

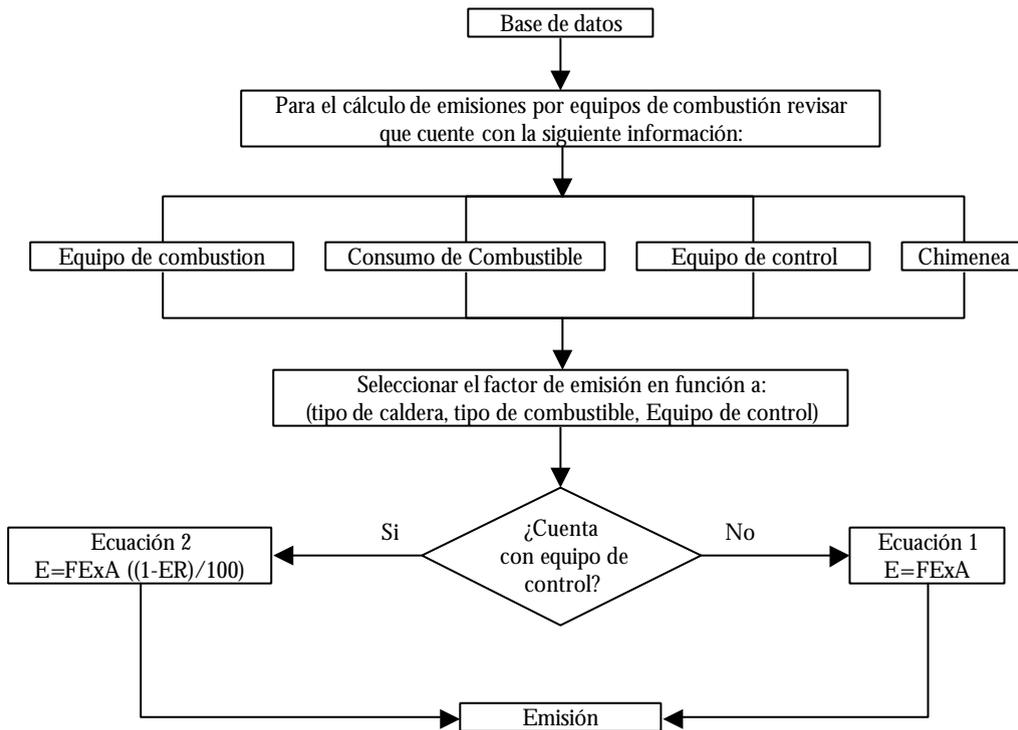
ANEXO B

EJEMPLOS DE CÁLCULOS DE FUENTES FIJAS

Contaminantes a evaluar

En los siguientes ejemplos se estiman: las emisiones de los contaminantes criterio generados por la combustión de diesel en una caldera (partículas menores a 10 micrómetros PM_{10} , bióxido de azufre SO_2 , monóxido de carbono CO , óxidos de nitrógeno NOx , hidrocarburos totales HC) las emisiones de PM_{10} que se generan en el proceso de concreto premezclado (productos minerales no metálicos) y las emisiones de HC generadas en el proceso de edición de libros, revistas, periódicos, etc. (artes gráficas). En todos los ejemplos para estimar las emisiones se utilizaron factores de emisión del AP-42 (EPA 454/C-99004 volumen I)¹.

Diagrama B.1. Procedimiento de cálculo para determinar las emisiones por combustión



E= emisión; FE= Factor de emisión; A= Actividad; ER= eficiencia

Ejemplo 1. - Cálculo de las emisiones por la combustión del diesel

Descripción del proceso de generación de las emisiones

Las emisiones de HC y CO , dependen de la eficiencia de combustión, y la emisión de partículas depende del contenido de cenizas en el combustible, eficiencia de combustión y grado del combustible (los combustibles ligeros emiten cantidades menores que los pesados).

¹. AP-42, Compilation of Air Pollutant Emissions Factors, Vol I, fifth Edition, november 1999 EPA

Anexo B

El contenido de azufre en el diesel, determina las emisiones de bióxido de azufre por combustión. Las emisiones de SO_x de la combustión son predominantemente SO₂. En promedio más del 95% del azufre del combustible es convertido en SO₂, entre el 1 y el 5% restante es oxidado a SO₃ y alrededor del 1 al 3% es emitido como partículas sulfatadas.

El contenido de nitrógeno en el combustible es muy importante para la formación de NO_x ya que influye hasta en un 50% en el NO_x formado por la combustión. El porcentaje de conversión de nitrógeno del combustible en NO_x varía del 20 al 90%.

Hoja de datos para el cálculo de emisiones elaboración de productos para cuidado personal

Razon social de la empresa:									
Dirección:									
Actividad principal:					Productos para cuidado personal				
Clasificación CMAP:					Fabricación de otros productos no clasificados en otra parte 390011				
Materias primas									
CVEIDEN	Materia prima			Consumo	Unidades		Almacenamiento		
47	Ácido cítrico			9,600	kg/año		Bolsas plásticas		
	Alcohol etílico			3,000					
	Aceite mineral			28,800			Contenedor metálico		
	Alcantfor			24					
	Alcohol desnaturalizado			240,000					
Producto									
CVIDEN	Producto			Consumo	Unidades		Almacenamiento		
47	Purex detergente líquido			284,500	Kg/año		Contenedor plástico		
	Breck shampoo natural extracts			280,000					
	Breck acondicionador natural extrac.			115,200					
	Breck shampoo-acondicionador natural			216,000					
	Breck hair spray regular			63,000			Contenedor metálico		
Consumo energético									
Tipo de combustible		Consumo anual				Tipo de suministro		Consumo anual	
		Cantidad	Unidad					Cantidad	unidad
DIESEL		72,000	Litros						
Descripción del proceso									
Proceso principal	NIP-1	NIP-2		NIP-3		NIP-3	NIP-5		
Mezclado	Almacén	Mezclados de sólidos		Acondicionado de producto		Lavado de equipo			
	NIP-6	NIP-7		NIP-8		NIP-9	NIP-10		
		Caldera							
Equipos de combustión									
CVEIDEN	Eq Combust	NIP	NPE	Cap Diseño	Unidad	Nom Quem	Nom Combust	Cantidad	Unidad/año
47	CA	C-1	/	337,462.40	BTU/hr	Atomización mecánica	Diesel	24,000	
	CA	C-2	/	337,462.40				24,000	
	CA	C-3	/	337,462.40				24,000	
Equipos de control o sistemas de control									
CVEIDEN	NIP	NPE	NC	Clave de eqcont	Nombre de eq.		Eficiencia		
47	C-1	/		No tiene	No tiene		No tiene		
	C-2	/							
	C-3	/							

