

EMISIONES DIRECTAS POR APLICACIÓN AL SUELO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS MINERALES

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	10.01.01 / 10.01.02 / 10.01.03 / 10.01.04 / 10.01.05 / 10.01.06
CRF	3D11
NFR	3Da1

Descripción de los procesos generadores de emisiones

Aunque el efecto deseado de la fertilización del suelo es la completa asimilación por parte de las plantas cultivadas del producto aplicado, éste puede derivar en destinos diferentes. Las moléculas no absorbidas inmediatamente por las raíces vegetales o los microorganismos del suelo pueden solubilizarse en el agua de lluvia o riego y ser transportadas lejos del punto de aplicación, otras moléculas pueden ser adsorbidas por el complejo arcilloso-húmico o pueden sufrir transformación química o biológica y pueden generarse gases nitrogenados (NO , NO_2 , NH_3 , N_2 y N_2O) que pasan eventualmente a la atmósfera. La producción de una u otra forma química dependerá de la presencia o no de oxígeno y agua en el medio, de la temperatura y de la caracterización microbiana edáfica.



Fuente: Freepik-Shutterstock

EMISIÓN DE N_2O . Se emite N_2O como:

- producto derivado durante el proceso de transformación de NH_4^+ a NO_3^- (nitrificación) de las células bacterianas nitrificantes que se fuga de éstas durante el proceso
- y como producto intermedio de la desnitrificación bacteriana durante el proceso de transformación del NO_3^- a N_2 .

NITRIFICIÓN	Oxidación microbiana aeróbica del NH_4^+ a NO_3^-	N_2O = Producto derivado que se fuga de las células bacterianas
DESNITRIFICACIÓN	Reducción microbiana anaeróbica del nitrato a N_2	N_2O =Producto intermedio

EMISIÓN DE NH_3 . La magnitud del NH_3 emitido tras la aplicación de fertilizantes inorgánicos al suelo depende de múltiples factores:

- Su concentración en la disolución del suelo
- El valor de pH de la disolución del suelo (relacionado con su geología) que condiciona la forma química en la que se encuentra el amoníaco (NH_4^+ en pH ácidos y NH_3 en pH básicos) y en consecuencia su solubilidad y retención al suelo.
- La temperatura, incrementándose las emisiones del gas con la temperatura.
- Los fertilizantes que solo tienen el nitrógeno en forma de nitrato no son fuentes directas de emisiones de NH_3 , pero pueden incrementarlas a través del follaje, aproximadamente 7-10 días tras su aplicación al suelo que es el tiempo empleado en su absorción radicular, metabolismo y almacenamiento en el follaje.

EMISIÓN DE NO_x . Es un producto intermedio de la nitrificación y desnitrificación aunque se puede decir que en suelos con pH superior a 5 y si además se trata de un clima templado, es la nitrificación el proceso mayoritario de formación de NO_x . Los determinantes más frecuentes de la emisión de NO_x son:

- La temperatura, la concentración de carbono en el suelo y la humedad de éste.
- El tipo de fertilizante, siendo la forma amoniacal la que más aumenta las emisiones.
- La labranza del suelo tras la aplicación, ya que ésta puede aumentar hasta 4 veces la emisión de NO_x durante periodos de 1-3 semanas tras la labor.

El FE de NO_x está afectado por una amplia incertidumbre y además es fuertemente dependiente de la cantidad de N aplicado.

En el procedimiento de estimación de emisiones seguido en esta ficha, se considera que la aplicación de fertilizantes se lleva a cabo siguiendo buenas prácticas agrícolas. El entonces Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino publicó en 2011 la Guía “Práctica de la fertilización racional de los cultivos en España”, que será manual de referencia siempre que no se disponga de otra información más específica.

Por otra parte, el Balance del Nitrógeno y Fósforo de la Agricultura Española realiza una distribución del nitrógeno proveniente de la fertilización por cultivo, provincia y gestión hídrica, según las necesidades de nitrógeno de las especies cultivadas.

Por su parte, el órgano ejecutivo para el Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia adoptó un documento orientativo sobre la prevención y reducción de las emisiones de amoníaco de fuentes agropecuarias (ECE/EB.AIR/120) y que puede ser consultado en:

https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_ENG.pdf

El SEI utilizará el rango de reducción sobre las emisiones que aparecen en este documento cuando se identifiquen las condiciones para las que aplica.

En esta ficha se recoge la metodología de cálculo de las emisiones directas de gases nitrogenados generadas durante la aplicación de fertilizantes nitrogenados en agricultura.

