



Huella de carbono y descarbonización en la industria química

Belén Blanco Benedicto

Consultora de Sostenibilidad, SinCeO2 Ingeniería Energética S.L.

Lidia González del Cura

Responsable del departamento de Sostenibilidad, SinCeO2 Ingeniería Energética S.L.

Tras la publicación del acuerdo de París, junto con la publicación de un informe del IPCC en el que se exponen efectos adversos del aumento de la temperatura global, la sostenibilidad es una prioridad en las organizaciones para el logro de los objetivos marcados por la Unión Europea y España.

PALABRAS CLAVE: Gases de efecto invernadero, IPCC, Neutralidad climática, ISO 14064, Fuentes de emisión.

After the publication of the Paris agreement, together with the publication of an IPCC report in which adverse effects of the increase in global temperature are exposed, sustainability in organizations is a priority in order to achieve the objectives set by the European Union and Spain.

KEYWORDS: Greenhouse gases, IPCC, Climate neutrality, ISO 14064, Emission sources.

INTRODUCCIÓN

La temperatura global ha aumentado 1 °C desde los últimos 30 años por acción humana. En el año 2015 se publicó el Acuerdo de París tras la COP21, en el que están unidos más de 180 países actualmente, con el objetivo de lograr valores del aumento de la temperatura mundial por debajo de 2 °C, preferiblemente a 1,5 °C con respecto a la era preindustrial [1].

El IPCC publicó un informe especial en 2018 describiendo los impactos que podría sufrir la Tierra si no se limitaba el calentamiento a 1,5 °C desde la época preindustrial, tal y como marcaba el acuerdo de París. El aumento de la temperatura, ya experimentado a nivel global, lleva consigo numerosos inconvenientes como la mayor frecuencia de olas de calor terrestres y marítimas, aumento de la frecuencia e intensidad de fuertes precipitaciones a nivel global y de sequías en la zona del Mediterráneo, además de la acidificación de los océanos por la absorción que se produce del CO₂ atmosférico [2]. La reducción de emisiones, y con ello la limitación del aumento de la temperatura global a 1,5 °C, limitaría

los fuertes impactos adversos que puedan afectar al medio ambiente y con ello al ser humano.

El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico publicó en el 2020 la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP) para seguir la línea con los compromisos adoptados por la Unión Europea y el Acuerdo de París. La ELP es una propuesta a largo plazo para conseguir la neutralidad climática en el año 2050, con objetivos intermedios para el año 2030 como los marcados en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC). La descarbonización se centra en la mejora de la eficiencia energética y el uso de energías renovables. Además, unos de los sectores focalizados en el ELP es la industria sostenible [3], donde la industria química queda incluida con objeto de lograr ser una industria neutra para 2050, con objetivos intermedios como 23 % de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990, la utilización de un 42 % de energías renovables sobre el consumo total de energía final, mejorar la eficiencia energética un 39,5 % y la utilización de un 74% de energías renovables en la generación eléctrica para 2030 [4].

Mediante el cálculo de la huella de carbono se cuantifican los GEI emitidos por una organización a la atmósfera en un periodo determinado. El cálculo de la huella de carbono en la organización es el primer paso para detectar cuáles son las fuentes emisoras más importantes, tomar medidas específicas para abordar su reducción y poder comprobar la evolución de las emisiones a lo largo de los años.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente artículo se analizará el cálculo de la huella de carbono de una empresa de la industria química mediante el referencial UNE-EN ISO 14064-1:2019.

La organización objeto de estudio se dedica a la fabricación de diferentes componentes. Para este estudio en concreto se define el alcance de

» Mediante el cálculo de la huella de carbono se cuantifican los GEI emitidos por una organización a la atmósfera en un periodo determinado

la huella de carbono bajo un enfoque de consolidación de datos de control operacional, y se establecen los límites físicos de estudio en la planta de producción de hule sintético en emulsión para el periodo de 2020.