NIP: Número de identificación del proceso

NPE: Número del punto emisor (ductos o chimenea)

Reporte de emisiones							
CVEIDEN	NIP	NPE	Cv compo	Nom compo	Peso_molec	P_concentr	Unidadcomp
47	C-1						
47	C-2						
47	C-3						

Análisis de la actividad de la empresa

En este ejemplo la empresa fabrica productos para el cuidado personal, para realizar la clasificación se utilizó la información del campo de la clave CMAP proporcionado por la industria, este dato es comparado con el catálogo del CMAP para determinar si son consistentes, posteriormente contra las actividades o servicios que la empresa reporta, con esta información se reasigna o se avala la clave CMAP del establecimiento que es usada para identificar más rápidamente el giro industrial y para calcular emisiones por proceso, así como diversos tipos de reportes.

Del análisis de la base de datos, se desprende que no existe información suficiente para realizar el cálculo de emisiones en el área de proceso, debido a que las unidades de reporte no son las mismas que las utilizadas en los factores de emisión y a que es necesaria información complementaria de las condiciones de operación y almacenaje.

En la primera etapa de actividades en la empresa encontramos el almacén general donde están las materias primas y los productos, dependiendo del estado del almacenaje y manejo se generaran emisiones en mayor o menor cantidad, en este caso el almacenamiento se realiza en contenedores y bolsas, por lo que la emisión será pequeña y solamente puede haber emisiones fugitivas.

En la segunda actividad de la empresa se realiza el mezclado de materias primas, no se reportaron las características del mezclador (si es cerrado o abierto) ni las horas de operación; esta parte del proceso no esta descrita por el SCC, por lo que no se aplicaron factores, es necesario considerar esta parte ya que puede emitir partículas, dependiendo de las condiciones de operación. En el acondicionamiento del producto se pueden emitir partículas y otros contaminantes debido al manejo y evaporación del mismo por lo que es necesario obtener mayor información de esta área para determinar las emisiones. Finalmente la actividad que está relacionada con una caldera genera emisiones a la atmósfera, se estiman usando factores de emisión de acuerdo a los datos reportados.

Análisis de las unidades

Las unidades que se reportan de la capacidad de los equipos de combustión y del consumo de combustibles por la Cédula de Operación Anual (COA) no son iguales a las del factor de emisión, por lo que fue necesario homologar estos datos seleccionando los factores de conversión de la tabla B.1.

Tabla B.1. Factores de conversión de los tipos de combustible

Combustible	Unidades	Factor de conversión utilizado	Unidades del factor
Diesel	Litros	1,000 litros = m ³	[m ³]
	Kilogramos	0.824 kg/l	
Gas natural	Metros cúbicos	m ³	
Gas LP	Litros	1,000 litros = m ³	
	Kilogramos	0.526 kg/l	
Gasóleo	Litros	1,000 litros = m ³	
	Kilogramos		

Referente a la caldera, fue necesario conocer su capacidad para aplicar correctamente los factores de emisión, por lo que para esto fue necesario homologar los datos de energía proporcionados por las industrias con las equivalencias de unidades energéticas de la tabla B.2.

Tabla B.2. Equivalencias unidades de energía

Tabla de equivalencias	Multiplica	=
------------------------	------------	---

Anexo B

Mj	Megajoule	239	[kcal]
Kcal	Kilocaloria	4.186×10^{-6}	[Mj]
Kcal	Kilocaloria	3.968	[BTU]
BTU	Unidad termica británica	0.252	[kcal]
CC	Caballo caldera	35.3	[Mj/h]
Mj/h	Megajoule	0.028	[CC]

Selección del factor de emisión

Para seleccionar el factor de emisión fue necesario considerar el tipo de equipo de combustión, capacidad del equipo de combustión, tipo de quemador, tipo de combustible, así como las unidades de consumo. En la base de datos se mencionan tres calderas con quemadores de atomización mecánica como equipo de combustión, la capacidad es similar en cada una de ellas y menor a 3,000 caballos caldera, que consumen 24,000 litros de diesel cada una, y como no reporta equipo de control se utilizaron los factores de emisión de la tabla B.3.

Tabla B.3. Factores de emisión para combustión con diesel en calderas

Capacidad de caldera	Tipo de control	Factor de emisión [kg/m ³]				
		PM ₁₀	SO _x	CO	NO _x	HC
(< 3000 cc)	Sin control	0.12	17.04S	0.6	2.4	0.05424

Nota: En los hidrocarburos quedan agrupados compuestos orgánicos volátiles y compuestos orgánicos totales.
Nota: El valor de S = 0.5% en peso

Secuencia de cálculos

La estimación de la emisión del contaminante i (Ei), consiste en el producto del volumen de combustible consumido "CC" en la caldera y el factor de emisión seleccionado (asociado al tipo de combustible) para el contaminante i "FEi" ver tabla B.3.

$$E_i = (FE_i) \times (CC)$$

Para la primera caldera

Emisión de PM ₁₀	= (0.12) x (24,000\1,000)	= 2.88 kg\ año
Emisión de SO _x	= (17.04) x (0.5) x (24,000\1,000)	= 204.48 kg\ año
Emisión de CO	= (0.6) x (24,000\1,000)	= 14.40 kg\ año
Emisión de NO _x	= (2.4) x (24,000\1,000)	= 57.60 kg\ año
Emisión de HC	= (0.054) x (24,000\1,000)	= 1.30 kg\ año

Pero como todas las calderas son iguales se puede usar la misma formula, lo que es comparable utilizando el total del combustible que es de 72,000 litros para este caso.

