



TABLA 6-8
DERIVACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES

Región	Tipo de industria	Tipo de tratamiento	Fracción de los efluentes tratados (%)	FCM (%)
África				
Kenya	textiles	Estanques	60	ND
Kenya	producción de café	Estanques	5	ND
Resto de África	todas	Estanques	10	90
Asia				
Indonesia	todas	no especificado	10	ND
Malasia	aceite de palma	no especificado	90	ND
Singapur	todas	no especificado	10	ND
República de Corea	todas	no especificado	10	ND
Taiwan	todas	no especificado	10	ND
Tailandia	cervecerías	Lodos activados	50	ND
Resto de Asia	todas	no especificado	20	90
América del Norte				
Canadá	todas	no especificado	90	70
EE.UU.	todas	no especificado	90	70
América Latina y el Caribe	todas	no especificado	20	90
Australia y Nueva Zelanda	todas	no especificado	95	70

Fuente: Doorn y Eklund (1995). Para una lista pormenorizada de referencias para cada región, véase Doorn y Eklund (1995). No se dispone de datos (ND) sobre el Factor de Corrección para el Metano (FCM) para algunos países y regiones. Se llevan a cabo investigaciones para determinar los FCM para esos países y regiones. Se debe señalar que estas cifras son objeto de revisión y actualización.



6.4 Emisiones de metano procedente de los efluentes y lodos industriales

Utilice la HOJA DE TRABAJO 6-3 - EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y LODOS INDUSTRIALES para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

PASO 1 ESTIMACIÓN DEL TOTAL DE EFLUENTES Y LODOS ORGÁNICOS

- 1 Anotar en la columna A de la hoja 1 el Total de la Producción Industrial para cada industria, en toneladas anuales.
- 2 Anotar en la columna B el Componente Orgánico Degradable en kg DQO/m³ de aguas residuales. Los valores por defecto se presentan en la Tabla 6-6.
- 3 Indicar en la columna C los Efluentes Producidos por unidad de producto para cada industria en m³/toneladas de producto.
- 4 Anotar en la columna D la Fracción del Componente Orgánico Degradable Retirado como Lodos. El valor por defecto de la fracción es cero.
- 5 Multiplicar las cifras de las columnas A, B, C y el resultado de restar de la unidad la cifra de la columna D. Anotar el producto en la columna E. Esta cifra representa el Total de Efluentes Orgánicos de Fuentes Industriales.
- 6 Multiplicar las cifras de las columnas A, B, C y D. Anotar el producto en la columna F. Esta cifra representa el Total de los Lodos Orgánicos de Fuentes Industriales.

PASO 2 ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES

Cálculo del FCM global para los efluentes industriales.

- 1 Indicar el nombre de la fuente de efluentes industriales en la línea 'Fuente' de la hoja 2.
- 2 En la columna A, indicar los tipos de Sistema de Tratamiento de Efluentes empleados para la fuente de efluentes seleccionada.
- 3 En la columna B, anotar la Fracción de los Efluentes Tratados por el Sistema de Tratamiento indicado en la columna A.
- 4 En la columna C, anotar el Factor de Conversión en Metano correspondiente al Sistema de Tratamiento de la columna A.
- 5 Multiplicar las cifras de las columnas B y C. Anotar el producto en la columna D.
- 6 Anotar la suma de los productos en la casilla inferior de la columna D.

USO DE LA HOJA DE TRABAJO

- Copiar la Hoja de trabajo que aparece al final de esta sección para completar el inventario.
- No escriba en el original de la Hoja de trabajo para poder hacer copias adicionales en caso necesario.

- 7 Anotar en la parte inferior de la columna E la Capacidad Máxima de Producción de Metano para los efluentes. El valor por defecto (teórico) para B_0 es de $0,25 \text{ kg CH}_4/\text{kg DBO}$.
- 8 Calcular el Factor de Emisión medio para la Fuente de Efluentes Industriales multiplicando la cifra que aparece en la parte inferior de la columna D por la de la casilla inferior de la columna E. Anotar el producto en la parte inferior de la columna F.

PASO 3 ESTIMACIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LOS LODOS INDUSTRIALES

Cálculo del FCM global para los lodos industriales.

- 1 Indicar en la línea 'Fuente' de la hoja 3 el nombre de la fuente de lodos industriales.
- 2 En la columna A, indicar los tipos de Sistema de Tratamiento de los Lodos utilizados para la fuente seleccionada.
- 3 En la columna B, indicar la Fracción de los Lodos Tratados por el sistema de tratamiento indicado en la columna A.
- 4 En la columna C, indicar el Factor de Conversión en Metano para el sistema de tratamiento de la columna A.
- 5 Multiplicar las cifras en las columnas B y C. Anotar el producto en la columna D.
- 6 Anotar la suma de los productos en la parte inferior de la columna D.
- 7 Indicar la Capacidad Máxima de Producción de Metano correspondiente a los lodos en la casilla inferior de la columna E. El valor por defecto (teórico) para B_0 es de $0,25 \text{ kg CH}_4/\text{kg DBO}$.
- 8 Calcular el Factor de Emisión medio para la Fuente de Lodos Industriales multiplicando la cifra que aparece en la casilla inferior de la columna D por la de la casilla inferior de la columna E. Anotar el producto en la casilla inferior de la columna F.

