

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS ESTADO DE MÉXICO



SISTEMATIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES

TESIS QUE PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO SOSTENIBLE
PRESENTA

ISABEL GRACIELA GONZÁLEZ MERINO

Asesores: Dr. GERARDO MEJIA VELÁZQUEZ
M. en C. DZOARA DAMARIS TEJEDA HONSTEIN

| | | |
|---------|--|------------|
| Jurado: | Dr. GERARDO MEJIA VELÁZQUEZ, | Presidente |
| | Dr. JAVIER RAMÍREZ ANGULO, | Secretario |
| | M. EN C. DZOARA DAMARIS TEJEDA HONSTEIN | Vocal |

Atizapán de Zaragoza, Edo. Méx., Mayo de 2006.

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
CAMPUS ESTADO DE MÉXICO

DIVISION DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA Y CIENCIAS

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la presente tesis de la **Lic. Isabel Graciela González Merino** sea aceptada como requisito parcial para obtener el grado académico de Maestro en Ciencias en:

DESARROLLO SOSTENIBLE

Comité de tesis

Gerardo Mejía V., Ph. D.
ASESOR

Dzoara D. Tejeda H., M. Sc.
CO-ASESORA

Javier Ramírez A., Ph. D.
SINODAL

Alejandro Aceves, Ph. D.
Director de la Escuela de Graduados
de Ingeniería y Ciencias

Mayo 2006

Dedicatorias

A David por su ayuda, apoyo, paciencia y consejos... T.A....

A mis padres y familiares, por su incondicional apoyo y cariño...

A mis amigos y compañeros por su confianza y amistad...

Agradecimientos

Al comité de Tesis por su valiosa aportación a este proyecto de investigación, en especial a la M.en C. Dzoara Tejeda y al Dr. Javier Ramírez A.

Al Tecnológico de Monterrey Campus Estado de México por el financiamiento y oportunidad que me brindaron para realizar este postgrado.

A CONACYT-SEMARNAT por su apoyo económico para la realización del proyecto Desarrollo de inventarios de fuentes fijas y móviles en el municipio de Naucalpan de Juárez Edo. de México.

Resumen

La calidad del aire en una zona determinada, aunque es afectada por factores climáticos y geográficos, tiene una relación directa con el volumen de los contaminantes emitidos a la atmósfera. Un componente necesario en el diseño y la aplicación de cualquier programa para controlar la contaminación del aire es el realizar un inventario de emisiones. En este se debe de tener información sobre las principales fuentes de contaminantes atmosféricos, así como el peso específico de cada uno de los sectores en el aporte de contaminantes a la atmósfera. En la actualidad se han realizado hojas de cálculo para el proceso del inventario de emisiones, en México, sin embargo no se cuenta con un sistema que pueda integrar y calcular el inventario de emisiones para cada una de sus fuentes, lo cual se propone crear en este proyecto de tesis.

Para la sistematización se eligieron dos fuentes de emisión, las fuentes fijas y las fuentes móviles. Para la integración y realización del cálculo de emisiones se realizó un análisis para cada una de las fuentes de las cuales se obtuvieron diagramas de flujo. Con la ayuda de esos análisis y diagramas se generó una base de datos relacional que con lleva a las dos fuentes. Debido a todo lo anterior, se desarrolló un sistema cliente/servidor que integra y calcula un inventario de emisiones para fuentes fijas y fuentes móviles, se da una breve explicación de cada uno de los campos que involucra el sistema y una vez capturada y procesada la información se muestra una representación de la información generada en reportes que a su vez se puede, presentar en un sistema de información geográfica.

Contenido

| | Página |
|---|---------------|
| Introducción | 7 |
| Objetivos | 10 |
| Capítulo I. Antecedentes | 11 |
| 1.1. Inventario de Emisiones en Canadá | 11 |
| 1.2. Inventario de Emisiones en Estados Unidos | 12 |
| 1.3. Inventario de Emisiones en México | 14 |
| 1.4. Sistematización de los Inventario de Emisiones | 18 |
| Capítulo II. Inventario de Emisiones de fuentes fijas y fuentes móviles | 22 |
| 2.1. Estimación de emisiones a la atmósfera de fuentes fijas | 23 |
| 2.2. Estimación de emisiones a la atmósfera de fuentes Móviles | 24 |
| Capítulo III. Sistematización del inventario de emisiones | 27 |
| 3.1. Framework para el desarrollo de la sistematización del inventario de emisiones | 29 |
| 3.2. Sistematización del inventario de emisiones para fuentes fijas | 31 |
| 3.3. Sistematización del inventario de emisiones para fuentes móviles | 34 |
| Capítulo IV. Resultados | 36 |
| 4.1. Establecimiento del framework para la sistematización del inventario de emisiones | 36 |
| 4.1.1. Generación de base de datos para fuentes fijas | 36 |
| 4.1.2. Generación de base de datos para fuentes móviles | 38 |
| 4.2. Desarrollo del software para la sistematización del inventario de emisiones en fuentes fijas y fuentes móviles | 41 |
| 4.2.1. Software para estimar emisiones de fuentes fijas | 42 |
| 4.2.2. Software para estimar emisiones de fuentes móviles | 60 |
| 4.2.3. Reportes de emisiones | 68 |
| 4.2.4. Generación de archivos en diferentes formatos para cada fuente | 73 |
| Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones | 75 |
| 5.1. Conclusiones | 75 |
| 5.2. Recomendaciones | 76 |

