

VI Ciclo de Conferencias de la Cátedra de Cambio Climático

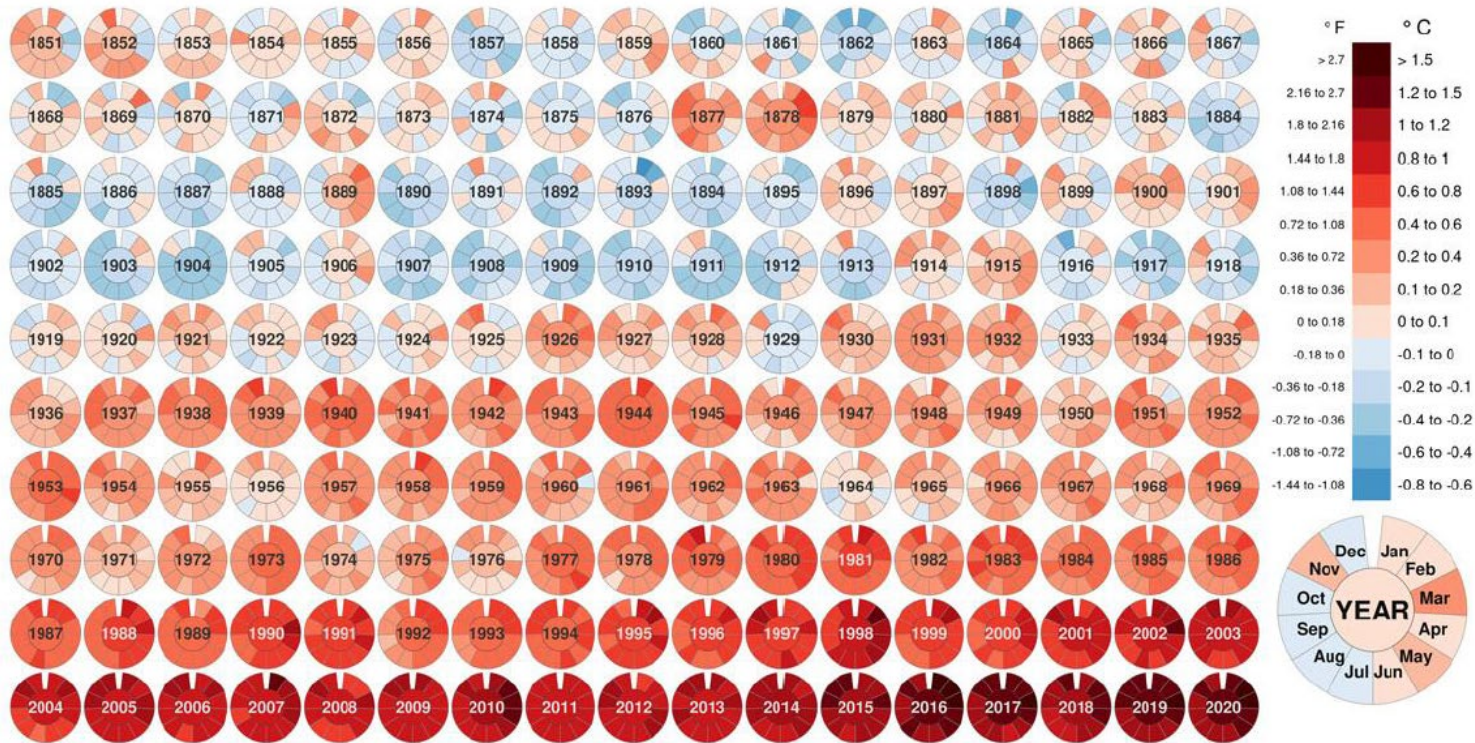
Desarrollo de una herramienta integral de gestión de Gases de Efecto Invernadero para la toma de decisión contra el Cambio Climático a nivel regional y local en la Comunitat Valenciana

Autor: Edgar Lorenzo Sáez

Directores: José Vicente Oliver
Victoria Lerma
Lenin G. Lemus

0. Introducció


Monthly global mean temperature 1851 to 2020 (compared to 1850-1900 averages)



Data: HadCRUT5 - Created by: @neilrkaye



1. Planificación y seguimiento de una estrategia



Plan de Acción del Clima y Energía Sostenible (PACES), Plan de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS), Zonas de Bajas Emisiones (ZBE), etc.

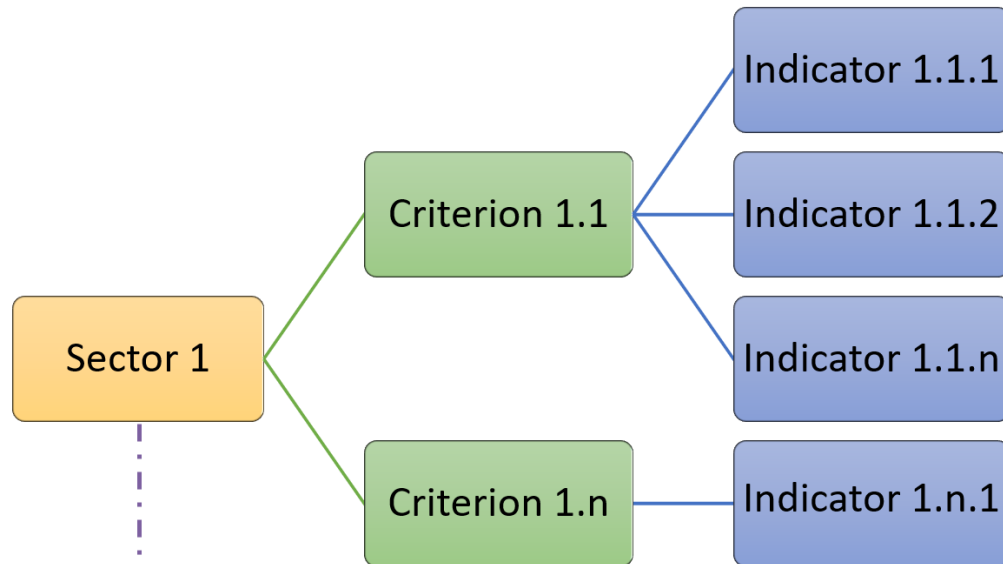
2. Objetivo

Desarrollar una herramienta integral de gestión de gases de efecto invernadero (GEI) para la **toma de decisión contra el cambio climático** que permita:

- **Cuantificar y Monitorear** las emisiones GEI de **TODOS los focos de emisión, para priorizar indicadores relevantes.**
- **Identificar oportunidades** a diferentes escalas (Región, Ciudad, Barrio, Calle, Edificio...).
- **Optimizar los recursos disponibles** tanto en mejorar la **monitorización** como a incrementar la eficiencia de las **medidas de mitigación** de las emisiones GEI.
- Adaptación Sectorial y Territorial del sistema con **implementaciones:**
 - **a diferentes escalas** (local y regional, incluso parcela, calle o edificio)
 - **en diferentes sectores** (tráfico, forestal, edificación, zonas verdes y todos)
 - **de diferentes enfoque metodológicos** (Top-Down, Bottom-up e Híbrido)
- Tenga la capacidad de **mejora continua e incorporación de MTD** asegurando la estandarización (IPCC, INSPIRE...)

3. Metodología

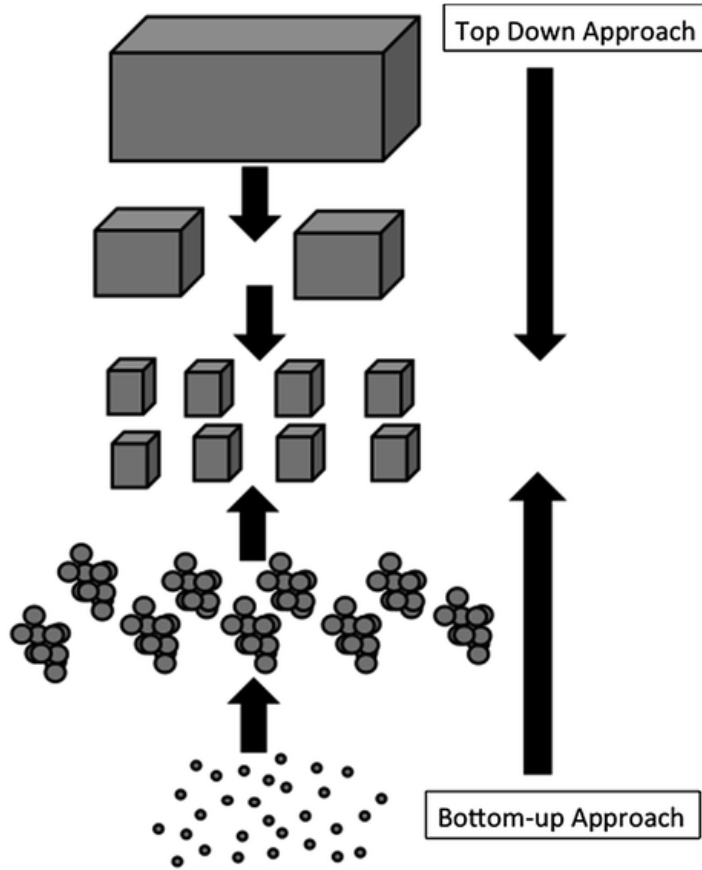
Adecuación de la estructura del inventario del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) a nivel local.



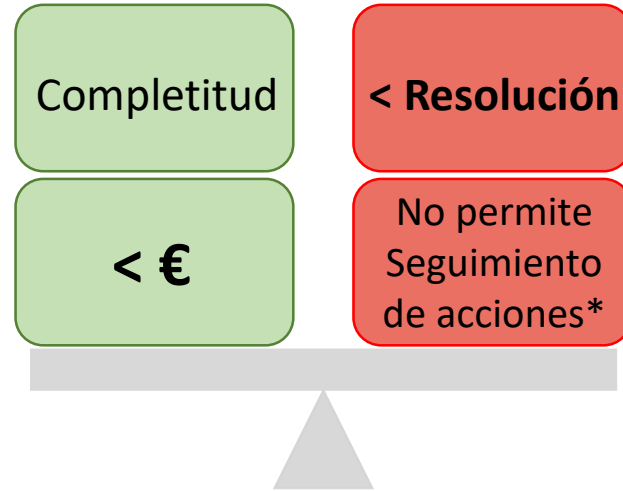
156 Indicadores pertenecientes a 6 Sectores:

1. Energía (sin Transporte)
2. **Transporte**
3. Procesos Industriales y Uso de Productos
4. Agricultura, Ganadería y Otros Usos de la Tierra (sin Forestal)
5. Residuos
6. **Sector Forestal**

4. Enfoques de cuantificación de emisiones



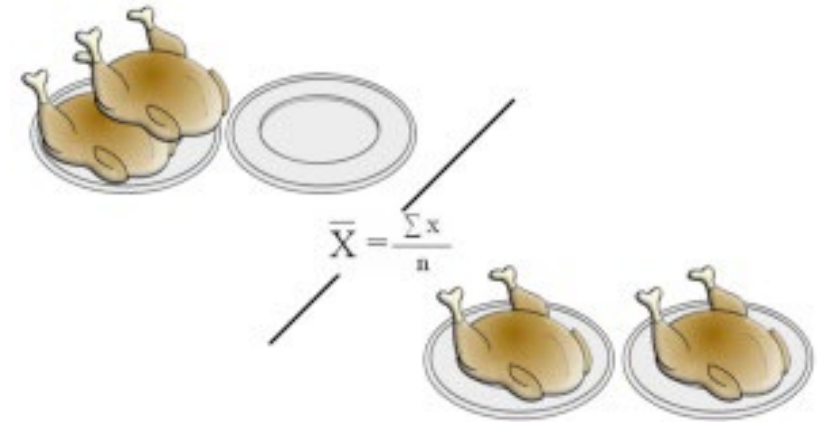
Modelos de cálculo para **atribuir a menor escala** un valor único a gran escala



4. Enfoques de cuantificación de emisiones

$$Emissions = Emisiones Gran escala \times \frac{Variable Atributiva local}{Variable Atributiva Gran escala}$$

Enfoque Top down: consiste en **atribuir** a algo o alguien una parte de la totalidad, sin que exista una medida directa... mediante algún tipo de **criterio atributivo**.



