

**Observatorio Medioambiental**

ISSN: 1139-1987

<http://dx.doi.org/10.5209/OBMD.93021>EDICIONES  
COMPLUTENSE

## Valoración económica del CO<sub>2</sub> absorbido por un territorio. Aplicación a los municipios sevillanos

Josefa María Rodríguez Mellado<sup>1</sup>; Francisco Rivero Pallarés<sup>2</sup>

Recibido: 1 de noviembre del 2022/ Enviado a evaluar: 1 de noviembre del 2022/ Aceptado: 11 de diciembre del 2023

**Resumen.** Se plantea una metodología simple para valorar económicamente el saldo total de CO<sub>2</sub> de un territorio. Este saldo es la diferencia entre el CO<sub>2</sub> absorbido por la vegetación (ornamental, cultivada y natural) y el CO<sub>2</sub> emitido por las actividades realizadas en dicho territorio. Esta metodología se aplica a los municipios de la provincia de Sevilla. Se obtiene que 17 municipios sevillanos tienen valores negativos del saldo de CO<sub>2</sub> y 88 municipios tienen valores positivos. Destacan Écija (+1.257.528,21 tCO<sub>2</sub>/año) y Carmona (+1.105.480,97 tCO<sub>2</sub>/año). El saldo de CO<sub>2</sub> por hectárea más alto lo tiene Gilena (20,43 tCO<sub>2</sub>/ha-año) seguido de Badolatosa (19,34 tCO<sub>2</sub>/ha-año). La valoración económica se realiza al aplicar un coeficiente de 15 €/tCO<sub>2</sub>, deducido según la legislación sobre el impuesto de gases fluorados, y se obtienen cantidades económicas que pueden ser muy altas en algunos casos. Se propone que estas cantidades sean una compensación económica para los municipios rurales por actuar como sumideros de CO<sub>2</sub>. Así mismo se plantean varios usos para este dinero, todos ellos encaminados a mejorar los indicadores sociodemográficos y económicos de los municipios rurales.

**Palabras clave:** Sumidero de CO<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub> absorbido; CO<sub>2</sub> emitido; Vegetación ornamental; Vegetación cultivada; Vegetación natural; Municipios de Sevilla.

[en] Economic valuation of the CO<sub>2</sub> absorbed by a territory. Application to the Sevillian municipalities

**Abstract.** A simple methodology is proposed to economically value de total CO<sub>2</sub> balance of a territory. This balance is the difference between the CO<sub>2</sub> absorbed by the vegetation (ornamental, cultivated and natural) and the CO<sub>2</sub> emitted by the activities carried out in the territory. This methodology is applied to the municipalities of the province of Seville. It is obtained that 17 sevillian municipalities have negative values of the CO<sub>2</sub> balance and 88 municipalities have positive values. Écija (+1.257.528,21 tCO<sub>2</sub>/year) and Carmona (+1.105.480,97 tCO<sub>2</sub>/year) stand out. The highest CO<sub>2</sub> balance per hectare is found in Gilena (20,43 tCO<sub>2</sub>/ha-year) followed by Badolatosa (19,34 tCO<sub>2</sub>/ha-year). The economic valuation is carried out by applying a coefficient of 15 €/tCO<sub>2</sub>, deducted according to the legislation on the

<sup>1</sup> Consultora Medioambiental independiente.

E-mail: josefarm@hotmail.com

<sup>2</sup> Investigador en sostenibilidad.

E-mail: friverop@hotmail.com

fluorinated gas tax, and economic amounts obtained that can be very high in some cases. This money is proposed to be economic compensation for rural municipalities for acting as CO<sub>2</sub> sinks. Likewise, several uses are proposed for this money, all of them aimed at improving the sociodemographic and economic indicators of rural municipalities.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> sink; CO<sub>2</sub> absorbed; CO<sub>2</sub> emitted; ornamental vegetation; Cultivated vegetation; Natural vegetation; Municipalities of Seville.

## [fr] Valorisation économique du CO<sub>2</sub> absorbé par un territoire. Application aux municipalités sévillanes

**Résumé.** Une méthodologie simple est proposée pour valoriser économiquement le solde CO<sub>2</sub> total d'un territoire. Le solde est la différence entre le CO<sub>2</sub> absorbé par le végétation (ornementale, cultivée et naturelle) et le CO<sub>2</sub> émis par les activités exercées sur le territoire. Cette méthodologie est appliquée aux municipalités de la province de Séville. On obtient que 17 municipalités sévillanes ont des valeurs négatives du solde CO<sub>2</sub>, et 88 municipalités ont des valeurs positives. Écija (+1.257.528,21 tCO<sub>2</sub>/année) et Carmona (+1.105.480,97 tCO<sub>2</sub>/année) ressortent. Le solde de CO<sub>2</sub> par hectare le plus élevé se trouve à Gilena (20,43 tCO<sub>2</sub>/ha-année) suivi de Badolatosa (19,34 tCO<sub>2</sub>/ha-année). L'évaluation économique est réalisée en appliquant un coefficient de 15 €/tCO<sub>2</sub>, déduit conformément à la législation sur le taxe sur les gaz fluorés, et on obtient des montants économiques qui peuvent être très élevés dans certains cas. Cet argent est proposé comme compensation économique pour les municipalités rurales qui jouent le rôle de puits de CO<sub>2</sub>. De même, plusieurs utilisations sont proposées pour cet argent, toutes visant à améliorer les indicateurs sociodémographiques et économiques des municipalités rurales.

**Mots-Clés:** Somme de CO<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub> absorbé; CO<sub>2</sub> émis; Végétation ornementale; Végétation cultivée; Végétation naturelle; Municipalités de Séville.

**Cómo citar.** Rodríguez Mellado, J.M. y Rivero Pallarés, F. (2023): Valoración económica del CO<sub>2</sub> absorbido por un territorio. Aplicación a los municipios sevillanos. *Observatorio Medioambiental*, 26, 69-101.

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Material y métodos. 3. Resultados. 4. Discusión. 5. A modo de conclusiones. 6. Bibliografía. 7. Anexo I.

## 1. Introducción

El cambio climático causado por las emisiones de gases de efecto invernadero está produciendo una serie de consecuencias negativas a nivel mundial (Para una revisión ver Referencia 17). Para luchar contra el cambio climático se plantean una serie de medidas para reducir las emisiones, así como para los procesos de mitigación y de adaptación a dicho cambio climático. La vegetación constituye un importante sumidero natural de CO<sub>2</sub> al realizar la fotosíntesis, por lo que es un factor de primer orden en la lucha contra el cambio climático. Los municipios rurales se caracterizan por tener un alto porcentaje de superficie del término municipal cubierto de vegetación cultivada o natural, y pueden ser un elemento fundamental para reducir el CO<sub>2</sub> atmosférico. Muchos municipios rurales se encuentran en el interior de parques naturales, o bien parte de su término municipal está en el interior de parques

nacionales o tiene algún tipo de protección ambiental. Esta situación condiciona el tipo de actuaciones económicas que pueden ejecutarse en estos municipios y tiene como consecuencia un posible problema para el desarrollo económico del municipio y, por extensión, de la zona donde esté el municipio. Los municipios rurales son poco sostenibles desde el punto de vista demográfico y económico, por su población envejecida y por su escasa renta (Referencia 9), pero son altamente sostenibles desde el punto de vista de la absorción del CO<sub>2</sub>. Este razonamiento nos lleva a plantear que los municipios rurales pueden ofrecer algo más que productos agrícolas, ganaderos y forestales, y algo más que lugares de ocio a los municipios urbanos. Un servicio adicional que realizan los municipios rurales es actuar como sumideros del CO<sub>2</sub> emitido en los municipios urbanos. Parece lógico plantear algún tipo de compensación por este servicio que ha sido poco o nada considerado hasta el momento. El objetivo de este trabajo es realizar una valoración económica de este servicio de sumidero de CO<sub>2</sub>, ya que parece que lo que no tiene un precio no vale nada. Este trabajo se centrará en los municipios de la provincia de Sevilla<sup>3</sup>.

## 2. Material y métodos

El CO<sub>2</sub> absorbido por un municipio (CO<sub>2(a)</sub>) se calcula según la expresión:

$$CO_{2(a)} = \sum A_{CO2i} \cdot S_i \quad (1)$$

Donde  $A_{CO2i}$  es la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbido por una hectárea del uso de suelo o cobertura vegetal  $i$  en un año, sus unidades son toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea y año (tCO<sub>2</sub>/ha-año),  $S_i$  es la superficie, en hectáreas, del uso del suelo o cobertura vegetal  $i$ . Las unidades del CO<sub>2</sub> absorbido son toneladas de CO<sub>2</sub> por año (tCO<sub>2</sub>/año). Los valores de la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbido por una hectárea del uso de suelo o cobertura vegetal  $i$  en un año se han estimado a partir de diferentes datos bibliográficos y se recogen en el Anexo I. Los datos sobre la superficie que ocupan los usos de suelo y coberturas vegetales en un municipio provienen de SIOSE (2016). Este trabajo considera toda la vegetación existente en cada término municipal, ya sea vegetación ornamental (parques y jardines, arbolado urbano, etc.), vegetación cultivada y vegetación natural.

Los datos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> de un municipio (CO<sub>2(e)</sub>) se han tomado del Inventario de Emisiones a la Atmósfera de Andalucía 2003-2019. Tabla 12.03.03 Emisiones por provincia, municipio, sector de actividad, grupo contaminante y contaminante, años 2003-2019. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y

---

<sup>3</sup> El municipio de El Palmar de Troya se ha separado recientemente del municipio de Utrera y no está recogido en SIOSE-Andalucía por lo que se ha integrado en el municipio de Utrera para los cálculos.

Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía. Se usan los datos de 2019. Sus unidades son toneladas de CO<sub>2</sub> por año (tCO<sub>2</sub>/año).

El saldo total de CO<sub>2</sub> ( $S_{CO_2}$ ) de un municipio se calcula según la expresión:

$$S_{CO_2} = CO_{2(a)} - CO_{2(e)} \quad (2)$$

Sus unidades son toneladas de CO<sub>2</sub> por año (tCO<sub>2</sub>/año). Un municipio tendrá un saldo total de CO<sub>2</sub> positivo o negativo. El saldo negativo significa que el municipio emite más CO<sub>2</sub> que el que absorbe. El saldo positivo significa que el municipio absorbe más CO<sub>2</sub> que el que emite, es decir que el municipio se comporta como sumidero de CO<sub>2</sub>.

La valoración económica del saldo total de CO<sub>2</sub> se calcula según la ley 6/2018, de 3 de julio, de Presupuestos Generales del Estado, y que modifica a la Ley 16/2013, de 29 de octubre, por la que se establecen determinadas medidas tributarias y financieras. El valor del impuesto para un kilogramo de gas fluorado se obtiene como el producto de 0,015 por el Potencial de Calentamiento Global (PCG). El PCG del CO<sub>2</sub> vale 1, por lo que se obtiene un valor económico de 15 € por cada tonelada de CO<sub>2</sub> (15 €/tCO<sub>2</sub>). La valoración económica ( $V_E$ ) para el saldo de CO<sub>2</sub> de un municipio se obtiene multiplicando dicho saldo por 15, es decir:

$$V_E = 15 \cdot S_{CO_2} \quad (3)$$

### 3. Resultados

La tabla 1 recoge los valores de las estimaciones del total de CO<sub>2</sub> absorbido, los valores del total de CO<sub>2</sub> emitido, y el saldo total del CO<sub>2</sub> para los municipios de la provincia de Sevilla, así como para el total de la provincia de Sevilla. Los municipios están ordenados según el saldo total de CO<sub>2</sub>.

Destacan con un saldo de CO<sub>2</sub> muy negativo los municipios de Alcalá de Guadaíra y Sevilla. Los 14 municipios con los valores más negativos del saldo de CO<sub>2</sub> pertenecen a la comarca Metropolitana de Sevilla. Los municipios de Écija y Carmona presentan un saldo de CO<sub>2</sub> muy positivo, seguidos, ya a cierta distancia, por Osuna, Aznalcázar y Utrera. Hay 17 municipios (16,2 % del total de municipios de la provincia) con valores negativos del saldo total de CO<sub>2</sub>.

