

INCENDIOS Y QUEMAS CONTROLADAS

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	11.03.01
CRF	4(V)
NFR	11B

Descripción de los procesos generadores de emisiones

Los incendios y las quemas controladas son perturbaciones, naturales y causadas por el hombre, respectivamente, que provocan la combustión parcial o total de la biomasa del lugar en el que se producen. La estimación de las emisiones producidas por el fuego incluye al CO₂ y otros gases de efecto invernadero o precursores de éstos que se originan de la combustión incompleta del combustible, como CH₄ y N₂O.

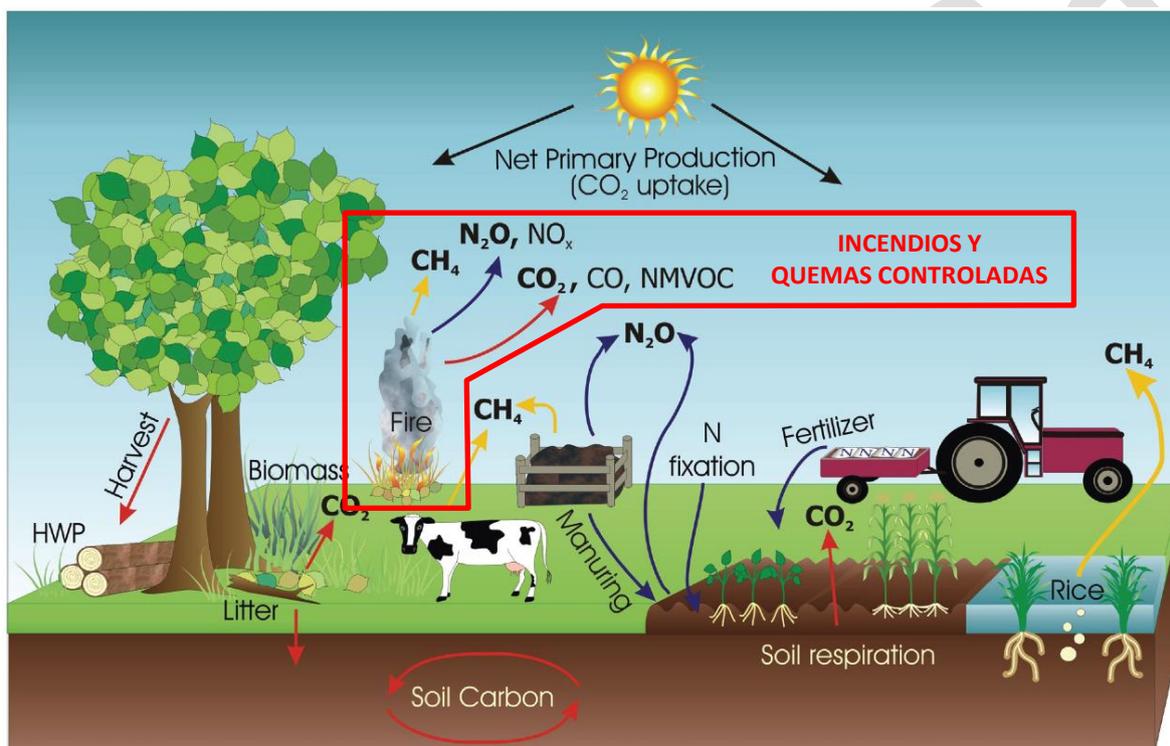


Figura 1. Principales fuentes de emisión/absorciones de gases de efecto invernadero y procesos en ecosistemas gestionados. (Fuente: Figura 1.1, capítulo 1, volumen 4, Guía IPCC 2006)

Gases de efecto invernadero:

Desde el punto de vista del cumplimiento de los compromisos adquiridos por España para los gases de efecto invernadero (GEI) y de las guías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC, en inglés), se estiman las emisiones de los incendios que se desarrollan sobre las Tierras forestales, Tierras de cultivo y Pastizales (4A, 4B y 4C, en la nomenclatura CRF), tanto en el uso que permanece como en transición. También se estiman las emisiones provocadas por las quemas controladas¹ que se realizan en las superficies que permanecen en los usos Tierras forestales y Pastizales (4A1 y 4C1, en la nomenclatura CRF)².

Contaminantes atmosféricos:

Desde el punto de vista del cumplimiento de los compromisos del Convenio de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (*United Nations Economic Commission for Europe*, UNECE, en inglés) sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (*Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*, CLRTAP, en inglés) y de las guías EMEP (*European Monitoring and Evaluation Programme*), los incendios forestales forman parte de la actividad denominada “Emisiones naturales”

¹ En España no se utilizan las quemas controladas para realizar ningún cambio de uso de la tierra, como pudiera ser una deforestación.

