



EPA

TÉCNICAS PARA CALCULAR EMISIONES DE CATEGORÍAS DE FUENTES ÚNICAS EN SU GENERO EN MEXICALI, MÉXICO

C LEAN
A IR
T ECHNOLOGY
C ENTER



**TÉCNICAS PARA CALCULAR EMISIONES
DE CATEGORÍAS DE FUENTES ÚNICAS
EN SU GENERO EN MEXICALI, MÉXICO**

**Centro de Información sobre Contaminación de Aire
Para la Frontera entre EE. UU. y México**

CICA

U.S.-México Border
Information Center on Air Pollution

Auspiciado por:

Clean Air Technology Center (CATC)
Information Transfer Group (MD-12)
Information Transfer and Program Integration Division
Office of Air Quality Planning and Standards
U.S. Environmental Protection Agency
Research Triangle Park, NC 27711

June 1999

(Esta pagina ha sido intencionalmente dejada en blanco)

TÉCNICAS PARA CALCULAR EMISIONES DE CATEGORÍAS DE FUENTES ÚNICAS EN SU GENERO EN MEXICALI, MÉXICO

Preparado por:

Mark Saeger
Science Application Internacional Corporation
100 Capitol Drive
Durham, NC 27713

Contrato No. de U.S. EPA: 68D30030
Tarea de trabajo II-89

Administrador del proyecto de U.S. EPA:

Robert J. Blaszcak
Information Transfer Group (MD-12)
Information Transfer and Program Integration Division
Office of Air Quality Planning and Standards
U.S. Environmental Protection Agency
Research Triangle Park, North Carolina 27711

Preparado para:

Centro de Información sobre Contaminación de Aire
Para la Frontera entre EE.UU. y México (CICA)
Office of Air Quality Planning and Standards
U.S. Environmental Protection Agency
Research Triangle Park, North Carolina 27711

AVISO SOBRE LA REVISIÓN DE U.S. EPA

Este informe ha sido revisado técnica y administrativamente por la *United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA*, la agencia de protección ambiental en EE.UU.) Este revisión fue coordinada por el Centro de Información Sobre Contaminación de Aire para la frontera de EE.UU. y México (*CICA*). Además, CICA coordinó la revisión de este informe con otras agencias que participaron en el estudio, incluyendo: el *County of Imperial Air Pollution Control District* (distrito de control de contaminación de aire del *County of Imperial* en California, EE.UU.); y el Instituto Nacional de Ecología en México (INE); y la oficina del distrito Mexicali, de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMERNAP). Mención de nombres comerciales o productos comerciales no constituyen endoso o recomendación de su uso.

Este documento es disponible al público mediante el *National Technical Information Service (NTIS*, servicio nacional de información técnica en EE.UU.), Springfield, Virginia 22161.

PROLOGO

El Centro de Información sobre Contaminación de Aire para la frontera entre EE.UU.-México, (CICA), fue establecido por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. (*U.S. EPA.*), Oficina de Planificación y Estándares Calidad de Aire (*OAQPS*) para proveer soporte técnico y asistencia en evaluar problemas de contaminación del aire a lo largo de la frontera de EE.UU. - México. Estos servicios y productos son disponibles a no costo para agencias de; Gobierno Federal, Estatal y Local como también, las Universidades en México. Otros pueden usar estos servicios, pero depende de los recursos disponibles. CICA provee acceso inmediato a información y pericia de la *U.S. EPA* , para esto se recurre al personal profesional de la *OAQPS* y la oficina de investigación y desarrollo (*ORD*). También, están disponibles contratistas particulares cuando es apropiado.

SERVICIOS DEL CICA

En la siguientes formas el CICA provee asistencia:

C LINEAS DE COMUNICACIÓN

CICA ofrece servicios de comunicación bilingües en (inglés & español)

Teléfono: Gratis desde México: (800) 304-1115 (español)
Desde otras localidades: (919) 541-1800 (español)
También (919) 541-0800 (inglés)

Fax: (919) 541-0242

E-mail: catcmail @epa.gov

C ASISTENCIA EN LINEA

Red mundial de Internet (CICA Web)

<http://www.epa.gov/ttn/catc/cica/>

C ASISTENCIA EN INGENIERÍA / GUÍA TÉCNICA

C GUÍA SOBRE DOCUMENTOS Y HERRAMIENTAS TÉCNICAS

C CENTRO DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA INTERNACIONAL PARA GASES DE INVERNADERO TERRESTRE

Estableciendo un inventario digno de confianza de emisiones para todas las fuentes importantes de contaminantes de aire en el área de Mexicali, Baja California, México - Valle Imperial, California, EE.UU. es la parte de un esfuerzo comprensivo para identificar los problemas de contaminación del aire y poner en practica medidas para mejorar la calidad del aire ambiente a lo largo de la frontera de EE.UU.- México. El propósito de este proyecto fue el identificar y evaluar enfoques alternativos que podrían usarse para determinar emisiones potenciales desde dos fuentes únicas en Mexicali, México; es decir, dispositivos de cocina del vendedor ambulante y canales de aguas negras.

RECONOCIMIENTOS

Este reporte se hizo posible mediante la información, cooperación y coordinación proveída por el Sr. Gaspar Torres del *County of Imperial Air Pollution Control District* (distrito de control de contaminación de aire del *Imperial County, California*, EE.UU.), y el Sr. Octavio Alonzo, Jefe del Departamento de Calidad del Aire, Delegación Federal de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). CICA también aprecia el esfuerzo de el Dr. Victor Hugo Páramo, Director de Administración del Aire, Instituto Nacional de Ecología (INE), y su personal para revisar y comentar sobre el borrador final de este reporte.

CICA también admite y aprecia los esfuerzos del Sr. Gerardo Ríos de la *Region IX* de la *U.S. EPA*, para la coordinación inicial proponente y proveedora para este proyecto. Nosotros somos también muy agradecidos al Ing.. Jaime Mendieta, Empleado Ambiental Superior con CICA, por sus esfuerzos incansables en preparar el borrador final de este en la versión española, y la Srta. Allyson Siwik, *U.S. EPA* de *Region VI*, Oficina Fronteriza de Enlace, por revisar y comentar sobre el reporte final.

INDICE

Aviso sobre la revisión de U.S. EPA	ii
Prologo	iii
Reconocimientos	iv
Indice	v
Tablas	vi
Lista de Acrónimos	vii
Resumen	viii
Introducción	1
Antecedentes	1
Enfoque	3
Fase 1. Revisión a la Literatura	3
Fase 2. Visita al Sitio	3
Fase 3. Métodos para calcular emisiones y opciones para controlarlas	8
Métodos para Calcular las Emisiones	8
Artefactos que los Vendedores Ambulantes usan para Cocinar	8
Desagües Abiertos, Canales y Sistemas Conductores	12
Opciones para controlar la Emisiones	16
Artefactos que los Vendedores Ambulantes usan para Cocinar	16
Desagües Abiertos, Canales y Sistemas Conductores	18
Fase 4. Desarrollo del Criterio de Evaluación y Opciones de Clasificación	20
Criterio de Evaluación	20
Clasificación de Métodos para Calcular Emisiones	22
Recomendaciones	22
Referencias	25

TABLAS

TABLA 1. LISTA DE FUENTES DE INFORMACIÓN QUE SE CONSIDERAN	4
TABLA 2. RESUMEN DE MATERIALES DE REFERENCIA	5
TABLA 3. LISTA DE MÉTODOS QUE SE PROPONEN CON CRITERIOS DE EVALUACIÓN	23

LISTA DE ACRÓNIMOS

AP-42	Documento Central de <i>U.S. EPA</i> , que lista todos los factores de emisiones que se recomiendan
BBS	<i>Electronic Bulletin Board System</i> , tableros de información, manejo electrónico de datos y de sistema de retribución
C##	Compuestos orgánicos o fragmentos con numero átomos de carbón
CATC	<i>Clean Air Technology Center</i> , centro tecnológico sobre aire puro
CHIEF	<i>Clearinghouse for Inventory and Emission Factor Information</i> , centro de información para inventarios y factores de emisión
CICA	Centro de Información Sobre Contaminación de Aire para la frontera entre EE.UU. y México
CMB	<i>Chemical Mass Balance</i> , balance las masas químicas
CO	Monóxido de Carbono
EE.UU.	Estados Unidos
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i> , transformador infrarrojo de Fourier
HAP	<i>Hazardous Air Pollutants</i> , contaminantes peligrosos atmosféricos
IBM	<i>International Business Machines, Inc.</i>
INE	Instituto Nacional de Ecología en México
IR	Infrarrojo
kb	<i>Kilo bites</i> , 1000 unidades de memoria en computadoras
NATICH	<i>National Air Toxics Information Clearinghouse</i> , centro nacional de distribución de información de tóxicos atmosféricos
Nox	Oxido de nitrógeno
OAQPS	<i>Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. EPA</i> , oficina de planeación y normas de calidad del aire
PAH	<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons</i> , hidrocarburos policíclicos aromáticos
PC	<i>Personal Computer</i> , computadora personal
PIES	<i>Pollution Prevention Informartion Exchange System</i> , sistema de intercambio de información para prevención de contaminación
POTW	<i>Publicly Owned Treatment Works</i> , plantas públicas para el tratamiento de aguas negras
PM_{2.5}	Partículas con un diámetro aerodinámico igual o menor de 10 micrones
RAM	<i>Randum Access Memory</i> , memoria de acceso aleatorio
SAIC	<i>Science Applications International Corporation</i>
SCAQMD	<i>South Coast Air Quality Management District</i> , distrito de manejo de calidad del aire en la costa sur de California, EE.UU.
SEMARNAP	Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en México
SIP	<i>State Implementation Plan</i> , plan estatal de implementación en EE. UU.
TRI	<i>Toxic Release Inventory</i> , un sistema de inventarios de descargas tóxicas
TTN	<i>Technology Transfer Network, U.S. EPA</i> , red de transferencia de tecnología
U.S. EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i> , agencia de protección ambiental de los EE.UU.
VOC	<i>Volatile Organic Compounds</i> , compuestos orgánicos volátiles

RESUMEN

Se terminó la evaluación inicial de dos categorías de emisiones atmosféricas de fuentes únicas en Mexicali, México. Las categorías de las fuentes evaluadas en este estudio son los artefactos que los vendedores ambulantes usan para cocinar y los desagües abiertos, canales y sistemas conductores. La evaluación incluyó una revisión preliminar de literatura para identificar la información relacionada que está disponible y que podría utilizarse en el desarrollo de una metodología para inventario de emisiones de esas fuentes. Se hizo una visita a Mexicali para observar ejemplos de dichas fuentes y entender mejor las posibles contribuciones de las emisiones y ponerlas en un contexto relacionado a la calidad del aire en Mexicali junto con los problemas del transporte de la contaminación por la frontera que finalmente afectan la calidad del aire a lo largo de la frontera con los EE.UU. Por medio de continuas pláticas con investigadores interesados en problemas similares y relacionados, y de reportes adicionales publicados, se identificaron algunas opciones para estimar las emisiones. Se desarrollaron una serie de criterios para clasificar la metodología de las posibles emisiones. Los enfoques escogidos para estimar las emisiones fueron evaluados contra la lista de criterios y estos enfoques fueron clasificados comparándolos uno por uno. Finalmente se presentaron algunas ideas para implementar programas de control que podrían reducir las emisiones de esas fuentes.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Establecer un inventario confiable de todas las fuentes de emisiones importantes de contaminantes atmosféricos en el área de *Imperial Valley*-Mexicali es parte de un amplio esfuerzo que se hace para identificar los problemas de contaminación del aire, e implementar medidas para mejorar la calidad del aire a lo largo de la frontera de EE.UU. y México. La *U.S. EPA*, que trabaja a través del *Clean Air Technology Center (CATC)*, centro tecnológico sobre aire puro) y del Centro de Información sobre Contaminación de Aire para la frontera entre EE.UU. y México (CICA) en cooperación con el Departamento de Calidad del Aire, Delegación de la Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), y la Administración del Aire, Instituto Nacional de Ecología (INE) en México, conjuntamente, han iniciado programas para lograr esta meta. El propósito de este proyecto es investigar específicamente dos categorías de fuentes únicas de contaminación en Mexicali, México y desarrollar una lista de posibles metodologías para calcular las emisiones de atmosféricas de esas dos fuentes. Las dos categorías de dichas fuentes que se han considerado en este esfuerzo son: El equipo de cocinar de vendedores ambulantes y los desagües abiertos, canales y sistemas conductores. Las metodologías posibles fueron evaluadas con relación a una lista de criterio y se clasificaron en orden de preferencia. Finalmente, se calcularon los costos para implementar las metodologías que parasen ser ventajosas.

