

ANTORCHAS EN SIDERURGIA Y COQUERÍAS

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	09.02.04
CRF	2C1f
NFR	2C1

Descripción de los procesos generadores de emisiones

En esta ficha se incluyen las emisiones debidas a la incineración de gases en las antorchas de la siderurgia y coquerías. En las plantas siderúrgicas integrales su objetivo principal es el control de los posibles desequilibrios entre los flujos de entradas y salidas de las principales unidades de producción, principalmente hornos altos y hornos de producción de acero. En cuanto a las coquerías, las antorchas se utilizan como seguridad, para la quema de gases de coquería en el caso de eventuales averías o sobrepresiones en el circuito de dicho gas.

En cualquier caso, la pérdida de gases por antorcha es una disminución de eficiencia del proceso y se trata de evitar esta pérdida de energía por todos los medios. Por tanto, cuando se produce, en general, se debe a cuestiones de seguridad, ya que este tipo de gases suelen ser reutilizables en otros procesos.

En una coquería, la antorcha se encuentra integrada dentro del sistema de gas bruto, cuya función es la de conducir el gas de coque generado en los hornos de coque, a través de los tubos montantes, hasta las instalaciones de lavado de gas donde se procede a su depuración. Cuando no es posible realizar una extracción normal del gas bruto, se procede a quemar en la antorcha de emergencia este exceso de gas, con lo cual se evita el exceso de presión, que puede poner en riesgo la instalación y, a la vez, se evita la emisión directa del gas a la atmósfera.

