

Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en Galicia



**INVENTARIO DE EMISIÓNS DE GASES
DE EFECTO INVERNADOIRO
EN GALICIA**

XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE
Dirección Xeral

Equipo de redacción:

Pastora Bello Bugallo
Gloria Grueiro Noche
Felipe Macías Vazquez
Dionisio Rodríguez Álvarez
Raul Rodríguez Fernández
Luis Rodríguez Lado
Yago Romero Medal

Supervisión lingüística:

Ramiro Combo

Deseño e maquetación:

Taller DD - ninfa, riveiro, martínez

Impresión:

Grafisant

D.L.: C -214- 2004

INVENTARIO DE EMISIÓNS DE GASES DE EFECTO INVERNADOIRO EN GALICIA

O fenómeno do cambio climático é, probablemente, un dos problemas ambientais máis graves a escala global ós que se enfrontan actualmente os gobernos. A súa principal causa é a emisión de gases de efecto invernadoiro debida ás actividades humanas e á progresiva desaparición das masas boscosas ó redor do mundo.

O Inventario de Emisións de Gases de Efecto Invernadoiro de Galicia é un documento técnico no que se detallan as emisións destes compostos, así como os principais sumidoiros de carbono, seguindo a distribución que marca o Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

Os datos deste inventario foron obtidos usando a información máis precisa posible adaptada ás condicións tecnolóxicas e xeográficas de cada sector, e tendo en conta a variabilidade dos diferentes sistemas.

O principal obxectivo deste documento é o de coñecer de forma precisa a realidade das emisións de gases de efecto invernadoiro de Galicia, facendo unha distribución por sectores de actividade, o que permitirá localiza-las claves para o establecemento dunha estratexia de loita fronte ó cambio climático.

Francisco Maseda Eimil
Director Xeral de Desenvolvemento Sostible

A Dirección Xeral de Desenvolvemento Sostible prosegue co interese de poñer a disposición do público en xeral unha fonte de información relacionada coa climatoloxía galega e mundial.

O fenómeno do cambio climático de orixe antropoxénico é un fenómeno global que ten que ser abordado internacionalmente, pero no que as diferentes administracións xogan tamén un papel moi importante á hora de achega-los seus esforzos.

Este traballo non pretende dar unha cifra oficial das emisións de gases de efecto invernadoiro en Galicia, pois esa é unha tarefa que fai o Ministerio de Medio Ambiente, senón que este inventario se fai na procura dun mellor coñecemento dos principais sectores implicados e das súas achegas, o que é fundamental para combater-lo problema. O traballo está dividido nos seis sectores que se consideran principais emisores dos gases de efecto invernadoiro, e algúns deles, á súa vez, en subsectores máis específicos.

Un dos aspectos máis novos que presenta o inventario é o cálculo do efecto dos sumidoiros de carbono que poderían ser incluídos no Protocolo de Kioto coa introducción dun método que combina as directrices dadas polo Ministerio de Medio Ambiente cos estudos de produtividade do monte galego.

ÍNDICE

1	Introducción	15
1.1	ANTECEDENTES	15
1.2	OBXECTIVOS	17
1.3	METODOLOXÍA	17
2	Emissiones por fontes metodoloxicas, calculos e resultados	19
2.1	ENERXÍA	19
2.1.1	Actividades de combustión	21
2.1.1.1	INDUSTRIAS DO SECTOR ENERXÉTICO	22
2.1.1.1.1	Xeración de calor e electricidade para uso público	22
2.1.1.1.2	Refino do petróleo	29
2.1.1.2	COMBUSTIÓN NAS INDUSTRIAS MANUFACTUREIRAS E DE CONSTRUCCIÓN	32
2.1.1.3	TRANSPORTE	37
2.1.1.3.1	Aviación civil	37
2.1.1.3.2	Transporte por estrada	42
2.1.1.3.3	Tráfico ferroviario	46
2.1.1.3.4	Tráfico marítimo	48
2.1.1.4	OUTROS SECTORES IMPLICADOS NA COMBUSTIÓN PARA A PRODUCCIÓN DE ENERXÍA	51
2.1.2	Emissiones fuxitivas dos combustibles	55
2.1.2.1	COMBUSTIBLES SÓLIDOS	55
2.1.2.2	PETRÓLEO E GAS NATURAL	57
2.1.2.2.1	Petróleo	57
2.1.2.2.2	Gas natural	59
2.2	PROCESOS	63
2.2.1	Productos minerais	65
2.2.1.1	INDUSTRIA DO CEMENTO	65
2.2.1.2	FABRICACIÓN DE CAL	66
2.2.1.3	OUTRAS INDUSTRIAS RELACIONADAS CO TRATAMENTO DE MINERAIS	66
2.2.2	Industria química	67
2.2.2.1	FABRICACIÓN DE CARBURO DE CALCIO	67
2.2.2.2	FABRICACIÓN DE FORMALDEHÍDO	68
2.2.3	Industria metalúrxica	69
2.2.3.1	PRODUCCIÓN DE ACEIRO	69
2.2.3.2	PRODUCCIÓN DE FERROALIAXES	70
2.2.3.3	PRODUCCIÓN DE ALUMINIO	71
2.2.4	Outros sectores	73
2.2.4.1	PRODUCCIÓN DE PASTA DE PAPEL	73
2.2.4.2	UTILIZACIÓN DE HALOCARBUIROS	74
2.2.4.3	UTILIZACIÓN DE SF6	78

2.3 USO DE DISOLVENTES E OUTROS PRODUCTOS	83
2.4 AGRICULTURA	85
2.4.1 Gando doméstico	87
2.4.1.1 METANO	87
2.4.1.2 ÓXIDO NITROSO	89
2.4.2 Solos agrícolas	95
2.4.2.1 QUEIMA EN CAMPO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS	103
2.5. CAMBIOS DE USO DO SOLO E SILVICULTURA	105
2.5.1. Os sumidoiros no Protocolo de Kyoto	106
2.5.2 Metodoloxía do Ministerio de Medio Ambiente para o cálculo de Carbono secuestrado na biomasa (Martínez e Sánchez, 2002).	107
2.5.3 Cálculos do efecto sumidoiro de Galicia	107
2.5.3.1 CÁLCULOS DE FORESTACIÓN BASEADOS NAS SUPERFICIES FORESTAIS E A PRODUCTIVIDADE DOS BOSQUES DE GALICIA.	107
2.5.3.1.1 Determinación da produtividade e fixación de C en bosques de Pinus pinaster.	108
2.5.3.1.2 Determinación da produtividade e fixación de C de E. globulus	113
2.5.3.1.3. Determinación da produtividade e fixación de C de Pinus radiata.	115
2.5.3.1.4 Determinación da produtividade e fixación de C de Castanea sativa.	117
2.5.3.2 CÁLCULOS DE FIXACIÓN DE CARBONO NA XESTIÓN FORESTAL. O CULTIVO E CORTA DO EUCALIPTO EN GALICIA	119
2.5.3.3 CÁLCULOS DE FIXACIÓN DE CARBONO POR ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN	120
2.5.3.4 CÁLCULO DE FIXACIÓN DE CARBONO PRODUCIDA POR ACTIVIDADES DE DEFORESTACIÓN	123
2.5.4 Síntese da capacidade de secuestro de carbono por actividades de forestación, xestión forestal reforestación e deforestación	125
2.5.5 Comentarios á capacidade de secuestro de carbono por actividades de forestación plantadas no período 1990-2000 e de xestión forestal (corta e reabrollo de E. globulus)	127
2.6 TRATAMENTO E ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	129
2.6.1 Depósito en vertedoiros	130
2.6.2 Tratamento de augas residuais	132
2.6.2.1 TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS	132
2.6.2.2 TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS	133
2.6.3 Incineración de residuos	134
2.6.3.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	134
2.6.3.2 RESIDUOS FORESTAIS	135
3 RESULTADOS FINAIS E CONCLUSIÓNS	137
3.1 RESULTADOS FINAIS	138
3.2 CONCLUSIÓNS	140
4 BIBLIOGRAFIA	147
ANEXO I. DATOS DO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE PARA GALICIA	153

**INVENTARIO DE EMISIÓNS DE GASES
DE EFECTO INVERNADOIRO
EN GALICIA**

Un dos retos medioambientais máis importantes a escala mundial consiste en atallar, ou cando menos minimizar, un dos grandes problemas derivados do aumento no nivel de desenvolvemento das distintas sociedades: o cambio climático antropoxénico. Unha parte da responsabilidade do cambio climático recae sobre o denominado efecto invernadoiro, que se define como o quentamento da atmosfera debido á redución da radiación solar saínte da terra resultante do aumento da concentración de certos gases (Axencia Europea do Medio Ambiente). A concentración dos gases de efecto invernadoiro na atmosfera aumentou de modo constante nos últimos 250 anos. No século XX a temperatura media global na superficie da terra elevouse 0,6 °C, e medidas recentes (nun período de 18 meses) demostran que a velocidade de quentamento pode estar incrementándose ata máis de 3 °C cada 100 anos.

1.1 ANTECEDENTES

Desde que na Primeira Conferencia Mundial sobre o Clima (1979) se recoñece por vez primeira que o cambio climático supón un grave problema, leváronse a cabo accións de diversa índole dirixidas ó estudo e mitigación dos efectos antropoxénicos relacionados con este fenómeno.

Unha destas accións foi a creación do Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change -IPCC-) como o corpo intergubernamental que proporciona asesoramento científico, técnico e socioeconómico para a comunidade mundial, en particular para as 170 partes da Convención Marco das Nacións Unidas sobre Cambio Climático.

Esta convención foi presentada o 4 de xuño de 1992 coincidindo coa Conferencia de Medio Ambiente e Desenvolvemento das Nacións Unidas (UNCED) denominada Cumio da Terra ou Cumio de Río. O obxectivo último da convención é “a consecución da estabilización das concentracións de gases de efecto invernadoiro na atmosfera nun nivel que impida interferencias antropoxénicas perigosas co sistema climático”.

Na 3ª Conferencia das Partes (conxunto de nacións que asinaron o Convenio Marco de Cambio Climático) da Convención -que se reúnen anualmente desde a súa entrada en vigor- en Kyoto, en decembro de 1997, adoptouse o Protocolo de Kyoto, o cal representa un paso adiante na busca de solucións ó problema do cambio climático.

O protocolo de Kyoto establece compromisos de redución das emisións dos gases de efecto invernadoiro de orixe antropoxénica. Concretamente, España comprométese a acadar no período 2008-2012 uns niveis de emisión, medidos en toneladas equivalentes de CO₂, de orixe antropoxénica correspondentes ó 115% das producidas no ano de referencia (1990 para CO₂, N₂O e CH₄; 1995 para HFC, PFC e SF₆). Pero o compromiso non se refire só ó mencionado período (2008-2012), senón que no ano 2005 debe mostrarse un avance concreto ó respecto.

Ante esta situación, a Comunidade Europea ratifica mediante unha Decisión (2002/358/CE del Consejo de 25 de Abril de 2002) o Protocolo de Kyoto, efectúa unha Proposta de Directiva sobre Comercio de Dereitos de Emisión destes gases e, en definitiva, suxire unha serie de accións para afrontar-lo problema do cambio climático mediante a denominada Estratexia Europea de Desenvolvemento Sostible.

En todo este contexto europeo e mundial, en España apróbase o 3 de novembro de 2002 o Real decreto 1188/2001, do 2 de novembro, polo que se regula a composición e funcións de Consello Nacional de Clima, de modo que queda derogado o RD 177/1998, do 16 de febreiro, polo que se creou o Consello Nacional do Clima. Establécese que o Pleno do Consello Nacional do Clima estará integrado, entre outros,

por representantes das comunidades autónomas. Neste sentido, en xaneiro de 2002 foi nomeado representante da Comunidade Autónoma de Galicia o director xeral do Centro de Desenvolvemento Sostible; o 26 de marzo de 2002 realízase o nomeamento por parte do Ministro de Medio Ambiente.

O Ministerio de Medio Ambiente realizou xa diversas comunicacións acerca das emisións dos gases de efecto invernadoiro por fontes. Neste caso a Comunidade Autónoma de Galicia, a través do Centro de Desenvolvemento Sostible da Consellería de Medio Ambiente da Xunta de Galicia, executou neste documento o inventario de emisións de gases de efecto invernadoiro para esta Comunidade Autónoma para o ano de referencia (1990, 1995) e para o ano 2001, co obxecto de determina-la situación actual de Galicia en referencia ás emisións de gases de efecto invernadoiro, a evolución experimentada por esas emisións respecto do ano de referencia e a contribución ó total nacional.

O presente inventario aplícase ás emisións dos seis gases de efecto invernadoiro considerados polo Protocolo de Kyoto:

- Dióxido de carbono (CO₂).
- Metano (CH₄).
- Óxido nitroso (N₂O).
- Hidrofluorocarbonos (HFC).
- Perfluorocarbonos (PFC).
- Hexafluoruro de xofre (SF₆).

A inmensa maioría das emisións en masa corresponden ó CO₂, aínda que o denominado potencial de quentamento por unidade de masa (que mide a intensidade específica de produción de efecto inverna-

Gas	Potencial de quentamento
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC-23	11.700
HFC-125	2.800
HDC-134 a	1.300
HFC - 143 a	3.800
HFC - 152 a	140
HFC - 227 ea	2.900
HFC- 236 fa	6.300
HFC - 4310 mee	1.300
CF ₄	6.500
C ₂ F ₆	9.200
C ₄ F ₁₀	7.000
C ₆ F ₁₄	7.400
SF ₆	23.900

Táboa 1.- Potencial de quentamento dos distintos gases de efecto invernadoiro

doiro) é superior no resto dos gases. De aí que para obter un dato máis fiable acerca da contribución relativa ó efecto invernadoiro das emisións dos distintos gases a forma máis adecuada sexa expresa-los resultados en equivalentes en CO₂. Para transforma-las unidades máxicas das emisións dos distintos contaminantes en equivalentes máxicos de CO₂ deben multiplicarse os resultados obtidos para as emisións dos distintos gases por un factor que varía co tipo de gas. Estes factores recóllense na táboa 1.

1.2 OBXECTIVOS

O presente inventario ten como obxecto determina-las emisións anuais dos gases para as actividades consideradas (véxase a táboa 2), polo menos, co nivel de desagregación que recolle a Convención Marco de Cambio Climático (IPCC-96).

O inventario realizouse para os anos 1990 e 2001 no caso de CO₂, N₂O e CH₄ e 1995 e 2001 para HFC, PFC e SF₆.

1.3 METODOLOXÍA

A metodoloxía seguida na realización do inventario tratou de adaptarse o máis posible ás características específicas das distintas actividades galegas responsables das emisións de efecto invernadoiro e tamén, por suposto, á información dispoñible de cada actividade.

Con este fin empregouse, por unha parte, a metodoloxía descrita no *Manual de referencia do Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos* (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), e, por outra, empregouse a metodoloxía seguida na Guía EMEP/CORINAIR¹, pois en moitos casos posúe un nivel máis desagregado e específico de información en canto a factores de emisión (que permite determina-las emisións con maior exactitude). Tamén se utilizou información da EPA (U.S. Environmental Protection Agency), sobre todo, nos casos en que non se encontraron nas referencias anteriores factores de emisión adaptados especificamente ó tipo de proceso ou actividade cuantificada.

En determinados casos foi necesaria a cuantificación das emisións a partir de mediacións directas realizadas nos respectivos focos de emisión puntuais e a partir de información de réxime de funcionamento anual subministrada polas propias empresas.

Para recompila-la información de cuantificación necesaria para a aplicación de factores de emisión, consultáronse diversos organismos tanto da Administración autonómica, como da Administración estatal, asociacións vinculadas e non vinculadas á Administración e empresas en xeral.

Como se mencionou anteriormente, o obxectivo é poder representa-las emisións anuais clasificadas segundo esixe a nomenclatura IPCC-96. Non obstante, a nomenclatura SNAP-97² ofrece un tratamento máis detallado e específico de moitas das actividades, de aí que se empregase como referencia en ocasións para a determinación das emisións cun maior grao de rigor.

¹ EMEP: Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long Range Transmission of Air Pollutants in Europe; CORINAIR: The Atmospheric Emission Inventory for Europe.

² SNAP-97: Selected Nomenclature for Air Pollution, do 23 de marzo de 1998.

Distribución sectorial

1. Enerxía
 - A. Actividades de combustión
 1. Industrias do sector enerxético
 2. Industrias manufactureiras e da construción
 3. Transporte
 4. Outros sectores
 5. Outros
 - B. Emisións fuxitivas dos combustibles
 1. Combustibles sólidos
 2. Petróleo e gas natural
2. Procesos industriais
 - A. Productos minerais
 - B. Industria química
 - C. Producción metalúrxica
 - D. Outras industrias
 - E. Producción de halocarburos e SF₆
 - F. Consumo de halocarburos e SF₆
 - G. Outros
3. Uso de disolventes e doutros produtos
4. Agricultura
 - A. Fermentación entérica
 - B. Xestión do esterco
 - C. Cultivo de arroz
 - D. Solos agrícolas
 - E. Queimas planificadas de sabanas
 - F. Queima en campo de residuos agrícolas
 - G. Outros
5. Cambio de uso do solo e silvicultura
 - A. Cambios nos stocks de bosques e doutra biomasa leñosa
 - B. Reconversión de bosques e pasteiros
 - C. Abandono de terras cultivadas
 - D. Emisións /captacións de CO₂ en solos
 - E. Outros
6. Tratamento e eliminación de residuos
 - A. Depósito en vertedoiros
 - B. Tratamento de augas residuais
 - C. Incineración de residuos
 - D. Outros
7. Outros

Táboa 2.- Distribución sectorial segundo nomenclatura da IPCC-96

2 EMISIÓNS POR FONTES METODOLÓXICAS, CÁLCULOS E RESULTADOS

Seguindo a distribución sectorial reflectida na táboa 2, a continuación analizaranse as emisións por fontes. Para cada epígrafe desenvolveranse as metodoloxías utilizadas, os cálculos realizados e finalizarase cunha exposición dos resultados e principais conclusións.

2.1 ENERXÍA

As actividades enerxéticas constitúen a principal fonte de produción de gases de efecto invernadoiro. Esta achega é debida á xeración de elevadas cantidades de dióxido de carbono produto da queima de combustibles fósiles.

Nesta categoría inclúense as emisións totais de gases de efecto invernadoiro procedentes de actividades enerxéticas estacionarias e móbiles, tanto debidas á queima de combustibles fósiles como as emisións fuxitivas procedentes da utilización destes.

A continuación móstranse as actividades incluídas neste sector de enerxía segundo o IPCC 96 e as súas correspondencias coa clasificación SNAP 97.

Nomenclatura IPCC-96	Nomenclatura SNAP-97
1.A- ACTIVIDADES DE COMBUSTIÓN	
1 A 1 Industrias enerxéticas	
1 A 1 a Produción de electricidade e calor	01 01 Xeración pública de enerxía (01.01.01 a 01.01.05) 01 02 Plantas de produción de calor (01.02.01 a 01.02.05)
1 A 1 b Refino de petróleo	01 03 Plantas de refino de petróleo (01.03.01 a 01.03.06)
1 A 1 c Manufactura de combustibles sólidos e outras industrias	01 04 Plantas de transformación de combustibles sólidos (01.04.01 a 01.04.07) 01 05 Minería de carbón, extracción de petróleo e gas, compresores de tubos (01.05.01 a 01.05.05)
1 A 2 Industrias manufactureiras e da construción	
1 A 2 a Ferro e aceiro	03 01 (b) Combustión na industria manufactureira en caldeiras turbinas de gas e motores estacionarios (03.01.01 a 03.01.06) 03 02 03 Altos fornos 03 03 01 Plantas de sinterizado e paletizado 03 03 02 Fornos de requentamento para ferro e aceiro 03 03 03 Fundicións de ferro gris
1 A 2 b Metais non férreos	03 01 (b) Combustión na industria manufactureira en caldeiras turbinas de gas e motores estacionarios (03.01.01 a 03.01.06) 03 03 04 a 03 03 09 Produción primaria e secundaria de Pb, Zn e Cu 03 03 10 Produción secundaria de aluminio 03 03 22 a 03 03 24 Produción de alumina, magnesio e níquel

Nomenclatura IPCC-96		Nomenclatura SNAP-97	
1 A 2 c	Productos químicos	03 01 (b)	
1 A 2 d	Polpa e papel	03 01 (b)	Combustión na industria manufacteireira en caldeiras turbinas de gas e motores estacionarios (03.01.01 a 03.01.06)
		03 03 21	Fábricas de produción de papel (procesos de secado)
1 A 2 e	Industrias alimentarias e tabaco	03 01 (b)	Combustión na industria manufacteireira en caldeiras turbinas de gas e motores estacionarios (03.01.01 a 03.01.06)
1 A 2 f	Outras	03 01 (b)	Combustión na industria manufacteireira en caldeiras turbinas de gas e motores estacionarios (03.01.01 a 03.01.06)
		03 02 04	Fornos de xeso
		03 02 05	Outros fornos
		03 03 11 a 03 03 20	Cemento, cal, asfalto e vidro
			La mineral, ladrillos, tellas e cerámica fina
		03 03 25	Producción de esmalte
		03 03 26	Outros procesos de contacto
		08 08	Outra maquinaria móbil /Industria
1 A 3 Transporte			
1 A 3 a	Aviación civil	08 05 02	Tráfico internacional de aeroporto (ciclos LTO - < 1.000 m)
		08 05 04	Tráfico internacional cruceiro (>1.000 m)
		08 05 01	Tráfico aeroporto doméstico (ciclos LTO - <1.000 m)
		08 05 03	Tráfico nacional cruceiro (>1.000 m)
		07 01	Turismos (07.01.01 a 07.01.03)
1 A 3 b	Transporte por estrada	07 02	Vehículos de servicio lixeiros < 3.5 t (07.02.01 a 07.02.03)
		07 03	Vehículos de servicio pesados > 3.5 t e buses (07.03.01 a 07.03.03)
		07 04	Ciclomotores < 50 cm ³
		07 05	Motocicletas > 50 cm ³ (07.05.01 a 07.05.03)
		07 06	Evaporación de combustibles
		08 02	Ferrocarrís (08.02.01 a 08.02.03)
1 A 3 c	Ferrocarril		
1 A 3 d	Navegación	08 04 04	Tráfico marítimo internacional (barcos internacionais)
		08 04 02	Tráfico nacional dentro da área EMEP
		08 03 01 a 08 03 04	Rutas ineriores
		08 10	Outras fontes móbiles e maquinaria
1 A 3 e	Outros	01 05 06	Compresores de tubos
1 A 4 Outros sectores			
		02 01	Plantas comerciais e institucionais (02.01.01 a 02.01.06)
1 A 4 a	Comercial/Institucional	02 02	Plantas residenciais (02.02.01 a 02.02.05)

Nomenclatura IPCC-96		Nomenclatura SNAP-97	
1 A 4 b	Residencial	08 09 02 03	Doméstico e xardinería Plantas en agricultura, silvicultura e acuicultura (02.03.01 a 02.03.05)
1 A 4 c	Agricultura, silvicultura e pesca	08 04 03 08 06 08 07	Pesca nacional Agricultura Silvicultura
1 A 5	Outros	02 01	Plantas comerciais e institucionais (02.01.01 a 02.01.06) (só militares)
1 A 5 a	Estacionarias	08 01	Militar
1 A 5 b	Móbiles		
1.B- EMISIÓNES FUGITIVAS DE COMBUSTIBLES			
1 B 1 Combustibles sólidos		05 01	Extracción e 1º tratamento de combustibles sólidos (05.01.01 a 05.01.03)
1 B 1 a	Minería do carbón	04 02 01	Fornos de coque (fugas en portas e extinción)
1 B 1 b	Transformación de combustibles sólidos	04 02 04	Combustibles non fumantes
1 B 1 c	Outros		
1 B 2 Petróleo e gas natural		04 01	Procesos en industria petroleira (04.01.01 a 04.01.05)
1 B 2 a	Petróleo	05 02	Extracción, 1º tratamento e carga de combustibles fósiles líquidos (05.02.01 a 05.02.02)
		05 04	Distribución de combustibles líquidos (05.05.01 a 05.05.03)
		05 05	Distribución de gasolina (05.05.01 a 05.05.03)
		05 03	Extracción, 1º tratamento e carga de combustibles fósiles gasosos (05.03.01 a 05.03.03)
1 B 2 b	Gas natural	05 06	Redes de distribución de gas (05.06.01 a 05.06.02)
1 B 2 c	Queima en facho	09.02.03 09.02.06	Fachos en refinería de petróleo Fachos en extracción de petróleo e gas natural

2.1.1 ACTIVIDADES DE COMBUSTIÓN

Dentro deste apartado téñense en conta as emisións totais dos gases de efecto invernadoiro procedentes da combustión das actividades que se mostran a continuación:

1.- Industrias do sector enerxético, entre as que se inclúen todas aquelas que emiten gases de efecto invernadoiro procedentes da queima de combustibles fósiles en actividades de extracción dese combus-

tible ou en industrias de produción de enerxía. Entre elas encóntranse as emisións procedentes da xeración de electricidade e calor para uso público, emisións procedentes das actividades de combustión no proceso de refino de petróleo e as emisións produto da queima de combustibles usados na fabricación de combustibles sólidos, así como outras industrias enerxéticas.

2.- Combustión en industrias manufactureiras e de construción, que son as emisións da queima de combustibles fósiles na industria incluíndo a combustión para a xeración de electricidade e calor.

3.- Transporte, emisións procedentes da combustión e evaporación de combustibles en tódalas actividades de transporte, incluíndo a aviación civil, transporte por estrada, transporte ferroviario, navegación e outros.

4.- Outros sectores, emisións nos sectores non considerados anteriormente cunhas actividades de combustión que constitúen unha fonte importante de gases de efecto invernadoiro. Entre eles cabe destaca-lo sector comercial/institucional, residencial e agricultura/silvicultura/pesca.

5.- Outros, todas aquelas actividades que produzan emisións procedentes da combustión doutros tipos de combustibles non especificados

Non se inclúen dentro deste apartado as emisións procedentes da combustión de biomasa, xa que poden non ser emisións netas no caso de que a biomasa se produza de modo sostible. Se a biomasa se recolle a unha velocidade sostible (é dicir, máis rápido có crecemento anual), as emisións netas aparecerán como unha perda nas reservas de biomasa no módulo “cambios no uso do solo e silvicultura”.

A incineración de residuos nas instalacións para a produción de enerxía non se sitúan nesta categoría, senón no sector de residuos.

2.1.1.1 INDUSTRIAS DO SECTOR ENERXÉTICO

Comprenden as emisións procedentes dos combustibles queimados nas industrias de produción de enerxía e extracción e transformación de enerxía:

- Xeración de calor e electricidade para uso público.
- Actividades de combustión no refino do petróleo.
- Combustión para a fabricación de combustibles sólidos.

Outras industrias enerxéticas.

2.1.1.1.1 Xeración de calor e electricidade para uso público

Aparece neste apartado a suma das emisións procedentes das seguintes actividades:

- 1.- Xeración de electricidade pública. Emisións procedentes do uso de combustibles para xeración de enerxía eléctrica, agás aqueles que xeran combinación de enerxía e calor.
- 2.- Xeración combinada de electricidade e enerxía calorífica para a venda ó público; plantas de coxeración.
- 3.- Plantas de produción de calor para a venda por canalización.

En definitiva, inclúe aquelas actividades nas que a súa principal finalidade é o abastecemento público e o uso na propia instalación do combustible. As emisións dos autoprodutores asígnanse ó sector ó que pertencen.

Calcularanse os dous primeiros epígrafes dado que en Galicia non existen plantas de produción de calor para venda por canalización.

A produción de enerxía eléctrica en Galicia

O sector de xeración de calor e enerxía na Comunidade Autónoma de Galicia sufriu considerables cambios nas últimas décadas, polo que hai importantes diferencias entre o ano de cálculo do inventario (2001) e os anos de referencia (1990/1995).

A primeira diferenza que cabe destacar é o apreciable aumento neste período da produción de enerxía a partir de fontes renovables: Galicia conta con cerca dun 25% da potencia instalada de España neste sector. Por outra parte, neste período puxéronse en funcionamento a totalidade de instalacións de coxeneración. En canto á produción termoeléctrica, cabe indicar que se mantivo de forma aproximada a produción (coa excepción da de Central Térmica de Sabón, na que se incrementou considerablemente).

A produción neta de enerxía eléctrica en Galicia no ano 2000 foi de 2.225 ktep, cunha distribución que se indica a continuación (figura 0).

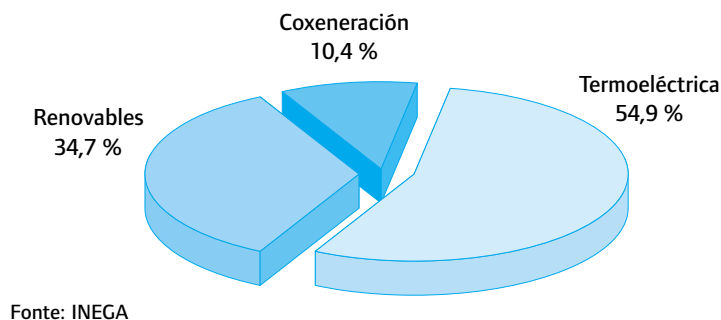


Figura 0. Distribución da produción eléctrica neta en Galicia no ano 2000

Debido que a produción de enerxía por fontes renovables ten unha repercusión nula no medio ambiente atmosférico, este apartado céntrase nas centrais termoeléctricas e instalacións de coxeneración, incluídas aquelas que empregan biomasa como combustible.

Centrais térmicas

As centrais termoeléctricas son as maiores produtoras de enerxía eléctrica en Galicia. Baséanse no emprego de ciclos de potencia con turbina de vapor e caldeiras de combustión. Concretamente a base é ciclo convencional de Rankine (1908).

A potencia instalada sitúase en 1.963 MW nominais a partir de carbón (lignito autóctono e hulla importada) e en 470 MW a partir de fuel. As caldeiras empregadas nestas centrais son de potencia elevada, con fluxo tanxencial de combustible no caso das centrais de carbón e horizontal/tanxencial en caso das centrais de fuel.

A principal fonte de emisións de gases de efecto invernadoiro dentro dunha central termoeléctrica é a queima de combustibles en caldeira, mentres que o tipo de combustible utilizado é un factor que determina o tipo e cantidade de emisións de gases de efecto invernadoiro.

En Galicia existen dúas centrais termoeléctricas que queiman distintos tipos de carbóns, unha de fuel óleo e dúas que empregan residuos (estas últimas inclúiranse na parte de residuos). Nas centrais de carbón empréganse, ademais, outros combustibles como o gasóleo e fuel óleo para o arranque. A central de fuel emprega para o arranque principalmente gasóleo.

A continuación móstranse os consumos dos diferentes combustibles para este tipo de instalacións nos anos considerados para o inventario (1990 e 2001).

Ano	Lignito (t)	Hulla e subbituminoso (t)	Fuel óleo (t)	Gasóleo (t)
1990	16.605.126	431.002	41.356	4.010
2001	8.771.347	3.565.110	242.663	4.909

Táboa 3.- Consumo de combustibles en centrais térmicas

Na información da táboa 3 obsérvase que o consumo de lignito (autóctono) diminuíu de forma considerable a expensas dun aumento da hulla e carbón subbituminoso (de importación). Isto débese principalmente á tendencia existente de utilizar combustibles de menor contido en substancias contaminantes, medida ambiental adoptada polas centrais térmicas de carbón en Galicia.

Por outra parte, o aumento no consumo de fuel óleo débese a unha maior utilización da capacidade productiva da única central que utiliza esta substancia como materia prima principal, dado que esta central se encontra en situación de dispoñibilidade, entrando en funcionamento unicamente cando o require Rede Eléctrica Española.

Cálculo das emisións de gases de efecto invernadoiro

Os gases de efecto invernadoiro considerados neste sector son dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O).

As emisións destes gases para as centrais térmicas calculáronse a partir dos factores de emisión enumerados a continuación, xunto coas fontes que os subministran (táboas 4, 5 e 6).

Combustible	Factor de emisión por termo medio (kg/GJ)	Fonte
Lignito	100,20	EMEP/CORINAIR ³
Hulla/subbituminoso	94,70	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo	76,59	IPCC ⁴
Gasóleo	73,00	IPCC/EMEP/CORINAIR

Táboa 4.- Factores de emisión de CO₂ de combustión en centrais térmicas

³ Véxase a referencia [9]

⁴ Véxanse as referencias [11] e [12]

Combustible	Factor de emisión por termo medio (g/GJ)	Fonte
Lignito	0,6	EMEP/CORINAIR
Hulla/subbituminoso	0,6	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo	0,9	IPCC
Gasóleo	0,03	EMEP/CORINAIR

Táboa 5.- Factores de emisión de CH₄ de combustión en centrais térmicas

Combustible	Factor de emisión por termo medio (g/GJ)	Fonte
Lignito	0,80	EMEP/CORINAIR
Hulla/subbituminoso	0,80	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo	0,30	IPCC
Gasóleo	0,016	EMEP/CORINAIR

Táboa 6.- Factores de emisión de N₂O de combustión en centrais térmicas

O consumo de combustibles, a capacidade calorífica de cada un deles (subministrados polas empresas) e os factores de emisión enumerados permitiron estima-las emisións de CO₂, CH₄ e N₂O para as centrais térmicas utilizando a seguinte ecuación:

$$\text{Emisión anual} = \text{Consumo de combustible} \times \text{Capacidade calorífica} \times \text{Factor de emisión}$$

Os resultados obtidos móstranse a continuación (táboas 7, 8 e 9).

Combustible	Emisión de CO ₂ (t)	
	1990	2001
Lignito	12.516.383	6.756.808
Hulla/subbituminoso	825.449	7.038.922
Fuel óleo	127.305	746.983
Gasóleo	12.677	15.515
TOTAL	13.481.814	14.558.228

Táboa 7.- Emisións de CO₂ nas centrais térmicas (combustión)

Combustible	Emisión de CH ₄ (t)	
	1990	2001
Lignito	75,1	39,5
Hulla/subbituminoso	5,2	43,3
Fuel óleo	1,5	8,8
Gasóleo	0,01	0,01
TOTAL	81,8	91,6

Táboa 8.- Emisións de CH₄ nas centrais térmicas (combustión)

Combustible	Emisión de N ₂ O (t)	
	1990	2001
Lignito	100,2	52,7
Hulla/subbituminoso	7,0	57,8
Fuel óleo	0,5	2,9
Gasóleo	2,7	3,3
TOTAL	110,4	116,7

Táboa 9.- Emisións de N₂O nas centrais térmicas (combustión)

A partir das emisións totais de cada un dos contaminantes e as transformacións pertinentes, obtéñense as toneladas equivalentes de CO₂ globais para Galicia procedentes das centrais térmicas, como se mostra a continuación (figura 1).

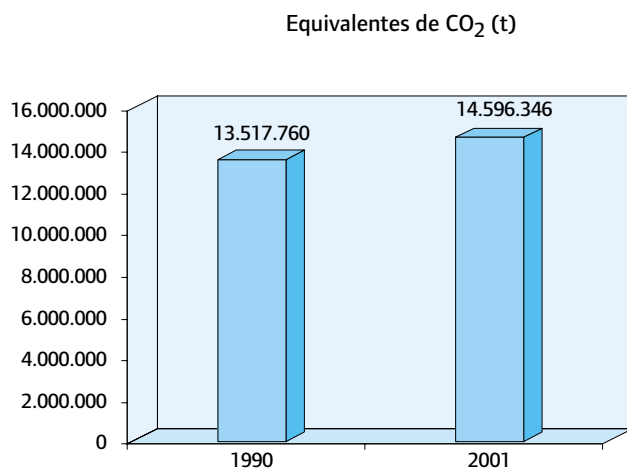


Figura 1.- Emisións de toneladas equivalentes de CO₂ procedentes das centrais térmicas

As toneladas equivalentes de CO₂ procedentes de centrais térmicas incrementáronse un 7,98% no 2001 con respecto ás producidas en 1990 (ano de referencia no Protocolo de Kyoto). A razón fundamental é o maior funcionamento en 2001 da central de fuel desta Comunidade Autónoma respecto ó ano 1990.

Instalacións de coxeneración

A coxeneración foi, sen dúbida, a fonte de gases de efecto invernadoiro que máis medrou entre 1990 e 2001. Segundo fontes da Consellería de Industria e Comercio da Xunta de Galicia, en 1990 aínda non existían instalacións de coxeneración en funcionamento, polo que a súa contribución á emisión global de gases de efecto invernadoiro deste sector era nulo.

O crecemento do sector da coxeneración foi rápido, de modo que con data de setembro de 2002 a potencia instalada deste tipo de instalacións alcanzou os 595 MW. Esta potencia correspóndese cun 24,5% da total instalada nas centrais térmicas galegas xa consideradas no apartado anterior.

As emisións de gases de efecto invernadoiro, sen embargo, non só dependen da capacidade productiva total, senón que hai que ter en conta a produción neta de enerxía primaria para cada combustible e o tipo de equipo utilizado, a capacidade de produción deste e o grao de utilización da capacidade productiva.

Para o cálculo das emisións de gases de efecto invernadoiro nas instalacións de coxeneración empregouse unha base de cálculo e factores de emisión.

A base de cálculo utilizada foi o consumo dos distintos tipos de combustibles, información subministrada polo Instituto Enerxético de Galicia (INEGA). A continuación móstranse os datos do consumo de enerxía primaria para cada tipo de combustible nas instalacións de coxeneración da Comunidade Autónoma de Galicia para o ano 2001 (táboa 10).

Combustible	Consumo de enerxía primaria (GJ)
Gasóleo convencional	5.721.955
Gasóleo de baleiro	1.875.678
Fuel óleo	11.956.282
Gas natural	4.339.645
Gas de refinería	3.870.345
GLP	10.920
Coque	9.469

Táboa 10.- Consumo de enerxía primaria nas instalacións de coxeneración de Galicia para o ano 2001 por tipo de combustible. Fonte INEGA

Para o establecemento dos factores de emisión hai que ter en conta os equipos empregados, posto que para o mesmo tipo e consumo de combustible as emisións de gases de efecto invernadoiro, especialmente as de CH₄ e N₂O, poden variar significativamente en función da instalación na que se utilicen. De seguido enuméranse algunhas consideracións que cômpre ter en conta:

- A maior parte, por non dicir todas, das instalacións que traballan con fuel óleo, gasóleo convencional, gas natural e gases licuados de petróleo (GLP) traballan con equipos de combustión interna, dos cales o 99% son motores.
- A combustión de gasóleo de baleiro e gas de refinería ten lugar en turbinas.

A continuación e de acordo coas consideracións anteriores, sinálanse os factores de emisión utilizados para a estimación das emisións de CO₂, CH₄ e N₂O nas instalacións de coxeneración da Comunidade Autónoma Galega (táboas 11, 12 e 13).

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CO ₂ (kg/GJ)	Fonte
Gasóleo convencional	73,0	IPCC e EMEP/CORINAIR
Gasóleo de baleiro	74,8	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo	76,6	IPCC
Gas natural	55,5	IPCC
Gas de refinería	60,0	EMEP/CORINAIR
GLP	62,7	IPCC
Coque	99,8	IPCC

Táboa 11.- Factores de emisión por termo medio de CO₂ en instalacións de coxeneración en función do tipo de combustible

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CH ₄ (g/GJ)	Fonte
Gasóleo convencional (motores)	1,5	EMEP/CORINAIR
Gasóleo de baleiro (turbinas)	3,7	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo (motores)	3,0	EMEP/CORINAIR
Gas natural (motores)	4,0	EMEP/CORINAIR
Gas de refinería (turbinas)	0,1	EMEP/CORINAIR
GLP (motores)	2,7	EPA-FIRE
Coque (caldeiras)	1,5	EMEP/CORINAIR

Táboa 12.- Factores de emisión por termo medio de CH₄ en instalacións de coxeneración en función do tipo de combustible e o tipo de grupo motriz primario

Combustible	Factor de emisión por termo medio para N ₂ O (g/GJ)	Fonte
Gasóleo convencional (motores)	2,5	EMEP/CORINAIR
Gasóleo de baleiro (turbinas)	1,4	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo (motores)	2,5	EMEP/CORINAIR
Gas natural (motores)	2,0	EMEP/CORINAIR
Gas de refinería (turbinas)	2,5	EMEP/CORINAIR
GLP (motores)	4,0	EMEP/CORINAIR
Coque (caldeiras)	14,0	EMEP/CORINAIR

Táboa 13.- Factores de emisión por termo medio de N₂O en instalacións de coxeneración en función do tipo de combustible e o tipo de grupo motriz primario

A partir da base de cálculo, neste caso o consumo de combustible, e os factores de emisión calcúlanse as emisións para cada un dos contaminantes do seguinte modo:

$$\text{Emisión anual} = \text{Consumo de combustible} \times \text{Capacidade calorífica} \times \text{Factor de emisión}$$

Isto é así en tódolos casos excepto para os procesos nos que o combustible é o licor negro do proceso kraft na produción de pasta de papel, onde as emisións se obteñen dos modos seguintes:

- As emisións de CO₂ obtéñense a partir de medidas directas de caudais, concentracións e datos do réxime de funcionamento para o ano 2001 utilizando a seguinte ecuación:

$$\text{Emisión anual} = \text{Concentración de CO}_2 \times \text{Caudal} \times \text{Réxime de traballo anual}$$

- As emisións de CH₄ obtéñense a partir dos valores de emisións de COV, tomando o valor calculado para o Inventario de Emisións Atmosféricas e Fontes Responsables (EPER).

Os resultados das emisións de gases de efecto invernadoiro para as instalacións de coxeneración da Comunidade Autónoma de Galicia para o ano 2001 móstranse a continuación na táboa 14:

Combustible	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
Gasóleo convencional	417.702,7	8,59	14,31	422.317,4
Gasóleo de baleiro	140.300,8	6,95	2,63	141.260,5
Fuel óleo	915.767,6	35,87	29,89	925.786,9
Gas natural	240.850,3	17,36	8,68	243.905,4
Gas de refinería	232.220,7	0,39	9,68	235.228,3
GLP	685,3	0,03	0,04	698,3
Coque	945,3	0,01	0,13	985,8
TOTAL	1.948.472,5	81,63	67,16	1.971.057,8

Táboa 14.- Gases de efecto invernadoiro emitidos en 2001 do sector da coxeneración

Como xa se comentou antes e como se pode observar na figura 2, as emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes de instalacións de coxeneración pasaron de ser nulas no ano 1990 a aproximadamente 2 millóns de toneladas no ano 2001 debido a que o funcionamento da totalidade deste tipo de instalacións comezou no transcurso dos anos seguintes a 1990.

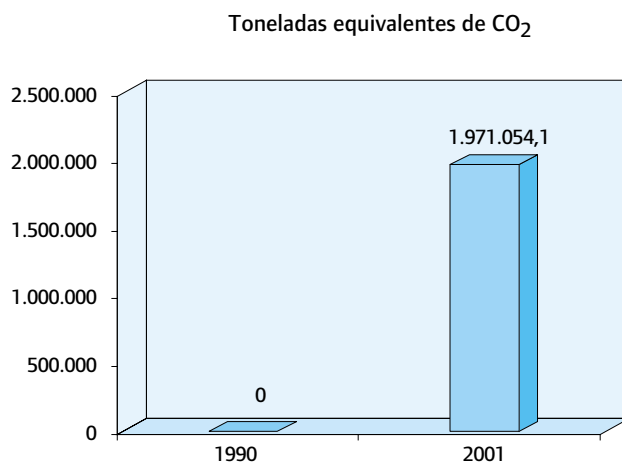


Figura 2.- Evolución das emisións de toneladas equivalentes de CO₂ nas instalacións de coxeneración en Galicia

2.1.1.1.2 Refino do petróleo

A combustión para a produción de enerxía do sector de refino de petróleo é a fonte de gases de efecto invernadoiro máis importante dentro do dito sector.

Os procesos de combustión levados a cabo no sector do refino en Galicia teñen lugar en fornos e caldeiras, exceptuando os equipos de coxeneración.

Os fornos empréganse principalmente en prequentamento de alimentacións ós distintos tipos de unidades (reactores, columnas de destilación, etc.), sendo o máis importante o que quenta a alimentación de cru á columna de destilación atmosférica. As caldeiras son dispositivos auxiliares que, ademais de daren calor, ofrecen vapor ó proceso.

