8 INTERNATIONAL gvSIG CONFERENCE
28-30 November 2012
Centro Cultural y Deportivo La Pechina, Valencia - Spain
MAKING THE FUTURE TECHNOLOGY Solidarity BUSINESS
gvSIG association

Aplicación de gvSIG en un estudio de evaluación de impacto ambiental del transporte de residuos

E. Moliner[1], R. Vidal[1], D. Garraín[2], C. Gasch[1], I. Muñoz[1]

[1] Grupo de Ingeniería del Diseño (GID), Universitat Jaume I, Castellón, España

[2] Dpto. de Energía, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Madrid, España

GID
GRUPO DE INGENIERÍA DEL DISEÑO

UNIVERSITAT JAUME·I

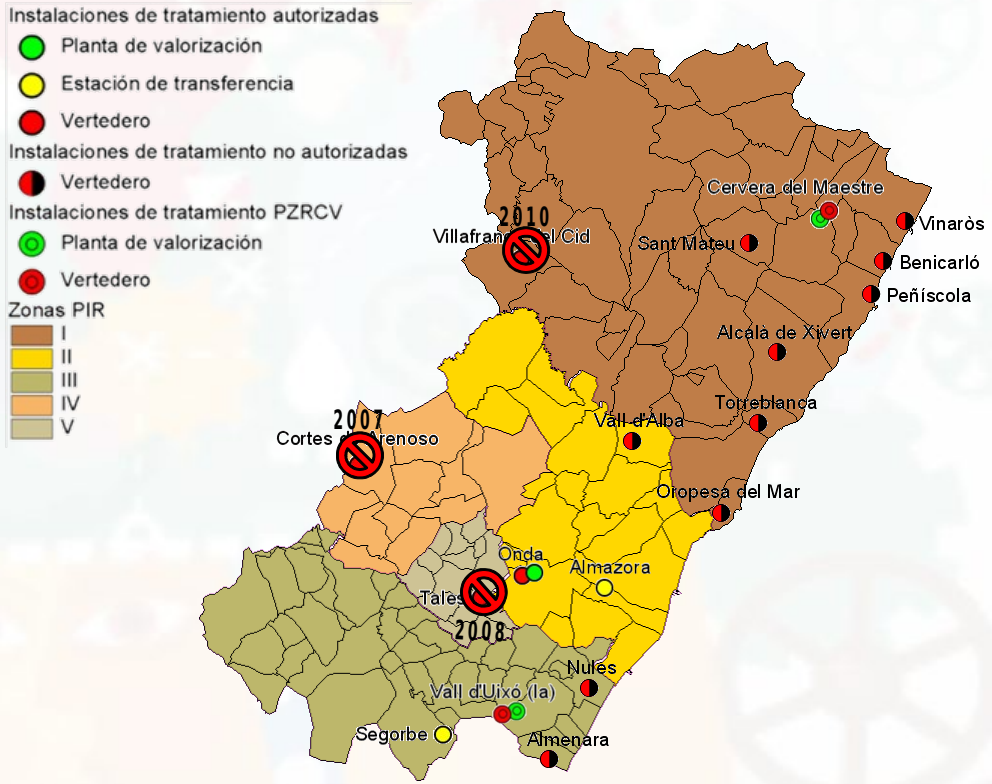
Contenidos

- Introducción
- Objetivos
- Metodología
- Resultados
- Discusión y conclusiones

Introducción

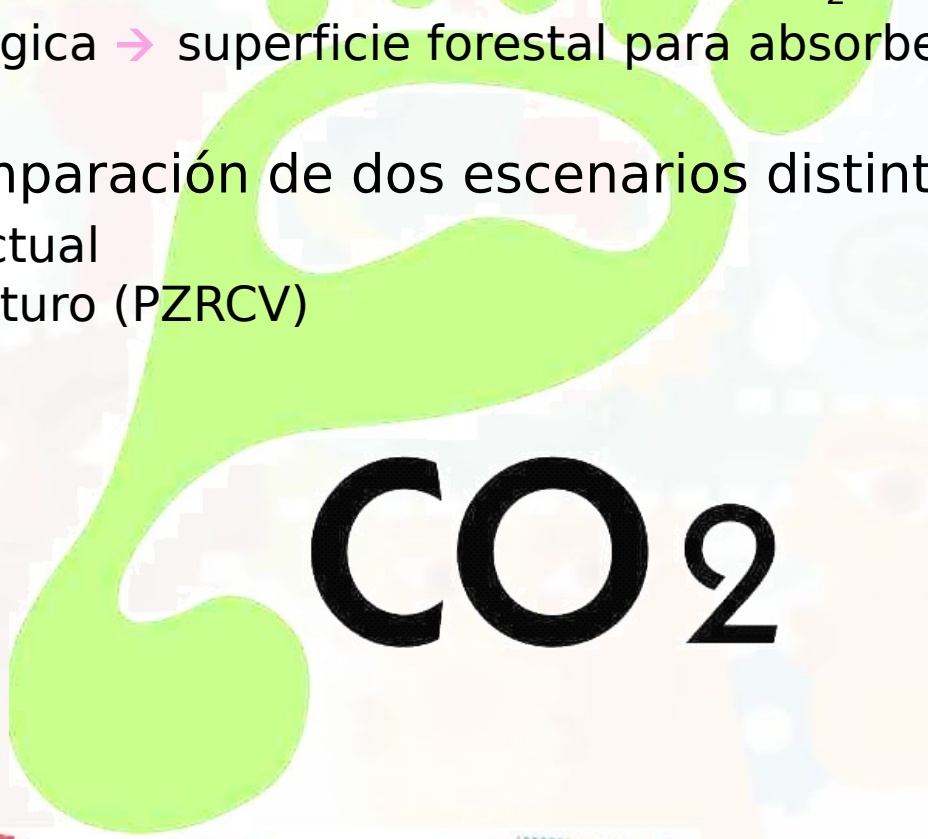
Gestión de RSU en la provincia de Castellón

- *Problemática*: escasez de instalaciones de tratamiento
- *Consecuencias*: elevados costes del transporte de residuos (económicos, medioambientales y sociales) y vertido incontrolado
- *Origen*: incapacidad de los municipios y de la Generalitat Valenciana a la hora de ejecutar los PZRCV



Objetivos

- Evaluar el impacto ambiental del transporte de los RSU originados en la provincia de Castellón
  - Huella de carbono → emisiones anuales de CO_2