El equipo que los vendedores ambulantes usan para cocinar incluye una variedad de actividades en las que la comida se prepara en estructuras fijas o portátiles. La comida preparada en estas unidades incluyen carne asada para tacos, burritos y otras comidas típicas de la región. Las unidades queman principalmente carbón de leña o gas comprimido. Estas unidades se encuentran en cualquier parte o momento, en casi toda la ciudad y en algunos lugares durante las horas de la noche. Ellas se alinean una junto a la otra a lo largo de algunas calles por grandes trayectos. Las emisiones de interés son las producidas por el equipo de cocinar de los vendedores ambulantes. Estas son las de materia en partículas con un diámetro igual o menor a diez micras (PM_{10}), *Hazardous Air Pollutants (HAP)*, los contaminantes peligrosos atmosféricos), *Volatile Organic Compounds (VOC)*, los compuestos orgánicos volátiles), y los óxidos de nitrógeno (NOx).

Los desagües abiertos, los canales y los sistemas conductores son parte de un sistema de zanjas y canales que fueron diseñados originalmente para ayudar a las actividades agrícolas en las orillas de la Ciudad de Mexicali. Hoy en día la población de la ciudad es mayor a 1.000.000 habitantes y los límites de la ciudad se extienden hacia áreas en donde ya existían estos canales.

Algunas plantas industriales y áreas residenciales están situadas muy cerca de estos canales. Como resultado, estas zanjas juntan una gran variedad de residuos líquidos y sólidos. Las zanjas contienen residuos de petróleo, una gran variedad de residuos industriales, desagües residenciales y otros materiales que arrastran de la basura, llantas y aparatos que son desechados en ellas. Los contaminantes de interés en estas zanjas de desperdicios incluyen *VOC* y *HAP* orgánicos.

Los canales desembocan en el Río Nuevo, que es la arteria principal que conduce el flujo norte a través del *Imperial Valley* en California y finalmente en el Mar Salton. Este está ubicado

aproximadamente a unas 75 millas (120 kilómetros) al norte de la frontera de EE.UU.-México. Su superficie está a 229 pies (70 metros) bajo el nivel del mar y no tiene salida. Las aguas residuales no tratadas que se generan en Mexicali, y todos los residuos agrícolas de la significativa producción de alimentos y granos en el *Imperial Valley* terminan el Mar Saltón.

Originalmente el diseño del proyecto incluía el análisis de una tercera fuente, la quema de residuos o desperdicios en las casas habitación; específicamente llantas usadas. Recientemente, entró en vigor una ley en Mexicali que prohíbe el uso de residuos como fuentes de combustión en las casas habitación. La ley está vigente y esto dejó de ser un problema serio. Por lo tanto, el trabajo en esta categoría fue suspendido. Aunque se iniciaron pláticas o discusiones con representantes locales para intentar especificar alguna otra fuente a la fecha en que se preparó este reporte, no se había identificado ninguna otra categoría de fuente alterna para ser considerada en este esfuerzo.

ENFOQUE

El proyecto se llevó a cabo en cuatro fases. La primera fase fue buscar en la literatura de los datos, reportes y materiales para orientación de fuentes similares en naturaleza a los evaluados en este estudio. La segunda fase fue una visita al sitio para conocer las fuentes y hacer una evaluación visual de los tipos de metodologías que se podrían utilizar para evaluar las emisiones. En la tercera fase, se discutieron las opciones para el control de emisiones y metodologías alternas para calcular estas emisiones. En la cuarta fase se presentó un conjunto de criterios para evaluar los métodos de cálculo para las emisiones propuestas y clasificar los enfoques propuestos contra los criterios establecidos. Finalmente, se presentó el enfoque para cada categoría. Se proporcionó un costo estimado para cada enfoque. Se preparó este reporte del proyecto y se presentó a funcionarios de la *U.S. EPA*, al *Imperial County*, y de México, así como a otras personas interesadas en revisar y hacer comentarios. La siguiente exposición describe las actividades que se llevaron a cabo en cada una de estas fases.

Fase 1. Revisión a la Literatura

El programa de trabajo del contrato identificó una lista de seis reportes específicos publicados, materiales para orientación y resúmenes informativos; y además la revisión de los materiales requerida para ver si estos materiales contenían información pertinente resultados de métodos para calcular emisiones o factores de emisión apropiados para las fuentes de categorías de interés. Aquellas fuentes específicas de información se enumeran en la Tabla 1. Los esfuerzos preliminares para ubicar las fuentes de información aplicables revelaron varias fuentes adicionales que se consideraron potencialmente aplicables a este esfuerzo. También se obtuvieron y revisaron esas fuentes informativas. La Tabla 2 es un resumen de la lista de materiales y de reportes que se revisaron en esta fase. La tabla indica si los materiales contenían información que podría ser útil en el análisis. Como la fuentes de calor a base de residuos de la casas de habitación fueron eliminadas de todos los análisis de este trabajo, las fuentes de información pertinentes para esa categoría que se revisaron en esta fase no están incluidas en la Tabla 2.

Fase 2. Visita al Sitio

Science Applications International Corporation, SAIC en coordinación con el Sr. Gaspar Torres, Jefe del *Imperial County Air Pollution Control District*, ubicado en El Centro, CA, programó una visita al área en Mexicali para el 27 de junio de 1996. El Sr. Torres en coordinación con el principal contacto en México con este proyecto, Sr. Octavio Alonso, Jefe del Departamento de Calidad del Aire de la Delegación Federal en Mexicali de SEMARNAP. Se tuvo una reunión/junta en la mañana del 27 de junio de 1996 en las oficinas locales de SEMARNAP. Nosotros les presentamos los objetivos del programa y les dimos una breve descripción del proyecto. El Sr. Alonso autorizó el proyecto y ofreció ayudarnos en lo que fuera necesario.

Después de la reunión procedimos a visitar la ciudad de Mexicali en automóvil para ver los ejemplos del equipo para cocinar de los vendedores ambulantes y los canales destapados sin controles de emisiones. La visita concluyó durante la tarde del 27 de junio de 1996.

TABLA 1. LISTA DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN QUE SE CONSIDERAN

Título	Autor	Patrocinador	Fecha
<i>Implementation Plan for Mexico Emissions Inventory Methodology</i> (Ref. 1, plana de implementación por la metodología del inventario de emisiones en México)	Corporación Radian	<i>Border XXI Air Work Group</i> , por el <i>Western Governors Association</i> para asistencia del Grupo Binacional del Aire	septiembre 1995
<i>Imperial Valley/Mexicali Cross Border PM₁₀ Transport Study; Draft Final Report</i> (Ref. 2, borrador del estudio final de transporte de PM ₁₀ a través de la frontera entre <i>Imperial Valley/Mexicali</i>)	<i>Desert Research Institute, University and Community College System of Nevada</i>	<i>U.S. EPA, Region IX</i>	abril 21 de 1995
<i>Procedures for Estimating and Allocating Area Source Emissions of Air Toxics - Working Draft</i> (Ref. 3 Borrador de trabajo del método de asignar y calcular emisiones al aire de tóxicos)	<i>Versar, Inc.</i>	<i>U.S. EPA, CHIEF BBS en OAQPS TTN</i>	marzo 1984
<i>Compilation of Air Toxics Emission Inventory Questionnaires, EPA 450/4-88-008</i> (Ref. 4, recopilación de emisiones al aire de tóxicos formularios de inventario)	<i>Engineering Science, Inc.</i>	<i>U.S. EPA</i>	junio 1988
<i>Technical Procedures for Developing AP-42 Emission Factors, EPA 454/B-93-050</i> (Ref. 5, procedimientos técnicos para el desarrollo de <i>AP-42 Emission Factors</i>)	NA	<i>U.S. EPA</i>	octubre 1993
<i>Procedures for the Preparation of Emission Inventories for Carbon Monoxide and Precursors of Ozone, EPA-450/4/91/016</i> (Ref. 6, procedimientos técnicos para preparación de inventarios de emisiones de Monóxido de Carbono y Precursores del Ozono)	NA	<i>U.S. EPA</i>	diciembre 1992

TABLA 2. RESUMEN DE MATERIALES DE REFERENCIA

NOMBRE DE LA REFERENCIA	OFICINA PATROCINADORA	FECHA	APLICACIÓN	BREVE DESCRIPCIÓN	UTILIDAD	
					SI	NO
Ref. 4 - <i>Compilation of Air Toxics Inventory Questionnaires (EPA-450/4-88-008)</i> (Recopilación de cuestionarios de inventario de aires tóxicos)	U.S. EPA	6/88	Vendedores Ambulantes; Canales de desperdicios	Guías para el desarrollo y uso de los cuestionarios que recopilan información para inventariar el desarrollo y los factores de emisiones de contaminantes peligrosos atmosféricos	X	
Ref. 7 - <i>Identification and Characterization of Missing or Unaccounted for Area Source Categories (EPA-600-R-92-006)</i> (Identificación y clasificación de categorías que faltan o son incontables para categorías de fuentes fijas de área)	U.S. EPA	1/92	No hay aplicaciones pertinentes	Establece algunos antecedentes y fuentes de información para desarrollar cálculos de emisiones para categorías de fuentes no tradicionales		X
Ref. 8 - <i>Example Documentation Report for 1990 Base Year Ozone and CO Emission Inventories (EPA-450/4-92-007)</i> (Ejemplo de documentación de ozono e inventarios de emisiones)	U.S. EPA	3/92	Vendedores Ambulantes; Canales de desperdicios	Proporciona ejemplos de como documentar el desarrollo de datos de emisiones para uso en el desarrollo SIP; Útil como guía para establecer métodos creíbles	X	
Ref. 9 - <i>Compiling Air Toxics Emission Inventories 2nd Edition (EPA 450/4-86-010)</i> (Una recopilación de inventarios de emisiones atmosféricas tóxicas)	U.S. EPA	2/90	Vendedores Ambulantes; Canales de desperdicios	Proporciona una guía para construir aptitudes para identificar fuentes desconocidas anteriormente de emisiones atmosféricas tóxicas	X	
Ref. 10 - <i>Submicrometer Aerosol Mass Distributions of Emissions from Boilers, Fireplaces, Automobiles, Diesel Trucks and Meat-Cooking Operations (Aerosol Sci. & Tec. 14, No. 1, 1991)</i> (Distribución de emisiones de partículas submicrométricas dispersas por calentadores de agua, chimeneas, automóviles, camiones diesel y operaciones de cocimiento de carne)	Desconocida	1991	Vendedores Ambulantes	Presenta datos de la composición de partículas muy finas emitidas al asar carne	X	

