



**6º CONGRESO FORESTAL  
ESPAÑOL**

---

**6CFE01-609**

---

Montes: Servicios y desarrollo rural  
10-14 junio 2013  
Vitoria-Gasteiz



---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013  
ISBN: 978-84-937964-9-5  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## **Estimación de los flujos de GEI en Andalucía debidos a usos de la tierra, cambios de usos de la tierra y silvicultura.**

TOLEDO PLA, MJ<sup>1</sup>; RODRIGUEZ-NORIEGA ALONSO, J.<sup>1</sup>; ÁLVAREZ PELÁEZ, S<sup>2</sup>; NAVARRETE MAZARIEGOS<sup>2</sup>, E; SILVA CRUZ, J<sup>1</sup>; CEACERO RUIZ<sup>2</sup>, C. ; MENDEZ JIMENEZ, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agresta Sociedad Cooperativa. Área Cambio climático

<sup>2</sup> Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. División de Sostenibilidad y Medio Ambiente Urbano. Línea de Planificación y Evaluación Ambiental. Unidad de Cambio Climático

<sup>3</sup> Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Jefe de Servicio de Cambio Climático Climático.

### **Resumen**

El objeto del trabajo se ha establecido en la cuantificación del carbono fijado por los sumideros naturales en la Comunidad Autónoma de Andalucía siguiendo los requerimientos del Protocolo de Kioto para el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS). En concreto, se ha centrado en el estudio de los flujos de Gases de Efecto Invernadero (GEI) debidos a las actividades recogidas en el Artículo 3.3 (Forestación/reforestación; Deforestación) y 3.4 del mismo (Gestión forestal y Gestión de tierras agrícolas: transiciones entre cultivos y técnicas de conservación de suelos).

En cuanto al ámbito temporal el estudio se ha centrado en el año de referencia de Kioto (1990) y en periodo de compromiso (2008-2012). Los resultados más relevantes del presente trabajo han sido:

- Selección de las fuentes de información para cuantificar las absorciones netas de GEI de las actividades mencionadas
- Elaboración de una metodología para localizar a nivel municipal dichas actividades
- Cálculo de las absorciones netas de GEI a escala municipal, provincial y autonómica de las actividades mencionadas, apoyándose en los resultados de las diferentes matrices de cambios geospaciales, entre los años 1990 y 2007.

### **Palabras clave**

Carbono, sumideros, cambio climático, UTCUT, LULUCF, inventario GEI

### **1. Introducción**

En el año 2002, y bajo presidencia española, los 15 Estados Miembros de la Unión Europea y la Comisión Europea presentaron conjuntamente en la sede central de Naciones Unidas en Nueva York sus respectivos instrumentos de ratificación del Protocolo de Kioto. La Unión Europea, como agente especialmente activo en la concreción del Protocolo, se comprometió a reducir sus emisiones totales medias durante el periodo 2008-2012 en un 8% respecto de las de 1990 (año base). No obstante, a cada país se le otorgó un margen distinto en función de diversas variables económicas y medioambientales según el principio de «reparto de la carga» y así España se comprometió a no aumentar sus emisiones por encima del 15% en relación al año base. Sin embargo, en el año 2007 España, con unas emisiones netas de 414,3 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e), superó en un 267% el porcentaje de cumplimiento adquirido (55% frente a 15%).

España informa a la Convención Marco de la Naciones Unidas y al Protocolo de Kioto sobre sus inventarios de emisiones de gases efecto invernadero a nivel nacional. A escala subnacional la Agencia de Medio Ambiente y Agua ha realizado un estudio en base a datos estadísticos para aportar información más precisa sobre los sumideros de carbono (sector UTCUTS) a nivel autonómico. Con el presente estudio se plantea como objetivo mejorar estas estimaciones llegando a un nivel de detalle municipal y con una mayor precisión en cuanto a la localización de actividades, cumpliendo los requisitos del Protocolo de Kioto.

El sector del Uso de la Tierra, Cambio del Uso de la Tierra y la Selvicultura representa un papel relevante en el balance de las emisiones netas de gases de efecto invernadero, dado el potencial de los sistemas forestales y agrícolas para la fijación de dióxido de carbono y su contribución al ciclo global de carbono.

## 2. Objetivos

El objeto del presente trabajo “ESTIMACIÓN DE LOS FLUJOS DE GEI EN ANDALUCÍA DEBIDOS A USOS DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USO DE LA TIERRA Y SELVICULTURA”, fue el de cuantificar el carbono fijado por los sumideros naturales en la Comunidad Autónoma de Andalucía siguiendo los requerimientos del Protocolo de Kioto para el sector Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Selvicultura (UTCUTS).