  - Huella ecológica → superficie forestal para absorber las emisiones de CO_2
- Análisis y comparación de dos escenarios distintos
  - Escenario actual
  - Escenario futuro (PZRCV)



Metodología

- Metodología basada en el uso de Sistemas de Información Geográfica (GIS)

Etapa 1: Elaboración de escenarios

Escenario actual	Escenario futuro (PZRCV)

Etapa 2: Cálculo de las distancias recorridas por los vehículos

Escenario actual	Escenarios futuro (PZRCV)

Etapa 3: Cálculo de la huella de carbono y de la huella ecológica

Escenario actual	Escenarios futuro (PZRCV)

Etapa 4: Evaluación de escenarios

Escenario actual	VS	Escenario futuro (PZRCV)

Metodología

Etapa 1: Elaboración de escenarios

- Generación de residuos
  - Escenario actual y escenario futuro → "Mapa de Residuos de la provincia de Castellón" (*Vidal et al., 2009*)
- Instalaciones de tratamiento de residuos
  - Escenario actual → "Mapa de Residuos de la provincia de Castellón" (*Vidal et al., 2009*)
  - Escenario futuro → "PZRCV" (*CMAAUV, 2001, 2002 y 2004*) y "PIR10" (*CMAAUV, 2010*)
- Logística del transporte de residuos
  - Recogida diaria y dos vehículos de referencia para recogida y transporte
  - Asignación del número de vehículos de recogida y transporte en cada municipio

