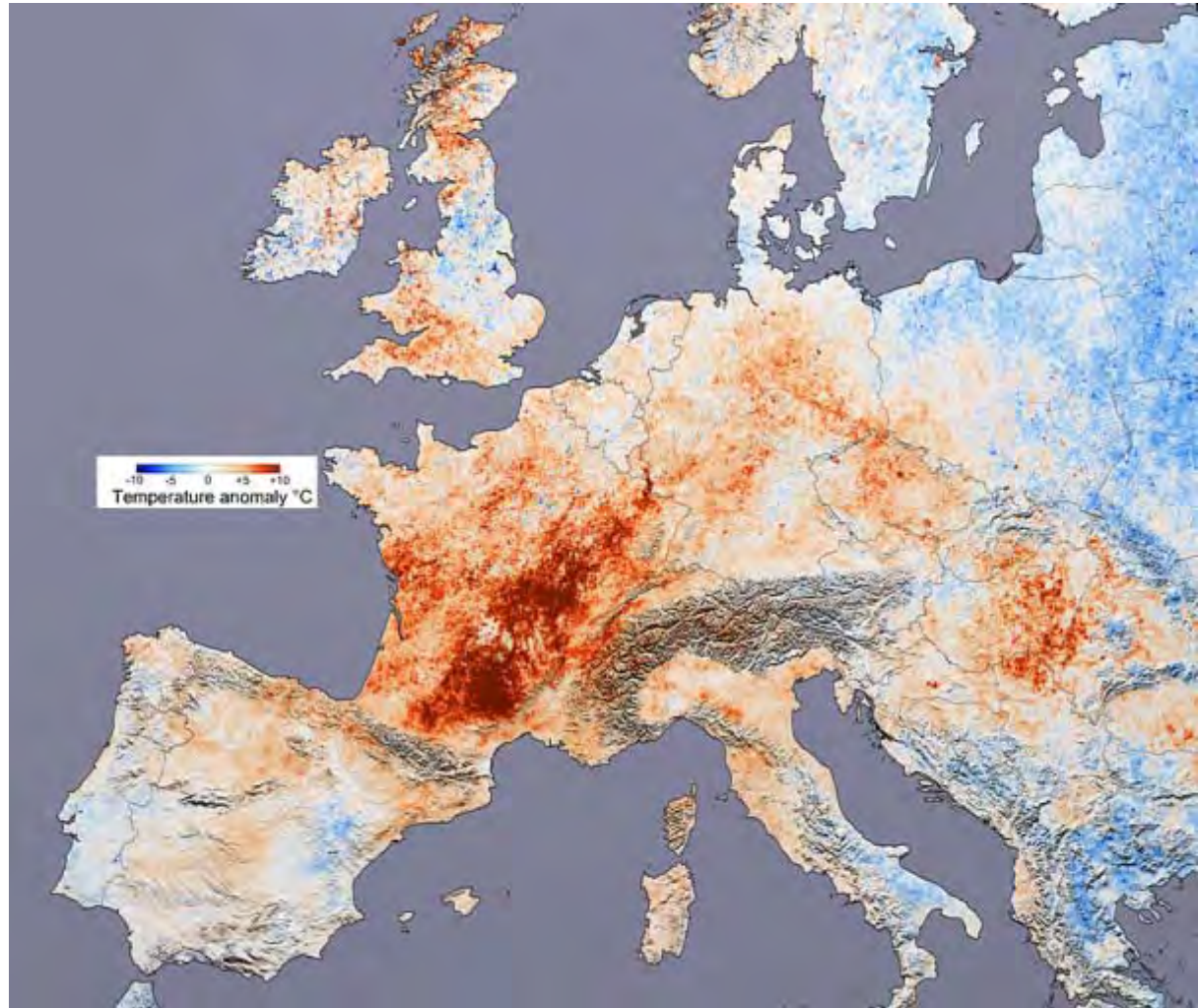
Hi ha diferències significatives entre el clima de les àrees urbanes i rurals: l'illa de calor urbana (UHI) descriu la influència de les superfícies urbanes en els patrons de temperatura de les àrees urbanes en contraposició a les àrees circumdants. La impermeabilització del sòl i els materials artificials (especialment l'asfalt i formigó) usats usualment en les àrees urbanitzades són una de les principals causes



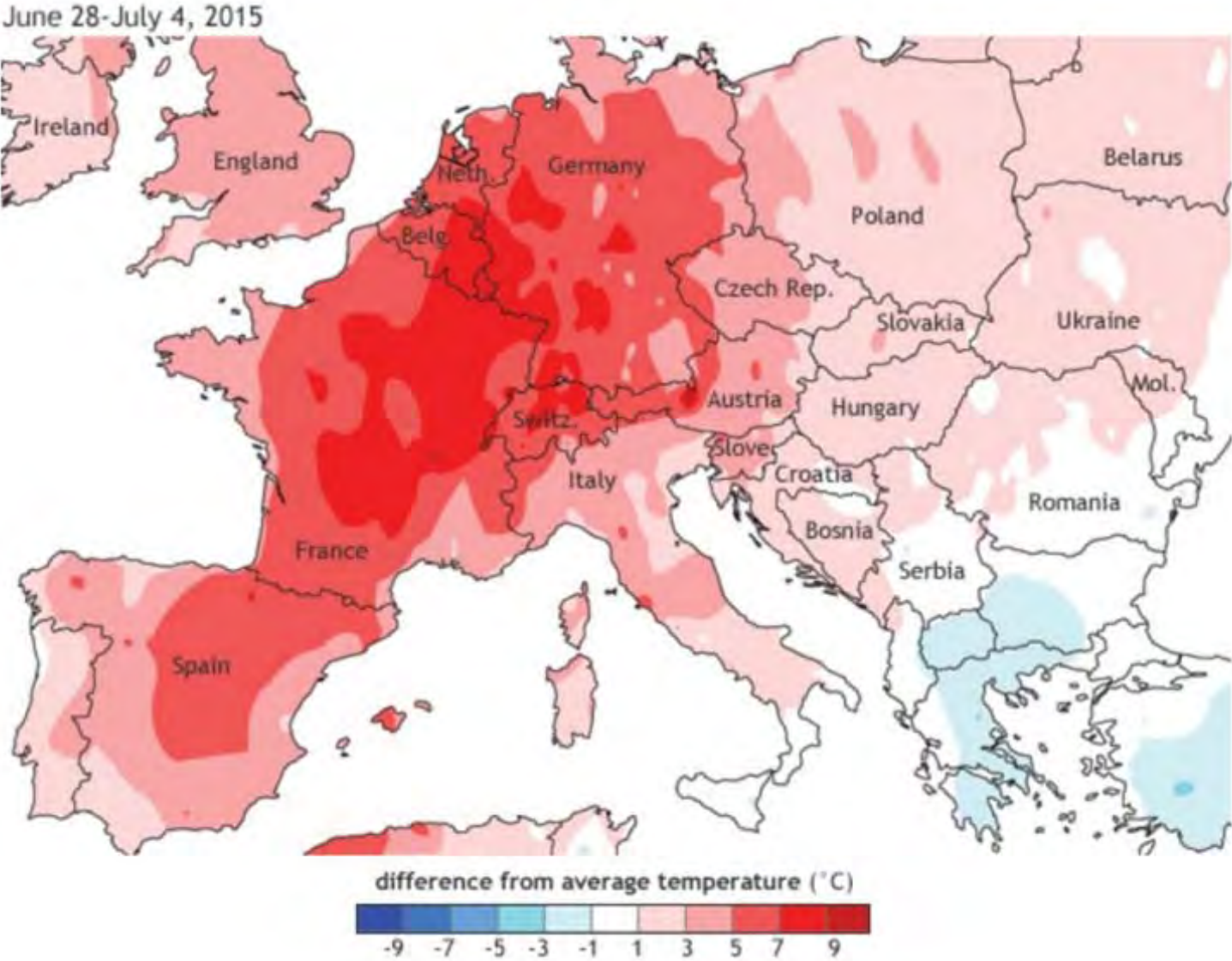
# Efectes de la Illa de Calor en la salut de les persones

L'illa de calor urbana (UHI) té un impacte en la salut i el benestar dels ciutadans especialment preocupant quan es produeixen episodis extrems com les **ones de calor**.

En els últims anys podem destacar l'episodi d'Agost de 2003 a Europa occidental, en la qual es van produir entre 22.000 i 45.000 morts relacionades amb el fenomen



# Ona de calor, 2015



A heat wave across the continent led to average temperature anomalies up to 7°C in parts of western Europe. Image provided by NOAA's Climate Prediction Center.

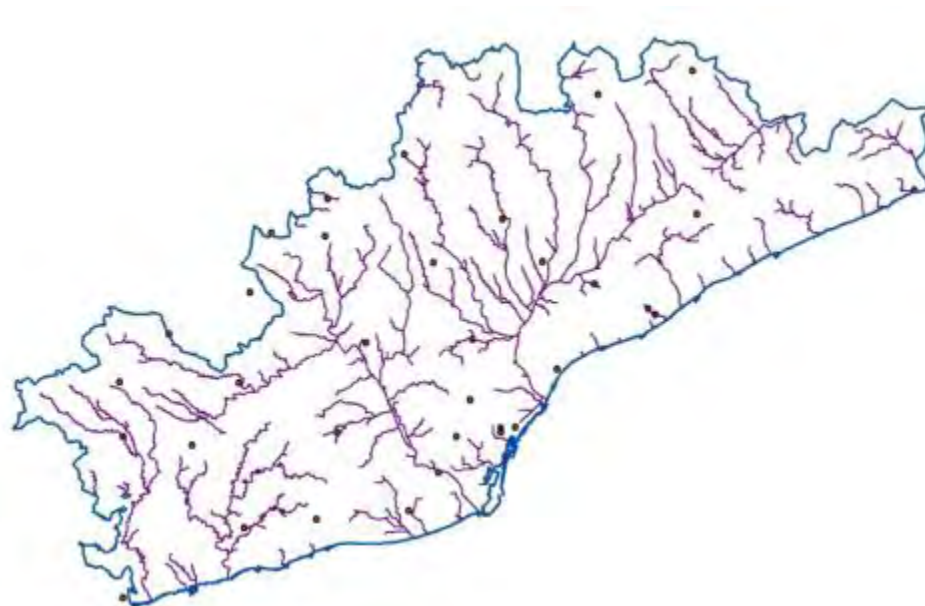
# Introducció

- Hi ha un elevat consens sobre que la **temperatura de la superfície terrestre** (LST) ocupa un paper fonamental en la generació de la **Illa de Calor Urbana** (UHI), en representar un factor determinant de la radiació de la superfície i l'intercanvi d'energia, així com del control de la distribució de calor entre la superfície i l'atmosfera
- La **composició de les cobertes de sòl** és un dels principals factors que influeixen en la LST, en particular el percentatge de cada tipus de coberta (o ús) del sòl que ocupa l'àrea urbanitzada
- En aquest sentit la literatura especialitzada ha destacat que poden tenir un impacte significatiu en la generació de la UHI **l'àrea construïda** així com la **superfície permeable**, ocupada per zones proveïdes de vegetació, i **impermeable**, de les zones pavimentades i edificades. En aquest sentit la **disminució de vegetació influeix no només l'augment de la LST, sinó també a la disminució de la precipitació i l'evapotranspiració**. Està especialment ben documentada la relació existent entre la LST amb les cobertes verdes i el Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)



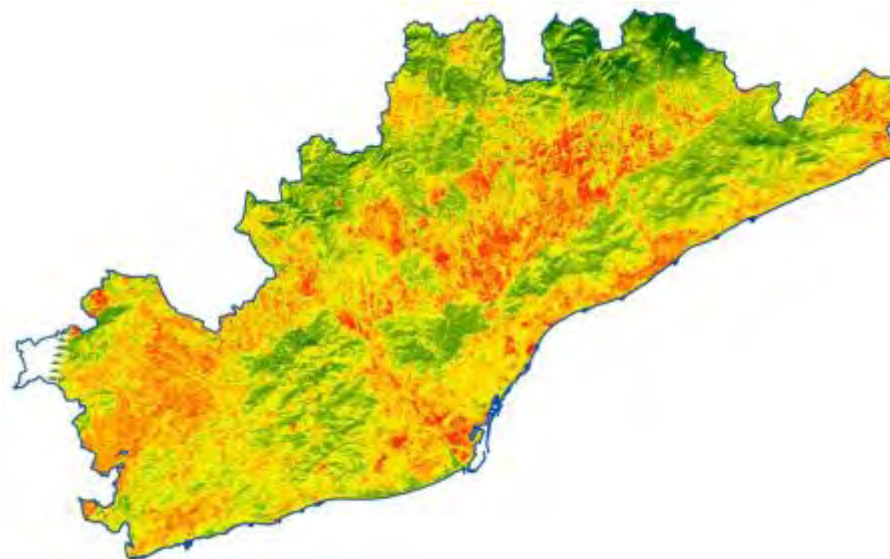
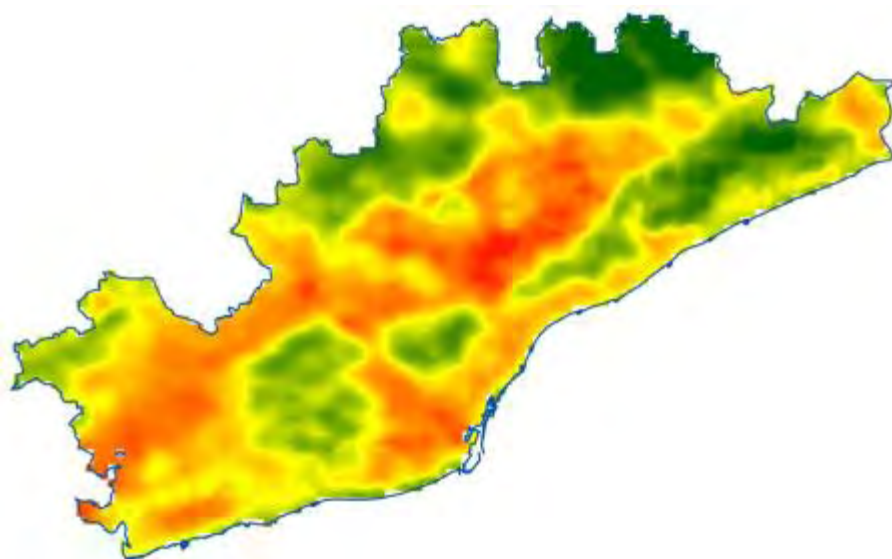
## De la LST a LSAT

- Tot i que els sensors tèrmics instal·lats a avions i satèl·lits permeten mesurar amb facilitat la LST, la UHI ha estat comunament estudiada a través de la **temperatura de l'aire** a la capa superficial atmosfèrica, usualment, a una alçada de 2 m sobre el sòl (land air surface temperature, LSAT ). La temperatura de l'aire, mesurada en les estacions meteorològiques, és una de les observacions més freqüentment registrada, amb gran precisió i resolució temporal
- No obstant això, les dades obtingudes de **les estacions meteorològiques tenen un caràcter massa puntual**, el que significa que, en general, no representen eficaçment la variació espacial de la temperatura de l'aire, especialment a la petita escala, a nivell intramunicipal o de barri. **A la RMB només hi ha 33 estacions meteorològiques. Cap a Sant Cugat**



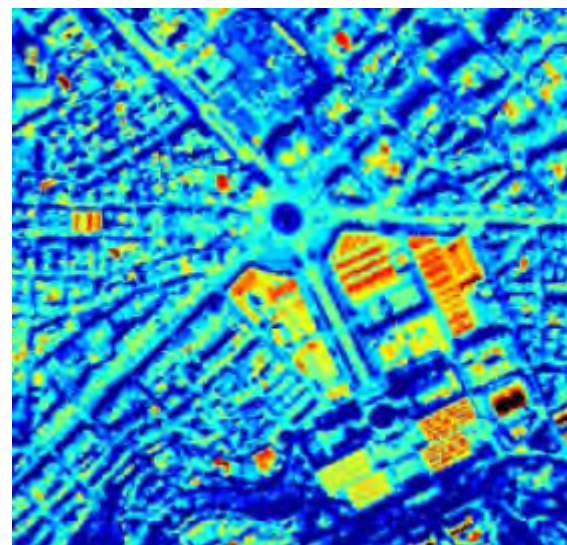
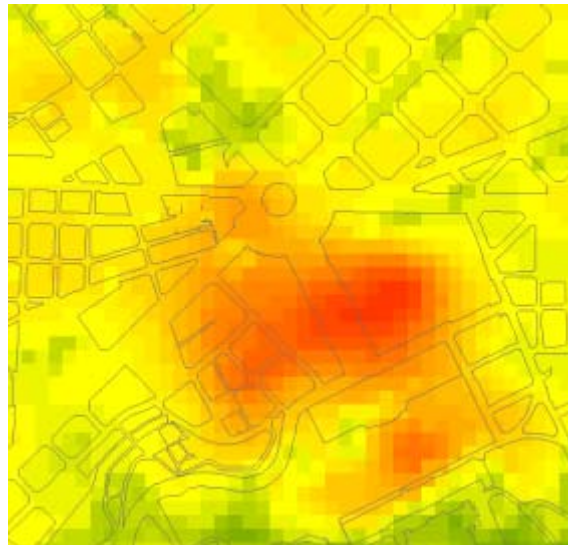
## Dificultats de mesurar la UHI

- Retornant a la LST, la disponibilitat de dades a l'escala adequada també es un problema important. Tot i que els sensors tèrmics instal·lats als satèl·lits, especialment MODIS i LANDSAT, de caràcter gratuït, i permeten mesurar amb facilitat la LST, la informació derivada dels mateixos sol tenir un "gra" massa gruixut per a una anàlisi pormenoritzada, especialment a escala intraurbana. En el cas de MODIS, 1km<sup>2</sup> per píxel, es clarament insuficient per a un anàlisi detallada. LANDSAT, amb un píxel de 30x30 metres, permet una anàlisi més acurada, però encara insuficient



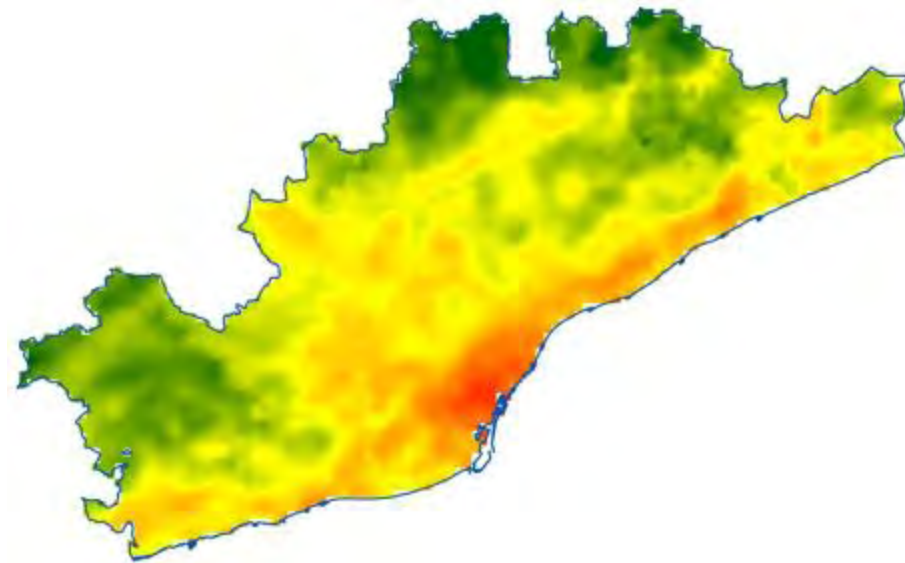
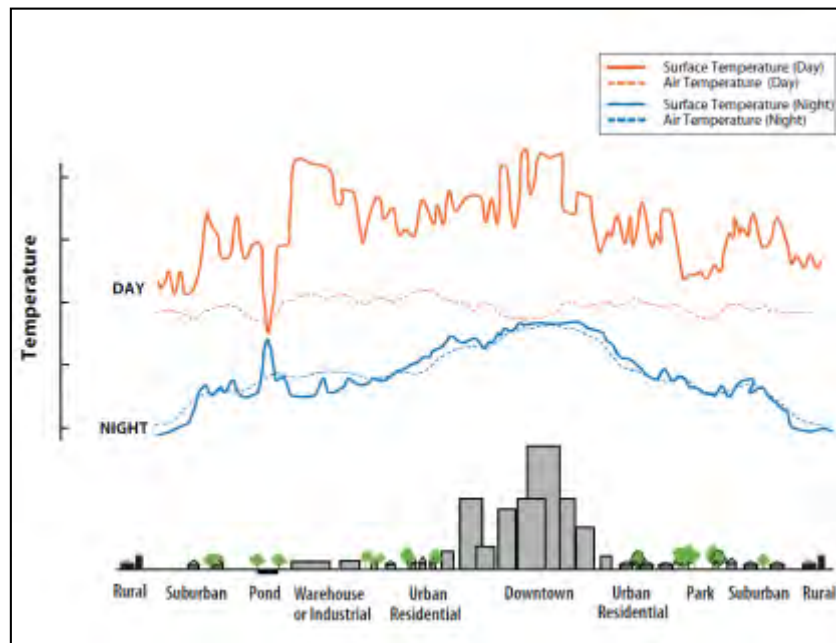
# Dificultat en l'obtenció de dades dels sensors aeris