Os combustibles empregados neste tipo de equipos son fuel óleo de refinería e gas de refinería. O consumo destes combustibles para cada tipo de equipo móstranse a continuación (táboa 15):

Combustible	Consumo de enerxía primaria en 1990 (GJ)	Consumo de enerxía primaria en 2001 (GJ)
Fuel óleo de refinería (caldeiras)	1.680.942,2	2.920.893,6
Fuel óleo de refinería (fornos)	980.203,5	3.282.734,2
Gas de refinería (caldeiras)	1.807.059,9	455.588,2
Gas de refinería (fornos)	5.803.501,3	4.750.472,1

Táboa 15.- Consumo de combustibles por tipos e equipos no sector refino

A continuación móstranse os factores de emisión para cada contaminante e as fontes por tipo de combustible e tipos de equipo (táboas 16, 17 e 18).

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CO ₂ (kg/GJ)	Fonte
Fuel óleo de refinería	76,6	IPCC
Gas de refinería	60,0	EMEP/CORINAIR

Táboa 16.- Factores de emisión por termo medio de CO₂ en función do tipo de combustible

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CH ₄ (g/GJ)	Fonte
Fuel óleo de refinería (caldeiras)	2,9	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo de refinería (fornos)	1,8	EMEP/CORINAIR
Gas de refinería (caldeiras)	2,5	EMEP/CORINAIR
Gas de refinería (fornos)	0,3	EMEP/CORINAIR

Táboa 17.- Factores de emisión por termo medio de CH₄ en función do tipo de combustible e equipo de combustión

Combustible	Factor de emisión por termo medio para N ₂ O (g/GJ)	Fonte
Fuel óleo de refinería (caldeiras)	0,30	IPCC
Fuel óleo de refinería (fornos)	0,55	EMEP/CORINAIR
Gas de refinería (caldeiras)	1,5	EMEP/CORINAIR
Gas de refinería (fornos)	1,5	EMEP/CORINAIR

Táboa 18.- Factores de emisión por termo medio de N₂O en función do tipo de combustible e equipo de combustión

Cos factores de emisión e cos valores de consumo de combustible determináronse as emisións de CO₂, CH₄ e N₂O que se sinalan na táboa 19 por tipos de combustible para os anos do inventario (1990 e 2001).

Ano	Combustible	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	Fuel óleo de refinería	203.826,1	6,6	1,00	204.274,7
	Gas de refinería	456.633,7	6,3	11,45	460.315,5
	TOTAL	660.459,8	12,9	12,45	664.590,2
2001	Fuel óleo de refinería	475.154,5	14,4	2,70	476.293,9
	Gas de refinería	312.363,6	2,6	7,81	314.839,3
	TOTAL	787.518,1	17,0	10,51	791.133,2

Táboa 19. Emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes da combustión para a produción de enerxía no sector de refino de petróleo⁵

A comparación das toneladas equivalentes de CO₂ entre 1990 e 2001 represéntase a continuación (figura 3).

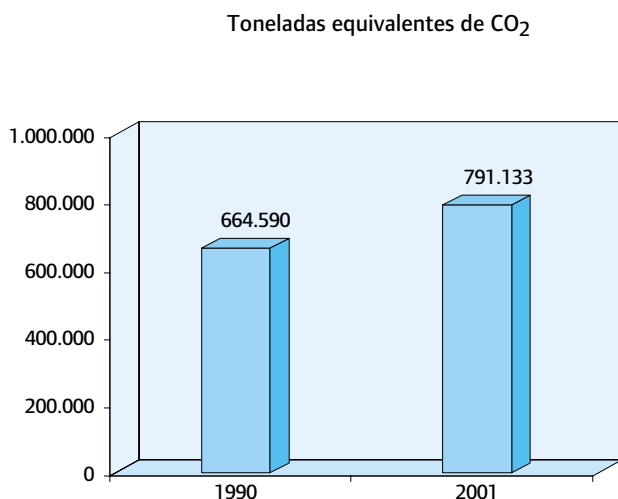


Figura 3. Evolución das toneladas equivalentes de CO₂ procedentes da combustión para a produción de enerxía no sector de refino de petróleo en Galicia

As emisións de gases de efecto invernadoiro medidas en toneladas equivalentes de CO₂ incrementáronse un 19,0% entre os anos 1990 e 2001. A razón principal é o maior consumo de enerxía primaria en forma de combustible e o aumento da relación de utilización fuel óleo/fuel gas, que produce unha cantidade maior de emisións de gases de efecto invernadoiro por unidade de enerxía producida.

⁵ Nesta táboa non se incluíron as emisións das instalacións de coxeneración, xa que foron contabilizadas no apartado 2.1.1.1.1.

2.1.1.2 COMBUSTIÓN NAS INDUSTRIAS MANUFACTUREIRAS E DE CONSTRUCCIÓN

Neste epígrafe téñense en conta as emisións procedentes da queima de combustibles na industria incluíndo a combustión para xeración de electricidade e calor.

As emisións do sector industrial especificáanse por subsectores que se corresponden coa Clasificación Industrial Estándar Internacional de Tódalas Actividades Económicas (ISIC).

A continuación indícase a lista de categorías consideradas dentro das industrias manufactureiras e de construción:

- 1.- Industria siderúrxica (Grupo ISIC 271 e Clase 2731).
- 2.- Metais non-férreos (Grupo ISIC 272 e Clase 2732).
- 3.- Compostos químicos (Divisións ISIC da 21 á 2).
- 4.- Polpa de papel e artes gráficas (Divisións ISIC 21 e 22).
- 5.- Procesamento de alimentos, bebidas e tabaco (Divisións ISIC 15 e 16).
- 6.- Outras. As emisións restantes debidas á queima de combustibles na industria incluíndo a rama da construción.

Exceptúanse deste sector as seguintes actividades:

- a) As emisións de autoprodutores asígnanse ó sector onde se xeran e identifícanse separadamente as emisións asociadas coa autoxeneración daquelas asociadas co sector de proceso.
- b) As emisións da combustión en fornos de coque na industria siderúrxica corresponde ó apartado de industrias enerxéticas e non ás industrias manufactureiras.
- c) A enerxía utilizada para transporte industrial non se sitúa neste apartado, senón que se fai no epígrafe do transporte, que se tratará no apartado 2.1.1.4.

Estas actividades de combustión nas industrias manufactureiras e de construción constitúen unha porcentaxe importante nas emisións totais de gases de efecto invernadoiro e, debido especialmente ó elevado número de fontes puntuais implicadas, existe unha dificultade adicional no cálculo das emisións.

A base de cálculo das emisións foi subministrada polas seguintes fontes:

- INEGA (Instituto Enerxético de Galicia).
- Dirección de Relacións Externas de Repsol YPF, polo que se refire á información do consumo de gasóleo C no sector residencial-comercial-institucional nos anos 2001 e 1990, o consumo de gases licuados de petróleo no mesmo sector en 1990 ou o consumo de coque nese mesmo ano.
- IDAE (Instituto de Diversificación e Aforro Enerxético) para aproxima-la evolución do consumo de biomasa.
- Empresas implicadas.

A continuación coméntanse as aproximacións que foron realizadas para a estimación dalgúns tipos de combustibles: gasóleos, biomasa e coque.

Gasóleos

O consumo de gasóleo C durante o ano 2001 calculouse a partir dos datos facilitados polo INEGA e Repsol YPF, correspondentes á utilización deste combustible nos diferentes sectores. No caso do ano 1990,

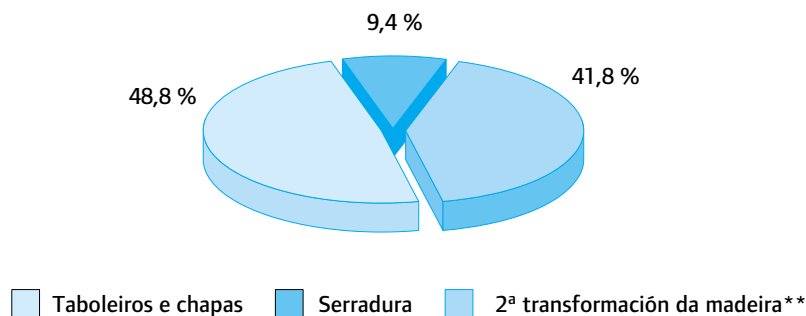
non se obtiveron datos precisos do consumo de gasóleo C, polo que se consideran válidas as tendencias extraídas do inventario Corine-Aire no cálculo do CO₂, xa que o valor obtido para 2001 en Galicia a partir de datos propios é practicamente idéntico ó obtido no dito inventario para o ano 2000. Como consecuencia, o consumo de gasóleo en maquinaria de industria/minas para 1990 pode aproximarse en 95.500 tep.

Biomasa

Case todo o consumo de biomasa para produción de calor industrial ten lugar na industria da madeira. Disponse de datos de consumo de biomasa do ano 2001 por sectores. Para estima-lo consumo en 1990 para este sector, supóñense as tendencias consideradas polo IDAE (Instituto para a Diversificación e Aforro Enerxético).

Subsector	Consumo en 2001 (tep)
Taboleiros e chapas	116.870
Serradura	22.569
2ª transformación da madeira**	99.965
Total	239.404

Táboa 20: Distribución do consumo de biomasa no sector madeireiro (2001)



**Inclúese do sector de pasta de papel o consumo non pertencente a coxeneración

Figura 4. Distribución do consumo de biomasa no sector madeireiro (2001). Fontes: INEGA e ENCE, S.A.

Coque

Nesta sección considérase o consumo de coque industrial empregado para fins enerxéticos. Para a súa estimación, disponse de información do consumo de coque por utilización.

Para estima-lo consumo en 1990, témo-la seguinte información:

- Producción de coque subministrada por Repsol YPF.

- Consumos aproximados en instalacións metalúrxicas, a través do Rexistro de Establecementos Industriais de Galicia (delegacións provinciais da Consellería de Industria e Comercio) e das propias instalacións.

Hai que ter en conta que non todo o coque se utiliza como combustible, xa que parte deste é destinado como reductor na industria metalúrxica, como ánodo das células de produción de aluminio ou para produción de ferroalixes, e outra parte destínase á exportación.

O resultado final para 1990 é que se destinan para a produción de enerxía 43.493 tep. O consumo de coque no ano 2001 móstrase a continuación:

Uso	Consumo en 2001 (t)
Dispoñible	504.598
Uso non enerxético	170.023
Exportado	126.862
Enerxía	207.713

Táboa 21. Consumo de coque en 2001

Realizadas estas previsións, de seguido móstranse os consumos de enerxía por combustibles neste sector para os anos 1990 e 2001.

Combustible	Consumo de enerxía primaria en 1990 (GJ)	Consumo de enerxía primaria en 2001 (GJ)
Gasóleo C	2.793.779	4.680.993
Gasóleo en maquinaria industrial/mineira	3.995.720	3.765.600
Fuel óleo	14.692.446	20.931.631
Gas natural	0	6.623.858
GLP	295.929	1.199.971
Biomasa (casca, serradura, po...)	5.782.857	10.016.667
Coque	1.819.758	6.508.564
Licor negro (fracción de non coxeneración)	2.542.043	4.498.884

Táboa 22. Consumos de combustibles para a produción de enerxía nas industrias manufactureiras e da construción

Para a elección dos factores de emisión para os distintos combustibles, hai que considerar que son procesos de combustión externa, excepto para o caso do gasóleo da maquinaria en industria/minas, que son de combustión interna.

Exceptúanse as emisións procedentes do licor negro da produción de pasta de papel, que se estimaron a partir de datos de medidas directas de concentracións e caudais e con datos do réxime de funcionamento das instalacións.

Os factores de emisión para cada un dos contaminantes aparece a continuación (táboas 23, 24 e 25).

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CO ₂ (kg/GJ)	Fonte
Gasóleo	73,0	IPCC e EMEP/CORINAIR
Fuel óleo	76,6	IPCC
Gas natural	55,5	IPCC
GLP	62,7	IPCC
Coque	99,8	IPCC

Táboa 23.- Factores de emisión por termo medio de CO₂

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CH ₄ (g/GJ)	Fonte
Gasóleo C (combustión externa)	0,20	IPCC
Gasóleo maquinaria (combustión interna)	1,5	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo	2,9	EMEP/CORINAIR
Gas natural	1,4	EMEP/CORINAIR
GLP	0,91	EPA-FIRE
Biomasa (casca, serradura, po...)	5,6 g/t de combustible	EPA-FIRE
Coque	1,5	EMEP/CORINAIR
Licor negro	23,35% dos COV	EMEP/CORINAIR

Táboa 24.- Factores de emisión por termo medio de CH₄

Combustible	Factor de emisión por termo medio para N ₂ O (g/GJ)	Fonte
Gasóleo C (combustión externa)	0,4	IPCC
Gasóleo maquinaria (combustión interna)	2,5	EMEP/CORINAIR
Fuel óleo	0,3	IPCC
Gas natural	0,1	IPCC
GLP	2,4	IPCC
Biomasa (casca, serradura, po...)	4,0	EMEP/CORINAIR
Coque	14,0	EMEP/CORINAIR

Táboa 25.- Factores de emisión por termo medio de N₂O

A partir destes factores de emisión e os valores estimados de consumo da táboa 20, obtéñense os resultados de emisións de CO₂, CH₄ e N₂O para os anos 1990 e 2001, e preséntanse a continuación (táboa 26).

Ano	Combustible	Emisión de de CO ₂ (t)	Emisión de de CH ₄ (t)	Emisión de de N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	Gasóleo C (combustión externa)	203.945,9	0,56	1,12	204.304,1
	Gasóleo maquinaria (combustión interna)	291.687,6	5,99	9,99	294.910,1
	Fuel óleo	1.125.338,5	42,61	4,41	1.127.599,7
	Gas natural	0,0	0,00	0,00	0,00
	GLP	18.569,8	0,27	0,71	18.795,6
	Biomasa (casca, serradura, po...)		3,31	23,13	7.240,3
	Coque	181.657,3	2,73	25,48	189.612,4
	Lícor negro	268.042,5	41,40	--	268.911,9
	TOTAL	2.089.241,7	96,87	64,83	2.104.133,8
2001	Gasóleo C (combustión externa)	341.712,5	0,94	1,87	342.312,6
	Gasóleo maquinaria (combustión interna)	274.888,8	5,65	9,41	277.925,8
	Fuel óleo	1.603.216,4	60,70	6,28	1.606.437,8
	Gas natural	367.624,1	9,27	0,66	368.024,2
	GLP	75.299,4	1,09	2,88	76.215,0
	Biomasa (casca, serradura, po...)		5,74	40,07	2.541,1
	Coque	649.717,4	9,76	91,12	678.169,7
	Lícor negro	525.264,6	81,14	--	526.968,5
	TOTAL	3.837.723,3	174,29	152,29	3.876.261,4

Táboa 26. Emisións totais de gases de efecto invernadoiro directo procedentes da combustión para a produción de enerxía por tipo de combustible

As emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes da combustión para a produción de enerxía nas industrias manufactureiras e da construción incrementouse considerablemente nos últimos anos, acadando un 86,4% de aumento en 2001 respecto do ano 1990.

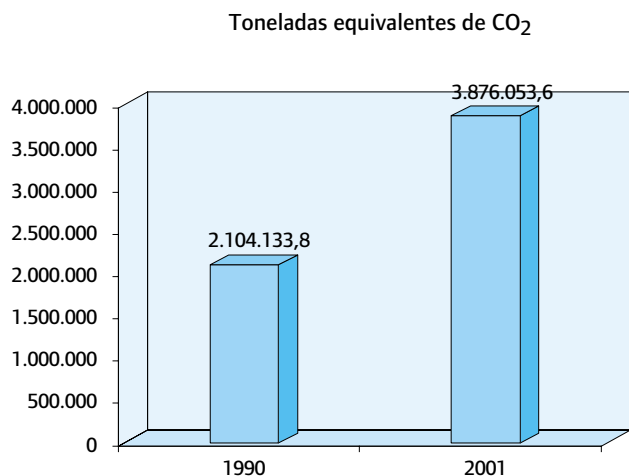


Figura 5.- Evolución das emisións de gases de efecto invernadoiro nos procesos de combustión para produción de enerxía en industrias manufactureiras e da construción medidas en toneladas equivalentes de CO₂

As causas do aumento das emisións neste epígrafe son moi heteroxéneas e dependen de cada sector específico que se considere.

As razóns principais débense ó crecemento industrial asociado de forma inherente ó desenvolvemento socioeconómico de calquera sociedade desenvolvida. Ese crecemento non se refire só á aparición de novas instalacións, senón principalmente ó incremento da capacidade das existentes. Os sectores madeireiro e metalúrxico son bos exemplos disto.

Pero non só o incremento da produción é responsable do incremento do consumo de combustibles, pois o incremento na calidade dos produtos demandados adoita supoñer, en moitos casos, unha achega calorífica maior.

2.1.1.3 TRANSPORTE

Nesta categoría téñense en conta todas aquelas emisións procedentes da combustión e evaporación do combustible na actividade do transporte. Dentro desta categoría hai distintos subsectores.

Os subsectores considerados nesta categoría son os seguintes:

- 1.- Aviación civil. Emisións procedentes de aviación civil internacional e transporte aéreo doméstico (comercial, privado, agrícola, etc.) incluíndo despegamentos e aterraxes. Exclúense combustibles para combustión estacionaria en aeroportos, posto que estes se inclúen dentro da categoría de combustión estacionaria.
- 2.- Transporte por estrada. Inclúense todas aquelas emisións procedentes de combustión e evaporación produto da utilización de combustibles en vehículos de estrada e vehículos agrícolas en autoestradas.
- 3.- Autoestradas: Inclúen as emisións procedentes do transporte tanto de mercadorías como de pasaxeiros nestas vías.
- 4.- Navegación: Emisións de combustibles utilizados para propulsar embarcacións para o transporte por auga, incluíndo aeroescorregadores hidráulicos.
- 5.- Outros transportes. Considéranse as emisións da combustión de tódalas actividades de transporte restantes, incluíndo transporte por canalizacións, conductos e entubados, actividades en terra en aeroportos e portos, e actividades todo terreo situadas nos apartados de agricultura (2.1.1.4) ou industrias de manufactura e construción (2.1.1.2). O transporte militar considérase noutro punto.

Todas estas categorías analízanse por separado a continuación:

2.1.1.3.1 Aviación civil

As aeronaves emiten dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O), así como monóxido de carbono (CO), compostos orgánicos volátiles diferentes do metano (NMVOC), dióxido de xofre (SO_2), partículas (PM) e óxidos de nitróxeno (NO_x).

Estas emisións son o produto da utilización de combustible para aeronaves. As operacións das aeronaves divídense en dúas partes (figura 6).

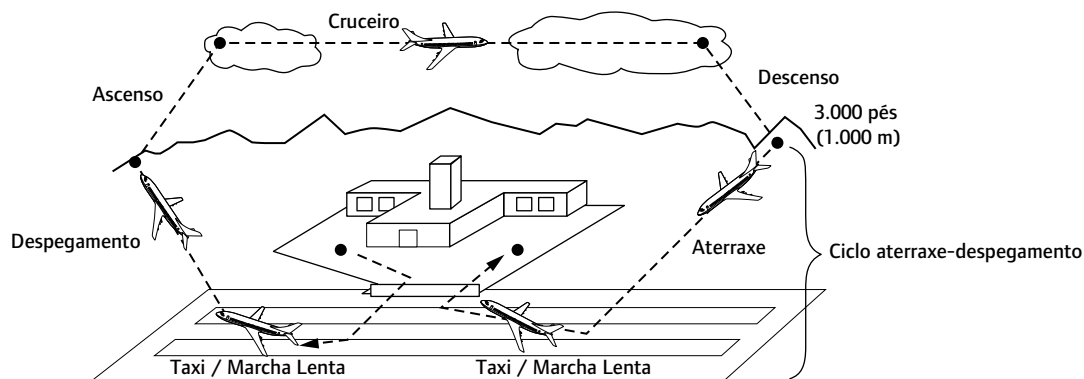


Figura 6.- Etapas de cálculo no tráfico aéreo

- Ciclo ateraxe-despegamento (ciclo LTO), que engloba tódalas actividades nas proximidades do aeroporto que teñen lugar a unha altura inferior a 1.000 m. Inclúense aquí rodaxe, ascenso e descenso.
- Cruceiro, que abrangue tódalas actividades que teñen lugar a altitudes superiores a 1.000 m.

As estimacións das emisións fixéronse a partir dos datos de tráfico aeroportuario facilitados por AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea). Neles detállanse as entradas e saídas de aeronaves nos aeroportos galegos especificando o tipo de nave, ademais das rutas descritas no que corresponde ó espazo aéreo da Comunidade Autónoma.

Contabilizáronse 86 tipos de aeronaves diferentes que operaron nos aeroportos galegos en 2001. Estes 86 tipos encádranse en 29 tipos xenéricos de naves en función das súas características (a táboa de correspondencia obtívose da guía EMEP/CORINAIR). Así, para o cálculo de emisións tivéronse en conta os datos de tipo de avión considerado, número de ciclos LTO e factores de emisión en kg/ciclo LTO reflectidos a continuación (táboa 27).

Tipo aeronave xenérico	Número LTO (datos AENA)	Factor de emisión CO ₂ (kg/ciclo LTO)	Factor de emisión CH ₄ (kg/ciclo LTO)	Factor de emisión N ₂ O (kg/ciclo LTO)
BAe 146	0	-	-	-
Airbus A310	19	4.853	0,5	0,2
Boeing 727-100	94	4.450	0,6	0,1
Boeing 727-200	3	4.450	0,6	0,1
Boeing 727-300	154	4.450	0,6	0,1
Boeing 737-200	2	2.897	0,4	0,1
Boeing 737-500	239	2.600	0,3	0,1
Boeing 737-400	155	2.600	0,3	0,1
Boeing 737-300	650	2.897	0,4	0,1
Boeing 737-700	335	2.600	0,3	0,1
Fokker 100	0	2.345	0,3	0,1
Fokker F-28	0	2.098	0,3	0,1
Airbus A320	3.032	2.527	0,3	0,1
Airbus A319	0	2.527	0,3	0,1
Airbus A330	0	7.029	0,9	0,2
Airbus A340	0	6.363	1,9	0,2
BAe 111	614	2.174	0,3	0,1
Boeing 747-100-300	20	10.754	1,4	0,3
Boeing 747-400	0	10.717	1,4	0,3
Boeing 757	393	3.947	0,5	0,1
Boeing 767	1.120	5.094	0,6	0,2
Boeing 777	0	8.073	2,3	0,3
Boeing 777-200	0	-	-	-
Boeing 777-300	0	-	-	-
McDonnell Douglas DC-9	1.374	2.760	0,1	0,1
McDonnell Douglas M81-88	9.172	3.160	0,4	0,1
McDonnell Douglas DC-10	22	7.501	2,3	0,2
McDonnell Douglas DC-8	2	2.760	0,1	0,1
Outros *	1.354	1.794	0,1	0,1

Táboa 27.- Tráfico e factores de emisión para cada tipo de aeronave (*Aeronaves de menor tamaño e helicópteros)

As emisións procedentes das actividades de aterraxe e despegamento calculáronse multiplicando o número de ciclos LTO polos factores de emisión específicos para cada contaminante.

Para 1990, unicamente se obtiveron datos de entradas e saídas totais, sen especifica-lo tipo de aeronave. As emisións para este ano calculáronse considerando unha distribución da flota aérea similar á do ano 2001.

Para o ano 2001 a cantidade total de ciclos LTO foi de 18.729, mentres que para 1990 foi de 12.684. Desta forma obtivéronse os datos de emisións para ámbolos anos, como se mostra a continuación (táboa 28).

Ano	Ciclos LTO	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equivalente
2001	18.729	55.723,92	6,54	1,88	56.444,11
1990	12.684	37.737,90	4,43	1,27	38.225,66

Táboa 28.- Emisións anuais para os ciclos LTO

Para a estimación de emisións en actividades de cruceiro, utilizáronse datos das principais rutas que sobrevoan o espazo aéreo de Galicia. Estimouse a distancia media de voo para os avións que teñen a súa orixe ou destino nos aeroportos galegos en 130 km, a partir das distancias das rutas máis concorridas (as que teñen dirección á península principalmente).

As emisións calculadas foron as procedentes das aeronaves que aterran ou despegan en Galicia, xa que, segundo os datos de rutas dispoñibles, dedúcese que o tráfico de cruceiro internacional que sobrevoa o espazo aéreo da Comunidade Autónoma é moito menos importante en volume có tráfico interno.

As emisións calculáronse en función do consumo de combustible en voo de cruceiro durante 130 km para cada tipo de avión. Considérase que por cada ciclo LTO (ateraxe e despegamento) o avión realiza dúas veces esta distancia (entrada e saída).

Os factores de emisión para cada contaminante veñen dados en kg por tonelada de combustible consumido. Estes factores móstranse a continuación (táboa 29).

Contaminante	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Factor	3.150	0	0,1

Fonte: Guía EMEP/CORINAIR

Táboa 29.- Factores de emisión en voo de cruceiro (kg/t fuel)

O consumo de cada aeronave para unha distancia de voo de cruceiro de 130 km pode verse a continuación (táboa 30).

Tipo aeronave xenérico	Consumo kg/130 km
BAe 146	-
Airbus A310	713,2
Boeing 727-100	732,2
Boeing 727-200	732,2
Boeing 727-300	732,2
Boeing 737-200	436,7
Boeing 737-500	436,7
Boeing 737-400	436,7
Boeing 737-300	436,7
Boeing 737-700	436,7
Fokker 100	-
Fokker F-28	-
Airbus A320	472,9
Airbus A319	-
Airbus A330	-
Airbus A340	-
BAe 111	379,4
Boeing 747-100-300	1.769,5
Boeing 747-400	-
Boeing 757	665,3
Boeing 767	793,6
Boeing 777	-
Boeing 777-200	-
Boeing 777-300	-
McDonnell Douglas DC-9	487,2
McDonnell Douglas M81-88	617,6
McDonnell Douglas DC-10	1.317,7
McDonnell Douglas DC-8	487,2
Outros *	379,4

Táboa 30.- Consumo de combustible por tipo de aeronave

A partir desta información e considerando a composición da flota similar en 1990 e 2001, pódense obter as emisións anuais estimadas para voos de cruceiro (táboa 31).

Ano	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equivalente
2001	66.210,36	0	2,10	66.861,95
1990	44.839,63	0	1,42	45.280,91

Táboa 31.- Emisións anuais para voos de cruceiro

As emisións totais anuais de gases de efecto invernadoiro estimadas para a aviación civil obtéñense por adición das que son produto dos ciclos LTO e as de voo de cruceiro. Os totais para os anos 1990 e 2001 móstranse a continuación (táboa 32).

Ano	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equivalente
2001	121.934,27	6,54	3,98	123.306,03
1990	82.557,53	4,43	2,70	83.506,55

Táboa 32.- Emisións anuais imputables ó tráfico aéreo

Como se pode observar na figura 7, as emisións debidas ó transporte aéreo en 2001 ascenderon un 47,7% respecto do ano de referencia. A razón principal está en relación co maior número de voos realizados con orixe ou destino nos aeroportos galegos.

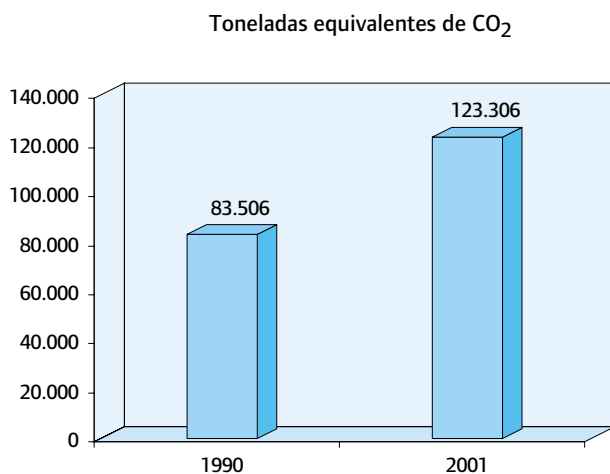


Figura 7.- Evolución das emisións de gases de efecto invernadoiro imputables ó tráfico aéreo

2.1.1.3.2 Transporte por estrada

O transporte por estrada emite cantidades considerables de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nítrico (N₂O), así como outros contaminantes como o monóxido de carbono (CO), compostos orgánicos volátiles que non sexan metano, dióxido de xofre (SO₂), partículas (PM) e diferentes óxidos de nitróxeno que contribúen a problemas de contaminación locais e rexionais.

As dificultades que se encontran á hora de cuantificar as emisións deste sector débense principalmente a que abarca un elevado número de fontes móbiles, cada unha delas coas súas características técnicas de utilización, consumo por quilómetro percorrido, características da viaxe (aceleracións, acendidos en frío ou quente, número de arranques e paradas, velocidade, etc.), tipo de combustible, idade do vehículo, etc.

Ante esta situación existen estudos nos que se ofrecen factores de emisión por termo medio (gramos de contaminante/km percorrido) que recollen valores representativos que teñen en conta, na medida do posible, os factores de influencia antes citados. Destes estudos, ademais, pódense deducir valores medios de km percorridos anualmente por tipo de vehículo, necesarios tamén no cálculo das emisións.

Tendo en conta as puntualizacións anteriores, a metodoloxía que se empregou no cálculo das emisións para cada contaminante baseouse na utilizada polo IPCC, que parte fundamentalmente da aplicación da seguinte ecuación:

$$E_i = \sum_{k=1}^m (F_{ik} \times KPV_k \times N_k) \quad \text{Ecuación [1]}$$

Onde:

E_i = emisión anual do contaminante "i" (t de i/ano)

F_{ik} = factor de emisión para o contaminante "i" e a categoría de vehículo "k" (g/km)

KPV_k = distancia media anual percorrida pola categoría de vehículo "k" (miles de km/vehículo·ano)

N_k = número de vehículos da categoría "k" (miles)

m = número total de categorías de vehículos

Para a elección dos factores de emisión a empregar nos cálculos, consideráronse as fontes do IPCC e o Programa AUTOIL II⁶, escolléndose para a realización dos cálculos esta última debido ás seguintes razóns:

- Considera dun modo máis claro a evolución dos factores de emisión co tempo. Para a IPPC necesitanse datos ás veces difíciles de conseguir, como son os consumos de combustible nos últimos anos, matriculacións por marcas, evolución do % de vehículos con cada tipo de catalizador, etc. Aínda así, os datos de evolución obtidos estarían suxeitos a un considerable erro.
- No programa AUTO OIL II os datos refírense a España, mentres que no IPCC refírense a Europa en xeral.
- No programa AUTO OIL II considéranse máis categorías de vehículos para factores de emisión, o que permite albergar unha maior exactitude nos cálculos.

Ademais da información do programa AUTO OIL II, realizouse unha recompilación de parques de vehículos por categorías segundo a esixencia de elección dos factores de emisión. A división de factores de emisión, parque de vehículos e os quilómetros medios percorridos por vehículo e ano fanse de acordo coas seguintes categorías:

- Turismos de gasolina
- Turismos diesel
- Vehículos para servizo lixeiro (con carga útil <3.000 kg)
- Vehículos para servizo pesado (con carga útil >3.000 kg)
- Autobuses
- Motocicletas

A información extraída do programa AUTOIL II -concretamente da base de datos referida a España- corresponde ós factores de emisión (F_i) por categoría de vehículo e ás distancias medias percorridas por tipo de vehículo e ano (KPV). Os KPV por categoría preséntanse a continuación (táboa 33) para os anos de referencia (1990 e 2001).

⁶ Véxanse as referencias [5], [6] e [7]

Caategoría	KPV en 1990 (Km/vehículo ano)	KPV en 2001 (Km/vehículo ano)
Turismos gasolina	15.148,3	15.754,3
Turismos diesel	15.148,3	15.754,3
Vehículos para servicio lixeiro (<3 t)	15.800,8	15.214,7
Vehículos para servicio pesado (>3 t)	43.585,9	56.512,4
Autobuses	82.937,9	120.890,9
Motocicletas	17.241,4	13.816,6

Táboa 33. KPV para o transporte por estrada nos anos do inventario

Os factores de emisión por categoría de vehículo e ano aparecen a continuación táboas (34, 35 e 36) para CO₂, CH₄ e N₂O (respectivamente).

Categoría	FACTOR DE EMISIÓN POR TERMO MEDIO (GRAMOS DE CO ₂ /km)	
	1990	2001
Turismos gasolina	172,7	167,5
Turismos diesel	237,1	163,1
Vehículos para servicio lixeiro (<3 t)	261,5	277,3
Vehículos para servicio pesado (>3 t)	659,4	631,9
Autobuses	785,7	770,9
Motocicletas	55,9	48,2

Táboa 34. Factores de emisión de CO₂ para transporte por estrada

Categoría	FACTOR DE EMISIÓN POR TERMO MEDIO (GRAMOS DE CH ₄ /km)	
	1990	2001
Turismos gasolina	0,085	0,029
Turismos diesel	0,007	0,004
Vehículos para servicio lixeiro (<3 t)	0,087	0,027
Vehículos para servicio pesado (>3 t)	0,130	0,104
Autobuses	0,369	0,328
Motocicletas	0,096	0,081

Táboa 35. Factores de emisión de CH₄ para transporte por estrada

Categoría	FACTOR DE EMISIÓN POR TERMO MEDIO (GRAMOS DE N ₂ O/km)	
	1990	2001
Turismos gasolina	0,005	0,032
Turismos diesel	0,012	0,015
Vehículos para servicio lixeiro (<3 t)	0,011	0,014
Vehículos para servicio pesado (>3 t)	0,030	0,030
Autobuses	0,025	0,025
Motocicletas	0,001	0,001

Táboa 36. Factores de emisión de N₂O para transporte por estrada

Na táboa 35 aparecen sinalados os parques de vehículos por categorías para 1990 e 2001, obtidos estes a partir do Servizo de Estatística da Dirección Xeral de Tráfico.

Categoría	Número de vehículos en 1990	Número de vehículos en 2001
Turismos gasolina	659.786	657.009
Turismos diesel	130.738	531.416
Vehículos para servizo lixeiro (<3 t)	113.503	177.987
Vehículos para servizo pesado (>3 t)	18.811	20.574
Autobuses	4.179	4.867
Motocicletas	41.953	59.061

Táboa 37. Parque de vehículos de Galicia por categorías

As emisións de gases de efecto invernadoiro por categoría de vehículo produto de aplica-la ecuación 1 ós valores mostrados anteriormente (táboas 33-37) aparecen a continuación para o ano 1990 e o 2001 (táboas 38 e 39 respectivamente).

ANO 1990

Categoría	Emisións de CO ₂ (t)	Emisións de CH ₄ (t)	Emisións de N ₂ O (t)	EQUIVALENTES DE CO ₂ (t)
Turismos de gasolina	1.726.163,9	845,12	52,36	1.760.143,0
Turismos diesel	469.619,5	14,00	28,01	478.596,6
Vehículos servizo lixeiro (<3 t)	469.031,8	156,55	20,31	478.615,4
Vehículos servizo pesado (>3 t)	540.633,1	106,73	24,27	550.398,2
Autobuses	272.320,5	127,86	8,58	277.665,4
Motocicletas	40.461,7	69,54	0,71	42.142,1
TOTAL	3.513.473,5	1.317,57	134,10	3.587.560,7

Táboa 38.- Emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do transporte por estrada en Galicia no ano 1990

ANO 2001

Categoría	Emisións de CO ₂ (t)	Emisións de CH ₄ (t)	Emisións de N ₂ O (t)	EQUIVALENTES DE CO ₂ (t)
Turismos de gasolina	1.734.315,6	296,05	336,50	1.844.847,6
Turismos diesel	1.365.311,3	33,53	104,82	1.398.509,6
Vehículos servizo lixeiro (<3 t)	750.953,7	74,51	36,89	763.954,4
Vehículos servizo pesado (>3 t)	734.716,1	120,86	34,42	747.924,4
Autobuses	453.602,6	192,75	14,56	462.164,0
Motocicletas	39.348,6	66,29	0,80	40.988,7
TOTAL	5.078.247,9	783,99	527,99	5.258.388,7

Táboa 39.- Emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do transporte por estrada en Galicia no ano 2001

Como se pode observar na figura 8, as emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do transporte por estrada en Galicia incrementáronse un 46,6%.

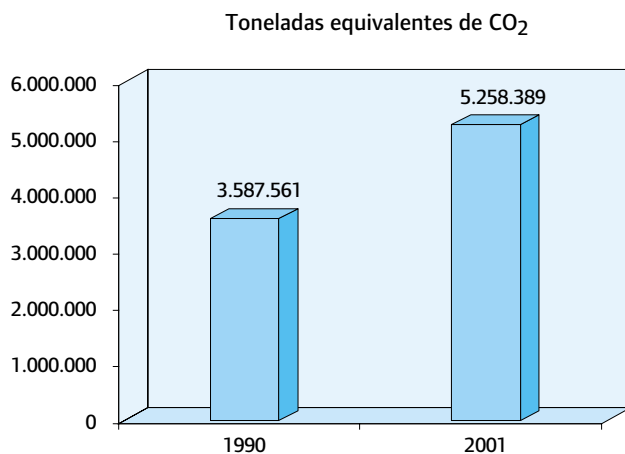


Figura 8.- Emisións globais de gases de efecto invernadoiro procedentes do transporte por estrada en Galicia no ano 2001

O aumento das emisións garda relación co aumento do parque automobilístico; sen embargo, inflúen máis factores, posto que este aumento no número de vehículos non se corresponde co das emisións. Mentres que os factores de emisión de CO₂ descendieron para case tódalas categorías de vehículos, sobre todo debido á diminución do consumo por unidade de distancia percorrida na marxe dos 11 anos de diferenza no inventario, existen outras causas ou razóns que compensan lixeiramente a diminución anterior, como son o aumento do número de quilómetros medio anuais que percorre cada categoría de vehículo.

Tamén a maior porcentaxe de aumento na categoría de turismos do parque de vehículos con respecto a outras categorías con maiores factores de emisión atenuou bastante o incremento das emisións de CO₂.

2.1.1.3.3 Tráfico ferroviario

As emisións procedentes do tráfico ferroviario son debidas á utilización de combustible para locomotoras, dentro das emisións das actividades de combustión.

Para o caso da Comunidade Autónoma de Galicia, as compañías de ferrocarrís existentes son dúas:

- RENFE (Red Nacional de Ferrocarriles Españoles): esta compañía une as principais cidades galegas, así como a Comunidade Autónoma coa Meseta.
- FEVE (Ferrocarriles de Vía Estrecha): une por ferrocarril o norte de Galicia coa cornixa Cantábrica e as poboacións do norte das provincias da Coruña e Lugo.

A información necesaria para a realización dos cálculos das emisións é a seguinte:

- Número de viaxes diarias por liña, número de quilómetros realizados en cada viaxe.
- Consumo de combustible por quilómetro segundo o tipo de máquina.

Esta información foi facilitada por FEVE para os anos 1990 e 2001. RENFE facilitou datos para o ano 2001, e a falta de datos de 1990 foi suplantada por información de 1993 para o caso das liñas rexionais e de 1997 para as grandes liñas, é dicir, a unión da Comunidade Autónoma coa Meseta. A maior contribución de emisións débese ás liñas rexionais, polo que o erro ó considera-los datos dos anos 1993 e 1997 se reduce. Esta información do número de quilómetros percorridos por cada tipo de tren e a cantidade de combustible consumido por quilómetro e tipo de tren represéntanse a continuación (táboa 40).

	Consumo medio combustible (L/km)	quilómetros percorridos/ano
Pasaxeiros	2,5	2.341.704,60
	1	1.813.299,14
	0,95	584.876,00
Mercadorías	2,75	100.001,20
	7,921	146.319,00
	5,332	164.356,10

Táboa 40.- Distribución de distancias percorridas por consumo unitario das máquinas implicadas

Os consumos de combustible absolutos así calculados foron a base para a determinación das emisións a través dos factores de emisión específicos de cada contaminante (guía EMEP/CORINAIR). Estes factores móstranse a continuación (táboa 41).

Contaminante	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Factor de emisión (kg/t gasóleo)	3.131,7	0,18	1,24

Táboa 41. Factores de emisión para transporte ferroviario

Como resultado, obtivéronse as emisións globais de gases de efecto invernadoiro para os anos 1990 e 2001 presentadas a continuación (táboa 42).

Ano	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (tg)	Equivalentes CO ₂ totais (t)
1990	33.617,5	1,93	1,33	37.784,5
2001	27.471,9	1,58	1,09	27.843,0

Táboa 42.- Emisións procedentes do transporte ferroviario e equivalentes totais de CO₂

A continuación (figura 9) vémo-la evolución do potencial global de efecto invernadoiro, medido en toneladas equivalentes de CO₂.

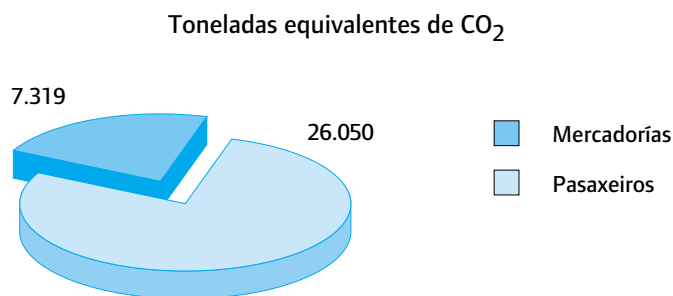


Figura 9. Distribución das emisións de gases de efecto invernadoiro por tipos de transporte ferroviario (ano 2001)

As emisións totais procedentes do transporte ferroviario medidas en toneladas equivalentes de CO₂ descenderon un 18,3% respecto das que había en 1990, debido, en gran parte, á diminución do tráfico na compañía RENFE.

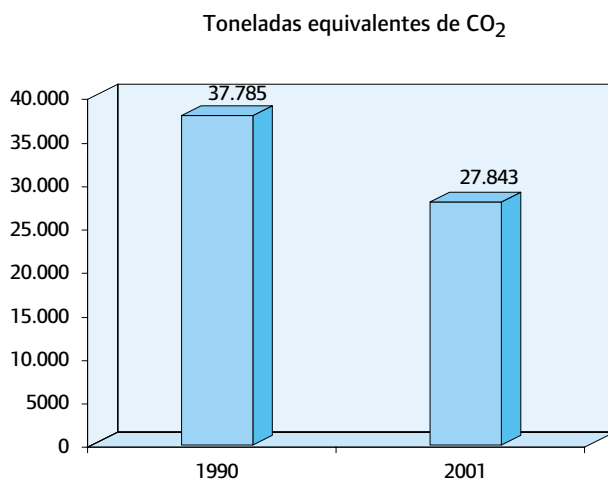


Figura 10. Toneladas equivalentes de CO₂ procedentes do transporte ferroviario

2.1.1.3.4 Tráfico marítimo

Nesta categoría inclúense as emisións dos combustibles utilizados para propulsar embarcacións, incluíndo aerodescorregadores e aliscafos. As embarcacións dan lugar a emisións de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nítrico (N₂O), así como a monóxido de carbono (CO), compostos orgánicos volátiles (non metano), dióxido de xofre (SO₂), partículas (PM) e óxidos de nitróxeno (NO_x).

No que se refire á Comunidade Autónoma de Galicia, este sector ten gran importancia en tódolos ámbitos debido á posición xeográfica de Galicia.

Consideraranse nel unicamente o tráfico marítimo destinado ó transporte de viaxeiros ou mercadorías, sen ter en conta a actividade pesqueira, xa que as emisións desta foron computadas no apartado 2.1.1.2.

O tráfico marítimo divídese do seguinte modo:

- Tráfico nacional (costeiro e interior).
- Tráfico internacional.

O tráfico nacional interior (canles e ríos) en Galicia é practicamente desprezable en relación cos tráfi-cos costeiros, polo que non se tivo en conta.

O tráfico internacional calculouse a partir dos datos de tráfico ofrecidos polas autoridades portuarias galegas de Vigo, Marín, Vilagarcía de Arousa, A Coruña e Ferrol.

O método de cálculo baséase na distribución do tráfico en función das toneladas de rexistro bruto (TRB) de cada buque, ordenados en 6 clases diferentes, como se mostran a continuación:

- Menos de 2.000 TRB.
- Entre 2.001 e 5.000 TRB.
- Entre 5.001 e 10.000 TRB.
- Entre 10.001 e 25.000 TRB.
- Entre 25.001 e 50.000 TRB.
- >Máis de 50.000 TRB.

