

Creación de un sistema de monitorización de emisiones de gases de efecto invernadero para España

Paula Castesana¹, Marc Guevara¹, Omaira García², Carlos Torres², Carles Tena¹, Angie Albarracín¹, Francesco Benincasa¹, Paula Camps¹, Oscar Collado¹, Antonia Frangeskou¹, Alejandro García¹, Johanna Gehlen¹, Oliver Legarreta¹, Iván Lombardich¹, Francesca Macchia¹, Karinna Matozinhos¹, Calum Meikle¹, Miriam Olid¹, Carmen Piñero¹, Luca Rizza¹, Elliot Rose¹, Eliezer Sepúlveda², Noemie Taquet², Diana Urquiza¹, Alba Vilanova¹, Artur Viñas¹, Oriol Jorba¹, Carlos Pérez García-Pando^{1,3}

¹ Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación, Barcelona, Spain.

² Izaña Atmospheric Research Center (IARC), State Meteorological Agency (AEMET), Santa Cruz de Tenerife, Spain.

³ ICREA, Catalan Institution for Research and Advanced Studies, Barcelona, Spain.

Taller de presentación de RESPIRE-CLIMA.
12 de noviembre de 2025, AEMET, Madrid.

Modernizar las redes de observación para desarrollar servicios meteorológicos avanzados en el contexto del cambio climático.



PLAN DE RECUPERACIÓN,
TRANSFORMACIÓN Y
RESILIENCIA

P02.C05.I03.P05.S000.044.E001: Sistema nacional de emisiones de alta resolución para la predicción de la calidad del aire y la monitorización de gases de efecto invernadero.

P02.C05.I03.P05.S000.042.E001: Suministro e instalación de la red nacional COCCON—España para la monitorización de gases de efecto invernadero.

P02.C05.I03.P05.S000.043.E001: Asistencia técnica para la implantación de la red nacional COCCON-España y la creación del repositorio nacional de observaciones de gases de efecto invernadero.



Julio 2023 – Junio 2026

El proyecto forma parte del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTyR), financiado por la Comisión Europea a través de los fondos NextGenerationEU.

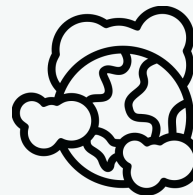
Objetivo: mejorar las capacidades estratégicas del país para respaldar procesos de toma de decisiones para la mitigación del cambio climático y el control de la contaminación del aire.



Modelado de emisiones de contaminantes atmosféricos
en España



Sistema nacional de monitoreo de emisiones de GEI en
España



WORLD
METEOROLOGICAL
ORGANIZATION



Integrated
Global Greenhouse Gas
Information System

Julio 2023 – Junio 2026.

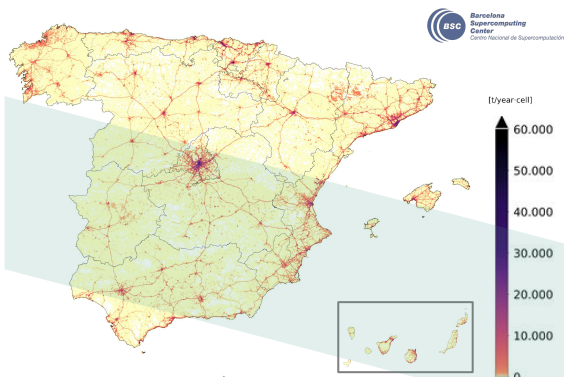
El proyecto forma parte del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTyR), financiado por la Comisión Europea a través de los fondos NextGenerationEU.

- Atender las diversas necesidades de tomadores de decisiones, comunidades científicas, industrias y ciudadanía, proporcionando datos precisos de emisiones de GEI en alta resolución. 
- Crear herramientas y métodos que apoyen la elaboración de inventarios y estrategias orientadas a cumplir los objetivos de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC). 
- Contribuir a identificar cobeneficios y posibles compensaciones vinculadas a la calidad del aire. 
- Potenciar la cooperación científica en el estudio de las emisiones y en la monitorización atmosférica. 
- Garantizar el acceso público a datos de emisiones de GEI en alta resolución, fomentando la transparencia y promoviendo la participación ciudadana en iniciativas medioambientales. 