Modelo	Vehículo 1	Vehículo 2
Operaciones	Recogida intramunicipal y transporte hasta estación de transferencia o planta de tratamiento	Transporte desde estación de transferencia hasta planta de tratamiento
Tipo de vehículo	Camión compactador rígido	Camión-tráiler articulado
Tipo de combustible	Diésel	Diésel
Capacidad del contenedor (m^3)	12,6	39
Peso en vacío (kg)	8.880	19.865
Peso de carga útil (kg)	5.500	20.135
Peso bruto (kg)	14.380	40.000

Metodología

Etapa 2: Cálculo de las distancias recorridas por los vehículos

- Utilización de herramientas GIS
  - gvSIG y extensión Redes
  - Problema de cálculo de ruta óptima
    - Origen, paradas intermedias y destino → mapa de municipios y de instalaciones de tratamiento
    - Red de caminos posibles con un coste asociado → mapa de carreteras: autopistas y autovías (70 km/h), vías interurbanas (50 km/h) y vías urbanas (14 km/h)
- Identificación de rutas óptimas asociadas a cada municipio
  - Distancias recorridas por vehículo 1 y vehículo 2
  - Se contabilizan los recorridos de ida y vuelta
  - No se contabilizan los recorridos de recogida intramunicipal de contenedores ni el transporte de rechazos entre plantas de valorización y vertederos

"Sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión" (NCGIA, 1990)

Metodología

Etapa 3: Cálculo de la huella de carbono y de la huella ecológica

- Resultados previos
  - Etapa 1 → Nº de vehículos 1 y Nº de vehículos 2 utilizados anualmente por cada municipio: $NV1_a$ y $NV2_a$
  - Etapa 2 → Distancias recorridas en un desplazamiento por un vehículo 1 y por un vehículo 2 para cada municipio: $DV1_u$ y $DV2_u$
- Consumo de combustible
  - Ratio de consumo medio de Diésel → 0,249 l/km para vehículos 1 y 0,331 l/km para vehículos 2 (*Léonardi & Baumgartner, 2004*)
- Emisiones de CO_2
  - Ratio de emisiones de CO_2 → 74.100 kg/TJ Diésel ≈ 2,65 kg/l Diésel (*IPCC, 2006*)
- Huella ecológica
  - Ratio de absorción de CO_2 del bosque mediterráneo → 3,70 t/ha/año (Tello, 2002)
  - Superficie forestal arbolada por municipio: *SFA* (*CORINE Land Cover, 2000*)

Distancias recorridas anualmente por el total de vehículos 1 y por el total de vehículos 2

$$DV1_a = NV1_a \cdot DV1_u$$
$$DV2_a = NV2_a \cdot DV2_u$$

Consumo anual de combustible

$$CC = 0{,}249 \cdot DV1_a + 0{,}331 \cdot DV2_a$$

Huella de carbono anual

$$HC = 2{,}65 \cdot CC$$

Huella ecológica anual y porcentaje de superficie forestal consumida

$$HE = HC / 3.700$$
$$SFC = HE / SFA \cdot 100$$

Metodología

Etapa 4: Evaluación de escenarios

- Análisis comparativo entre los impactos ambientales del escenario actual y del escenario futuro