TABLA 2. RESUMEN DE MATERIALES DE REFERENCIA (continuación)

NOMBRE DE LA REFERENCIA	OFICINA PATROCINADORA	FECHA	APLICACIÓN	BREVE DESCRIPCIÓN	UTILIDAD	
					SI	NO
Ref. 15 - Air Emission Models for Waste and Wastewater, <i>EPA-453/R-94-080A</i> (Modelos de emisiones atmosféricas de desperdicios y aguas negras)	<i>U.S. EPA</i>	11/94	Canales de Residuos	Revisa modelos disponibles para calcular emisiones al aire de los sistemas de manejo aguas de desperdicio. Descripción del programa WATER8 con ejemplos de su uso	X	
Ref. 16 - <i>NATICH Data Base Report on State, Local and EPA Air Toxics Activities (EPA-450/3-89-29)</i> (reporte de la base de datos <i>NATICH</i> sobre actividades estatales, locales y de <i>U.S. EPA</i> sobre tóxicos atmosféricos)	<i>U.S. EPA</i>	7/89	No hay Aplicaciones Pertinentes	Resumen de actividades llevadas a cabo para desarrollar cálculos de emisiones para algunas fuentes de aire tóxico; no incluye información sobre categorías de fuentes blanco		X
Ref. 17- <i>Methods Evaluation for Mexico Emissions Inventory Methodology</i> (métodos para evaluar la metodología del inventario de emisiones en México)	<i>Western Governors Association</i> y Grupo Binacional Del Aire	4/95	No Específico para categorías de fuentes blanco	Presenta un panorama general de los métodos para inventarios de emisiones; no proporciona información para las categorías de fuentes blanco		X
Ref. 1 - <i>Implementation Plan for Mexico Emissions Inventory Methodology</i> (plan para implementar la metodología del inventario de emisiones en México)	<i>Western Governors Association</i> y Grupo Binacional Del Aire	3/96	No Específico para categorías de clase de fuente	Presenta el enfoque general de un proyecto a largo plazo para desarrollar un inventario de emisiones en México		X
Taller de Trabajo del Río Nuevo	El Instituto Nacional de Investigaciones de Agua	5/95	No específico para el objeto de clase de fuente	Revisión de las interpretaciones científicas de problemas que está enfrentando <i>New River</i> y evalúa las necesidades futuras para adelantar mejoras en la calidad del agua del <i>New River</i>		X

TABLA 2. RESUMEN DE MATERIALES DE REFERENCIA (continuación)

NOMBRE DE LA REFERENCIA	OFICINA PATROCINADORA	FECHA	APLICACIÓN	BREVE DESCRIPCIÓN	UTILIDAD	
					SI	NO
Ref. 20 - <i>Protocol - Rule 1174 Ignition Method Compliance Certification Protocol</i> (regla protocolo 1174 registro de certificación de cumplimiento del método de encendido)	<i>South Coast Air Quality Management District</i>	2/91	Vendedores Ambulantes	Presenta el registro de cumplimiento de pruebas de líquidos para encender carbón	X	
Ref. 21 - <i>Quantitative Characterization of Urban Sources of Organic Aerosol by High Resolution Gas Chromatograph</i> (<i>Env. Sci. Tech.</i> , 25, No. 7, 1991, clasificación cuantitativa de aerosoles orgánicos por gases cromatográficos de alta resolución en fuentes urbanas)	Desconocida	1991	Vendedores Ambulantes	Proporciona informativas de medidas sobre la composición química de las emisiones de partículas finas de materia de operaciones de asar carne en parrillas	X	
Ref. 22 - <i>Sources of Fine Organic Aerosol I. Charbroilers and Meat Cooking Operations</i> (<i>Env. Sci. Tech.</i> , 25, No. 6, 1991, fuentes de aerosoles finos orgánicos I. operaciones al asar y cocinar carne al carbón)	Desconocida	1991	Vendedores Ambulantes	Proporciona un análisis detallado de la composición de químicos de emisiones al asar (hamburguesas) y cocinar a la parrilla.	X	
Ref. 23 - <i>Study to Develop Background Information for Direct Meat Firing Industry</i> (<i>GCA-TR-77-36-G</i> , estudio para desarrollar información sobre la industria dedicada a asar carne)	<i>U.S. EPA</i>	1/78	Vendedores Ambulantes	Discute los procesos, métodos de prueba y características de emisiones del asado directo de carne (hamburguesas) de comida de auto-servicio en EE.UU.; discute la tecnología para controlar las emisiones	X	
Ref. 24 - <i>Particulate Emissions Test Summary</i> (resumen de la prueba para emisiones particuladas)	<i>Hardee's Food Systems</i>	1974	Vendedores Ambulantes	Proporciona los resultados de pruebas modelo para operaciones en la industria de comida típica y rápida en EE.UU.	X	

Durante la visita a los lugares mencionados se observaron ejemplos del equipo que usan los vendedores ambulantes para cocinar y los canales. La visita se hizo al medio día. La mayor parte de las actividades que realizan los vendedores ambulantes comienzan en la tarde y las horas pico son entre las 5 de la tarde y 11 de la noche. Por lo tanto, no fue posible observar de lleno las actividades durante esta visita, pero el Sr. Torres señaló que para entender la magnitud del problema era necesario observar la actividad que normalmente se desarrolla por las noches. Los artefactos de los vendedores ambulantes van desde pequeñas unidades que se acarrean o empujan y se estacionan a lo largo de muchas calles en Mexicali, hasta lugares más grandes fijos y cerrados con mesas. La mayoría de los alimentos los cocinan con carbón o combustibles de gas comprimido. Durante la visita la mayor parte de las unidades operaban con unidades de carbón. Se piensa que las emisiones de los quemadores de gas son mucho más bajas que aquellas con carbón, pero de cualquier manera las emisiones más importantes resultan del goteo de la carne sobre el carbón caliente o en los quemadores de gas. Por lo tanto, ambos tipos de unidades son de gran interés en este estudio. Durante la visita no fue posible observar las características de las flamas o de otras condiciones operativas para calcular la eficiencia de la combustión que puede ser pertinente para las emisiones de NOx de los quemadores de gas.

Los canales de desagüe son zanjas que varían entre 6 y 10 metros de ancho y 3 y 8 metros de profundidad. Se observó el flujo en estas zanjas verificando la presencia de fuentes río arriba de los lugares observados. Había una cantidad considerable de basura y desperdicios a lo largo de las escarpadas orillas de las zanjas y en el agua. A pesar de que se percibían olores estos no eran excesivos ni se podían distinguir fácilmente, que indicaran que en los puntos de observación no hay una cantidad importante de materiales orgánicos volátiles.

Fase 3. Métodos para Calcular Emisiones y Opciones para Controlarlas

Métodos para Calcular las Emisiones

Artefactos que los Vendedores Ambulantes usan para Cocinar

Estas son fuentes pequeñas de combustión de combustibles fósiles, que son fuentes de emisiones para VOC selectos y, posiblemente y otros orgánicos más complejos, NOx y de partículas. A pesar de que estas fuentes son individualmente pequeñas, la mayoría que están de rutina en operación, en Mexicali crean una categoría de fuente que podría de importancia. El hecho de que estas fuentes emitan precursores de ozono y partículas, aumentan su importancia como contribuyentes a dos problemas importantes en la calidad del aire. Últimamente, se ha considerado la posibilidad de que las carnes rojas que se asan al carbón pueden crear benzo(a)pireno, un carcinógeno orgánico, y otros *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH)*, hidrocarburos policíclicos aromáticos), algunos de los cuales se pueden transportar por aire. (Rogge, et. al., 1991).

Estos artefactos usan dos tipos básicos de combustibles; carbón y una mezcla de propano comprimido y gas butano. Las emisiones de VOC que resultan de los líquidos que se usan para encender el carbón, de las fugas del gas comprimido almacenado, de la transferencia y sistemas de distribución en las unidades de cocina pueden ser importantes fuentes adicionales de VOC. El uso de estos combustibles también puede ser motivo de preocupación para emisiones y problemas ambientales. La exploración de

estos problemas adicionales está fuera del alcance de este trabajo pero de cualquier modo debe reconocerse. Las emisiones también pueden resultar del transporte y manejo del gas comprimido a granel y de la manufactura y manejo de combustibles de carbón. El principal motivo de preocupación es la posible fuga en los artefactos de almacenaje a granel que están situados en un área de la ciudad donde hay gran actividad comercial y densidad de población. No sólo hay la posibilidad de fugas de gas a la hora de transferir el combustible de estas plantas de almacenaje a granel a los artefactos intermediarios o directamente a los usuarios sino también hay el riesgo de una explosión. Si el proceso de manufactura del carbón está situado en o cerca de Mexicali habrá emisiones de *VOC* de ese proceso, y posibles emisiones de partículas que resulten del almacenaje y manejo del carbón. Se recomienda cooperación y coordinación adicional con autoridades mexicanas para determinar la importancia relativa de estos posibles motivos de preocupación.

La *U.S. EPA*, cuenta con una gran cantidad de datos que describen los procesos y factores de emisiones para diferentes fuentes de combustión de combustibles fósiles (*U.S. EPA AP-42*, 1995). La mayoría de esta información es específica para fuentes de combustión de servicios públicos y fuentes industriales de combustión externa. Mientras que estos tipos de fuentes son similares en naturaleza a los pequeños artefactos para cocinar, las diferencias específicas en el diseño en la cámara de combustión, las mezclas de aire/combustible, temperaturas y presiones entre estos dos tipos de fuentes aplican directamente a los factores de emisiones y a los procedimientos de cálculo para las grandes fuentes, no aplicables a las fuentes más pequeñas de interés en este estudio. La *U.S. EPA* también ha concluido una gran cantidad de investigación relacionada a las emisiones de chimeneas y estufas que usan leña. Los resultados de las investigaciones soportan programas de descontaminación en aquellos áreas de los EE.UU. donde sobrepasan las normas ambientales de PM_{10} , donde estufas y las chimeneas son usadas en gran número para calefacción (*Houck, et. Al., 1989; Chow, et.al., 1993*). Estos estudios no han investigado las posibles emisiones de *VOC* de esas fuentes en ningún detalle.

