

## FABRICACIÓN DE COBRE (EMISIONES DE PROCESO)

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	04.03.09
CRF	2C7
NFR	2C7a

### Descripción de los procesos generadores de emisiones

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

El cobre se obtiene mediante dos rutas que son complementarias, dado que la primera parte del mineral de cobre (obtención de cobre primario) y la segunda recicla los múltiples residuos de cobre al final de su vida útil (cobre secundario).

#### Proceso obtención cobre primario

La materia prima de la que se parte es el **concentrado de cobre**, un material de color casi negro que resulta de la trituración y tratamiento de los minerales extraídos de las minas. El cobre está generalmente presente en la naturaleza en porcentajes muy bajos (0,3-10%), pero, tras un tratamiento de molienda y flotación realizado en la propia mina, se consigue una concentración en torno al 25-30%. Este concentrado es lo que se envía a las fundiciones, donde tienen lugar los siguientes procesos:

- **Secado:** Se pasa el concentrado por los secadores de aire para quitarle la humedad.
- **Fusión instantánea:** Se introduce el concentrado junto con los fundentes en el horno flash y se inyecta oxígeno. Los productos resultantes son:
  - i. La mata, con una riqueza en cobre del 60% aproximadamente, está compuesta por sulfuros de cobre y otros elementos.
  - ii. Escorias pobres en cobre, contienen un 30-40% de hierro en forma de óxidos y silicatos. Se derivan a la planta de tratamiento de escorias para su aprovechamiento.
  - iii. Gases ricos en azufre, que se recupera y se envía a la planta de producción de ácido sulfúrico.
- **Convertidor:** En esta etapa se separa el cobre de los restos de azufre, hierro y otros metales presentes en la mata. Es un proceso fuertemente exotérmico y permite añadir materiales secundarios, como cobre reciclado, sin aporte adicional de combustible. Es habitual enriquecer con oxígeno el aire empleado en el proceso. El producto que resulta se conoce como cobre blíster y alcanza una riqueza en este metal del 99%. Las reacciones que tienen lugar se resumen a continuación:



- **Afino térmico:** Con este paso se persigue aumentar la pureza del cobre blíster mediante la eliminación del oxígeno (del orden de 0,5 %) y el azufre (del orden de 0,02%) que aún contiene. El proceso comienza con la fusión del blíster para, a continuación, oxidar el azufre con aire a presión insuflado a través de una tobera. Durante este proceso se genera óxido de cobre, que se reducirá, posteriormente, introduciendo gas natural a través de la misma tobera. La temperatura de operación del horno es de unos 1.250°C. El producto final es el ánodo de cobre, cuya pureza se eleva al 99,7%.
- **Afino electrolítico:** El objeto del proceso electrolítico es producir cátodos de cobre con un porcentaje de cobre aún mayor que el que contienen los ánodos. Para ello se emplean celdas en las que se disuelve electroquímicamente el cobre del ánodo que, a través de un líquido llamado electrolito, se deposita sobre el cátodo. Las impurezas quedarán en el fondo (lodo anódico), recuperándose las más valiosas, como los metales preciosos. Los cátodos de cobre obtenidos alcanzan una pureza del 99,99%.