A guía EMEP/CORINAIR presenta os valores de consumo de combustible en toneladas de fuel por hora percorrida para cada clase. A partir destes datos e considerando unha velocidade de 17 nós/hora calcúlase o consumo de combustible para as 200 millas náuticas de xurisdicción española para as que se establecen as emisións. Os datos expóñense a continuación (táboa 43).

	< 2.000	2.001-5.000	5.001-10.000	10.001-25.000	25.0001-50.000	> 50.000
1990	6.697	2.020	699	390	118	40
2001	2.962	892	538	931	317	51
Consumo t fuel/h	0,76	0,84	0,99	1,41	2,24	3,18

Táboa 43.- Datos de tráfico portuario e consumo de combustible para cada categoría

Para as estimacións das emisións de gases de efecto invernadoiro tomáronse factores de emisión en kg de contaminante por tonelada de fuel consumido da guía EMEP/CORINAIR. A continuación sinálanse os factores de emisión utilizados (táboa 44).

Contaminante	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Factor	3.170	0,3	0,08

Táboa 44.- Factores de emisión kg/t fuel para tráfico marítimo

A partir do consumo de combustible e dos factores de emisión, calculáronse as emisións procedentes do tráfico marítimo exterior correspondentes ós anos 1990 e 2001. Os resultados aparecen continuación (táboa 45).

Ano	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equivalente
2001	140.626,80	13,31	3,55	141.696,81
1990	117.979,72	11,16	2,98	119.137,88

Táboa 45.- Emisións procedentes do transporte marítimo internacional

No caso do tráfico costeiro interior, os datos dispoñibles non permitiron desenvolver unha metodoloxía detallada, debido á escasa información das orixes e destinos dos buques, e á dificultade de establecer unha área clara para a estimación das emisións. Os datos de tráfico interno foron extraídos do inventario Corine-Aire para os anos 1990 e 2000 (Táboa 46).

Ano	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equivalente
2000	167.414	7,55	4,35	168.921,05
1990	132.392	6,57	3,40	133.583,97

Táboa 46.- Emisións procedentes do transporte marítimo nacional

As emisións totais de gases de efecto invernadoiro no sector do tráfico marítimo son a suma das debidas ó tráfico nacional e ó internacional. O total de emisións móstrase a continuación (táboa 47).

Ano	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equivalente
2001*	308.040,8	20,86	7,9	310.617,86
1990	250.371,72	17,73	6,38	252.721,85

Táboa 47.- Emisións totais procedentes do transporte marítimo⁶

Como se pode observar na figura 11, as emisións de gases de efecto invernadoiro, medidas en toneladas equivalentes de CO₂, procedentes do transporte marítimo aumentaron en Galicia un 22,9% no ano 2001 con respecto ó ano 1990; o aumento foi da mesma proporción, aproximadamente, para o tráfico nacional e o internacional.

⁶* Suma das emisións para tráfico internacional no 2001 e nacional en 2000

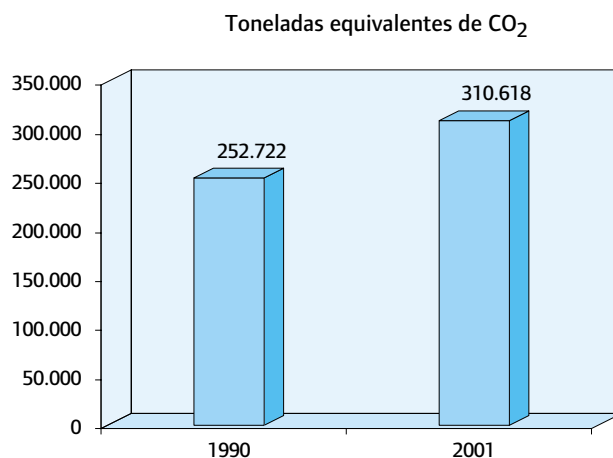


Figura 11.- Evolución das emisións de gases de efecto invernadoiro imputables ó tráfico marítimo

2.1.1.4 OUTROS SECTORES IMPLICADOS NA COMBUSTIÓN PARA A PRODUCCIÓN DE ENERXÍA

Ademais da combustión industrial en fontes fixas e o transporte, existen outras actividades de combustión que cómpre ter en conta dentro das actividades de combustión pola súa contribución apreciable ás emisións. Tales sectores son os seguintes:

Sector comercial/institucional, no que se consideran todas aquelas emisións da queima de combustibles en edificios comerciais e institucionais.

Sector residencial, no que se engloban todas aquelas emisións produto da queima de combustibles en fogares.

Sector agrícola/forestal e pesqueiro. Inclúense as emisións dos vehículos de tracción, utilización de combustible en bombas, cultivo de cereais, invernadoiros e outras actividades agrícolas, forestais e pesqueiras relacionadas coa utilización de combustibles.

1. Sector comercial/institucional e residencial

As fontes principais de gases de efecto invernadoiro neste sector son os equipos de calefacción e as cociñas de leña. Para o cálculo das súas emisións, o consumo dos distintos combustibles obtívose das diversas fontes enumeradas a continuación:

- 1.- Os datos de consumo de gasóleo C e de GLP (tanto de butano como de propano) neste sector conseguíronse a través da Dirección de Relacións Externas de Repsol YPF.
- 2.- O consumo de gas natural para 2001 foi obtido do INEGA (Instituto Enerxético de Galicia).
- 3.- En canto ó consumo de biomasa no sector residencial, é un valor de difícil estimación, pois consómese en ambientes rurais e non existen rexistros ó respecto. Os datos calculados polo INEGA para 2001 foron obtidos considerando case todo o consumo en fogares rurais (pertencentes a núcleos de menos de 2.000 habitantes), calculando un valor de consumo unitario por familia e unha porcentaxe de familias que emprega biomasa. En 1990 este consumo é substancialmente maior debido á

influencia do éxodo rural, o envellecemento da poboación –o crecemento demográfico negativo que ano tras ano experimentan os municipios tipicamente rurais así o indica– e o aumento nestes núcleos de calefaccións de propano ou gasóleo que substitúen en parte ás cociñas de leña. Debido á dificultade que entraña este dato, ademais do INEGA consultouse outra fonte, o IDAE (Instituto de Diversificación e Aforro Enerxético).

Os consumos de combustibles, en unidades de enerxía, para os anos do inventario preséntanse a continuación (táboa 48).

Combustible	Consumo de enerxía primaria en 1990 (GJ)	Consumo de enerxía primaria en 2001 (GJ)
Gasóleo C	3.973.046	9.416.869
Gas natural	0	2.051.039
Biomasa	8.368.000	3.138.000
Butano	6.140.794	5.684.341
Propano	892.313	2.538.684

Táboa 48. Consumos de combustibles no sector residencial-comercial-institucional

Vemos agora os factores de emisión utilizados en función do combustible para cada gas de efecto invernadoiro (táboas 49, 50 e 51).

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CO ₂ (kg/GJ)	Fonte
Gasóleo C	73,0	IPCC e EMEP/CORINAIR
Gas natural	55,5	IPCC
Butano	62,9	IPCC/EPA-FIRE
Propano	62,5	IPCC/EPA-FIRE

Táboa 49. Factores de emisión por termo medio de CO₂

Combustible	Factor de emisión por termo medio para CH ₄ (g/GJ)	Fonte
Gasóleo C	10,0	IPCC
Gas natural	5,0	IPCC
Biomasa	200	IPCC
Butano	5,0	IPCC
Propano	5,0	IPCC

Táboa 50. Factores de emisión por termo medio de CH₄

Combustible	Factor de emisión por termo medio para N ₂ O (g/GJ)	Fonte
Gasóleo C	0,6	IPCC
Gas natural	0,1	IPCC
Biomasa	4,3	IPCC
Butano	0,1	IPCC
Propano	0,1	IPCC

Táboa 51. Factores de emisión por termo medio de N₂O

As emisións estimadas no sector comercial residencial institucional para os anos 1990 e 2001 aparecen a continuación (táboa 52).

Ano	Combustible	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	Gasóleo C	290.032,3	39,73	2,38	291.605,7
	Gas natural				0
	Biomasa		1.673,60	35,98	46.300,1
	Butano	386.255,9	30,70	0,61	387.091,1
	Propano	55.769,6	4,46	0,09	55890,9
	TOTAL	1.652.537,8	1.748,49	39,06	786.887,8
2001	Gasóleo C	687.431,5	94,17	5,65	691.160,5
	Gas natural	113.832,6	10,26	0,21	114.111,6
	Biomasa		627,60	13,49	13.138,6
	Butano	357.545,0	28,42	0,57	358.318,1
	Propano	158.667,7	12,69	0,25	159.013,0
	TOTAL	1.662.656,8	773,1	20,17	1.335.782,8

Táboa 52. Emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do sector comercial residencial institucional

O máis destacado referente ós derivados do petróleo é a introducción crecente no sector do gas natural e tamén o considerable ascenso do gasóleo C.

2. Actividades nos sectores agrícola, forestal e pesqueiro

Para cuantificar as emisións de gases de efecto invernadoiro nos sectores agrícola, forestal e pesqueiro, utilizouse o consumo de combustibles, que consiste basicamente en gasóleo B:

Os datos deste combustible obtivéronse do seguinte modo:

O consumo de gasóleo B nestes sectores para 2001 foi subministrado polo INEGA. Para o ano 1990 dispónse do consumo global de gasóleo B. Para aproximar a fracción deste consumo global que corresponde á agricultura e pesca, temos información sectorial de consumo ata 1997. Por interpolación, a achega do consumo en agricultura e pesca considérase en 1990 un 48% do total se se manteñen as tendencias.

Os consumos para 1990 e 2001 son os seguintes (táboa 53).

Consumo de gasóleo en 1990 no sector agrícola/pesqueiro (GJ)	Consumo de gasóleo en 2001 no sector agrícola/pesqueiro (GJ)
3.017.019	7.531.200

Táboa 53. Consumos de gasóleo aproximados no sector agrícola/forestal e pesqueiro

A continuación aparecen os factores de emisión para cada un dos gases de efecto invernadoiro (táboa 54).

Contaminante	Factor de emisión por termo medio (kg/GJ)	Fonte
CO ₂	73,0	IPCC e EMEP/CORINAIR
CH ₄	1,5	EMEP/CORINAIR
N ₂ O	2,5	EMEP/CORINAIR

Táboa 54. Factores de emisión por termo medio

As emisións estimadas para o sector agrícola/forestal e pesqueiro móstranse a continuación (táboa 55).

	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Emisión de N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	220.242,4	4,53	7,54	222.675,9
2001	549.777,6	11,30	18,83	555.851,5

Táboa 55. Emisións aproximadas de gases de efecto invernadoiro derivados do consumo de gasóleo no sector agrícola/forestal e pesqueiro

A continuación sinálanse as emisións totais en equivalentes de CO₂ para “outros sectores” dentro das actividades de combustión do sector enerxía.

Como se pode observar na figura 12, os sectores de queima de combustibles distintos a fontes fixas industriais e transporte experimentaron un incremento dun 16,3% nas emisións de gases de efecto invernadoiro desde 1990 a 2001. Hai que ter en conta a lixeira redución das emisións derivadas do sector residencial neste período pola introducción do gas e o aumento do gasóleo en detrimento da biomasa, que foi compensada polo incremento do consumo de gasóleo no sector agrícola e pesqueiro.

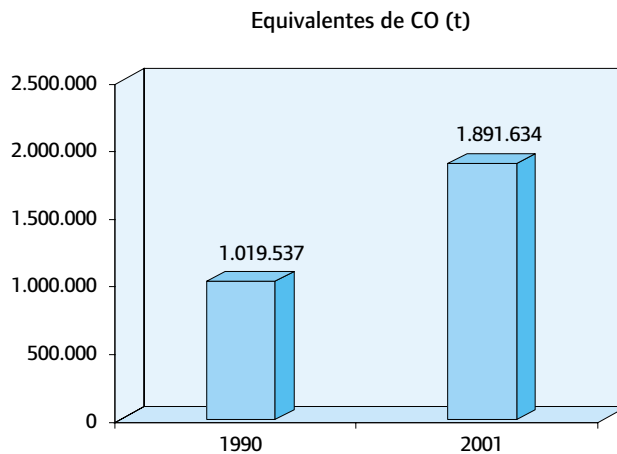


Figura 12.- Emisións do grupo outros sectores

2.1.2 EMISIÓN FUXITIVAS DOS COMBUSTIBLES

As emisións fuxitivas son emisións intencionadas ou non intencionadas procedentes das actividades antropoxénicas que, en particular, poden emitirse debido á produción, procesamento, transmisión, almacenamento e utilización dos combustibles, e inclúe emisións da combustión só onde non forma parte dunha actividade productiva (por exemplo, os gases naturais nas industrias de produción de gas ou produtos petrolíferos).

As emisións produto da evaporación procedentes dos vehículos xa están incluídas no apartado de transporte por estrada (2.1.1.2).

Nesta categoría considéranse as emisións fuxitivas das seguintes actividades:

- 1.- Combustibles sólidos: todas aquelas actividades que teñen lugar na mina, tanto as operacións de extracción do combustible como a preparación, transporte, almacenamento e cribado previo á combustión.
- 2.- Gas natural e petróleo: tódalas emisións fuxitivas procedentes das actividades de extracción e operacións posteriores na obtención do gas natural e o petróleo.

2.1.2.1 COMBUSTIBLES SÓLIDOS

Neste capítulo considéranse as emisións totais de metano nas actividades na mina e as posteriores previas á combustión. Concretamente valóranse as seguintes actividades:

- 1.- Minas de carbón, coas súas emisións asociadas ás actividades na mina, tanto subterráneas como superficiais, e as actividades posteriores previas á combustión.
- 2.- Transformación de combustibles sólidos: emisións fuxitivas que se producen durante a fabricación de produtos secundarios e terciarios procedentes de combustibles sólidos.

3.- Outras emisións fuxitivas das plantas de tratamento de combustibles non especificadas anteriormente.

Os procesos xeolóxicos de formación de carbón xeran metano (CH_4), a maior parte do cal queda no filón, e outros produtos. Polo xeral, nas capas profundas baixo terra os filóns conteñen maior cantidade de metano *in situ* cás capas baixo a superficie. O grao de carbonización determina a cantidade de metano producida e, unha vez xerado, as condicións de presión e temperatura ás que se encontra o carbón condicionan a cantidade de metano almacenado. Cando a presión á que está sometido o carbón se reduce (procesos de erosión, minería, etc.), prodúcese un proceso de desorción do gas almacenado, liberándose este á atmosfera.

A cantidade de metano liberado durante os traballos de extracción depende sobre todo do grao de hullificación do carbón e da profundidade a que se encuentre; por iso, a maior parte do metano que se libera na minería do carbón procede de minas subterráneas e non das minas a ceo aberto. Consecuentemente, os factores de emisión de metano para o carbón extraído a ceo aberto son menores cós das minas subterráneas.

A minería do carbón en Galicia realízase a ceo aberto. Os factores de emisión para este tipo de explotacións están no rango entre $2 \cdot 10^{-4}$ e $1,34 \cdot 10^{-3}$ t de CH_4 /t carbón extraído. Considerando que, ó ser estas minas de lignito e encontrarse nunha zona de clima húmido e frío, o grao de hullificación do carbón será baixo e o proceso de desorción verase desfavorecido, polo que se tomará un factor baixo dentro deste rango. Concretamente, o valor tomado foi de $0,2 \cdot 10^{-3}$ t de CH_4 /t carbón extraído.

Os factores de emisión extraéronse do *Libro de traballo para o inventario de gases de efecto invernadoiro do IPCC* (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) e as cantidades de carbón extraído nas minas galegas para os anos 1990 e 2001 foron subministradas polo INEGA (Instituto Enerxético de Galicia).

A continuación sinálanse os datos para os anos 1990 e 2001 (táboa 56).

Ano	Cantidade de carbón extraído (t)	Factor de emisión (t CH_4 /t carbón)	Emisión anual (t CH_4)	CO_2 equivalente (t)
1990	16.605.126	$0,2 \cdot 10^{-3}$	3.337,63	70.090,2
2001	8.771.347	$0,2 \cdot 10^{-3}$	1.763,04	37.023,8

Táboa 56.- Emisións procedentes da extracción de carbón na C.A. de Galicia

Ademais das emisións propias da extracción do carbón, existen outras procedentes do seu transporte e almacenamento. Os factores de emisión varían no rango de 0 a $1,34 \cdot 10^{-4}$ t de CH_4 /t carbón extraído segundo o *Libro de traballo para o inventario de gases de efecto invernadoiro do IPCC*, e pódese estimala cantidade de metano emitida para estas operacións no 10% da cantidade emitida na extracción. Polo tanto, o valor tomado foi $0,2 \cdot 10^{-4}$ t de CH_4 /t carbón extraído.

Os resultados obtidos aparecen a continuación (táboa 57).

Ano	Cantidade de carbón extraído (t)	Factor de emisión (t CH ₄ /t carbón)	Emisión anual (t CH ₄)	CO ₂ equivalente (t)
1990	16.605.126	0,2·10 ⁻⁴	333,76	7.009,0
2001	8.771.347	0,2·10 ⁻⁴	176,30	3.702,4

Táboa 57.- Emisións procedentes do transporte e almacenamento de carbón na Comunidade Autónoma de Galicia

As emisións totais de gases de efecto invernadoiro para tódalas operacións relacionadas coa extracción do carbón nos anos 1990 e 2001 amósanse na seguinte táboa (táboa 58).

Ano	Emisión anual (t CH ₄)	CO ₂ equivalente (t)
1990	3.671,39	77.099,2
2001	1.939,34	40.726,2

Táboa 58.- Emisións totais de gases de efecto invernadoiro debidas ós combustibles sólidos

Os resultados mostran unha redución das emisións de metano no ano 2001 con respecto ó ano 1990. A razón principal é a diminución na cantidade de carbón extraído nese ano.

2.1.2.2 PETRÓLEO E GAS NATURAL

Neste apartado considéranse as emisións fuxitivas totais produto das actividades con petróleo e gas natural. Estas emisións poden xurdir debido ó escape dos equipos de non combustión, fugas, alteracións e contratempos en calquera punto da cadea de produción. Inclúense tamén as emisións de fachos.

Polo tanto, as emisións fuxitivas das actividades do petróleo e gas natural engloban todas aquelas emisións produto da exploración, produción, procesamento, transporte e utilización do petróleo e gas natural, e procedentes da combustión non productiva (como queimado por facho ou incineración de gas residual). Exclúense a utilización de petróleo e gas natural ou produtos derivados para proporcionar enerxía para uso interno, en produción enerxética e en transporte.

As emisións fuxitivas de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e óxido nítrico (N₂O) procedentes das operacións de petróleo e gas son unha fonte directa ou indirecta de emisións de gases de efecto invernadoiro.

2.1.2.2.1 Petróleo

Inclúense nesta sección, tal e como mostran as correspondencias entre os epígrafes da nomenclatura SNAP-97 e IPCC-96, as emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes dos procesos de refinaría distintos á combustión para a produción de enerxía e os procesos do manexo do cru e produtos derivados. Estes procesos son exploración, produción, transporte, refino, almacenamento, distribución e outros. A continuación analízanse os máis relevantes dentro da Comunidade Autónoma de Galicia.

Refino de petróleo (procesos distintos á combustión para produción de enerxía)

Dentro deste grupo existe un extenso número de procesos implicados; os máis importantes son a combustión de gas residual de proceso en facho, o proceso de craqueo catalítico en leito fluidizado (FCC) e os dispositivos da refinaría susceptibles de daren lugar a emisións fugaces de compostos orgánicos volátiles.

Respecto da combustión de gas en facho, as emisións de gases de efecto invernadoiro calculáronse a partir da información solicitada ás propias instalacións, as emisións de CO₂, N₂O e CH₄. Para iso empregáronse os factores de emisión media listados a continuación (táboa 59).

Contaminante	Factor de emisión (kg/t de gas)	FONTE
CO ₂	2660	EMEP/CORINAIR
CH ₄	0,116	EMEP/CORINAIR
N ₂ O	0,0695	EMEP/CORINAIR

Táboa 59.- Factores de emisión para a combustión de gas en facho

Para o caso da unidade FCC e os dispositivos susceptibles de daren lugar a emisións fuxitivas de COV, calculáronse as emisións de metano a partir de factores de emisión de COV. As emisións de COV determináronse a partir de factores de emisión referidos ó funcionamento horario de compresores, bombas, tanques a presión con válvula de alivio, torres de refrixeración, tratamento de augas residuais, válvulas (para fluxos de líquidos lixeiros, líquidos pesados e gases) e unidade FCC. As porcentaxes de metano nos COV destas fontes preséntanse a continuación (táboa 60).

Tipo de fonte	Factor de emisión (% dos COV)	FONTE
Craqueo catalítico en leito fluidizado	36,0	Voc species manual ⁷
Dispositivos para fluxo de líquidos	3,3	Voc species manual
Dispositivos para fluxo de gases	13,3	Voc species manual

Táboa 60.- Porcentaxes de metano en emisións de COV dalgúns procesos

As emisións de CO₂ e N₂O procedentes da unidade FCC obtivéronse do inventario Corine-Aire.

Tendo en conta os factores anteriores, os resultados das emisións de gases de efecto invernadoiro para os procesos de refino diferentes á combustión na C.A. de Galicia indícanse a continuación (táboa 61).

Ano	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	447.444,6	578,50	18,69	465.387,0
2001	373.313,0	547,36	27,83	393.434,9

Táboa 61.- Emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes de procesos de refino distintos á combustión para produción de enerxía

⁷ Véxase a referencia [14]

As emisións descenden aproximadamente un 5,7% en 2001 (equivalentes de CO₂) neste tipo de procesos respecto de 1990. A razón fundamental é a menor cantidade de cru tratado en refinería en 2001 respecto de 1990.

Almacenamento e manexo do cru e os seus produtos

O almacenamento e manexo de cru e os seus produtos fóra da refinería, principalmente en terminais marítimas, produce emisións fuxitivas de metano. Estas emisións varían pouco de ano en ano, xa que a cantidade de cru procesado en Galicia tampouco varía de forma significativa. Polo tanto, pode extrapolarse o valor dispoñible de 2000 ó ano 2001. Os datos dispoñibles aparecen a continuación (táboa 62).

Ano	CH ₄ (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	132,8	2.788,8
2001	143,2	3.007,2

Fonte: CORINE-AIRE

Táboa 62. Emisións procedentes de almacenamento e manexo do cru e produtos

2.1.2.2.2 Gas natural

As emisións fuxitivas de metano que implican o gas natural inclúen todas aquelas procedentes da produción, procesamento, transmisión, distribución e outras fugas e escapes producidos, por exemplo, polo uso do gas natural, excluindo as emisións de combustión xa contabilizadas.

No caso de Galicia, non existen plantas de produción nin de procesamento deste combustible, polo que o dato que se tivo en conta á hora de estimar as emisións fuxitivas de metano foi a cantidade de gas natural consumido en Galicia.

Por outra parte, a introducción do gas natural en Galicia levouse a cabo en anos posteriores a 1990, polo que neste ano non hai contribución ás emisións fuxitivas procedentes do uso do gas.

Os factores de emisión tomáronse do *Libro de traballo para o inventario de gases de efecto invernadoiro do IPCC*. O valor foi seleccionado a partir dun rango que oscila entre 72.000 e 133.000 kg CH₄/PJ para o procesamento, transporte e distribución de gas natural. Tomouse o valor de 72.000 kg CH₄/PJ, considerando que en Galicia este factor corresponde unicamente ó transporte e distribución do gas, xa que non hai instalacións de procesamento en funcionamento.

Tomouse o poder calorífico inferior do gas natural en 49,08 GJ/t, polo que o factor de emisión utilizado en función das toneladas de gas consumido foi de 3,53 kg CH₄/t de gas. Os resultados obtidos móstranse a continuación (táboa 63).

Ano	Gas consumido (t)	Factor de emisión (t CH ₄ /t gas)	Emisión anual (t CH ₄)	CO ₂ equivalente
1990	0	3,53	0	0
2001	311.055	3,53	1.099,15	23.082,1

Táboa 63.- Emisións procedentes do transporte e distribución de gas natural

Sumario das emisións fuxitivas dos combustibles

Na figura 13 pódese observar unha comparación das emisións de gases de efecto invernadoiro producido das emisións fuxitivas dos combustibles en toneladas equivalentes de CO₂ para os anos 1990 e 2001.

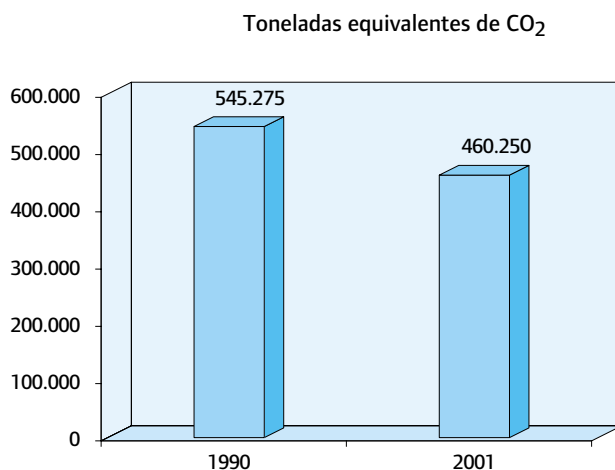


Figura 13.-. Emisións totais de gases de efecto invernadoiro procedentes de emisións fuxitivas dos combustibles

O 15,6% de descenso observado nas emisións débese principalmente á redución da cantidade de carbón minado e ás menores emisións de procesos de refino, pola redución da cantidade de cru procesada, compensada en parte polas emisións procedentes da introdución de gas natural.

O sumario final de emisións con reparto por sectores e porcentaxe de contribución ás emisións nacionais aparece na táboa 64.

	Ano 1990		Ano 2000		Ano 2001		Equiv. CO ₂ (t)	
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CH ₄ (t)		
1. Enerxía	21.021.995,5	7.664,1	389,9	21.303.823,2	28.734.662,0	5.679,6	935,9	28.822.566,8
A. Actividades de combustión	20.574.550,9	3.281,7	371,3	20.758.554,5	28.361.349,0	1.950,6	908,1	28.362.264,8
1. Industrias do sector enerxético	14.141.273,0	94,7	122,9	14.181.345,2	17.294.218,6	190,2	194,4	17.358.348,6
2. Industrias manufactureiras e da construción	1.821.199,2	96,9	64,8	1.843.330,8	3.312.458,7	174,3	152,3	3.363.328,7
3. Transporte	3.880.020,9	1.341,7	144,5	3.952.993,9	5.535.694,9	813,0	540,7	5.720.390,5
4. Outros sectores	732.057,8	1.748,5	39,1	780.884,7	1.317.476,8	773,1	20,7	1.920.197,0
5. Outros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	447.444,6	4.382,4	18,7	545.268,7	373.313,0	3.729,1	27,8	460.250,4
1. Combustibles sólidos	0,0	3.671,4	0,0	77.099,2	0,0	1.939,3	0,0	40.726,1
2. Petróleo e gas natural	447.444,6	711,0	18,7	468.169,5	373.313,0	1.789,7	27,8	419.524,2

Táboa 64.- Sumario final de emisións de gases de efecto invernadoiro en Galicia nos anos 1990 (referencia) e 2001 con repartido por sectores e porcentaxe de contribución ás emisións nacionais

Sumario final das emisións do sector enerxía

A evolución do global das emisións de gases de efecto invernadoiro do sector enerxía, formado por tódolos subsectores tratados ó longo de toda esta sección 2.1, preséntase na figura 14.

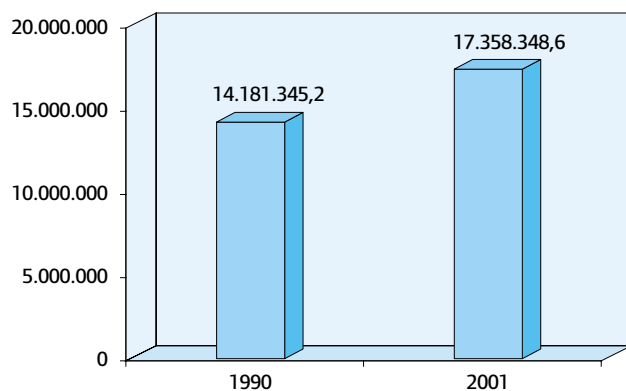


Figura 14.- Evolución das emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do sector enerxía en Galicia

Comparación das emisións no sector enerxía para os anos 1990 e 2001

Obsérvase un incremento do 22,4% das emisións de gases de efecto invernadoiro no sector enerxía entre o ano de referencia e o 2001. As razóns deste incremento foron expostas subsector a subsector ó longo de toda esta sección 2.1 e destácanse as seguintes:

A maior subida de máis de 3.200.000 toneladas equivalentes de CO₂ prodúcese en industrias do sector enerxético.

Nas industrias manufactureiras e da construción a cantidade ascende arredor de 1.500.000 toneladas equivalentes de CO₂.

2.2 PROCESOS

A segunda categoría de fontes potenciais de gases de efecto invernadoiro consideradas polo Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático correspóndese cos Procesos Industriais.

A continuación móstranse as actividades incluídas neste sector de procesos segundo o IPCC 96 e as súas correspondencias coa clasificación SNAP 97.

Nomenclatura IPCC-96		Nomenclatura SNAP-97	
2.A- PRODUCTOS MINERAIS			
2 A 1	Producción de cemento	04 06 12	Cemento (descarbonización)
2 A 2	Producción de cal	04 06 14	Cal (descarbonización)
2 A 3	Uso de pedra calcaria e dolomita	04 06 18	Uso de pedra calcaria e dolomita
2 A 4	Uso e produción de CaCO ₃	04 06 19	Producción e uso de cinza de sodio
2 A 5	Teito con asfalto	04 06 10	Uso e produción de CaCO ₃
2 A 6	Pavimentación con asfalto	04 06 11	Pavimentación con asfalto
2 A 7	Outros	04 06 13	Vidro (descarbonización)
		04 06 15	Fabricación de baterías
		04 06 16	Extracción de minerais
		04 06 17	Outros (incluíndo fabricación de derivados de asbestos)
2.B- INDUSTRIA QUÍMICA			
2 B 1	Producción de amoníaco	04 04 03	Amoníaco
2 B 2	Producción de ácido nítrico	04 04 02	Ácido nítrico
2 B 3	Producción de ácido adípico	04 05 21	Ácido adípico
2 B 4	Producción de carburos	04 04 12	Producción de carburo de calcio
2 B 5	Outros	04 04 01	Ácido sulfúrico
		04 04 04 a 04 04 06	Sulfato/fosfato/nitrato de amonio
		04 04 07 e 04 04 08	Fertilizantes NPK, Urea
		04 04 09 a 04 04 11	Negro de fume, óxido de titanio, grafito
		04 04 14	Fertilizantes fosfatos
		04 04 15	Almacenamento e manexo de produtos inorgánicos
		04 04 16	Outros procesos na industria de química inorgánica
		04 05	Procesos en industria de química orgánica excepto ácido adípico (04.05.01 a 04.05.20, 04.05.22 a 04.05.26 e 04.05.34)
2.C- PRODUCCIÓN METALÚRXICA			
2 C 1	Producción de ferro e aceiro	04 02 02	Carga de altos fornos
		04 02 03	Baleirado de arrabio
		04 02 05 a 04 02 10	Fornos en plantas de aceiro, fábricas de laminación, sinterizado e pelletización (excepto combustión)
			Outras
2 C 2	Producción de ferroalixes	04 03 02	Ferroalixes
2 C 3	Producción de aluminio	04 03 01	Producción de aluminio (electrólise) - excepto SF ₆
2 C 4	SF ₆ usado en fundicións de aluminio e magnesio	03 03 10	Producción secundaria de aluminio
		04 03 01	Producción de aluminio (electrólise) -só SF ₆
		04 03 04	Producción de magnesio -só SF ₆
2 C 5	Outros	04 03 03 a 04 03 05	Producción de silicio, níquel e magnesio
		04 03 06	Fabricación de aliaxes metálicas
		04 03 07	Galvanizado
		04 03 08	Electroplateado
		04 03 09	Outros procesos en industrias non ferrosas

Nomenclatura IPCC-96		Nomenclatura SNAP-97	
2.D- OUTRAS PRODUCCIÓN			
2 D 1	Polpa e papel	04 06 01	Cartón
		04 06 02 a 04 06 04	Polpa de papel
2 D 2	Alimentos e bebidas	04 06 05 a 04 06 08	Pan, viño e licores
2.E- PRODUCCIÓN DE HALOCARBUROS E HEXAFLUORURO DE XOFRE			
2 E 1	Emisións de produtos secundarios	04 08 01	Producción de hidrocarburos haloxenados - Subproductos
		04 08 04	Producción de hexafluoruro de xofre - Subproductos
2 E 2	Emisións fuxitivas	04 08 02	Producción de hidrocarburos haloxenados - Fuxitivas
		04 08 05	Producción de hexafluoruro de xofre - Fuxitivas
2 E 3	Outras	04 08 03	Producción de hidrocarburos haloxenados - Outras
		04 08 06	Producción de hexafluoruro de xofre - Outras
2.F- CONSUMO DE HALOCARBUROS E HEXAFLUORURO DE XOFRE			
2 F 1	Refrixeración e equipos de aire acondicionado	06 05 02	Uso de halocarburos en refrixeración e aire acondicionado
2 F 2	Escumas	06 05 04	Rega con escumas
2 F 3	Extintores	06 05 05	Extintores
2 F 4	Aerosois	06 05 06	Latas de aerosois
2 F 5	Disolventes	06 01 a 06 04	Disolventes que conteñen halocarburos
2 F 6	Outros	06 01 a 06 04	Fontes que conteñen SF6
		06 05 07	Equipamentos eléctricos
		06 05 08	Outros
2.G- OUTROS			
		06 05 03	Uso doutros produtos en refrixeración e aire acondicionado

Esta categoría ten en conta as emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes de subproductos e emisións fuxitivas de procesos industriais distintos á queima de combustibles fósiles, xa incluídas na primeira categoría.

Os procesos industriais considerados nesta categoría enuméranse a continuación xunto co seu código ISIC⁸.

1.- Productos minerais (División ISIC 26), que inclúe os procesos de produción de cemento, produción de cal, utilización de dolomita e calcaria, produción e utilización de sosa comercial, cubertas de asfalto, pavimento de estradas con asfalto e outros procesos industriais relacionados coa industria dos produtos minerais.

⁸ Para clasificar as empresas productivas, segundo a súa rama de actividade económica, tomouse como base a Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU), que en inglés é a International Standard Industrial Classification (ISIC), cun nivel de desagregación que se marca nun código de dous caracteres numéricos.

2.- Industria química (División ISIC 24), que inclúe actividades de produción de compostos químicos como o amoníaco, ácido nítrico, ácido adípico, carburos, e outros procesos industriais de produción de compostos químicos.

3.- Producción de metais (División ISIC 27), entre os que se consideran a industria siderúrxica, produción de ferroalixes, produción de aluminio, utilización de SF₆ e magnesio nas fundicións de aluminio e outras actividades industriais relacionadas coa produción de metais.

4.- Outras producións (Divisións ISIC do 15 ó 29), como a industria papeleira e a industria de produtos alimentarios e bebidas.

5.- Produción de halocarburos e hexafluoruro de xofre (Clases ISIC 2411 e 2429).

6.- Actividades de consumo de halocarburos e hexafluoruro de xofre, como poden se-los equipos de refrixeración e aire acondicionado, extintores de fogos, aerosois, disolventes e outras actividades de consumo deste tipo de produtos.

7.- Outros procesos industriais relacionados coas emisións de gases de efecto invernadoiro que non se consideran nos apartados anteriores.

A continuación considéranse cada un dos procesos industriais citados anteriormente relevantes na Comunidade Autónoma de Galicia.

2.2.1 PRODUCTOS MINERAIS

Dentro deste sector son relevantes na Comunidade Autónoma de Galicia a produción de cemento, a produción de cal e outros procesos relacionados cos produtos minerais. Todos eles inclúen distintos tratamentos en fornos a temperaturas elevadas, o que potencia as emisións de gases de efecto invernadoiro.

2.2.1.1 INDUSTRIA DO CEMENTO

A industria de fabricación de cemento considérase unha fonte potencial de produción de gases de efecto invernadoiro debido fundamentalmente á produción de clínquer nos fornos. As emisións procedentes deles poden dividirse do seguinte modo:

- Emisións procedentes da combustión do combustible empregado en forno, xa contabilizadas na sección 2.1.
- Emisións intrínsecas ó proceso, en concreto as emisións de CO₂ procedentes sobre todo da calcinación do carbonato de calcio para formar cal que posteriormente se combinará con materiais silíceos para formar silicatos cálcicos, substancias fundamentais no clínquer.

O sector de produción de cemento na Comunidade Autónoma de Galicia inclúe unha soa instalación de produción de clínquer. A fase do proceso productivo de onde se producen a maior parte das emisións é a calcinación nun forno rotatorio, que traballa a temperaturas de entre 1.400 °C e 2.000 °C. Este forno recibe a alimentación do cru (sobre todo calcaria) e a do coque que se emprega como combustible. Estes materiais foron debidamente preparados por operacións de moedura e homoxeneización, contando ademais o forno con unidades de prequentamento e precalcinación.

Os factores de emisión adoitan referirse a cantidades de cemento producidas ou a cantidades de clínquer. O factor de emisión empregado neste caso, así como as capacidades productivas e os valores finais

de emisión de CO₂ para os anos obxecto de estudio (1990 e 2001), xunto coas emisións totais calculadas a partir deles, móstranse na táboa 65.

Ano	Factor de emisión (kg/t de clínquer)	Fonte	Producción de clínquer (t)	Emisión de CO ₂ (t)
1990	570,1	IPCC	356.200	203.069,6
2001	570,1	IPCC	365.700	208.485,6

Táboa 65.- Emisións de CO₂ da produción de cemento

2.2.1.2 FABRICACIÓN DE CAL

A produción de cal, o mesmo cá de cemento, considérase unha fonte potencial de emisións de CO₂ debidas principalmente ó proceso de calcinación de carbonato cálcico para producir cal, ademais das que se deben á combustión do combustible introducido no forno, que pode ser coque ou un tipo de carbón de alta calidade como a antracita xa consideradas na sección 2.1.

As emisións de CO₂ foron obtidas por dúas vías diferentes: estimación por factores de emisión e medidas reais para as instalacións implicadas. O proceso lévase a cabo en fornos rotatorios a temperaturas que roldan os 1.000 °C.

Cando se empregou factor de emisión, o seu valor foi de 785 kg CO₂/t de cal producido. Cando se realizou o cálculo a partir de datos analíticos de concentracións, caudais e horas de funcionamento ó ano, as emisións intrínsecas obtivéronse restando as totais das de combustión (estimadas estas últimas a partir do consumo de combustibles).

Os resultados das emisións absolutas obtidas móstranse a continuación (táboa 66). Entre elas inclúense as procedentes dos fornos de cal na produción de pasta de papel (nas que o combustible é fuel).

Ano	Emisión de CO ₂ (t)
1990	49.410,0
2001	95.967,9

Táboa 66.- Emisións de CO₂ da produción de cal

2.2.1.3 OUTRAS INDUSTRIAS RELACIONADAS CO TRATAMENTO DE MINERAIS

Ademais de sectores clásicos na industria de produtos minerais como as producións de cal e de cemento, existen na Comunidade Autónoma de Galicia outras instalacións que se incluíron neste apartado. Os procesos englobados son os seguintes:

- 1.- A calcinación do trihidrato de alumina para producir alumina calcinada.
- 2.- A calcinación sólido-líquido para aproveitamento de subproductos na produción da alumina
- 3.- A produción do MgO por calcinación de MgCO₃.

O mesmo que en apartados anteriores, as emisións de gases de efecto invernadoiro relevantes neste apartado son as procedentes do carbono contido na materia prima e non as procedentes da queima de combustibles asociada ós respectivos fornos.

A información necesaria para a cuantificación foi subministrada polas instalacións.

A continuación amósase esta información xunto cos factores de emisión empregados e as emisións finais calculadas (táboa 67).

Proceso	Ano	Factor de emisión	Fonte	Producción	Emisión de CO ₂ (t)
Producción de MgO	1990	1091,5 kg/t de MgO	Estequiometría	49.764 t de MgO	54.316,7
	2001**	1091,5 kg/t de MgO	Estequiometría	63.781** t de MgO	69.616,1**
Calcinación da alumina	1990	0,09 kg C/t de hidrato	Estequiometría	1.001.604 t de hidrato	330,5
	2001	0,09 kg C/t de hidrato	Estequiometría	1.060.235 t de hidrato	349,9
Calcinación sólido-líquido	1990	Non existe a planta SLC nesta data			0
	2001	3666,67 kg/t C	Estequiometría	1.128,91 t C	4.139,3
TOTAL	1990				54.647,3
	2001				74.105,3

**Dato do ano 2000

Táboa 67.- Emisións de CO₂ do tratamento de diversos produtos minerais

2.2.2 INDUSTRIA QUÍMICA

Os gases de efecto invernadoiro procedentes da industria química na Comunidade Autónoma de Galicia proceden principalmente da produción química de base e a industria de refino de petróleo. Polo que respecta á industria química de base na nosa Comunidade Autónoma, considéranse os seguintes procesos:

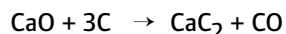
- 1.- A fabricación de carburo de calcio, coas conseguíntes emisións de CO₂.
- 2.- A produción de formaldehído, coas conseguíntes emisións de metano.

Debido ás correspondencias entre os códigos SNAP-97 e os códigos IPCC-96, as emisións de “non combustión” procedentes do refino de petróleo incluíronse no epígrafe de “emisións fuxitivas dos combustibles”, que xa se englobaron na sección 2.1.2.

2.2.2.1 FABRICACIÓN DE CARBURO DE CALCIO

A produción de carburo de calcio lévase a cabo en fornos de arco eléctrico a elevadas temperaturas (en torno a 2.000 °C) a partir de cal vivo. A materia prima introdúcese no forno mesturada con coque side-

rúrxico ou carbón de alta calidade, como a antracita. Neste caso a materia carbonosa actúa segundo esta reacción.



O CO producido queimase en posqueimadores dando lugar á produción de CO₂.

Os factores de emisión seleccionáronse tomando como base a produción de carburo. A continuación móstranse os datos de produción, os factores de emisión considerados e as emisións de CO₂ resultantes (táboa 68).

Ano	Factor de emisión (kg/t de carburo)	Fonte	Producción de carburo (t)	Emisión de CO ₂ (t)
1990	1850	IPCC	16.000	29.600,0
2001	1850	IPCC	15.944	29.496,4

Táboa 68.- Emisións de CO₂ da produción de carburo de calcio

2.2.2.2 FABRICACIÓN DE FORMALDEHÍDO

As principais etapas que son fonte de emisións de CH₄ na produción de formaldehído son o reactor e o absorbedor de formaldehído.

Para unha tecnoloxía específica os factores de emisión poden referirse á produción de formaldehído. Sen embargo, neste caso os cálculos das emisións de CH₄ na produción de formaldehído realizáronse a partir das emisións de COV. A porcentaxe de metano considerada pola EPA nos COV procedentes deste tipo de procesos é dun 4,3%.

O valor das emisións de COV foi extraído do Inventario de Emisións Atmosféricas e Fontes Responsables (EPER) para a Comunidade Autónoma de Galicia.

Os parámetros considerados e os resultados obtidos resúmense a continuación (táboa 69).

Ano	Emisión intrínseca de COV (t) (incluído o metano)	Emisión de CH ₄ (t)	CO ₂ equivalente (t)
1990	784	33,7	707,7
2001	3.247	139,6	2.931,6

Táboa 69.- Emisións de gases de efecto invernadoiro da produción de formaldehído

A gran diferenza encontrada entre os anos 1990 e 2001 é produto de que unha das plantas galegas de produción de formaldehído aínda non estaba en funcionamento en 1990.

2.2.3 INDUSTRIA METALÚRXICA

A produción metalúrxica na Comunidade Autónoma de Galicia con emisión significativa de gases de efecto invernadoiro pode dividirse en tres subsectores:

- 1.- Producción de aceiro.
- 2.- Producción de ferroalixes.
- 3.- Producción de aluminio.

A continuación considéranse por separado cada unha destas actividades.