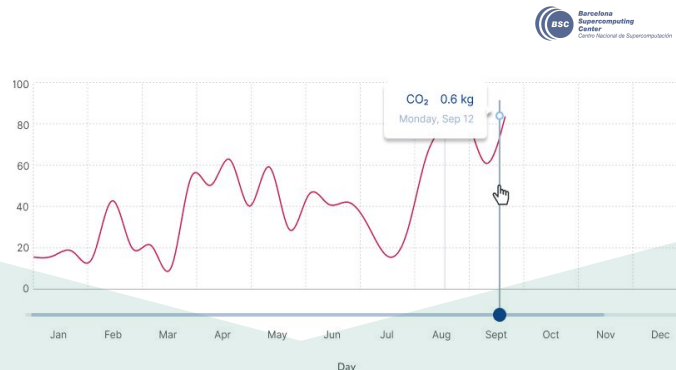


Integración de emisiones de CO₂ y CH₄ basadas en actividad y observaciones.

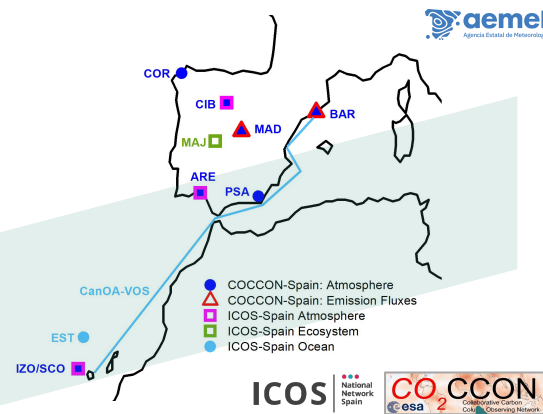
Pilar 1: Mapas de Emisiones de GEI consistentes con reportes UNFCCC



Pilar 2: Sistema de Baja Latencia para el Monitoreo de Emisiones de GEI

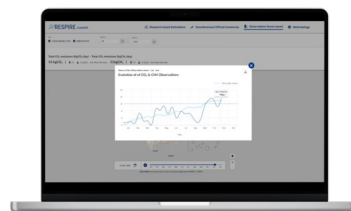
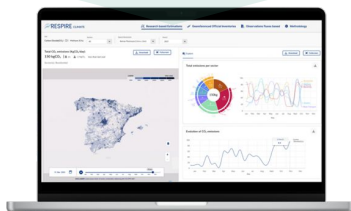
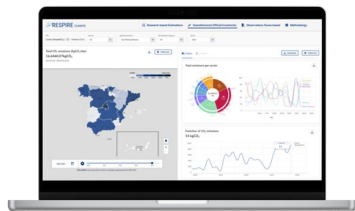


Pilar 3: Red Nacional de Monitoreo de GEI (observacional)



A continuación...

Pilar 4: Aplicación Web



Especies:

GEI: CO₂, CH₄, N₂O CA: CO, NO_x, NH₃, COVNM, SO₂, PM_{2.5}

Estatus:

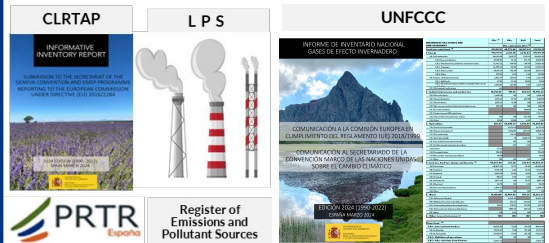
100% 

Sectores (GNFR): A_Power, B_Industry, C_OtherStationaryComb, D_Fugitive, E_Solvents, F_RoadTransport, H_Aviation, I_Offroad, J_Waste, K_livestock, L_Agrother.

HERMES_Δ: High-Elective Resolution Modelling Emission System, version Delta



Preproceso



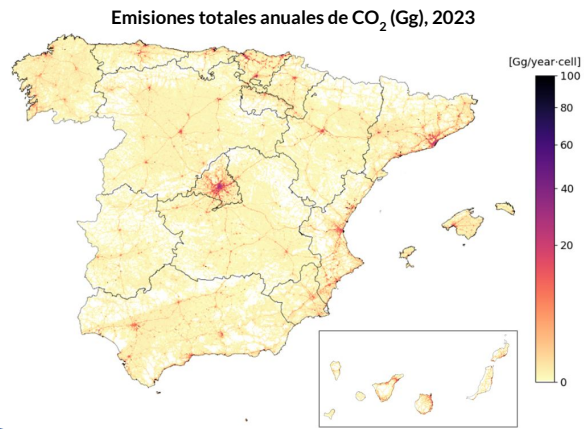
- Nivel NUTS2.
- Detalle sectorial (~225 fuentes de emisión).
- SNAP/NFR (CA, GEI).

