



ICTA-UAB

Institute of
Environmental Science
and Technology



Integrated System
Analysis of
Urban Vegetation
and Agriculture

UAB
Universitat Autònoma
de Barcelona



Agència
de Gestió
d'Ajuts
Universitaris
i de Recerca



Generalitat de Catalunya
Departament de Recerca
i Universitats



Cofinancat per
la Unió Europea

¿Pueden la vegetación urbana y la agricultura ayudar a reducir las emisiones de CO₂ en un área metropolitana?

Qing Luo¹, Ricard Segura-Barrero¹, Alba Badia², Thomas Lauvaux³, Junwei Li⁴, Jia Chen⁴, Gara Villalba^{1,5*}

¹Sostenipra Research Group, Institute of Environmental Sciences and Technology (ICTA), Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Barcelona, Spain

²Atmospheric Composition Group, Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center, Barcelona, Spain

³Molecular and Atmospheric Spectrometry Group (GSMA)—UMR 7331, University of Reims Champagne Ardenne, Reims, France

⁴Environmental Sensing and Modelling, School of Computation, Information and Technology, Technical University of Munich, Munich, Germany

⁵Department of Chemical, Biological and Environmental Engineering, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Barcelona, Spain

RESPIRE-CLIMATE workshop

Ejemplos de otros esfuerzos regionales de cuantificación y monitoreo

12 Nov 2025, online

¿Pueden la vegetación urbana y la agricultura ayudar a reducir las emisiones de CO₂ en un área metropolitana?

01 Introducción

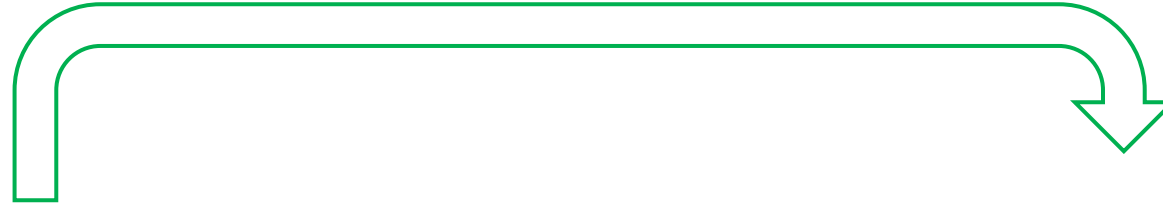
02 Evaluación de Emisiones

03 Concentración observada y simulada

04 Conclusión

1. Introducción

¿Qué tan efectivas son las zonas verdes urbanas y la agricultura en la reducción de las emisiones de CO₂ en un área metropolitana?



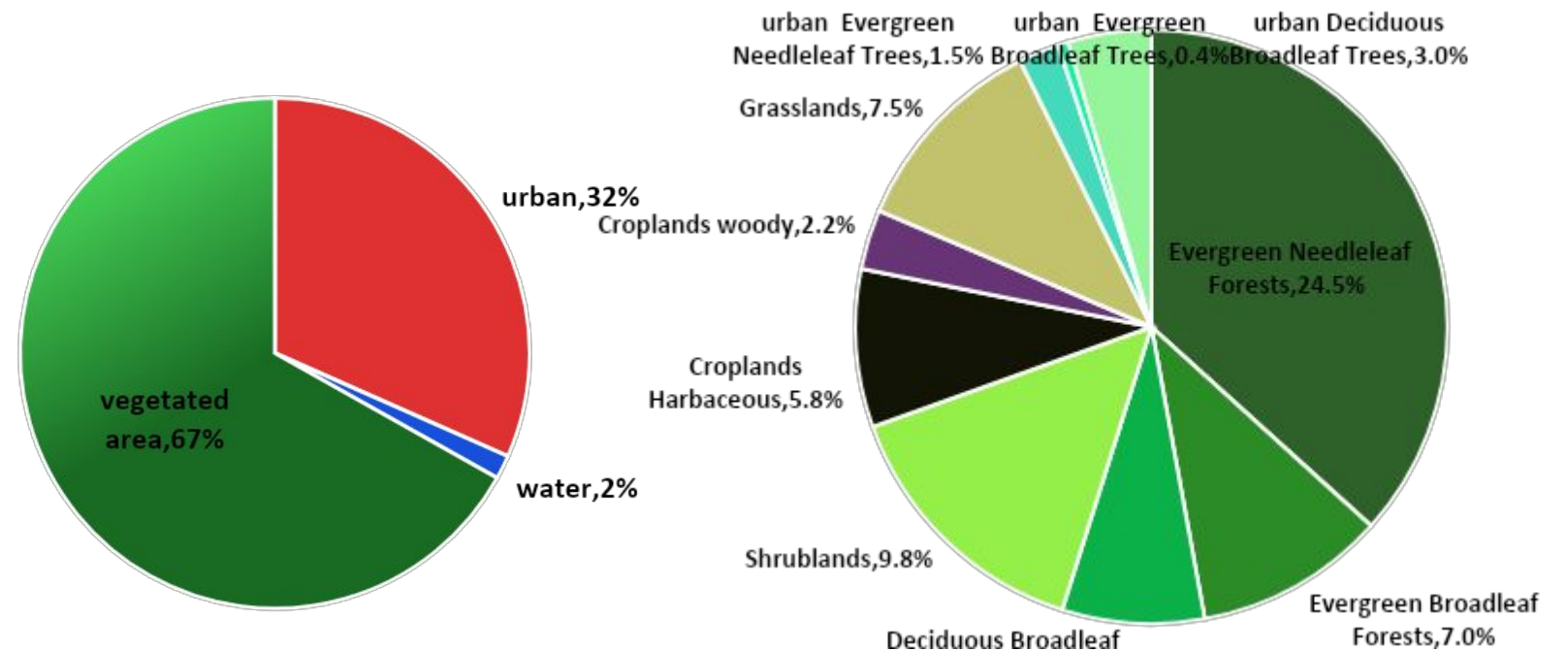
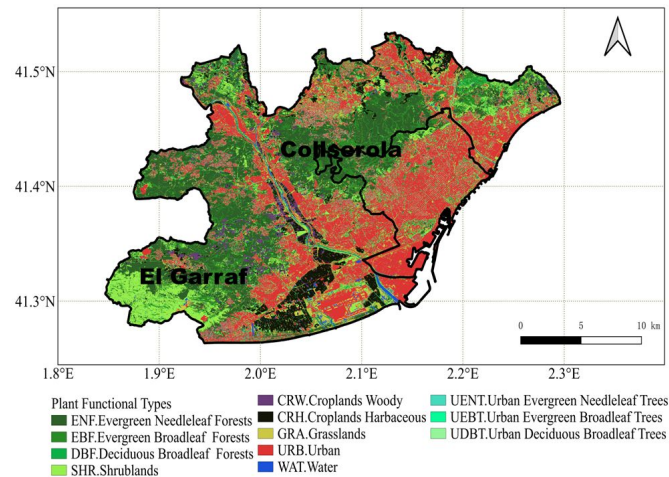
Infraestructura Verde: una red de áreas (semi)naturales que están protegidas y mejoradas para brindar servicios ecosistémicos, beneficiando al mismo tiempo la biodiversidad y la sociedad en general.



