

DIRECTORIO

PRESIDENTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

Ing. Gabriel Quadri De La Torre

DIRECTOR GENERAL DE GESTIÓN E INFORMACIÓN AMBIENTAL

Dr. Adrián Fernández Bremauntz

DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE

Dr. Víctor Hugo Páramo Figueroa

DIRECTOR DE ANÁLISIS DE DATOS AMBIENTALES

Mat. Jorge Martínez Castillejos

ASESORA DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN E INFORMACIÓN AMBIENTAL

Dra. Matilde Espinosa Rubio

SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN DE INVENTARIOS DE EMISIONES

Ing. Jorge Sarmiento Rentería

SUBDIRECTORA DE MODELOS DE CALIDAD DEL AIRE

Biól. Guadalupe De La Luz González

SUBDIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN DE INVENTARIOS DE EMISIONES

Biól. Jesús Contreras Franco

SUBDIRECTOR DE MONITOREO ATMOSFÉRICO

Ing. José Zaragoza Ávila

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

I. Principios Básicos de Inventarios de Emisiones.

II. Fuentes Puntuales.

III. Fuentes de Área.

IV. Fuentes Naturales.

V. Vehículos Automotores.

ANEXOS

Formato LF-CO.

Software de la EPA para Inventarios de Emisiones.

DIRECTORIO.

PRESENTACIÓN

Un inventario de emisiones es el elemento base para desarrollar un programa de calidad del aire consistente y con posibilidades de llegar a una reducción equitativa y eficaz de las emisiones que producen las industrias, los comercios y servicios, los vehículos automotores, los suelos y la vegetación.

En México desde hace varias décadas se elaboran inventarios de emisiones, más sin embargo las metodologías y técnicas de cálculos empleadas no están estandarizadas, lo cual impide con frecuencia efectuar comparaciones y evaluar las tendencias de las emisiones. Este último punto es fundamental para evaluar el impacto de los programas y medidas de prevención y control de la contaminación atmosférica.

Por otra parte, un inventario completo, detallado y validado, permite identificar con mayor precisión las fuentes que contribuyen con la mayor proporción de las emisiones contaminantes, permitiendo así el identificar e instrumentar acciones con metas cuantificables en términos de la reducción de emisiones alcanzada.

Es por lo anterior que el *Instituto Nacional de Ecología* se ha marcado en esta materia una serie de actividades progresivas que irán permitiendo la homogeneización y uniformización en la elaboración de los inventarios y para ello ha considerado y está en proceso de elaborar un conjunto de manuales con el propósito de que sirvan de referencia a todos aquellos interesados que requieran elaborar inventarios de emisiones.

Un elemento complementario y de igual importancia es la capacitación técnica para construir inventarios de emisiones a la atmósfera. Para ello el INE, con apoyo de la Asociación de Gobernadores del Oeste y la Agencia de Protección Ambiental de los E.U.A., y con la participación de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, desarrolló un *Curso de Inventarios de Emisiones para México* como un parte de un proyecto global que pretende consolidar la capacidad técnica a nivel nacional de los profesionales que trabajan en este campo.

Las notas que se presentan en este documento corresponden a una versión corta del curso original. Este curso corto ha sido concebido para ser impartido a una audiencia de ingenieros, profesionistas y técnicos de los sectores industria, comercios y servicios, principalmente, en una sesión intensiva de una sola jornada. Por lo tanto es un curso ejecutivo que permite al participante recibir los conceptos básicos más importantes, necesarios para el desarrollo de inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera.

Adrián Fernández Bremauntz

Principios Básicos de Inventarios de Emisiones

- Desarrollo de inventarios de emisiones
- Usos de los inventarios de emisiones
- Área geográfica
- Fuentes de contaminantes
- Metodologías básicas

Desarrollo de Inventarios de Emisiones

- Los Inventarios de Emisión son conjuntos de datos que caracterizan las liberaciones de contaminantes de las fuentes emisoras
 - > Permiten identificar qué contaminantes son emitidos
 - > Permiten cuantificar la tasa de emisión
- Son los cimientos para la construcción de un plan de calidad del aire
- Son instrumentos importantes en el manejo de relaciones públicas entre las autoridades y la sociedad

Usos de los Inventarios de Emisiones

- Determina el cumplimiento de las diferentes reglamentaciones
- Desarrolla las condiciones para licencias de funcionamiento
- Estima impactos a la calidad del aire, en conjunto con modelos

Usos de los Inventarios de Emisiones (continuación)

- Permiten determinar las especificaciones para el equipo de control
- Permiten determinar créditos de emisiones
- Permiten calcular cuotas de emisión y multas por emisiones en exceso

Usos de los Inventarios de Emisiones (continuación)

- Permiten establecer la aplicabilidad de los diferentes requerimientos regulatorios
- Satisfacen los requerimientos establecidos en las regulaciones en cuanto a reportes
- Permiten identificar áreas de incertidumbre en el inventario
- Permiten analizar escenarios potenciales del tipo "¿ qué pasaría si...?"

Área Geográfica

- Por lo general, las áreas de los inventarios se definen por la división política
- Con frecuencia las áreas del inventario son conjuntos de jurisdicciones que experimentan problemas comunes de calidad del aire
- El tipo de inventario determina el área geográfica exacta que debe cubrirse

Fuentes de Contaminantes

- Hay diferentes categorías de fuentes de contaminantes:
 - > Fuentes naturales, fuentes antropogénicas;
 - > Fuentes puntuales, fuentes de área;
 - > Fuentes estacionarias, fuentes móviles;
 - > Fuentes originadas por fenómenos naturales
 - > Fuentes biogénicas

Fuentes Puntuales

- Son fuentes estacionarias, grandes, que se caracterizan por emitir cantidades de contaminantes por arriba de un cierto umbral (por ejemplo 10 ton por año de NO_x)

Fuentes de Área

- Son fuentes demasiado pequeñas o numerosas para ser consideradas fuentes puntuales
- Por lo general sus emisiones se calculan a partir de factores de emisión y de niveles de actividad
- Incluyen a las fuentes móviles que no circulan por calles o por carreteras:
 - > Aeronaves
 - > Trenes
 - > Botes
 - > Maquinaria para construcción
 - > Otros tipos de equipo

Fuentes Móviles

- Las fuentes móviles que circulan por calles o por carreteras incluyen:
 - > Automóviles
 - > Camiones
 - > Motocicletas

Fuentes Naturales

- Emisiones resultantes de procesos naturales
- Emisiones biogénicas

Metodologías Básicas

- Muestreo en la fuente
- Modelos de emisiones
- Factores de emisión
- Encuestas
- Balances de materiales
- Extrapolaciones

Muestreo en la Fuente

- Cumplimiento con las regulaciones de calidad del aire
- Desarrollo de normas reglamentarias
- Evaluación del desempeño y diseño de los dispositivos para control de la contaminación atmosférica
- Mediciones de cribado

Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (SMC)

Modelos de Emisiones

- Mecánicos
- De variable múltiple
- Adaptativos

Factores de Emisión

- Un factor de emisión es un razón que relaciona la cantidad de contaminante liberado a la atmósfera con una unidad de actividad
 - > Basados en proceso
 - > Basado en censos
- “AP-42 Recopilación de factores de emisión de contaminantes del aire”

Factores de Emisión

- Los factores de emisión (FE) se usan con frecuencia para estimar las emisiones de diferentes tipos de fuentes
 - > Basados en “masa de contaminante por unidad de actividad”
 - Ejemplo de un factor de emisión: gramos de CO/kilómetro recorrido por vehículo (KRV)
 - > Confiabilidad de los factores de emisión
 - Los factores de emisión de la EPA de los EEUU están clasificados en A,B,C,D,E
 - “A” se considera el más confiable para un tipo dado de fuente - probablemente se basa en mediciones en la fuente
 - Las clasificaciones más bajas indican que ésa es la confianza que se puede tener en ese factor de emisión

Factores de Emisión (continuación)

- Cálculo de Emisiones
 - > Emisiones = Factor de Emisión (FE) x Dato de Actividad (DA)
 - > Ajustar las emisiones por eficiencia del equipo de control (EC) si lo hay, es decir:
 - > Emisiones = FE x DA (1-EC)

Factores de Emisión (continuación)

- Datos de actividad
 - > Para procesos industriales los datos de actividad son generalmente reportados como tasas respecto al peso de proceso (por ejemplo kg, ton, o l por hora)
 - > Para el equipo en el que se quema combustible los datos de actividad son reportados como tasas de consumo de combustible (por ejemplo, ton, l, o kJ por hora)

Ejemplo de Factores de Emisión

Encuestas

- Se diseñan cuestionarios para recolectar datos de emisiones
- Las mas eficientes son formas para recolección de datos y cuestionarios
- Las formas pueden servir como documentación de antecedentes
- Pueden ser genéricas o específicas para un tipo de industria o de dispositivo

Ejemplo de Encuesta de Fuentes Puntuales

Balance de Materiales

- Se usan las mediciones de otros componentes de un proceso para determinar las emisiones de los contaminantes a la atmósfera

Ejemplos de Balance de Materiales

Extrapolación

- Escalar las emisiones de una fuente de emisiones dada a otra fuente basándose en un parámetro de escalamiento conocido para ambas fuentes
 - > Cantidad de producción
 - > Area
 - > Número de empleados

Jerarquías para la Estimación de Emisiones

METODOS PROPUESTOS PARA FUENTES PUNTUALES

CATEGORIA PRINCIPAL	SUBCATEGORIA	RECOMENDACIONES A CORTO PLAZO	RECOMENDACIONES A LARGO PLAZO	CONTAMINANTES A ESTIMAR
GENERACION DE ELECTRICIDAD	COMBUSTION POR TIPO DE COMBUSTIBLE	Muestreo en Fuente/Directo	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
COMBUSTION EN INDUSTRIA, COMERCIOS Y SERVICIOS	POR TIPO DE COMBUSTIBLE	Cuestionario/ Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
INDUSTRIA QUIMICA	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/ Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	NH ₃ , HCl, H ₂ SO ₄ , H ₂ S, H ₃ PO ₄ , SO ₂ , CO, COV, etc.
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/ Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS EN EQUIPOS	Cuestionario/ Modelo Multivariado	Muestreo en Fuente/Indirecto	COV
	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Cuestionario/ Modelo Mecánico	Cuestionario/ Modelo Mecánico	COV
	USO DE SOLVENTES VARIOS	Cuestionario/ Balance de Materiales	Cuestionario/ Balance de Materiales	COV, NH ₃ y SOx
REFINACION DE PETROLEO	EMISIONES DE PROCESO	Muestreo en Fuente/Directo	Muestreo en Fuente/Directo	COV, NH ₃ y SOx
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/ Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS EN EQUIPOS	Cuestionario/ Modelo Multivariado	Muestreo en Fuente/Indirecto	COV
	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Cuestionario/ Modelo Mecánico	Cuestionario/ Modelo Mecánico	COV
	USO DE SOLVENTES VARIOS	Cuestionario/ Balance de Materiales	Cuestionario/ Balance de Materiales	COV
INGENIOS AZUCAREROS	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	Partíc.
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Indirecto	Partíc.
CURTIDO Y ACABADO DE PIELS	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Indirecto	COV

PRODUCTOS DE HULE Y PLASTICO	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
FABRICACION DE PRODUCTOS METALICOS	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	Partíc. y COV en acabado de productos
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
FABRICACION DE PRODUCTOS TEXTILES	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
DISPOSICION DE RESIDUOS SOLIDOS	EMISIONES DE RELLENOS SANITARIOS	Cuestionario/Modelo Mecánico	Cuestionario/Modelo Mecánico	COV
	QUEMA A CIELO ABIERTO	Muestreo en Fuente/Indirecto	Muestreo en Fuente/Indirecto	CO, NOx, SOx, COV y Partíc.
	INCINERACION DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES	Muestreo en Fuente/Directo	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV y Partíc.
PRODUCCION PRIMARIA DE METALES	EMISIONES DE PROCESO	Muestreo en Fuente/Directo	Muestreo en Fuente/Directo	SOx y Partíc.
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Balace de materiales	Cuestionario/Balace de materiales	Partíc.
PRODUCCION SECUNDARIA DE METALES	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	Partíc. y COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
PRODUCCION DE CEMENTO, VIDRIO Y PRODUCTOS MINERALES NO METALICOS	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	Partíc. y COV en acabado de productos
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Indirecto	Partíc. y COV en acabado de productos
INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Indirecto	COV

INDUSTRIA DEL PAPEL Y CELULOSA	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	SOx, COV y Partíc.
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
PRODUCCION DE PETROLEO Y GAS	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en fuente/Indirecto	COV
	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Cuestionario/Modelo Mecánico	Cuestionario/Modelo Mecánico	COV
INDUSTRIA DE LA IMPRESION	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	COV
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Balance de materiales	Cuestionario/Balance de materiales	COV
RECUBRIMIENTO DE SUPERFICIES Y PINTURA	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Balance de materiales	Cuestionario/Balance de materiales	COV
	EMISIONES POR DESENGRASE	Cuestionario/Balance de materiales	Cuestionario/Balance de materiales	COV
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Balance de materiales	Cuestionario/Balance de materiales	COV
TERMINALES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES	OPERACIONES DE CARGA	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	COV
	TANQUES DE ALMACENAMIENTO	Cuestionario/Modelo Mecánico	Cuestionario/Modelo Mecánico	COV
MINERIA Y CANTERAS	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Indirecto	Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Indirecto	Partíc.
FABRICACION DE PRODUCTOS DE MADERA	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	Partíc. y COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
PROCESOS Y ACTIVIDADES INDUSTRIALES VARIAS	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Balance de materiales	Cuestionario/Balance de materiales	COV

INSTALACIONES PUBLICAS	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
	EMISIONES FUGITIVAS	Cuestionario/Balance de materiales	Cuestionario/Balance de materiales	COV
INDUSTRIA ALIMENTICIA Y DE AGRICULTURA	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	Partíc. y COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV y Partíc.
PLANTAS DE ASFALTO	EMISIONES DE PROCESO	Cuestionario/Factores de Emisión	Cuestionario/Factores de Emisión	Partíc. y COV
	EMISIONES POR COMBUSTION	Cuestionario/Factores de Emisión	Muestreo en Fuente/Directo	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.

METODOS PROPUESTOS PARA FUENTES DE AREA

<i>CATEGORIA PRINCIPAL</i>	<i>SUBCATEGORIA</i>	<i>RECOMENDACIONES A CORTO PLAZO</i>	<i>RECOMENDACIONES A LARGO PLAZO</i>	<i>CONTAMINANTES A ESTIMAR</i>
COMBUSTION EN FUENTES ESTACIONARIAS/ INDUSTRIALES Y COMERCIALES	POR TIPO DE COMBUSTIBLE	Balance de materiales/Factores de Emisión AP-42	Balance de materiales/Factores de Emisión	CO, NO _x , SO _x , COV, NH ₃ y Partic.
COMBUSTION EN FUENTES ESTACIONARIAS/ COMBUSTIBLES COMERCIALES Y RESIDENCIALES	POR TIPO DE COMBUSTIBLE COMERCIAL	Balance de materiales/Factores de Emisión AP-42	Balance de materiales/Factores de Emisión	CO, NO _x , SO _x , COV, NH ₃ y Partic.
COMBUSTION EN FUENTES ESTACIONARIAS/ COMBUSTIBLES DERIVADOS DE BIOMASA O RESIDUOS	POR TIPO DE COMBUSTIBLE DERIVADO DE RESIDUOS	Cuestionario/Factores de Emisión AP-42	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NO _x , SO _x , COV, NH ₃ y Partic.
POLVOS DE CAMINOS PAVIMENTADOS	NO APLICA	MOBILE, KRV/Metodología AP-42	MOBILE, KRV /Cuestionario/ Metodología AP-42	Partic.
POLVOS DE CAMINOS NO PAVIMENTADOS	NO APLICA	Cuestionario/ Metodología AP-42	Cuestionario/ Metodología AP-42	Partic.
RECUBRIMIENTO Y LIMPIEZA DE SUPERFICIES CON SOLVENTES INDUSTRIALES	POR SECTOR INDUSTRIAL	Extrapolación/Inventario mexicano de fuentes puntuales	Cuestionario/Modelo multivariado	COV
LIMPIEZA DE SUPERFICIES INDUSTRIALES (DESENGRASE)	POR SECTOR INDUSTRIAL	Extrapolación/Inventario mexicano de fuentes puntuales	Cuestionario/Modelo multivariado	COV
LIMPIEZA EN SECO (TINTORERIAS)	POR TIPO DE SOLVENTE	Factores de emisión basados en censos	Cuestionario/Modelo multivariado	COV
CONSUMO DE SOLVENTES	POR TIPO DE PRODUCTO	Factores de emisión basados en censos	Cuestionario/Modelo multivariado	COV
ALMACENAJE Y TRANSPORTE DE COMBUSTIBLES (tanques de almacenam.; operac.carga/descarga; fugas de ductos; terminales almacenam.; estaciones servic.; camiones y barcos de transporte)	POR TIPO DE PRODUCTO	Balance de materiales/Modelos mecanísticos/ Factores de emisión	Balance de materiales/Modelos mecanísticos/ Factores de emisión	COV
PRODUCCION AGRICOLA	GANADERIA	Factores de emisión basados en censos	Cuestionario/Modelo multivariado	NH ₃ y Partic.