La figura 1 muestra un mapa de la provincia de Sevilla con los municipios coloreados según el signo del saldo total de CO<sub>2</sub>.

Tabla 1. Valores de las estimaciones del total de CO<sub>2</sub>.

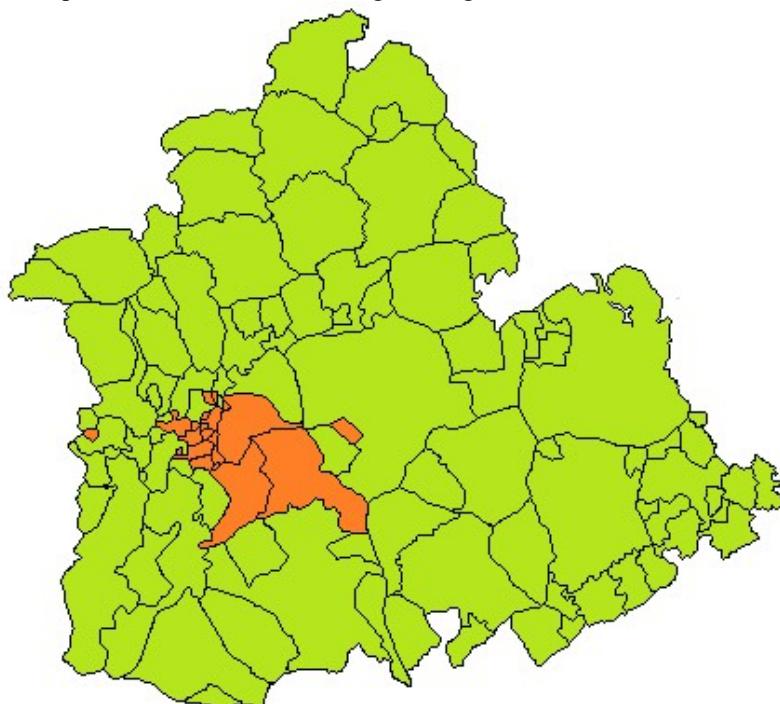
N	Municipio	CO <sub>2(a)</sub>	CO <sub>2(e)</sub>	Sco <sub>2</sub>	N	Municipio	CO <sub>2(a)</sub>	CO <sub>2(e)</sub>	Sco <sub>2</sub>
1	Écija	1.431.036	173.508	1.257.528	54	Coripe	72.725	4.732	67.993
2	Carmona	1.283.476	177.995	1.105.481	55	Pilas	81.497	15.974	65.523
3	Osuna	952.842	111.015	841.827	56	Huévar del Aljarafe	85.494	22.385	63.109
4	Aznalcázar	863.513	30.098	833.415	57	Rinconada, La	184.412	121.844	62.568
5	Utrera	952.440	126.453	825.987	58	Olivares	63.789	11.242	52.547
6	Puebla del Río, La	742.071	30.830	711.241	59	Mairena del Alcor	94.885	43.229	51.656
7	Constantina	625.879	19.878	606.001	60	Coria del Río	90.469	39.181	51.288
8	Marchena	580.083	86.487	493.596	61	San Nicolás del Puerto	52.885	2.369	50.516
9	Cazalla de la Sierra	476.180	16.652	459.528	62	Villaverde del Río	60.124	10.071	50.053
10	Lora del Río	473.808	43.775	430.033	63	Molares, Los	54.853	6.677	48.176
11	Pedroso, El	423.234	10.763	412.470	64	Ronquillo, El	87.245	39.265	47.980
12	Lebrija	498.493	102.533	395.961	65	Burguillos	55.805	9.655	46.151
13	Castiblanco de los Arroyos	352.768	16.350	336.419	66	Villanueva de San Juan	48.262	2.897	45.365
14	Castillo de las Guardas, El	326.438	13.012	313.427	67	Palacios y Villaffanca, Los	138.052	93.543	44.509
15	Almadén de la Plata	320.872	7.776	313.096	68	Benacazón	58.048	14.472	43.576
16	Morón de la Frontera	639.958	327.164	312.795	69	Marinaleda	42.892	5.436	37.456
17	Guadalcanal	327.645	16.878	310.767	70	Garrobo, El	52.030	16.595	35.435
18	Arahal	319.456	50.763	268.693	71	Cañada Rosal	36.718	6.018	30.700
19	Puebla de Cazalla, La	299.931	33.026	266.905	72	Algámitas	34.200	3.549	30.651
20	Alanís	264.884	9.986	254.898	73	Rubio, El	35.094	5.284	29.811
21	Cabezas de San Juan, Las	312.593	72.358	240.235	74	Salteras	74.281	49.272	25.009
22	Aznalcóllar	238.112	13.716	224.397	75	Lora de Estepa	34.105	9.292	24.813
23	Puebla de los Infantes, La	218.630	14.787	203.843	76	Luisiana, La	61.169	37.627	23.543
24	Villanueva del Río y Minas	212.976	12.945	200.031	77	Cuervo de Sevilla, El	38.056	16.242	21.814
25	Isla Mayor	217.434	18.281	199.153	78	Lantejuela	25.411	4.252	21.159
26	Guillena	270.138	71.026	199.112	79	Castilleja del Campo	21.513	3.344	18.168
27	Fuentes de Andalucía	195.557	25.300	170.257	80	Albaida del Aljarafe	19.899	3.038	16.861
28	Campana, La	199.364	31.303	168.061	81	Aguadulce	25.537	9.010	16.527
29	Montellano	176.588	11.534	165.054	82	Brenes	36.298	21.873	14.425
30	Real de la Jara, El	171.448	6.919	164.529	83	Tocina	21.866	10.114	11.752
31	Pruna	164.154	7.653	156.501	84	Valencina de la Concepción	33.271	23.230	10.041
32	Sanlúcar la Mayor	182.239	26.294	155.946	85	Algaba, La	30.286	21.330	8.957
33	Gerena	160.421	13.779	146.642	86	Umbrete	22.663	13.987	8.676
34	Madroño, El	161.077	15.451	145.626	87	Almensilla	22.591	15.103	7.488
35	Estepa	366.035	223.538	142.497	88	Villanueva del Ariscal	6.098	5.669	428
36	Saucejo, El	149.444	11.020	138.423	89	Carrión de los Céspedes	7.656	7.846	-190
37	Paradas	171.481	35.752	135.729	90	Castilleja de Guzmán	1.741	2.853	-1.113
38	Cantillana	153.183	18.271	134.912	91	Viso del Alcor, El	23.885	25.737	-1.852
39	Peñaflor	123.422	13.397	110.026	92	Espartinas	32.054	34.180	-2.126
40	Coronil, El	117.634	10.868	106.766	93	Santiponce	9.451	14.491	-5.040
41	Gilena	112.558	8.422	104.136	94	Palomares del Río	12.732	19.770	-7.038
42	Pedrera	116.069	15.263	100.806	95	Gelves	10.954	21.466	-10.512

43	Villamanrique de la Condesa	106.308	9.875	96.433	96	Gines	1.058	15.451	-14.393
44	Casariche	107.395	12.086	95.308	97	Castilleja de la Cuesta	670	18.072	-17.403
45	Corrales, Los	104.091	9.071	95.019	98	Bormujos	16.416	34.993	-18.577
46	Badolatosa	100.128	7.704	92.424	99	Tomares	3.465	25.047	-21.582
47	Navas de la Concepción, Las	93.993	4.331	89.662	100	Mairena del Aljarafe	19.253	53.472	-34.219
48	Martín de la Jara	94.522	7.102	87.420	101	San Juan de Aznalfarache	2.680	42.112	-39.433
49	Bollullos de la Mitación	109.151	24.642	84.508	102	Dos Hermanas	199.695	243.582	-43.887
50	Alcolea del Río	89.105	7.763	81.343	103	Camas	9.739	55.896	-46.158
51	Roda de Andalucía, La	149.097	72.663	76.435	104	Sevilla	124.087	747.945	-623.858
52	Alcalá del Río	117.137	45.283	71.854	105	Alcalá de Guadaíra	367.819	1.061.557	-693.739
53	Herrera	96.534	27.546	68.988		Total provincia	20.258.900	5.453.155	14.805.746

(\*) Nota. Valores de las estimaciones del total de CO<sub>2</sub> absorbido (Columna CO<sub>2(a)</sub>), los valores del total de CO<sub>2</sub> emitido (Columna CO<sub>2(e)</sub>), el saldo total del CO<sub>2</sub> para los municipios de la provincia de Sevilla (Columna Sc<sub>o2</sub>), así como el total para la provincia de Sevilla (casillas coloreadas en gris), expresados en toneladas de CO<sub>2</sub> por año (tCO<sub>2/año</sub>). Los municipios están ordenados de mayor a menor saldo total de CO<sub>2</sub>.

Fuente: SIOSE (2016), Anexo I e Inventario de Emisiones a la Atmósfera de Andalucía 2003-2019.  
Elaboración propia.

Figura 1. Municipios sevillanos coloreados según el signo del saldo total de CO<sub>2</sub>.



(\*) Nota. Naranja: municipios con signo negativo. Verde: municipios con signo positivo.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 recoge los municipios sevillanos ordenados según el saldo total de CO<sub>2</sub> por hectárea y año (tCO<sub>2</sub>/ha-año); también se recoge este valor para el total de la provincia de Sevilla. Se demuestra que los valores positivos se pueden ajustar a una distribución normal con una media de 11,68 tCO<sub>2</sub>/ha-año y una desviación típica de 3,73 tCO<sub>2</sub>/ha-año. Gilena tiene el valor más alto (20,43 tCO<sub>2</sub>/ha-año), seguido de Badolatosa (19,34 tCO<sub>2</sub>/ha-año), La Puebla del Río (18,96 tCO<sub>2</sub>/ha-año), Aznalcázar (18,51 tCO<sub>2</sub>/ha-año) y Casariche (18,02 tCO<sub>2</sub>/ha-año). El primer, segundo y quinto municipio pertenecen a la comarca Sierra Sur; son municipios de tamaño medio con una alta proporción de la superficie de los respectivos términos municipales cubierta de olivar. La Puebla del Río y Aznalcázar están situados en la esquina suroeste de la provincia con una alta proporción de la superficie de los respectivos términos municipales cubierta de coníferas, marismas y arrozales. El municipio de la comarca Sierra Norte con el valor más alto de este cociente es Las Navas de la Concepción (14,15 tCO<sub>2</sub>/ha-año), en el puesto 20.

Tabla 2. Saldo total de CO<sub>2</sub>, superficie del término municipal y cociente entre ambos valores.