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

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

OBSERVACIONES: *Notation keys* correspondientes al último reporte a UNFCCC

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios				Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes				
NO _x	NM VOC	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	
✓	NA	NA	✓	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- Notation keys* correspondientes al último reporte a CLRTAP

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
10.09.04	3D2	-	Emisiones indirectas de suelos gestionados

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Referencia	Descripción
N ₂ O	T1	Guía IPCC 2006 Capítulo 11 - Apartado 11.2.1	Se utiliza la ecuación 11.1 de la guía IPCC 2006 de referencia. La variable de actividad (estimada como se describe en el siguiente epígrafe) se multiplica por el Factor de Emisión que por defecto proporciona la tabla 11.1 de la guía IPCC. Se usa el valor 0,01 kg N-N ₂ O por cada kg de Nitrógeno proveniente de fertilizantes minerales aplicado al suelo correspondiente a “aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas” de dicha tabla.
NH ₃	T2	Guía EMEP/EEA 2016 Cap.3.D Crop production and agricultural soils. Epig. 3.4	La variable de actividad se elabora según se explica en el apartado siguiente “Variable de actividad”. Completamente desagregada, la variable consiste en valores de Kg de Nitrógeno proveniente de la fertilización mineral desagregado por: <ul style="list-style-type: none"> tipo de fertilizante inorgánico, provincia (a la que se le asigna un tipo de pH ácido o básico y una Tª media asignada (fría, templada o cálida), tipo de gestión de agua (secano, regadío y protegido) A cada combinación de kg de N por fertilizante y provincia se asigna el factor de emisión que

proporciona por defecto la Tabla 3.2 de la sección 3.4 del Capítulo 3.D de la Guía EMEP 2016. Los factores de emisión por defecto dependen del tipo de fertilizante, del rango de temperatura y del valor de pH (ácido o básico). Se considera rango FRIO, cuando la temperatura es menor de 15°C, y TEMPLADO cuando la temperatura se encuentra en el intervalo entre 15 y 25°C. Por encima de 25°C el rango se considera caliente.

Sobre el factor de emisión de esta tabla se van a aplicar factores reductores RF, según la fórmula del apartado 3.5.1 del Capítulo 3.D de la Guía EMEP/EEA 2016. Para definirlos, se utiliza la guía publicada por la Task Force Reactive Nitrogen de la UNECE/CRLTAP "Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen". Los criterios seguidos han sido los más conservadores:

- Dado un intervalo de reducción, se ha tomado el valor inferior del mismo
- En caso de duda de aplicación, no se han utilizado

Así de este modo, el FE de guía se ha minorado por el RF compuesto por dos multiplicandos, que son la fracción de implantación y la fracción de reducción.

Las MTDs implementadas hasta la fecha son las siguientes, distribuidas por tipo de fertilizante:

1. Sulfato Amónico:

- MTD_2 (Fertilización Mineral en todos los cultivos en Castilla y León con Sulfato Amónico) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Para todos los cultivos, tipos de cultivos, para amoníaco y sólo para las provincias de Castilla y León, desde 2010 a 2017 Implementación: 0,23333 (para todos los años igual según el valor obtenido de encuestas).

2. Nitrosulfato Amónico:

- MTD_6 (Fertilización Mineral en arroz en Andalucía para los fertilizantes 2, 3, 5, 9, 10 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Andalucía, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual).
- MTD_8 (Fertilización Mineral en arroz en Navarra para los fertilizantes 2, 3, 4 y 5) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo la provincia de Navarra, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual).

3. Nitrato Amónico Cálcico:

- MTD_6 (Fertilización Mineral en arroz en Andalucía para los fertilizantes 2, 3, 5, 9, 10 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Andalucía, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual).
- MTD_8 (Fertilización Mineral en arroz en Navarra para los fertilizantes 2, 3, 4 y 5) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo la provincia de Navarra, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual).
- MTD_9 (Fertilización Mineral en vid en Extremadura con Nitrato Amónico Cálcico) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para vid de vino y de mesa y las provincias de Cáceres y Badajoz, desde 2010 a 2017. Implementación: 1,00000 (para todos los años igual).

4. Nitrato Amónico:

- MTD_7 (Fertilización Mineral en arroz en Aragón para los fertilizantes 4, 9 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Aragón, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual).
- MTD_8 (Fertilización Mineral en arroz en Navarra para los fertilizantes 2, 3, 4 y 5) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo la provincia de Navarra, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual).

