

ANEXO 4.- ENFOQUE DE REFERENCIA Y SU COMPARACIÓN CON EL ENFOQUE SECTORIAL

Enfoque de referencia

El enfoque de referencia proporciona una aproximación a las emisiones de CO₂ por combustión (categoría IPCC 1A), tratando exclusivamente con información agregada a nivel nacional de: a) producción interior de combustibles primarios; b) saldo neto de comercio exterior (importaciones menos exportaciones) de combustibles primarios y secundarios; c) variación de existencias (existencias inicial menos final) de combustibles primarios y secundarios; y d) uso no energético de combustibles primarios y secundarios.

Este procedimiento, que sigue un tratamiento arriba-abajo, sirve como método de contrastación de las estimaciones de emisiones de CO₂ en procesos combustivos realizadas con el enfoque sectorial, que sigue un tratamiento abajo-arriba, que es el efectivamente utilizado para la presentación de los resultados del inventario nacional español.

Descripción del enfoque

El principio de este procedimiento es el cómputo del carbono total emitido procedente de los combustibles fósiles consumidos en el país, sin distinguir el proceso o actividad socioeconómica en la cual se empleó.

Los datos socioeconómicos relativos al comercio exterior, procedencia o destino de los combustibles, determinan la disponibilidad para consumo nacional (consumo aparente)¹. En este procedimiento se asume que la partida así estimada de combustible se consume íntegramente, en actividades de combustión o con fines no energéticos.

El enfoque contempla que el carbono presente en el combustible puede emitirse directamente a la atmósfera o permanecer en el producto no combustible que lo utiliza como materia prima o materia intermedia², o como residuo en las cenizas de la combustión. Atendiendo a este principio, el carbono emitido se estima con el carbono total contenido en el combustible disponible, descontando la parte retenida en el producto o en las cenizas. Se hace notar que la estimación de carbono emitido contabiliza las emisiones de carbono inmediatas, no así la oxidación retardada que pudiera ocasionarse en el carbono almacenado en los productos no-energéticos.

¹ Disponibilidad total de combustibles primarios y cantidad neta (saldo neto del comercio exterior ajustado por la variación de existencias) para combustibles secundarios.

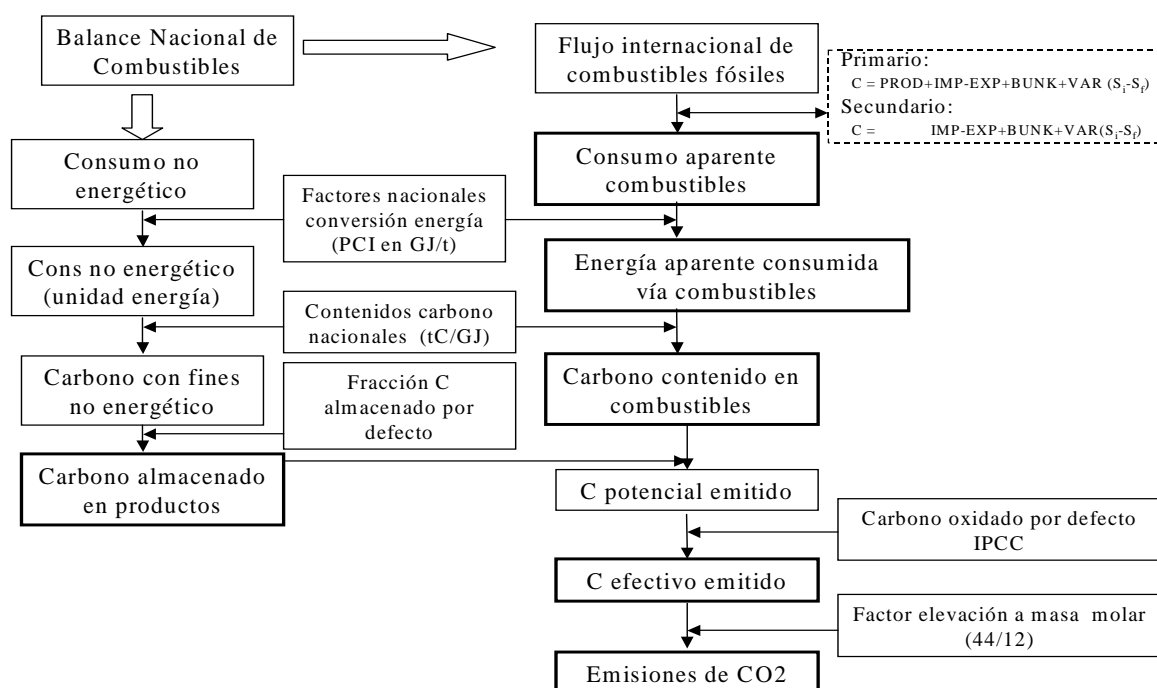
² Entre los productos de uso no energético se pueden citar los insumos intermedios como los lubricantes o la nafta obtenidos en el refino del crudo de petróleo.