MANEJO DE RESIDUOS/ INCINERACION EN SITIO	NO APLICA	Balance de materiales	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
DISPOSICION DE RESIDUOS/ QUEMA DE RESIDUOS	NO APLICA	Cuestionario	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
INCENDIOS	INCENDIOS	Cuestionario/Factores de emisión AP-42	Modelo multivariado	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
	QUEMAS PROGRAMADAS	Cuestionario/Factores de emisión AP-42	Modelo multivariado	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
BAÑOS PUBLICOS	NO APLICA	Factores de emisión basados en censos o AP-42	Factores de emisión basados en censos	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
PROCESOS INDUSTRIALES	POR SECTOR INDUSTRIAL	Factores de emisión basados en censos /Tecnologías de inventarios de gases de invernadero	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
RECUBRIMIENTOS ARQUITECTONICOS Y LIMPIEZA DE SUPERFICIES CON SOLVENTES	NO APLICA	Factores de emisión basados en censos	Balance de materiales	COV
EMISIONES DOMESTICAS DE AMONIACO	NO APLICA	Factores de emisión basados en censos		NH ₃
TORTILLERIAS	NO APLICA	Factores de emisión basados en censos	Factores de emisión basados en censos	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
LADRILLERAS	NO APLICA	Cuestionario	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, COx, COV y Partíc.
CONSTRUCCION DE INMUEBLES	NO APLICA	Factores de emisión AP-42/Cuestionario	Cuestionario/Modelo multivariado	Partíc.
RECUBRIMIENTOS Y LIMPIEZA DE SUPERFICIES CON SOLVENTES/ SEÑALAMIENTO DE TRAFICO	NO APLICA	Factores de emisión basados en censos	Balance de materiales	COV
FABRICACION DE HULE Y PLASTICO	NO APLICA	Extrapolación/Inventari o mexicano de fuentes puntuales	Cuestionario	COV
RELLENOS SANITARIOS Y MANEJO DE DESECHOS	NO APLICA	Balance de Materiales /Modelo mecanístico	Cuestionario/Modelo Mecanístico	COV
PANADERIAS	NO APLICA	Factores de Emisión basados en censos	Factores de Emisión basados en censos	COV

RECUBRIMIENTO Y LIMPIEZA DE SUPERFICIES CON SOLVENTES/ ACABADOS AUTOMOTRICES	NO APLICA	Factores de emisión basados en censos	Cuestionario/Modelo multivariado	COV
ARTES GRAFICAS	NO APLICA	Factores de emisión basados en censos	Cuestionario/Modelo multivariado	COV
ASFALTADO	NO APLICA	Balance de materiales/ Factores de emisión AP-42	Balance de materiales/ Factores de emisión	COV
PRODUCCION AGRICOLA	APLICACION DE PESTICIDAS	Balance de materiales	Cuestionario/Modelo multivariado	COV
	APLICACION DE FERTILIZANTES	Balance de materiales	Cuestionario/Modelo multivariado	NH ₃
	QUEMA AGRICOLA	Cuestionario	Cuestionario/Modelo multivariado	Partíc.
	CULTIVO	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	Partíc.
INCENDIOS	EDIFICIOS Y ESTRUCTURAS	Cuestionario/Factores de emisión AP-42	Cuestionario/Factores de emisión	CO, NOx, SOx, COV y Partíc.
MANEJO DE DESECHOS Y PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	NO APLICA	Factores de emisión AP-42/Cuestionario	Cuestionario/Modelo multivariado	COV y NH ₃
CANALES DE AGUAS NEGRAS	NO APLICA			COV y NH ₃
PUESTOS AMBULANTES (ALIMENTOS)	NO APLICA			CO, NOx, SOx, COV y Partíc.

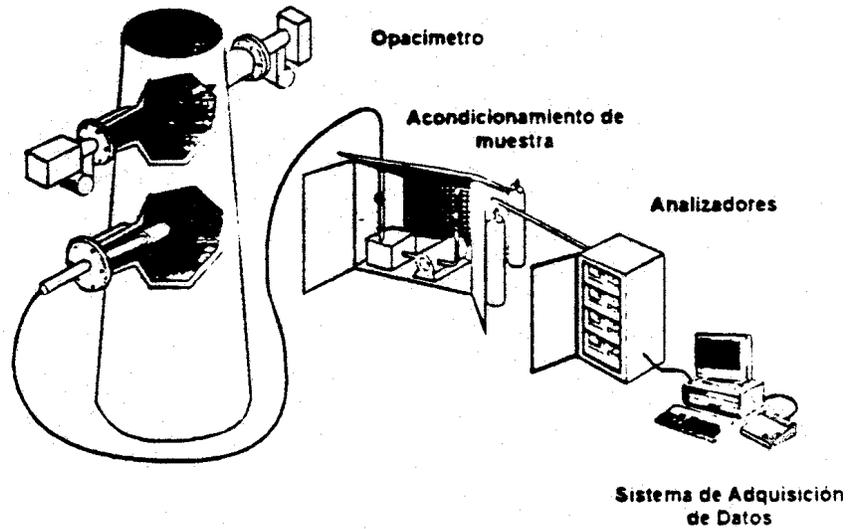
METODOS PROPUESTOS PARA FUENTES MOVILES

CATEGORIA PRINCIPAL	RECOMENDACIONES A CORTO PLAZO	RECOMENDACIONES A LARGO PLAZO	CONTAMINANTES A ESTIMAR
VEHICULOS EN CIRCULACION	Utilización del MOBILE MCMA/MMA/JUAREZ y MOBILE5C	Utilización del MOBILE MCMA /MMA/JUAREZ y MOBILE5C	CO, NOx, SOx, COV , NH ₃ y Partíc.
AERONAVES	Cuestionario/Factores De Emisión AP-42	Cuestionario/Factores De Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
FERROCARRILES	Cuestionario/Factores De Emisión AP-42	Cuestionario/Factores De Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
BARCOS COMERCIALES	Cuestionario/Factores De Emisión AP-42	Cuestionario/Factores De Emisión	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
MAQUINARIA AGRICOLA	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
MAQUINARIA INDUSTRIAL	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV , NH ₃ y Partíc.
EQUIPO COMERCIAL LIGERO	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV , NH ₃ y Partíc.
EQUIPO DE JARDINERIA	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV , NH ₃ y Partíc.
EQUIPO DE RECREACION	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo Multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.
BARCOS DE RECREACION	Cuestionario/Modelo multivariado	Cuestionario/Modelo multivariado	CO, NOx, SOx, COV, NH ₃ y Partíc.

METODOS PROPUESTOS PARA FUENTES NATURALES

CATEGORIA PRINCIPAL	RECOMENDACIONES A CORTO PLAZO	RECOMENDACIONES A LARGO PLAZO	CONTAMINANTES A ESTIMAR
COV DE VEGETACION	Modelo multivariado	Modelo multivariado	COV
PARTICULAS DE EROSION/VIENTO	Modelo multivariado	Modelo multivariado	Partíc.
NOx DE SUELO	Modelo multivariado	Modelo multivariado	NOx
NH ₃ DE SUELO	Modelo multivariado	Modelo multivariado	NH ₃
TORMENTAS	NO APLICA	Modelo mecanístico	NOx
ORIGEN GEOGENICO	NO APLICA	Investigación de campo	SOx, COV y Partíc.

Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones (SMC)



Ejemplos de Factores de Emisión

Factores de Emisión Basados en Procesos

Caldera de gas natural



kg/10⁶m³

Desengrasadora de vapor



kg/hr/m²

Fabricación de baterías



kg/10³ baterías

Factores de Emisión Basados en Censos

Per cápita



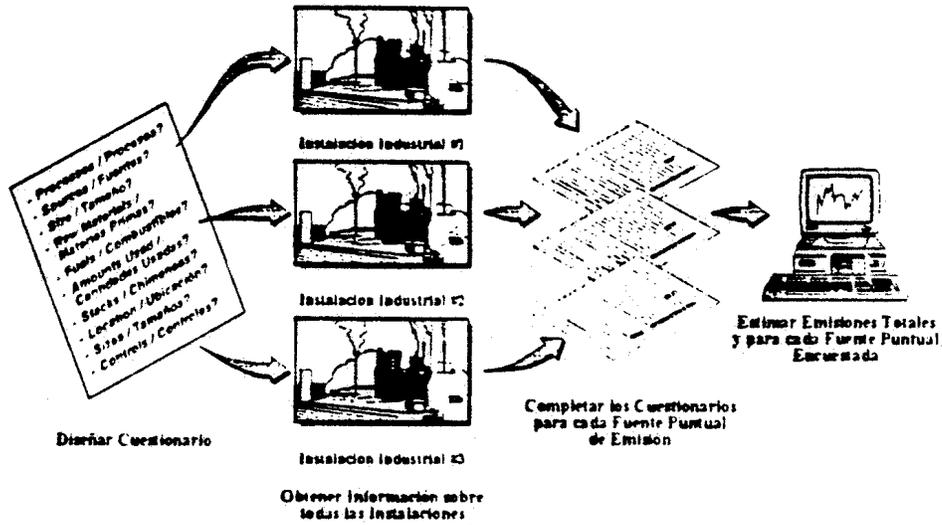
kg / persona / año

Por Empleado

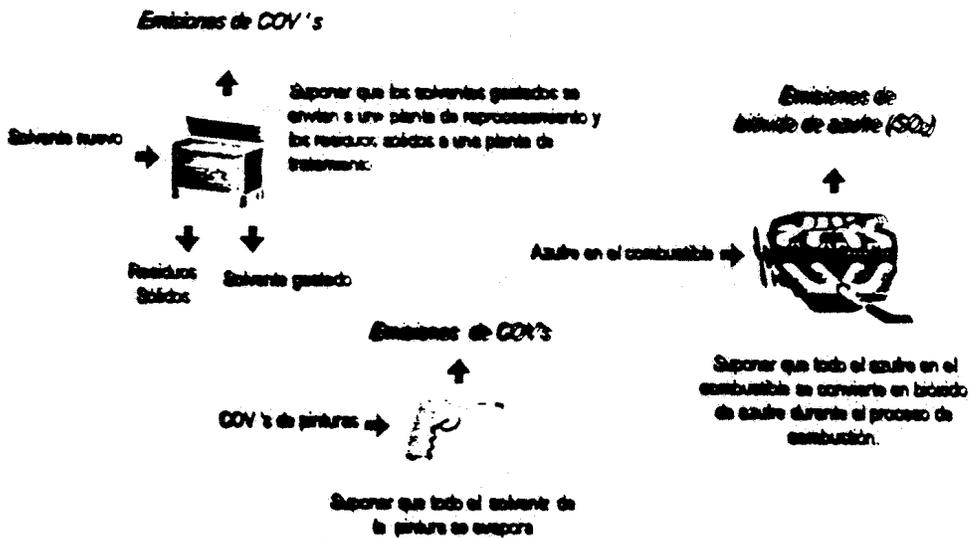


kg / empleado / año

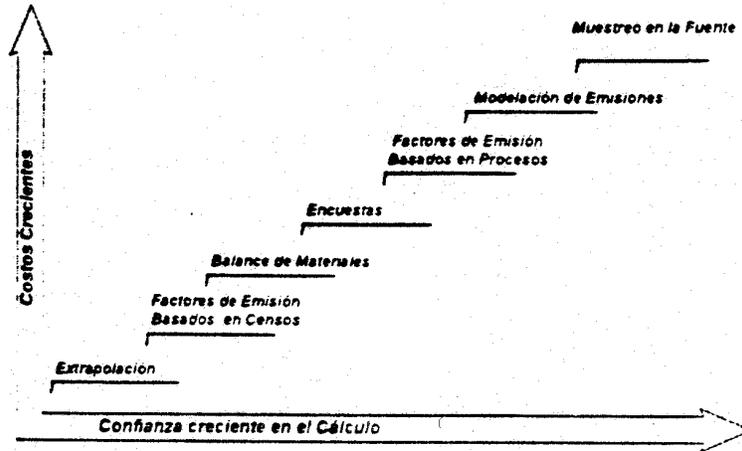
Ejemplo de Encuesta de Fuentes Puntuales



Ejemplos de Balance de Materiales



Jerarquías para la Estimación de Emisiones



II. Fuentes Puntuales	Notas
<p>Definición de Fuentes Puntuales</p> <ul style="list-style-type: none"> · Fuentes puntuales son instalaciones, plantas o actividades para las cuales se mantienen registros individuales · Lo ideal sería tener registros individuales para todas las instalaciones industriales · En realidad, numerosas instalaciones pequeñas dentro de una región se tratan frecuentemente como fuentes de área <p>Definición de Fuentes Puntuales (Continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> · En México las fuentes no están clasificadas de manera estricta. · A partir de las enmiendas al Acta del Aire Limpio de 1990 (Clean Air Act; EPA de los EE.UU.) <ul style="list-style-type: none"> > Emisiones de COV's > 10 toneladas por año > Emisiones de NO_x y CO > 100 toneladas por año > Distingue niveles de corte para SO_x, Pb, PS/PM₁₀ y contaminantes atmosféricos tóxicos <p>Tipos de Fuentes Puntuales</p> <ul style="list-style-type: none"> · Categorías Mayores <ul style="list-style-type: none"> > Plantas Termoeléctricas > Industria Química > Refinerías de Petróleo > Producción de Metales (Primaria/Secundaria) > Producción de Cemento > Productos Minerales Diversos <p>Tipos de Fuentes Puntuales</p> <ul style="list-style-type: none"> · Categorías Mayores (continuación) <ul style="list-style-type: none"> > Industria de los Vehículos Automotores > Operaciones de Preparación de Pulpa de Madera > Producción de Gas y Petróleo > Impresión y Publicaciones > Recubrimiento de Superficies > Terminales de Combustible 	

Tipos de Fuentes Puntuales

- **Categorías Mayores (continuación)**
 - > **Minería y Explotación de Canteras**
 - > **Manufactura de Productos de Madera**
 - > **Producción de Azúcar**
 - > **Curtiduría y Acabado de Pieles**
 - > **Producción de Vidrio**
 - > **Partes de Hule y de Plástico**

Tipos de Fuentes Puntuales

- **Categorías Mayores (continuación)**
 - > **Fabricación de Partes Metálicas**
 - > **Productos Textiles**
 - > **Disposición de Residuos Sólidos**
 - > **Agricultura y Alimentos**
 - > **Plantas de Asfalto**

Tipos de Fuentes Puntuales

- **Subcategorías**
 - > **Emisiones de Combustión**
 - > **Emisiones de Procesos**
 - > **Emisiones Fugitivas**
 - > **Emisiones de Tanques de Almacenamiento**
 - > **Uso de Solventes Variados**

Planeación de un Inventario de Fuentes Puntuales

- **Definir fuentes y categorías por inventariar**
- **Considerar usos finales/futuros del inventario**
- **Determinar recursos humanos y presupuesto disponible**

Desarrollar un plan de aseguramiento de la calidad (AC)

Planeación de un Inventario de Fuentes Puntuales (Continuación)

- Identificar procedimientos AC/CC para el desarrollo de inventarios
- Determinar análisis de datos y verificación de métodos
- Determinar manejo de datos y procedimientos para rendir informes
- Seleccionar métodos de recolección de datos

Planeación de un Inventario de Fuentes Puntuales (Continuación)

- Revisar requerimientos del sistema de cómputo para asegurar la capacidad de recolección de datos
- Determinar el papel del inventario de datos existente
- Identificar fuentes y datos omitidos previamente
- Determinar cuales fuentes serán inventariadas como puntuales y cuales como fuentes de área

Proceso para el Desarrollo de Inventarios de Fuentes Puntuales

Alcance del Inventario

- Las fuentes puntuales pueden ser inventariadas a tres niveles de detalle
 - > Nivel Planta
 - > Nivel Proceso o "de segmento"
 - > Nivel Puntual o "de chimenea"