- Existeix la possibilitat d'instal·lar sensors tèrmics de major resolució en avions, però no tenen caràcter gratuït.
- En el cas de Sant Cugat-Rubí, l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) disposa d'una imatge tèrmica a una resolució elevada, però no es d'accés obert
- Per tant, en aquest treball ens tindrem de limitar a la utilització d'imatges satel·litals de resolució mitjana (Landsat)

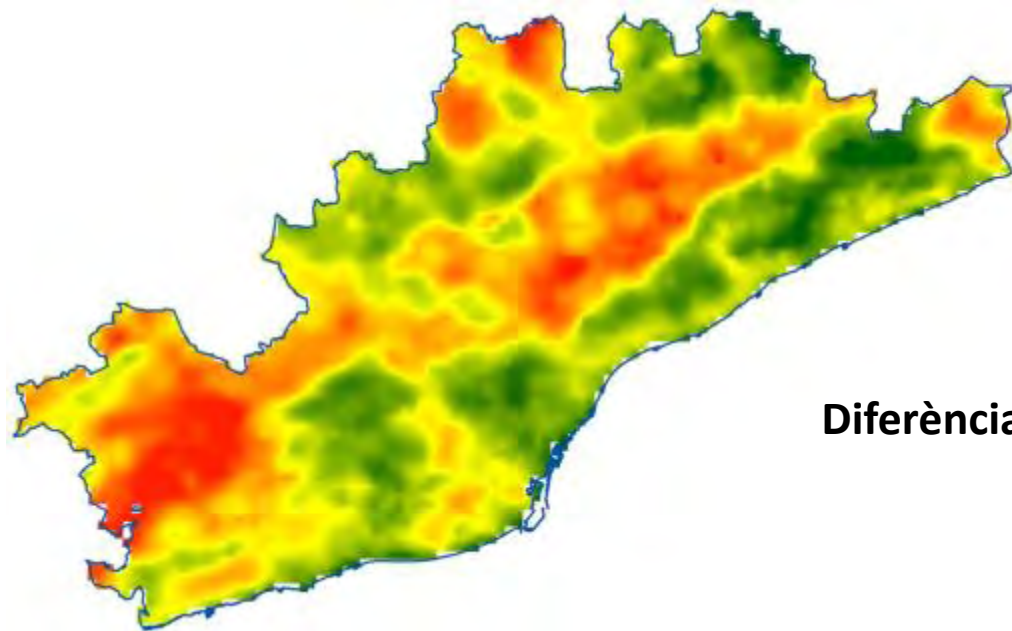
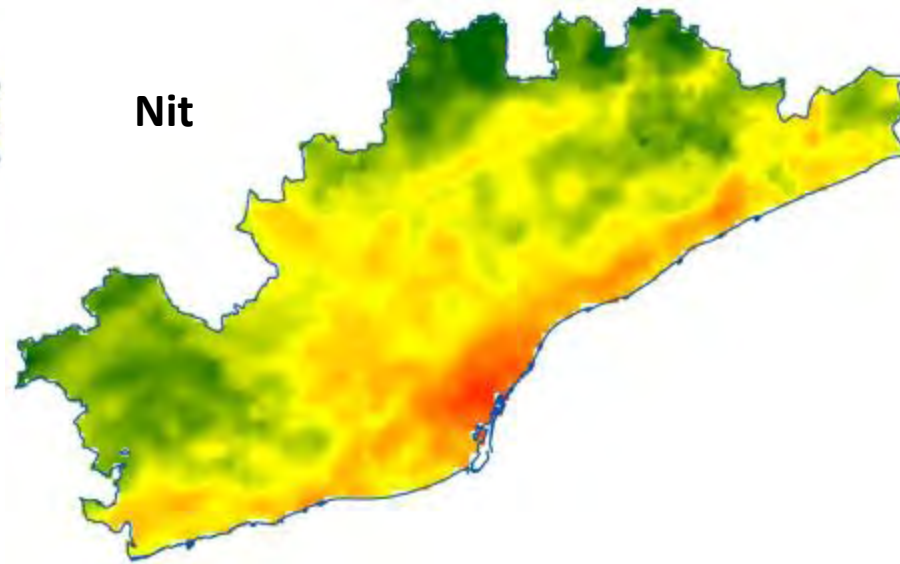
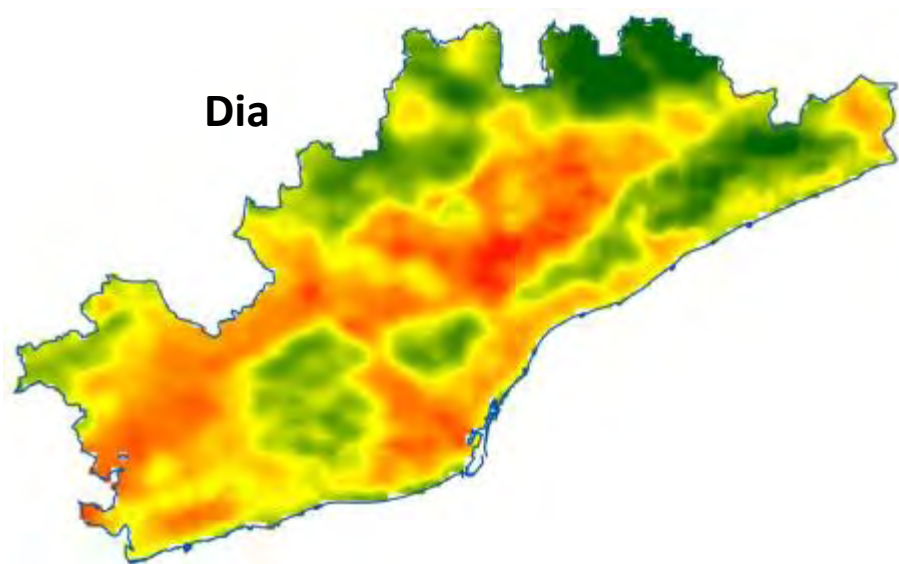


# Temperatura de dia vs temperatura de nit

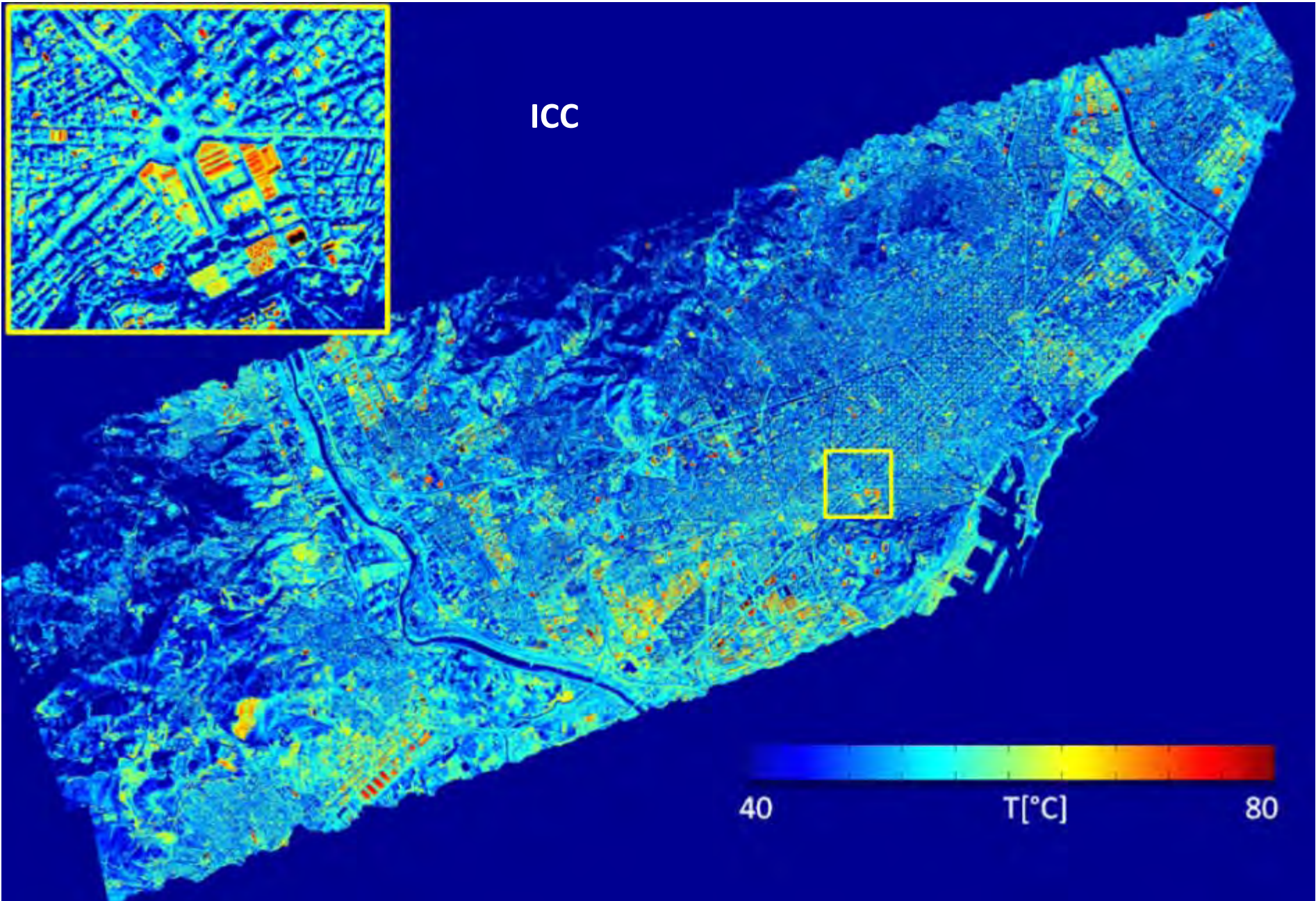
- Un altre problema que existeix en la mesura de la UHI consisteix en la captació d'informació tèrmica nocturna. **L'illa de Calor Urbana emergeix, sobre tot, de nit.** Però els sensors que subministren informació gratuïta a resolució mitjana (LANDSAT) no faciliten informació nocturna
- MODIS, en canvi, sí ho fa, però la resolució, com s'ha esmentat, és massa petita per a una anàlisi pormenoritzada

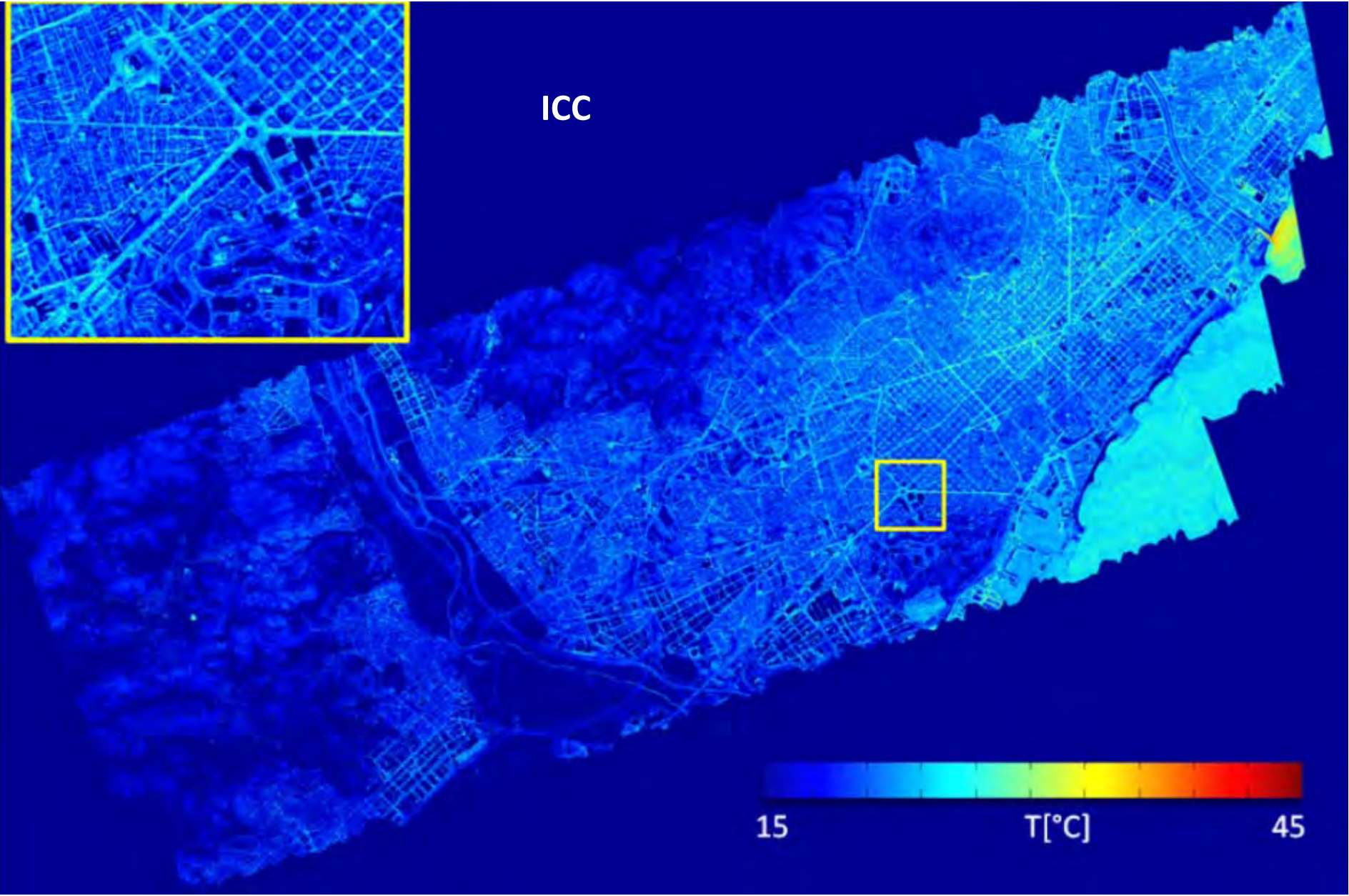


# LST: Diferències dia i nit (MODIS)



**Diferència Dia/Nit**





# Objectiu del treball

- **L'objectiu central de l'estudi consisteix en investigar si el disseny urbà a l'escala de detall afecta la generació de l'Illa de Calor Urbana**, així com, en general, al microclima urbà
- Concretament, es tracta d'indagar si la **morfologia de l'espai públic**, en especial de les **zones verdes i espais lliures**, afecta a les temperatures de terra (LST) i aire (LSAT), a més dels elements que de forma tradicional (tipus de cobertes de sòl) determinen la UHI
- El treball es concreta en dos espais urbans de Sant Cugat del Vallés (SCV), **Parc Central i Coll Favà**, de característiques urbanes globalment similars, però amb un disseny de l'espai públic clarament diferenciat: mentre que al Parc Central l'edificació s'articula en torn a l'espai lliure, a Coll Favà, la gran majoria dels espais lliures es situen de forma perifèrica, envoltant l'actuació

**La hipòtesi de treball es que la morfologia de l'espai públic es un element significatiu en la generació de la UHI, condicionant la mateixa i permetent, en conseqüència, incrementar la resiliència al Canvi Climàtic (CV)**



# Metodologia

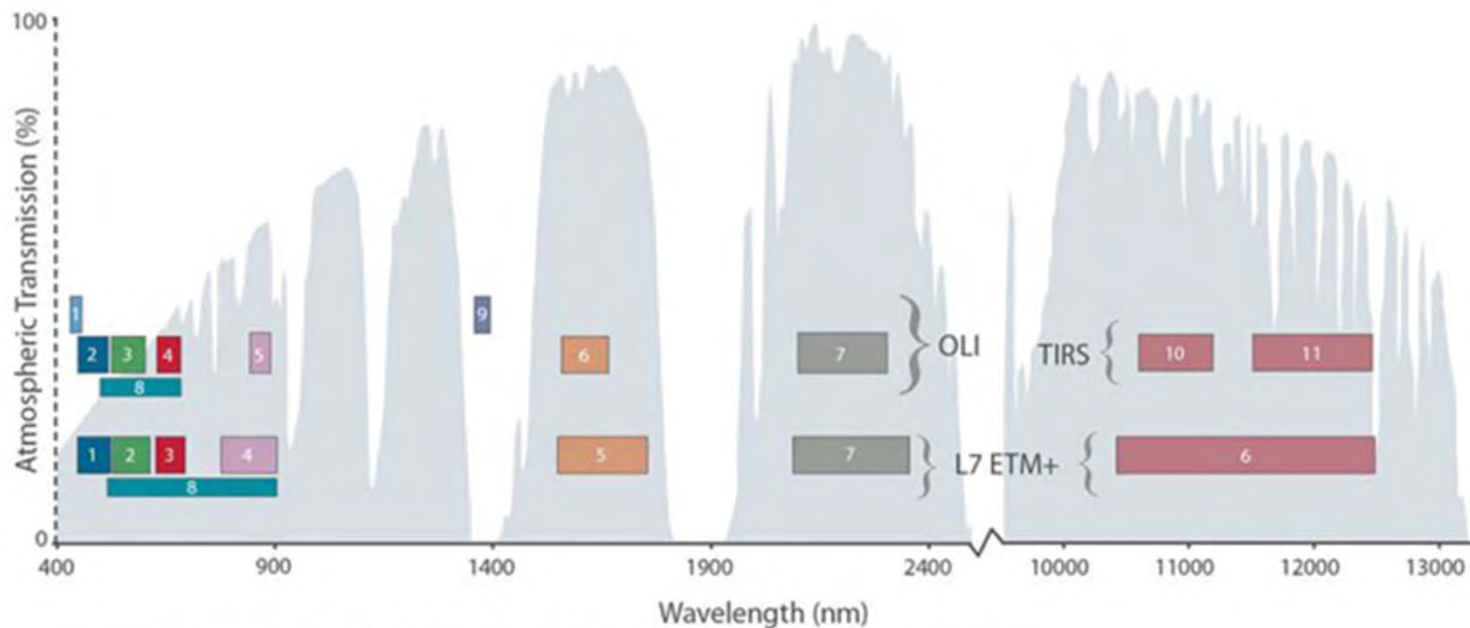
1. En primer lloc s'obtindrà la **LST de dia a partir de LANDSAT**, es a dir a una escala de resolució de 30x30 metres/píxel. La LST resultant permetrà una primera contrastació de la hipòtesi de treball
2. La informació anterior es completarà amb **l'obtenció de dades de camp de la LST, tant de dia com de nit**, a les dues zones d'estudi. Aquesta segona aproximació permetrà, a més de contrastar els resultats de l'anàlisi anterior amb un major nivell de detall, conèixer el comportament de la LST nocturna i ratificar, si s'escau, la hipòtesi de l'estudi en horari nocturn
3. De forma paral·lela, es prendran **mesures de la LSAT, tant de dia com de nit**, de les dues zones d'estudi. Aquesta informació permetrà, si s'escau, confirmar la hipòtesi de l'efecte del disseny de l'espai públic en la UHI
4. Finalment s'analitzarà la LST (de dia i nit) en funció del tipus de coberta del sòl