Aspectos metodológicos

Elección del método

El enfoque de referencia ha sido desarrollado siguiendo los criterios metodológicos expuestos en el Manual de Referencia 1996 de IPCC (véase diagrama explicativo en la figura A4.1 adjunta). Sólo hay que reseñar una cierta cualificación de la metodología descrita por IPCC con relación a los combustibles de uso no energético; en el caso de los “aceites de carbón y alquitranes” se ha adoptado como variable la producción de benzol y alquitrán bruto en coquerías, mientras que para “bitumen y alquitranes” se ha aplicado directamente el dato reportado bajo el epígrafe “Uso no energético” del balance energético nacional³.

Figura A4.1.-criterios metodológicos de IPCC para el desarrollo del enfoque de referencia



Leyenda: C: Consumo aparente; PROD: Producción de un combustible primario; IMP: Importaciones; EXP: Exportaciones; BUNK: Bunkers internacionales; VAR($S_i - S_f$): Variación de existencias (diferencia entre las existencias a comienzos del año, S_i , y a finales del mismo, S_f).

³ IPCC sugiere aplicar variables proxy para ambos grupos (Manual de Referencia 1996 de IPCC)

Variables socioeconómicas

Las variables que intervienen en esta estimación están asociadas con los combustibles fósiles y son:

- a) Flujos origen-destino: Comprende la exportación, importación, bunkers internacionales (marinos y aéreos) y variación nacional de existencias. En el caso de combustibles primarios se incluye junto a las variables ya mencionadas la producción.
- b) Usos no energéticos.

Todos los datos socioeconómicos proceden del balance de combustibles elaborado como parte del inventario de emisiones. Se enuncian a continuación las principales fuentes de referencia nacionales consultadas para su realización, por lo que respecta a las variables:

- a) Balances energéticos de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y de EUROSTAT, complementados con cuestionarios energéticos internacionales del MINETUR para los citados organismos. Estas fuentes se utilizan en el enfoque de referencia para la captura de la información de base relativa a los flujos origen-destino, bunkers internacionales (marinos) y determinados insumos no energéticos.
- b) Estadísticas elaboradas por MINETUR con datos de flujos entrada-salida en fábricas de pasta coquizable y coquerías, “Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquería y de Gas de Horno Alto”, complementadas con cuestionarios a coquerías para el Inventario, para la recopilación de información acerca del uso no energético de “Aceites de carbón y alquitranes”, no disponible en la fuente a) anterior.
- c) Estimación de los bunkers internacionales aéreos basada en el modelo nacional para la cuantificación del consumo y emisiones por el tráfico aéreo, modelo MECETA⁴.
- d) Información directa de planta o asociación del sector relativa al uso de combustibles fósiles como insumos no energéticos siguiendo la traza de sector/proceso, que es la que, para determinados tipos de combustible, ha determinado tanto las cantidades consumidas para este fin como la retención de carbono en productos, versus su emisión como CO₂ complementando y reemplazando las cifras reportadas en las fuentes anteriores. Entre los sectores/procesos investigados, en la mayoría de los casos a nivel individualizado planta, se citan los siguientes: i) carbonato sódico; ii) carburo de calcio y de silicio; iii) silicio; iv) ferroaleaciones (ferrosilicio, ferromanganeso o silicio de manganeso); v) amoniaco; vi) vidrio; vii) acero en acerías eléctricas; viii) aluminio (fabricación de ánodos); ix) hidrógeno en plantas emplazadas en el sector refino y x) refinerías. La explotación de esta información ha conducido a una revisión en el inventario de las cifras de gas natural, coque de petróleo, coque de carbón y carbones (hulla y antracita) y otros combustibles cuyo consumo registrado para uso no

⁴ Para una descripción metodológica del modelo véase el capítulo de Energía, apartado 3.6, en documento principal de este informe.

energético resulta más minoritario, tales como carbón coquizable, gasóleo, GLP, fuelóleo, gases siderúrgicos y de refinería o madera.^{5 6}

En la tabla A4.1. se presenta, para cada uno de los mencionados combustibles, la serie 1990-2012 de consumos con fines no energéticos registrados por el inventario, así como su cobertura respecto a las cantidades publicadas en los cuestionarios internacionales del MINETUR. La cantidad registrada, entendida esta como la suma de aquellas partidas empleadas para usos no energéticos que han resultado trazables a partir de la información disponible por el inventario de plantas o sectores, ha sido tomada como dato de consumo no energético, reubicando la fracción no cubierta de los cuestionarios internacionales al consumo energético (actividades de la categoría IPCC 1A).