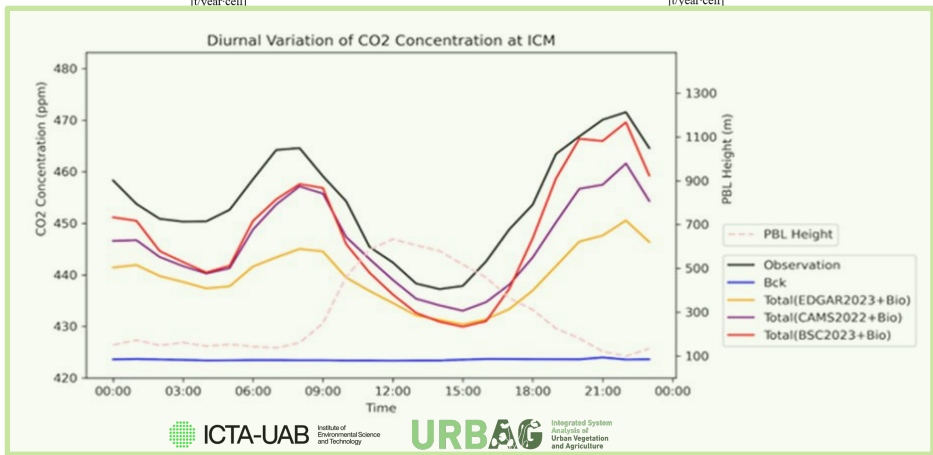
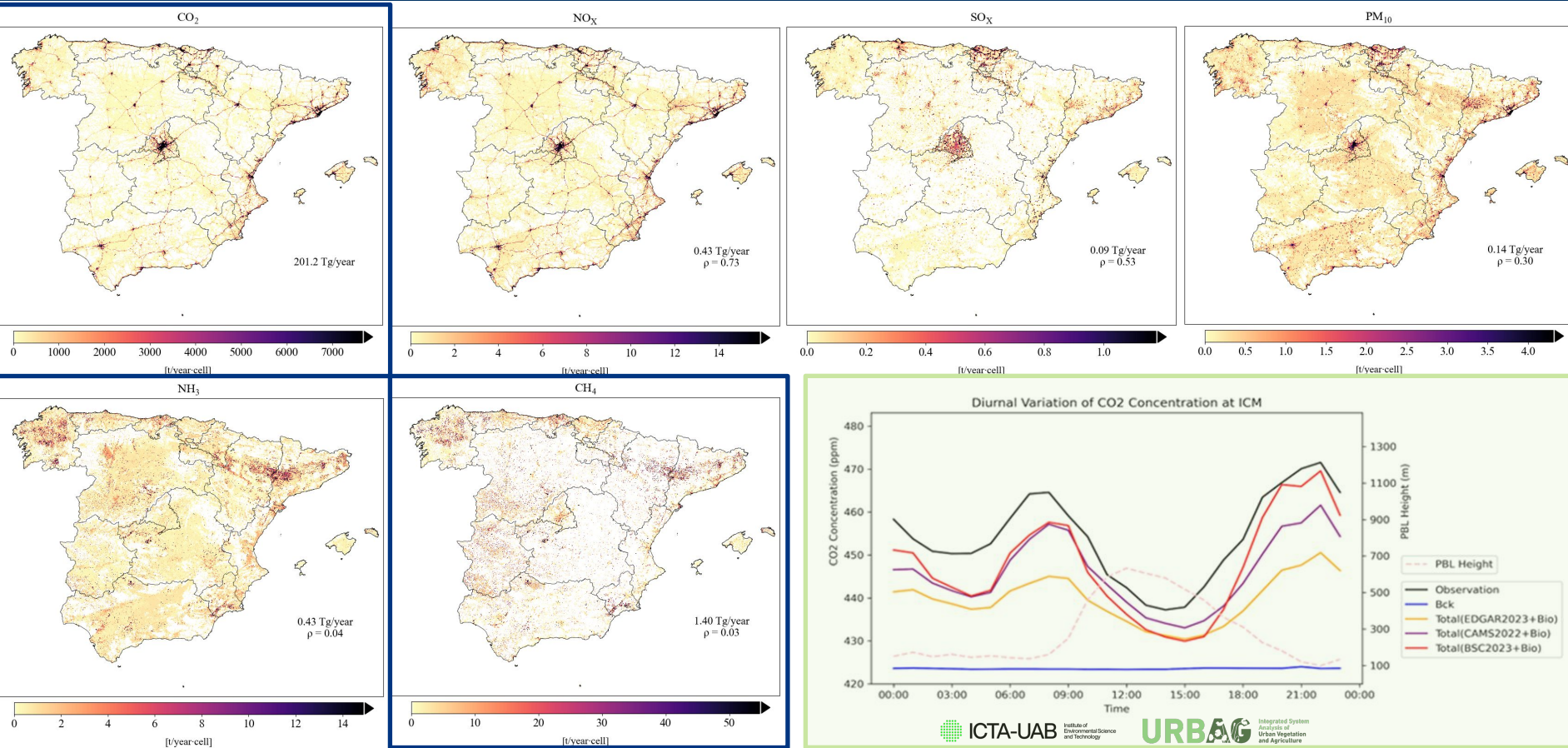
Distribución