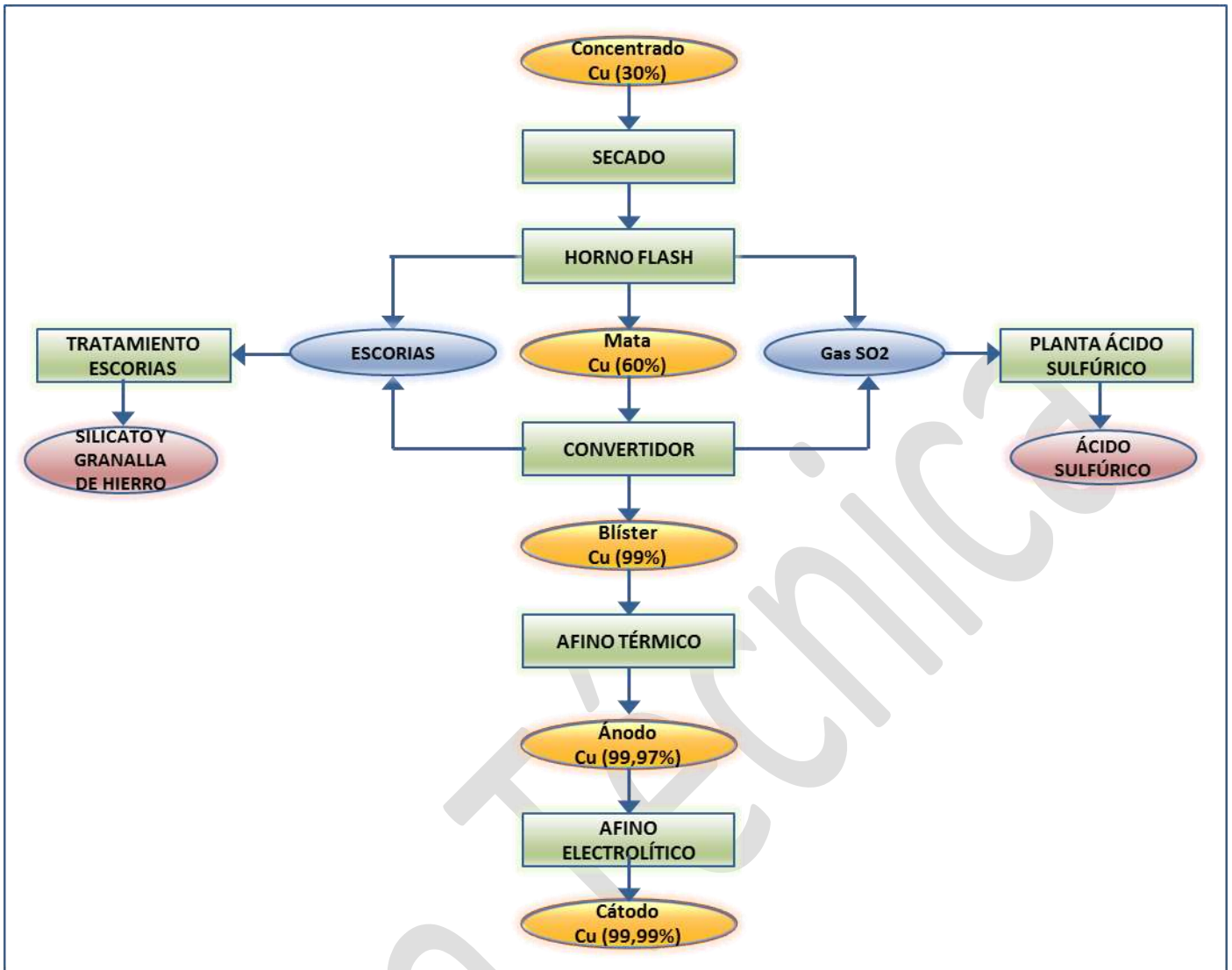


Figura 1. Esquema de producción primaria de cobre (Elaboración propia)

### Proceso obtención cobre secundario

La producción secundaria de cobre consiste en el reciclado a partir de chatarra, aleaciones de cobre (bronce, latón, etc.) y otros materiales que contienen cobre (en forma de cables, aparatos y motores eléctricos, máquinas, etc.). El contenido en cobre de estos materiales puede variar en un rango muy amplio, desde el 10 hasta casi el 100%. Los metales asociados, que deben ser eliminados, son principalmente zinc, plomo, estaño, hierro y níquel, así como ciertas cantidades de metales preciosos.

El proceso comienza con la recogida y posterior clasificación de las chatarras de cobre según su pureza; en función de su nivel, que se comprueba mediante análisis químicos, son enviadas a la fundición directamente (es el caso del cobre puro) o sometidas a tratamiento.