Tabla A4.1.- Consumos no energéticos registrados en el inventario

Líquidos:

Año	Coque de petróleo (kt)		Gasóleo (kt)		GLP (kt)		Fuelóleo (kt)		Gas de refinería (kt)	
	Registrado	%	Registrado	% (*)	Registrado	% (*)	Registrado	% (*)	Registrado	% (*)
1990	170	79%	1,6	NA	1,5	NA	5,4	NA	5	NA
1991	173	58%	1,5	NA	1,6	NA	5,4	NA	5	NA
1992	164	56%	1,4	NA	1,3	NA	5,3	NA	6	NA
1993	163	109%	0,2	NA	0,0	NA	5,4	NA	7	NA
1994	163	81%	0,1	NA	0,1	NA	5,2	NA	8	NA
1995	172	82%	0,9	NA	0,1	NA	5,6	NA	16	NA
1996	178	74%	0,3	NA	0,1	NA	2,5	NA	19	NA
1997	171	31%	0,0	NA	0,0	NA	2,1	NA	10	NA
1998	169	31%	NO	NA	0,2	NA	0,9	NA	13	NA
1999	172	31%	NO	NA	0,2	NA	0,7	NA	12	NA
2000	172	25%	0,1	NA	1,9	NA	1,3	NA	12	NA
2001	178	25%	0,4	NA	2,3	NA	0,6	NA	11	NA
2002	181	28%	0,1	NA	2,3	NA	0,7	NA	15	NA
2003	189	27%	NO	NA	1,8	NA	NO	NA	9	NA
2004	188	26%	NO	NA	2,4	NA	NO	NA	12	NA
2005	218	31%	NO	NA	2,0	NA	NO	NA	12	NA
2006	220	34%	NO	NA	2,3	NA	NO	NA	12	NA
2007	208	37%	NO	NA	1,5	NA	NO	NA	10	NA
2008	216	42%	NO	NA	0,9	NA	NO	NA	13	NA
2009	160	33%	NO	NA	0,3	NA	NO	NA	12	NA
2010	168	33%	NO	NA	0,9	NA	NO	NA	10	NA
2011	199	43%	NO	NA	0,7	NA	NO	NA	22	NA
2012	179	48%	NO	NA	1,0	NA	NO	NA	41	NA

⁵ Siguiendo las recomendaciones del equipo revisor de UNFCCC en la edición 2011, se han investigado los usos del gas natural y del coque de petróleo como insumos no energéticos reasignando a uso energético (categoría IPCC 1A) la fracción remanente no registrada de la partida del cuestionario internacional (balances energéticos AIE/EUROSTAT), asegurando de este modo la no-infraestimación de las emisiones asociadas.

⁶ La caracterización de los combustibles consumidos con este fin difiere del procedimiento adoptado por defecto en el Enfoque de Referencia (véase apartado siguiente *Algoritmo de estimación de emisiones*). Así, al disponer de un mayor conocimiento de los tipos de combustibles y proceso en que se consumen, se ha optado por aplicar en el cómputo de la energía y emisiones asociadas a dichos combustibles factores presumiblemente más apropiados.

Tabla A4.1.- Consumos no energéticos registrados en el inventario (Continuación)**Sólidos:**

Año	Coque de carbón (kt)		Hulla y antracita (kt)		Carbón coquizable (kt)		Gases siderúrgicos (TJ _{PCI})	
	Registrado	% (*)	Registrado	%	Registrado	%	Registrado	%
1990	72	NA	52	NA	3,2	NA	2.801	NA
1991	82	NA	31	NA	2,3	NA	2.259	NA
1992	67	NA	25	NA	3,2	NA	2.229	NA
1993	51	NA	51	NA	0,9	NA	2.542	NA
1994	73	NA	45	NA	NO	NA	2.592	NA
1995	81	NA	68	NA	2,3	NA	481	NA
1996	84	NA	65	NA	2,4	NA	1.156	NA
1997	100	NA	55	NA	3,0	NA	1.808	NA
1998	103	NA	56	NA	6,4	NA	2.165	NA
1999	102	NA	100	NA	13,2	NA	1.502	NA
2000	122	NA	106	NA	3,0	NA	1.102	NA
2001	100	NA	97	NA	34,3	NA	1.626	NA
2002	112	NA	127	NA	4,2	NA	1.437	NA
2003	117	NA	201	NA	NO	NA	995	NA
2004	119	NA	205	NA	19,8	NA	516	NA
2005	178	NA	333	NA	17,4	NA	1.049	NA
2006	191	NA	322	NA	18,2	NA	869	NA
2007	201	NA	322	NA	14,6	NA	931	NA
2008	201	NA	326	NA	12,1	NA	1.072	NA
2009	98	NA	197	NA	5,8	NA	413	NA
2010	163	NA	287	NA	7,6	NA	1.627	NA
2011	170	NA	290	NA	4,3	NA	1.014	NA
2012	165	NA	252	NA	3,6	NA	2.115	NA

NA: No aplicable. El cuestionario internacional (y balances energéticos AIE/EUROSTAT) no recoge consumos para uso no energético del correspondiente tipo de combustible.