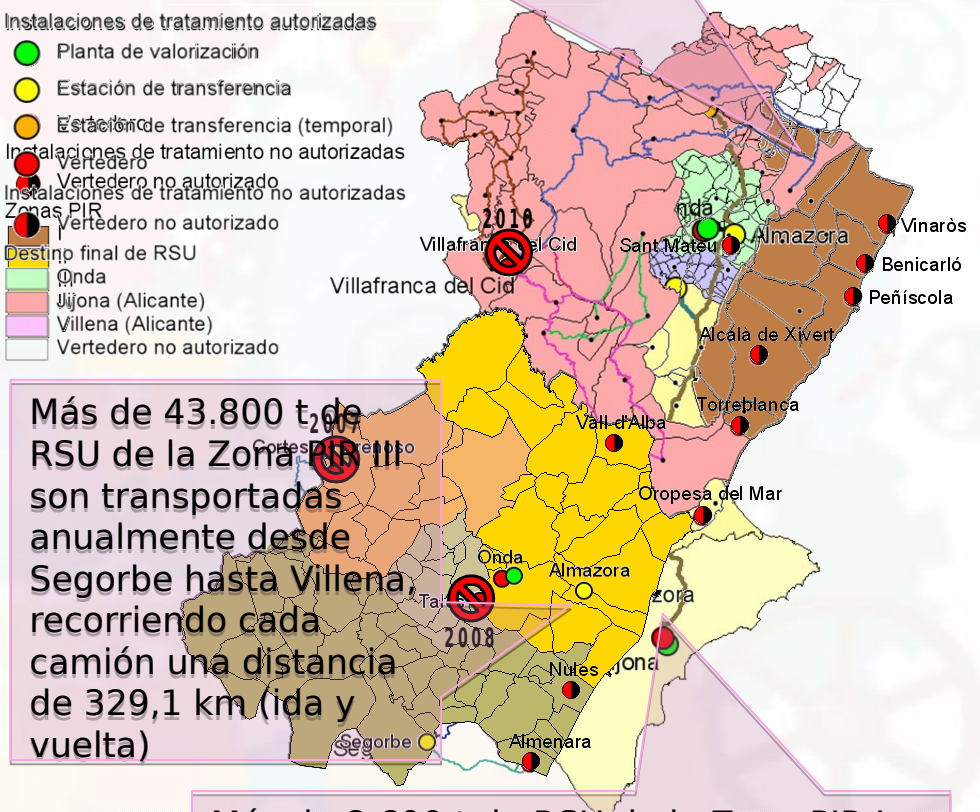
- *Objetivo*: determinar el impacto ambiental ocasionado por la demora en la implantación de las nuevas instalaciones de tratamiento que deben sustituir a las instalaciones cerradas durante los últimos años en la provincia

Resultados

Escenario actual

- Zona PIR I
  - Vertedero de Jijona (ALC) a través de estación de transferencia de Villafranca del Cid (27 municipios)
  - Vertedero no autorizado (22 municipios)
- Zona PIR II
  - Planta de valorización de Onda (16 municipios)
  - Planta de valorización de Onda a través de estación de transferencia de Almazora (5 municipios)
- Zona PIR III
  - Vertedero de Villena (ALC) a través de estación de transferencia de Segorbe (41 municipios)
- Zona PIR IV
  - Planta de valorización de Onda (11 municipios)
- Zona PIR V
  - Planta de valorización de Onda (13 municipios)

Cerca de 70.000 t de RSU de la Zona PIR I son eliminadas anualmente de manera incontrolada



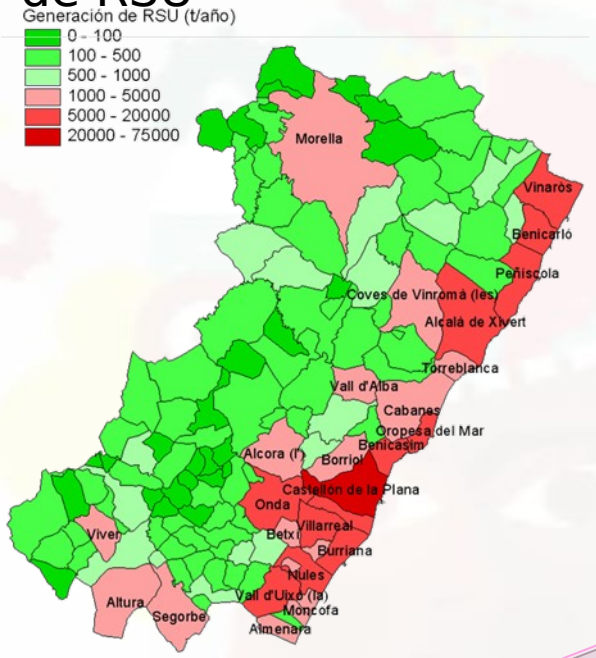
Más de 43.800 t de RSU de la Zona PIR III son transportadas anualmente desde Segorbe hasta Villena, recorriendo cada camión una distancia de 329,1 km (ida y vuelta)