- **Horizontal:** ~140 proxies espaciales.
- **Temporal:** ~800 perfiles mensuales, semanales y horarios.
- **Vertical:** altura de chimeneas.
- **Especiación:** COVNM, NO_x y PM_{2.5}.

Salidas

Mapas de emisiones listos para usar en aplicaciones de modelización (1 km, 1 h) y para la toma de decisiones.





Especies: CO₂, CH₄

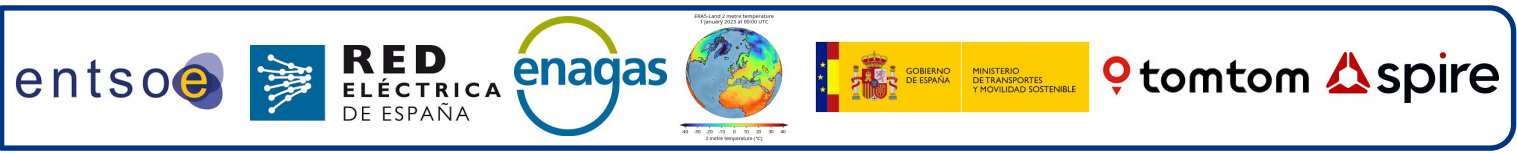
Estatus: 80% 

Sectores: Generación de Electricidad, Industria (Cemento, Hierro&Acero), Residencial y Comercial, Fugitivas, Transporte Carretero, Navegación, Aviación.

PHENOMENA: sPanish EmissioN mOnitoring systeM for grEeNhouse gAses



Descarga



Preproceso

Estandarización y formato de datos, rutinas de gap-filling, control de calidad y protocolo de fallas.

Estimación de Emisiones

Dato de Actividad · Factor de Emisión (CS si se dispone, IEF, o IPCC2006-default EF). Este módulo combina enfoques de bottom-up y de downscaling.

Postproceso

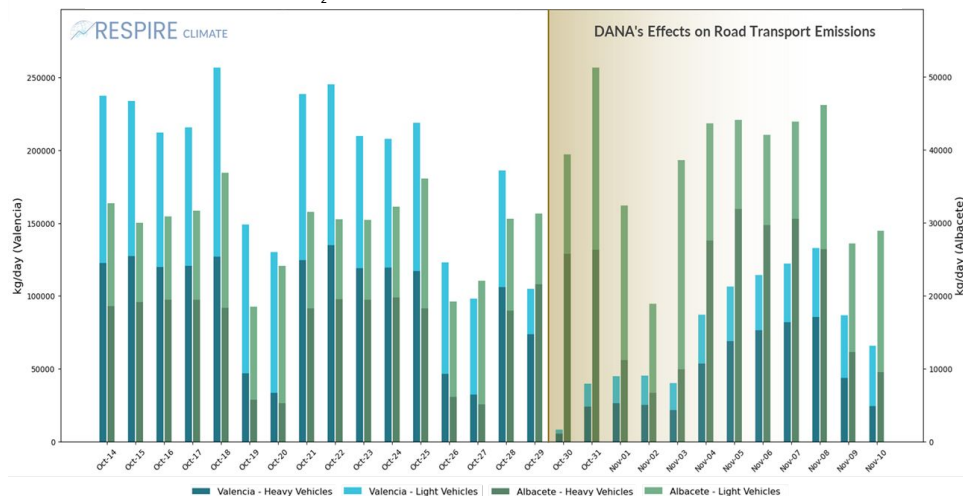
Generación de productos finales a ser integrados en el Portal Web (e.g., mapas de emisiones diarias de alta resolución 1kmx1km, extractos de emisiones regionales y de áreas metropolitanas).