Tabla A4.1.- Consumos no energéticos registrados en el inventario (Continuación)**Gaseosos:**

Año	Gas natural (TJ _{PCI})	
	Registrado	% (*)
1990	9.642	60%
1991	13.147	60%
1992	12.920	58%
1993	9.822	61%
1994	12.099	59%
1995	12.108	76%
1996	12.992	61%
1997	14.255	64%
1998	12.808	62%
1999	11.794	65%
2000	11.522	58%
2001	11.579	59%
2002	11.664	62%
2003	11.828	60%
2004	17.008	92%
2005	16.644	83%
2006	16.449	89%
2007	17.002	85%
2008	15.148	92%
2009	15.870	100%
2010	19.964	>100%
2011	27.871	>100%
2012	44.838	>100%

(*) Los datos originales de gas natural en el cuestionario internacional están expresados en unidades de energía PCS. Para la conversión a energía PCI se han aplicado los factores de paso derivados de las características medias anuales proporcionadas por la principal compañía transportista nacional de gas.

Tabla A4.1.- Consumos no energéticos registrados en el inventario (Continuación)**Biomasa:**

Año	Madera (TJ _{PCI})	
	Registrado	%
1990	305	NA
1991	221	NA
1992	154	NA
1993	279	NA
1994	344	NA
1995	476	NA
1996	518	NA
1997	502	NA
1998	527	NA
1999	793	NA
2000	735	NA
2001	736	NA
2002	734	NA
2003	738	NA
2004	656	NA
2005	2.138	NA
2006	1.952	NA
2007	1.904	NA
2008	1.877	NA
2009	793	NA
2010	1.900	NA
2011	2.222	NA
2012	1.426	NA

NA: No aplicable. El cuestionario internacional (y balances energéticos AIE/EUROSTAT) no recoge consumos para uso no energético del correspondiente tipo de combustible.

Cabe reseñar el carácter provisional del balance del inventario nacional para el último año del periodo inventariado (año 2012), dado que parte de la información de base del último año inventariado tiene ese carácter provisional. El cuadro de los balances anuales es resultado del compendio y contrastación de toda la información disponible en la fase de elaboración del inventario actual.

Algoritmo de estimación de emisiones

En el algoritmo de estimación (véase diagrama explicativo en la figura A4.1 para mayor detalle) intervienen determinadas características de los combustibles fósiles y de sus formas de utilización: a) poderes caloríficos inferiores (PCI); b) contenidos de carbono; c) fracción de carbono almacenada en los productos que utilizan combustibles como materias primas o intermedias y d) fracción de carbono no oxidada.

Las características expresadas en el CRF Reporter corresponden a datos medios anuales del combustible tipo consumido; así, no deben interpretarse como valores representativos para cada partida que compone el consumo aparente (producción, importación, exportación, variación de existencias o bunkers internacionales), sino al consumo efectivo total. Esta recomendación tiene especial trascendencia en el caso de los carbones, hulla y antracita, cuya capacidad energética muestra variaciones significativas en función de su origen, nacional o internacional.

En la determinación de los valores medios anuales de PCI y contenidos de carbono se han tenido en cuenta las características implícitas, empleadas en el enfoque sectorial, para

la estimación del CO₂ emitido en la categoría IPCC 1A. El inventario nacional dispone de información específica, a nivel de sector o de planta, de combustibles consumidos en sectores socioeconómicos de relevancia tales como refinerías, centrales térmicas, siderurgia integral o transporte y distribución de gas natural; a los combustibles de las restantes actividades combustivas se les ha asignado en el enfoque sectorial unas características estándares.

La fracción de carbono oxidada y, en los productos para cuya elaboración emplean combustibles como materia prima o intermedia, la fracción de carbono almacenada son características de las cuales actualmente no se dispone en general de información nacional exhaustiva, aplicando en su defecto las cantidades sugeridas en el Manual de Referencia 1996 de IPCC.

A continuación se realiza una descripción más pormenorizada de los valores y procedimientos de estimación de los distintos parámetros:

a) Poderes caloríficos inferiores (PCI):

Los movimientos origen-destino de los combustibles fósiles sólidos y líquidos en el enfoque de referencia vienen expresados en términos de masa, reproduciendo las cifras originales del balance de combustibles del inventario. El consumo aparente de estos combustibles es posteriormente convertido a unidades energéticas (TJ de poder calorífico inferior) aplicando un PCI representativo nacional.

En el caso de combustibles fósiles contemplados a nivel sectorial, se seleccionó en el enfoque de referencia el factor anual promedio obtenido ponderando el PCI aplicado en cada actividad A, PCI_A, por el correspondiente consumo de combustible en términos de masa, M_A:

$$PCI_{E.R,t} = \frac{\sum_A PCI_{A,t} M_{A,t}}{\sum_A M_{A,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Cuando el consumo nacional del combustible se realiza exclusivamente con fines no energéticos y, por tanto, no ha sido recogido en ninguna actividad de combustión se ha adoptado directamente el PCI por defecto propuesto en el Manual de Referencia 1996 de IPCC.