El marco metodológico ha seguido los requisitos y reglas del Protocolo de Kioto, en concreto se centrará en el estudio de los flujos de GEI debidos a las actividades recogidas en el Artículo 3.3 y 3.4 del mismo.

Los objetivos específicos del estudio se concretan en:

- Determinar las fuentes de información más precisas para cuantificar las absorciones netas de gases efecto invernadero (GEI) de cada una de las actividades contempladas por el Protocolo de Kioto
- Elaborar una metodología que permita localizar de manera precisa las actividades contempladas por Kioto dentro del sector UTCUTS.
- Calcular las absorciones netas de GEI a escala municipal, provincial y autonómica.

El estudio se realizó para toda la Comunidad Autónoma de Andalucía, presentando resultados a escala provincial y municipal. En cuanto al ámbito temporal el estudio se centró en el año de referencia de Kioto (1990) y en periodo de compromiso (2008-2012).

## 3. Metodología

Para la realización del presente trabajo se han seguido las directrices marcadas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas) para el cálculo de los cambios en las existencias de carbono en el sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y selvicultura (LULUCF, por su siglas en inglés). Con este marco de referencia se ha desarrollado una metodología basada en la utilizada en el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España, años 1990-2009 (NIR, por sus siglas en inglés).

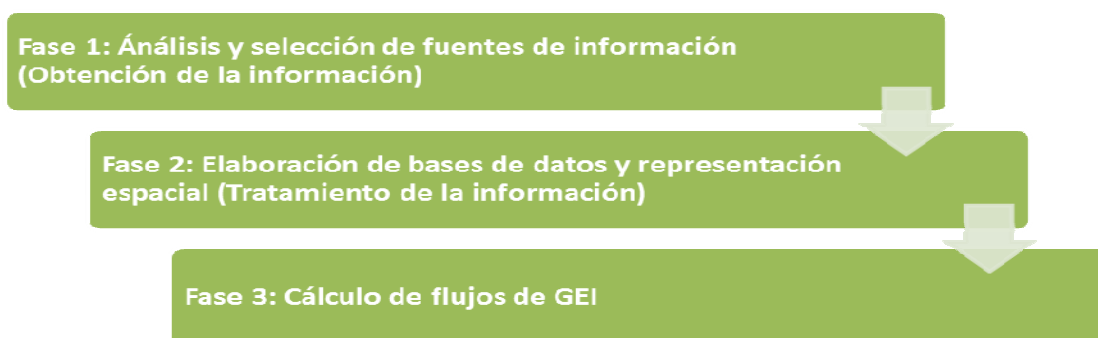
El estudio de flujos de GEI para el sector LULUCF se ha realizado considerando únicamente aquellas actividades reportadas por España al Protocolo de Kioto y contempladas en los artículos 3.3. y 3.4. del mismo, en concreto:

- Artículo 3.3. del Protocolo de Kioto:
  - Forestación/reforestación: transiciones de otros usos de la tierra a bosque.
  - Deforestación: se trata de transiciones de bosque a otros usos de la tierra.
- Artículo 3.4. del Protocolo de Kioto:
  - Gestión forestal: en este caso se consideran únicamente la gestión de bosques que permanecen como tales
  - Gestión de tierras agrícolas: al igual que en el caso anterior se trata de gestión de tierras agrícolas que permanecen como tales.

La estimación de flujos de GEI debidos a las actividades enumeradas anteriormente se ha realizado siguiendo las ecuaciones propuestas por IPCC que básicamente se concretan en la aplicación de un factor de emisión/absorción de CO<sub>2</sub> equivalente a una superficie sujeta a una actividad. Estos cálculos se han realizado a nivel municipal y para el año base (1990) y los años del periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (2008-2012).

Con base en la simplificación metodológica anterior el trabajo se ha realizado considerando el siguiente esquema:

*Figura 1. Fases metodológicas del trabajo*



#### **a. Obtención de la información**

Para la selección de fuentes que cumplen con los criterios del Protocolo de Kioto, se ha hecho una detallada revisión de las bases de datos alfanuméricos existentes, así como de las bases de datos cartográficas de distintos organismos tanto autonómicos, como nacionales.