Actividad antropogénica relacionada con la vegetación:
Cortar, regar, podar, fertilizar

1. Introducción—Estudio de caso: Área Metropolitana de Barcelona (AMB)

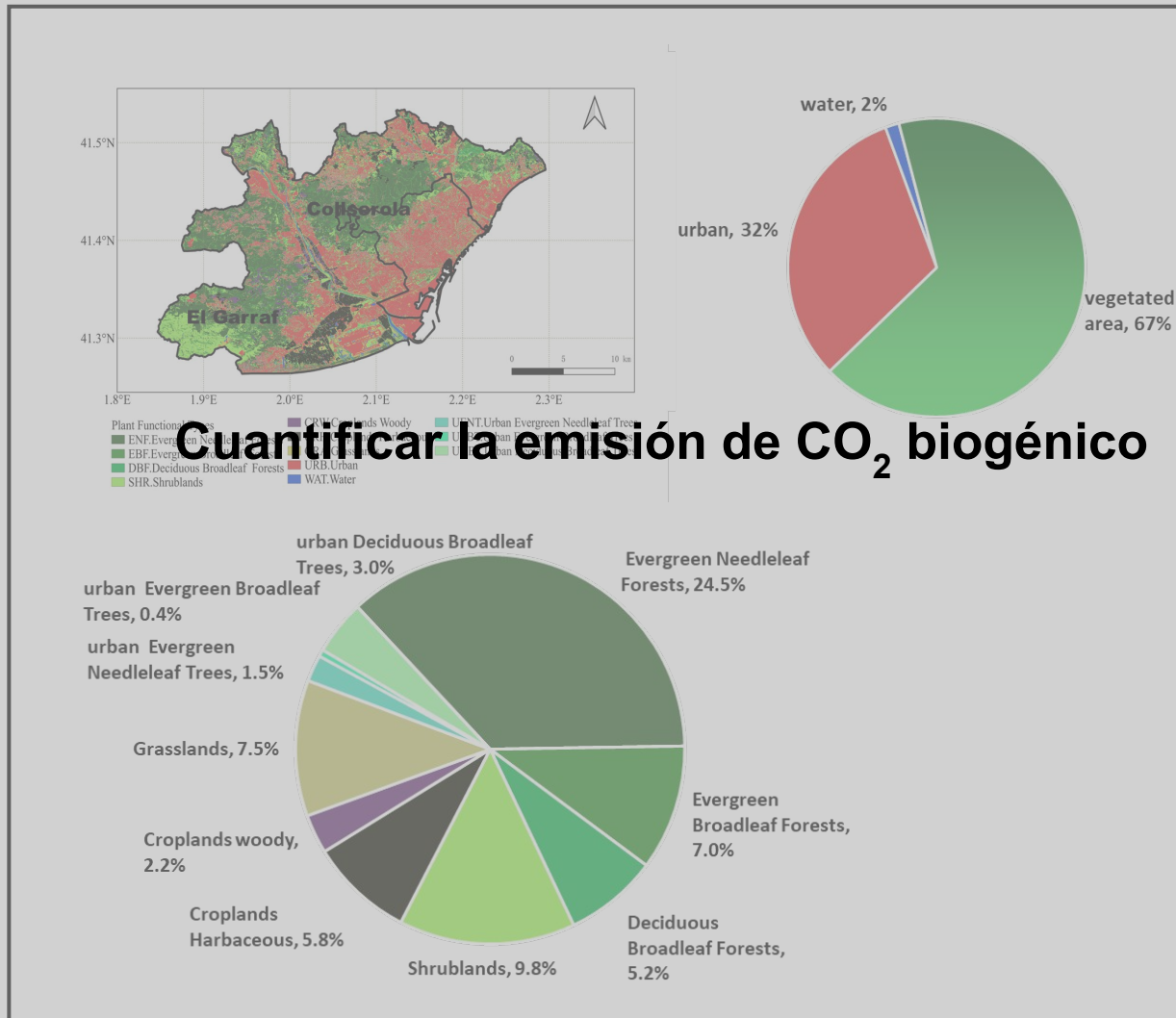
¿Cuánta infraestructura verde tiene el AMB?



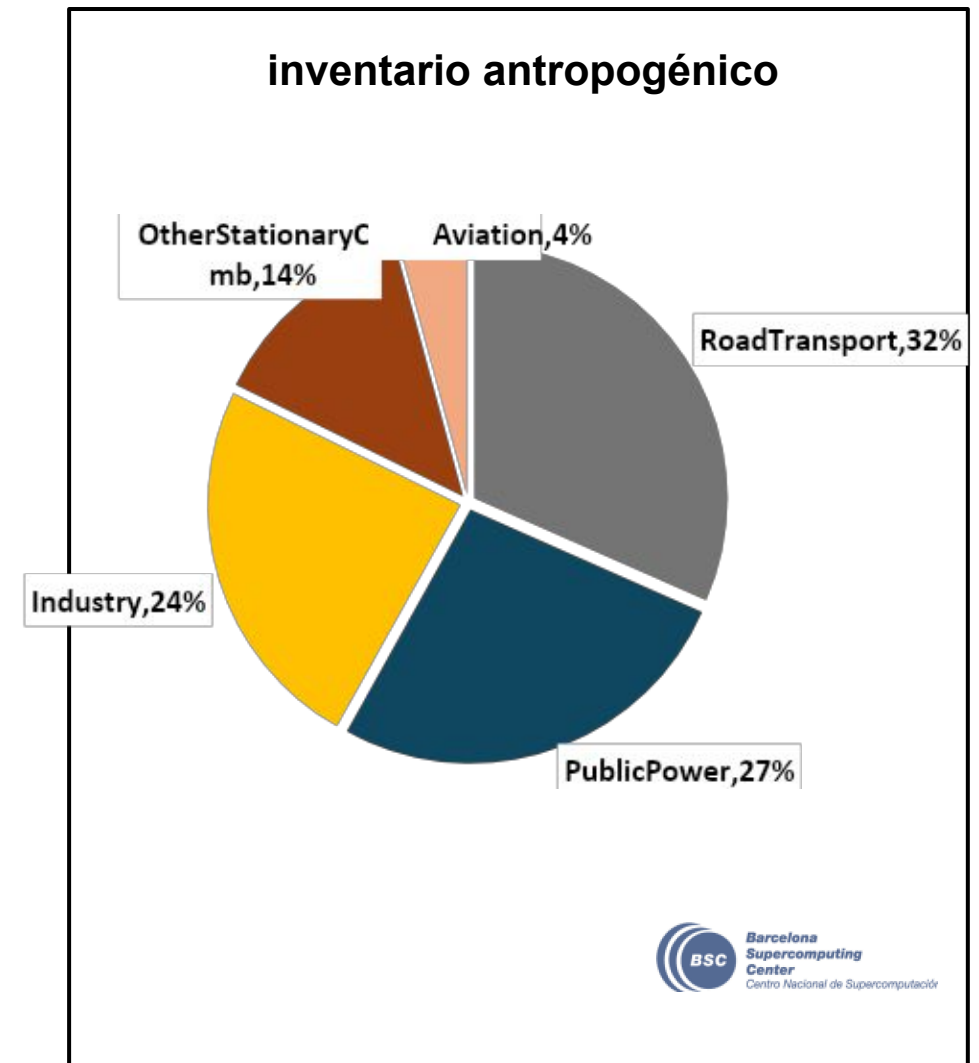
1. Introducción—Estudio de caso: Área Metropolitana de Barcelona (AMB)

