

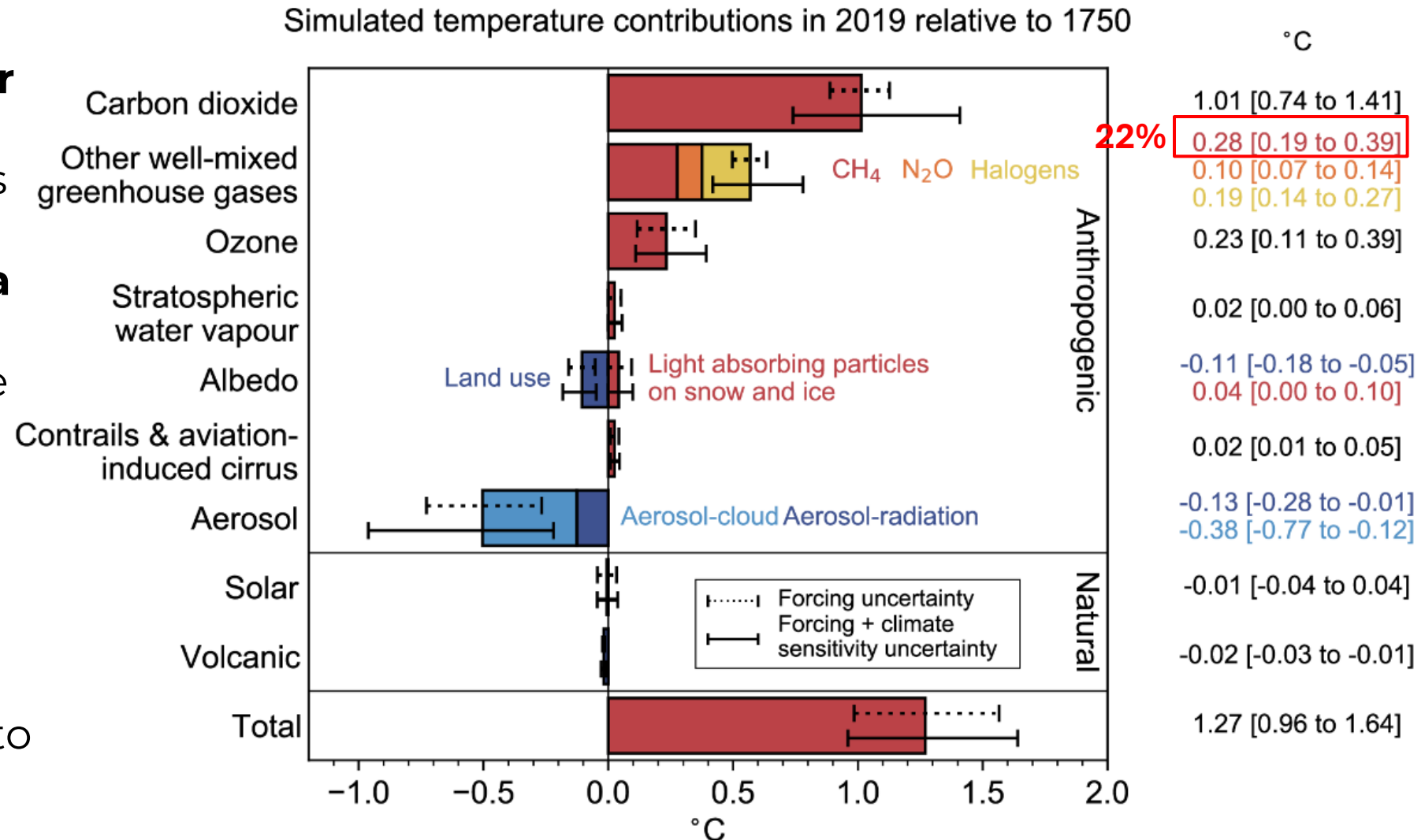
Comparación y revisión crítica del inventario de emisiones antropogénicas de metano de Colombia – Fuentes faltantes y subestimadas

Andrés Ardila Ardila, Angela C. Vargas-Burbano, Luis A. Morales-Rincón, Rodrigo Jiménez

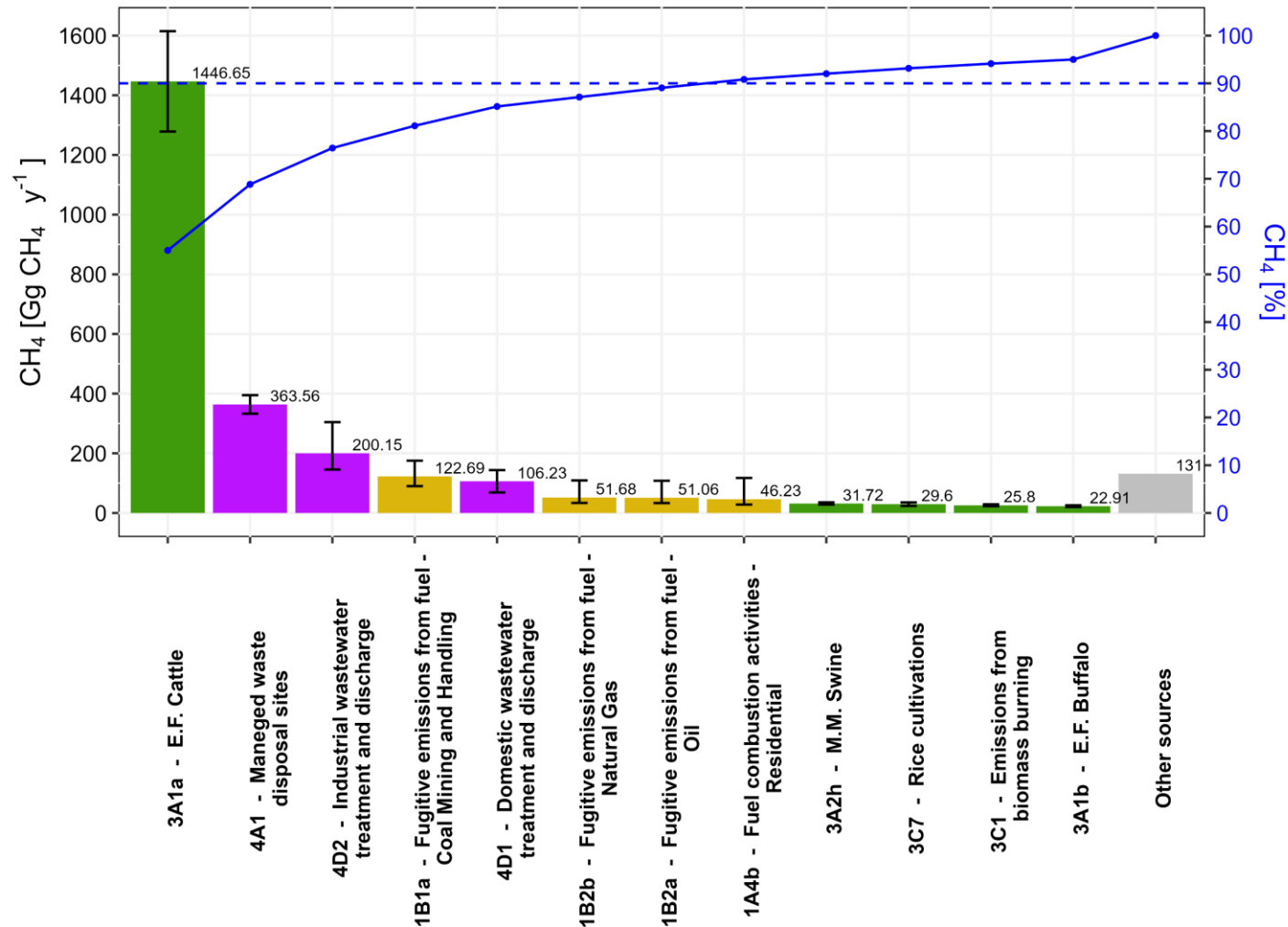


Introducción: Metano

- El metano tiene un **PCG 28 veces mayor que el CO₂ en 100 años**, pero ~80 veces más en 20 años.
- Sin embargo, su **vida atmosférica es de solo ~10 años** (frente a los siglos/milenios del CO₂).
- Reducirlo tiene un impacto climático inmediato**, ralentizando el calentamiento a corto plazo.