Emisión de PM ₁₀	= (0.12) x (72,000\1,000)	= 8.64 kg\ año
Emisión de SO _x	= (17.04) x (0.5) x (72,000\1,000)	= 613.44 kg\ año
Emisión de CO	= (0.6) x (72,000\1,000)	= 43.20 kg\ año
Emisión de NO _x	= (2.4) x (72,000\1,000)	= 172.80 kg\ año
Emisión de HC	= (0.054) x (72,000\1,000)	= 3.88 kg\ año

Ejemplo 2. - Cálculo de emisiones por la combustión de gas natural.

Descripción del proceso de generación de las emisiones

El gas natural está considerado como un combustible relativamente limpio, pero algunas emisiones resultan de su combustión, por ejemplo, en condiciones inapropiadas de combustión con una mezcla pobre de aire/combustible, etc. puede generar grandes cantidades de humo, CO y emisiones de compuestos orgánicos volátiles. Los NO_x son el principal contaminante del gas natural, estas emisiones dependen principalmente de las temperaturas máximas logradas dentro de la cámara de combustión, así como de la concentración de oxígeno en la zona de combustión y del tiempo de exposición a las altas temperaturas. Los niveles de emisión varían considerablemente y están relacionados con el tamaño y diseño de los equipos de combustión y tipo de quemadores.

Hoja de datos para el cálculo de emisiones en la fabricación de papel y cartón

Razon social de la empresa:										
Dirección:										
Actividad principal: Fabricación de papel y carton										
Clasificación CMAP: Fabricación de papel 341021										
Materias primas										
CVEIDEN	Materia prima			Consumo		Unidades		Almacenamiento		
56	Celulosa fibra larga			5,839		ton		Granel bajo techo		
56	Celulosa fibra corta			2,956						
56	Celulosa quimica terno mecánica			523						
56	Papel periodico			3,272						
56	Virutas papel blanco			1,001						
Producto										
CVEIDEN	Producto			Produccion		Unidades		Almacenamiento		
56	Papel			9,103		ton		Granel bajo techo		
56	Cartoncillo			4,368						
Consumo energético										
Tipo de combustible		Consumo anual			Tipo de suministro		Consumo anual			
		Cantidad	Unidad				Cantidad	unidad		
Gas Natural		5,511,033	M ³							
Descripción del proceso										
Proceso principal		NIP-1		NIP-2		NIP-3		NIP-3		NIP-5
Fabricacion papel		Almacen		Molienda		Refinacion		Preparacion		Formacion
		NIP-6		NIP-7		NIP-8				
		Recuperacion de fibra		Recuperacion agua		Caldera				
Equipos de combustión										
CVEIDEN	eq combus	NIP	NPE	cap diseño	unidad	nom quem	nom combust	Cantidad	unidad/año	
586	CA	6	1	500	C.C	Q Bajo NOx	Gas Natural	5.51	Millones de m ³	
Equipos de control o sistemas de control										
CVEIDEN	NIP	NPE	Nc	Clave de eqcont	Nombre de eq.		Eficiencia			
586				NC	NC		NC			
<small>NIP: Numero de identificación del proceso; NPE: Numero del punto emisor (ductos o chimenea); NC-</small>										
Reporte de emisiones										
CVEIDEN	NIP	NPE	Cv compo	Nom compo	Peso_molec	P_concentr	Unidadcomp			
586	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND			

Análisis de la actividad de la empresa

En este ejemplo, la empresa fabrica papel y cartoncillo, para realizar la clasificación se utilizó la información del campo de la clave CMAP proporcionado por la industria, este dato es comparado con el catálogo del CMAP y contra las actividades o servicios que la empresa reporta, con esta

información se reasigna o se avala la clave CMAP del establecimiento, misma que se utilizará en caso de calcular emisiones por proceso y para generar diversos tipos de reportes. Del análisis de la base de datos, se desprende que no existe información suficiente para realizar el cálculo de emisiones en el área de proceso, debido a que es necesaria información complementaria de las condiciones de operación, debido a que puede haber emisiones en el secado y otras partes del proceso. En la primera etapa de actividades de la empresa, encontramos el almacén general, donde están las materias primas y los productos que son almacenados a granel, originándose emisiones fugitivas por el manejo. En la etapa de elaboración del papel, hay ocho etapas del proceso, de las cuales en cinco se pueden generar emisiones contaminantes fugitivas, para este fin solamente se analizó una (combustión) debido a que el SCC² requiere de mayor información. La actividad que está relacionada con una caldera, genera emisiones a la atmósfera, las cuales son conducidas y estimadas usando factores de emisión, es importante comentar que no menciona la presencia de un equipo de control relacionado a este punto, ni la capacidad de la caldera para aplicar correctamente los factores de emisión. Las unidades que se reportan en la Cédula de Operación Anual (COA) referente a la capacidad de los equipos de combustión y las unidades de consumo no son las utilizadas en la descripción del factor de emisión, por lo que fue necesario homologar estos datos para aplicar el factor, utilizando las equivalencias de las tablas B.1 - B.2.

Selección del factor de emisión

Para seleccionar el factor de emisión registrado en la tabla B.4, fue necesario considerar el tipo de equipo de combustión, capacidad del equipo de combustión, tipo de quemador, tipo de combustible, así como las unidades de consumo. Una vez revisada la hoja de datos se seleccionó el factor de emisión para realizar el cálculo, para este caso el equipo de combustión es menor a 3,000 caballos caldera, el cual cuenta con un quemador de bajo NO_x, ver tabla B.4.