5. Urea:

- MTD_3 (Fertilización Mineral en todos los cereales y judía seca en Castilla y León con Urea) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) -, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Castilla y León, desde 2010 a 2017 Implementación: 0,33333 (para todos los años igual).
- MTD_4 (Fertilización Mineral en arroz en Cataluña con Urea) (reducción del 0,8 (0,8-0,8)) Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Cataluña,

			<p>desde 2010 a 2017 Implementación: 1,0000 (para todos los años igual).</p> <ul style="list-style-type: none"> • MTD_5 (Fertilización Mineral en arroz en la Comunidad Valenciana con Urea) (reducción del 0,8 (0,8-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y sólo las provincias de la Comunidad Valenciana, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,0000 (para todos los años igual). • MTD_6 (Fertilización Mineral en arroz en Andalucía para los fertilizantes 2, 3, 5, 9, 10 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y sólo para las provincias de Andalucía, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). • MTD_8 (Fertilización Mineral en arroz en Navarra para los fertilizantes 2, 3, 4 y 5) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo la provincia de Navarra, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). • MTD_9 (Fertilización Mineral en olivar en Extremadura con Urea) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para olivar de aderezo y de almazara y las provincias de Cáceres y Badajoz, desde 2010 a 2017. Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). <p>6. Nitrato de cal: No hay MTDs implantadas.</p> <p>7. Nitrato de Chile: No hay MTDs implantadas.</p> <p>8. Amoniaco agrícola: No hay MTDs implantadas.</p> <p>9. Soluciones nitrogenadas (como la Solución 32):</p> <ul style="list-style-type: none"> • MTD_6 (Fertilización Mineral en arroz en Andalucía para los fertilizantes 2, 3, 5, 9, 10 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Andalucía, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). • MTD_7 (Fertilización Mineral en arroz en Aragón para los fertilizantes 4, 9 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Aragón, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). <p>10. Compuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MTD_6 (Fertilización Mineral en arroz en Andalucía para los fertilizantes 2, 3, 5, 9, 10 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Andalucía, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). <p>11. Otros:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MTD_6 (Fertilización Mineral en arroz en Andalucía para los fertilizantes 2, 3, 5, 9, 10 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Andalucía, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). • MTD_7 (Fertilización Mineral en arroz en Aragón para los fertilizantes 4, 9 y 11) (Incorporación del fertilizante al suelo) (reducción del 0,65 (0,5-0,8)) - Sólo para arroz, independientemente del tipo de cultivo y solo las provincias de Aragón, desde 2010 a 2017 Implementación: 1,00000 (para todos los años igual). <p>12. Para todos los fertilizantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • MTD_1 de Riego Localizado / Fertirrigación. Reducción del 0,55 (0,4-0,7): Independientemente del fertilizante, de la provincia y del cultivo pero solo para los tipos de cultivo de regadío y protegido, desde el año 2005 al 2017. <ul style="list-style-type: none"> - Las implementaciones se obtienen de la relación entre la superficie donde se realiza riego localizado de Encuesta sobre Superficies y Rendimientos (ESYRCE) (el tipo de gestión de agua se divide entre gravedad, aspersion, automotriz y localizado) y la superficie de regadío total (regadío+protegido) de BNPAE. - Implementaciones desde 2005 al 2017: (0,39173608; 0,421431721; 0,447017093; 0,458729426; 0,465207282; 0,477912988; 0,477423179; 0,472049032; 0,482303566; 0,487123178; 0,487123178; 0,487123178; 0,487123178) (Replicado 2014,2015,2016,2017).
NOx	T1	Guía EMEP/EEA 2016 Cap.3.D Crop production and	La variable de actividad, elaborada según se explica en el apartado siguiente "Variable de actividad", se multiplica por el Factor de Emisión que proporciona por defecto la Tabla 3.1 de la sección 3.4 del Capítulo 3.D de la Guía EMEP/EEA 2016. Se usa el valor 0,04 kg NO ₂ por cada kg de Nitrógeno proveniente de cualquier tipo de fertilizante mineral aplicado a cualquier tipo de suelo.

	agricultural soils. Epig. 3.3	Ante la falta de un documento de referencia para la estimación de posibles reducciones, no se modifica el factor de emisión.
--	----------------------------------	--

