

LAMINACIÓN DE ACERO

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	04.02.08
CRF	2C1f
NFR	2C1

Descripción de los procesos generadores de emisiones

En esta ficha se describen los procesos que tienen lugar en la laminación de acero, así como los contaminantes asociados a esta actividad.

La laminación es el último paso en la fabricación del acero y consiste en la deformación plástica de los lingotes o semiproductos de acero. Se lleva a cabo en los denominados trenes de laminación, mediante la acción mecánica de dos rodillos que, girando a la misma velocidad y en sentidos contrarios, ejercen una presión que consigue una reducción de la sección transversal del material. La ductilidad del acero es mayor cuanto más elevada es su temperatura, distinguiéndose en consecuencia dos procesos:

- **Laminación en caliente** (temperaturas 1250° C y 800 °C): Los desbastes procedentes de la colada continua son introducidos en un horno y posteriormente llevados a un tren de cilindros laminadores que irán reduciendo su espesor y lo conformarán a un perfil determinado.
- **Laminación en frío** (temperatura ambiente): Se parte de las bobinas de bandas provenientes del laminado en caliente, las cuales, tras su paso por una línea de decapado con ácido sulfúrico para desprender el óxido formado y un lavado posterior, son introducidas en un tren laminador que reducirá su espesor de forma drástica, obteniendo chapas de hasta 0,1 mm. El acero obtenido por laminación en frío puede venderse con recubrimiento o sin él. Si éste es a base de estaño, el producto final se conoce como hojalata, si el recubrimiento es a base de zinc, el producto final será acero galvanizado.

El acero que se procesa en los trenes de laminación puede provenir tanto de la siderurgia integral, como de la ruta no integral (acería eléctrica)¹.

En la Figura 1 se muestra un esquema donde se representan los procesos de laminación y su relación con otros procesos dentro de la siderurgia.

¹ Se conoce como siderurgia integral a la planta industrial dedicada al proceso completo de producir acero a partir del mineral de hierro (hornos altos), mientras que la siderurgia no integral (acería eléctrica) utiliza como materia prima fundamental la chatarra férrea