Esta etapa del trabajo ha sido compleja fundamentalmente debido a la diversidad de fuentes y a la heterogeneidad de la información. La información de partida utilizada para las distintas actividades estudiadas se resume en la siguiente figura:

Figura 2. Fuentes de información para las diferentes actividades

Forestación/ Reforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de forestación de tierras agrícolas de propiedad privada con subvención de la PAC (Campañas 93-98, 2005 y 2009-2010)</li> <li>• Registro de tierras de propiedad privada Fo/reforestadas con subvenciones distintas a la PAC (Campañas 02 y 08)</li> <li>• Fo/reforestaciones en terrenos públicos</li> </ul>
Deforestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía a escala 1:25.000 de los años 1984, 1999 y 2007</li> </ul>
Gestión forestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segundo Inventario Forestal Nacional (1986-1995). Instituto Nacional de Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.</li> <li>• Tercer Inventario Forestal Nacional (1997-2007). Dirección General de Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.</li> </ul>
Incendios forestales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cartografía de incendios ocurridos entre 1990-2011 en Andalucía</li> </ul>
Gestión tierras agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mapas de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía a escala 1:25.000 de los años 1984, 1999 y 2007</li> <li>• Cultivos adscritos a la producción integrada (PRIN)</li> <li>• Cultivos en producción ecológica</li> </ul>

## b. Tratamiento de la información

Obtenida y clasificada la información obtenida ha sido necesaria la adaptación de la misma a los requerimientos del estudio. Pueden resumirse los tratamientos de información realizados en los siguientes:

- Análisis de la calidad de la información, considerando los objetivos del estudio
- Homogeneización de bases alfanuméricas
- Selección de variables de interés para el estudio
- Reclasificación de campos de las variables seleccionadas
- Depuración de bases de datos y control de calidad

Toda la información obtenida se ha referenciado espacialmente con un nivel de precisión variable en función de las características de la información origen pero siempre llegando al nivel municipal. De esta manera se asegura que para todas las actividades estudiadas se dispone de información con nivel de detalle municipal. Para la referenciación espacial de superficies se han tomado como referencia los Mapas de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía a escalas 1:25.000 y la cartografía SIGPAC del año 2011. Esta última se ha utilizado como base cartográfica para la división administrativa en

municipios y provincias y está basada en la codificación de los municipios del Instituto Cartográfico de Andalucía (ICA).

### c. Cálculo de flujos de GEI

Con base en la información de superficies se ha realizado el cálculo de flujos de GEI a partir de factores genéricos para cada actividad.

Pese a la sencilla base teórica los cálculos de flujos de GEI, a nivel municipal resultan complejos debido a numerosos aspectos tales como:

- Diversas y heterogéneas fuentes de información
- Se parte de información de diversos años
- Dificultades en la interpretación de la información
- Superposición de los Mapas de usos e Inventario Forestal Nacional
- Análisis comparativo de dos Inventarios Forestales Nacionales
- Bases alfanuméricas muy extensas
- Cartografía de mucho detalle, pese a trabajarse a nivel municipal
- Bases cartográficas numerosas, desagregadas y con diferentes representaciones cartográficas ( puntos, polígonos, perímetros)
- Se ha conservado la mayor precisión posible de la información
- Selección de factores dentro de cada actividad, la precisión de los factores ha sido variable y se ha requerido la generación de nuevos factores.

Para la realización del cálculo de GEI se ha partido de la información de superficies obtenidas y de los factores de emisión/absorción seleccionados y se han utilizado bases de datos complejas que han permitido generar resultados por actividad y año a nivel municipal, provincial y autonómico.

## 4. Resultados

### a. Superficies

En la siguiente tabla se presentan las superficies, por provincias y para el total de Andalucía, cuyos usos o cambios de uso, siguiendo los requerimientos de Kioto, implicaron flujos de GEI durante el año 2011. En concreto se presentan las superficies en transición a bosque acumuladas en el 2011 (forestadas y reforestadas en los últimos 20 años), las superficies deforestadas en ese año, las superficies objeto de gestión forestal (los bosques en el año 2011), las superficies forestales incendiadas y aquellas sujetas a gestión agrícola (cultivos que han permanecido como tales entre los dos años de los que se dispone de información: 1999 y 2007).

Es importante resaltar que, en el caso de las superficies sujetas a gestión forestal y agrícola se presentan, respectivamente, todas las superficies de bosque que permanece como bosque y las de cultivos agrícolas que permanecen como tales. De estas superficies parte generan flujos y otras no, pues depende en el caso de la gestión forestal de los cambios de existencias entre los periodos analizados y en el caso de la gestión agrícola de las transiciones entre cultivos que hayan sucedido o de las técnicas que existen de conservación de suelos

Tabla 1. Superficies sujetas a actividades contempladas en los artículos 3.3. y 3.4. del Protocolo de Kioto. Año 2011.  
(Porcentajes relativos a la superficie total en Andalucía de cada actividad)<sup>3</sup>

