

## LIXIVIACIÓN Y ESCORRENTÍA DEL NITRÓGENO MINERALIZADO RELACIONADO CON LA PÉRDIDA DE MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO POR CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA O LA GESTIÓN DE SUELOS MINERALES

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	-
CRF	4(IV)
NFR	-

### Descripción de los procesos generadores de emisiones

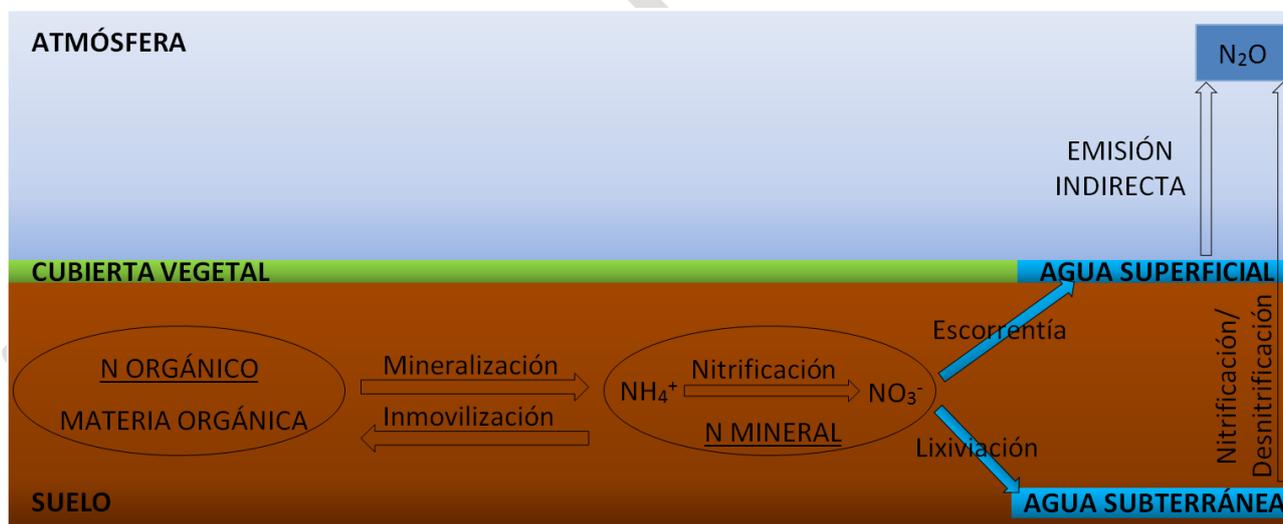
De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apartado 11.2.1, capítulo 11, volumen 4), en la mayoría de los suelos, un incremento del nitrógeno (N) disponible aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación que, a su vez, incrementan la producción de N<sub>2</sub>O, que se libera a la atmósfera.

En la ficha metodológica “Mineralización del nitrógeno relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales” se describe la metodología aplicada para la estimación de las emisiones directas de N<sub>2</sub>O de los suelos minerales asociadas a la mineralización de N relacionada con la pérdida de carbono orgánico del suelo (*soil organic carbon*, SOC, en inglés), como resultado de cambios en el uso de la tierra<sup>1</sup> o la gestión.

Sin embargo, en esta ficha se recoge la metodología aplicada para la estimación de las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales.

Esta emisión indirecta se produce porque parte del N mineralizado (principalmente en forma de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) puede no emitirse directamente ni quedar retenido en el suelo ni en la vegetación y ser transportado en el flujo de agua (escorrentía) o a través de los perfiles del suelo (lixiviación).

Los procesos de nitrificación y desnitrificación que tengan lugar en las aguas superficiales o subterráneas que reciban el agua que transporta el N mineralizado (en forma de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), transformarán parte de este N en N<sub>2</sub>O. Por tanto, esta emisión se considera indirecta.



Fuente: Elaboración propia.

### Contaminantes inventariados

#### Gases de efecto invernadero

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>
NA	NA	✓	NA	NA	NA
OBSERVACIONES:					

<sup>1</sup> Para más información puede consultarse la Ficha introductoria al sector Usos de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura.

- 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 <sub>x</sub>	NM VOC	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	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	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
-	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
-	4C1 SOC	-	Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en los pastizales herbáceos que permanecen como tales
-	4A2 LB	-	Cambio en las existencias de C de la biomasa viva en las tierras forestales en transición
-	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
-	4(III)	-	Mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales
-	4(V)	-	Incendios y quemadas controladas

En el sector Agricultura, subsector Cultivos, se describen la metodología aplicada para la estimación de las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O asociadas a la fertilización del suelo en la ficha metodológica “Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O debidas a la fertilización nitrogenada de suelos y pastoreo”.

### Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
N <sub>2</sub> O	T1	IPCC 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Apartado 2.2.	<p>La metodología aplicada para la estimación de estas emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O se basa en la ecuación 11.10 de la Guía IPCC 2006, de la que se estima la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de los cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales (<math>F_{SOM} \times Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)} \times EF_5</math>)<sup>(1)</sup>.</p> <p>Para estimar la cantidad de nitrógeno mineralizado por estas causas (<math>F_{SOM}</math>), se utiliza la ecuación 11.8 de la Guía IPCC 2006<sup>(2)</sup>, que depende de la cantidad de SOC perdida en suelos minerales por cambios en el uso de la tierra o la gestión.</p> <p>La metodología de estimación de los cambios en las existencias de C de los suelos minerales en las transiciones ya ha sido descrita en la ficha metodológica “Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en tierras en transición”, habiéndose producido pérdidas de SOC en las transiciones a FL, CL, GL, WL, SL y OL. Y la metodología de los cambios en las existencias de C de los suelos minerales en los pastizales herbáceos que permanecen como tales también ha sido descrita en la ficha metodológica “Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en los pastizales herbáceos que permanecen como tales”.</p> <p>La conversión de emisiones de N<sub>2</sub>O-N en emisiones de N<sub>2</sub>O a los efectos de la declaración se realiza multiplicándolas por 44/28.</p> <p>Las emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por lixiviación y escorrentía sólo estiman en las regiones donde se producen este tipo de fenómenos<sup>(3)</sup>.</p>

**OBSERVACIONES:**

(1) El factor  $Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$ , fracción de todo el N mineralizado en regiones donde se produce lixiviación/escorrentía, adopta el valor por defecto de 0,30 kg N/(kg de agregados de N), según el cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 11, volumen 4).

(2) En la citada ecuación 11.8, el factor  $R$ , relación C:N de la materia orgánica del suelo, puede adoptar un valor por defecto de 15 para situaciones que impliquen cambios en el uso de la tierra de tierras forestales o pastizales a tierras de cultivo y un valor por defecto de 10 para situaciones que impliquen cambios en la gestión en tierras de cultivo que permanecen como tales (página 11.17, capítulo 11, volumen 4). Estos valores han sido adoptados para todas las transiciones y para el uso que permanece, en ausencia de datos propios del país.

(3) Para identificar las regiones españolas en las que se producen fenómenos de lixiviación/escorrentía se han aplicado los supuestos previstos en el cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006 (capítulo 11, volumen 4). Para ello, se ha utilizado la información disponible de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) que incluye capas cartográficas (*raster*) de precipitación acumulada mensual, evapotranspiración potencial (ETP) acumulada mensual y agua útil máxima. Los cálculos se han realizados para los años 2006, 2008, 2010, 2012, 2015 y 2020; y se ha adoptado el valor promedio provincial de los seis años calculados para toda la serie temporal.

El procedimiento de cálculo realizado consiste en restar, mensualmente, los valores de ETP acumulada mensual y agua útil máxima a los valores de precipitación acumulada mensual en cada celda de las capas cartográficas; asumiendo que se producen fenómenos de escorrentía cuando el resultado de esta resta es positivo. Dada la diferencia de tamaño del pixel, el procedimiento de cálculo anterior se ha realizado de manera independiente para la Península y las Islas Baleares; y para las Islas Canarias.

Finalmente, se calcula el porcentaje de la superficie española en la que el resultado del procedimiento de cálculo citado es positivo en algún mes, para cada uno de los años citados, y el valor medio provincial de todos ellos (17 % a nivel nacional), se ha aplicado provincialmente a toda la serie temporal.

## Variable de actividad

Variable	Descripción
Pérdida de existencias de SOC en suelos minerales	La variable de actividad de esta emisión es el cambio de existencias de SOC en suelos minerales que se produce en las transiciones entre usos de la tierra o en los pastizales herbáceos que permanecen como tales por la gestión de la tierra, que generan pérdidas de C, expresadas en kt C.

## Fuentes de información sobre la variable de actividad

Pérdidas de existencias de SOC en suelos minerales en las transiciones entre usos de la tierra	
Periodo	Fuente
1990-2021	Fichas metodológicas "Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición" y "Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en los pastizales herbáceos que permanecen como tales".

## Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
N <sub>2</sub> O	1990-2021	D	IPCC 2006. Volumen 4. Capítulo 11. Apartado 2.2.	Factor de emisión ( $EF_5$ ) por defecto del cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006.

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

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

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
N <sub>2</sub> O	300	200	<p><u>Variable de actividad</u>: incertidumbre asignada de forma cualitativa a la variable de actividad, que coincide con el valor máximo tabulado de la escala de gradación, correspondiente a la clase D (300 %)<sup>(1)</sup>.</p> <p><u>Factor de emisión</u>: incertidumbre asignada al factor de emisión, de acuerdo con la información de la Guía IPCC 2006 (cuadro 11.3, capítulo 11, volumen 4).</p>

**OBSERVACIONES:**

(1) La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF, así como de la variable de actividad de la fuente de emisión 4(IV), se asigna, por lo general, de forma cualitativa, siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado).

### Coherencia temporal de la serie

La serie temporal se considera temporalmente homogénea dado que se utilizan los mismos valores de SOC por uso y provincia, y la misma metodología de estimación de cambio de existencias de C y de emisiones de N<sub>2</sub>O, en toda la serie temporal.

### Observaciones

No procede.

### Criterio para la distribución espacial de las emisiones

Los valores de SOC adoptados son provinciales y propios de cada uso de la tierra.

### Juicio de experto asociado

No procede.

### Fecha de actualización

Abril 2023.

Ficha Técnica

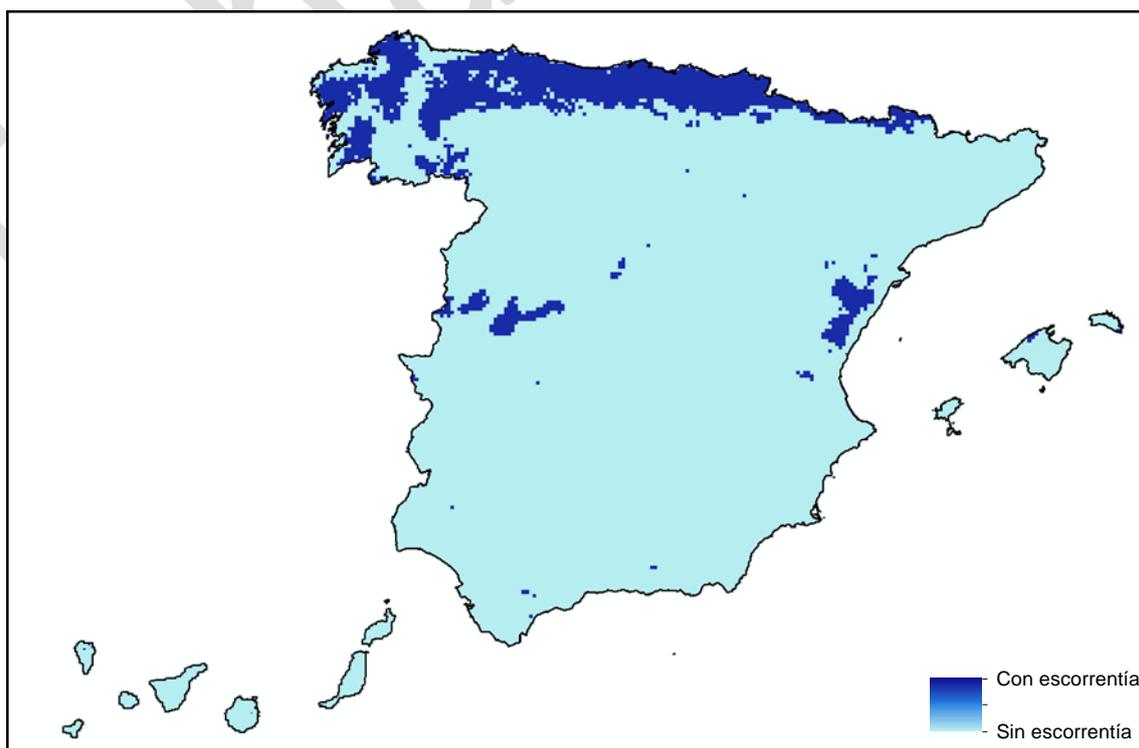
## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