| | |
|---|-----------|
| Bibliografía | 77 |
| Anexo A. Factores de emisión para fuentes fijas | 81 |
| Anexo B. Requerimientos de cómputo necesarios para instalar el sistema | 84 |
| Anexo C Instalación de Microsoft SQL Server 2000 | 85 |
| Anexo D Catálogo de la clave ambiental con respecto a la CMAP y su subsector | 88 |

Lista de Figuras

| | Página |
|---|--------|
| Figura 1.1. Análisis de problemas con el desarrollo del inventario de emisiones en fuentes móviles | 18 |
| Figura 3.1. Etapas básicas del proceso del desarrollo de inventario de Emisiones | 28 |
| Figura 3.2. Esquema Cliente/Servidor | 30 |
| Figura 3.3. Esquema Cliente/Servidor dos capas | 31 |
| Figura 3.4. Diagrama de flujo para fuentes fijas | 33 |
| Figura 3.5. Diagrama de flujo para fuentes móviles | 35 |
| Figura 4.1. Diagrama de base de datos para fuentes fijas | 39 |
| Figura 4.2. Diagrama de base de datos para fuentes móviles | 40 |
| Figura 4.3. Pantalla principal del sistema para el inventario de emisiones | 42 |
| Figura 4.4. Módulos de captura para fuentes fijas | 42 |
| Figura 4.5. Pantalla de datos generales | 43 |
| Figura 4.6. Selección de razón social anteriormente capturados | 45 |
| Figura 4.7. Llenado de campos al seleccionar la industria | 45 |
| Figura 4.8. Datos de operación de la industria | 46 |
| Figura 4.9. Ubicación geográfica de la industria | 47 |
| Figura 4.10. Datos de procesos de operación y funcionamiento | 48 |
| Figura 4.11. Datos de los servicios de los procesos operacionales | 49 |
| Figura 4.12. Catálogo de los equipos de los servicios | 50 |
| Figura 4.13. Datos de las materias primas | 51 |
| Figura 4.14. Catálogo de las materias primas | 51 |
| Figura 4.15. Datos de los productos de la industria | 52 |
| Figura 4.16. Catálogo de los productos | 53 |
| Figura 4.17. Equipos de control | 54 |
| Figura 4.18. Equipos con combustión | 56 |
| Figura 4.19. Información de las chimeneas | 57 |
| Figura 4.20. Equipos sin combustión | 58 |
| Figura 4.21. Información del inventario de emisiones para fuentes fijas | 60 |
| Figura 4.22. Formato para la importación de información sobre la vialidad | 61 |
| Figura 4.23. Formato para importar la información del porcentaje año-modelo del vehículo | 62 |
| Figura 4.24. Formato para importar la información de los factores de emisión | 64 |
| Figura 4.25. Formato para importar la información de los aforos vehiculares | 65 |
| Figura 4.26. Módulo de captura para fuentes móviles | 65 |
| Figura 4.27. Pantalla principal para fuentes móviles | 66 |
| Figura 4.28. Pantalla de importación de archivos | 66 |
| Figura 4.29. Pantalla de importación de formatos de Excel | 67 |
| Figura 4.30. Pantalla de finalización de la importación de archivos | 67 |
| Figura 4.31. Pantalla de visualización de la información importada de la base de datos | 68 |
| Figura 4.32. Pantalla de inicialización de reportes | 69 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 4.33. Pantalla principal para la selección de reportes de las fuentes fijas y móviles | 69 |
| Figura 4.34. Reporte de la información general de las industrias | 70 |
| Figura 4.35. Reporte de la información para los equipos con combustión | 71 |
| Figura 4.36. Reporte general de la información del cálculo de las emisiones | 71 |
| Figura 4.37. Reporte de las emisiones por hora para un contaminante y por tipo de vehículo | 72 |
| Figura 4.38. Reporte de las emisiones totales para un contaminante en kg./h | 73 |
| Figura 4.39. Herramientas de los reportes | 73 |
| Figura 4.40. Ejemplo para guardar la información con diferente extensión | 74 |
| Figura 4.41. Ejemplo para guardar la información con diferente extensión y una unidad determinada | 74 |