Los residuos que contienen óxidos se funden para formar ánodos, que luego se van a electrorrefinación para obtener el nivel de pureza deseado.

En algunas aleaciones, como el latón y el bronce, el residuo de cobre se funde y forma más aleaciones. En este caso, no se vuelve a refinar.

Si el residuo de cobre está mezclado con otros minerales, se evalúa la relación coste-beneficio del proceso de volver a refinarlo. Si esta relación es muy alta, como sucede en el caso de la lata y el níquel que sólo se pueden separar mediante electrorrefinación, el residuo de cobre se destina para fines no eléctricos, que no requieren altos niveles de pureza.

## 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	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				
NOx	NM VOC	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	NE	✓	NE	✓	✓	✓	✓	NA	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NA	✓	✓	NA	NA	✓

OBSERVACIONES:

Notation Keys correspondientes al último reporte a CLRTAP

## 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	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
03.03.04/05/06/07/08/09/10/22	1A2b	1A2b	Producción de metales no férricos (alúmina, aluminio secundario, cobre, plomo, zinc) (combustión)
04.04.01	2B10	2B10a	Producción de ácido sulfúrico (emisiones de proceso)

## Descripción metodológica general

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
<b>Cobre primario</b>			
SOx	T2/T3	IQ	1990-2008: FE promedio de los FEI del periodo 2009-2011 2009-2020: Emisiones medidas
TSP, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>	T2/T3	IQ	1990-2008: FE promedio de los FEI del periodo 2009-2011 2009-2020: Emisiones medidas
BC	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 2C7a. Tabla 3-2	FE por defecto
As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	T2/T3	IQ	1990-2008: FE promedio de los FEI del periodo 2009-2011 2009-2020: Emisiones medidas
Cr, DIOX	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 2C7a. Tabla 3-2	FE por defecto
<b>Cobre secundario</b>			
SOx	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 2C7a. Tabla 3-3	FE por defecto
TSP, PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , BC	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 2C7a. Tabla 3-3	FE por defecto
As, Cd, Cu, Ni, Pb	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 2C7a. Tabla 3-3	FE por defecto
DIOX, PCB	T2	EMEP/EEA 2019. Capítulo 2C7a. Tabla 3-3	FE por defecto

## Variable de actividad

Variable	Descripción
Producción de cobre	Expresada en toneladas

## Fuentes de información sobre la variable de actividad

Periodo	Fuente
<b>Producción primaria de cobre</b>	
1990 y 1994-2020	IQ de la única planta de producción primaria de cobre
1991-1993	SGIBP-MINER (Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso- Ministerio de Industria y Energía)
<b>Producción secundaria de cobre</b>	
2000, 2001, 2004	MITYC
2002-2003	Datos de 2001
2005-2010	UNICOBRE (Unión Nacional de Industrias del Cobre)
2011-2020	Anuario de Minerales del U.S. Geological Survey

En la actualidad existe en España una única planta de producción de cobre primario.



Empresa	Localidad	Provincia	Producto
ATLANTIC COPPER	Huelva	Huelva	Cobre primario

Figura 2. Ubicación de la única planta productoras de cobre primario en España (Fuente: Elaboración propia)

## Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
<b>Cobre primario</b>			
SOx	CS	IQ	1990-2008: FE promedio de los FEI del periodo 2009-2011
Partículas	CS	IQ	1990-2008: FE promedio de los FEI del periodo 2009-2011
BC	D	EMEP/EEA 2019	Capítulo 2C7a, Tabla 3-2
As, Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	CS	IQ	1990-2008: FE promedio de los FEI del periodo 2009-2011
Cr, DIOX	D	EMEP/EEA 2019	Capítulo 2C7a, Tabla 3-2
<b>Cobre secundario</b>			
SOx	D	EMEP/EEA 2019	Capítulo 2C7a, Tabla 3-3
TSP, PM10, PM2,5, BC	D	EMEP/EEA 2019	Capítulo 2C7a, Tabla 3-3
As, Cd, Cu, Ni, Pb	D	EMEP/EEA 2019	Capítulo 2C7a, Tabla 3-3
DIOX, PCB	D	EMEP/EEA 2019	Capítulo 2C7a, Tabla 3-3