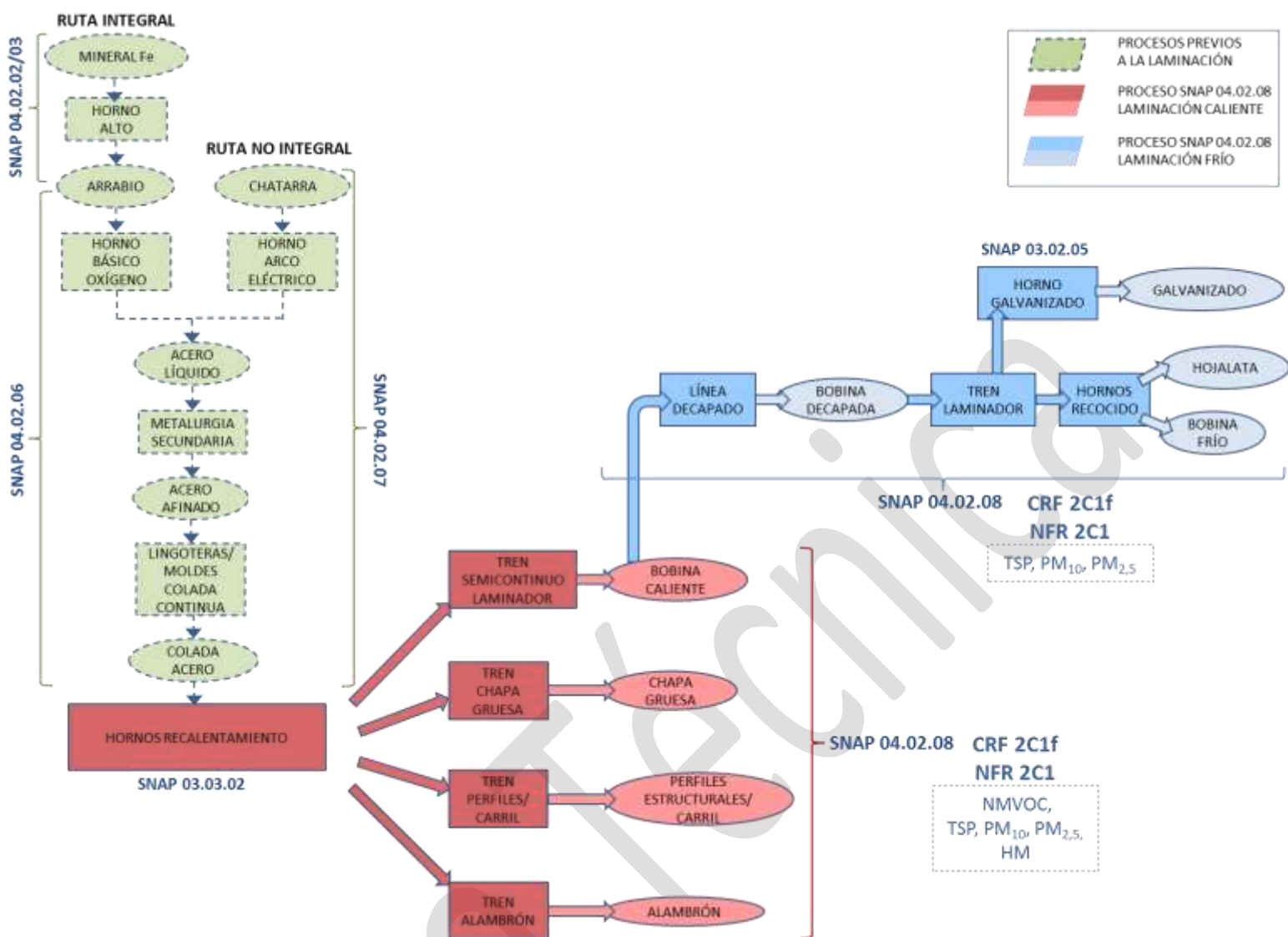


Figura 1. Diagrama de los procesos de laminación del acero y su relación con otras actividades de la siderurgia (Fuente: Elaboración propia)

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
-	-	NA	NA	NA	NA

OBSERVACIONES:

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

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	1A2	Combustión estacionaria industrial no específica
03.02.03	1A2a	1A2a	Cowpers de hornos altos
03.03.01	1A2a		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
04.02.09	2C1d		Plantas de sinterización (emisiones de proceso)
09.02.04	2C1f		Antorchas en siderurgia y coquerías

*: 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

Laminación del acero en caliente:

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
Laminación de acero en caliente			
NMVOG	T2	Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1	Aplicación de un factor de emisión por defecto a la producción de acero laminado en caliente
TSP	T2	IQ Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1	- Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia - Obtención de emisiones, multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea - Factor de emisión por defecto
PM ₁₀ , PM _{2,5}	T2	IQ Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1	- Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia - Obtención de emisiones, multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea - Aplicación de la relación entre factores de emisión de PM ₁₀ , PM _{2,5} y TSP propuesta en la Guía EMEP/EEA
As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	T2	IQ	- Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia - Obtención de emisiones, multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea
Laminación de acero en frío			
TSP	T2	Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1	Aplicación de un factor de emisión por defecto a la producción de acero laminado en frío
PM ₁₀ , PM _{2,5}	T2	Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1	Aplicación de la relación entre factores de emisión de PM ₁₀ , PM _{2,5} y TSP propuesta en la Guía EMEP/EEA

Variable de actividad

Variable	Descripción
Producción de acero laminado	Expresada en toneladas

Fuentes de información sobre la variable de actividad

En la actualidad existen en España 2 plantas de siderurgia integral y 26 de siderurgia no integral.