N	Municipio	Sc02	Sr	Sc02/Sr	N	Municipio	Sc02	Sr	Sc02/Sr
1	Gilena	104.135,81	5.096,36	20,43	54	Guadalcanal	310.767,15	27.338,81	11,37
2	Badolatosa	92.423,79	4.777,88	19,34	55	Gerena	146.642,12	12.922,39	11,35
3	Puebla del Río, La	711.240,81	37.503,80	18,96	56	Fuentes de Andalucía	170.257,07	15.055,91	11,31
4	Aznalcázar	833.414,52	45.017,64	18,51	57	Molares, Los	48.175,81	4.279,65	11,26
5	Casariche	95.308,18	5.288,38	18,02	58	Aznalcóllar	224.396,81	19.946,86	11,25
6	Martín de la Jara	87.419,56	4.922,31	17,76	59	San Nicolás del Puerto	50.516,28	4.498,75	11,23
7	Isla Mayor	199.153,09	11.451,29	17,39	60	Castilleja del Campo	18.168,03	1.624,09	11,19
8	Villamanrique de la Condesa	96.433,47	5.774,26	16,70	61	Huévar del Aljarafe	63.108,86	5.760,57	10,96
9	Pedrera	100.806,24	6.063,22	16,63	62	Burguillos	46.150,71	4.318,02	10,69
10	Alcolea del Río	81.342,52	5.019,84	16,20	63	Lebrija	395.960,50	37.558,05	10,54
11	Pruna	156.501,12	10.065,47	15,55	64	Real de la Jara, El	164.529,11	15.714,73	10,47
12	Albaida del Aljarafe	16.861,45	1.093,41	15,42	65	Cabezas de San Juan, Las	240.235,09	22.990,07	10,45
13	Marinaleda	37.456,28	2.481,98	15,09	66	Castilblanco de los Arroyos	336.418,51	32.384,05	10,39
14	Algámitas	30.650,61	2.042,60	15,01	67	Roda de Andalucía, La	76.434,80	7.674,11	9,96
15	Saucejo, El	138.423,41	9.220,01	15,01	68	Alanís	254.898,20	28.087,67	9,08
16	Lora del Río	430.032,71	29.437,10	14,61	69	Guillena	199.112,03	22.713,89	8,77
17	Rubio, El	29.810,69	2.079,87	14,33	70	Alcalá del Río	71.854,45	8.264,83	8,69
18	Pilas	65.522,73	4.599,86	14,24	71	Coria del Río	51.288,08	6.272,77	8,18
19	Osuna	841.827,28	59.238,91	14,21	72	Garrobo, El	35.434,72	4.436,41	7,99
20	Navas de la Concepción, Las	89.662,18	6.337,54	14,15	73	Tocina	11.751,90	1.562,21	7,52
21	Montellano	165.054,03	11.676,47	14,14	74	Estepa	142.496,91	18.994,71	7,50
22	Madroñío, El	145.625,85	10.306,83	14,13	75	Mairena del Alcor	51.655,80	6.996,41	7,38
23	Puebla de Cazalla, La	266.904,93	18.935,32	14,10	76	Morón de la Frontera	312.794,76	43.207,86	7,24
24	Corrales, Los	95.019,44	6.752,34	14,07	77	Cuervo de Sevilla, El	21.814,20	3.046,72	7,16
25	Lora de Estepa	24.812,70	1.808,47	13,72	78	Umbrete	8.676,06	1.243,17	6,98
26	Benacazón	43.576,45	3.219,56	13,53	79	Brenes	14.424,68	2.170,30	6,65
27	Bollullos de la	84.508,34	6.263,36	13,49	80	Ronquillo, El	47.980,07	7.657,93	6,27

	Mitación								
28	Campana, La	168.060,71	12.581,34	13,36	81	Luisiana, La	23.542,62	4.298,01	5,48
29	Arahal	268.692,63	20.120,93	13,35	82	Almensilla	7.487,55	1.409,63	5,31
30	Peñaflor	110.025,53	8.291,43	13,27	83	Algaba, La	8.956,85	1.815,47	4,93
31	Villanueva del Río y Minas	200.030,67	15.080,22	13,26	84	Rinconada, La	62.567,58	13.857,43	4,52
32	Coripe	67.993,12	5.145,98	13,21	85	Salteras	25.008,93	5.748,78	4,35
33	Puebla de los Infantes, La	203.842,86	15.427,72	13,21	86	Palacios y Villafranca, Los	44.509,32	10.956,10	4,06
34	Pedroso, El	412.470,43	31.434,53	13,12	87	Valencina de la Concepción	10.040,65	2.511,19	4,00
35	Villanueva de San Juan	45.365,35	3.474,74	13,06	88	Villanueva del Ariscal	428,05	472,32	0,91
36	Marchena	493.595,95	37.915,01	13,02	89	Carrión de los Céspedes	-190,25	611,35	-0,31
37	Cazalla de la Sierra	459.527,76	35.612,12	12,90	90	Viso del Alcor, El	-1.851,84	2.023,01	-0,92
38	Herrera	68.988,46	5.346,71	12,90	91	Espartinas	-2.126,07	2.270,84	-0,94
39	Écija	1.257.528,21	97.860,38	12,85	92	Dos Hermanas	-43.887,00	15.994,04	-2,74
40	Cantillana	134.911,64	10.711,05	12,60	93	Palomares del Río	-7.037,50	1.310,86	-5,37
41	Constantina	606.000,56	48.145,56	12,59	94	Castilleja de Guzmán	-1.112,65	203,76	-5,46
42	Paradas	135.729,29	10.982,68	12,36	95	Santiponce	-5.040,21	836,26	-6,03
43	Almadén de la Plata	313.095,76	25.601,94	12,23	96	Gelves	-10.512,26	806,95	-13,03
44	Villaverde del Río	50.053,01	4.117,13	12,16	97	Bormujos	-18.576,51	1.273,75	-14,58
45	Castillo de las Guardas, El	313.426,75	25.906,97	12,10	98	Mairena del Aljarafe	-34.219,12	1.751,54	-19,54
46	Aguadulce	16.526,62	1.369,22	12,07	99	Alcalá de Guadaíra	-693.738,80	28.513,46	-24,33
47	Utrera	825.987,27	68.478,24	12,06	100	Gines	-14.392,82	391,98	-36,72
48	Carmona	1.105.480,97	92.256,99	11,98	101	Camas	-46.157,70	1.160,51	-39,77
49	Lantejuela	21.159,17	1.775,04	11,92	102	Tomares	-21.581,58	522,44	-41,31
50	Cañada Rosal	30.699,77	2.582,89	11,89	103	Sevilla	-623.857,67	14.213,10	-43,89
51	Coronil, El	106.765,78	9.168,97	11,64	104	Castilleja de la Cuesta	-17.402,62	217,43	-80,04
52	Olivares	52.546,74	4.554,37	11,54	105	San Juan de Aznalfarache	-39.432,73	407,73	-96,71
53	Sanlúcar la Mayor	155.945,55	13.633,07	11,44		Total provincia	14.805.745,68	1.404.348,19	10,54

(\*) Nota. Saldo total de CO<sub>2</sub> (columna Sc<sub>02</sub>, expresado en tCO<sub>2</sub>/año), superficie del término municipal (columna Sr<sub>t</sub>, expresada en hectáreas) y cociente entre ambos valores (columna Sc<sub>02</sub>/Sr<sub>t</sub>, expresado en tCO<sub>2</sub>/ha-año) para los municipios sevillanos y para el total de la provincia de Sevilla (casillas coloreadas en gris). Los municipios están ordenados de mayor a menor saldo total de CO<sub>2</sub> por hectárea y año. Fuente: SIOSE (2016).

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 3 recoge los datos de CO<sub>2</sub> absorbido, CO<sub>2</sub> emitido, saldo de CO<sub>2</sub>, superficie y saldo total de CO<sub>2</sub> por hectárea correspondientes a las comarcas sevillanas. La comarca Sierra Norte es la que tiene el mayor saldo total de CO<sub>2</sub> (4.134.347 tCO<sub>2</sub>/ha), seguida por la comarca Sierra Sur (2.205.566 tCO<sub>2</sub>/ha). La comarca Metropolitana de Sevilla es la única con un saldo de CO<sub>2</sub> negativo (-512.289 tCO<sub>2</sub>/ha). La comarca Aljarafe tiene el valor más alto de saldo de CO<sub>2</sub> por hectárea (15,33 tCO<sub>2</sub>/ha-año), seguida por la comarca Sierra Sur (13,92 tCO<sub>2</sub>/ha-año).

Tabla 3. Valores de CO<sub>2</sub> absorbido, CO<sub>2</sub> emitido, saldo de CO<sub>2</sub>, superficie y saldo total de CO<sub>2</sub> por hectárea correspondientes a las comarcas sevillanas.

Comarca	CO <sub>2(a)</sub>	CO <sub>2(e)</sub>	Sc <sub>CO<sub>2</sub></sub>	S <sub>c</sub>	Sc <sub>CO<sub>2</sub></sub> /S <sub>c</sub>
Aljarafe	1.627.867	188.867	1.439.000	93.867,03	15,33
Bajo Guadalquivir	2.112.121	428.673	1.683.448	156.477,80	10,76
Campiña de Carmona	1.601.610	278.264	1.323.346	113.857,75	11,62
Campiña de Morón y Marchena	2.260.222	549.457	1.710.765	147.984,25	11,56
Écija	1.724.481	242.453	1.482.028	119.797,19	12,37
Metropolitana de Sevilla	2.176.341	2.688.630	-512.289	148.629,54	-3,45
Sierra Norte	4.623.878	309.531	4.314.347	374.474,70	11,52
Sierra Sur	2.758.369	552.803	2.205.566	158.472,33	13,92
Vega del Guadalquivir	1.374.011	214.477	1.159.534	90.787,60	12,77

Fuente: SIOSE (2016) y Tabla 1. Elaboración propia.

La tabla 4 recoge el saldo total de CO<sub>2</sub> y la correspondiente valoración económica de dicho saldo para los municipios sevillanos con saldo total positivo y para el total de la provincia de Sevilla.

Tabla 4. Saldo total de CO<sub>2</sub> y valoración económica de los municipios sevillanos con saldo positivo de CO<sub>2</sub> y para el total de la provincia de Sevilla (casillas coloreadas en gris).

N	Municipio	Sc <sub>CO<sub>2</sub></sub>	VE (€)	N	Municipio	Sc <sub>CO<sub>2</sub></sub>	VE (€)
1	Écija	1.257.528	18.862.923	46	Badolatosa	92.424	1.386.357
2	Carmona	1.105.481	16.582.215	47	Navas de la Concepción, Las	89.662	1.344.933
3	Osuna	841.827	12.627.409	48	Martín de la Jara	87.420	1.311.293
4	Aznalcázar	833.415	12.501.218	49	Bollullos de la Mitación	84.508	1.267.625
5	Utrera	825.987	12.389.809	50	Alcolea del Río	81.343	1.220.138
6	Puebla del Río, La	711.241	10.668.612	51	Roda de Andalucía, La	76.435	1.146.522
7	Constantina	606.001	9.090.008	52	Alcalá del Río	71.854	1.077.817
8	Marchena	493.596	7.403.939	53	Herrera	68.988	1.034.827
9	Cazalla de la Sierra	459.528	6.892.916	54	Coripe	67.993	1.019.897
10	Lora del Río	430.033	6.450.491	55	Pilas	65.523	982.841
11	Pedroso, El	412.470	6.187.056	56	Huévar del Aljarafe	63.109	946.633
12	Lebrija	395.961	5.939.408	57	Rinconada, La	62.568	938.514
13	Castilblanco de los Arroyos	336.419	5.046.278	58	Olivares	52.547	788.201
14	Castillo de las Guardas, El	313.427	4.701.401	59	Mairena del Alcor	51.656	774.837
15	Almadén de la Plata	313.096	4.696.436	60	Coria del Río	51.288	769.321
16	Morón de la Frontera	312.795	4.691.921	61	San Nicolás del Puerto	50.516	757.744
17	Guadalcanal	310.767	4.661.507	62	Villaverde del Río	50.053	750.795
18	Arahal	268.693	4.030.389	63	Molares, Los	48.176	722.637
19	Puebla de Cazalla, La	266.905	4.003.574	64	Ronquillo, El	47.980	719.701
20	Alánis	254.898	3.823.473	65	Burguillos	46.151	692.261
21	Cabezas de San Juan, Las	240.235	3.603.526	66	Villanueva de San Juan	45.365	680.480

22	Aznalcóllar	224.397	3.365.952	67	Palacios y Villafranca, Los	44.509	667.640
23	Puebla de los Infantes, La	203.843	3.057.643	68	Benacazón	43.576	653.647
24	Villanueva del Río y Minas	200.031	3.000.460	69	Marinaleda	37.456	561.844
25	Isla Mayor	199.153	2.987.296	70	Garrobo, El	35.435	531.521
26	Guillena	199.112	2.986.680	71	Cafuña Rosal	30.700	460.497
27	Fuentes de Andalucía	170.257	2.553.856	72	Algámitas	30.651	459.759
28	Campana, La	168.061	2.520.911	73	Rubio, El	29.811	447.160
29	Montellano	165.054	2.475.810	74	Salteras	25.009	375.134
30	Real de la Jara, El	164.529	2.467.937	75	Lora de Estepa	24.813	372.191
31	Pruna	156.501	2.347.517	76	Luisiana, La	23.543	353.139
32	Sanlúcar la Mayor	155.946	2.339.183	77	Cuervo de Sevilla, El	21.814	327.213
33	Gerena	146.642	2.199.632	78	Lantejuela	21.159	317.388
34	Madroño, El	145.626	2.184.388	79	Castilleja del Campo	18.168	272.520
35	Estepa	142.497	2.137.454	80	Albaida del Aljarafe	16.861	252.922
36	Saucedo, El	138.423	2.076.351	81	Aguadulce	16.527	247.899
37	Paradas	135.729	2.035.939	82	Brenes	14.425	216.370
38	Cantillana	134.912	2.023.675	83	Tocina	11.752	176.279
39	Peñaflor	110.026	1.650.383	84	Valencina de la Concepción	10.041	150.610
40	Coronil, El	106.766	1.601.487	85	Algaba, La	8.957	134.353
41	Gilena	104.136	1.562.037	86	Umbrete	8.676	130.141
42	Pedrera	100.806	1.512.094	87	Almensilla	7.488	112.313
43	Villamanrique de la Condesa	96.433	1.446.502	88	Villanueva del Ariscal	428	6.421
44	Casariche	95.308	1.429.623		Total provincia	14.805.746	222.086.185
45	Corrales, Los	95.019	1.425.292				

Fuente: Elaboración propia.