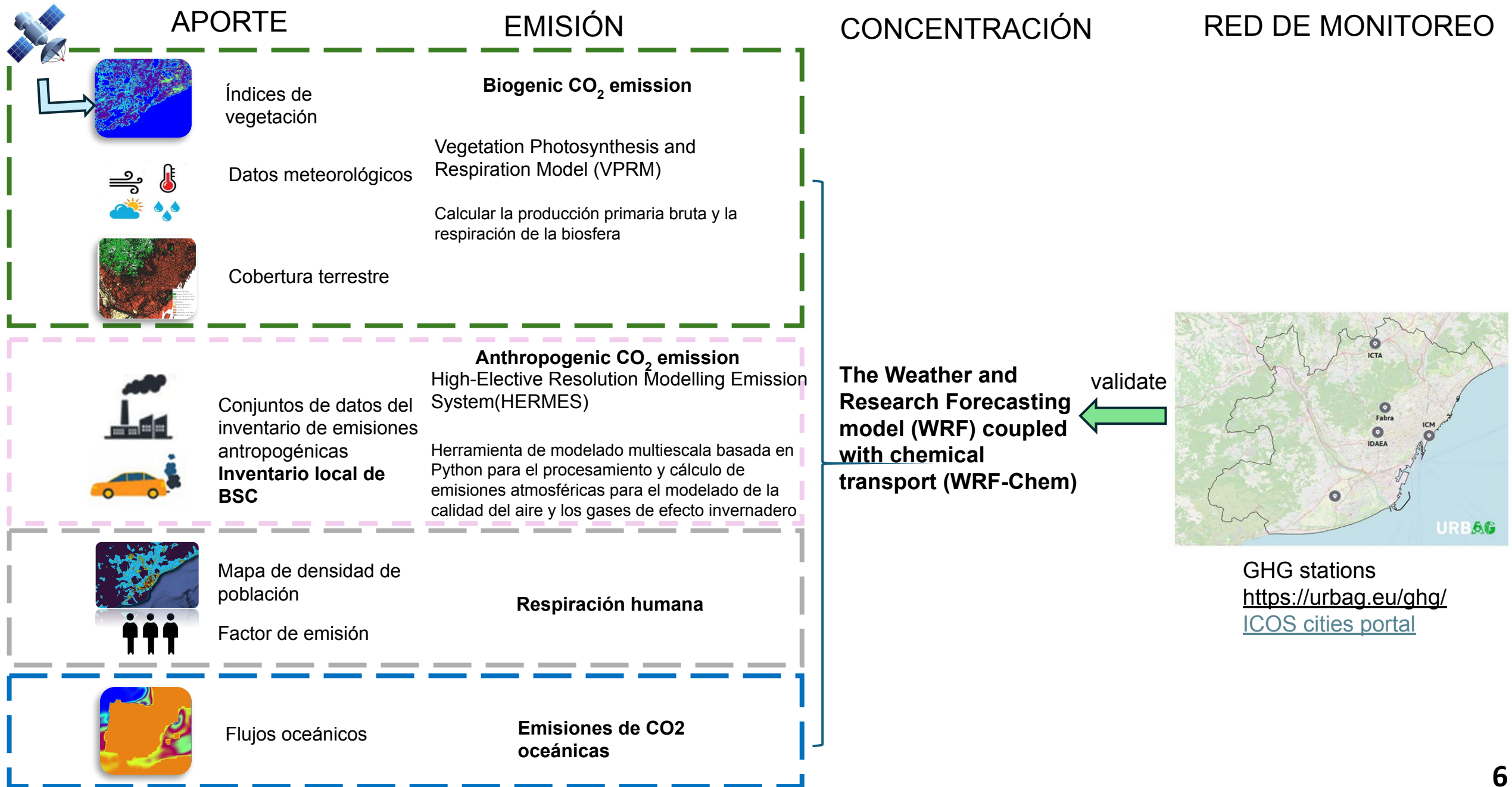
¿Qué tan efectivas son las zonas verdes urbanas y la agricultura en la reducción de las emisiones de CO₂ en un área metropolitana?

¿Cuánta infraestructura verde tiene el AMB?

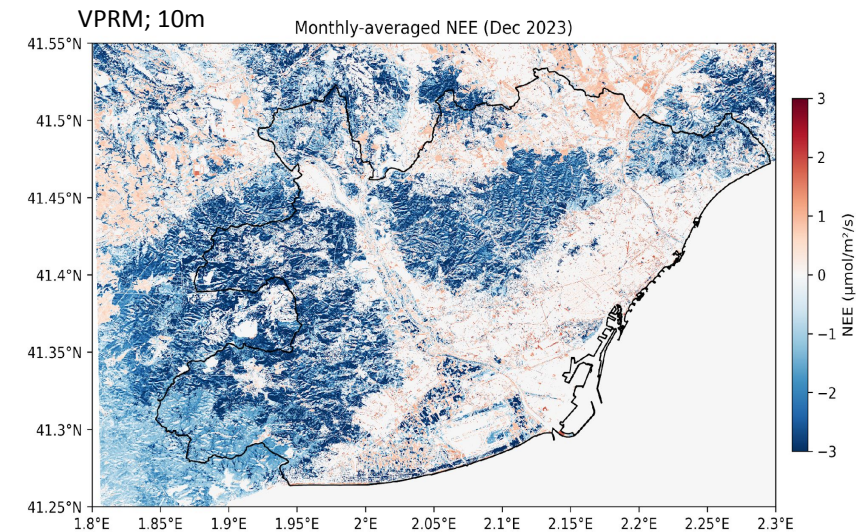
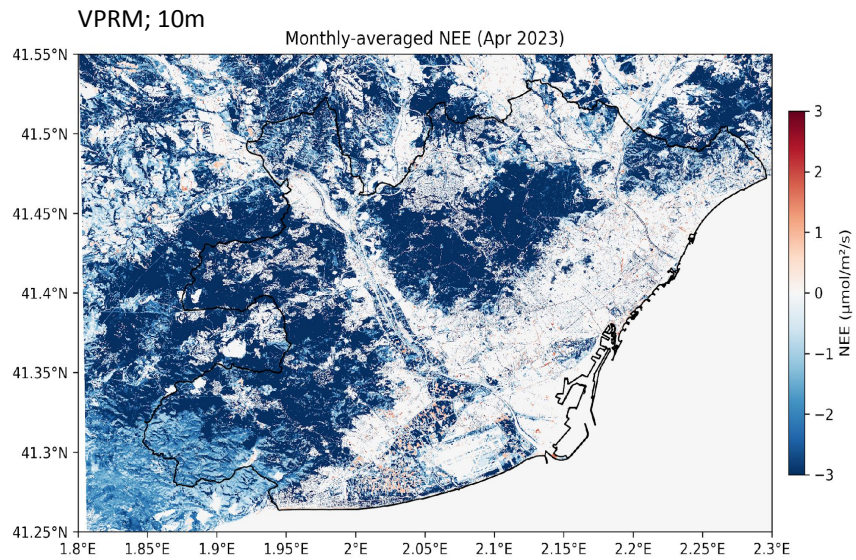


¿Cuánto CO₂ emite el AMB?





2. Evaluación de emisiones biogenic CO₂ emission



Emisiones totales mensuales (kilotoneladas C/mes) de cada clase dentro de
AMB

class	Land use percentage	Abril	Diciembre
Evergreen Needleleaf Forests	24.5%	-22.6	-14.0
Evergreen Broadleaf Forests	7.0%	-7.7	-2.3
Deciduous Broadleaf Forests	5.2%	-2.7	-0.1
Shrublands	9.8%	-2.5	-1.9
Croplands Herbaceous	2.2%	-2.9	-0.7
Croplands woody	5.8%	-1.1	-0.3
Grasslands	7.5%	-1.3	0.5
urban Evergreen Needleleaf Trees	1.5%	-1.0	-0.6
urban Evergreen Broadleaf Trees	0.4%	-0.2	-0.1
urban Deciduous Broadleaf Trees	3.0%	-1.0	-0.1
AMB		-43.0	-19.3