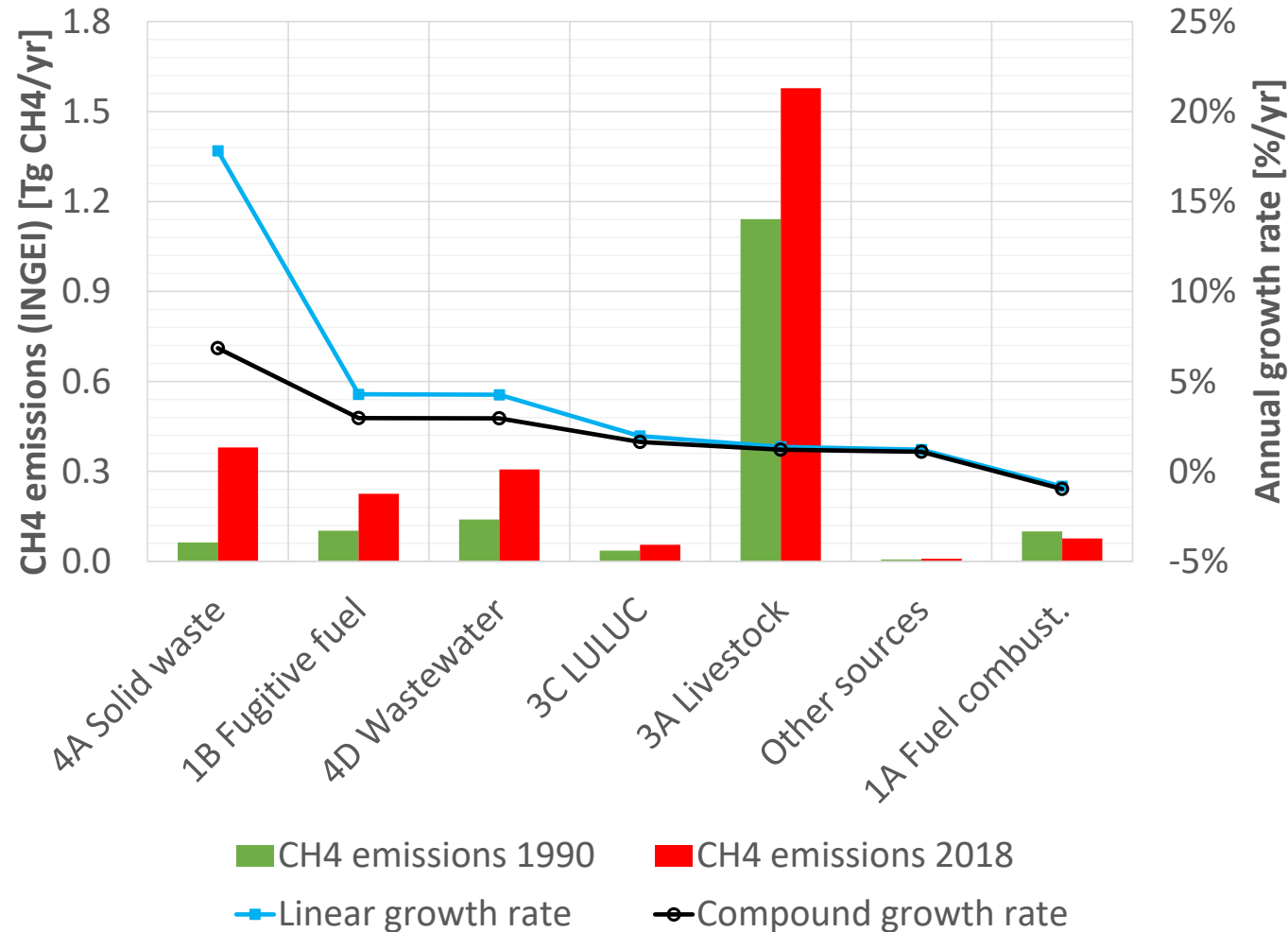
Introducción: INGEI



E.F. = Enteric Fermentation
M.M. = Manure Management

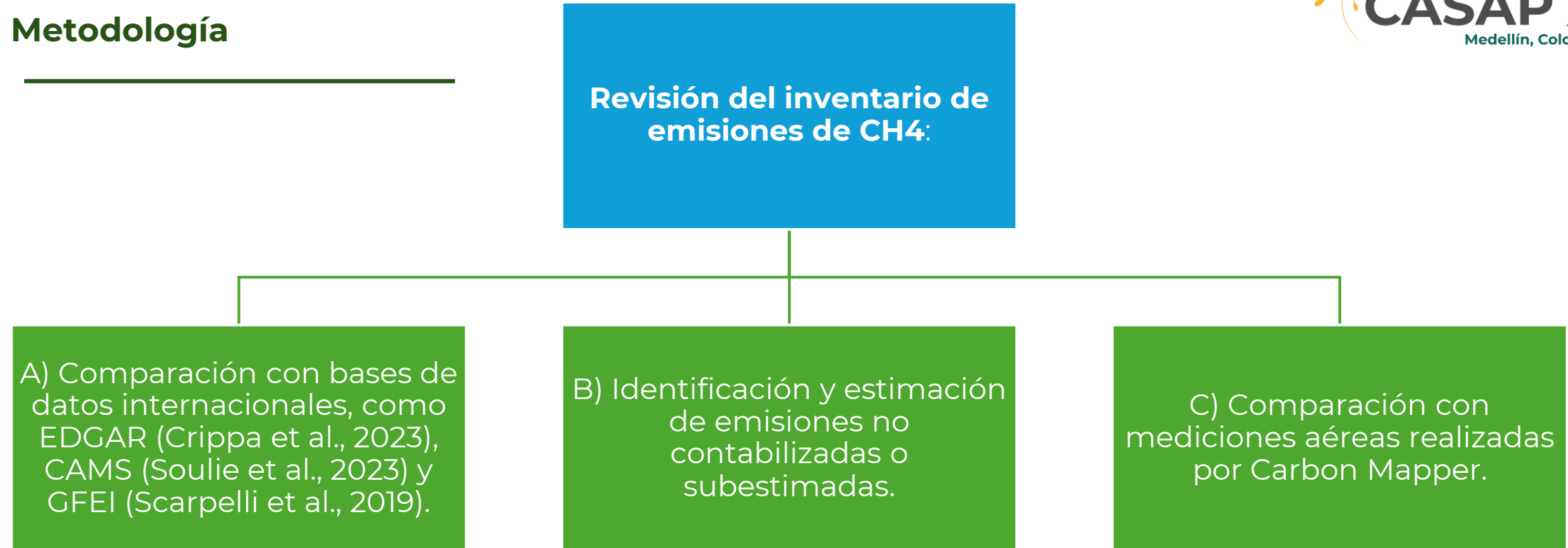
- Total CH₄ INGEI BUR 3(2018) = 2,629 Gg CH₄/yr (74 Tg CO₂-eq/yr) → BTR (2021) = 2,705 Gg CH₄/yr (75.8 Tg CO₂-eq/yr)
- **4 categorías son responsables del 90% de las emisiones** : Fermentación entérica en el ganado bovino, disposición de residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales y emisiones fugitivas de combustibles fósiles.
- Fermentación entérica ~4x Rellenos **PTAR tratamiento/descarga: industrial/domésticas ≈ 2 + industrial mayor incertidumbre**
- **Emisiones de minería de carbón comparables a O+G combinadas → 50% subterránea (Andes)**