El *South Coast Air Quality Management District (SCAQMD)*, agencia local de calidad del aire en la cuenca atmosférica de Los Angeles, California, ha desarrollado características de emisiones para las barbacoas que se hacen en los patios de las casas usando briquetas de carbón y líquidos para encender que se venden. El motivo de preocupación de esos estudios fueron las emisiones de *VOC* causadas por la aplicación y quema de materiales para encender. El *SCAQMD* desarrolló un reglamento (Regla 1174) para regular las características de los líquidos para encender que están a la venta en el mercado. Sin embargo, en ese trabajo, se desarrolló un protocolo de prueba para medir las características de las emisiones cuando se asa comida a la parrilla con carbón (*SCAQMD*, 1991). A pesar de que el procedimiento adoptado por *SCAQMD* fue específicamente para medir el total de emisiones de hidrocarburos sin metano, se podría usar el mismo enfoque para obtener muestras para analizar partículas y *VOC* específicos para aplicarlos a este proyecto.

La medición de las características de emisiones de partículas de operaciones representativas del asado de carne a la parrilla con carbón en Mexicali se hizo como parte del Estudio Trans-Fronterizo $PM_{2.5}$ entre el Valle Imperial/Mexicali. (*Chow y Watson, 1995*). En ese estudio se tomaron emisiones de dos de los restaurantes permanentes con operaciones similares para desarrollar el perfil de las fuentes de emisiones necesarias para establecer el *Chemical Mass Balance (CMB)*, balance de masas químicas)

modelo y otros enfoques. Los datos se consiguieron diluyendo las muestras desde un punto aproximadamente de 0.3 metros sobre la orilla de la apertura de ventilación del techo de estos edificios. Desafortunadamente, la información sin procesar que se obtuvo en ese estudio no fue suficiente para cuantificar el promedio de emisiones de masa de partículas o compuestos orgánicos.

Se le pueden implementar modificaciones adecuadas a este enfoque general para calcular la contribución de emisiones de fuente específica en alguna región de la ciudad. La técnica también puede ser efectiva para evaluar rutinariamente cambios en las contribuciones de las categorías de fuentes específicas con el total de las cargas de partículas en el área. Estos datos se pueden usar para deducir la proporción de emisiones y cambiar las proporciones de las emisiones después de que se implementen los controles. Estos enfoques requieren un gran conocimiento de y experiencia con enfoques de receptores para modelar y se recomiendan discusiones adicionales con investigadores que tengan experiencia, si se contempla hacer trabajo adicional en este enfoque.

Algunos programas de medición que son específicos para medir emisiones de operaciones al asar carne en la industria de la comida rápida en EE.UU., concluyeron a mediados y a fines de 1970 (*Commonwealth Lab. Inc. 1974; GCA Technologies, 1978*). A pesar de que estos datos son específicos para hamburguesas de carne de res asada a la parrilla, los resultados han sido útiles para este análisis. Los datos en ambos estudios muestran una gran cantidad de partículas muy finas emitidas en este proceso. La proporción del tamaño de más del 90 por ciento de las partículas es menor a una micra. Estas emisiones combinadas con humo grasoso también emitido al asar pudieron resultar en grandes emisiones de partículas. Se están llevando a cabo investigaciones adicionales en EE.UU., para explorar las posibles emisiones de colesterol y otros compuestos de grasas, ácidos orgánicos y carcinógenos orgánicos a la atmósfera al asar la carne.

En la mayoría de los restaurantes que operan en EE.UU., se requiere que se instalen trampas para grasa en los extractores para este tipo de operaciones. Estas unidades pueden reducir significativamente las emisiones atmosféricas de aire de compuestos orgánicos grasos. Las partículas finas no se reducen significativamente en las trampas de grasa y son necesarios filtros más sofisticados para capturar las partículas en volumen con una proporción de tamaño menor a una micra. Esos filtros se emplean en algunos restaurantes de comida rápida en EE.UU., están disponibles los detalles para el diseño y operación de estos filtros.

En estudios recientes llevados a cabo por el Instituto Tecnológico de California (*Hildemann, et.al., 1991*) se hizo una revisión de la carne asada como un componente de un análisis de las fuentes que contribuyen al aerosol orgánico total en el área de Los Angeles. Estos estudios demuestran que el asado de carne contribuye con un gran porcentaje de ácidos orgánicos que extraen del gas cromatográfico entre C20 y C25, con un punto sobresaliente en C21 y C22.

Estos resultados son útiles para planear cualquier tipo de análisis receptor porque los componentes en este rango proporcionarán huellas de elementos específicos que se distinguen de otras fuentes de aerosoles orgánicos.

Los enfoques para calcular las emisiones de esta categoría se limitan a dos posibilidades. Uno es el enfoque que se basa en las medidas de la fuente, y el otro es un enfoque deducido basado en medidas ambientales. El enfoque que se basa en las medidas de la fuente requeriría la selección de un grupo de operaciones de rutina que proporcionará una representación compuesta de las actividades de todos los vendedores ambulantes en Mexicali. Estas unidades estarían entonces sujetas al monitoreo de los índices de las masas de emisiones siguiendo algún método de normas convenido sobre los índices de las operaciones típicas. Se necesitarían recoger las cantidades del combustible consumido, los productos de carne asada, y/o el área en metros cuadrados de las operaciones durante las pruebas de emisiones para usarse en el desarrollo de un factor de emisiones o una serie de factores de emisiones que podrían usarse para describir el total de los índices de las emisiones en masa de estas operaciones. En el enfoque inferencia se podría generar un perfil más detallado de la composición de las fuentes y de los índices de emisiones en áreas selectas de la ciudad se podría inferir a través del análisis de una serie de pruebas de monitoreo ambiental en un método que sea similar a los enfoques de los modelos receptores más aceptados.

Ambos enfoques requerirían de un método para calcular el total de los índices de las actividades expresadas en forma representativa para esa categoría. Esto podría llevarse a cabo a través de un mecanismo de reporte obligatorio o a través de un enfoque de encuesta. En el enfoque de reporte se les obligaría tanto al distribuidor del combustible, como a los vendedores a reportar el total de sus ventas o compras de combustible consumido en reportes periódicos específicos, o se les obligaría a los vendedores a reportar la cantidad total del producto de carne asada o vendida durante períodos específicos. En un enfoque de encuesta se seleccionaría y se capacitaría a un grupo de personas para observar periódicamente las operaciones en un gran porcentaje de las unidades que operan en Mexicali para calcular una unidad de actividades que fuera representativa de las operaciones en áreas selectas de la ciudad. Entonces estos cálculos de proporción de actividades se podría comparar con el total de emisiones inferidas bajo las bases de casos para calcular las emisiones a través del tiempo.

La cuidadosa planeación de los métodos para recopilar datos iniciales aseguraría que cualquiera de los métodos fueran específicos con respecto a fuente y contaminante. Se supone que muchos de los datos no están disponibles actualmente para apoyar cualquiera de los enfoques. Esto representa una debilidad significativa y se necesitaría discutir detalladamente con los funcionarios mexicanos y representantes de EE.UU., del área fronteriza para establecer los métodos más efectivos para obtener y conservar los datos necesarios para usar dichos métodos. En ambos casos, se podrían comprometer pequeñas inversiones de recursos para capacitar a personal de México para completar la recopilación inicial de datos y cálculos y conservar ese proceso a través del tiempo. Se insiste en que a través de la planeación cuidadosa del proceso se podría desarrollar cualquiera de los enfoques para conservar la continua actualización de cálculos y rastrear lo útil de cualquiera de los programas de control, y proporcionar datos apropiados para propósitos de planeación tanto en México y conforme sea necesario para apoyar programas de cooperación bilateral.

Cualquiera de los enfoques sería costoso. Los costos iniciales asociados con el monitoreo de las fuentes o recopilación de datos ambientales para apoyar el enfoque del análisis receptor serían similares. Todo dependería del apoyo y las facilidades que las Autoridades Mexicanas proporcionarían. Se calcula

que se necesitaría una inversión inicial de \$50.000 a \$150.000 dólares para recopilación de datos iniciales para hacer un cálculo de punto de partida. Una vez que los marcadores de las fuentes adecuadas fueran identificados a largo plazo sería menos costoso establecer el enfoque basado en la recopilación de datos ambientales que el monitoreo de las fuentes. La mayor incertidumbre con relación al costo sería el costo asociado con el desarrollo y conservar los índices de los datos de actividad y el número de unidades que se emplean en diferentes sistemas de control. El enfoque básico para recolectar y conservar estos datos es claro, sin embargo, es difícil calcular el efecto total de estos mecanismos adicionales del reporte entre vendedores ambulantes y las autoridades centrales. Además, las conversaciones adicionales y negociaciones con las Autoridades Mexicanas son importantes para entender las cargas e impactos de esas cargas sobre vendedores y el público.

Desagües Abiertos, Canales y Sistemas Conductores

Estas fuentes son canales de desagüe de flujo lento que serpentean por las áreas industriales de la ciudad y a través de algunas áreas residenciales. Estos canales aceptan una variedad de residuos líquidos y solubles y estos residuos finalmente se descargan en el Río Nuevo. Las pláticas con el Sr. Torrez y con otras personas de Mexicali indican con frecuencia estos canales contienen aceites tales como aceites usados en motores, residuos químicos de algunas de las plantas industriales, aguas negras no tratadas y otras aguas residuales domésticas. Estos canales también reciben una gran cantidad de basura y de aparatos electrodomésticos usados, etc., que ensucian las orillas y el fondo de los canales. Es probable que algunos de estos artículos que se tiran en los canales también contribuyen algunos contaminantes.

Se ha hecho bastante investigación que describe los procesos de las emisiones y para calcular las posibles emisiones de *VOC* que resultan de la recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales. Una buena alternativa para esta clase de trabajo es el sistema computacional *WATER8*. Este sistema incluye una serie de cálculos de transferencia de masas que permite calcular las emisiones que resultan del manejo y procesos de tratamiento de aguas residuales. En esta aplicación son interesantes las capacidades del modelo para simular las unidades de emisiones específicas de zanjas abiertas, estanques compensados y lagunas. El sistema está disponible en disquete y puede operarse en *Personal Computer* (PC, computadora personal) compatible con *International Business Machines, Inc. (IBM)* con 520 kb *Random Access Memory (RAM)*, memoria de acceso aleatorio). El usuario puede especificar los parámetros físicos del tipo unidad, y los parámetros químicos de los componentes específicos que son de su interés. El usuario debe especificar los componentes químicos que deberán ser modelados. Hay sistemas computacionales acompañantes que identifican los parámetros químicos requeridos para más de 900 especies de *VOC* específicos que pueden manejarse en el programa de *WATER8*. Si es necesario calcular emisiones para compuestos no incluidos en las listas preparadas, los datos de propiedades químicas para esos compuestos pueden ser programadas por el usuario.

Desde principios de 1980 las discusiones bilaterales se han enfocado en el constante problema de la contaminación del Río Nuevo en Mexicali de fuentes industriales y residenciales (Comisión Internacional de Límites y Aguas, 1980, 1987, 1992). Aunque estas discusiones y acuerdos han tratado de encontrar una solución íntegra a los problemas de contaminación del Río Nuevo, el continuo crecimiento residencial y la expansión industrial en el área de Mexicali han excedido la capacidad de las

soluciones implementadas. Además, estos esfuerzos se han enfocado en el mejoramiento de la calidad del agua del Río Nuevo y no del control de emisiones atmosféricas que resulten de contaminantes industriales que se descargan rutinariamente a los canales de residuos que alimentan el Río Nuevo. De hecho, algunas de las soluciones que se proponen para este problema se evocaron a la construcción de nuevas o a la mejora de lagunas de aeración existentes para pre-tratar los contaminantes industriales en las descargas de aguas residuales.