Variable de actividad

Variable	Descripción
Fertilizantes nitrogenados minerales comercializados en unidades de masa de N (kt)	<p>Fertilizantes nitrogenados comercializados en territorio español y clasificados según su composición. Se expresan en unidades de masa de nitrógeno (t N). Se considera que todo el fertilizante comercializado en un año se aplica el mismo año y que las emisiones a las que dan lugar pasan a la atmósfera ese mismo año.</p> <p>Se utiliza la pauta de distribución del nitrógeno proveniente de los fertilizantes minerales que elabora el BNPAE (Balance de Nitrógeno y Fósforo de la Agricultura Española) así, de este modo, los kg de N aplicados al campo son repartidos por:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Provincia ▪ Especie cultivada ▪ Tipo de cultivo en función de su gestión de riego (secano, regadío, protegido) <p>El BNPAE no distingue entre tipos de fertilizantes según su composición, por lo que en los cálculos realizados en el inventario, las proporciones de los diferentes fertilizantes comercializadas a nivel nacional se aplican a todas las distribuciones provinciales del Nitrógeno inorgánico aportado resultantes del BNPAE, es decir, a todas y cada una de las distribuciones provinciales de N aplicado resultantes del BNPAE (<u>kg N mineral por provincia-cultivo-tipo de gestión de agua</u>) se le aplica la misma proporción de tipo de fertilizante (según su composición) comercializado a nivel nacional y que es la que ANFFE declara al ministerio competente en agricultura (actualmente MAPA).</p> <p>Por último, y de manera similar a lo explicado en la tabla anterior, a cada provincia se le asigna un valor de pH (ácido o básico) y temperatura (fría, templada o cálida) según las tablas de temperaturas medias anuales recogidas por la AEMET (Agencia Española de Meteorología).</p> <p>La variable de actividad final que utiliza el SEI es: Kg de N por tipo de fertilizante, por cultivo, por provincia (pH-Tª) y por tipo de gestión de agua (secano-regadío-protegido)</p> <p>Como comprobación, la suma de todo el Nitrógeno aplicado debe ser igual a la cantidad total de N comercializado declarado por ANFFE.</p>

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Variable	Fuente
Nitrógeno aplicado al suelo procedente de fertilizantes minerales	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ANFFE (Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes de España) proporciona anualmente a la Subdirección General competente del MAPA los kg de fertilizante en unidades de masa de N (kg N) comercializados en territorio nacional. Se considera que el fertilizante comercializado anualmente es aplicado al suelo en el mismo año. ▪ BNPAE (Balance de Nitrógeno y Fósforo de la Agricultura Española) proporciona la pauta de reparto de la cantidad de nitrógeno aplicada mediante fertilización inorgánica por provincia, por cultivo y por sistema de gestión de riego (secano, regadío y protegido). ▪ ESYRCE (Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos de España) define la proporción (en %) de riego por gravedad, aspersión, automotriz o localizado del sistema de gestión de agua (riego) por comunidad autónoma que servirá para conocer anualmente el grado de implementación de MTDs ligadas al tipo de riego. ▪ "Options for ammonia mitigation" guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen ofrece información aplicable para MTDs y sus capacidades de reducción.

Fuente de los factores de emisión

FE	Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
EF ₁	N ₂ O	1990-2017	D	Tabla 11.1 del Capítulo 11 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O debidas a aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos, residuos agrícolas y N mineralizado
EF _{1FR}	N ₂ O	1990-2017	D	Tabla 11.1 del Capítulo 11 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006	Factor de emisión anterior particularizado para los cultivos inundados de arroz
E _{i,j}	NH ₃	1990-2017	D	Tabla 3.2 del Capítulo 3D de la Guía EMEP/EEA 2016	Tabla de factores de emisión por N aplicado como fertilizante inorgánico por tipo de fertilizante, temperatura y pH
EF _{pollutant}	NOx	1990-	D	Tabla 3.1 del Capítulo 3D de la Guía	Factores de emisión para fuentes de la categoría 3D

	2017	EMEP/EEA 2016
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

VA/FE	Incert (%)	Observaciones
F _{SN}	5%	Para el N aplicado como fertilizante sintético se considera una incertidumbre del 5% al disponerse de datos directos de consumo procedentes de una estadística sectorial de cobertura nacional.
EF ₁	200%	Tabla 11.1. Rango de incertidumbre de 0,003-0.03 para un valor por defecto para el EF de 0,01 (N ₂ O)
EF _{1FR}	100%	Tabla 11.1. Rango de incertidumbre de 0,000-0.006 para un valor por defecto para el EF de 0,003 (N ₂ O)
E _{i,j}	50%	Apartado 4.5.1 Guía EMEP/EEA 2016 (NH ₃)
EF _{pollutant}	160%	Tabla 3.1. Rango de incertidumbre de 0,005-0.104 para un valor por defecto para el EF de 0,04 (NO _x)

Coherencia temporal de las series

Por lo que respecta a la pauta temporal, las series se consideran en general coherentes al cubrir el mismo conjunto de fertilizantes nitrogenados con una representación muy amplia en todo el conjunto del territorio nacional y provenir la información directamente de publicaciones anuales, con una dilatada trayectoria, elaboradas por organismos solventes.