Elementos de Información

- Nivel Planta
 - > Nombre de la planta
 - > Identificación de la planta
 - > Descriptores geográficos
 - > Contacto en la planta (nombre y número de teléfono)
 - > Nivel de corte de emisiones de fuente puntual por contaminante

Elementos de Información

- **Nivel proceso/segmento**
 - > **Número de identificación del proceso (Código de Clasificación de Fuentes [Source Classification Code SCC])**
 - > **Datos a nivel de proceso**
 - > **Datos de Operación (real, máxima y de diseño)**
 - > **Parámetros del combustible**
 - > **Equipo de control y eficiencias**
 - > **Emisiones por segmento**
 - > **Unidades de emisión**

Elementos de Información

- **Nivel puntual/chimenea**
 - > **Producción anual porcentual (estacional)**
 - > **Horario de operación normal**
 - > **Emisiones medidas/estimadas**
 - > **Eficiencia de control por contaminante**
 - > **Datos de chimenea**

Identificación de Fuentes Puntuales

- **Inventarios Existentes**
 - > **Delegaciones SEMARNAP**
 - > **INE/SEMARNAP**
- **Datos licencia / cumplimiento**
- **Listas de fuentes SEMARNAP - Normas Oficiales Mexicanas (NOM's)**
- **Información local**
 - > **Listas de las Cámaras de Comercio y de las Cámaras de Industriales**
- **Publicaciones**
- **Asociaciones Profesionales**

Factores que Influyen en las Emisiones

- **Factores de Diseño y de Proceso**
 - > **Características de la combustión**
los productos de combustión dependen del tipo de combustible, tipo de horno, configuración de la carga y las condiciones de operación
 - La NOM-085-ECOL-1994 establece límites para las emisiones de combustión
 - La NOM-086-ECOL-1994 define las especificaciones para los combustibles fósiles líquidos y gaseosos
 - Las especificaciones para gas natural y productos de petróleo varían por región geográfica

Factores que Influyen en las Emisiones

- **Antigüedad del equipo**
- **Prácticas de operación**
- **Materias primas**
- **Datos meteorológicos/climatológicos**
- **Uso de combustibles en el proceso**
 - > **Ejemplos:**
 - secadores de los pellets en las plantas de negro de humo.
 - secadores calentados con gas natural en operaciones de recubrimiento
- **Componentes con emisiones fugitivas**
 - > **Bombas, válvulas, válvulas de alivio, bridas, compresoras**

Procesos que por lo general se omiten (Continuación)

- **Dispositivos de control**
 - > **Dispositivos usados como parte de los procesos de manufactura y no para control de la contaminación del aire**
 - > **Dispositivos que actúan como dispositivos de control y como fuentes de emisión (mecheros, quemadores de CO)**
- **Uso de solventes variados**
- **Emisiones de vehículos presentes en el sitio**

**Procesos que por lo general se omiten
(Continuación)**

- **Aditivos del proceso**
 - > **Sustancias químicas añadidas a los procesos de producción o de control**
- **Pilas de almacenamiento**
 - > **Son fuente de partículas si no están cubiertas**
- **Manejo de materiales**
 - > **Materiales sin cubrir transportados en camiones o en vagones**
 - > **Bandas transportadoras, sistemas de transporte neumático**

Eficiencia Control/Captura

La eficiencia de control indica el porcentaje del contaminante que es removido de la corriente de emisión antes de que ésta sea liberada a la atmósfera

- **La eficiencia de captura indica el porcentaje de la corriente de emisión que es llevada al equipo de control**
- **Eficiencia total = eficiencia de control x eficiencia de captura**

Eficiencia Control/Captura

- **La eficiencia control/captura puede ser calculada basándose en:**

Pruebas del equipo llevadas a cabo en las instalaciones o a partir de pruebas hechas en equipos similares en otras instalaciones

- > **Estimaciones a partir de las especificaciones del fabricante o de valores hallados en la bibliografía**
- > **Juicio con criterio de ingeniería**

Eficiencia Control/Captura

- **La Eficiencia Control/Captura puede ser calculada basándose en:**

- > **Muestreo en la fuente**
- > **Diseño del fabricante o especificaciones de funcionamiento garantizadas**
- > **Valores en la bibliografía**

Equipo de Control (para partículas)

- **Ciclón**
- **Filtros de tela**
- **Precipitador electrostático**
- **Lavador**

Equipo de Control (para gases)

- **Absorción**
- **Adsorción**
- **Condensación**
- **Incineración**
- **Reducción selectiva**

Datos de Chimenea

- **Parámetros de la chimenea que usualmente se requieren para modelado**
 - > **localización de la chimenea**
 - sistema de geoposicionamiento (geopositioning system [GPS])
 - datos de reconocimientos/mapas CAD
 - mapas topográficos

Datos de Chimenea (Continuación)

- **Altura de la chimenea**
 - > **clinómetro**
 - > **diámetro**
 - > **dibujos de ingeniería**
- **Diámetro de la chimenea**

Datos de Chimenea (Continuación)

- **Temperatura de los gases de salida**
- **Velocidad de salida de los gases**
- **Tasa de flujo de los gases de salida**

Eficacia de la Regla

La Eficacia de la Regla (ER) es una medida de la habilidad de un programa regulatorio para lograr reducciones de las emisiones gracias al cumplimiento cabal de las regulaciones aplicables a todas las fuentes durante todo el tiempo

- **La ER refleja la suposición de que por lo general las regulaciones no son 100 por ciento efectivas**
- **Las fuentes que están completamente sin control deben tener una ER de cero**

Eficacia de la Regla

- **Los cambios en los procesos irreversibles que eliminen el uso de COV's deben tener una ER de 100 por ciento**
- **Métodos para calcular la ER de un inventario**
 - > **Usar un valor asumido**
 - La EPA de los EE.UU. sugiere un valor asumido de 80%
 - > **Usar un estudio específico para una categoría y un área geográfica**

Eficacia de la Regla

- **Ejemplo de aplicación de la ER**
 - > **Emisiones sin control = 50 kg/día**
 - > **Eficiencia estimada del dispositivo de control = 90%**
 - > **Eficacia de la norma = 80%**
 - > **Emisiones después del control = 50 kg/día x [1-(0.90)x(0.80)] = 14 kg/día**

Otros Parámetros

- **Exclusión de COV's no reactivos**
 - > **Algunos COV's son considerados no reactivos en condiciones atmosféricas**

Otros Parámetros

Métodos de Estimación de Emisiones

- **Corto plazo:**
 - > **Muestreos en la fuente (Directos e Indirectos)**
 - plantas termoeléctricas
 - refinerías de petróleo (emisiones del proceso)
 - producción primaria de metales (emisiones del proceso)
 - incineradores de residuos municipales
 - > **Encuestas/Factores de Emisión**
 - la mayor parte de las fuentes

Métodos de Estimación de Emisiones

Corto plazo (continuación):

- > **Balance de materiales**
- **emisiones de COV's del uso de solventes para recubrimientos superficiales a nivel de la planta**
- > **Modelos mecanísticos**
- **tanques de almacenamiento de líquidos orgánicos**
- **rellenos sanitarios**
- > **Modelos de Variables Múltiples**
 - emisiones fugitivas petroquímicas (válvulas, bridas, compresoras)

Métodos de Estimación de Emisiones

- **Largo plazo:**
 - > **Muestreo en la fuente (Directos e Indirectos)**
 - > **Encuestas/Factores de Emisión**
 - > **Balance de Materiales**
 - > **Modelos Mecanísticos**

Ejemplo de Cálculo: Factores de Emisión

- **Estimar las emisiones contaminantes provenientes de una planta de energía eléctrica que usa combustóleo como combustible:**
 - > **Suponer las siguientes características de la planta:**
 - 750 m³ de combustóleo/año
 - % de azufre del combustóleo 3.8

Ejemplo de Cálculo: Factores de Emisión

- (01) Partículas
- (05) SO₂
- (10) CO
- (15) NO_x
- (20) HC

Ejemplo de Cálculo: Factores de Emisión

> Partículas

- FE PST = 4.88 Kg PST/m³ combustóleo
Kg PST = 4.88 Kg PST/m³ x 750 m³ = 3,660

> SO₂

- FE SO₂ = 19(3.8) = 72.2 Kg SO₂/m³ combustóleo
Kg SO₂ = 72.2 Kg SO₂/m³ x 750 m³ = 54,150

Ejemplo de Cálculo: Factores de Emisión

> CO

- FE CO = 0.6 Kg CO/m³ combustóleo
Kg CO = 0.6 Kg CO/m³ x 750 m³ = 450

> NO_x

- FE NO_x = 15 Kg NO_x/m³ combustóleo
Kg NO_x = 15 Kg NO_x/m³ x 750 m³ = 11,250

Ejemplo de Cálculo: Factores de Emisión

> HC

- FE HC = 0.12 Kg HC/m³ combustóleo
Kg HC = 0.12 Kg HC/m³ x 750 m³ = 450

Ejemplo de Cálculo: Muestreo en la Fuente

- Estimar emisiones de COV a partir de Medición en una empresa de recubrimiento de papel:
 - > Equipo de recubrimiento que usa solventes orgánicos
 - > Solvente componente único
 - > 1 líneas de recubrimiento
 - > La línea con chimenea y dispositivo de control dedicados
 - > La planta opera 16 hrs/día, 312 días/año

Ejemplo de Cálculo: Muestreo en la Fuente

- Datos de prueba en la fuente para la línea
 - > controlada con un adsorbedor de carbón
 - > Tasa de flujo (Q_a) = 283.2 m³/s
 - > Concentración a la salida controlada (C) = 96 ppm (tolueno)
 - > Peso molecular (MW) tolueno = 92 Kg/Kg-mol

Ejemplo de Cálculo: Muestreo en la Fuente

- Datos de prueba en la fuente para la línea
- Eficiencia de captura de las emisiones fugitivas (CAP_{eff}) = 90%
- Tasa de emisión en la chimenea (E_a) después del dispositivo de control
 - > $\mu\text{g}/\text{m}^3 = (\text{ppm}) \times (\text{PM}) \times (1000) / 24.5$
 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = (96) \times (92) \times (1000)/24.5$
 $\mu\text{g}/\text{m}^3 = 360,489.8$
 - > $\mu\text{g}/\text{hr} = 360,489.8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \times (283.2 \text{ m}^3/\text{s}) \times (3600\text{s}/\text{hr})$
 $\mu\text{g}/\text{hr} = 3.67 \cdot 10^{11}$

Ejemplo de Cálculo: Muestreo en la Fuente

- $\text{Kg}/\text{hr} = 3.67 \cdot 10^{11} \mu\text{g}/\text{hr} \times (1 \text{ gr}/10^6 \mu\text{g}) \times (1\text{Kg}/1000 \text{ gr})$
 $= 367$
- E_a (anual) = (367 Kg/hr) x (16 hr/día) x (312 día/año)
 $= 1,832,064 \text{ Kg/año}$

Cálculo de Emisiones

- Modelos Mecanísticos
 - > Utilizan principios químicos y físicos y el conocimiento del proceso tecnológico
 - > Se usan por lo general para el almacenamiento y transferencia de líquidos orgánicos

Cálculo de Emisiones (Continuación)

> Modelos de Variable Múltiple

Metodología híbrida que combina varios enfoques tradicionales de inventario e información específica del sitio dentro de un marco de extrapolación

- Las estimaciones de las emisiones se expresan en términos de un conjunto de variables que ayudan a caracterizar al sistema

Recolección de Datos

- Encuestas
- Inspecciones de la planta
- Otros inventarios

Encuestas

- Las mas eficientes son formas para recolección de datos y cuestionarios
- Las formas pueden servir como documentación de antecedentes
- Pueden ser genéricas o específicas para un tipo de industria o de dispositivo

Encuestas Generales

- Cuando usarse:
 - > cuando se trata de hacer el reconocimiento de un gran número de instalaciones
 - > cuando la agencia no está familiarizada con muchas de las fuentes
 - > cuando los recursos de la agencia son limitados

Encuestas Generales

- Desarrollo de encuestas:
 - > Establecer un formato adecuado y simple
 - > Definir preguntas apropiadas
 - > Elaborar una documento con instrucciones
 - > Diseñar el cuestionario para el nivel técnico correcto

Encuestas Generales

- **Desarrollo de cuestionarios (continuación):**
 - > **Hacer el cuestionario lo mas corto posible**
 - > **Asegurarse de que las preguntas no requieren de explicaciones adicionales**
 - > **Solicitar información de los procesos**
 - > **Obtener datos de actividad para cada tipo de fuente**
 - > **Obtener información de los dispositivos de control**

Encuestas Específicas por Industria

- **Ventajas**
 - > **Generalmente son más cortas**
 - > **Pueden usar terminología específica de la industria lo que mejora la comunicación**
- **Desventajas**
 - > **Su diseño puede requerir recursos considerables**
 - > **Las formas contestadas deben ser procesadas individualmente**
 - > **Las encuestas pueden ser enviadas a una industria incorrecta**

Formas de Recolección de Datos a Nivel de Instalación

- **Encuestas INE de fuentes puntuales**
- **Datos integrados en la base de datos SNIFF**

Formas de Recolección de Datos a Nivel de Dispositivo

- **Pueden ser distribuidos en blanco o pueden ser completados parcialmente por la agencia basándose en información colectada previamente**
- **Apropiadas para actualizaciones periódicas (mensual, anual, etc.)**

Codificación de Datos

- **Durante la etapa de recolección de datos se deben desarrollar procedimientos para su codificación, almacenamiento y recuperación**

- El uso de códigos únicos asegura que los datos sean mantenidos y recuperados apropiadamente
- Los datos deben estar en un formato reconocible y consistente
- Un sistema útil de codificación de datos debe permitir:
 - > La identificación del tipo de datos incluidos
 - > El almacenamiento y recuperación de datos específicos

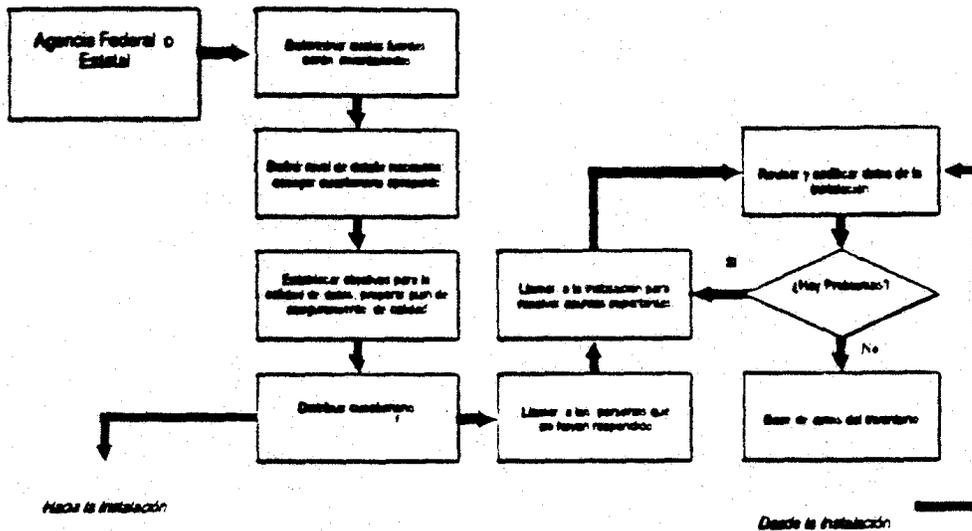
Bases de Datos de los Inventarios

- Base de Datos del Sistema Nacional de Información de Fuentes Fijas (SNIFF)
 - > Base de datos actual de la información obtenida con los cuestionarios industriales INE
 - > permite la entrada de datos para cinco contaminantes criterio
 - > Los códigos de datos fueron desarrollados por el INE y están listados en catálogos