Se desarrollará el cálculo en base a la norma ISO 14064-1:2019 Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI). Esta norma está dedicada al desarrollo de una especificación para la cuantificación de emisiones de GEI y la realización del informe.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂eq, con el fin de asegurarse de que se minimiza razonablemente la incertidumbre del cálculo y de que se producen resultados exactos, coherentes y razonables, se recopila la siguiente información:

- Datos de actividad (DA)
- Factores de emisión (FE)
- Potencial Global de Calentamiento (PGC)

Dependiendo de las unidades en las que se encuentre expresado el factor de emisión, el cálculo se realizará de la siguiente manera:

- Factor de emisión expresado en unidades de CO₂eq

$$\text{Emisiones de CO}_2\text{eq} = \text{DA} * \text{FE}$$

- Factor de emisión expresado en unidades de gases efecto invernadero (Ejemplo: Kg CH₄, Kg N₂O, etc.)

$$\text{Emisiones de CO}_2\text{eq} = \text{Dato Actividad} * \text{Factor Emisión} * \text{PGC}$$

La UNE-EN ISO 14064-1:2019 divide las fuentes de emisión de GEI que pueda tener una organización en cinco

categorías con sus respectivas subcategorías [5]. Las emisiones de la categoría 1, emisiones directas, deben ser cuantificadas. Para las emisiones indirectas (el resto de categorías), se debe establecer la significancia de cada una de ellas respecto al total de emisiones que genera la organización, y reportar aquellas que resulten significativas.

- **Categoría 1. Emisiones directas de GEI.** En esta categoría se engloban emisiones asociadas a los consumos de combustible de instalaciones fijas, como la calefacción u hornos industriales; combustibles en instalaciones móviles, como vehículos o maquinaria de almacén y emisiones fugitivas provenientes de equipos de refrigeración compuestos por gases fluorados. Por último, las emisiones directas causadas por procesos industriales que son muy comunes e importantes en la industria química; se generan por reacciones químicas llevadas a cabo en el proceso del desempeño de la actividad de la organización.

- **Categoría 2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada.** En esta categoría se contabilizan las emisiones asociadas a la adquisición de electricidad, vapor o aire comprimido en la organización.

- **Categoría 3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte.** En esta categoría se contabilizan las emisiones relacionadas con la quema de combustibles en fuentes móviles fuera del alcance de los límites de la organización, como el transporte de los proveedores, aguas arriba y abajo de la cadena productiva, transporte diario del personal desde sus domicilios al

trabajo, viajes de negocio por cualquier vía (avión, tren, taxi, etc.) y transporte de clientes y visitantes.

- **Categoría 4. Emisiones indirectas de GEI causadas por productos que utiliza la organización.** En esta categoría se incluyen las emisiones asociadas a bienes que compra la organización, ya sean materias primas para fabricar su producto final, maquinaria o vehículos, por ejemplo. Además, incluye las emisiones asociadas a servicios que contrata la organización (limpieza, seguridad, mantenimiento, tratamiento de los residuos, etcétera)

- **Categoría 5. Emisiones indirectas de GEI asociadas con el uso de productos de la organización.** Esta categoría incluye las emisiones que genera el producto fabricado por la organización en la fase de uso y en la fase de fin de vida útil y tratamiento.

Dentro de la categoría 1, emisiones directas, la organización, en el periodo 2020, consume 90.181,21 kWh de gas natural, 771,21 kWh de GLP y 8.408,00 litros anuales de gasolina (Tabla 1). Los consumos se obtienen mediante lo indicado en las facturas de compra de los combustibles.

Además, la planta cuenta con cinco equipos de refrigeración que emplean gases fluorados. En concreto, el gas refrigerante presente en la instalación es el HFC-134a. Según los partes de mantenimiento estudiados y facilitados por la organización, realizaron durante el periodo de estudio recargas de gases refrigerantes en tres de los equipos de refrigeración, por lo que se contabilizan como fugas de dichos gases refrigerantes a la atmosfera (Tabla 2).

La planta de emulsión dispone de un pequeño laboratorio dedicado al I+D en el que realizan diferentes pruebas y ensayos químicos. Se realizaron distintas mediciones para obtener los tipos y cantidades de cada gas producidos en la sala. En la muestra se detectaron distintos gases, y entre ellos se generaron emisiones de metano, gas de efecto invernadero por el protocolo de Kioto (Tabla 2).

Tras la evaluación de significancia, la

adquisición de vapor y el consumo eléctrico resultaron significativos. Durante el periodo de estudio se consumen 70.512 kWh de electricidad, 153,16 MT de vapor comprado. Ambos datos de consumo se obtienen de las facturas aportadas por los proveedores. El vapor es adquirido a una empresa generadora de vapor mediante gas natural.

