

PRODUCCIÓN DE SILICIO (EMISIONES DE PROCESO)

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	04.03.03
CRF	2C7
NFR	2C7c

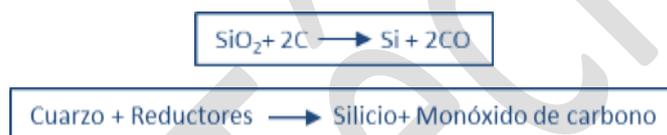
Descripción de los procesos generadores de emisiones

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

La producción de silicio metalúrgico está muy relacionada con las ferroaleaciones debido a que su proceso productivo es bastante similar al de fabricación del ferrosilicio.

El silicio metal encuentra su uso principal en la industria del aluminio y la química. También se emplea en la industria electrónica, así como en la fabricación de paneles fotovoltaicos, aunque para estos fines requiere de ulteriores procesos de purificación. Recientemente, se ha empezado a utilizar en el sector de la cerámica técnica, como componente estético en la elaboración de encimeras.

El silicio es el segundo componente más abundante en la corteza terrestre y se encuentra en la naturaleza combinado con oxígeno en forma de cuarcita, que es en un 90% óxido de silicio (SiO₂); por ello, para su obtención, es preciso someterlo a un proceso de reducción con carbono en un horno de arco eléctrico a muy altas temperaturas. La secuencia de reacciones químicas que se producen se puede resumir como sigue:



Materias primas:

- **CUARZO:** Es la materia prima base y se extrae de yacimientos nacionales.
- **REDUCTORES:** Se utilizan hulla, coque y madera troceada (biocarbono). El carbono de estos agentes es capaz de unirse al oxígeno y liberar el silicio, generando monóxido de carbono en el proceso que, posteriormente, puede convertirse en CO₂.
- **FUNDENTES:** Se emplea fundamentalmente caliza. Su función principal es ayudar a disminuir el punto de fusión de la mezcla, así como formar una escoria que recoja las impurezas, haciendo que esta sobrenade por encima del material fundido y se pueda eliminar fácilmente. Además de las emisiones procedentes de los agentes reductores y electrodos, la calcinación de la caliza da lugar a CO₂ por descarbonatación.

Los productos resultantes son:

- **SILICIO:** Es el producto principal, se clasifica por calidades en función de su contenido en impurezas, principalmente aluminio, calcio, hierro, fósforo y titanio. Los destinos más importantes son las industrias del aluminio y la química, para la obtención de aleaciones ligeras y siliconas, respectivamente.
- **SILICIO DE BAJA LEY:** Es un subproducto generado en el proceso y está constituido por cuarzo que alcanzó la fusión pero que no llegó a reaccionar en los hornos. Por su composición y características tiene interés como aditivo para otros procesos, como abrasivo o para producir refractarios especiales.
- **HUMO DE SÍLICE O MICROSÍLICE:** Es otro subproducto y se origina como consecuencia de reacciones secundarias durante la obtención del silicio. Forma parte mayoritaria de los humos que son captados en los filtros de mangas. Contiene más de un 90% de sílice amorfa y se presenta en forma de finísimas partículas esféricas submicrónicas. Es un material con marcado carácter puzolánico, idóneo como adición para preparar morteros y hormigones de altas prestaciones, ya que les confiere elevada resistencia mecánica, gran impermeabilidad y resistencia a ataques químicos. También tiene aplicación en la producción de fibrocementos, en la fabricación de refractarios y como soporte en la producción de pigmentos.

A continuación se presenta un esquema que ilustra el proceso productivo del silicio metal:

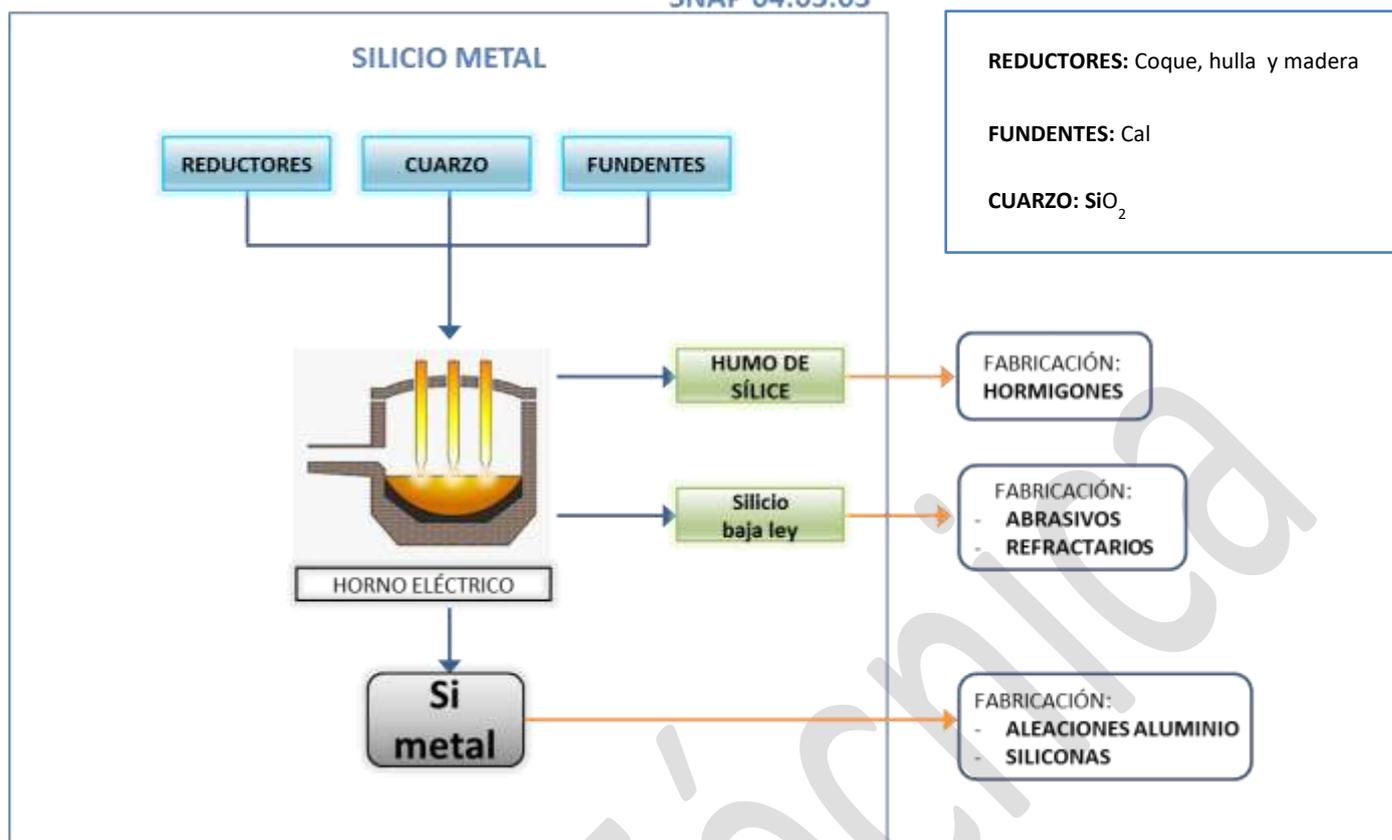


Figura 1. Proceso productivo del silicio metal (elaboración propia)

En España el proceso tipo más utilizado es el de reducción en **horno eléctrico de arco sumergido**, dotado de electrodos de acción conjunta.

Para el cálculo de emisiones de CO₂ se adopta, a efectos prácticos, el método del equilibrio de masas, en el cual todo el CO emitido se declara como CO₂.

Es necesario señalar que las emisiones de CO₂ derivadas del empleo de biocarbón (carbón vegetal y madera) como agente reductor no se contabilizan en el reporte.

Contaminantes inventariados

Gases de efecto invernadero

CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆
✓	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					
NO _x	NM _{VO} C	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	
NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	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 CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
04.03.02	2C2	2C2	Fabricación de ferroaleaciones
04.03.02	2B5a	2B5	Producción de carburo de silicio

Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
CO ₂	T2	IQ	Balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a la planta, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas, la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas

Variable de actividad

Variable	Descripción
Producción de silicio metal	Expresada en toneladas

Fuentes de información sobre la variable de actividad

Producción de acero	
Periodo	Fuente
1990-2018	Cuestionarios individualizados (IQ) facilitados por la planta productora

En la actualidad existe en España una única planta productora de silicio metal.



Empresa	Nombre	Provincia	Observaciones
FERROATLÁNTICA	Sabón	A Coruña	Silicio metal

Figura 2. Situación de la planta productora de silicio metal en España (elaboración propia)

Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Tipo	Fuente	Descripción
CO ₂	CS	IQ	Se realiza el balance de carbono con la información facilitada por la planta, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las materias entrantes, la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas. Las emisiones de CO ₂ se derivan de la masa de este carbono diferencial elevada a la ratio 44/12

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 a nivel de CRF 2C7 es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	5	5	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 5%, al tratarse de información directa de la planta <u>Factor de emisión</u> : se sitúa en el 5%, por ser los datos de contenido en carbono de los materiales proporcionados por las plantas (Guía IPCC 2006, volumen 3, capítulo 4, epíg. 4.3.3.1)

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 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

Junio 2020.

ANEXO I

Datos de la variable de actividad

Los datos de variable de actividad correspondientes no se muestran por razones de confidencialidad.

Ficha Técnica

ANEXO II

Datos de factores de emisión

Los datos de factores de emisión correspondientes no se muestran por razones de confidencialidad.

Ficha Técnica

ANEXO III

Cálculo de emisiones

No procede.

Ficha Técnica

ANEXO IV

Emisiones

AÑO	CO ₂ kt
1990	59,96
1991	43,47
1992	30,37
1993	54,79
1994	67,66
1995	93,57
1996	101,95
1997	98,69
1998	103,65
1999	156,05
2000	144,63
2001	144,74
2002	144,43
2003	145,19
2004	161,48
2005	176,39
2006	164,34
2007	173,69
2008	181,97
2009	61,70
2010	156,03
2011	180,93
2012	152,22
2013	157,35
2014	161,78
2015	149,40
2016	137,92
2017	106,12
2018	113,52