2.2.3.1 PRODUCCIÓN DE ACEIRO

O proceso de produción de aceiro na Comunidade Autónoma de Galicia está formada por unha etapa principal que ten lugar en fornos eléctricos. A materia prima principal neste forno é a chatarra férrica, aínda que tamén se alimentan outros aditivos como fundentes, desulfurantes, etc. Nos fornos prodúcese a fundición da chatarra e o afino do carbono con desprendemento de CO, que nos posqueimadores dá lugar á produción de CO₂.

De seguido aparecen os datos de produción de aceiro, os factores de emisión e as emisións de CO₂ resultantes (táboa 70).

Ano	Factor de emisión (kg/t de aceiro)	Fonte	Producción de aceiro (t)	Emisión de CO ₂ (t)
1990	142,5	EMEP/CORINAIR	405.539	57.789,3
2001	142,5	EMEP/CORINAIR	598.153	85.236,8

Táboa 70.- Emisións de CO₂ da produción de aceiro

O proceso neste tipo de aceirías dá lugar tamén a emisións de CH₄ e N₂O, que aínda que son menos importantes que as anteriores, considéranse significativas. Os datos e resultados móstranse na táboa 71.

Ano	Contaminante (kg/t de aceiro)	Factor de emisión	Fonte	Emisión (t/ano)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	CH ₄	0,010	EMEP/CORINAIR	4,05	85,1
	N ₂ O	0,005	EMEP/CORINAIR	2,03	629,3
2001	CH ₄	0,010	EMEP/CORINAIR	5,98	125,6
	N ₂ O	0,005	EMEP/CORINAIR	2,99	926,9

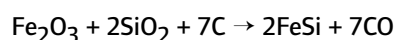
Táboa 71.- Emisións de CH₄ e N₂O da produción de aceiro

2.2.3.2 PRODUCCIÓN DE FERROALIAXES

A produción de ferroalixes é unha fonte importante de emisións de CO₂ intrínseco ó proceso. Este CO₂ procede sobre todo da redución de óxidos metálicos a partir de fontes de carbono como hulla, madeira, electrodos de grafito, etc. en fornos eléctricos. Na Comunidade Autónoma de Galicia este sector produce principalmente as aliaxes seguintes:

- Ferrosilicio
- Ferromanganeso
- Silicomanganeso

En tódolos procesos as reaccións son similares, pero a produción de CO₂ é diferente por unidade mási- ca de produto en función da ferroalixe producida. A modo de exemplo, na produción de ferrosilicio ten lugar a seguinte reacción:



O CO producido transfórmase en CO₂ nos posqueimadores.

Recompiláronse os datos correspondentes ás producións das distintas ferroalixes na Comunidade Autónoma de Galicia e empregáronse factores de emisión baseándose na cantidade producida das distintas ferroalixes e axustáronse a tipos específicos de procesos. Os resultados obtidos detállanse a conti- nuación (táboa 72).

Proceso	Ano	Factor de emisión	Fonte	Producción aproximada	Emisión de CO ₂ (t)
Si metal	1990	6.500 kg/t de Si metal	IPTS	23.000 t de Si metal	149.500,0
	2001	6.500 kg/t de Si metal	IPTS	31.388 t de Si metal	204.022,0
FeSi	1990	4.070 kg/t de FeSi	IPCC/IPTS	37.500 t de FeSi	152.625,0
	2001	4.070 kg/t de FeSi	IPCC/IPTS	49.961 t de FeSi	203.341,3
FeMn	1990	1.600 kg/t de FeMn	IPCC	23.000 t de FeMn	36.800,0
	2001	1.600 kg/t de FeMn	IPCC	29.950 t de FeMn	47.920,0
SiMn	1990	1.700 kg/t de SiMn	IPCC	16.500 t de SiMn	28.050,0
	2001	1.700 kg/t de SiMn	IPCC	32.457 t de SiMn	55.176,9
TOTAL FERROALIAXES	1990				366.975,0
	2001				510.460,2

Nota: algúns datos de produción refírense ó ano 2000

Táboa 72.- Emisións de CO₂ da produción das distintas ferroalixes

2.2.3.3 PRODUCCIÓN DE ALUMINIO

A produción de aluminio primario en Galicia realízase mediante o proceso Hall-Heroult, que ten como etapa principal a electrólise nun electrólito de criolita fundida da alumina obtida a partir de bauxita mediante o proceso Bayer.

As emisións de CO₂ están intimamente relacionadas co consumo dos ánodos de grafito e dependerán do tipo de ánodo empregado. En Galicia prodúcese dous tipos de ánodos de grafito:

- Ánodos precocidos
- Ánodo Söderberg

Para confecciona-los factores de emisión necesarios, tomáronse valores específicos asociados a cada tipo de ánodo e corrixióronse tendo en conta os datos de consumo anual de ánodos subministrados polas propias instalacións. Os resultados detállanse na seguinte táboa 73.

Proceso	Ano	Factor de emisión corrixido	Fonte	Producción aproximada	Emisión de CO ₂ (t)
Ánodos precocidos	1990	1757,1 kg/t de Al	EPA-AP42 e corrección propia	193.693 t de Al	340.335,7
	2001	1477,6 kg/t de Al	EPA-AP42 e corrección propia	212.200 t de Al	313.554,3
Ánodos Söderberg	1990	1907,1 kg/t de Al	EPA-AP42 e corrección propia	78.100 t de Al	148.944,5
	2001	1780,7 kg/t de Al	EPA-AP42 e corrección propia	82.307 t de Al	146.564,1
TOTAL	1990				489.280,2
	2001				460.118,4

Táboa 73.- Emisións de CO₂ da produción de aluminio

Ademais das emisións de CO₂, a industria do aluminio é responsable das emisións de practicamente tódolos PFC (perfluorocarbonos) emitidos en Galicia, compostos importantes polo seu elevado potencial de efecto invernadoiro. As emisións proceden, no proceso de produción de aluminio, da etapa de electrólise. A orixe destas emisións débese ó emprego de ánodos de grafito e electrólitos fundidos de contido considerable en fluor, pois, ademais da propia criolita empregada como electrólito, utilízanse outros aditivos fluorados como o AlF₃, CaF₂, etc.

Case tódalas emisións de PFC teñen lugar durante os denominados efectos de ánodo ou embalaxes, que se caracterizan por un funcionamento inestable da cuba con incrementos e oscilacións enormes de voltagem, chispeos e aumento das emisións, con especial mención ó elevado grao de paso de óxidos de carbono a CF₄, o PFC que se emite en maior contía neste proceso. A electrólise, para levarse a cabo, debe transcorrer a altas temperaturas, o cal facilita as reaccións de conversión.

Neste caso os datos obtivéronse directamente das propias instalacións de produción de aluminio.

Os resultados para o ano 2001 acadáronse a partir da información acerca do número de embalaxes anuais e as súas características. As ecuacións necesarias para a realización dos cálculos preséntanse a continuación para cada un dos contaminantes.

CF₄

$$FE \text{ (kg CF}_4\text{/t Al)} = 1,698 \times (p/CE) \times AEF \times AED \quad \text{Ecuación [2]}$$

Onde:

p = fracción media da cantidade de CF₄ no gas de cuba durante os efectos de ánodo (0,08 para precocidos e 0,04 para Söderberg).

CE = rendemento Faraday

AEF = número de efectos de ánodo por cuba e día

AED = duración media dos efectos anódicos en minutos

C₂F₆

En xeral, adoitan considerarse 1/10 das emisións de CF₄, salvo en casos específicos en que se dispoña de ecuacións específicas para o seu cálculo. Por exemplo, en cubas de ánodos Söderberg é aplicable a ecuación:

$$(\text{kg C}_2\text{F}_6\text{/t Al}) = 0,0027 \cdot AEF \cdot AED \quad \text{Ecuación [3]}$$

Os factores de emisión media, tanto para CF₄ como para C₂F₆, foron extraídos do programa AP-42 da EPA e representados a continuación (táboa 74).

Factor de emisión de CF ₄ (kg/t de aluminio)	Factor de emisión de C ₂ F ₆ (kg/t de aluminio)
1,20	0,12

Táboa 74.- Factores de emisión por termo medio de PFC

Tendo en conta os factores de emisión anteriores e as producións de aluminio por tecnoloxía, poden obterse os resultados das emisións de CF₄ e SF₆ (táboa 75).

Proceso	Ano	Producción de aluminio	Emisión de CF ₄ (kg)	Emisión de C ₂ F ₆ (kg)	Toneladas equivalentes de CO ₂	Fontes e métodos
Ánodos precocidos	1995	197.470 t de Al	118.540	11.854	879.567	Datos suministrados directamente polas instalacións
	2001	212.200 t de Al	11.710	1.171	86.888	Datos de efectos anódicos das instalacións e ecuación 2
Ánodos Söderberg	1995	80.448 t de Al	96.537	9.654	716.307	Aplicación dos factores da táboa 74
	2001	82.307 t de Al	9.700	400	66.730	Datos suministrados directamente polas instalacións e ecuación 3
TOTAL	1995		215.078	21.508	1.595.881	
	2001		21.410	1.571	153.618	

Táboa 75.- Emisións de PFC da industria do aluminio

Como se pode observar á vista dos resultados das emisións, os valores diminuíron considerablemente desde o ano 1995 ata o ano 2001. Unha das razóns principais son as melloras técnicas operacionais, co conseguinte descenso no número de efectos anódicos.

De todos modos, existe un feito claro que confirma a tendencia á baixa dos valores obtidos: a mellora na tecnoloxía e nos modos de operación levou a que o número de efectos anódicos descendese drasticamente entre 1995 e 2001.

2.2.4 OUTROS SECTORES

Existen outros sectores con emisións significativas de gases de efecto invernadoiro procedentes de procesos distintos á combustión para a produción de enerxía. Para a Comunidade Autónoma de Galicia os sectores que se consideran importantes son os seguintes:

- 1.- Producción de pasta de papel.
- 2.- Utilización de halocarburos.
- 3.- Utilización de SF₆.

Estes sectores analízanse a continuación.

2.2.4.1 PRODUCCIÓN DE PASTA DE PAPEL

Na Comunidade Autónoma de Galicia fábricase pasta de papel TCF empregando para iso o proceso do sulfato, máis coñecido como proceso kraft. Neste sector as emisións de gases de efecto invernadoiro non incluídas nos procesos de combustión poden proceder de distintas etapas do proceso: fornos de cal, etapa de disolución e outras etapas.

As emisións de gases de efecto invernadoiro nos fornos de cal xa se consideraron no apartado 2.2.1.2 referido á fabricación de cal.

As emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes da etapa de disolución son principalmente emisións de CO₂ e de CH₄. As primeiras (CO₂) foron computadas a partir de valores medidos nese foco de concentración e caudal e a partir de datos de réxime de funcionamento anual. As segundas (CH₄) foron estimadas a partir de perfís aproximados de COV, utilizando un factor de emisión de COV asociado a este proceso.

Outras etapas nas que se emiten gases de efecto invernadoiro son o peneirado/lavado, o branqueo, a deslignificación con O₂ ou a recaustificación, como fontes de emisións de COV. Estes compostos posúen aproximadamente, segundo EMEP/CORINAIR, en torno a un 23,35% de CH₄. Polo tanto, para realiza-lo cálculo das emisións de CH₄ empregáronse factores de emisión de COV correspondentes a este tipo de procesos.

Os resultados obtidos móstranse na táboa 76.

Proceso	Ano	Emisión de CO ₂ (t)	Emisión de CH ₄ (t)	Equivalentes totais de CO ₂ (t)
Fornos de cal	1990	Estas emisións foron computadas no apartado 2.2.1.2 (fabricación de cal) como parte das emisións da produción de cal en Galicia.		
	2001			
Disolución	1990	1346,3	3,0	1.409,3
	2001	2.638,3	5,9	2.762,2
Outros	1990	0,0	9,3	195,3
	2001	0,0	18,3	384,3
TOTAL	1990	1.346,3	12,3	1.604,6**
	2001	2.638,3	24,2	3.146,5**

**Non se ten en conta o valor dos fornos de cal computado no apartado 2.2.1.2

Táboa 76.- Emisións intrínsecas de gases de efecto invernadoiro asociadas á produción de polpa de papel

2.2.4.2 UTILIZACIÓN DE HALOCARBUROS

Os hidrofluorocarbonos (HFC) e perfluorocarbonos (PFC) son importantes gases de efecto invernadoiro debido ó seu alto potencial de queentamento atmosférico.

Espérase que o consumo de HFC, e en menor medida de PFC, aumente de forma considerable nas próximas décadas debido á súa importancia como substitutos das substancias que producen a destrución da capa de ozono.

A maior fonte de PFC dentro da Comunidade Autónoma de Galicia é a produción de aluminio (trata-da na sección 2.2.3.2). Dentro das fontes de emisión dos HFC inclúense as seguintes:

- A refrixeración tanto industrial como doméstica.
- Aire acondicionado.

- Extintores.
- Aerosois.

A continuación considéranse estes procesos por separado.

Refrixeración e aire acondicionado

Para poder estima-las emisións, os sistemas de refrixeración e aire acondicionado clasifícanse en tres categorías, atendendo ás súas características de emisión:

- Refrixeradores e conxeladores domésticos.
- Outros equipos fixos de refrixeración e aire acondicionado, como os almacéns frigoríficos, a refrixeración de alimentos para a venda polo miúdo, a refrixeración de procesos industriais, os equipos comerciais e residenciais de aire acondicionado, as máquinas para a venda de xeo, etc.
- Equipos móbiles de aire acondicionado para automóviles de pasaxeiros, camións, autobuses e trens.
- Eliminación de refrixeradores.

A metodoloxía que se emprega nestes casos baséase en calcula-las emisións debidas ás fugas anuais das existencias, para o que cómpre coñece-la cantidade de HFC/PFC almacenada nos sistemas existentes nos anos 1995 e 2001. Estas cantidades multiplícanse pola taxa anual de fugas, valor recollido do *Manual de referencia do Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)* para cada categoría.

No caso da eliminación de refrixeradores, como a vida media destes aparatos, segundo o *Libro de traballo do IPCC*, está comprendida entre 12 e 15 anos e a utilización deste tipo de refrixerantes comezou practicamente a partir do ano 1995, suponse que non se produciu eliminación deste tipo de aparatos.

Os datos das emisións do ano 2000 extraéronse do inventario Corine-Aire do Ministerio de Medio Ambiente (táboa 77).

Ano	HFC (kg)	PFC (kg)
1995	0	0
2000	117.647	380

Táboa 77.- Emisións de HFC/PFC procedentes de equipos de refrixeración e aire acondicionado

Uso de extintores

De forma similar ó caso anterior, a información necesaria para a obtención das emisións de gases de efecto invernadoiro debidas á utilización de extintores é a cantidade de HFC ou PFC utilizada en novos extintores desagregada por sistemas portátiles e fixos para os anos de referencia -1995 e 2001-.

Os datos reflectidos (táboa 78) recolléronse no inventario Corine -Aire.

Ano	HFC (kg)	PFC (kg)
1995	76	3
2000	3.138	380

Táboa 78.- Emisións de HFC/PFC procedentes de extintores

Uso de aerosois

Neste caso cómpre coñecer-la cantidade dos gases obxecto de estudo usados nos aerosois nos anos 1995 e 2001 (anos de referencia) e nos anos anteriores ós de referencia, é dicir, en 1994 e 2000. Despois aplícase un factor de perda recollido polo IPCC. A fonte consultada, a Asociación Española de Aerosois, informou de que lle facilita estes datos ó Ministerio de Medio Ambiente en exclusiva. A continuación (táboa 79) pódense ver as emisións estimadas polo Ministerio de Medio Ambiente para os anos 1995 e 2000.

Ano	HFC (kg)
1995	113
2000	32.701

Táboa 79.- Emisións de HFC procedentes de aerosois

Sumario final das emisións de halocarburos procedentes do seu uso

A continuación móstranse as emisións de HFC e PFC debidas á utilización de halocarburos en toneladas equivalentes de CO₂.

	Ano 1995		Ano 2000	
	HFC (kg)	Equivalentes de CO ₂ (t)	HFC (kg)	Equivalentes de CO ₂ (t)
Equipos de refrixeración	0	0	117.647	329.411,60
Extintores	76	212,80	3.138	8.786,40
Aerosois	113	316,45	32.701	91.562,80
Total	189	529,25	153.486	429.760,80

Táboa 80. Emisións totais de HFC procedentes do seu uso

	Ano 1995		Ano 2000	
	PFC kg	Equivalentes de CO ₂ (t)	PFC kg	Equivalentes de CO ₂ (t)
Equipos de refrixeración	0	0	380	2.660
Extintores	3	21	22	154
Total	3	21	402	2.814

Táboa 81. Emisións totais de PFC procedentes do seu uso

A continuación (figura 15) vémo-la evolución do global das emisións de gases de efecto invernadoiro debidas á utilización de halocarburos.

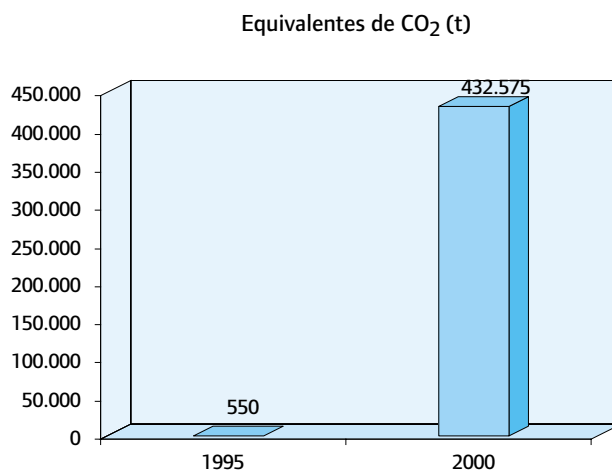


Figura 15.- Evolución global das emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do uso de halocarburos

As emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do uso de halocarburos incrementáronse considerablemente entre 1995 e 2000. A razón principal é que este tipo de compostos comezaron a usarse de modo significativo a partir de 1998. De todas formas, as emisións absolutas destes compostos debido á súa utilización seguen sendo relativamente pouco importantes porque, por exemplo, as grandes instalacións con necesidade de frío (matadoiros, industrias lácteas, conserveiras, etc.) utilizan como refrixerante o amoníaco (NH₃, R-717).

As táboas 74 e 80 mostran as emisións de PFC procedentes do uso destes. Obsérvase que estas emisións son case desprezables respecto das xeradas na industria do aluminio, aínda que cada vez se espera que vaian sendo máis significativas nos próximos anos.

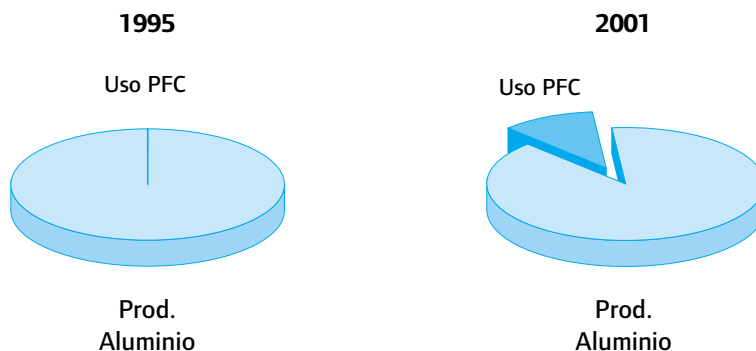


Figura 16.- Distribución das emisións de pfc para os anos 1995 e 2001

2.2.4.3 UTILIZACIÓN DE SF₆

O hexafluoruro de xofre (SF₆) é o gas con maior poder potencial de efecto invernadoiro por unidade de masa (23.900 kg equivalentes de CO₂/kg de SF₆). Iso fai que a fracción de efecto invernadoiro producida por este sexa importante a pesar das súas pequenas emisións.

Case tódalas emisións de SF₆ en Galicia se deben ó seu emprego en equipos eléctricos de instalacións relacionadas coa xeración ou coa distribución de enerxía eléctrica.

Dentro deste grupo de instalacións eléctricas a inmensa maioría de existencias e emisións de SF₆ procede do seu emprego en técnicas de alta tensión. Os usos principais e concretos son:

- Interruptores ou disxuntores, onde cada equipo leva escrita na súa placa característica a cantidade de SF₆ que posúe.
- Uso de SF₆ en subestacións blindadas. Neste caso, ademais de actuar como axente extintor, faino como axente illante (por exemplo, se hai que construír unha subestación dentro dunha cidade).
- Emprego de SF₆ en células de equipos de media tensión.

Consultáronse expertos en instalacións eléctricas de alta tensión que confirmaron que en xeral o uso do SF₆ é recente (de 15 a 20 anos atrás), co que só as instalacións modernas teñen equipos que porten este tipo de gas.

Para cuantificar as emisións de SF₆ recompilouse información acerca de usos de SF₆ no seguinte tipo de instalacións:

- Instalacións de xeración de electricidade
- Instalacións de distribución de electricidade
- Instalacións consumidoras de grandes cantidades de electricidade.
- Equipos que cesan o seu servizo.

Segundo o IPCC, as emisións anuais de SF₆ procedentes de fugas durante o funcionamento dos equipos eléctricos que o posúen é o 1% da cantidade contida en cada equipo no ano do inventario. Por outra parte, os equipos que cesan o seu servizo, o cal se produce segundo o IPCC despois de 30 anos de funcionamento, emiten nese caso o 70% do gas, que é o que non se perdeu por fugas no seu funcionamento. Como o uso do SF₆ é bastante recente, esta contribución por fóra de servizo considérase moi puntual, aínda que, de todas formas si se precisa dispoñer de datos para non introducir erros adicionais nos cálculos.

Nesta sección tratarase en primeiro lugar o sector de distribución de enerxía eléctrica, pois supón, con diferenza, a maior contribución porcentual nas emisións.

A continuación analízanse por separado as actividades emisoras de SF₆.

Distribución de enerxía eléctrica

Dispónse de información facilitada por Unión FENOSA Distribución acerca de inventarios de equipos que empregan SF₆ detallando as cantidades instaladas e ano de instalación, o cal permitirá calcular as emisións resultantes de fugas operacionais para os anos de referencia. Polo que respecta ás emisións de equipos fóra de uso, aproximouse a instalación de SF₆ hai 30 anos (1971) en 25,2 kg.

A información dispoñible refírese, por un lado, a celas en equipos de media tensión, e por outro a conmutadores (*switchgear*) e interruptores (*circuit breakers*) en equipos de alta tensión.

Para equipos de media tensión temos datos da cantidade de gas en células instaladas ata 2001 inclusive. Para equipos de alta tensión, dispónse de datos que chegan ata o primeiro semestre de 2000 inclusive. Polo tanto, para o segundo semestre de 2000 calcúlase a mesma cantidade de gas instalado que para o primeiro, e para 2001, un valor medio das realizadas nos últimos anos.

Tendo en conta o anterior, os valores de stocks de SF₆, as consecuentes emisións por fugas en operación e as emisións debidas a equipos fóra de servizo, preséntanse a continuación para 1995 e 2001 (táboa 82 e 83, respectivamente).

Equipo	Data de instalación	Stock de SF ₆ (kg)	Emisión fugas SF ₆ (kg)	Emisión por fóra de servizo (kg)	Emisións totais de SF ₆ (kg)
Alta tensión	Antes de 1995	11.724	117,24	0,00	117,24
	En 1995	3.144	17,25		17,25
Media tensión	Antes de 1995	238	2,38	0,00	2,38
	En 1995	157	0,92		0,92
TOTAL		15.263	137,79	0,00	137,79

Táboa 82.- Panorámica de stocks e emisións de SF₆ en instalacións de distribución de enerxía eléctrica en 1995

Equipo	Data de instalación	Stock de SF ₆ (kg)	Emisión fugas SF ₆ (kg)	Emisión por fóra de servizo (kg)	Emisións totais de SF ₆ (kg)
Alta tensión	Antes de 2001	23.507	235,07	17,64	235,07
	En 2001	2.420	13,28		30,92
Media tensión	Antes de 2001	1.539	15,39	0,00	15,39
	En 2001	340	1,49		1,49
TOTAL		26.285	265,23	17,64	282,87

Táboa 83.- Panorámica de stocks e emisións de SF₆ en instalacións de distribución de enerxía eléctrica en 2001

Xeración de enerxía eléctrica e grandes consumidores

Ademais do sector de distribución de enerxía eléctrica, existen outros usos de SF₆ nas técnicas de alta tensión empregadas en instalacións de xeración de enerxía eléctrica ou en grandes consumidores. A información foi subministrada para 1995 e 2001 polas propias instalacións afectadas.

Para o cálculo das emisións de gases de efecto invernadoiro, aplicouse o factor de perda anual por fugas do 1% do stock, tal como suxire o IPCC. Os resultados finais amósanse a continuación (táboa 84).

Ano	Fonte	Stock de SF ₆ (kg)	Emisión fugas SF ₆ (kg)
1995	Xeración de enerxía eléctrica	302	3,02
	Grandes consumidores	244	2,44
	TOTAL	542	5,42
2001	Xeración de enerxía eléctrica	655	6,55
	Grandes consumidores	245	2,45
	TOTAL	900	9,00

Táboa 84.- Panorámica de stocks e emisións de SF₆ en instalacións de xeración de enerxía eléctrica e grandes consumidores desta

Sumario de emisións globais de uso de SF₆

As emisións de SF₆ incrementáronse un 103,7% entre 1995 e 2001. A razón principal é a instalación de novos equipos que utilizan este gas entre os anos 1995 e 2001. De todas formas, este incremento neste período non se considera preocupante dada a baixa contribución deste tipo de emisións, tal como mostran os valores de toneladas equivalentes de CO₂

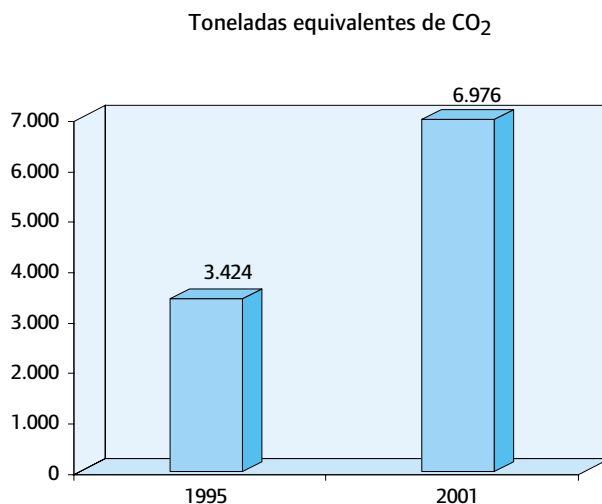


Figura 17.- Evolución das emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do uso de SF₆

A desagregación segundo IPCC-96, así como a contribución ás emisións nacionais, detállanse nas táboas 85 e 86.

	Ano 1990				Ano 1995				Ano 2001(1)						
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	Equiv. CO ₂ (t)	HFC (kg)	PFC (kg)	SF ₆ (kg)	Equiv. CO ₂ (t)	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	HFC (kg)*	PFC (kg)	SF ₆ (kg)	Equiv. CO ₂ (t)
Procesos industriais	1.252.117	46,0	2,0	1.253.787	189	236.589	143,2	1.599.853	1.466.508	163,8	3,0	153.490	23.383	291,9	2.064.173
Productos minerais	307.127	0,0	0,0	307.127	0,0	0	0,0	0	378.559	0,0	0,0	0	0	0,0	378.559
Industria química	29.600	33,7	0,0	30.308	0,0	0	0,0	0	29.496	139,6	0,0	0	0	0,0	32.428
Producción metalúrxica	914.044	4,0	2,0	914.748	0,0	236.586	0,0	1.595.881	1.055.815	6,0	3,0	0	22.981	0,0	1.210.489
Outras industrias	1.346	12,3	0,0	1.604	0,0	0	0,0	0	2.638	24,2	0,0	0	0	0,0	3.146
Producción de halocarburos e SF ₆	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0,0	0	0	0,0	0,0	0	0	0,0	0
Consumo de halocarburos e SF ₆	0,0	0,0	0,0	0,0	189	3	143,2	3.972	0	0,0	0,0	153.490	402	291,9	439.551

**Os datos de HFC refírense ó ano 2000

Táboa. - 85. Emisións de gases de efecto invernadoiro para o sector procesos industriais segundo a nomenclatura IPCC-96 (**NOTA: Os cálculos sinalados como 2001 son así para todos gases excepto para HFC, en que a información é de 2000)

	Ano 1990				Ano 1995				Ano 2001(1)					
	% CO ₂	% CH ₄	% N ₂ O	% Equiv. CO ₂	% HFC	% PFC	% SF ₆	% Equiv. CO ₂	% CO ₂	% CH ₄	% N ₂ O	% HFC	% PFC	% SF ₆
Procesos industriais	7,51	1,52	0,05	6,38	0,01	89,99(3)	11,00(3)	6,82	3,69	0,04	5,45	38,51	3,34	6,67
Productos minerais	2,15	0,00	0,00	2,15			2,16							2,16
Industria química	3,92	1,60	0,00	0,85			5,23	5,97	0,00					1,11
Producción metalúrxica	52,22	0,30	5,00	51,08	90,03(3)	90,03(3)	30,55	0,28	5,17	41,94				50,02
Outras industrias	(2)	(2)	(2)	(2)			(2)	(2)	(2)	0,00				(2)
Producción de halocarburos e SF ₆					0,00		0,00				0,00			0,00
Consumo de halocarburos e SF ₆					6,97	6,00	2,89	3,14			6,80	6,80	3,34	6,69

(1) Para o global nacional non foi posible obterlo inventario de 2001 (aínda estaba en construción), polo que as porcentaxes se refíren á emisión en Galicia no ano 2001/emisión en España no ano 2000.

(2) Neste apartado o Ministerio de Medio Ambiente considera emisións nulas en 1995 e moi baixas en 2000, mentres que para Galicia se calculou o valor que figura na táboa 19.

(3) Segundo expertos a variación nas metodoloxías de cálculo de PFC da industria do aluminio pode dar lugar a importantes variacións nos cálculos. As metodoloxías evolucionaron considerablemente; polo tanto, para o cálculo da contribución porcentual de 1995, tomáronse datos do Corine-Aire que calculou nesta época o Ministerio de Medio Ambiente.

Táboa 86. Contribución dos epígrafes de procesos industriais ás emisións nacionais

Sumario final de emisións en procesos industriais

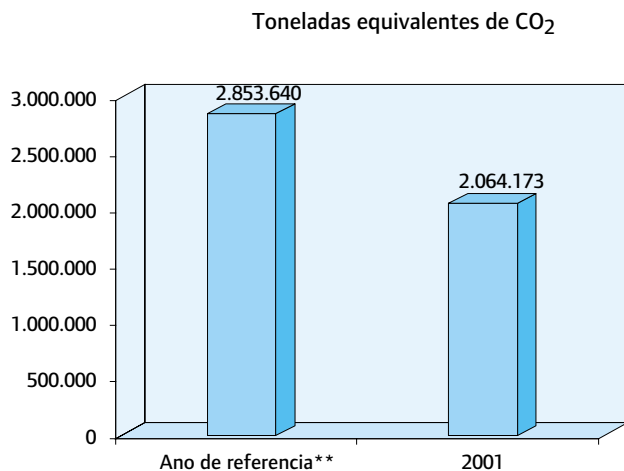


Figura 18.- Evolución das emisións de gases de efecto invernadoiro en procesos industriais distintos á combustión para produción de enerxía (** Como xa se comentou ó longo deste informe, o ano de referencia é 1990 para CO₂, N₂O e CH₄ e 1995 para HFC, PFC e SF₆).

Como conclusión, pódese dicir que as emisións de gases de efecto invernadoiro no sector de Procesos Industriais se reduciron un 27,7% no ano 2001 con respecto ó ano de referencia. Isto é consecuencia de que a lixeira tendencia ascendente observada na maioría dos subsectores se frea coa brusca redución dos PFC da industria do aluminio debido á gran redución dos efectos anódicos.

2.3 USO DE DISOLVENTES E OUTROS PRODUCTOS

Trátase sen ningunha dúbida do sector con menores emisións dos gases de efecto invernadoiro inventariados neste estudio.

Para estudia-las actividades incluídas neste sector, segundo o Grupo Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC) resulta de gran utilidade observa-la correspondencia entre os epígrafes das nomenclaturas IPCC-96 e SNAP-97, pois este último presenta unha especificidade maior en canto a sub-sectores implicados.

Nomenclatura IPCC-96	Nomenclatura SNAP-97
3.A- APLICACIÓN DE PINTURA	
	06 01 Aplicación de pintura (06.01.01 a 06.01.09)
3.B- DESENGRAXADO E LIMPEZA EN SECO	
	06 02 Desengraxado, limpeza en seco e electrónica (06.02.01 a 06.02.04)
3.C- PRODUCTOS QUÍMICOS, MANUFACTURA E PROCESAMENTO	
	06 03 Manufactura de produtos químicos e procesamento (06.03.01 a 06.03.14)
3.D- OUTROS	
	06 04 Outros usos de disolventes e actividades relacionadas (06.04.01 a 06.04.12)
	06 05 01 Anestesia
	06 05 08 Outros excepto halocarburos e SF6

A única actividade deste sector que segundo o IPCC presenta unha repercusión apreciable nos gases de efecto invernadoiro tratados neste estudio son os usos médicos con emisións de N₂O procedentes de anestias. De todas formas, e como se aprecia a continuación (táboa 2.3.2), a contribución deste sector ás toneladas equivalentes de CO₂ é mínimo, pois correspóndese cun valor menor do 0,4% do total.

Ano	N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
1990	85	26.350
2000	97	30.070

Fonte: inventario Corine-Aire

Táboa 87. Principais emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do uso de disolventes e outros produtos en Galicia

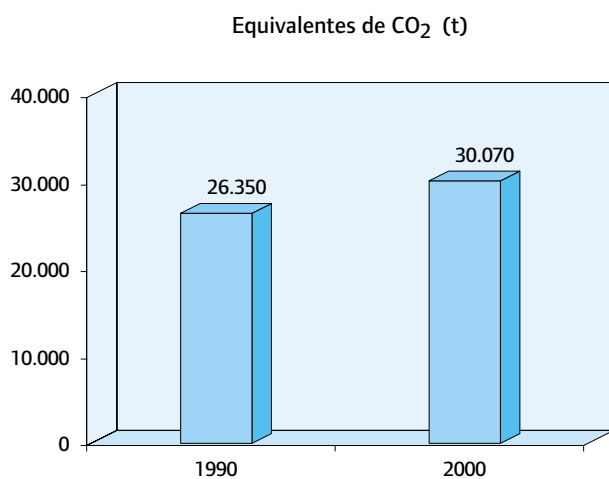


Figura 19. Equivalentes de CO₂ procedentes do uso de disolventes e outros produtos

O incremento das emisións entre 1990 e 2000 dos gases de efecto invernadoiro directos procedentes do uso de disolventes e outros produtos incrementouse nun 14,11%. Unha das razóns é o incremento no uso de anestésicos con contido en N₂O.

2.4 AGRICULTURA

Para o estudo das actividades incluídas neste sector segundo o Grupo Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC), resulta de grande utilidade observa-la correspondencia entre os epígrafes das nomenclaturas IPCC-96 e SNAP-97, pois este último presenta unha especificidade maior en canto a sub-sectores implicados.

Nomenclatura IPCC-96		Nomenclatura SNAP-97	
4.A- FERMENTACIÓN ENTÉRICA			
4 A 1 Gando			
4 A 1 a Leiteiro	10 04 01		Bovino leiteiro
4 A 1 b Non-leiteiro	10 04 02		Outro gando
4 A 2 Búfalo	10 04 14		Búfalo
4 A 3 Ovino	10 04 03		Ovino
4 A 4 Caprino	10 04 07		Caprino
4 A 5 Camelos e llamas	10 04 13		Camelos
4 A 6 Cabalos	10 04 05		Cabalos
4 A 7 Mulas e asnos	10 04 06		Mulas e asnos
4 A 8 Porcos	10 04 04 e 10 04 12		Porcos de engorde e porcas nai
4 A 9 Aves de curral	10 04 08 a 10 04 10		Galiñas poñedoras, polos e outros
4 A 10 Outros	10 04 11 e 10 04 15		Animais de pel e outros
4.B- XESTIÓN DO ESTERCO			
4 B 1 Gando			
4 B 1 a Leiteiro	10 05 01		Xestión do esterco de compostos orgánicos Bovino leiteiro
4 B 1 b Non-leiteiro	10 05 02		Xestión do esterco de compostos orgánicos Outro gando
4 B 2 Búfalo	10 05 14		Xestión do esterco de compostos orgánicos Búfalo
4 B 3 Ovino	10 05 05		Xestión do esterco de compostos orgánicos Ovino
4 B 4 Caprino	10 05 11		Xestión do esterco de compostos orgánicos Caprino
4 B 5 Camelos e llamas	10 05 13		Xestión do esterco de compostos orgánicos Camelos
4 B 6 Cabalos	10 05 06		Xestión do esterco de compostos orgánicos Cabalos
4 B 7 Mulas e asnos	10 05 12		Xestión do esterco de compostos orgánicos Mulas e asnos
4 B 8 Porcos	10 05 03 e 10 05 04		Xestión do esterco de compostos orgánicos Porcos de engorde e porcas nai
4 B 9 Aves de curral	10 05 07 a 10 05 09		Xestión do esterco de compostos orgánicos Galiñas poñedoras, polos e outros
4 B 10 Lagoas anaeróbicas	10 09 01		Xestión do esterco de compostos nitrogenados Lagoas anaeróbicas

Nomenclatura IPCC-96		Nomenclatura SNAP-97	
4 B 11	Lagoas anaeróbicas	10 09 02	Xestión do esterco de compostos nitroxenados Lagoas anaeróbicas
4 B 12	Almacenaxe sólido e parcelas secas	10 09 03	Xestión do esterco de compostos nitroxenados Almacenaxe sólido e parcelas secas
4 B 13	Outros	10 09 04	Xestión do esterco de compostos nitroxenados Outro modelo de xestión
		10 05 10 e 10 05 15	Xestión do esterco de compostos nitroxenados Animais de pel e outros
4.C- CULTIVO DE ARROZ			
4 C 1	Regadío	10 01 03 e 10 02 03	Campos de arroz con/sen fertilización
4 C 2	Secaño	10 01 03 e 10 02 03	Campos de arroz con/sen fertilización
4 C 3	Augas profundas	10 01 03 e 10 02 03	Campos de arroz con/sen fertilización
4 C 4	Outros	10 01 03 e 10 02 03	Campos de arroz con/sen fertilización
4.D- SOLOS AGRÍCOLAS			
		10 01 excepto 10 01 03	Cultivos con fertilizantes (10.01.01, 10.01.02 e 10.01.04 a 10.01.06)
		10 02 excepto 10 02 03	Cultivos sen fertilizantes (10.02.01, 10.02.02 e 10.02.04 a 10.02.06)
		11 05	N ₂ O procedente de fugas de N en pantanos
		11 06	N ₂ O procedente de fugas de N en augas
4.E- QUEIMAS PRESCRITAS EN SABANAS			
			Non é relevante en Europa
4.F- QUEIMA DE RESTROBALLOS EN CAMPO ABERTO			
4 F 1	Cereais	10 03 01	Cereais
4 F 2	Legumes	10 03 02	Legumes
4 F 3	Tubérculos e raíces	10 03 03	Tubérculos e raíces
4 F 4	Cana de azucre	10 03 04	Cana de azucre
4 F 5	Outros	10 03 05	Outros
4.G- OUTROS			
		10 06 01 a 10 06 04	Uso de pesticidas e pedra calcaria (excepto CO ₂)

Dentro do módulo de agricultura téñense en conta, en xeral, as emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes de cinco fontes.

- Gando doméstico: onde se inclúe a fermentación entérica e o manexo do esterco.
- Cultivo de arroz: arroceiras anegadas.
- Solos agrícolas.
- Queima prescrita de sabanas.
- Queima no campo de residuos agrícolas.

Para o caso da Comunidade Autónoma de Galicia, só se consideran tres das cinco fontes: gando doméstico, solos agrícolas e queima no campo de residuos agrícolas, xa que non hai nin cultivo de arroz nin queima prescrita de sabana.

A continuación preséntase a metodoloxía seguida no cálculo das emisións procedentes das dúas fontes consideradas, que en tódolos casos foi recollida no *Manual de referencia do Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC)*.

2.4.1 GANDO DOMÉSTICO

Neste apartado estúdiase as emisións de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) procedentes da fermentación entérica e do manexo do esterco.

2.4.1.1 METANO

Para o caso da fermentación entérica, son os herbívoros os que producen maior cantidade de metano, especialmente os ruminantes. A cantidade de metano emitida depende do tipo, idade e peso do animal, así como da cantidade e calidade da forraxe inxerida.

O metano procedente do manexo do esterco débese á súa descomposición en condicións anaeróbicas.

Datos necesarios para a realización das estimacións das emisións

- Número de cabezas de gando para as seguintes categorías: vacún leiteiro e non leiteiro, ovellas, cabras, cabalos, mulas e asnos, porcos e aves de curral.
- Temperaturas medias. En vez de considerar unha media anual, para un maior axuste e precisión nos resultados optouse por empregar datos de temperaturas medias mensuais (o manual IPCC fala de temperaturas medias, non de intervalos temporais concretos desas medias).

Metodoloxía

Para o caso da fermentación entérica, as emisións calcúlanse aplicando un factor de emisión ó número de animais de cada tipo de gando nun intervalo anual.

Para realiza-los cálculos procedentes da fermentación entérica e manexo do esterco, utilízanse a táboa 88 e 89 extraídas do *Libro de traballo para o inventario de gases de efecto invernadoiro* (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos), que a continuación se especifica, cos resultados e cálculos correspondentes para Galicia nos anos 1990 e 2000, detallándose logo os pasos intermedios realizados.

Tipo de gando	A Número de animais (miles)	B Factores de e misión para a fermentación entérica (kg/cabeza/ano)	C Emisións procedentes da fermentación entérica (t/ano)	D Factores de emisión para o manexo do esterco (kg/cabeza/ano)	E Emisións procedentes do manexo do esterco (t/ano)	F Total anual das emisións procedentes do gando doméstico (t)
			C = A*B		E =A*D	F=(C+E)
Gando leiteiro	446,476	100	44.647,6	23,9	1.0670,78	55.318,38
Gando non leiteiro	310,053	48	14.882,54	16,62	3.292,76	18.175,31
Ovellas	86,304	5	431,52	0,22	18,99	450,51
Cabras	31,05	5	155,25	0,14	4,35	159,60
Cabalos	41,492	18	764,86	1,62	67,22	814,07
Mulas e asnos	33,502	10	335,02	0,89	29,82	364,84
Porcos	979,935	1	979,94	5,31	5.203,46	6.183,40
Aves de curral	4.634,6	0	0	0,09	417,11	417,11
Total			62.178,73		19.704,48	81.883,21

Táboa 88. Emisións de metano procedentes da fermentación entérica do gando doméstico e do manexo do esterco (ano 1990)

Tipo de gando	A Número de animais (miles)	B Factores de e misión para a fermentación entérica (kg/cabeza/ano)	C Emisións procedentes da fermentación entérica (t/ano)	D Factores de emisión para o manexo do esterco (kg/cabeza/ano)	E Emisións procedentes do manexo do esterco (t/ano)	F Total anual das emisións procedentes do gando doméstico (t)
			C = A*B		E =A*D	F=(C+E)
Gando leiteiro	439,615	100	43.961,5	23,9	10.506,80	54.468,30
Gando non leiteiro	576,746	48	27.683,81	10,62	6125,04	33.808,86
Ovellas	286,084	5	1430,42	0,22	62,94	1493,36
Cabras	44	5	220	0,14	6,16	226,16
Cabalos	41,492	18	746,86	1,62	67,22	814,07
Mulas e asnos	33,502	10	335,02	0,89	29,82	364,84
Porcos	988,49	1	988,49	5,31	5.248,88	623,74
Aves de curral	3.478,82	0	0	0,09	312,64	312,64
Total			75.366,09		22.359,50	97.412,95

Táboa 89. Emisións de metano procedentes da fermentación entérica do gando doméstico e do manexo do esterco (ano 2000)

Na columna A anótanse as cifras, en millares, para cada tipo de gando existente na Comunidade Autónoma de Galicia. Esta información, para o ano 1990 tomouse do *Anuario de estadística agraria 1990*, editado polo Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación, mentres que os datos correspondentes ó ano 2000 foron tomados do *Anuario de estadística agraria 2000*, editado pola Xunta de Galicia, a través da Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural. Os datos referidos a cabalos, mulas e asnos son do ano 1986, xa que non se facilitaron datos máis recentes na dita consellería. De todas formas, a súa contribución ás emisións, como se observará, é baixa, polo que o erro cometido é mínimo.