Tabla B.4. Factor de emisión para combustión con gas natural en calderas [kg/Mm³]

Capacidad de caldera	Tipo de control	PM ₁₀	SO _x	CO	NO _x	HC
(< 3000 C.C)	Quemador de bajo NO _x	121.6	9.6	1344	800	264

Nota: En los hidrocarburos totales quedan agrupados compuestos orgánicos volátiles, compuestos orgánicos totales; M: millones

Secuencia de cálculos

La estimación de la emisión del contaminante i (E_i), consiste en el producto del volumen de combustible consumido "CC" en la caldera y el factor de emisión seleccionado (asociado al tipo de combustible) para el contaminante i "FE_i" ver tabla B.3.

$$E_i = (FE_i) \times (CC)$$

Emisión de PM ₁₀	= (121.6 kg/10 ⁶ m ³) x (5.51 10 ⁶ m ³)	= 670.01 kg/año
Emisión de SO ₂	= (9.6 kg/10 ⁶ m ³) x (5.51 10 ⁶ m ³)	= 52.89 kg/año
Emisión de CO	= (1,344 kg/10 ⁶ m ³) x (5.51 10 ⁶ m ³)	= 7,405.44 kg/año
Emisión de NO _x	= (800 kg/10 ⁶ m ³) x (5.51 10 ⁶ m ³)	= 4,408.00 kg/año
Emisión de HC	= (264 kg/10 ⁶ m ³) x (5.51 10 ⁶ m ³)	= 1,454.64 kg/año

Ejemplo 3. - Emisiones por proceso "Concreto premezclado"

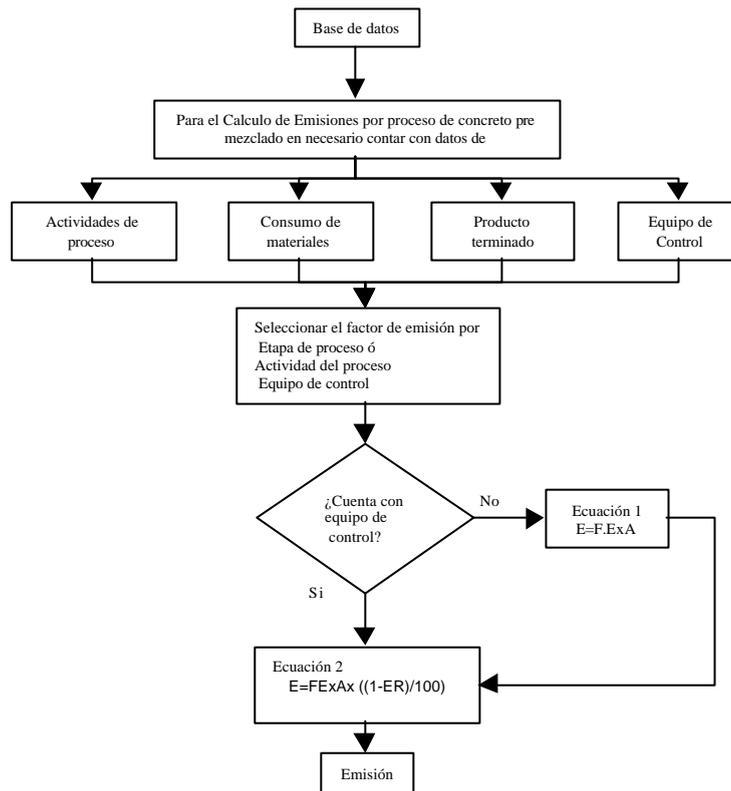
Descripción del proceso de generación de las emisiones

Concreto Premezclado, el concreto está compuesto esencialmente de agua, cemento, arena (agregados finos) y "agregados gruesos". Los "agregados gruesos" pueden consistir en grava, roca triturada. Algunos agregados especiales pueden ser agregados de alto peso (de barita, magnetita,

² Source Code Clasification (Clasificación de Códigos de Fuente)

limonita, ilmenita); agregados de peso bajo como el aglomerado de arcilla, lutita, pizarra arcillosa dura, tierra de diatomeas, perlita, vermiculita, piedra pómez o comprimidos de cenizas frías. La arena y los "agregados gruesos" son transferidos a tolvas elevadas por cargadores de cucharón delantero, grúas de cucharón de almeja o elevadores de cangilones. De estos silos elevados, los constituyentes son alimentados por gravedad o transportadores roscados a tolvas pesadoras, que combinan las cantidades adecuadas para cada material. El concreto "shrink-mixed" es parcialmente mezclado en una planta central mezcladora y luego se mezcla completamente en un camión mezclador en camino al sitio de trabajo, el proceso batch en seco pocas veces es llevado al sitio de la construcción.

Diagrama B.2. Memoria de cálculo de emisiones por elaboración de concreto premezclado.