Inventarios basados en investigación

Impacto de la DANA de Valencia en las emisiones del transporte (30-oct, 2024)



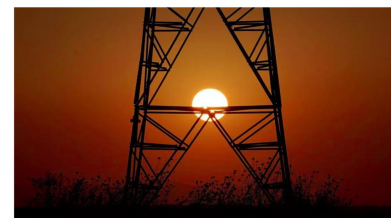
Emisiones diarias de CO₂ del transporte interurbano en Valencia (A-7) y Albacete (A-31), 2024.



Potencial impacto del apagón en las emisiones de centrales térmicas (28-abr, 2025)

España activa una 'operación reforzada' de su red eléctrica tras el apagón y frena el uso de renovables

Red Eléctrica impone restricciones a la energía solar y en menor medida a la eólica y amplía la utilización de las centrales de gas para dar más estabilidad a la red tras el colapso del lunes, mientras descubre sus causas exactas

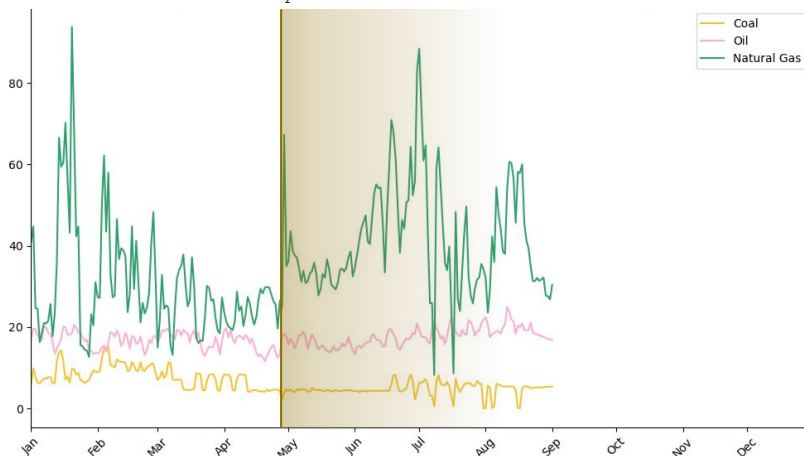


Una torre de electricidad con el sol de fondo. / JOSÉ LUIS ROCA

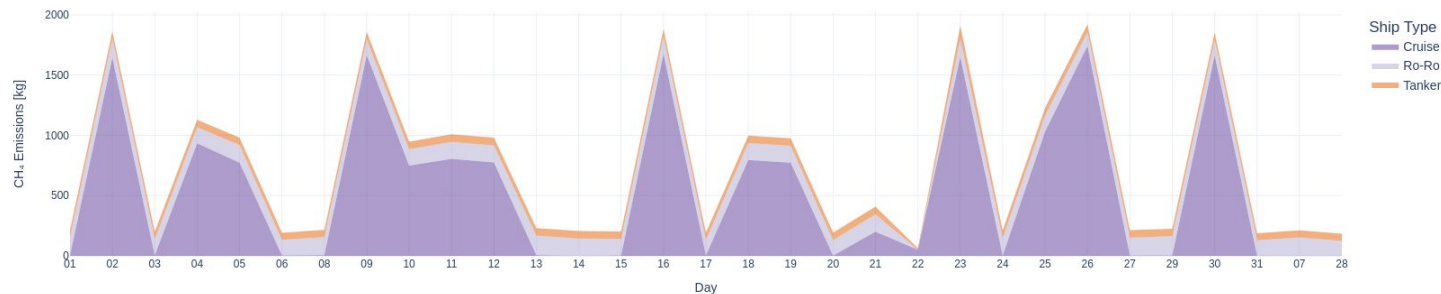
David Page
Madrid. Actualizado el 28/04/2025 a las 18:00
10. ¿Por qué continúan en el Periodico?