² Las quemas controladas de los restos de cultivo, cosecha y poda (en las Tierras de cultivo, 4B) se informan en las tablas de reporte CRF 3F y 5C2.

(*Natural emissions*, en inglés), actividad *pro memoria* de la plantilla de EMEP y, por tanto, facilitada como referencia pero no incluida en las emisiones nacionales totales. La estimación se realiza únicamente para terrenos afectados por incendios forestales provocados por el hombre (bajo la categoría NRF 11B “*Forest fires*”) y los contaminantes atmosféricos NO_x, NMVOC, SO₂, NH₃, PM_{2.5}, PM₁₀, TSP, BC y CO.

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
✓	✓	✓	NA	NA	NA

OBSERVACIONES: También se han inventariado los siguientes gases: CO y NO_x.

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios			Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes					
NO _x	NMVOC	SO ₂	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB	
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA

OBSERVACIONES:

Notation keys correspondientes al último reporte a CLRTAP.

Los incendios forman parte de la actividad denominada “Emisiones naturales” (*Natural emissions*, en inglés), actividad *pro memoria* de la plantilla de EMEP y, por tanto, facilitada como referencia pero no incluida en las emisiones nacionales totales.

Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
-	4	-	Ficha introductoria al sector Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y selvicultura
-	4	-	Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF
-	4A1 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras forestales que permanecen como tales
-	4A2 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras forestales en transición
-	4B1 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras de cultivo que permanecen como tales
-	4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras en transición
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 DW	-	Cambio en las existencias de C de la madera muerta en las tierras en transición
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 LT	-	Cambio en las existencias de C del detritus en las tierras en transición
-	4A2/4B2/4C2 /4D2/4E2/4F2 SOC	-	Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición

Esta ficha está relacionada con los usos de la tierra siguientes: Tierras forestales (FL), Tierras de cultivo (CL) y Pastizales (GL).

Descripción metodológica general

Gases de efecto invernadero

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CO ₂	T1/2	IPCC 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Apartado 4.	La metodología está basada en la ecuación 2.27, aplicando factores de emisión (G_{ef}) por defecto del cuadro 2.5, de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4):
CH ₄			$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$
N ₂ O			La cantidad de combustible realmente quemado ($A \times M_B \times C_f$) se calcula mediante:
CO			<ul style="list-style-type: none"> Metodología nacional (Rodríguez Murillo⁽¹⁾) que, combinada con los valores por defecto de la fracción de carbono en materia seca (CF) definidos en la Guía IPCC 2006, sustituye el producto de $A \times M_B \times C_f$, en el caso de incendios de vegetación leñosa arbolada (Tierras forestales); Enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006, sustituyendo el producto de $M_B \times C_f$ (combustible realmente quemado por hectárea) por un valor por defecto del cuadro 2.4 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4), que se multiplica por la superficie quemada (A), en el caso de incendios en vegetación leñosa no arbolada y herbácea (Pastizales) y cultivos asegurados (Tierras de cultivo); y Metodología nacional, sustituyendo el producto de $M_B \times C_f$ por el producto de la carga de combustible nacional del modelo de combustible y el grado de combustión de la biomasa quemada registrados, que se multiplica por la superficie quemada (A), en el caso de las quemas controladas (Tierras forestales y Pastizales que permanecen como tales).
NO _x			

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ Rodríguez Murillo (1994). *The carbon budget of the Spanish Forests*. Biogeochemistry 25: págs. 197-217.

Contaminantes atmosféricos

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
NO _x	T2	EMEP/EEA 2019. Parte B. Capítulo 11.B.	La metodología está basada en la ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4), aplicando factores de emisión (G_{ef}) por defecto de los cuadros 3-5, 3-6, 3-7 y 3-8 de la Guía EMEP/EEA 2019 (capítulo 11.B):
NM _{VOC}			<ul style="list-style-type: none"> A la superficie quemada (A), en el caso de los contaminantes atmosféricos NO_x, NM_{VOC}, SO₂, NH₃, y CO, dado que la unidad de los factores de emisión es kg/ha superficie quemada; y A la cantidad de combustible realmente quemado ($A \times M_B \times C_f$), calculada siguiendo la metodología descrita en la tabla anterior, en el caso de los contaminantes atmosféricos PM_{2.5}, PM₁₀, TSP y BC, dado que la unidad de los factores de emisión es g/kg biomasa quemada.
SO ₂			Las emisiones notificadas en la categoría NRF 11B se corresponden con incendios causados por el hombre, sin incluir aquellos incendios ocurridos en las islas Canarias, dado que son territorios que no se encuentran en la malla EMEP.
NH ₃			
CO			
PM _{2.5}			
PM ₁₀			
TSP			
BC			