Introducción: INGEI



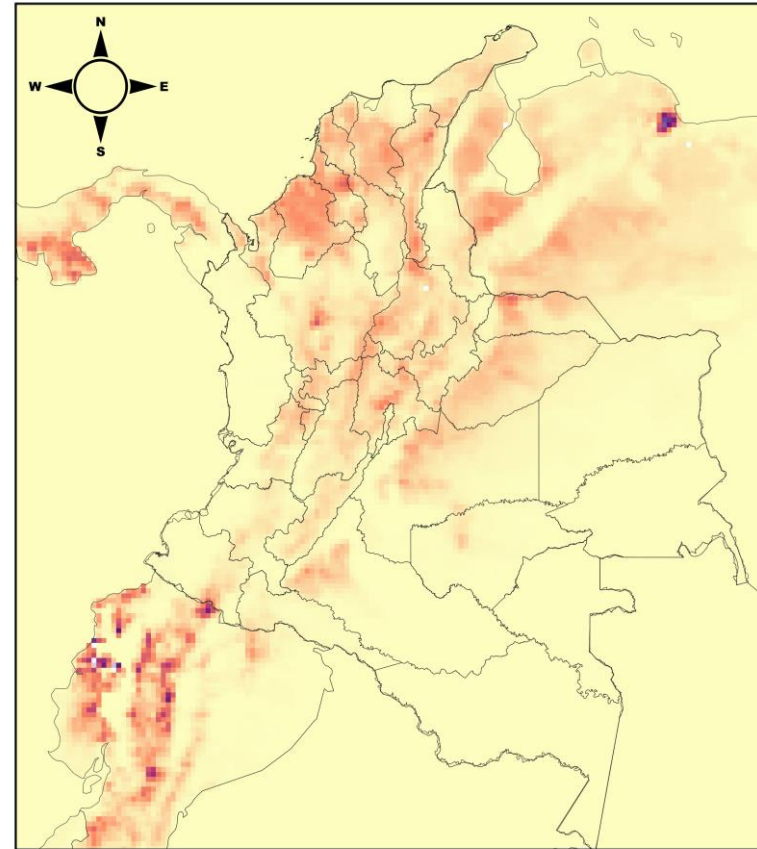
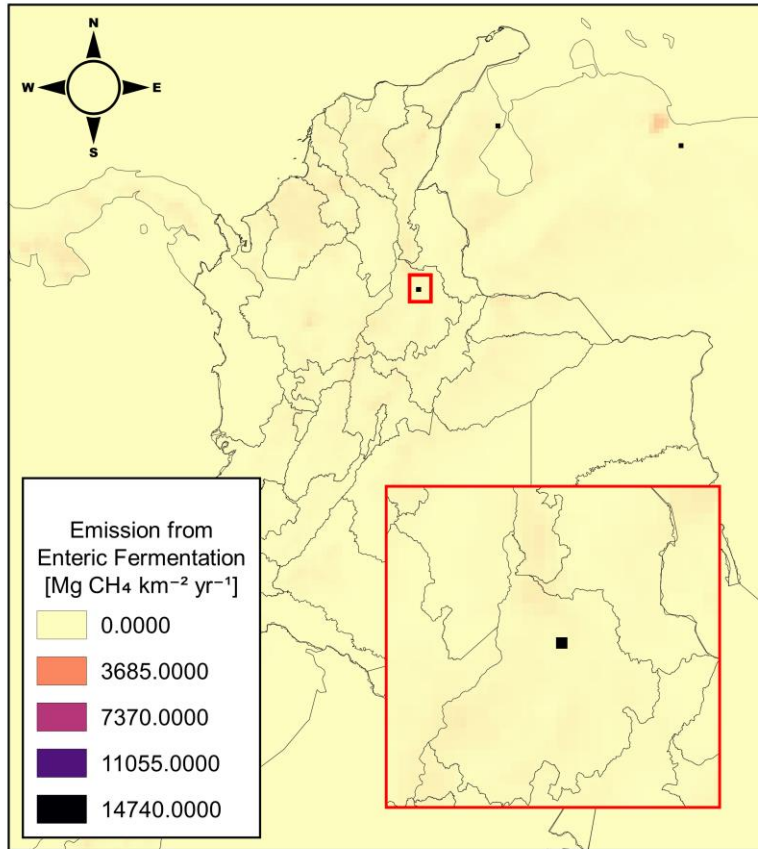
- CH₄ = **24% del total de emisiones de GEI en 2018** (INGEI – IDEAM, 2022)
- **Mayor proporción en Colombia que en el resto del mundo** (21%; Crippa et al., 2023)
- **Las emisiones de metano han crecido (1.9% yr⁻¹) al doble de la población (0.8% yr⁻¹) a lo largo de los últimos 30 años.**
- **Emisiones de residuos sólidos (IPCC 4A) han crecido cerca 6x**
- PTAR (IPCC 4D) y explotación de combustibles (IPCC 1B) se han duplicado.

Metodología



- **Bases de datos globales:** Integran información de inventarios locales con información complementaria (p.e. satelital). Generalmente se usan como base para la simulación de concentraciones atmosféricas.
- Mediante el análisis metodológico y datos de actividad se establecieron **categorías con subestimaciones o no estimadas**.
- **Carbon Mapper** campaña aeroportada en 2023 en el norte del país.

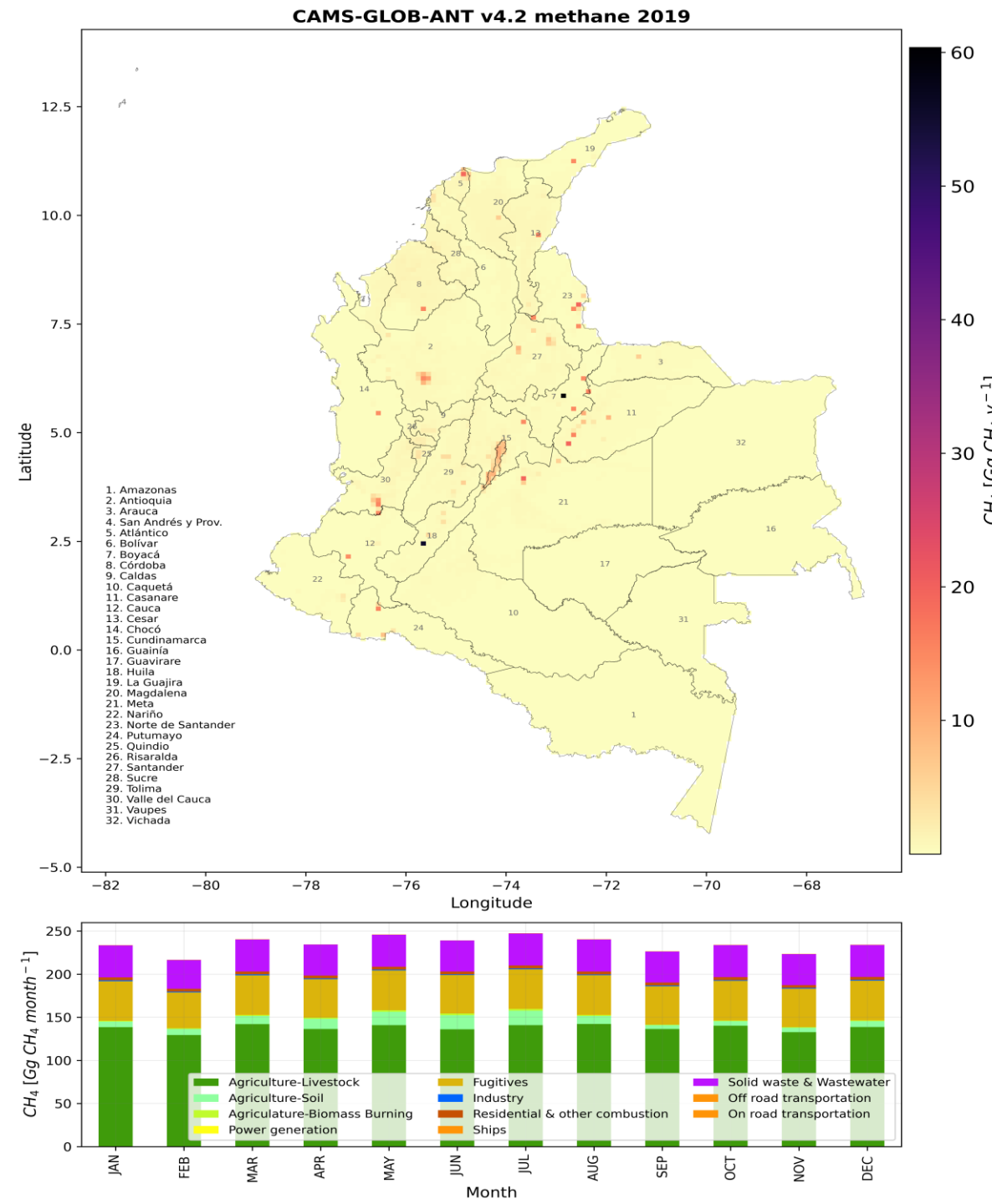
Resultados: Identificación de “outliers”



- **Identificación de puntos con grandes emisiones atípicas en la base de datos EDGAR GHG v8.**
- Se identificaron en **fermentación entérica y minería de carbón.**
- Al remover estos puntos **se pierden el 44%** de las emisiones.

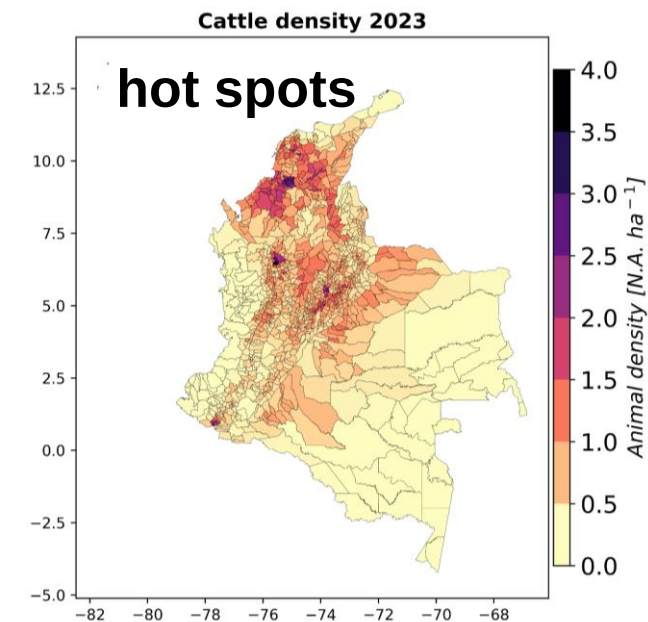
Resultados: Comparación con BD globales

- Los inventarios globales (CAMS, EDGAR, GFEI) ofrecen una mejor resolución espacial, PERO son insuficientes para identificar fuentes individuales
- **Alta granularidad de emisiones.**
- Temporalidad de emisiones asociado a temporadas de lluvias.