Donde:
 E= Emisión
 FE= Factor de Emisión
 A= Actividad
 ER= Eficiencia

Hoja de datos para el cálculo de emisiones en la elaboración y venta de preconcreto

Razon social de la empresa:				
Dirección:				
Actividad principal:		Elaboración distribución y venta de preconcreto		
Clasificación CMAP:		369T21		
Materias primas.				
CVEIDEN	Materia prima	Consumo	Unidades	Almacenamiento
1	Cemento	3,323	ton/año	Al aire libre
1	Gravas	2,633	m ³ /año	

Anexo B

1	Arena	3,993	l/año						
1	Agua	19,947							
1	Aditivos	44,373							
Producto									
CVIDEN	Producto	Consumo	Unidades		Almacenamiento				
1	Concreto premezclado	83,000	m ³		Al aire libre				
Consumo energetico									
Tipo de combustible	Consumo anual				Tipo de suministro	Consumo anual			
	Cantidad		Unidad			Cantidad		unidad	
Descripción del proceso									
Proceso principal	NIP-1	NIP-2		NIP-3		NIP-3	NIP-5		
Mezcla mecánica	Carga de agregados	Transporte		Pesado de agregados		Pesado de cemento			
Equipos de combustión									
CVEIDEN	Eq. combus	NIP	NPE	Cap. diseño	Unidad	Nom. quem	Nom combust	Cantidad	Unidad/año
Equipos de control o sistemas de control									
CVEIDEN	NIP	NPE		NC	Clave de eqcont	Nombre de eq.		Eficiencia	
<small>NIP: Numero de identificación del proceso NPE: Numero del punto emisor (ductos o chimenea)</small>									
Reporte de emisiones									
CVEIDEN	NIP	NPE	CV compo	Nom compo	Peso_molec	P_concentr	Unidad comp		
1	1		1	Material particulado					
1	2		1						

Clasificación industrial.

Datos de registro para establecimientos de servicio: Para realizar la clasificación se utilizó la información del campo de la clave CMAP³ proporcionado por la industria punto 2 de datos de registro para establecimientos, este dato es comparado contra el catalogo del CMAP y contra las actividades o servicios que la empresa reporta, con esta información se reasigna o se avala la clave CMAP del establecimiento.

Selección del factor de emisión

Tipo de combustible y sus unidades: No reporta consumo de combustibles, Selección del factor de emisión por proceso: para seleccionar el factor de emisión registrado en la tabla B.5 es necesario considerar el tipo de proceso, la actividad realizada en el proceso, datos de consumo de materias primas o productos (en este caso producción de concreto).

Tabla B.5. Factores de emisión

SCC	Nombre del proceso	PART	PM ₁₀	SO ₂	CO	NOx	COV _s	UNIDADES
3-05-011-01	General (no fugitivas)	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	m ³ concreto producido

*Airchief EPA november 1999; *Dosificación de Concreto - 3270, 1771, 3292 kg/m³

En la hoja de datos para realizar el cálculo de emisiones en proceso, se observa la cantidad de concreto producido (83,000 m³ al año), en la COA no se incluía información de equipos de control, por lo que se uso para el cálculo, la ecuación general sin incluir equipo de control, el único contaminante reportado son partículas y PM₁₀ (tabla B.6) las que se calcularon de la siguiente manera:

3 Clasificación Mexicana de Actividades y Productos

Secuencia de cálculos

Emisión de PM_{10} =(Factor de emisión para el proceso General (no fugitivas))x(Metros cúbicos de concreto producido)=(0.01 x 83,000) = 830 kg/año

Tabla B.6. Inventario de emisiones [kg/año]

CVEIDEN	Parte del proceso	Formula	PM_{10}	SO_x	NOx	COV _s	CO
1	General no fugitivas	$E = Fe \times \text{producto}$	830	0	0	0	0

Ejemplo 4. - Emisiones por proceso "Artes gráficas"

Descripción del proceso de generación de las emisiones

Artes gráficas, el término artes gráficas es usado para los 4 procesos básicos en la industria de la impresión: litografía, letras prensadas, tipográfica, rotograbado, y flexografía. La impresión se realiza en diversos tipos de papel aunque se puede imprimir en otros materiales, el proceso y los materiales a emplear son importantes en la generación de contaminantes principalmente COV's. Las tintas de impresión varían ampliamente en su composición, pero casi siempre constan de tres elementos (base orgánica, pigmentos, estabilizadores), el pigmento produce los colores y se compone de materiales orgánicos e inorgánicos, los componentes sólidos adhieren los pigmentos al sustrato y se compone de resinas orgánicas, polímeros, algunas tintas, aceites, resinas y solventes que se disuelven o dispersan, los pigmentos y el aglomerante.

Proceso de litografía.- Usada para la fabricación de libros, folletos, periódicos, en los libros y folletos se usan tintas que contienen aproximadamente 40% de solvente, y para periódico se usan tintas con el 5%. En ambos casos los solventes son normalmente hidrocarburos o derivados del petróleo, pasan por un túnel o secador a altas temperaturas excepto en el periódico, la mayor parte del solvente en ambos casos se queda en la tinta.

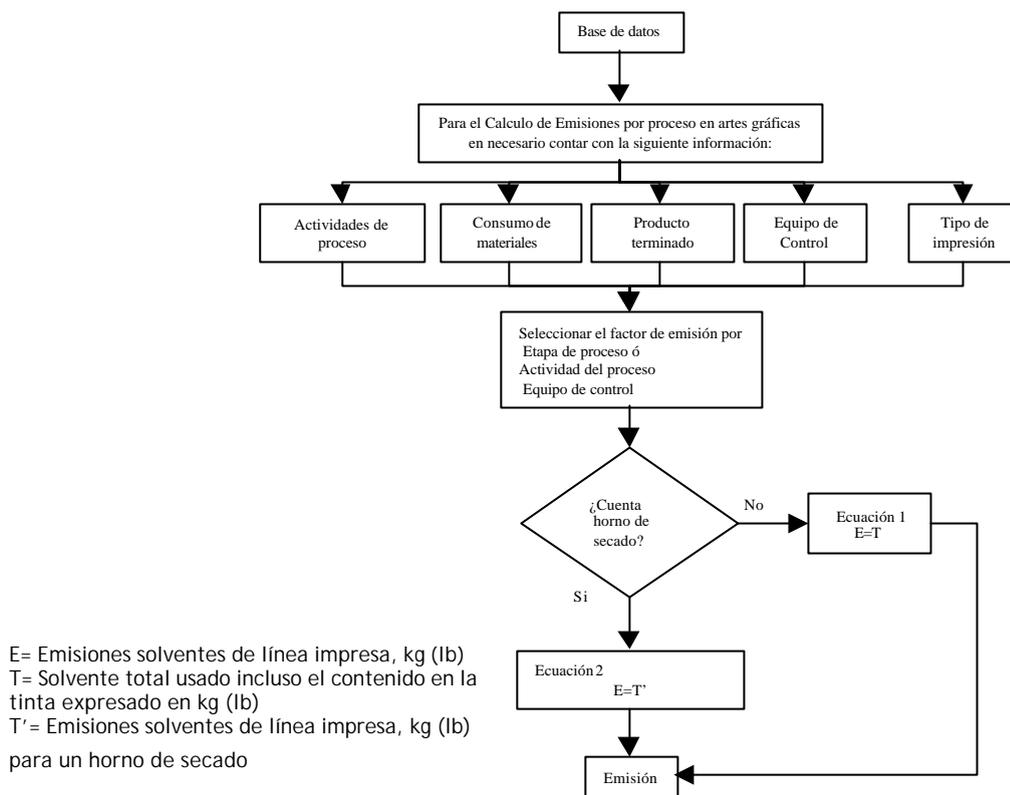
Proceso de letras prensadas. - Se utiliza para la elaboración de revistas y periódicos, las tintas empleadas generalmente contienen el 40% en peso de solvente, los solventes para dilución de las tintas generalmente son alcoholes e hidrocarburos aromáticos.