Lista de Tablas

| | Página |
|--|---------------|
| Tabla 4.1. Nombre y significado de cada una de las tablas que generan la base de datos para fuentes fijas | 37 |
| Tabla 4.2. Nombre y significado de cada una de las tablas que generan la base de datos para fuentes móviles | 41 |

INTRODUCCIÓN

Cada vez existen más evidencias de los efectos que la contaminación del aire provoca sobre la salud pública en México y en otras partes del mundo, especialmente en ambientes urbanos que con frecuencia registran concentraciones elevadas de contaminantes. La contaminación del aire resulta de una compleja suma de, literalmente, miles de fuentes de emisión que van desde las industrias y los vehículos automotores, hasta el uso de productos de limpieza domésticos y pinturas e incluso la vida animal y vegetal. Es debido a la intervención de todos estos factores que se requieren inventarios de emisiones detallados para identificar las diferentes fuentes de emisión y su contribución a la problemática de la contaminación del aire en una región determinada, lo cual constituye el primer paso en la gestión de la calidad del aire.

Para que un inventario de emisiones cumpla con las necesidades de gestión de la calidad del aire se requiere de un desarrollo y refinamiento continuo, mismo que deben guardar cierta coherencia metodológica y basarse en programas de actividades que concuerden con los objetivos de gestión de la calidad del aire que se pretendan alcanzar. Conforme se dé este proceso, será necesario que los inventarios cuenten con estimaciones de emisiones cada vez más confiables para todas las regiones geográficas de importancia, que puedan utilizarse efectivamente en forma conjunta con los procesos de gestión y monitoreo de la calidad del aire y que puedan evolucionar con el paso del tiempo así como con el desarrollo de nuevas herramientas científicas y tecnológicas [INE-SEMARNAT, 2005].

Los inventarios de emisiones atmosféricas son una herramienta esencial para realizar un diagnóstico y proponer estrategias para la reducción de la contaminación del aire en las ciudades. Actualmente los inventarios de emisiones son cada vez más complejos, con mejoras en el nivel de detalle, la frecuencia de actualización y el acceso a la información. Los inventarios de emisiones deben de ser compatibles entre sí, de manera que se les pueda incorporar con mayor facilidad en las iniciativas regionales.

Debido a su crucial importancia para las actividades de gestión de la calidad del aire, a nivel urbano, regional y global, los inventarios de emisiones jugarán un papel de primera relevancia en las políticas ambientales que habrán de desarrollarse en diferentes niveles de gobierno. De igual manera, para diversos sectores de la economía, como la industria, los sectores energético y de transporte, e incluso para las actividades agropecuarias y de manejo de bosques y selvas, la integración de inventarios de emisiones se ha convertido en una necesidad para la gestión administrativa y la toma de decisiones [Ávila, 1998].

Los inventarios de emisiones continuarán aplicándose en diversos ejercicios de investigación científica y planeación ambiental, como lo es la modelación, el diseño de estrategias y programas de gestión de la calidad del aire, el análisis de tendencias y el cumplimiento de compromisos internacionales. Para la eventual comercialización de derechos de emisión y bonos de captura o reducción de emisiones, son aplicaciones para las que se requerirán inventarios de emisiones de creciente calidad y mayor detalle. De igual manera, las innovaciones en metodologías de elaboración de inventarios y el uso de tecnologías de información para el manejo de datos, han hecho más económico el manejo de los inventarios de emisiones y ponerlos al alcance de diversas autoridades de gobierno y de las distintas esferas gerenciales de la industria y la sociedad civil en general [INE-SEMARNAT, 2005].

Históricamente, los inventarios de emisiones han estado basados en estimaciones anuales de emisiones a nivel de cuencas urbanas o zonas metropolitanas, lo cual ha permitido que diversas ciudades del país puedan instrumentar sus correspondientes programas de gestión de la calidad del aire.