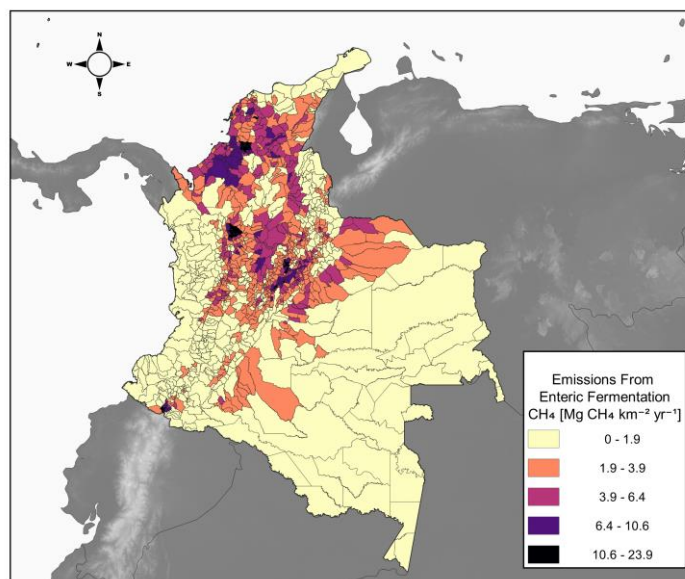


Resultado: Fermentación Entérica

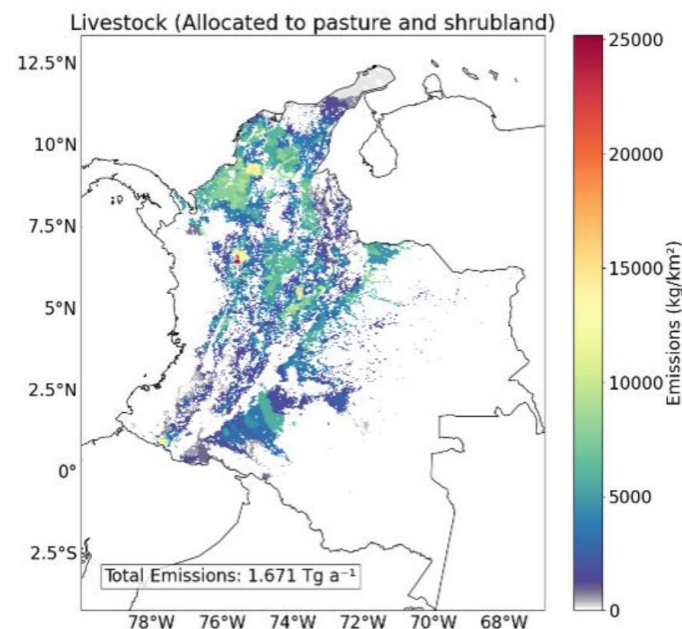
Cooperación con la
Universidad de
Harvard (grupo D.
Jacob) Preparado por
Sarah Hancock



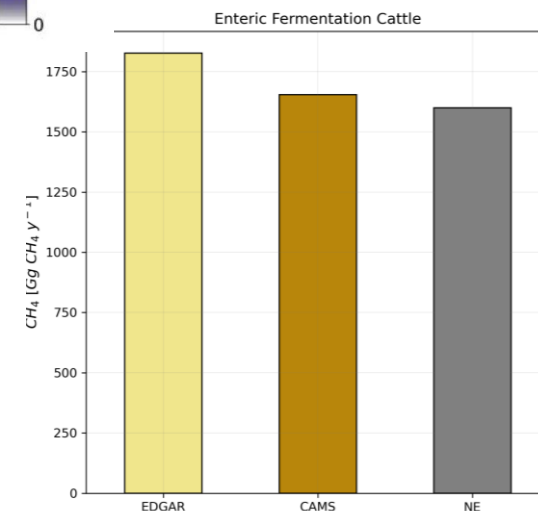
Metodología colombiana
de nivel 2 inventario
desagregado de nuestro
municipio



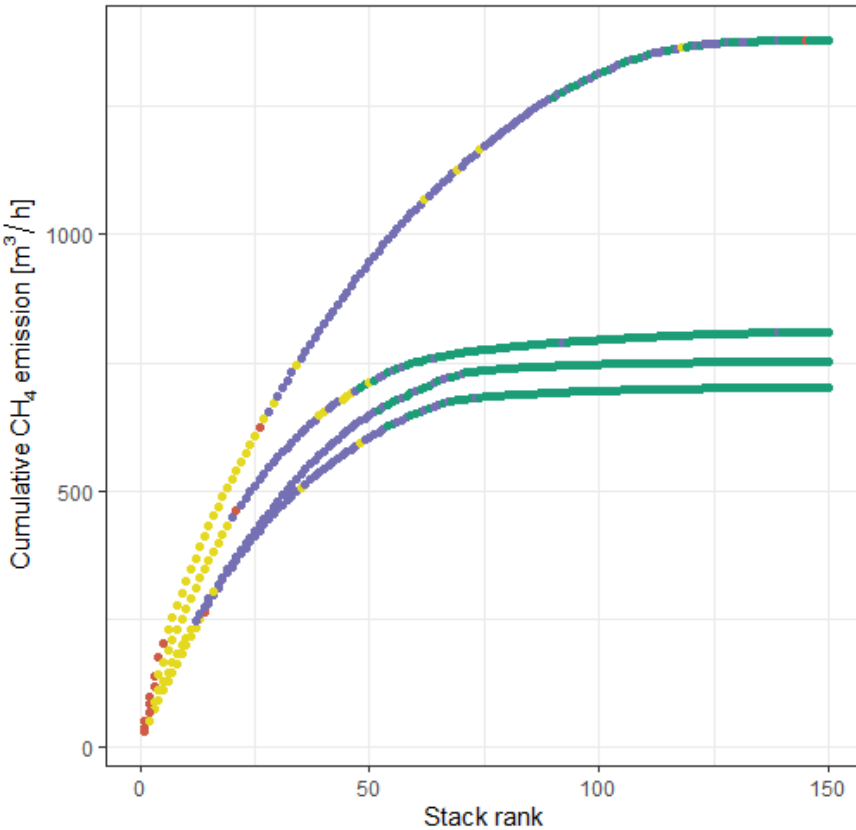
Registros de vacunación
2023 desagregados a nivel
municipal



distribución espacial
mejorada(Corine Land
Cover) emisiones en
cuadrícula para
simulación