# 1.- Obtenció de la LST per mitjà de LANDSAT

- La metodologia per a obtenir la LST a partir de la informació provinent de LANDSAT consisteix en convertir la codificació numèrica (Digital Number-DN) de la **banda tèrmica** (infrared thermal) facilitada pel satèl·lit en unitats físiques, es a dir en graus centígrads o celsius
- Per a això:
  1. Es transforma el DN en **radiació espectral** (spectral radiance)
  2. Es calcula la **temperatura de lluminositat** en el sensor (at-sensor brightness temperatura). Aquesta temperatura no té en compte el tipus de material o de sòl que emet l'energia captada, per tant equivaldria a la temperatura emesa per un cos negre (black body)
  3. Això comporta a realitzar una última correcció del valor obtingut introduint l'**emissivitat** (emissivity) dels materials del sòl, a partir, per exemple, de l'índex de vegetació NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). La utilització del NDVI enfront d'altres alternatives, com la classificació del sòl, té dos avantatges principals, d'una banda, tant la temperatura com l'índex de vegetació provenen del mateix moment, i d'altra, la immediatesa que comporta el càlcul d'aquest índex

# Dades tècniques de la imatge de LANDSAT

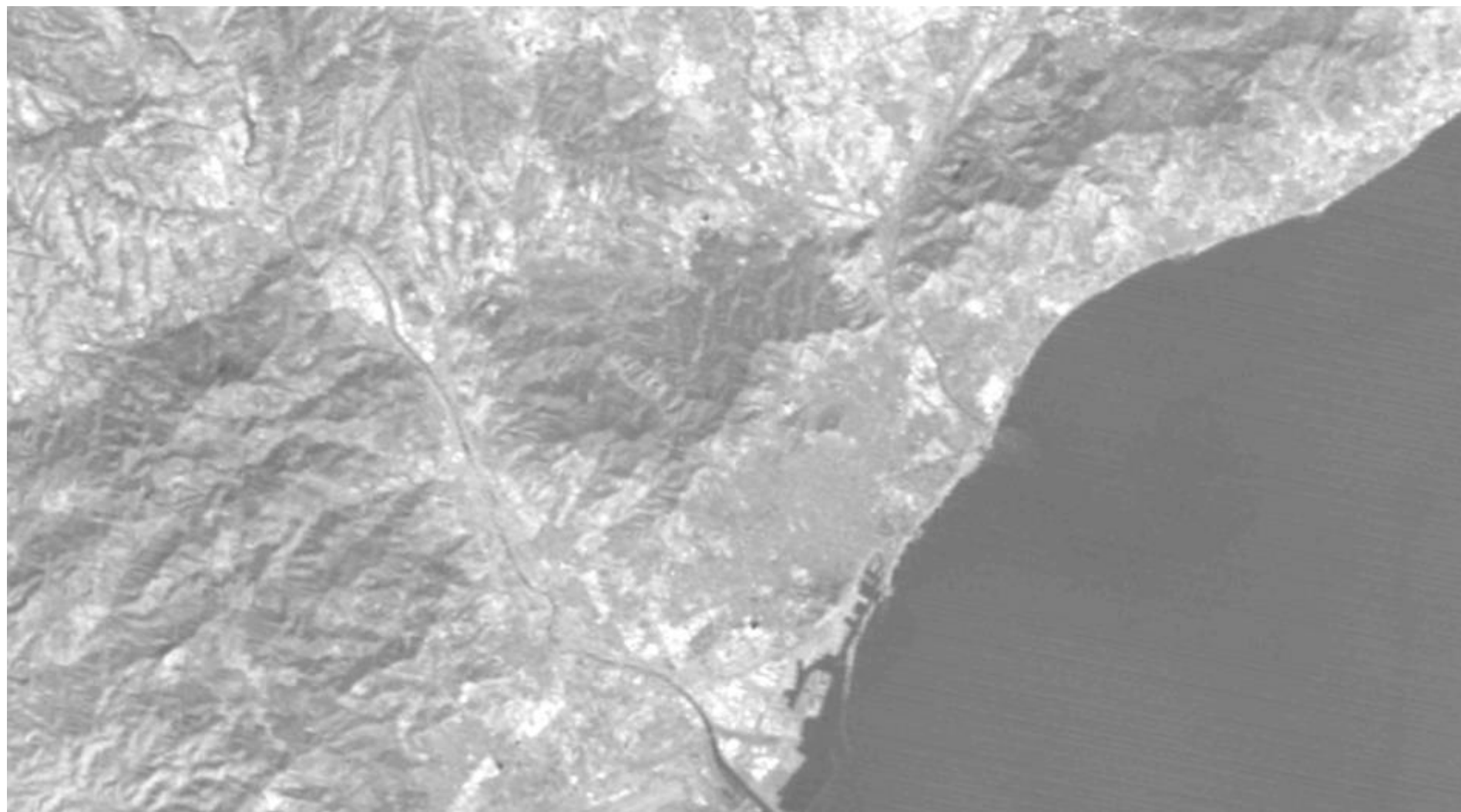
- S'ha utilitzat una imatge ("LC81970312015176LGN00") **d'estiu de 2015** (any extremadament calorós). Concretament de **25 de juny**
- Es tracta de **LANDSAT 8**, el qual té les següents bandes: 1 = Coastal; 2 = Blau (30 m); 3 = Verd (30 m); 4 = Roig(30 m); 5 = Infraroig proper (30 m); 6 = SWIR 1 (30 m); 7 = SWIR 2 (30 m); 8 = Pan (15 m); 9 = Cirrus; 10 = TIR 1 (100 m); 11 = TIR 2 (100 m)



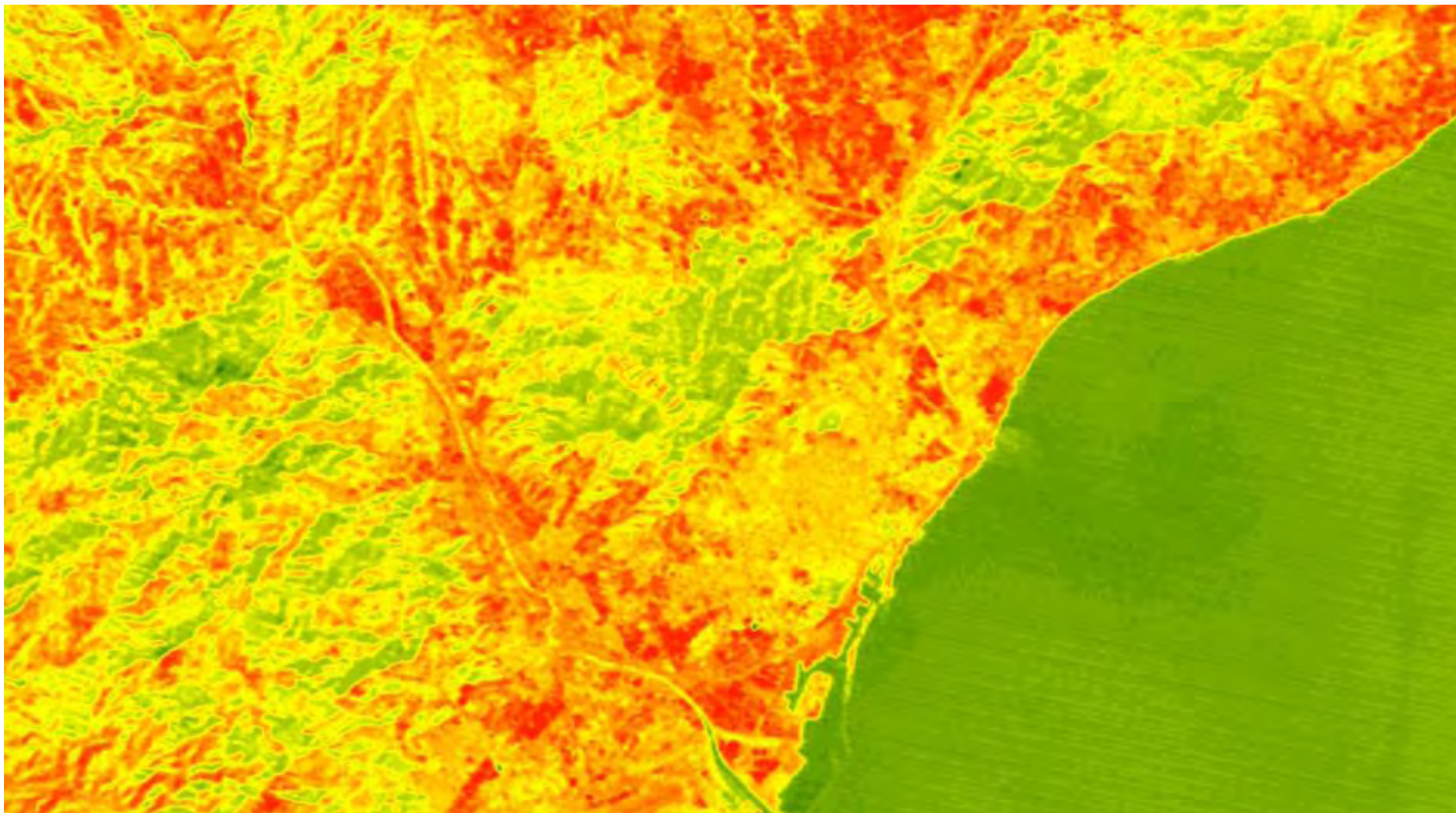
Bandpass wavelengths for Landsat 8 OLI and TIRS sensor, compared to Landsat 7 ETM+ sensor

*Note: atmospheric transmission values for this graphic were calculated using MODTRAN for a summertime mid-latitude hazy atmosphere (circa 5 km visibility).*