#### Pérdida de existencias de C del suelo en los cambios en el uso de la tierra y la gestión (cifras en kt C)

Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
<b>L → FL</b>	<b>259,14</b>	<b>260,51</b>	<b>261,88</b>	<b>258,07</b>	<b>227,37</b>	<b>168,06</b>	<b>128,73</b>	<b>121,90</b>
GL → FL	259,13	260,49	261,86	258,04	227,29	167,99	128,66	121,84
WL → FL	0,01	0,02	0,02	0,02	0,08	0,07	0,07	0,07
<b>L → CL</b>	<b>378,53</b>	<b>410,66</b>	<b>442,79</b>	<b>445,79</b>	<b>386,19</b>	<b>275,29</b>	<b>177,26</b>	<b>163,48</b>
FL → CL	124,27	147,27	170,28	188,69	172,67	125,47	86,32	79,40
GL → CL	254,22	263,21	272,21	256,45	211,26	147,53	88,78	81,99
WL → CL	0,03	0,08	0,14	0,17	0,45	0,42	0,37	0,36
SL → CL	0,02	0,09	0,16	0,48	1,81	1,87	1,79	1,73
<b>GL → GL</b>	<b>3,75</b>	<b>3,56</b>	<b>3,36</b>	<b>6,33</b>	<b>11,33</b>	<b>11,35</b>	<b>10,28</b>	<b>10,06</b>
<b>L → GL</b>	<b>7,53</b>	<b>10,39</b>	<b>13,25</b>	<b>12,46</b>	<b>10,68</b>	<b>6,47</b>	<b>2,18</b>	<b>2,05</b>
FL → GL	7,45	10,27	13,10	12,00	9,98	5,73	1,47	1,40
WL → GL	0,08	0,10	0,13	0,42	0,61	0,65	0,63	0,57
SL → GL	0,00	0,01	0,02	0,05	0,09	0,09	0,08	0,08
<b>L → WL</b>	<b>0,36</b>	<b>0,27</b>	<b>0,18</b>	<b>0,11</b>	<b>0,09</b>	<b>0,10</b>	<b>0,10</b>	<b>0,09</b>
FL → WL	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
GL → WL	0,34	0,26	0,17	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09
<b>L → SL</b>	<b>104,64</b>	<b>110,84</b>	<b>117,03</b>	<b>128,44</b>	<b>211,64</b>	<b>246,22</b>	<b>258,19</b>	<b>259,54</b>
FL → SL	15,34	15,48	15,62	18,11	24,59	26,36	32,55	33,32
CL → SL	51,41	56,88	62,35	65,02	128,89	155,57	150,76	150,35
GL → SL	37,85	38,43	39,01	45,27	58,06	64,19	74,78	75,76
WL → SL	0,03	0,04	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>L → OL</b>	<b>0,97</b>	<b>1,09</b>	<b>1,21</b>	<b>1,34</b>	<b>1,42</b>	<b>1,10</b>	<b>1,24</b>	<b>1,26</b>
FL → OL	0,12	0,17	0,23	0,51	0,54	0,46	0,40	0,34
CL → OL	0,19	0,31	0,42	0,38	0,54	0,42	0,70	0,79
GL → OL	0,64	0,60	0,56	0,42	0,27	0,15	0,06	0,06
WL → OL	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
SL → OL	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>Total</b>	<b>754,92</b>	<b>797,32</b>	<b>839,71</b>	<b>852,53</b>	<b>848,71</b>	<b>708,59</b>	<b>577,98</b>	<b>558,40</b>

A continuación, se incluye una figura en la que se identifican las regiones españolas consideradas con fenómenos de escorrentía en el año 2015.



## ANEXO II

### Datos de factores de emisión

El factor de emisión para emisiones de N<sub>2</sub>O por lixiviación y escorrentía de N ( $EF_5$ ), adopta un valor por defecto de 0,0075 kg N<sub>2</sub>O–N/(kg N lixiviación/escorrentía), según el cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006.

Ficha Técnica

## ANEXO III

### Cálculo de emisiones

Las fórmulas de cálculo de las emisiones son las siguientes:

$$N_2O_{(L)} - N = F_{SOM} \times Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)} \times EF_5$$

$$F_{SOM} = \sum_{LU} \left[ \left( \Delta C_{Minerales,LU} \times \frac{1}{R} \right) \times 1000 \right]$$

donde,

$N_2O_{(L)} - N$ : cantidad anual de  $N_2O-N$  producida por lixiviación y escorrentía, en kg  $N_2O-N$ /año.