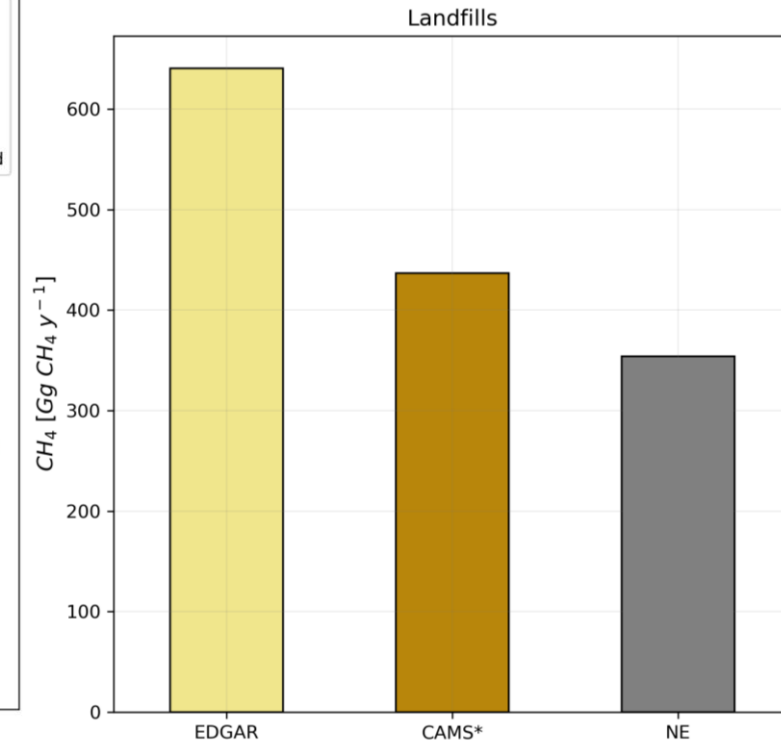
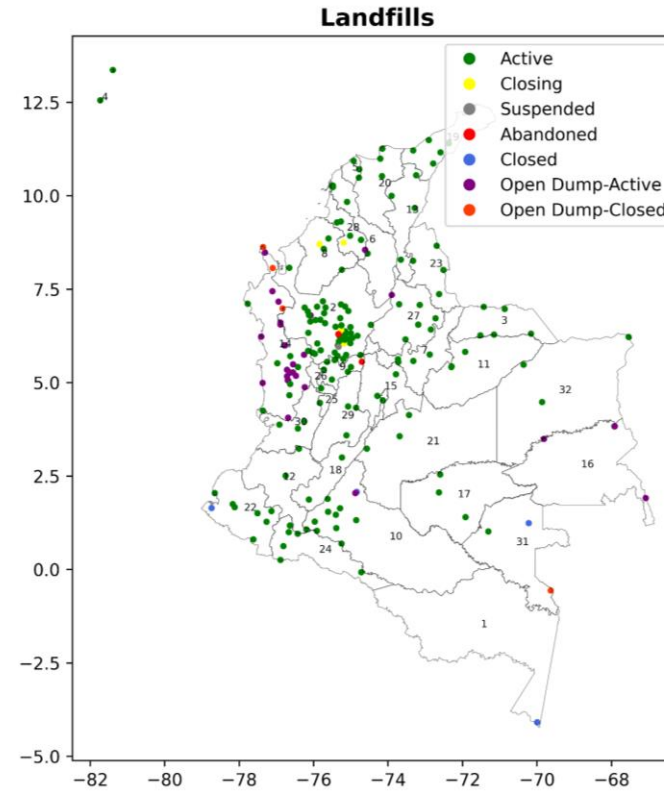


Resultado: Rellenos Sanitarios



Flow rate [m^3/h]

- (0,10)
- (10,30)
- (30,50)
- (50,120)

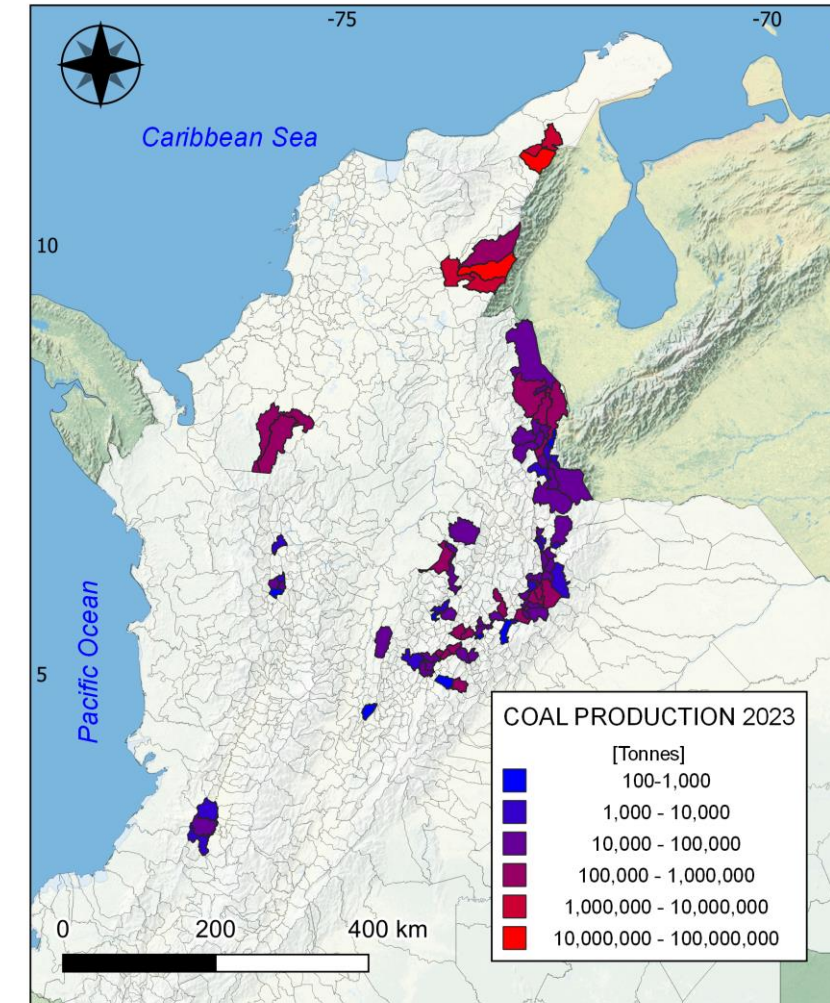
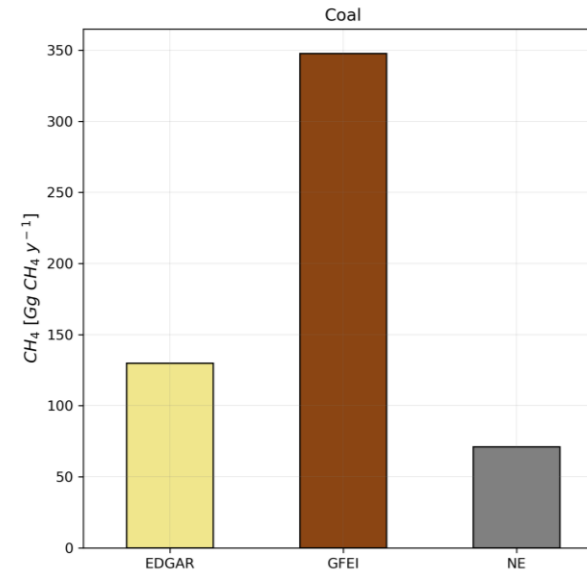
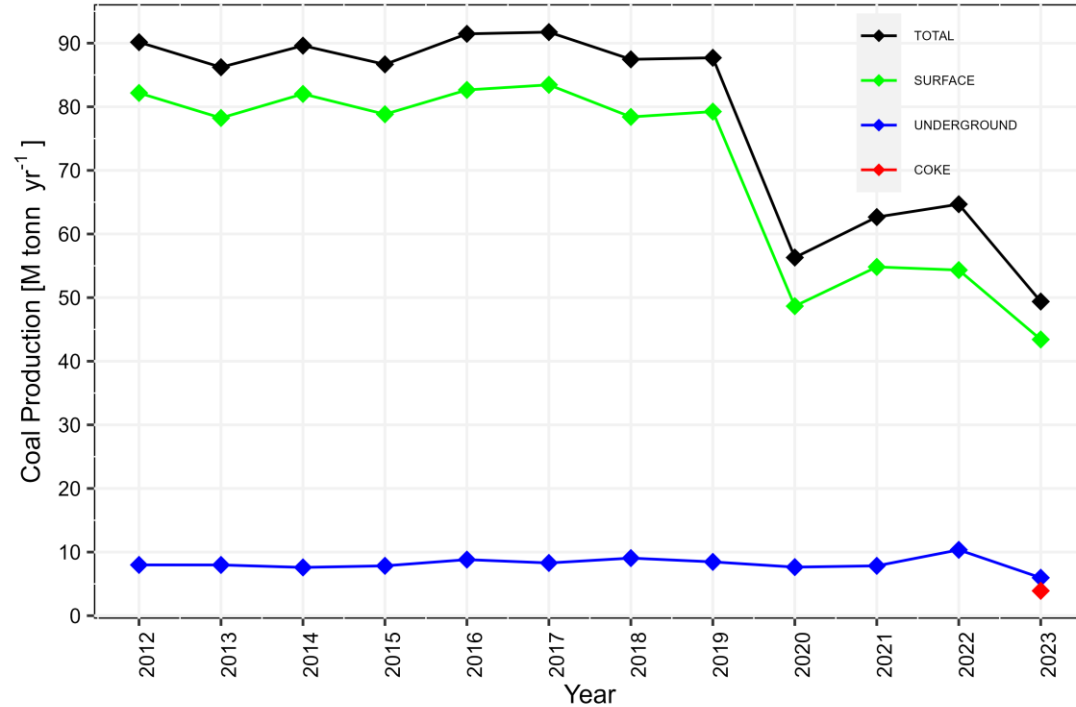


- En 160 RS se disponen el 97% de los residuos (~12 Mton).
- Inventario asume generación = emisión (ignoran quema)
- Generación de bigas y composición variable durante el año.