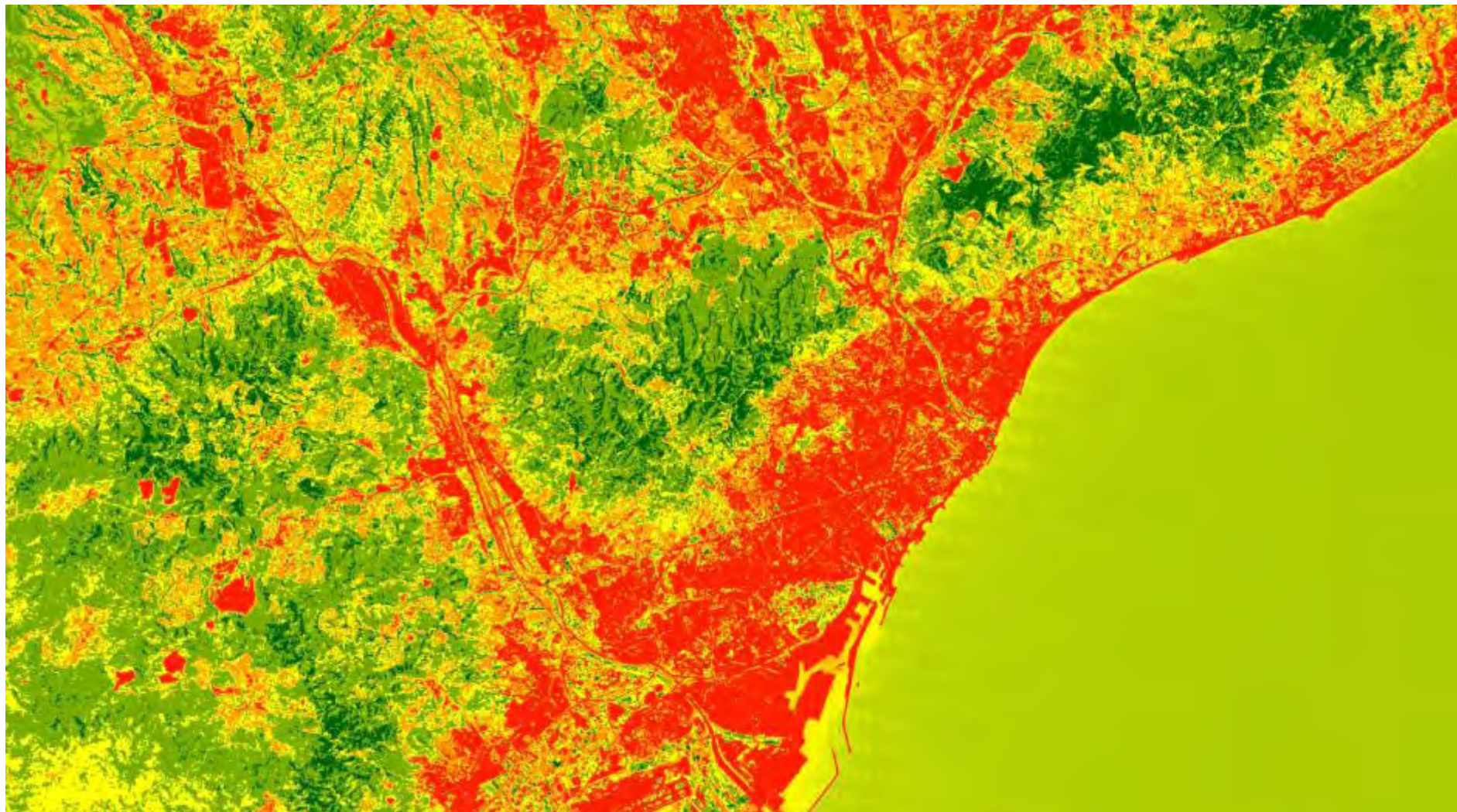
**DN**



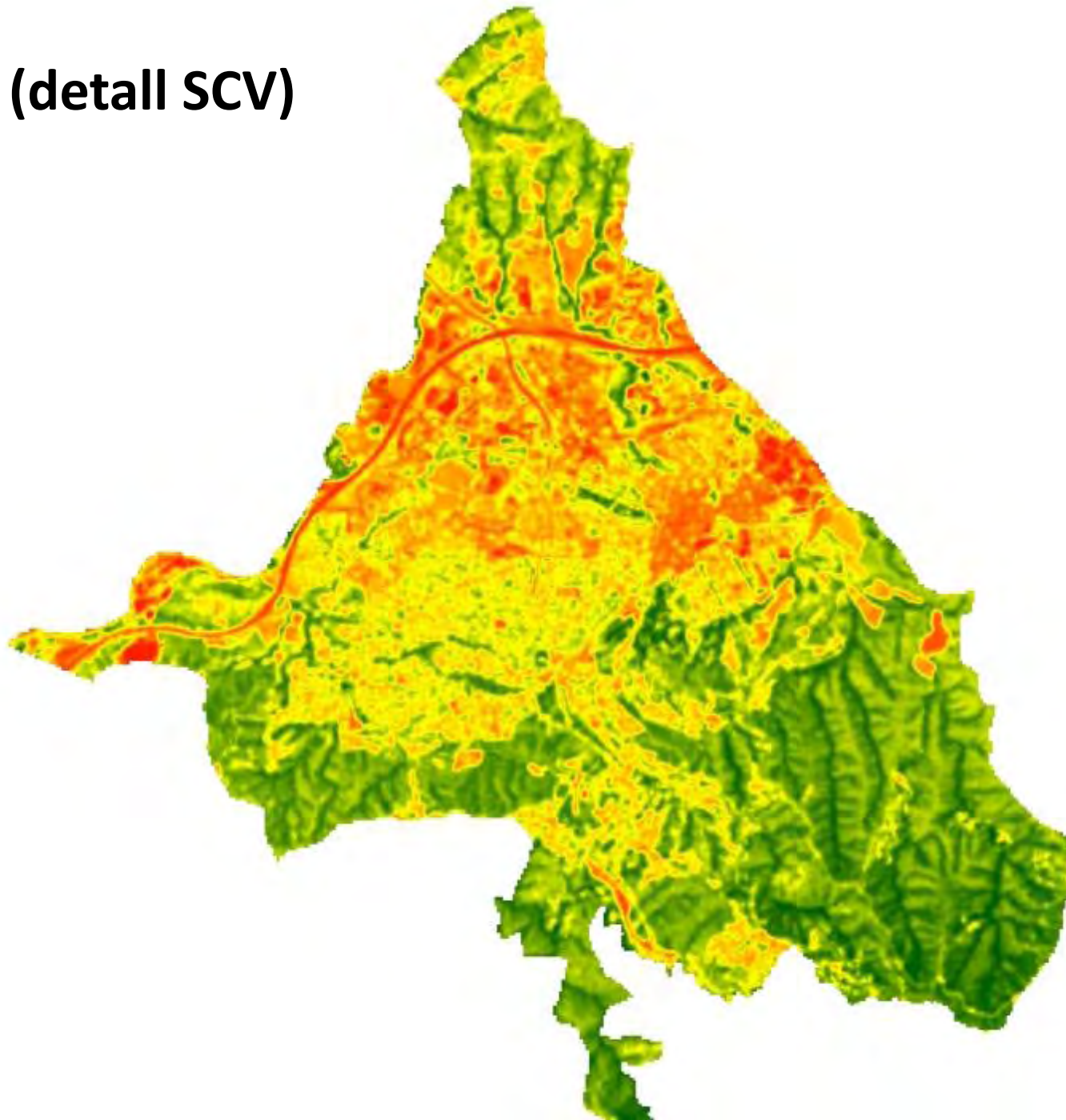
# At-sensor brightness temperature



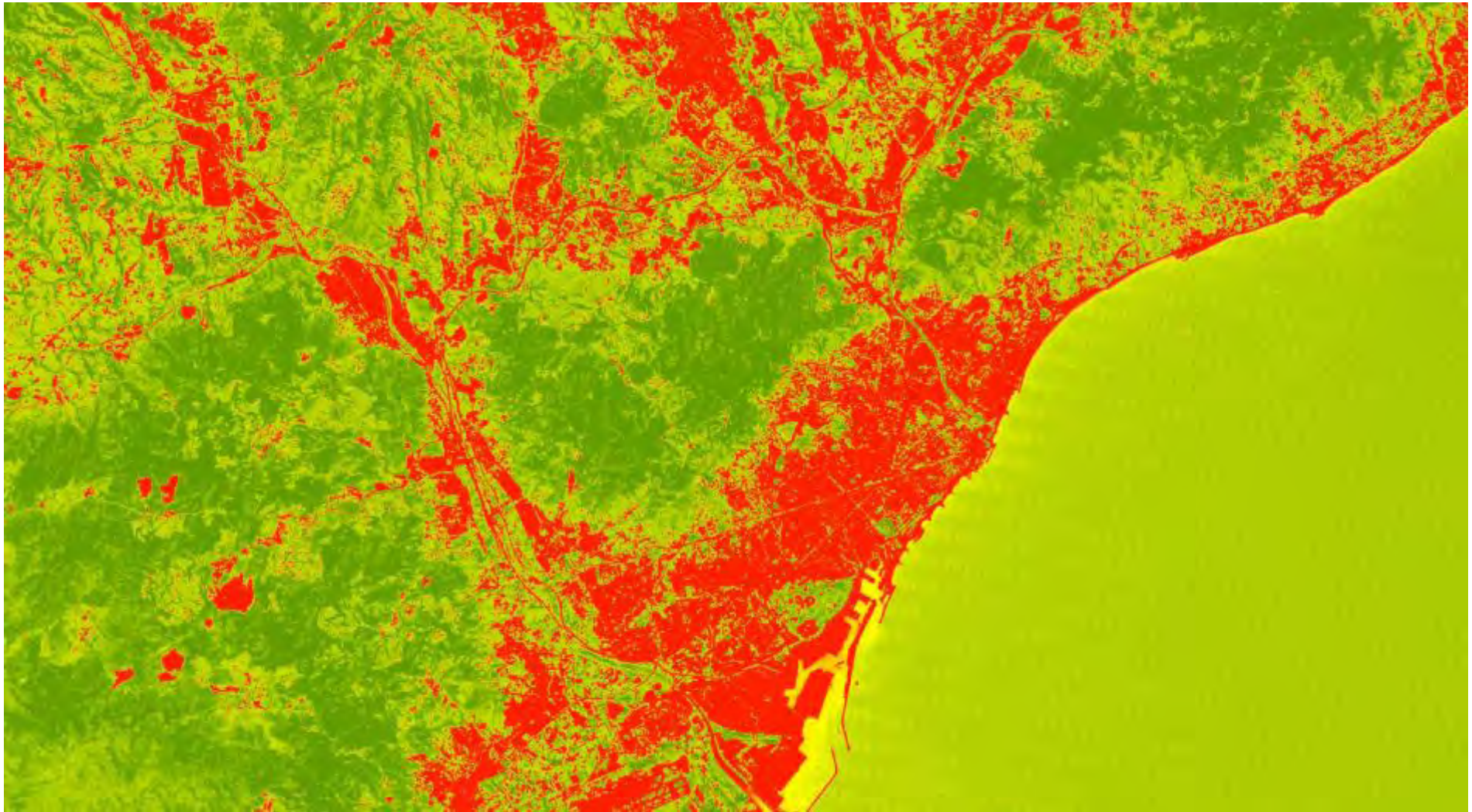
# NDVI



# NDVI (detail SCV)

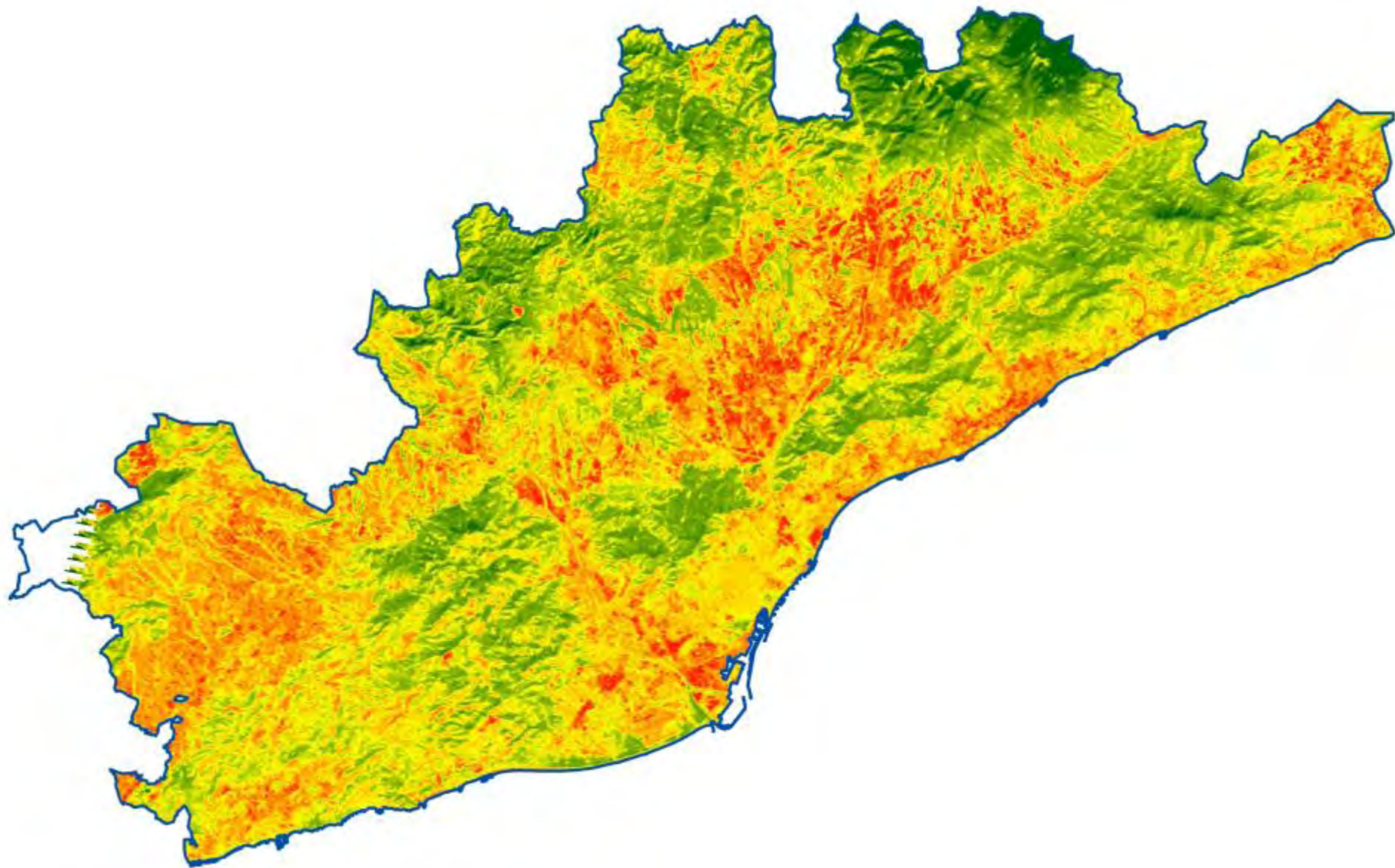


# Emissivitat

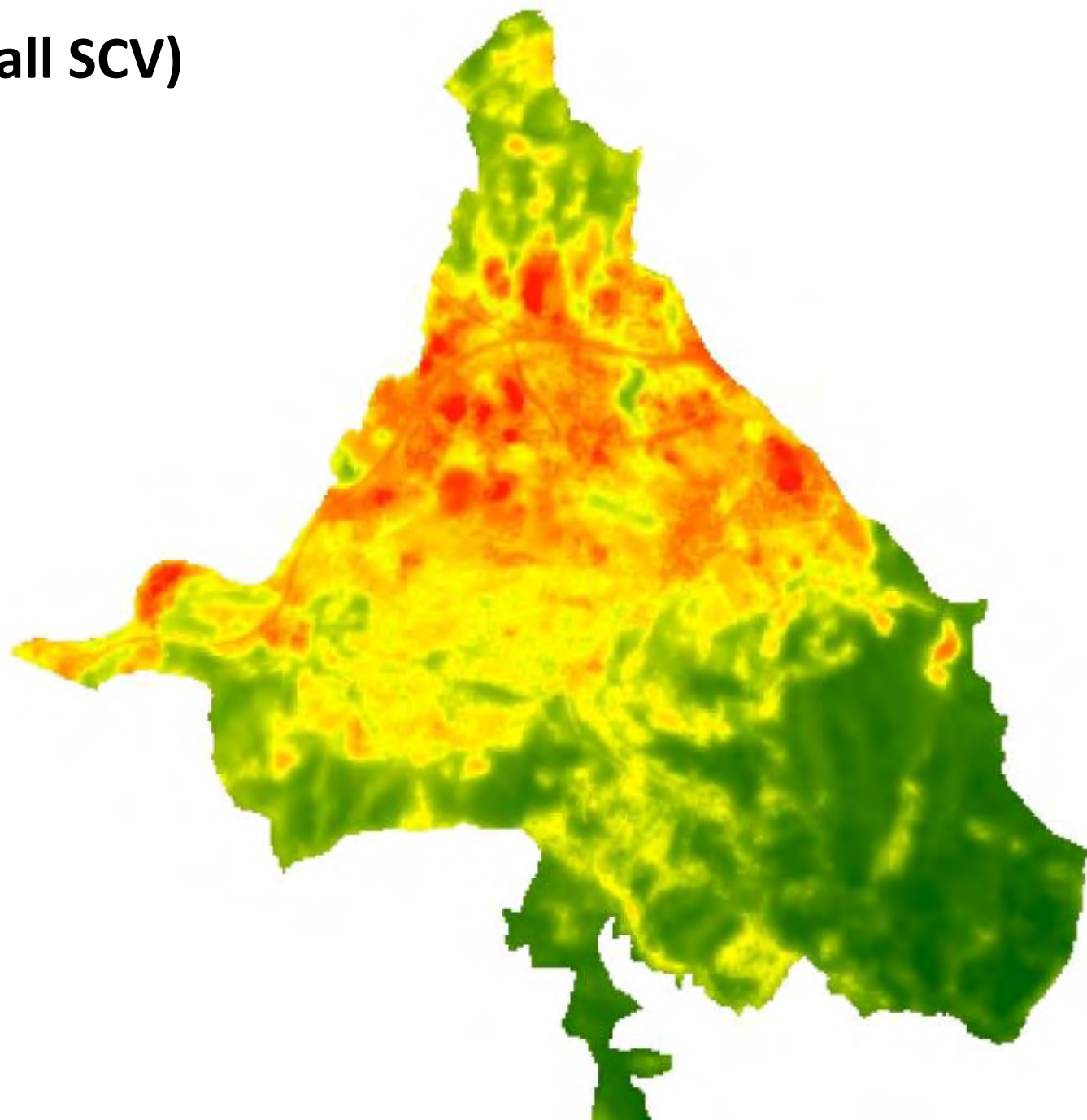




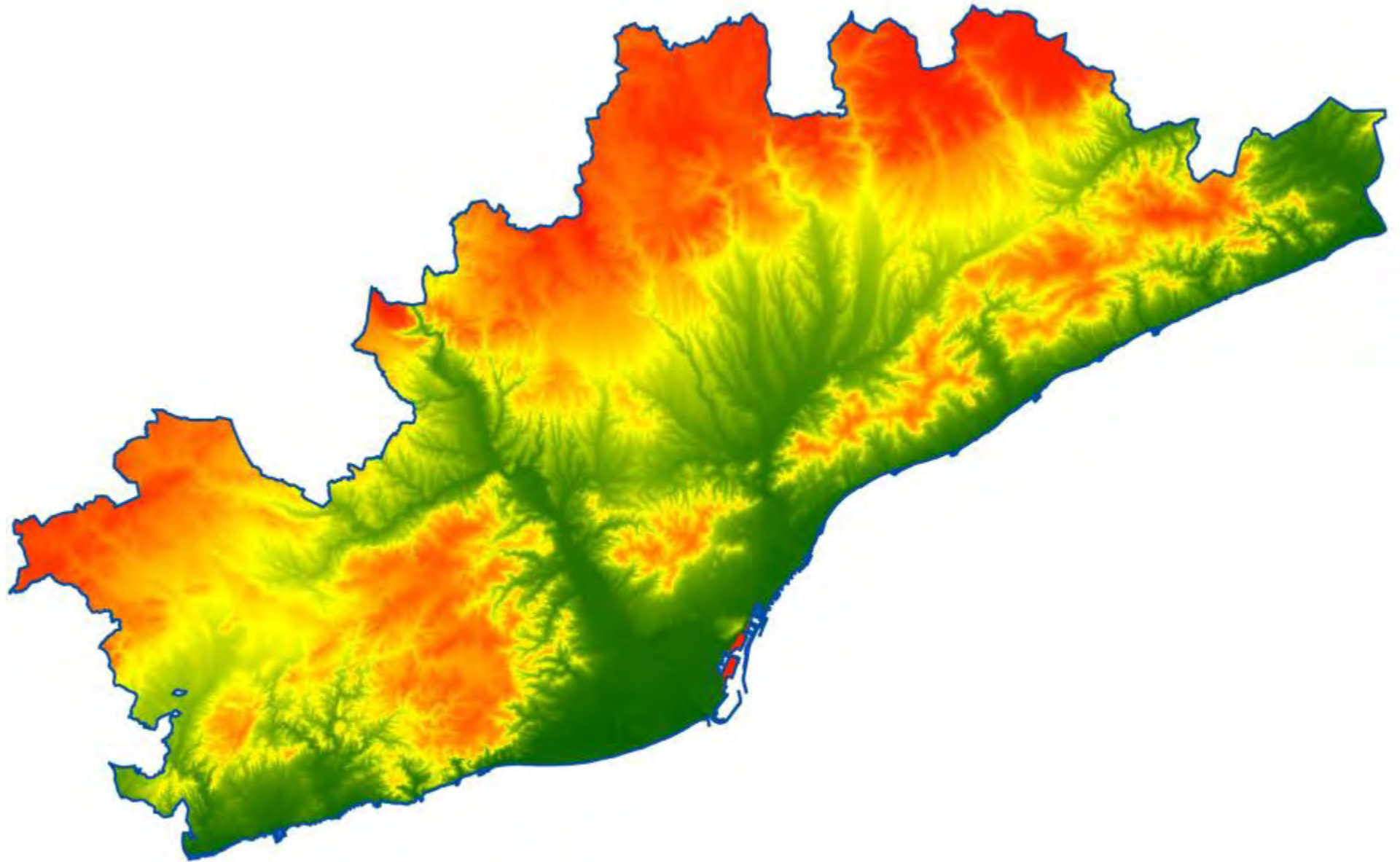
LST



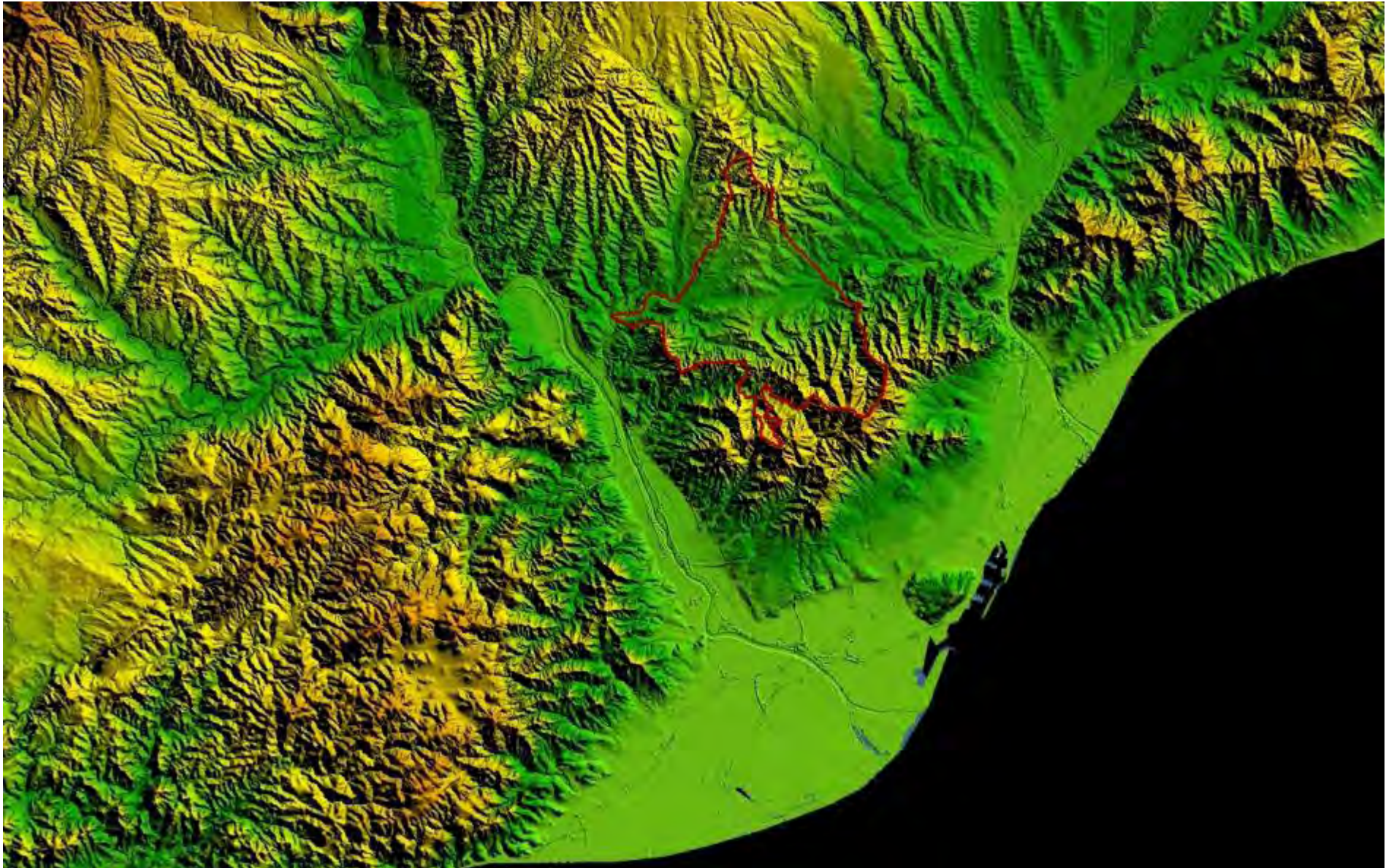
**LST (detail SCV)**



**DTM**



## DTM: Sant Cugat

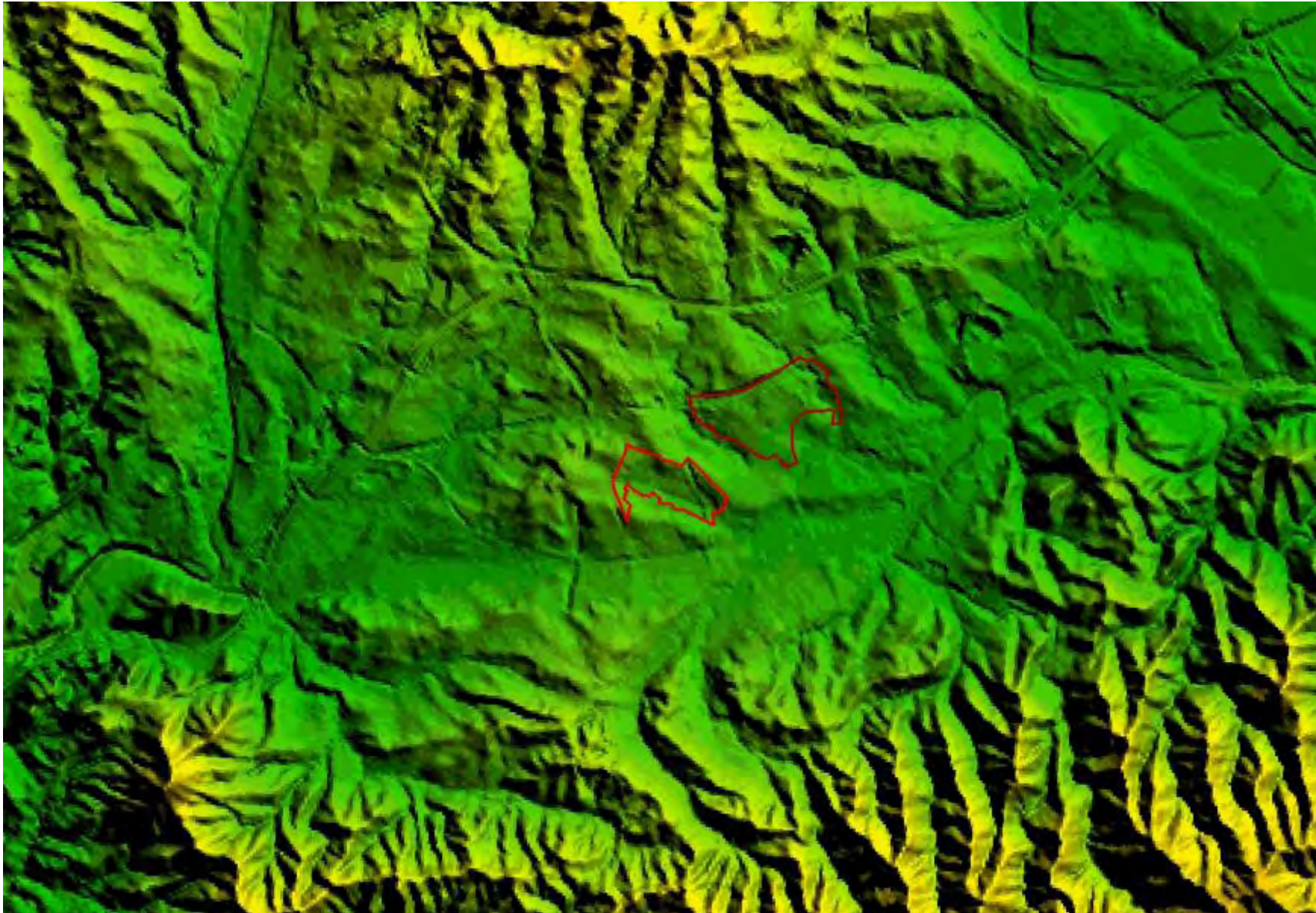


# Casos d'estudi

- Els casos d'estudi seran els àmbits de planejament derivat de Parc Central i Coll Favà, situats ambdós en el municipi de Sant Cugat del Vallés