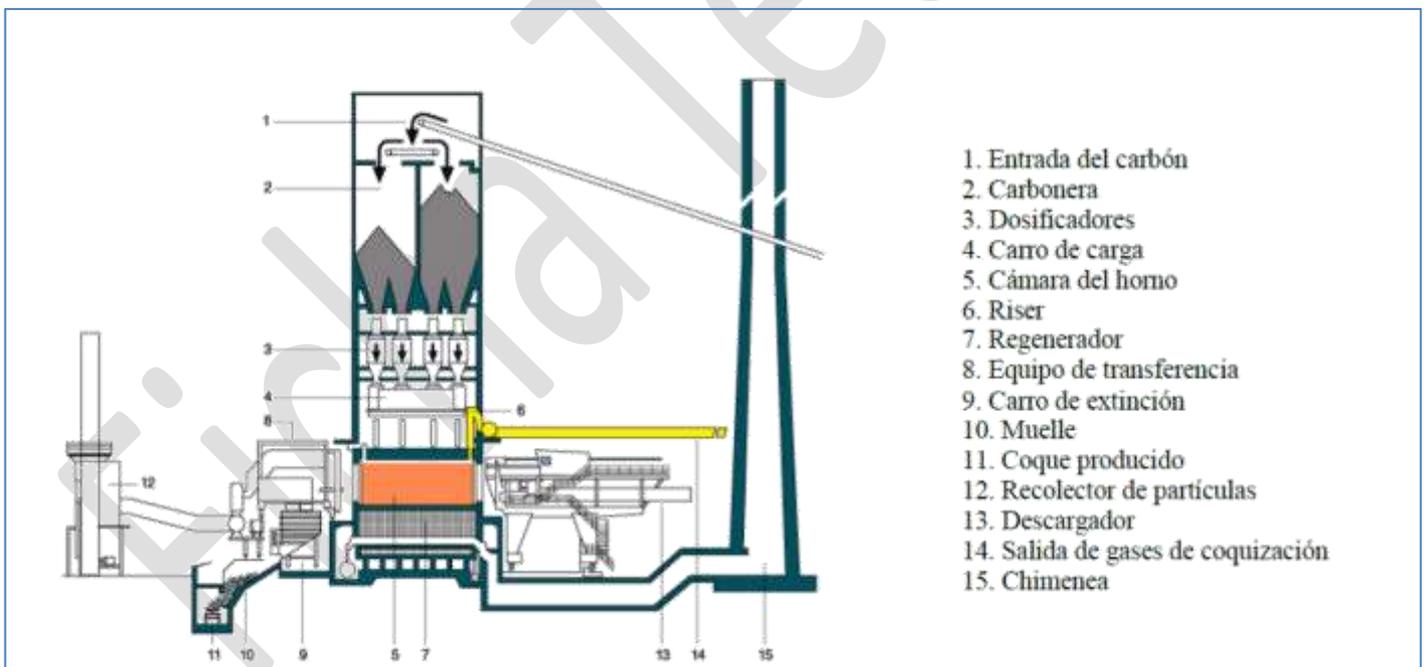


Figura 1. Esquema de un horno de coque con su antorcha (chimenea) (Fuente: imágenes de Google)

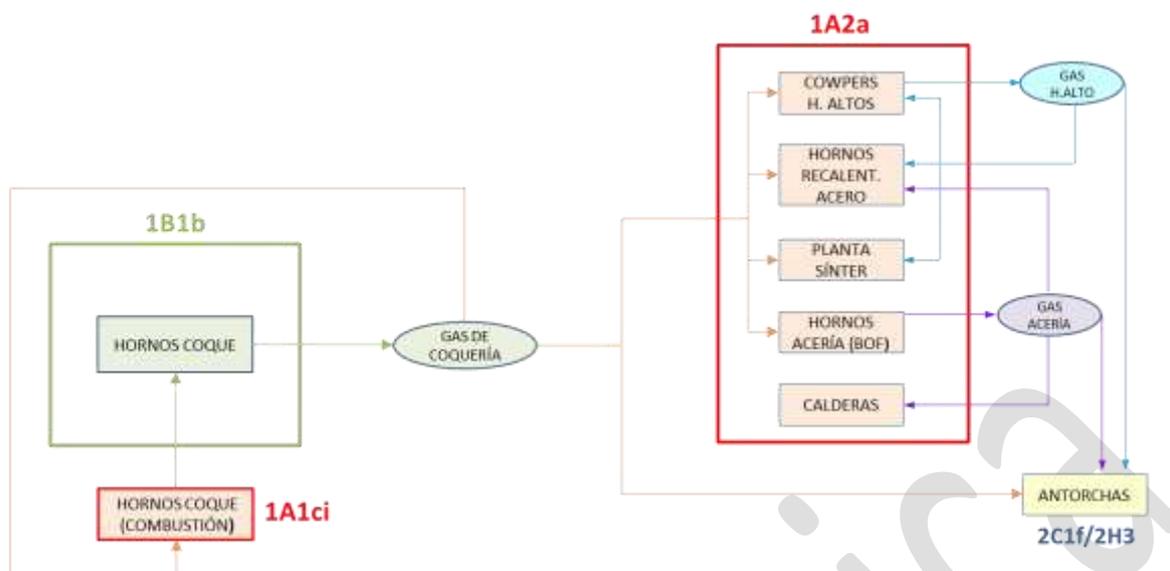


Figura 2. Esquema de proceso y su relación con otras actividades dentro de la industria siderúrgica

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
✓	✓	NA ¹	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

- *Notation Keys* correspondientes al último reporte a UNFCCC

Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado				Otros	Metales pesados prioritarios				Metales pesados adicionales				Contaminantes orgánicos persistentes					
NO _x	NM _{VOC}	SO ₂	NH ₃	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PAH	HCB	PCB	
-	-	✓	NE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

OBSERVACIONES:

- *Notation Keys* correspondientes al último reporte a CLRTAP
- Las celdas que no incluyen *Notation Key* son casos en los que se reportan emisiones en la categoría NFR correspondiente, pero no son atribuibles a esta actividad

Sectores del Inventario vinculados

Las actividades del Inventario relacionadas con la presente ficha metodológica son las siguientes:

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
01.04.06	1A1ci	1A1c	Plantas de transformación de combustibles sólidos
03.01.03	1A2a	1A2a	Combustión estacionaria industrial no específica
03.02.03			Cowpers de hornos altos

¹ Las emisiones procedentes de las antorchas han sido reportadas bajo la categoría 2C1f, a excepción de las de N₂O que ha sido necesario incluirlas en la categoría 2H3 (otros) por sugerencia del servicio de soporte del CRF Reporter, al no contemplar la aplicación la posibilidad de hacerlo en la categoría 2C1f.