Observaciones

No procede

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

La distribución espacial de las emisiones es provincial, ya que se dispone de información sobre la variable de actividad a ese nivel.

Juicio de experto

No procede

Fecha de actualización

Mayo 2019

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

- 1) Variable de actividad para el cálculo de emisiones de NOx.

Tabla I.a - N aplicado al campo en kilotoneladas en forma de fertilizante mineral para toda la serie 1990_2017 (*)

Años	N de Fertilizante mineral aplicado
1990	1.074,17
1991	1.065,83
1992	980,02
1993	810,53
1994	991,19
1995	912,83
1996	1.153,09
1997	1.041,86
1998	1.123,76
1999	1.207,02
2000	1.279,15
2001	1.131,01
2002	1.026,55
2003	1.198,61
2004	1.072,95
2005	923,76
2006	969,78
2007	985,86
2008	739,76
2009	781,07
2010	940,98
2011	846,70
2012	843,41
2013	961,51
2014	1.101,90
2015	1.068,10
2016	982,15
2017	1.072,12

(*) Se trata de un Tier1 con Factores de Emisión de guía, que exclusivamente dependen del Nitrógeno aportado y sin MTDs implementadas. Para la confección de los datos necesarios de emisión de los reportes nacionales sería operativamente suficiente con los datos de la Tabla I.b, si bien los cálculos se realizan por provincia (véase Tabla I.b) mediante la pauta de reparto indicada por el BNPAE al objeto de poder confeccionar salidas de datos geográficamente más precisas para satisfacer los diferentes niveles de salida de los datos según requerimiento.

2) Variable de actividad para el cálculo de emisiones de NH₃ y N₂O.

Tabla I.b - N aplicado al campo (en toneladas) por tipo de fertilizante, provincia, y caracterización de la provincia (año 2017)(*)

Provincia	Clasificación térmica	pH suelo	Amoniaco Agrícola	Compuestos	Nitrato Amónico	Nitrato Amónico Cálcico	Nitrato Cal	Nitrosulfato Amónico
Álava	frío	básico	15,64	2018,49	325,17	1128,48	121,81	281,23
Albacete	templado	básico	73,84	9529,16	1535,09	5327,49	575,05	1327,65
Alicante	templado	básico	27,30	3522,61	567,47	1969,39	212,58	490,79
Almería	templado	básico	38,90	5019,57	808,62	2806,30	302,92	699,35
Asturias	frío	ácido	10,29	1328,27	213,98	742,60	80,16	185,06
Ávila	frío	ácido	21,97	2835,14	456,72	1585,05	171,09	395,01
Badajoz	templado	ácido	61,34	7916,30	1275,27	4425,78	477,72	1102,94
Baleares	templado	básico	5,36	691,21	111,35	386,43	41,71	96,30
Barcelona	templado	básico	1,97	254,66	41,02	142,37	15,37	35,48
Burgos	frío	básico	88,99	11484,53	1850,09	6420,68	693,06	1600,08
Cáceres	templado	ácido	20,68	2668,63	429,90	1491,95	161,04	371,81
Cádiz	templado	básico	40,36	5208,09	838,99	2911,70	314,29	725,62
Cantabria	frío	ácido	4,81	621,11	100,06	347,24	37,48	86,54
Castellón	frío	básico	31,84	4108,55	661,86	2296,97	247,94	572,42
Ciudad Real	templado	básico	83,47	10771,65	1735,25	6022,13	650,03	1500,76
Córdoba	templado	básico	99,54	12845,18	2069,28	7181,38	775,17	1789,66
Coruña	frío	ácido	23,11	2982,17	480,41	1667,25	179,96	415,49
Cuenca	frío	básico	63,57	8203,56	1321,55	4586,38	495,06	1142,96
Gerona	frío	ácido	2,53	326,83	52,65	182,72	19,72	45,54
Granada	templado	básico	58,40	7536,88	1214,15	4213,66	454,83	1050,08
Guadalajara	frío	básico	31,58	4075,14	656,48	2278,30	245,92	567,77
Guipúzcoa	frío	ácido	1,15	148,54	23,93	83,04	8,96	20,70
Huelva	templado	ácido	23,53	3036,69	489,19	1697,73	183,25	423,09
Huesca	frío	básico	84,70	10930,12	1760,78	6110,72	659,60	1522,84
Jaén	templado	básico	100,54	12974,61	2090,14	7253,74	782,98	1807,69
La Rioja	frío	básico	25,13	3242,72	522,38	1812,91	195,69	451,79
Las Palmas	templado	básico	0,54	69,80	11,24	39,02	4,21	9,72
León	frío	ácido	59,11	7628,42	1228,89	4264,84	460,35	1062,83
Lérida	frío	básico	25,53	3295,22	530,84	1842,26	198,86	459,11
Lugo	frío	ácido	31,76	4098,06	660,17	2291,11	247,30	570,96
Madrid	frío	básico	15,47	1996,74	321,66	1116,32	120,50	278,20
Málaga	templado	básico	50,18	6475,66	1043,19	3620,36	390,79	902,22
Murcia	templado	básico	55,80	7201,09	1160,05	4025,93	434,56	1003,29
Navarra	frío	básico	62,97	8126,68	1309,16	4543,40	490,42	1132,25
Orense	frío	ácido	8,65	1115,65	179,73	623,73	67,33	155,44
Palencia	frío	básico	56,12	7242,68	1166,75	4049,18	437,07	1009,09
Pontevedra	frío	ácido	8,11	1046,93	168,65	585,31	63,18	145,86
Salamanca	frío	ácido	32,14	4147,97	668,21	2319,01	250,32	577,92
Segovia	frío	básico	9,45	1219,65	196,48	681,87	73,60	169,93
Sevilla	templado	básico	121,66	15700,64	2529,28	8777,79	947,48	2187,49
Soria	frío	básico	41,99	5418,77	872,93	3029,48	327,01	754,97
Sta Cruz de Tenerife	templado	ácido	6,67	860,77	138,67	481,23	51,94	119,93
Tarragona	templado	básico	3,99	514,61	82,90	287,70	31,05	71,70
Teruel	frío	básico	16,35	2109,43	339,82	1179,32	127,30	293,90
Toledo	templado	básico	42,42	5473,75	881,79	3060,22	330,32	762,63
Valencia	templado	básico	79,52	10262,55	1653,24	5737,50	619,31	1429,83
Valladolid	frío	básico	70,30	9072,49	1461,53	5072,18	547,50	1264,03
Vizcaya	frío	ácido	3,36	433,97	69,91	242,62	26,19	60,46
Zamora	frío	ácido	35,05	4523,01	728,63	2528,69	272,95	630,17
Zaragoza	templado	básico	73,33	9463,07	1524,45	5290,54	571,07	1318,44
TOTAL ESPAÑA			1.951,00	251.778,00	40.560,00	140.762,00	15.194,00	35.079,00

