

## HORNOS DE RECALENTAMIENTO DE HIERRO Y ACERO

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	03.03.02
CRF	1A2a
NFR	1A2a

### Descripción de los procesos generadores de emisiones

La laminación es el último paso en la fabricación del acero y consiste en reducir la sección transversal de los lingotes o semiproductos mediante presión, haciéndolos pasar entre dos rodillos que giran a la misma velocidad en sentidos contrarios. Este proceso requiere que los productos de entrada tengan una temperatura elevada, ya que así la ductilidad del acero es mayor. Por ello el paso previo es introducir los semiproductos de acero en los **hornos de recalentamiento**, que elevarán su temperatura hasta los 800 °C y 1250 °C.

El acero que se introduce en los hornos de recalentamiento puede provenir tanto de la siderurgia integral, como de la ruta no integral (acería eléctrica)<sup>1</sup>.

En las plantas integrales dichos hornos utilizan como combustible, bien una mezcla de gas de coquería y gas de horno alto generado en la misma factoría, o bien gas natural, fuelóleo o GLP (gases licuados del petróleo). En las instalaciones no integrales se utilizan combustibles adquiridos del exterior, gaseosos o líquidos (gas natural o fuelóleo).

En esta ficha se describen las emisiones procedentes de la combustión en los hornos de recalentamiento de hierro y acero. Las emisiones procedentes del proceso de laminación están recogidas en la ficha "Laminación de acero".

Se han computado asimismo en esta actividad 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.