4. Enfoques de cuantificación de emisiones

$$Emissions = Emisiones Gran escala \times \frac{Variable Atributiva local}{Variable Atributiva Gran escala}$$

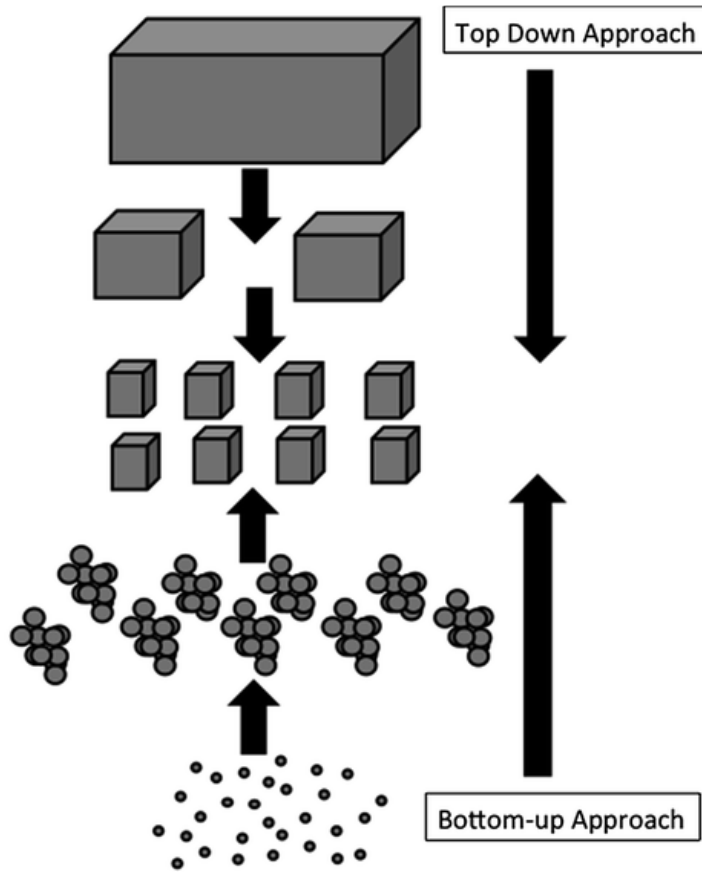
Enfoque Top down: consiste en **atribuir** a algo o alguien una parte de la totalidad, sin que exista una medida directa... mediante algún tipo de **criterio atributivo**.

Hay **dos tipos de palillos**, cortos y largos y cada uno tiene un precio, éstos están puestos en los pinchos y cuando acabas te cobran según los palillos que tengas en el plato. Criterio atributivo: **Numero de palillos y tipo de palillo**.

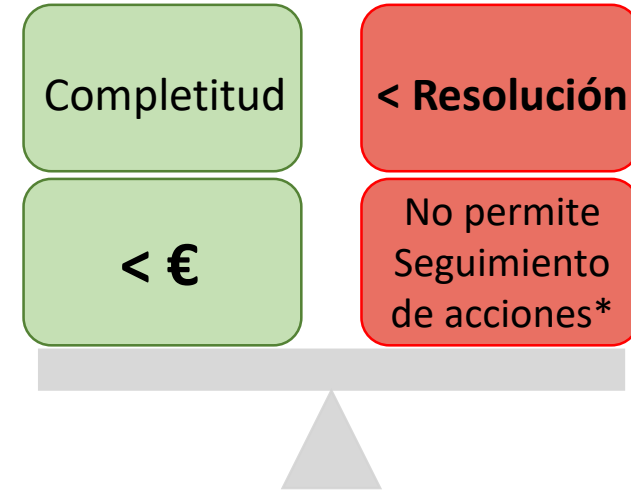


Variables atributivas en Emisiones del Transporte rodado: **Número de Vehículos. Km recorridos por tipo de vehículo. Combustible vendido.**

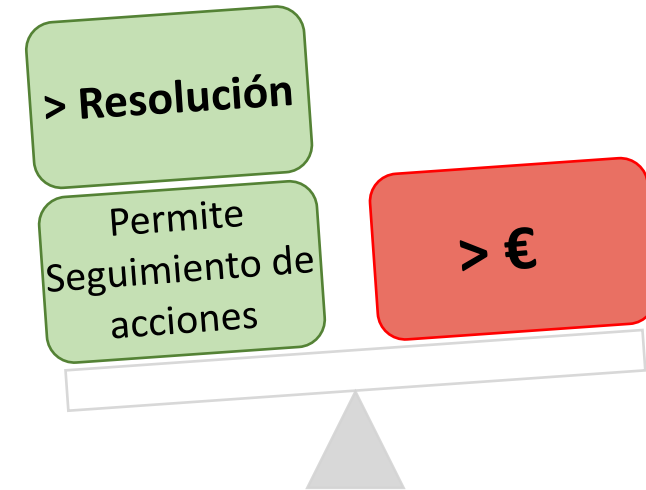
4. Enfoques de cuantificación de emisiones



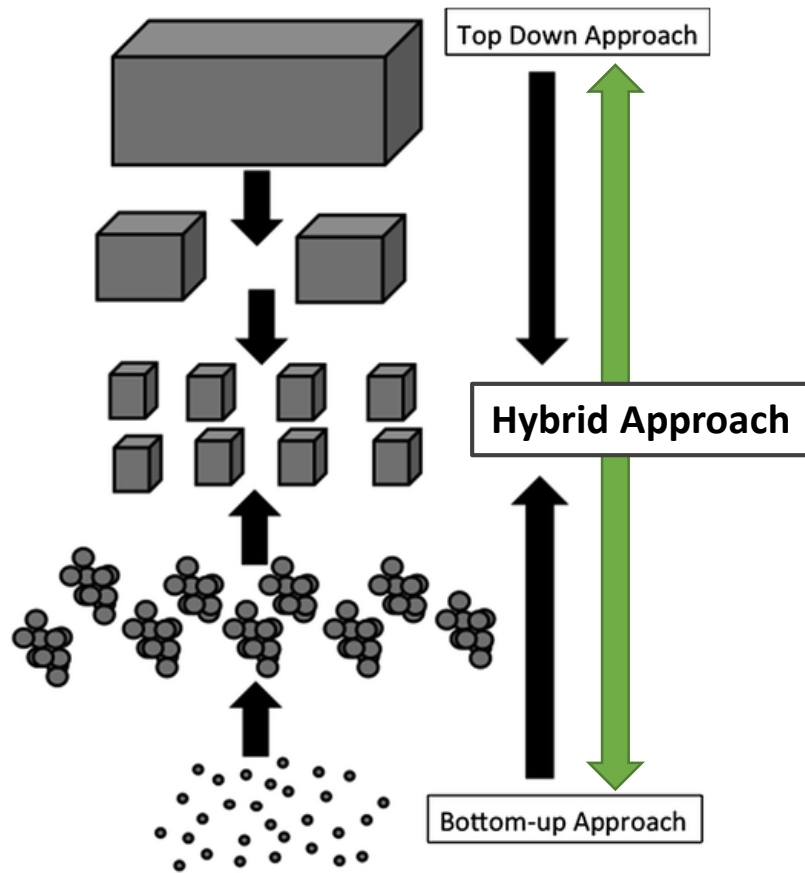
Modelos de cálculo para **atribuir a menor escala** un valor único a gran escala



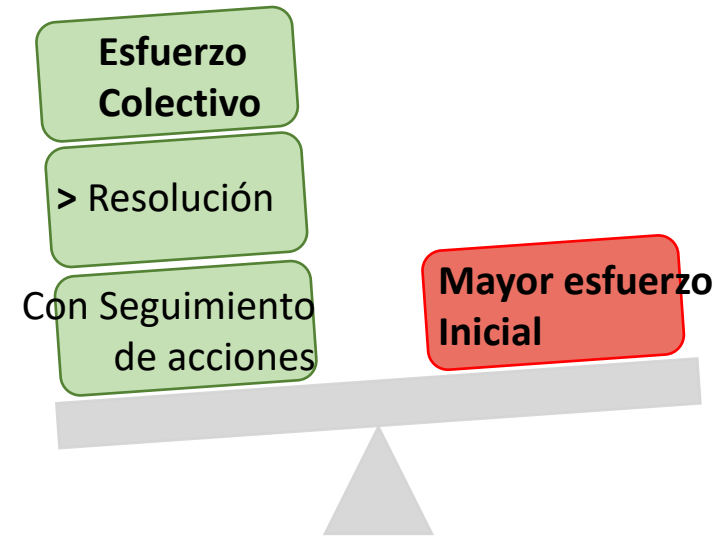
Modelos de cálculo para **obtener resultados locales** y agregarlos a mayor escala



4. Enfoques de cuantificación de emisiones

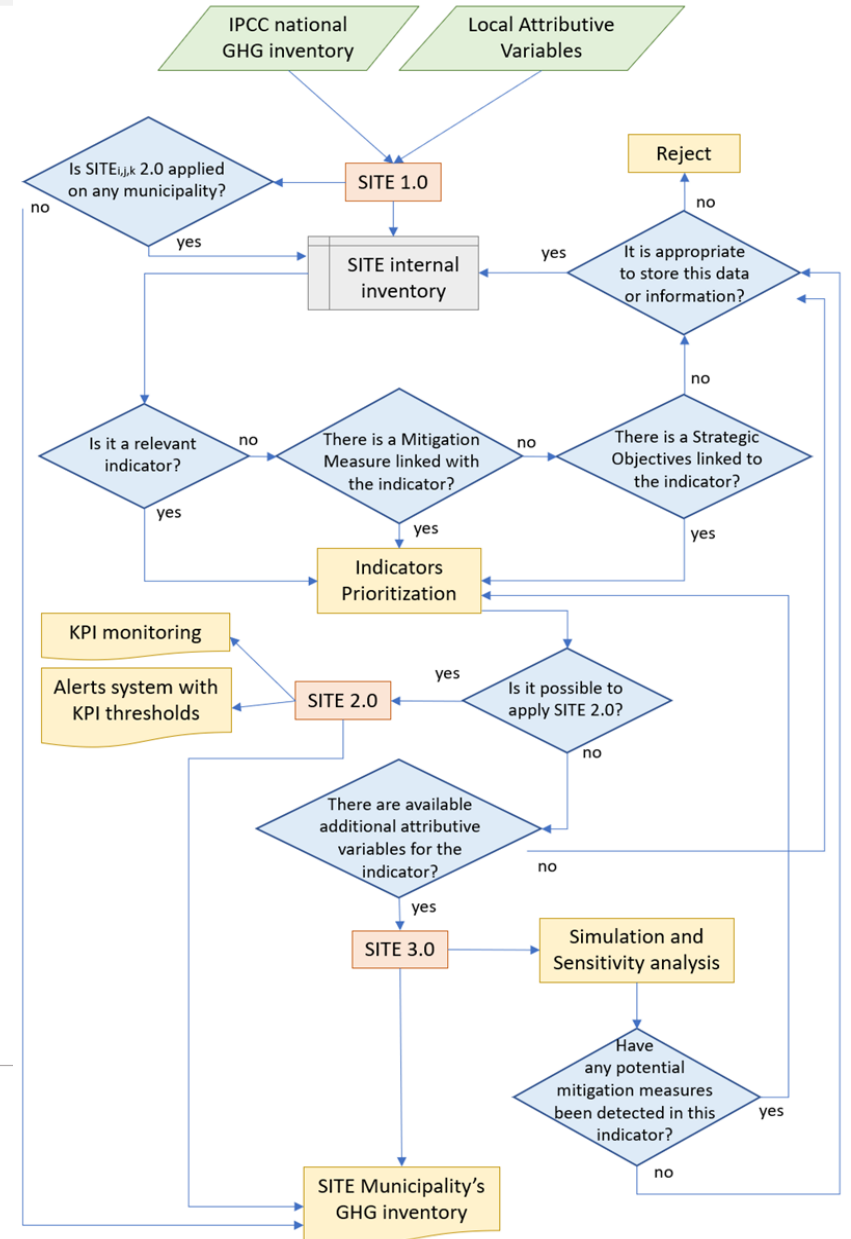
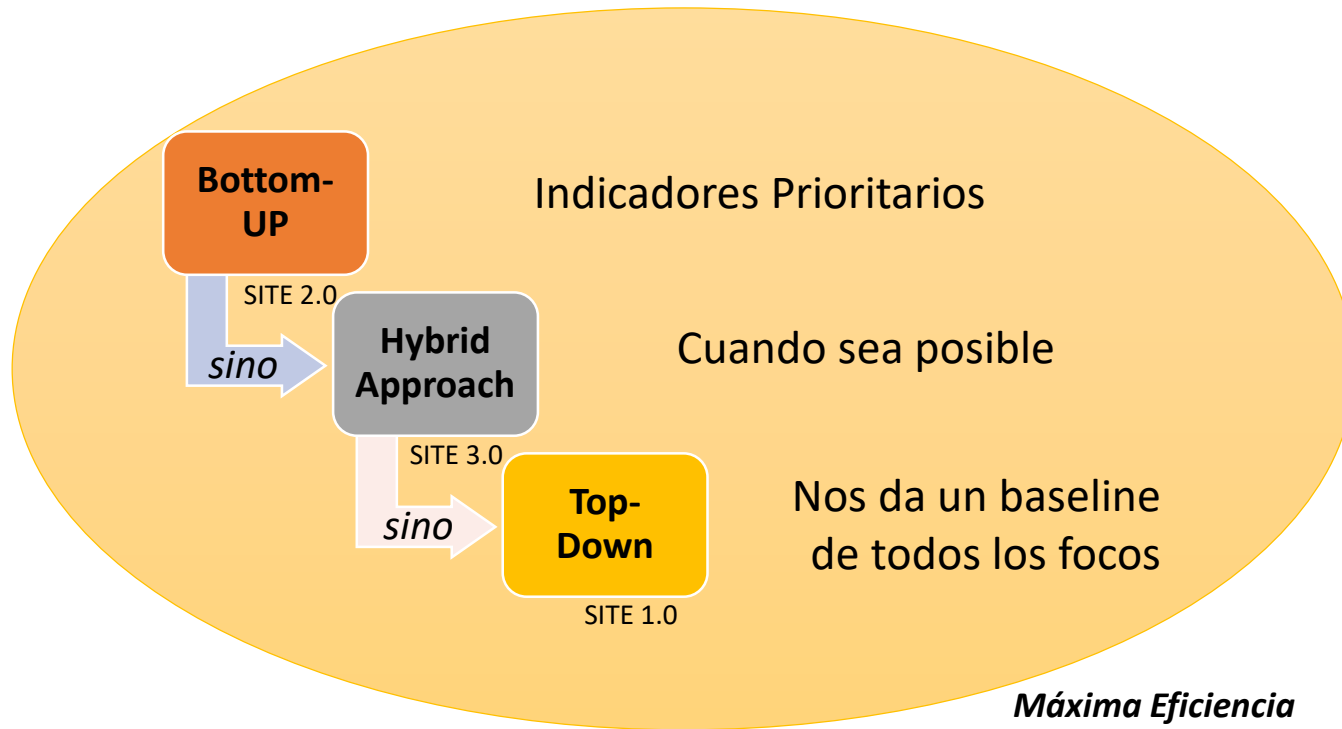