Siderurgia integral

Producción de acero laminado	
Periodo	Fuente
1990-2018	Cuestionarios individualizados (IQ) facilitados por las plantas de siderurgia integral existentes en España

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



Empresa	Nombre	Provincia	Observaciones
ARCELORMITTAL	Factoría de Avilés	Asturias	Laminación en caliente y frío
	Factoría de Gijón	Asturias	Laminación en caliente
Altos Hornos de Vizcaya		Vizcaya	Laminación en caliente (cierre de la planta en 1994)

Figura 2. Distribución de las plantas siderúrgicas integrales en España (Fuente: Elaboración propia)

Siderurgia no integral

Producción de acero laminado	
Periodo	Fuente
1990	Datos de plantas de siderurgia (no integral) tomados del "Informe sobre la Industria Española"
1991-1993	Datos de plantas de siderurgia (no integral) facilitados por MINETAD
1994-2018	Datos de plantas de siderurgia (no integral) facilitados por UNESID (Unión de empresas siderúrgicas)

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
Laminación de acero en caliente			
NMVOC	D	Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1. Tabla 3.22	Factor de emisión por defecto
TSP	CS/D	Concentraciones medidas en chimenea Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1. Tabla 3.22	<ul style="list-style-type: none"> - Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia - Obtención de emisiones, multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea - Factor de emisión por defecto
PM ₁₀ , PM _{2,5}	CS/D	Concentraciones medidas en chimenea Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1. Tabla 3.1	<ul style="list-style-type: none"> - Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia - Obtención de emisiones, multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea - Aplicación de la relación entre factores de emisión de PM₁₀, PM_{2,5} y TSP propuesta en la Guía EMEP/EEA
As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	CS	Concentraciones medidas en chimenea	<ul style="list-style-type: none"> - Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia - Obtención de emisiones, multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea
Laminación de acero en frío			
TSP	D	Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1. Tabla 3.21	Factor de emisión por defecto
PM ₁₀ , PM _{2,5}	D	Guía EMEP/EEA 2019 Capítulo 2C1. Tabla 3.1	Aplicación de la relación entre factores de emisión de PM ₁₀ , PM _{2,5} y TSP propuesta en la Guía EMEP/EEA
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 individualizado de las plantas			

Incertidumbres

La incertidumbre de esta actividad se calcula a nivel de NFR 2C1 y es la recogida en la siguiente tabla:

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
NMVOC	-	-	No estimada. El Inventario contempla en su estimación de incertidumbre total, aquellos sectores que más emiten hasta completar el 97% de las emisiones totales, quedando esta actividad y contaminantes fuera del cómputo. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres del reporte a CRLTAP
TSP, PM ₁₀ , PM _{2,5}	-	-	No estimada. El Inventario contempla en su estimación de incertidumbre total, aquellos sectores que más emiten hasta completar el 97% de las emisiones totales, quedando esta actividad y contaminantes fuera del cómputo. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres del reporte a CRLTAP
Metales pesados	-	-	No estimada. El Inventario contempla en su estimación de incertidumbre total, aquellos sectores que más emiten hasta completar el 97% de las emisiones totales, quedando esta actividad y contaminantes fuera del cómputo. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres del reporte a CRLTAP

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, bien directamente de las plantas en el caso de la siderurgia integral, bien de la asociación empresarial del sector en el caso de las plantas de siderurgia no integral.

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

Marzo 2020.

Ficha Técnica

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

La variable de actividad se muestra de forma conjunta para los dos procesos de laminación en caliente y laminación en frío por razones de confidencialidad.

Año	Producción acero laminado toneladas
1990	13.752.000
1991	13.865.928
1992	13.599.480
1993	14.253.085
1994	15.059.930
1995	14.183.179
1996	13.291.327
1997	15.658.775
1998	16.708.589
1999	17.375.968
2000	18.494.728
2001	18.557.278
2002	19.544.340
2003	19.232.891
2004	21.537.687
2005	20.584.918
2006	22.299.432
2007	22.677.465
2008	21.977.551
2009	16.832.182
2010	18.861.180
2011	17.933.842
2012	16.201.974
2013	16.820.312
2014	17.656.116
2015	17.848.710
2016	17.389.364
2017	18.068.430
2018	18.384.898

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Proceso laminación en caliente:

NMVO (g/t acero laminado)	TSP (g/t acero laminado)	PM ₁₀ (g/t acero laminado)	PM _{2,5} (g/t acero laminado)
7	9	5,4	4,2