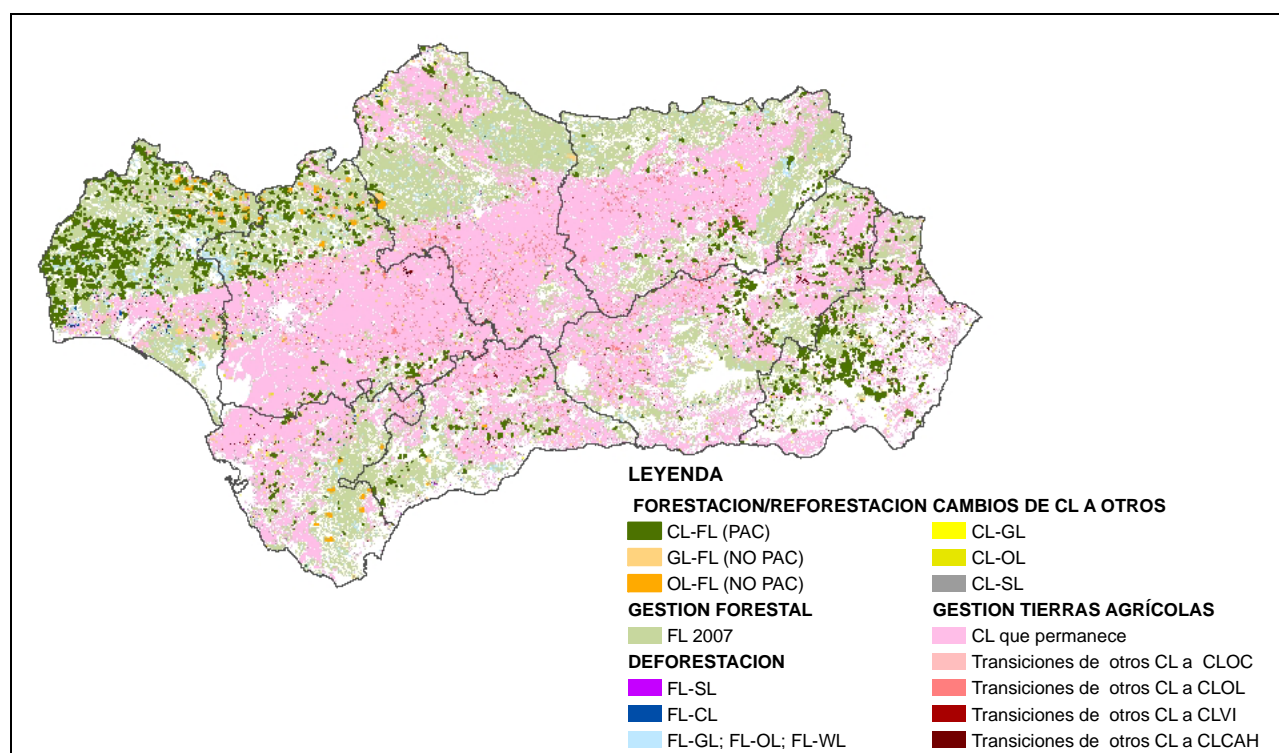
Provincia	Fo/Reforestación		Deforestación		Gestión forestal (FL)		Incendios forestales*		Gestión t. agrícolas (CL)		Total		Superficie total provincia
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Almería	34.678	15,69	582	2,51	113.186	5,35	145	27,57	263.892	6,85	412.338	6,64	876.651
Cádiz	6.910	3,13	1.272	5,48	179.400	8,48	18	3,42	325.376	8,45	512.957	8,26	743.137
Córdoba	5.222	2,36	3.096	13,33	435.299	20,58	1	0,19	677.727	17,60	1.121.344	18,06	1.376.627
Granada	20.827	9,42	1.503	6,47	221.670	10,48	8	1,52	590.311	15,33	834.311	13,43	1.263.735
Huelva	95.362	43,15	9.170	39,49	437.871	20,70	29	5,51	143.935	3,74	686.338	11,05	1.014.922
Jaén	9.773	4,42	2.902	12,50	355.505	16,81	22	4,18	657.205	17,07	1.025.385	16,51	1.348.114
Málaga	18.024	8,16	1.122	4,83	134.855	6,37	277	52,66	328.687	8,54	482.688	7,77	730.233
Sevilla	30.182	13,66	3.577	15,40	237.682	11,24	27	5,13	863.288	22,42	1.134.730	18,27	1.404.928
<b>Total</b>	<b>220.979</b>	<b>100,0</b>	<b>23.223</b>	<b>100,0</b>	<b>2.115.468</b>	<b>100</b>	<b>526</b>	<b>100,0</b>	<b>3.850.421</b>	<b>100,0</b>	<b>6.210.090</b>	<b>100,0</b>	<b>8.758.349</b>

Valores máximos; Valores mínimos

Además de las tierras agrícolas que permanecen como tales (CL), en la gestión de tierras agrícolas influyen las superficies adscritas a la producción agrícola integrada y los cultivos ecológicos.

A continuación se muestra el mapa de 2011 de Andalucía, con las superficies sujetas a las actividades de los artículos 3.3. y 3.4. del Protocolo de Kioto.