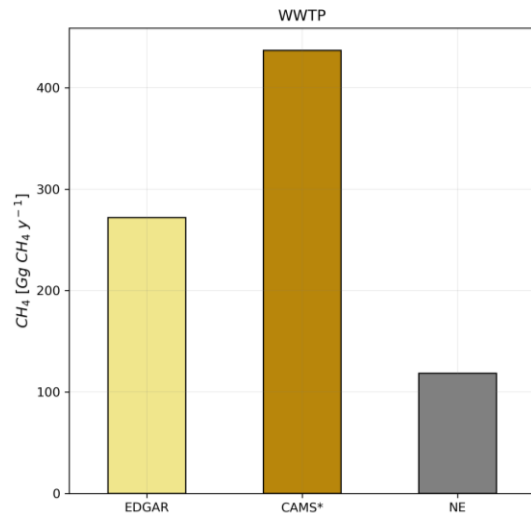
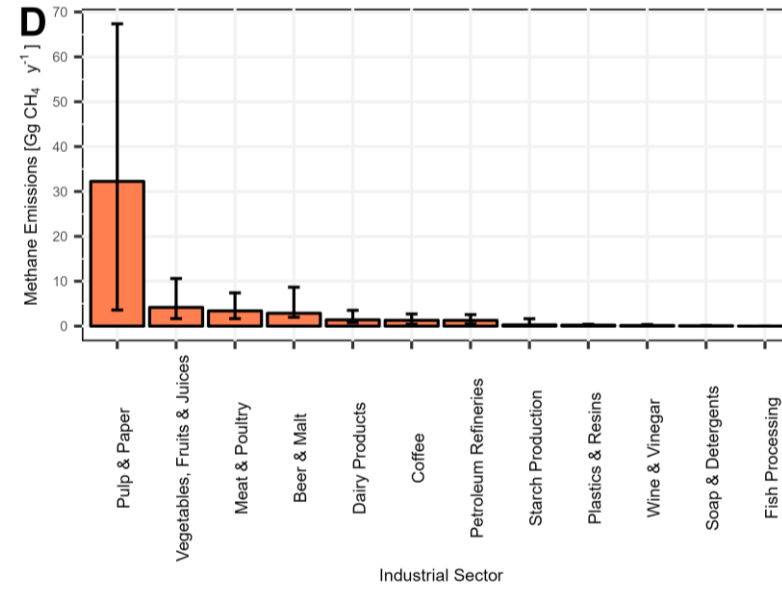
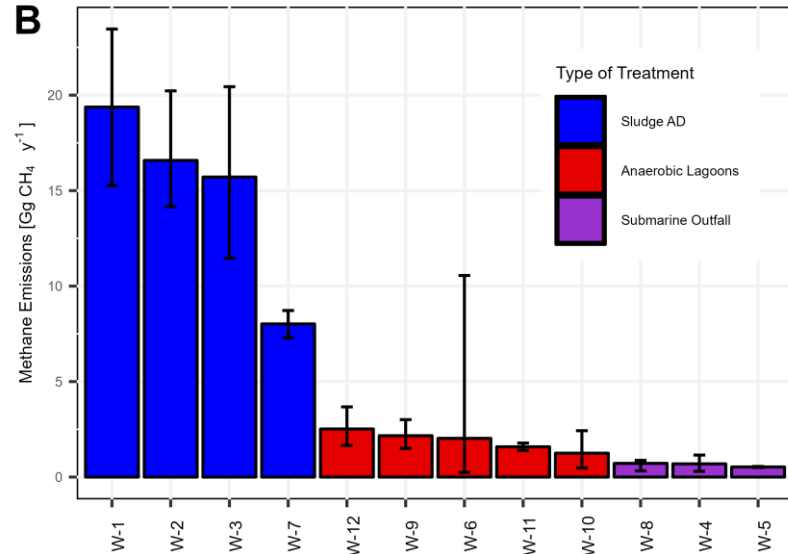
Month	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)
Dec	38.9	28.6	4.4
Jan	40.7	29.6	4.3
Feb	40.0	29.6	4.1
Mar	45.9	33.0	2.8
Average	41.4	30.2	3.9

Resultado: Minería de Carbón

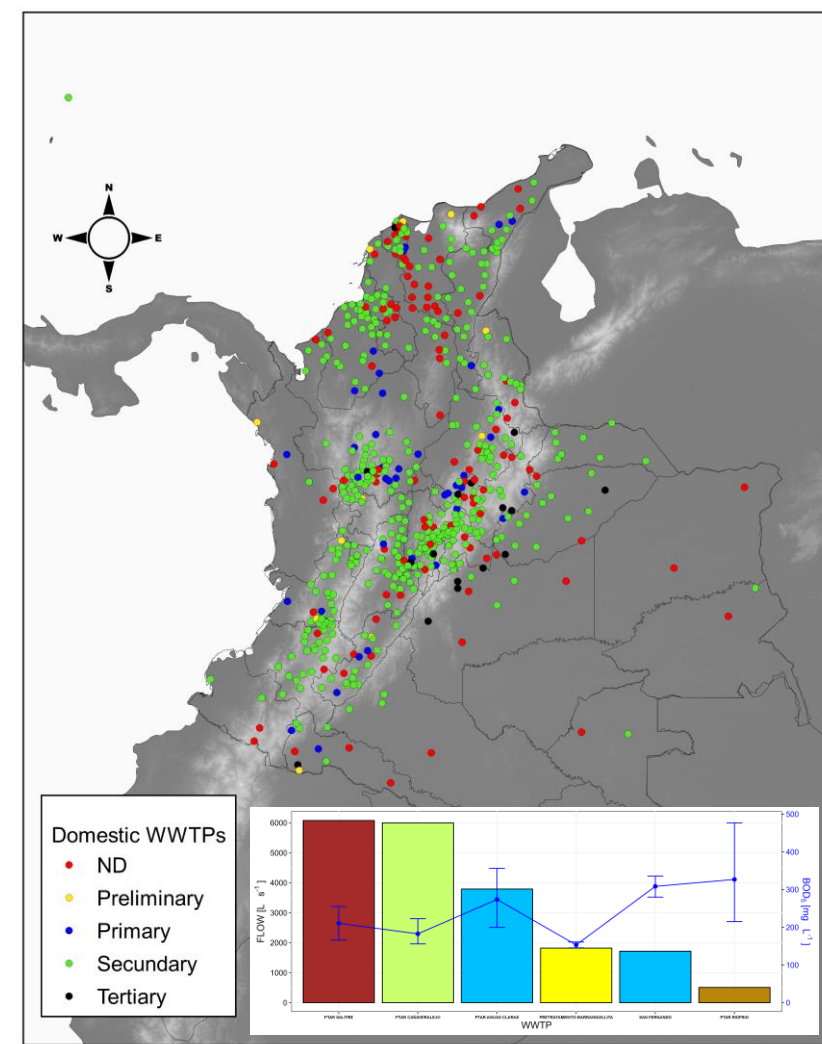
- Emisiones minería subterránea = minería a cielo abierto. En 2018 ~60 Gg CH₄ cada una
- Producción minería a cielo abierto → 90%.**
- Producción Minería subterránea → 10%**