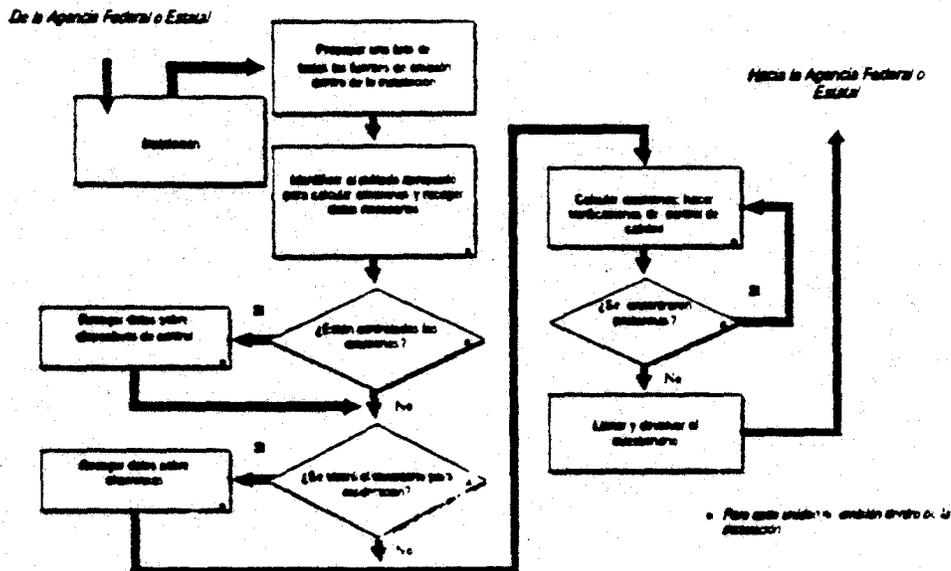
Codificación de Datos

- Se podría considerar un método mas preciso y descriptivo para la identificación de la actividad industrial
- Ejemplo - Código para Clasificación de Fuentes (Source Classification Code System [SCC])

Proceso para el Desarrollo de Inventarios de Fuentes Puntuales



Proceso para el Desarrollo de Inventarios de Fuentes Puntuales



III. Fuentes de Área

Notas

Definición de Fuente de Área

- Las fuentes de área son aquellas demasiado pequeñas y numerosas para ser manejadas individualmente como fuentes puntuales
- Las fuentes de área pueden clasificarse en tres grandes grupos :
 - > De combustión (de combustibles fósiles)
 - > Evaporativas
 - > De partículas fugitivas

Tipos de Fuentes de Área

- Ejemplos de fuentes de combustión:
 - > combustión en fuentes estacionarias
 - Industrial y comercial
 - Combustibles comerciales para uso residencial
 - Combustibles para uso residencial derivados de residuos ó de biomasa
 - > Tratamiento de residuos (incineración)
 - Manejo de residuos (incineración in situ)
 - Disposición de residuos (quema de basura)
 - > Quemadas agrícolas / forestales / de estructuras

Tipos de Fuentes de Área

- Ejemplos de fuentes evaporativas:
 - > Uso doméstico de gas LP
 - > Uso de solventes orgánicos
 - Solventes de tipo comercial
 - Recubrimiento de superficies y solventes para Limpieza (industrial)
 - Limpieza industrial de superficies (desengrasado)
 - Tintorerías

Tipos de Fuentes de Área

- Ejemplos de fuentes evaporativas (continuación)
 - > Almacenamiento y distribución de materiales orgánicos
 - Tanques de almacenamiento
 - Carga / descarga
 - Fugas de tuberías, estaciones de servicio y camiones
 - > Tratamiento y disposición de residuos
 - > Fermentación

Tipos de Fuentes de Área

- Ejemplos de fuentes de partículas fugitivas
 - > Caminos, pavimentados y no pavimentados
 - > Pilas de almacenamiento
 - > Producción agrícola
 - > Construcción de edificios

Planeación de Inventarios de Fuentes de Área

- Definir las categorías de fuentes por inventariar
 - > Determinar los contaminantes emitidos
 - > Jerarquizar las categorías basándose en el potencial de las emisiones

Planeación de Inventarios de Fuentes de Área

- Identificar las categorías con componentes de fuentes puntuales
- Identificar las regulaciones que afectan a las emisiones
- Identificar el método que se usará para hacer los cálculos de emisión
- Definir los procedimientos de aseguramiento y control de calidad (AC/CC) para hacer los inventarios de fuentes de área

Planeación de Inventarios de Fuentes de Área

- Definir los datos por recolectar:
 - > Factores de emisión
 - > Datos de actividad
 - > Eficiencias de control
 - > Efectividad / Penetración de la regla
 - > Rendimiento por período
 - > Horarios de operación (p.ej., días por semana y semanas por año)

Guías para Realizar Inventarios de Fuentes de Área

- Desarrollo de Inventarios de Emisiones; Manual de Fuentes de Área (Volumen V)
- Documentos de procedimientos para el desarrollo de Inventarios de emisiones de la Agencia de Protección ambiental de los EE.UU.
- Boletín CHIEF de la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.
- Métodos del plan de mejoramiento de los inventarios de Emisiones (EIIP) de los EE.UU.
- Técnicas rápidas para realizar Inventarios de fuentes (Economopoulos, 1993)

Influencias Geográficas y Otras, en México

- Las fuentes de área no son homogéneas desde el punto de vista geográfico
 - > Es probable que los inventarios de emisiones desarrollados para la Ciudad de México no sean aplicables a otras regiones
- Los datos de actividad y los factores de emisión basados en censos son muy inciertos
 - > Los datos de diversas regiones geográficas pueden variar debido a diferencias socio-económicas y culturales

Influencias Geográficas y Otras, en México

- La carencia de factores de emisión específicos para México
 - > Se desconoce la aplicabilidad de los factores de emisión de los EE.UU. en México
- Existen fuentes características de México que nunca antes han sido inventariadas:
 - > Tortillerías
 - > Quema de basura a cielo abierto en tiraderos
 - > Baños públicos
 - > Vendedores ambulantes
 - > Ladrilleras

Recolección de Datos

- Investigar categorías para elaborar factores de emisión
- Identificar factores de emisión y factores de actividad para esas fuentes de emisión
- Investigar categorías para obtener información de actividad
- Recolectar datos de actividad, eficiencias de control y otra información que sea necesaria

Jerarquizar los Esfuerzos para la Recolección de Datos

- Concentrarse en recolectar información detallada sobre las categorías de fuentes que :
 - > Sean las mayores contribuyentes individuales de emisiones
 - > Tengan datos locales de actividad rápidamente disponibles
- Generalizar cuando:
 - > Las emisiones de las diferentes categorías de fuentes, como un todo, sean pequeñas

Factores de Emisión

- Factores nacionales de emisión
 - > Se basan en "promedios nacionales" calculados a partir de una amplia gama de evaluaciones en la fuente así como de estimaciones nacionales de consumos
 - > Las emisiones reales pueden diferir considerablemente de los valores que se calculan usando factores nacionales de emisión debido a las diferencias geográficas
 - > Cuando están disponibles, siempre se prefieren los datos de evaluaciones en fuentes específicas

Factores de Emisión (continuación)

- Los factores nacionales de emisión pueden usarse cuando:
 - > No existen factores locales de emisión
 - > La mezcla local de fuentes individuales en la categoría es semejante al "promedio nacional"
 - > La categoría de la fuente es de baja prioridad

Factores de Emisión (continuación)

- Los factores locales de emisión se prefieren cuando:
 - > Un factor de emisión a nivel nacional no explica las variaciones locales
 - > La categoría es de alta prioridad para el área local
- La disponibilidad de factores locales de emisión en México es muy limitada

Factores de Emisión (continuación)

- Para obtener factores locales de emisión:
 - > Usar mediciones o encuestas para estimar tasas de emisión para todas las fuentes en una categoría particular
 - > Un Estado o una localidad pueden desarrollar un protocolo de pruebas para medir una fuente y a partir de esas mediciones desarrollar un factor de emisión
 - > Desarrollar estimaciones basadas en los consumos locales para la categoría de solventes
 - > Adaptar información de otros inventarios

Factores de Emisión (continuación)

- Actualización de los factores de emisión
 - > Los factores de emisión deben actualizarse cuando la tasa de emisiones de una fuente ha cambiado respecto a la actividad
 - Por ejemplo, si el uso de un solvente industrial por empleado se ha reducido durante los 80's a causa del aumento en el uso de productos de base agua, un factor de emisión viejo basado en la actividad de los empleados no reflejará el cambio

Factores de Emisión (continuación)

- Para desarrollar un factor de emisión actualizado :
 - > Identificar el cambio (p. ej., aumento reducción)
 - > Estimar la magnitud del cambio en las emisiones
 - > Ajustar el factor de emisión para reflejar el cambio

Datos de Actividad

- Actividad es la medida de una categoría de fuentes que constituye un indicador directo o sustituto de las emisiones
 - > La actividad puede ser una medida directa de la producción o del uso de un material (p. ej., la cantidad de combustible quemado, de gasolina vendida, o de solvente usado)
 - > La actividad puede ser una medida sustituta, basada en promedios nacionales (p. ej., población, empleo en la industria)

Datos de Actividad (continuación)

- Ejemplos de datos de actividad sustitutos :
 - > Población
 - > Número de empleados
 - > Número de hogares
 - > Número de instalaciones

Datos de Actividad (continuación)

- Recolectar datos de actividad:
 - > Usar las encuestas para obtener información de las fuentes
 - > Recolectar la información a partir de referencias, de autoridades gubernamentales, de asociaciones comerciales
 - > Ajustar los datos de nivel nacional, estatal o regional para usarlos a nivel municipal
 - > Usar los factores sustitutos para estimar la actividad

Datos de Actividad (continuación)

- Fuentes potenciales para obtener información de actividad
 - > Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)
 - Datos de población y vivienda
 - Datos de empleo por municipio y por sector económico
 - > Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA)
 - > Datos de empleo en la industria manufacturera, específicos para cada instalación (por sector económico)

Eficiencias de Control

- Los controles para una categoría de fuentes de área puede variar ampliamente
- La eficiencia de control para las fuentes de área representa el control promedio ponderado para la categoría

Eficacia de la Regla

- La eficacia de la Regla (ER) es una medida de la capacidad de un programa de regulación para lograr reducciones de las emisiones, lo que es posible a través del cumplimiento pleno de las regulaciones aplicables por todas las fuentes, en todo momento
- La ER refleja la suposición de que, por lo general, las regulaciones no son 100 por ciento efectivas
- Las fuentes totalmente sin control deberían tener una ER igual a cero

Eficacia de la Regla (continuación)

- Los cambios irreversibles que eliminan el uso de COV's en los procesos deberían dar como resultado una ER de 100 por ciento
- Métodos para calcular la ER de los inventarios:
 - > Usar un valor por omisión
 - > La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos sugiere un valor por omisión de 80%
 - > Usar un estudio específico para una categoría y área geográfica

Eficacia de la Regla (continuación)

- Ejemplo: Emisiones no controladas = 50 kg / día
 - > Eficiencia estimada del equipo de control = 90%
 - > Eficacia de la regla = 80%
 - > Emisión después del control = 50 kg / día x [1 - (0.90) x (0.80)] = 14 kg / día

Penetración de la Regla

- La penetración de la regla (PR) es el porcentaje de la categoría de fuentes de área cubierto por la regulación aplicable
- Ambos ER y PR se aplican a la totalidad de categorías de fuentes
- Las categorías de fuentes para las que no existe regulación no tendrían un factor ER o uno PR asociado con ellas

Otros Parámetros

- Rendimiento del período
 - > Determinar si hay variación estacional en los datos de actividad
 - > Las variaciones estacionales son importantes para las estaciones con niveles altos de ozono (meses más cálidos)
- Horarios de Operación
 - > Horas de operación en días por semana, semanas por año
 - > Necesarios para calcular las emisiones diarias
- Carga de Combustible
 - > A partir de información de agencias locales y estatales
 - > AP-42
 - > Boletín electrónico CHIEF

Métodos para la Estimación de Emisiones

- A corto plazo:
 - > Factores de emisión basados en censos y datos de actividad
 - Recubrimiento de superficies (no industrial)
 - Tintorerías
 - Solventes comerciales usados por consumidores
 - tortillerías
- Por Encuestas
 - Cuando el enfoque basado en censos no está disponible
 - Cuando es muy probable que el enfoque basado en censos introduzca un muy alto grado de incertidumbre si se aplica en México (p. ej., polvo de carreteras no pavimentadas, incendios)

Métodos para la Estimación de Emisiones

- A corto plazo (continuación):
 - > Balances de materiales
 - Consumo de combustible, comercial e industrial
 - Para apoyar el modelado de emisiones provenientes del almacenamiento y transporte de materiales
 - Para verificar si son razonables las estimaciones de emisiones basadas en extrapolaciones en el caso del recubrimiento de superficies y del uso de solventes
 - > Modelos mecánicos
 - Almacenamiento y transporte de líquidos orgánicos
 - Rellenos sanitarios
 - > Extrapolación
 - Recubrimiento de superficies y uso de solventes (industrial)

Métodos para la Estimación de Emisiones

- A largo plazo
 - > Balance de materiales
 - consumo de combustible, comercial e industrial
 - para apoyar en la modelación de emisiones provenientes del almacenamiento y transporte de materiales

Métodos para la Estimación de Emisiones

- A largo plazo (continuación)
 - > Modelos mecánicos
 - almacenamiento y transporte de líquidos orgánicos
 - rellenos sanitarios
 - > Modelos de variable múltiple
 - la mayoría de tipos de fuentes fijas de área
 - fomentan el desarrollo de modelos basados en datos específicos de México
 - se requieren encuestas para recolectar los datos para el desarrollo de los modelos

Ejemplo de Balance de Materiales Destacando las Emisiones Fugitivas

Cálculos de Emisiones

- Modelos mecánicos
 - > Se utilizan principios de química y física, así como la comprensión de la tecnología del proceso
 - > Se usan con mayor frecuencia para el almacenamiento de líquidos orgánicos
 - > La EPA de los EE.UU. ha desarrollado métodos estándar que están disponibles como software para computadora

Cálculos de Emisiones

- Modelos mecanísticos (continuación)
 - > Modelos de la EPA (EE.UU.) disponibles para computadora :
 - Sistema de modelado de embalses superficiales (SIMS)
 - TANKS: Programa para la estimación de emisiones de tanques de almacenamiento
 - Modelo para la Estimación de emisiones al aire de rellenos sanitarios (LAEEM)

Ejemplo de Modelo Mecanístico

Cálculos de Emisiones

- Extrapolación
 - Los datos de muestreo en la fuente para una instalación o tipo de proceso pueden extrapolarse para otros tipos de fuentes o de instalaciones
 - Si las condiciones socioeconómicas entre dos o más regiones geográficas son comparables, entonces los datos disponibles de emisiones de una fuente de área para una región pueden ser extrapolados a las regiones restantes
 - Basados en datos de población o datos de empleo

Ejemplos de Extrapolación

Cálculos de Emisiones

- Modelos de variable múltiple
 - > *Primer paso:* Identificar las variables que caracterizan el sistema global
 - > Ejemplos:
 - Actividades agrícolas (tipo de cultivo, área de cultivo, cantidad de cosecha)
 - Actividades de construcción (tipo de construcción, tamaño de construcción, valor monetario)

Cálculos de Emisiones

- Modelos de variable múltiple (continuación)
 - > *Segundo paso:* Determinar qué tipos de fuente de emisión se incluirán en el modelo
 - > Ejemplos:
 - Actividades agrícolas (cultivos agrícolas)
 - Actividades de construcción (remoción de tierra, manejo de materiales, escapes de los equipos)

Cálculos de Emisiones

- Modelos de variable múltiple (continuación)
 - > *Tercer paso*: Determinar emisiones para un número de sitios
 - > *Cuarto paso*: Graficar las emisiones totales estimadas de cada sitio versus cada variable que caracteriza al sistema
 - El “Mejor-Ajuste” del factor de emisión para cada variable de sitio (p. ej., kg de PM₁₀ / \$ de construcción de edificios)
 - > *Quinto paso*: Estimar las emisiones regionales multiplicando los datos de actividad regional por el mejor ajuste de los factores de emisión

Ajustes en las Fuentes de Área

- Ajustes temporales
- Reconciliación con las fuentes puntuales

Ajustes Temporales

- Ajustes estacionales
 - > Se basan en factores estacionales que afectan a las emisiones: temperatura, horas de luz solar, actividad estacional
- Distribución temporal
 - > Ajustes estacionales para valores anuales
 - > Ajustes por día de semana / fin de semana / diarios
 - > Ajustes horarios/diurnos

Reconciliación con las Fuentes de Puntuales

- Métodos de reconciliación con las fuente puntuales
 - > Ajustar niveles de actividad antes de aplicar los factores de emisión
 - > Ajustar las emisiones no controladas de fuentes de área después de que se han calculado substrayendo las emisiones no controladas de fuentes puntuales
- En ambos casos, aplicar la eficacia de la regla, la penetración de la regla y la eficiencia del control después de hacer el ajuste de las fuentes puntuales

Reconciliación con las Fuentes de Puntuales

- Ejemplo: Operaciones de recubrimiento de superficies
 - > Determinar el número total y cantidad de recubrimientos de superficies usados en un área geográfica dada
 - > Determinar el número y cantidad de recubrimientos de superficies usados por las fuentes puntuales
 - > Restar las cantidades correspondientes a las fuentes puntuales por cada recubrimiento:
 - $\text{Uso total (litros / año)} - \text{Uso de fuentes puntuales (litros / año)} = \text{uso de fuentes de área (litros / año)}$

Terminación de las Estimaciones de Emisiones

- Calcular las emisiones
- Corregir por emisiones de fuente puntuales
- Verificar todos los cálculos y documentar suposiciones
- Dar toda la información al equipo de AC para su revisión (parámetros, cálculos, documentación)
- Corregir cualquier error
- Documentar

Fuentes Móviles que no Circulan por Carreteras

- Categorías de fuentes móviles que no circulan por carreteras
 - > Aeronaves
 - > Locomotoras
 - > Embarcaciones marinas comerciales
 - > Otras máquinas y vehículos que no circulan por carreteras

Aeronaves

- De preferencia, las emisiones se estiman por tipo de aeronave y de motor
- Se pueden usar factores de emisión a nivel de flotilla para taxis aéreos y aviación general
- Se basan en emisiones por ciclo de aterrizaje y despegue (AD)

Estimación de Emisiones de Aeronaves

- Enfoque General:
 - > Tiempo en un modo específico del motor (min) x uso de combustible (lb combustible/min) x Factor de emisión [lb/lb combustible)
- Modos del motor considerados:
 - > Aterrizaje /despegue
 - > Desplazamiento en tierra de la aeronave a la llegada y a la salida
 - > Ascenso
 - > Acercamiento

Ciclo de Aterrizaje y Despegue (AD)**Estimación de Emisiones de Aeronaves**

- Fuentes de factores de emisión:
 - > Desarrollo de Inventarios de Emisiones: Fuentes de Área (Volumen V)
 - > Procedimientos para preparar Inventarios de Emisiones, Volumen IV: Fuentes Móviles, Sección 5.0
 - > AP-42, EPA de los EEUU
 - > Metodología alterna:
 - Base de datos de emisiones de motores de aeronaves de la Administración Federal de Aviación (FAEED) de los EE.UU.