Los datos originales de los combustibles gaseosos (gas natural) vienen expresados en términos de energía de poder calorífico superior (TJ de PCS). Para la conversión a unidades energéticas de poder calorífico inferior se ha aplicado el factor deducido con la información proporcionada por la principal compañía transportadora nacional de gas natural.

b) Contenido de carbono (C):

El criterio observado en la elección del contenido de carbono ha sido favorecer la contrastación con el Enfoque Sectorial⁷. Así, en el enfoque de referencia se asignaron a los

⁷ Contrastación orientada a la detección de coberturas parciales tanto en imputaciones de combustible como en identificación de actividades fuente combustivas en el inventario.

combustibles los contenidos de carbono anuales implícitos en el Enfoque Sectorial, C_{ES} , a partir de la emisión de carbono asociada y el consumo imputado del combustible:

$$C_{E.R,t} = C_{E.S,t} = \frac{EmisiónC_{E.S,t}}{EnergíaConsumida_{E.S,t}} = \frac{\left(\frac{12}{44}\right) \left(\frac{1}{CO_{Oxidado}}\right) EmisiónCO_{2E.S,t}}{EnergíaConsumida_{E.S,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Desarrollando la fórmula anterior con las emisiones de CO_2 y consumos por actividad emisora, A, podría expresarse la ecuación como sigue:

$$C_{E.R,t} = \left(\frac{12}{44}\right) \left(\frac{1}{CO_{Oxidado}}\right) \frac{\sum_A EmisiónCO_{2A,t}}{PCI_{E.R,t} \sum_A M_{A,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Igual que sucedía con los poderes caloríficos inferiores, este algoritmo no ha sido aplicado cuando los consumos anuales de un combustible tienen fines exclusivamente no energéticos, seleccionando en tal caso los valores por defecto de IPCC.

c) Fracción de carbono almacenada en los productos para cuya elaboración se emplean combustibles como materia prima o intermedia:

Según ya se ha indicado en la introducción del subapartado *Algoritmo de estimación de emisiones*, la fuente de referencia principal fue el Manual de Referencia 1996 IPCC complementándose, para el caso de los lubricantes, con el libro Guía IPCC 2006⁸. Los valores por defecto sugeridos en dichas guías se han respetado, a excepción del propuesto para los aceites de carbón y alquitranes (provenientes del carbón coquizable), modificado según juicio de experto⁹, y para el gas natural, gasóleo y GLP, revisados según la información disponible sobre sus usos (proceso/sector) como insumos no energéticos¹⁰. Al resto de productos no contemplados por IPCC (hulla y antracita, coque siderúrgico, coque de petróleo, fuelóleo, carbón coquizable, gases siderúrgicos y de refinería, otros productos petrolíferos) se les asignaron estimaciones de este factor (véase tabla A4.2) basadas en la información disponible directa de planta o sector, complementada con juicio de experto.

⁸ Guía IPCC 2006, capítulo 5 del volumen 3, tabla 5.2.

⁹ Por lo que respecta a los aceites de carbón y alquitranes, la partida principal corresponde al alquitrán bruto, producto al cual se asume una fracción superior a la propuesta por IPCC.

¹⁰ Esta información, vía cuestionario, corresponde a procesos en los cuales no se produce un secuestro de carbono en el producto o subproductos tales como plantas de hidrógeno en refinerías (gas natural), producción de acero en acerías eléctricas (gasóleo, GLP) o incineración en antorchas (gas natural, GLP).

Tabla A4.2.- Fracción de carbono almacenada en los productos elaborados a partir de combustibles (periodo 1990-2012)

Producto/Combustible	Fracción C almacenado
Nafta	0,8
Lubricantes(*)	0,811-0,83
Bitumen	1
Aceites de carbones y alquitranes	0,9
Gas natural (*)	0-0,104
Coque de petróleo (*)	0,033-0,054
Hulla y Antracita (*)	0,033-0,122
Coque de carbón (*)	0,051-0,181
Carbón coquizable (*)	0
Gases siderúrgicos (*)	0
Gasóleo (*)	0
GLP (*)	0
Fuelóleo (*)	0
Gas de refinería (*)	0-0,037
Otros productos petrolíferos	0,8
Madera (*)	0

(*) Rango de valores medios anuales deducidos de la información, directa de planta o sector, disponible por tipo de proceso/sector

Comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial

En el inventario nacional, las discrepancias observadas entre ambos métodos son relativamente bajas, siendo sin embargo superado el 2%, en valor absoluto, en términos de CO₂ emitido (umbral a partir del cual IPCC solicita sea justificada la discrepancia) en el año 1995 con un porcentaje de -2,36%. En la tabla A4.3 se muestran las diferencias porcentuales tanto en términos de energía como de CO₂ emitido¹¹.