## DTM: Àmbits d'Estudi



# Dades de partida



# Parc Central

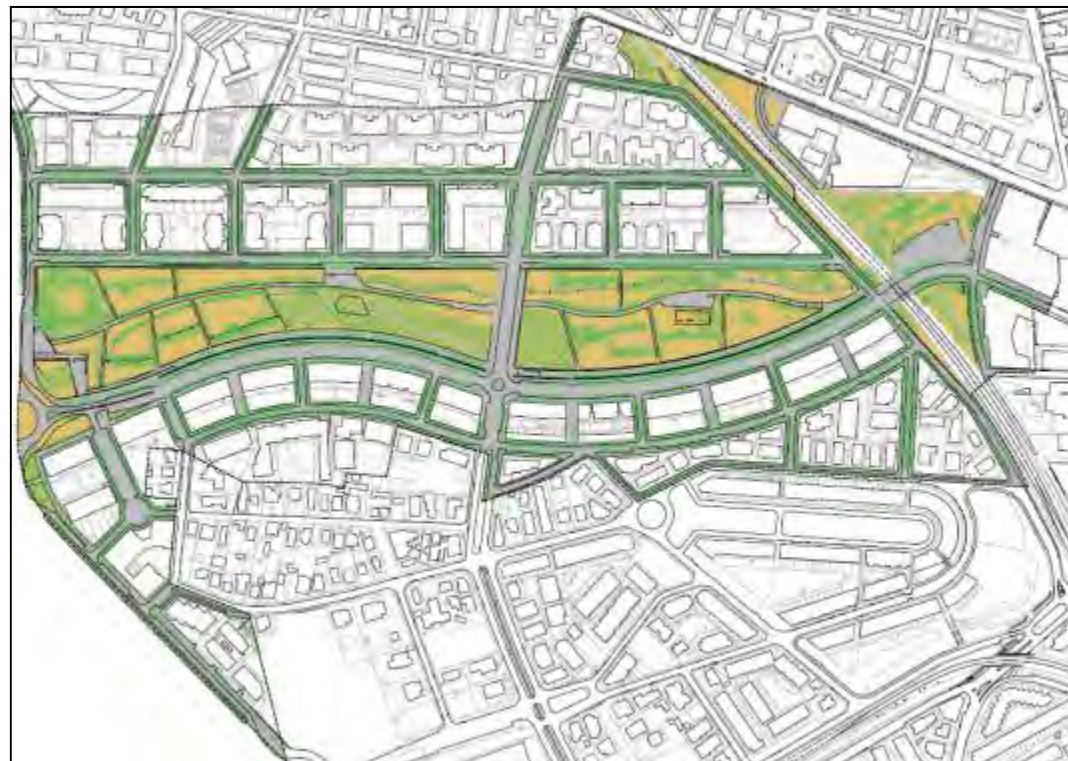
L'àmbit té un superfície de 32,47 Ha, amb una superfície edificada privada de 277.447 m<sup>2</sup>st, el que representa una edificabilitat bruta de **0,85 m<sup>2</sup>st/ m<sup>2</sup>s**

La superfície de sòl públic (sistemes) abasta 192.449 m<sup>2</sup>s, un 59,27% de l'àmbit

La superfície de l'espai obert abasta un total de 173.248 m<sup>2</sup>s, un 53,36%

D'aquesta superfície es permeable un 37,26%

La zona verda sobre rasant d'usuari es de 74.547 m<sup>2</sup>s, mentre que la zona verda per sota la rasant d'usuari es de 64.146



Font: Batlle i Roig Arquitectes



## Coll Favà

L'àmbit té una superfície de 56,79 Ha, amb una superfície edificada privada de 348.900 m<sup>2</sup>st, el que representa una edificabilitat bruta de **0,61 m<sup>2</sup>st/ m<sup>2</sup>s**

La superfície de sòl públic (sistemes) abasta 374.029 m<sup>2</sup>s, un 65,87% de l'àmbit

La superfície de l'espai obert abasta un total de 336.213 m<sup>2</sup>s, un 59,21%, essent permeable un 53,99% de la mateixa

La zona verda sobre rasant d'usuari es de 64.878 m<sup>2</sup>s, mentre que la zona verda per sota la rasant d'usuari es de 176.856 m<sup>2</sup>s



Font: Batlle i Roig Arquitectes

# Casos d'estudi: Comparació

La comparació entre ambdós àmbits de planejament atorga, per regla general, una millor avaluació dels paràmetres urbanístics clàssics a Coll Favà

Així, l'edificabilitat de Coll Favà (0,61) es més baixa que en Parc Central (0,85)

El sòl públic (sistemes) ocupa un major % de l'àmbit (65,87% respecte 59,27%)

El percentatge d'espai obert (vials + zones verdes) es també més elevat a Coll Favà (59,21%) que a Parc Central (53,36%)

I també el percentatge de sòl permeable (53,99% respecte 37,26%)

Així doncs, la gran majoria d'indicadors semblen suggerir un millor comportament climàtic de **Coll Favà: menor edificabilitat, més gran proporció d'espai públic**, especialment espai obert, i un nivell de **permeabilitat del sòl més elevada**. Només un indicador, **la ràtio entre superfície verda sobre rasant /sota rasant de l'usuari, atorga primacia a Parc Central**.

	Superfície	Sòl Públic	Sòl Privat	% Públic	Sup. Construïda	Edif. Bruta	Edif. Neta
<b>Parc Central</b>	324.696	192.449	132.247	0,5927	277.447	0,8545	2,0979
<b>Coll Favà</b>	567.861	374.029	193.832	0,6587	348.900	0,6144	1,8000

	Espai Obert	% Espai Obert	Permeable	Impervious	% Permeable	Sup. Verda sobre rasant	Sup. Verda sota rasant	Ratio
<b>Parc Central</b>	173.248	0,5336	64.546	108.702	0,3726	74.547	64.146	1,1621
<b>Coll Favà</b>	336.213	0,5921	181.512	154.701	0,5399	64.878	176.856	0,3668

# Informació de Camp

Quant a la informació de camp dirigida a l'obtenció de la LST i la LSAT mitjançant mesures "in situ" s'han realitzat sis recorreguts (en horari diürn i nocturn) el qual ha permès recollir les mesures que es detallen a continuació:

- 1. Parc Central Nit (nit del 2 al 3/09/16).** Es varen prendre 19 imatges tèrmiques i 4 vídeos, així com 20 mesures de paràmetres climàtics d'aire
- 2. Parc Central Dia (mig dia, 3/09/16):** 63 imatges tèrmiques i 20 vídeos, a més de 12 mesures atmosfèriques
- 3. Coll Favà Dia (mig dia, del 3 i 4/9/16):** 31 imatges tèrmiques i 13 vídeos, així com 12 mesures atmosfèriques
- 4. 53 imatges tèrmiques i 16 vídeos del mateix tipus, mes 2 mesuColl Favà Nit (nit del 4/9/16):** res atmosfèriques

## Equipament utilitzat:



Respecte a la toma de mesures in situ, els instruments utilitzats han estat:

- Càmera termogràfica Flir E60 per a la toma de temperatures de superfície



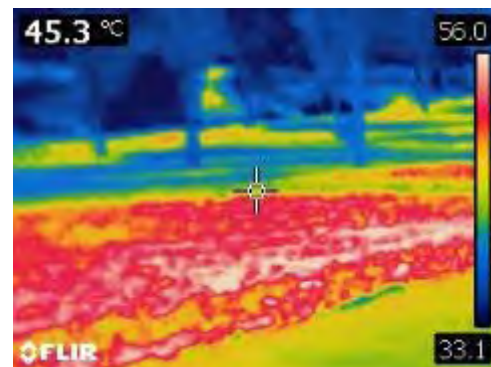
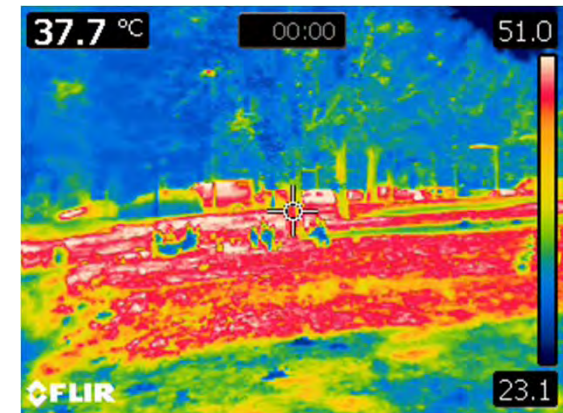
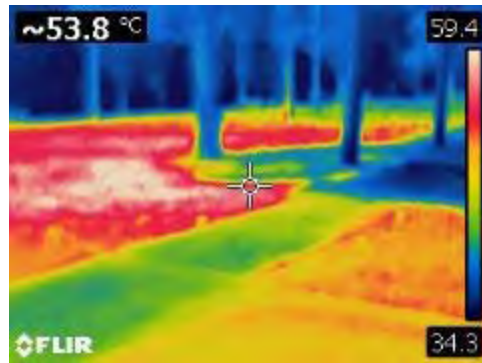
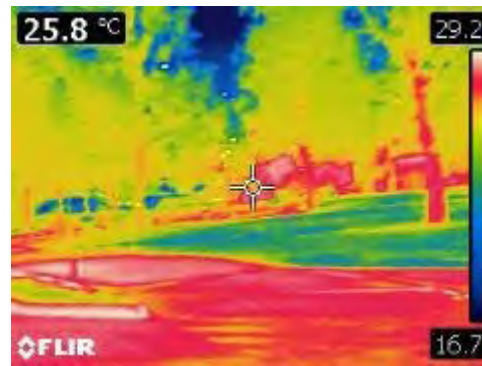
- Skywatch Windoo per mesurar la temperatura de l'aire, humitat relativa i velocitat del vent.

# Informació de Camp: LST Coll Favà

The screenshot displays the FLIR Tools software interface. The main window is titled "Biblioteca" and shows a grid of thermal images. The left sidebar contains navigation options for "FLIR", "Imatges Coll Favà", "Dia", "Nit", "Imatges Parr. Central", "Dia", "Nit", "2016", and "Informes". The main area shows a grid of thermal images with filenames such as FLIR0220.jpg, FLIR0221.jpg, FLIR0222.jpg, FLIR0223.jpg, FLIR0224.mp4, FLIR0225.mp4, FLIR0226.jpg, FLIR0227.jpg, FLIR0228.jpg, FLIR0229.jpg, FLIR0230.jpg, FLIR0231.jpg, FLIR0232.jpg, FLIR0233.jpg, FLIR0234.jpg, FLIR0235.jpg, FLIR0236.mp4, FLIR0237.jpg, FLIR0238.jpg, and FLIR0239.jpg. The right sidebar shows a detailed view of the selected image, FLIR0220.jpg, with a temperature range of ~36.8 °C to 54.8 °C and a minimum of 15.8 °C. Below the image, technical specifications are listed: Sp1, Emisividad 0,95, Temp. refl. 20 °C, and Modelo de cámara FLIR E60bs.

Parámetro	Valor
Sp1	36.8
Emisividad	0,95
Temp. refl.	20 °C
Modelo de cámara	FLIR E60bs

# Informació de Camp: Imatges Coll Favà



# Informació de Camp: LST Parc Central

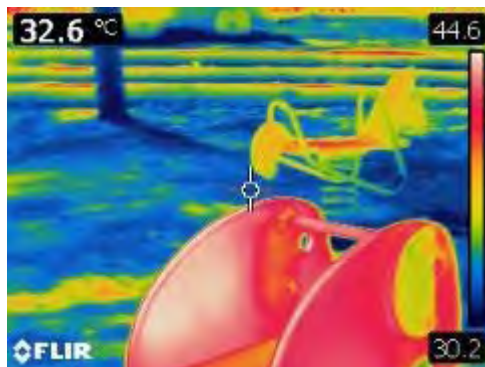
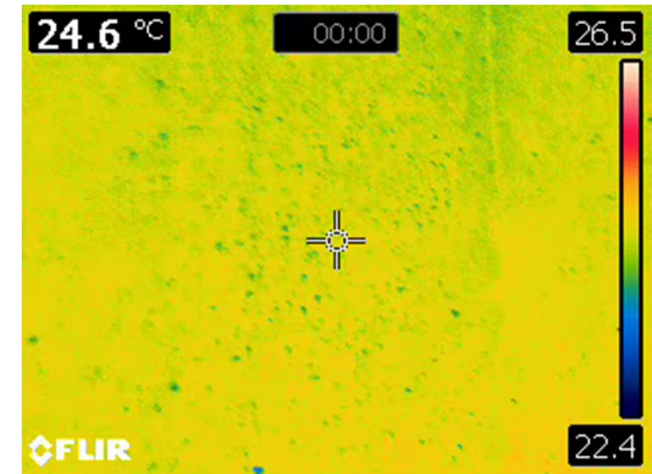
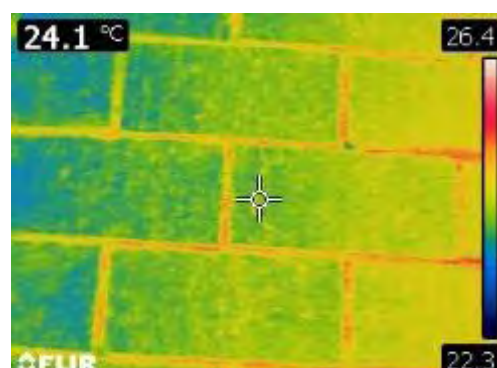
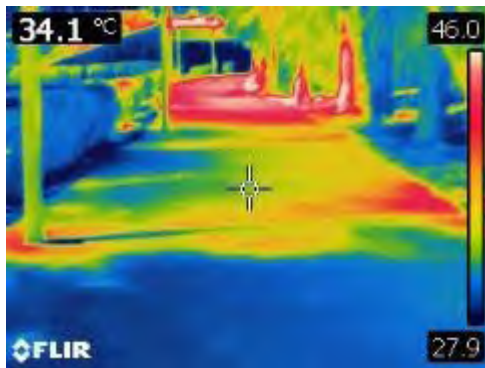
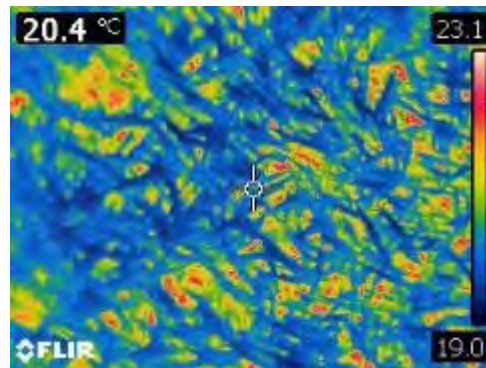
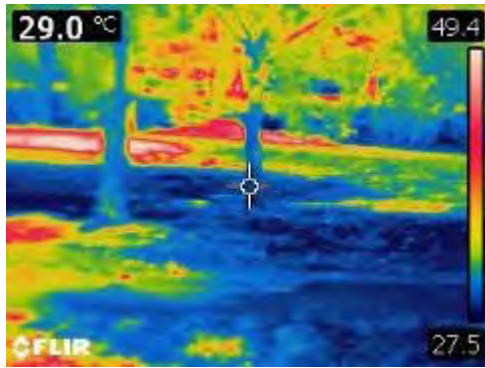
The screenshot displays the FLIR Tools software interface. The main window is titled "Biblioteca" and shows a grid of 20 thermal images, each labeled with a file name (e.g., FLIR0153.jpg, FLIR0154.mp4, etc.). A search bar at the top right contains the text "Buscar en biblioteca" and "FLIR0167.jpg". The date "03/09/2016 13:05:22" is also visible. On the left side, there is a navigation pane with folders like "FLIR", "Imatges CollFava", "Dia", "Nit", "Imatges Parc Central", "2016", and "Informes".

The right side of the interface shows a detailed view of the selected image, FLIR0167.jpg. This view includes a thermal image with a color scale ranging from 29.0 °C (blue) to 49.4 °C (red). Below the thermal image is a corresponding visible light image of the same scene, showing a grassy area with trees. Technical data for the selected image is displayed in a table below the images:

Sp1	29,0
Emissivitat	0,95
Temp. refl.	20 °C
Modelo de càmera	FLIR E60bs

At the bottom of the interface, it indicates "122 elements (1 seleccionado)".

# Informació de Camp: Imatges Parc Central





# Informació de Camp: Temperatura d'Aire

La informació de camp referida a mesures atmosfèriques ha estat la següent:

Dia	Hora	LSAT	Vent	Homitat
03/09/2016	1:02	26,1	0	56,60%
03/09/2016	1:04	25,9	0	57,80%
03/09/2016	1:05	25,9	0	57,70%
03/09/2016	1:07	26,4	0	57,30%
03/09/2016	1:08	26,1	0	57,00%
03/09/2016	1:11	26,4	0	57,50%
03/09/2016	1:13	26	0	58,60%
03/09/2016	1:14	25,5	0	60,00%
03/09/2016	1:16	25,3	0	61,20%
03/09/2016	1:16	25,2	0	60,90%
03/09/2016	1:18	25,4	0	60,60%
03/09/2016	1:26	26,5	0	57,40%
03/09/2016	1:27	26,3	0	55,70%
03/09/2016	1:28	25,9	0	57,00%
03/09/2016	1:29	26,1	0	59,20%
03/09/2016	1:30	25,9	0	57,10%
03/09/2016	1:34	25,4	0	59,60%
03/09/2016	1:35	25,3	0	59,70%
03/09/2016	1:37	25	0	61,00%
03/09/2016	1:38	25,1	0	60,60%

## Coll Favà

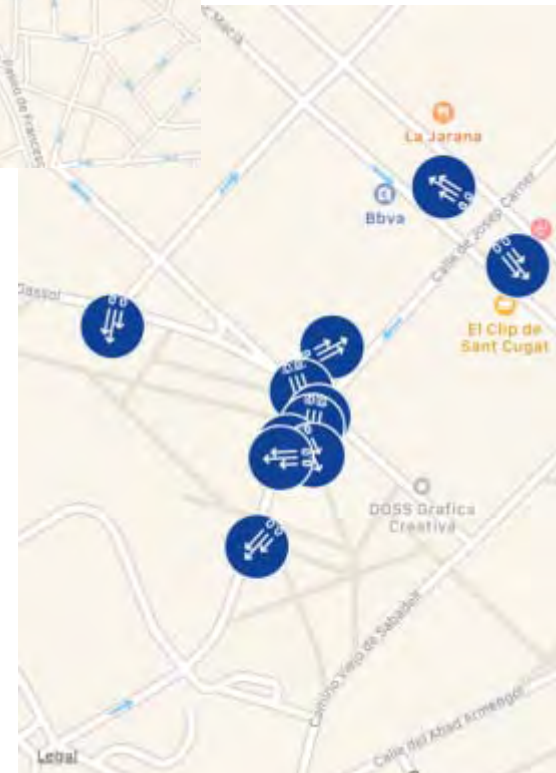
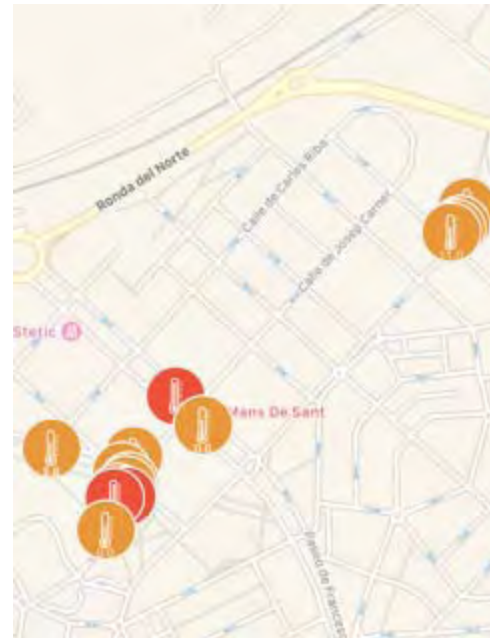
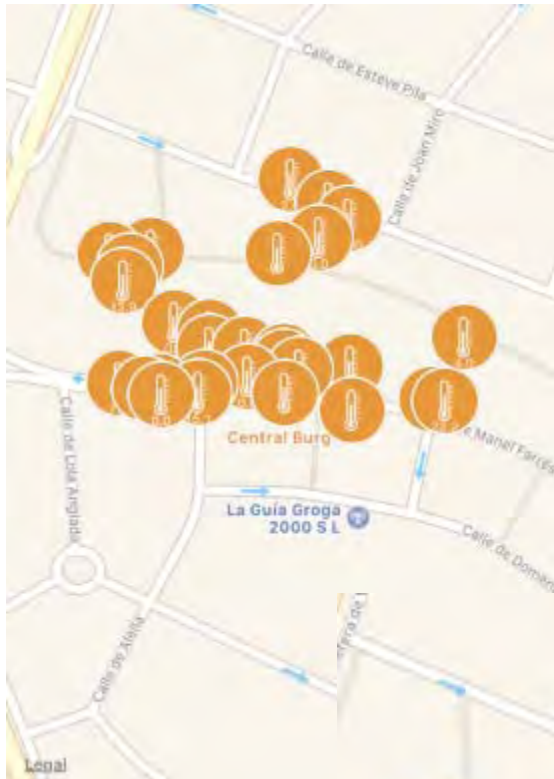
Dia	Hora	LSAT	Vent	Homitat
04/09/2016	1:15	27,5	0	59,20%
04/09/2016	1:45	26,6	0	60%