2. Evaluación de emisiones - Anthropogenic CO₂ emission

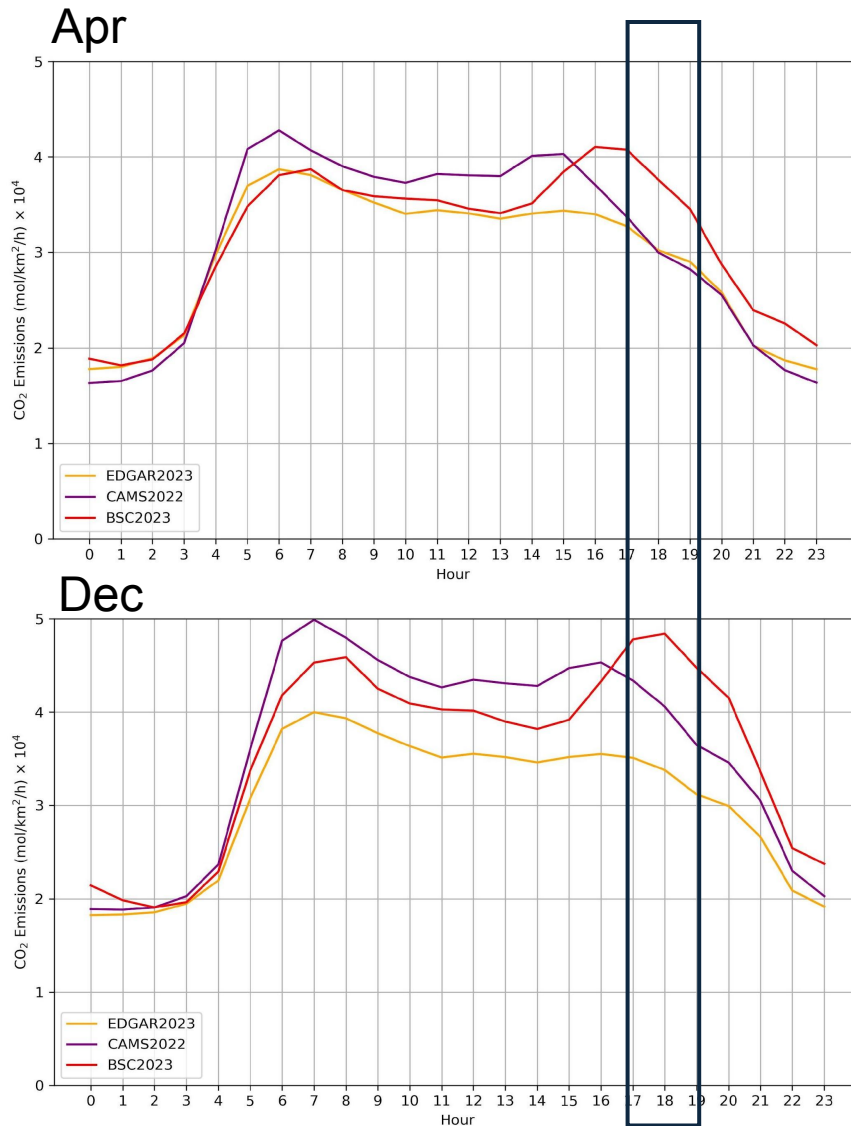
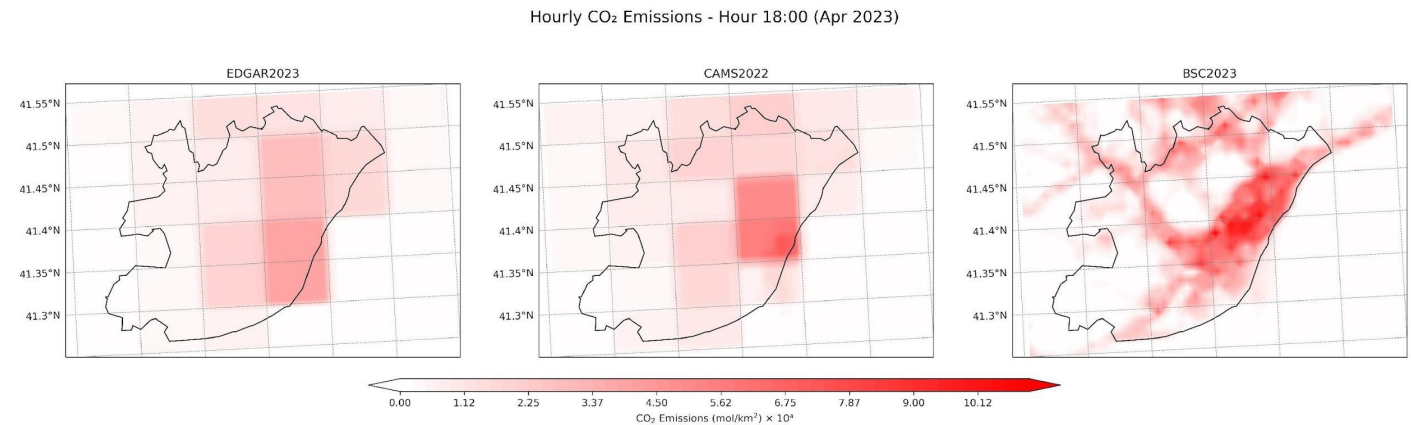


Fig Variación diurna mensual de las emisiones de CO₂ emission(mol/km²/h x10⁴) en AMB a partir de diferentes inventarios antropogénicos en abril y diciembre.

EDGAR: Conjunto de datos EDGAR_2024 (EDGAR_2024_GHG/CO₂), emisiones anuales en 2023, 0,1° x 0,1°

CAMS: cams_reg_apv81 (Metadatos – ECCAD), emisiones anuales en 2022, 0,05° x 0,1°

Inventario BSC: emisiones horarias en 2023 con año de referencia 2021. 500 m x 500 m



- Es probable que el inventario BSC refleje con mayor precisión los patrones de desplazamiento vespertino.
- El inventario BSC proporciona un patrón espacial muy detallado, que incluye estructuras a pequeña escala como carreteras principales y zonas densamente pobladas.

2. Evaluación de emisiones Compensación de la biosfera

Emisiones totales mensuales de diferentes secciones dentro de AMB

Section	April	December
	(kilotons C/month)	(kilotons C/month)
Inventory(BSC2023)	197	225
Human Respiration	22	22
Biogenic (VPRM)	-21	-10

Compensación de la biosfera en AMB

April: -10%

December: -4%

$$\text{Compensación de la biosfera} = \frac{\text{Biogenic CO}_2 \text{ emissions}}{\text{Anthropogenic CO}_2 \text{ emissions}} \times 100\%$$

3. Concentración observada y simulada

Red de monitoreo de GHG de AMB

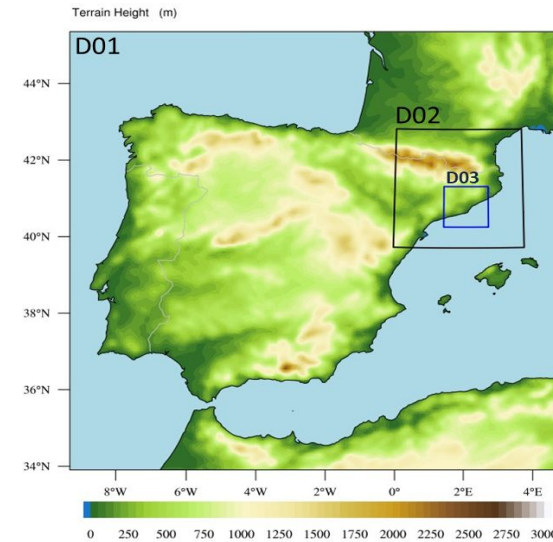
<https://urbag.eu/ghg/>



Estación urbana: ICTA (autopistas), IDAEA (parque urbano), ICM (costera urbana)