¹¹ Energía: cantidad de energía, expresada en términos de poder calorífico inferior (PCI), contenida en el combustible, que constituye la cantidad máxima liberada en un proceso de combustión completo; Emisiones de CO₂: emisiones derivadas del contenido de carbono contenido en el combustible, considerando una oxidación parcial del carbono en la combustión.

Tabla A4.3.- Diferencia enfoque de referencia vs. enfoque sectorial

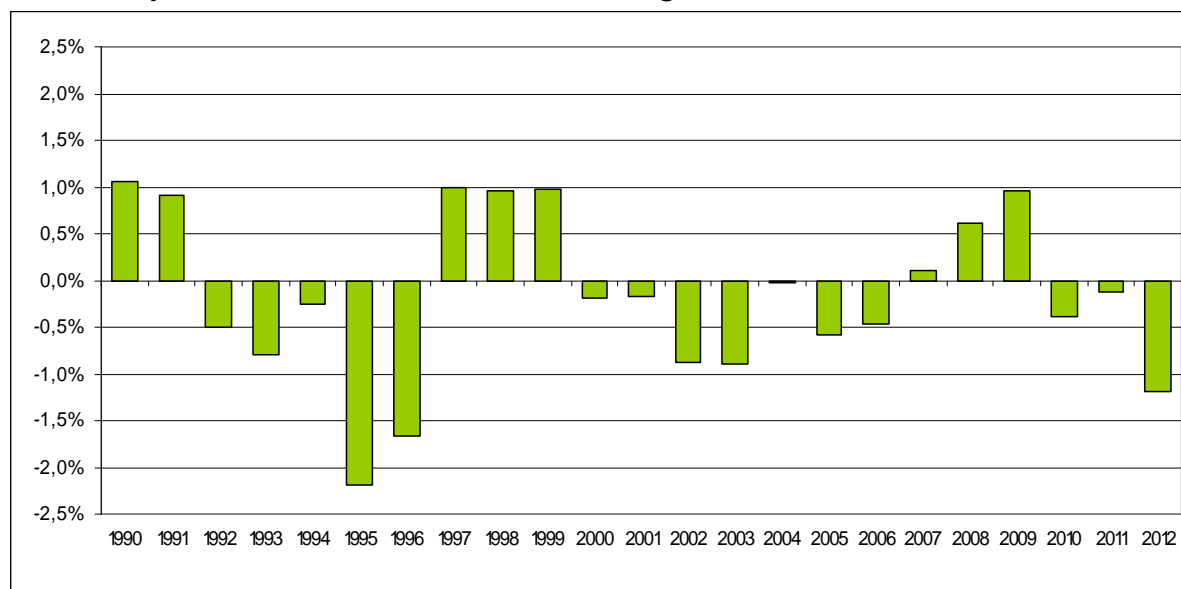
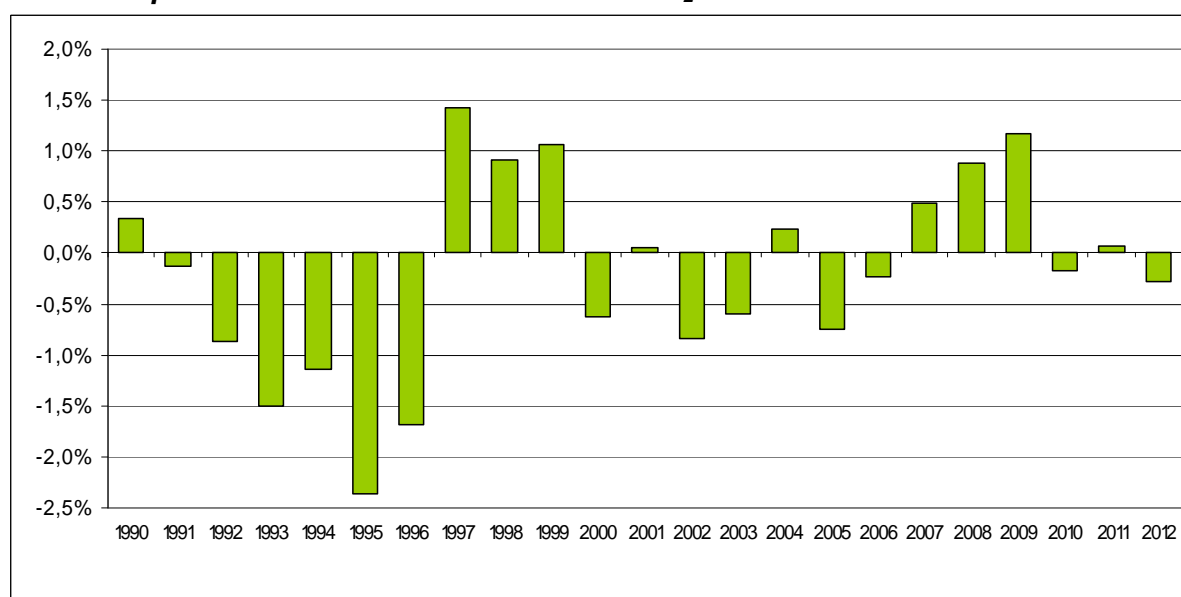
Año	Energía ⁽¹⁾	Emisiones CO₂ ⁽²⁾
1990	1,05	0,34
1991	0,91	-0,13
1992	-0,50	-0,86
1993	-0,79	-1,50
1994	-0,25	-1,14
1995	-2,19	-2,36
1996	-1,67	-1,68
1997	0,99	1,42
1998	0,95	0,91
1999	0,98	1,07
2000	-0,18	-0,62
2001	-0,17	0,06
2002	-0,88	-0,84
2003	-0,89	-0,59
2004	-0,02	0,23
2005	-0,58	-0,75
2006	-0,47	-0,24
2007	0,11	0,49
2008	0,62	0,89
2009	0,96	1,17
2010	-0,39	-0,17
2011	-0,13	0,07
2012	-1,20	-0,29