Dia	Hora	LSAT	Vent	Homitat
03/09/2016	12:09	30,4	0	45,70%
03/09/2016	12:20	30,8	0	42,90%
03/09/2016	12:22	31,2	0	42,70%
03/09/2016	12:33	33,1	0	38,10%
03/09/2016	12:34	33,6	0	37,60%
03/09/2016	12:43	33,5	0	36,40%
03/09/2016	12:50	33,9	0	37,30%
03/09/2016	13:00	33,6	0	37,40%
03/09/2016	13:10	33,6	0	38,10%
04/09/2016	13:38	34,6	0	38,50%
04/09/2016	13:41	36	0	33,80%
04/09/2016	13:42	33,6	0	38,80%

## Parc Central

Dia	Hora	LSAT	Vent	Homitat
01/09/2016	20:15	28,6	0	45,4
01/09/2016	20:23	27,5	4	46,8
01/09/2016	20:26	26,9	0	49,8
03/09/2016	13:46	37,5	0	30,70%
03/09/2016	13:58	38,1	0	32,40%
03/09/2016	14:12	37,3	5,6	32%
04/09/2016	13:55	37,2	7	30,50%
04/09/2016	13:58	38,9	4,7	29,60%
04/09/2016	14:00	39,2	0	29,30%
04/09/2016	14:03	38,3	0	29,40%
04/09/2016	14:18	37,9	8	29,60%
04/09/2016	14:20	39,4	4,2	27,90%

# Informació de Camp: LSAT





# Informació de Camp: Imatges Parc Central

**Windoo** Specifications Last Measurements ▾ Support Contact fr en ⚙

## Measurement details

⇒	<b>Windspeed</b>	0.0 m/s
	<b>Wind direction</b>	E - 85°
📏	<b>Instant temperature</b>	33.6 °C
	<b>Wind chill temperature</b>	33.6 °C
💧	<b>Instant humidity</b>	38.8 %RH
	<b>Dew point</b>	17.6 °C
⬆️⬆️	<b>Instant pressure</b>	1,002.6 hpa
	<b>Altitude (GPS)</b>	149.6 m
i	<b>Nickname</b>	Smaragd
	<b>Date</b>	2016-09-04 13:42:42 (GMT+02)



# Informació de Camp: Imatges Parc Central

## Measurement details

☰	Windspeed	0.0 m/s
	Wind direction	WNW - 295°
🌡️	Instant temperature	33.9 °C
	Wind chill temperature	33.9 °C
💧	Instant humidity	37.3 %RH
	Dew point	17.3 °C
⬆️	Instant pressure	1,004.5 hpa
	Altitude (GPS)	140.2 m
i	Date	2016-09-03 12:50:31 (GMT+02)



# Informació de Camp: Imatges Coll Favà

## Measurement details

☰	<b>Windspeed</b>	1.1 m/s
	<b>Wind direction</b>	NNW - 329°
🌡️	<b>Instant temperature</b>	27.5 °C
	<b>Wind chill temperature</b>	27.5 °C
💧	<b>Instant humidity</b>	46.8 %RH
	<b>Dew point</b>	15.1 °C
⬆️	<b>Instant pressure</b>	1,007.7 hpa
	<b>Altitude (GPS)</b>	122.3 m
i	<b>Nickname</b>	<a href="#">Smaragd</a>
	<b>Date</b>	2016-09-01 20:23:23 (GMT+02)

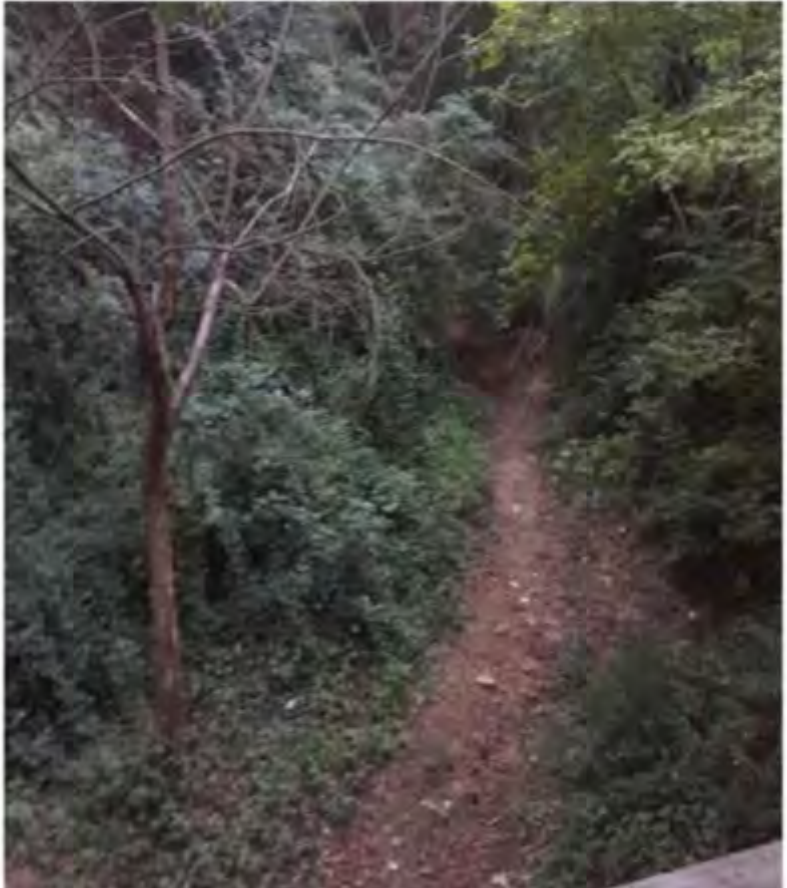



# Informació de Camp: Imatges Coll Favà

**Windoo** Specifications Last Measurements+ Support Contact fr en

## Measurement details

⇒	Windspeed	0.0 m/s
	Wind direction	ESE - 122°
🌡️	Instant temperature	26.9 °C
	Wind chill temperature	26.9 °C
💧	Instant humidity	49.8 %RH
	Dew point	15.6 °C
⬆️	Instant pressure	1,008.7 hpa
	Altitude (GPS)	117.5 m
i	Nickname	<a href="#">Smaragd</a>
	Date	2016-09-01 20:26:29 (GMT+02)





# Informació de Camp: Imatges Coll Favà

**Windoo** Specifications Last Measurements+ Support Contact en

## Measurement details

⇒	Windspeed	0,0 m/s
	Wind direction	N - 11 °
🌡️	Instant temperature	38,1 °C
	Wind chill temperature	38,1 °C
💧	Instant humidity	32,4 %RH
	Dew point	18,7 °C
⬆️	Instant pressure	1,005,3 hpa
	Altitude (GPS)	133,3 m
i	Date	2016-09-03 13:58:35 (GMT+02)



# Anàlisi de l'estructura del verd urbà

Per a una superfície de parc urbà entre 5 i 10 Ha, compostat principalment d'arbres i gespa l'Abast Tèrmic és d'entre 150 i 200 m i pot arribar a tenir un efecte de refredament de fins a 2 o 4 graus durant la nit.

A més de la superfície del parc, la **canopia o dosel arbori** es un factor clau pel **bó funcionament del parc**, ja que la canopia regula la temperatura de l'espai per sota del mateix.





# Diferències en l'estructura del verd urbà



Podem afirmar que, si bé la superfície del parc urbà Parc Central de 6,9 Ha (repartida en 10 polígons gairebé continus), és menor a la suma de les diferents zones que poden actuar com a parc urbà a la urbanització de Coll Favà, 19,05 Ha (repartides en 23 polígons dispersos en l'àmbit), Parc Central és potencialment susceptible de tenir un abast tèrmic més gran degut a la major compacitat i concentració del parc

Parc Central té un millor microclima degut a la major densitat del seu dosel arbori, a diferència del de Coll Favà, molt més pobre i despullat.

LLEGENDA

- PLATANER (*Platanus occidentalis*)
- BOSC AMB PI (*Pinus pinaster*)
- ALZINA (*Quercus ilex*)
- MARFULL (*Viburnum tinus*)
- AURIÓ (*Acer negundo*)
- BOSQUETÓ DE PI BLANC (*Pinus halepensis*)
- ALZINA (*Quercus ilex*)
- AURIÓ (*Acer negundo*)
- ROURE (*Quercus robur*)
- XIPRER (*Cupressus sempervirens*)
- ALBER (*Populus alba pyramidalis*)
- POLLANCRE (*Populus nigra italica*)
- CIRERER DEL JAPÓ (*Prunus serrulata*)
- TILER ARGENTAT (*Tilia tomentosa*)
- ROBINIER (*Robinia pseudoacacia pyramidalis*)
- ARBRE DE L'AMOR (*Cercis siliquastrum*)
- PITOSPORUM (*Pittosporum heterophyllum*)
- AURIÓ BLANC (*Acer saccharinum*)
- ACÀCIA DE LES TRES ESPINES (*Gleditzia triacanthos*)
- FIGUERA DEL CAUTXÚ (*Ficus elastica*)
- MELIÀ (*Melia azadirach*)
- PRUNUS (*Prunus Cerasifera Nigra*)
- TIPUANA (*Tipuania Tipu*)
- LLEDONER (*Celtis Australis*)
- ACÀCIA DEL JAPÓ (*Styphnolobium japonicum*)
- XIPRER FALS (*Chamaecyparis*)



- PLATANER (*Platanus occidentalis*)
- BOSC AMB PI (*Pinus pinaster*)
- ALZINA (*Quercus ilex*)
- XIPRER (*Cupressus sempervirens*)
- ALBER (*Populus alba pyramidalis*)
- POLLANCRE (*Populus nigra italica*)
- CIRERER DEL JAPÓ (*Prunus serrulata*)
- TILER ARGENTAT (*Tilia tomentosa*)
- ROBINIER (*Robinia pseudoacacia pyramidalis*)
- ARBRE DE L'AMOR (*Cercis siliquastrum*)
- PITOSPORUM (*Pittosporum heterophyllum*)
- AURIÓ BLANC (*Acer saccharinum*)
- ACÀCIA DE LES TRES ESPINES (*Gleditzia triacanthos*)
- FIGUERA DEL CAUTXÚ (*Ficus elastica*)
- MELIÀ (*Melia azadirach*)
- PRUNUS (*Prunus Cerasifera Nigra*)
- TIPUANA (*Tipuania Tipu*)
- LLEDONER (*Celtis Australis*)
- ACÀCIA DEL JAPÓ (*Styphnolobium japonicum*)
- XIPRER FALS (*Chamaecyparis*)
- 7



Diferències en l'estructura del verd urbà

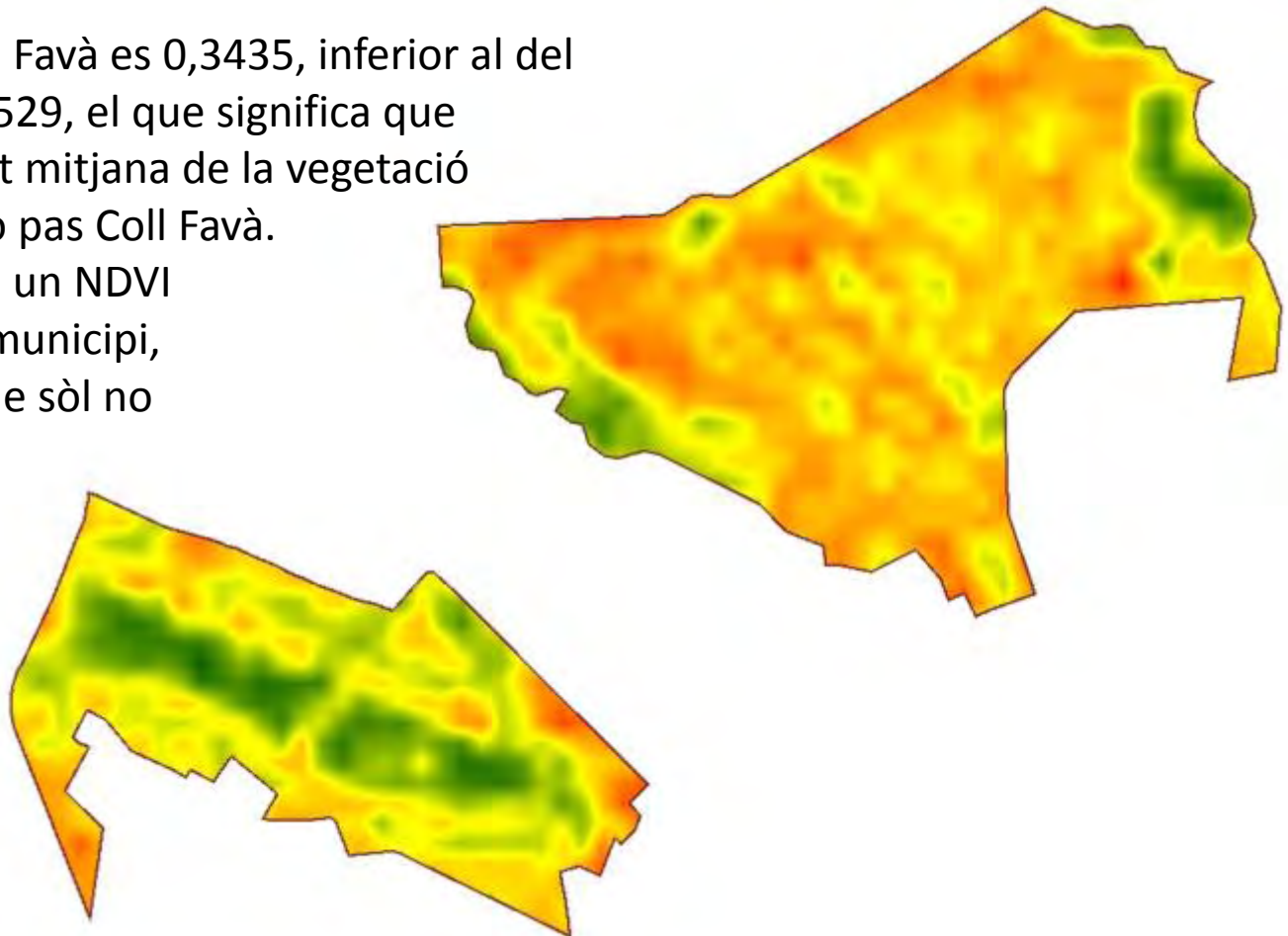
**Resultats, conclusions i reflexions**

# 1.- Anàlisi de les imatges LANDSAT 8: NDVI

L'anàlisi de l'NDVI denota una estructura molt distinta entre Coll Favà i Parc Central. Mentre que en el primer les zones de vegetació més intensiva són marginals, ocupant els límits perimetrals est i oest de l'àmbit, Parc Central destaca per una abundant vegetació en l'eix nuclear de l'actuació

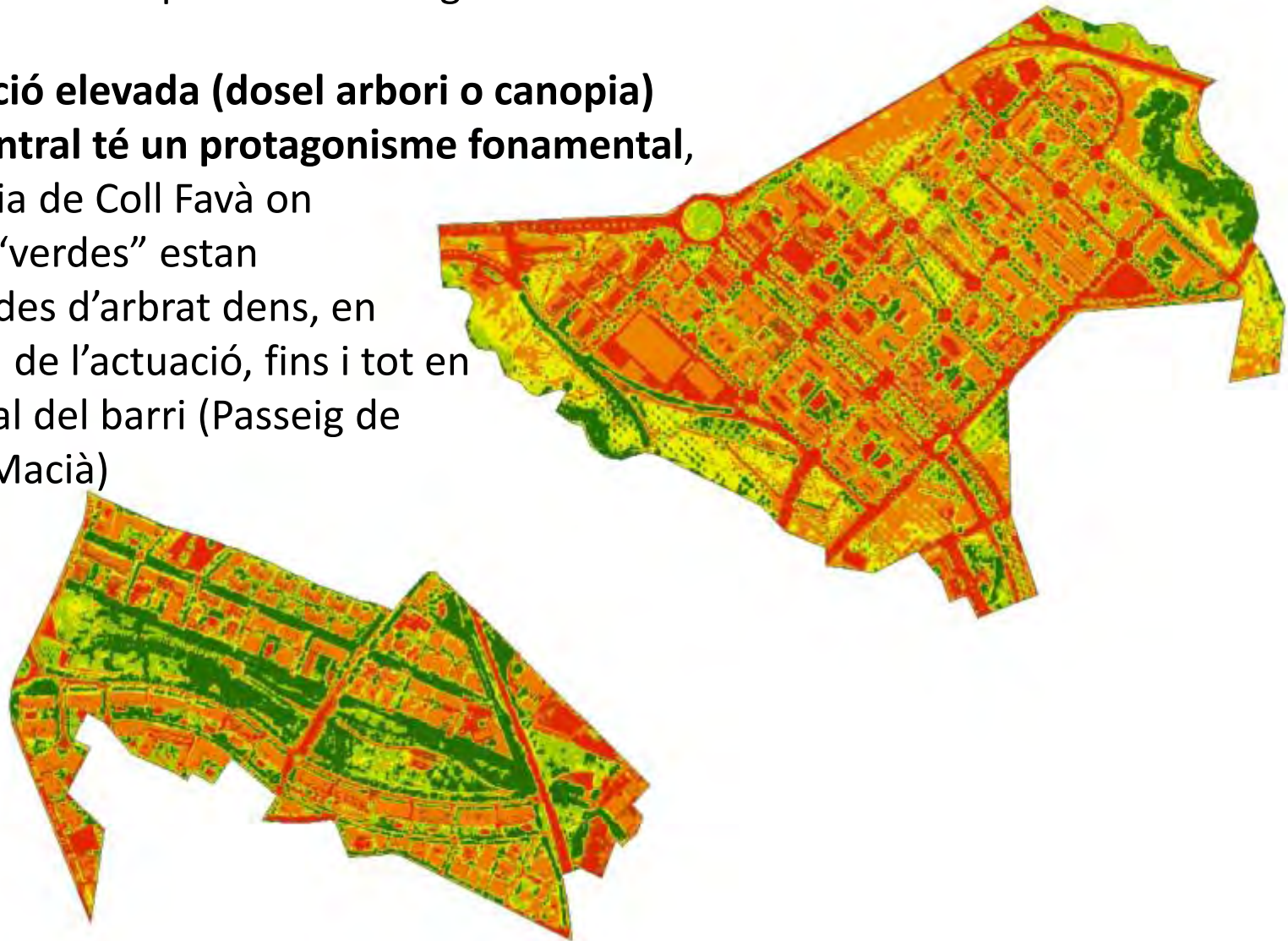
La mitjana del NDVI de Coll Favà es 0,3435, inferior al del Parc Central, que es de 0,4529, el que significa que aquest últim té una qualitat mitjana de la vegetació acusadament millor que no pas Coll Favà. De fet Parc Central observa un NDVI molt proper a mitjana del municipi, el qual té gairebé un 50% de sòl no urbanitzable (Collserola)

La gran diferència entre Coll Favà i Parc Central es la qualitat de la vegetació, a més de la diferent configuració de les zones verdes