Estimación de las Emisiones de Aeronaves

- Identificar todos los aeropuertos que se incluirán en el inventario
- Definir la composición de la flota para cada categoría de aeronaves en cada aeropuerto
- Determinar la actividad del aeropuerto en términos del número de ciclos de aterrizaje y despegue (AD) para cada tipo de aeronave
 - > Obtener información en las publicaciones de Aeropuertos y Servicios Auxiliares
 - > De la autoridad del aeropuerto local
 - > De encuestas

Estimación de Emisiones de Aeronaves (Continuación)

- Seleccionar factores de emisión para cada tipo de aeronave
- Estimar un modo en tiempo (MET) para cada tipo de aeronave en cada aeropuerto
- Calcular un inventario basado en las actividades del aeropuerto, el MET y los factores de emisión de las aeronaves

Modelo FAAED

- Procedimiento de cálculo computarizado
- El usuario selecciona de la base de datos las tasas de emisión de motores y aeronaves
- El módulo solicita del usuario el aporte de información clave, tal como:
 - > AD's por tipo de aeronave
 - > TIMs (opción para seleccionar valores iniciales supuestos)
- Es un enfoque conveniente cuando se conoce el tipo de aeronave
- Referirse al manual del usuario del FAAED

Fuentes de Datos AD

- Aeropuertos y Servicios Auxiliares
- Autoridad del aeropuerto local
- Encuestas
- Comandante de la base militar local para campos aéreos militares

Documentación de las Emisiones de Aeronaves

- Identificar todos los aeropuertos en el inventario
- Reportar tipo de aeronave, datos DA, suposiciones para TIM y factores de ajuste estacional
- Si se calcula manualmente indicar el factor de emisión por tipo de motor y flujo de combustible usado
- Si se usa el modelo FAAED, documentar las opciones seleccionadas y dar el disquete del archivo correspondiente para el programa
- Documentar la correspondencia con las bases aéreas militares y con los aeropuertos civiles

Locomotoras

- Tres tipos distintos de locomotoras:
 - > Clase I de remolque
 - > Clase II & III de remolque
 - > Locomotoras de patio
- Las emisiones se basan en el consumo de combustible y en factores de emisión
- Fuentes de factores de emisión:
 - > AP-42 , EPA de los EE.UU.
 - > Procedimientos para la preparación de Inventarios de Emisiones , Volumen IV: Fuentes Móviles, Sección 6 . (En Inglés)

Estimación de las Emisiones de Locomotoras

- Las emisiones de locomotoras de patio se calculan en base al número de locomotoras que operen
 - > Ponerse en contacto con los patios locales
 - > Encuestar/observar el número de locomotoras en uso
- Emisión (kg/año) = FE x DA
- Donde:
 - > FE = Factor de emisión (kg/litro)
 - > DA = Datos de actividad = Uso de combustible (litro / año)
 - > Para las clases I, II, y III de locomotoras de arrastre, obtener los datos de consumo de combustible de las compañías individuales de ferrocarril
 - > Usar las millas recorridas en vía para distribuir las estimaciones que cubran varias regiones geográficas

Documentación de las Emisiones de Ferrocarriles

- Documentar correspondencia con las compañías de ferrocarril
- Documentar resultados de las encuestas
- Reportar índice de consumo de combustible, consumo de combustible y número de locomotoras de patio por cada compañía de ferrocarril
- Documentar cualesquiera suposiciones respecto a la distribución, ajuste estacional, etc.

Embarcaciones Marinas Comerciales

- Se consideran tres tipos de embarcaciones
 - > De puerto
 - > Que vayan al océano
 - > De pesca
- Se deben incluir las embarcaciones comerciales, militares y gubernamentales

Estimación de las Emisiones de Embarcaciones

- Las emisiones se basan en el consumo de combustible y en factores de emisión
- Las emisiones varían dependiendo de los movimientos del barco
 - > En tránsito, en maniobra y paradas en puertos y resguardos
- Fuentes de factores de emisión:
 - > AP-42, EPA de los EE.UU.
 - > Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume IV: Mobile Sources Section 6

Estimación de las Emisiones de Embarcaciones

- Realizar encuestas para determinar el número de embarcaciones y el consumo de combustible de aquellas con motor fuera de borda y a bordo
- Emisión (kg/año) = FE x DA
 - > FE = Factor de emisión (kg/litro)
 - > DA = Datos de actividad = Consumo de combustible (litro/año)

Documentación de las Emisiones de Embarcaciones

- Documentar resultados de las encuestas, otras fuentes de consumo de combustible y actividad de embarcaciones
- Reportar consumo de combustible y las emisiones en base, cuando menos, a un puerto específico
- Describir cualesquier métodos de distribución espacial que se hayan usado

Maquinaria y Vehículos que no Circulan por Carreteras

- Las categorías más importantes de equipo son:
 - > Equipo agrícola
 - > Equipo de jardín y cortadoras de césped
 - > Equipo de construcción
 - > Equipo recreativo
 - > Equipo industrial
 - > Botes recreativos
 - > Equipo comercial ligero

Maquinaria y Vehículos que no Circulan por Carreteras

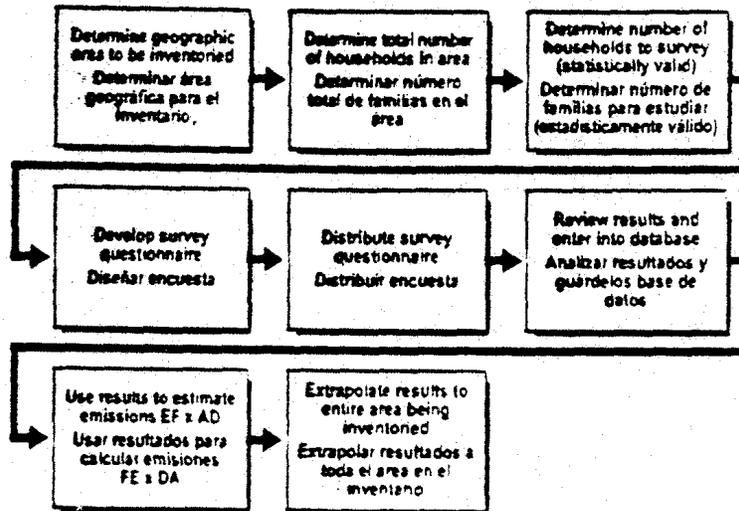
- Emplean tres tipos de motores
 - > Diesel
 - > Motores de gasolina de cuatro tiempos
 - > Motores de gasolina de dos tiempos

Maquinaria y Vehículos que no Circulan por Carreteras

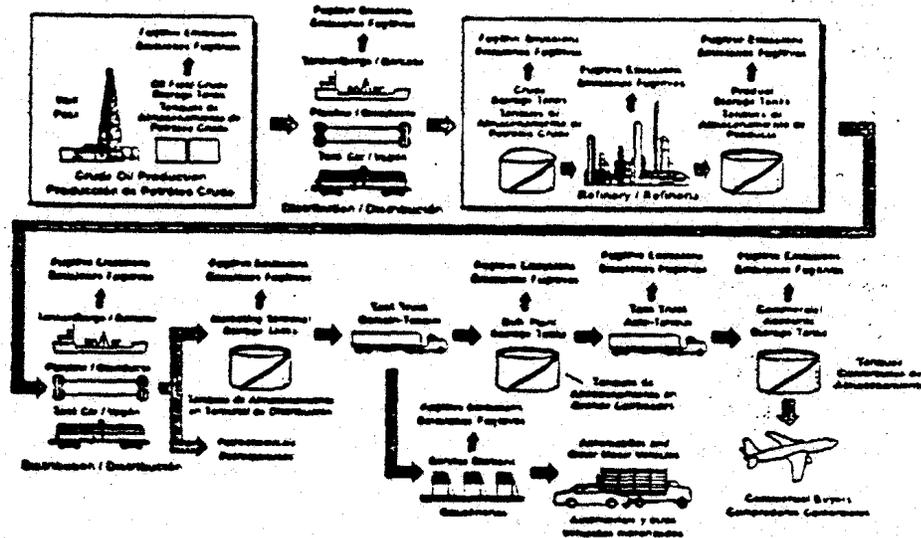
- Realizar encuestas para determinar el número y tipo de vehículos así como el consumo de combustible
- Desarrollar un modelo de variable múltiple basado en los datos de las encuestas
- El modelo relaciona los datos de actividad con la población, hogares, o con otro factor apropiado

Graficación de Emisiones de PM₁₀ vs. Variables del Sistema

Diagrama de flujo para determinar el uso doméstico de Gas LP por medio de encuestas



Ejemplo de Balance de Materiales Destacando las Emisiones Fugitivas



Ejemplo de Modelo Mecanístico

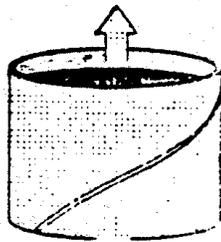
COV's emitidos por la expansión y contracción del vapor debidas a los cambios en la temperatura y la presión.

$$\text{Emisiones} = f(V_v, W_v, \Delta P_v, P_{va}, P_a, \Delta T_v, T_{La})$$

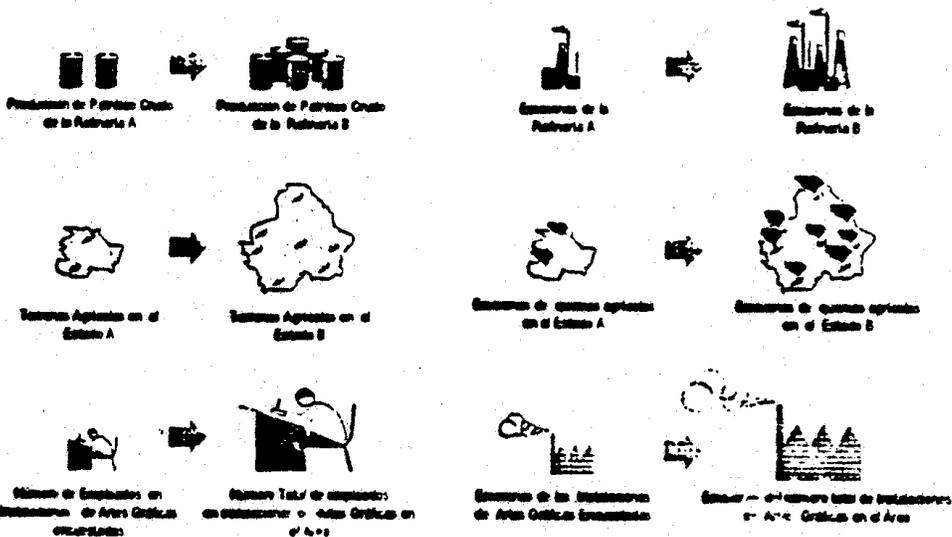
Donde:

- V_v = volumen del espacio de vapor en el tanque
- W_v = densidad del vapor del liquido almacenado
- ΔP_v = variación diaria de la presión de vapor del liquido almacenado
- P_{va} = presión de vapor a la temperatura promedio diaria de la superficie del liquido
- P_a = presión atmosférica
- ΔT_v = variación diaria de la temperatura del liquido almacenado
- T_{La} = temperatura promedio diaria de la superficie del liquido

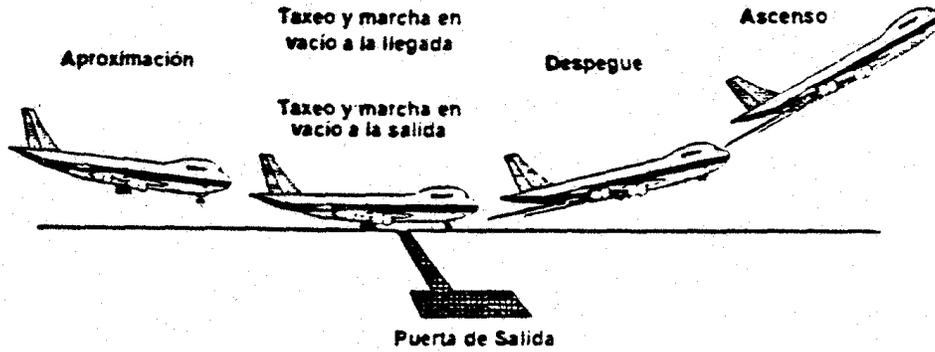
Pérdidas por Respiración de los Tanques de Almacenamiento de Productos Orgánicos



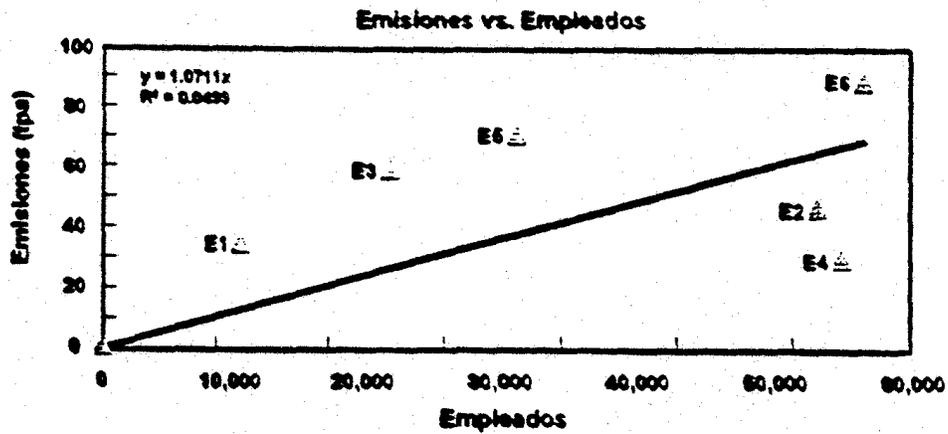
Ejemplos de Extrapolación



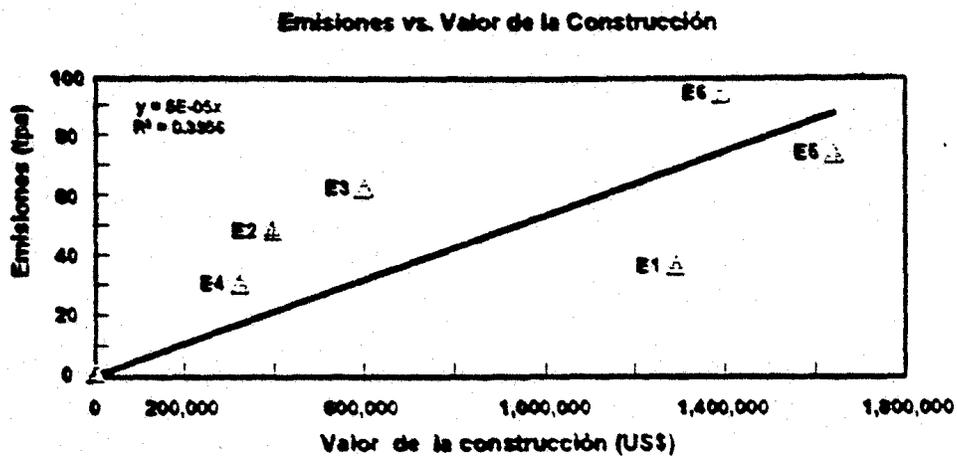
Ciclo de Aterrizaje y Despegue (AD)