PASO 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LOS EFLUENTES Y LOS LODOS INDUSTRIALES

- 1 En la columna A, filas 1 y 2 de la hoja 4, copiar la cifra correspondiente al Total de los Efluentes Orgánicos de Fuente Industrial de la columna E de la Hoja de trabajo 6-3, Hoja 1, y la del Total de los Lodos Orgánicos de Fuente Industrial que aparece en la columna F de la Hoja de trabajo 6-3, Hoja 1.
- 2 En la columna B, copiar las cifras del Factor de Emisión medio de los Efluentes Industriales que aparece en la columna F de la Hoja de trabajo 6-3, Hoja 2 y la del Factor de Emisión medio para la Fuente de Lodos Industriales indicada en la columna F de la Hoja de trabajo 6-3, Hoja 3.



- 3 Multiplicar las cifras de las columnas A y B. Anotar el producto en la columna C.
- 4 Anotar en la columna D la cantidad total de Metano Recuperado y/o Quemado en Antorcha, en kg de CH₄, correspondiente a la fuente de efluentes y lodos industriales. Si no se contare con los datos correspondientes, el valor por defecto será cero.
- 5 Restar la cifra de la columna D del producto de la columna C. Multiplicar por 10⁻⁶ para realizar la conversión a gigagramos. Anotar la diferencia en la columna E. Sumar las cifras en ambas filas de la columna E en la parte inferior de la columna. Esa cifra representa las Emisiones Netas de CH₄ correspondientes a la fuente seleccionada de efluentes y lodos industriales.

6.5 Óxido nitroso procedente del excremento humano

ESTIMAR LAS EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL EXCREMENTO

Utilice la HOJA DE TRABAJO 6-4 - EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL EXCREMENTO para anotar los datos correspondientes a este submódulo.

- 1 En la columna A, anotar el Consumo Medio Anual Per Capita de Proteína en el país (Proteína en kg/persona/año).
- 2 En la columna B, anotar la Población del país (número de habitantes) (en la que la cifra corresponde a NR_{PERSONAS}).
- 3 En la columna C, indicar la Fracción de Nitrógeno en la Proteína (Frac_{NPR}). El valor por defecto es de 0,16 kg N/kg proteína. (Tabla 4-19 del capítulo Agricultura.)
- 4 En la columna D, anotar el Factor de Emisión, EF₆. El valor por defecto del factor es de 0,01 kg N₂O-N/kg de N en el excremento producido. (Tabla 4-18 en el capítulo Agricultura.)
- 5 Multiplicar las cifras de las columnas A, B, C y D, y seguidamente multiplicar por la relación de conversión 44/28 y por 10⁻⁶ para realizar la conversión a gigagramos. Anotar el producto en la columna E. Esa cifra representa el Total Anual de las Emisiones de N₂O procedentes del excremento.

Esta metodología se describe en detalle en la Sección 4.5.4 del *Manual de Referencia*.



MÓDULO		DESPERDICIOS										
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LOS VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS										
HOJA DE TRABAJO		6-1										
HOJA		1 DE 1										
PASO 1	PASO 2	PASO 3						PASO 4				
A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N
Total anual de RSU eliminados en VRS (Gg RSU)	Factor de corrección para el metano (FCM)	Fracción del COD en los RSU	Fracción del COD que realmente se degrada	Fracción del carbono liberado como metano	Relación de conversión	Tasa potencial de generación de metano por unidad de desperdicios (Gg CH ₄ /Gg RSU)	Tasa real de generación de metano (para el país) por unidad de desperdicios (Gg CH ₄ /Gg RSU)	Total bruto anual de metano generado (Gg CH ₄)	Recuperación anual de metano (Gg CH ₄)	Total neto anual de metano generado (Gg CH ₄)	Unidad menos el factor de corrección para la oxidación del metano	Total neto anual de emisiones de metano (Gg CH ₄)
						$G = (C \times D \times E \times F)$	$H = (B \times G)$	$J = (H \times A)$		$L = (J - K)$		$N = (L \times M)$
					16/12							