Variable de actividad

Gases de efecto invernadero

Superficie quemada y carga de combustible:

Variable	Descripción	
Incendios	Superficie afectada (cifras en hectáreas)	Superficie afectada por el incendio en el año "n".
	Tipo de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> Vegetación leñosa arbolada, diferenciando entre coníferas y frondosas (Tierras forestales). Vegetación leñosa no arbolada (matorral) y herbácea (Pastizales).
	Línea de seguro ⁽²⁾	Cultivos asegurados, leñosos y no leñosos (Tierras de cultivo).
Quemas controladas ⁽¹⁾	Superficie afectada (cifras en hectáreas)	Superficie afectada por la quema controlada en el año "n".
	Modelo de combustible	Caracteriza la vegetación afectada y le asigna una carga de combustible ⁽³⁾ (Tierras forestales y Pastizales que permanecen como tales).
	Grado de combustión (cifras en porcentaje)	Empleado en el cálculo del combustible realmente quemado.

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ Información recogida en los partes de actuación de los Equipos de Prevención de Riesgos de Incendios Forestales (EPRIF), que recogen: el tipo de vegetación afectada por las quemas controladas y los modelos de combustible asociados a ella.

⁽²⁾ Las líneas de seguro pueden consultarse en: https://www.mapa.gob.es/es/enesa/lineas_de_seguros/seguros_agricolas/default.aspx.

⁽³⁾ La carga de combustible asociada a los modelos de combustible utilizada es la elaborada en el Centro de Investigación Forestal de Lourizán.

En la estimación de emisiones de GEI de los incendios y quemas controladas, la variable de actividad es la superficie afectada, en hectáreas. Sin embargo, el cálculo se diferencia por el método de estimación de la cantidad de combustible realmente quemado (producto de $A \times M_B \times C_f$), tal y como se indica en el apartado "Descripción metodológica general" de esta misma ficha metodológica.

Cantidad de combustible realmente quemado:

A. Incendios en vegetación leñosa arbolada (FL)

El procedimiento empleado para la estimación del combustible quemado en incendios de vegetación leñosa arbolada sigue la metodología de Rodríguez Murillo (1994)³ y comienza con la estimación del carbono (C) existente en la superficie quemada antes del incendio.

En las superficies arboladas se distinguen los siguientes componentes de biomasa total (T) susceptibles de ser afectados por fuego:

- Biomasa aérea:
 - Fracción comercial (M), formada por los troncos de tamaño comercial.
 - Resto de biomasa aérea (B), formada por las ramas, hojas y partes no comerciales del tronco.
- Biomasa subterránea (U), formada por las raíces.
- Biomasa de residuos en el suelo (PL), formada por los residuos de la biomasa aérea caídos al suelo.

La biomasa total (T) se expresa como la suma de los componentes anteriores:

$$T = M + B + U + PL$$

La metodología de Rodríguez Murillo (1994) establece las siguientes relaciones entre los componentes de la biomasa total (T), tomando como referencia la variable fracción comercial (M):

$$T = 2,7 \times M;$$

$$B = 0,9636 \times M;$$

$$U = 0,25 \times (M + B); \text{ y, por tanto, } U = 0,4909 \times M;$$

$$PL = 0,1 \times (M + B + U); \text{ y, por tanto, } PL = 0,24545 \times M.$$

La fracción comercial (M) se estima mediante la siguiente ecuación:

$$M = Sc \times ic \times dc + Sf \times if \times df$$

donde,

Sc y *Sf* Superficies arboladas de coníferas y frondosas, respectivamente, que constituye la variable de actividad de la estimación, en hectáreas (ha).

ic e *if* Índices de biomasa coníferas y frondosas, respectivamente, en m³/ha.

dc y *df* Densidad de C en coníferas y frondosas, respectivamente, en t C/m³.

En la tabla siguiente se recogen los valores adoptados para los parámetros citados:

Parámetros del modelo de emisiones de incendios forestales		
Variable	Coníferas	Frondosas
Índices de biomasa (m ³ /ha)	43	73
Densidad de C (t C/m ³)	0,227	0,316

Con este procedimiento se calcula la biomasa total (T) existente antes del incendio, en toneladas de C.

La fracción de biomasa efectivamente quemada es del orden del 20% del C que forma parte de la biomasa aérea (M y B) y del 60% del C de biomasa de residuos (PL).