Rotograbado.- Se utiliza en la impresión en papel recubierto, como etiquetas, revistas, periódicos, en cajas de cartón y otros materiales de empaque flexible. Las tintas usadas contienen del 55-95% de volumen en solvente y generalmente en promedio 75%, los solventes para dilución contienen diversos compuestos como cetonas, glicoles etc.

Flexografía.- Se utiliza principalmente en empaques flexibles, tetrapak, bolsas de cartón, platos, etiquetas, cintas y sobres, se usan tintas base-solvente y base-agua, el primero se utiliza en publicaciones y el segundo en productos grado alimenticio, bolsas y otros, el solvente contiene generalmente alcoholes, alcoholes mezclados con hidrocarburos; el solvente para la dilución contiene glicoles, cetonas y éteres, el secado se realiza con aire caliente.

Tipográfica.- Este proceso se utiliza en la impresión de revistas, folletos etc. y es similar al proceso de serigrafía y tampografía

Diagrama B.3. Procedimiento del cálculo de emisiones en las artes gráficas.



Para el cálculo de emisiones por proceso en artes gráficas se consideran los equipos de impresión, tipo de impresión, capacidad del equipo de impresión, etapas del equipo, tipos y cantidad de tintas. Además dependiendo de que si la emisión es conducida o no, para poder determinar el punto de emisión y ubicar los puntos de control. Es importante mencionar que existen equipo de impresión con el equipo de control integrado para partículas y horno de secado en línea, estas dos particularidades se incluyen en la selección del balance y los valores de las variables a sustituir. Para definir que factores de emisión se utilizaran se realizó una revisión del diagrama de flujo considerando las etapas del proceso de impresión, tipo de tinta, tipo y cantidad de solventes. La ecuación 1 se utilizó para el cálculo de emisiones, cuando no existe horno de secado es la siguiente⁴.

$$E_{Total} \approx T \text{ Donde: } T \approx \frac{ISd}{100} \quad (1)$$

E_{total} : Total de emisiones de los solventes incluso del producto impreso [kg] "o" [lb]
 T: Solvente total usado incluso el contenido en la tinta expresado en [kg] "o" [lb]

Las emisiones de solventes cuando el proceso utiliza un secador se pueden calcular con la ecuación 2, el solvente restante se queda en el producto impreso.

4 Capitulo 4 de Evaporation Loss Source Sección 4.9.1, Sección 4.9.2 del AP-42 november 1999

Cuando existe horno de secado la ecuación 1 se convierte en la ecuación 2 y es⁵:

$$E = T' \text{ Donde: } T' = \frac{ISd}{100} \left(\frac{100 - P}{100} \right) \quad (2)$$

E: Emisiones solventes de línea impresa, [kg] "o" [lb]

I: Tinta usada [l] "o" [galones]

S y P: tabla B.7.

D: Densidad del solvente [kg/ l] "o" [lb/ gal]

La emisión de contaminantes es referida a los compuestos orgánicos volátiles, que dependen principalmente del proceso de impresión y las materias primas utilizadas. Las consideraciones antes expuestas son utilizadas en los siguientes ejemplos:

Clasificación industrial.

De la hoja de datos para el cálculo de emisiones en industrias auxiliares y conexas con la edición e impresión, se registro para establecimientos de servicio y para su clasificación se utilizó la información del campo de la clave CMAP proporcionado por la industria punto 2 de datos de registro para establecimientos de la COA, este dato es comparado contra el catalogo del CMAP y contra las actividades o servicios que la empresa reporta, con esta información se reasigna o se avala la clave CMAP del establecimiento.

Tipo de combustible y sus unidades:

No reporta consumo de combustibles.

Selección del factor de emisión por proceso:

Para seleccionar el factor de emisión es necesario considerar el tipo de proceso, la actividad realizada en el proceso, datos de consumo de materias primas o productos (en este caso consumo de tintas), obteniendo los siguientes datos:

Tabla B.7. Contenido de solvente en el producto

Procesos	Volumen del solvente en tinta [volumen %] [S]	Solvente restante en producto más el destruido en el secador [%] [P]	Clasificación del factor de emisión	Densidad de thinner estándar
Litográfico publicación	40	40	B	0.775

En la hoja de datos se observa la cantidad de tinta utilizada 564.52 litros, (en ocasiones es reportada en unidades de masa por lo que se requiere utilizar la densidad del solvente) y se considera como equipo de control un secador de acuerdo al proceso.