Modelos de cálculo que **utiliza resultados del bottom-up** para mejorar el top-down



5. Herramienta de Gobernanza Climática (SITE)

El inventario de GEI de cada municipio se compondrá de manera prioritaria por :



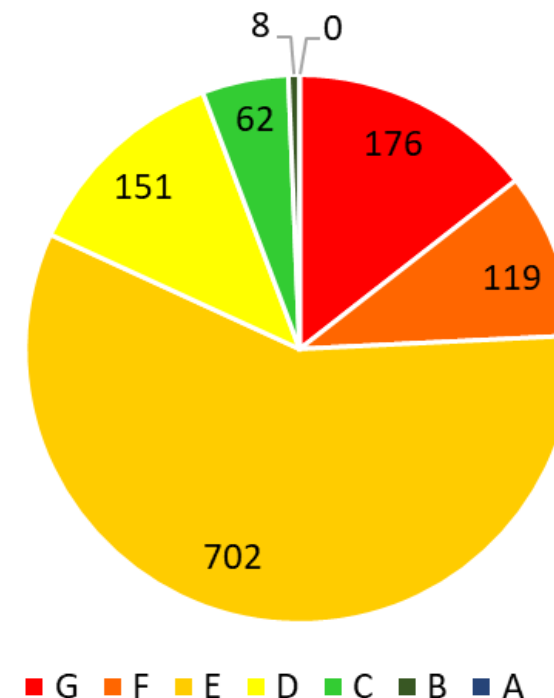
Quart de Poblet: Desarrollar una metodología para mapear el consumo de energía primaria y las emisiones de GEI en los edificios

- 1.218 Certificados Energéticos geocalizados (Fuente: IVACE)

	Individual dwelling	Housing block	Single family home	Commercial premise	Restaurant	Office	Commercial building	Others
G	146	8	4	13	1	1	1	2
F	107	1	0	8	1	1	0	1
E	609	36	26	14	1	10	3	3
D	73	21	9	25	2	11	1	9
C	9	3	2	22	1	14	5	6
B	2	0	2	2	0	0	1	1
A	0	0	0	0	0	0	0	0

- Auditorias energéticas en 37 edificios públicos siguiendo la Directiva UE 2010/31

Energy certificates of registred buildings

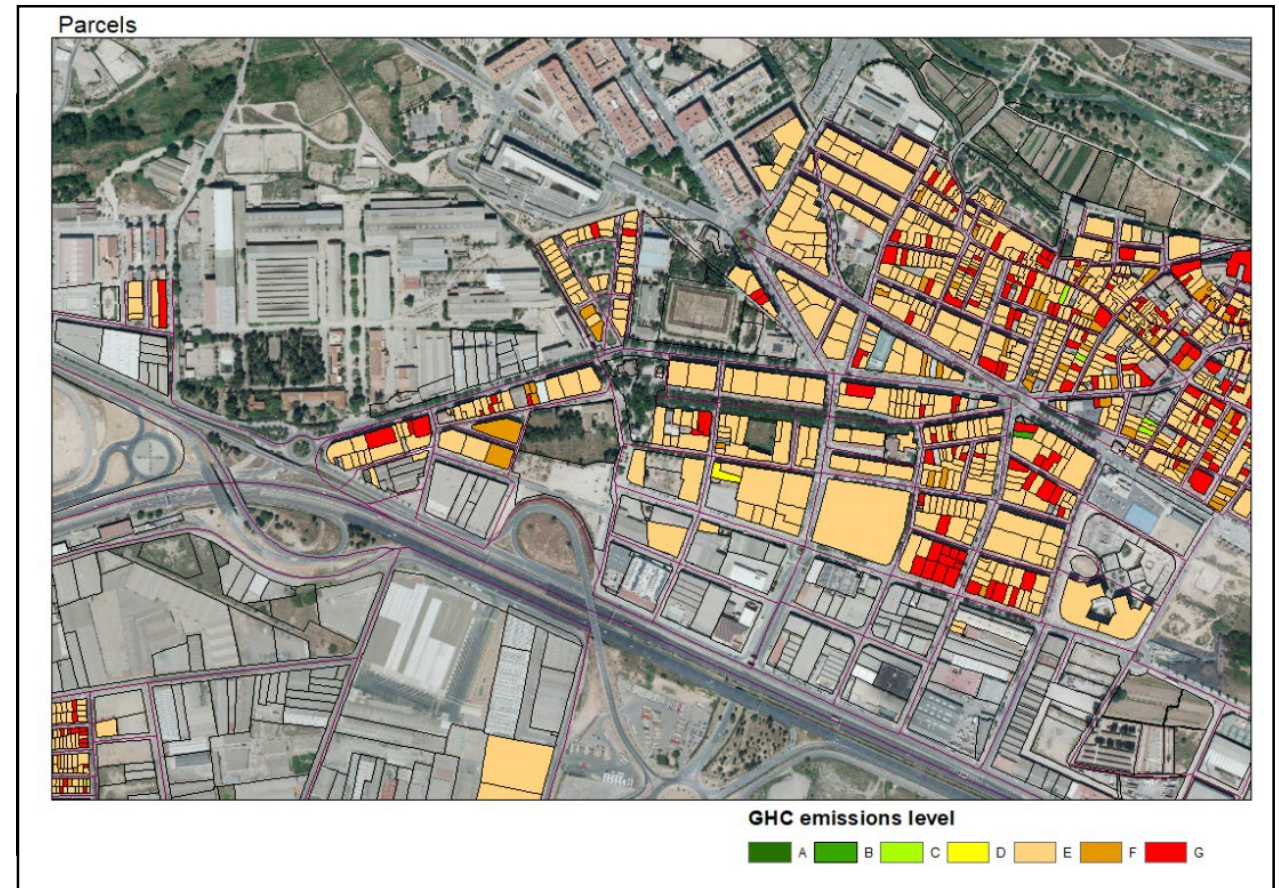


Quart de Poblet: Desarrollar una metodología para mapear el consumo de energía primaria y las emisiones de GEI en los edificios

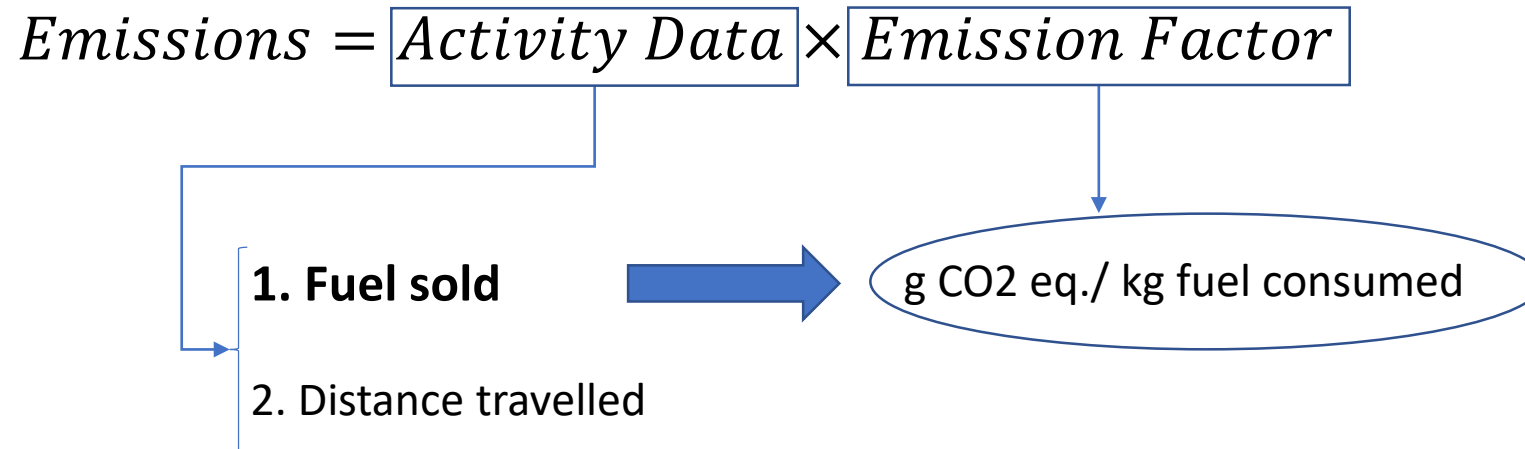
Desarrollo del modelo de integración de datos (Directiva EU INSPIRE)

Sector Residencial:

- Emisiones: **31.984 t CO₂/año**
- Consumo de energía primaria: **140.750MWh/año.**

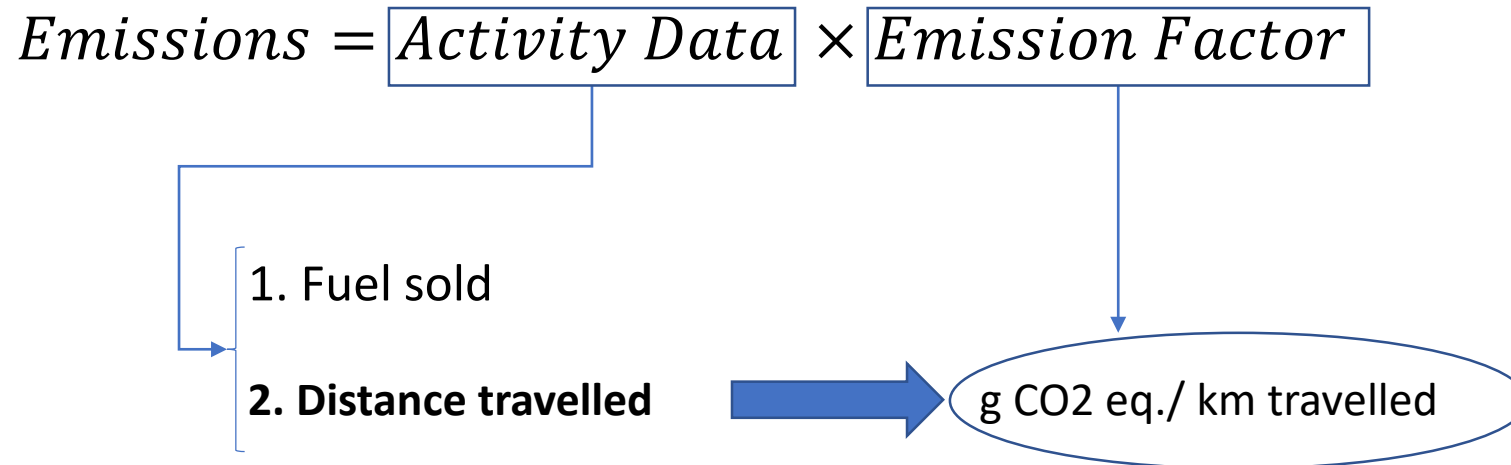


Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local



Buen enfoque para grandes escalas (**nivel nacional**) pero difícil de aplicar con buenos resultados a escala urbana debido a que **el combustible vendido no es consumido dentro del área geográfica de la ciudad.**

Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local



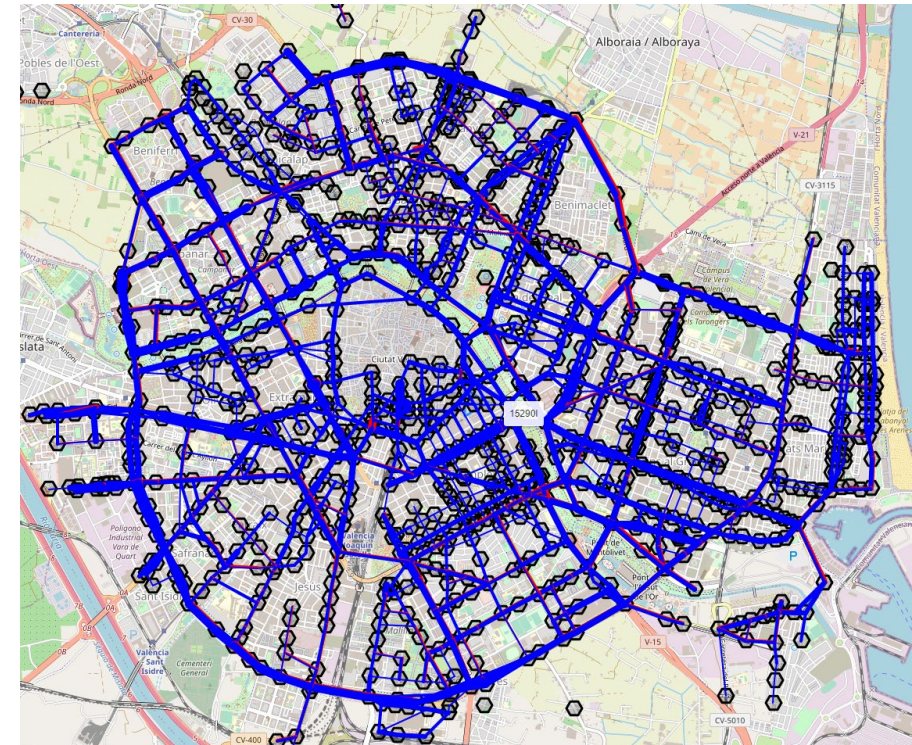
Buen enfoque para aplicar a **escala Urbana** pero **intensivo en datos**

Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local

$$Emissions = \boxed{\text{Activity Data}} \times \boxed{\text{Emission Factor}}$$

$$Emissions = \left(\sum_{s=1}^N ITA_s \times l_s \right) \times \left(\sum_v \rho_v \sum_g EF_{v,g} \times GWP_g \right)$$

Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local



Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local

$$Emissions = Activity Data \times \boxed{Emission Factor}$$

$$Emissions = \left(\sum_{s=1}^N ITA_s \times l_s \right) \times \boxed{\left(\sum_v \rho_v \sum_g EF_{v,g} \times GWP_g \right)}$$

Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local

Factor de emisión por categoría

- **Tipología de vehículo**
- **Tipología de combustible**
- **Normativa Emisiva (EURO)**

$$EF = \frac{EC}{CV} \times RATIO = FC \times RATIO$$

EF: Emission Factor (g CO₂/km).

EC: Energy Consumption (MJ/km),

CV: Calorific Value of fuel (MJ/kg fuel),

RATIO: Fuel emissions (g CO₂/kg fuel)

FC: Fuel consumption (kg fuel/km)



“1.A.3.b.i-iv Road Transport Appendix 4 Emission Factors 2022”

Vehicle type	Technological regulation	Fuel type
Passenger cars	Conventional	Diesel
Light commercial vehicles	ECE-15.14 and previous	Petrol
Light trucks	Euro 1, 2, 3, 4, 5, 6-2016, 7-	Biomethane
Heavy trucks	2017 and later	Butane
Buses	Euro I, II, III, IV, V, VI-2016, VI-	Ethanol
Motorcycles	2017 and later	Petroleum Liquid Gas (PLG),
Mopeds		Compressed Natural Gas (CNG), Liquefied Natural Gas (LNG)
		Electric and hybrid
		Hydrogen

Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local

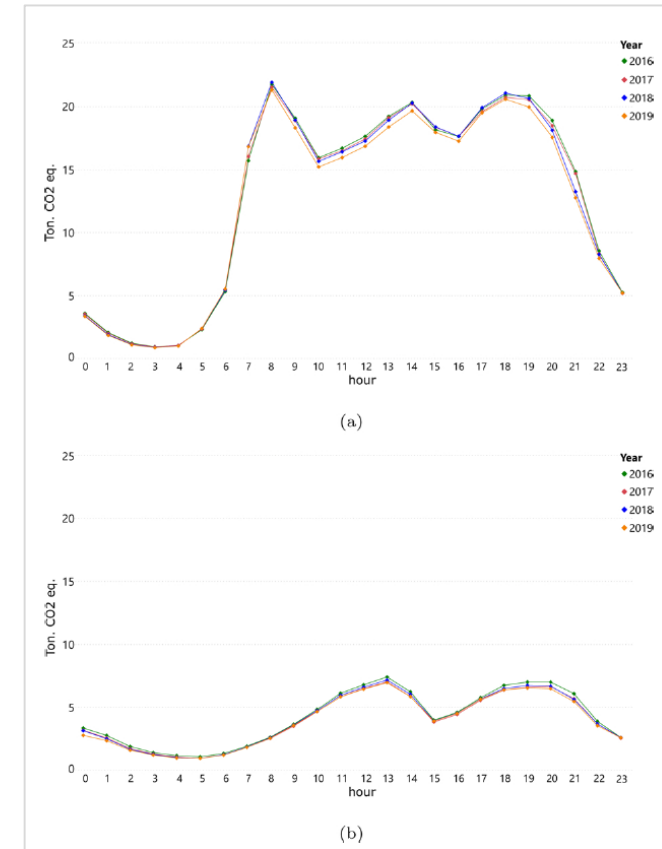
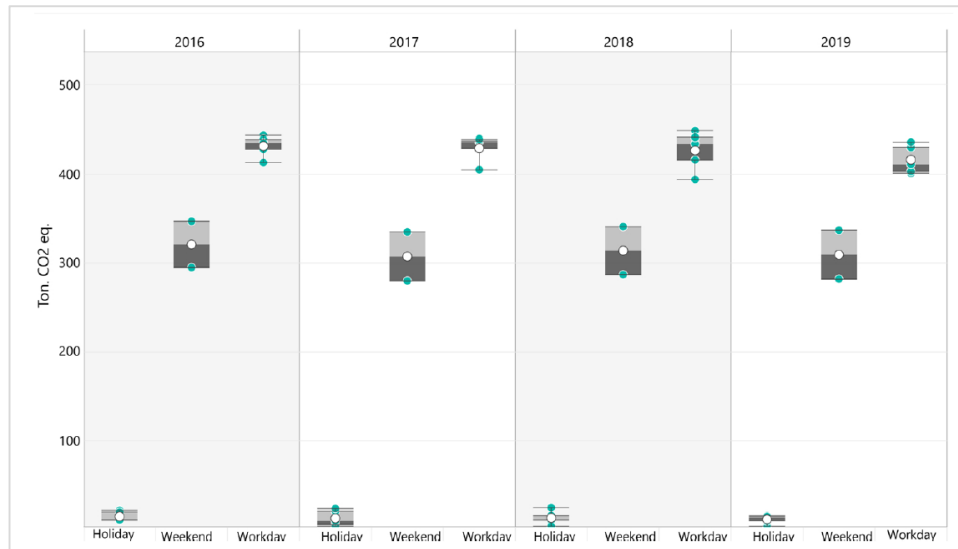
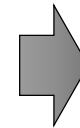
Example:
Valencia
140
categories

Tipogía de Vehículo	Combustible	Normativa	CO	VOC	NOx	PM	NMVOG	EC (MJ/km)	SO2	NH3	Pb	CH4	N2O	CO2	CO2eq
AUTOBUSES	Diesel	Euro V	0.223	0.027	3.090	0.046	0.022	12.850	0.024	0.011	1.54E-05	0.005	0.030	964.235	972.279
AUTOBUSES	Diesel	Euro VI	0.223	0.027	0.597	0.002	0.022	12.850	0.004	0.009	1.54E-05	0.005	0.037	831.875	841.827
CAMIONES HASTA 3500kg	Diesel	Euro 3	0.273	0.097	0.871	0.041	0.094	1.960	0.047	0.001	4.17E-06	0.003	0.009	264.844	267.313
CAMIONES HASTA 3500kg	Diesel	Euro 6	0.000	0.035	0.903	0.000	0.035	1.960	0.001	0.002	4.17E-06	0.000	0.004	239.398	240.458
CAMIONES MÁS DE 3500kg	Diesel	Euro V	0.200	0.008	1.218	0.011	0.005	3.615	0.020	0.011	5.17E-06	0.003	0.017	783.876	788.454
CAMIONES MÁS DE 3500kg	Diesel	Euro VI	0.062	0.008	0.109	0.001	0.005	3.545	0.004	0.090	5.17E-06	0.003	0.017	772.976	777.554
CICLOMOTORES	Gasolina	Euro 2	2.800	2.584	0.170	0.026	2.560	0.875	0.049	0.001	1.10E-05	0.024	0.001	97.260	98.200
FURGONETAS	Diesel	Euro 4	0.375	0.036	0.831	0.041	0.035	1.960	0.007	0.001	4.17E-06	0.001	0.009	266.728	269.144
FURGONETAS	Diesel	Euro 5	0.075	0.035	1.150	0.001	0.035	1.960	0.007	0.002	4.17E-06	0.000	0.004	260.498	261.558
FURGONETAS	Diesel	Euro 6	0.075	0.035	0.960	0.001	0.035	1.960	0.001	0.002	4.17E-06	0.000	0.004	239.398	240.458
MOTOCICLETAS	Gasolina	Euro 4	2.730	0.786	0.280	0.010	0.806	0.880	0.003	0.002	5.74E-07	0.020	0.002	112.340	113.422
MOTOCICLETAS	Gasolina	Euro 5	2.730	0.786	0.280	0.010	0.806	0.880	0.003	0.002	5.74E-07	0.020	0.002	107.750	108.832
TURISMOS	Diesel	Euro 3	0.076	0.023	0.682	0.028	0.020	1.960	0.032	0.001	1.82E-05	0.003	0.007	181.064	183.003
TURISMOS	Diesel	Euro 4	0.060	0.015	0.471	0.027	0.014	1.960	0.005	0.001	1.82E-05	0.001	0.010	177.378	180.059
TURISMOS	Diesel	Euro 5	0.040	0.008	0.537	0.000	0.008	1.960	0.004	0.002	1.82E-05	0.000	0.004	172.838	173.900
TURISMOS	Diesel	Euro 6	0.032	0.008	0.442	0.000	0.008	1.960	0.001	0.002	1.82E-05	0.000	0.004	156.638	157.700
TURISMOS	Gasolina	Euro 5	0.250	0.068	0.025	0.000	0.065	2.458	0.005	0.012	1.82E-05	0.003	0.001	207.948	208.373
TURISMOS	Gasolina	Euro 6	0.220	0.068	0.025	0.000	0.065	2.458	0.001	0.012	1.82E-05	0.003	0.001	199.278	199.703

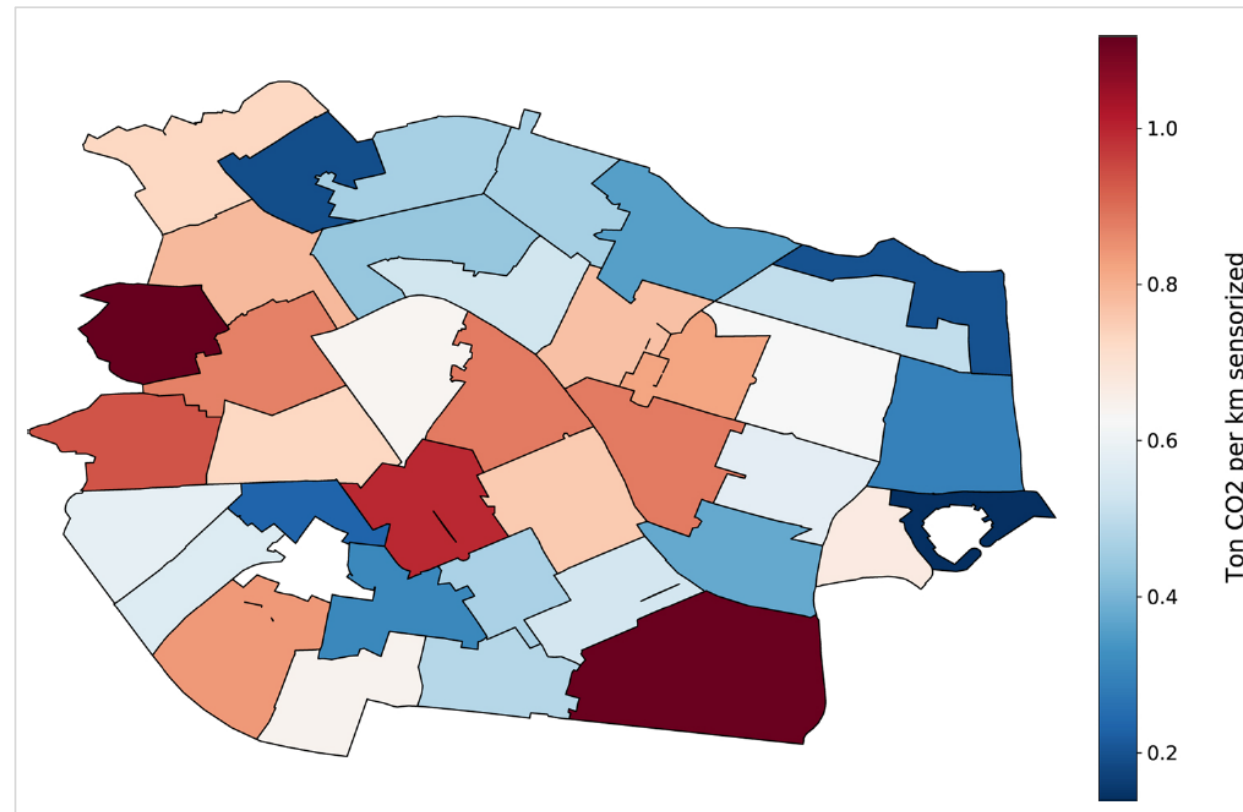
- Air quality pollutant emission factors
- Energy consumption Rates
- GHG emission factors

Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local

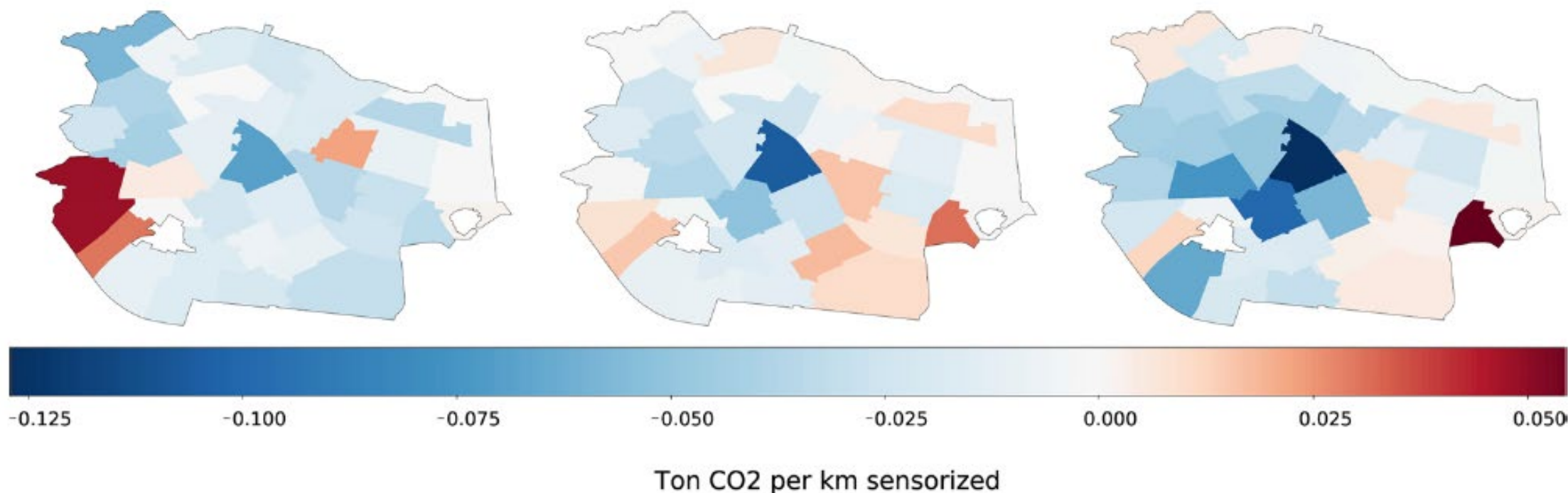
Promedio horario de CO₂ durante (a) días laborables y (b) días no laborables (fines de semana y festivos) para los años 2016–2019.



Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local



Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local

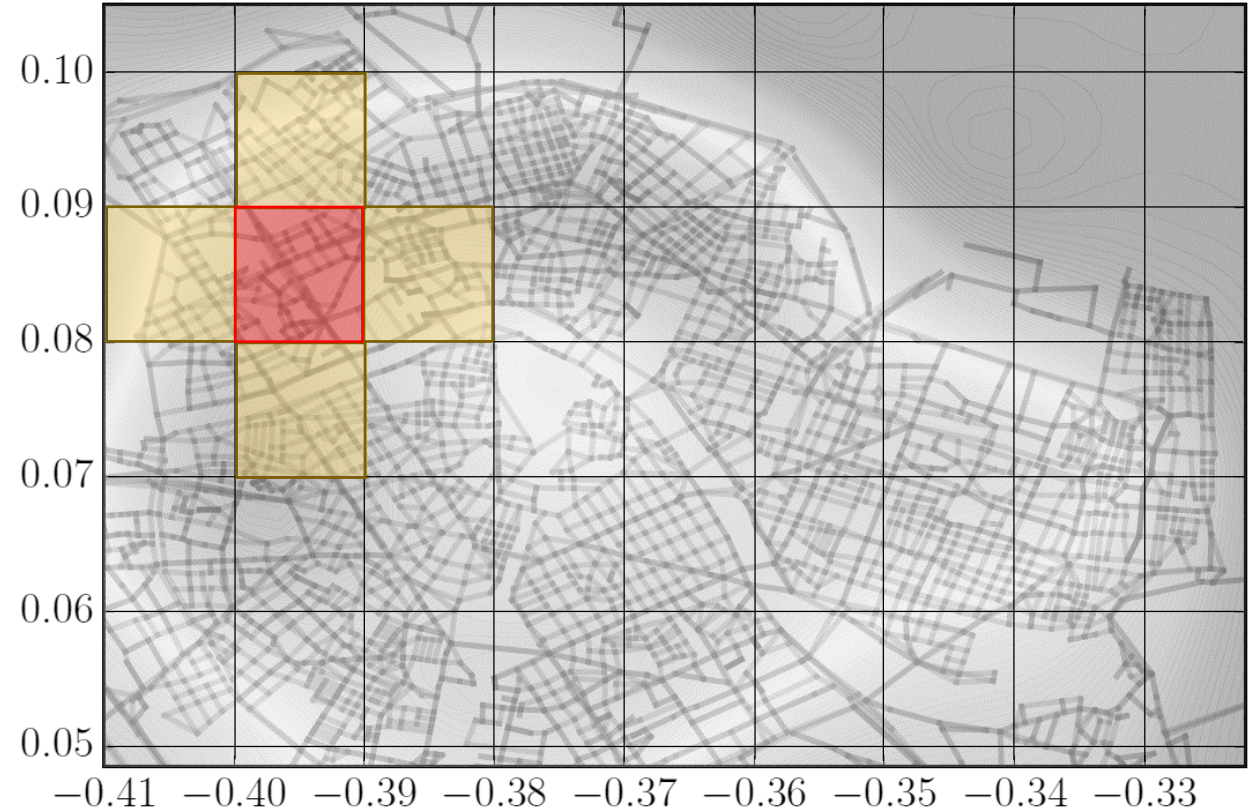


Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local

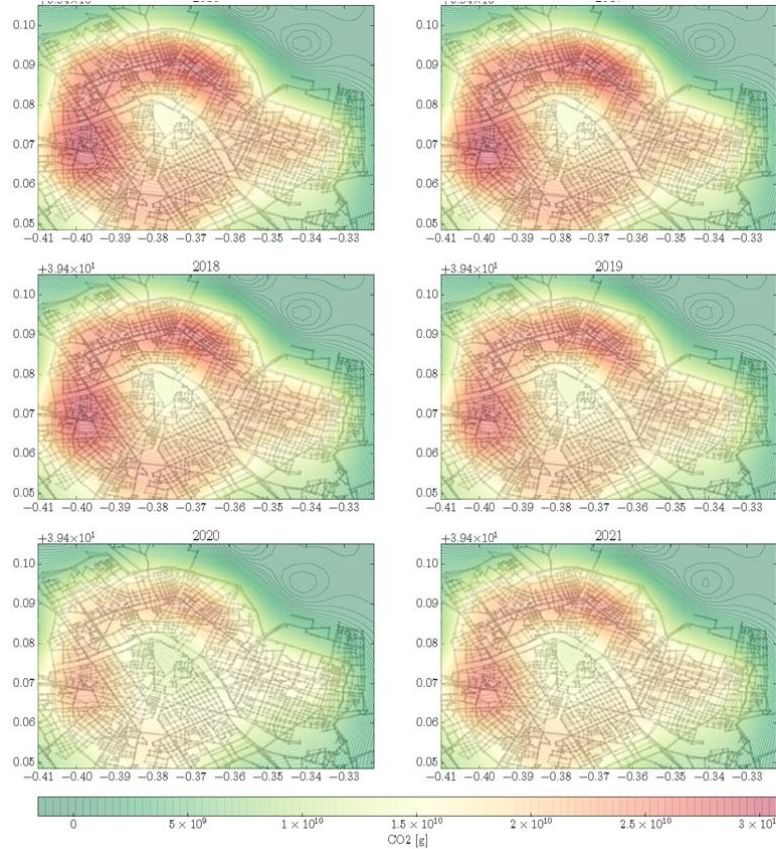
1. Categorización de los tramos existentes (número carriles, tipo de vía, etc.):
 - Monitoreados
 - Sin monitorear
2. Cálculo de emisiones por tramo monitoreado

$$E = \left(\sum_{s=1}^N ITA_s \times l_s \right) \times \left(\sum_v \rho_v \sum_g EF_{v,g} \times GWP_g \right)$$

3. Estimación de los tramos NO-Monitoreados en base a los tramos monitoreados del cuadrante y colindantes (CADA VENTANA DE TIEMPO)



Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local



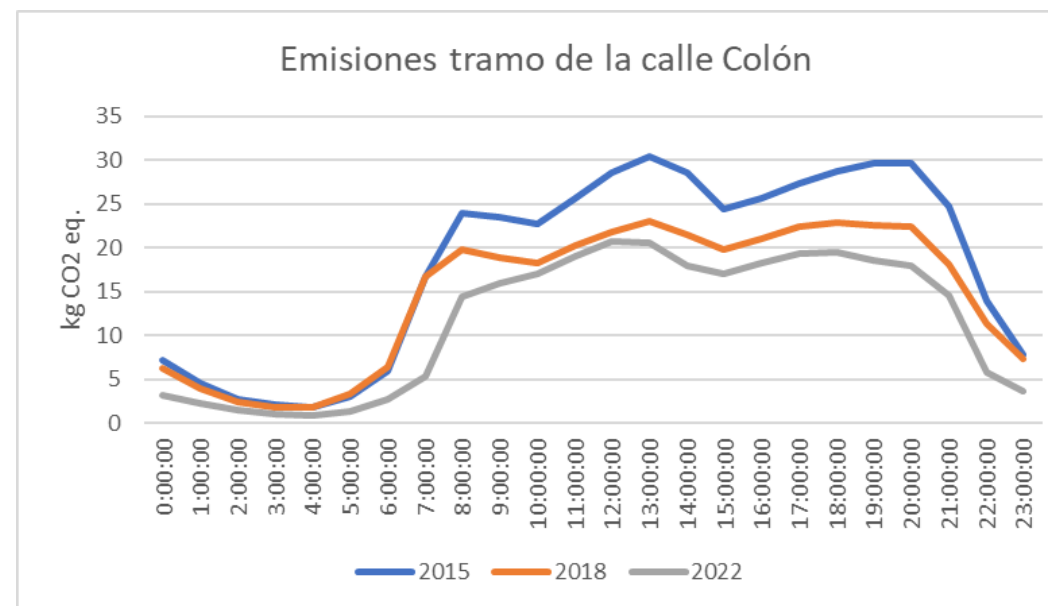
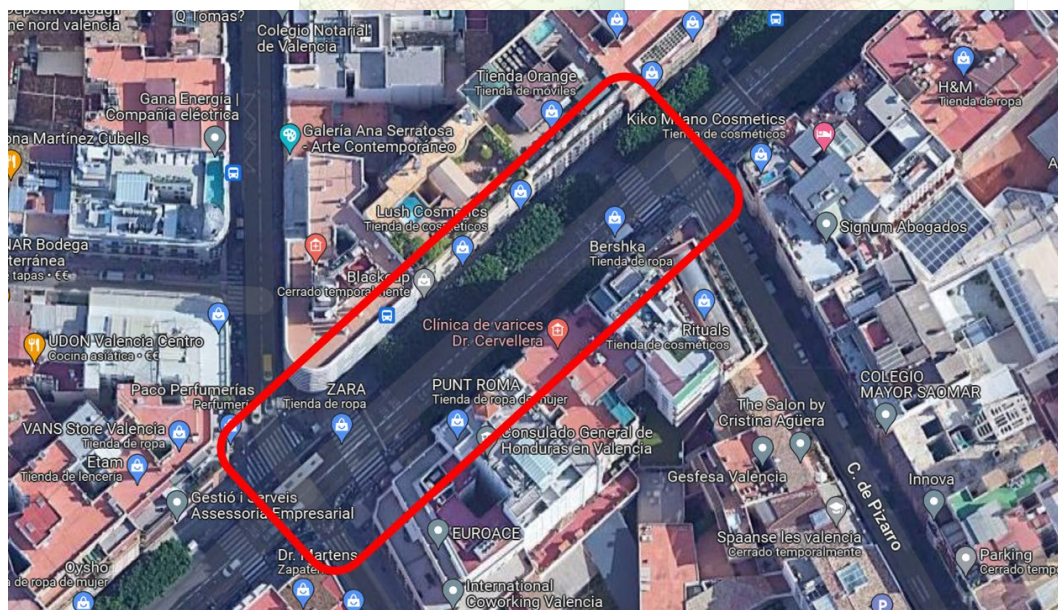
GHG emissions per year