Existe una base de datos bastante completa de los antecedentes del monitoreo de parámetros selectos de calidad del agua del Río Nuevo EE.UU. En general, estos esfuerzos de monitoreo se han enfocado en la carga de nutrientes, iones específicos y parámetros bacteriológicos. También podría haber una cantidad limitada de datos sobre la composición química de los canales de residuos, aunque, no fue posible ubicar estos datos cuando se terminó este estudio. Tal vez vaya a ser necesario obtener estos datos directamente de las autoridades mexicanas. Recientemente, la *U.S. EPA*, ha requerido de las matrices de las plantas industriales en Mexicali, que reporten la cantidad de corrientes de residuos de sus plantas. Esta acción siguió estrechamente al programa de reporte voluntario de los EE.UU., conocido como *Toxic Release Inventory (TRI)*, un sistema de inventarios de descargas tóxicas) que se implementa bajo la legislación *Community Right-to-Know* (El derecho a estar informado de la comunidad), pero datos de Mexicali no están incluidos directamente en la base de datos de *TRI (U.S. EPA,1995)*.

En este estudio se mandó un total de 117 cartas a las compañías matrices sospechosas de operan maquiladoras en el área de Mexicali pidiéndoles información sobre su contribución en la descarga de químicos de la lista prioritaria de *TRI* por todos los medios. La *U.S. EPA*, recibió 8 respuestas, 4 compañías fueron removidas de la lista porque recibieron la carta como un duplicado de otra compañía relacionada y 13 cartas no pudieron ser entregadas. De las 8 respuestas, 7 compañías indicaron que ellas operaban una maquiladora en el área de Mexicali.

Después de esa petición, la *U.S. EPA*, envió citatorios administrativos a 95 matrices en EE.UU., que se suponía operaban maquiladoras en Mexicali. Veinte de las compañías que recibieron el citatorio no fueron consideradas porque el citatorio no pudo ser entregado, las compañías estaban registradas bajo un nombre diferente, la compañía ya no estaba operando, la compañía había contestado la carta original, o la compañía no era la matriz de la maquiladora. De las 75 respuestas, 57 compañías indicaron que eran matrices de algunas de las maquiladoras que operaban en el área de Mexicali. El desglose de esta clase de industrias representadas en las 64 respuestas que operan en los EE.UU., tenían maquiladoras en las siguientes áreas:

- * 9 en Equipo Eléctrico y Componentes
- * 14 en Productos Fabricados de Metal
- * 7 en Telas o Terminados de Ropa
- * 4 en Equipo de Transporte
- * 3 en Productos Alimenticios
- * 3 en Equipo Médico y Óptico, y
- * 14 Varios (2, Reparar Partes; 2, Hules y Plásticos; 2, Manufactura de Muebles; 2, Equipo Industrial; 2, Ensambles Varios; y 1 en Equipo Deportivo, Vidrio e Imprenta)

La información solicitada por el *TRI* sólo requería que se reportará sí la compañía fabrica, procesa o usa 10,000 libras/año de los químicos de prioridad. La mayoría de las respuestas indicó que los índices de uso de los químicos de prioridad que estaban abajo de 10,000 libras/año y por lo tanto reportaban sus descargas. La cantidad total de los químicos reportados para ser descargados por compañías que usan químicos arriba o debajo del punto límite fue 49,510 libras. De ese total casi todo lo reportado fue liberado directamente al aire. Algunas de las compañías reportaron descargas de más de 800,000 libras hacia plantas que tratan residuos, o los químicos se regresaron a EE.UU., a otras maquiladoras o a alguna otra planta tratadora.

Este estudio no es una evaluación completa de la posible contribución a la contaminación de canales de residuos debido a las actividades industriales en Mexicali. Muchas plantas que marcan que sus descargas están abajo del límite del umbral, pueden de manera colectiva contribuir a una cantidad de descargas grandes. Además, la información sabe la cantidad y tipo de plantas que operan en Mexicali que no estuvieron sujetas a esta información no estuvo disponible en esta revisión. Hay muchas fábricas conocidas que son propiedad de compañías mexicanas o matrices fuera de los EE.UU., que también posibles contribuyentes descargas de residuos a los canales.

Se debería hacer una revisión y una evaluación de todos los datos disponibles sobre aguas residuales de las fuentes industriales que entran a los canales; concentración de datos de corrientes residuales; muestras de agua tomada de los canales y datos de monitoreo de muestras colectadas en el Río Nuevo. Los datos resultantes de esa revisión deben ser analizados con relación a la información disponible de las descargas a través del programa de citatorios. Después de la revisión se puede hacer una evaluación de la importancia total que tienen estos canales como fuente de emisiones atmosféricas. Si se piensa que la fuente es importante, las brechas de datos y las necesidades futuras de llenar esas brechas pueden identificarse. Es probable que se requieran muestreos adicionales para caracterizar ampliamente las principales descargas industriales. Los datos específicos de componentes químicos de las corrientes residuales mejorarían enormemente la capacidad de pronosticar las emisiones con un sistema como el de *WATER8*. Sin embargo, es más importante, los datos como la localidad, cantidad, composición química y los programas de descarga de aguas residuales industriales que se agregan a estos canales, y la efectividad de esas opciones de control.

Basándonos en la información que conseguimos a través de las visitas y la información recopilada previamente sobre los tipos y concentraciones de algunos componentes orgánicos en estos canales, hemos concluido que no hay suficiente información disponible para usar *WATER8* por ahora con algún grado de confianza. La mejor alternativa para llenar la carencia de datos es trabajar directamente con las autoridades mexicanas en Mexicali para obtener y resumir toda la información existente y arreglar un mecanismo de reporte de operaciones y de descargas de desperdicios industriales hacia estos canales. Se podría obtener suficiente información sí todas las principales fuentes industriales de aguas residuales descargadas a estos canales voluntariamente proporcionaran la información requerida. Si este enfoque preferido no se puede implementar, otra alternativa sería inspeccionar estos canales al visitarlos y así identificar cualquier descarga industrial permanente. En todos los casos, cuando sea posible, el inspector debe anotar la fuente de aguas residuales y hacer un cálculo del flujo del volumen hacia los canales. Entonces, estas importantes descargas serán trazadas en un mapa. Se sospecha que cualquiera de estas

contribuciones a estos canales pueden ser continuas o intermitentes y por lo tanto una sola revisión a estos canales no puede proporcionar suficiente información del flujo del volumen hacia estos canales. También es posible que las fuentes industriales específicas de estas descargas no serán obvias durante la inspección. Sin embargo, será posible identificar los probables puntos de origen de aguas residuales cuando se revise el mapa en combinación con las plantas industriales conocidas existentes.

Si es posible conseguir la cooperación voluntaria de las plantas, se debe hacer contacto con ellas para determinar las contribuciones que hacen al flujo total en estos canales y los componentes químicos específicos de los residuos. Estos datos entonces podrán ser comparados a las muestras existentes y analizar los resultados para calcular el alcance y la posible contribución específica de estas fuentes al flujo total y al total de las posibles emisiones *VOC*. Si no es posible conseguir la cooperación voluntaria de las plantas, tal vez sería necesario juntar y analizar muestras directamente de estas descargas para asegurar la cobertura completa y mejorar la precisión de los análisis. Esa información entonces puede ser introducida a *WATER8* o a cualquier otro programa similar para calcular emisiones.

La metodología para desarrollar actualizaciones periódicas a esos datos aún no se conoce. Por lo tanto, la disponibilidad de datos de actividad necesarios para rastrear la tendencia en las emisiones a través del tiempo y cuantificar los efectos de cualquier medida de control establecida hasta el momento permanece como una brecha en los datos. Se sugiere que cualquier programa que se considere para mantener una actualización periódica de la cantidad y contenido de las corrientes residuales que van hacia estos canales deben desarrollarse e implementarse a través del tiempo por las autoridades mexicanas. La base de datos que resulte de este esfuerzo cumplirá con todas las necesidades del programa incluyendo la evaluación de una medida de control propuesta y el rastreo de los efectos de las medidas de control implementadas a través del tiempo.

Es difícil evaluar el costo de la recolección y mantenimiento activo de los datos a través del tiempo, porque las opciones para recolectar estas actualizaciones periódicas aún no se sabe. Sin embargo, todos los demás componentes de este método serían de un costo relativamente bajo. Dependiendo de la forma y formato de las estructuras de archivo de datos usados para recolectar y conservar los datos sería posible crear una actualización automatizada de los resultados de *WATER8* en intervalos periódicos a un costo muy bajo. Esto requeriría una pequeña inversión en programa de computación al principio del programa.

Se considero también un enfoque experimental de medida usando una espectroscopia con *Fourier Transform Infrared (FTIR)*, un transformador infrarrojo de Fourier) de Paso-Abierto. La tecnología de Paso-Abierto FTIR emplea un emisor de energía infrarrojo (IR) separado por varios cientos de metros hasta quizás un kilómetro desde un telescopio y los receptores ópticos. Los compuestos químicos individuales en la ruta de línea-de-la-vista entre la fuente IR y al telescopio absorbe de forma selectiva la radiación IR en bandas de onda. La concentración promedio de cada compuesto de interés en el paso de la línea-de-la-vista se puede calcular a través del proceso electrónico de la señal IR. En algunas aplicaciones, esta tecnología es muy poderosa porque puede medir muchos compuestos simultáneamente en cuestión de minutos. Tal vez la tecnología *FTIR* no es aplicable a este problema, porque no es probable que las concentraciones de compuestos específicos sean lo suficientemente altas para

proporcionar medidas exactas y repetitivas. También será relativamente costoso implementar la técnica, y estos costos involucrados complicarían la continuidad en la actualización periódica para rastrear la efectividad de cualquiera de los programas de control.

Opciones para Controlar las Emisiones

Artefactos Que Usan los Vendedores Ambulantes Para Cocinar

Esta categoría de fuente incluye una variedad de actividades específica. Las parrillas incluidas en esta categoría varía desde pequeñas unidades operadas por individuos hasta grandes establecimientos que usan parrillas múltiples y un personal pequeño tal vez entre 6 y 8 personas. Las unidades más pequeñas son casi siempre móviles y se jalan o empujan o con bicicletas a un lugar específico. Estas unidades pueden estacionarse en diferentes lugares en cualquier día. Las unidades más grandes son instalaciones permanentes y algunas están equipadas con la apertura de ventilación que dirigen el humo y otras emisiones del proceso de cocinado hacia la apertura de ventilación en el techo. Hay también dos tipos principales de combustibles, y es probable que algunas unidades usen leña, o tal vez otro tipo de combustible. Debido a estas diferencias en las operaciones, no es posible especificar un sólo método de control universal.