## 4. Discusión

Este trabajo propone una metodología para valorar económicamente el saldo de CO<sub>2</sub> de un territorio basado en los datos sobre absorción de CO<sub>2</sub> de los diferentes usos y coberturas vegetales, en los datos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> y en la legislación sobre impuestos de gases fluorados. Esta metodología se aplica a los municipios de la provincia de Sevilla. La metodología descrita en este trabajo permite valorar económicamente el saldo total de CO<sub>2</sub> de un término municipal. Hay que realizar varias puntualizaciones antes de continuar.

La vegetación urbana se considera como sumidero de CO<sub>2</sub> porque el denominado verde urbano hace que las zonas antropizadas resulten menos inhóspitas y, además, porque absorbe parte del CO<sub>2</sub> que debería absorber la vegetación preexistente en la zona antes de construir. Los planteamientos de este trabajo ponen en valor la vegetación urbana y destacan su importancia como sumidero de CO<sub>2</sub>. Las administraciones públicas, principalmente ayuntamientos y diputaciones provinciales deben favorecer la siembra, el desarrollo y el mantenimiento de toda clase de vegetación urbana, así como el denominado verde en altura: vegetación en azoteas, terrazas, paredes de edificios, etc.

Este trabajo considera también la vegetación agrícola por criterios que se desarrollarán más adelante.

No escapa a nuestra atención que es necesario realizar estudios con un mayor grado de resolución sobre las proporciones de cada cobertura vegetal que permitan un cálculo más exacto de la absorción de CO<sub>2</sub>. También habría que disponer de un mayor número de estudios sobre absorción de CO<sub>2</sub> por los distintos tipos de coberturas vegetales. Hay que subrayar que los valores de absorción de CO<sub>2</sub> son valores estimados, y un mayor número de estudios permitirían una estimación más exacta. Este trabajo es una primera aproximación en el proceso de situar a los municipios rurales en el lugar apropiado: son sumideros de CO<sub>2</sub>.

La provincia de Sevilla, en su conjunto, presenta un saldo total de CO<sub>2</sub> positivo, con un valor estimado de casi 15 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. La vegetación ornamental, cultivada y natural presente en la provincia absorbe más CO<sub>2</sub> que el emitido por las diferentes actividades que se realizan en la provincia. La alta variabilidad observada en los saldos de CO<sub>2</sub> municipales es un reflejo de los diferentes tamaños de los términos municipales, de los variados patrones en los usos del suelo y las coberturas vegetales, y de las distintas actividades emisoras de CO<sub>2</sub>.

15 de los 17 municipios con valores negativos del saldo total de CO<sub>2</sub> pertenecen a la comarca Metropolitana de Sevilla. La mayoría de ellos están situados en la meseta del Aljarafe y son municipios de tamaño pequeño. Estos municipios en particular y los más próximos a la ciudad de Sevilla, en general, se han caracterizado por un gran crecimiento del suelo urbano, sobre todo en los años 80 y 90 del siglo pasado. Se han sustituido terrenos agrícolas y algunos terrenos con vegetación natural, que absorben bastante CO<sub>2</sub>, por cemento y asfalto que absorben muy poco CO<sub>2</sub>.

Esta ocupación del territorio implica dos consecuencias negativas relacionadas con el cambio climático. La primera consecuencia negativa es que se alejan los lugares de producción de algunos productos agropecuarios que puedan consumirse en el término municipal por lo que se aumentan las emisiones de CO<sub>2</sub> a causa del transporte de mercancías. La segunda consecuencia negativa es el efecto “isla de calor” que producen el cemento y el asfalto si no se realiza una adecuada planificación con la vegetación urbana; esta “isla de calor” hace que los núcleos urbanos se vuelvan inhóspitos para los desplazamientos a pie, favoreciendo el uso del vehículo privado y aumentando las emisiones de CO<sub>2</sub>. Se produce un círculo vicioso.

La importancia de la vegetación en los núcleos urbanos queda reflejada por el puesto octavo que ocupa la cobertura “parques” con una absorción estimada de 36,15 tCO<sub>2</sub>/Ha-año, según las estimaciones de absorción de CO<sub>2</sub> realizadas en este trabajo. Los planeamientos urbanísticos deben enriquecer con zonas verdes los diseños urbanísticos. El arbolado viario puede ser un elemento fundamental para convertir cemento y asfalto desérticos en un agradable paseo arbolado que absorbe parte del CO<sub>2</sub> emitido por el tráfico rodado circulante por esa calle.

Hay 88 municipios con valores positivos del saldo total de CO<sub>2</sub>. Los tres municipios con los valores más altos son municipios eminentemente agrícolas (Écija, Carmona y Osuna). Aznalcázar tiene el cuarto valor más alto, y tiene una importante proporción de su término municipal cubierto por coníferas y por marismas. Utrera, el

quinto valor más alto, es un municipio eminentemente agrícola. Estos datos nos hacen ver la importancia de la vegetación agrícola en la reducción del CO<sub>2</sub> atmosférico.

Se puede alegar que donde hay vegetación agrícola no hay vegetación natural. Según las estimaciones de absorción de CO<sub>2</sub> realizadas en este trabajo, las distintas coberturas vegetales con formaciones arboladas absorben mucho más CO<sub>2</sub> que los cultivos de los diferentes tipos de frutales. Así, la cobertura “frutales de pepita” está en el puesto 21 con una absorción estimada de 29,19 tCO<sub>2</sub>/ha-año, la cobertura “olivar” está en el puesto 33 con una absorción estimada de 22,58 tCO<sub>2</sub>/ha-año y la cobertura “cítricos” está en el puesto 36 con una absorción estimada de 21,15 tCO<sub>2</sub>/ha-año. La cobertura “formación arbolada: coníferas” ocupa el primer lugar con una absorción estimada de 56,49 tCO<sub>2</sub>/ha-año. La cobertura “formación arbolada: eucaliptos” ocupa el tercer puesto con una absorción estimada de 56,26 tCO<sub>2</sub>/ha-año. Se podría plantear la repoblación de todos los terrenos agrícolas con coníferas, o con eucaliptos, aunque no sea una especie autóctona, pero entonces caeríamos en la primera consecuencia negativa señalada más arriba: el alejamiento de los lugares de producción de los productos agropecuarios. La vegetación agrícola es una necesidad y, ya que está ahí, aprovechemos que absorbe CO<sub>2</sub>. Un aspecto adicional es que la agricultura se practique según criterios ecológicos, pero no se debería demonizar o menospreciar a la vegetación cultivada.

Todos los municipios con un saldo total de CO<sub>2</sub> positivo tienen dos características poco consideradas hasta el momento:

-Bajas emisiones de CO<sub>2</sub> a causa de la casi nula presencia del sector industrial y con actividades económicas emisoras de poco CO<sub>2</sub>, en general. No debemos olvidar que algunos de los municipios sevillanos están “obligados” a no poder tener determinadas actuaciones en su término municipal por pertenecer a un espacio protegido.

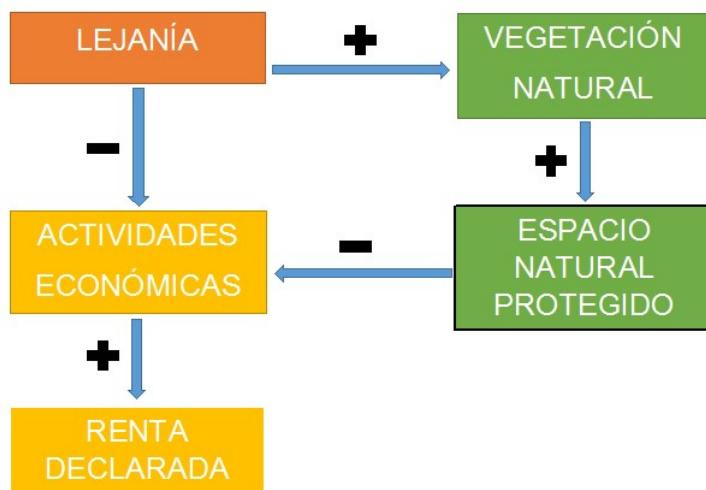
-Grandes superficies con vegetación natural o cultivada que actúan como sumideros de CO<sub>2</sub>, absorbiendo grandes cantidades de este gas. Es la principal consecuencia de estar situados en un espacio protegido o en zonas agrícolas con un escaso desarrollo industrial.

Se puede realizar el planteamiento de sumar el valor económico obtenido al valorar el CO<sub>2</sub> total absorbido por los municipios con el valor de los presupuestos municipales. En definitiva, se trata de plantear la posibilidad de que tengan una compensación económica por ser sumideros de CO<sub>2</sub>. La mejora económica resultante puede no ser demasiado alta, pero puede suponer una ayuda para aquellos municipios con un nivel económico más bajo. El impuesto sobre gases fluorados puede usarse, entre otras cosas, para apoyar económicamente a los municipios rurales que no absorben gases fluorados, pero sí absorben CO<sub>2</sub>, mucho CO<sub>2</sub>, y no pueden tener actividades económicas que produzcan mucho empleo y mucho dinero porque éstas no son compatibles con la existencia de un espacio protegido o, simplemente, porque dichos municipios están lejos de, o mal comunicados con, los principales centros económicos.

Es posible que esta lejanía, o mala comunicación, sea la causa de mantener una vegetación natural importante y digna de ser protegida, o reduzca la actividad

económica a las actividades agrícolas y ganaderas. Pero esta situación puede hacer que se entre en un círculo vicioso como el que se recoge en la figura 2 que se centra más en los territorios con espacios protegidos. El efecto final es que la renta económica sea muy baja, porque los factores Lejanía, Vegetación Natural y Espacio Natural Protegido producen una disminución de la renta. Hay que plantearse alguna solución que revierta este efecto de empobrecimiento generalizado.

Figura 2. Diagrama causal propuesto para las relaciones que se desarrollan en el texto. Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

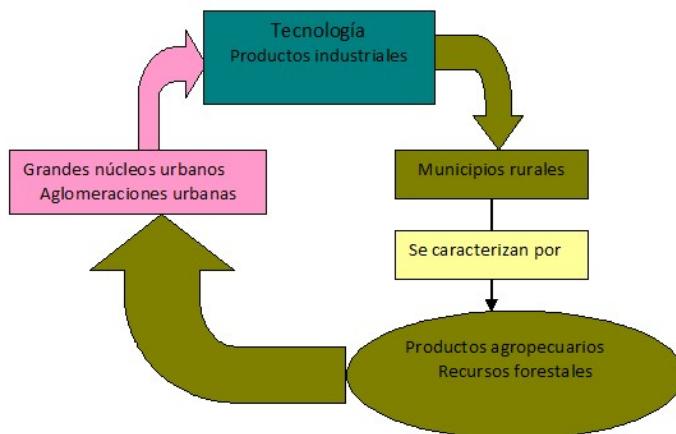
Una conclusión evidente es que los municipios con un saldo positivo de CO<sub>2</sub> son municipios típicamente rurales. Son municipios en los que el suelo urbano se ha incrementado poco o nada en los últimos años, y que mantienen, mejor o peor, los espacios con vegetación natural, y una alta proporción de suelo dedicada a la agricultura.