Contaminante de estudio	Año de estudio 2016	Año de estudio 2017	Año de estudio 2018	Año de estudio 2019	Año de estudio 2020	Año de estudio 2021
CO2 eq (ton/año)	694.985,75	695.246,16	683.325,29	648.517,12	535.782,71	601.431,40

Air quality pollutants emissions per year

Contaminante de estudio	Año de estudio 2016	Año de estudio 2017	Año de estudio 2018	Año de estudio 2019	Año de estudio 2020	Año de estudio 2021
NOx (ton/año)	2.303,39	2.304,25	2.264,74	2.149,38	1.775,74	1.993,32
PM (ton/año)	120,37	120,42	118,36	112,33	92,80	104,17
CO (ton/año)	4.398,56	4.400,21	4.324,76	4.104,46	3.390,97	3.806,46
VOC (ton/año)	1.008,55	1.008,92	991,62	941,11	777,51	872,78

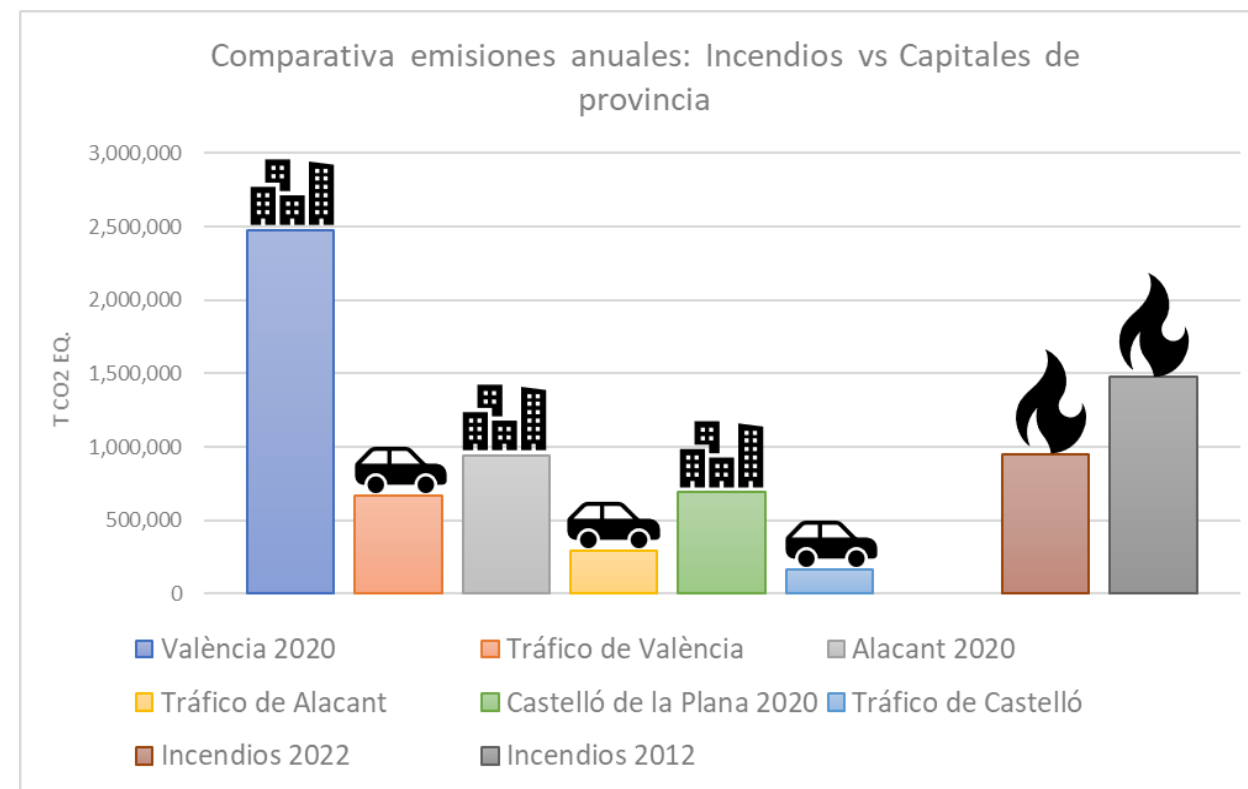
Valencia: Desarrollo de una metodología bottom-up para cuantificar las emisiones del tráfico urbano con alta resolución espacial y temporal a nivel local



Comunitat Valenciana: Análisis del potencial forestal mediterráneo para compensar emisiones GEI a nivel regional con resolución a nivel local.

Objetivos

1. **Cuantificar la fijación de CO₂** en la biomasa de los bosques (Enfoque Híbrido).
2. Desarrollar y aplicar una **metodología para monetizar** el CO₂ eq. fijado en condiciones mediterráneas.
3. **Evaluar el potencial** forestal mediterráneo para compensar las emisiones de GEI.



Comunitat Valenciana: Análisis del potencial forestal mediterráneo para compensar emisiones GEI a nivel regional con resolución a nivel local.

Estrato	CANT. P. MA.	AB	Vcc	Vsc	IAVC	Cant. p. me.
1	606	15,72	67,96	50,71	2,35	286
2	306	7,94	31,13	23,13	1,19	185
3	121	3,37	12,38	9,27	0,49	90
4	33	0,33	0,94	0,70	0,05	312
5	54	2,03	9,35	7,08	0,29	52
6	17	0,50	1,86	1,40	0,07	14
7	44	1,33	5,47	4,16	0,18	18
8	8	0,21	0,65	0,47	0,03	4
9	1	0,07	0,25	0,19	0,01	1
10	9	0,28	1,47	1,14	0,04	0
11	32	0,92	3,49	2,63	0,13	45
Todos	201	5,22	21,06	15,70	0,78	157

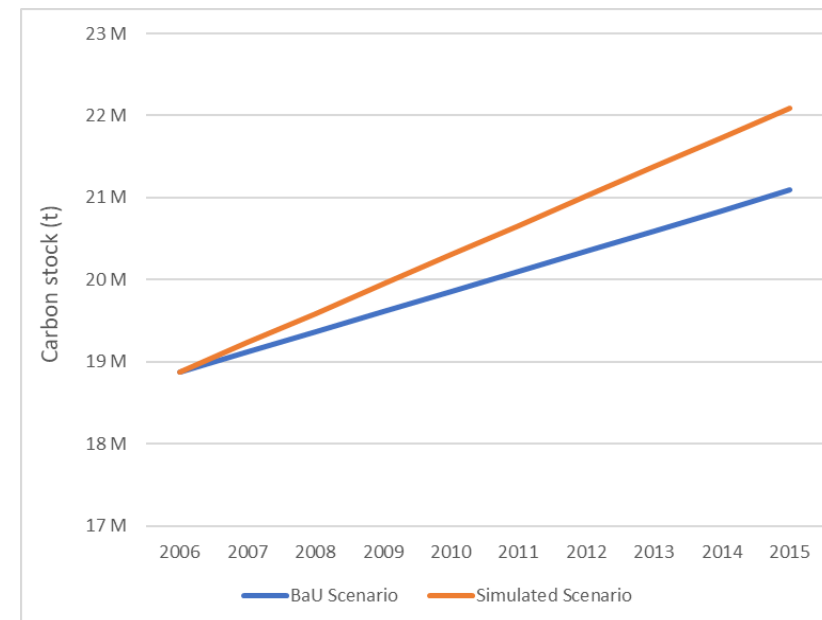
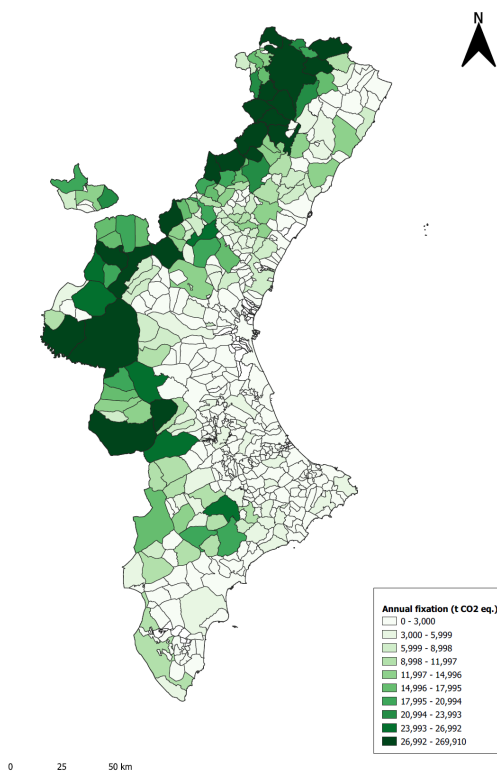
Ejemplo del IFN3 de la provincia de Valencia

Estrato	Formación forestal dominante	Ocupación (%)	Estado de masa	Fracción de cubierta (%)
01	<i>Pinus halepensis</i>	>=70	Fustal. Latizal	70-100
02	<i>Pinus halepensis</i>	>=70	Fustal. Latizal	40-69
03	<i>Pinus halepensis</i>	>=70	Fustal. Latizal	20-39
04	<i>Pinus halepensis</i>	>=70	Monte bravo. Repoblado	5-100
05	<i>Pinus nigra</i> y <i>P. pinaster</i> puros o en mezcla entre sí o con <i>Pinus halepensis</i>	>=70; 30<=Esp.<70	Fustal. Latizal	40-100
06	<i>Pinus nigra</i> y <i>P. pinaster</i> puros o en mezcla entre sí o con <i>Pinus halepensis</i>	>=70; 30<=Esp.<70	Fustal. Latizal	20-39
07	<i>Quercus illex</i> puro o en mezcla con <i>Pinus halepensis</i> o <i>Ceratonia siliqua</i>	>=70; 30<=Esp.<70	Fustal. Latizal	20-100
08	<i>Quercus illex</i> puro o en mezcla con pinos	>=70; 30<=Esp.<70	Monte bravo. Repoblado	5-100
09	<i>Juniperus thurifera</i>	>=70	Fustal. Latizal. Monte bravo. Repoblado	20-100 5-100
10	Árboles de ribera	>=70; 30<=Esp.<70	Todos	5-100
11	Matorral con arbolado ralo y disperso	>=70; 30<=Esp.<70	Fustal. Latizal	5-19

Ejemplo Estratos del IFN3 de la provincia de Valencia

Comunitat Valenciana: Análisis del potencial forestal mediterráneo para compensar emisiones GEI a nivel regional con resolución a nivel local.

- La CV fija **3,16 millones** de t de CO₂ eq./año (Resolución: Parcela).