De una manera intuitiva, se puede asumir que el total de emisiones de unidades que usan combustible de gas comprimido, deberían de ser más limpias que las que usan carbón, leña o cualquier otro combustible de biomasa. Esta suposición depende de la contribución relativa del combustible comparado al asado de la carne con el promedio total de emisiones. El goteo que resulta del proceso de asar carne y que cae en los elementos calientes en ambos tipos de unidades tiene como resultado emisiones de aerosoles orgánicos finos y otros contaminantes orgánicos pesados. Además, la combustión de carbón y de combustibles de biomasa también generan partículas finas dependiendo del contenido de las cenizas de los combustibles específicos que se están usando. La suposición de que las unidades de gas comprimido son intrínsecamente más limpias debe ser probada.

Un enfoque razonable para controlar las emisiones de estos artefactos es instalar alguna clase de artefacto que junte el aire sobre o a lo largo de la superficie de la parrilla e induzcan el flujo del aire para dirigir los gases y las partículas hacia el artefacto que los va a capturar. Bastante simple y barato, las trampas de grasa se pueden instalar para recolectar la grasa y otras sustancias grasosas de este flujo de aire. Ya está disponible la tecnología para capturar las partículas muy pequeñas, pues los filtros simples no serían muy efectivos porque la distribución del tamaño de estas partículas es dominado por el tamaño de la fracción menor a una micra de diámetro. Los sistemas típicos de filtros que se usan en algunos restaurantes de comida rápida en EE.UU., emplean un tubo cilíndrico con varias capas de material de filtro. Estas unidades se han usado por algún tiempo y los detalles del diseño y construcción de esos filtros que manejan los flujos específicos de aire están bien establecidos.

Se podría requerir que establecimientos estacionarios nuevos o modificados instalen sistemas adecuados de colección de aire y artefactos removibles antes de empezar las operaciones. Todos los establecimientos nuevos podrían también estar sujetos a requisitos de construcción para asegurar que el

área en que se asa la carne está protegida de exposiciones al viento. También se podría considerar un programa para identificar y retribuir económicamente a establecimientos permanentes existentes. Sería posible considerar alguna clase de incentivo económico para aquellos establecimientos que cumplan con mejoras mínimas en algún programa establecido.

Este tipo de artefacto de control está sujeto a dos limitaciones de aplicación para los artefactos de vendedores ambulantes en Mexicali. La primera es que el sistema de ventilación que se usa para capturar los gases y las partículas que están sobre la parrilla debe colocarse cerca de la parrilla y este requeriría una fuente de energía para operar el abanico. Las aperturas de ventilación pudrían construirse como campanas en la parte superior, conductos laterales junto a la parrilla, o aperturas de ventilación laterales alrededor de la superficie de la parrilla que conduzcan el aire hacia un sistema de conductos debajo de la parrilla. Mientras que alguna forma de cualquiera de estas tres opciones se podría implementar en casi todas las estructuras permanentes, sería un problema muy grande instalar dicho sistema en unidades móviles. Estas requerirían una fuente propia de energía para operar efectivamente y no es posible considerar esto como opción para las unidades móviles. El segundo problema es que la exposición al viento reduciría de una manera significativa la recolección eficiente en estos tipos de unidades, que complica aún más la aplicación de este enfoque a las unidades móviles.

Es recomendable explorar las condiciones de las operaciones específicas de estas pequeñas unidades móviles y evaluar otras posibles opciones para reducir las emisiones. Hay algunas posibilidades en los cambios que podrían ser útiles en esta aplicación como cambios en el diseño de los quemadores para que se pudiera usar menos combustible, cambios en el tipo de combustible, o la instalación de alguna forma de trampas de aire pasivo. La efectividad de estas opciones dependería del promedio de emisiones relativas de las cenizas de carbón a las emisiones totales. Si hay una contribución reconocible a emisiones directamente del combustible de carbón entonces podría ser efectivo un programa que requiera una o una combinación de estas opciones. Es necesario hacer algunas recomendaciones concernientes a las alternativas de control, detallar más la magnitud de las emisiones, las características de las emisiones y la magnitud relativa de emisiones que resultan de la quema del combustible en comparación con la quema del goteo.

Si no se encuentran otras alternativas posibles, para ser efectivas y costeables y la magnitud general de las unidades pequeñas presentan riesgos ambientales o a la salud, otra opción para controlar las emisiones es reducir la cantidad de unidades móviles, y aumentar la cantidad de unidades fijas. Se reconoce que esta opción requeriría un cambio significativo en la cultura y podría afectar a una gran cantidad de operadores independientes.

De cualquier manera, se requeriría una inversión importante para controlar un gran porcentaje de emisiones de esta categoría de fuente. Una opción para animar a los operadores a hacer esta inversión es implementar un programa de registro y alguna forma de permisos o cuotas. La estructura de la cuota podría fijarse y así incorporar una cuota neta más baja, o prestamos con/sin intereses con fondos del recibo de cuotas para ayudar a compensar los costos de la construcción y operación de la recolección y remoción de los artefactos. Todos los establecimientos que operan incluyendo a vendedores independientes con unidades móviles estarían sujetos a esta cuota. Las cuotas para establecimientos que

no cumplan con sus cuotas se les podría fijar una tasa mas alta para animarlos a adoptar las opciones de control recomendadas y/o animar a los operadores independientes a formar cooperativas y agruparse en establecimientos permanentes. Si se comprueba que el enfoque es aceptable se podrían proporcionar algunos ejemplos para usarse como modelo para formar un programa de permisos.

Los datos específicos de los costos de materiales y de construcción para implementar dicho programa, aún no están disponibles, pero este enfoque no sería una opción económica. Están también el impacto sobre el estilo de vida y carácter de la ciudad que deben considerarse. Hasta el momento no se han identificado otras opciones de enfoques viables para el control.

Embalses de Desagüe Abierto, Canales y Sistemas Conductores

Hay dos problemas relacionados con el control de posibles emisiones o de los efectos ambientales de estos canales. El primero, relacionado directamente con el propósito y alcance de este proyecto, es el de controlar el volumen y/o contenido de descargas de aguas residuales responsables de emisiones atmosféricas hacia los canales de fuentes industriales. El segundo es concerniente a los efectos de descargas industriales y de otro tipo hacia estos canales que no causan problemas en la calidad del aire, y los efectos de estas descargas en el Río Nuevo y el Saltón Sea (Mar Salado). Los efectos más íntegros en el ecosistema del Río Nuevo y en el Saltón Sea no son el tema de este reporte, pero cualquier esfuerzo que reduzca la cantidad o toxicidad de las descargas hacia estos canales de residuos tendrán beneficios simultáneos relacionados con estos ecosistemas.

La metodología que se seleccionó para evaluar las emisiones debe ser capaz de cuantificar un gran porcentaje del total de residuos orgánicos industriales que actualmente se descargan en estos canales de residuos. La base de datos desarrollada se usaría primero para determinar si esta categoría de fuente es una fuente significativa de emisiones atmosféricas. Si se encuentra que esta categoría de fuente provoca problemas de calidad del aire la base de datos se usaría para identificar a las plantas específicas que están causando los problemas más graves. Una vez que la magnitud relativa de las emisiones para cada planta se cuantifiquen, los beneficios generales que resulten de soluciones específicas de ingeniería se pueden evaluar dentro del argumento de beneficio del costo básico. Hay dos métodos primarios disponibles para reducir estas descargas. El primero y más atractivo desde el punto de vista económico es crear un programa para apoyar las auditorías ambientales íntegras de las principales plantas para identificar, evaluar e implementar medidas de reducción en la fuente. El otro es el de requerir pre-tratamiento para reducir la cantidad de materiales orgánicos en las corrientes de descarga.

Las medidas de reducción en la fuente cambiarían las prácticas operativas para reducir el volumen total de descargas, y/o cambiar los tipos de compuestos orgánicos descargados en especies que son menos volátiles y dañinas para las fuentes de agua corriente abajo. Estas actividades se conocen comúnmente como actividades para prevención de la contaminación. Existen un sinnúmero de métodos para lograr importantes beneficios por medio de prevención de la contaminación, y los ejemplos específicos que son más adecuados dependen de las operaciones específicas en cuestión. Los ejemplos de métodos de prevención de contaminación son cambios en las operaciones que producen menos residuos materiales, la cantidad de materia prima que se usa en el proceso o cambios en el proceso que usan menos materias

primas dañinas, identificar las oportunidades para rehusar o reciclar materiales residuales e identificación de alternativas o productos adicionales que pudieran usar algunos de los materiales residuales y de esta manera lograr un ahorro.

Existe una cantidad importante de información con respecto a estas oportunidades de reducción de residuos o prevención de contaminación que se han clasificado para tipos específicos de industrias. Una fuente íntegra de información es el *Pollution Prevention Information Exchange System (PIES*, sistema de intercambio de información para prevención de contaminación) un tablero de información de *U.S. EPA* accesible al público. Sin embargo, la selección de los enfoques más eficientes, es casi siempre específica de cada planta. La ventaja principal de los enfoques de reducción de residuos y prevención de contaminación es que seguido pueden tener como resultado un beneficio económico neto al reducir los costos de materia prima aumento en eficiencia de operación, o reducir los costos de energía o combustibles. La evaluación de los costos y posibles ahorros son componentes críticos de las evaluaciones ambientales que se llevan a cabo para identificar las mejores posibilidades.

La principal ventaja de esos métodos es que frecuentemente se requiere de una inversión menor de la que se necesitaría para comprar terrenos, y/o estructuras asociadas con plantas para tratamiento de residuos, y seguido tienen como resultado la reducción del costo de las materias primas, de los costos operativos, o contar con la capacidad para generar ganancias adicionales. Los estudios de sistemas de prevención de contaminación dan a conocer que estos frecuentemente tienen el efecto de aumentar las ganancias relativas a las condiciones básicas de las operaciones. La implementación de actividades para la prevención de contaminación requeriría del compromiso de las autoridades normativas, la cooperación de las plantas y el deseo de parte de las plantas de implementar las medidas y conservar las prácticas de prevención de contaminación.

Las técnicas específicas para tratar residuos conocidos como pre-tratamientos por lo general se usan para tratar aguas residuales industriales. En los sistemas típicos en EE.UU. estos residuos pre-tratados a menudo van dirigidos a *Publicly Owned Treatment Works (POTW*, las plantas públicas para tratar aguas negras). Aunque este enfoque tiene beneficios adicionales relacionados a la calidad del agua del Río Nuevo y el *Saltón Sea*, la total reubicación de las aguas residuales para pre-tratar y que finalmente lleguen a *POTW* sería demasiado caro en términos de inversión inicial y en costos operativos. Los enfoques de pre-tratamiento comúnmente se usan para mejorar la calidad del agua en arroyos y ríos que reciben residuos industriales, y normalmente no se implementan de asuntos de preocupaciones de calidad del aire. Una de las tecnologías más comunes que se usan en el pre-tratamientos pero no es apropiada para esta aplicación es la aeración. En las tecnologías de aeración se usan la agitación o el rocío para extraer las especies volátiles y permitir que estas se evaporen en el aire. Otras opciones de pre-tratamiento son el uso de tratamientos biológicos o químicos y pueden ser efectivas para reducir las emisiones atmosféricas.