(1) Enfoque de referencia: consumo aparente energético resultado de descontar la parte empleada con fines no energéticos.

(2) Enfoque de referencia: emisiones asociadas al carbono total emitido efectivo (descuento del carbono almacenado en producto no energético)

En la figura A4.2 se representan las tasas de variación anuales de las estimaciones, energía y emisiones de CO₂, obtenidas con los dos enfoques (referencia vs. sectorial). Para el enfoque de referencia se han tomado los datos de consumo energético aparente excluyendo el uso no energético y las emisiones de CO₂ derivadas del carbono efectivo emitido¹².

¹² Carbono potencial efectivo exceptuando la parte almacenada en productos de uso no energético.

Figura A4.2.- Tasa de variación de la estimación**Diferencia porcentual en las estimaciones energéticas****Diferencia porcentual en las estimaciones de CO₂**

El examen del panel superior de la figura A4.2, relativo a consumos energéticos, evidencia una alternancia en el signo de las discrepancias entre enfoques, con porcentajes comprendidos entre -2,0% y 1,2%. Al realizar un análisis por grupos de combustibles se aprecia un comportamiento heterogéneo según el tipo de combustible examinado, siendo sin embargo una cualidad general la mayor dispersión respecto a los consumos totales en las diferencias anuales entre enfoques. En este punto cabe señalar por su significativa contribución a las diferencias globales, definiendo el signo o amortiguando las diferencias, en los últimos años del periodo, la serie correspondiente a los combustibles sólidos, cuyo

enfoque de referencia proporciona con carácter general a lo largo de toda la serie una estimación superior de consumo energético, que compensa, al menos parcialmente, las diferencias porcentuales negativas observadas en los combustibles líquidos en los periodos 1990-1996 y 2000-2006 o en los años 2010 y 2012. Por lo que respecta a los combustibles gaseosos, de escasa influencia en las variaciones globales, el examen de la serie de variaciones porcentuales revela que el enfoque de referencia ofrece una estimación del consumo anual esencialmente superior en los primeros años con una tendencia a la aproximación de la estimación con ambos enfoques.

En el panel inferior de la figura A4.2, correspondiente a las emisiones de dióxido de carbono, se presenta una evolución cíclica similar a la observada en las diferencias en los consumos energéticos (panel superior), con variaciones en este caso comprendidas entre -2,2% (año 1995) y 1,5% (año 1997). En una comparativa con el perfil de consumos diferenciada por grupos de combustibles, se aprecia una traslación vertical general de la curva hacia valores positivos en combustibles líquidos y gaseosos, incrementándose además la amplitud de los rangos de las diferencias porcentuales para éstos últimos, y en sentido contrario en el caso de los combustibles sólidos, que llegan a presentar subperiodos con diferencias negativas.

Cabe advertir que se realiza un tratamiento conceptualmente diferente, siguiendo los criterios expuestos en el CRF Reporter, para la energía y las emisiones de CO₂. Mientras en el primer caso se descuenta del consumo energético aparente íntegramente la energía consumida con fines no energéticos, en las emisiones, al eliminar del cómputo únicamente la parte de carbono almacenado, permanecen incluidas en el CRF las emisiones resultantes de procesos no combustivos por consumo de combustibles fósiles para uso no energético o materia prima e intermedias.

Las variaciones observadas en las estimaciones por ambos métodos se hayan justificadas por dos aspectos fundamentales: a) diferencias estructurales de los propios enfoques y b) consideraciones relativas a las variables y parámetros.