Para convertir las toneladas de C estimadas de la fracción de biomasa efectivamente quemada en toneladas de materia seca (t m.s.), y poder incorporarlas en la ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4) sustituyendo el producto de $A \times M_B \times C_f$, se utilizan los valores por defecto de la fracción de carbono en materia seca (CF) definidos en la propia Guía IPCC 2006. Para la biomasa aérea y subterránea ($M + B + U$) se adopta el valor por defecto de 0,47 t C/t m.s. (cuadro 4.3, capítulo 4, volumen 4 de la Guía IPCC 2006), mientras que para la biomasa de residuos en el suelo (PL) se adopta, como criterio conservador, el valor por defecto de madera muerta, 0,5 t C/t m.s. (Anexo 4A.1, capítulo 4, volumen 4 de la Guía IPCC 2006), por ser el valor más alto de los posibles y generar, por tanto, mayor emisión.

B. Incendios en vegetación leñosa no arbolada, herbácea y cultivos

Para los incendios que se producen en la vegetación leñosa no arbolada y herbácea, así como en los cultivos asegurados, no se dispone de información de la cantidad de combustible realmente quemado por hectárea (producto M_B y C_f), por lo que, siguiendo

³ Rodríguez Murillo (1994). *The carbon budget of the Spanish Forests*. Biogeochemistry 25: págs. 197-217.

el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006, se adoptan los valores por defecto del producto $M_B \times C_f$ (cuadro 2.4, capítulo 2, volumen 4), que se muestran en la siguiente tabla, por tipo de vegetación afectada.

Valores de consumo de combustible en incendios (cifras en t m.s./ha)		
Tipo de vegetación	Subcategoría	Media
Todos los demás bosques de zonas templadas	-	50,4
Vegetación arbustiva	Arbustos (general)	26,7
Todos los pastizales de la sabana (quemadas medias/tardías de la estación seca) ⁽¹⁾	-	10,0
OBSERVACIONES: ⁽¹⁾ Sólo combustión de la capa superficial.		

Aplicando un criterio conservador, se utiliza: el valor de la categoría “Todos los demás bosques de zonas templadas” para los cultivos leñosos; el valor de la subcategoría “Arbustos” para la vegetación leñosa no arbolada (matorral); y el valor de la categoría “Todos los pastizales de la sabana (quemadas medias/tardías de la estación seca)” para la vegetación herbácea y los cultivos herbáceos; por ser los valores más altos y que, por tanto, generan una emisión mayor.

La biomasa realmente quemada en el incendio se obtiene de la multiplicación de los valores por defecto de la tabla anterior por las superficies quemadas de cada tipo de vegetación.

C. Quemadas controladas

En el caso de las quemadas controladas, el combustible realmente quemado se calcula multiplicando la carga de combustible nacional del modelo de combustible, el grado de combustión de la biomasa quemada registrados y la superficie quemada por modelo de combustible registrada por los EPRIF.

A continuación, se presenta una tabla en la que se incluyen los modelos de combustible y su carga de combustible, en t m.s./ha.

ID Modelo de combustible	Grupo	Descripción	Carga de combustible (t m.s./ha)
1	PASTOS	Pastizal bajo	1,6
2	PASTOS	Arbolado abierto con pastizal y matorral disperso	8,9
3	PASTOS	Pastizal alto	6,7
4	MATORRAL	Matorral alto y continuo (2 m)	35,9
5	MATORRAL	Matorral verde (0,60 m)	7,8
6	MATORRAL	Matorral más inflamable	13,5
7	MATORRAL	Arbolado con sotobosque	10,9
8	HOJARASCA	Hojasca compacta bosque cerrado	11,2
9	HOJARASCA	Hojasca no compacta	7,7
10	HOJARASCA	Arbolado (combustible muerto y regeneración)	26,9
11	RESTOS	Restos ligeros	25,8
12	RESTOS	Restos medios	77,4
13	RESTOS	Restos pesados	130,1

Los modelos de combustible 1 y 3 se asignan a Pastizales herbáceos que permanecen como tales; y los modelos de combustible 2, y del 4 al 13 a Tierras forestales que permanecen como tales.

Para los casos en los que una misma superficie tenga asociados dos o más modelos de combustible, y dado que los partes de actuación de los EPRIF no especifican a qué porcentaje de superficie se refiere cada modelo, se aplican los siguientes criterios para asignar un único modelo a la totalidad de la superficie quemada:

- En las superficies con modelo de combustible de matorral y de pastizal, prevalece el modelo de matorral.
- En las superficies con modelo de combustible de matorral y de arbolado, prevalece el modelo de matorral.
- En las superficies con modelo de combustible de restos y otro, prevalece el modelo de restos.