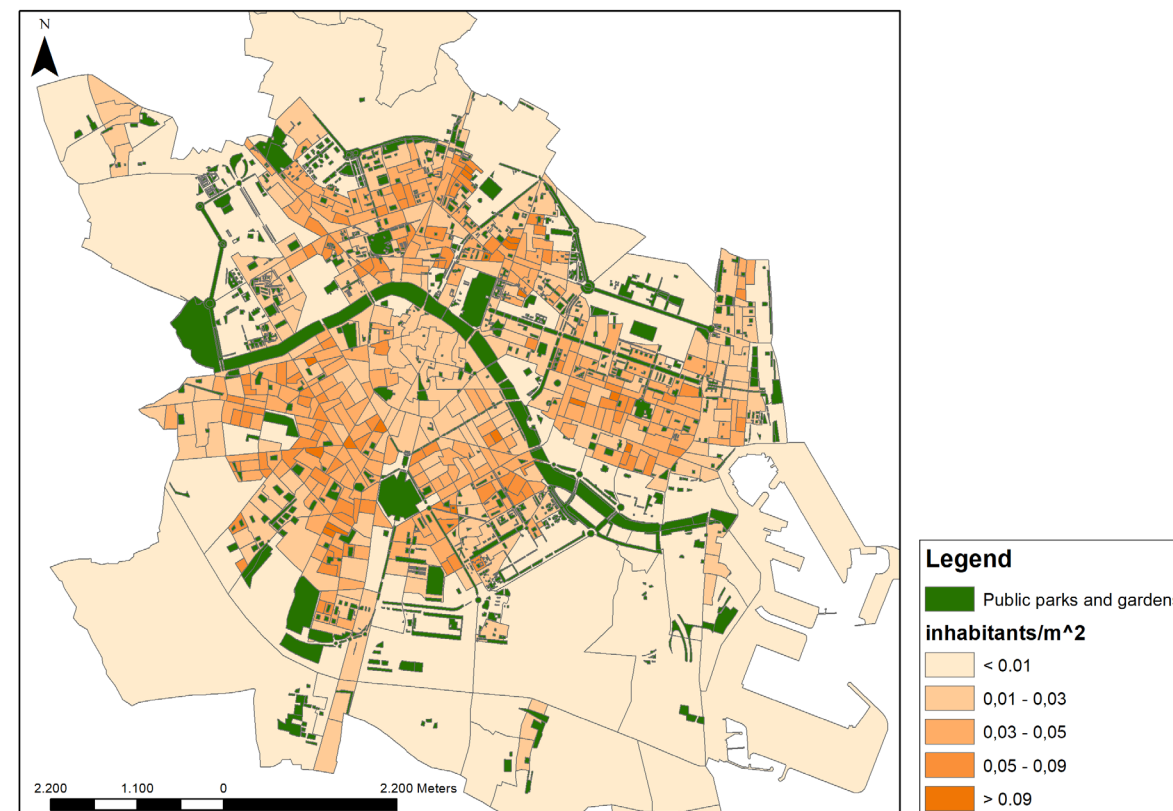


Potencial de la CV:

- 3,3 y 14,8 Millones de bonos de Carbono**
- 55,5 – 250 Millones de €** (precio bono voluntario 16 €/t CO₂ eq.)
- Compensación de: 1,2 y el 5,6%** del total de emisiones difusas.

Caso de Estudio 4: Escala Local – Sector Zonas Verdes – Bottom-Up

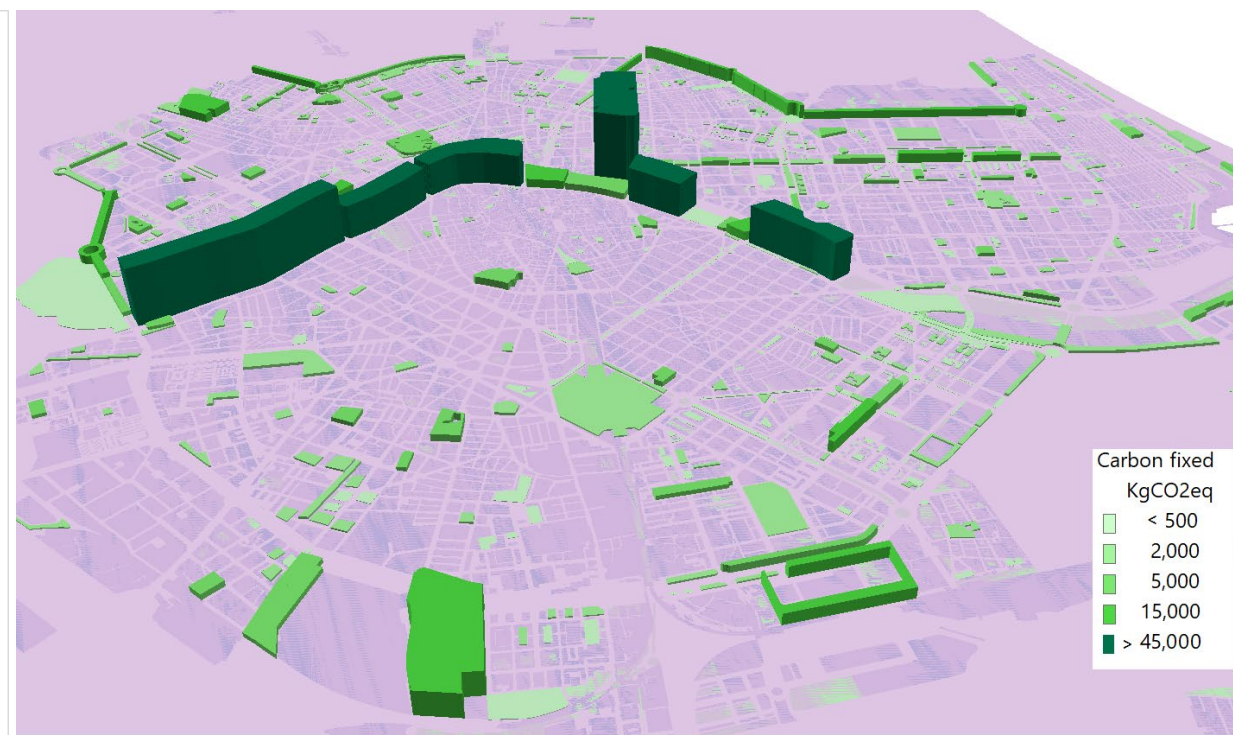
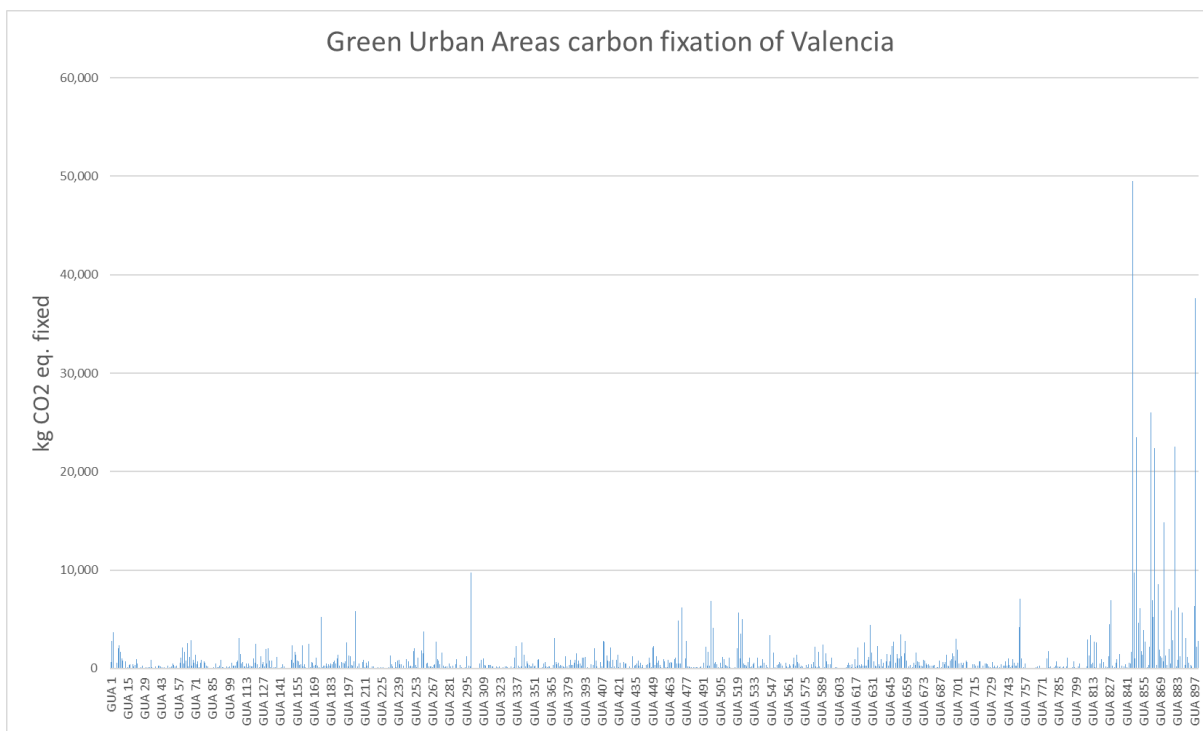
Valencia: Evaluar la contribución de las áreas verdes urbanas para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).



 **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**

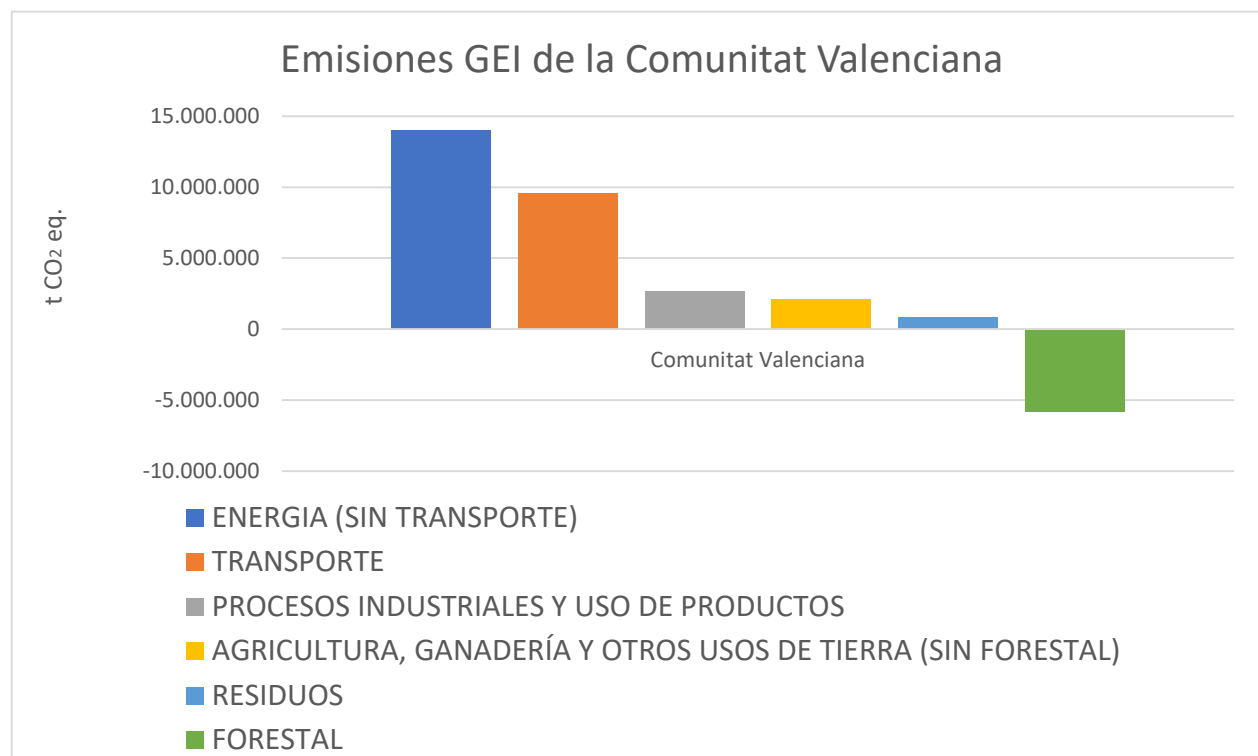
Valencia: Evaluar la contribución de las áreas verdes urbanas para la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

- Los 901 polígonos de AVU fijan **812.230 kg CO₂ eq./año**



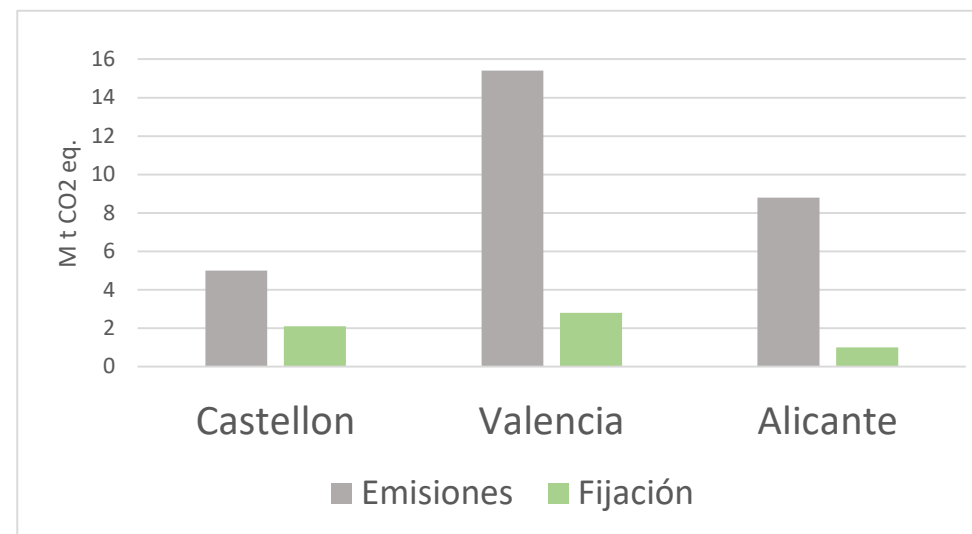
Valencia: Desarrollo de un sistema de información territorial y sectorial de emisiones de GEI como herramienta de gobernanza climática a nivel local y regional .

Cuantificación de **128 indicadores** en los **542 municipios**.