elPeriodico

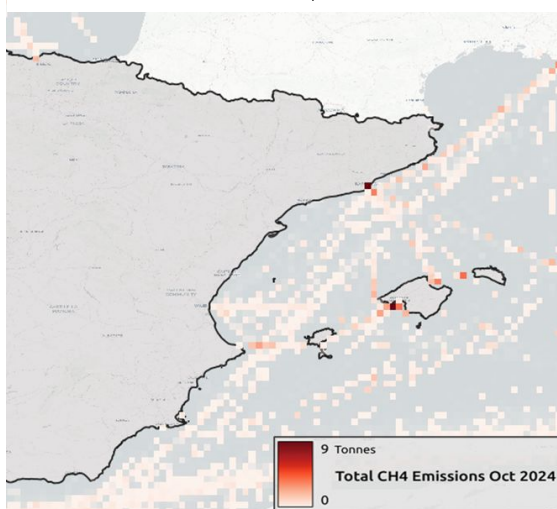
Emisiones diarias de CO₂ (Gg) de Centrales Térmicas, por tipo de combustible, 2025



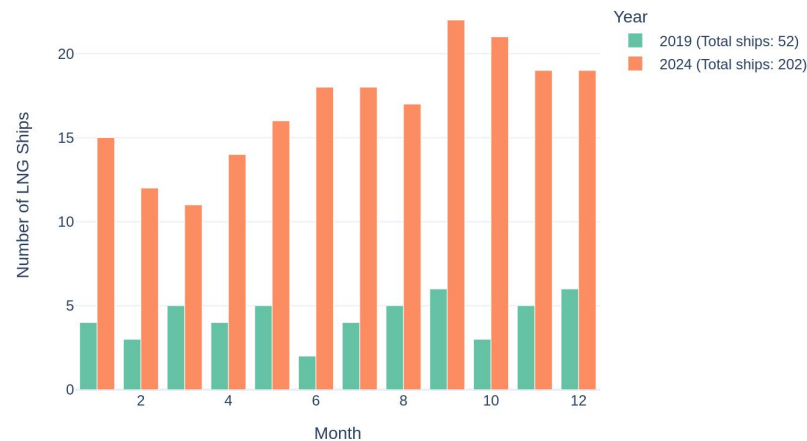
Emisiones Diarias de CH₄ en el Puerto de Barcelona, por tipo de barco, mes de octubre, 2024 (methane slip)



Emisiones acumuladas de CH₄, mes de octubre, 2024



Número de barcos a Gas Natural Licuado (GNL) en el Puerto de Barcelona, 2024



Producto orientado al usuario:

- Diseño guiado por metodologías de investigación en UX.
- Basado en entrevistas con distintos perfiles de usuarios.

Estatus: 90% 

- Fase de evaluación y testeo con datos reales.

Opciones de visualización de datos:

- Diagramas (por sector, series temporales, comparaciones).
- Mapas georreferenciados.

Resoluciones espaciales:

- España Peninsular / Islas Canarias (mapas 1kmx1km).
- Comunidades Autónomas (NUTS2).
- Regiones Metropolitanas (NUTS4).

Descarga directa de datos en archivos .xlsx y .png.