De igual forma, las emisiones asociadas al transporte de materias primas por parte de proveedores (estireno y butadieno) y la movilidad de los empleados resultaron significativas.

La organización proveedora dispone de un sistema de gestión ambiental,

por lo que llevan un registro de los repartos y rutas realizadas al año, que permite calcular las emisiones que son consecuencia del transporte de dichos proveedores. La información suministrada es tipo de vehículo y km realizados desde su almacén hasta la organización, contabilizando el reparto de amoníaco y el regreso a su almacén con bidones vacíos para su lavado y reutilización (Tabla 3).

Mediante la distribución de una encuesta a los empleados sobre sus desplazamientos al trabajo, en la que respondieron el 70 % de los trabajadores, se extrapolo los datos a la totalidad de

TABLA 1.

CONSUMOS ENERGÉTICOS EN PLANTA EN EL 2020			
CONTABILIDAD ENERGÉTICA 2020 (Categoría 1 y 2)			
Gas natural	90.181,21	kWh	55,80 %
Gasolina	4.408,00	L	
GLP	771,21	kWh	0,48 %
Vapor	153,16	MT	
Electricidad Planta	70.512,00	kWh	43,63 %
TOTAL	161.617,59	kWh	100 %

TABLA 2.

CANTIDADES EMITIDAS DE GASES FLORADOS Y DE PROCESO EN EL 2020		
EMISIONES DIRECTAS 2020		
HFC-134a	10	Kg
CH ₄	70,14	Kg

TABLA 3.

KILÓMETROS RECORRIDOS POR LOS TRANSPORTES UTILIZADOS POR PROVEEDORES Y EMPLEADOS		
EMISIONES INDIRECTAS POR TRANSPORTE 2020		
Camión estándar	16.000	km
Moto estándar	37.650	km
Coche estándar (Diésel)	50.200	km
Coche estándar (Gasolina)	40.411	km
Autobús	5.020	Pasajero.km

empleados y se obtuvo información de las emisiones asociadas a los desplazamientos *in itinere* para el cálculo de la huella de carbono (Tabla 3).

La organización, para el suministro de su producto final a fabricantes de ruedas para vehículos, subcontrata una empresa encargada de la distribución de su producto. La actividad de los distribuidores no resultó significativa en el análisis realizado, por lo que no se incluye en el cálculo.

Por último, en el año 2020 no se realizaron viajes de trabajo ni hubo visitantes, ya que toda la actividad de comunicación y reuniones se llevó a cabo telemáticamente.

Los productos obtenidos por parte de la organización tienen asociadas emisiones indirectas que forman parte de la huella de carbono de la organización objeto de estudio. Ninguno de los productos analizados resultó significativo para el cálculo de las emisiones indirectas de la organización.

Por último, las emisiones causadas por el producto fabricado por la organización no se incluirán en el presente estudio como consecuencia del análisis de significancia.

Para el cálculo de la huella de carbono de la planta perteneciente a la organización estudiada se emplearán los factores de emisión publicados, para el año 2020 (Tabla 4), por el MITECO [6], la CNMC [7], el IPCC [8] y DEFRA [9].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras el análisis de la información suministrada por la empresa y la realización del análisis de significancia para las ca-

tegorías, se procedió al cálculo de la huella de carbono con los factores de emisión correspondientes.

La planta de fabricación de hule sintético en emulsión objeto de estudio emite un total de 111,98 toneladas de CO₂ equivalente en el año 2020 (Figura 1).

Los resultados para cada fuente de emisión y de cada categoría se pueden observar en la Tabla 5. La fuente más