Hoja de datos para el cálculo de emisiones en industrias auxiliares y conexas con la edición e impresión

Razon social de la empresa:	
Direccion:	
Actividad principal:	Industrias auxiliares y conexas con la edicion e impresion
Clasificación CMAP:	342004
Materias primas.	

5 Capitulo 4 de Evaporation Loss Source Sección 4.9.1, Sección 4.9.2 del AP-42 november 1999

Anexo B

CVEIDEN	Materia prima	Consumo	Unidades	Almacenamiento					
90	Carton plegadizo	330	ton/año	A granel bajo techo					
90	Papel	72							
90	Tintas	564.52	l/año	Botes de plastico					
90	Pegamento	216							
90	Acete lubricante	204	kg/año	Garrafón de plástico					
Producto									
CVEIDEN	Producto	Consumo	Unidades	Almacenamiento					
90	Cajas	21,600	PZA	Boisa de plastico					
90	Etiquetas	1,320	PZA	Boisa de plastico					
Consumo energetico									
Tipo de combustible	Consumo anual		Tipo de suministro	Consumo anual					
	Cantidad	Unidad		Cantidad	unidad				
Descripción del proceso									
Proceso principal	NIP-1		NIP-2		NIP-3	NIP-3	NIP-5		
Litografía	Preparación de la prensa		Generación de grabados		Impresión				
Equipos de combustión									
CVEIDEN	Eq combus	NIP	NPE	Cap diseño	Unidad	Nom quem	Nom combust	Cantidad	Unidad/año
Equipos de control o sistemas de control									
CVEIDEN	NIP	NPE	NC	Clave de eqcont	Nombre de eq.	Eficiencia			
NIP: Numero de identificación del proceso NPE: Numero del punto emisor (ductos o chimenea)									
Reporte de emisiones									
CVEIDEN	NIP	NPE	Cv compo	Nom compo	Peso_molec	P_concentr	Unidadco mp		

Secuencia de cálculbs

$$E = T' \quad \text{En donde} \quad T' = \frac{ISd}{100} * \frac{(100 * P)}{100}$$

por lo tanto

$$\text{Emisión de COV's} = \frac{ISd}{100} * \frac{(100 * P)}{100}$$

- ? : Consumo de tinta = 564.516 [l/año]
- S: factor de la anterior = Volumen del solvente en tinta = 40
- P: factor de la anterior = Solvente en el producto más el destruido en el secador = 40
- D: densidad del solvente = 0.775 [kg/l]

$$\text{Emisión de COV's} = \frac{(564.516 \text{ l/año}) * (40) * (0.775 \text{ kg/l}) * (100 * 40)}{100} = 104.99 \text{ kg/año}$$

Ejemplo 5.- Emisiones por combustión y proceso.

Para realizar la clasificación de esta industria se utilizó la información del campo de la clave CMAP, este dato es comparado con el catálogo del CMAP y contra las actividades reportadas, con esta información se reasigna o se avala la clave CMAP para ser usada en el cálculo de emisiones por proceso.

Del análisis de la base de datos, se observa que existe información suficiente para realizar el cálculo de emisiones en el área de proceso, para realizar esto es necesario uniformizar las unidades reportadas con las unidades de los factores de emisión del proceso, además es necesario identificar información complementaria de las condiciones de operación y almacenaje.

Para la etapa de almacenaje no se presenta información suficiente para determinar las posibles emisiones que pudieran generarse aquí.

Para la etapa de proceso se tienen datos de inyección de plástico, pintado, esmaltado de lámina y productos, por lo que es necesario utilizar los factores de emisión del SCC.

Tabla B.8. Factores de emisión por combustión con gas LP

Contaminante	Caldera industrial [kg/m ³]	Caldera comercial -institucional-residencial [kg/m ³]
PM ₁₀	0.072	0.0528
SO ₂	0.0001	0.0001
CO	0.4032	0.2376
NO _x	2.376	1.728
HC	0.0648	0.0648

* En los HC se incluyen los COTs y los COVs

Finalmente están las emisiones que se producen por la quema del combustible, para lo cual se utilizaron los datos de la tabla B.8. Los datos que se consideraron para esta industria, se presentan en la siguiente hoja de datos, la cual describe los materiales utilizados, los productos y las actividades principales que se realizan:

Hoja de datos para el cálculo de emisiones en la fabricación y compraventa de herrajes metálicos para cortineros

Razon social de la empresa:				
Direccion:				
Actividad principal:		Fabricación y compraventa de herrajes metalicos para cortineros.		
Clasificación CMAP:		381403		
Materias primas.				
CVEIDEN	Materia prima	Consumo	Unidades	Almacenamiento
2309	Cartón plegadizo	800	ton/año	A granel bajo techo
2309	Papel	4		Botes de plástico
2309	Tintas	2		Garrafón de plástico
2309	Pegamento	6		
2309	Acerte lubricante	6		
Producto				
CVEIDEN	Producto	Consumo	Unidades	Almacenamiento

Anexo B

2309	Cortineros	480,000	pza/año	OF					
2309	Herrajes	18,000,000	pza/año	OF					
Consumo energético									
Tipo de combustible	Consumo anual		Tipo de suministro	Consumo anual					
	Cantidad	Unidad		Cantidad unidad					
Descripción del proceso									
Proceso principal	NIP-1	NIP-2	NIP-3	NIP-4 NIP-5					
Horno 1	Secado								
Horno 2	Secado								
Horno 3	Secado								
Equipos de combustión									
CVEIDEN	Eq combust	NIP	NPE	Cap diseño	Unidad	Nom quem	Nom combust	Cantidad	Unidad/año
2309	Horno 1	1					GLP	25.8	m ³
2309	Horno 1	1				25.8			
2309	Horno 1	1				25.8			
Equipos de control o sistemas de control									
CVEIDEN	NIP	NPE	NC	Clave de eqcont	Nombre de eq.	Eficiencia			
NIP: Numero de identificación del proceso NPE: Numero del punto emisor (ductos o chimenea)									
Reporte de emisiones									
CVEIDEN	NIP	NPE	Cv compo	Nom compo	Peso_molec	P_concentr	Unidadcomp		
Equipo	Contaminante	Gasto (G)	Unidad	Concentracion (Conc.)	Unidad				
Horno de curado 1	partículas	6,977.3	m ³ /día	80.1	Mg/m ³				
Horno de curado 2		13,398.2		120.1	Mg/m ³				
Horno de curado 3		18,816.4		39.2	Mg/m ³				