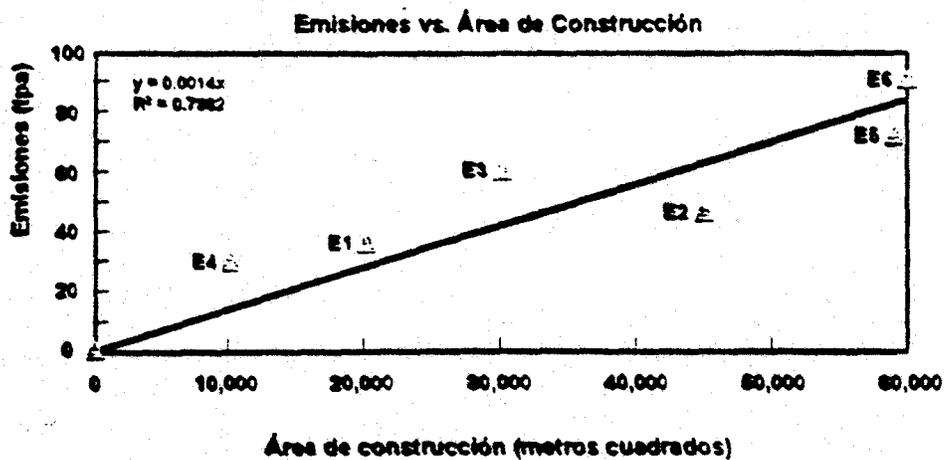
Graficación de Emisiones de PM_{10} vs. Variables del Sistema



Graficación de Emisiones de PM₁₀ vs. Variables del Sistema



Graficación de Emisiones de PM₁₀ vs. Variables del Sistema



IV. Fuentes Naturales

Notas

Emisiones de Fuentes Naturales

- Emisiones resultantes de procesos naturales
- Emisiones biogénicas

Fuentes Naturales

- Vegetación
- Microorganismos del suelo
- Actividad meteorológica
 - > Relámpagos
 - > Inyección estratosférica

Fuentes Naturales (continuación)

- Actividad agrícola
- Polvo dispersado por el viento
- Actividad volcánica
- Incendios silvestres
- Ganado
- Fuentes indirectas

Contaminantes Provenientes de Fuentes Naturales

- COV's
 - > Vegetación
 - > Ganado

Contaminantes Provenientes de Fuentes Naturales (continuación)

- NO_x
 - > Relámpagos
 - > Desnitrificación del suelo
 - > Inyección estratosférica
 - > Estiércol
 - > Oxidación del NH₃

Contaminantes Provenientes de Fuentes Naturales (continuación)

- Compuestos de azufre
 - > Erupciones volcánicas (SO₂)
 - > Rocío marino (sulfatos)
 - > Procesos biogénicos (especies reducidas de azufre que pueden ser oxidadas en la atmósfera)

Contaminantes Provenientes de Fuentes Naturales (continuación)

- Partículas
 - > Fuentes primarias
 - polvo arrastrado por el viento
 - rocío marino
 - erupciones volcánicas
 - incendios silvestres
 - > Fuentes secundarias
 - reacciones atmosféricas de emisiones de COV's biogénicos (especialmente terpenos)
- El tamaño de las partículas es importante

Contaminantes Provenientes de Fuentes Naturales (continuación)

- CO
 - > Oxidación del CH₄ y otros hidrocarburos
 - > Actividad microbiana en los océanos
 - > Emisiones provenientes de plantas

Contaminantes Provenientes de Fuentes Naturales (continuación)

- Gases de invernadero
 - > Compuestos de Carbono - CO₂, CH₄, CO
 - > Compuestos de Nitrógeno - N₂O, NO, NO_x, NH₃

Importancia para el Inventario de Emisiones

- Es importante incluir estas emisiones en un inventario
- Son difíciles de cuantificar
 - > Las tasas de emisión pueden ser afectadas por la luz y por la temperatura
 - > Contribuyen a la incertidumbre del inventario de emisiones

Estimación de las Emisiones de Fuentes Naturales

- BEIS - Sistema de Inventario de Emisiones Biogénicas (Biogenic Emissions Inventory System)
- Otros modelos
 - > BIOME
- Extrapolación de emisiones

Modelo PC-BEIS

- Sistema BEIS usado en computadoras personales
- Calcula emisiones de COV's en base horaria
- Limitaciones de PC-BEIS

Entradas para el Modelo BEIS

- Información sobre el uso de suelo
 - > Basada en datos del Departamento de Agricultura y del Servicio Forestal de los EEUU y clasificaciones de datos de satélite
 - > Se puede necesitar experiencia local para el uso del suelo en áreas urbanas

Entradas para el Modelo BEIS

- Factores de emisión
 - > Tres tasas de emisión de COV's para bosques
 - > 23 tasas de emisión de COV's para las categorías agrícola y diversas
- Tasas de emisión de NO_x para las siguientes clasificaciones de uso del suelo: forestal, pastizales, urbano y agrícola

Entradas del Modelo BEIS

- Factores de corrección ambiental
 - > El flujo solar tiene efecto sobre la fotosíntesis
 - > La temperatura ambiente determina la temperatura foliar
 - > Factores de densidad foliar

Método de Cálculo BEIS

- La ecuación general usada para calcular emisiones biogénicas es:
- $ER_i = S_j [A_j FF_j \times EF_{ij} \times F(S,T)]$
- ER = Tasa de emisión
 - > Especies químicas (por ejemplo isopreno o monoterpeno)
 - > Tipo de vegetación

Método de Cálculo BEIS (continuación)

- A_j = Area de vegetación
- FF = Factor de densidad foliar
- EF = Factor de emisión biogénica
- F(S,T) = Factor ambiental para tomar en cuenta la radiación solar (S) y la temperatura de las hojas (T)

Entradas al Modelo PC-BEIS

- La información es para la zona de interés
 - > Datos del sitio
 - código municipal
 - latitud, longitud
 - zona de tiempo
 - mes, día, año, hora

Entradas al Modelo PC-BEIS

- Datos meteorológicos
 - > Velocidad de viento en la superficie
 - > Temperatura del aire ambiente
 - > Humedad relativa
 - > Cubierta opaca del cielo
- El modelo proporciona:
 - > Emisiones biogénicas de COV's en toneladas por día
 - > Estimaciones horarias de emisiones biogénicas de COV's

Documentación Requerida para Resultados UAM-BEIS

- Los campos UAM-BEIS usados como entradas para el BEIS
- UAM-BEIS crea BIBN, un archivo binario de emisiones que es una entrada a para el UAM
- Cambios a archivos de uso de suelo y la base de los cambios

Documentación

- Bases para la selección del día modelado
- Entradas al modelo - meteorología e información del sitio
- Resultados del modelo
- Cambios a archivos de uso de suelo y la base de los cambios

Modelo BIOME

- Software de dominio público
- Usa el mismo algoritmo que BEIS2 para calcular emisiones
 - > $ER_i = S_j [A_j FF_j \times EF_{ij} \times F(S,T)]$
 - > Será necesario desarrollar datos, tanto para BEIS2 como para BIOME

Modelo BIOME (continuación)

- Ventajas sobre BEIS2
 - > Puede usar mas datos específicos para cada sitio
 - Ejemplo: se construyen las comunidades de plantas a partir de especies existentes en vez de usar el enfoque de arriba hacia abajo para seleccionar el tipo LULC
 - > El adaptar BEIS2 a México requerirá mucha programación

Modelo BIOME (continuación)

- Desventajas comparado con BEIS2
 - > BIOME requiere una estación de trabajo de cómputo
 - > BEIS2 se puede correr en una computadora personal

Estimación de Emisiones de Fuentes Naturales en México

- > Mejorar los datos referentes al uso y cobertura del suelo (LULC) para México
- > Aumentar la investigación de campo para determinar la aplicabilidad de los modelos en uso

V. Vehículos Automotores

Notas

Fuentes Vehiculares de Emisión

- Automóviles, camiones y motocicletas
- Fuentes de partículas (P), compuestos orgánicos volátiles (COV's), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), gases de invernadero y contaminantes atmosféricos tóxicos.

Fuentes Móviles de Emisión

- Tipos de Emisiones
 - > Monóxido de carbono del escape (CO)
 - > Óxidos de nitrógeno del escape (NO_x)
 - > Óxidos de azufre del escape (SO_x)
 - > Partículas del escape (P)
 - > Hidrocarburos
 - del escape
 - de emisiones evaporativas
 - durante el abastecimiento de combustible
 - pérdidas en operación y pérdidas en reposo

Fuentes Vehiculares de Emisión

Emisiones de Hidrocarburos en la Ciudad de México

Emisiones de NO_x en la Ciudad de México

Emisiones de Monóxido de Carbono en la Ciudad de México

Técnicas de Estimación Disponibles

- Factor de emisión (g/km) x datos de actividad (km/año)
- Datos de actividad
 - > Datos de actividad basados en el recorrido (kilómetros recorridos por vehículo; KRV)
 - > Datos de actividad basados en el consumo de combustible
 - > Balances de combustible (para emisiones de SO_x)
 - > El método seleccionado depende del alcance geográfico del inventario y de los datos disponibles

Factores que Afectan las Emisiones Vehiculares

- Actividad de la flota vehicular (p.ej. KRV)
- Factores de Emisión (obtenidos de modelos)
 - > Características de la flota
 - > Características del combustible
 - > Programas de control de emisiones vehiculares
 - > Factores de corrección por velocidad, modos de operación, temperatura, etc.

Datos Necesarios

- Datos primarios necesarios
 - > Kilómetros recorridos por vehículo (KRV)
 - > Distribución del registro vehicular
 - > Consumo de combustible

Efectos de la Distribución del Año Modelo del Automóvil en las Emisiones de Monóxido de Carbono**Datos Necesarios**

- Datos primarios necesarios (continuación):
 - > Composición del combustible (% de azufre, % de plomo)
 - > Información sobre las tecnologías de control de las emisiones
 - > Velocidad vehicular promedio
 - > Datos de temperatura ambiente

Datos Necesarios

- Datos secundarios necesarios :
 - > Información de los programas de Inspección y Mantenimiento (I/M)
 - > Datos de alteraciones de dispositivos y uso de combustible indebido
 - > Número de vehículos estadounidenses presentes en la flota (especialmente aplicable a las áreas fronterizas)

Datos Necesarios

- Datos secundarios necesarios (continuación):
 - > Número de vehículos sin registro presentes en la flota
 - > Tasas de acumulación de kilometraje

Datos Necesarios

- Datos adicionales necesarios:
 - > Estudios en las carreteras
 - > Estudios de patrones de manejo

Fuentes de Factores de Emisión

- Basados en pruebas realizadas a los vehículos
- Fuentes disponibles de factores de emisión
 - > MOBILE5a
 - > MOBILE5c
 - > MOBILE-México City Metropolitan Area (MCMA)
 - > MOBILE-Monterrey Metropolitan Area preliminary (MMAp)

Fuentes de Factores de Emisión (continuación)

- Fuentes disponibles de factores de emisión (continuación)
 - > PART5
 - > Programa de computadora para la estimación de emisiones a partir del tránsito en carretera (Computer Programme to Estimate Emissions from Road Traffic COPERT)
 - > Técnicas rápidas para elaborar inventarios de fuentes

Modelos de Factores de Emisión

- Modelo de Factores de Emisión MOBILE
 - > Usado para determinar factores de emisión de NO_x, CO, VOC's
 - > La versión actual usada por la U.S. EPA es el MOBILE5a
 - > MOBILE5c
 - Modelo basado en el U.S. EPA MOBILE para ser usado en cualquier área geográfica
 - > MOBILE-MCMA (modelo para la Ciudad de México)
 - en proceso de actualización
 - > MOBILE-MMAp (desarrollado utilizando metodología similar a la del MCMA)

Modelos de Factores de Emisión

- Factores de Emisión
- Factores de emisión de base provenientes de pruebas realizadas a vehículos
- Factores de emisión de base provenientes de datos de pruebas realizadas en Cd. Juárez
- La nueva versión usará datos de la prueba IM240
- Factores de emisión de base ajustados usando una matriz de equivalencia de tecnología

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Componentes primarios del modelo:
 - > Factores básicos de emisión
 - > Características de la flota vehicular
 - > Características del combustible
 - > Condiciones de operación de los vehículos

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Componentes adicionales del modelo:
 - > Efecto de los programas de inspección y mantenimiento (I/M)
 - > Efecto de la alteración de dispositivos de control de emisiones
 - > Efecto de las condiciones climatológicas locales
- El usuario especifica los datos para alimentar al modelo para una área de estudio dada
- Las guías del usuario proporcionan instrucciones detalladas para establecer los datos a introducir en el modelo

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Características de la flota
 - > Mezcla de vehículos
 - > Distribución del registro
 - > Tasas de acumulación de kilometraje

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Tipos de vehículos en el modelo MOBILE
 - > VLG: Vehículos Ligeros que usan Gasolina (p. ej. automóviles de pasajeros)
 - > VLD: Vehículos Ligeros que usan Diesel (p. ej. automóviles de pasajeros que usan Diesel)
 - > CLG1: Camiones Ligeros que usan Gasolina, tipo 1 (p. ej., camionetas pickup y vans que tienen un peso vehicular bruto de 8,500 lbs, tipos 1 y 2)

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Tipos de vehículos en el modelo MOBILE
 - > CLD: Camiones Ligeros que usan Diesel , tipos 1 y 2)
 - > VPG: Vehículos Pesados que usan Gasolina (p. ej., todos los vehículos accionados por gasolina con un peso bruto superior a 8,500 lbs)
 - > VPD: Vehículos Pesados que usan Diesel (p. ej. , todas las camionetas y camiones accionados por diesel con un peso bruto superior a 8,500 lbs)
 - > MC: Motocicletas

MOBILE5a

Tasa de Emisión de NO_x vs. Tipo de Vehículo

Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5^o F

MOBILE5a

Tasa de Emisión de COV'S Totales vs. Tipo de vehículo

Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5^o F

MOBILE5a

Tasa de Emisión de CO vs. Tipo de Vehículo

Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5^o F

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Características del Combustible
 - > Presión de Vapor Reid (PVR)
 - usar datos de encuestas locales
 - los valores de PVR se encuentran en *Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume IV: Mobile Sources, Section 3.3.3*
 - > Combustibles oxigenados
 - mezclas gasolina/alcohol (p.ej. mezclas con etanol)
 - mezclas gasolina/éter (p.ej. mezclas con MTBE)

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Características del combustible
 - > Gasolinas reformuladas
 - a partir de 1995 se exigió gasolina reformulada en las nueve zonas más contaminadas por ozono en los EUA
 - > Componentes reformulados
 - benceno
 - azufre
 - presión de vapor
 - T₉₀

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Programa de I/M
 - > Especificar tipo de programa de inspección y mantenimiento (I/M) vigente o planeado
 - > Estimación de tasas de cumplimiento
 - > ver Sección 3.3.6.2 de *Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume IV: Mobile Sources*, para otros requerimientos
 - > Incluir programas de I/M “mejorados” y puntos de corte específicos de los programas, según sea apropiado

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Programas Contra la Alteración de Dispositivos de Control de Emisiones
 - > Especificar tipo de programa anti-alteración, vigente o planeado
 - > Determinar tipo de inspecciones llevadas a cabo por tipos de vehículo
 - sistema de bomba de aire
 - catalizador (convertidor catalítico)
 - restrictor de la entrada de combustible
 - prueba de detección de plomo en el escape

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Programas Contra la Alteración de Dispositivos de Control de Emisiones
 - > Tipos de inspección (continuación)
 - sistema de recirculación de gases de escape (sistema EGR)
 - sistema de control evaporativo
 - sistema de ventilación positiva del carter (sistema PCV)
 - tapón del tanque de la gasolina
 - > Especificar tasas de alteración
 - existen tasas de alteración predeterminadas incluidas en el MOBILE5a

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Emisiones durante el abastecimiento de combustible
 - > MOBILE puede modelar las emisiones durante el abastecimiento con alguno o con ambos de los siguientes controles:
 - > "Etapa II" (en la bomba de gasolina)
 - el modelo requiere el año de inicio del programa, el período de entrada a éste y el porcentaje de eficiencia
 - ver Sección 3.3.6.1 de *Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume IV: Mobile Sources*, para la descripción de otros requerimientos.