El grado de combustión de la biomasa quemada es un dato conocido de cada quema controlada realizada sobre cada modelo de combustible. Con este dato se calcula el combustible realmente quemado, en t m.s., que sustituye del producto de $A \times M_B \times C_f$.

Contaminantes atmosféricos

Contaminante	Variable	Descripción
NO _x , NMVOC, SO ₂ , NH ₃ , CO	Superficie afectada por incendios causados por el hombre (cifras en hectáreas)	Resultado de multiplicar las superficies afectadas por incendios (sin los correspondientes a las Islas Canarias) por el porcentaje de incendios causados por el hombre.
PM _{2.5} , PM ₁₀ , TSP, BC	Biomasa quemada (cifras en toneladas)	Calculada siguiendo la metodología descrita en el apartado Variable de actividad de esta ficha metodológica para los GEI.

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Gases de efecto invernadero

Superficie afectada por incendios, tipo de vegetación y líneas de seguro	
Periodo	Fuente
1990-2021 ⁽¹⁾	Partes de incendios forestales de la Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación, de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).
1990-2022	Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA) ⁽²⁾⁽³⁾ , dependiente del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA).

OBSERVACIONES:
⁽¹⁾ A falta de información oficial de incendios para el año 2022, se ha adoptado como variable de actividad para este año el promedio de los datos de incendios provinciales de los últimos 10 años disponibles (2012-2021).
⁽²⁾ Del análisis de la información facilitada por ENESA se desprende que, para el periodo 1990-2022, la mayor parte de las superficies aseguradas afectadas por incendios se corresponden con cultivos herbáceos (alrededor de un 99 % de media).
⁽³⁾ Las líneas de seguro pueden consultarse en: https://www.mapa.gob.es/es/enesa/lineas_de_seguros/seguros_agricolas/default.aspx.

Superficie afectada por quemas controladas, modelos de combustible y grado de combustión	
Periodo	Fuente
1990-2002	Variable de actividad no disponible ⁽¹⁾ .
2003-2022	Partes de actuación de los Equipos de Prevención Integral de Incendios Forestales (EPRIF).

OBSERVACIONES:
⁽¹⁾ Aunque los EPRIF se crearon en el año 1998, las estadísticas de quemas controladas comienzan con la propia actividad, en el año 2003, siendo testimoniales las quemas controladas realizadas con anterioridad a este año.

Contaminantes atmosféricos

Superficie afectada por incendios y porcentaje de incendios causados por el hombre	
Periodo	Fuente
1990-2022 ⁽¹⁾	Partes de incendios forestales de la Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación, de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

OBSERVACIONES:
⁽¹⁾ A falta de información oficial de incendios para el año 2022, se ha adoptado como variable de actividad para este año el promedio de los datos de incendios provinciales de los últimos 10 años disponibles (2012-2021).

Cantidad de biomasa quemada	
Periodo	Fuente
1990-2022	Metodología descrita para las emisiones de GEI de incendios en el apartado Variable de actividad de esta ficha metodológica.

Fuente de los factores de emisión

Gases de efecto invernadero

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
CO ₂	1990-2022	D	IPCC 2006. Volumen 4. Capítulo 2. Apartado 4.	Factores de emisión (G_{ef}) por defecto del cuadro 2.5 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4).
CH ₄				
N ₂ O				
CO				
NO _x				

OBSERVACIONES: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); OTH: otros (del inglés "Other"); M: modelo (del inglés "Model").

Contaminantes atmosféricos

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
NOx	1990-2022	D	EMEP/EEA 2019. Parte B. Capítulo 11.B.	Factores de emisión de las tablas 3-5, 3-6 3-7 y 3-9 de la Guía EMEP/EEA 2019 (capítulo 11.B).
NMVOOC				
SO ₂				
NH ₃				
CO				
PM _{2.5}				
PM ₁₀				
TSP				
BC				

OBSERVACIONES: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); OTH: otros (del inglés "Other"); M: modelo (del inglés "Model").

Incertidumbres

Gases de efecto invernadero

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de CRF (4(V)) y se recoge en la siguiente tabla:

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
Incendios			
CO ₂	10	6 u8	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la superficie quemada (10 %) ⁽¹⁾ .
CH ₄	10	40	<u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada a los factores de emisión (6 % o 8 % para el CO ₂ , 40 % para CH ₄ y 50 % para N ₂ O), basándose en la información de la Guía IPCC 2006 (cuadro 2.5, capítulo 2, volumen 4).
N ₂ O	10	50	
Quemas controladas			
CH ₄	40	40	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la superficie quemada (40 %) ⁽¹⁾ .
N ₂ O	40	50	<u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada al factor de emisión (40 % y 50 %) basándose en la información de la Guía IPCC 2006 (cuadro 2.5, capítulo 2, volumen 4).
OBSERVACIONES:			
⁽¹⁾ El valor tomado de 10 % recoge un incremento sobre la incertidumbre básica de las superficies (8 %), para tener en cuenta la imprecisión de los componentes de la estimación de las superficies quemadas.			
⁽²⁾ En el caso de las quemas controladas en pastizales, se ha asumido una incertidumbre mayor, en este caso del 40 % (misma incertidumbre que la categoría CRF 3F "Quema en campo de residuos agrícolas") para tener en consideración el hecho de que la información tiene una cobertura geográfica parcial y que hay que incorporar la incertidumbre propia del factor de escalado para representar la variable con cobertura total.			

Contaminantes atmosféricos

No procede, al ser una actividad *pro memoria* de la plantilla de EMEP.

Coherencia temporal de la serie

La serie temporal se considera temporalmente homogénea dado que los datos provienen de las mismas fuentes para todo el periodo inventariado y se han empleado las mismas metodologías para toda la serie temporal, para los usos estimados.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

Los datos de superficie quemada de los incendios y las quemas controladas indicadas son provinciales.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Junio 2024.

Ficha Técnica

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Gases de efecto invernadero

Superficie afectada por incendios (cifras en hectáreas)									
Uso	Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
FL		73.198	42.380	46.138	69.397	10.185	32.830	6.916	27.584
	FL → FL	58.777	34.289	37.350	55.677	8.457	29.001	6.127	24.927
	L → FL	14.421	8.091	8.788	13.719	1.728	3.829	789	2.657
CL		9.898	9.506	12.512	7.099	4.956	9.039	6.317	14.853
	CL → CL	9.746	9.373	12.267	6.945	4.864	8.892	6.231	14.689
	L → CL	152	133	246	154	92	147	85	163
GL		130.443	101.088	142.448	119.301	44.585	76.902	38.299	61.465
	GL → GL	125.172	96.889	135.322	112.596	42.716	74.307	36.205	58.196
	L → GL	5.271	4.198	7.125	6.704	1.869	2.595	2.094	3.269

Superficie afectada por quemas controladas (cifras en hectáreas)									
Uso	Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
FL		NO	NO	NO	749	1.249	1.801	718	1.693
	FL → FL	NO	NO	NO	749	1.249	1.801	718	1.693
	L → FL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
GL		NO	NO	NO	21	6	77	9	2
	GL → GL	NO	NO	NO	21	6	77	9	2
	L → GL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

OBSERVACIONES: NO: No ocurre la actividad.

Contaminantes atmosféricos

Superficie afectada por incendios producidos por el hombre (cifras en hectáreas)									
Vegetación	Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Coníferas		25.344	18.293	23.303	38.405	5.456	13.822	2.243	12.840
Fronosas		10.564	10.823	11.067	19.855	3.455	9.969	3.762	8.938
Matorrales		47.716	74.717	109.338	87.486	37.293	54.348	28.190	44.180
Herbáceas/estepas		11.187	5.160	15.933	11.008	4.924	9.898	6.755	10.684
TOTAL		94.811	108.993	159.641	156.754	51.128	88.037	40.950	76.642

Cantidad de biomasa quemada por incendios producidos por el hombre (cifras en toneladas)									
Vegetación	Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
Coníferas		279.584	201.802	257.073	423.670	60.191	152.474	24.747	141.651
Fronosas		275.413	282.174	288.515	517.642	90.082	259.897	98.084	233.018
Matorrales		1.274.018	1.994.934	2.919.311	2.335.872	995.711	1.451.093	752.674	1.179.608
Herbáceas/estepas		111.866	51.597	159.326	110.081	49.236	98.980	67.551	106.844
TOTAL		1.940.881	2.530.507	3.624.225	3.387.265	1.195.220	1.962.444	943.056	1.661.121

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Gases de efecto invernadero

Los factores de emisión (G_{ef}) empleados para incendios y quemas controladas proceden del cuadro 2.5 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 2, volumen 4) y se recogen en la siguiente tabla.

Factores de emisión de incendios y quemas controladas (cifras en g/kg m.s. quemada)			
Contaminante	Unidad	Bosque tropical extra ⁽¹⁾	Sabana y pastizales
CO ₂	g/kg m.s. quemada	1.569	1.613
CO		107	65
CH ₄		4,7	2,3
N ₂ O		0,26	0,21
NO _x		3,0	3,9

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ La categoría "Bosque tropical extra" incluye todos los demás tipos de bosque (cuadro 2.5, capítulo 2, volumen 4 de la Guía IPCC 2006).