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
03.03.01			Plantas de sinterización (combustión)
03.03.02	1A2a		Hornos de recalentamiento de hierro y acero (*)
03.02.05	1A2a/1A2b	1A2a/1A2b	Combustión en otros hornos sin contacto
04.02.01	1B1b	1B1b	Apertura y extinción de los hornos de coque
04.02.02	2C1b	2C1	Carga de hornos altos y coladas de arrabio
04.02.03			
04.02.06	2C1a		Hornos de oxígeno básico de las acerías
04.02.08	2C1f		Laminación de acero
04.02.09	2C1d		Plantas de sinterización (emisiones de proceso)

*: En esta actividad se han computado las emisiones de ciertas instalaciones auxiliares en los procesos de las plantas siderúrgicas integrales (acería LD, hornos altos, etc.), al no disponer en la nomenclatura SNAP de una actividad específica para estas instalaciones

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
Gases de efecto invernadero	T1/T2	IPCC 2006. Volumen 2. Capítulo 2	Las emisiones de CO ₂ se estiman mediante balance de masas, a partir de las características de los combustibles proporcionadas por las plantas. La estimación de las emisiones de CH ₄ y N ₂ O se ha realizado basándose en el método del factor de emisión por defecto
SO ₂	T2	Cuestionarios individualizados (IQ)	Las emisiones se estiman mediante balance de masas, a partir de las características de los combustibles proporcionadas por las plantas, salvo para las antorchas de las coquerías no emplazadas en plantas de siderurgia integral, en las cuales no se dispone de información sobre el contenido en azufre del gas de coquería y se ha tomado un valor de contenido en azufre del 0,3%

Una descripción más detallada de las metodologías de estimación de las emisiones mencionadas, se encuentra en las [Ficha Introductoria C](#).

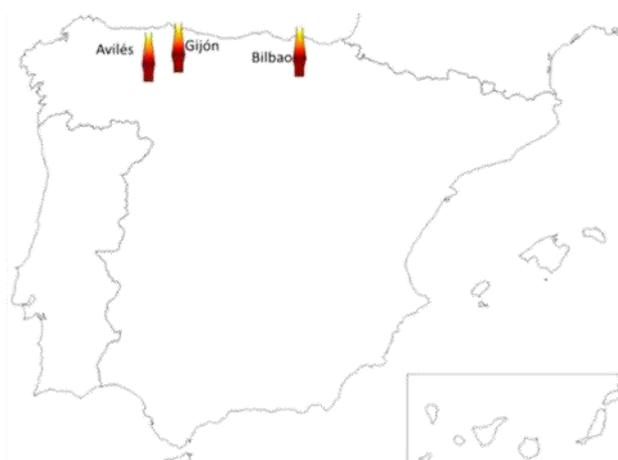
Variable de actividad

Variable	Descripción
Combustibles quemados en la antorcha	Volumen y composición de: gas de coquería, gas de horno alto, gas de acería, gas natural, GLP

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
1990-2017	Cuestionarios individualizados (en adelante IQ) facilitados por las plantas de siderurgia integral y las coquerías

Las plantas siderúrgicas integrales consideradas en el periodo se resumen en la siguiente figura.



Empresa	Nombre	Provincia	Observaciones
ARCELORMITTAL	Factoría de Avilés	Asturias	
	Factoría de Gijón	Asturias	
Altos Hornos de Vizcaya		Vizcaya	Cierre planta 1994

Figura 3. Distribución de las plantas siderúrgicas integrales en España (Fuente: Elaboración propia)

En la actualidad existen en España 3 coquerías, que se resumen en la siguiente figura (cabe mencionar que una de ellas está incluida en una planta de siderurgia integral). Si bien, únicamente Industrial Química del Nalón y PROFUSA han facilitado datos sobre antorchas en coquerías.