Na columna B, indícase o factor de emisión medido en quilogramos por cabeza e por ano para cada tipo de gando.

Ó multiplica-lo número de cabezas de gando polos factores de emisión obtéñense as emisións procedentes da fermentación entérica en toneladas por ano; este valor anótase na columna C.

Na columna D, recóllese o factor de emisión para o manexo do esterco correspondente a cada tipo de gando. Os factores de emisión utilizados para os cálculos tómanse do IPCC. Neste caso, os factores de emisión veñen dados en función da temperatura; así, as rexións nas que se dividen os climas son: fría (temperatura media inferior a 15 °C), tépeda (temperatura media entre 15 °C e 25 °C) e cálida (temperatura media superior a 25 °C). Para saber cäl era a temperatura media correspondente a Galicia nos anos 1990 e 2000, colléronse os datos que o Centro de Investigacións Forestais e Ambientais de Lourizán da Consellería de Medio Ambiente facilita a través da páxina web <http://www.siam-cma.org/clima/consultas.htm>. Achando as medias mensuais, observouse que oito dos doce meses se corresponden a meses fríos (temperatura media inferior a 15 °C) e os catro meses restantes son temperados (temperatura media entre 15-25 °C). Para calcula-los factores de emisión para o manexo do esterco, multiplicámo-los factores correspondentes ás rexións tépedas polo factor 4 meses temperados/12 meses ano, e os factores correspondentes ás rexións frías polo factor 8 meses fríos/12 meses ano; para obte-lo factor de emisión total, súmase o factor correspondente á rexión tépeda e fría, tal como se reflicte na seguinte ecuación:

$$FE_{\text{total}} = [FE_{\text{rexión fría}} * (8/12)] + [FE_{\text{rexión tépeda}} * (4/12)] \quad [\text{ecuación 4}]$$

Unha vez calculados os factores de emisión, multiplícase o factor calculado polo número de animais anotado na columna A, para obte-las emisións procedentes do manexo do esterco en toneladas por ano. O resultado acadado indícase na columna E.

O resultado final é a suma das emisións individuais (columnas C e E).

2.4.1.2 ÓXIDO NITROSO

As emisións de N₂O proceden do manexo do esterco; os sistemas de manexo do esterco (SME) para a Comunidade Autónoma de Galicia son: sistemas de tipo líquido, fertilización diaria, almacenamento sólido e parcelas secas, praderías e pasteiros, e outros sistemas.

Os datos necesarios para a realización das estimacións das emisións foron o número de cabezas de gando para as seguintes categorías: vacún leiteiro e non leiteiro, ovellas, cabras, cabalos, mulas e asnos, porcos e aves de curral, e a distribución porcentual de frecuencia de utilización de cada tipo de sistema de manexo do esterco, que foi extraída do *Manual de referencia do IPCC* dos valores por defecto para Europa Occidental (tomouse este valor e non o da zona mediterránea –tal como aconsella o Ministerio de Medio Ambiente– dadas as características climáticas de Galicia).

Metodoloxía

As emisións calcúlanse aplicando un factor de emisión ó número de animais de cada tipo de gando, para así obte-lo total do nitróxeno excretado por sistema de manexo do esterco. A continuación (táboas 90 e 91) móstrase o cálculo do nitróxeno excretado por sistemas de manexo de esterco de tipo líquido para os anos 1990 e 2000.

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	446.476	100	0,46	20.537,90
Gando leiteiro	310.053	70	0,55	11.937,05
Aves de curral	4.634.600	0,6	0,13	361,50
Ovellas	86.304	20	0	0
Porcos	979.935	20	0,77	15.091,00
Outros	106.044	25	0	0
Total				47.927,43

Táboa 90. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (sistemas de tipo líquido, 1990)

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	439.615	100	0,46	20.222,29
Gando leiteiro	576.746	70	0,55	22.204,72
Aves de curral	3.473.820	0,6	0,13	270,96
Ovellas	286.084	20	0	0
Porcos	988.490	20	0,77	15.222,75
Outros	118.994	25	0	0
Total				57.920,72

Táboa 91. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (sistemas de tipo líquido, 2000)

A continuación (táboas 92 e 93), podemos observa-lo cálculo de nitróxeno excretado por sistemas de manexo de fertilización diaria para os anos 1990 e 2000.

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	446.476	100	0,24	10.715,42
Gando leiteiro	310.053	70	0	0
Aves de curral	4.634.600	0,6	0	0
Ovellas	86.304	20	0	0
Porcos	979.935	20	0	0
Outros	106.044	25	0	0
Total				10.715,42

Táboa 92. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (fertilización diaria, 1990)

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	439.615	100	0,24	10.550,76
Gando leiteiro	576.746	70	0	0
Aves de curral	3.473.820	0,6	0	0
Ovellas	286.084	20	0	0
Porcos	988.490	20	0	0
Outros	118.994	25	0	0
Total				10.550,76

Táboa 93. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (fertilización diaria, 2000)

A continuación (táboas 94 e 95) móstrase o cálculo de nitróxeno excretado por sistemas de manexo de almacenamento sólido e parcelas secas para os anos 1990 e 2000.

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	446.476	100	0,21	9.376,00
Gando leiteiro	310.053	70	0,02	434,07
Aves de curral	4.634.600	0,6	0,01	27,81
Ovellas	86.304	20	0,02	34,53
Porcos	979.935	20	0,23	4.507,70
Outros	106.044	25	0	0
Total				14.380,10

Táboa 94. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (almacenamento sólido e parcelas secas, 1990)

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	439.615	100	0,21	9.231,92
Gando leiteiro	576.746	70	0,02	807,44
Aves de curral	3.473.820	0,6	0,01	20,82
Ovellas	286.084	20	0,02	114,43
Porcos	988.490	20	0,23	4.547,05
Outros	118.994	25	0	0
Total				14.721,69

Táboa 95. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (almacenamento sólido e parcelas secas, 2000)

Nas táboas 96 e 97 témo-lo cálculo de nitróxeno excretado por sistemas de manexo de praderías e pasteiros para os anos 1990 e 2000.

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
				D = (A*B*C)/1000
Gando non leiteiro	446.476	100	0,08	3.571,81
Gando leiteiro	310.053	70	0,33	7.162,22
Aves de curral	4.634.600	0,6	0,02	55,62
Ovellas	86.304	20	0,87	1.501,69
Porcos	979.935	20	0	0
Outros	106.044	25	0,96	2.545,06
Total				14.836,39

Táboa 96. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (praderías e pasteiros, 1990)

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, Nex (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N _{ex} (t/N/ano)
				D = (A*B*C)/1000
Gando non leiteiro	439.615	100	0,08	3.516,92
Gando leiteiro	576.746	70	0,33	13.322,83
Aves de curral	3.473.820	0,6	0,02	41,69
Ovellas	286.084	20	0,87	4.977,86
Porcos	988.490	20	0	0
Outros	118.994	25	0,96	2.855,86
Total				24.715,16

Táboa 97. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (praderías e pasteiros, 2000)

Nas táboas 98 e 99 aparece o cálculo de nitróxeno excretado por sistemas de manexo diferentes ós anteriores para os anos 1990 e 2000.

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, N_{ex} (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N_{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	446.476	100	0,01	446,48
Gando leiteiro	310.053	70	0,09	1.953,33
Aves de curral	4.634.600	0,6	0,84	2.335,84
Ovellas	86.304	20	0,11	189,87
Porcos	979.935	20	0	0
Outros	106.044	25	0,04	106,04
Total				5.031,56

Táboa 98. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (outros sistemas, 1990)

Tipo de gando	A Número de animais	B Nitróxeno excretado, N_{ex} (kg/cabeza/ano)	C Fracción do nitróxeno do esterco por SME (%/100) (fracción) (Valor por defecto IPCC)	D Nitróxeno excretado por SME, N_{ex} (t/N/ano)
D = (A*B*C)/1000				
Gando non leiteiro	439.615	100	0,01	439,62
Gando leiteiro	576.746	70	0,09	3.633,50
Aves de curral	3.473.820	0,6	0,84	1.750,81
Ovellas	286.084	20	0,11	629,39
Porcos	988.490	20	0	0
Outros	118.994	25	0,04	118,99
Total				6.572,30

Táboa 99. Nitróxeno excretado procedente do manexo do esterco (outros sistemas, 2000)

A información necesaria de censos de gando por especies para 1990 e 2000 tomouse das mesmas fontes das que se tomaron os datos para os cálculos de fermentación entérica.

Para o nitróxeno excretado, N_{ex} , para cada tipo de animal recolléronse os valores por defecto do *Manual do IPCC*.

Na columna C indícase a fracción de nitróxeno no esterco para cada sistema de manexo de esterco. Os valores por defecto para Europa occidental proveñen do *Manual do IPCC*.

Unha vez calculadas as emisións de nitróxeno excretado por cada tipo de manexo do esterco, para calcula-las emisións de N_2O procedentes de tódolos sistemas de manexo do esterco débese sinalar que, aínda que se estima todo o nitróxeno excretado de tódolos sistemas, só se teñen en conta as emisións de N_2O procedentes dos sistemas de tipo líquido, o almacenamento sólido e parcelas secas, e outros sistemas, xa que as emisións correspondentes á fertilización diaria e a praderías e pasteiros téñense en conta na sec-

ción de solos agrícolas dentro do apartado no que se calculan as emisións procedentes dos solos dedicados á produción animal.

A mecánica de cálculo descríbese a continuación (táboas 100 e 101).

Sistema de manexo do esterco (SME)	A Nitróxeno excretado Nex (SME) (kg N/ano)	B Factor de emisión para o SME FE ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)	C Total anual de N ₂ O (t)
			C = (A*B) * [44/28]/1000
Sistemas tipo líquido	47.927.434,30	0,001	75,31
Fertilización diaria	10.715.424,00		
Almacenamento sólido e parcelas secas	14.380.100,40	0,02	451,95
Praderías e pasteiros	14.836.393,10		
Outros	5.031.561,10	0,005	39,54
Totais	92.890.912,90		566,79

Táboa 100. Emisións de óxido nitroso procedentes da produción pecuaria.
Emisións procedentes dos sistemas de manexo de esterco (SME)(1990)

Sistema de manexo do esterco (SME)	A Nitróxeno excretado Nex (SME) (kg N/ano)	B Factor de emisión para o SME FE ₃ (kg N ₂ O-N/kg N)	C Total anual de N ₂ O (t)
			C = (A*B) * [44/28]/1000
Sistemas tipo líquido	57.920.714,96	0,001	91,02
Fertilización diaria	10.550.760,00		
Almacenamento sólido e parcelas secas	14.721.689,92	0,02	462,68
Praderías e pasteiros	24.715.156,04		
Outros	6.572.298,88	0,005	51,64
Totais	114.480.619,80		605,34

Táboa 101. Emisións de óxido nitroso procedentes da produción pecuaria.
Emisións procedentes dos sistemas de manexo de esterco (SME)(2000)

Os factores de emisión da columna B foron obtidos do *Manual do IPCC*.

A continuación (táboa 102) preséntase un resumo das emisións de metano e de óxido nitroso procedentes da gandería.

Ano	Metano (CH ₄)				Óxido nítrico (N ₂ O)				Toneladas CO ₂ (totais)
	Fermentación entérica (t)	Manexo esterco (t)	Total (t)	Equivalentes CO ₂ (t)	Fermentación entérica (t)	Manexo esterco (t)	Total (t)	Equivalentes CO ₂ (t)	
1990	62.178,73	19.704,48	81.883,21	1.719.547,41	0	566,79	566,79	157.704,90	1.877.252,31
2000	75.366,09	22.359,50	97.412,95	2.045.671,95	0	605,34	605,34	187.655,40	2.233.327,35

Táboa 102. Emisións de metano e óxido nítrico totais procedentes da gandería (anos 1990 e 2000)

As emisións de ámbolos gases crecen debido ó aumento do número de cabezas de gando non leiteiro e de ovellas, fundamentalmente.

2.4.2 SOLOS AGRÍCOLAS

Neste apartado calcúlanse as emisións de N₂O procedentes dos solos, onde se inclúen:

- As emisións directas de N₂O procedentes dos solos agrícolas (excluíndo os efectos do pastoreo dos animais).
- As emisións directas de N₂O procedentes dos solos dedicados á produción animal.
- As emisións indirectas de N₂O procedentes do nitróxeno utilizado na agricultura.

Datos necesarios para a realización das estimacións das emisións

- Total de fertilizante sintético utilizado.
- Número de cabezas de gando nas seguintes categorías: gando non leiteiro, gando leiteiro, aves de curral, ovellas, porcos e outros animais.
- Producción de legumes secos e soia.
- Producción seca doutros cultivos.
- Superficie de solos cultivados.

Metodoloxía

A metodoloxía empregada tomouse do *Manual de referencia do IPCC*.

O total das emisións de N₂O-N nun país ou rexión calcúlase aplicando a ecuación 5.

$$N_2O = N_2O_{DIRECTAS} + N_2O_{ANIMAI S} + N_2O_{INDIRECTAS} \quad [\text{ecuación 5}]$$

Emisións directas de N₂O procedentes dos solos agrícolas

O esquema de cálculo detállase nas táboas 103 e 104. O método de obtención dos valores que figuran nestas táboas explicarase a continuación.

Tipo de contribución de N no solo	A Cantidad de contribución de N (kg N/año)	B Factor de emisión para as emisións directas (kg N ₂ O-N/kg N)	C Emisións directas dos solos (kg N ₂ O-N/año)
			C = (A*B)
Fertilizante sintético (FSN)	17.452.800,00	0,0125	21.816,00
Esterco (FE)	72.454.912,06	0,0125	905.686,40
Cultivos fixadores do nitróxeno (FBN)	6.426,00	0,0125	80,33
Residuos das colleitas (FRC)	11.612.434,71	0,0125	145.155,43
Total			1.072.738,16

Táboa 103. Emisións de óxido nitroso procedentes dos solos agrícolas, excluído o cultivo de solos (ano 1990)

Tipo de contribución de N no solo	A Cantidad de contribución de N (kg N/año)	B Factor de emisión para as emisións directas (kg N ₂ O-N/kg N)	C Emisións directas dos solos (kg N ₂ O-N/año)
			C = (A*B)
Fertilizante sintético (FSN)	2.880.630,00	0,0125	36.007,88
Esterco (FE)	89.294.883,44	0,0125	1.116.186,04
Cultivos fixadores do nitróxeno (FBN)	126.072,00	0,0125	1.575,90
Residuos das colleitas (FRC)	5.759.236,89	0,0125	71.990,46
Total			1.225.760,28

Táboa 104. Emisións de óxido nitroso procedentes dos solos agrícolas, excluído o cultivo de solos (ano 2000)

A continuación vémo-lo modo de cálculo da cantidade da contribución de nitróxeno:

Fertilizante sintético

Para calcula-la cantidade de fertilizante sintético F_{SN} , aplícase a ecuación 6.

$$F_{SN} = N_{FERT} * (1 - \text{Frac}_{GASF}) \quad [\text{ecuación 6}]$$

Onde:

N_{FERT} = total de fertilizante sintético utilizado (kg N/año). Os datos do total do fertilizante sintético utilizado nos anos 1992 (as tendencias observadas e a contribución porcentual ás emisións permiten empregar este dato para este ano cun erro mínimo referido ás emisións de N₂O totais) e 2000 obtivéronse do Ministerio de Agricultura, Pesca e Alimentación.

Frac_{GASF} = fracción do total de nitróxeno do fertilizante sintético que se emite como NO_x + NH₃ (kg N/kg N); tomouse o valor por defecto do *Manual de referencia do IPCC*.

A forma de realiza-lo cálculo do nitróxeno procedente do esterco (F_E) esquematízase na táboa 105 (ano 1990) e na táboa 106 (ano 2000).

A	B	C	D	E	F
Total donitróxeno excretado (kg N/ano)	Fración do nitróxeno queimado como combustible (fracción)	Fración do nitróxeno excretado durante o pastoreo (fracción)	Fración do nitróxeno excretado como NO _x e NH ₃ (fracción)	Suma (fracción)	Nitróxeno do esterco utilizado (despois da corrección para as emisións de NO _x e NH ₃) FE (kg N/ano)
				E = 1-(B+C+D)	F = (A*E)
92.890.912,90	0	0,02	0,2	0,78	72.424.912,06

Táboa 105. Utilización do nitróxeno do esterco (ano 1990)

A	B	C	D	E	F
Total donitróxeno excretado (kg N/ano)	Fración do nitróxeno queimado como combustible (fracción)	Fración do nitróxeno excretado durante o pastoreo (fracción)	Fración do nitróxeno excretado como NO _x e NH ₃ (fracción)	Suma (fracción)	Nitróxeno do esterco utilizado (despois da corrección para as emisións de NO _x e NH ₃) FE (kg N/ano)
				E = 1-(B+C+D)	F = (A*E)
114.480.619,80	0	0,02	0,2	0,78	89.294.883,44

Táboa 106. Utilización do nitróxeno

Esterco

Na columna A anótase o total de nitróxeno excretado, N_{ex} , para os sistemas de manexo do esterco que aparecen nas táboas 100 e 101, columna A.

Nas columnas B, C e D aparecen os valores por defecto do *Manual do IPCC*.

O resultado da columna F é o valor de F_E que se transfire á táboa 103, no caso do ano 1990, e á táboa 104 no caso do ano 2000.

Compostos fixadores de nitróxeno

Para calcula-la contribución total de nitróxeno en cultivos fixadores do nitróxeno (F_{BN}), cómpre coñece-la produción de legumes secos e soia nos anos 1990 e 2000. Neste sentido hai que dicir que no referente a este tipo de cultivos na Comunidade Autónoma de Galicia só se producen fabas secas.

A ecuación empregada é a ecuación 7:

$$F_{BN} = 2 * Cultivo_{BF} * Frac_{NCRBF} \quad [\text{ecuación 7}]$$

Onde:

$Cultivo_{BF}$ = produción de legumes secos + soia; neste caso, o dato necesario é a produción de fabas secas, dato que para o ano 1990 se colleu do *Anuario de estadística agraria 1990*, editado polo Ministerio

de Agricultura, Pesca e Alimentación, mentres que o dato correspondente ó ano 2000 foi tomado do *Anuario de estatística agraria 2000*, editado pola Xunta de Galicia, Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural. Como o dato necesario se refire ós quilogramos de biomasa seca por ano, necesítase a cantidade de humidade presente no cultivo, dato obtido no portal internacional de información agrícola www.infoagro.com. Neste caso, a cantidade de humidade é do 15%, polo que a cantidade de biomasa seca se calcularía multiplicando a produción das fabas secas, que figura nos anuarios, por 0.85 kg biomasa seca/kg.

$Frac_{NCRBF}$ = fracción de nitróxeno en cultivos fixadores do nitróxeno (kg N/kg de biomasa seca), dato tomado por defecto do *Manual do IPCC*.

Factor "2" = permite converte-las cifras da produción de cultivos ó total de biomasa dos cultivos.

Residuos de colleitas

Para o cálculo da contribución de nitróxeno procedente dos residuos das colleitas (F_{RC}), precísanse os seguintes datos:

- Producción de legumes secos e soia (kg/ano).
- Producción doutros cultivos (kg/ano).

A información tómase dos anuarios estatísticos empregados ó longo desta sección.

Polo tanto, para o cálculo dos residuos das colleitas reintegrados ós solos (F_{RC} en kg N/ano) empréganse a táboa 107 (ano 1990) e a táboa 108 (ano 2000).

Tipo de cultivo	A Producción de cultivos non fixadores do nitróxeno (kg biomasa seca/ano)	B Fracción de nitróxeno de cultivos non fixadores do nitróxeno (kg N/kg biomasa seca)	C Producción de legumes secas e soia (kg biomasa/ano)	D Fracción do nitróxeno en cultivos fixadores do nitróxeno (kg N/kg biomasa seca)	E Unidade menos a fracción das colleitas retirados dos campos (fracción)	F Unidade menos a fracción de residuos das colleitas queimados (fracción)	G Contribución de nitróxeno dos residuos das colleitas (kg N/ano)
							$G = 2*(A*B + C*D)*E*F$
Pataca	313.629.600	0,015	6.426	0,03	0,55	1	11.612.434,71
Millo forraxeiro	245.071.400						
Trigo	59.991.300						
Leituga	1.027.550						
Tomate	1.841.650						
Pemento	1.183.280						
Cebola	4.861.640						
Faba verde	82.650						
Repolo e coliflor	5.885.600						
Centeo	70.196.400						
Cantidade total	703.771.070						

Táboa 107. Contribución de nitróxeno dos residuos das colleitas (ano 1990)

Tipo de cultivo	A	B	C	D	E	F	G
	Producción de cultivos non fixadores do nitróxeno (kg biomasa seca/ano)	Fración de nitróxeno de cultivos non fixadores do nitróxeno (kg N/kg biomasa seca)	Producción de legumes secas e soia (kg biomasa/ano)	Fración do nitróxeno en cultivos fixadores do nitróxeno (kg N/kg biomasa seca)	Unidade menos a fracción das colleitas retirados dos campos (fracción)	Unidade menos a fracción de residuos das colleitas queimados (fracción)	Contribución de nitróxeno dos residuos das colleitas (kg N/ano)
							$G = 2*(A*B + C*D)*E*F$
Pataca	89.587.800	0,015	2.101.200	0,03	0,55	1	
Millo forraxeiro	161.675.500						
Trigo	55.648.200						
Leituga	6.890.000						
Tomate	574.550						
Pemento	948.430						
Cebola	6.323.660						
Faba verde	6.509.400						
Repolo e coliflor	4.215.520						
Centeo	12.769.200						
Cantidade total	344.842.260						5.759.236,89

Táboa 108. Contribución de nitróxeno dos residuos das colleitas (ano 2000)

Os cultivos que se tiveron en conta na columna A son: trigo, centeo, pataca, millo forraxeiro, tomate, leituga, pemento, cebola, faba verde, repolo e coliflor. Tomáronse estes cultivos, xa que son os que figuran nos anuarios consultados. Neste caso, tamén é necesario coñecer a cantidade de quilogramos de biomasa seca, polo que se precisan datos de humidades, os cales se detallan na táboa 109.

Cultivo	Cantidade de auga (%)
Trigo	10
Centeo	10
Pataca	80
Millo forraxeiro	86
Tomate	95
Leituga	95
Pemento	93
Cebola	86
Faba verde	85
Repolo e coliflor	92

Táboa 109. Cantidade de auga presente nos cultivos non fixadores de nitróxeno

Para a fracción de nitróxeno en cultivos non fixadores do nitróxeno, $Frac_{NCR0}$ (kg N/kg biomasa seca) tómase como valor por defecto o que figura no *Manual do IPCC*, o mesmo cá fracción do nitróxeno en cultivos fixadores do nitróxeno, $Frac_{NCRBF}$ (kg N/kg biomasa seca) e a fracción dos residuos das colleitas que se retira dos campos durante a colleita, $Frac_R$ (kg N/kg colleita-N).

Realizando as operacións indicadas nas táboas 107 e 108, obtense a contribución de nitróxeno dos residuos das colleitas na columna G que se traslada á folia de traballo principal (táboas 103 e 104).

Emisións directas de N₂O excluído o cultivo dos histosoles

O histosol é un solo de natureza predominantemente orgánica. Segundo o Departamento de Edafoloxía e Química Agrícola da Universidade de Santiago de Compostela, na Comunidade Autónoma de Galicia os solos que se cultivan son todos de natureza mineral e non orgánica, polo que os solos considerados para realiza-los cálculos foron prados, pasteiros e outras terras de cultivo.

Emisións totais directas de N₂O procedentes de solos agrícolas

As emisións totais de nitróxeno como óxido nítrico procedentes dos solos acádanse multiplicando polo factor estequiométrico 44/28 os valores obtidos na columna C da táboa 103 para o ano 1990 e 104 para o ano 2002. Os resultados obtidos vense nas táboas 110 (ano 1990) e 111 (ano 2000).

Valor columna C táboa 102	G	
	Total de emisións directas de N ₂ O (t)	
	G = C*[44/28]/1000	
1.072.738,16	1.685,73	

Táboa 110. Emisións directas de óxido nítrico (ano 1990)

Valor columna C táboa 103	G	
	Total de emisións directas de N ₂ O (t)	
	G = C*[44/28]/1000	
1.225.760,28	1.926,19	

Táboa 111. Emisións directas de óxido nítrico (ano 2000)

Emisións de N₂O procedentes do pastoreo de animais

Na seguinte etapa estímase as emisións de óxido nítrico dos solos procedentes do pastoreo de animais. Neste paso indícanse soamente as emisións procedentes de praderías e pasteiros. As emisións de N₂O correspondentes a outros sistemas de manexo do esterco contabilizáronse no apartado correspondente a gando doméstico.

O método de cálculo en detalle, así como os resultados obtidos, ilústrase nas táboas 112 e 113.

Sistema de manexo do esterco (SME) (Dato tomado da táboa 100)	A Nitróxeno excretado $N_{ex(SME)}$ (kg N/ano)	B Factor de emisión para os SME, FE_3 (kg N_2O -N/kg N)	C Emisións de N_2O procedentes do pastoreo de animais (t)
			$C = (A*B)*[44/28]/1000$
Praderías e pasteiros	14.486.393,10	0,02	466,29

Táboa 112. Emisións de óxido nítrico dos solos procedentes do pastoreo de animais-praderías e pasteiros (1990)

Sistema de manexo do esterco (SME) (Dato tomado da táboa 101)	A Nitróxeno excretado $N_{ex(SME)}$ (kg N/ano)	B Factor de emisión para os SME, FE_3 (kg N_2O -N/kg N)	C Emisións de N_2O procedentes do pastoreo de animais (t)
			$C = (A*B)*[44/28]/1000$
Praderías e pasteiros	24.715.156,04	0,02	776,76

Táboa 113. Emisións de óxido nítrico dos solos procedentes do pastoreo de animais-praderías e pasteiros (2000)

Emisións indirectas de N_2O procedentes da deposición atmosférica de NH_3 e NO_x

Neste caso, a metodoloxía de cálculo e os resultados reflíctense nas táboas 114 e 115.

Tipo de deposición	A N no fertilizante sintético aplicado ós solos, N_{FERT} (kg N/ano)	B Fracción do N no fertilizante sintético aplicado que se volatiliza $Frac_{GASFS}$ (kg N/kg N)	C Cantidade do N no fertilizante sintético apli- cado que se volatiliza (kg N/kg N)	D Total de N excretado polo gando, N_{EX} (kg N/ano)	E Fracción do total de N no esterco excretado que se volatiliza $Frac_{GASM}$ (kg N/kg N)	F Total de N excretado polo gando que se volatiliza (kg N/kg N)	G Factor de emisión, FE_4 (kg N_2O - N/kg N)	H Emisións de óxido nítrico (t N_2O -N/ano)
			$C = A*B$				$F = D*E$	$H = (C+F)*G/1000$
Total	1.939.200	0,1	193.920	92.890.912,90	0,02	1.857.818,26	0,01	20,52

Táboa 114. Emisións indirectas de óxido nítrico procedentes da deposición atmosférica de NH_3 e NO_x (ano 1990)

Tipo de deposición	A N no fertilizante sintético aplicado ós solos, N_{FERT} (kg N/ano)	B Fracción do N no fertilizante sintético aplicado que se volatiliza $Frac_{GASFS}$ (kg N/kg N)	C Cantidade do N no fertilizante sintético apli- cado que se volatiliza (kg N/kg N)	D Total de N excretado polo gando, N_{EX} (kg N/ano)	E Fracción do total de N no esterco excretado que se volatiliza $Frac_{GASM}$ (kg N/kg N)	F Total de N excretado polo gando que se volatiliza (kg N/kg N)	G Factor de emisión, FE_4 (kg N_2O - N/kg N)	H Emisións de óxido nítrico (t N_2O -N/ano)
			$C = A*B$				$F = D*E$	$H = (C+F)*G/1000$
Total	3.200.700	0,1	320.070	114.480.619,80	0,2	22.896.123,96	0,01	232,16

Táboa 115. Emisións indirectas de óxido nítrico procedentes da deposición atmosférica de NH_3 e NO_x (ano 2000)

Para a fracción do nitróxeno no fertilizante sintético aplicado que se volatiliza ($Frac_{GASF5}$) e a fracción do total de N excretado no esterco que se volatiliza ($Frac_{GASM}$), tómanse os valores por defecto do *Manual do IPCC*. O factor de emisión, FE_4 , factor de emisión por defecto para as emisións de óxido nitróxeno na agricultura, tamén se recolle do *Manual do IPCC*.

Emisións indirectas de N_2O procedentes da lixiviación

O cálculo deste tipo de emisións implica o seguimento da metodoloxía considerada nas táboas 116 e 117.

	I Fertilizante sintético utilizado, N_{FERT} (kg N/ano)	J Excreción de N do gando, N_{ex} (kg N/ano)	K Fracción de N lixiviado, $Frac_{LIX}$ (kg N/kg N)	L Factor de emisión, FE_5	M Emisións de óxido nitróxeno procedentes da lixiviación (t N_2O -N/ano)	N Total de emisións indirectas de óxido nitróxeno (t N_2O /ano)
						$N = (H+M) \cdot [44/28]$ (H da táboa 115; M da táboa 117)
Total	1.939.200	92.890.912,90	0,3	0,025	711,23	1.149,88

Táboa 116. Emisións indirectas de óxido nitróxeno procedentes da lixiviación (ano 1990)

	I Fertilizante sintético utilizado, N_{FERT} (kg N/ano)	J Excreción de N do gando, N_{ex} (kg N/ano)	K Fracción de N lixiviado, $Frac_{LIX}$ (kg N/kg N)	L Factor de emisión, FE_5	M Emisións de óxido nitróxeno procedentes da lixiviación (t N_2O -N/ano)	N Total de emisións indirectas de óxido nitróxeno (t N_2O /ano)
						$N = (H+M) \cdot [44/28]$ (H da táboa 116; M da táboa 118)
Total	3.200.700	114.480.619,80	0,3	0,025	882,61	1.751,78

Táboa 117. Emisións indirectas de óxido nitróxeno procedentes da lixiviación (ano 2000)

Para a fracción de nitróxeno lixiviado, $Frac_{LIX}$, e para o factor de emisión, FE_5 , empregáronse os valores do *Manual do IPCC*.

Estimación das emisións indirectas totais de N_2O

Os resultados obtéñense agregando as contribucións de lixiviación e de deposición atmosférica de NH_3 e NO_x . Os resultados aparecen na táboa sumario final de N_2O da agricultura (táboa 122).

Emisións totais de N_2O procedentes dos solos agrícolas

É o resultado de agregar emisións directas e indirectas.

Na táboa 118 preséntase un resumo das emisións de óxido nítrico procedente dos solos agrícolas, no que se observa a baixada das emisións debido á diminución de hectáreas de solos cultivados e da produción de cultivos non fixadores de nitróxeno.

Ano	Óxido nítrico (N ₂ O)			Toneladas CO ₂ (totais)
	Emisións directas (t)	Emisións indirectas (t)	Total (t)	
1990	1.685,90	1.149,88	2.835,78	880.021,8
2000	1.926,19	1.571,78	3.497,97	1.084.370,70

Táboa 118. Emisións de óxido nítrico totais procedentes dos solos agrícolas (anos 1990 e 2000)

2.4.2.1 QUEIMA EN CAMPO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS

En canto ó tema da queima de restoballos, palla..., existe información oficial acerca do número de queimas. Malia iso, é moi difícil estima-la cantidade exacta queimada. As emisións aproximadas de gases de efecto invernadoiro preséntanse na táboa 119 e foron obtidas do inventario Corine-Aire nos casos de CH₄ e N₂O.

Ano	Metano (CH ₄) (t)	Óxido nítrico (N ₂ O) (t)	Equivalentes CO ₂ totais (t)
1990	430	49	24.220
2000	194	24	11.510

Táboa 119. Emisións procedentes da queima de residuos agrícolas (ano 1990 e 2000)

Sumario final das emisións

Nas táboas 120 e 121 ilústranse as emisións de metano e óxido nítrico divididas nos principais subsectores da agricultura, así como as toneladas equivalentes de CO₂ que representan estas emisións.

Ano	Canado doméstico		Queima residuos (t)		Equivalentes CO ₂ totais (t)	
	Fermentación entérica (t)	Manexo esterco (t)	Total (t)			
1990	62.178,73	19.704,48	81.883,21	430	1.728.577,4	
2000	75.366,09	22.359,50	97.725,56	194	2.056.309,5	

Táboa 120. Emisións totais de metano

Ano	Canado doméstico		Solos		Queima residuos		Equivalentes CO ₂ totais (t)			
	Fermentación entérica (t)	Manexo esterco (t)	Toneladas equivalentes CO ₂	Emisións directas (t)	Emisións indirectas (t)	Total (t)		Toneladas equivalentes CO ₂	Total (t)	equivalentes CO ₂
1990	0,00	566,79	175.704,90	1.685,90	1.149,88	2.835,78	880.021,8	49	15.190,00	1.070.916,7
2000	0,00	605,34	187.655,40	1.926,19	1.571,78	3.497,97	1.084.370,70	24	7.440,00	1.279.479,1

Táboa 121. Emisións totais de óxido nítrico

	Ano 1990			Ano 2000			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
Agricultura	82.613,2	2.940,9	2.838.591,9	97.919,6	3.522,0	3.343.217,7	
Fermentación entérica	62.478,7	1.312.052,7	75.366,1	1.582.688,1			
Xestión esterco	19.704,5	56,8	431.402,5	22.359,5			
Cultivo arroz			0,0				0,0
Solos agrícolas			3.451,57	1.070.916,7			4.127,31
Queimas planificadas de sabanas			0,0				0,0
Queima en campo de residuos agrícolas	430,0	49,0	24.220,0	194,0	24,0		11.514,0
Outros							

Táboa 122. Contribución da Comunidade de Galicia ás emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do sector agricultura

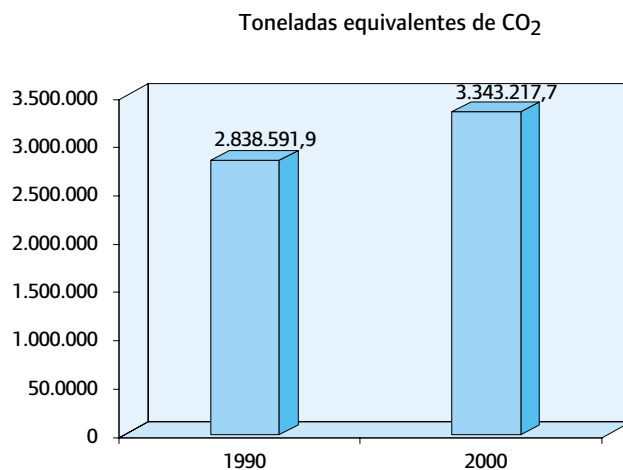


Figura 20. Toneladas equivalentes de CO₂ procedentes da agricultura en Galicia

As emisións totais procedentes da agricultura medidas en poder de efecto invernadoiro (toneladas equivalentes de CO₂) aumentaron no 2000 un 17,8% respecto das que había no 1990, debido principalmente ó aumento das emisións por fermentación entérica derivadas do aumento do número de cabezas de gando e ó uso do esterco producido por este aumento.

2.5. CAMBIOS DE USO DO SOLO E SILVICULTURA

Os obxectivos deste estudio son coñecer o efecto dos sumidoiros de C dos sistemas forestais de Galicia, aplicando a metodoloxía xa establecida no Protocolo de Kyoto, de acordo cos datos dispoñibles e coas experiencias realizadas en España ata a data.

O Grupo Internacional de Expertos sobre o Cambio Climático (IPCC) considera que *as actuacións humanas, e en particular os cambios de uso do solo, están alterando a taxa natural de intercambio entre a atmosfera e a biosfera mediante o uso da terra, o cambio de uso e as actividades silvícolas (IPCC, 2000)*. Actuacións tendentes a mellorar esta situación, especialmente a reforestación e a forestación, poden ser fundamentais para a evolución do clima a escala global e a medio prazo en dous aspectos:

- O posible efecto atenuador (sumidoiro) que os bosques e sistemas afíns poden ter, ó secuestrar os excedentes dos gases de efecto invernadoiro, dun modo temporal (biomasa) e relativamente permanente (solo).
- As consecuencias que se derivan da modificación das condicións climáticas sobre a saúde, estrutura e biodiversidade dun sistema forestal, incidindo lóxicamente no primeiro aspecto.

Tal como se dixo antes, a *reforestación* inclúe as actividades relativas á repoboación de terras xa forestais que foron desprovistas de cobertura arbórea debido a cortas ou incendios.

A forestación débese principalmente á conversión de solos agrícolas en bosques, e vese apoiada polo Plan de Forestación de Terras Agrarias, tanto a escala nacional como autonómica.

A *deforestación* consiste na conversión de terras forestais a outro tipo de usos debido a incendios, cortas, erosión, desertización, etc.

2.5.1. OS SUMIDOIROS NO PROTOCOLO DE KYOTO

De acordo co Protocolo de Kyoto, os sumidoiros de carbono poden supor unha axuda importante á hora de facer que os compromisos de redución acordados para cada Parte non sexan tan difíciles de cumprir. Os artigos que fan referencia ós sumidoiros son:

O artigo 3.3 refírese ás actividades UTCUTS (uso da terra, cambio de uso e silvicultura) que xeran cantidades que se poden sumar ou restar á cantidade asignada. Estas redúcense a forestación, reforestación e deforestación. Establécese que *“as variacións netas das emisións polas fontes e a absorción polos sumidoiros de gases de efecto invernadoiro que se deban á actividade humana directamente relacionada co cambio de uso da terra e a silvicultura, limitada á forestación, reforestación e deforestación desde 1990, calculadas como variacións verificables do carbono almacenado en cada período de compromiso, serán utilizadas para os efectos de cumprir os compromisos de cada parte incluída no anexo I dimanantes do presente artigo. Informarase das emisións polas fontes e a absorción polos sumidoiros de gases de efecto invernadoiro que garden relación con esas actividades dunha maneira transparente e verificable e serán examinadas de conformidade co disposto nos artigos 7 e 8.*

Enténdese por **forestación** a conversión, por actividade humana directa, de terras que careceron de bosque durante un período mínimo de 50 anos en terras forestais mediante plantación, sementeira ou fomento antropógeno de sementeiros naturais. Isto é, contabilizaranse as superficies forestadas desde o 1 de xaneiro de 1990 que non estivesen forestadas durante os 50 anos anteriores (IFN2/1990 – IFN1/1970).

Enténdese por **reforestación** a conversión por actividade humana directa de terras non boscosas en terras forestais mediante plantación, sementeira ou fomento antropógeno de sementeiros naturais en terreos onde antigamente houbo bosques pero que están actualmente deforestados. Durante o primeiro período de compromiso (2008–2012), as actividades de reforestación limitaranse á reforestación de terreos carentes de bosques ó 1 de xaneiro de 1990.

O artigo 3.4 refírese a actividades adicionais ás anteriores que se poden contabilizar. Durante o primeiro período de compromiso as actividades adicionais admitidas son: **manexo agrícola, manexo forestal, manexo de pasteiros e revexetación**. Os límites establecidos para manexo forestal reflíctense na táboa da decisión 11/CP.7 (documento FCCC/CP/2001/13/Add.1) e están individualizados, segundo o acordo de Marrakech. No resto das actividades adicionais a contabilización é “neto-neto”, é dicir, non hai límite, pero non se teñen en conta as actividades realizadas neste campo antes do 1 de xaneiro de 1990.

A contabilidade das actividades obtense pola expresión:

$$\text{Enetas} = \text{Epc} - (5 \times \text{Eab})$$

Onde Epc son as emisións ou absorcións netas durante o período de compromiso e Eab as absorcións ou emisións netas do ano base 1990.

As unidades utilizadas para os sumidoiros denomínanse UDA (Unidades de absorción). Unha UDA é igual a unha tonelada de CO₂ equivalente retirada da atmosfera por actividades de uso da terra, cambio de uso da terra e silvicultura, segundo se define nos artigos 3.3 e 3.4. As UDA pódense vender e comprar, pódense retirar para demostrar cumprimento dos compromisos, pódense cancelar se os sumidoiros se converten en fonte, se non se cumpren os compromisos do período de compromiso anterior ou cando se creasen de maneira ilícita.

A obtención de tódolos datos que poden ser utilizados no balance dos sumidoiros é moi complexa, xa que non están regulamentados tódolos aspectos e de moitos procesos descoñécese o seu valor cuantitativo. Isto vai requirir novos traballos de investigación e a aplicación progresiva dos datos sobre aqueles sumidoiros coñecidos, xunto coa continua modificación e adaptación dos balances ós novos resultados.

2.5.2 METODOLOXÍA DO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE PARA O CÁLCULO DE CARBONO SECUESTRADO NA BIOMASA (MARTÍNEZ E SÁNCHEZ, 2002).

Martínez e Sánchez (2002) explican que en documentación de partida utilizada para a estimación do stock de carbono na biomasa do ano de referencia (1990) do Protocolo, o dato básico considerado é o “*Volume da biomasa principal*” (volumen madeirable con casca). A partir deste valor estímase a biomasa total, que inclúe, ademais do tronco madeirable, as follas e pólas, pero non as raíces e, posteriormente, pásase a materia seca e a carbono, considerando que o factor de expansión da biomasa principal á total é de 1,6⁹, que a densidade é 0,5 g/cm³ e que o contido de carbono é da orde do 50%¹⁰, considerado como media de tódalas especies forestais madeirables.

Desta forma a biomasa total sería igual á principal x 1,6 e o contido de C expresado en toneladas de carbono igual á biomasa total por 0,5 x 0,5, tal como se expresa na seguinte fórmula:

$$\text{Carbono secuestrado} = \text{Biomasa principal} \times 1,6 \times 0,5 \times 0,5$$

2.5.3 CÁLCULOS DO EFECTO SUMIDOIRO DE GALICIA

De acordo coas definicións, imos calcula-la fixación de carbono nas masas forestais de Galicia seguindo os epígrafes que marca o Protocolo de Kyoto nos seus artigos 3.3 e 3.4 no que corresponde ás actividades de:

- Forestación
- Xestión forestal
- Reforestación
- Deforestación

2.5.3.1 CÁLCULOS DE FORESTACIÓN BASEADOS NAS SUPERFICIES FORESTAIS E A PRODUCTIVIDADE DOS BOSQUES DE GALICIA.

Os cálculos do efecto sumidoiro producido polas actividades de forestación realizáronse a partir da información cartográfica do IFN2 e do IFN3, mediante os cales, empregando un sistema de información xeográfica (GIS), pode determinarse a variación das superficies forestadas entre 1990 e 2000. Estas formacións boscosas que se incrementaron entre 1990 e o 2000 son, case todas, bosques plantados co obxectivo de incrementa-la produción madeireira, polo que cumpren cos criterios esixidos ó ser derivados da

⁹ Nalgúns casos utilizouse o factor 1,4 como o factor de expansión da biomasa principal do tronco para incluír tamén a pólas e follas; nós consideramos que é máis correcto o factor de expansión de 1,6 posto que deberían incluírse tamén as raíces, polo que este factor é bastante conservativo.

¹⁰ Se ben nalgúns cálculos realizados por Martínez e Sánchez aparece o factor 45%.

acción humana e posteriores a 1990. O inventario permite coñecer tamén a distribución por especies e o grao de cobertura e, no caso do IFN3, as especies que van como acompañantes.

A partir destes datos procedeuse á cuantificación do secuestro de carbono tendo en conta:

- 1.- A superficie ocupada por cada especie dentro da superficie forestada a partir de 1990 (figura 1) obtendo estes datos por medio da información dixitalizada. Das especies forestais unicamente se considerou no balance as que presentan un marcado carácter productivo, pois, neste caso, non hai ningunha dúbida de que a súa plantación foi realizada polo home. Así sectorizouse a área de forestación para as principais especies forestais (*Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Eucalyptus spp* e *Castanea sativa*) en Galicia.
- 2.- Estimouse a idade da forestación considerando que o proceso foi constante ó longo da década.
- 3.- Para obter os datos de produtividade por especie, variables climática e edaficamente, utilizáronse os datos máis fiables existentes. A partir dos datos de produtividade (m^3/ha) e a superficie forestada, acadouse o dato de volume madeirable.
- 4.- Finalmente, o cálculo do C secuestrado anualmente obtense polo procedemento habitual, é dicir, multiplicar por 1,6 para pasa-la biomasa total, e por 0,5 e 0,5 para ter en conta a densidade e o contido medio de C.