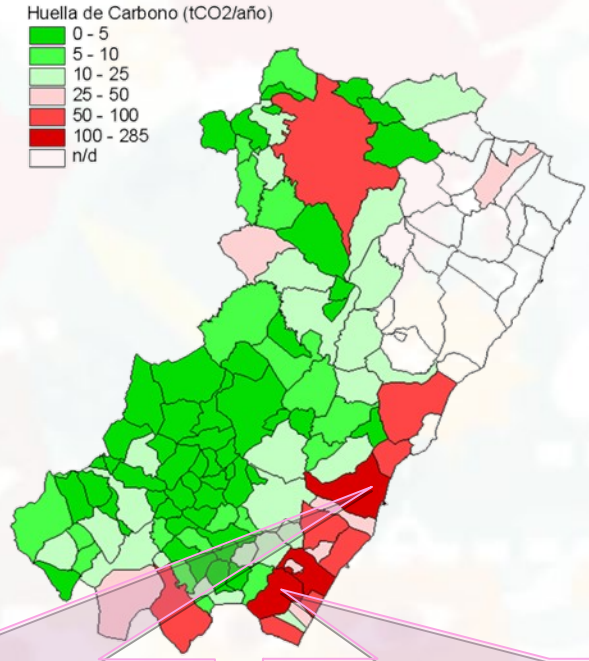
Más de 8.600 t de RSU de la Zona PIR I son transportadas anualmente desde Villafranca del Cid hasta Jijona, recorriendo cada camión una distancia de 583,5 km (ida y vuelta)

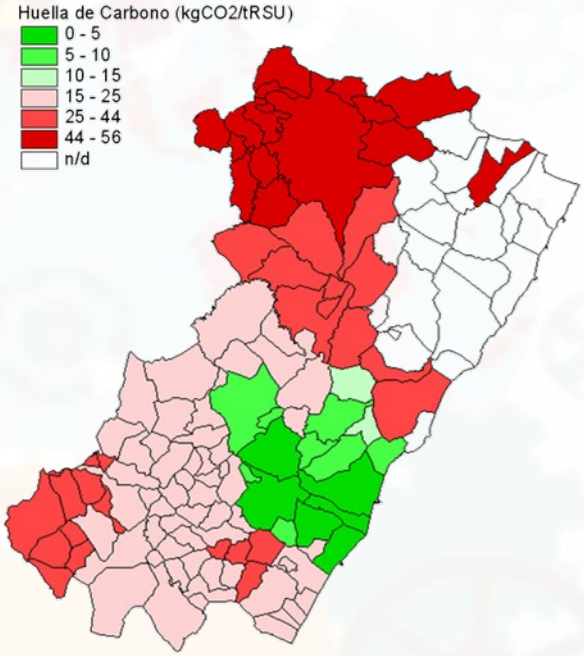
Resultados

Escenario actual

- Huella de carbono absoluta y relativa en el escenario actual de transporte de RSU







Castellón de la Plana (Zona PIR II)
- 72.066 toneladas anuales de RSU
- 257,5 toneladas anuales de CO2
- 3,57 kgCO2/tRSU

La Vall d'Uixó (Zona PIR III)
- 13.550 toneladas anuales de RSU
- 281,2 toneladas anuales de CO_2
- 20,75 kgCO_2/tRSU