Empresa	Nombre	Provincia	Observaciones
ARCELORMITTAL	Factoría de Avilés	Asturias	
	Factoría de Gijón	Asturias	Cese actividad coquería en 2013
Altos hornos de Vizcaya		Vizcaya	Cierre planta 1994
Industrial Química del Nalón		Asturias	
Industrias DOY		Asturias	
PROFUSA		Vizcaya	Cierre planta en 2013

Figura 4. Distribución de las coquerías en España (Fuente: Elaboración propia)

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
SOx	CS	IQ	Se dispone de información sobre características de los combustibles, con contenido de S y PCI, que permiten recurrir a otros métodos de estimación que se detallan en la Ficha Introdutoria C (balance de masas)
CH ₄	D	IPCC 2006	Volumen 2. Capítulo 2, Tabla 2.3
CO ₂	CS	IQ	Se dispone de información sobre características de los combustibles, con contenido de C y PCI, que permiten recurrir a otros métodos de estimación que se detallan en la Ficha Introdutoria C (balance de masas)
N ₂ O	D	IPCC 2006	Volumen 2. Capítulo 2, Tabla 2.3

Observaciones: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); OTH: otros (del inglés "Other"); M: modelo (del inglés "Model"); IQ: cuestionario con información de las plantas

Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad a nivel de CRF 2C1 es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	5	4,9	<u>Variable de actividad:</u> Dado que la información procede de IQ, se considera que la incertidumbre tiene un valor bajo <u>Factor de emisión:</u> Se asume la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006.
CH ₄	5	4,9	
N ₂ O	5	275	

G: gaseosos; L: líquidos; S: sólidos; O: otros combustibles

La incertidumbre de esta actividad NFR 2C1 y es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
SO ₂	3,43	64	<u>Variable de actividad:</u> Dado que la información procede de IQ, se considera que la incertidumbre tiene un valor bajo <u>Factor de emisión:</u> Dado que estos factores de emisión proceden de un balance, la incertidumbre tiene un valor bajo

Coherencia temporal de la series

La serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas.

Observaciones

No procede.

Criterio para la distribución espacial de las emisiones

El Inventario recibe la información a nivel de planta por lo que las emisiones se asignan directamente a la provincia en la que se ubica cada planta.

Juicio de experto asociado

No procede.

Fecha de actualización

Octubre 2019.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Los datos de variable de actividad correspondiente, no se publican por razones de confidencialidad.

Ficha Técnica

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Antorchas en siderurgia

COMBUSTIBLE	SO ₂	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
	(g/GJ)	(g/GJ)	(kg/GJ)	(g/GJ)
Gas natural	-	1	56	0,1
GLP	-	1	63,56 - 65	0,1
Gas de coquería	100 - 531	1	41,08 - 45,01	0,1
Gas de horno alto	33,6	1	242,92 - 293,5	0,1
Gas de acería	-	1	181,30 - 199,94	0,1

IPCC 2006. Volumen 2, Capítulo 2, Tabla 2.3

Para el CO₂ y el SO₂ se reseña el rango de variación de los factores que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, Poder Calorífico Inferior (PCI)), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas

Antorchas en coquerías

COMBUSTIBLE	SO ₂	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
	(g/GJ)	(g/GJ)	(kg/GJ)	(g/GJ)
Gas de coquería	155 - 2001	1	44,4 - 44,7	0,1

IPCC 2006. Volumen 2, Capítulo 2, Tabla 2.3

Para el CO₂ y el SO₂ se reseña el rango de variación de los factores que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, Poder Calorífico Inferior (PCI)), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas

ANEXO III

Cálculo de emisiones

De forma general, para los procesos de combustión las emisiones se estiman de acuerdo con los factores de emisión (FE) y las variables de actividad (VA) reseñadas, siguiendo la siguiente fórmula:

$$Emisiones_{(i)} = VA_j \cdot FE_j$$

i = Contaminante

j = Combustible

VA = Consumo de combustible (GJ)

FE = Factor de emisión (t/GJ)

Lo que diferencia el cálculo es, básicamente, el modo de estimar los FE, que suele depender del contaminante y la tecnología empleada para la combustión.