Estación forestal: Fabra

WRF-Chem settings

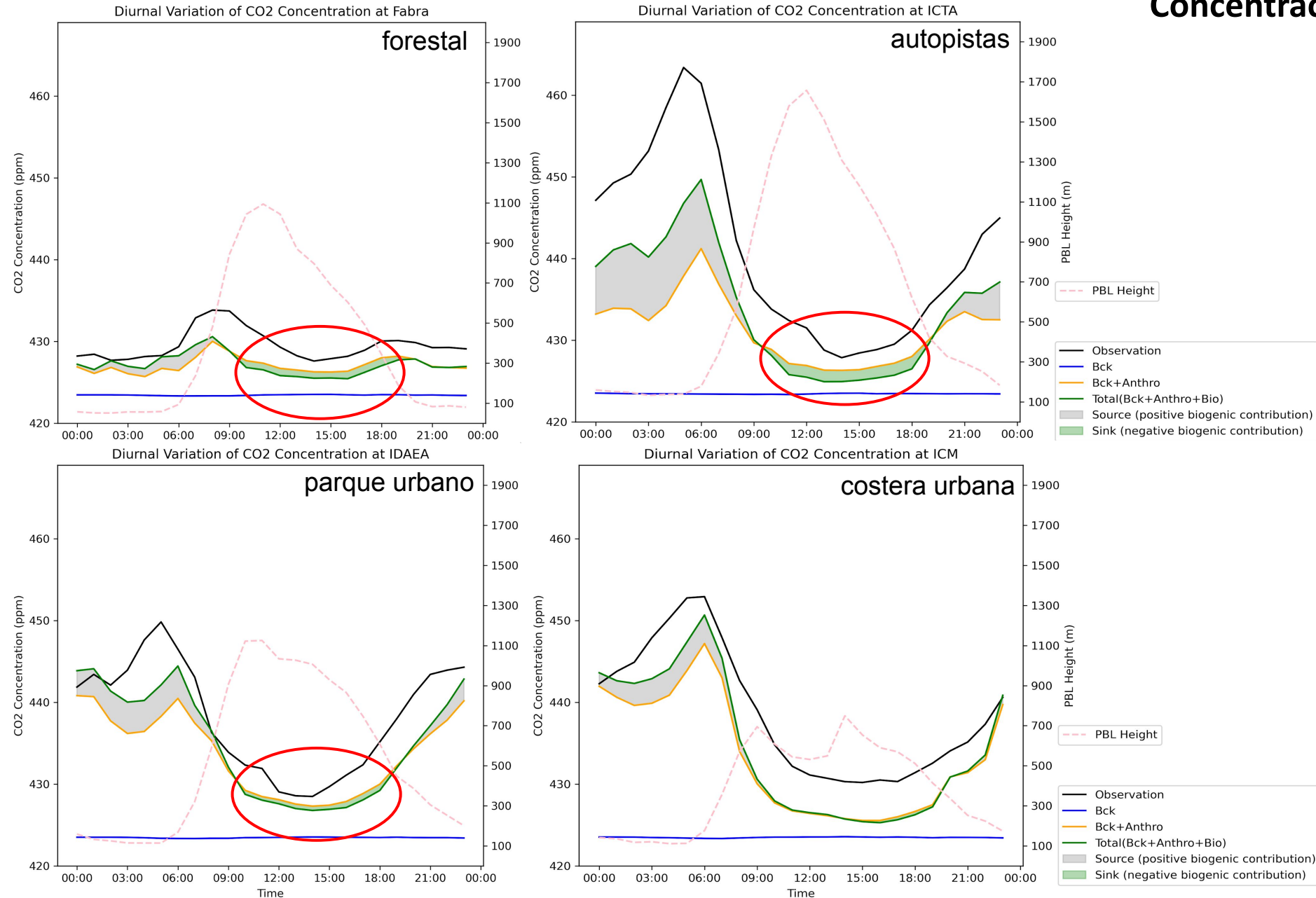


Las simulaciones abarcan abril y diciembre de 2023.

Domain	D01(9km)	D02(3km)	D03(1km)
horizontal grid	150 ×145	118 ×118	121 ×121
Vertical layers	45		
Top of the atmosphere	50hPa		
Biogenic emission	VPRM		
Anthropogenic emission	BSC2023,HR		