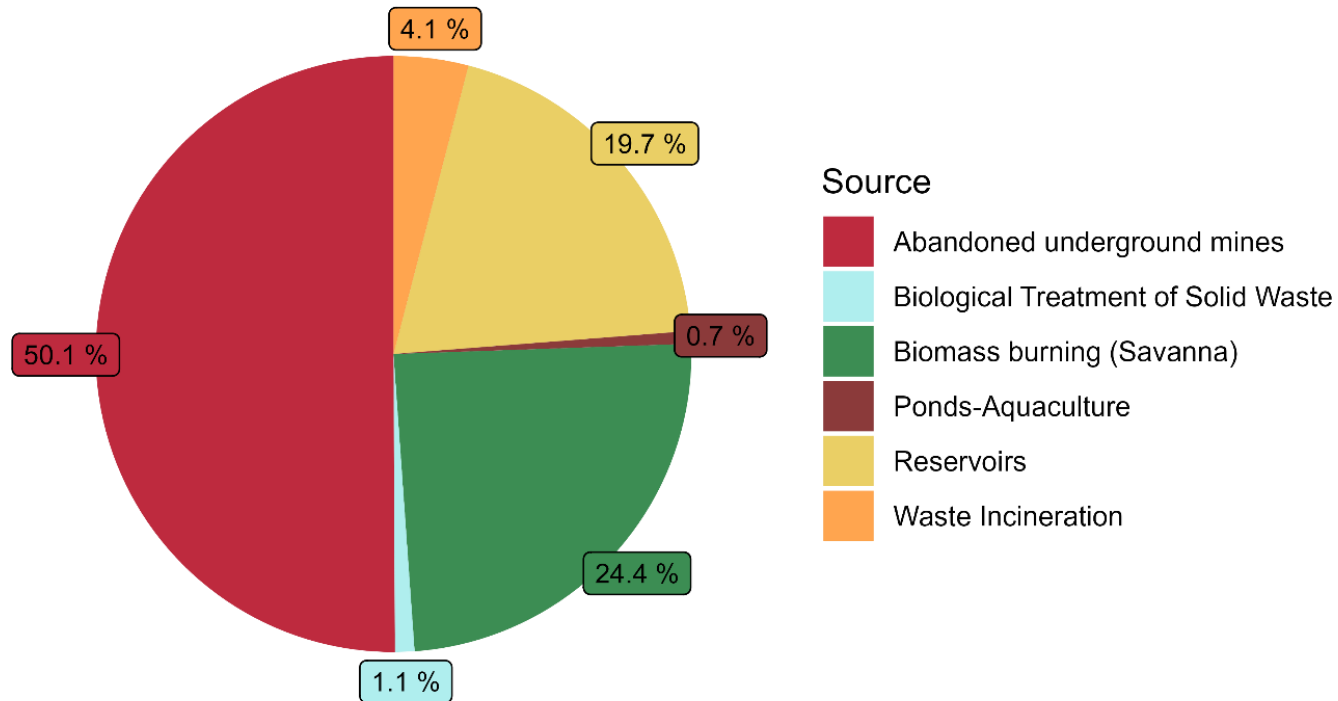
Resultado: Plantas de tratamiento de aguas residuales



- Mas de 700 PTAR, 70% tratamiento secundario
- 44% de AR es tratado, 12 PTAR eñ 70% AR
- Alta variabilidad en las tecnologías de tratamiento (Entre más tecnificado el sistema mayores emisiones).
- Alta variabilidad en las emisiones por subsectores productivo → alta incertidumbre en la fuentes de información.



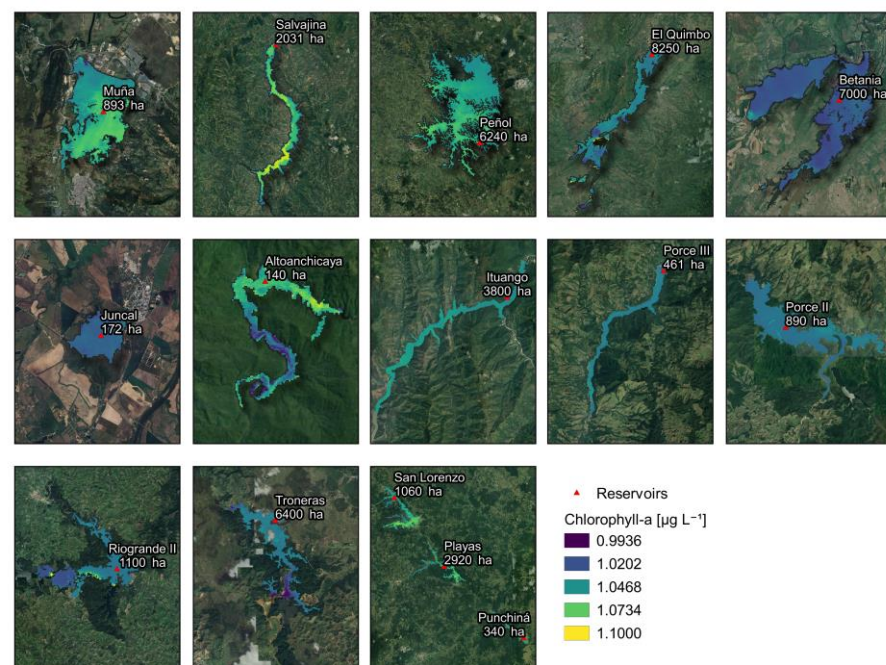
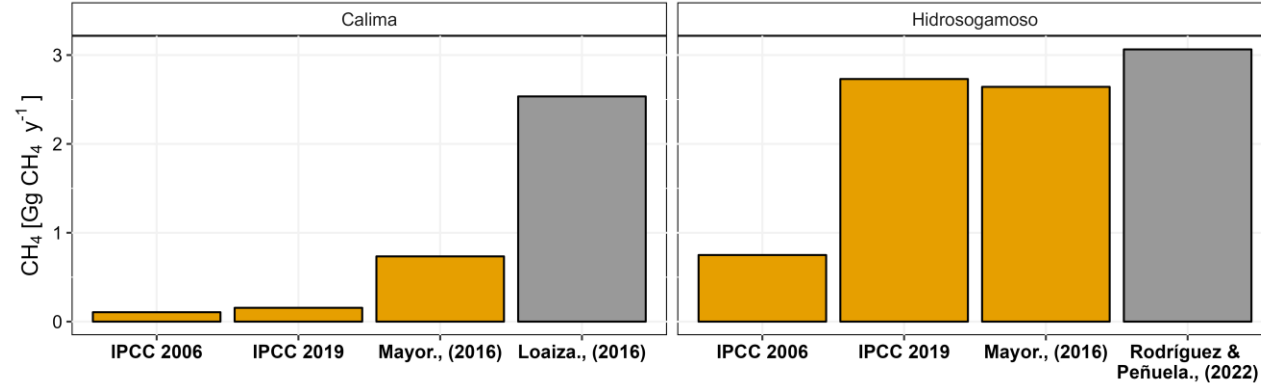
Resultados: Estimación NE-UE



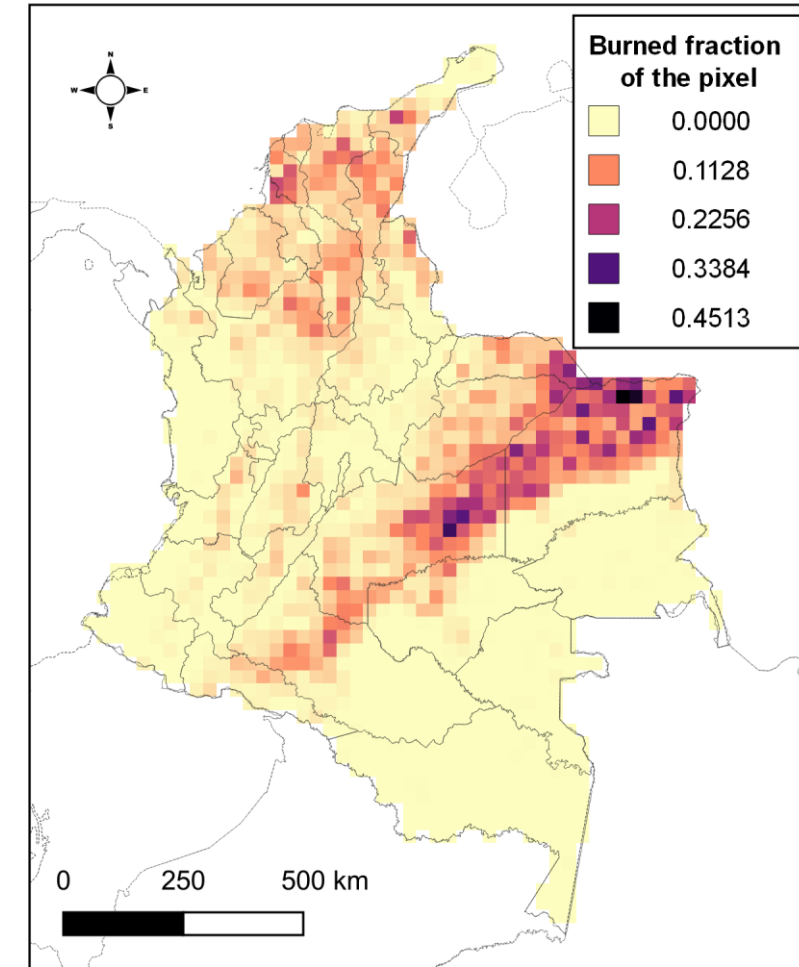
No Estimadas (NE)	Subestimadas (UE)
Minería Subterránea en Estado de Abandono (48.4 Gg CH ₄)	Quema de biomasa - Sabana (23.5 Gg CH ₄)
Tratamiento Biológico RS (1.1 Gg CH ₄)	Embalses (19.0 Gg CH ₄)
Incineración RS (3.9 Gg CH ₄)	
Acuicultura (0.7 Gg CH ₄)	

- Nuestros cálculos para categorías No Estimadas o Subestimadas (NE-UE) = 96.52 Gg CH₄/yr (3.5%) → 2,726 Gg CH₄/yr → alta incertidumbre.