La mayor parte de los municipios estudiados se caracterizan por tener unas bajas emisiones de CO<sub>2</sub> y porque conservan grandes zonas con vegetación natural y cultivada. Hay que resaltar que un alto nivel de absorción de CO<sub>2</sub> no justifica que se puedan realizar actividades que produzcan grandes emisiones de CO<sub>2</sub>.

El ámbito de estudio, la provincia de Sevilla, está formado mayoritariamente por municipios rurales. Las posibles relaciones económicas entre los municipios rurales y las aglomeraciones urbanas se muestran en la figura 3, sin ánimo de realizar un profundo estudio económico. Las aglomeraciones urbanas y los municipios eminentemente urbanos aportan a los municipios rurales diversos productos

industriales y tecnología en sentido amplio. Los municipios rurales aportan a las aglomeraciones urbanas diversos productos agropecuarios (carne, leche, huevos, trigo, aceite, hortalizas, etc.) y recursos forestales en sentido amplio (madera, esencias, actividades lúdico-recreativas, etc.).

Figura 3. Relaciones existentes entre los municipios rurales y las aglomeraciones urbanas. Elaboración propia.



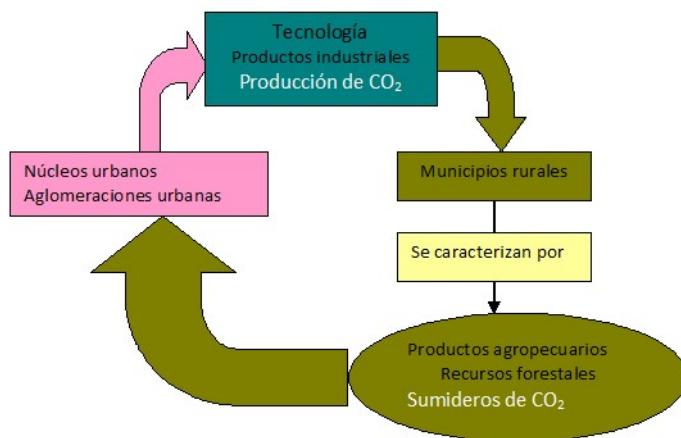
Fuente: Elaboración propia.

Este trabajo propone una modificación a este planteamiento. Parece razonable añadir la producción de CO<sub>2</sub> en la parte superior de la figura 3, y el concepto sumidero de CO<sub>2</sub> en la parte inferior de la figura 3 para obtener la figura 4.

Las aglomeraciones urbanas en general, y los municipios urbanos en particular, producen una gran cantidad de CO<sub>2</sub>, más CO<sub>2</sub> que el que puede absorber la vegetación, tanto natural como cultivada, presente en dichos términos municipales. Los municipios rurales se comportan como sumideros naturales de CO<sub>2</sub>, ya que su vegetación, tanto natural como cultivada, absorbe los excedentes de CO<sub>2</sub> producidos en las aglomeraciones urbanas.

Los datos obtenidos resaltan la importancia de los municipios rurales como agentes mitigadores del cambio climático. Los municipios rurales, actuando como sumideros de CO<sub>2</sub>, están limpiando la atmósfera de un gas que tiene efecto global.

Figura 4. Relaciones existentes entre los municipios rurales y las aglomeraciones urbanas, incluido el CO<sub>2</sub> producido y absorbido. Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

El planteamiento imperante hasta el momento es el que se muestra en la figura 4: los municipios rurales aportan a los núcleos urbanos productos agropecuarios y recursos forestales, en sentido amplio. Este trabajo propone que dicho planteamiento debe cambiar, tal y como se muestra en la figura 5. Los municipios rurales, además de lo anterior, son los sumideros del CO<sub>2</sub> producido en los municipios urbanos y en las aglomeraciones urbanas.

Los municipios con saldo de CO<sub>2</sub> positivo deben procurar mantener esta situación y plantearla como un valor ecológico añadido junto a todas aquellas características positivas que tengan dichos municipios. Los municipios que actúan como sumideros de CO<sub>2</sub> están limpiando la atmósfera de este gas y deberían ser compensados por mantener las características naturales de su territorio.

Hay que recordar que los municipios situados en espacios naturales protegidos tienen limitadas las actividades económicas que pueden establecerse en sus términos municipales según los diferentes PORNs y PRUGs, así como según indique la legislación europea correspondiente, si es de aplicación. El hecho de formar parte de un espacio natural condiciona el tipo de desarrollo económico que pueda tener un municipio rural porque no todas las posibles actividades económicas pueden llevarse a cabo en estos municipios.

La metodología desarrollada en este trabajo tiene como resultado final unas cantidades económicas cuando se valora en euros el saldo de CO<sub>2</sub> de un municipio (ver tabla 4). Dichas cantidades económicas pueden ser bastante altas en algunos casos. Este trabajo propone que estas cantidades se usen para compensar a los municipios que conservan una vegetación que tiene la función añadida de sumidero de CO<sub>2</sub>. Los municipios rurales estudiados en este trabajo no han recibido muchos de

los beneficios directos del desarrollo económico que se ha producido en otras zonas de Andalucía. Varios factores pueden contribuir a esta falta de desarrollo económico:

-El alto porcentaje de población mayor de 65 años que presentan muchos de estos municipios como consecuencia de las migraciones por cuestiones económicas que se produjeron en España durante los años 50 a 70 del siglo pasado.

-El bajo número de habitantes que, tradicionalmente, han tenido gran parte de los municipios estudiados, número que se ha visto más disminuido por las migraciones señaladas anteriormente. La provincia de Sevilla tiene 43 municipios con menos de 5.000 habitantes, lo que supone un 40,95 % del total de municipios sevillanos.

-Un mal sistema de comunicaciones, con accesos difíciles en la mayoría de los municipios estudiados, que ha favorecido un aislamiento geográfico, y que sólo está resuelto parcialmente en la actualidad.

La falta de oportunidades económicas y de un desarrollo económico similar al realizado en determinadas zonas del resto de España y de Andalucía pudo favorecer, en parte, la conservación de la vegetación natural. Puede ser el momento de ver la vegetación natural como un recurso económico potencialmente importante.

El valor económico obtenido para el saldo de CO<sub>2</sub> debe plantearse como una compensación económica por una labor realizada en el municipio y no considerada hasta el momento. La entrega de este dinero, si se llegara a realizar, debe hacerse con una serie de condicionantes para su uso y se deben establecer los correspondientes controles administrativos para comprobar que se usa de la forma apropiada.

Los posibles usos de esta compensación económica, sin ánimo de realizar una lista exhaustiva, pueden ser:

-Aumento y mejora de la vegetación urbana: más zonas verdes, más arbolado viario, etc., usando siempre especies autóctonas. Muchos núcleos rurales tienen una escasa presencia de zonas verdes, quizás porque la vegetación natural la tienen casi a la vuelta de la esquina.

-Aumento de la superficie dedicada a la agricultura ecológica y a la ganadería extensiva. Se deben recuperar prácticas agrícolas y ganaderas tradicionales, potenciando el uso de variedades de plantas y de razas animales autóctonas.

-Fomento de trabajos y productos tradicionales de la zona: artesanía, productos derivados de la agricultura y de la ganadería, etc., recuperando todas aquellas actividades tradicionales que pudieran existir en la zona bajo estudio.

-Aumento y mejora de las zonas con vegetación natural. Se debe realizar un estudio del término municipal para detectar aquellas zonas donde se pueda realizar una repoblación con especies autóctonas, siempre y cuando no se modifiquen negativamente ecosistemas con especies autóctonas y protegidas. Hay que mantener y mejorar el ser un sumidero de CO<sub>2</sub>.

-Fomento de las actividades relacionadas con la naturaleza: senderismo, turismo ecológico, etc., siempre y cuando no afecten negativamente a los ecosistemas presentes en la zona.

-Mejora de las infraestructuras viarias para romper el aislamiento geográfico de muchos de estos municipios rurales.

-Mejora de las conexiones relacionadas con las tecnologías de la información y el conocimiento para disminuir la brecha digital existente entre estos municipios rurales y los municipios urbanos.

Todas estas propuestas generan empleo y son actividades que no producen demasiadas emisiones de CO<sub>2</sub> por lo que mantendrían la característica de sumidero de CO<sub>2</sub> que tienen estos municipios. Como factor adicional, estas propuestas pueden hacer más atractivos los municipios estudiados para la población activa, la población mayor de 16 años y menor de 67 años. La llegada de personas en este intervalo de edad mejoraría los valores de diferentes indicadores demográficos.

## 5. A modo de conclusiones

Sería deseable que estas propuestas sirvan como incentivo económico de los municipios rurales, permitiendo reducir la emigración e, incluso, que se pueda revertir dicho fenómeno al favorecer la inmigración.

Este proceso se inicia partiendo de una premisa que ha quedado demostrada en este trabajo: los municipios rurales son sumideros de CO<sub>2</sub>. El proceso se continúa con la aceptación de realizar algún tipo de compensación económica hacia estos municipios rurales. Este trabajo propone un método para calcular esta compensación económica y cuáles son los municipios que deberían recibir dicha compensación económica.

Hay que indicar que se usa la palabra compensación y no la palabra subvención ni la palabra inversión. La filosofía del planteamiento es reconocer el papel de los municipios rurales como sumideros de CO<sub>2</sub> y que esta situación debe compensarse.

El planteamiento novedoso de compensar económicamente a estos municipios por el CO<sub>2</sub> que absorbe la vegetación que hay en sus términos municipales permite la posibilidad de una pequeña mejoría en el aspecto económico. La posible inversión en infraestructuras de diverso tipo y en varias actuaciones pueden revertir, al menos parcialmente, el proceso de envejecimiento y vaciado de los municipios. Las actuaciones planteadas, y muchas más que se le pueden ocurrir a cualquiera que se siente a pensar un poco, pueden atraer población joven y pueden rejuvenecer a los municipios estudiados.

La metodología usada en este trabajo puede aplicarse a cualquier territorio andaluz o español con municipios rurales. La valoración económica del CO<sub>2</sub> absorbido por la vegetación muestra un servicio importantísimo que realizan los municipios rurales y que consideramos que no se había valorado suficientemente hasta la realización de este trabajo.

## 6. Bibliografía

- Comisión Europea (s.n.). Consecuencias del cambio climático. Ver en: [www.climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change\\_es](http://www.climate.ec.europa.eu/climate-change/consequences-climate-change_es). Consultado el 7-7-2023.
- Dajoz, R. (1979). Tratado de Ecología, 2<sup>a</sup> edición revisada y ampliada. España. Ediciones Mundi-Prensa. 1979.
- DAP (1999). Frutos de cáscara y algarrobo: un sector amenazado. Documento de reflexión. España. 1999.
- Federación Española de Municipios y Provincias. Red Española de Ciudades por el Clima (2011). Los sumideros de carbono a nivel local.
- Goerlich, F. J., Reig, E. y Cantarino, I. Delimitación y características de las áreas rurales españolas. En XLII Reunión de Estudios Regionales-AECR. International Conference on Regional Science. Treinta años de integración en Europa desde la perspectiva regional: balance y nuevos retos. 16-18 de noviembre de 2016. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales de la Universidad de Santiago de Compostela.
- Guimaraes Bermejo, M. y González de Zayas, R. Productividad primaria en Laguna Larga, Cayo Coco, Cuba. En Rev. Mar. Cost. Vol. 3. 31-41. Diciembre 2011.
- Instituto Geográfico Nacional (2016). Sistema de Información sobre Ocupación de Suelo en España, sección Andalucía (SIOSE\_A), por municipios, 2016. Centro Nacional de Información Geográfica. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Junta de Andalucía. Consultado el 1-11-2022.
- Junta de Andalucía (2012). Estimación de la función sumidero de las nuevas plantaciones de olivar en Andalucía: 1990-2011. Consejería de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Junta de Andalucía (2019). Análisis de la densidad en plantaciones de olivar en Andalucía. Servicio de Estudios y Estadísticas. Secretaría General de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.
- Junta de Andalucía (2020). Inventario de Emisiones a la Atmósfera de Andalucía 2003-2019. Tabla 12.03.03 Emisiones por provincia, municipio, sector de actividad, grupo contaminante y contaminante, años 2013-2019. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. 2020.
- Margalef, R. (1982). Ecología, 4<sup>a</sup> reimpresión. España. Ediciones Omega. 1982.
- Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico (2019). Guía para la estimación de absorciones de dióxido de carbono. Versión 4. 2019.
- Mota, C., Alcaraz-López, C., Iglesias, M., Martínez-Ballesta, M.C. y Carvajal, M. (2011). Investigación sobre la absorción de CO<sub>2</sub> por los cultivos más representativos de la Región de Murcia. En Hortic. Global. 294. 58-63.
- Rodríguez Mellado, J.M. y Rivero Pallarés, F. (2012). Indicador para la sostenibilidad de la actividad urbanística: Balance CO<sub>2</sub> producido/CO<sub>2</sub> absorbido de la Aglomeración Urbana de Sevilla. En 9º Congreso Nacional de Medio Ambiente.
- Universidad de Murcia (2008). Lección 11. Producción Primaria y Respiración de la comunidad. Ver en: <https://www.um.es/documents/4874468/18074849/leccion-11.pdf/756196ee-41e2-4383-be3c-a81cb74179c8>. Consultado el 7-7-2023.

