

## PRODUCCIÓN DE CLORO (EMISIONES DE PROCESO)

ACTIVIDADES CUBIERTAS SEGÚN NOMENCLATURA	
NOMENCLATURA	CÓDIGO
SNAP 97	04.04.13
CRF	-
NFR	2B10a

### Descripción de los procesos generadores de emisiones

El cloro es un elemento químico, que en condiciones normales y en estado puro, forma dicloro, que es un gas tóxico amarillo-verdoso de olor desagradable. Es un elemento abundante en la naturaleza, aunque allí no se encuentra en estado puro sino combinado con otros elementos formando principalmente sales iónicas, como es el caso del cloruro sódico y cálcico.

El cloro comercial es un producto ampliamente utilizado en distintos usos, tanto domésticos como industriales. Entre otras aplicaciones, se utiliza en la fabricación de PVC, en el tratamiento de agua potable y piscinas, en el tratamiento de aguas residuales, en la fabricación de solventes clorados y agroquímicos y como intermediario en la producción de poliuretanos. También en la obtención de diversos productos químicos como anticoagulantes, lubricantes, líquidos de frenos, fibras de poliéster entre otros. Su uso como materia prima en procesos de producción también se da, como por ejemplo en la producción de ácido clorhídrico, etc.

La fabricación de cloro se realiza mediante la electrolisis de una solución salina y está integrada en la denominada industria cloro-álcali. Otros productos generados son la sosa caustica y el hidrógeno.

La reacción química que se produce es:



Principalmente existen tres tecnologías en función de la celda electrolítica utilizada:

- *celdas de diafragma*, utilizadas por casi el 10% de las industrias europeas
- *celda de amalgama de mercurio*, en la Unión Europea, desde 2017 está prohibido el uso de esta tecnología, en aplicación de la Directiva de emisiones industriales<sup>1</sup> y su Decisión de Ejecución (2013/732/UE), de diciembre de 2013<sup>2</sup>
- *celda de membrana*, es la más utilizada en Europa (85%).

Bajo esta actividad se recogen las emisiones de mercurio (Hg) procedentes la producción de cloro utilizando la tecnología de celda de mercurio.

El proceso de celdas de mercurio utiliza la propiedad del sodio de formar una amalgama líquida con el mercurio que puede descomponerse por el agua en hidróxido sódico y mercurio. La celda de mercurio está formada por una cubeta larga y estrecha, en cuya parte superior van colocados los ánodos, mientras que el fondo de la célula está cubierto por una delgada capa de mercurio en circulación que actúa como cátodo. En el ánodo el cloro desprende los electrones negativos que absorbe el sodio en el cátodo, formando un compuesto con el mercurio que va saliendo de la celda gracias a una inclinación de la misma.

La producción de la sosa caustica se realiza por medio de un descomponedor relleno de grafito, llamado desamalgador o pila, donde se introduce agua en contracorriente y tiene lugar el desprendimiento de hidrógeno y la formación de la sosa caustica. El mercurio residual vuelve al circuito.

A continuación, se presentan un esquema simplificado del proceso anteriormente explicado:

<sup>1</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=LEGISSUM:ev0027>

<sup>2</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A32013D0732>

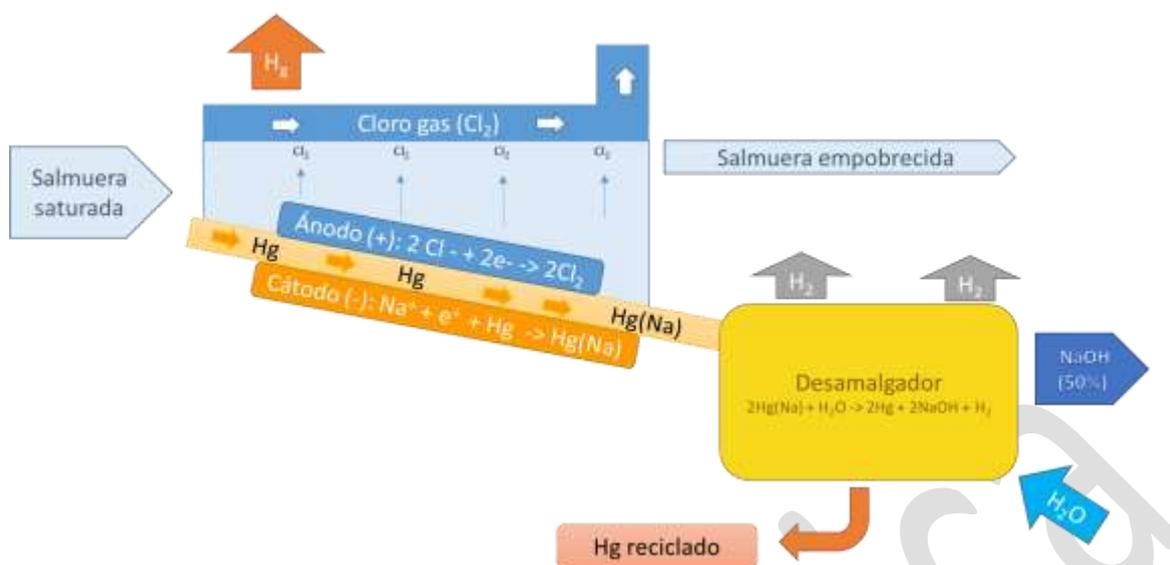


Figura 1. Proceso simplificado de la producción de cloro con celda de amalgama de mercurio (Elaboración propia)

## 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	NA	NA	NA

#### OBSERVACIONES:

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

### Contaminantes atmosféricos

Contaminantes principales				Material particulado			Otros	Metales pesados prioritarios			Metales pesados adicionales					Contaminantes orgánicos persistentes						
NOx	NMVOC	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	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