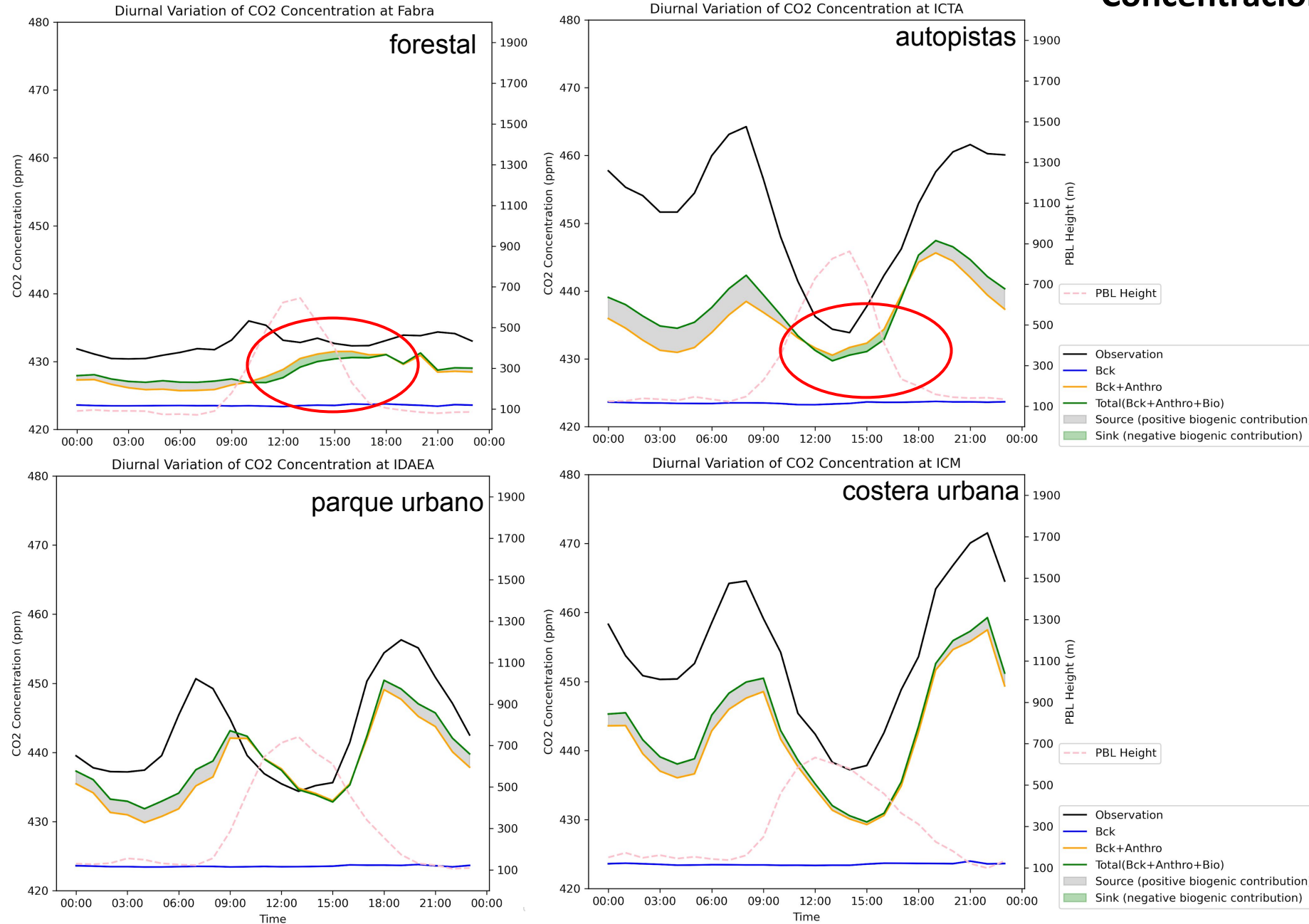
3. Concentración observada y simulada

Concentración en abril



3. Concentración observada y simulada

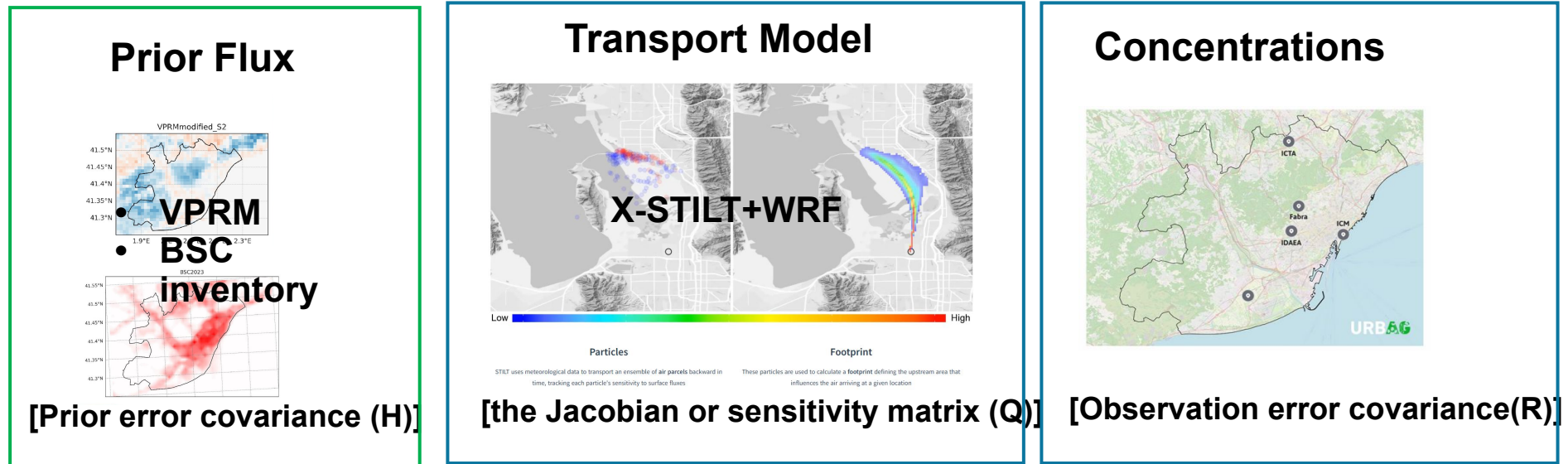
Concentración en diciembre



4. Conclusión

- AMB cuenta con un 67% de superficie vegetada, incluyendo bosques, matorrales, pastizales, arbolado urbano y tierras de cultivo. **Estas áreas vegetadas en AMB pueden compensar el 10% de las emisiones antropogénicas de CO₂ en abril y el 4% en diciembre.**
- Las concentraciones de CO₂ modeladas con el inventario de Respire-climate concuerdan bien con las observaciones, **pero el modelo generalmente las subestima.**
- Las incertidumbres en los inventarios de emisiones y los errores en los modelos de transporte atmosférico dificultan la distinción entre las contribuciones biogénicas y la concentración. En trabajos futuros se incorporarán enfoques de modelado inverso.

Inverse estimation



$$\hat{\mathbf{S}} = \mathbf{s}_p + (\mathbf{H}\mathbf{Q})^T (\mathbf{H}\mathbf{Q}\mathbf{H}^T + \mathbf{R})^{-1} (\mathbf{z} - \mathbf{H}\mathbf{s}_p)$$

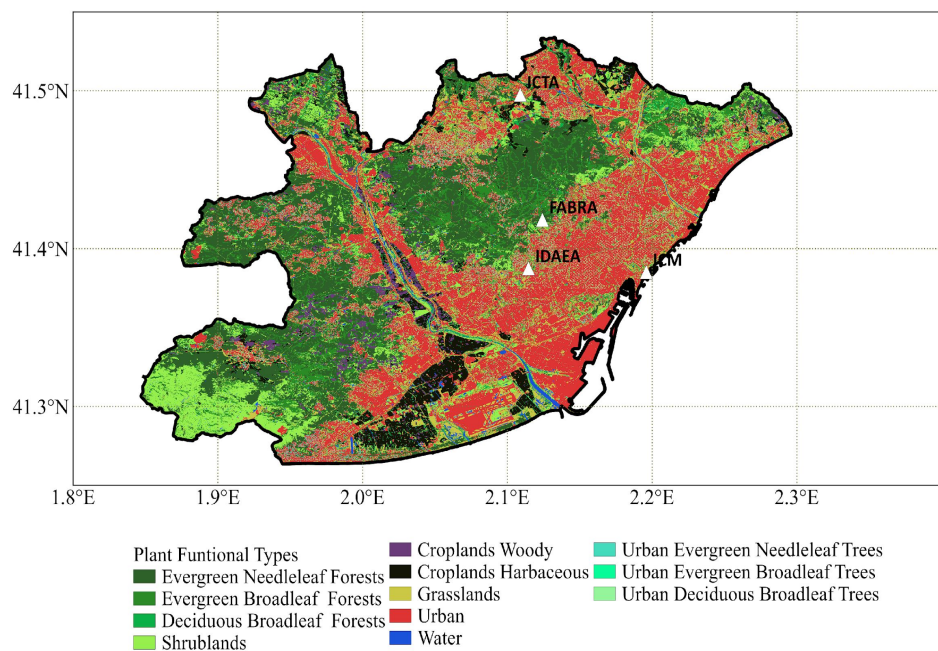
Posterior Fluxes
CO₂ fluxes (biogenic + anthropogenic) with uncertainty

¡Gracias!