2.5.3.1.1 Determinación da produtividade e fixación de C en bosques de *Pinus pinaster*.

O *Pinus pinaster* Ait. é a principal especie forestal implantada en Galicia en canto á extensión que ocupa, pero a súa menor produtividade cō eucalipto reduce a eficiencia do secuestro de carbono. Sen embargo, ó ser unha especie menos esixente en condicións climáticas, pode contribuír á fixación total de C de maneira decisiva.

Bará e Toval (1983) mostran que existe unha forte correlación entre as variables altitudinal, grosor e textura de solos e a produtividade dos piñeirais galegos, de maneira que as zonas máis productivas corresponderían ás zonas costeiras de altitudes comprendidas entre 0-400 metros, con grosor de solo superior a 90 cm, texturas lixeiras e de boa a excesiva drenaxe. Con estes parámetros, estes autores establecen unha serie de clases de calidade para as diferentes zonas que, ademais, dependerían das cantidades de calcio e potasio existentes no complexo de cambio do solo. A cada unha destas clases asóciáselles unha curva de produción en función da idade da masa forestal (figura 21).

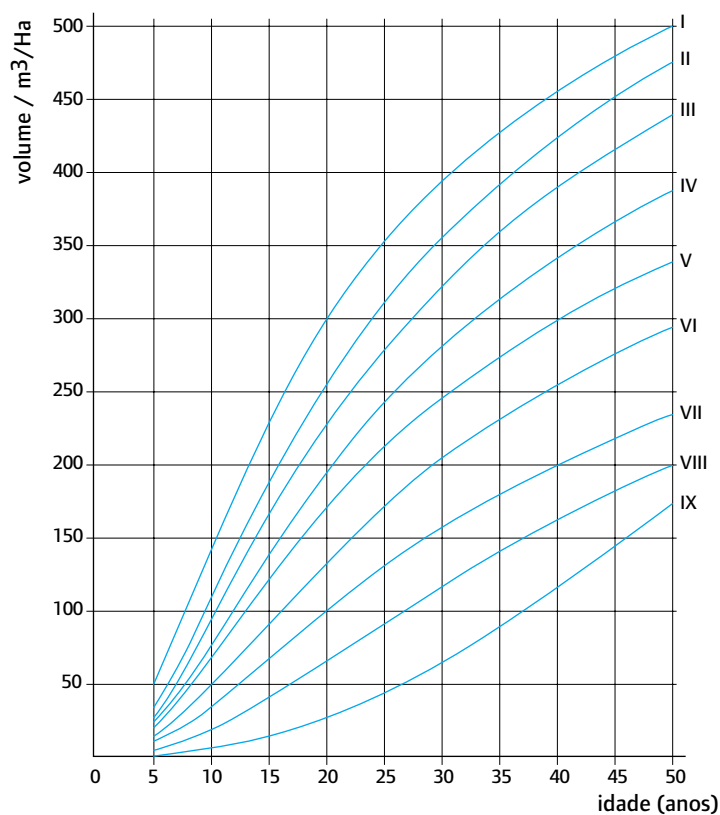


Figura 21.- Producción do *Pinus pinaster* Ait. en Galicia en función da clase de calidade e idade da masa forestal (Bará e Toval, 1983).

Considerando que as quendas de corta habituais nas explotacións de piñeiro marítimo son de 35 anos, e segundo o gráfico anterior, a produción anual por clase de calidade preséntase na táboa 123.

Clase de calidade	Producción ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$)
I	12,2
II	11,1
III	10,2
IV	8,9
V	7,8
VI	6,6
VII	5,0
VIII	4,0
IX	2,5

Táboa 123.-Valores de produtividade das diferentes clases de calidade de bosques de *Pinus pinaster* Ait.

Cómpre, en primeiro lugar, determina-la distribución xeográfica das clases de calidade para *Pinus pinaster Ait.* en Galicia. Rodríguez Soalleiro *et al.* (1994) desenvolven un modelo dinámico de crecemento de masas de *Pinus pinaster Ait.* e establecen unha relación entre as clases de calidade consideradas por Bará e Toval (1983) e os parámetros de altitude, grosor e textura do solo diferenciando os sectores costeiro e interior de Galicia. Utilizouse este criterio para a sectorización das diferentes clases de calidade co fin de determina-los volumes netos de produción.

Galicia costa		Galicia interior	
Clase I	0-400 m de altitude Grosor \geq 100 cm Textura areosa		Clase I
Clase II	0-400 m de altitude Grosor = 75 cm Textura areosa		Clase II
Clase III	0-400 m de altitude Grosor \geq 100 cm Textura non areosa		Clase III
Clase IV	0-400 m de altitude Grosor = 75 cm Textura non areosa	400-600 m de altitude Grosor \geq 75 cm Textura areosa	Clase IV
Clase V	400-600 m de altitude Grosor \geq 75 cm Textura non areosa	> 600 m de altitude Grosor = 75 cm Textura areosa	Clase V
Clase VI	0-400 m de altitude Grosor < 40 cm	> 600 m de altitude Grosor \geq 100 cm Textura non areosa	Clase VI
Clase VII	> 400 m de altitude Grosor = 40 cm	> 600 m de altitude Grosor \geq 75 cm Textura non areosa	Clase VII
Clase VIII	> 400 m de altitude Grosor = 30 cm		Clase VIII
Clase IX			Clase IX

Táboa 124- Clases de calidade productiva de *Pinus pinaster Ait.* (adaptado de Bará e Toval, 1983 e Rodríguez Soalleiro *et al.*, 1994).

A distribución espacial das diferentes clases de produtividade preséntase na figura 21. Obsérvase que a rexión litoral, e en particular a zona das Rías Baixas, presenta os valores máis elevados, podendo estenderse a zona óptima ó contorno do litoral da Costa da Morte, Bergantiños e Mariñas na Coruña, así como

ã Mariña lucense e o val inferior do Miño. Os valores máis baixos aparecen na zona interior e montañosa de Ourense e Lugo.

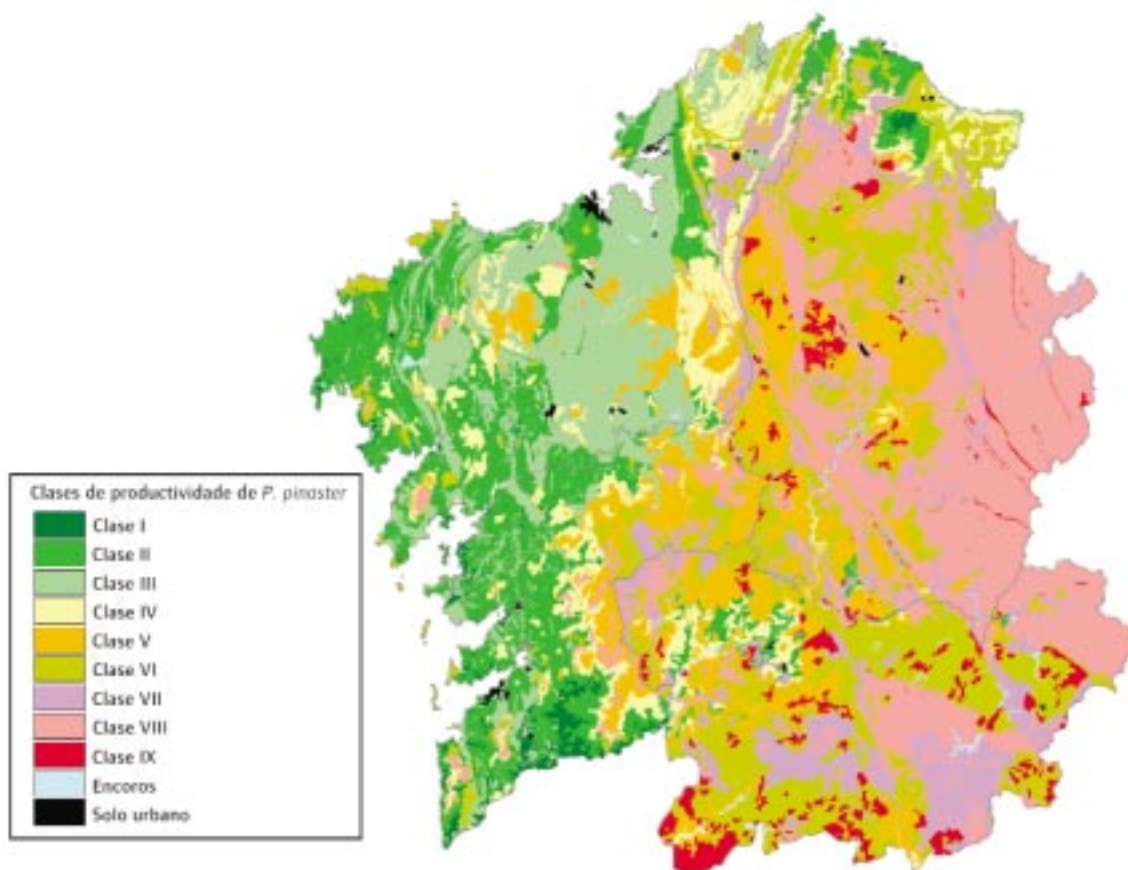


Figura 22.- Clases de produtividade de *Pinus pinaster*.

O IFN3 inclúe na súa base de datos, ademais da especie dominante dentro de cada tesela, unha segunda e ata unha terceira especie presente nela (campos SP1, SP2 e SP3 respectivamente), así como as súas respectivas proporcións de ocupación relativa dentro da tesela (fracción de cabida cuberta). No caso da determinación da cantidade de C retida por *Pinus pinaster*, empregáronse tódalas teselas que contiñan esa especie, ben como dominante ou como acompañante, ponderando a súa produtividade de acordo co grao de ocupación que ten dentro da tesela.

$$\text{Productividade real (m}^3\text{/ha/ano)} = \text{Productividade potencial} * \text{grao de ocupación (\%)}$$

Os valores totais e anuais do secuestro de C polos piñeirais plantados en Galicia durante o período 1990-2000 encóntranse na táboa 128. Obsérvase unha evolución crecente de fixación de carbono que alcanza valores finais bastante elevados (450.000 tC), con máximos na Coruña e Pontevedra, pero cunha contribución importante das outras dúas provincias. Isto significa que as plantacións de *Pinus pinaster* se

xeneralizaron practicamente a toda Galicia, contribuíndo de maneira decisiva ó crecemento da capacidade de secuestro.

Clase m ³	ha Pinaster	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	52.207,00	5.220,70	10.441,40	15.662,10	20.882,80	26.103,50	31.324,20	36.544,90	41.765,60	46.986,30	52.207,00
2,25	71.123,00	7.112,30	14.224,60	21.336,90	28.449,20	35.561,50	42.673,80	49.786,10	56.898,40	64.010,70	71.123,00
3,75	64.956,00	6.495,60	12.991,20	19.486,80	25.982,40	32.478,00	38.973,60	45.469,20	51.964,80	58.460,40	64.956,00
5,25	33.135,00	3.313,50	6.627,00	9.940,50	13.254,00	16.567,50	19.881,00	23.194,50	26.508,00	29.821,50	33.135,00
6,75	26.849,00	2.684,90	5.369,80	8.054,70	10.739,60	13.424,50	16.109,40	18.794,30	21.479,20	24.164,10	26.849,00
8,25	21.131,00	2.113,10	4.226,20	6.339,30	8.452,40	10.565,50	12.678,60	14.791,70	16.904,80	19.017,90	21.131,00
9,75	10.285,00	1.028,50	2.057,00	3.085,50	4.114,00	5.142,50	6.171,00	7.199,50	8.228,00	9.256,50	10.285,00
11,25	4.466,00	446,60	893,20	1.339,80	1.786,40	2.233,00	2.679,60	3.126,20	3.572,80	4.019,40	4.466,00
12,75	180,00	18,00	36,00	54,00	72,00	90,00	108,00	126,00	144,00	162,00	180,00

Clase m ³	m ³	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	39.155,3	3.915,5	7.831,1	11.746,6	15.662,1	19.577,6	23.493,2	27.408,7	31.324,2	35.239,7	39.155,3
2,25	160.026,8	16.002,7	32.005,4	48.008,0	64.010,7	80.013,4	96.016,1	112.018,7	128.021,4	144.024,1	160.026,8
3,75	243.585,0	24.358,5	48.717,0	73.075,5	97.434,0	121.792,5	146.151,0	170.509,5	194.868,0	219.226,5	243.585,0
5,25	173.958,8	17.395,9	34.791,8	52.187,6	69.583,5	86.979,4	104.375,3	121.771,1	139.167,0	156.562,9	173.958,8
6,75	181.230,8	18.123,1	36.246,2	54.369,2	72.492,3	90.615,4	108.738,5	126.861,5	144.984,6	163.107,7	181.230,8
8,25	174.330,8	17.433,1	34.866,2	52.299,2	69.732,3	87.165,4	104.598,5	122.031,5	139.464,6	156.897,7	174.330,8
9,75	100.278,8	10.027,9	20.055,8	30.083,6	40.111,5	50.139,4	60.167,3	70.195,1	80.223,0	90.250,9	100.278,8
11,25	50.242,5	5.024,3	10.048,5	15.072,8	20.097,0	25.121,3	30.145,5	35.169,8	40.194,0	45.218,3	50.242,5
12,75	2.295,0	229,5	459,0	688,5	918,0	1.147,5	1.377,0	1.606,5	1.836,0	2.065,5	2.295,0

Clase m ³	t C	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	15.662,1	1.566,2	3.132,4	4.698,6	6.264,8	7.831,1	9.397,3	10.963,5	12.529,7	14.095,9	15.662,1
2,25	64.010,7	6.401,1	12.802,1	19.203,2	25.604,3	32.005,4	38.406,4	44.807,5	51.208,6	57.609,6	64.010,7
3,75	97.434,0	9.743,4	19.486,8	29.230,2	38.973,6	48.717,0	58.460,4	68.203,8	77.947,2	87.690,6	97.434,0
5,25	69.583,5	6.958,4	13.916,7	20.875,1	27.833,4	34.791,8	41.750,1	48.708,5	55.666,8	62.625,2	69.583,5
6,75	72.492,3	7.249,2	14.498,5	21.747,7	28.996,9	36.246,2	43.495,4	50.744,6	57.993,8	65.243,1	72.492,3
8,25	69.732,3	6.973,2	13.946,5	20.919,7	27.892,9	34.866,2	41.839,4	48.812,6	55.785,8	62.759,1	69.732,3
9,75	40.111,5	4.011,2	8.022,3	12.033,5	16.044,6	20.055,8	24.066,9	28.078,1	32.089,2	36.100,4	40.111,5
11,25	20.097,0	2.009,7	4.019,4	6.029,1	8.038,8	10.048,5	12.058,2	14.067,9	16.077,6	18.087,3	20.097,0
12,75	918,0	91,8	183,6	275,4	367,2	459,0	550,8	642,6	734,4	826,2	918,0

Táboas 125, 126 e 127- Secuestro de C nos piñeirais galegos.

Ano	Galicia
1990	31.831,1
1991	90.108,3
1992	135.012,5
1993	18.0016,6
1994	218.960,6
1995	270.024,6
1996	315.028,9
1997	360.033,1
1998	405.037,3
1999	450.041,4

Táboa 128.- Secuestro de carbono total polas plantacións de *Pinus pinaster* realizadas en Galicia no período 1990-2000 en t de C

O secuestro producido polas forestacións de piñeiro realizadas en Galicia entre o ano 1990 e o 2000 en períodos de 5 anos dá as seguintes cifras:

2.5.3.1.2 Determinación da produtividade e fixación de C de *E. globulus*

A explotación do eucalipto en Galicia ocupa arredor de 174.210,4 ha (CMA, 2001). En xeral as quendas de corta son pequenas (12-15 anos) e a súa produtividade é elevada, aínda que variable dependendo da calidade da estación (Calvo de Anta, 1992) e o manexo silvícola (González-Río *et al.*, 1997).

Determinouse a súa produción madeireira utilizando os valores de “Intensidade Bioclimática Libre” (IBL) (Carballeira *et al.*, 1983). O IBL é un indicador simple da produtividade dunha zona atendendo unicamente a características limitantes de tipo climático (déficit hídrico e temperatura). Mídese en unidades bioclimáticas (u.b.c.). Considérase que en Galicia a produción de madeira de *E. globulus* é de 20 m³ ha⁻¹ por u.b.c. (ICONA, 1983). Con estes datos determinouse a produtividade das especies de eucalipto.

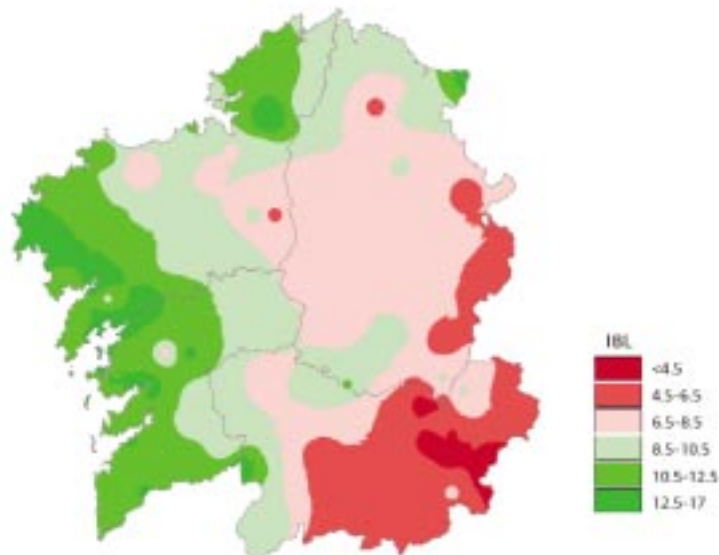


Figura 23.- Intensidade bioclimática libre (Carballeira *et al.*, 1983).

Seguindo o mesmo método cō empregado cos piñeirais, calculouse a cantidade de biomasa producida e cantidade de C absorbido tanto no período 1990-2000 como anualmente.

Clase m ³	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
2,5	2.137,50	4.275,00	6.412,50	8.550,00	10.687,50	12.825,00	14.962,50	17.100,00	19.237,50	19.116,26
7,5	3.976,40	7.952,80	11.929,20	15.905,60	19.882,00	23.858,40	27.834,80	31.811,20	35.787,60	39.764,00
12,5	4.212,80	8.425,60	12.638,40	16.851,20	21.064,00	25.276,80	29.489,60	33.702,40	37.915,20	42.128,00
17,5	3.896,80	7.793,60	11.690,40	15.587,20	19.484,00	23.380,80	27.277,60	31.174,40	35.071,20	38.968,00
22,5	1.177,40	2.354,80	3.532,20	4.709,60	5.887,00	7.064,40	8.241,80	9.419,20	10.596,60	11.774,00
27,5	75,10	150,20	225,30	300,40	375,50	450,60	525,70	600,80	675,90	751,00
32,5	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00

Clase m ³	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
2,5	5.343,8	10.687,5	16.031,3	21.375,0	26.718,8	32.062,5	37.406,3	42.750,0	48.093,8	47.790,7
7,5	29.823,0	59.646,0	89.469,0	119.292,0	149.115,0	178.938,0	208.761,0	238.584,0	268.407,0	298.230,0
12,5	52.660,0	105.320,0	157.980,0	210.640,0	263.300,0	315.960,0	368.620,0	421.280,0	473.940,0	526.600,0
17,5	68.194,0	136.388,0	204.582,0	272.776,0	340.970,0	409.164,0	477.358,0	545.552,0	613.746,0	681.940,0
22,5	26.491,5	52.983,0	79.474,5	105.966,0	132.457,5	158.949,0	185.440,5	211.932,0	238.423,5	264.915,0
27,5	2.065,3	4.130,5	6.195,8	8.261,0	10.326,3	12.391,5	14.456,8	16.522,0	18.587,3	20.652,5
32,5	9,8	19,5	29,3	39,0	48,8	58,5	68,3	78,0	87,8	97,5

Clase m ³	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	2.137,5	4.275,0	6.412,5	8.550,0	10.687,5	12.825,0	14.962,5	17.100,0	19.237,5	19.116,3
2,25	11.929,2	23.858,4	35.787,6	47.716,8	59.646,0	71.575,2	83.504,4	95.433,6	107.362,8	119.292,0
3,75	21.064,0	42.128,0	63.192,0	84.256,0	105.320,0	126.384,0	147.448,0	168.512,0	189.576,0	210.640,0
5,25	27.277,6	54.555,2	81.832,8	109.110,4	136.388,0	163.665,6	190.943,2	218.220,8	245.498,4	272.776,0
6,75	10.596,6	21.193,2	31.789,8	42.386,4	52.983,0	63.579,6	74.176,2	84.772,8	95.369,4	105.966,0
8,25	826,1	1.652,2	2.478,3	3.304,4	4.130,5	4.956,6	5.782,7	6.608,8	7.434,9	8.261,0
9,75	3,9	7,8	11,7	15,6	19,5	23,4	27,3	31,2	35,1	39,0

Táboas 129, 130 e 131

O secuestro de C producido polo eucalipto durante o período 1990-2000 preséntase de forma anual na táboa 132.

Ano	Galicia
1990	73.834
1991	147.670
1992	221.504
1993	295.340
1994	369.175
1995	480.858
1996	516.844
1997	590.679
1998	664.514
1999	738.349

Táboa 132.- Secuestro de carbono total polas plantacións de *Eucalyptus spp* realizadas en Galicia no período 1990-2000.

As cifras de secuestro de C por parte do eucaliptal plantado en Galicia son moi elevadas, achegándose no ano 1999 ás 750.000 tC. Isto quere dicir que actualmente esta cifra debeu acadarse ou superarse.

2.5.3.1.3. Determinación da produtividade e fixación de C de *Pinus radiata*.

O piñeiro radiata ou piñeiro insigne introduciuse desde hai anos nas repoboacións forestais de Galicia pola súa maior produtividade respecto ó piñeiro do país. Sen embargo, a súa introducción tropeza con dificultades pola súa maior sensibilidade climática e edáfica e os fortes danos que lle causan as enfermidades criptogámicas, polo menos ás plantas importadas de USA que se estableceron con anterioridade a 1990.

Para determina-la súa produtividade, hai menos información que no caso do *P. pinaster*, polo que nunha primeira aproximación e a falta doutros datos que permitan zonifica-la produtividade dos piñeirais de *Pinus radiata*, utilizouse a mesma metodoloxía que se empregou para os piñeirais de *Pinus pinaster*. A produtividade de *P. radiata* é superior á de *P. pinaster*, aínda que é moito máis esixente ca este. Polo tanto, os cálculos de absorción de C empregando a táboa de produtividade de *Pinus pinaster* sempre darán valores bastante inferiores á absorción real, que podemos estimar nunha proporción pinaster/radiata de 12/18 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, que son as producións medias de ámbalas especies en sitios de boa calidade.

De todas formas, dado que outros moitos factores inflúen nas producións de radiata, considerouse máis adecuado para esta primeira aproximación da-los valores de produtividade como se fosen piñeiros galegos, a sabendas de que se están dando cifras de secuestro de C bastante inferiores ás reais.

O secuestro de C polos bosques de *P. radiata* plantados desde 1990 ata a actualidade representan unha pequena contribución que se achega nos últimos anos ás 100.000 tC (táboa 136), se ben, tendo en conta a maior eficiencia, podería establecerse unha cifra actual de aproximadamente 200.000 tC/ano.

Clase m ³	ha radiata	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	22.904,00	2.290,40	4.580,80	6.871,20	9.161,60	11.452,00	13.742,40	16.032,80	18.323,20	20.613,60	22.904,00
2,25	25.714,00	2.571,40	5.142,80	7.714,20	10.285,60	12.857,00	15.428,40	17.999,80	20.571,20	23.142,60	25.714,00
3,75	17.740,00	1.774,00	3.548,00	5.322,00	7.096,00	8.870,00	10.644,00	12.418,00	14.192,00	15.966,00	17.740,00
5,25	4.313,00	431,30	862,60	1.293,90	1.725,20	2.156,50	2.587,80	3.019,10	3.450,40	3.881,70	4.313,00
6,75	3.792,00	379,20	758,40	1.137,60	1.516,80	1.896,00	2.275,20	2.654,40	3.033,60	3.412,80	3.792,00
8,25	2.013,00	201,30	402,60	603,90	805,20	1.006,50	1.207,80	1.409,10	1.610,40	1.811,70	2.013,00
9,75	545,00	54,50	109,00	163,50	218,00	272,50	327,00	381,50	436,00	490,50	545,00
11,25	391,00	39,10	78,20	117,30	156,40	195,50	234,60	273,70	312,80	351,90	391,00

Clase m ³	m ³	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	17.178,0	1.717,8	3.435,6	5.153,4	6.871,2	8.589,0	10.306,8	12.024,6	13.742,4	15.460,2	17.178,0
2,25	57.856,5	5.785,7	11.571,3	17.357,0	23.142,6	28.928,3	34.713,9	40.499,6	46.285,2	52.070,9	57.856,5
3,75	66.525,0	6.652,5	13.305,0	19.957,5	26.610,0	33.262,5	39.915,0	46.567,5	53.220,0	59.872,5	66.525,0
5,25	22.643,3	2.264,3	4.528,7	6.793,0	9.057,3	11.321,6	13.586,0	15.850,3	18.114,6	20.378,9	22.643,3
6,75	25.596,0	2.559,6	5.119,2	7.678,8	10.238,4	12.798,0	15.357,6	17.917,2	20.476,8	23.036,4	25.596,0
8,25	16.607,3	1.660,7	3.321,5	4.982,2	6.642,9	8.303,6	9.964,4	11.625,1	13.285,8	14.946,5	16.607,3
9,75	5.313,8	531,4	1.062,8	1.594,1	2.125,5	2.656,9	3.188,3	3.719,6	4.251,0	4.782,4	5.313,8
11,25	4.398,8	439,9	879,8	1.319,6	1.759,5	2.199,4	2.639,3	3.079,1	3.519,0	3.958,9	4.398,8

Clase m ³	t C	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	6.871,2	687,1	1.374,2	2.061,4	2.748,5	3.435,6	4.122,7	4.809,8	5.497,0	6.184,1	6.871,2
2,25	23.142,6	2.314,3	4.628,5	6.942,8	9.257,0	11.571,3	13.885,6	16.199,8	18.514,1	20.828,3	23.142,6
3,75	26.610,0	2.661,0	5.322,0	7.983,0	10.644,0	13.305,0	15.966,0	18.627,0	21.288,0	23.949,0	26.610,0
5,25	9.057,3	905,7	1.811,5	2.717,2	3.622,9	4.528,7	5.434,4	6.340,1	7.245,8	8.151,6	9.057,3
6,75	10.238,4	1.023,8	2.047,7	3.071,5	4.095,4	5.119,2	6.143,0	7.166,9	8.190,7	9.214,6	10.238,4
8,25	6.642,9	664,3	1.328,6	1.992,9	2.657,2	3.321,5	3.985,7	4.650,0	5.314,3	5.978,6	6.642,9
9,75	2.125,5	212,6	425,1	637,7	850,2	1.062,8	1.275,3	1.487,9	1.700,4	1.913,0	2.125,5
11,25	1.759,5	176,0	351,9	527,9	703,8	879,8	1.055,7	1.231,7	1.407,6	1.583,6	1.759,5

Táboas 133, 134 e 135 - Secuestro de carbono nas plantacións de *P. Radiata* en Galicia.

Ano	Galicia
1990	8.606,6
1991	17.213,3
1992	25.819,9
1993	34.425,9
1994	44.210
1995	51.639,8
1996	60.246,5
1997	68.853,1
1998	77.459,2
1999	86.066,2

Táboa 136.- Secuestro de carbono total polas plantacións de *Pinus radiata* realizadas en Galicia no período 1990-2000.

Esta especie diferénciase do *P. pinaster* en que normalmente se planta en lugares moito máis productivos; é a provincia de Lugo, na súa zona litoral, a máis importante, seguida da zona de baixa altitude da Coruña. Cando se planta en zonas de altitude superior ós 500 m, o seu rendemento descende de forma considerable, polo que é un competidor polas zonas de baixa altitude do eucalipto, pero moito menos eficiente en fixación de C e moito máis sensible ós diferentes tipos de estrés hídricos, climáticos ou mesmo de contaminación.

2.5.3.1.4 Determinación da produtividade e fixación de C de *Castanea sativa*.

O castiñeiro é unha especie forestal moi apreciada en Galicia pola calidade da súa madeira e dos seus froitos. A súa distribución potencial ocupa unha ampla superficie, pero os rendementos son, polo xeral, baixos debido a problemas de xestión silvícola, abundancia de enfermidades e plantación en solos inadecuados. Malia isto, considérase que a mellora das técnicas silvícolas, xunto co elevado prezo da madeira de castiñeiro, poden facer moi rendible o seu cultivo, e así, o Plan Forestal de Galicia (1992) apostou fortemente polo incremento das superficies productivas desta especie, que, xunto co *P. pinaster* e o *E. globulus* constitúen a triloxía de especies forestais nas que se pretende basea-lo sistema forestal productivo de Galicia.

Os datos sobre a produtividade de biomasa do castiñeiro non son moi abundantes, pero, posto que se estableceu unha boa relación coa intensidade bioclimática libre, calculouse a produtividade desta especie utilizando de novo este índice como indicador, considerando que se producen $0.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ por u.b.c.

Clase m^3	ha castiñeiro	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	60.278,00	6.027,80	12.055,60	18.083,40	24.111,20	30.139,00	36.166,80	42.194,60	48.222,40	54.250,20	60.278,00
2,25	23.182,00	2.318,20	4.636,40	6.954,60	9.272,80	11.591,00	13.909,20	16.227,40	18.545,60	20.863,80	23.182,00
3,75	6.189,00	618,90	1.237,80	1.856,70	2.475,60	3.094,50	3.713,40	4.332,30	4.951,20	5.570,10	6.189,00
5,25	321,00	32,10	64,20	96,30	128,40	160,50	192,60	224,70	256,80	288,90	321,00

Táboa 137 - Secuestro de carbono polas plantacións de *C. Sativa* en Galicia.

Clase m ³	m ³	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	45.208,5	4.520,9	9.041,7	13.562,6	18.083,4	22.604,3	27.125,1	31.646,0	36.166,8	40.687,7	45.208,5
2,25	52.159,5	5.216,0	10.431,9	15.647,9	20.863,8	26.079,8	31.295,7	36.511,7	41.727,6	46.943,6	52.159,5
3,75	23.208,8	2.320,9	4.641,8	6.962,6	9.283,5	11.604,4	13.925,3	16.246,1	18.567,0	20.887,9	23.208,8
5,25	1.685,3	168,5	337,1	505,6	674,1	842,6	1.011,2	1.179,7	1.348,2	1.516,7	1.685,3

Clase m ³	t C	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano	7º ano	8º ano	9º ano	10º ano
0,75	18.083,4	1.808,3	3.616,7	5.425,0	7.233,4	9.041,7	10.850,0	12.658,4	14.466,7	16.275,1	18.083,4
2,25	20.863,8	2.086,4	4.172,8	6.259,1	8.345,5	10.431,9	12.518,3	14.604,7	16.691,0	18.777,4	20.863,8
3,75	9.283,5	928,4	1.856,7	2.785,1	3.713,4	4.641,8	5.570,1	6.498,5	7.426,8	8.355,2	9.283,5
5,25	674,1	67,4	134,8	202,2	269,6	337,1	404,5	471,9	539,3	606,7	674,1

Táboas 138 y 139 - Secuestro de carbono polas plantacións de *C. Sativa* en Galicia.

As superficies plantadas de castiñeiro teñen, aínda, unha baixa capacidade de retención de C debido á pequena superficie plantada e ó seu menor crecemento vexetativo cás outras especies productivas, aínda que se debe sinalar que a metodoloxía utilizada para os cálculos, especialmente o factor de transformación da biomasa productiva á biomasa total, non parece adecuada. Neste sentido, cómpre incrementar e mello-ra-la calidade dos datos de partida e dispoñer de medidas de produtividade controlada en diferentes zonas de Galicia. Tamén sería importante contabiliza-la produción de castiñeiro nos froitos, para o que se necesita dispor de datos fiables de produción por unidade de superficie e ano.

Os resultados globais do secuestro de C encóntranse na táboa 140.

Ano	Galicia
1990	4.903,0
1991	9.806,1
1992	14.709,0
1993	19.612,1
1994	24.515,1
1995	29.418,1
1996	34.273,2
1997	39.224,1
1998	44.127,2
1999	49.030,2

Táboa 140.- Secuestro de carbono total polas plantacións de *Castanea sativa* realizadas en Galicia no período 1990-2000.

Os resultados do secuestro de C polas plantacións de castiñeiro realizadas entre 1990 e 2000 acadan cifras inferiores ás do *Pinus radiata*, cunha situación actual de capacidade en torno ás 50.000 tC/ano. Os máximos encóntranse nas provincias de Lugo e Ourense, mentres que A Coruña e Pontevedra obteñen un nivel de fixación moi inferior. Isto está relacionado, loxicamente, coa escasa superficie plantada desta especie nas zonas litorais de maior intensidade bioclimática.

A pesar de que desde o punto de vista da eficiencia no secuestro de carbono o castiñeiro fixa pouco por unidade de superficie, a súa posta en cultivo ten importantes repercusións ambientais e económicas, polo que é desexable o incremento da superficie plantada, especialmente na transformación de solos de cultivo marxinais ou abandonados e nas zonas de solos profundos onde os seus rendementos se incrementan de forma considerable.

2.5.3.2 CÁLCULOS DE FIXACIÓN DE CARBONO NA XESTIÓN FORESTAL. O CULTIVO E CORTA DO EUCALIPTO EN GALICIA

A fixación de C na biomasa forestal non só se traduce nas actividades de forestación e reforestación, senón que se continúa durante todo o período de crecemento ata que se alcanza a madurez das árbores ou son cortadas. Por iso, debe terse en conta este secuestro sempre que se poida demostrar que se debe a actividades producidas polo home con posterioridade a 1990. Da biomasa dos sistemas forestais de Galicia non cabe dúbida de que a madeirable deriva directamente de actividades humanas, posto que se trata de especies plantadas con fins de aproveitamento silvícola que, nalgúns casos como o do eucalipto, son especies alóctonas. Dado que se dispón dos datos de corta de eucalipto desde 1990 ata a actualidade (datos subministrados pola empresa Forestal do Norte), vaise realizar un cálculo da capacidade de secuestro de C derivada desta actividade de xestión forestal (cultivo do eucalipto) que se pode incluír dentro do artigo 3.4. Os datos de corta de eucalipto aparecen na táboa 141.

Ano	ha cortadas
1990	4.550
1991	4.733
1992	5.383
1993	4.467
1994	4.567
1995	6.000
1996	5.467
1997	6.200
1998	7.000
1999	7.017
2000	5.420
2001	7.220
2002	7.183

Táboa 141.- Cortas de eucalipto en Galicia segundo datos de NORFOR.

O eucalipto cortado reabrolla e volve a ser productivo, polo que secuestra carbono novamente. Considerando un valor medio de produción de madeira de $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de madeira sen casca e unha quenda de 15 anos, pódese obter unha estimación bastante conservadora da fixación anual, de modo que o C secuestrado no crecemento poscorta se calcula multiplicando a superficie cortada x $20 \times 1,6 \times 0,5 \times 0,5$, de acordo co procedemento seguido. Así, para o período 1990-2000, os eucaliptos abrollados fixarían os valores presentados na táboa 142.

Ano	Superficie cortada (ha)	Superficie reabrollo acumulado	tC secuestradas
1990	4.550	0	0
1991	4.733	4.550	36.400
1992	5.383	9.283	74.264
1993	4.467	14.666	117.328
1994	4.567	19.133	153.064
1995	6.000	23.700	189.600
1996	5.467	29.700	237.600
1997	6.200	35.167	281.336
1998	7.000	41.367	330.936
1999	7.017	48.367	386.936
2000	5.420	55.384	443.072
2001	7.220	60.804	486.432
2002	7.183	68.024	544.192

Táboa 142.- Fixación de C polo reabrollo das superficies cortadas no período 1990-2000.

En calquera caso, a capacidade de secuestro dos eucaliptais que foron cortados a partir de 1990 supera actualmente o medio millón de toneladas de C/ano, o que dá unha idea clara da enorme capacidade de secuestro que ten o bosque de Galicia e, en particular, a xestión dos eucaliptais, sen dúbida a especie de maior capacidade productiva de biomasa en Galicia.

Esta importante cifra de secuestro de carbono podería incrementarse de maneira significativa se as masas mixtas de eucaliptais pasasen a ser monoespecíficas, se se fertilizase adecuadamente e se algúns solos con matogueira ou cultivos abandonados fosen repoboados. No caso desta transformación hai que ter en conta que, a efectos do Protocolo, a xestión das matogueiras ten unha capacidade de secuestro nula, porque son queimadas en períodos máis ou menos regulares, que oscilan entre 4 e 7 anos (unicamente se se realizan cálculos do *black carbon* residual tras cada incendio podería considerarse no balance, pero eses datos non están dispoñibles na actualidade).

Isto fai da superficie plantada de eucaliptos madeirables, en sistemas de alta produtividade, un importante sistema de secuestro de CO₂ que se pode incrementar en superficie e/ou en eficiencia en función das necesidades de secuestro.

2.5.3.3 CÁLCULOS DE FIXACIÓN DE CARBONO POR ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN

A falta doutros datos máis precisos, utilízanse os datos de superficie repoboada por ano e por grupos de especies publicados pola Xunta de Galicia (*O monte galego en cifras, 2001*) para coñecer a evolución da superficie reforestada no período 1990-1998. Os datos a partir de 1998 foron proporcionados pola Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Coníferas	2.683,6	4.410,8	3.692,9	1.969,4	1.707,7	3.195,2	6.523,5
Fronchosas	0	395,3	147,1	149,9	536,6	304,3	2.430
Mestura	0	38,6	382,2	28,5	71,5	249,7	874,4
Total	2.683,6	4.844,6	4.222,2	2.147,8	2.315,8	3.749,2	9.828

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Coníferas	7.103,7	8.724	3.140	1.652	1.165	1.617
Fronosas	2.315,9	4.500,3	363	211	119	160
Mestura	166,3	196,8			16	27
Total	9.585,8	13.421,1	3.503	1.863	1.300	1.804

Táboa 143.- Superficies reforestadas de acordo coa Xunta de Galicia no período 1990-2000.

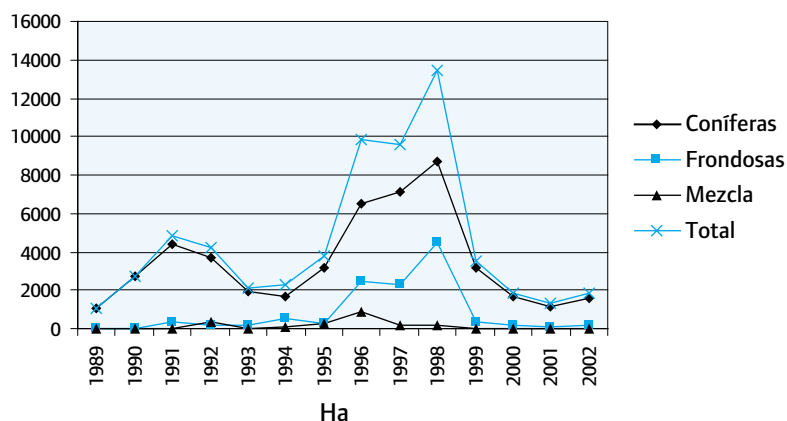


Figura 24.- Evolución da superficie reforestada en Galicia (CMA, 2001)

Media anual de repoboación de coníferas no período 1990-2002 = 3.739,25 ha

Media anual de repoboación de frondosas no período 1990-2002 = 973,68 ha

As repoboacións mixtas contabilizáronse como 50% da superficie de coníferas e 50% de frondosas.

Asúmese que a reforestación xestionada pola Xunta de Galicia supón un 70% do total reforestado anualmente (Subdirección Xeral de Montes), co cal o valor medio de superficie reforestada anualmente é:

Media anual de repoboación de coníferas no período 1990-2002 = 5.341,7 ha

Media anual de repoboación de frondosas no período 1990-2002 = 1.390,9 ha

As superficies totais que estiveron sempre forestadas no período 1990-2000 (anos de referencia de ámbolos inventarios forestais) son 826.647,58 ha.

Dado que os datos dispoñibles non permiten unha identificación precisa da especie reforestada, realizouse o cálculo do C secuestrado por este tipo de actividade considerada no artigo 3.4 do Protocolo de Kyoto "Xestión Forestal", tendo en conta as seguintes estimacións:

- A superficie repoboada con frondosas atribuíuse nun 50% a reforestacións de castiñeiro e 50% de carballo, asignándolles un índice de crecemento medio similar ó obtido para o castiñeiro no apartado 4.0 para o ano 2000 ($1,30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ que corresponde a un secuestro de $0,52 \text{ tC ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

- A superficie de coníferas considerouse exclusivamente de *P. pinaster*, asignándolle unha produtividade media similar á obtida no apartado 4.0 para o ano 2000 ($3,95 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ que corresponde a un valor de $1,58 \text{ tC ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$).

- Considérase que a superficie reforestada con eucalipto é nula en todo o período, xa que, na súa maior parte, foi considerada no apartado 3.0 como superficies cortadas e reabrolladas.

Os valores obtidos polo apartado de actividades de reforestación preséntanse na táboa 144.

Ano	Especie	Superficie reforestada acumulada (ha)	Índice de secuestro de C (tC/ha/ano)	Total (tC) por especie	TOTAL (tC)
1990	Coníferas	2.683	1,58	4.239	4.239
	Caducifolias	0	0,52	0	
1991	Coníferas	7.114	1,58	11.240	11.456
	Caducifolias	415	0,52	215.8	
1992	Coníferas	10.998	1,58	17.377	17.769
	Caducifolias	753	0,52	392	
1993	Coníferas	12.981	1,58	20.510	20.987
	Caducifolias	917	0,52	477	
1994	Coníferas	14.724	1,58	23.264	24.039
	Caducifolias	1.490	0,52	775	
1995	Coníferas	18.044	1,58	24.039	25.037
	Caducifolias	1.919	0,52	998	
1996	Coníferas	25.005	1,58	39.510	41.999
	Caducifolias	4.786	0,52	2.489	
1997	Coníferas	32.192	1,58	50.863	54.599
	Caducifolias	7.185	0,52	3.736	
1998	Coníferas	41.015	1,58	64.804	70.932
	Caducifolias	11.784	0,52	6.128	
1999	Coníferas	44.155	1,58	69.765	76.081
	Caducifolias	12.147	0,52	63.166	
2000	Coníferas	45.807	1,58	72.375	78.801
	Caducifolias	12.358	0,52	6.426	
2001	Coníferas	46.980	1,58	74.228	80.720
	Caducifolias	12.485	0,52	6.492	
2002	Coníferas	48.611	1,58	76.805	83.388
	Caducifolias	12.659	0,52	6.583	
1990-94					78.490
1995-99					268.648

Táboa 144.- Secuestro de C debido a actividades de xestión silvícola de reforestación no período 1990-2000.

As actividades de reforestación, con exclusión das superficies cortadas de eucalipto, son pouco significativas no secuestro de C, segundo os datos utilizados.

Esta baixa importancia débese a varios motivos, dos que os principais son as baixas productividades asignadas e a mala calidade das estatísticas dispoñibles. En primeiro lugar, como xa se dixo, os técnicos da Xunta de Galicia opinan que a reforestación contabilizada representa arredor dun 70% da realmente producida, pois hai moitas actuacións privadas para as que non consta financiamento recibido e, polo tanto, non son contabilizadas. Nese caso, estas reforestacións non poden utilizarse nos balances, xa que o cumprimento estrito do articulado do Protocolo esixe que as actividades sexan comprobables. Isto, xunto coa necesaria distribución por especies e a localización espacial da zona (clase de produtividade) na que se realiza a reforestación, leva á necesidade de mellorar fortemente a calidade da estatística das actividades relativas á reforestación. Por iso, deben considerarse os datos presentados como un valor mínimo do secuestro de carbono producido por esta actividade (o mesmo que tódalas estimacións que se realizaron ata agora), pero cun erro moito máis elevado.