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

---

<sup>1</sup> 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

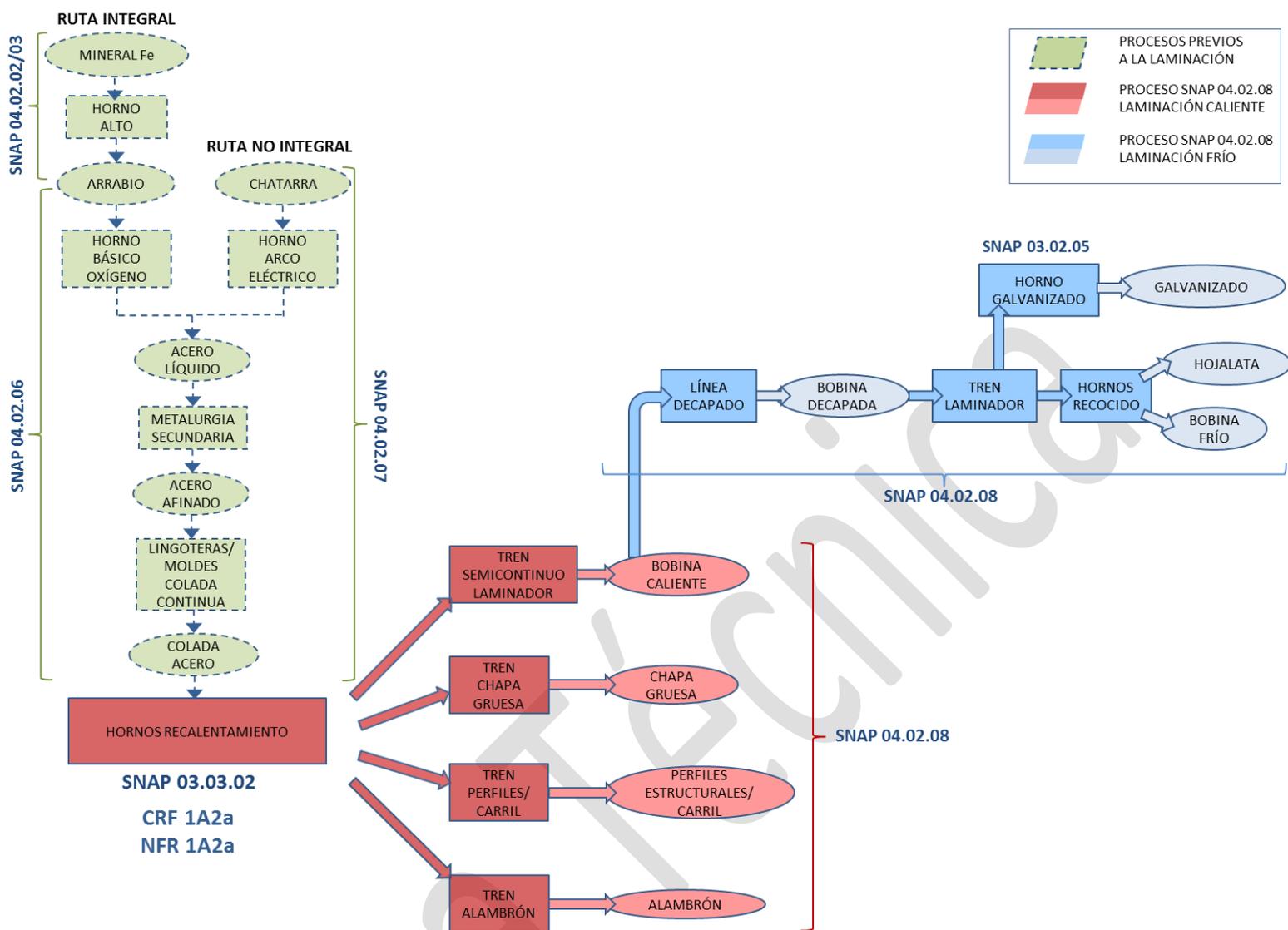


Figura 1. Diagrama de los procesos de laminación del acero y su relación con otras actividades de la siderurgia (Fuente: Elaboración propia)

## Contaminantes inventariados

### Gases de efecto invernadero

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFCs	PFCs	SF <sub>6</sub>
✓	✓	✓	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 <sub>x</sub>	NM <sub>10</sub>	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	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 Carga de hornos altos y coladas de arrabio
03.03.01	1A2a		Plantas de sinterización (combustión)
03.02.05	1A2a	1A2a	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			Hornos de oxígeno básico de las acerías
04.02.06	2C1a		Laminación de acero
04.02.08	2C1f		Plantas de sinterización (emisiones de proceso)
04.02.09	2C1d		
09.02.04	2C1f		Antorchas en siderurgia y coquerías

## Descripción metodológica general

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
CO <sub>2</sub>	T2	IQ	Balance de masas.
CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	T1	IPCC 2006. Volumen 2, Capítulo 2. Tabla 2.3	FE por defecto.
NO <sub>x</sub>	T3/ 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.
	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 1A2. Tabla 3-10	FE por defecto.
SO <sub>x</sub>	T2	EMEP/CORINAIR 2007 Capítulo B332	- FE por defecto. - FE calculados según el contenido en azufre del combustible empleado.
CO	T3/ 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.
	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 1A2. Tabla 3-10	FE por defecto.
NMVOC	T2	EMEP/CORINAIR 2007 Capítulo B332	FE por defecto.
TSP, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>	T2	CEPMEIP	FE por defecto.
As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se Zn	T2	EMEP/CORINAIR 2007 Capítulo B112	FE por defecto.
DIOX	T2	OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995), tabla 4.5.1	FE por defecto.
PCB	T2	EMEP/EEA 2019 Capítulo 1A2 Tabla 3.2	FE por defecto.

## Variable de actividad

Variable	Descripción
Consumo de combustible en los hornos de recalentamiento y otras instalaciones auxiliares (GJ)	Gas natural, gasoil, fuelóleo, GLP, gas de coquería, gas de horno alto, gas de acería.

## 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

Periodo	Fuente
1990-2019	Cuestionarios individualizados (IQ) facilitados por las plantas de siderurgia 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	
	Factoría de Gijón	Asturias	
Altos Hornos de Vizcaya		Vizcaya	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
1994-2019	Datos de plantas de siderurgia (no integral) facilitados por UNESID (Unión de empresas siderúrgicas)

## Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
<b>Siderurgia integral</b>			
CO <sub>2</sub>	CS	IQ	Balance de masas
CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	D	IPCC 2006. Volumen 2, Capítulo 2. Tabla 2.3	FE por defecto
NO <sub>x</sub>	CS	IQ	- Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia. - Obtención de emisiones multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea.
	D	EMEP/EEA 2019. Capítulo 1A2. Tabla 3-10	FE por defecto
SO <sub>x</sub>	D	EMEP/CORINAIR 2007 Capítulo B332	- FE por defecto
CO	CS	IQ	- Concentraciones medidas en chimenea en año de referencia. - Obtención de emisiones multiplicando las concentraciones de referencia por los caudales de salida en chimenea.
	D	EMEP/EEA 2019. Capítulo 1A2. Tabla 3-10	FE por defecto
NM VOC	D	EMEP/CORINAIR 2007 Capítulo B332	FE por defecto
TSP, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub>	D	CEPMEIP	FE por defecto
As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn	D	EMEP/CORINAIR 2007 Capítulo B112	FE por defecto
DIOX	D	OSPARCOM-HELCOM-UNECE (1995), tabla 4.5.1	FE por defecto
PCB	D	EMEP/EEA 2019 Capítulo 1A2 Tabla 3.2	FE por defecto
<b>Siderurgia no integral</b>			
CO <sub>2</sub>	CS	IQ	Balance de masas
CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	D	IPCC 2006. Volumen 2, Capítulo 2. Tabla 2.3	FE por defecto
CO	D	EMEP/EEA 2019. Capítulo 1A2. Tabla 3-10	FE por defecto
NO <sub>x</sub>	D	EMEP/EEA 2019. Capítulo 1A2. Tabla 3-10	FE por defecto
SO <sub>x</sub>	D	EMEP/CORINAIR 2007 Capítulo B332	FE por defecto
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 CRF 1A2 y es la recogida en la siguiente tabla:

Contaminante	Tipo de combustible	Inc. VA	Inc. FE	Descripción
		(%)	(%)	
CH <sub>4</sub>	-	5	233	<u>Variable de actividad</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.15. <u>Factor de emisión</u> : Se calcula con los intervalos de confianza de los factores de emisión de todos los combustibles que intervienen según la Guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.3 y se toma el valor mayor.
CO <sub>2</sub>	G	5	1,5	<u>Variable de actividad</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.15. <u>Factor de emisión</u> : Se asume la incertidumbre por el contenido de carbono a partir de la composición molar anual facilitada por la empresa transportista del gas.
CO <sub>2</sub>	L	10	3,2	<u>Variable de actividad</u> : Se calcula la incertidumbre propuesta en la guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.15. <u>Factor de emisión</u> : Incorpora la incertidumbre del contenido de carbono de acuerdo a la variabilidad de las características de los combustibles.

Contaminante	Tipo de combustible	Inc. VA	Inc. FE	Descripción
		(%)	(%)	
CO <sub>2</sub>	O	17,5	5	<u>Variable de actividad</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.15. <u>Factor de emisión</u> : Se deriva de la Guía IPCC 2006, Volumen 2, Capítulo 2 Combustión estacionaria, Tabla 2.15 por la heterogeneidad de combustibles en este grupo.
CO <sub>2</sub>	S	5	15,1	<u>Variable de actividad</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.15. <u>Factor de emisión</u> : Se calcula como promedio de las incertidumbres asociadas a las características para este tipo de combustible en fuentes puntuales, para las que se dispone de información directa de planta, como las propias de las fuentes de área, que son menos precisas.
N <sub>2</sub> O	-	5	275	<u>Variable de actividad</u> : Se asume la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.15. <u>Factor de emisión</u> : Se calcula con los intervalos de confianza de los factores de emisión de todos los combustibles que intervienen según la Guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.3 y se toma el valor mayor.

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

La incertidumbre de esta actividad a nivel de NFR 1A2a es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
NO <sub>x</sub>	3,48	1	<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 calcula con las incertidumbres agregadas de los factores de emisión propuestos en la Guía EMEP/EEA 2019.
SO <sub>x</sub>	35,7	4	<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 calcula con las incertidumbres agregadas de los factores de emisión propuestos en la Guía EMEP/EEA 2019.
NMVOC, PM <sub>2,5</sub>	-	-	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 contaminante fuera del cómputo. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres de los reportes a UNFCCC y CRLTAP.
PM <sub>10</sub> , TSP, BC, CO	-	-	Para estos contaminantes no se realizan análisis de incertidumbre. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres del reporte CRLTAP.