Figura 3. Mapa de superficies sujetas a las actividades de los artículos 3.3. y 3.4. del Protocolo de Kioto en la CCAA de Andalucía



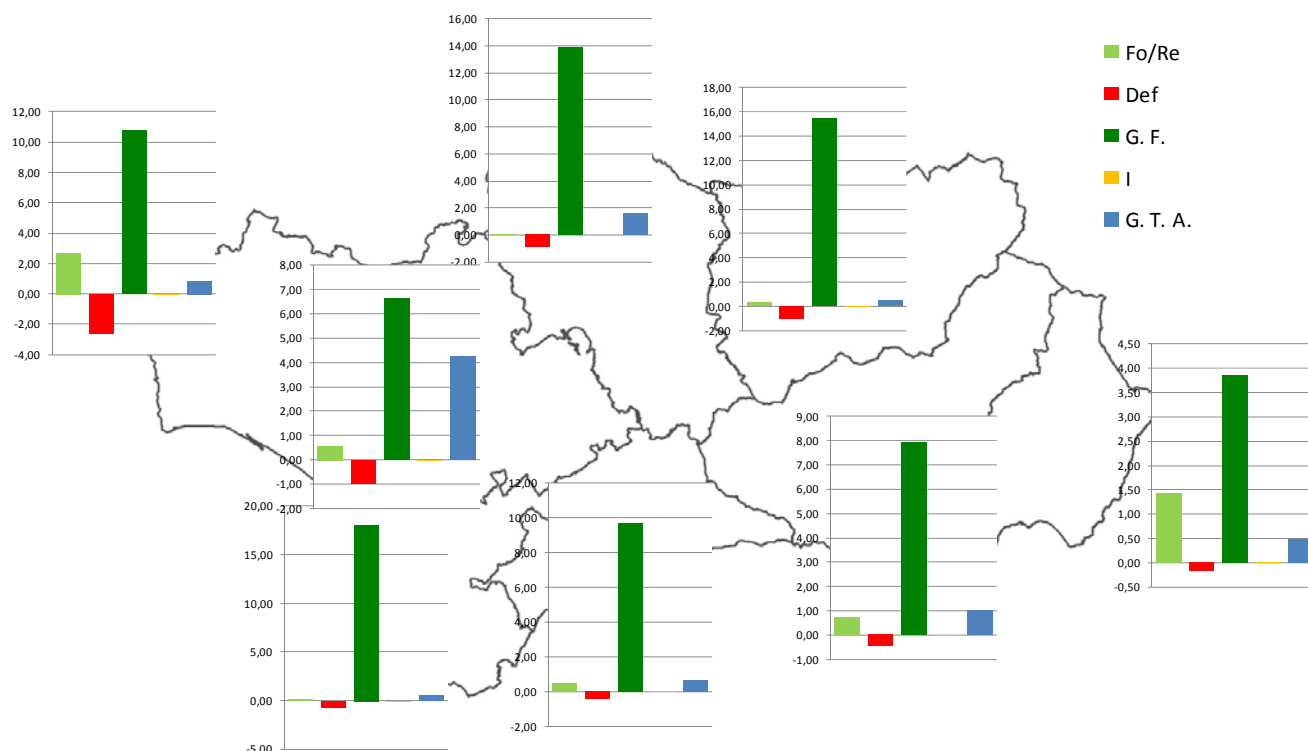
## b. Flujos de CO<sub>2</sub>-equivalente

En las siguientes tablas y figuras se muestran los flujos de GEI por provincia y para el total de Andalucía debidos a las actividades estudiadas.

Tabla 3. Flujos totales de GEI en Mt CO<sub>2</sub> equivalente por provincia y para cada una de las actividades contempladas en los artículos 3.3. y 3.4. del Protocolo de Kioto. Año 2011.

Provincia	Fo/ Reforos CO <sub>2</sub> -e (Mt).	Deforest CO <sub>2</sub> -e (Mt).	Gestión forestal CO <sub>2</sub> -e (Mt)	Incendios CO <sub>2</sub> -e (Mt)	Gestión t. agrícolas CO <sub>2</sub> -e (Mt)	Total CO <sub>2</sub> -e (Mt)
Almería	0,144	-0,016	0,387	-0,00056	0,048	0,562
Cádiz	0,015	-0,070	1,801	-0,00008	0,049	1,796
Córdoba	0,010	-0,091	1,389	0,00000	0,165	1,473
Granada	0,075	-0,046	0,795	-0,00001	0,102	0,927
Huelva	0,268	-0,264	1,077	-0,00005	0,086	1,166
Jaén	0,036	-0,099	1,544	-0,00003	0,046	1,527
Málaga	0,048	-0,042	0,971	-0,00066	0,068	1,044
Sevilla	0,057	-0,099	0,665	-0,00005	0,425	1,048
<b>Andalucía</b>	<b>0,652</b>	<b>-0,725</b>	<b>8,628</b>	<b>-0,001</b>	<b>0,990</b>	<b>9,543</b>

Figura 4. Resumen de flujos de GEI por provincia para las actividades del artículo 3.3. y 3.4. del Protocolo de Kioto (en MtCO<sub>2</sub> equivalente). Año 2011.