Comunitat Valenciana:

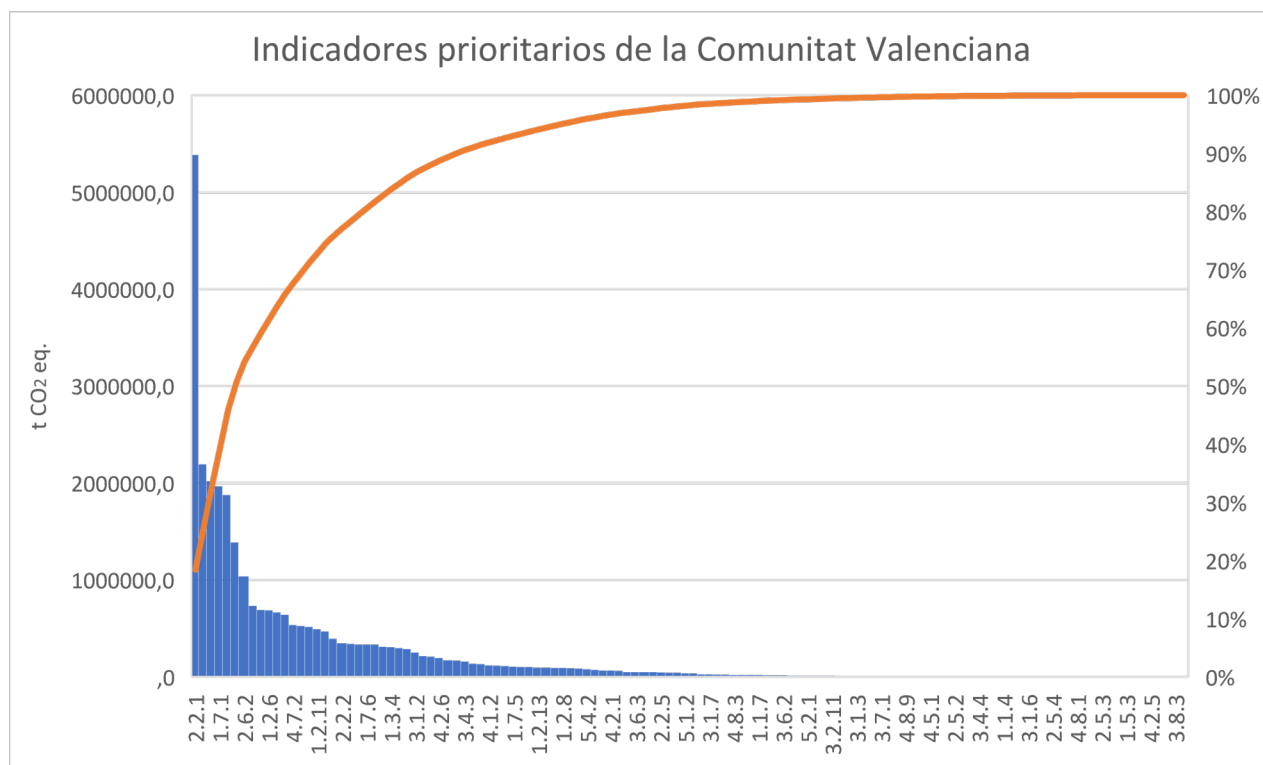
- Emisiones brutas: 29,3M t CO₂ eq.
- Fijación: 6M t CO₂ eq
- Emisiones netas: **23,3M de t CO₂ eq.**



Valencia: Desarrollo de un sistema de información territorial y sectorial de emisiones de GEI como herramienta de gobernanza climática a nivel local y regional .

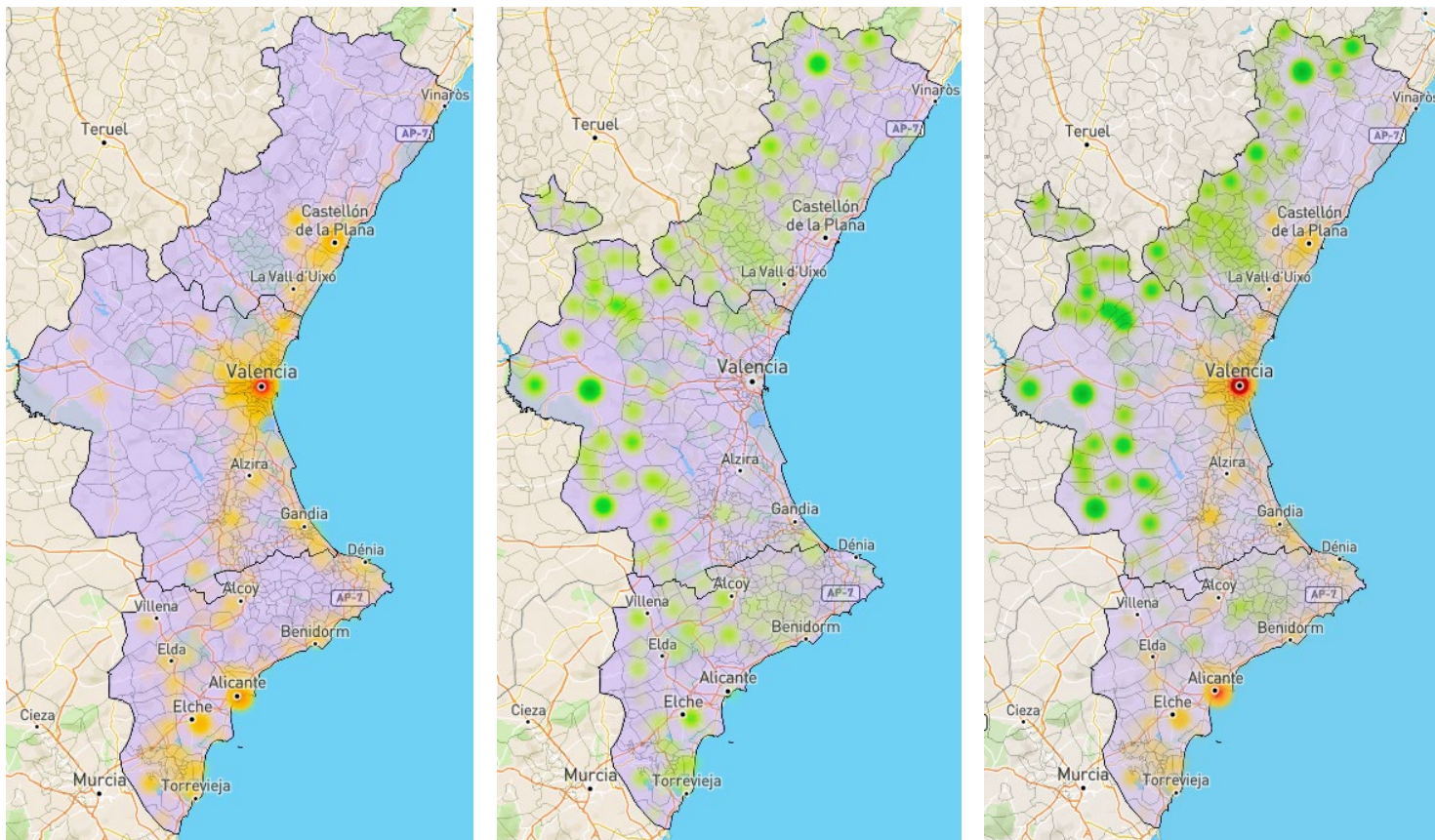
De los 122 indicadores, tan **solo 22** (el 18% del total) suponen **más del 80%** del total de emisiones

Indicadores prioritarios de la Comunitat Valenciana



Orden	Código	Nombre del Indicador	Emisiones (tCO ₂ eq.)	Porcentaje respecto al total (%)	Porcentaje acumulado respecto al total (%)
1	2.2.1	Automóviles (Privados)	5.387.380	18,40	18,40
2	1.7.2	Industrial (Consumo eléctrico)	2.194.085	7,49	25,89
3	1.3.2	Residencial (Quema de combustibles)	2.020.879	6,90	32,79
4	1.7.1	Residencial (Consumo eléctrico)	1.968.522	6,72	39,52
5	2.2.3	Camiones servicios pesados (Privados)	1.876.242	6,41	45,93

Valencia: Desarrollo de un sistema de información territorial y sectorial de emisiones de GEI como herramienta de gobernanza climática a nivel local y regional .

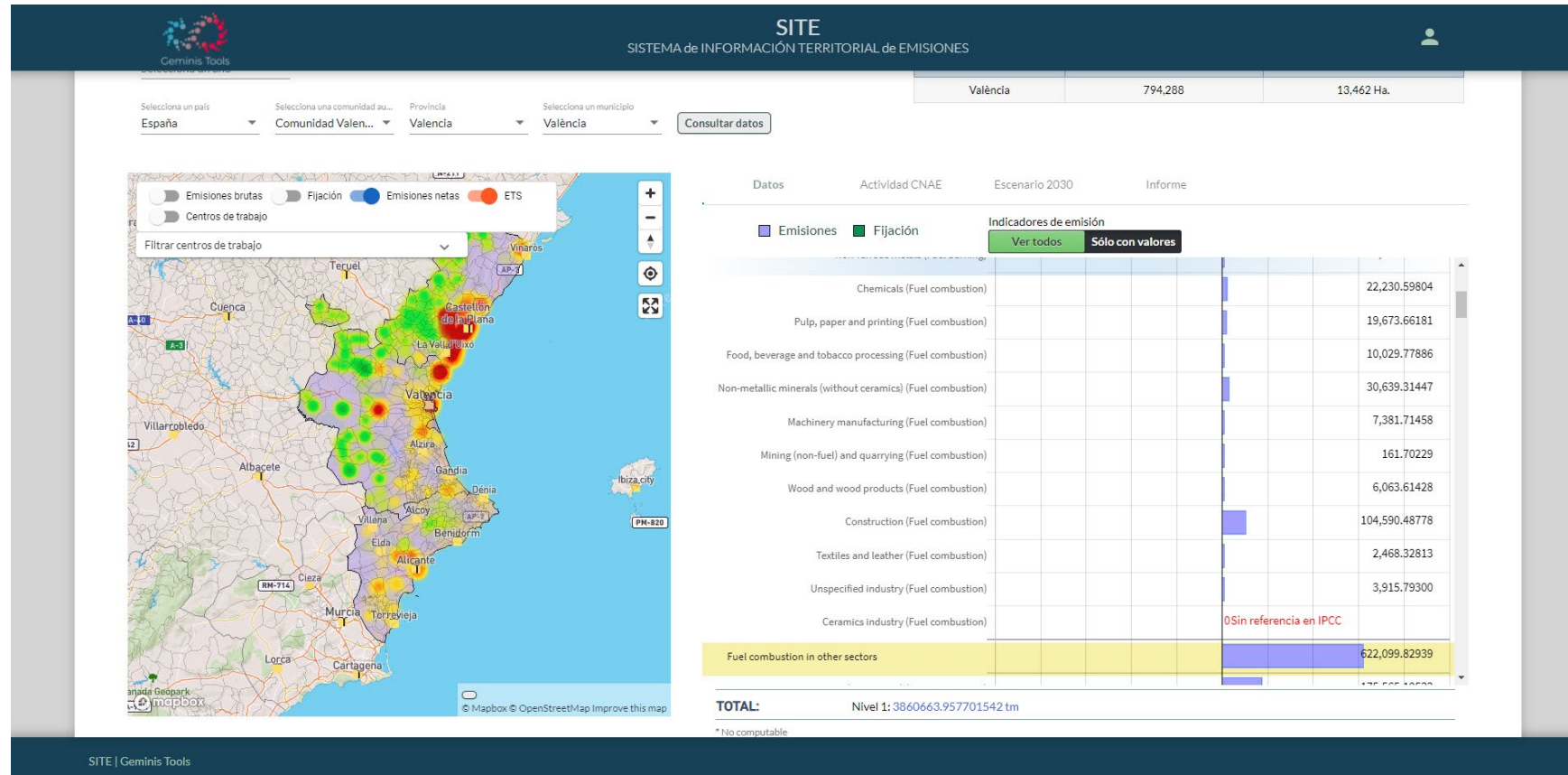


Solo 10 municipios (1.8%) hacen el **36% de las emisiones**

Solo 10 municipios (1.8%) hacen el **21% de la fijación de carbono.**

175 municipios (32%) son **pulmones netos de carbono.**

Las metodologías y modelos matemáticos desarrollados en esta tesis doctoral **se han transferido a la empresa GEMINIS Tools S.L. mediante un convenio de colaboración.**



Las metodologías y modelos matemáticos desarrollados en esta tesis doctoral **se han transferido a la empresa GEMINIS Tools S.L. mediante un convenio de colaboración.**

- Dirección General del Cambio Climático, Generalitat Valenciana.



- ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos).



- Estado federal Aleman de Saxony-Anhalt.



- ASYFE (Asociación de Aserradores y Fabricantes de Envases de Madera).



Gracias por su atención

Edgar Lorenzo Sáez
edlosae@upv.es