Para los incendios de vegetación leñosa arbolada y los cultivos leñosos se utilizan los valores de "Bosque tropical extra" y para el resto de vegetación quemada (incendios de vegetación leñosa no arbolada (matorral), vegetación herbácea y cultivos herbáceos) los valores de "Sabana y pastizales". Para las quemas controladas también se hace uso de los valores de "Sabana y pastizales".

Contaminantes atmosféricos

Los factores de emisión de la estimación de contaminantes atmosféricos son los valores por defecto de las tablas 3-5 (bosque templado), 3-6 (bosque mediterráneo), 3-7 (vegetación arbustiva) y 3-8 (vegetación herbácea/estepa) de la Guía EMEP/EEA 2019.

Factores de emisión de incendios (cifras en kg/ha superficie quemada, g/kg biomasa quemada y %)					
Contaminante	Unidad	Bosque templado	Bosque mediterráneo	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea/estepa
NO _x	kg/ha superficie quemada	190		86	13
NMVO		500		230	34
SO ₂		38		17	3
NH ₃		43		19	3
CO		5400		2500	373
PM _{2.5}	g/kg biomasa quemada			9	
PM ₁₀				11	
TSP				17	
BC		% de PM _{2.5}			9

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Gases de efecto invernadero

Las emisiones de los GEI causadas por los incendios y quemas controladas se estiman aplicando la ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006.

$$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

donde,

- L_{fire} Cantidad de emisiones de GEI provocada por el fuego, en toneladas de cada gas de efecto invernadero (p.ej., CH₄, N₂O, etc.).
- A Superficie quemada, en hectáreas (ha).
- M_B Masa de combustible disponible para la combustión, en t por hectárea (t/ha). Incluye biomasa, hojarasca molida y madera muerta. Cuando se aplican métodos de nivel 1, entonces se supone que los depósitos de hojarasca y de madera muerta equivalen a cero, a excepción de los casos en los que hay un cambio en el uso de la tierra (véase el apartado 2.3.2.2, capítulo 2, volumen 4 de la Guía IPCC 2006).
- C_f Factor de combustión, sin dimensión.
- G_{ef} Factor de emisión, en g/kg de materia seca quemada.

siendo, en ambos casos la variable de actividad la superficie afectada, en hectáreas. Sin embargo, el cálculo se diferencia por el método de estimación de la cantidad de combustible realmente quemado (producto de $A \times M_B \times C_f$), tal y como se indica en los apartados "Descripción metodológica general" y "Variable de actividad" de esta misma ficha metodológica.

Por ejemplo, las emisiones de CO₂ debidas a la quema controlada de una superficie de 2,75 hectáreas del modelo de combustible 4 (que implica una carga de combustible de 35,9 t m.s./ha) y un grado de combustión del 70 % se calculan de la forma siguiente:

$$Emisiones\ de\ CO_2\ (t) = 2,75\ (ha) \times 35,9\ \left(\frac{t\ m.s.}{ha}\right) \times \frac{70}{100}\ (\% \text{ quemado}) \times 1613\ \left(\frac{g}{kg\ m.s.\ quemada}\right) \times 10^{-3} = 111,47\ t\ CO_2$$

Contaminantes atmosféricos

La metodología de estimación de las emisiones de los contaminantes atmosféricos causadas por los incendios está basada también en la ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006, aplicando factores de emisión (G_{ef}) por defecto de los cuadros 3-5, 3-6, 3-7 y 3-8 de la Guía EMEP/EEA 2019 (capítulo 11.B):

- A la superficie quemada (A), en el caso de los contaminantes atmosféricos NO_x, NMVOC, SO₂, NH₃, y CO; y
- A la cantidad de combustible realmente quemado ($A \times M_B \times C_f$), calculada siguiendo la metodología en los apartados Descripción metodológica general y Variable de actividad de esta misma ficha metodológica, en el caso de los contaminantes atmosféricos PM_{2.5}, PM₁₀, TSP y BC.

Por ejemplo, las emisiones de SO₂ debidas al incendio de vegetación arbolada (conífera y frondosa) para el año 1990 se calculan de la forma siguiente:

$$Emisiones\ de\ SO_2\ (t) = 35.908\ (ha) \times 38\ \left(\frac{kg}{ha\ \acute{a}rea\ quemada}\right) \times 10^{-6} = 1.365,504\ t\ SO_2$$