- VV.AA. (s.n.). <https://www.agroptima.com/es/blog/rentabilidad-del-almendro/>. Consultado el 1-11-2022.
- VV.AA. (s.n.). Composición de las manzanas y las peras. Ver en: [www.tecnoagricola.es/composicion-de-las-manzanas-y-peras](http://www.tecnoagricola.es/composicion-de-las-manzanas-y-peras). Consultado el 1-11-2022.
- VV.AA. (s.n.). Cosechas de almendras. Ver en: [www.wikifarmer.com/es/cosecha-de-almendro-producción-de-almendras](http://www.wikifarmer.com/es/cosecha-de-almendro-producción-de-almendras). Consultado el 1-11-2022
- Villarreal, P. y Santogni A. (Coordinación). Pautas tecnológicas: frutales de pepita. Manejo y análisis económico y financiero. En Sección comunicaciones. INTA Alto Valle. 2011.

## 7. Anexo I.

Estimaciones del CO<sub>2</sub> absorbido por los diferentes usos y coberturas vegetales. El número entre paréntesis indica la referencia bibliográfica.

101.-Casco. Asimilable a desierto muy árido (12). CO<sub>2(a)</sub> = 0,04 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

117.-Agrícola residencial. Se considera que son urbanizaciones con parcelas en las que hay zonas ajardinadas con construcciones, que se asimilan al uso 2000.-Ensanche, y zonas con algún tipo de cultivo. El cálculo del CO<sub>2</sub> absorbido se realiza asignando el 80 % de la superficie al promedio de una serie de cultivos (405.-Cultivos herbáceo distinto de arroz, 416.-Olivar, 417.-Viñedo, 431.-Cítricos, y 961.-Frutales de hueso) y el 20 % restante se asigna a 2000.-Ensanche. CO<sub>2(a)</sub> = 16,65 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = 0,8 \cdot \frac{(12,89 + 23,86 + 25,51 + 19,12 + 21,15)tCO_2/ha - año}{5} + (0,2 \cdot 1,21tCO_2/ha - año) \quad (4)$$

2000.-Ensanche. Es como 101.-Casco pero puede tener más vegetación. Se asimila a 942.-Roquedos, afloramientos y paredones rocosos (12). CO<sub>2(a)</sub> = 1,21 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

2002.-Discontinuo. Es una zona en parte construida, asimilable a 2000.-Ensanche, y en parte en construcción, asimilable a desiertos muy áridos. Se asigna un 50 % a cada uno. CO<sub>2(a)</sub> = 0,61 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = (0,5 \cdot 1,21 tCO_2/ha - año) + (0,5 \cdot 0,04 tCO_2/ha - año) \quad (5)$$

158.-Parques. Hay que considerar que los árboles pueden ser una mezcla de perennifolios y de caducifolios, que parte de la superficie es zona de césped, y que otra parte puede ser superficie desprovista de vegetación (asimilable a desiertos muy áridos). Tanto la absorción de perennifolios como de caducifolios se multiplica por 1,2 ya que se encuentran en condiciones artificiales. La referencia (7) indica que los cultivos de algas en laboratorio tienen una productividad

promedio 1,2 veces mayor que los equivalentes en lagos; este factor de 1,2 se considerará siempre que se den unas condiciones artificiales. El césped se considera un prado abonado.  $CO_{2(a)} = 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

-La absorción de perennifolios se calcula promediando los valores de absorción de 510.-Formación arbolada densa: quercíneas, 520.-Formación arbolada densa: coníferas, 530.-Formación arbolada densa: eucaliptos, es decir 43,02 tCO<sub>2</sub>/ha-año, que multiplicado por 1,2, se obtiene 51,62 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = 1,2 \cdot \frac{(16,31 + 56,49 + 56,26) \text{ tCO}_2/\text{ha-año}}{3} \quad (6)$$

-La absorción de caducifolios se asimila a 540.- Formación arbolada densa: otras frondosas: 36,09 tCO<sub>2</sub>/ha-año, que multiplicado por 1,2, se obtiene 43,25 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

-Absorción de prados abonados: 25,63 tCO<sub>2</sub>/ha-año (7).

Para calcular la absorción de CO<sub>2</sub> se considera que cada tipo de vegetación ocupa un 30 % de la superficie y el 10 % restante lo ocupa superficie sin vegetación.

$$CO_{2(a)} = 0,3 \cdot (51,62 + 43,25 + 25,63) \text{ tCO}_2/\text{ha-año} + (0,1 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (7)$$

177.-Parques, plazas, jardines, paseos marítimos. Este ítem parece englobar las zonas ajardinadas que tienen una mayor proporción de zonas sin vegetación. A falta de más información, se considera que absorbe un tercio del valor correspondiente a 158.-Parques:  $CO_{2(a)} = 12,05 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

180.-Paseo marítimo. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 12,05 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

936.-Instalaciones de playa. Similar a los dos anteriores.  $CO_{2(a)} = 12,05 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

2005.-Zona verde ajardinada. Similar a los tres anteriores.  $CO_{2(a)} = 12,05 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

122.-Comercial y oficinas. Se considera que un 90 % de la superficie es asimilable a desierto muy árido y el 10 % restante a 158.-Parques.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,9 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,1 \cdot 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (8)$$

124.-Complejo hotelero. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

125.-Complejo comercial y/o de ocio. Similar a los dos anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

129.-Parque tecnológico/empresarial. Similar a los tres anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

130.-Complejo administrativo institucional. Similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

132.-Cementerio. Similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

134.-Penitenciario. Similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

169.-Complejo sanitario. Similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

170.-Complejo educacional. Similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

171.-Complejo religioso. Similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

172.-Camping. Se considera que el 50 % de la superficie es asimilable a desierto muy árido y el 50 % restante a 158.-Parques.  $CO_{2(a)} = 18,10 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,5 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,5 \cdot 36,18 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (9)$$

176.-Instalaciones militares. Similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

181.-Área de servicio. En este caso se considera que el 70 % de la superficie es asimilable a desierto muy árido y el 30 % restante a 158.-Parques.  $CO_{2(a)} = 10,87 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,7 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,3 \cdot 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (10)$$

102.-Yacimiento arqueológico. Debe tener poca vegetación. Se asimila a 2000.-Ensanche.  $CO_{2(a)} = 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

105.-Instalaciones de tenis. Similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

106.-Instalaciones de pádel. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

107.-Instalaciones de atletismo. Se considera que el 60 % de la superficie es asimilable a desierto muy árido y el 40 % restante a 158.-Parques.  $CO_{2(a)} = 14,48 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,6 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,4 \cdot 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (11)$$

108.-Instalaciones de baloncesto. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 14,48 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

123.-Parque recreativo. Se considera similar a 172.-Camping.  $CO_{2(a)} = 18,10 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

135.-Plaza de toros. Similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

136.-Complejo cultural. No está bien definido el tipo de uso del suelo. Se considera similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

138.-Instalaciones de fútbol. Se considera que un 70 % de la superficie es similar a 2000.-Ensanche y el 30 % restante es asimilable a prados abonados.  $CO_{2(a)} = 8,54 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,7 \cdot 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,3 \cdot 25,63 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (12)$$

139.-Hipódromos. Se considera que un 30 % de la superficie es similar a 2000.-Ensanche y el 70 % restante es asimilable a prados abonados.  $CO_{2(a)} = 18,30 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,7 \cdot 25,63 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,3 \cdot 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (13)$$

140.-Circuitos de velocidad. Se considera que un 80 % de la superficie es asimilable a desiertos muy áridos y el 20 % restante es asimilable a 158.-Parques.  $CO_{2(a)} = 7,26$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = (0,8 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) + (0,2 \cdot 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) \quad (14)$$

142.-Campos de golf. Se considera que tiene los mismos componentes que 158.-Parques, pero en distintas proporciones: Perennifolios y caducifolios ocupan un 15 % de superficie cada uno, prados abonados ocupa un 60 % de superficie, y el 10 % es superficie asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 29,61$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = [0,15 \cdot (51,62 + 43,25) \text{ tCO}_2/\text{ha - año}] + (0,6 \cdot 25,63 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) + (0,1 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) \quad (15)$$

143.-Recinto ferial. Similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

144.-Otras instalaciones deportivas. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 3,65$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

173.-Polideportivos. Similar a los dos anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

113.-Agrícola/ganadero. Se considera que un 80 % de la superficie es similar a 2000.-Ensanche y el 20 % restante es similar a 158.-Parques.  $CO_{2(a)} = 8,20$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = (0,8 \cdot 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) + (0,2 \cdot 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) \quad (16)$$

194.-Instalaciones forestales. Se considera que un 20 % de la superficie es similar a 2000.-Ensanche y el 80 % restante es similar al promedio de 510.-Formación arbolada densa: quercíneas, 520.-Formación arbolada densa: coníferas, 530.-Formación arbolada densa: eucaliptos y 540.-Formación arbolada densa: otras frondosas.  $CO_{2(a)} = 33,27$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = (0,2 \cdot 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) + \left(0,8 \cdot \frac{16,31 + 56,49 + 56,26 + 36,09}{4} \text{ tCO}_2/\text{ha - año}\right) \quad (17)$$

118.-Complejo industrial. Similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

119.-Polígono industrial ordenado. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 3,65$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

120.-Polígono industrial sin ordenar. Se considera que habrá zonas construidas, asimilables a 119.-Polígono industrial ordenado, y zonas sin construir con una vegetación que, probablemente, estará muy degradada, asimilable a 925.-Pastizal con claros (rocas y suelo). A falta de más información se asigna el 50 % a cada tipo de cobertura.  $CO_{2(a)} = 5,00$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = (0,5 \cdot 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) + (0,5 \cdot 6,34 \text{ tCO}_2/\text{ha - año}) \quad (18)$$

168.-Industria aislada. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 5,00$  tCO<sub>2</sub>/ha-año.