Provincia	Otros	Soluciones Nitrogenadas	Sulfato Amónico	Urea	Total General
Álava	419,04	726,13	651,82	2907,36	8595,15
Albacete	1978,25	3428,00	3077,19	13725,50	40577,22
Alicante	731,29	1267,21	1137,53	5073,85	15000,02
Almería	1042,06	1805,73	1620,94	7230,03	21374,42
Asturias	275,75	477,83	428,93	1913,20	5656,08
Ávila	588,57	1019,91	915,53	4083,64	12072,63
Badajoz	1643,42	2847,79	2556,36	11402,39	33709,33
Baleares	143,49	248,65	223,21	995,59	2943,30
Barcelona	52,87	91,61	82,23	366,80	1084,38
Burgos	2384,18	4131,42	3708,62	16541,96	48903,62
Cáceres	554,01	960,01	861,76	3843,81	11363,59
Cádiz	1081,20	1873,54	1681,81	7501,56	22177,16
Cantabria	128,94	223,44	200,57	894,62	2644,81
Castellón	852,93	1478,00	1326,75	5917,82	17495,09
Ciudad Real	2236,19	3874,97	3478,42	15515,14	45868,01
Córdoba	2666,65	4620,89	4148,01	18501,78	54697,54
Coruña	619,10	1072,80	963,01	4295,43	12698,74
Cuenca	1703,06	2951,13	2649,12	11816,15	34932,53
Gerona	67,85	117,57	105,54	470,76	1391,71
Granada	1564,65	2711,30	2433,84	10855,89	32093,67
Guadalajara	846,00	1465,98	1315,96	5869,71	17352,84
Guipúzcoa	30,84	53,43	47,97	213,95	632,51
Huelva	630,41	1092,41	980,62	4373,95	12930,86
Huesca	2269,09	3931,97	3529,59	15743,39	46542,80
Jaén	2693,52	4667,46	4189,81	18688,22	55248,70
La Rioja	673,19	1166,53	1047,15	4670,71	13808,19
Las Palmas	14,49	25,11	22,54	100,53	297,21
León	1583,66	2744,23	2463,40	10987,73	32483,46
Lérida	684,09	1185,41	1064,10	4746,32	14031,74
Lugo	850,75	1474,22	1323,36	5902,71	17450,41
Madrid	414,52	718,30	644,79	2876,03	8502,53
Málaga	1344,34	2329,54	2091,14	9327,34	27574,76
Murcia	1494,94	2590,50	2325,40	10372,22	30663,79
Navarra	1687,10	2923,47	2624,30	11705,41	34605,16
Orense	231,61	401,34	360,27	1606,95	4750,69
Palencia	1503,58	2605,46	2338,83	10432,13	30840,89
Pontevedra	217,34	376,62	338,08	1507,97	4458,06
Salamanca	861,12	1492,18	1339,48	5974,60	17662,94
Segovia	253,20	438,75	393,85	1756,75	5193,54
Sevilla	3259,45	5648,11	5070,10	22614,70	66856,70
Soria	1124,93	1949,34	1749,85	7805,03	23074,30
Sta Cruz de Tenerife	178,70	309,65	277,96	1239,83	3665,35
Tarragona	106,83	185,12	166,18	741,22	2191,30
Teruel	437,92	758,84	681,18	3038,35	8982,40
Toledo	1136,35	1969,11	1767,60	7884,21	23308,39
Valencia	2130,50	3691,82	3314,02	14781,85	43700,15
Valladolid	1883,45	3263,72	2929,72	13067,73	38632,63
Vizcaya	90,09	156,12	140,14	625,08	1847,94
Zamora	938,97	1627,10	1460,59	6514,80	19259,95
Zaragoza	1964,53	3404,22	3055,85	13630,30	40295,78
TOTAL ESPAÑA	52.269,00	90.574,00	81.305,00	362.653,00	1.072.125,00