FIGURA 1. Toneladas de CO₂ equivalente emitidas por cada fuente identificada

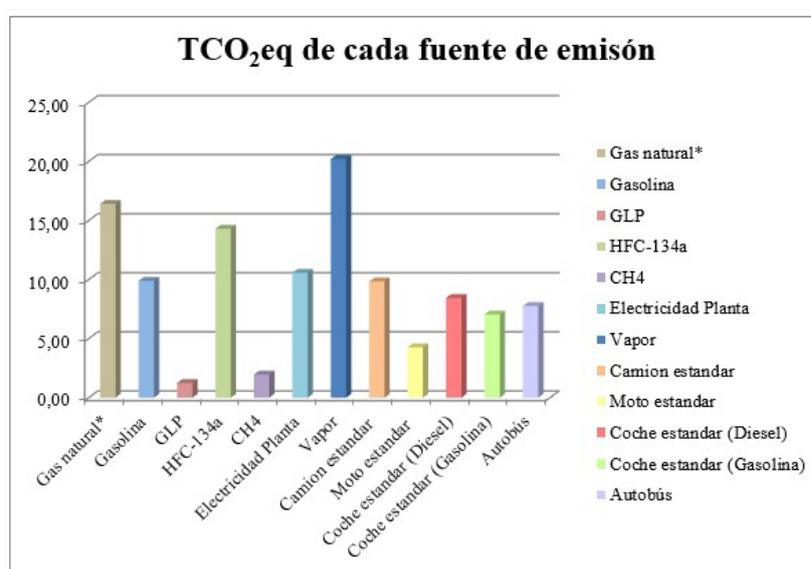


TABLA 4.

FACTORES DE EMISIÓN UTILIZADOS EN EL ESTUDIO

FACTORES DE EMISIÓN 2020

Fuente	Factor de emisión	Unidades	Fuentes
Gas natural	0,182	kg CO ₂ /kWh	MITECO
Gasolina (E5)	2,244	kg CO ₂ /l	MITECO
GLP	1,628	kg CO ₂ /kWh	MITECO
Vapor	0,182	kg CO ₂ /kWh	MITECO
Comercializadora, S.A.U.	0,15	kg CO ₂ /kWh	CNMC
HFC-134a	1.430	PCG	MITECO
CH ₄	28	PCG	IPCC
Camión estándar (>7,5-17 T 50% de carga)	0,61512	kg CO ₂ e/Km	DEFRA
Moto estándar	0,11337	kg CO ₂ e/Km	DEFRA
Coche estándar (Diésel)	0,16844	kg CO ₂ e/Km	DEFRA
Coche estándar (Gasolina)	0,17431	kg CO ₂ e/Km	DEFRA
Autobús	0,10312	kg CO ₂ e/Km	DEFRA

destacada es la utilización de vapor adquirido a una empresa generadora de vapor a través de gas natural. Para calcular las emisiones de CO₂ hay que tener en cuenta el combustible inicial con el que se genera el vapor, en este caso el gas natural.

La organización compra 153,16 MT al año, lo que equivale a 111.043,18 KWh de gas natural (factor de conversión 0,725 kWh/kg de vapor a 14 bar). Según la norma UNE-EN ISO 14064-1, la compra de vapor para la generación de energía se incluye en la categoría 2, emisiones indirectas por energía importada, ya que las emisiones por la utilización del combustible se generan en otra organización y no pertenecen directamente a la planta estudiada.

La segunda fuente más destacada es la utilización de gas natural como combustible para los procesos de fabricación. Estas emisiones estarían incluidas en la categoría 1, emisiones directas de la organización, ya que, aunque el combustible sea el gas natural al igual que en la generación del vapor, la combustión se realiza en la propia planta.

Las fuentes asociadas a la categoría 1 se emitieron un total de 43,82 toneladas de CO₂ en el año 2020. Dentro de la categoría 2 se imputan 30,79 toneladas por la utilización de electricidad e importación de vapor. Por último, la categoría 3 tiene 37,37 toneladas de CO₂ equivalente asociadas a las emisiones causadas por transporte subcontratado o de los empleados en el 2020.

Puede concluirse, tras el análisis de los resultados, que, en cuanto a las categorías estudiadas en el año 2020,

la categoría 1, emisiones directas, es la que más impacto en el cambio climático presenta, seguida de la categoría 3, emisiones indirectas causadas por el transporte, y, por último, la categoría 2, emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada (Gráfica 2).