151.-Zonas mineras. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

346.-Balsa industrial o minera. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

2007.-Zona de extracción o vertido. Similar a los dos anteriores.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

131.-Red viaria. No se especifica si es autovía o carretera de la red primaria o secundaria; también hay que considerar los enlaces, donde puede haber bastante vegetación. Se propone que un 20 % de superficie es la que puede tener vegetación, considerando enlaces y zona de servidumbre. Esta superficie puede tener una gran variedad de coberturas vegetales, por lo que, a falta de más información, se considera el promedio de todas las coberturas con vegetación natural (15,98 tCO<sub>2</sub>/ha-año); el 80 % restante no absorbe.  $CO_{2(a)} = 3,20 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

133.-Red ferroviaria. Se considera que un 20 % de la superficie es asimilable a 921.-Pastizal continuo, un 70 % de la superficie es asimilable a desierto muy árido y un 10 % de la superficie es asimilable a 158.-Parques.  $CO_{2(a)} = 5,09 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,2 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,7 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,1 \cdot 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (19)$$

182.-Vía de comunicación no asfaltada. Este tipo de vía de comunicación puede tener un poco de pastizal en el centro de la vía, asimilable a 925.-Pastizal con claros (rocas y suelo), y se le asigna un 30 % de la superficie; el 50 % de la superficie se considera desierto muy árido, y el 20 % restante se considera que puede estar ocupada por cualquier cobertura con vegetación natural.  $CO_{2(a)} = 5,12 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,3 \cdot 6,34 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,5 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,2 \cdot 15,98 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (20)$$

184.-Vías pecuarias. Se considera similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 5,12 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

2004.-Vial, aparcamiento o zona peatonal sin vegetación. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

127.-Puerto deportivo y/o pesquero. No incluye la zona de agua. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

128.-Puerto industrial. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

156.-Protección costera: dique/espigón. Se considera que el 50 % de la superficie es similar a 217.-Marisma sin vegetación, porque está parcialmente cubierto de agua, y el 50 % restante es asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 1,70 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,5 \cdot 3,35 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,5 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (21)$$

137.-Aeropuertos. Se considera que un 30 % de la superficie está cubierta por 921.-Pastizal, el 10 % de la superficie es asimilable a 158.-Parques y el 60 % restante es asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 5,81 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,3 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,1 \cdot 36,15 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,6 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (22)$$

1700.-Helipuerto. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 5,81 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

152.-Depuradoras y potabilizadoras. Similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

153.-Escombreras y vertederos. Se considera que un 30 % de la superficie es asimilable a 951.-Pastizal continuo, y el 70 % restante es asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 2,20 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,3 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,7 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (23)$$

157.-Depósito de alpechín. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

162.-Plantas de tratamiento. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

164.-Desguaces y chatarrerías. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

159.-Telecomunicaciones. Se considera que un 50 % de la superficie es asimilable a 925.-Pastizal con claros (rocas y suelo), y el 50 % restante es asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 3,19 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,5 \cdot 6,34 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,5 \cdot 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (24)$$

160.-Infraestructura técnica. Se considera similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

175.-Instalaciones desalinizadoras. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

145.-Instalaciones eólicas. Similar a 951.-Pastizal continuo.  $CO_{2(a)} = 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

146.-Instalaciones solares. Se considera la mitad del anterior.  $CO_{2(a)} = 3,62 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

147.-Instalaciones hidroeléctricas. Se refiere a la presa y construcciones aledañas. Se asimila a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

148.-Instalaciones nucleares. Se considera similar a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

149.-Instalaciones térmicas. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

150.-Instalaciones eléctricas. Similar a los dos anteriores.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

174.-Instalaciones conductoras de energía: gaseoducto/oleoducto. Similar a 951.-Pastizal continuo.  $CO_{2(a)} = 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

405.-Cultivo herbáceo distinto de arroz. No especifica si son cultivos de secano o regadío, ni que especies se cultivan; se sobreentiende que se refiere a herbáceas de regadío. Se realiza el promedio de las diez herbáceas de regadío de la referencia (11).  $CO_{2(a)} = 12,73 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

421.-Arrozales. Los arrozales tienen una PPN de 1.755 gC/m<sup>2</sup>-día (referencia 7), que equivale a 23,45 tCO<sub>2</sub>/ha-año. Por otro lado, se tiene que el arroz tiene una PPN de 1.440 gramos de materia seca/m<sup>2</sup>-año (referencia 1), que equivale a 21,14 tCO<sub>2</sub>/ha-año. Promediando ambos valores se obtiene que CO<sub>2(a)</sub> = 22,29 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

403.-Invernaderos de estructura permanente. Se considera asimilable a 405.-Cultivos herbáceos distinto de arroz, pero multiplicado por el factor 1,2. CO<sub>2(a)</sub> = 15,28 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

404.-Invernadero de estructura itinerante o temporal. Se considera que absorbe la mitad del anterior. CO<sub>2(a)</sub> = 7,64 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

416.-Olivar. La densidad promedio de plantación es 258,66 pies/ha, referencia (5). La absorción de CO<sub>2</sub> es 87,29 kgCO<sub>2</sub>/pie-año, obtenida al promediar los valores de las referencias (3), (4) y (8): 51,87 kgCO<sub>2</sub>/pie-año, 80 kgCO<sub>2</sub>/pie-año y 134 kgCO<sub>2</sub>/pie-año, respectivamente. Multiplicando ambas cantidades se obtiene que CO<sub>2(a)</sub> = 22,58 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

417.-Viñedo. Se asimila a uva de mesa de la referencia (11). CO<sub>2(a)</sub> = 19,12 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

431.-Cítricos. Se usa el promedio de los tres cítricos de la referencia (11). CO<sub>2(a)</sub> = 21,15 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

435.-Frutales tropicales. Se considera que la absorción de los cultivos de frutales tropicales se puede asimilar a la de los cultivos de frutales (431.-Cítricos, 961.-Frutales de hueso y 962.-Frutales de pepita) multiplicados por 1,2. CO<sub>2(a)</sub> = 24,73 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

$$CO_{2(a)} = 1,2 \cdot \frac{21,15 + 23,86 + 29,19}{3} \text{ tCO}_2/\text{ha-año} \quad (25)$$

460.-Frutales de cáscara. Son frutales de secano, como el almendro. Margalef (3) supone que los residuos vegetales son un tercio de la productividad primaria en gramos de carbono. Se plantea que la cosecha es asimilable a los residuos. Se promedian los valores de las referencias (2), (15) y (19): 1.796,97 kg/ha-año que equivale a CO<sub>2(a)</sub> = 19,78 tCO<sub>2</sub>/ha-año

961.-Frutales de hueso. Se realiza el promedio de albaricoquero, ciruelo, melocotonero y nectarina de la referencia (11). CO<sub>2(a)</sub> = 23,86 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

962.-Frutales de pepita. Hay datos de producción de manzanas (40 t/ha-año) y de peras (50 t/ha-año), referencia (13). Se toma la media (45 t/ha-año). Manzanas y peras tienen un 85 % de agua; referencia (18). La materia orgánica seca será 6,75 t/ha-año que equivale a CO<sub>2(a)</sub> = 29,19 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

997.-Otros cultivos leñosos. La referencia (2) aporta los datos de producción de avellanas (693,03 kg/ha-año), algarrobo (1.528,95 kg/ha-año) y nogal (2.568,49 kg/ha-año). Realizando un razonamiento similar que para 460.-Frutales de cáscara se obtiene que CO<sub>2(a)</sub> = 17,58 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

989.-Cítrico-viñedo. Se considera que la superficie se reparte por igual entre 431.-Cítricos y 417.-Viñedo. CO<sub>2(a)</sub> = 20,14 tCO<sub>2</sub>/ha-año.

- 4101.-Mosaico de cultivos herbáceos. Se realiza el promedio de los 13 cultivos herbáceos de la referencia (11).  $CO_{2(a)} = 12,89 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 4102.-Mosaico de cultivos leñosos. A falta de más información se realiza el promedio de todos los cultivos leñosos.  $CO_{2(a)} = 23,00 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 4103.-Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos. A falta de más información se realiza el promedio de las dos coberturas anteriores.  $CO_{2(a)} = 17,97 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 4104.-Mosaico de cultivos con vegetación natural. A falta de más información se realiza el promedio entre la cobertura anterior y el promedio de todas las coberturas dentro de la tipología forestal (15,98 tCO<sub>2</sub>/ha-año).  $CO_{2(a)} = 16,97 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 4201.-Asociación de cultivos leñosos. Similar a 4102.-Mosaico de cultivos leñosos.  $CO_{2(a)} = 23,00 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 4202.-Asociación de cultivos herbáceos y leñosos. Similar a 4103.-Mosaico de cultivos herbáceos y leñosos.  $CO_{2(a)} = 17,95 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 4203.-Asociación de cultivos con vegetación natural. Similar a 4104.-Mosaico de cultivos con vegetación natural  $CO_{2(a)} = 16,97 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 891.-Cultivo herbáceo arbolado: quercíneas densas. Según los datos iniciales, se considera quercíneas densas cuando cubren entre un 25 % y un 50 % de la superficie. Se toma el valor medio de 37,5 %. El 62,5 % restante se considera que está ocupado por cultivos herbáceos de secano, que absorben, como promedio, 13,45 tCO<sub>2</sub>/ha-año.  $CO_{2(a)} = 14,52 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,375 \cdot 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,625 \cdot 13,45 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (26)$$

- 895.-Cultivo herbáceo arbolado: quercíneas dispersas. El arbolado cubre entre el 5 % y el 25 % de la superficie; se considera el valor medio de 15 %. El 85 % restante está cubierto por cultivos de herbáceas en secano.  $CO_{2(a)} = 13,88 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,15 \cdot 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,85 \cdot 13,45 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (27)$$

- 921.-Pastizal continuo. Referencia (12)  $CO_{2(a)} = 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 925.-Pastizal con claros (rocas y suelo). Referencia (12)  $CO_{2(a)} = 6,34 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 911.-Matorral denso. Referencia (12)  $CO_{2(a)} = 8,80 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 915.-Matorral disperso con pastizal. Referencia (12)  $CO_{2(a)} = 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 917.-Matorral disperso con pasto, rocas y suelo. Referencia (12)  $CO_{2(a)} = 7,20 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 510.-Formación arbolada densa: quercíneas. Se calcula el promedio de todas las absorciones del género *Quercus* que se citan en la referencia (3), siempre que haya más de 10 pies por hectárea.  $CO_{2(a)} = 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 520.-Formación arbolada densa: coníferas. Se calcula el promedio de todas las absorciones de coníferas que se citan en la referencia (3), siempre que haya más de 10 pies por hectárea.  $CO_{2(a)} = 56,49 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

530.-Formación arbolada densa: eucaliptos. Se calcula el promedio de todas las absorciones de eucaliptos que se citan en la referencia (3), siempre que haya más de 10 pies por hectárea.  $CO_{2(a)} = 56,26 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

540.-Formación arbolada densa: otras frondosas. Se considera que cada pie absorbe como una frondosa de gran porte, promediando los valores de frondosas de gran porte de la referencia (3):  $260,42 \text{ kgCO}_2/\text{pie-año}$ . Considerando 150 pies/ha se obtiene que  $CO_{2(a)} = 36,09 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

550.-Formación arbolada densa: quercíneas+coníferas. Se realiza el promedio de las absorciones de 510.-Formación arbolada densa: quercíneas y 520.-Formación arbolada densa: coníferas.  $CO_{2(a)} = 36,40 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

560.-Formación arbolada densa: quercíneas+eucaliptos. Se realiza el promedio de las absorciones de 510.-Formación arbolada densa: quercíneas y 530.-Formación arbolada densa: eucaliptos.  $CO_{2(a)} = 36,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$

570.-Formación arbolada densa: coníferas+eucaliptos. Se realiza el promedio de las absorciones de 520.-Formación arbolada densa: coníferas y 530.-Formación arbolada densa: eucaliptos.  $CO_{2(a)} = 56,38 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

580.-Formación arbolada densa: Otras mezclas. A falta de más información, se realiza el promedio de 510.-Formación arbolada densa: quercíneas, 520.-Formación arbolada densa: coníferas, 530.-Formación arbolada densa: eucaliptos y 540.-Formación arbolada densa: otras frondosas.  $CO_{2(a)} = 41,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

611.-Matorral denso arbolado: quercíneas densas. Al igual que en 891.-Cultivo herbáceo arbolado: quercíneas densas, se considera que el arbolado ocupa el 37,5 % de la superficie y el matorral ocupa el 62,5 % restante.  $CO_{2(a)} = 11,62 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,375 \cdot 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,625 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (28)$$

615.-Matorral denso arbolado: quercíneas dispersas. Al igual que en 895.-Cultivo herbáceo arbolado: quercíneas dispersas, se considera que el arbolado ocupa el 15 % de la superficie y el matorral ocupa el 85 % restante.  $CO_{2(a)} = 9,93 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,15 \cdot 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,85 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (29)$$

621.-Matorral denso arbolado: coníferas densas. Razonamiento similar al realizado para 611.-Matorral denso arbolado: quercíneas densas.  $CO_{2(a)} = 26,68 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,375 \cdot 56,49 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,625 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (30)$$

625.-Matorral denso arbolado: coníferas dispersas. Razonamiento similar al realizado para 615.-Matorral denso arbolado: quercíneas dispersas.  $CO_{2(a)} = 15,95 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,15 \cdot 56,49 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,85 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (31)$$