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 NFR 2C7a es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
SO <sub>2</sub>	5	2	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 5%, al tratarse de información directa de las plantas <u>Factor de emisión</u> : se sitúa en el 2%, por tratarse de información directa de las plantas
PM <sub>2,5</sub> , BC	-	-	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 del reporte a CRLTAP
TSP, PM <sub>10</sub>	-	-	
Metales pesados	-	-	Para estos contaminantes no se realizan análisis de incertidumbre. Para más información consultar la metodología para el cálculo de incertidumbres del reporte CRLTAP
DIOX, PCB	-	-	

### 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 o de la asociación que las representa.

### Observaciones

No procede.

### Criterio para la distribución espacial de las emisiones

El Inventario recibe la información del cobre primario a nivel de planta, por lo que las emisiones se asignan directamente a la provincia en la que se ubica dicha planta. En cuanto al cobre secundario, la información ha sido tratada al nivel de área y la desagregación provincial de la misma se ha realizado basándose en datos porcentuales de producción suministrados por la SGBP-MINER (Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso- Ministerio de Industria y Energía).

### Juicio de experto asociado

No procede.

### Fecha de actualización

Junio 2022.

Ficha Técnica

## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

Año	Producción de cobre (toneladas)
1990	170.600
1991	189.900
1992	179.117
1993	179.200
1994	185.156
1995	165.023
1996	285.066
1997	333.497
1998	327.373
1999	326.022
2000	323.586
2001	305.013
2002	323.026
2003	315.283
2004	250.275
2005	308.215
2006	290.416
2007	283.464
2008	296.211
2009	278.971
2010	274.011
2011	274.741
2012	320.212
2013	238.278
2014	304.103
2015	303.122
2016	306.861
2017	281.428
2018	293.071
2019	281.968
2020	285.904

## ANEXO II

### Datos de factores de emisión

COMBUSTIBLE	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	BC	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Zn	DIOX	PCB
	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	% PM <sub>2,5</sub>	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	g/t cobre	µg-I-TEQ/t cobre	µg/t cobre
Producción primaria de cobre	7370	93,1	121	356	0,1	14	0,56	0,17	4	21	34	0,87	8	0,01	-
Producción secundaria de cobre	1320	190	250	320	0,1	24	2,3	-	2	-	28	0,13	-	50	3,7

Cobre primario: BC, Cr, DIOx: EMEP/EEA 2019, Capítulo 2C7a, Tabla 3-2

Resto contaminantes (1990-2011): Factores emisión implícitos promedio del periodo 2009-2011

Cobre secundario: EMEP/EEA 2019, Capítulo 2C7a, Tabla 3-3

## ANEXO III

### Cálculo de emisiones

Se incluye, a modo de ejemplo de estimación de emisiones, las correspondientes al cromo para el año 2020.

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

$$Emisiones_{(Cr)} = \sum_i MP \cdot FE$$

*MP* = Producción de cobre (t)

*FE* = Factor de emisión (kg/t cobre)

Para el año 2020 los datos de cobre producido, así como las emisiones finales que se generan durante su producción, son:

	Cantidad de cobre (t)	FE Cr (kg/t cobre)	EMISIONES Cr (kg)
Producción secundaria de cobre	275.904	0,021	5.794