Qing Luo / Gara Villalba

qing.luo@uab.cat / gara.villalba@uab.cat

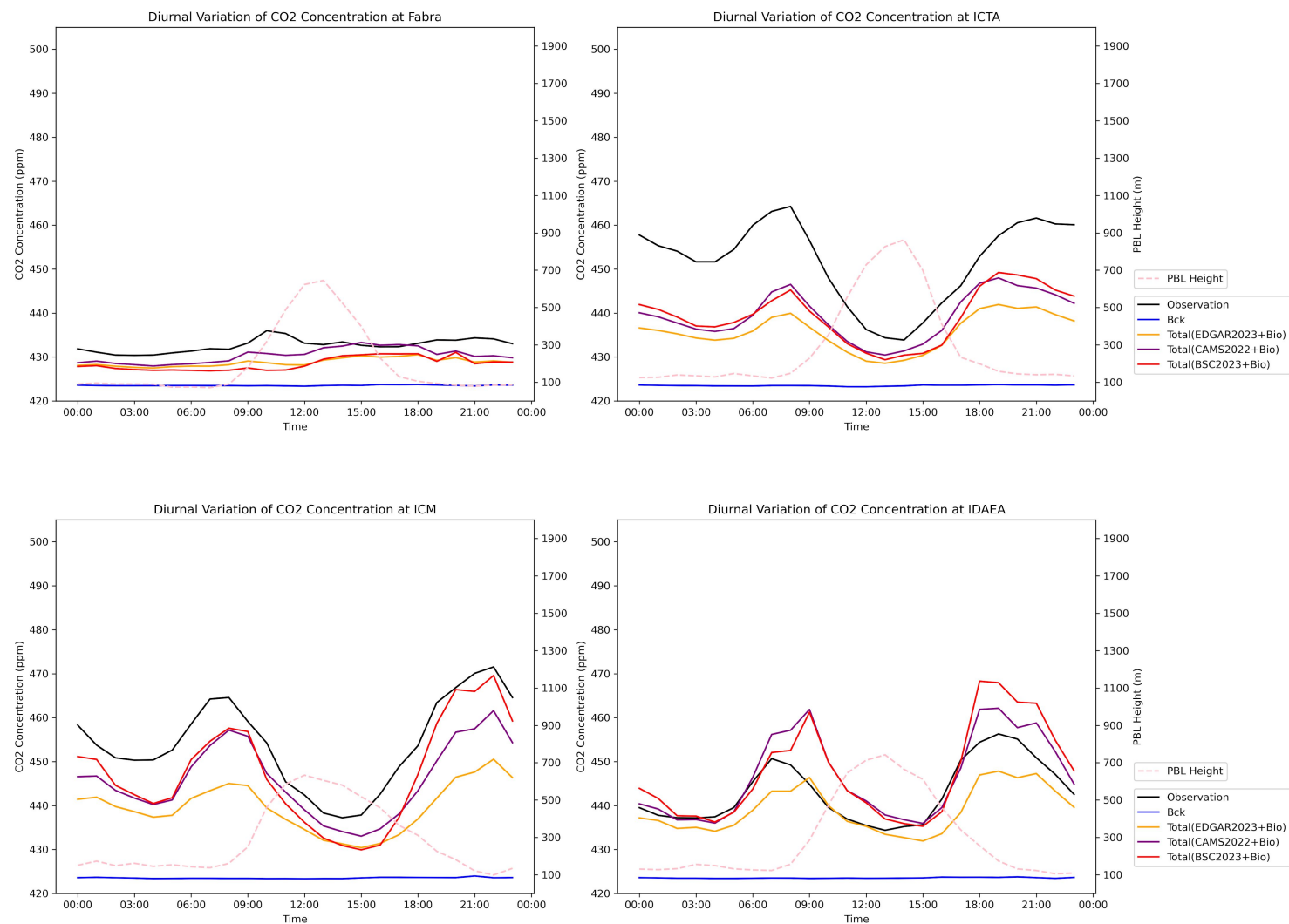
Concentration



Urban station: ICTA(motorways), IDAEA(urban park), ICM(urban)

Forest station: Fabra

December



BSC2023 generally shows better alignment with observed CO₂ concentrations at urban stations

2. Evaluación de emisiones Compensación de la biosfera

Emisiones totales mensuales de diferentes secciones dentro de AMB

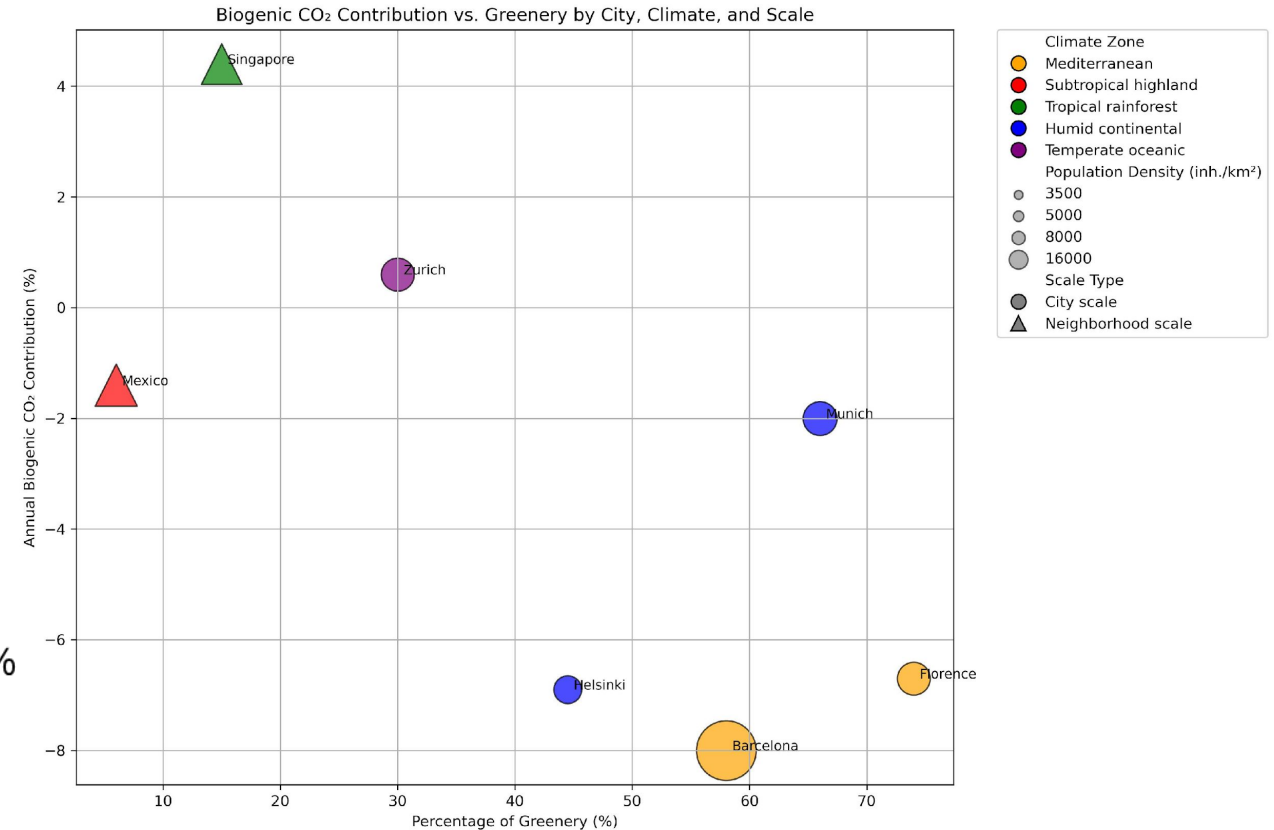
Section	April	December
	(kilotons C/month)	(kilotons C/month)
Inventory(BSC2023)	197	225
Human Respiration	22	22
Biogenic (VPRM)	-21	-10

$$\text{Compensación de la biosfera} = \frac{\text{Biogenic } CO_2 \text{ emissions}}{\text{Anthropogenic } CO_2 \text{ emissions}} \times 100\%$$