#### OBSERVACIONES:

- *Notation Keys* correspondientes al último reporte a CLRTAP
- Las celdas que no incluyen *Notation Keys* 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
04.04.01	2B10	2B10a	Producción de ácido sulfúrico (emisiones de proceso)
04.04.04/04.04.05/04.04.06/04.04.07/04.04.08	2B10	2B10a	Producción de fertilizantes (NPK), nitrato amónico, sulfato amónico, fosfato amónico y urea
04.05.02/04.05.05/04.05.10/04.05.16/ 04.05.18/04.05.19/04.05.20	2B8	2B10a	Producción de productos básicos de la química orgánica industrial
04.05.01	2B8b	2B10a	Fabricación de etileno (emisiones de proceso)

RELACIÓN CON OTRAS FICHAS METODOLÓGICAS			
ACTIVIDAD SNAP	ACTIVIDAD CRF	ACTIVIDAD NFR	DESCRIPCIÓN
04.05.06/04.05.07/04.05.08/04.05.09/04.05.11/ 04.05.12/04.05.13/04.05.14/04.05.15	2B8	2B10a	Fabricación de polímeros

### Descripción metodológica general

Contaminante	Tier	Fuente	Descripción
Hg	T2	OSPAR-PARCOM-ATMOS	La estimación de las emisiones se realiza mediante el producto de la producción de cloro por un factor de emisión por defecto y/o estimado a partir de las mediciones de las plantas.

### Variable de actividad

Variable	Descripción
Capacidad de producción de cloro con celdas de mercurio	Expresada en toneladas

### Fuentes de información sobre la variable de actividad

Capacidad de producción de cloro con celdas de mercurio	
Periodo	Fuente
1990-1997	Publicación "Anuario de Ingeniería Química"
1998-2004	Información suministrada por la Asociación Nacional de electroquímica (ANE) facilitada originalmente por las propias plantas de producción
2005-2012	Información proporcionada por la planta mediante cuestionario individualizado
2013-2017	Información proporcionada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (datos de la industria cloro-álcali reportados bajo el convenio OSPAR)

### Fuente de los factores de emisión

Contaminante	Periodo	Tipo	Fuente	Descripción
Hg	1990-1997	D	PARCOM-ATMOS (1992)Tabla 4.4.13.2 del apartado 2.6.3	Aplicación de un factor de emisión por defecto sobre la producción de cloro, para ello se utiliza una ratio producción/capacidad
Hg	1998-2004	D	Mercury Losses from the Chlor-Alkali Industry 2004	Aplicación de un factor de emisión sobre la capacidad de producción de cloro con celdas de mercurio
Hg	2005-2017	PS	Plantas productoras (comisión OSPAR)	Factor de emisión propio para cada planta

Observaciones: D: por defecto (del inglés "Default"); CS: específico del país (del inglés "Country Specific"); PS: específico de la planta (del inglés "Plant 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/NFR y es la recogida en la siguiente tabla.

Contaminante	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
Hg	-	-	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

### 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 y/o de fuentes de referencia estables con un nivel de cobertura contrastado a nivel nacional.

### Observaciones

No procede.

### Criterio para la distribución espacial de las emisiones

Las emisiones se estiman a partir de la información individualizada de cada centro de producción, constituyendo un modelo "bottom-up".

### Juicio de experto asociado

No procede.

### Fecha de actualización

Junio 2022.

Ficha Técnica

## ANEXO I

### Datos de la variable de actividad

AÑO	Capacidad de producción de cloro con celdas de mercurio (t)
1990	737.000
1991	737.000
1992	737.200
1993	737.200
1994	737.200
1995	737.200
1996	742.200
1997	742.200
1998	763.232
1999	761.500
2000	771.291
2001	771.291
2002	766.353
2003	756.476
2004	756.476
2005	756.925
2006	756.925
2007	756.796
2008	756.796
2009	742.212
2010	643.496
2011	643.496
2012	643.496
2013	615.665
2014	606.255
2015	606.255
2016	606.255
2017	606.255
2018	-
2019	-
2020	-

## ANEXO II

### Datos de factores de emisión

AÑO	Factor de emisión implícito (mg Hg/ t capacidad producción cloro con celdas de mercurio)
1990	2.551
1991	2.473
1992	2.251
1993	2.251
1994	2.363
1995	2.448
1996	2.422
1997	1.587
1998	1.226
1999	1.296
2000	1.009
2001	886
2002	893
2003	907
2004	885
2005	811
2006	674
2007	638
2008	521
2009	459
2010	442
2011	396
2012	381
2013	384
2014	393
2015	352
2016	356
2017	424
2018	-
2019	-
2020	-

## ANEXO III

### Cálculo de emisiones

Estimación de las emisiones de *Hg*

Capacidad de producción de cloro con celdas de mercurio: 737.000 toneladas.

Factor de emisión por defecto: 2.551 mg Hg/ toneladas de cloro

$$Emisiones\ de\ Hg = VA \times FE$$

$$Emisiones\ de\ Hg = 737.000 \times 2.551 \times \frac{1}{10^6} = 1.880,09\ kg\ Hg$$

Ficha Técnica

## ANEXO IV

### Emisiones

AÑO	Emisiones Hg (kg)
1990	1.880
1991	1.823
1992	1.659
1993	1.659
1994	1.742
1995	1.805
1996	1.798
1997	1.178
1998	936
1999	987
2000	778
2001	684
2002	684
2003	686
2004	670
2005	614
2006	510
2007	483
2008	394
2009	341
2010	284
2011	255
2012	245
2013	236
2014	238
2015	214
2016	216
2017	257
2018	-
2019	-
2020	-