Modelo de Factores de emisión MOBILE

- Emisiones durante el abastecimiento de combustible
 - > "A bordo" (en el vehículo)
 - actualmente el uso de los sistemas a bordo no es general
 - la EPA requiere que los automóviles de pasajeros entren a este sistema empezando con el modelo 1998 y los camiones ligeros empezando con el modelo 2001

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Velocidad de los Vehículos
 - > Los cambios en la velocidad tienen un gran impacto sobre los factores de emisión calculados por MOBILE
 - > Las velocidades deben ser estimadas separadamente por tipo de camino
 - > La estrategia preferida es usar datos generados por un modelo local de demanda de viajes para estimar velocidades vehiculares

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Velocidad de los Vehículos
 - > Referirse a los siguientes documentos guía para más información:
 - > *Highway Vehicle Speed Estimation Procedures for Use in Emission Inventories*
 - > *A Study of Highway Vehicle Emission Inventory Procedures in Selected Urban Area*

MOBILE5a

Velocidad vs. NOx

Año calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5° F

MOBILE5a

Velocidad vs. VOC

Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5° F

MOBILE5a

Velocidad vs. CO

Año Calendario = 1990, 9.0 RVP, 19.6 mph, 87.5° F

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Modos de Operación
 - > Corrección basada en el porcentaje de KRV (no vehículos) acumulado en cada uno de los siguientes modos de operación
 - PCCN = Porcentaje de KRV acumulado por vehículos sin catalizador en el modo de etapa de encendido en frío
 - PCHC = Porcentaje de KRV acumulado por vehículos equipados con catalizador en el modo de encendido caliente
 - PCCC = Porcentaje de KRV acumulado por vehículos equipados con catalizador en el modo de etapa de encendido en frío

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Modos de Operación (continuación)

Cuando se modela un área geográfica amplia y/o un período de tiempo largo, el usuario puede optar por usar los valores correspondientes al ciclo de manejo del Procedimiento de Prueba Federal (Federal Test Procedure [FTP], EPA de los EE.UU.):

 - PCCN: 20.6%
 - PCHC: 27.3%
 - PCCC: 20.6%

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Modos de Operación
 - > El usuario puede considerar valores alternos si:
 - el ciclo de manejo FTP no se ajusta a las características del área (es decir áreas rural o residencial); o
 - el modelo intenta representar condiciones altamente localizadas (es decir, tramos de rutas específicas durante ciertas horas del día)

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Temperatura
 - > Dos temperaturas en el modelo MOBILE
 - Temperatura ambiente
 - Temperaturas mínima y máxima diarias

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Temperatura
 - > Temperatura ambiente
 - el usuario puede usar para el modelado datos directos de temperatura o calcularla a partir de las temperaturas mínima y máxima
 - la temperatura ambiente se usa para corregir las emisiones de escape, la estabilización en caliente, el abastecimiento de combustible, las pérdidas en operación y las pérdidas en reposo obtenidas bajo condiciones estándar FTP

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Temperatura
 - > Temperaturas mínima y máxima
 - deben ser proporcionadas por el usuario
 - usadas directamente para calcular la porción diurna de las emisiones por evaporación
 - ver la Sección 3.3.5. de *Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume IV: Mobile Sources*, para procedimientos específicos para el cálculo de las temperaturas mínima y máxima

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Cálculo de las Emisiones de COV
 - > El modelo MOBILE proporciona tres opciones para obtener los factores de emisión de COV:
 - suma de todos los componentes COV en g/km
 - suma y componentes (escape, evaporativo, abastecimiento, pérdidas en operación y pérdidas en reposo) en g/km
 - suma y factores de emisión de los componentes, más el desglose detallado del factor de emisión evaporativo.

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Cálculo de las Emisiones de COV's
 - > Usa un desglose detallado del componente evaporativo para obtener el factor de emisión de COV debido a abastecimiento de combustible en g/l
 - > Puede reportar emisiones debidas a abastecimiento dentro de la categoría de fuentes fijas regionales

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Cálculo de Emisiones de Fuentes Móviles
 - > Factores de emisión asociados con tipos de caminos basándose en asociaciones con variables relevantes (es decir, velocidad, modo de operación, etc.)
 - > Calcula emisiones para cada combinación “tipo de vehículo/tipo de camino”

Modelo de Factores de Emisión MOBILE

- Cálculo de emisiones de fuentes móviles
 - > Ejemplo:
 - > El número de cálculos dependerá del número de asociaciones únicas de las variables relevantes

Modelo de Factores de Emisión PART5

- Modelo de factor de emisión de partículas de la EPA de los EE.UU.
 - > Calcula factores de emisión de partículas por distribución de tamaño de partícula para vehículos de gasolina y diesel
 - > Los factores incluyen emisión de partículas provenientes de:
 - partículas en el escape y sus componentes (plomo, óxidos de azufre)
 - desgaste de los frenos
 - desgaste de las llantas
 - polvo de resuspensión del camino (caminos pavimentados y no pavimentados)

Modelo de Factores de Emisión PART5

- Generalmente emplea muchos de los parámetros usados por el modelo MOBILE
 - > Mezclas KRV, distribución de registros, tasa de acumulación de kilometraje
- Las categorías VPD son mucho más detalladas que aquellas del modelo MOBILE

Modelo de Factores de Emisión PART5

- PART5 proporciona valores iniciales supuestos para muchos de los parámetros basándose en promedios nacionales de los EUA
- También permite el uso de datos proporcionados por el usuario para muchos de los parámetros
- Los datos básicos usados en el modelo PART5 son limitados

Modelo de Factores de Emisión PART5

- La información basada en datos estadounidenses debe ser modificada para poder aplicarse a México
- Puede usar técnicas similares a las desarrolladas para el modelo MOBILE-MCMA

Modelo de Factores de Emisión COPERT

- Programa de computadora para calcular emisiones a partir de tráfico en los caminos (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Traffic)
 - > Usa un método iterativo que calcula el consumo total de combustible y las emisiones
 - > No requiere datos de tráfico extensos

Modelo de Factores de Emisión COPERT

- Programa de computadora para calcular emisiones a partir de tráfico en los caminos
 - > No incluye el efecto de volatilidad del combustible, la altitud, o rendimientos altos del motor
 - > Provee únicamente estimaciones gruesas de las emisiones por evaporación
 - > Metodología y datos relacionados menos desarrollados que para el modelo MOBILE

Técnicas Rápidas de Inventario de Fuentes

- Dos métodos para estimar emisiones
 - > Factores de emisión únicos basados en la cantidad de combustible consumido
 - > Método adicional para vehículos automotores basado en gráficas y ecuaciones obtenidas del modelo COPERT

Técnicas Rápidas de Inventario de Fuentes

- El uso de factores de emisión únicos no provee suficiente detalle
- Tratamiento insuficiente de emisiones evaporativas
- Falta de habilidad para describir condiciones locales
- Datos insuficientemente desarrollados

Recolección de Datos

- Considerar los siguientes factores cuando se dediquen recursos a la recolección de datos para modelos de factores de emisión:
 - > Sensibilidad de las tasas de emisión
 - > Disponibilidad de datos
 - > Exactitud de los datos disponibles

Documentando el Uso de Modelos de Factores de Emisión

- Descripción paso por paso de como fueron desarrollados los elementos a introducir en el modelo
- Copias impresas o archivos electrónicos de todos los archivos de entrada usados y de los resultados de modelo
- Resumen de los factores de emisión para cada combinación tipo de vehículo/tipo de camino para cada designación geográfica similar
- Descripción de como los factores de emisión fueron usados al calcular emisiones (especialmente factores de emisión de COV)

Datos de Actividad de Fuentes Móviles

- Estimaciones detalladas de kilómetros recorridos por vehículo (KRV)
- Estimaciones regionales de KRV
- Estimaciones regionales de uso de combustibles
- Datos regionales de población y registro de vehículos

Estimaciones Detalladas de KRV

- Representa la estimación más exacta de actividad vehicular
- En general, requiere del uso de
 - > Modelos de transporte
 - > Programas extensos de contabilidad de tráfico y encuestas
 - > Registro detallado de resultados
- Usualmente están disponibles para regiones metropolitanas grandes
 - > Ciudad de México, Monterrey y Ciudad Juárez

Estimaciones Detalladas de KRV

- Los de demanda de viajes y pueden ser usados para desarrollar factores de crecimiento para proyectar KRV y para localización espacial y temporal
- Ver *Procedures for Emission Inventory Preparation, Volume IV: Mobile Sources*, Secciones 3.4.1 y 3.4.2 para una descripción más amplia de modelos de demanda de viajes

Estimaciones Detalladas de KRV

- Tipos de caminos
 - > Areas Urbanas
 - Interestatal Arteria Menor
 - Otras vías rápidas Colector
 - - Otras arterias principales Local

Estimaciones Detalladas de KRV

- Tipos de caminos
 - > Areas Rurales
 - Interestatal Colector Mayor
 - Otra arteria principal Colector Menor
 - Arteria Menor Local

Estimaciones Detalladas de KRV

- Ajustes Temporales de KRV
 - > Los inventarios de emisiones deben ser calculados para un día-entre-semana típico de verano/invierno; los KRV necesitan reflejar este nivel de detalle
 - > Si KRV es compilado en base a un promedio diario anual, necesita ser ajustado por estimación diaria estacional

Estimaciones Detalladas de KRV

- Ajustes Temporales de KRV
 - > Usar el inverso de los factores que son usados para convertir cuentas de tráfico de períodos de 24- y 48-horas a cuentas de tráfico promedio diario anual
 - > Las cuentas de períodos de 24- y 48-horas se ajustan, basándose en el día-entre-semana y en la estación del año, a promedios anuales usando información obtenida por medio de registradores de tráfico continuos

Estimaciones Detalladas de KRV

- Ajustes Temporales de KRV
- Para convertir a un día-entre-semana estacional apropiado para propósitos de inventario, use el inverso de los factores aplicados a las cuentas de 24- y 48-horas durante la estación del año de interés

Estimaciones Detalladas de KRV

- KRV Mixto
 - > KRV mixto es un dato a introducir al modelo MOBILE; especifica la fracción del KRV total de vía rápida que es acumulado por cada uno de los 8 vehículos tipo regulados
 - > Agencias de transportación y planeación deben ser consultadas para obtener KRV mixtos locales
 - > El Capítulo 6 del reporte, *Techniques for Estimating MOBILE2 Variables* proporciona metodologías para calcular KRV mixtos

Estimaciones Detalladas de KRV

- Modelos de Transporte
 - > Modelos de planeación de transporte, si están disponibles, pueden proporcionar información de viajes, clave para el modelo MOBILE
 - velocidades vehiculares para caminos-tipo
 - puntos de inicio de viajes
 - puntos de término de viajes

Estimaciones Detalladas de KRV

- Modelos de Transporte
 - > La información de la distribución de la longitud de viaje obtenida de los modelos de transporte puede ser analizada para estimar las fracciones correspondientes a cada modo de operación
 - > Factores de crecimiento de KRV pueden ser desarrollados a partir de escenarios proyectados anualmente
 - > Factores de localización espacial y temporal pueden ser usados en el modelado de inventarios

Estimaciones Detalladas de KRV

- Modelos de Transporte
 - > En la mayoría de los modelos de demanda de viajes, las velocidades son usadas para situar los viajes a través de la red, y no como una salida del modelo por si mismo
 - > Un método básico es ajustar la estimación de la velocidad específica por tramo proporcionada por el modelo, usando cocientes volumen de vía rápida a capacidad

Estimaciones Detalladas de KRV

- Modelos de Transporte
 - > Los métodos básicos y sus mejoras están descritas en el reporte, *Highway Vehicle Speed Estimation Procedures for Use in Emission Inventories*

Estimaciones Detalladas de KRV

- Documentación de KRV
 - > Referirse a los siguientes documentos para descripción de metodologías de KRV
 - EPA's *Quality Review Guidelines for the 1990 base year Emission Inventories*, Apéndice C, Tabla C-1
 - Sección 7.0 del documento guía. Example Documentation Report for 1990 base year Ozone and Carbon Monoxide State Implementation Plan Emission Inventories

Estimaciones Regionales del KRV

- Cubre áreas geográficas grandes, más que estimaciones detalladas (estados completos)
- Usualmente se basa en programas de conteo de tráfico
- Aplicación de características conocidas de la flota vehicular

Estimaciones Regionales del Uso de Combustible para Vehículos en Carreteras

- Para áreas donde no están disponibles estimaciones directas de KRV
- Datos de uso de combustible provenientes de:
 - > Gobierno Federal o Estatal a través de recibos de impuestos a los combustibles
 - > Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)

Estimaciones Regionales de Uso de Combustible

- KRV regional es estimado a partir de datos de uso y economía de combustible por medio de la siguiente ecuación

$$\text{KRV gasolina, diesel} = \frac{\text{Uso de combustible regional gasolina, diesel}}{\text{Economía de combustible de la flota normal vehículo gasolina, diesel}}$$

> Donde:

$$\text{Economía de Combustible de la Flota Promedio} = \frac{\sum (\text{Economía de combustible tipo de vehículo} \times \text{Fracción registrada tipo de vehículo} \times \text{Tasa de acumulación de Kilometraje tipo de vehículo})}{\sum (\text{Fracción Registrada tipo de vehículo} \times \text{Tasa de Acumulación de Kilometraje tipo de vehículo})}$$

Estimaciones Regionales de Uso de Combustible

- Los datos de uso de combustible se separan por tipo de combustible (gasolina o diesel) para una región
- No incluir combustible usado por aviones, locomotoras

Estimaciones Regionales de Uso de Combustible

- Fuentes de datos de economía de combustible para cada tipo de vehículos
 - > Fuentes locales de datos
 - > Resultados de encuestas
 - > Datos registrados durante las pruebas de calificación de emisiones
- Datos de registros regionales
- Estimaciones de acumulación de kilometraje

Datos de Población Regional y Registro de Vehículos

- Datos de población o registro de vehículos se combinan con factores de emisión per capita o ,por vehículo
- Método menos exacto
- Útil como control de calidad para verificar la exactitud de las emisiones estimadas por otros métodos

Diferencias México-EUA

- Tipo de vehículos
- Edad de los vehículos
- Composición del combustible
- Tecnologías para el control de emisiones

Diferencias México-EUA

- Programas de inspección y mantenimiento(I/M)
- Tasa de alteración de equipos de control de emisiones vehiculares y perdidas durante el abastecimiento de combustible
- Tasa de acumulación de kilometraje
- Patrones de manejo

Diferencias Geográficas en México

- Disponibilidad de datos
- Factores que afectan las emisiones de los vehículos
 - > Ejemplo: Ciudad de México
 - Eficiencia de combustión menor debido a la altitud
 - Presiones atmosféricas más bajas e intervalos más bajos de temperaturas diurnas resulta en emisiones más altas de COV debidas a estabilización en caliente en los carburadores y a evaporación directa en los tanques de combustible
 - Patrones de manejo

Diferencias Geográficas en México

- Se espera que las áreas rurales tengan emisiones menores de fuentes móviles
- Las áreas fronterizas pudieran tener un número importante de vehículos estadounidenses en la flota
- Extrapolación de emisiones calculada en base al uso regional de combustibles en carreteras pudiera resultar en una incertidumbre alta

Desarrollo de Inventarios de Fuentes Móviles Metodología Potencial a Corto Plazo

- El modelo MOBILE4 fue usado previamente para estimar las emisiones debidas a fuentes móviles en la Ciudad de México
 - > Este modelo esta descontinuado actualmente
- Metodología a corto plazo para estimar emisiones de fuentes móviles
 - > Usa el modelo MOBILE5a como base
 - > Ajusta factores de emisión básicos a la flota vehicular mexicana (para un área dada) basándose en una matriz de equivalencia de tecnología para el control de emisiones
 - > Este método se usó para el modelo MOBILE-MMAp

Desarrollo de Inventarios de Fuentes Móviles (continuación)

- Una metodología similar podría ser usada para el modelo PART5
 - > El modelo PART5 esta basado en datos limitados y podría necesitar mejoras antes de ser usado en México
- Las emisiones de SO_x están basadas en un balance de material
 - > Determina las emisiones basándose en el uso del combustible y en su contenido de azufre

Desarrollo de Inventarios de Fuentes Móviles Metodología Potencial a Largo Plazo

- Se necesita desarrollar un modelo de factor de emisiones específico para México
 - > Reemplazar factores de emisión básicos estadounidenses en el modelo MOBILE con datos específicos de México
 - > Basado en datos de pruebas vehiculares -- medir emisiones obtenidas con una mezcla de vehículos representativos
 - > Necesita desarrollar datos específicos de la región