Compensación de la biosfera en AMB

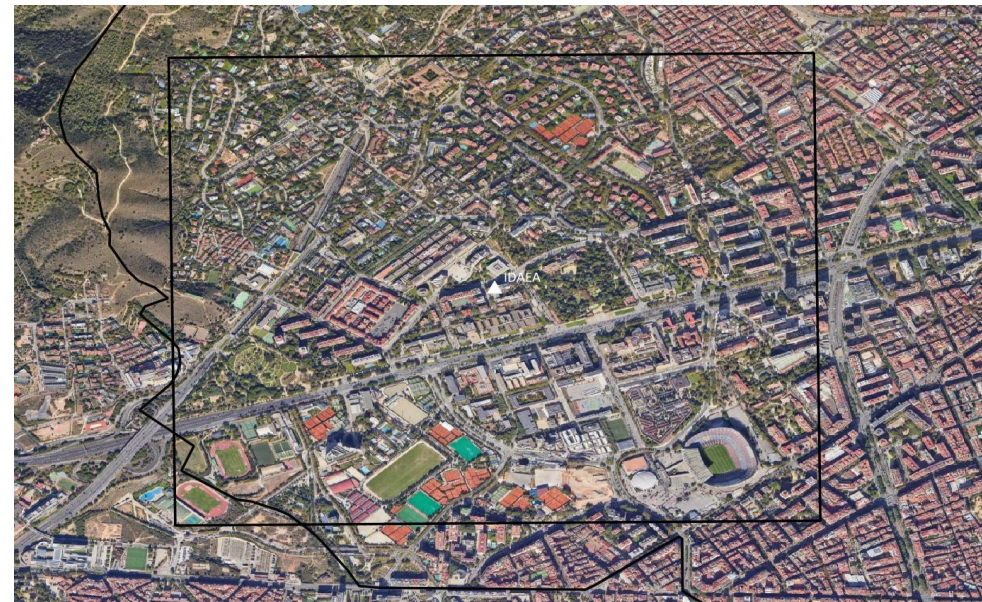
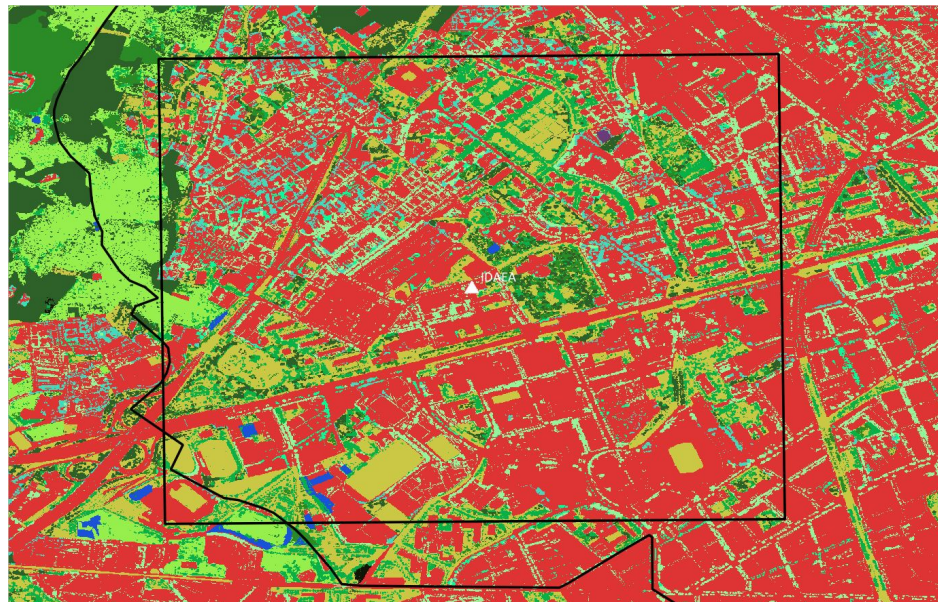
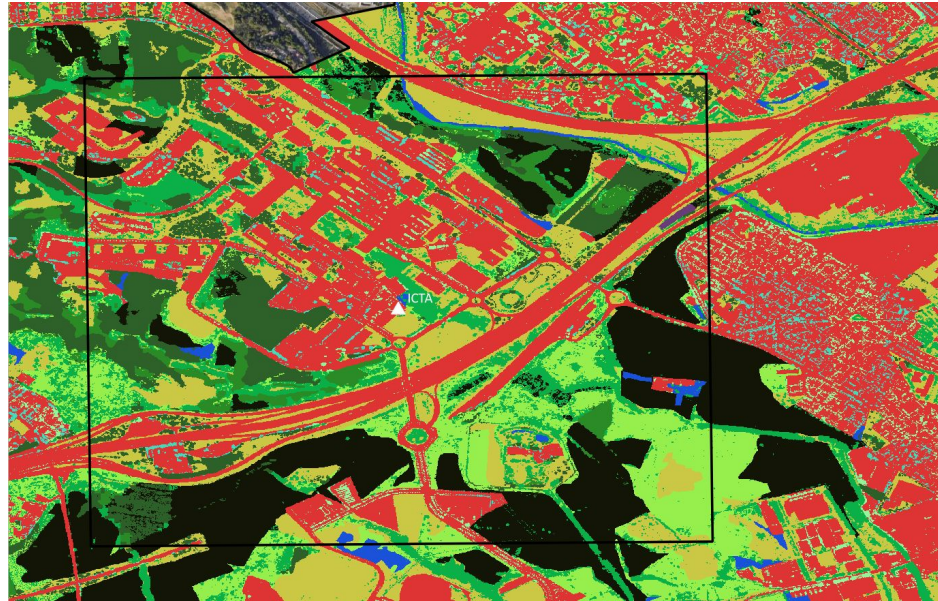
April: -10%

December: -4%



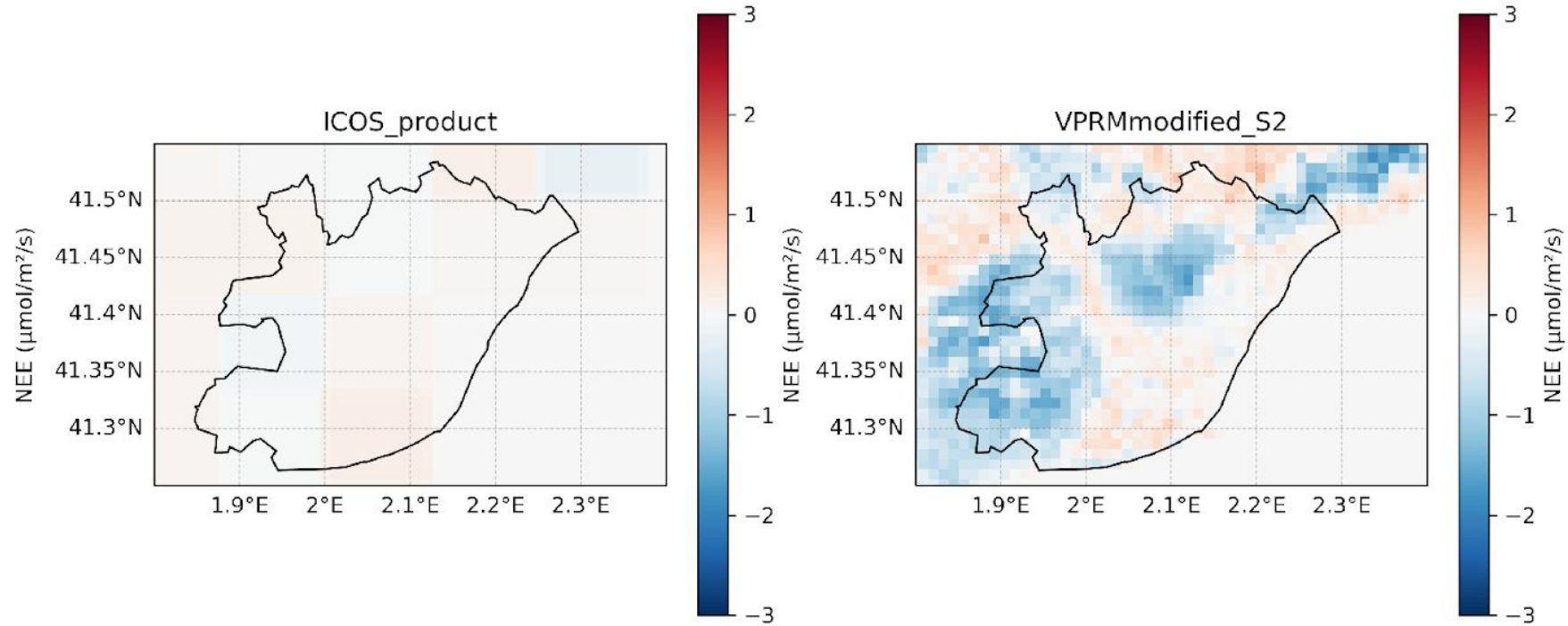
Plant Functional Types

Evergreen Needleleaf Forests	Croplands Woody	Urban Evergreen Needleleaf Trees
Evergreen Broadleaf Forests	Croplands Herbaceous	Urban Evergreen Broadleaf Trees
Deciduous Broadleaf Forests	Grasslands	Urban Deciduous Broadleaf Trees
Shrublands	Urban	
	Water	



2. Emission Assessment_biogenic CO₂ emission

Grided Emission at 1km



icos product:

<https://meta.icos-cp.eu/objects/skbieXieUspxs6WUJG0vJr>

Plant Functional Types

- Evergreen Needleleaf Forests
- Evergreen Broadleaf Forests
- Deciduous Broadleaf Forests
- Shrublands
- Croplands Woody
- Croplands Herbaceous
- Grasslands
- Urban Evergreen Needleleaf Trees
- Urban Evergreen Broadleaf Trees
- Urban Deciduous Broadleaf Trees
- Urban
- Water