630.- Matorral denso arbolado: eucaliptos. No especifica la densidad de los eucaliptos. Se considera un porcentaje intermedio entre densos y dispersos de los considerados para quercíneas y coníferas, concretamente el 26 %; el 74 % restante lo ocupa el matorral.  $CO_{2(a)} = 21,13 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 56,26 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (32)$$

640.-Matorral denso arbolado: otras frondosas. Razonamiento similar al realizado para la cobertura anterior.  $CO_{2(a)} = 15,90 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,09 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (33)$$

711.-Matorral disperso arbolado: quercíneas densas. Razonamiento similar al realizado para 611.-Matorral denso arbolado: quercíneas densas.  $CO_{2(a)} = 10,99 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,375 \cdot 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,625 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (34)$$

715.-Matorral disperso arbolado: quercíneas dispersas. Razonamiento similar al realizado para 615.-Matorral denso arbolado: quercíneas dispersas.  $CO_{2(a)} = 9,07 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,15 \cdot 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,85 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (35)$$

721.-Matorral disperso arbolado: coníferas densas. Razonamiento similar al realizado para 621.-Matorral denso arbolado: coníferas densas.  $CO_{2(a)} = 26,05 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,375 \cdot 56,49 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,625 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (36)$$

725.-Matorral disperso arbolado: coníferas dispersas. Razonamiento similar al realizado para 625.-Matorral denso arbolado: coníferas dispersas.  $CO_{2(a)} = 15,10 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,15 \cdot 56,49 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,85 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (37)$$

730.-Matorral disperso arbolado: eucaliptos. Razonamiento similar al realizado para 630.-Matorral denso arbolado: eucaliptos.  $CO_{2(a)} = 20,39 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 56,26 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (38)$$

740.-Matorral disperso arbolado: otras frondosas. Razonamiento similar al realizado para 640.-Matorral denso arbolado: otras frondosas.  $CO_{2(a)} = 15,15 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,09 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (39)$$

650.-Matorral denso arbolado: quercíneas+coníferas. Razonamiento similar a los anteriores, considerando que los árboles cubren el 26 %, ya que no especifica si es formación arbolada densa o dispersa.  $CO_{2(a)} = 15,98 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,40 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (40)$$

660.-Matorral denso arbolado: quercíneas+eucaliptos. Razonamiento similar a la cobertura anterior.  $CO_{2(a)} = 15,95 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (41)$$

670.-Matorral denso arbolado: coníferas+eucaliptos. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 21,17 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 56,38 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (42)$$

680.-Matorral denso arbolado: otras mezclas. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 17,25 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 41,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 8,8 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (43)$$

750.-Matorral disperso arbolado: quercíneas+coníferas. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 15,23 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,40 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (44)$$

760.-Matorral disperso arbolado: quercíneas+eucaliptos. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 15,20 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (45)$$

770.-Matorral disperso arbolado: coníferas+eucaliptos. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 20,42 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 56,38 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (46)$$

780.-Matorral disperso arbolado: otras mezclas. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 16,50 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 41,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (47)$$

811.-Pastizal arbolado: quercíneas densas. Razonamiento similar al realizado para 611.-Matorral denso arbolado: quercíneas denso.  $CO_{2(a)} = 10,64 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,375 \cdot 16,51 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,625 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (48)$$

815.-Pastizal arbolado: quercíneas dispersas. Razonamiento similar al realizado para 615.-Matorral denso arbolado: quercíneas disperso.  $CO_{2(a)} = 8,60 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,15 \cdot 16,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,85 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (49)$$

821.-Pastizal arbolado: coníferas densas. Razonamiento similar al realizado para 811.-Pastizal arbolado: quercíneas densas.  $CO_{2(a)} = 25,71 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,375 \cdot 56,49 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,625 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (50)$$

825.-Pastizal arbolado: coníferas dispersas. Razonamiento similar al realizado para 815.-Pastizal arbolado: quercíneas dispersas.  $CO_{2(a)} = 14,63 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,15 \cdot 56,49 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,85 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (51)$$

830.-Pastizal arbolado: eucaliptos. Razonamiento similar al realizado para 630.-Matorral denso arbolado: eucaliptos.  $CO_{2(a)} = 19,99 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 56,26 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (52)$$

840.-Pastizal arbolado: otras frondosas. Razonamiento similar al realizado para 640.-Matorral denso arbolado: otras frondosas.  $CO_{2(a)} = 14,74 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,09 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (53)$$

850.-Pastizal arbolado: quercíneas+coníferas. Razonamiento similar al realizado para 650.-Matorral denso arbolado: quercíneas+coníferas.  $CO_{2(a)} = 14,82 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,40 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (54)$$

860.-Pastizal arbolado: quercíneas+eucaliptos. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 14,79 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 36,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (55)$$

870.-Pastizal arbolado: coníferas+eucaliptos. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 20,02 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 56,38 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (56)$$

880.-Pastizal arbolado: otras mezclas. Razonamiento similar a los anteriores.  $CO_{2(a)} = 16,09 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

$$CO_{2(a)} = (0,26 \cdot 41,29 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) + (0,74 \cdot 7,24 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}) \quad (57)$$

934.-Zonas incendiadas. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

901.-Plantación reciente. Promedio de 815.-Pastizal arbolado: quercíneas dispersas y  
825.-Pastizal arbolado: coníferas dispersas.  $CO_{2(a)} = 11,62 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

933.-Áreas con fuertes procesos erosivos. Referencia (13).  $CO_{2(a)} = 0,77 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

942.-Roquedos, afloramientos y paredones rocosos. Referencia (13).  $CO_{2(a)} = 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

943.-Canchales. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

944.-Arenales continentales. Similar a 931.-Playas, dunas y arenales costeros.  $CO_{2(a)} = 3,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

945.-Suelo desnudo.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

1006.-Cortafuegos. Asimilable a 933.-Áreas con fuertes procesos erosivos.  $CO_{2(a)} = 0,77 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

931.-Playas, dunas y arenales costeros. Referencia 12.  $CO_{2(a)} = 3,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

942.-Acantilados marinos. Asimilable a 942.- Roquedos, afloramientos y paredones rocosos.  $CO_{2(a)} = 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

165.-Suelo artificial no edificado. Asimilable a 2002.-Discontinuo.  $CO_{2(a)} = 0,61 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

935.-Zonas sin vegetación por roturación. Asimilable a 925.-Pastizal con claros (rocas y suelo), pero absorbiendo la mitad.  $CO_{2(a)} = 3,17 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

1007.-Zonas taladas. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 3,17 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

154.-Instalaciones de conducción de agua. No aclara si son canales artificiales o tuberías en superficie. A falta de más información se asimila a 122.-Comercial y oficinas.  $CO_{2(a)} = 3,65 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

203.-Salinas industriales. Asimilable a 217.-marisma sin vegetación, pero se considera el 50 % porque la superficie queda improductiva parte del tiempo.  $CO_{2(a)} = 1,68 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

321.-Salinas tradicionales. Similar al anterior.  $CO_{2(a)} = 1,68 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

222.-Piscifactoría/aciicultura. Asimilable a 332.-Lagos y lagunas.  $CO_{2(a)} = 28,73 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

341.-Embalses. Asimilable a 332.-Lagos y lagunas, pero se considera el 50 % por las fluctuaciones en la superficie.  $CO_{2(a)} = 14,07 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

345.-Balsas de riego o ganaderas. Asimilable a 332.-Lagos y lagunas, pero se considera el 33,3 % por las grandes fluctuaciones.  $CO_{2(a)} = 9,38 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

2008.-Lámina de agua artificial. Asimilable a 341.-Embalses.  $CO_{2(a)} = 14,07 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

200.-Vegetación lagunar. Asimilable a 317.-Ríos y cauces naturales: otras formas riparias.  $CO_{2(a)} = 21,13 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

- 201.-Turberas. Asimilable a 345.-Balsas de riego o ganaderas.  $CO_{2(a)} = 9,38 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 210.-Marisma con vegetación. No aclara si es marisma mareal o no mareal. Se promedian los dos valores de la referencia 12.  $CO_{2(a)} = 30,40 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 211.-Marisma mareal. Referencia 12.  $CO_{2(a)} = 30,50 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 215.-Marisma no mareal. Referencia 12.  $CO_{2(a)} = 30,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 217.-Marisma sin vegetación. Las algas microscópicas de fondos de fangos y arenas tienen un valor medio de fijación de carbono de  $0,25 \text{ gC/m}^2\text{-día}$  (referencia 7) que equivale a  $CO_{2(a)} = 3,35 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 231.-Albuferas. Asimilable a 215.-Marisma no mareal.  $CO_{2(a)} = 30,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 241.-Estuarios y canales de marea. Los estuarios tienen una PPN de  $2.000 \text{ g materia seca/m}^2\text{-año}$  (referencia 1), que equivale a  $CO_{2(a)} = 29,33 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 291.-Mares y océanos. Asimilable a 241.-Estuarios y canales de marea.  $CO_{2(a)} = 29,33 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 332.-Lagos y lagunas. Una laguna tropical absorbe  $56,26 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$  (referencia 10), como primera aproximación para lagos y lagunas en clima mediterráneo se considera la mitad de la absorción.  $CO_{2(a)} = 28,13 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 950.-Glaciares y nieves permanentes. Asimilable a desierto muy árido.  $CO_{2(a)} = 0,04 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 300.-Ríos y cauces de agua. En la referencia 14 se aportan varios datos de absorción de arroyos y ríos. Se toma el valor medio de  $2 \text{ gC/m}^2\text{-día}$  que equivale a  $CO_{2(a)} = 26,80 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 310.-Cauce sin vegetación. Asimilable a 942.-Roquedos, afloramientos y paredones rocosos.  $CO_{2(a)} = 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 315.-Ríos y cauces naturales: bosque de galería. Se realiza el promedio de las absorciones de *Alnus glutinosa*, Árboles de ribera, *Salix* spp., *Populus alba*, *Populus nigra*, *Populus nigra* x *Populus canadiensis*, y *Populus tremula* de la referencia 3. Se obtiene un valor de  $281,73 \text{ kgCO}_2/\text{pie-año}$ . Considerando que haya 150 pies/ha, se obtiene que  $CO_{2(a)} = 42,26 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 317.-Ríos y cauces naturales: otras formaciones riparias. Se considera la mitad de absorción que la cobertura anterior.  $CO_{2(a)} = 21,13 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$
- 318.-Cursos de agua naturales: lámina de agua. Similar a 300.-Ríos y cauces de agua.  $CO_{2(a)} = 26,80 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 319.-Ríos canalizados. A falta de más información se considera que absorben la mitad de la anterior.  $CO_{2(a)} = 13,40 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 960.-Ramblas. Asimilable a 942.-Roquedos, afloramientos y paredones rocosos.  $CO_{2(a)} = 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 410.-Mosaico agrario. A falta de más información se promedian todas las coberturas de tipo agrícola.  $CO_{2(a)} = 19,22 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 1651.-Suelo artificial en construcción. Similar a 2002.-Discontinuo.  $CO_{2(a)} = 0,61 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 1821.-Vía de comunicación no asfaltada. Similar a 182.-Vía de comunicación no asfaltada.  $CO_{2(a)} = 5,12 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 2111.-Marisma mareal con vegetación. Referencia (13).  $CO_{2(a)} = 30,50 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .

- 2112.-Marisma mareal sin vegetación. Se promedian los valores de 217.-Marisma sin vegetación y 241.-Estuarios y canales de marea.  $CO_{2(a)} = 16,34 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 2151.-Marisma no mareal con vegetación. Referencia (13).  $CO_{2(a)} = 30,31 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 2152.-Marisma no mareal sin vegetación. Similar a 241.-Estuarios y canales de marea.  $CO_{2(a)} = 29,33 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 4100.-Canchales y pedregales. Similar a 942.-Roquedos, afloramientos y paredones rocosos.  $CO_{2(a)} = 1,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .
- 9311.-Playas y 9312.-Dunas y arenales marítimos. Similares a 931.-Playas, dunas y arenales marítimos.  $CO_{2(a)} = 3,21 \text{ tCO}_2/\text{ha-año}$ .