# 1.- Anàlisi de les imatges: NDVI

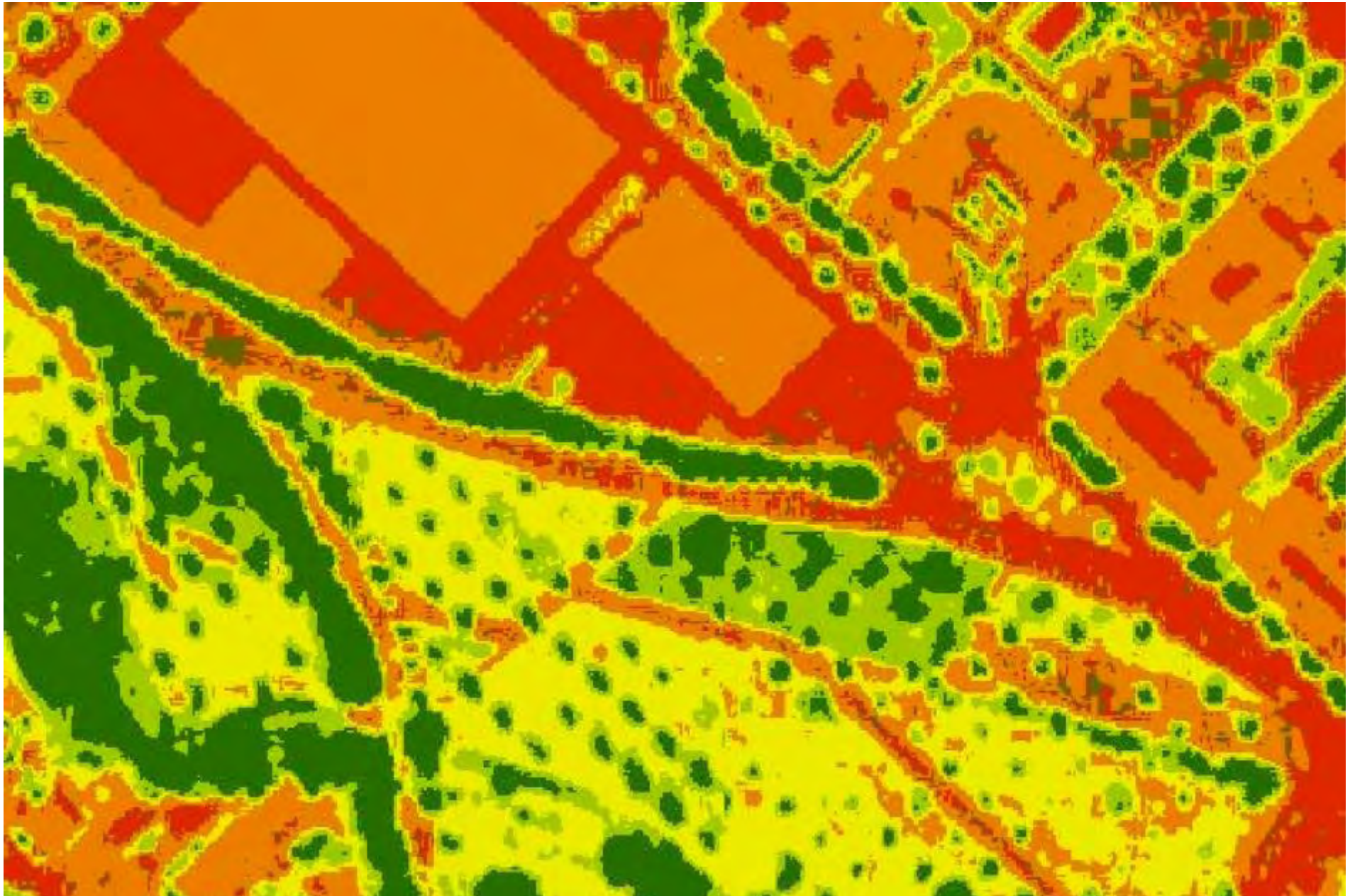
- L'anàlisi de l'NDVI a escala de detall (ICC) confirma (a escala visual) la molt diferenciada qualitat de la vegetació a ambdós àmbits
- **La vegetació elevada (dosel arbori o canopia) al Parc Central té un protagonisme fonamental,** a diferència de Coll Favà on les zones "verdes" estan desproveïdes d'arbrat dens, en bona part de l'actuació, fins i tot en l'eix central del barri (Passeig de Francesc Macià)



# 1.- Anàlisi de les imatges: NDVI Coll Favà



# 1.- Anàlisi de les imatges: NDVI Coll Favà

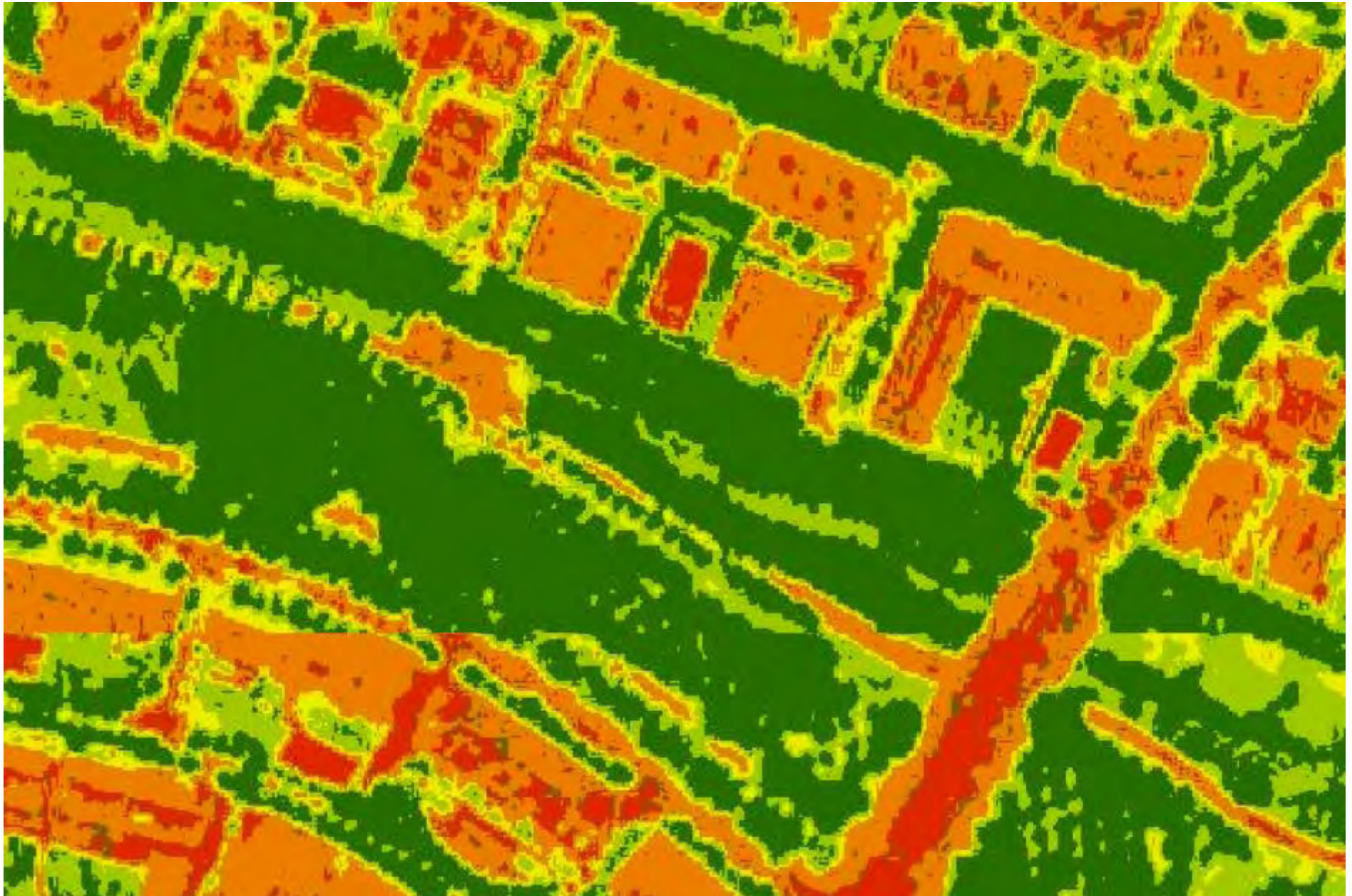


# 1.- Anàlisi de les imatges: NDVI Parc Central





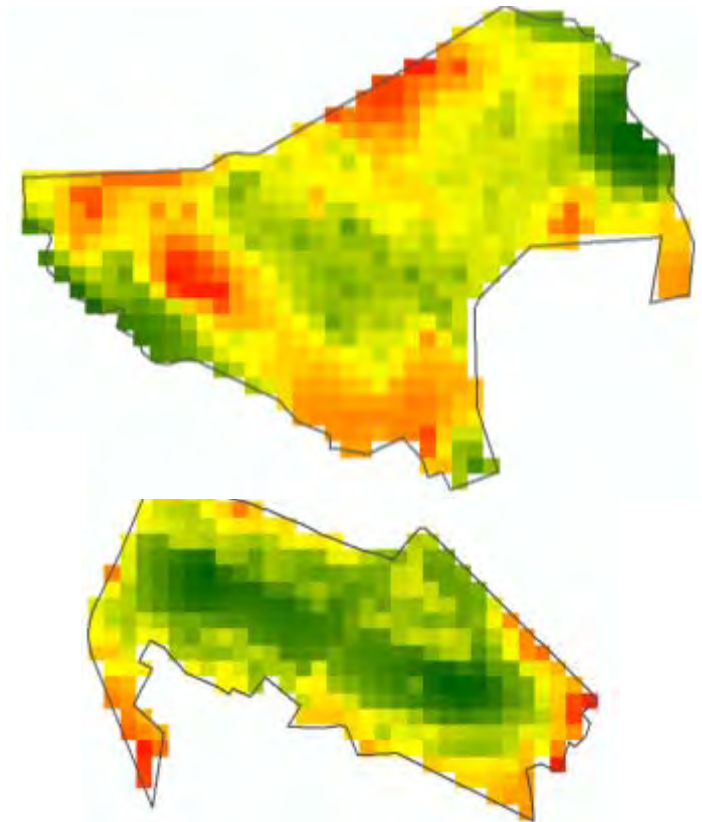
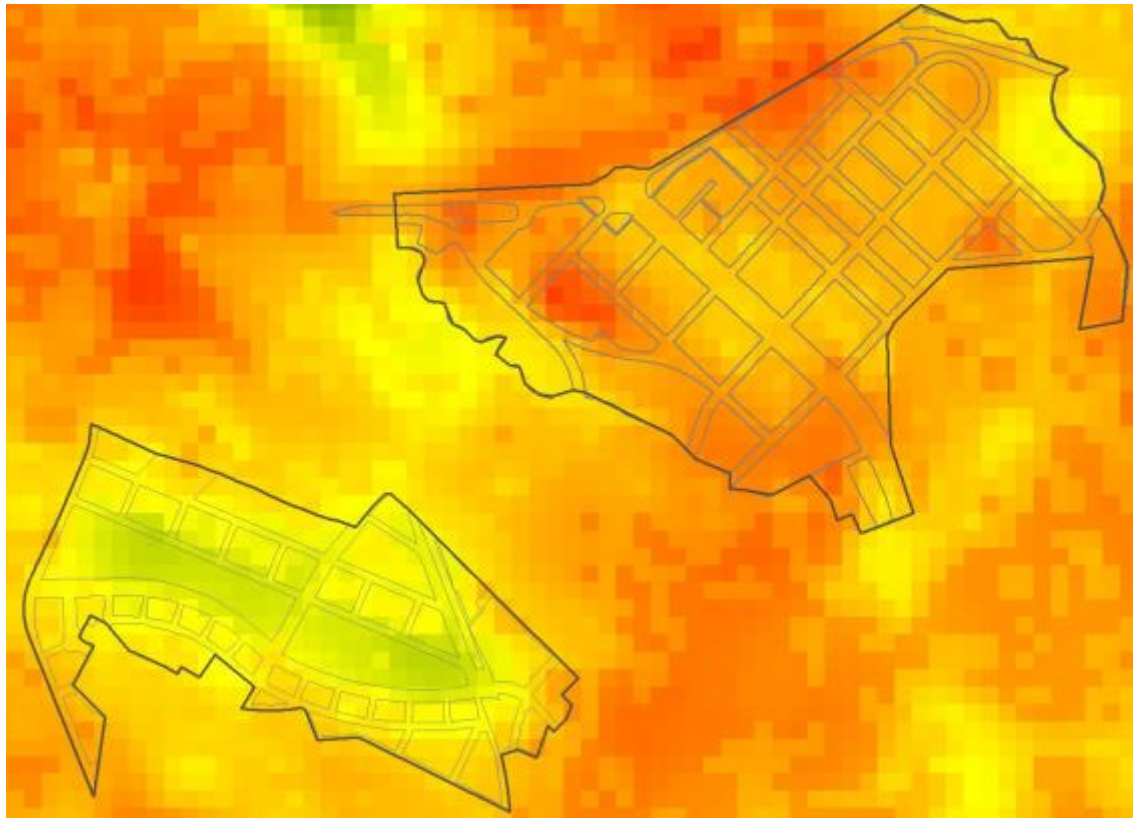
# 1.- Anàlisi de les imatges: NDVI Parc Central



# 1.- LST (LANDSAT)

L'anàlisi de la LST obtinguda per mitjà de la imatge de LANDSAT 8, demostra el millor comportament climàtic del **Parc Central**, amb una mitjana de **32,65° Celsius** front a **Coll Favà**, amb una LST mitja de **35,54°**

**La diferència de quasi 3 graus es molt significativa a escala intra-urbana**, i no sembla pugui ser resultat de factors geogràfics diferencials, donada la proximitat entre ambdós àmbits



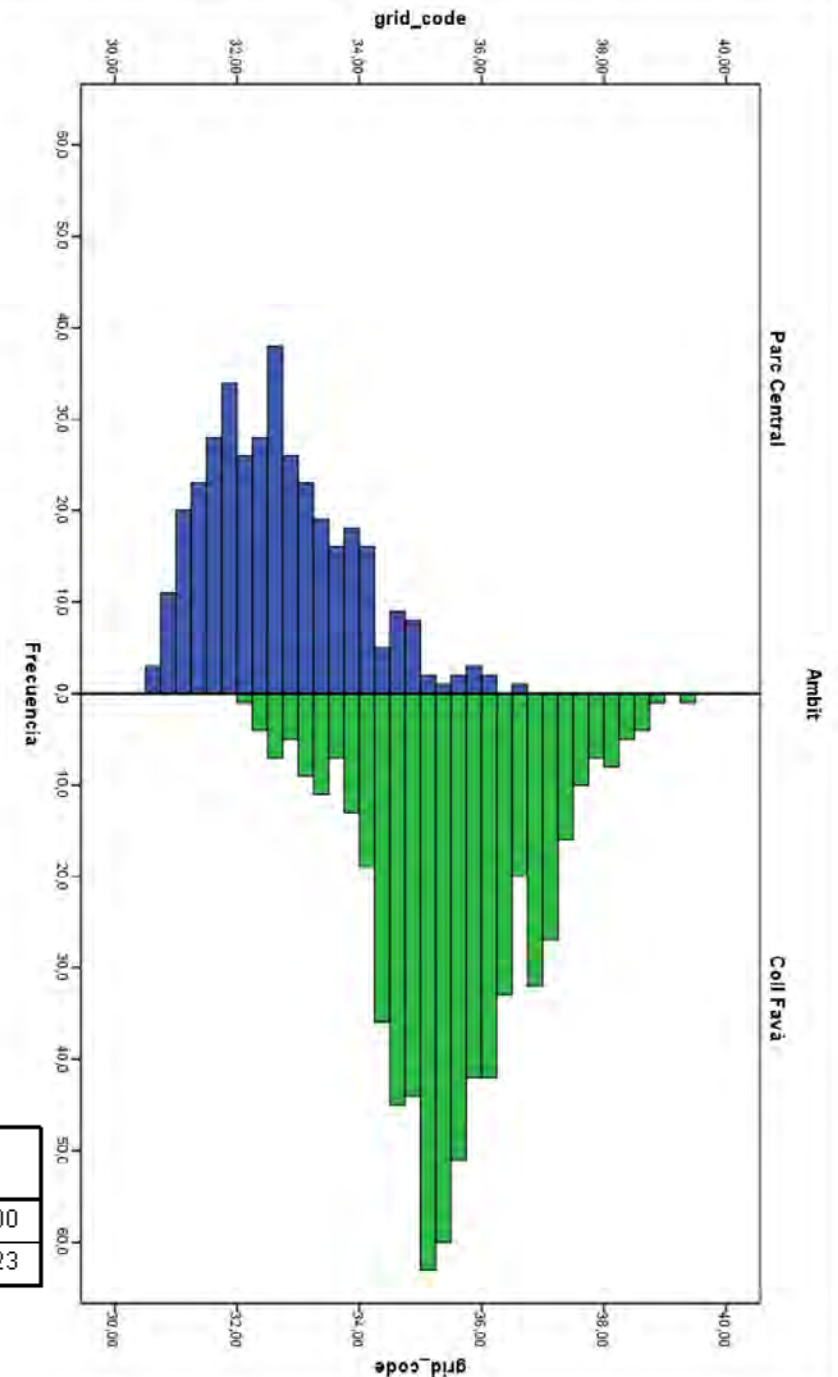
# 1.- LST (LANDSAT)

- L’histograma de les temperatures de Parc Central i Coll Favà confirmen el diferent comportament climàtic d’ambdós àmbits
- La distribució de la LST al Parc Central està clarament escorat cap a l’esquerra, es a dir cap a temperatures més baixes
- En canvi, Coll Favà mostra una clara estructura escorada cap a la dreta
- L’anàlisi de tant de les mitjanes “robustes” (32,53 PC i 35,44 CF) com de les medianes (32,55 i 35,48

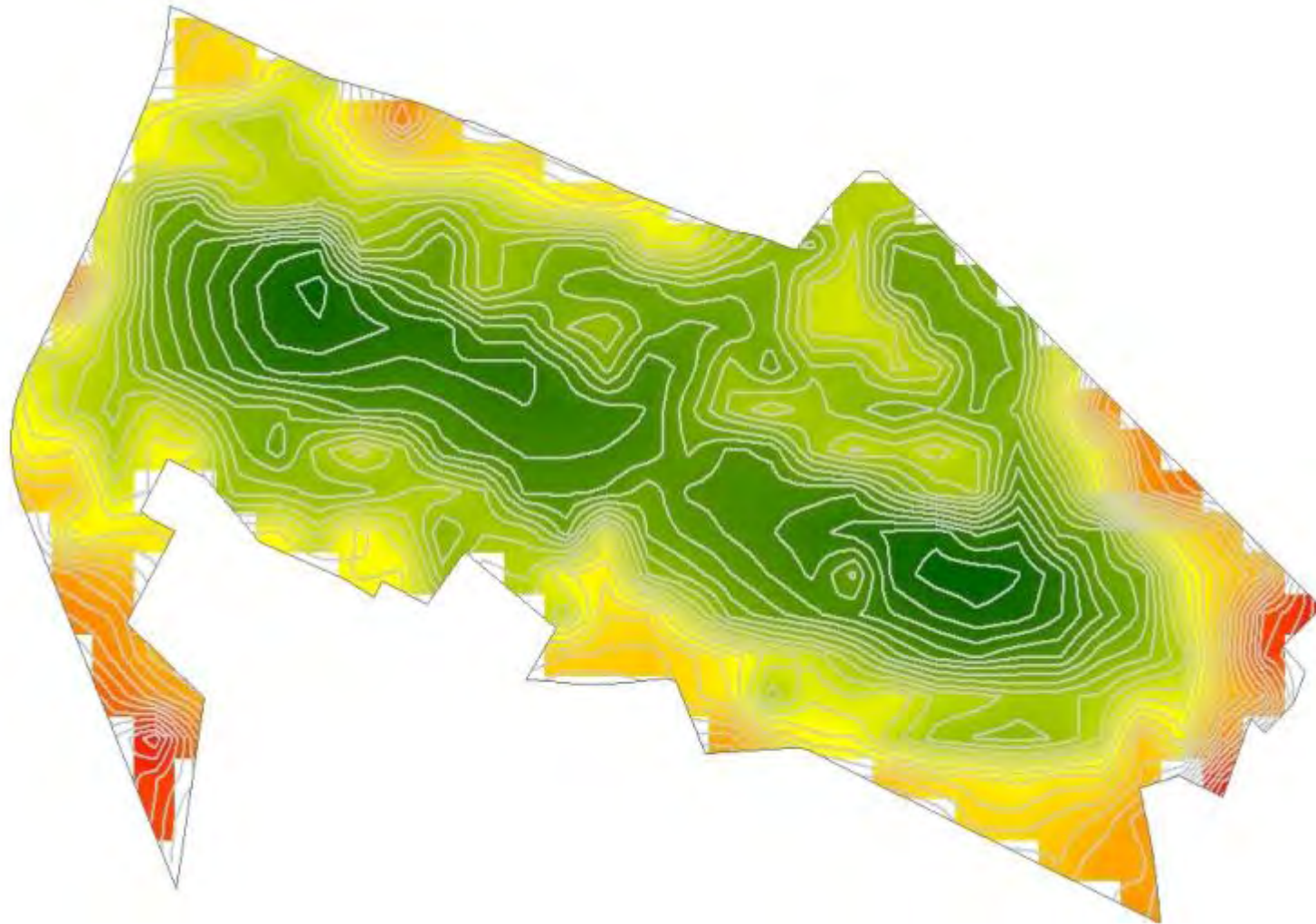
Estimadores-M

Ambit	grid_code	Estimador-M de Huber <sup>a</sup>	Biponderado de Tukey <sup>b</sup>	Estimador-M de Hampel <sup>c</sup>	Onda de Andrews <sup>d</sup>
Parc Central	grid_code	32,54800154	32,51838125	32,56288714	32,51710700
Coll Favà	grid_code	35,48020911	35,47834651	35,49752764	35,47816723