ANEXO IV

Emisiones

Gases de efecto invernadero

Emisiones de GEI causadas por incendios (cifras en kt para CO ₂ y en toneladas para CH ₄ y N ₂ O)									
Categoría	Contaminante	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
FL → FL ⁽¹⁾	CO ₂	IE							
	CH ₄	4.204,3	2.628,1	2.701,7	4.183,3	669,3	2.359,0	590,9	1.980,0
	N ₂ O	232,6	145,4	149,5	231,4	37,0	130,5	32,7	109,5
L → FL	CO ₂	352,4	208,1	218,5	348,1	46,0	105,0	24,9	70,2
	CH ₄	1.055,8	623,3	654,5	1.042,8	137,8	314,5	74,5	210,3
	N ₂ O	58,4	34,5	36,2	57,7	7,6	17,4	4,1	11,6
CL → CL ⁽²⁾	CO ₂	IE,NA							
	CH ₄	225,3	216,1	282,1	161,8	131,2	221,6	183,1	460,2
	N ₂ O	20,5	19,7	25,8	14,7	11,2	19,6	15,2	37,5
L → CL	CO ₂	2,5	2,1	4,0	2,5	1,7	2,5	1,6	3,0
	CH ₄	3,5	3,1	5,7	3,6	2,6	3,8	2,7	4,6
	N ₂ O	0,3	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
GL → GL ⁽³⁾	CO ₂	NA							
	CH ₄	6.786,5	5.712,7	7.664,2	6.444,6	2.428,6	4.124,0	1.940,1	3.149,1
	N ₂ O	619,6	521,6	699,8	588,4	221,7	376,5	177,1	287,5
L → GL	CO ₂	191,1	170,9	273,6	266,1	74,0	96,1	72,7	119,1
	CH ₄	272,5	243,6	390,1	379,5	105,5	137,0	103,7	169,8
	N ₂ O	24,9	22,2	35,6	34,6	9,6	12,5	9,5	15,5

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa en FL → FL ya son computadas en el IFN, por lo que se informa con la clave de notación IE, ya que están incluidas en las emisiones asociadas al cambio de existencias de carbono (CSC, por sus siglas en inglés) de LB en la categoría 4A1.

⁽²⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa leñosa en CL → CL ya son computadas en el cálculo del CSC de LB, asociado a las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso; por lo que se informan con la clave de notación IE. Sin embargo, las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en CL → CL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA.

⁽³⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en GL → GL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA; y por quema de biomasa leñosa no arbolada (matorral) no se declaran, porque tampoco se declaran las ganancias y pérdidas de CSC en este tipo de vegetación.

Emisiones de GEI causadas por quemas controladas (cifras en kt de CO ₂ y en toneladas para CH ₄ y N ₂ O)									
Categoría	Contaminante	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
FL → FL	CO ₂	NO	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE
	CH ₄	NO	NO	NO	26,725	29,480	54,662	20,559	50,157
	N ₂ O	NO	NO	NO	2,440	2,692	4,991	1,877	4,580
GL → GL	CO ₂	NO	NO	NO	NA	NA	NA	NA	NA
	CH ₄	NO	NO	NO	0,144	0,012	0,249	0,127	0,172
	N ₂ O	NO	NO	NO	0,013	0,001	0,023	0,012	0,016

OBSERVACIONES:

⁽¹⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa en FL → FL ya son computadas en el IFN, por lo que se informa con la clave de notación IE, ya que están incluidas en las emisiones de CSC de LB en la categoría 4A1.

⁽²⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en GL → GL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA; y por quema de biomasa leñosa no arbolada (matorral) no se declaran, porque tampoco se declaran las ganancias y pérdidas de CSC en este tipo de vegetación.

NO: No ocurre la actividad.

Contaminantes atmosféricos

Emisiones de contaminantes causadas por incendios (cifras en kt para todos los contaminantes)								
Contaminante	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2022
NOx	11,07	12,02	16,14	18,74	4,96	9,32	3,65	8,08
NMVOC	29,31	31,92	42,87	49,63	13,20	24,73	9,72	21,41
SO₂	2,21	2,39	3,21	3,73	0,99	1,86	0,73	1,61
NH₃	2,48	2,69	3,60	4,20	1,11	2,09	0,81	1,81
CO	317,36	345,94	464,88	537,43	143,19	268,03	105,42	232,04
PM_{2,5}	0,00	0,00	32,62	30,49	10,76	17,66	8,49	14,95
PM₁₀	0,00	0,00	39,87	37,26	13,15	21,59	10,37	18,27
TSP	0,00	0,00	61,61	57,58	20,32	33,36	16,03	28,24
BC	0,00	0,00	2,94	2,74	0,97	1,59	0,76	1,35

OBSERVACIONES:

Las emisiones indicadas en esta tabla se corresponden con incendios causados por el hombre, sin incluir aquellos incendios ocurridos en las islas Canarias, dado que son territorios que no se encuentran en la malla EMEP.