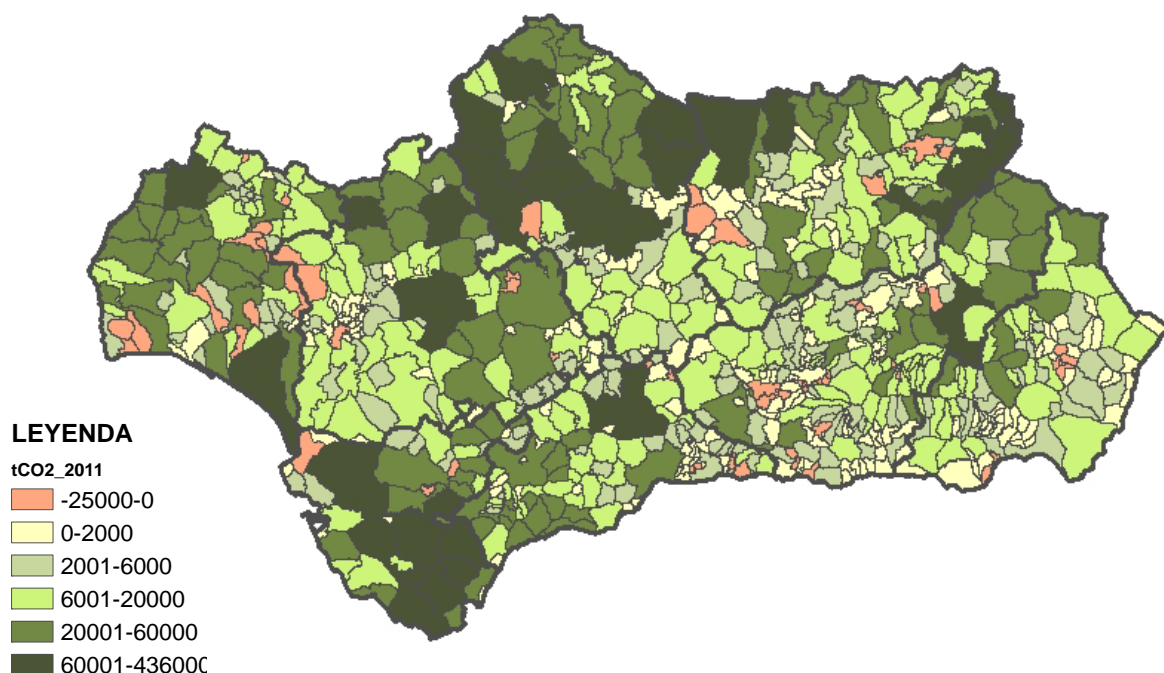


Fo/re: forestaciones/reforestaciones; Def: deforestaciones; G.F: Gestión forestal; I: incendios; G.T.A.: Gestión de Tierras agrícolas



Por último se muestra un plano de los flujos totales de GEI a escala municipal.

Figura 6. Mapa de flujos de GEI totales a escala municipal ( tco2 equivalente). Año 2011.



## 5. Discusión

Considerando la estructura de niveles metodológicos contemplada en las Directrices de IPCC1 (Recuadro 3.1.1 de GBP IPCC 2003) se clasifican en la siguiente tabla los métodos utilizados, las variables de actividad y los factores de emisión de las distintas actividades estudiadas y para los almacenes de carbono estudiados.

Tabla 7. Niveles metodológicos en el cálculo de Flujos de GEI

Actividad	Almacén de carbono	Método	Factores emisión	Variable de actividad
Forestación/ reforestación	BV	1	1	2-3
	SOC	1-2	1-2	2-3
Gestión forestal	BV	3	3	3
Incendios	General	1	1	2-3
Deforestación	General	2	2	2
Gestión de tierras agrícolas	BV	3	2	3
	SOC	2	2	2-3

BV: biomasa viva; SOC: carbono orgánico en suelos.

Los niveles van de 1 a 3, siendo 1 el de menor precisión y 3 el de mayor precisión.