## ANEXO IV

### Emisiones

AÑO	SO <sub>2</sub>	PM <sub>2,5</sub>	PM <sub>10</sub>	TSP	BC	Pb	Cd	Hg	As	Cr	Cu	Ni	Zn	DIOX	PCB
	t	t	t	t	t	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	g	kg
1990	962	21	27	59	0,021	2.876	181	21	585	2.559	5.508	112	975	2,4	0,00018
1991	1.209	21	27	66	0,021	2.974	162	27	697	3.326	6.267	142	1.267	1,6	0,00012
1992	1.140	20	26	63	0,020	2.805	153	26	657	3.137	5.912	134	1.195	1,5	0,00011
1993	1.141	20	26	63	0,020	2.806	153	26	657	3.139	5.914	134	1.196	1,5	0,00011
1994	1.198	20	26	65	0,020	2.867	152	27	686	3.311	6.130	141	1.261	1,4	0,00010
1995	1.030	18	24	58	0,018	2.618	146	23	599	2.820	5.426	121	1.074	1,5	0,00011
1996	1.880	30	39	100	0,030	4.357	224	43	1.067	5.219	9.473	221	1.988	1,8	0,00014
1997	2.196	35	46	117	0,035	5.102	263	50	1.247	6.094	11.079	258	2.322	2,2	0,00016
1998	2.195	34	44	115	0,034	4.943	247	50	1.238	6.119	10.915	258	2.331	1,8	0,00013
1999	2.206	33	44	115	0,033	4.889	240	50	1.239	6.164	10.890	260	2.348	1,6	0,00012
2000	2.181	33	44	114	0,033	4.867	241	50	1.227	6.088	10.800	257	2.319	1,7	0,00013
2001	2.097	31	40	108	0,031	4.520	215	48	1.170	5.880	10.220	247	2.240	1,3	0,00009
2002	2.229	32	42	114	0,032	4.772	226	51	1.242	6.259	10.833	263	2.384	1,3	0,00009
2003	2.172	32	41	111	0,032	4.664	221	50	1.211	6.096	10.570	256	2.322	1,3	0,00009
2004	1.687	26	34	88	0,026	3.764	186	39	949	4.710	8.353	199	1.794	1,3	0,00010
2005	2.126	31	40	109	0,031	4.555	216	49	1.185	5.969	10.335	251	2.274	1,2	0,00009
2006	1.979	30	39	102	0,030	4.333	210	45	1.108	5.537	9.714	233	2.109	1,3	0,00010
2007	1.923	29	38	100	0,029	4.243	207	44	1.079	5.377	9.473	227	2.049	1,4	0,00010
2008	1.963	31	41	104	0,031	4.510	230	45	1.112	5.458	9.853	231	2.079	1,8	0,00013
2009	1.781	26	34	115	0,026	4.352	94	66	1.458	5.648	11.007	155	3.518	0,5	0,00004
2010	1.919	34	44	108	0,034	4.234	143	66	1.032	5.355	11.562	138	1.232	1,0	0,00007
2011	2.081	23	29	70	0,023	3.303	313	3	802	5.314	5.052	384	1.295	1,1	0,00008
2012	1.873	23	31	67	0,023	2.021	210	3	603	6.199	5.173	186	2.964	1,3	0,00009
2013	1.180	17	22	49	0,017	1.261	132	2	448	4.710	2.662	141	1.100	0,7	0,00005
2014	1.336	9	12	33	0,009	1.004	97	3	410	6.176	3.775	98	825	0,5	0,00004
2015	1.265	11	15	39	0,011	609	56	3	308	6.156	4.414	57	487	0,5	0,00004
2016	1.344	11	15	35	0,011	833	67	3	350	6.234	4.761	29	846	0,5	0,00004
2017	1.281	9	12	32	0,009	511	82	3	354	5.700	5.035	53	648	0,5	0,00004
2018	1.519	10	14	39	0,010	663	62	4	307	5.944	3.896	56	780	0,5	0,00004
2019	1.435	9	12	38	0,009	557	45	4	243	5.711	3.514	44	558	0,5	0,00004
2020	1.244	9	11	33	0,009	445	36	3	210	5.794	3.365	225	470	0,5	0,00004