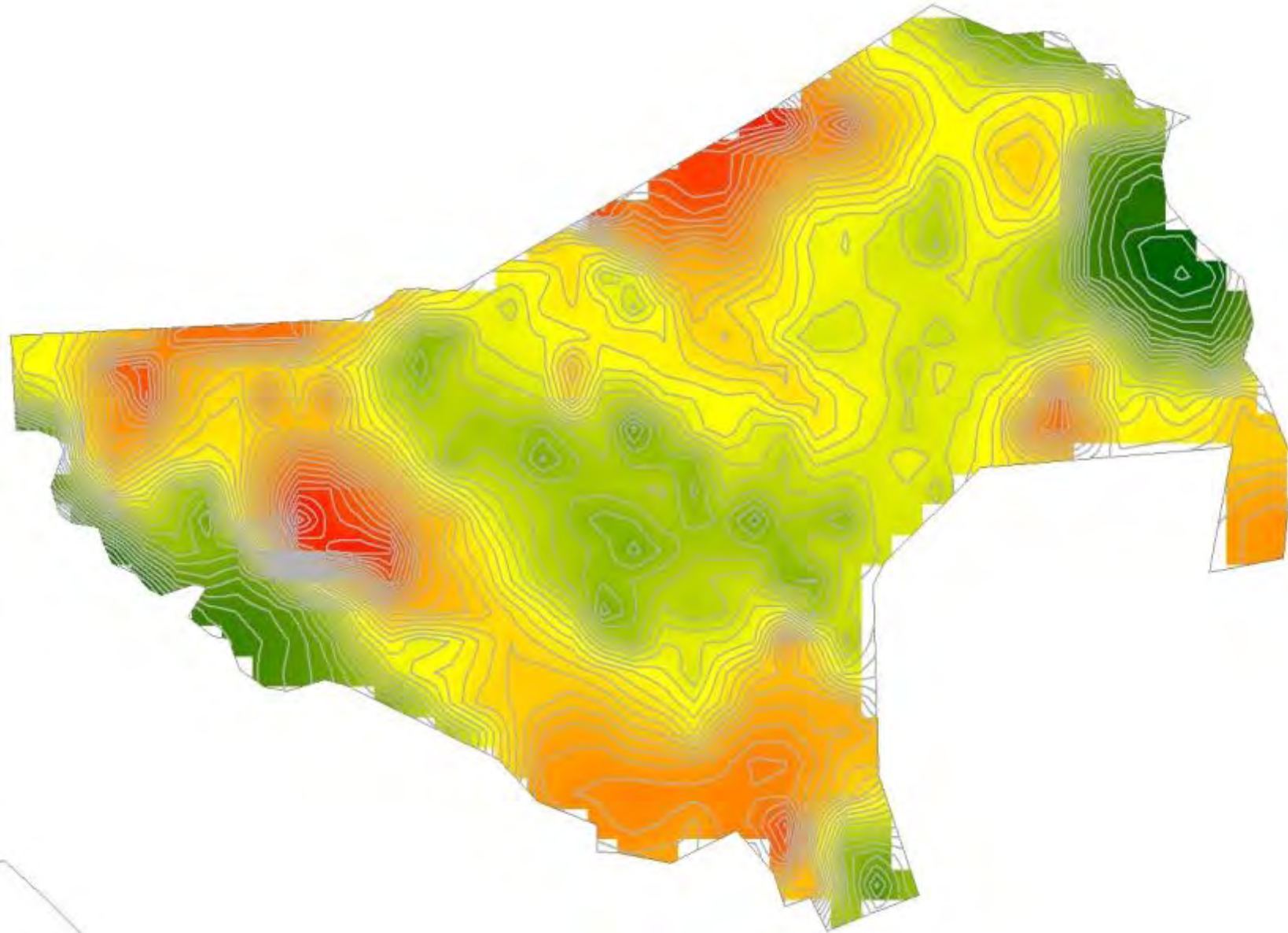
a. La constante de ponderación es 1,339.  
 b. La constante de ponderación es 4,685.  
 c. Las constantes de ponderación son 1,700, 3,400 y 8,500.  
 d. La constante de ponderación es 1,340\*pi.



# LST (LANDSAT): Corbes de Nivell Parc Central



# LST (LANDSAT): Corbes de Nivell Coll Favà



# LST LANDSAT

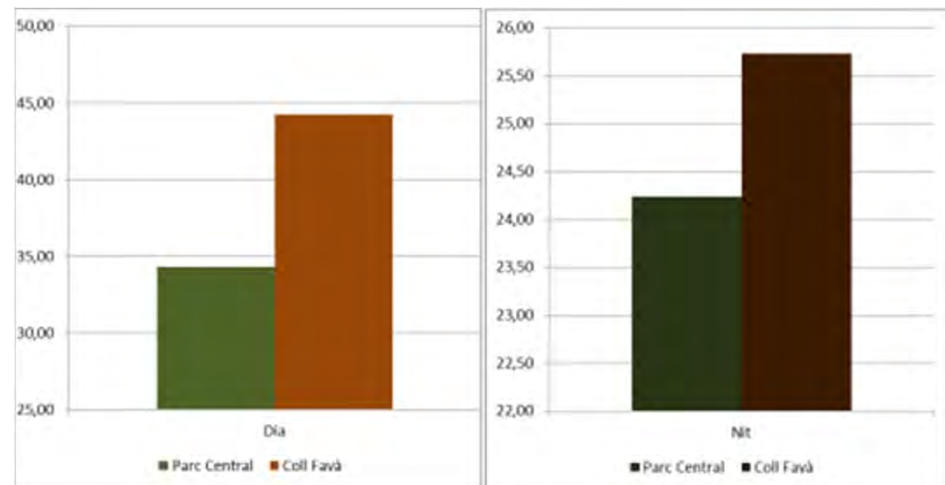
- Si *segmentem les temperatures de sòl en funció del tipus d'espai, públic i privat*, els resultats són sensiblement similars als trobats per al conjunt dels àmbits de Parc Central i Coll Favà
- Si atenem al **sòl d'ús públic** (sistemes), Parc Central té una temperatura mitjana de 32,32 Celsius, front a 35,64 de Coll Favà.
- Si atenem exclusivament al **sòl privat**, Parc Central obté una LST mitjana de 33,15 graus Celsius, també clarament inferior a la de Coll Favà, 35,25 graus. El millor comportament tèrmic de PC no es limita, per tant, al sòl públic. També s'irradia cap a la resta del teixit urbà, afectant de forma singularment significativa a l'espai privat
- **Especialment significatiu es el fet que el sòl públic de Coll Favà tingui una LST mitjana superior al sòl privat, en contra del que seria esperable.** Això demostra l'inadequat disseny de les cobertes d'aquest tipus de sòl en el cas de CF. Un exemple es la zona esportiva Jaume Tubau, que amb una coberta de gespa artificial contribueix negativament a la UHI de l'àmbit. També les àrees descobertes (permeables), però desproveïdes de vegetació

## LST: Anàlisi “in situ”

- L'anàlisi de les mesures de temperatura de terra obtingudes per mitjà de càmera tèrmica confirmen de forma generalitzada el **millor comportament de Parc Central**
- La mitjana del **conjunt de mesures** obtingudes de la **LST de dia** es de 34,08 graus Celsius, per al l'àmbit de Parc Central, front a 44,30 per a Coll Favà: més de 10 graus de diferència
- En **horari nocturn** la mitjana de Parc Central es situa en 24,28 graus, front als 24,91 de Coll Favà. La temperatura s'igualava molt a la nit, segurament pel refredament més acusat de les cobertes permeables, desproveïdes de vegetació, de Coll Favà (“terra”)
- La **disminució de la mitjana de les temperatures** de terra es de 9,8 graus en el cas de Parc Central, així com de 19,39 en el de Coll Favà
- Parc Central es, per tant, molt més fresc de dia, encara que de nit les temperatures tendeixen a igualar-se per la més gran disminució experimentada a Coll Favà

# LST: Anàlisi “in situ” (mitjanes homogeneïtzades)

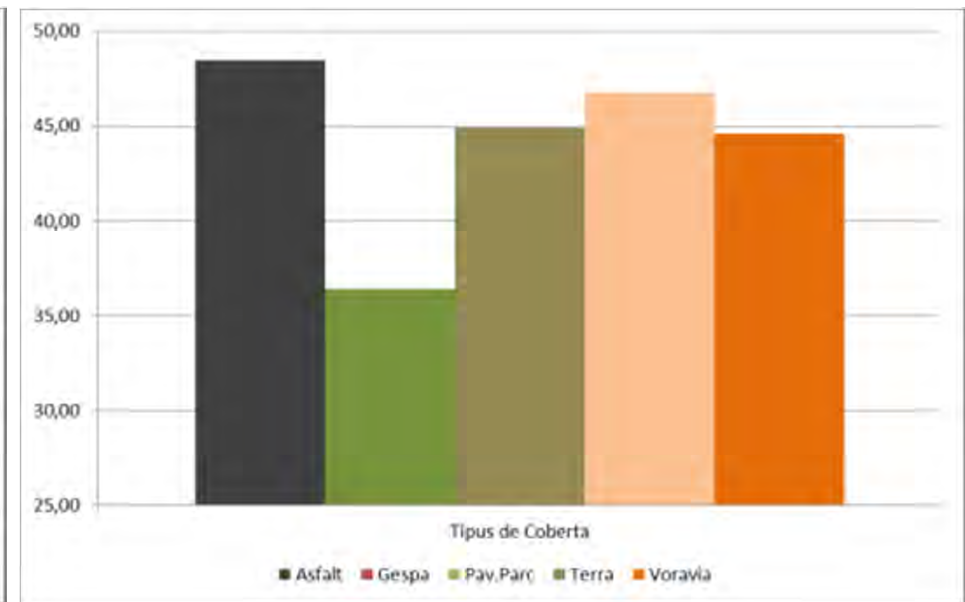
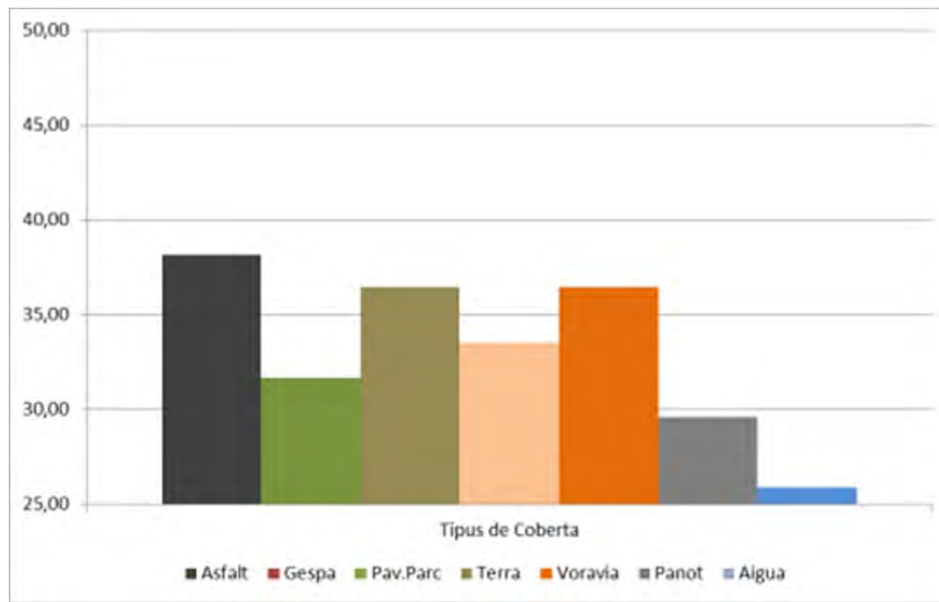
- L’anàlisi anterior ha estat refinat en una segona fase, en funció al tipus de coberta del terreny, la qual permet eliminar possibles distorsions en la mostra de camp estudiada
- **L’homogeneïtzació de les cobertes permet confirmar el millor comportament diürn de Parc Central**, amb una temperatura “mitjana” (promig de les diferents cobertes, excepte aigua) de 34,32 graus Celsius, front 44,23 graus de Coll Favà. L’esmentada homogeneïtzació permet confirmar els prop de **10 graus de diferència entre ambdós àmbits**
- **Pel que fa a la nit**, l’esmentada homogeneïtzació atorga unes LST mitjanes de 24,24 i 25,73 graus a Parc Central i Coll Favà, **1,5 graus Celsius de diferència**
- Coll Favà continua refrescant-se mes de nit que Parc Central, encara que un cop realitzada l’homogeneïtzació es mostra relativament més calent que Parc Central





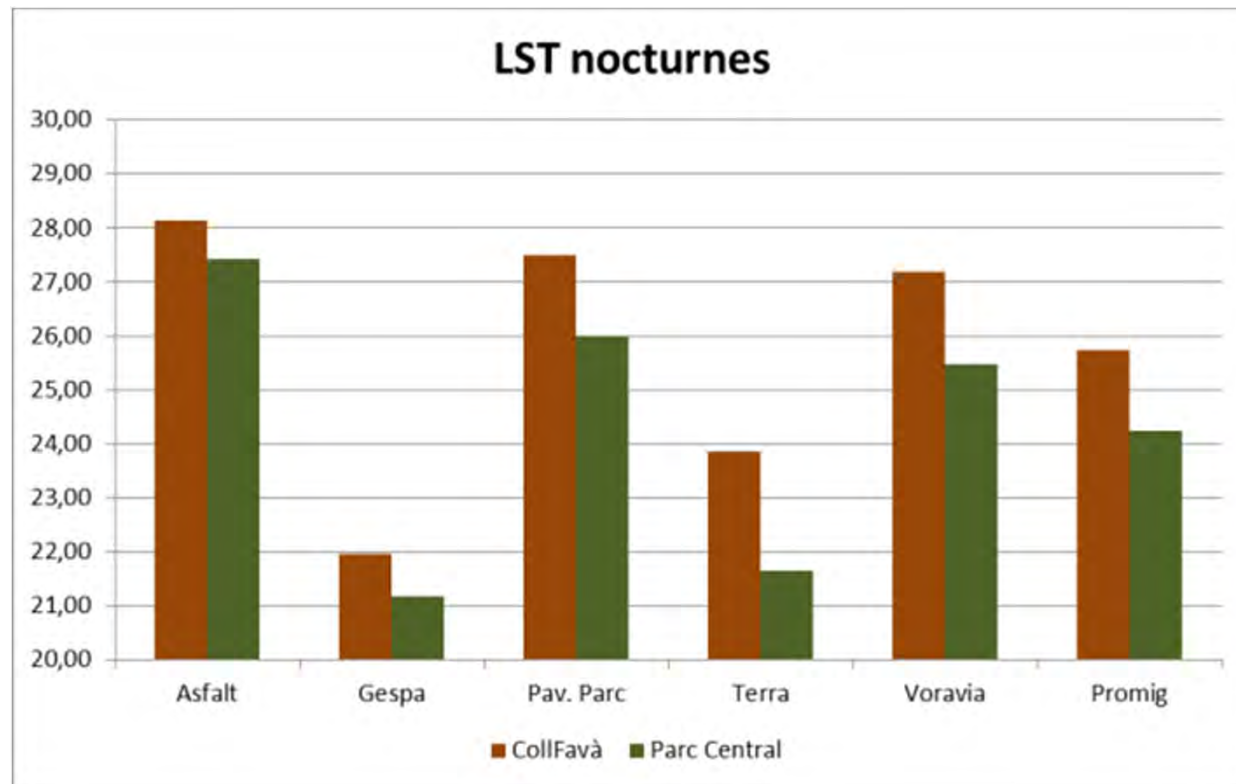
# LST: Anàlisi “in situ” de dia (diferents cobertes)

- L’anàlisi de les temperatures de dia segon cobertes de sòl confirma el millor comportament tèrmic de Parc Central
- Totes les cobertes obtenen una LST més baixa a Parc Central que a Coll Favà. Obtenen unes diferències més acusades la terra nua (13,2 graus) i l’asfalt (10,3 graus). En un nivell intermedi es situen les zones pavimentades dels parcs (8,5 graus) i les voravies (8,2 graus). I amb una diferència tèrmica més petita està la gespa (4,7 graus més fresca al Parc Central que a Coll Favà)



## LST: Anàlisi “in situ” de nit (diferents cobertes)

- L’anàlisi de les temperatures de nit segon cobertes de sòl, confirmen les temperatures més baixes de Parc Central respecte Coll Favà
- La terra nua, es el tipus de coberta que manifesta una diferència més elevada de temperatura. En sentit contrari la gespa i l’asfalt mostren un nivell de semblança més elevat entre els dos àmbits



# LST: Anàlisi “in situ” de les temperatures de les diferents cobertes segon nivell d’insolació

	Ombra	Penombra	Sol	Tot		Ombra	Penombra	Sol	Tot	Diferència
Panot	27,70		32,83	29,63	Asfalt			48,46	48,46	10,28
Asfalt	31,62	35,10	47,15	38,18	Gespa	32,70	37,95	38,64	36,42	4,73
Voravia	32,10	36,03	40,05	36,44	Pav.Parc	37,05		46,15	44,93	8,47
Pav.Parc	32,55	29,90	48,23	36,46	Terra	35,50	41,70	52,17	46,74	13,21
Gespa	26,82	29,77	37,53	31,69	Voravia	39,23	47,90	48,87	44,60	8,16
Terra	27,67	36,00	42,30	33,54	Total	36,12	42,52	46,86	44,23	9,91
Aigua	25,90			25,90						
Total	29,74	33,36	41,35	34,32						

**Parc Central (Dia)**

**Coll Favà (Dia)**

	LST nit
Asfalt	27,42
Gespa	21,17
Panot	23,70
Pav. Parc	26,00
Terra	21,65
Voravia	25,48
Promig	24,24

	LST nit	Diferència
Asfalt	28,14	0,72
Gespa	21,95	0,79
Pav. Parc	27,50	1,50
Terra	23,86	2,21
Voravia	27,20	1,73
Promig	25,73	1,49

**Parc Central (Nit)**

**Coll Favà (Nit)**

# LSAT: Parc Central es més fresc que Coll Favà

	Dia	Nit	Diferència
Parc Central	33,12	25,785	7,33
Coll Favà	38,14	27,05	11,09
Diferència	5,03	1,27	

- L'anàlisi de les temperatures d'aire (LSAT) obtingudes de l'estudi de camp confirmen les conclusions obtingudes anteriorment
- La temperatura mitjana de dia de Parc Central va ser de 33,12 graus Celsius, 5,03 graus més baixa que la de Coll Favà (38,14)
- La temperatura mitjana de nit també es més fresca a Parc Central (25,78 graus) que a Coll Favà (27,05 graus), encara que la diferència es redueix a 1,27 graus Celsius
- Aquesta reducció de les diferències es fruit del relativament superior refredament de les cobertes de Coll Favà (en especial la terra nua) en relació a Parc Central: 11,09 graus vs. 7,33.
- Amb tot, la canícula nocturna de Coll Favà es molt considerable, superant amb escreix la temperatura de màxima de confort (25-26 graus)

# Avaluació climàtica del planejament

*La introducció de l'avaluació climàtica a la planificació urbana i territorial pot servir per la mitigar els efectes de la UHI*

És necessari introduir en el planejament la **cultura de l'avaluació** del mateix, **en el context de canvi climàtic**, de forma similar a com la sostenibilitat i els efectes en el medi ambient s'han anat introduint en l'avaluació ambiental del planejament

És necessari introduir mesures com:

- La limitació de l'expansió urbana (evitar el creixement en “greenfields”)
- L'increment de les àrees verdes (incloses les cobertes i les façanes dels edificis) així com del percentatge de sòl permeable i de dosel arbori
- Canvi dels materials i paviments pels de major albedo (augmentant el grau de reflexió de la radiació solar entrant)
- La integració de cossos d'aigua artificials i recarrega d'aqüífers a partir del disseny de les infraestructures
- La promoció de la ventilació urbana, mitjançant la disposició de l'edificació i, en general, la composició de la **morfologia urbana de manera que faciliti la circulació de l'aire, generi canons de ventilació urbans i suavitzi les temperatures**

Així com la integració del coneixement del comportament climàtic de la ciutat per mitjà de la creació de **Climatopes o Local Climate Zones** dins del planejament i disseny de la ciutat.