User-centric web app design development

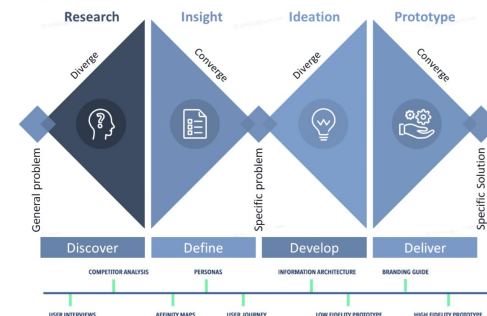
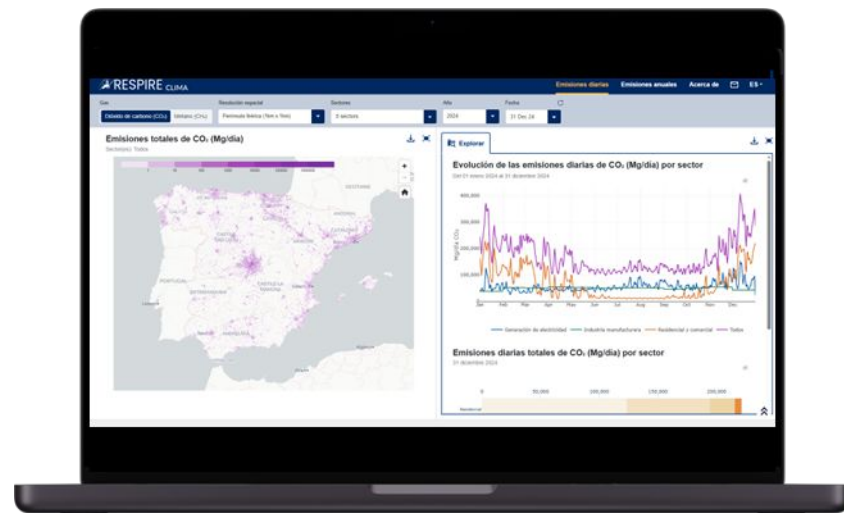


Figure 1: Design methodology that follows the Double Diamond innovation model developed by Design Council





Sistemas de emisiones atmosféricas en alta resolución para la modelización de la calidad del aire y la monitorización de gases de efecto invernadero en España

Nuestro Proyecto

El Barcelona Supercomputing Center - Centro Nacional de Supercomputación (BSC, CNIS) y la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) colaboran en el proyecto "Sistemas de emisiones atmosféricas en alta resolución para apoyar los esfuerzos de modelización y monitorización" (high-Resolution air Emissions Systems to support modelling and monitoring Efforts, RESPIRE). La iniciativa se centra en la elaboración de estimaciones precisas de emisiones para la modelización de la calidad del aire y la monitorización de gases de efecto invernadero (IGEII) en España.



Sistemas de emisiones de contaminantes más precisos para la modelización de la calidad del aire y la monitorización de gases de efecto invernadero (IGEII).



Creación de productos de emisiones de contaminantes del aire de alta resolución espacial y temporal basados en los datos de inventarios oficiales.



Web app con visualización, análisis y descarga de datos sobre la evolución diaria de las emisiones de GEII en España y sus principales regiones metropolitanas.



19/09/2025
RESPIRE-CLIMA es reconocido por la iniciativa IG3IS

Es un hito para el sistema de monitoreo de gases de efecto invernadero en España.

[Leer más →](#)



01/07/2025
RESPIRE participa en taller internacional

Aplicaciones a escala nacional de la cuantificación de emisiones de GEI.

[Leer más →](#)



13/12/2024
RESPIRE presente en la AGU 2024

En sesión sobre inventarios de emisiones, Paula Castesana (BSC) presentó RESPIRE.

[Leer más →](#)



11/07/2025
RESPIRE participa en conferencia sobre emisiones en África

Bajo el lema "Ciencia de las emisiones para un mundo en transición".

[Leer más →](#)



26/05/2025
COCCON-España: hacia un sistema integrado de observación de GEI

La presentación de RESPIRE-CLIMA y la red COCCON-España.

[Leer más →](#)



19/11/2024
La modelización de emisiones de gases de efecto invernadero: clave para abordar los retos climáticos urbanos

El encuentro híbrido reunió a 75 expertos para debatir desafíos climáticos en ciudades.

[Leer más →](#)



09/04/2025
Conferencia sobre gases de efecto invernadero

El evento reunió a científicos y responsables urbanos para debatir sobre las emisiones.



Home / IC3IS Webinar Series (Q3-Q4, 2025): A national GHG emission monitoring system to support policy makers and modelling efforts

IG3IS Webinar Series (Q3-Q4, 2025): A national GHG emission monitoring system to support policy makers and modelling efforts in Spain - current status and achievements

MEETING REMOTE

Speakers:

Paula Castesana, Emissions modelling researcher, Atmospheric Composition Group, Earth Sciences Department, Barcelona Supercomputing Center (BSC), and Carlos Torres, Director of the Izaña Atmospheric Research Center - AEMET.