$F_{SOM}$ : cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales, en kg N/año.

$Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)}$ : fracción de todo el N mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escorrentía, en kg N/(kg de agregados de N).

$EF_5$ : factor de emisión para emisiones de  $N_2O$  por lixiviación y escorrentía de N, en kg  $N_2O-N$ /(kg N por lixiviación y escorrentía).

La metodología de estimación de los cambios en las existencias de C del suelo en las transiciones ya ha sido descrita en la ficha metodológica "Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición". Y la metodología de los cambios en las existencias de C de los suelos minerales en los pastizales herbáceos que permanecen como tales también ha sido descrita en la ficha metodológica "Cambio en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales en los pastizales herbáceos que permanecen como tales".

De acuerdo con la Guía IPCC 2006, la conversión de emisiones de  $N_2O-N$  en emisiones de  $N_2O$  a los efectos de la declaración se realiza multiplicándolas por 44/28.

A continuación, se presenta un ejemplo para la transición de Pastizales a Tierras de cultivo (GL → CL), en el año 1990, con una pérdida anual de C en el suelo de 254,22 kt C:

$$Emisiones\ de\ N_2O\ (t) = \left[ \left[ \left( 254,22 \times \frac{1}{15} \right) \times 1000 \right] \times 0,30 \times 0,0075 \right] \times \left( \frac{44}{28} \right) = 59,92\ t\ N_2O$$

El resultado obtenido se multiplica por el porcentaje de la superficie española en la que se producen fenómenos de escorrentía, 17 %, obteniendo una emisión de 10,19 t  $N_2O$ .

Nota: Es importante destacar que las emisiones del ejemplo no coinciden con las reflejadas en el Anexo IV siguiente, dado que en el ejemplo el cálculo se realiza a nivel nacional y los decimales considerados son únicamente los indicados, mientras que las emisiones reflejadas en el Anexo IV se calculan a nivel provincial y con todos los decimales que permite la base de datos ORACLE del Inventario Nacional.

## ANEXO IV

### Emisiones

Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O por lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales (cifras en toneladas de N<sub>2</sub>O)

Año	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2021
<b>L → FL</b>	<b>36,08</b>	<b>35,80</b>	<b>35,52</b>	<b>33,27</b>	<b>29,06</b>	<b>21,11</b>	<b>15,24</b>	<b>14,46</b>
GL → FL	36,08	35,80	35,52	33,27	29,06	21,11	15,24	14,46
WL → FL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>L → CL</b>	<b>32,53</b>	<b>31,68</b>	<b>30,83</b>	<b>26,77</b>	<b>20,27</b>	<b>13,66</b>	<b>7,53</b>	<b>6,95</b>
FL → CL	7,84	8,03	8,22	8,11	6,80	4,99	3,46	3,21
GL → CL	24,69	23,64	22,60	18,64	13,40	8,60	4,01	3,68
WL → CL	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SL → CL	0,00	0,00	0,00	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>GL → GL</b>	<b>0,39</b>	<b>0,36</b>	<b>0,33</b>	<b>0,52</b>	<b>1,27</b>	<b>1,29</b>	<b>1,24</b>	<b>1,24</b>
<b>L → GL</b>	<b>0,27</b>	<b>0,39</b>	<b>0,51</b>	<b>0,48</b>	<b>0,41</b>	<b>0,25</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>
FL → GL	0,26	0,38	0,51	0,47	0,39	0,23	0,06	0,05
WL → GL	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
SL → GL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>L → WL</b>	<b>0,07</b>	<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
FL → WL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GL → WL	0,07	0,05	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>L → SL</b>	<b>5,88</b>	<b>6,04</b>	<b>6,20</b>	<b>6,58</b>	<b>10,75</b>	<b>12,40</b>	<b>12,18</b>	<b>12,10</b>
FL → SL	1,04	1,09	1,15	1,33	1,96	2,13	2,10	2,07
CL → SL	2,19	2,34	2,50	2,46	4,90	6,12	5,88	5,87
GL → SL	2,65	2,60	2,55	2,79	3,89	4,15	4,20	4,15
WL → SL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>L → OL</b>	<b>0,04</b>	<b>0,05</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
FL → OL	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02
CL → OL	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03
GL → OL	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
WL → OL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SL → OL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>75,26</b>	<b>74,37</b>	<b>73,49</b>	<b>67,70</b>	<b>61,85</b>	<b>48,78</b>	<b>36,35</b>	<b>34,89</b>