## Coherencia temporal de la serie

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

Noviembre 2021.

## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

La variable de actividad se muestra de forma conjunta para las plantas de siderurgia integral y no integral.

Año	Consumo combustibles
	GJ
1990	28.942.347
1991	28.903.324
1992	27.370.703
1993	27.709.439
1994	29.735.721
1995	28.933.423
1996	27.804.351
1997	30.856.177
1998	32.774.555
1999	35.063.349
2000	38.673.797
2001	39.708.895
2002	41.211.943
2003	38.195.015
2004	35.830.387
2005	34.647.731
2006	35.467.340
2007	36.524.364
2008	35.760.932
2009	27.525.874
2010	31.612.091
2011	30.928.415
2012	28.464.843
2013	28.358.050
2014	30.241.480
2015	29.324.287
2016	29.022.977
2017	28.914.475
2018	29.493.041
2019	28.788.373

## ANEXO II

### Datos de factores de emisión

	CH <sub>4</sub> g/GJ	N <sub>2</sub> O g/GJ
Gas nat	1	0,1
Fueloil	3	0,6
GLP	1	0,1
Gas coquería	1	0,1
Gas horno alto	1	0,1
Gas acería	1	0,1

	TSP g/GJ	PM <sub>10</sub> g/GJ	PM <sub>2,5</sub> g/GJ
Gas nat	0,2	0,2	0,2
Fueloil	50	40	35
GLP	0,2	0,2	0,2
Gas coquería	5	5	5
Gas horno alto	5	5	5
Gas acería	5	5	5

NOx (g/t acero)	CO (g/t acero)
170	65

	Pb g/t fuel	Cd g/t fuel	Hg g/t fuel	As g/t fuel	Cr g/t fuel	Cu g/t fuel	Ni g/t fuel	Se g/t fuel	Zn g/t fuel	DIOX ng/t
Fueloil	1	0,5	0,17	0,5	1	0,5	25	0,5	0,1	100

	Pb g/TJ	Cd g/TJ	Hg g/TJ	As g/TJ	Cr g/TJ	Cu g/TJ	Ni g/TJ	Se g/TJ	Zn g/TJ	PCB µg/GJ
Antracita	6	0,1	1,7	3,2	2,3	3,1	4,4	0,5	10,5	170

## ANEXO III

### Cálculo de emisiones

Las emisiones se calculan según diferentes métodos

- Balance estequiométrico de masas: aplicado al CO<sub>2</sub>.
- Obtención de la concentración de un contaminante en un año de referencia y cálculo de las emisiones multiplicando esa concentración por el caudal en chimenea cada año: aplicado a NO<sub>x</sub> y CO.
- Procedimiento de factor de emisión simple, empleando valores por defecto: aplicado a CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, NMVOC, CO, TSP, metales pesados, dioxinas y PCB.

Estos métodos se encuentran detalladamente explicados en la ["Ficha introductoria C"](#).