DESPERDICIOS

MÓDULO		DESPERDICIOS		
SUBMÓDULO		CANTIDAD DE RSU ELIMINADOS EN VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EMPLEANDO LOS DATOS PARA EL PAÍS		
HOJA DE TRABAJO		6-1A (ADICIONAL)		
HOJA		I DE I		
A	B	C	D	E
Población cuyos desperdicios se llevan a vertederos de residuos sólidos (urbana o total) (personas)	Tasa de generación de RSU (kg/capita/día)	Cantidad anual de RSU generados (Gg RSU)	Fracción de los RSU eliminados en vertederos de residuos sólidos (urbanos o total)	Total anual de RSU eliminados en vertederos de residuos sólidos (Gg RSU)
		$C = (A \times B \times 365) / 10^6$		$E = (C \times D)$



MÓDULO	DESPERDICIOS	
SUBMÓDULO	CANTIDAD DE RSU ELIMINADOS EN VERTEDEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS EMPLEANDO LAS CIFRAS POR DEFECTO PARA LA TASA DE DISPOSICIÓN	
HOJA DE TRABAJO	6-1B (ADICIONAL)	
HOJA	I DE I	
A	B	C
Población cuyos desperdicios se llevan a vertederos de residuos sólidos (urbana o total) (personas)	Tasa de disposición de los RSU en los vertederos de residuos sólidos (kg/capita/día)	Total anual de RSU eliminados en vertederos de residuos sólidos (Gg RSU)
		$C = (A \times B \times 365)/10^6$

DESPERDICIOS

MÓDULO		DESPERDICIOS	
SUBMÓDULO		FACTOR DE CORRECCIÓN PARA EL METANO	
HOJA DE TRABAJO		6-1C (ADICIONAL)	
HOJA		I DE I	
	W	X	Y
Tipo de vertedero	Proporción de desperdicios (por peso) de cada tipo de vertedero de residuos sólidos	Factor de corrección para el metano (FCM)	FCM medio ponderado para cada tipo de vertedero de residuos sólidos
			$Y = W \times X$
Controlados		1,0	
No controlados - profundos (≥ 5 m de desperdicios)		0,8	
No controlados -poco profundos (< 5 m de desperdicios)		0,4	
Total		0,6	



MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LOS LODOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES				
HOJA DE TRABAJO	6- 2				
HOJA	I DE 4 ESTIMACIÓN DEL TOTAL DE LAS AGUAS RESIDUALES Y LOS LODOS ORGÁNICOS				
PASO I					
A	B	C	D	E	F
Ciudad o región	Población (miles de personas)	Componente orgánico degradable (kg DBO/ 1000 personas/año)	Fracción del componente orgánico degradable retirado como lodos	Total de las aguas residuales orgánicas domésticas/ comerciales (kg DBO/año)	Total de los lodos orgánicos domésticos/ comerciales (kg DBO/año)
				$E = [B \times C \times (1-D)]$	$F = (B \times C \times D)$
			Total:		

DESPERDICIOS

MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LOS LODOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES				
HOJA DE TRABAJO	6- 2				
HOJA	2 DE 4 ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y COMERCIALES				
PASO 2					
A	B	C	D	E	F
Sistema de tratamiento de las aguas residuales	Fracción de las aguas residuales tratadas por el sistema de tratamiento	Factor de conversión en metano para el sistema de tratamiento	Producto	Capacidad máxima de producción de metano (kg CH ₄ /kg DBO)	Factor de emisión medio para las aguas residuales domésticas/comerciales (kg CH ₄ /kg DBO)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
		FCM global:			



MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LOS LODOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES				
HOJA DE TRABAJO	6- 2				
HOJA	3 DE 4 ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LOS LODOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES				
PASO 3					
A	B	C	D	E	F
Sistema de tratamiento de los lodos	Fracción de los lodos tratados por el sistema de tratamiento	Factor de conversión en metano para el sistema de tratamiento	Producto	Capacidad máxima de producción de metano (kg CH ₄ /kg DBO)	Factor de emisión medio para los lodos domésticos/comerciales (kg CH ₄ /kg DBO)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
		FCM global:			

DESPERDICIOS

MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LOS LODOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES				
HOJA DE TRABAJO	6- 2				
HOJA	4 DE 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LAS AGUAS RESIDUALES Y LOS LODOS DOMÉSTICOS Y COMERCIALES				
PASO 4					
	A Total de producto orgánico (kg DBO/año)	B Factor de emisión (kg CH ₄ /kg DBO)	C Emisiones de metano sin recuperación/ quemado en antorcha	D Metano recuperado y/o quemado en antorcha (kg CH ₄)	E Emisiones netas de metano (Gg CH ₄)
	de la Hoja de trabajo 6-2, Hoja 1	de la Hoja de trabajo 6-2, Hojas 2 y 3	$C = (A \times B)$		$E = (C - D) \times 10^{-6}$
Aguas residuales					
Lodos					
				Total:	