Tras el cálculo de la huella de carbono se desarrolló un estudio de mejoras enfocadas en la eficiencia energética, optimización de procesos, sustitución de equipos, contratación de comercializadoras renovables, uso de combustibles alternativos y mejoras en el mante-

FIGURA 2. Toneladas de CO₂ equivalente emitidas por categoría estudiada

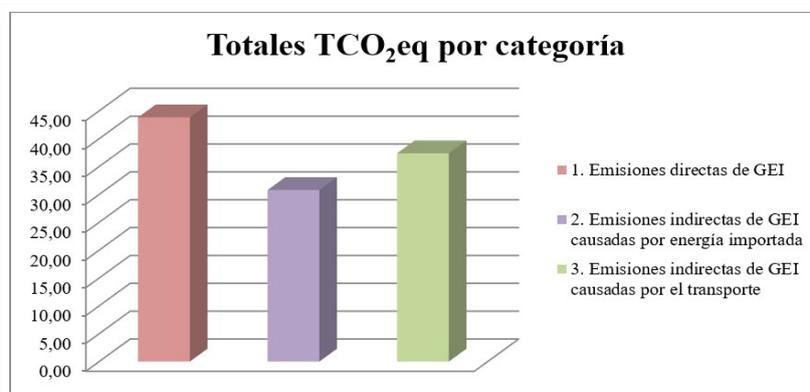


TABLA 5. TONELADAS DE CO ₂ EQUIVALENTE EMITIDAS POR CADA FUENTE DE EMISIÓN Y POR CATEGORÍA				
RESULTADOS 2020				
Categoría	Fuente	TCO ₂	%	Totales TCO ₂
1. Emisiones directas de GEI	Gas natural	16,41	15 %	43,82
	Gasolina	9,89	9 %	
	Gas LP	1,26	1 %	
	HFC-134a	14,30	13 %	
	CH ₄	1,96	2 %	
2. Emisiones indirectas de GEI causadas por energía importada	Electricidad Planta	10,58	9 %	30,79
	Vapor	20,21	18 %	
3. Emisiones indirectas de GEI causadas por el transporte	Camión estándar	9,84	9 %	37,37
	Moto estándar	4,27	4 %	
	Coche estándar (Diésel)	8,46	8 %	
	Coche estándar (Gasolina)	7,04	6 %	
	Autobús	7,76	7 %	
TOTAL			100 %	111,98

nimiento, con la finalidad de reducir su huella de carbono además de ahorrar en costes y recursos.

La organización empleó los resultados obtenidos del estudio de la huella de carbono y las oportunidades de mejora identificadas para reducir las emisiones asociadas a las fuentes de GEI, como punto de partida sobre el que desarrollar su estrategia de descarbonización para cumplir con los objetivos nacionales y europeos, a medio y largo plazo, de neutralidad climática.

Referencias

- [1] Naciones Unidas. (2015). "Acuerdo de París." <https://bit.ly/3kHc6NU>
- [2] IPCC. (2018). "Impacts of 1.5°C of global warming on natural and human systems." Capítulo 3 <https://bit.ly/3yCUjwc>
- [3] Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020). "Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050." <https://bit.ly/3jAWCMO>
- [4] Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2020). "Plan nacional integrado de energía y clima 2021–2030".

<https://bit.ly/38x711J>

- [5] ISO (2019) "UNE-EN ISO 14064-1 Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero".
- [6] Ministerio para la transición ecológica y el reto demográfico. (2021). "Factores de emisión". <https://bit.ly/3t8n7eO>
- [7] Comisión nacional de los mercados y

la competencia. (2021). "Acuerdo sobre el etiquetado de la electricidad relativo a la energía producida en el año 2020".

- [8] IPCC. (2018). "Anthropogenic and natural radiative forcing." P. 714 <https://bit.ly/3y10f73>
- [9] Department for Business, Energy & Industrial Strategy. (2020). "Greenhouse gas reporting: Conversion factors" 2020. GOV.UK. <https://bit.ly/3t60wzE> 

Abreviaturas

COP21: Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
ELP: Estrategia de descarbonización a largo
PNIEC: Plan nacional integrado de energía y clima
GEI: Gases de efecto invernadero
CO₂eq: Toneladas de dióxido de carbono equivalentes
DA: Dato de actividad
FE: Factor de emisión
PCG: Potencial de Calentamiento Global
GLP: Gas natural Licuado
MT: Miles De toneladas
MITECO: Ministerio de Transición Energética y Reto Demográfico
CNMC: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
DEFRA: Department for Environment, Food, and Rural Affairs
TCO₂eq: Toneladas de dióxido de carbono equivalentes