Resultados

Escenario actual

- Huella de carbono y huella ecológica en el escenario actual de transporte de RSU

Zona PIR	Municipios	RSU (t/año)	Huella de carbono		Huella ecológica	
			Absoluta ($kgCO_2$/año)	Relativa ($kgCO_2$/tRSU)	Absoluta (ha/año)	Relativa (ha/tRSU)
I	27	8.686,52	379.045	43,64	102,44	1,18e-02
I*	22	69.952,67	n/d	n/d	n/d	n/d
II	21	158.027,15	665.357	4,21	179,83	1,14e-03
III	41	43.840,80	985.215	22,47	266,27	6,07e-03
IV	11	2.522,34	46.947	18,61	12,69	5,03e-03
V	13	1.702,45	34.798	20,44	9,40	5,52e-03
Total (sin I*)	113	214.779,26	2.111.362	9,83	570,63	2,66e-03

** Corresponde a los municipios que realizan vertido incontrolado; estos municipios no han sido contabilizados en el escenario actual y no aparecen reflejados en los resultados totales*

Resultados

Escenario futuro

- Zona PIR I
  - Planta de valorización de Cervera del Maestre (49 municipios, incluyendo los que actualmente realizan vertido incontrolado)
- Zona PIR II
  - Planta de valorización de Onda (16 municipios)
  - Planta de valorización de Onda a través de estación de transferencia de Almazora (5 municipios)
- Zona PIR III
  - Planta de valorización de la Vall d'Uixó (41 municipios)
- Zona PIR IV
  - Planta de valorización de Onda (11 municipios)
- Zona PIR V
  - Planta de valorización de Onda (13 municipios)

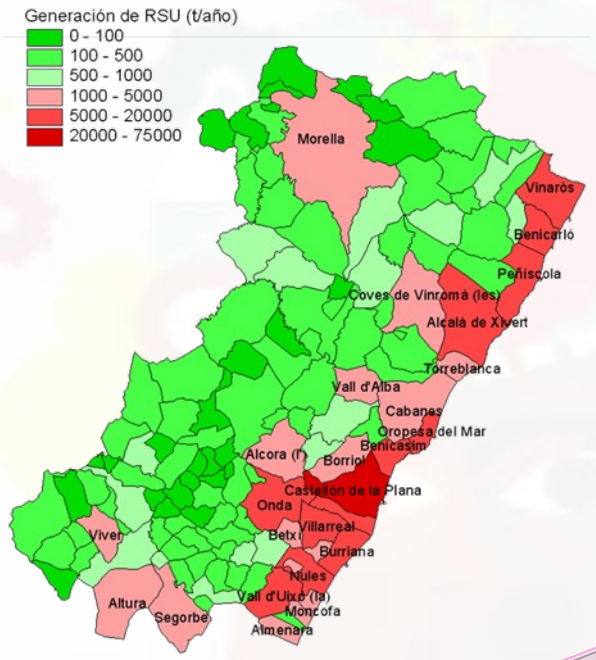
Los municipios que actualmente eliminan sus RSU de manera incontrolada dispondrán de una instalación de tratamiento autorizada cercana