(*) Cada fila de la tabla I.a será desdoblada 330 veces, correspondientes a los 110 cultivos que se manejan en los cálculos del inventario y los 3 tipos de gestión del agua (secano-regadío-protegido), mediante la pauta de reparto indicada por el BNPAE

(reparto del total del N aplicado al campo como fertilizante inorgánico por cultivo y provincia), dando lugar a un total de 5.500 filas por año.

La Variable de Actividad debe estar desglosada de esta manera especialmente por el NH_3 debido a que se trata de un Tier 2 con FEs de guía dependientes del tipo de fertilizante, del pH y de la Temperatura; además los MTDs implementados están relacionados con la especie cultivada, por lo que es necesario el desglose por cultivo también.

En el caso del N_2O , no sería necesario el desglose por tipo de fertilizante, ni por provincia, pero sí por cultivo, ya que el FE de guía por Tier 1 discierne entre el cultivo del arroz y todos los demás. Al igual que ocurre con el NO_x , los cálculos de emisiones de N_2O se realizan por provincia al objeto de poder confeccionar salidas de datos geográficamente más precisas para satisfacer los diferentes niveles de salida de los datos según requerimiento.

Ficha Técnica

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Tabla II.a

EF	Gas/Contam	Nombre	Valor	Ud	Actividad	
EF ₁	N ₂ O	Factor de emisión para emisiones directas de N ₂ O debidas a aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos, residuos agrícolas y N mineralizado	0,01	Kg N ₂ O-N/kg N	3D11	Tabla 11.1 del Capítulo 11 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006
EF _{1FR}	N ₂ O	Factor de emisión anterior (EF ₁) particularizado para los cultivos inundados de arroz	0,003	Kg N ₂ O-N/kg N	3D11	Tabla 11.1 del Capítulo 11 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006
EF _{ij}	NH ₃	Tabla de factores de emisión por N aplicado como fertilizante inorgánico por tipo de fertilizante, temperatura y pH	(*)	kg NH ₃ /kg N	3Da1	Tabla 3.2 del Capítulo 3D de la Guía EMEP/EEA 2016
EF _{pollutant}	NOx	Factores de emisión para fuentes de la categoría 3D	0,04	Kg NOx/kg N	3Da1	Tabla 3.1 del Capítulo 3D de la Guía EMEP/EEA 2016

(*) Vease Tabla II.b de factores de emisión de NH₃ por N aplicado como fertilizante inorgánico por tipo de fertilizante, temperatura y pH

Tabla II.b (*)