Para determinar las emisiones en masa es necesario considerar condiciones de base seca, y conocer el tiempo de operación de los equipos de manera anual, para este caso la industria trabaja 260 días al año. Es necesario destacar que el tiempo de actividad del equipo emisor es el que debe considerarse para el cálculo de las emisiones y relacionarlo con los datos de las mediciones. Las emisiones calculadas de acuerdo a mediciones basadas en la norma 043 son las siguientes:

$$E_1 = G \cdot (\text{Conc.}) \cdot (\text{días/año}) = (6,977.3 \text{ m}^3/\text{día}) (80.1 \text{ Mg/m}^3) (260 \text{ días/año}) (\text{ton}/10^9 \text{ mg}) = 0.145 \text{ ton/año}$$

$$E_2 = G \cdot (\text{Conc.}) \cdot (\text{días/año}) = (13,398.2 \text{ m}^3/\text{día}) (120.1 \text{ Mg/m}^3) (260 \text{ días/año}) (\text{ton}/10^9 \text{ mg}) = 0.42 \text{ ton/año}$$

$$E_3 = G \cdot (\text{Conc.}) \cdot (\text{días/año}) = (18,816.4 \text{ m}^3/\text{día}) (39.2 \text{ Mg/m}^3) (260 \text{ días/año}) (\text{ton}/10^9 \text{ mg}) = 0.19 \text{ ton/año}$$

Total de emisiones de partículas por proceso. $E_1 + E_2 + E_3 = 0.145 + 0.42 + 0.192 = 0.757 \text{ ton/año}$

Se presentan emisiones medidas de COV's en masa por lo que es necesario convertir las unidades de kg/año a ton/año.

Emisión anual es 423.4 kg/año

$$E_{\text{COVS}} = (423.4 \text{ kg/año}) (\text{ton}/1,000 \text{ kg}) = 0.42 \text{ ton/año de COV's originados en el área de pintura.}$$

Por medio de cálculos basados en el SCC tenemos:

Para el esmalte de recubrimiento se considera el SCC 4-02-005-01 con un factor de emisión de 381.36 kg/ton de recubrimiento aplicado.

Por lo que:

$$E = (2.4 \text{ ton de recubrimiento}) \times (381.36 \text{ kg/ton recubrimiento}) \left(\frac{\text{ton}}{1000 \text{ kg}}\right) = 0.91 \text{ ton/año}$$

Que sumados a las emisiones por recubrimiento tenemos que:

E_{COVS} = emisiones por pintado (E_R) y emisiones por esmaltado (E_{SCC}).

$$E_{\text{COVS}} = E_R + E_{\text{SCC}} = 0.91 + 0.42 \text{ ton/año} = 1.33 \text{ ton/año de emisiones de COVS en el área de proceso.}$$

De emisiones por combustión para el Horno1.

$$\begin{aligned} \text{Emisión de PM}_{10} &= (\text{Factor de emisión de PM}_{10} \times \text{Consumo de combustible}) \\ &= (0.072 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 1.86 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el azufre 9×10^{-6}

$$\begin{aligned} \text{Emisión de SO}_x &= (\text{Factor de emisión de SO}_x) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (9 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 2.322 \text{ E}^{-4} \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el CO, la relación propano butano es 60/40 en el gas LP

Tomado los valores de la tabla B.8 tenemos que:

$$FE_{\text{CO}} = (0.384) \times (0.6) + (0.432) \times (0.4) = 0.4032 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Emisión de CO} &= (\text{Factor de emisión de CO}) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (0.4032 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 10.40 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el NO_x la relación propano butano es 60/40 en el gas LP

Tomado los valores de la tabla B.8 tenemos que:

$$FE_{\text{NO}_x} = (2.28) \times (0.6) + (2.54) \times (0.4) = 2.032 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Emisión de NO}_x &= (\text{Factor de emisión de NO}_x) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (2.032 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 52.42 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Factor de emisión para el COT relación propano butano es 60/40 en el gas LP

Tomado los valores de la tabla B.8 tenemos que:

$$FE_{\text{HC}} = (0.06) \times (0.6) + (0.072) \times (0.4) = 0.0648 \text{ kg/m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Emisión de HC} &= (\text{Factor de emisión de HC}) \times (\text{Consumo de combustible}) \\ &= (0.0648 \text{ kg/m}^3) \times (25.8 \text{ m}^3/\text{año}) = 1.67 \text{ kg/año} \end{aligned}$$

Anexo B

Pero como todos los hornos son iguales se usaron las mismas formulas y secuencia de cálculo, lo que es comparable utilizando el consumo de combustible que es de 25.8 m³/año para este caso.

Emisión de PM ₁₀	=	(0.072 kg/m ³) X (25.8 m ³ /año)	=	1.86	kg/año
Emisión de SO _x	=	(9*10 ⁻⁶ kg/m ³) X (25.8 m ³ /año)	=	2.32 E ⁻⁴	kg/año
Emisión de CO	=	(0.4032 kg/m ³) X (25.8 m ³ /año)	=	10.40	kg/año
Emisión de NO _x	=	(2.032 kg/m ³) X (25.8 m ³ /año)	=	52.42	kg/año
Emisión de HC	=	(0.0648 kg/m ³) X (25.8 m ³ /año)	=	1.67	kg/año