2.5.3.4 CÁLCULO DE FIXACIÓN DE CARBONO PRODUCIDA POR ACTIVIDADES DE DEFORESTACIÓN

A superficie forestal que se perdeu entre 1900 e 2000 pódese determinar novamente por comparación entre os dous últimos inventarios forestais. Neste caso a superficie forestal do IFN2 que non aparece como tal no IFN3 considérase igual ó total de deforestación no período (figura 25).

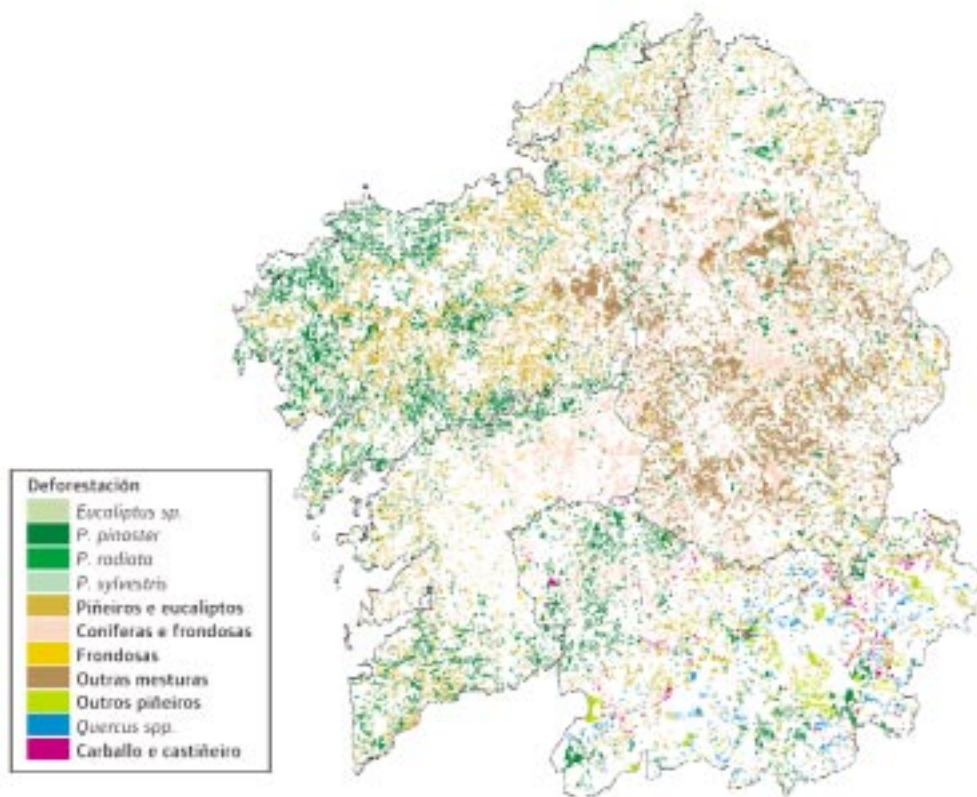


Figura 25.- Superficies deforestadas segundo diferenzas entre o IFN2 e IFN3.

Calculouse a perda de masa forestal en tC por especie.

RESULTADOS

Pinus pinaster

Clase m ³ /ha	ha	m ³	m ³ x 1,6	t C
0,75	682	512	818	205
2,25	4.682	10.535	16.855	4.214
3,75	25.160	94.350	150.960	37.740
5,25	27.459	144.160	230.656	57.664
6,75	5.953	40.183	64.292	16.073
8,25	7.884	65.043	104.069	26.017
9,75	10.737	104.686	167.497	41.874
11,25	11.740	132.075	211.320	52.830
12,75	881	11.233	17.972	4.493
95.178	602.775	964.440	1.543.416	241.110

Pinus radiata

Clase m ³ /ha	ha	m ³	m ³ x 1,6	t C
0,75	0	0	0	0
2,25	20	45	72	18
3,75	1.020	3.825	6.120	1.530
5,25	635	3.334	5.334	1.334
6,75	450	3.038	4.860	1.215
8,25	1.695	13.984	22.374	5.594
9,75	271	2.642	4.228	1.057
11,25	733	8.246	13.194	3.299
12,75	5	64	102	26
4.829	35.177	35.177	56.284	14.071

Eucalyptus spp.

Clase m ³ /ha	ha	m ³	m ³ x 1,6	t C
2,5	0	0	0	0
7,5	9.929	74.468	119.148	29.787
12,5	15.245	190.563	304.900	76.225
17,5	1.785	31.238	49.980	12.495
22,5	10.381	233.573	373.716	93.429
27,5	2.609	71.748	114.796	28.699
32,5	8	260	416	104
39.957	601.848	601.848	962.956	240.739

Castanea sativa

Clase m ³ /ha	ha	m ³	m ³ x 1,6	t C
0.75	23	17.25	27.6	6.9
2.25	1513	3404.25	5446.8	1361.7
3.75	840	3150	5040	1260
5.25	8	42	67.2	16.8
		6.613.5	10.581.6	2.645.4

Táboas 145, 146, 147 e 148.

Deforestación 10 anos.

GALICIA	t C
<i>Pinus pinaster</i>	241.110
<i>Pinus radiata</i>	2.414,7
<i>Eucalyptus spp</i>	240.739
<i>Castanea sativa</i>	2.645,4
Total	486.909,1
Toneladas de CO₂ en 10 anos	1.786.956,4
Toneladas de CO₂ anuais*	178.695,6

*Non hai datos suficientes para o cálculo da deforestación para cada ano, polo que se fai unha media do total do CO₂ e extrapólase para cada un dos 10 anos implicados.

Táboa 149.

2.5.4 SÍNTESE DA CAPACIDADE DE SECUESTRO DE CARBONO POR ACTIVIDADES DE FORESTACIÓN, XESTIÓN FORESTAL REFORESTACIÓN E DEFORESTACIÓN

Tendo en conta tódalas actividades incluídas nos artigos 3.3 e 3.4 anteriormente analizadas, pode realizarse unha primeira aproximación global sobre a capacidade de sumidoiro dos sistemas forestais de Galicia que poden incluírse nos balances admitidos polo articulado do Protocolo de Kyoto. A síntese global da capacidade de secuestro contabilizable para tódalas actividades preséntase na táboa 150. Os datos das actividades de forestación e reforestación segundo o artigo 3.3 son os obtidos pola metodoloxía do Ministerio de Medio Ambiente e calculados a partir das estatísticas subministradas pola Consellería de Medio Ambiente da Xunta de Galicia. En ámbolos casos, a cifra global dividiuse polo número de anos considerando que a actividade ten un ritmo constante dentro de cada período. Os restantes apartados analizados son exactamente os xa vistos nos apartados anteriores.

Ano	FORESTACIÓN	REFORESTACIÓN	Xestión forestal (corta e reabrollo de eucalipto)	DEFORESTACIÓN	TOTAL DE C SECUESTRADO COMPUTABLE (tC)
1990	155.575	4.239	0	-46.691	113.123
1991	339.061	11.456	36.400	-46.691	340.226
1992	514.374	17.769	74.264	-46.691	559.716
1993	682.459	20.987	117.328	-46.691	774.083
1994	846.461	24.039	153.064	-46.691	976.873
1995	1.069.541	25.037	189.600	-46.691	1.237.487
1996	1.207.729	41.999	237.600	-46.691	1.440.637
1997	1.389.725	54.599	281.336	-46.691	1.678.969
1998	1.578.073	70.932	330.936	-46.691	1.933.250
1999	1.766.558	76.081	386.936	-46.691	2.182.884
2000	1.766.558	78.801	443.072	-46.691	2.241.740
TOTAL (1991-95)	3.451.896	99.288	570.656	-233.455	3.888.385
TOTAL (1996-2000)	7.708.643	322.412	1.679.880	-233.455	9.477.480

Pasándoo a cantidades de CO₂: (12 toneladas de carbono equivalen a 44 de CO₂)

Ano	FORESTACIÓN	REFORESTACIÓN	Xestión forestal (corta e reabrollo de eucalipto)	DEFORESTACIÓN	TOTAL DE C SECUESTRADO COMPUTABLE (tCO ₂)
1990	570.960,30	15.557,10	0	-171.355,60	415.162
1991	1.244.353,90	42.043,50	133.588,00	-171.355,60	1.248.630
1992	1.887.752,60	65.212,20	272.548,90	-171.355,60	2.054.158
1993	2.504.624,50	77.022,30	430.593,80	-171.355,60	2.840.885
1994	3.106.511,90	88.223,10	561.744,90	-171.355,60	3.585.124
1995	3.925.215,50	91.885,80	695.832,00	-171.355,60	4.541.578
1996	4.432.365,40	154.136,30	871.992,00	-171.355,60	5.287.138
1997	5.100.290,80	200.378,30	1.032.503,10	-171.355,60	6.161.817
1998	5.791.527,90	260.320,40	1.214.535,10	-171.355,60	7.095.028
1999	6.483.267,90	279.217,30	1.420.055,10	-171.355,60	8.011.185
2000	6.483.267,90	289.199,70	1.626.074,20	-171.355,60	8.227.186
TOTAL (1991-95)	12.668.458	364.387	2.094.308	-856.778	14.270.375
TOTAL (1996-2000)	28.290.720	1.183.252	6.165.160	-856.778	34.782.353

Táboas 150 e 151 .- Síntese da capacidade de secuestro de C en tC e tCO₂ dos sistemas forestais madeirables de Galicia incluíbles no Protocolo de Kyoto de acordo cos artigos 3.3 e 3.4.

Os datos obtidos mostran un aumento do efecto sumidoiro na segunda metade da década, alcanzando unha media anual no período 1996-2000 de 6.956.470 t de C. Os datos anuais sinalan que o sumidoiro se vai incrementando ano a ano, polo que se espera que a media anual no seguinte quinquenio poida superar con amplitude os 8 millóns de toneladas de carbono.

Como xa se dixo reiteradamente, estas cifras son valores mínimos que deben ser recalculados a medida que se incremente a cantidade e calidade da información e se incorporen os datos dos anos 1999-2002 que producirán un incremento da capacidade de secuestro dalgunha das actuacións. En todo caso, son as actividades de forestación as que produciron a maior taxa de fixación de carbono na biomasa, a análise das cales se realizou no capítulo 4.

2.5.5 COMENTARIOS Á CAPACIDADE DE SECUESTRO DE CARBONO POR ACTIVIDADES DE FORESTACIÓN PLANTADAS NO PERÍODO 1990-2000 E DE XESTIÓN FORESTAL (corta e reabrollo de *E. globulus*)

Como xa se dixo anteriormente, o protocolo de Kyoto, nos seus artigos 3.3 e 3.4, recoñece os cambios no contido de C da biomasa que foran derivados de actividades humanas de forestación e xestión forestal producidas con posterioridade ó ano 1990, de modo que o secuestro e as perdas de C producidas deben ser cuantificadas.

Moitos datos necesarios para poder cuantificar tódolos posibles sumidoiros faltan ou non están en forma dispoñible, polo que neste estudio unicamente se consideraron os procesos de fixación relacionados coa actividade de produción das principais especies forestais de Galicia. Este enfoque reduccionista debe ser considerado como unha primeira aproximación, xa que non se teñen en conta aspectos importantes das superficies forestais como son: a biomasa fixada nos froitos de especies plantadas, nos substratos arbustivos e herbáceos que son utilizados na alimentación animal e, sobre todo, o C almacenado na biomasa de especies secundarias en canto á extensión que ocupan pero que, en determinadas condicións, poden alcanzar importantes crecementos. Un exemplo deste tipo é a recuperación da cobertura arbórea das zonas fluviais ou litorais e da vexetación implantada en xardíns, vías urbanas e infraestructuras viarias, etc. Tamén é importante insistir en que falta moita información mesmo das especies forestais consideradas neste estudo. Así, sería importante mellora-lo coñecemento dos seguintes aspectos:

- Superficies plantadas con grao de cobertura da especie principal e das secundarias sempre que foran incorporadas polo home.
- Productividade en diferentes condicións edáficas e climáticas.
- Efecto dos sistemas de xestión sobre a eficiencia no secuestro de carbono. Entre outros, son importantes os datos de incremento da produción mediante o uso de fertilizantes e, quizais da rega, especialmente nas especies máis eficientes e nas que só fixan carbono no período estival.
- Establecemento preciso dos factores de conversión de biomasa madeirable a biomasa total para cada especie, tendo en conta non só follas e pólas, senón tamén raíces finas e grosas e froitos.
- Avaliación da capacidade de produción anual de follaxes que son incorporadas ó solo para cada especie, así como do seu proceso de mineralización para intentar establece-lo C neto gañado neste proceso.
- Determinación da porcentaxe de C que se incorpora ós solos tras un incendio en forma de carbón de elevada estabilidade.
- Datos precisos sobre a densidade media das diferentes especies e do contido de C (os factores 0.5 g/cm³ e 50% de C sobre materia seca poden ser inadecuados para algunhas especies).
- C fixado por matogueiras (toxo...) que se utilicen con fins industriais.
- Outros aspectos que se consideren relevantes para mellora-la eficiencia e capacidade de fixación de C mediante actividades de xestión silvícola.

Con todas estas limitacións, os datos que se obtiveron deben ser considerados como unha aproximación ó secuestro de C na biomasa producido en actividades de xestión forestal na que os valores sabemos que están por debaixo dos reais, pero non en qué proporción. É dicir, dispoñemos de datos das cantidades mínimas de secuestro de C en sistemas forestais de Galicia que poden incluírse no Protocolo dentro dos artigos 3.3 no apartado de forestación e 3.4 dentro da xestión forestal.

É razoable considerar que as actividades controladas ata agora son as que dispoñen dunha maior capacidade de secuestro na biomasa. Os resultados globais encóntranse na táboa 152.

Especie forestal	tC secuestradas	% do total	Superficie (*)	Eficiencia tC/ha/ano)
<i>E. globulus</i>	1.181.421	67%	229.970	5,14
<i>P. pinaster</i>	450.041	25%	284.332	1,58
<i>P. radiata</i>	86.066	7%	77.412	1,11
<i>C. sativa</i>	49.030	4%	94.384	0,52

(*) Os datos de superficie refírense á superficie incrementada desde 1990 ó 2000, segundo os datos dixitalizados do IFN3 e IFN2. No caso do eucalipto, sumáronse tamén as superficies implicadas en procesos de corta, o que pode dar lugar a un exceso de superficie considerada.

Táboa 152.- Secuestro de C (tC) na biomasa forestal madeirable de Galicia producido a consecuencia de actividades humanas no período 1990-2000 consideradas no Protocolo de Kyoto.

Como se pode apreciar, a capacidade de sumidoiro producida polas especies principais de Galicia subministra un importante sumidoiro de C na biomasa forestal, que, nestes momentos, debeu superar xa os 2 millóns de toneladas de C fixadas anualmente, validables dentro do Protocolo de Kyoto para o conxunto do Estado español.

Estes datos confirman a extraordinaria importancia que presenta o eucalipto como sumidoiro de carbono válido para o Protocolo de Kyoto durante o período 1990-2000,

Dos datos da táboa 152 pode parecer sorprendente a menor eficiencia do *P. radiata* cá do *P. pinaster*, pero, sen dúbida, isto débese ó feito de que se lle asignaron as mesmas clases de produtividade e, ademais, o *P. radiata* plantouse neste período en zonas de menor produtividade. En condicións ideais, a eficiencia do *P. radiata* debería ser como mínimo da orde de 2,0 tC/ha.

2.6 TRATAMENTO E ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

O tratamento e vertido dos residuos urbanos pode producir emisións de gases de efecto invernadoiro. Trataranse aquí as emisións procedentes da deposición de residuos en vertedoiros, o tratamento de efluentes líquidos, incineración de residuos e outro tipo de tratamentos.

A continuación móstranse as actividades incluídas neste sector de Tratamento de Residuos segundo o IPCC 96 e a súa correspondencia coa clasificación SNAP 97.

Nomenclatura IPCC-96		Nomenclatura SNAP-97	
6.A- DEPOSICIÓN E VERTIDOS DE RESIDUOS SÓLIDOS			
6 A 1	Deposición controlada	09 04 01	Deposición controlada
6 A 2	Deposición incontrolada	09 04 02	Deposición incontrolada
6 A 3	Outros	09 04 03	Outros
6.B- TRATAMENTO DE AUGAS			
6 B 1	Augas residuais industriais	09 10 01	Augas residuais industriais
6 B 2	Augas residuais urbanas	09 10 02 09 10 07	Augas residuais urbanas Latrinas
6 B 3	Outros		
6.C- INCINERACIÓN DE RESIDUOS			
	09 02 01 e 09 02 02		Incineración de residuos urbanos e industriais
		09 02 04	Queima en fachos en industrias químicas
		09 02 05	Incineración de lodos de depuradora
		09 02 07	Incineración de residuos hospitalarios
		09 02 08	Incineración de aceites residuais
		09 07	Queima de residuos agrícolas (excepto en campo)
		09 09	Cremación (09.09.01 a 09.09.02)
6.D- OUTROS RESIDUOS			
		09 10 03	Espallamento de lodos
		09 10 05	Producción de compost a partir de residuos
		09 10 06	Producción de biogás
		09 10 08	Outras producións de combustibles fuel (derivado de residuos, etc.)

O gas máis importante producido nesta categoría é o metano. Entre o 5 e o 20% do metano de procedencia antropoxénica emitido á atmosfera é produto da descomposición anaerobia dos residuos, especialmente nos vertedoiros e no tratamento de augas residuais.

Dentro dos gases de efecto invernadoiro, ademais de CH_4 , os vertedoiros de residuos urbanos poden producir tamén cantidades importantes de CO_2 .

Os procesos de tratamento de augas residuais producen CO_2 e CH_4 , e en menor cantidade N_2O .

A incineración dos residuos pode xerar CO_2 , CH_4 e N_2O .

2.6.1 DEPÓSITO EN VERTEDOIROS

A deposición dos residuos urbanos en vertedoiros é probablemente a forma máis tradicional de xestión destes.

O gas de vertedoiro prodúcese tanto en puntos de vertido como en vertedoiros controlados. Ese gas é unha mestura de diferentes compostos, entre os que destacan, por se-los de maior proporción, o metano e o dióxido de carbono.

A produción do gas de vertedoiro baséase na descomposición da materia orgánica que levan a cabo diferentes grupos de bacterias. Na primeira fase de degradación, a materia orgánica é metabolizada nunha serie de compostos solubles, entre os que se inclúen azúcares. Estes son degradados, producíndose H_2 , CO_2 e un rango de ácidos carboxílicos. Estes ácidos son máis tarde convertidos en ácido acético, que, xunto con H_2 e CO_2 , forman o principal substrato para o crecemento de bacterias metanoxénicas.

O gas de vertedoiro consiste principalmente en 50% de CO_2 e 50% de CH_4 en volume, aínda que esta proporción pode variar en función das condicións do vertedoiro.

Os vertedoiros son por natureza sistemas heteroxéneos en canto ó tipo de substancias que poidan conter e na disposición destas. Investigacións microbiolóxicas demostraron que hai considerables diferencias entre os vertedoiros e mesmo entre puntos distantes dun mesmo vertedoiro. Isto, xunto coa ausencia de datos concretos e específicos de cada vertedoiro, fai moi difícil a estimación das emisións procedentes destes.

Estimación das emisións producidas en vertedoiros:

Os datos existentes no tema de vertedoiros son bastante escasos e na maioría dos casos insuficientes para a estimación de emisións usando un método detallado, polo que se empregou unha metodoloxía simple na dita determinación.

Este método consiste na estimación das emisións en función da cantidade de residuos existentes no vertedoiro, a súa composición e a forma en que se xestiona ese vertedoiro.

Considéranse tres tipos de vertedoiros:

- Vertedoiro controlado.
- Vertedoiro autorizado non controlado.
- Puntos de vertido.

Os datos usados foron obtidos dun inventario de vertedoiros (Geoenviron), realizado no ano 1999 pola Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental da Consellería de Medio Ambiente. A partir deles e en función da superficie que ocupan e a súa altura, estableceuse unha aproximación da cantidade en peso de residuos que había depositados, tendo en conta as variacións das densidades que poden existir en cada tipo de vertedoiro.

A cantidade de COD (carbono orgánico degradable) foi o parámetro principal calculado para face-las estimacións. Calculouse tendo en conta a composición dos residuos presentes en cada vertedoiro, e usando uns factores de conversión por defecto obtidos do *Libro de traballo para o inventario de gases de efecto invernadoiro IPCC*, nos cales se dá a porcentaxe de COD en cada tipo de residuo.

Considérase que o vertido de RSU como un proceso continuo (estacionario) onde non existen grandes diferencias entre os residuos vertidos por unha mesma poboación entre un ano e outro. Valóranse así mesmo aplicables a 1990 os resultados acadados no ano 1999.

Os datos obtidos para o ano 1999 móstranse a continuación (Táboa 153).

Tipo de vertedoiro			Número	Masa de residuos (toneladas métricas)	COD	FCM
Controlado			0	0	-	1
Autorizado	Anárquico	h = 5 m	49	92.358	567	0,4
		h > 5 m	3	27.060	173	0,8
	Compacto		120	2.916.162	30.533	1
	Por gravidade	h = 5 m	128	1.201.241	13.402	0,4
h > 5 m		32	47.880	206	0,8	
Puntos de vertido	h = 5 m		488	71.927	251	0,4
	h > 5 m		3	4.770	2	0,8

Táboa 153: Datos de morfoloxía de vertedoiros (Base de datos Geoenviron).

Deste modo, e considerando que só o 77% dese COD se degrada, estímase a cantidade de carbono que se vai converter en gas de vertedoiro (considérase que este gas ten un 50% de CH₄ e un 50% de CO₂).

Para cada tipo de vertedoiro tívose en conta un factor de corrección de metano (FCM) que ten que ver coa disposición dos residuos e o seu control en cada instalación. Así, nos vertedoiros controlados onde hai compactación de residuos e prevención de incendios, o factor de corrección será 1, mentres que para as instalacións onde este control non se leva a cabo, o factor será menor que 1, sendo así a emisión de metano inferior á teórica debido ós procesos de combustión e aerobiose que se poden dar en certas zonas do vertedoiro.

Con todos estes datos pódese calcula-la cantidade de metano producida por cada vertedoiro da forma seguinte:

$$\text{Cantidade de metano} = 0,5 \times (0,77 \times \text{COD}) \times \text{FCM} \quad \text{Ecuación [8]}$$

As estimacións para o ano 2001 fixéronse sobre a base de redución da cantidade de RSU depositados en vertedoiros a partir da entrada en funcionamento do plan xestor de RSU da Xunta de Galicia, e comparando eses datos coa produción de RSU en Galicia no ano 1990, para o cal se considera que a totalidade de residuos son depositados en vertedoiros e puntos de vertido incontrolados.

Os resultados ilústranse a continuación (Táboa 154).

Ano	CH ₄	Toneladas equivalentes CO ₂
1990	28.199,43	592.188,03
2001	9.513,52	199.525,48

Táboa 154: Cantidades de gases emitidos nos vertedoiros galegos en toneladas de cada composto.

As cantidades emitidas no ano 2001 son substancialmente menores cás emitidas no ano 1990, debido á posta en marcha do *Plan de Residuos Sólidos Urbanos da Xunta de Galicia*, que prevé o selado de case tódolos vertedoiros que estaban en funcionamento e introduce un novo modelo de xestión dos residuos sólidos urbanos dentro da Comunidade Autónoma, onde a redución das emisións de efecto invernadoiro só é unha das vantaxes ambientais, as cales se estenden a contaminantes moito máis tóxicos como as dioxinas.

2.6.2 TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS

O tratamento de augas residuais con alto contido en materia orgánica pode dar lugar a importantes emisións de metano.

Neste apartado analizaranse por separado o tratamento de augas residuais domésticas e industriais.

2.6.2.1 TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS DOMÉSTICAS

O factor principal que determina o potencial de xeración de metano das augas residuais é a cantidade de materia orgánica nelas. No caso de augas residuais domésticas, a cantidade de materia que conteñen exprésase mediante o parámetro DBO (demanda bioquímica de osíxeno), que indica a cantidade de carbono degradable aerobicamente.

Para o cálculo das emisións de gases de efecto invernadoiro no tratamento de augas residuais domésticas, empregouse a base de datos de estacións depuradoras de augas residuais de Galicia subministrada polo organismo Augas de Galicia, onde se presentan os principais tratamentos de cada estación e a poboación equivalente para a que está deseñada.

Usáronse factores de emisión tomados do EMEP/CORINAIR referidos á poboación equivalente tratada para augas residuais características de poboacións europeas.

Para face-lo cálculo da poboación equivalente a considerar, tomáronse só os datos das estacións depuradoras que incluían tratamentos biolóxicos, responsables da maioría das emisións. O resultado foi que a cantidade de augas residuais urbanas tratadas mediante un proceso biolóxico é o correspondente a 1.700.000 habitantes equivalentes para 2001 e 398.212 habitantes equivalentes para 1990.

Os factores de emisión empregados e as cantidades de gases de efecto invernadoiro emitidas móstranse de seguido (táboa 155 e táboa 156, respectivamente).

Contaminante	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Factor de emisión (kg/Hab. Eq.)	0,3	27,4	0,02

Táboa 155: Factores de emisión para tratamento de augas residuais urbanas

Ano	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	Toneladas equivalentes CO ₂
1990	7,96	119,46	10.911,01	15.887,27
2001	33,97	509,50	46.534,76	67.764,96

Táboa 156: Cantidades de gases emitidos no tratamento de augas residuais en toneladas de cada composto

No caso do tratamento de augas residuais urbanas, as cantidades de gases de efecto invernadoiro emitidas foron considerablemente maiores. A entrada en funcionamento do Plan de Saneamento de Galicia fixo que aumentase notablemente a cantidade de augas residuais depuradas mediante tratamentos biolóxicos e, xa que logo, as emisións á atmosfera resultantes deses procesos.

2.6.2.2 TRATAMENTO DE AUGAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS

No caso das augas residuais industriais, o contido de materia orgánica adoita vir expresado en DQO (demanda química de osíxeno) en lugar da DBO.

As augas residuais industriais dividíronse en cinco grandes grupos en función do tipo de industria do que procede. Estes grupos son os seguintes:

- Industria química.
- Industria alimentaria.
- Industria madeireira.
- Industria de curtidos.
- Outras industrias.

Para o cálculo das emisións de gases de efecto invernadoiro procedentes do tratamento de augas residuais industriais, consultáronse os expedientes de vertido de augas residuais procedentes de industria subministrados por Augas de Galicia para as instalacións que posúen tratamentos de tipo biolóxico na depuración das súas augas, recompilando información acerca do caudal de vertido e DQO entrante no tratamento.

Para as empresas que verten as súas augas en canles pertencentes á Confederación Hidrográfica do Norte e que forman parte dos catro grupos principais de empresas susceptibles de emitir gases de efecto invernadoiro na depuración das súas augas residuais (químicas, alimentarias, madeireiras e curtidos), realizáronse aproximacións a partir das capacidades productivas recollidas na inspección ambiental e no Rexistro de Establecementos Industriais de Galicia.

Unha vez tidos os datos de carga orgánica, asimilouse esta ó número de habitantes equivalentes por estación depuradora (tómase como carga contaminante por habitante equivalente 13,7 kg de DQO/ano).

Os datos acadados para cada tipo de industria aparecen a continuación (táboa 157).

Industria	Química	Alimentaria	Madeireira	Curtidos	Outras
Carga (Hab. Eq.)	563.806	811.653	559.992	493.605	26.575

Táboa 157: Carga contaminante das augas residuais industriais por tipo de industria

Os factores de emisión utilizados para estima-las emisións foron os mesmos que os usados nos tratamentos de augas residuais domésticas (véxase a táboa 155).

As emisións foron estimadas só para o ano 2001, xa que no ano 1990 os tratamentos biolóxicos en augas industriais eran practicamente inexistentes. Os datos obtidos para o 2001 vense na táboa 158.

Ano	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	Toneladas equivalentes CO ₂
2001	49,11	736,69	67.284,3	97.979,7

Táboa 158: Emisións de gases de efecto invernadoiro para tratamento de augas residuais industriais

2.6.3 INCINERACIÓN DE RESIDUOS

2.6.3.1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

A incineración de residuos, igual que outros tipos de combustión, é unha fonte de gases de efecto invernadoiro.

As emisións foron calculadas a partir de factores de emisión. Estes factores exprésanse en kg de contaminante emitido por tonelada de combustible derivado de residuos (CDR) incinerado, e foron obtidos do manual da EPA (United States Environmental Protection Agency) AP-42.

O factor de emisión para o metano estimouse facendo unha extrapolación lineal dos rangos de factores dados na guía EMEP/CORINAIR para este contaminante en función do valor do factor de emisión dado por a EPA para COV para este tipo de plantas.

A cantidade de CDR incinerado tirouse dos datos proporcionados pola Delegación Provincial de Industria da Coruña, e correspóndese co produto da masa de residuos que se incineran por hora multiplicada polas horas anuais de traballo da planta. Valorouse a cantidade de CDR incinerado no ano 2001 en 270.900 toneladas.

Os factores de emisión utilizados preséntanse na táboa 159.

Contaminante	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
Factor de emisión (kg/t CDR)	3,09 · 10 ⁻³	985	0,1

Táboa 159: Factores de emisión para plantas de leite fluidizado e control de emisións.

Os datos estimáronse para o ano 2001, xa que no ano 1990, ano de referencia para o protocolo de Kyoto, a planta aínda non existía.

Hai que ter en conta que aproximadamente un 42% dos residuos incinerados son de orixe natural (restos de alimentos, papel...), polo que as emisións de CO₂ procedentes destes non se van ter en conta.

Os resultados acadados para os principais gases de efecto invernadoiro móstranse na táboa 160:

Ano	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	Toneladas equivalentes CO ₂
2001	27,09	0,84	154.765,17	163.180,71

Táboa 160: Cantidades de gases emitidos na planta de incineración de RSU en toneladas de cada composto

Obsérvase que a cantidade de CO₂ equivalente producido no tratamento de residuos sólidos urbanos descendeu no ano 2001 con respecto ó ano 1990 en máis dun 25% (de 698.006 en 1990 a 510.777 en 2001) debido á entrada do novo plan de tratamento de RSU, no que se minimizan, principalmente, as emisións de metano procedentes dos vertedoiros.

2.6.3.2 RESIDUOS FORESTAIS

Neste apartado valóranse os residuos forestais incinerados en Galicia e dos cales se obtén un aproveitamento enerxético. O combustible é biomasa procedente da limpeza dos montes e subproductos industriais (fundamentalmente casca) de serradoiros e fábricas de taboleiro.

Neste sector incineráronse en Galicia arredor de 19.000 t de residuos forestais durante o ano 2001 (no ano 1990 aínda non se realizaba esta práctica), cunha produción de enerxía térmica entrante de 131.000 GJ anuais.

As emisións de CH₄ e N₂O foron calculadas usando factores de emisión (EMEP/CORINAIR) dependentes da enerxía térmica entrante. Os factores usados aparecen na táboa 161.

Contaminante	CH ₄	N ₂ O
Factor de emisión (kg/GJ)	0,015	0,0043

Táboa 161: factores de emisión para queima de biomasa e cascas

A partir dos factores anteriores e a produción de enerxía térmica producida, obtivéronse os datos finais de emisións de gases de efecto invernadoiro. Estes valores ilústranse na táboa 162.

Ano	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equivalente
2001	1,97	0,56	213,71

Táboa 162: Cantidades de gases emitidos na planta de incineración de residuos forestais en toneladas de cada composto

	Ano 1990				Ano 2001(1)			
	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)	CO ₂ (t)	CH ₄ (t)	N ₂ O (t)	Equivalentes de CO ₂ (t)
Tratamento e eliminación de residuos	0,0	28.318,9	8,0	610.075,3		10.762,5	110,7	430.471,2
Depósito en vertedoiros		28.199,4		592.188,0		9.513,5	0,0	199.525,5
Tratamento de augas residuais	10.911,01	119,5	8,0	15.887,3	46.534,76	509,5	34,0	67.765,0
Incineración de residuos				0,0	154.765,2	0,8	27,6	163.180,7
Outros				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(*) As contribucións para o ano 2001 han de tomarse con reservas, xa que se refiren a emisións en Galicia en 2001/emisións en España en 2000, pois a escala nacional aínda non existe inventario para 2001)

(*) O % Galicia/España para tratamento de augas residuais en 1990 estimouse en función do metano producido, xa que é o único dato que facilita o Ministerio de Medio Ambiente para ese ano

Táboa 163. Emisións de gases de efecto invernadoiro para o sector de tratamento e eliminación de residuos segundo a nomenclatura IPCC-96

Sumario: Emisións procedentes de tratamento e eliminación de residuos.

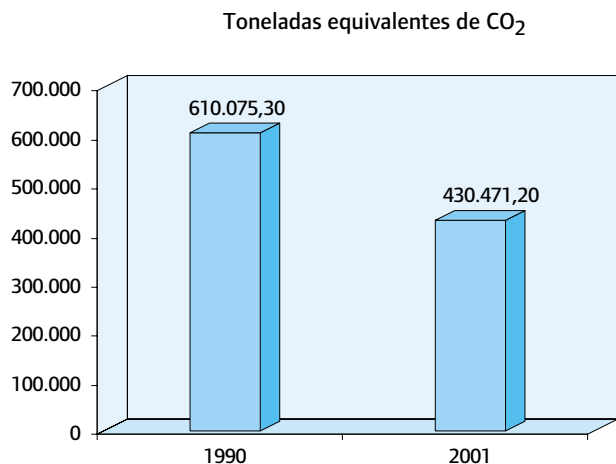


Figura 26. Evolución das emisións de gases de efecto invernadoiro (GEI) procedentes do tratamento e eliminación de residuos

As emisións no ano 2001 descendieron arredor dun 29% con respecto ó ano 1990. Isto débese principalmente ó cambio de política levado a cabo na xestión dos residuos sólidos urbanos, minimizando a cantidade de residuos que se depositan en vertedoiros, principal emisor de GEI no seu tratamento. Esta xestión compensou o incremento orixinado pola incineración de residuos -urbanos e forestais- e polos tratamentos biolóxicos de augas residuais.

3 RESULTADOS FINAIS E CONCLUSIÓNS

A partir dos cálculos que se detallaron ó longo do estudio, agregáronse os resultados finais do presente inventario para presentarse por sectores segundo a nomenclatura IPCC-96 co grao de desagregación que o Ministerio de Medio Ambiente utiliza nas súas comunicacións.

A maiores do anterior, cos resultados calculados para a Comunidade Autónoma de Galicia, valorouse a contribución porcentual ás emisións nacionais, coa puntualización de que para o ano 2001 esta contribución porcentual se basea na relación emisións galegas 2001/emisións nacionais 2000, xa que non se dispoñía do inventario nacional do 2001 na data de realización deste inventario.

Tódolos resultados ós que se fai mención nos anteriores parágrafos preséntanse na táboa 136 para o ano de referencia do Protocolo de Kyoto -recórdese que é 1990 para CO₂, CH₄, e N₂O e 1995 para HFC, PFC e SF₆- e na táboa 137 para o ano 2001.

Despois da presentación dos resultados finais, extraeranse as conclusións oportunas destes, con xustificacións en variacións absolutas e contribucións porcentuais e coa análise da contribución Galicia/España.

3.1 RESULTADOS FINAIS

Ano de referencia – 1990 para CO₂, CH₄ e N₂O e 1995 para HFC, PFC e SF₆-

GASES DE EFECTO INVERNADROIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	Toneladas			Toneladas equivalentes CO ₂			
Total (Emisión neta)							
Total (Emisión bruta)	21.826.667,9	114.263,8	3.407,1	529,0	1.595.902,0	3.424,0	26.882.260,8
1. Procesamento da enerxía	20.947.863,9	7.010,7	399,3				21.218.856,5
A. Actividades de combustión	20.574.550,9	3.281,7	371,3				20.758.554,5
1. Industrias do sector enerxético	14.141.273,0	94,7	122,9				14.181.345,2
2. Industrias manufactureiras e da construción	1.821.199,2	96,9	64,8				1.843.330,8
3. Transporte	3.880.020,9	1.341,7	144,5				3.952.993,9
4. Outros sectores	732.057,8	1.748,5	39,1				780.884,7
5. Outros	0,0	0,0	0,0				0,0
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	373.313,0	3.729,0	28,0	0,0	0,0		460.302,0
1. Combustibles sólidos	0,0	1.939,0	0,0				40.719,0
2. Petróleo e gas natural	373.313,0	1.790,0	28,0				419.583,0
2. Procesos industriais	1.252.117,0	50,0	2,0	529,0	1.595.902,0	3.424,0	2.853.642,0
A. Productos minerais	307.127,0	0,0	0,0				307.127,0
B. Industria química	29.600,0	34,0	0,0				30.314,0
C. Producción metalúrxica	914.044,0	4,0	2,0		1.595.881,0		2.510.629,0
D. Outras industrias	1.346,0	12,0	0,0				1.598,0
E. Producción de halocarburos e SF ₆	0,0	0,0	0,0				0,0
F. Consumo de halocarburos e SF ₆	0,0	0,0	0,0	529,0	21,0	3.424,0	3.974,0
G. Outros	0,0	0,0	0,0				0,0
3. Uso de disolventes e outros produtos	0,0		85,0				26.350,0
4. Agricultura	0,0	82.613,2	2.940,9				2.646.550,0
A. Fermentación entérica		62.478,7					1.312.052,7
B. Xestión do esterco		19.704,5	56,8				431.402,5
C. Cultivo de arroz							0,0
D. Solos agrícolas			2.835,1				878.874,8
E. Queimas planificadas de sabanas							0,0
F. Queima no campo de residuos agrícolas		430,0	49,0				24.220,0
G. Outros							0,0
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							0,0
6. Tratamento e eliminación de residuos	0,0	28.318,9	8,0				597.164,3
A. Depósito en vertedoiros		28.199,4	8,0				594.655,6
B. Tratamento de augas residuais		119,5					2.508,7
C. Incineración de residuos							0,0
D. Outros							0,0
7. Outros							0,0

(1) Véxanse comentarios na táboa 85 da sección 2.2

(2) Non existen datos do total nacional

(3) O % Galicia/España para tratamento de augas residuais en 1990 estimouse en función do metano producido, xa que é o único dato que facilita o Ministerio de Medio Ambiente para ese ano

Táboa 164.- Emisións de gases de efecto invernadoiro en Galicia nos anos de referencia do Protocolo de Kyoto (1990 e 1995) e contribución porcentual ó total nacional

Ano 2001

GASES DE EFECTO INVERNADORA CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	Toneladas			Toneladas equivalentes CO ₂			
Total (Emisión neta)							27.274.159,4
Total (Emisión bruta)	22.745.353,2	110.074,9	5.238,9	429.761,0	156.432,0	6.976,0	34.230.629,4
1. Procesamento da enerxía	28.407.328,2	5.690,3	954,0				28.822.566,8
A. Actividades de combustión	28.034.015,2	1.961,3	926,0				28.362.264,8
1. Industrias do sector enerxético	17.294.218,6	190,0	194,0				17.358.348,6
2. Industrias manufactureiras e da construción	3.312.458,7	174,3	152,3				3.363.328,7
3. Transporte	5.535.694,9	813,0	540,7				5.720.390,5
4. Outros sectores	1.891.643,0	784,0	39,0				1.920.197,0
5. Outros	0,0	0,0	0,0				0,0
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	373.313,0	3.729,0	28,0	0,0	0,0		460.302,0
1. Combustibles sólidos	0,0	1.939,0	0,0				40.719,0
2. Petróleo e gas natural	373.313,0	1.790,0	28,0				419.583,0
2. Procesos industriais	1.466.508,0	170,2	3,0	429.761,0	156.432,0	6.976,0	2.064.181,2
A. Productos minerais	378.559,0						378.559,0
B. Industria química	29.496,0	140,0					32.436,0
C. Producción metalúrxica	1.055.815,0	6,0	3,0		153.618,0		1.210.489,0
D. Outras industrias	2.638,0	24,2					3.146,2
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,0
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				429.761,0	2.814,0	6.976,0	439.551,0
G. Outros							0,0
3. Uso de disolventes e outros produtos	0,0		97,0				30.070,0
4. Agricultura	0,0	97.919,6	4.151,3				3.343.217,7
A. Fermentación entérica		75.366,1					1.582.688,1
B. Xestión do esterco		22.359,5					469.549,5
C. Cultivo de arroz							0,0
D. Solos agrícolas			4.127,3				1.279.466,1
E. Queimas planificadas de sabanas							0,0
F. Queima no campo de residuos agrícolas			24,0				11.514,0
G. Outros							0,0
5. Cambios de uso do solo e silvicultura	-6.956.470						-6.956.470
6. Tratamento e eliminación de residuos	201.300,0	10.023,8	61,6				430.895,8
A. Depósito en vertedoiros		9.513,50	0				199.783,5
B. Tratamento de augas residuais	46.534,76	509,5	34				67.774,3
C. Incineración de residuos	154.765,20	0,8	27,6				163.338,0
D. Outros	0	0	0				0,0
7. Outros							0,0

(1) Non existen datos representativos do total nacional

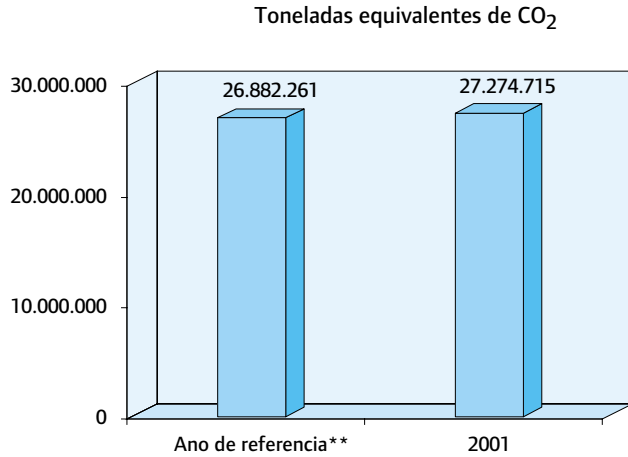
(2) Comparación dos datos Galicia 2001/España 2000 por falta dos nacionais para 2001

(3) As emisións dos sectores agricultura e uso de disolventes e outros produtos refírense ó 2000

Táboa 165.- Emisións de gases de efecto invernadoiro en Galicia no ano 2001 e contribución porcentual ó total nacional

3.2 CONCLUSIÓNS

A primeira conclusión importante deducida a partir dos resultados deste inventario refírese a que as emisións netas de efecto invernadoiro procedentes das fontes antropoxénicas se incrementaron un **1,5%** no 2001 respecto do ano de referencia (figura 27). O aumento das emisións brutas é debido fundamentalmente ó crecemento que experimenta o sector enerxía (véxanse as figuras 28 e 29), pero que se ve compensado polo forte aumento do efecto sumidoiro.