Resultados: Estimación NE-UE



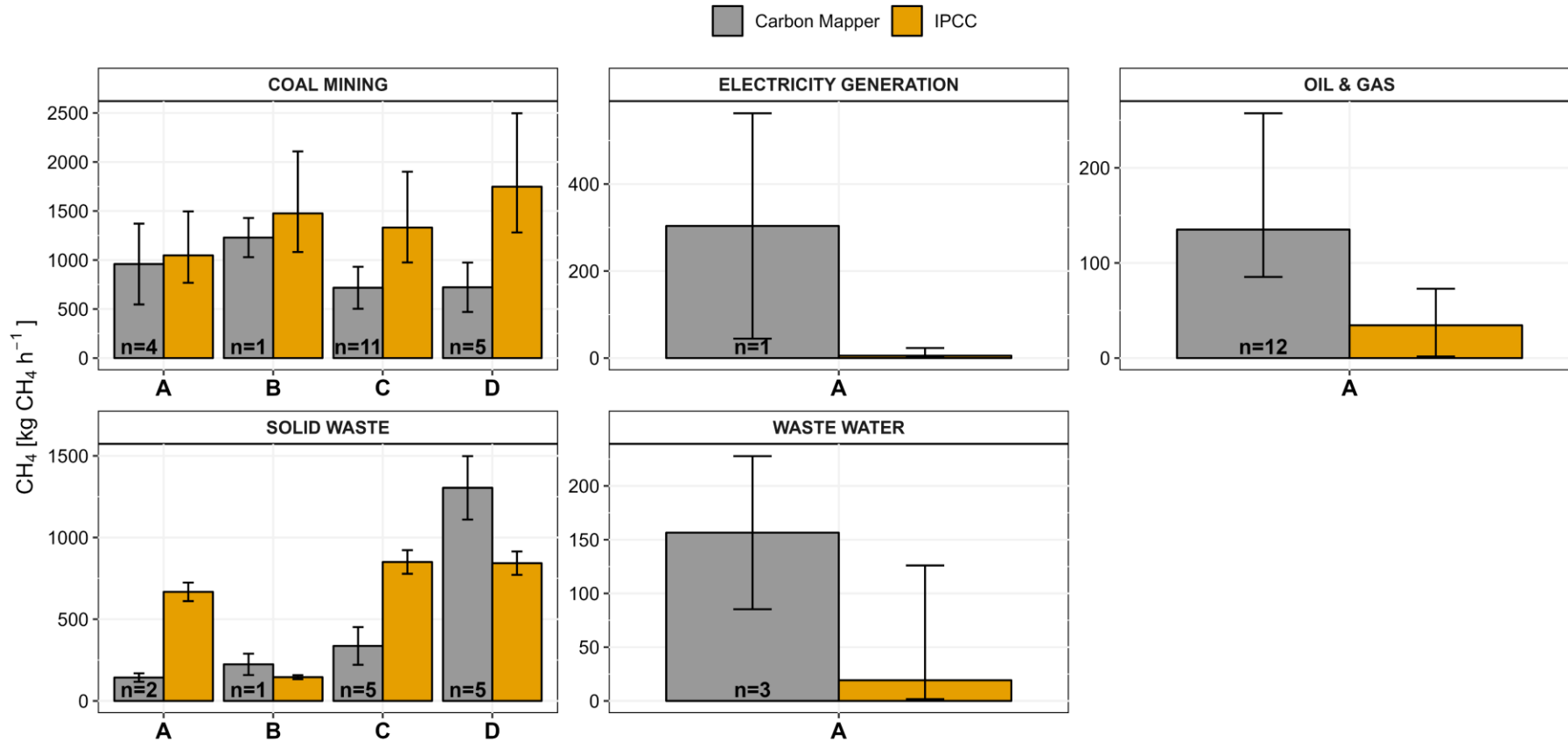
- Para los embalses se presenta marcada subestimación en metodología actual.
- Ignoran las quemas de biomasa en otras regiones del país como la Orinoquia.



Resultados: Comparación con BD globales

Source	INGEI BUR 3 (2018) [Gg CH ₄]	EDGAR GHG v8 (2022) [Gg CH ₄]	CAMS GLOB ANT v4.2 (2019) [Gg CH ₄]	GFEI v2 (2019) [Gg CH ₄]	NE (2023) [Gg CH ₄]
Enteric fermentation (cattle)	1446.65	1826.46	1654.37	-	1599.82
Landfills	316.13	640.68	436.76*	-	353.81
Coal mining	122.69	129.89	-	347.55	70.98
WWTPs	306.98 (106.23 ¹ , 200.15 ²)	271.95	436.76*	-	118.46 (71.16 ¹ , 47.30 ²)
Reservoirs	1.61	-	-	-	10.09
NGN	20.86	-	-	-	2.51**
Savanna BB	25.80	-	-	-	51.21

Resultados: Campaña *Carbon Mapper*



- Las emisiones fugitivas observadas de la **minería de carbón a cielo abierto** son **significativamente menores** que las estimadas por el IPCC.
- Se subestiman algunas emisiones de Rellenos y se sobreestiman algunas. **En general, el acuerdo es razonablemente bueno.**

- Campaña de medición aeroportada realizada en marzo de 2023.
- Emisiones de ventilación o fugitivas de centrales eléctricas basadas en gas natural son mayores a lo esperado (¡una pluma!)
- PTAR industrial 6x a lo esperado (DQO subestimada?)

Conclusiones

- Aunque Colombia ha avanzado metodológicamente hacia un **Nivel (Tier) II** en tres categorías clave —**fermentación entérica en ganado bovino, disposición de residuos sólidos y minería de carbón**— que representan cerca del 73 % de las emisiones totales, aún es necesario **validar los modelos utilizados** en el desarrollo de estas metodologías.
- **Esta investigación constituye la base para el diseño de una campaña de monitoreo de metano en el país**, priorizando seis sectores con alto potencial de mitigación de emisiones: fermentación entérica, disposición de residuos sólidos, minería de carbón, plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, embalses hidroeléctricos y redes de distribución de gas natural urbano.
- Los resultados de esta campaña serán fundamentales para la **actualización de las NDC y la implementación de instrumentos necesarios** para los sistemas de monitoreo, reporte y verificación (**MRV**), así como para la **mejora del inventario nacional**.



Agradecimientos

- Esta investigación ha sido financiada en el marco del Observatorio Internacional de Emisiones de Metano (IMEO) del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) a través del proyecto titulado “*Design Of A Comprehensive Anthropogenic Methane Emission Observations Strategy For Colombia*”.
- Al equipo desarrollador del INGEI del IDEAM por su valiosa información y el tiempo dedicado en múltiples reuniones.

Referencias

- Carbon Mapper. (2024). Methane, CO2 Detection Satellite | Greenhouse Gas | Carbon Mapper. <https://carbonmapper.org/>
- Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J.G.J., y Vignati, E. (2023). EDGAR v8.0 Global Greenhouse Gas Emissions. European Commission, Joint Research Centre (JRC). <https://doi.org/10.2905/b54d8149-2864-4fb9-96b9-5fd3a020c224>
- IDEAM. (2022). NATIONAL REPORT OF GREENHOUSE GAS INVENTORY (BUR 3) 1990-2018 AND BLACK CARBON 2010-2018 OF COLOMBIA (In Spanish). <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3 - COLOMBIA.pdf>
- Scarpelli, Tia R., Jacob, Daniel J. (2019). Global Fuel Exploitation Inventory (GFEI). Harvard Dataverse V3. <https://doi.org/10.7910/DVN/HH4EUM>
- Soulie, A., Granier, C., Darras, S., Zilbermann, N., Doumbia, T., Guevara, M., Jalkanen, J.-P., Keita, S., Liousse, C., Crippa, M., Guizzardi, D., Hoesly, R., & Smith, S. J. (2023). CAMS-GLOB-ANT_v4.2: Global anthropogenic emissions for air quality forecasting and climate modeling. Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS). <https://doi.org/10.24380/eets-qd81>



Medellín, Colombia

CASAP X

CONGRESO COLOMBIANO Y
CONFERENCIA INTERNACIONAL

DE CALIDAD DE AIRE, CAMBIO CLIMÁTICO Y SALUD PÚBLICA

Andrés Ardila., M.Sc.
avardilaar@unal.edu.co

Rodrigo Jiménez Pizarro., Ph.D.
Investigador Principal
rjimenezp@unal.edu.co

Más información



<https://casap.science/>



casap@casap.science