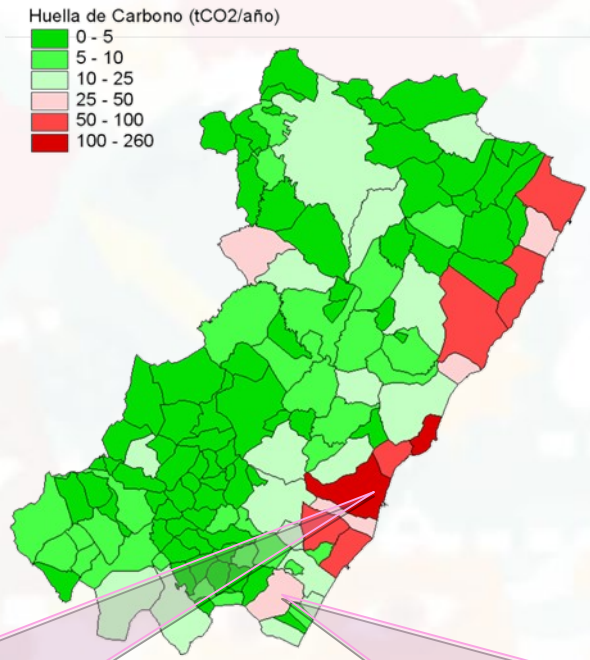
La implantación de las instalaciones de tratamiento previstas en los PZRCV evitará que se sigan realizando transportes interprovinciales de RSU

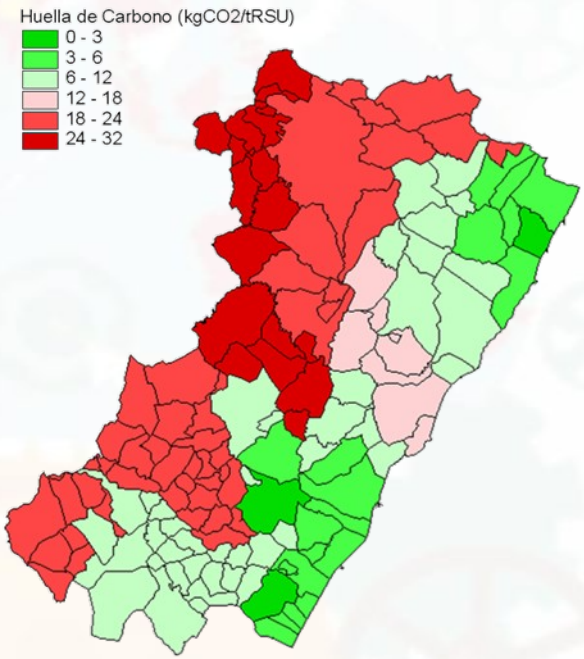
Resultados

Escenario futuro

- Huella de carbono absoluta y relativa en el escenario futuro de transporte de RSU







Castellón de la Plana (Zona PIR II)
- 72.066 toneladas anuales de RSU
- 257,5 toneladas anuales de CO2
- 3,57 kgCO2/tRSU

La Vall d'Uixó (Zona PIR III)
- 13.550 toneladas anuales de RSU
- 39,5 toneladas anuales de CO_2
- 2,92 kgCO_2/tRSU

Resultados

Escenario futuro

- Huella de carbono y huella ecológica en el escenario futuro de transporte de RSU