Ficha Técnica

## ANEXO IV

### Emisiones

AÑO	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	NM <sub>VOC</sub>	SO <sub>x</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	BC	CO	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Se	Zn	DIOX	PCB
	kt	t	t	t		t	t	t	t	t	t	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	ug	kg
1990	1.946	37,98	5,15	2.940		7.084					281	0,92	0,46	0,160	0,46	0,92	0,46	23,07	0,46	0,09	92,38	
1991	1.939	37,63	5,07	2.955		7.215					277	3,23	1,62	0,552	1,62	3,23	1,62	80,82	1,62	0,32	322,94	
1992	1.828	36,26	4,96	2.869		7.037					269	2,09	1,05	0,358	1,05	2,09	1,05	52,35	1,05	0,21	209,06	
1993	1.848	36,81	5,04	2.894		7.135					271	1,91	0,96	0,327	0,96	1,91	0,96	47,87	0,96	0,19	191,81	
1994	1.988	38,50	5,17	3.107		6.569					295	1,62	0,81	0,288	0,81	1,62	0,81	40,54	0,81	0,16	162,10	
1995	1.905	36,86	4,88	2.957		4.983					299	1,30	0,65	0,220	0,65	1,30	0,65	32,39	0,65	0,13	129,60	
1996	1.789	33,35	4,17	2.782		2.937					286	1,41	0,70	0,239	0,70	1,41	0,70	35,12	0,70	0,14	140,75	
1997	1.966	35,31	4,20	3.157		2.989					339	2,02	1,01	0,343	1,01	2,02	1,01	50,44	1,01	0,20	201,80	
1998	1.971	35,38	3,93	3.356		2.458					361	1,40	0,70	0,237	0,70	1,40	0,70	34,93	0,70	0,14	139,87	
1999	2.092	37,43	4,10	3.615		2.513					391	0,61	0,30	0,103	0,30	0,61	0,30	15,20	0,30	0,06	60,88	
2000	2.297	40,09	4,22	3.886		1.565	6,20	6,30	6,49		438	0,47	0,24	0,080	0,24	0,47	0,24	11,80	0,24	0,05	47,26	
2001	2.332	39,94	4,03	3.983		723	5,30	5,34	5,42		453	0,20	0,10	0,043	0,10	0,20	0,10	5,07	0,10	0,02	20,32	
2002	2.393	42,01	4,32	4.217		1.120	4,64	4,64	4,65		478	0,02	0,01	0,018	0,01	0,02	0,01	0,55	0,01	0,00	2,19	
2003	2.226	38,96	4,01	3.982		845	4,38	4,39	4,40		498	0,03	0,01	0,008	0,01	0,03	0,01	0,65	0,01	0,00	2,60	
2004	2.086	36,61	3,78	3.490		998	4,18	4,18	4,18		455			0,003								
2005	2.012	35,33	3,63	3.282		1.275	4,52	4,52	4,52		1.119			0,002								
2006	1.952	36,01	3,68	3.541		1.382	3,69	3,69	3,69		1.200			0,003								
2007	2.120	37,12	3,80	3.677		1.031	5,16	5,16	5,16		1.215			0,004								
2008	2.091	36,45	3,75	3.504		900	6,31	6,31	6,31		1.152			0,002								
2009	1.588	27,92	2,85	3.031		841	5,29	5,29	5,29		924			0,003								
2010	1.803	31,90	3,23	3.259		775	5,75	5,75	5,75		1.007			0,016								
2011	1.805	30,67	3,11	3.037		708	5,66	5,66	5,66		928			0,005								
2012	1.663	27,77	2,82	2.997		439	5,65	5,65	5,65		842			0,005								
2013	1.752	27,15	2,73	3.266		635	4,99	4,99	4,99		867			0,010								
2014	1.892	38,76	4,48	3.608		483	128,76	139,22	147,35	8,03	2.019	155,66	2,09	9,198	4,65	15,68	20,33	15,10	2,09	232,33		0,197
2015	1.799	31,88	3,47	3.279		502	57,46	61,92	65,40	3,43	1.392	66,49	0,89	3,965	1,98	6,70	8,68	6,45	0,89	99,24		0,084
2016	1.936	29,39	3,08	3.036	0,007	806	26,48	28,44	29,97	1,51	1.060	29,26	0,39	1,768	0,87	2,95	3,82	2,84	0,39	43,67		0,037
2017	1.672	33,08	3,99	3.195	0,714	1.167	28,30	47,54	78,33	5,32	984	4,62	0,08	1,334	2,46	1,77	2,39	3,39	0,38	8,08		0,131
2018	1.717	34,88	4,37	3.210	0,469	1.119	36,32	61,32	101,32	6,91	1.013	6,00	0,10	1,720	3,20	2,30	3,10	4,40	0,50	10,50		0,170
2019	1.931	32,90	4,05	3.023	0,957	598	29,75	50,11	82,70	5,63	962	4,89	0,08	1,416	2,61	1,87	2,53	3,58	0,41	8,55		0,138