MÓDULO		DESPERDICIOS					
SUBMÓDULO		EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y LODOS INDUSTRIALES					
HOJA DE TRABAJO		6-3					
HOJA		I DE 4 TOTAL DE EFLUENTES Y LODOS ORGÁNICOS					
PASO I							
		A	B	C	D	E	F
		Total de la producción industrial (t/año)	Componente orgánico degradable (kg DQO/m ³ aguas residuales)	Efluentes producidos (m ³ /t de producto)	Fración del componente orgánico degradable retirado como lodos	Total de efluentes orgánicos de fuentes industriales (kg DQO/año)	Total de lodos orgánicos de fuentes industriales (kg DQO/año)
						$E = [A \times B \times C \times (1-D)]$	$F = (A \times B \times C \times D)$
Hierro y acero							
Metales no ferrosos							
Fertilizantes							
Alimentos y bebidas	Conservas						
	Cerveza						
	Vino						
	Productos cárnicos						
	Productos lácteos						
	Azúcar						
	Procesamiento del pescado						
	Aceites y grasas						
	Café						
	Refrescos						
Pulpa y papel	Otros						
	Papel						
	Pulpa de papel						
Refinamiento de petróleo/ Productos petroquímicos	Otros						
	Decolorantes						
	Tintes						
	Otros						
Caucho							
Otros							
Total							

DESPERDICIOS

MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES				
FUENTE					
HOJA DE TRABAJO	6 - 3				
HOJA	2 DE 4 ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LOS EFLUENTES INDUSTRIALES				
PASO 2					
A	B	C	D	E	F
Sistema de tratamiento de efluentes	Fracción de los efluentes tratados por el sistema de tratamiento	Factor de conversión en metano (FCM)	Producto	Capacidad máxima de producción de metano (kg CH ₄ /kg CD)	Factor de emisión medio para la fuente de efluentes industriales (kg CH ₄ /kg DQO)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
		FCM global:			

B₀ se expresa en unidades de kg CH₄/kg CD, donde CD indica el componente degradable de los desechos (DQO o DBO). Por definición, DBO es menor o igual que DQO; la máxima DBO posible es, en efecto, la DQO. Por lo tanto, cuando estime el potencial máximo de producción de CH₄ de la DBO o de la DQO, el máximo potencial de CH₄ producido por unidad de DBO es equivalente al máximo potencial de CH₄ producido por unidad de DQO. Este valor es 0.25 kg CH₄/kg COD.



MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES INDUSTRIALES				
FUENTE					
HOJA DE TRABAJO	6- 3				
HOJA	3 DE 4 ESTIMACIÓN DEL FACTOR DE EMISIÓN PARA LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LODOS				
PASO 3					
A	B	C	D	E	F
Sistema de tratamiento de los lodos	Fración de los lodos tratados por el sistema de tratamiento	Factor de conversión en metano (FCM)	Producto	Capacidad máxima de producción de metano (kg CH ₄ /kg DQO)	Factor de emisión medio para la fuente de lodos industriales (kg CH ₄ /kg DQO)
			$D = (B \times C)$		$F = (D \times E)$
		FCM global:			

DESPERDICIOS

MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DEL TRATAMIENTO DE EFLUENTES Y LODOS INDUSTRIALES				
HOJA DE TRABAJO	6- 3				
HOJA	4 DE 4 ESTIMACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO PROCEDENTES DE LOS EFLUENTES Y LOS LODOS INDUSTRIALES				
PASO 4					
	A Total de producto orgánico (kg DQO/año)	B Factor de emisión medio (kg CH ₄ /kg DQO)	C Emisiones de metano sin recuperación/ quemado en antorcha	D Metano recuperado y/o quemado en antorcha (kg CH ₄)	E Emisiones netas de metano (Gg CH ₄)
	Hoja de trabajo 6-3, Hoja 1	Hojas de trabajo 6-3, Hojas 2 y 3	$C = (A \times B)$		$E = (C - D) \times 10^{-6}$
Efluentes					
Lodos					
				Total:	



MÓDULO	DESPERDICIOS				
SUBMÓDULO	EMISIONES INDIRECTAS DE ÓXIDO NITROSO PROCEDENTES DEL EXCREMENTO HUMANO				
HOJA DE TRABAJO	6-4				
HOJA	I DE I				
	A	B	C	D	E
	Consumo medio anual per capita de proteína en kg/persona/año	Población (cifra)	Fracción de nitrógeno en la proteína $Frac_{NPR}$ (kg N/kg proteína)	Factor de emisión EF_6 (kg N_2O -N/kg N en el excremento producido)	Total anual de las emisiones de N_2O procedentes del excremento (Gg N_2O /año)
					$E = (A \times B \times C \times D) \times 44/28 \times 10^{-6}$
Total					