Por otro lado, las emisiones de un determinado contaminante por parte de una instalación dada, serán el resultado de la suma de las emisiones calculadas de ese contaminante para cada combustible quemado en dicha instalación:

$$Emisiones\ totales_{(i)} = \sum Emisiones_{(i)}$$

Por lo que la expresión para calcular el total emitido de un contaminante dado, por parte de una instalación de combustión, será:

$$Emisiones\ totales_{(i)} = \sum_{j=1}^n VA_j \cdot FE_j$$

En este caso, se van a calcular las emisiones para el CO₂. Dado que son conocidas las características de los combustibles empleados, se procede al cálculo, mediante un balance como se especifica en la siguiente fórmula:

ALGORITMO DE ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂

$$FE_{CO_2} = 44/12 \cdot C_{comb} \cdot \varepsilon \cdot (1/H_U) \cdot 10^6$$

donde

FE_{CO_2} : factor de emisión especificado (g/GJ)

C_{comb} : ratio de carbono en el combustible (kg de C/kg de combustible)

ε : fracción de carbono oxidado

H_U : el poder calorífico inferior (en MJ por kg de combustible); equivalente al PCI (GJ/t)

Los valores de C_{comb} y de H_U deben ser tomados como específicos para cada tipo de combustible utilizado. El valor por defecto para la fracción de carbono oxidado (ε) es = 1, independientemente del tipo de combustible empleado, según especifica la Guía IPCC 2006 para Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Debe tenerse en cuenta que en la aplicación de la fórmula anterior se considera que todo el carbono oxidado se emite como CO₂ (CO₂ final). Este supuesto está de acuerdo con el planteamiento de las metodologías IPCC y EMEP/CORINAIR, y en consecuencia con ellas debe evitarse la doble contabilización que se produciría si se añadiera a la estimación de CO₂ así obtenida la conversión a CO₂ final de otros gases del Inventario que contienen carbono (NMVOC, CH₄, CO).

ANEXO IV

Emisiones

AÑO	SO ₂	CH ₄	CO ₂	N ₂ O
	(t)	(t)	(kt)	(t)
1990	149,84	2,80	672,41	0,28
1991	184,16	2,26	537,79	0,23
1992	220,92	2,23	522,62	0,22
1993	201,56	2,54	611,19	0,25
1994	146,21	2,60	630,47	0,26
1995	7,31	0,48	95,14	0,05
1996	21,95	1,16	239,75	0,12
1997	77,75	1,81	328,18	0,18
1998	125,13	2,17	353,58	0,22
1999	57,71	1,50	261,76	0,15
2000	50,05	1,10	174,42	0,11
2001	58,13	1,63	272,75	0,16
2002	43,61	1,44	265,85	0,14
2003	31,62	1,08	172,45	0,11
2004	55,38	0,63	72,33	0,06
2005	103,17	1,14	122,60	0,11
2006	127,33	0,97	104,53	0,10
2007	88,31	1,00	117,70	0,10
2008	118,13	1,11	118,18	0,11
2009	25,10	0,43	75,06	0,04
2010	126,79	1,67	322,48	0,17
2011	137,49	1,05	85,28	0,10
2012	160,11	2,16	353,53	0,22
2013	178,90	2,12	329,34	0,21
2014	264,02	4,11	709,78	0,41
2015	230,94	6,85	1.539,30	0,68
2016	194,93	5,54	1.250,57	0,55
2017	159,67	1,40	164,29	0,14