Overview:

The RESPIRE-CLIMATE (High-Resolution Air Emissions Systems to Support Modelling and Monitoring Efforts) project aims to develop and deploy a Spanish national CO2 and CH4 emissions monitoring system that combines information from high-resolution bottom-up inventories with observations derived from ground-based instruments. A dedicated web app has been produced to visualise and facilitate access to the resulting GHG emission products, serving the need for detailed GHG emission information at the national, sub-national, and urban levels. The results of RESPIRE-CLIMATE will support scientific and modelling efforts, such as inversion modelling and data assimilation, as well as inform decision-makers, helping to guide efforts in the design of effective mitigation policies. This project recently got endorsed by IC3IS.



24/01/2025
RESPIRE en el XIII Congreso Internacional de la AEC

RESPIRE tuvo una destacada participación en el XIII Congreso Internacional de la AEC.



"Creación de un sistema de monitorización de emisiones de GEI en España"

Te invitamos a participar en un taller dedicado a la divulgación del proyecto RESPIRE-CLIMA, una iniciativa centrada en fortalecer las capacidades de cuantificación y mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (IGEII) en España.

12 de Noviembre de 2025
10:00 a 14:30 h
Evento híbrido en línea y presencial en la sede de AEMET en Madrid.

Contáctanos en
info_respire@bsc.es
info_respire@bsc.es

Participa en el taller de divulgación



Conclusiones

RESPIRE-CLIMA busca fortalecer las capacidades estratégicas de España para apoyar la toma de decisiones y orientar esfuerzos relacionados a la mitigación del cambio climático.

- Principales desafíos:

- Adquisición y adaptación de datos: proxies espaciales/temporales, datos de actividad en baja latencia.
- Desarrollo de un sistema robusto y tolerante a fallos.

Siguiendo la estela de países como Alemania (ITMS) y Estados Unidos (GRA2PES).

- Impactos esperados:

- Información práctica de emisiones con la resolución espacial, temporal y sectorial necesaria para analizar y orientar el avance hacia los objetivos de reducción de GEI.
- Herramientas accesibles para apoyar a las administraciones públicas (tanto nacionales como subnacionales), así como a la comunidad científica, al sector privado y a la ciudadanía.

- Próximos pasos: Avanzar en la validación de inventarios, integrando datos de emisión de GEI basados en actividad y en observaciones.





Gracias por su atención!

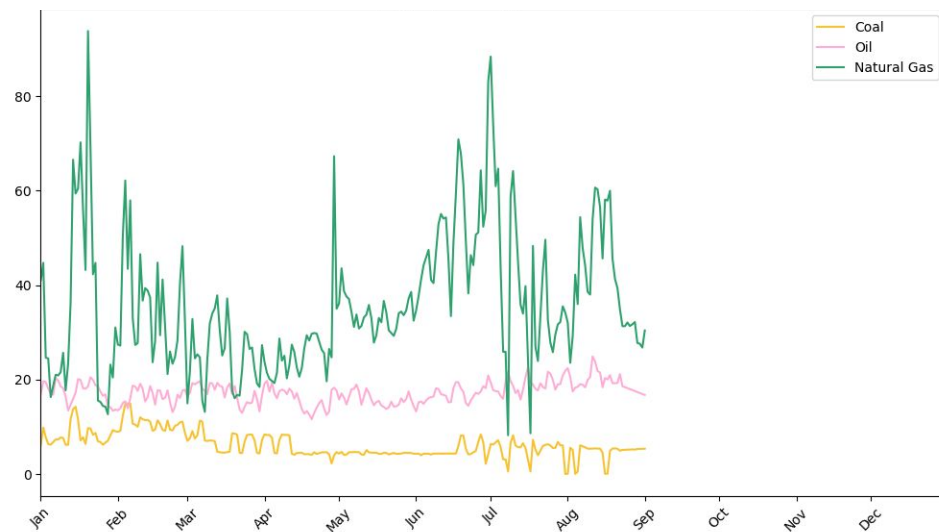
respire@bsc.es

Paula Castesana / Marc Guevara
paula.castesana@bsc.es / marc.guevara@bsc.es

Omaira García / Carlos Torres
ogarcia@aemet.es / ctorresg@aemet.es

P. Castesana acknowledges her AI4S fellowship within the "Generación D" initiative by [Red.es](https://www.red.es), Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública, for talent attraction (C005/24-ED CV1), funded by NextGenerationEU through PRTR.

(a) Emisiones diarias de CO₂ (Gg/día) provenientes de centrales térmicas



(b) Emisiones acumuladas de CO₂ (Gg) por planta y combustible (2025)