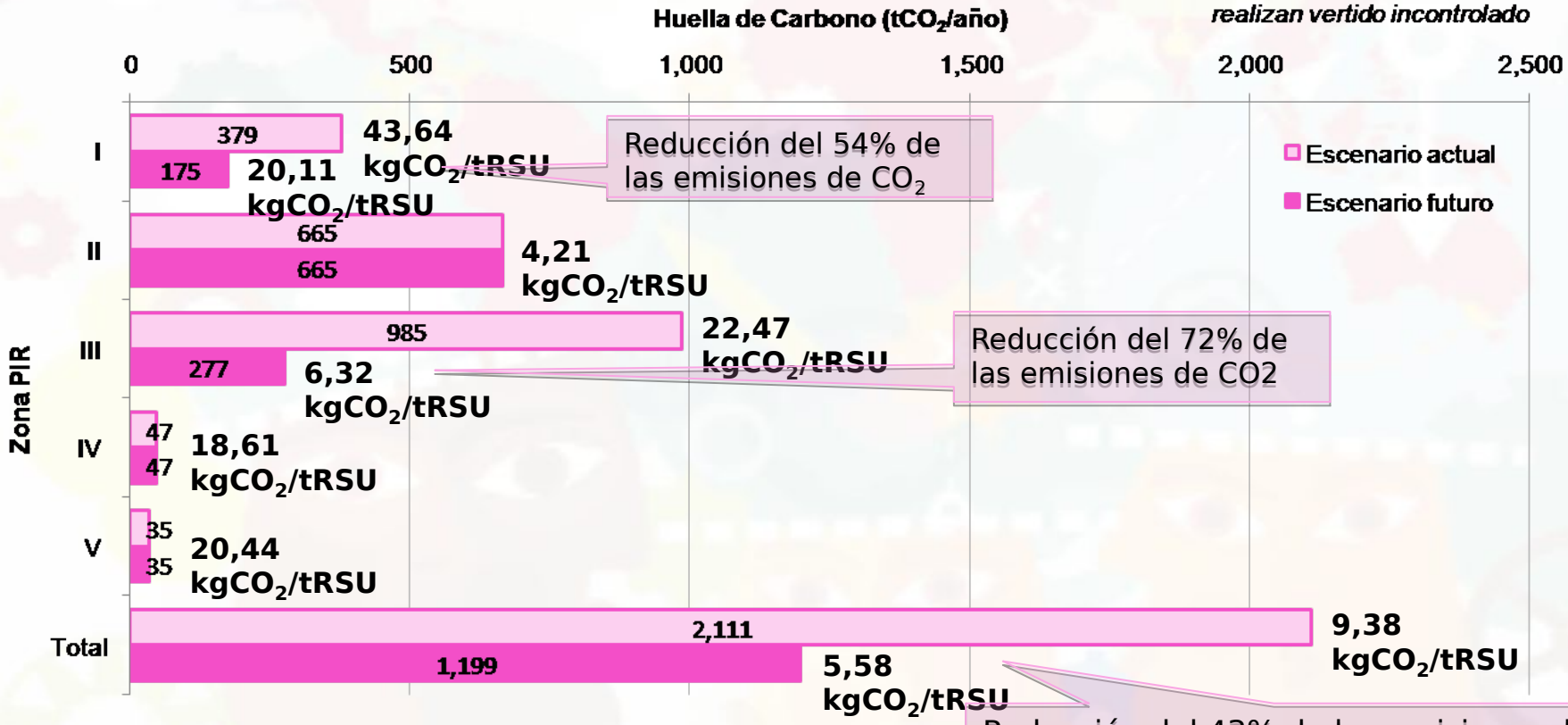
Zona PIR	Municipios	RSU (t/año)	Huella de carbono		Huella ecológica	
			Absoluta ($kgCO_2$/año)	Relativa ($kgCO_2$/tRSU)	Absoluta (ha/año)	Relativa (ha/tRSU)
I	27	8.686,52	174.688	20,11	47,21	5,44e-03
I*	22	69.952,67	486.113	6,95	131,38	1,88e-03
II	21	158.027,15	665.357	4,21	179,83	1,14e-03
III	41	43.840,80	276.966	6,32	74,86	1,71e-03
IV	11	2.522,34	46.947	18,61	12,69	5,03e-03
V	13	1.702,45	34.798	20,44	9,40	5,52e-03
Total (sin I*)	113	214.779,26	1.198.756	5,58	323,99	1,51e-03
Total	135	284.731,93	1.684.869	5,92	455,37	1,60e-03

** Corresponde a los municipios que actualmente realizan vertido incontrolado; se han contabilizado estos municipios por separado para facilitar la comparación de resultados con el escenario actual (donde estos municipios no han sido contabilizados)*

Discusión y conclusiones

Comparación de escenarios

** En estos resultados no se han contabilizado los municipios que realizan vertido incontrolado*



Reducción del 43% de las emisiones de CO_2:

- 912,6 t CO_2 evitadas anualmente
- 246,6 ha de bosque mediterráneo liberadas

¡Gracias por su atención!

Kike.moliner@uji.es www.gid.uji.es