FERTILIZANTE	Región fría y ácida	Región fría y básica	Región templada y ácida	Región templada y básica	Región cálida y ácida	Región cálida y básica
SULFATO AMONICO	0,0900	0,1650	0,0920	0,1700	0,1150	0,2120
NITROSULFATO AMONICO	0,0525	0,0985	0,0540	0,1015	0,0675	0,1265
NITRATO AMONICO CALCICO	0,0080	0,0170	0,0080	0,0170	0,0100	0,0210
NITRATO AMONICO	0,0150	0,0320	0,0160	0,0330	0,0200	0,0410
UREA	0,1550	0,1640	0,1590	0,1680	0,1980	0,2100
NITRATO CAL	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090
NITRATO CHILE	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090	0,0090
AMONIACO AGRICOLA	0,0190	0,0350	0,0200	0,0360	0,0250	0,0460
SOLUCIONES NITROGENADAS	0,0980	0,0950	0,1000	0,0970	0,1260	0,1220
COMPUESTOS (media)	0,0383	0,0713	0,052	0,0736	0,0493	0,0916
OTROS	0,0100	0,0190	0,0140	0,0200	0,0130	0,0250

(*) Cada fila de la tabla II.b es desdoblada 17.500 veces, para cada provincia (50 provincias), para cada cultivo (110 cultivos) y para cada tipo de gestión del agua (3 (secano-regadío-protegido)), al objeto de asignarle un Factor de Emisión minorado, cuando así corresponda, en función de que le aplique alguna de las MTDs implementadas que, como se ha mencionado antes, están clasificadas por la provincia, cultivo y tipo de gestión del agua según donde se aplican. Este replicado se hace además para cada año. La minoración del Factor de Emisión se hace en base a dos multiplicandos, que son la fracción de implementación y la capacidad de reducción (también en forma de fracción) (Véase Tabla de Descripción metodológica general).

Ejemplo FE NH₃

Para la urea aplicada en cultivos de trigo en la provincia de León, se le aplicaría un FE de guía de 0,1550 kg NH₃/kg N según las tablas I.b y II.b, pero debido a la MTD 3 (tabla de descripción metodológica general), dicho FE se minoraría a:

$$0,1550 * (1 - 0,65 * 0,3333) = 0,1214 \text{ kg NH}_3/\text{kg N}$$

ANEXO III

Cálculo de emisiones

1) NO_x (Tier 1)

Para el cálculo de emisiones NO_x se utiliza la Ecuación 1 del Apartado 3.3.1 de la Guía 3D-EMEP/EEA 2016 multiplicando el FE correspondiente de la Tabla II.a (EF_{pollutant}) por cada celda de la Tabla I.a desglosada por provincias.

2) N₂O (Tier 1)

Para el cálculo de emisiones N₂O se utiliza la Ecuación 11.1 del Capítulo 11 del Volumen 4 de la Guía IPCC 2006 multiplicando el FE correspondiente de la Tabla II.a (EF_{1FR} (para arroz) y EF₁ (para resto de cultivos)) por cada celda de la Tabla I.b de datos provinciales desglosada por cultivos.

3) NH₃ (Tier 2)

Para el cálculo de emisiones NH₃ se utiliza la Ecuación 4 del Apartado 3.4.1 de la Guía 3D-EMEP/EEA 2016 multiplicando el FE correspondiente a cada celda de la Tabla II.b (EF_{ij}) minorada por su MTD (ver ejemplo anterior) por cada celda de la Tabla I.b de datos provinciales desglosada por cultivos y tipo de gestión del agua.

ANEXO IV

Emisiones

Tabla IV.a - Emisiones directas N₂O, NH₃ y NO_x nacionales en kilotoneladas

Años	1) NO _x (3Da1)	2) N ₂ O (3D11)	3) NH ₃ (3Da1)
1990	42,97	16,88	92,50
1991	42,63	16,75	85,16
1992	39,20	15,40	81,10
1993	32,42	12,74	63,35
1994	39,65	15,58	75,58
1995	36,51	14,34	65,49
1996	46,12	18,12	89,70
1997	41,67	16,37	82,81
1998	44,95	17,66	90,87
1999	48,28	18,97	95,69
2000	51,17	20,10	103,92
2001	45,24	17,77	96,61
2002	41,06	16,13	90,40
2003	47,94	18,84	100,44
2004	42,92	16,86	91,10
2005	36,95	14,52	65,93
2006	38,79	15,24	74,28
2007	39,43	15,49	74,98
2008	29,59	11,62	55,86
2009	31,24	12,27	63,29
2010	37,64	14,79	69,94
2011	33,87	13,31	62,46
2012	33,74	13,25	62,29
2013	38,46	15,11	72,15
2014	44,08	17,32	85,36
2015	42,72	16,78	79,39
2016	39,29	15,43	76,69
2017	42,88	16,85	88,29