Diferencias estructurales entre los enfoques

En este grupo estarían, entre otros, englobados los puntos expuestos a continuación:

- a) Relación de combustibles: En el enfoque de referencia se contemplan únicamente los combustibles fósiles (gaseosos, líquidos y sólidos) disponibles en el año, relación que es extendida en el enfoque sectorial al incorporar, en algunos casos, en la categoría de 'Otros combustibles'¹³, residuos de productos no combustibles computados en otros años pero que con retardo en el tiempo aparecen como combustibles en forma de residuos industriales y/o domésticos (aceites usados o neumáticos utilizados como combustible y envases plásticos incinerados).
- b) Relación de actividades fuentes: En el proceso de comparación, el enfoque sectorial cubre las actividades de combustión encuadradas en la categoría IPCC 1A.

¹³ Vía cuestionarios el inventario nacional ha recopilado información de los consumos (principalmente neumáticos y aceites usados) en cementeras.

Por su parte, el enfoque de referencia, al asumir que el consumo disponible o aparente coincide con el consumo interior, las posibles pérdidas que pudieran ocurrir en la fase de distribución de ciertos combustibles (gas natural) se computan como consumo energético. Así, el enfoque de referencia incluye, parcialmente, las emisiones generadas por la categoría 1B (por ejemplo, por pérdidas en el transporte y distribución del gas natural, o en la apertura y extinción de hornos de coque).

Si bien el CRF Reporter facilita la opción de descontar tales emisiones mediante la inclusión de estas fuentes (en particular, de las fugas en distribución del gas natural) en el apartado *Materias primas e intermedias y uso no energético de combustibles*, se ha descartado esta alternativa al no estar comprendidas, por definición, dentro de esta categoría. Observando el balance del inventario nacional y las estimaciones efectuadas con el enfoque sectorial, esta cuestión se asume de poca relevancia en el total de emisiones y de consumo energético aparente nacional.

- c) Metodología de estimación de CO₂ emitido: En el enfoque de referencia se aplica un balance, con factores medios, de masa de carbono. Por su parte, no existe tal uniformidad en la técnica aplicada en el enfoque sectorial (balance de carbono, factores promedios basados en energía, emisiones medidas,...).

La elección de los poderes caloríficos y del contenido de carbono ponderados minimiza los efectos de este punto.

Algunas consideraciones asociadas a las variables y parámetros

- 1) Existencia de diferencias estadísticas en el balance de combustibles del inventario.
Diferencias negativas (consumo superior a las cantidades teóricamente disponibles de combustibles) podrían significar dobles contabilizaciones, motivando, caso de consumirse como materia prima o intermedia, o con uso no energético, una infravaloración de las estimaciones del enfoque de referencia al estar descontando los contenidos de carbono almacenados en los mismos. De la misma forma, si el consumo se efectuase con fines energéticos las emisiones del enfoque sectorial se sobrevalorarían al incrementar las emisiones asociadas a dicho combustible. Se asume de cierta trascendencia este factor para determinados combustibles, caso del gas natural.
- 2) Falta de información relativa al uso y ciclo de vida de productos no energéticos que permita determinar valores nacionales para las fracciones del carbón almacenado. Adicionalmente, en este punto cabe mencionar la reducida disponibilidad de datos relativos a combustibles que, en el proceso de manufactura de los productos no energéticos, además de actuar como componentes de los mismos poseen, parcialmente, fines energéticos (combustión).
- 3) Limitada información acerca de las características físico-químicas nacionales, tales como poderes caloríficos y contenidos de carbono, de materias primas.
- 4) La aplicación de valores por defecto para aquellos combustibles primarios cuyo consumo principal o exclusivo está destinado a su procesamiento y transformación en combustibles secundarios (caso del carbón coquizable y del crudo de petróleo)

podría ocasionar una aparente trasgresión en el principio de conservación de energía o de carbono en el proceso de conversión, divergencia que se proyecta a la comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial. Dado el elevado orden de magnitud de crudo procesado, la estimación con el enfoque de referencia resulta sumamente sensible a variaciones en los parámetros aplicados para el crudo de petróleo; así, se conjetura que dicha aproximación en el crudo podría constituir una de las principales fuentes de discrepancia entre los dos enfoques.

- 5) Consideración acerca de la aplicación de factores medios sectoriales (poderes caloríficos y contenidos de carbono) para el enfoque de referencia. La aproximación del cálculo en el enfoque de referencia con factores deducidos del enfoque sectorial produce ciertas discrepancias con este último enfoque a la hora del tratamiento de productos transferidos o reclasificados. Así, en el enfoque de referencia, para la conversión a términos de energía o de masa de carbono se aplican sobre las cantidades disponibles para consumo, previas a las posibles transferencias o reclasificaciones, las propiedades medias de los combustibles finalmente consumidos según la clasificación posterior por tipo de combustible.