Los métodos de pre-tratamiento también dependen de las actividades específicas y del carácter de las corrientes de residuos. Cualquier instalación para pre-tratamiento que esté diseñada para extraer orgánicos a través de la evaporación, antes de descargar hacia los canales, no es apropiada para esta aplicación, porque la meta específica en este estudio es identificar las opciones para reducir las emisiones

atmosféricas. Esos sistemas simplemente cambiarían las emisiones atmosféricas de los canales hasta las instalaciones de pre-tratamiento y de la propia instalación. Otros métodos incluyen tratamientos biológicos y químicos, agregado y fases de cambio a formas sólidas que puedan precipitarse, y métodos que puedan aislar y eliminar los orgánicos del agua. Los orgánicos que se recuperan se pueden entonces usar como combustibles para suplementos de energía o necesidades térmicas dentro de las mismas instalaciones, o pueden quemar o incinerar.

Fase 4. Desarrollo del Criterio de Evaluación y Opciones de Clasificación

Criterio de Evaluación

La siguiente lista de criterios se propone para usarse en la evaluación de la utilidad de cualquier metodología específica de emisiones para aplicar a estas fuentes.

1. Carácter Específico de la Fuente. Cualquier método que se desarrolle para esta aplicación debe ser específico para las fuentes y las características de fuente de estas categorías. Por lo tanto, los estudios llevados a cabo por la *U.S. EPA* sobre las grandes fuentes de combustión externa no son útiles para aplicarlos a los artefactos para cocinar de los vendedores ambulantes. Un trabajo previo llevado a cabo por la *U.S. EPA* sobre emisiones de chimeneas puede ofrecer importante información en el proceso de emisiones de partículas, pero en ninguno de estos estudios se usó el carbón como combustible. Estos estudios usaron leña que tiene ciertas características específicas de humedad. Los resultados de los estudios *SCAQMD* son muy similares, sin embargo, parece ser que las fuentes en Mexicali usan principalmente carbón de madera, mientras que en los estudios por *SCAQMD* se usaron briquetas de carbón como combustible primario.

2. Carácter Específico de Contaminantes. Un método adecuado también debe ser específico para los contaminantes primarios de interés en un trabajo. Para los canales de residuos, las emisiones *VOC* son la principal preocupación, aunque muchas de las muestras y resultados de los análisis que se tomaron del Río Nuevo hasta este momento y en otras partes no proporcionan una amplia información sobre las especies volátiles. Las técnicas desarrolladas por *SCAQMD* para medir emisiones resultantes del encendido del carbón pueden ser específicas para aplicarse a esta categoría, sin embargo, los resultados de esos estudios no proporcionan ninguna información sobre emisiones de partículas o de emisiones individuales de *VOC* o de orgánicos más complejos que son emitidos por dichos artefactos. El estudio de *SCAQMD* maestreó solo para el total de hidrocarburos sin metano o total de *VOC*. La información de los estudios sobre chimeneas de la *U.S. EPA* y de los estudios de emisiones *VOC* de *SCAQMD* proporcionan un antecedente bien fundado para usarse para desarrollar una metodología de prueba que pueda proporcionar resultados considerados necesarios para este estudio.

3. Disponibilidad de Datos de Actividad. Un método ideal para esta aplicación debe basarse en datos de actividad que estén disponibles y se pueden actualizar fácilmente. Estas dos condiciones permiten que el método sea implementado con un gasto mínimo y que permitan que las bases de datos de emisiones se actualicen de una manera regular para cuantificar los efectos de cualquiera de las estrategias de reducción de emisiones usadas. A menudo es posible desarrollar cálculos más detallados de emisiones

con menor grado de inseguridad usando bases de datos como fuentes descriptivas, no obstante, si estos datos son difíciles de obtener o requieren una inversión adicional cada vez que los datos se actualizan, ellos no podrían ser muy útiles para este programa específico.

4. Pruebas, Análisis e Implementación en Mexicali. La intención de este proyecto es promover actividades que el equipo técnico de México puedan llevar a cabo en Mexicali. Procedimientos estándar usados tanto por la *U.S. EPA* como por *SCAQMD* en pruebas anteriores para emisiones de parrillas para asado al carbón y de chimeneas incluyen algunas cámaras de prueba especialmente diseñadas. Esos protocolos deben revisarse y comentarse con funcionarios de Mexicali para determinar si se pueden proporcionar suficientes facilidades para completar estas pruebas en Mexicali. Esto podría permitir que el trabajo de pruebas y análisis pudiera hacerlo el personal de México. De una manera similar, el análisis y la entrada de los datos para cualquier metodología para aplicarse a los canales de residuos debe estar disponible en Mexicali. El desarrollo de los métodos que puede hacerse en México facilitará el monitoreo de rutina de las tendencias y la evaluación de la efectividad de las opciones de control.

Es probable que la ayuda inicial será proporcionada a través de la *U.S. EPA*, o de alguna otra fundación de EE.UU. Mientras que es deseable implementar un proyecto que finalmente pueda ser operado completamente dentro de México y por autoridades mexicanas, se reconoce que, dependiendo de las necesidades para pruebas específicas y equipo de laboratorio, se necesitaría algún apoyo de los EE.UU., o de alguna otra parte. Por lo tanto, este criterio se considera altamente deseable pero no crítico para la selección de la metodología.

5. Utilidad de los Datos. Finalmente, los datos generados a través de los enfoques recomendados serán utilizados para cuantificar las emisiones de estas fuentes relacionado a las fuentes más tradicionales en la región, seguir curso de las emisiones de estas fuentes con tiempo, evaluar las opciones de control efectivas en costo y cuantificar los resultados de cualquiera de las opciones de control que se implemente. Mientras este criterio está muy ligado a otros criterios, es un aspecto importante. Los métodos para estimación de emisiones que se basan en datos que están ligados directamente a las opciones de control más efectivas y que se pueden actualizar fácilmente, facilitan la tarea de mejorar el monitoreo y cuantificar los beneficios resultantes de cualquiera de los programas implementados. Este criterio es de gran interés para los participantes Mexicanos.

6. Costo para Implementar y Seguir el Curso a Través del Tiempo. Una de las razones principales para desarrollar un método para calcular las emisiones para estas dos fuentes de categorías es seguir y cuantificar la efectividad de cualquiera de las opciones de control que se implementen a través del tiempo. Por lo tanto, el cálculo del costo necesita incluir los gastos en que se incurriría para completar las actualizaciones periódicas de los cálculos de las emisiones para establecer el cambio neto en las emisiones como una función tanto de cambios en la cantidad de actividad y efectividad de programas de control.

Clasificación de Métodos para Calcular Emisiones

Basado en la información obtenida a través de esta evaluación preliminar de las dos fuentes de emisiones de interés y la lista de evaluación de criterios presentada anteriormente, las opciones para metodologías de cálculos de emisiones han sido clasificadas en categorías en relación de una y de otra. La Tabla 3 enumera las metodologías para calcular las emisiones que se comentan en este reporte e indica cuales de esas metodologías satisfacen la lista de criterios de evaluación y dan a cada método una categoría para considerarla en programas futuros. Finalmente, se presenta una recomendación para actividades futuras que ayuden al desarrollo de una metodología para cálculos de emisiones.

Se hace una cotización aproximada del costo de los enfoques recomendados. También se han resumido los puntos adicionales relacionados con las posibles opciones del control y necesidad de que las emisiones apoyen aquellas opciones.

Recomendaciones

Basándonos en la revisión de la información disponible presentamos aquí dos métodos que podrían ser efectivos para cuantificar las emisiones actuales de los artefactos de los vendedores ambulantes y para monitorear las mejoras como resultado de los métodos de control. Uno de estos métodos podría involucrarse el estudio detallado de las fuentes de monitoreo para desarrollar un factor representativo de emisiones o series de factores de emisiones para las diferentes unidades y combustibles incluidos en la categoría de la fuente. El segundo es un técnica que se basa en una evaluación deductiva a través de los resultados del monitoreo ambiental.

Cada uno de estos enfoques se cataloga como 1 o 2 en la Tabla 3. Se requieren esfuerzos adicionales para desarrollar más información específica y detallar los costos para estos dos métodos. En primer lugar el enfoque más recomendable para calcular y rastrear estas emisiones es el enfoque deductivo. Esta conclusión se basa en la suposición de que los costos para llevar a cabo el monitoreo ambiental de rutina necesario para rastrear las emisiones a través del tiempo serían menores que los costos del monitoreo de las fuentes continuas y que el desarrollo de los factores de las emisiones que se requerirían en el otro enfoque. En ambos enfoques se requeriría una inversión substancial para llevar a cabo el monitoreo inicial de las fuentes necesario para clasificar las contribuciones de las fuentes, ya sea para el desarrollo de los factores de emisiones o para preparar el perfil único de la fuente.

En el enfoque deductivo, se requiere una serie más detallada de las pruebas de la fuente para diferenciar el análisis del monitoreo ambiental de otras fuentes de categorías similares en la región. Esto parece posible al enfocar específicamente en los orgánicos complejos que contienen una cantidad mayor de carbón incluyendo los orgánicos grasos y componentes de ácidos orgánicos. Las muestras subsecuentes en las regiones frecuentadas por los vendedores ambulantes también enfocarían en medir la misma clase de marcadores orgánicos para seguir el curso no sólo la contribución de estas fuentes a las cargas de contaminación del ambiente actual sino también para cuantificar la reducción de las contribuciones de los vendedores ambulantes a estas cargas ambientales con muestreos en el futuro.

TABLA 3. LISTA DE MÉTODOS QUE SE PROPONEN CON CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Método para Calcular Emisiones	Criterios de Evaluación						Clasificación (1)
	Especificidad de Fuente	Especificidad del Contaminante	Disponibilidad de Datos	Implementación en México	Utilidad de los datos	Costo Inicial y Continuo	
Artefactos Que Los Vendedores Ambulantes Usan Para Cocinar							
Factores de Emisiones Existentes de U.S. EPA en Fuentes de Combustión	No	No	No	Si	Si	Si	4
Factores Nuevas de Emisiones Específicas Basadas en Pruebas de Fuentes Directas con Requerimientos de Actividades de Rutina Reportadas	Si	Si	No (2)	Si	Si	--	1 o 2
Distrito que Administra la Calidad del Aire en la Costa Sur, Regla 1174	No	No	No	Si	Si	Si	3
Se infiere a través del Monitoreo Ambiental	Si	Si	No (3)	Si	Si(4)	Si (4)	1 o 2
Embalses de Desagüe Abierto, Canales y Sistemas Conductores							
Métodos Existentes de la U.S. EPA para Tratamiento de Aguas Residuales	No	No	No	Si	No	Si	2
Uso del Programa Computacional WATER8	Si	Si	No	Si	Si	Si	1
Monitoreo Remoto para Ruta Abierta	Si	Desconocido	Si	No	Si	No	3

(1) Clasificación es: 1 para la mejor opción, hasta 3 o 4 para opciones menos deseables

(2) Datos para factores de emisiones específicas no disponibles; Disponibilidad de Datos Activos dependiendo del método escogido por las fuentes.

(3) Datos activos disponibles que dependen de los métodos escogidos para reportar los datos de las fuentes.

(4) Datos que serán útiles para el control del análisis, pero la recolección de datos para los métodos deductivos es mucho menos costoso.