**1990 para CO₂, N₂O e CH₄ e 1995 para HFC, PFC e SF₆

Figura 27.- Evolución das emisións antropoxénicas globais brutas de gases de efecto invernadoiro en Galicia entre o ano de referencia e o 2001

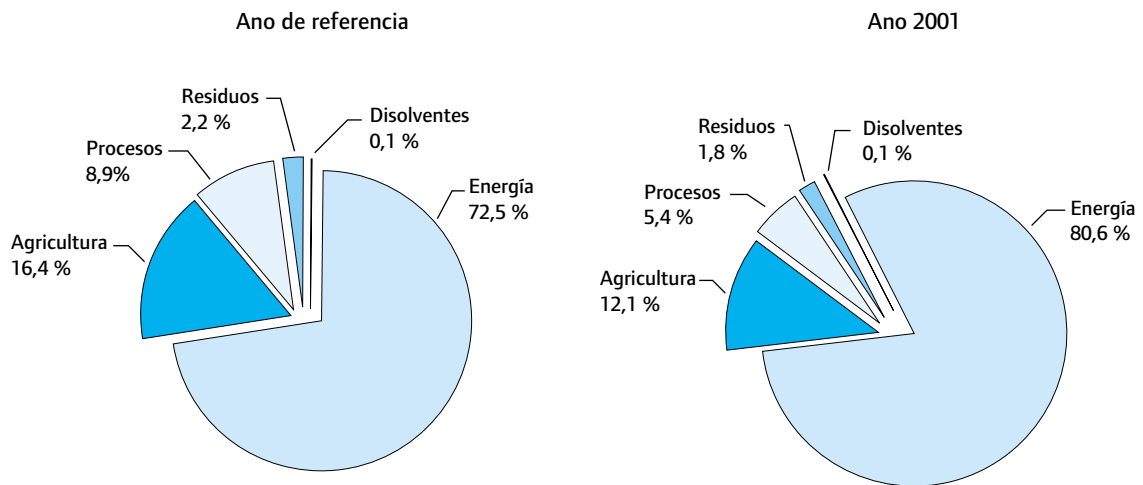
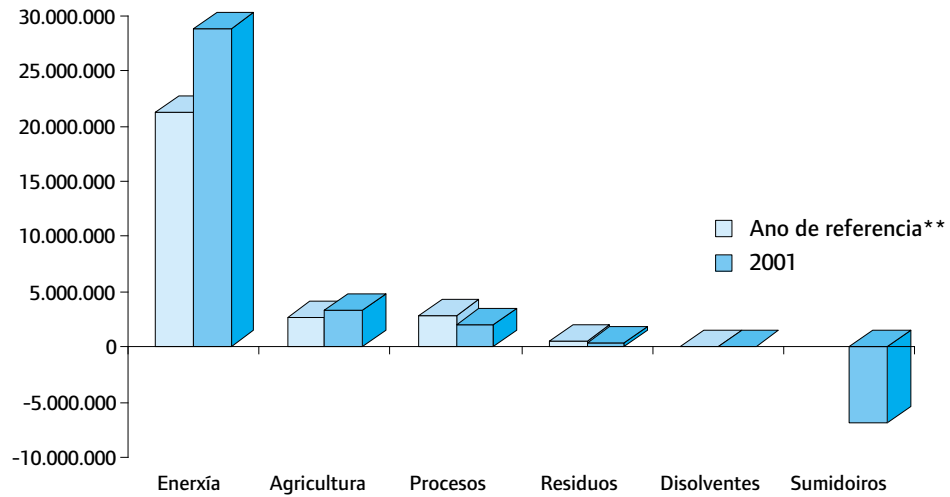


Figura 28.- Contribución dos grandes sectores ás emisións de gases de efecto invernadoiro



**1990 para CO₂, N₂O e CH₄ e 1995 para HFC, PFC e SF₆

Figura 29.- Distribución das emisións de gases de efecto invernadoiro por sectores en Galicia

Toneladas equivalentes de CO₂ por sectores no macrosector "enerxía"

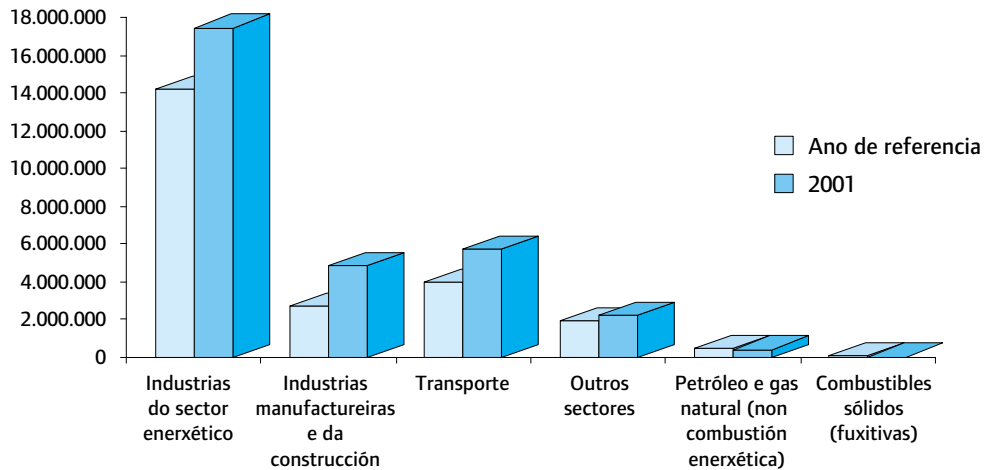


Figura 30.- Distribución das emisións de gases de efecto invernadoiro no macrosector "enerxía"

A gran contribución do sector **enerxía** débese á amplitude de fontes que abarca e, sobre todo, á contribución dos subsectores de industrias da enerxía (centrais térmicas, instalacións de coxeneración e combustión para produción de enerxía no sector de refino). Precisamente na considerable subida experimentada polo sector enerxía (véxase a figura 30), ten moito que ver o gran incremento nestes dous últimos subsectores.

Para concretar máis na xustificación dos valores obtidos, convén resalta-los seguintes aspectos.

- O incremento no subsector transporte explícase desde o incremento nos tráxicos rodado (o de maior contribución porcentual con diferenza), marítimo e aéreo, que deixa totalmente sen efecto o descenso do ferroviario -o cal ten unha contribución porcentual baixa sobre o sector transporte en canto a emisións de gases de efecto invernadoiro (GEI)-. O aumento do transporte por estrada ó tráfico rodado débese sobre todo ó incremento do parque automobilístico e do número de quilómetros percorridos por vehículo e ano, aínda que se ve atenuado polos descensos nos factores de emisión debido ás melloras tecnolóxicas nos vehículos que se produciron entre os períodos do inventario.
- O incremento na combustión para produción de enerxía en industrias manufactureiras e da construción ten a súa orixe na aparición de novas instalacións, pero sobre todo no aumento nas demandas caloríficas das existentes por incremento en capacidades productivas ou por aumento nas esixencias de calidade nos produtos.
- A gran contribución das industrias da enerxía (véxase a figura 31) débese especialmente á importancia da produción eléctrica en Galicia en centrais térmicas. Non obstante, o incremento observado non se debe a que as emisións nas centrais de carbón aumentaran de forma considerable, senón máis ben a que a central de fuel funcionou moito máis e tamén a que se puxeron en marcha a totalidade de instalacións de coxeneración.
- Dentro da contribución do resto dos subsectores destacan: as emisións no sector comercial-residencial-institucional tenden a estabilizarse, pois o incremento na combustión de derivados do petróleo (incluíndo a introducción do gas natural) compénsase coa redución do consumo de biomasa; o consumo de combustible para transporte nos sectores agrícola e pesqueiro aumenta e, con iso, as emisións; as emisións fuxitivas dos combustibles baixan, debido á menor cantidade de carbón minado e cru procesado.

O seguinte sector en contribución porcentual ó enerxético é a **agricultura** (un 12,1% en 2000). As emisións por fontes neste sector móstranse a continuación (figura 31).

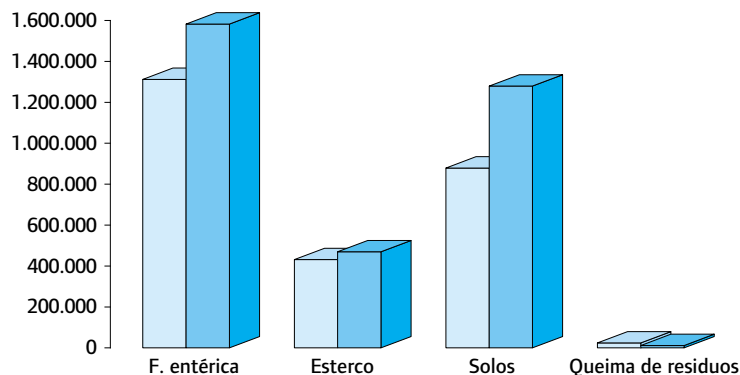


Figura 31.- Emisións de gases de efecto invernadoiro por fontes no sector agricultura

O aumento das emisións no sector agricultura ten a súa principal orixe no lixeiro aumento na fermentación entérica e na xestión do esterco propiciados polo aumento do censo gandeiro, e, sobre todo, no aumento das emisións dos solos agrícolas debido ó uso de fertilizantes químicos e naturais aplicados a estes.

Outro sector cunha contribución importante nas emisións de gases de efecto invernadoiro é o dos **procesos distintos á combustión para a produción de enerxía**, no cal o sector metalúrxico representa con moito a maior contribución nas emisións.

Dentro deste sector, a diminución observada nas emisións (véxase a figura 32) ten a súa orixe principal na redución das emisións de PFC procedentes da industria do aluminio, que compensa a lixeira tendencia á alza no resto dos sectores. Aspectos adicionais deducidos neste sector refírense a:

- O gran aumento nos usos de HFC, PFC e SF₆ queda sen un gran efecto no incremento das emisións debido esencialmente a que, por un lado, o uso de HFC e PFC en sistemas de refrixeración é aínda limitado (grandes instalacións de refrixeración de industrias galegas empregan NH₃) e, por outro lado, o uso relativamente recente do SF₆ e a baixa porcentaxe de fugas deste gas impiden unha contribución significativa deste ás toneladas equivalentes de CO₂ no sector procesos.
- As emisións de CO₂ aumentan na produción de produtos minerais, aceiro e ferroalixes, debido ós incrementos nas producións netas (os factores de emisión dispoñibles refírense a elas). No sector aluminio estas emisións diminúen por reducirse o consumo específico dos ánodos que compensa o incremento na produción.

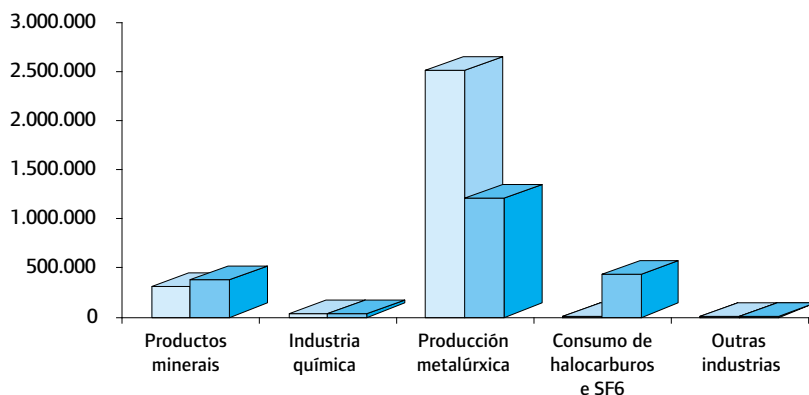


Figura 32.- Emisións de gases de efecto invernadoiro por fontes dos procesos distintos á combustión para a produción de enerxía

O sector de **tratamento e eliminación de residuos**, cunha contribución nas emisións globais dun 1,8% en 2001, conservou a constancia (cunha lixeira redución) nas súas emisións debido a que o incremento nas emisións propiciado pola introdución de plantas de incineración de residuos e pola propagación dos tratamentos biolóxicos de augas residuais se compensou coa gran diminución da porcentaxe de residuos que acaba en vertedoiros.

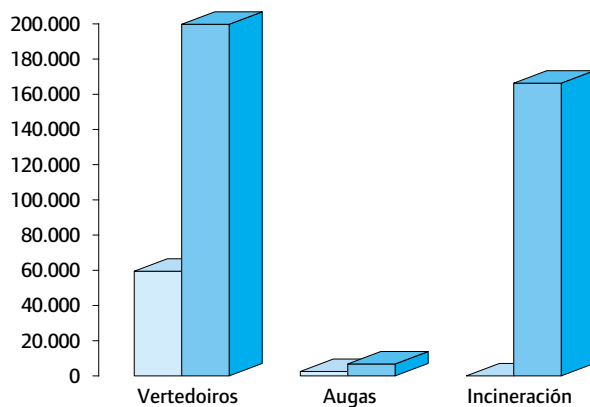


Figura 33.- Emisións de gases de efecto invernadoiro por fontes do tratamento e a eliminación de residuos.

O sector que con diferenza contribúe en menor medida nas emisións de gases de efecto invernadoiro é o uso de disolventes e outros produtos, con contribucións que se manteñen en valores infe-

riores ó 0,1% a pesar dos incrementos observados nas emisións que proceden principalmente do uso de N₂O en anestésias.

Un tema moi importante no cálculo das emisións é o efecto sumidoiro das masas forestais considerado no apartado 2.5. Neste sentido, as actuacións levadas a cabo en Galicia orixinaron un aumento considerable no carbono secuestrado, o que, en gran medida, compensa o aumento das emisións brutas.

4 BIBLIOGRAFIA

1. Bueno, J. L.; Lavín, A. G.; Sastre, H. **Contaminación e ingeniería ambiental. Volumen II: Contaminación atmosférica.** Fundación para el Fomento en Asturias de la Investigación Científica Aplicada y la Tecnología, Oviedo, 1997.
2. Consorcio Zona Franca de Vigo. **Ardán Galicia 2002. Directorio e informe económico financiero. 10.000 empresas de Galicia más 1.500 del Norte de Portugal. Directorio e informe económico-financiero.** Consorcio Zona Franca de Vigo, Vigo, 2002.
3. Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental. Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia. **Estratexia galega de xestión de residuos.** Santiago de Compostela.
4. Dirección Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental. Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia. **Programa de adecuación, selado e clausura de vertedoiros de Galicia.** Publicacións da Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia.
5. Directorates for: Economics and Financial Affairs, Enterprise, Transport and Energy, Environment, Research and Taxation and Customs Union. European Commission: **The Auto-Oil II Programme: A Report from the Services of the European Commission.** European Commission Publications, 2000.
6. Directorates for: Economics and Financial Affairs, Enterprise, Transport and Energy, Environment, Research and Taxation and Customs Union. European Commission: **The Auto-Oil II Programme Cost-effectiveness Study: Part III: The Transport Base Case.** European Commission Publications, 1999.
7. Directorates for: Economics and Financial Affairs, Enterprise, Transport and Energy, Environment, Research and Taxation and Customs Union. European Commission: **The Auto-Oil II Programme Transport Base Case Data - Spain.** European Commission Publications, 1999.
8. Eastern Research Group. U.S. Environmental Protection Agency. **Emission Inventory. Improvement Program. Volume III: Chapter 15. Landfills.** EPA Publications, Washington, 1997.
9. EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook- 3rd Technical report n° 30. (2001). European Environment Agency, Copenhagen:
 - a) Group 1: **Combustion in energy and transformation industries.**
 - b) Group 2: **Non-industrial combustion plants.**
 - c) Group 3: **Combustion in manufacturing industry.**
 - d) Group 4: **Production processes.**
 - e) Group 5: **Extraction & distribution of fossil fuels and geothermal energy.**
 - f) Group 6: **Solvent and other product use.**
 - g) Group 7: **Road transport.**
 - h) Group 8: **Other mobile sources and machinery.**
 - i) Group 9: **Waste treatment and disposal**
 - j) Group 10: **Agriculture.**
10. Guías tecnolóxicas. Fundación Entorno, Madrid:
 - a) Epígrafe 2.5. **Metalurgia del aluminio.**

- b) Epígrafe 2.5. **Ferroaleaciones**.
11. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos, Axencia Internacional da Enerxía, Organización de Cooperación e Desenvolvemento Económico. **Libro de traballo para o inventario de gases de efecto invernadoiro**". IPCC WGI Technical Support Unit, Londres, 1997.
12. Intergovernmental Panel on Climate Change, International Energy Agency, Organization for Economic Cooperation and Development. **Greenhouse Gas Inventory Reference Manual**. IPCC WGI Technical Support Unit, London, 1997.
13. National Pollutant Inventory. Industry Handbooks and related Emission Estimation Techniques Manuals. Environment Australia:
- a) Cement and lime manufacturing handbook. **Lime and dolomite manufacturing**. (1999). **Cement manufacturing**. (1999).
 - b) Ceramic manufacturing handbook. **Bricks, ceramics & clay product manufacturing**. (1998).
 - c) Chemical product manufacture handbook. **Chemical product manufacture**. (1999).
 - d) Ferroalloy production handbook. **Ferroalloy production**. (1999).
 - e) Inorganic industrial chemical manufacturing handbook. **Inorganic chemicals manufacturing**. (1999).
 - f) Intensive livestock (beef cattle) handbook. **Beef cattle feedlots**. (2001).
 - g) Intensive livestock (pig farming) handbook. **Pig farming**. (1999).
 - h) Intensive livestock (poultry raising) handbook. **Intensive livestock – Poultry raising**. (2002).
 - i) Paper and paper product manufacturing handbook. **Pulp & paper manufacturing**. (1998).
 - j) Petroleum refining handbook. **Petroleum refining**. (1999).
14. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **Air Emissions Species Manual; Volume I: Volatile Organic Compound Species Profiles, 2nd edition**. EPA Publications, Washington, 1990.
15. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 1. External combustion sources**. EPA Publications, Washington:
- a) Sección 1.1. **Bituminous and subbituminous coal combustion**. (1998).
 - b) Sección 1.2. **Anthracite coal combustion**. (1996).
 - c) Sección 1.3. **Fuel óleo combustion**. (1998).
 - d) Sección 1.4. **Natural gas combustion**. (1998).
 - e) Sección 1.5. **Liquefied petroleum gas combustion**. (1996).
 - f) Sección 1.6. **Wood waste combustion in boilers**. (2001 /revisado 2002).
 - g) Sección 1.7. **Lignite combustion**. (1998).
 - h) Sección 1.11. **Waste oil combustion**. (1996).
16. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 2. Solid waste disposal**. EPA Publications, Washington:

- a) Sección 2.1. **Refuse combustion.** (1995).
 - b) Sección 2.2. **Sewage sludge incineration.** (1993).
 - c) Sección 2.4. **Landfills.** (1998).
17. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 3. Stationary internal combustion sources.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 3.1. **Stationary gas turbines for electricity generation.** (2000).
 - b) Sección 3.3. **Gasoline and diesel industrial engines.** (1996).
 - c) Sección 3.4. **Large stationary diesel and all stationary dual-fuel engines.** (1996).
18. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 4. Evaporation loss sources.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 4.3. **Waste water collection, treatment and storage.** (1998).
19. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 5. Petroleum industry.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 5.1. **Petroleum refining.** (1995).
 - b) Sección 5.2. **Transportation and marketing of petroleum liquids.** (1995).
20. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 7. Liquid storage tanks.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 7.1. **Organic liquid storage tanks.** (1997).
21. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 9. Food and agricultural industries.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 9.4. **Livestock and poultry feed operations.** (Interim report, 2002) (Preliminary draft report, 2001) (Update to livestock & poultry feed operations sections, 1999).
22. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 10. Wood products industry.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 10.2. **Chemical wood pulping.** (1990).
 - b) Sección 10.5. **Plywood.** (2002).
 - c) Sección 10.6.2. **Particleboard.** (2002).
 - d) Sección 10.6.3. **Medium density fiberboard.** (2002).
 - e) Sección 10.6.4. **Hardboard and fiberboard.** (2002).
23. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 11. Mineral products industry.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 11.3. **Bricks and related clay products.** (1997).
 - b) Sección 11.4. **Calcium carbide manufacturing.** (1995).
 - c) Sección 11.5. **Refractoring manufacturing.** (1995).

- d) Sección 11.6. **Portland cement manufacturing.** (1995).
 - e) Sección 11.7. **Ceramic products manufacturing.** (1996).
 - f) Sección 11.10. **Coal cleaning.** (1995).
 - d) Sección 11.17. **Lime manufacturing.** (1998).
24. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 12. Metallurgical industry.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 12.1. **Primary aluminium production.** (1998).
 - b) Sección 12.4. **Ferroalloy production.** (1986).
 - c) Sección 12.5. **Iron and steel production.** (1986).
 - d) Sección 12.8. **Secondary aluminium operations.** (1986).
25. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume I. CHAPTER 14. Greenhouse gas biogenic sources.** EPA Publications, Washington:
- a) Sección 14.4. **Enteric fermentation-Greenhouse gases.** (1998).
26. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **AP-42, Fifth Edition, Volume II. Mobile sources (2000).** EPA Publications, Washington.
27. Office of Air Quality, Planning & Standards. U.S. Environmental Protection Agency. **Factor Information Retrieval (FIRE 6.23) (2000).** EPA Publications, Washington.
28. Policy, Planning and Evaluation. U.S. Environmental Protection Agency. **Indicators of the Environmental Impacts of Transportation. Highway, Rail, Aviation, and Maritime Transport.** EPA Publications, Washington, 1996.
29. Red Nacional de Ferrocarriles de España. “Memoria Ambiental de 2000”. Publicaciones de Renfe, Madrid, 2001.
30. Sala Lizárraga, J. L. **Cogeneración. Aspectos termodinámicos, tecnológicos y económicos.** Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco, Bilbao, 1994.
31. Technologies for Sustainable Development European Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Bureau. Institute for Prospective Technological Studies (IPTS). European Commission, Sevilla:
- a) Reference document on best available techniques in the **Pulp and Paper industry.** (2001).
 - b) Best available techniques reference document on the **Production of Iron and Steel.** (2001).
 - c) Reference document on best available techniques in the **Cement and Lime manufacturing industries.** (2001).
 - d) Draft reference document on best available techniques in the **Slaughterhouses and Animal by-products industries.** (2002).
 - e) Reference document on best available techniques in the **Non Ferrous Metals industries.** (2001).
 - f) Reference document on best available techniques for **Intensive Rearing of Poultry and Pigs.** (2001).

- g) Draft reference document on best available techniques for **Large Combustion Plants**. (2001).
- h) Draft reference document on best available techniques in the **Food, Drink and Milk industry**. (2002).

32. **Xunta de Galicia**. “Resolución do 28 de outubro de 1998 (Galicia), pola que se acorda facer pública a adaptación do Plan de Xestión de Residuos Sólidos Urbanos de Galicia”, **DOG 225, do 19-11-98; C.e. DOG 245 e 246, do 21 e 22 de decembro de 1998**.

O presente inventario intenta ser un traballo no que o seu principal obxectivo sexa o coñecemento das principais fontes emisoras dentro da Comunidade Autónoma.

Os datos que anteriormente se presentaron carecen de valor oficial. Os datos oficiais de emisións de gases de efecto invernadoiro para Galicia proporciónaos o Ministerio de Medio Ambiente nos seus inventarios anuais por comunidades autónomas. Os datos correspondentes a Galicia represéntanse a continuación.

Ano 1990

GASES DE EFECTO INVERNADROIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	24.122,20	2.113,40	1.435,68	0,00	705,07	4,64	28.381,00
1. Procesamento da enerxía	23.328,50	157,74	270,42				23.756,65
A. Actividades de combustión	22.919,60	128,42	270,42				23.318,43
1. Industrias do sector enerxético	14.540,25	1,89	63,01				14.605,15
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.224,69	3,84	88,59				2.317,12
3. Transporte	3.465,13	13,52	54,86				3.533,50
4. Outros sectores	2.689,53	109,16	63,96				2.862,66
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	408,90	29,32	0,00				438,22
1. Combustibles sólidos		26,42					26,42
2. Petróleo e gas natural	408,90	2,90					411,81
2. Procesos industriais	683,31	0,00	0,00	0,00	705,07	4,64	1.393,02
A. Productos minerais	210,54						210,54
B. Industria química	37,63						37,63
C. Producción metalúrxica	435,14				705,07		1.140,21
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆						4,64	4,64
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	70,21		26,35				96,56
4. Agricultura	0,00	1.658,49	1.062,74				2.721,22
A. Fermentación entérica		1.241,13					1.241,13
B. Xestión do esterco		408,33	242,70				651,03
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			805,00				805,00
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		9,03	15,04				24,06
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	40,18	297,18	76,18				413,54
A. Depósito en vertedoiros	39,13	260,65					299,78
B. Tratamento de augas residuais		21,64	70,67				92,30
C. Incineración de residuos	1,05	13,85	5,51				20,41
D. Outros		1,05					1,05
7. Outros							0,00

Ano 1991

GASES DE EFECTO INVERNADORA CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	23.406,98	2.274,83	1.518,73	0,00	670,97	4,98	27.876,49
1. Procesamento da enerxía	22.615,80	158,72	302,08				23.076,60
A. Actividades de combustión	22.230,28	130,33	302,08				22.662,69
1. Industrias do sector enerxético	13.484,04	2,02	82,02				13.568,08
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.301,48	4,15	93,18				2.398,81
3. Transporte	3.710,90	14,33	59,46				3.784,69
4. Outros sectores	2.733,86	109,82	67,42				2.911,10
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	385,52	28,40	0,00				413,92
1. Combustibles sólidos		25,23					25,23
2. Petróleo e gas natural	385,52	3,16					388,68
2. Procesos industriais	674,24	0,00	0,00	0,00	670,97	4,98	1.350,19
A. Productos minerais	208,71						208,71
B. Industria química	32,69						32,69
C. Producción metalúrxica	432,84				670,97		1.103,80
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆						4,98	4,98
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	69,53		26,04				95,57
4. Agricultura	0,00	1.850,61	1.113,85				2.964,46
A. Fermentación entérica		1.430,20					1.430,20
B. Xestión do esterco		411,35	256,44				667,80
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			842,25				842,25
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		9,06	15,16				24,22
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	47,41	265,50	76,75				389,66
A. Depósito en vertedoiros	46,33	228,75					275,09
B. Tratamento de augas residuais		22,21	71,45				93,66
C. Incineración de residuos	1,08	13,32	5,31				19,70
D. Outros		1,22					1,22
7. Outros							0,00

Ano 1992

GASES DE EFECTO INVERNADROIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	25.250,29	2.430,26	1.579,29	0,00	662,51	5,15	29.927,50
1. Procesamento da enerxía	24.455,35	163,61	329,66				24.948,62
A. Actividades de combustión	24.048,40	133,49	329,66				24.511,55
1. Industrias do sector enerxético	15.211,43	2,30	104,02				15.317,75
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.325,51	4,20	95,14				2.424,86
3. Transporte	3.814,82	15,33	63,02				3.893,17
4. Outros sectores	2.696,64	111,66	67,48				2.875,78
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	406,95	30,12	0,00				437,07
1. Combustibles sólidos		26,82					26,82
2. Petróleo e gas natural	406,95	3,30					410,25
2. Procesos industriais	673,21	0,00	0,00	0,00	662,51	5,15	1.340,87
A. Productos minerais	204,46						204,46
B. Industria química	31,43						31,43
C. Producción metalúrxica	437,32				662,51		1.099,83
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆						5,15	5,15
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	68,72		27,59				96,31
4. Agricultura	0,00	1.978,90	1.144,42				3.123,32
A. Fermentación entérica		1.601,67					1.601,67
B. Xestión do esterco		368,26	265,58				633,84
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			863,97				863,97
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		8,97	14,87				23,84
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	53,01	287,75	77,61				418,38
A. Depósito en vertedoiros	51,91	251,25					303,16
B. Tratamento de augas residuais		22,46	72,57				95,03
C. Incineración de residuos	1,10	12,66	5,05				18,81
D. Outros		1,38					1,38
7. Outros							0,00

Ano 1993

GASES DE EFECTO INVERNADOIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	25.161,02	2.417,75	1.532,99	0,02	687,67	5,58	29.805,03
1. Procesamento da enerxía	24.403,64	158,98	314,64				24.877,26
A. Actividades de combustión	24.033,36	133,33	314,64				24.481,33
1. Industrias do sector enerxético	15.144,54	2,14	83,03				15.229,71
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.227,52	4,00	92,24				2.323,75
3. Transporte	3.970,32	13,96	71,00				4.055,28
4. Outros sectores	2.690,99	113,23	68,37				2.872,60
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	370,27	25,65	0,00				395,93
1. Combustibles sólidos		22,86					22,86
2. Petróleo e gas natural	370,27	2,79					373,07
2. Procesos industriais	641,60	0,00	0,00	0,02	687,67	5,58	1.334,87
A. Productos minerais	173,86						173,86
B. Industria química	28,43						28,43
C. Producción metalúrxica	439,31				687,67		1.126,98
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				0,02		5,58	5,60
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	63,34		28,21				91,55
4. Agricultura	0,00	1.952,03	1.111,99				3.064,02
A. Fermentación entérica		1.570,74					1.570,74
B. Xestión do esterco		372,33	268,29				640,63
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			828,88				828,88
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		8,96	14,82				23,78
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	52,44	306,74	78,15				437,32
A. Depósito en vertedoiros	51,31	270,15					321,47
B. Tratamento de augas residuais		22,86	73,29				96,16
C. Incineración de residuos	1,12	12,17	4,85				18,15
D. Outros		1,55					1,55
7. Outros							0,00

Ano 1994

GASES DE EFECTO INVERNADROIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	24.785,47	2.538,22	1.552,21	0,06	702,21	6,26	29.584,43
1. Procesamento da enerxía	23.810,91	156,76	341,00				24.308,67
A. Actividades de combustión	23.418,15	134,11	341,00				23.893,26
1. Industrias do sector enerxético	14.144,38	2,08	88,18				14.234,64
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.297,58	4,00	101,75				2.403,32
3. Transporte	4.102,44	14,58	79,76				4.196,78
4. Outros sectores	2.873,75	113,46	71,31				3.058,52
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	392,76	22,65	0,00				415,41
1. Combustibles sólidos		19,64					19,64
2. Petróleo e gas natural	392,76	3,00					395,76
2. Procesos industriais	856,27	0,00	0,00	0,06	702,21	6,26	1.564,80
A. Productos minerais	200,28						200,28
B. Industria química	28,44						28,44
C. Producción metalúrxica	627,55				702,21		1.329,76
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				0,06		6,26	6,32
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	65,82		29,14				94,96
4. Agricultura	0,00	2.054,98	1.103,45				3.158,43
A. Fermentación entérica		1.556,24					1.556,24
B. Xestión do esterco		489,76	254,57				744,33
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			833,96				833,96
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		8,98	14,92				23,90
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	52,46	326,48	78,63				457,57
A. Depósito en vertedoiros	51,31	287,49					338,80
B. Tratamento de augas residuais		23,75	73,19				96,94
C. Incineración de residuos	1,15	13,63	5,43				20,21
D. Outros		1,61					1,61
7. Outros							0,00

Ano 1995

GASES DE EFECTO INVERNADOIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	26.275,34	2.701,21	1.541,87	0,53	712,52	7,60	31.239,07
1. Procesamento da enerxía	25.243,10	157,12	357,63				25.757,84
A. Actividades de combustión	24.856,39	132,32	357,63				25.346,34
1. Industrias do sector enerxético	15.439,95	2,24	90,60				15.532,79
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.474,06	4,16	107,81				2.586,04
3. Transporte	4.232,11	13,22	89,04				4.334,36
4. Outros sectores	2.710,27	112,70	70,18				2.893,15
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	386,71	24,80	0,00				411,50
1. Combustibles sólidos		21,93					21,93
2. Petróleo e gas natural	386,71	2,87					389,58
2. Procesos industriais	939,21	0,00	0,00	0,53	712,52	7,60	1.659,86
A. Productos minerais	243,49						243,49
B. Industria química	32,40						32,40
C. Producción metalúrxica	663,32				712,50		1.375,82
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				0,53	0,02	7,60	8,15
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	67,18		29,76				96,94
4. Agricultura	0,00	2.149,70	1.076,08				3.225,78
A. Fermentación entérica		1.634,03					1.634,03
B. Xestión do esterco		506,69	245,30				751,98
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			815,83				815,83
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		8,99	14,96				23,95
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	25,85	394,40	78,40				498,64
A. Depósito en vertedoiros	24,81	355,36					380,17
B. Tratamento de augas residuais		23,85	73,02				96,87
C. Incineración de residuos	1,04	13,52	5,38				19,94
D. Outros		1,67					1,67
7. Outros							0,00

Ano 1996

GASES DE EFECTO INVERNADROIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	25.098,26	2.899,18	1.643,32	8,21	672,05	8,31	30.329,33
1. Procesamento da enerxía	24.069,08	156,27	349,33				24.574,68
A. Actividades de combustión	23.659,33	133,86	349,33				24.142,52
1. Industrias do sector enerxético	14.099,94	2,07	75,42				14.177,43
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.417,88	4,33	106,00				2.528,20
3. Transporte	4.334,32	13,48	94,92				4.442,73
4. Outros sectores	2.807,20	113,97	72,99				2.994,16
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	409,75	22,41	0,00				432,16
1. Combustibles sólidos		19,56					19,56
2. Petróleo e gas natural	409,75	2,85					412,60
2. Procesos industriais	933,74	0,00	0,00	8,21	672,05	8,31	1.622,31
A. Productos minerais	237,52						237,52
B. Industria química	31,50						31,50
C. Producción metalúrxica	664,73				671,71		1.336,43
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				8,21	0,34	8,31	16,86
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	71,45		30,07				101,52
4. Agricultura	0,00	2.319,18	1.185,88				3.505,06
A. Fermentación entérica		1.800,87					1.800,87
B. Xestión do esterco		509,37	257,90				767,27
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			913,16				913,16
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		8,94	14,83				23,77
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	23,99	423,74	78,03				525,76
A. Depósito en vertedoiros	23,81	385,33					409,14
B. Tratamento de augas residuais		23,92	73,01				96,93
C. Incineración de residuos	0,18	12,75	5,03				17,96
D. Outros		1,73					1,73
7. Outros							0,00

Ano 1997

GASES DE EFECTO INVERNADOIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	24.276,64	2.835,42	1.606,22	20,76	688,26	9,65	29.436,93
1. Procesamento da enerxía	23.265,11	157,03	372,53				23.794,67
A. Actividades de combustión	22.878,57	135,02	372,53				23.386,13
1. Industrias do sector enerxético	12.710,09	1,92	70,80				12.782,82
2. Industrias manufactureiras e da construción	2.691,47	4,84	116,83				2.813,13
3. Transporte	4.846,58	13,48	112,98				4.973,04
4. Outros sectores	2.630,43	114,78	71,92				2.817,13
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	386,54	22,00	0,00				408,54
1. Combustibles sólidos		19,09					19,09
2. Petróleo e gas natural	386,54	2,91					389,45
2. Procesos industriais	925,01	0,00	0,00	20,76	688,26	9,65	1.643,68
A. Productos minerais	220,97						220,97
B. Industria química	28,80						28,80
C. Producción metalúrxica	675,25				687,48		1.362,73
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				20,76	0,78	9,65	31,19
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	74,33		31,93				106,26
4. Agricultura	0,00	2.221,21	1.123,63				3.344,84
A. Fermentación entérica		1.688,94					1.688,94
B. Xestión do esterco		525,81	263,01				788,82
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			850,34				850,34
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		6,46	10,28				16,74
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	12,18	457,18	78,12				547,48
A. Depósito en vertedoiros	12,04	415,95					427,99
B. Tratamento de augas residuais		25,98	72,59				98,57
C. Incineración de residuos	0,14	13,45	5,53				19,13
D. Outros		1,79					1,79
7. Outros							0,00

Ano 1998

GASES DE EFECTO INVERNADROIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	27.662,26	2.954,07	1.649,66	47,05	651,46	10,97	32.975,48
1. Procesamento da enerxía	26.611,25	160,50	430,97				27.202,72
A. Actividades de combustión	26.241,06	135,72	430,97				26.807,75
1. Industrias do sector enerxético	15.209,92	2,30	90,28				15.302,49
2. Industrias manufactureiras e da construción	3.086,46	5,33	140,03				3.231,82
3. Transporte	5.292,74	13,62	129,07				5.435,43
4. Outros sectores	2.651,94	114,47	71,60				2.838,01
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	370,19	24,78	0,00				394,98
1. Combustibles sólidos		20,72					20,72
2. Petróleo e gas natural	370,19	4,07					374,26
2. Procesos industriais	956,49	0,00	0,00	47,05	651,46	10,97	1.665,97
A. Productos minerais	238,32						238,32
B. Industria química	28,80						28,80
C. Producción metalúrxica	689,37				650,10		1.339,47
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				47,05	1,36	10,97	59,38
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	82,34		31,93				114,27
4. Agricultura	0,00	2.299,95	1.108,13				3.408,08
A. Fermentación entérica		1.778,13					1.778,13
B. Xestión do esterco		517,80	257,20				774,99
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			843,84				843,84
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		4,02	7,09				11,12
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	12,19	493,62	78,62				584,44
A. Depósito en vertedoiros	12,04	444,26					456,30
B. Tratamento de augas residuais		26,76	72,93				99,69
C. Incineración de residuos	0,15	13,90	5,70				19,75
D. Outros		8,70					8,70
7. Outros							0,00

Ano 1999

GASES DE EFECTO INVERNADORA CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	27.980,13	3.007,29	1.674,46	83,69	596,48	14,14	33.356,18
1. Procesamento da enerxía	26.924,00	160,47	455,95				27.540,43
A. Actividades de combustión	26.642,56	135,31	455,95				27.233,82
1. Industrias do sector enerxético	15.419,24	2,30	100,03				15.521,57
2. Industrias manufactureiras e da construción	3.251,83	5,52	146,20				3.403,55
3. Transporte	5.254,23	12,72	135,89				5.402,84
4. Outros sectores	2.717,26	114,76	73,83				2.905,85
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	281,45	25,17	0,00				306,61
1. Combustibles sólidos		19,30					19,30
2. Petróleo e gas natural	281,45	5,86					287,31
2. Procesos industriais	956,46	0,00	0,00	83,69	596,48	14,14	1.650,77
A. Productos minerais	223,32						223,32
B. Industria química	29,70						29,70
C. Producción metalúrxica	703,44				594,44		1.297,88
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				83,69	2,04	14,14	99,86
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	87,07		30,69				117,76
4. Agricultura	0,00	2.396,40	1.109,16				3.505,57
A. Fermentación entérica		1.873,67					1.873,67
B. Xestión do esterco		518,27	247,41				765,68
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			853,96				853,96
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		4,46	7,79				12,26
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	12,59	450,41	78,65				541,66
A. Depósito en vertedoiros	12,43	396,49					408,92
B. Tratamento de augas residuais		27,12	72,93				100,05
C. Incineración de residuos	0,16	13,93	5,72				19,81
D. Outros		12,87					12,87
7. Outros							0,00

Ano 2000

GASES DE EFECTO INVERNADOIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	29.371,04	3.119,01	1.725,31	120,90	294,23	16,09	34.646,58
1. Procesamento da enerxía	28.295,28	162,32	481,50				28.939,10
A. Actividades de combustión	27.902,17	134,03	481,50				28.517,69
1. Industrias do sector enerxético	16.132,45	2,40	108,08				16.242,93
2. Industrias manufactureiras e da construción	3.519,16	5,65	153,13				3.677,94
3. Transporte	5.276,88	11,76	140,94				5.429,58
4. Outros sectores	2.973,69	114,22	79,34				3.167,25
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	393,11	28,29	0,00				421,41
1. Combustibles sólidos		19,25					19,25
2. Petróleo e gas natural	393,11	9,05					402,16
2. Procesos industriais	976,08	0,00	0,00	120,90	294,23	16,09	1.407,30
A. Productos minerais	234,01						234,01
B. Industria química	23,96						23,96
C. Producción metalúrxica	718,11				291,42		1.009,52
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				120,90	2,82	16,09	139,80
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	92,66		30,07				122,73
4. Agricultura	0,00	2.392,66	1.134,42				3.527,08
A. Fermentación entérica		1.867,93					1.867,93
B. Xestión do esterco		520,06	245,12				765,18
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			880,87				880,87
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		4,67	8,43				13,11
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	7,02	564,03	79,33				650,38
A. Depósito en vertedoiros	6,86	508,71					515,57
B. Tratamento de augas residuais		27,38	73,32				100,70
C. Incineración de residuos	0,16	14,40	6,00				20,57
D. Outros		13,54					13,54
7. Outros							0,00

Ano 2001

GASES DE EFECTO INVERNADORA CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	Total
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)						
Total emisións	29.892,26	3.144,77	1.716,79	155,35	118,20	16,31	35.043,68
1. Procesamento da enerxía	28.783,65	162,49	492,95				29.439,10
A. Actividades de combustión	28.423,32	134,05	492,95				29.050,33
1. Industrias do sector enerxético	16.465,86	2,58	119,33				16.587,77
2. Industrias manufactureiras e da construción	3.379,52	5,30	139,98				3.524,80
3. Transporte	5.736,45	12,23	157,83				5.906,51
4. Outros sectores	2.841,49	113,94	75,81				3.031,24
5. Outros							0,00
B. Emisións fuxitivas dos combustibles	360,33	28,43	0,00				388,77
1. Combustibles sólidos		18,76					18,76
2. Petróleo e gas natural	360,33	9,67					370,00
2. Procesos industriais	1.011,65	0,00	0,00	155,35	118,20	16,31	1.301,52
A. Productos minerais	231,53						231,53
B. Industria química	25,09						25,09
C. Producción metalúrxica	755,03				114,60		869,63
D. Outras industrias							0,00
E. Producción de halocarburos e SF ₆							0,00
F. Consumo de halocarburos e SF ₆				155,35	3,61	16,31	175,27
G. Outros							0,00
3. Uso de disolventes e outros produtos	90,38		26,97				117,35
4. Agricultura	0,00	2.384,59	1.117,30				3.501,90
A. Fermentación entérica		1.936,09					1.936,09
B. Xestión do esterco		443,83	248,56				692,39
C. Cultivo de arroz							0,00
D. Solos agrícolas			860,31				860,31
E. Queimas planificadas de sabanas							0,00
F. Queima no campo de residuos agrícolas		4,67	8,43				13,11
G. Outros							0,00
5. Cambios de uso do solo e silvicultura							
6. Tratamento e eliminación de residuos	6,57	597,69	79,56				683,82
A. Depósito en vertedoiros	6,39	540,71					547,11
B. Tratamento de augas residuais		27,81	73,44				101,24
C. Incineración de residuos	0,17	14,40	6,13				20,71
D. Outros		14,76					14,76
7. Outros							0,00

**EVOLUCIÓN ANUAL DE EMISIONS
RESUMO DA EVOLUCIÓN DAS EMISIONS POR TIPO DE GAS**

CASES DE EFECTO INVERNADROIRO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)											
CO ₂	24.122,20	23.406,98	25.250,29	25.161,02	24.785,47	26.275,34	25.098,26	24.276,64	27.662,26	27.980,13	29.371,04	29.892,26
CH ₄	2.113,40	2.274,83	2.430,26	2.417,75	2.538,22	2.701,21	2.899,18	2.835,42	2.954,07	3.007,29	3.119,01	3.144,77
N ₂ O	1.435,68	1.518,73	1.579,29	1.532,99	1.552,21	1.541,87	1.643,32	1.606,22	1.649,66	1.674,46	1.725,31	1.716,79
HFC	0,53			0,02	0,06	0,53	8,21	20,76	47,05	83,69	120,90	155,35
PFC	712,52	705,07	662,51	687,67	702,21	712,52	672,05	688,26	651,46	596,48	294,23	118,20
SF ₆	7,60	4,64	5,15	5,58	6,26	7,60	8,31	9,65	10,97	14,14	16,09	16,31
Total emisions	28.391,94	27.876,49	29.927,50	29.805,03	29.584,43	31.239,07	30.329,33	29.436,93	32.975,48	33.356,18	34.646,58	35.043,68

RESUMO DA EVOLUCIÓN DAS EMISIONS POR CATEGORÍA DE ACTIVIDADE

CASES DE EFECTO INVERNADROIRO CATEGORÍAS DE ACTIVIDADE	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
	CO ₂ equivalente (quilotoneladas)											
1. Procesamento da enerxía	23.756,65	23.076,60	24.948,62	24.877,26	24.308,67	25.757,84	24.574,68	23.794,67	27.202,72	27.540,43	28.939,10	29.439,10
2. Procesos industriais	1.403,97	1.393,02	1.340,87	1.334,87	1.564,80	1.659,86	1.622,31	1.643,68	1.665,97	1.650,77	1.407,30	1.301,52
3. Uso de disolventes e outros produtos	96,56	96,56	96,31	91,55	94,96	96,94	101,52	106,26	114,27	117,76	122,73	117,35
4. Agricultura	2.721,22	2.721,22	2.964,46	3.123,32	3.064,02	3.225,78	3.505,06	3.344,84	3.408,08	3.505,57	3.527,08	3.501,90
5. Cambios do uso do solo e silvicultura												
6. Tratamento e eliminación de residuos	413,54	413,54	389,66	418,38	437,32	457,57	498,64	547,48	584,44	541,66	650,38	683,82
7. Outros												
Total emisions	28.391,94	28.381,00	27.876,49	29.927,50	29.584,43	31.239,07	30.329,33	29.436,93	32.975,48	33.356,18	34.646,58	35.043,68

ÍNDICE DE EVOLUCIÓN TEMPORAL DAS EMISIONS (RESPECTO Ó ANO BASE)

CASES DE EFECTO INVERNADROIRO	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Total emisions	99,96	98,18	105,41	104,98	104,20	110,03	106,82	103,68	116,14	117,48	122,03	123,43



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO
AMBIENTE
Centro de Desenvolvemento Sostible



XACOBEO 2004
Galicia