## 6. Conclusiones

### a. Superficies (año 2011)

- Las forestaciones realizadas entre el periodo 1990 y 2011 suponen 220.979 ha, es decir un 2,5% de la superficie total de la comunidad autónoma. Toda esta superficie supone un sumidero en el año 2011 (Se consideran sumideros durante un periodo de 20 años tras la repoblación).
- La superficie deforestada anual en Andalucía es aproximadamente de 23.223 ha en el año 2011, es decir un 0,3 % de la superficie total de la comunidad autónoma.
- La superficie de bosques en el año 2011 (cuya fracción de cabida cubierta es superior al 20%) se estima en 2.115.468 ha, aproximadamente un 25% de la superficie de la comunidad.
- Las superficies de cultivos que anualmente permanecen como tales en el año 2011 (que se corresponden con las que permanecen entre los años 1999 y 2007) alcanzan un valor de 3.850.421 ha. Es decir, un 44% de la superficie de la comunidad está sujeta a gestión agrícola susceptible de generar flujos. De estas, 567.073,01 ha están sujetas a técnicas de conservación de suelos (14 % del total de CL)
- Los incendios forestales durante el periodo 1990 – 2011 afectaron a 68.516 ha de terreno forestal y a unas 4.000 ha de tierras forestadas. En el año 2011, afectan aproximadamente a unas 526 ha, de las que un 70% han ocurrido sobre bosques y un 30% sobre forestaciones. Esta superficie supone menos del 0,01% de la superficie de Andalucía.
- En cuanto a las comparativas entre provincias por actividad cabe mencionar:
  - Mayores superficies:
    - Forestación/reforestación: En la provincia de Huelva se ha reforestado el 49% del total de las forestaciones de la Comunidad.
    - Deforestación: En la provincia de Huelva se da el mayor valor de deforestación anual, con una tasa anual de 9.170 ha (36% de la tasa anual de la comunidad).
    - Gestión forestal: En Cádiz y Jaén las superficies de FL en el año 2011 suponen un 21% y 18% respectivamente del total de los bosques de Andalucía en el año 2011.
    - Incendios forestales: En el año 2011 la mayor superficie quemada en bosques o bosques en transición se encuentra en la provincia de Málaga (52% de la superficie incendiada en el 2011). En otros periodos, como por ejemplo en el de 2008-2012, se quemaron un total de 6179 ha, de las que el 26% fueron en la provincia de Huelva.

- **Gestión tierras agrícolas:** En Sevilla existen 863.288,3 ha de CL que permanecen entre los años 1999 y 2007, lo que supone un 22% del total de la superficie de CL que permanece en Andalucía. Asimismo, del total de tierras sujetas a técnicas de conservación de suelos, Sevilla acumula el 29% del total, siguiéndole Granada con un 24% del total.
- Por otro lado, del análisis de superficies cabe destacar algunos datos relevantes de cara a las conclusiones.
  - Las vocaciones de las provincias se reparten de la siguiente manera :
    - Sevilla es una provincia con clara vocación agrícola (60% de su superficie). Le siguen Jaén, Córdoba, Granada, Málaga y Cádiz con valores entre el 49% y el 44% de sus superficies. Almería tiene solamente un 30% de su superficie como CL que permanece y Huelva es la que menor superficie relativa tiene de CL que permanece ( 14%)
    - Las provincias con mayor superficie relativa de bosques son Córdoba y Huelva (alrededor de un 49%), seguidas de Jaén ( 40%). El resto oscila entre el 27% de Sevilla y el 13% de Almería

## b. Flujos de gei (año 2011)

### *Valores absolutos*

- El valor de millones de toneladas de Co2 almacenadas en el sector UTCUTS en el año 2011 asciende a la cantidad de 9,5 Mtco2, de los que cabe destacar que **la gestión forestal** es la actividad con mayor valor de sumidero, representando **un 78,46%** (en valor absoluto) del total de los flujos de GEI en Andalucía generados por las superficies del sector UTCUTS en las actividades enmarcadas en el protocolo de Kioto.
- Las emisiones por **deforestación** se compensan prácticamente con las absorciones debidas a la **fo/reforestación**, aún así las emisiones debidas a la deforestación superan en 73000 t c02 equivalente a las absorciones debidas a las forestaciones en el año 2011. El peso de ambas actividades oscila en torno al 6% del total.
- Las emisiones debidas a **incendios** forestales son prácticamente insignificantes en el año 2011, representando menos del 0,01% de los flujos totales.
- La **gestión de tierras agrícolas** supone un 9% del total de los flujos.
- Todas las provincias representan entre un 6 % (Almería) y un 19 % (Cádiz) de los flujos totales.
  - En cuanto a las comparativas entre provincias por actividad cabe mencionar Mayores flujos:
    - Forestación/reforestación: Entre Huelva y Almería, suman más de la mitad de los valores de los flujos de CO2 equivalente de Andalucía