--Información insuficiente para calcular costos

El uso de este enfoque permitirá hacer un rastreo continuo del progreso que resulte de los programas de control monitoreados sin una interferencia significativa con los operadores de las plantas. El uso de este enfoque deductivo es complicado y requerirá de la experiencia y conocimiento de los investigadores familiarizados con proyectos similares.

La otra opción posible para un método de cálculo es llevar a cabo un proyecto detallado del muestreo de las fuentes para cuantificar el total de las masas emitidas de las unidades representativas seleccionadas para las operaciones en Mexicali. Estos esfuerzos de muestreo se podrían enfocar en la contribución total de orgánicos de partículas y también se podrían cuantificar los índices de emisiones de especies gaseosas. Sin embargo la aplicación de esta técnica a través del tiempo, requeriría de una evaluación de rutina íntegra para la cantidad de unidades que operan en la ciudad, y de una evaluación de las cantidades relativas de los diferentes combustibles empleados. Este método requeriría de un sistema de registro o de alguna forma de reporte o un sistema de permiso para rastrear la actividad total incluida en la categoría de la fuente de tiempo extra. Otra limitación de esta técnica es que sería necesario repetir los detalles de las pruebas de los establecimientos representativos como el tipo de artefacto de control implementado para derivar nuevos factores de emisiones para los establecimientos controlados. Es probable que las pruebas continuas y repetitivas de las fuentes representaría un costo mucho más elevado que un programa agresivo de monitoreo del ambiente.

En ambos casos, es importante planear cuidadosamente el programa de medición de las fuentes para asegurar que la contribución por esta categoría de fuente de emisiones de NO_x , *VOC* y otras emisiones gaseosas clasificadas para determinar si esas son emisiones de interés. Se calcula que el costo para establecer los perfiles de las fuentes y del muestreo inicial y del análisis sería de entre \$50 mil y \$150 mil dólares. Los análisis subsecuentes para rastrear las emisiones a través del tiempo serían de entre \$25 mil y de \$40 mil dólares por muestra y el período de análisis podría ser más alto dependiendo de las técnicas específicas de análisis que fueran necesarias para clasificar la fuente. La frecuencia de estos períodos de muestras dependería de los programas para implementar los enfoques de control. Estos costos son cálculos preliminares y se requeriría una planeación detallada adicional para establecer el costo real. Estos costos se basan también en la suposición de que la mayoría del trabajo lo terminarán investigadores con experiencia en laboratorios en EE.UU. El costo se reduciría si el monto del trabajo analítico y el monitoreo de las fuentes pudieran hacerse en Mexicali.

El enfoque que se recomienda para calcular las emisiones de los canales residuales es el de llevar a cabo auditorías ambientales completas de plantas principales o de obtener reportes voluntarios de las descargas a los canales residuales de las plantas principales para usarlas en modelos de emisiones atmosféricas computarizadas para procesos de aguas residuales. Si no se pueden conseguir los datos por medio de la cooperación de las plantas tal vez sería necesario hacer un muestreo de las descargas de las aguas residuales y del agua de los canales y enviar las muestras para análisis químicos específicos enfocándose en los constituyentes químicos. Uno de los modelos recomendados es el de *WATER8*. El modelo incluye capacidades de cálculos de emisiones de sistemas de manejo de aguas no tratadas similares a los canales de residuos en Mexicali. Los factores existentes de emisiones de la *U.S. EPA* para sistemas que tratan aguas residuales son más apropiados para el uso con *POTW* y de otros sistemas basados en ingeniería de sistemas de tratamiento de desperdicios. Los métodos técnicos que se basan en sensores remotos fueron considerados pero se rechazaron debido a las incertidumbres con respecto a las

capacidades de detección y los costos relativamente altos.

Las cotizaciones para llevar a cabo este tipo de programas son difíciles de hacer sin información adicional sobre las categorías industriales específicas representadas y los tipos de residuos que se están manejando. Una auditoría industrial tendría un costo de entre \$5 mil y \$10 mil dólares por planta. La ejecución del modelo usando los datos obtenidos en estas auditorías y los análisis para revisar todas las emisiones para la mayoría de las plantas sería de entre \$15 mil y \$30 mil dólares. Estos estimados son preliminares y serían necesarios esfuerzos adicionales de planeación para desarrollar un estimado confiable. Los costos podrían elevarse si la información de entrada necesaria para ejecutar las predicciones de emisiones no estuvieran disponibles de las auditorías de las plantas. Los estimados para esta categoría no incluyen ningún muestreo adicional de la corriente de residuos, actividades de análisis o gastos de viajes.

REFERENCIAS

1. *Radian Corporation, "Implementation Plan for Mexico Emissions Inventory Methodology"* (plan para implementar una metodología de inventarios para emisiones en México), preparado por el *Western Governors Association* y el Comité Asesor Binacional, 19 de marzo de 1996.
2. *Chow, J.C., y J.G. Watson, "Imperial Valley/Mexicali Cross Border PM₁₀ Transport Study"* (estudio del transporte transfronterizo PM₁₀ del Valle Imperial/Mexicali), preparado por el *Desert Research Institute* para la Oficina Regional IX de la *U.S. EPA*, 21 de abril de 1995.
3. *Versar, Inc., "Procedures for Estimating and Allocating Area Source Emissions of Air Toxics - Working Draft"* (procedimientos para calcular y ubicar emisiones tóxicas atmosféricas de fuentes grupales - borrador), preparado por la *U.S. EPA*, marzo 1989.
4. *Engineering Sciences, Inc., "Compilation of Air Toxics Emission Inventory Questionnaires"* (recopilación de los cuestionarios para los inventarios de emisiones tóxicas atmosféricas), *U.S. EPA-450/4-88-008*, junio 1988.
5. *U.S. EPA, "Technical Procedures for Developing AP-42 Emission Factors"* (procedimientos técnicos para el desarrollo de los factores de emisiones AP-42), *U.S. EPA-454/B-93-050*, octubre 1993.
6. *U.S. EPA., "Procedures for the Preparation of Emission Inventories for Carbon Monoxide and Precursors of Ozone"* (procedimientos para la preparación de inventarios de emisiones para monóxido de carbono y de precursores de ozono), *U.S. EPA-450/4/91/016*, mayo 1991.
7. *Kersteter, S.L., et. al., "Identification and Characterization of Missing or Unaccounted for Area Source Categories"* (identificación y caracterización de categorías de fuentes de areas faltantes o no identificadas), *U.S. EPA, EPA-600-R-92-006*, enero 1992.
8. *Radian Corporation, "Example Documentation Report for 1990 Base Year Ozone and Carbon Monoxide State Implementation Plan Emission Inventories"* (reporte de muestras de documentación

para 1990 año base del ozono y monóxido de carbono, plan estatal de inventarios para emisiones), U.S. EPA, EPA-45-/4-92-007, marzo 1992.

9. U.S. EPA, “*Compiling Air Toxics Emission Inventories*” (recopilación de inventarios de emisiones tóxicas atmosféricas), U.S. EPA-45-/4-86-010, febrero, 1990.
10. Hildemann, L.M., et. al., “*Submicrometer Aerosol Mass Distributions of Emissions for Boilers, Fireplaces, Automobiles, Diesel Trucks, and Meat-Cooking Operations*” (distribución de emisiones de masas aerosoles submicrométricas de calentadores de agua, chimeneas, automóviles, camiones de carga de diesel y operaciones al asar carne), *Aerosol Science and Technology*, Vol. 14, pp 138-152, 1991.
11. Comisión Internacional de Límites y Aguas, “Estados Unidos de América y México, Minuta No. 264, firmada en Ciudad Juárez,” 26 de agosto de 1980.
12. Comisión Internacional de Límites y Aguas, “Estados Unidos de América y México, Minuta No. 274, firmada en Ciudad Juárez,” 15 de abril de 1987.
13. Comisión Internacional de Límites y Aguas, Estados Unidos de América y México, “Minuta No. 288, firmada en Ciudad Juárez,” 30 de octubre de 1992.
14. U.S. EPA, “*Summary of Information Collected From U.S. Parent Companies of Maquiladoras Relating to the New River*” (resumen de la información recolectada de compañías matrices en los EE.UU. de las maquiladoras relacionadas del Río Nuevo), diciembre, 1995.
15. U.S. EPA, “*Air Emissions Models for Waste and Wastewater*” (modelos de emisiones de aire de residuos y aguas residuales), U.S. EPA-453/R-94-080A, noviembre, 1994.
16. Radian Corporation, “*National Air Toxics Information Clearinghouse: NATICH Data Base Report on State Local and EPA Air Toxics Activities*” (centro nacional de distribución de información de tóxicos atmosféricos: NATICH reporte de base de datos de las actividades estatales, locales y la U.S. EPA sobre los tóxicos atmosféricos), U.S. EPA, EPA-450/3-89-29, julio 1989.
17. Radian Corporation, “*Métodos de Evaluación para la Metodología del Inventario de Emisiones en México*,” preparado por la *Western Governors’ Assosiation* y del Comité Consultivo Binacional, abril 1995.
18. *National Water Research Institute and County of Imperial*, “Taller de Río Nuevo,” 19-21 de mayo de 1995.
20. SCAQMD, “*Protocol - Rule 1174 Ignition Method Compliance Certification Protocol*” (protocolo - regla 1174 protocolo para la certificación del cumplimiento del método de encendido), 28 de febrero de 1991.
21. Hildemann, L.M., et. al., “*Quantitative Characterization of Urban Sources of Organic Aerosol by High-Resolution Gas Chromatography*” (caracterización cuantitativa de las fuentes urbanas de los aerosoles orgánicos por medio de cromatografía de gas de alta resolución), *Environmental Science and*

Technology, Vol 25., No. 7, pp. 1311-1325, 1991.

22. Rogge, W.F., et. al., “*Sources of Fine Organic Aerosol. 1. Charbroilers and Meat Cooking Operations*” (fuentes de aerosoles orgánicos finos. 1. operaciones para asar carne al carbón), *Environmental Science and Technology*, Vol. 25, No. 6, 1991.
23. GCA Technology, Inc., “*Study to Develop Background Information for Direct Meat-Firing Industry*” (estudio para desarrollar los antecedentes de la información para la industria de asado directo de la carne), GCA-TR-77-36-G, enero 1978.
24. Commonwealth Laboratory, Inc., “*Particulate Emissions Test Summary*” (resumen de la prueba de emisiones de partículas), preparada por *Hardee’s Food Systems*, 1974.
25. U.S. EPA, “*Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42*” (recopilación de factores de emisiones atmosférica contaminantes, volumen 1: stationary point and area sources, quinta edición, AP-42), enero, 1995.
26. Houck, J.E., et. al., “*Determination of Particle Size Distribution and Chemical Composition of Particulate Matter from Selected Sources in California: Volume 1, Final Report*” (determinación de la distribución del tamaño de las partículas y de la composición química de materia de partículas de fuentes seleccionadas en California: reporte final, volumen 1), 1989.
27. Chow, J.C., et. al., “*Measurements and Modeling of PM₁₀ in California’s Bay Area. Volume 1, Program Plan*” (medición y creación de PM₁₀ en el area de la bahía de California, plan del programa, volumen 1, program plan), 1993.