**Desarrollo de Inventarios de Fuentes Móviles
(continuación)**

- Describir patrones de manejo típicos de México
 - > Usar datos de patrones de manejo para obtener un ciclo de manejo específico de México para usarse en pruebas vehiculares
 - > Alternativamente, se puede considerar el desarrollo de un modelo modal

**Desarrollo de Inventarios de Fuentes Móviles
(continuación)**

- Desarrollar factores de ajuste específicos para México para tomar en cuenta las diferencias entre factores de emisión básicos y varias condiciones no-ideales
 - > Encuestar datos de registro de vehículos a nivel local
 - > Efectuar un estudio para confirmar el alcance de la tecnología del control de emisiones en diferentes tipos de vehículos

**Desarrollo de Inventarios de Fuentes Móviles
(continuación)**

- Desarrollar factores de ajuste específicos para México
 - > Efectuar un estudio para determinar la efectividad real de los programas I/M
 - > Efectuar un estudio para determinar el nivel de alteración y pérdidas en el abastecimiento de combustible entre aquellos vehículos que tienen tecnología de control de emisiones
 - > Efectuar un estudio para cuantificar el número de vehículos no registrados presentes en la flota vehicular de México

Fuentes Vehiculares de Emisión

**Evaporative Hydrocarbons /
Hidrocarburos Evaporativos**
Hot Soak / Estabilización en Caliente
Resting Losses / Pérdidas en Reposo
Crankcase Hydrocarbons /
Hidrocarburos de Cáster

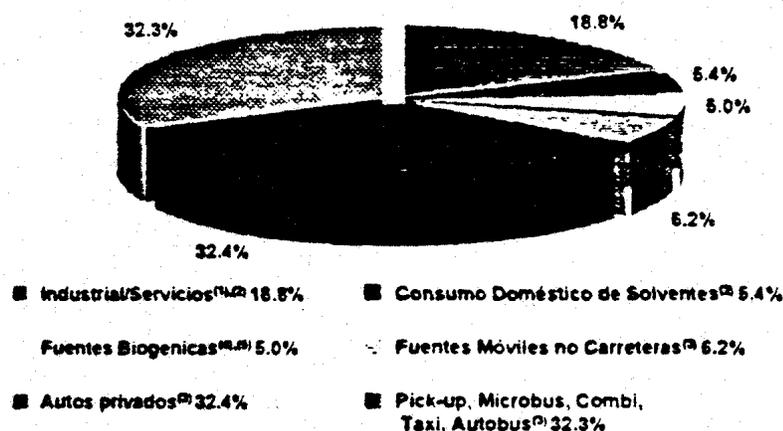


**Evaporative Hydrocarbons /
Hidrocarburos Evaporativos**
Refueling / Abastecimiento de Combustible
Diurnal / Diurno
Running Losses / Pérdidas en Operación



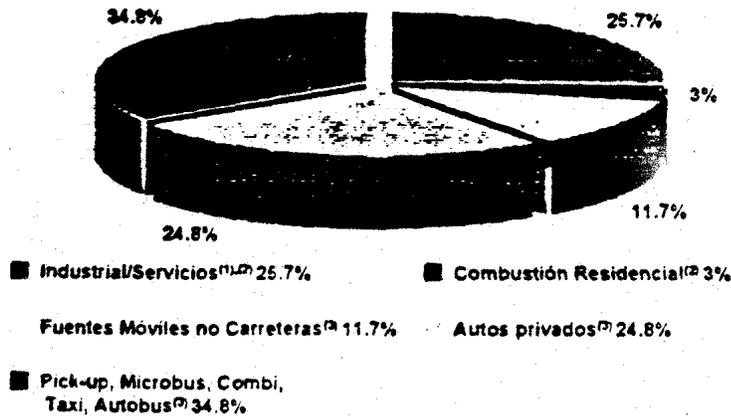
Exhaust Emissions / Emisiones de Escape
Hydrocarbons / Hidrocarburos
Carbon Monoxide / Monóxido de Carbono
Nitrogen Oxides / Óxidos de Nitrógeno
Particulates / Partículas
Sulfates / Sulfatos

Emisiones de Hidrocarburos en la Ciudad de México



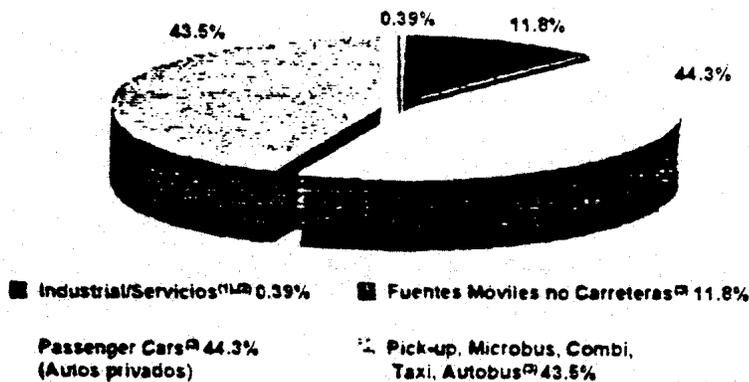
Fuente:
 *Instituto Nacional de Estadística, Sistema Nacional de Fuentes Fijas 1994
 **Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Ecología, Subdirección de Investigación de Emisiones y Atención a Contaminación
 ***Departamento del Distrito Federal, Subdirección General de Ecología, Dirección de Estudios y Proyectos Ambientales 1994
 ****UNAM, Centro de Control de la Atmósfera, Reporte Anual de Calidad y Mediciones de Hidrocarburos emitidos en el Valle de México 1990
 *****Laboratorio de Investigación de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera, Estudio de Emisión de Partículas Generadas por Fuentes Naturales 1990

Emisiones de NO_x en la Ciudad de México



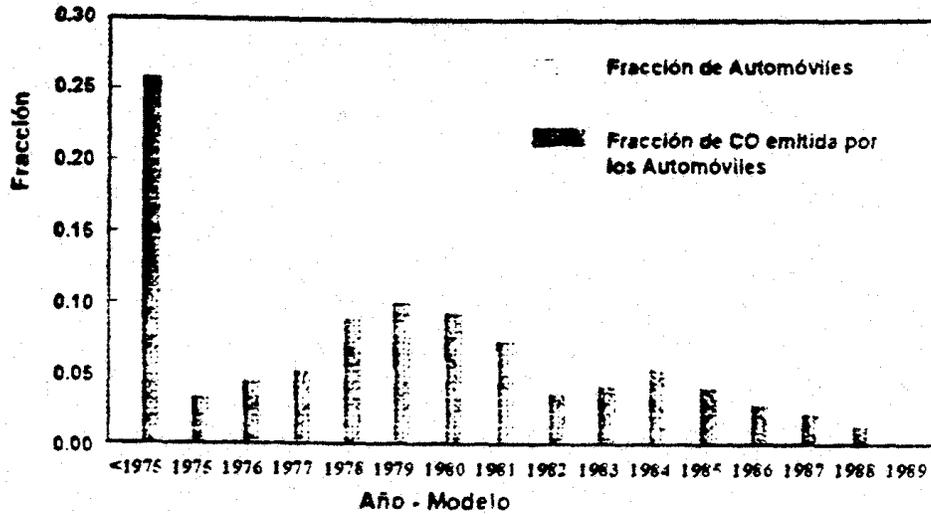
Fuente:
⁽¹⁾ Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Fuentes Fijas, 1994.
⁽²⁾ Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Ecología, Subdirección de Investigación de Emisiones y Atención a Contingencias.
⁽³⁾ Departamento del Distrito Federal, Subdirección General de Ecología, Dirección de Estudios y Proyectos Ambientales, 1994.
⁽⁴⁾ United States Center for Global Change, Report Final de Calidad y Efectos de los Recursos Naturales en el Valle de México, 1990.
⁽⁵⁾ United States Center for Global Change, Report Final de Calidad y Efectos de los Recursos Naturales en el Valle de México, 1990.

Emisiones de Monóxido de Carbono en la Ciudad de México



Fuente:
⁽¹⁾ Instituto Nacional de Ecología, Sistema Nacional de Fuentes Fijas, 1994.
⁽²⁾ Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Ecología, Subdirección de Investigación de Emisiones y Atención a Contingencias.
⁽³⁾ Departamento del Distrito Federal, Subdirección General de Ecología, Dirección de Estudios y Proyectos Ambientales, 1994.
⁽⁴⁾ United States Center for Global Change, Report Final de Calidad y Efectos de los Recursos Naturales en el Valle de México, 1990.
⁽⁵⁾ United States Center for Global Change, Report Final de Calidad y Efectos de los Recursos Naturales en el Valle de México, 1990.

Efectos de la Distribución del Año Modelo del Automóvil en las Emisiones de Monóxido de Carbono

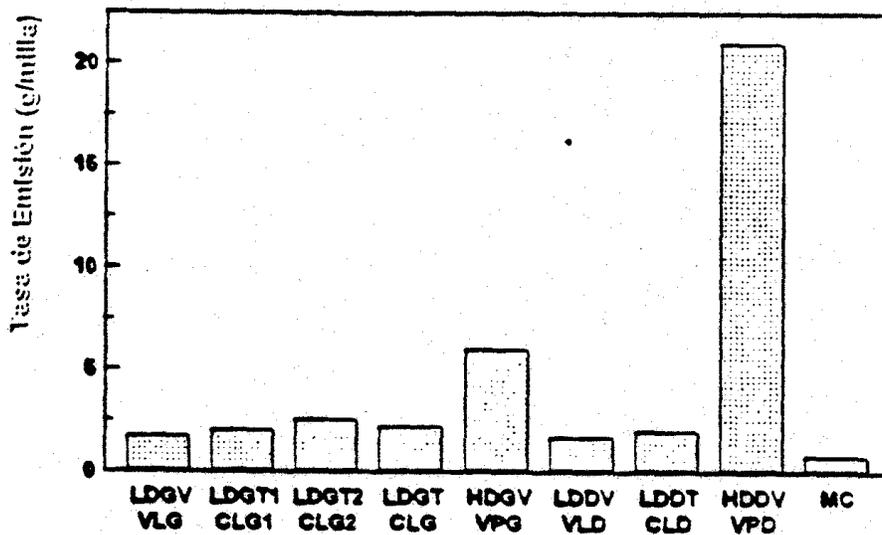


* Fuente: South Coast Air Quality Management District, Los Angeles, CA

MOBILE5a

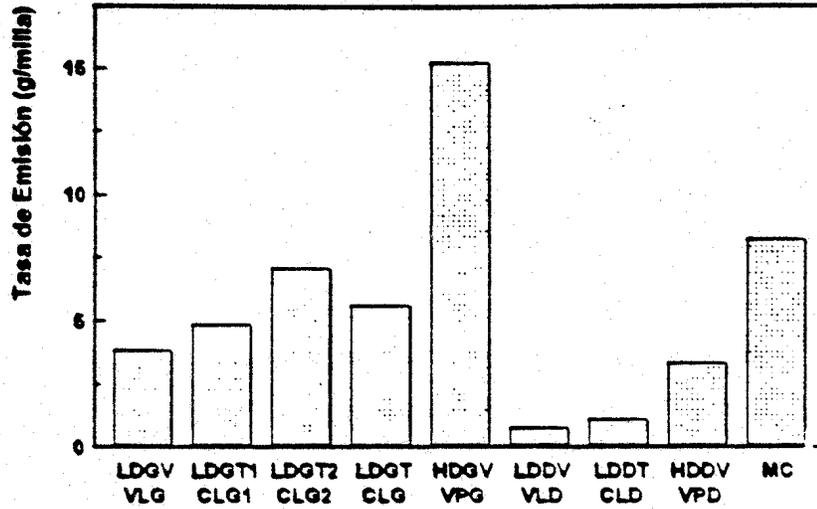
Tasa de Emisión de NO_x vs. Tipo de Vehículo

Año Calendario= 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5° F



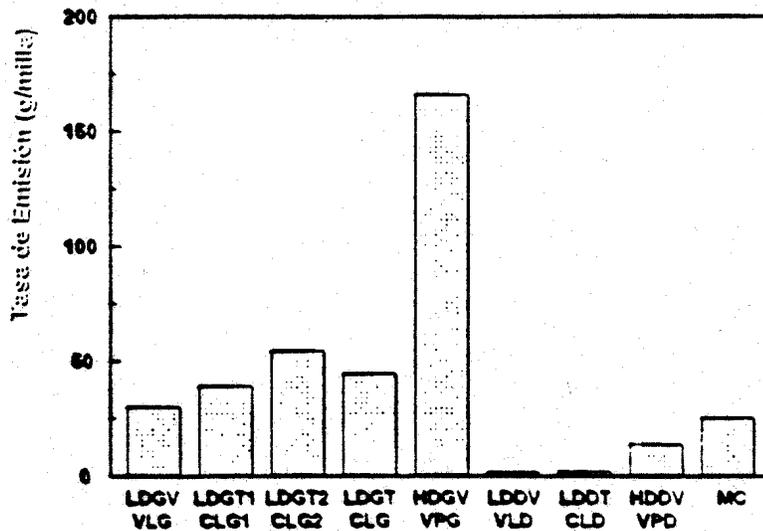
MOBILE5a

Tasa de Emisión de COV's Totales vs. Tipo de Vehículo
 Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5° F

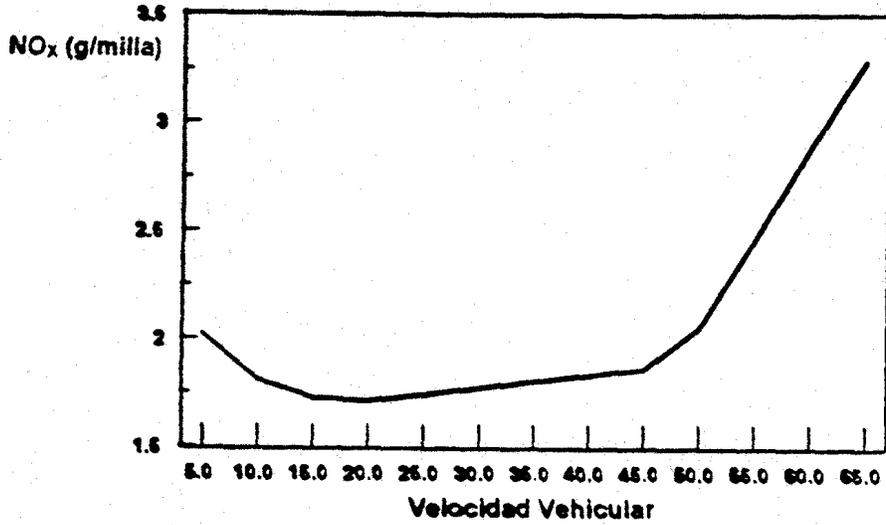


MOBILE5a

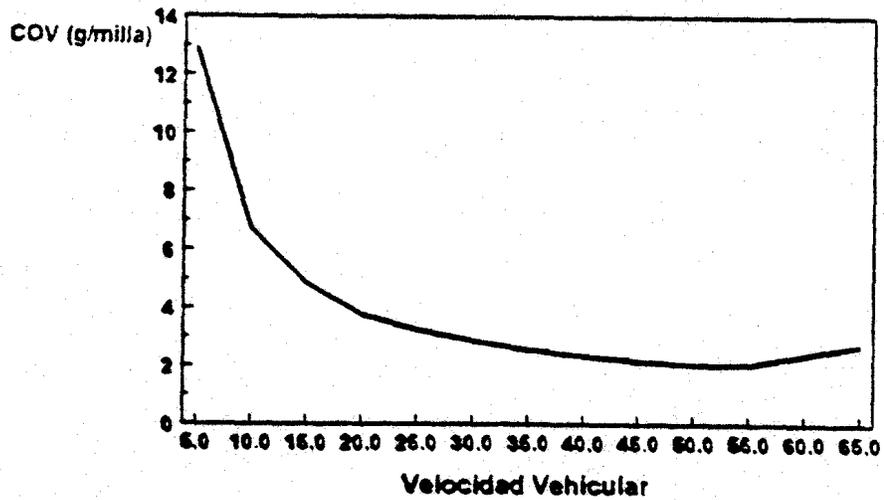
Tasa de Emisión de CO vs. Tipo de Vehículo
 Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5° F



MOBILE5a
Velocidad vs. NO_x
Año calendario = 1990, 9.0 RVP, 19.6 mph, 87.5° F



MOBILE5a
Velocidad vs. COV
Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5° F



MOBILE5a
Velocidad vs. CO

Año Calendario = 1990, 9.0 PVR, 19.6 mph, 87.5° F