Proceso laminación en frío:

TSP (g/t acero laminado)	PM ₁₀ (g/t acero laminado)	PM _{2,5} (g/t acero laminado)
96	57,6	44,8

ANEXO III

Cálculo de emisiones

Los cálculos de emisiones se realizan multiplicando los factores de emisión por la producción de acero laminado (en caliente o frío) para cada año:

$$Emisiones (t) = M_{al} * FE$$

A continuación se presenta un ejemplo de cálculo de emisiones de NMVOC. Por razones de confidencialidad se toma una planta cualquiera "y" para un año concreto "z":

$$Emisiones de NMVOC y, z (t) = 568.949 * 7 * 10^{-6} = 3,98 t$$

M_{cl} = Masa de acero producido (t)

FE = Factor de emisión (g NMVOC/t acero laminado en caliente)

ANEXO IV

Emisiones

AÑO	NMVOC	TSP	PM ₁₀	PM _{2,5}	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
	kt	t	t	t	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1990	0,077				0,77	0,77	1,55	0,77	0,26	38,70	1,55	0,15
1991	0,079				1,72	1,72	3,44	1,72	0,58	85,93	3,44	0,34
1992	0,077				3,56	3,56	7,11	3,56	1,21	177,82	7,11	0,71
1993	0,081				1,42	1,42	2,85	1,42	0,48	71,23	2,85	0,29
1994	0,085				1,40	1,40	2,79	1,40	0,47	69,82	2,79	0,28
1995	0,078				4,02	4,02	8,04	4,02	1,37	200,95	8,04	0,80
1996	0,071				11,18	11,18	22,35	11,18	3,80	558,78	22,35	2,24
1997	0,087				1,45	1,45	2,90	1,45	0,49	72,53	2,90	0,29
1998	0,093				0,16	0,16	0,32	0,16	0,05	8,02	0,32	0,03
1999	0,099				0,15	0,15	0,30	0,15	0,05	7,50	0,30	0,03
2000	0,103	481	88	72	0,57	0,57	1,13	0,57	0,19	28,25	1,13	0,11
2001	0,104	469	79	66	0,35	0,35	0,71	0,35	0,12	17,70	0,71	0,07
2002	0,111	479	76	64	0,19	0,19	0,37	0,19	0,06	9,32	0,37	0,04
2003	0,111	467	56	46	0,21	0,13	2,20	6,63	0,39	0,82	2,51	12,20
2004	0,124	510	63	51	0,09	0,05	0,95	2,88	0,17	0,35	1,09	5,29
2005	0,118	490	293	229	0,11	0,06	1,12	3,38	0,20	0,41	1,28	6,22
2006	0,128	525	314	246	0,05	0,03	0,53	1,60	0,09	0,20	0,60	2,94
2007	0,132	514	307	241	0,05	0,03	0,57	1,71	0,10	0,21	0,65	3,15
2008	0,128	493	300	236	0,03	0,01	0,26	0,79	0,05	0,10	0,30	1,45
2009	0,100	357	220	174	0,05	0,03	0,51	1,55	0,09	0,19	0,59	2,85
2010	0,109	438	268	212	0,06	0,04	0,66	2,00	0,12	0,25	0,75	3,68
2011	0,104	409	244	192	0,08	0,05	0,81	2,46	0,14	0,30	0,93	4,52
2012	0,093	394	234	185	0,11	0,06	1,13	3,42	0,20	0,42	1,29	6,30
2013	0,096	425	253	201	0,21	0,12	2,17	6,56	0,38	0,81	2,47	12,08
2014	0,098	475	284	226	0,13	0,07	1,30	3,94	0,23	0,48	1,49	7,25
2015	0,099	492	292	232	0,57	0,31	5,89	17,81	1,04	2,19	6,72	32,81
2016	0,094	494	295	234	0,11	0,06	1,08	3,27	0,19	0,40	1,23	6,03
2017	0,098	509	303	240	0,11	0,06	1,13	3,44	0,20	0,42	1,30	6,31
2018	0,100	502	299	236	0,10	0,06	1,08	3,28	0,19	0,40	1,24	6,03