- Deforestación: En Huelva se produce el 36% de las emisiones provenientes de las deforestaciones. Las mayores pérdidas por hectárea deforestada se dan en Cádiz.
- Gestión forestal: En las provincias de Jaén, Cádiz y Córdoba se concentran el 54% del total de las absorciones debidas a la gestión forestal. Las provincias de Granada, Huelva y Málaga, aportan cada una de ellas valores aproximados al 10% de la gestión forestal.
- Incendios forestales: Dado que el valor que se presenta son las emisiones anuales en el año 2011 no se considera relevante los pesos relativos de cada una de las provincias.
- Gestión tierras agrícolas: Sevilla representa algo menos de la mitad de los flujos totales de Andalucía, le siguen Córdoba (16%) y Granada (10,3%). De estos flujos la mayor parte procede de las transiciones entre cultivos (70%). Las técnicas de conservación de suelos aportan un 30% del total de las absorciones de las tierras agrícolas. **Valores relativos a la superficie provincial**
- Considerando los valores de flujos relativos a los totales de la provincia y para el año 2011, se pueden sacar las siguientes conclusiones<sup>2</sup>
  - Los flujos de absorciones provocados por las forestaciones, tienen un mayor peso relativo en las provincias de Almería (24%) y Huelva (15%).
  - Las deforestaciones tienen un mayor peso relativo en los flujos de absorciones y emisiones de la provincia de Huelva (15,57%).
  - La gestión forestal tiene pesos muy elevados en todas las provincias, siendo la mayor en la provincia de Cádiz (93%) seguidas de Jaén, Málaga y Córdoba en torno al 85%.
  - En la gestión de tierras agrícolas, cabe destacar la provincia de Sevilla donde el flujo debido a esta actividad supone un 34% del total de la provincia.

### **Valores municipales de flujos GEI. Año 2011**

Existen municipios que se comportan como fuentes, pues arrojan valores negativos de flujos de GEI de las actividades contempladas en los artículos 3.3 y 3.4 del Protocolo de Kioto y otros como sumidero, pues aportan valores positivos de dichos flujos.

El municipio con un mayor valor como fuente tiene un valor de -25150 tCO<sub>2</sub> equivalente emitidas en el año 2011 debido a las actividades enmarcadas en el Protocolo de Kioto. Los flujos totales por provincia provenientes de los municipios que se comportan como “fuentes” pueden verse en la siguiente tabla:

---

<sup>2</sup> Proviene de la tabla 16

Tabla 7. Flujos provinciales procedentes de municipios que se comportan como fuentes (TCO<sub>2</sub> equivalentes)

Provincia	Flujos GEI( tCO <sub>2</sub> -e)	Distribución porcentual
Almería	-5893,78	4,1%
Cádiz	-4498,08	3,2%
Córdoba	-16484,53	11,6%
Granada	-20988,18	14,7%
Huelva	-59057,47	41,4%
Jaén	-14292,68	10,0%
Málaga	-807,93	0,6%
Sevilla	-20496,61	14,4%

Por otro lado, cabe decir que existen municipios con alto valor como sumideros. A continuación se muestra una tabla con algunos de estos cuyos flujos de GEI son superiores a las 100.000 tCO<sub>2</sub> equivalente en el año 2011.

## 7. Agradecimientos

A Susana Álvarez de la Agencia de Medio Ambiente y Agua y al resto del personal técnico por decidir apostar por este trabajo, en el que sea dado un paso más en el cálculo de los flujos de los gases de efecto invernadero asociados al sector agrícola y forestal.

A todo el personal técnico de Agresta que ha colaborado en el presente proyecto.

## 8. Bibliografía

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIOS CLIMÁTICOS (IPCC), ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) Y AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE). 1996. Módulo 5: Cambio del uso de la tierra y silvicultura. En: Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Pp:5.1-5.20. IPCC WGI Technical Support Unit. London

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE CAMBIOS CLIMÁTICOS (IPCC), ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO (OCDE) Y AGENCIA INTERNACIONAL DE LA ENERGÍA (AIE). 2005. Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura. Organización Meteorológica Mundial. Pp:1-633. Génova, Suiza

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. 2010. Capítulo7: uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura En: Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España. Años 1990-2009. 2010 Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Pp:1-92.Madrid, España.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. 2010. Capítulo 11: Información suplementaria sobre actividades de LULUCF requerida por el protocolo de

KIOTO (LULUCF-PK). En: Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España. Años 1990-2009. 2010 Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. Pp:1-40. Madrid, España

FAO; 2002. Reunión de Expertos sobre Armonización de Definiciones relacionadas con el bosque para su uso por los diversos interesados. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Pp:1-20. Roma. Italia.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA y ALIMENTACIÓN. 1990. Segundo Inventario Forestal Nacional. Explicaciones y Métodos. Publicaciones del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Madrid, España.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE (1997). Tercer Inventario Forestal Nacional. Explicaciones y Métodos. Publicaciones del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Madrid