Los inventarios de emisiones a la atmósfera requieren de un grupo de personas especializadas, recopilación de la información para cada una de las fuentes y generación de la misma lo cual conlleva hasta 1 año para poder realizar el inventario de emisiones. Los inventarios de emisiones a la atmósfera que se tienen actualmente cuentan con debilidades que producen incertidumbre en el desarrollo del inventario, debido principalmente en el manejo de la información y metodologías utilizadas. Asimismo, al realizar los inventarios de emisiones a la atmósfera, existen diferentes niveles para la elaboración del inventario dependiendo de los fines para los que se use.

Por lo anterior, es conveniente realizar la sistematización de los inventarios de emisiones para optimizar los tiempos de la realización de estos y así poder generar escenarios y a la vez tener un buen control de calidad en la información. Sin embargo el tiempo en la recopilación de la información depende de la disponibilidad de la misma.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar un software que sistematice la estimación del inventario de emisiones atmosféricas en las fuentes fijas y móviles, con la finalidad de disminuir tiempos y reducir incertidumbre en cada una de las fuentes.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Crear y diseñar los diagramas de flujo para las fuentes fijas y móviles identificando las variables críticas de cada fuente y con ello poder tener un control en la información de las mismas.
- Desarrollar y validar el software de fuentes fijas y móviles, con la finalidad de disminuir el tiempo de cuantificación de emisiones.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

El inventario de Emisiones de contaminantes atmosféricos es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire de cualquier cuenca atmosférica. El inventario permite dar una idea global de cuantos tipos diferentes de fuentes contaminantes se localizan en una región determinada, así como los tipos de contaminantes que emite cada una de ellas y los periodos en que lo hacen. Aunque con este instrumento es posible evaluar el impacto de las acciones contenidas en los programas para mejorar la calidad del aire, presenta ciertas desventajas debido a que la información es fija y representativa solo durante un periodo de tiempo específico y, de esta forma, no se hace ninguna especificación acerca de los cambios en las emisiones durante el día.

1.1. INVENTARIO DE EMISIONES EN CANADÁ

En Canadá existe un inventario nacional de contaminantes atmosférico de criterio¹, que se mantiene con el apoyo de dependencias federales, provinciales y regionales. El inventario, denominado Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos de Criterio (*Criteria Air Contaminants Emission Inventory*), abarca los siguientes contaminantes: Amoníaco (NH₃), Materia particulada (PM₁₀), Materia particulada (PM_{2.5}), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de azufre (SO_x), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Partículas suspendidas totales [CCA, 2001].

¹ Son aquellos en los cuales se puede establecer una norma, que corresponde a una concentración por debajo de la cual la calidad del aire se considera satisfactoria (Riveros et al., 1998).

La elaboración y actualización del inventario canadiense es constante, sin embargo cada cinco años realizan una actualización mayor. El inventario que utilizan como año base es el de 1990. Estos inventarios se integran a partir de una combinación de manuales de orientación y experiencias previas y consultas al grupo de trabajo. Por lo general, las provincias recopilan y verifican los datos correspondientes a fuentes puntuales, en tanto que el gobierno federal se ocupa de calcular las emisiones de fuentes móviles y de área para cada provincia.

Environment Canadá ha estructurado el Inventario Canadiense de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos de Criterio en seis categorías principales: Fuentes industriales, Consumo no industrial de combustibles, Transporte, Incineración, Varios, Fuentes abiertas. A su vez, cada una de estas seis categorías principales está subdividida en sectores, identificados con los códigos de clasificación industrial uniforme (CIU) tanto de Canadá como de Estados Unidos. Asimismo, el inventario identifica las fuentes puntuales con los códigos de clasificación de fuentes de Estados Unidos (*source classification codes, SCC*), que a partir de los procesos describen el equipo o las operaciones emisores de contaminantes [CCA, 2001].

Canadá cuenta con el inventario nacional de emisiones de contaminantes (NPRI, por sus siglas en inglés), el cual es un inventario anual de 268 sustancias liberadas en aire, suelo y agua, así como inyectadas en el subsuelo o transferidas fuera de sitio para su eliminación y reciclaje. Alrededor de 2,000 plantas industriales están obligadas a presentar informes en todo el país.

Existe un sistema para el cálculo de emisiones nacionales el cual requiere de información más específica, en la cual se necesita una inversión mayor de tiempo y existe la probabilidad de no tener un buen control de la calidad en la información. De este tema se hablará más adelante en el punto 1.4.

1.2. INVENTARIO DE EMISIONES EN ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos, el principal inventario nacional de contaminantes atmosféricos de criterio está a cargo de la Agencia de Protección Ambiental (*Environmental Protection Agency, EPA*), con el apoyo de dependencias estatales, locales, tribales y regionales. Este inventario, que hoy recibe el nombre oficial de Inventario Nacional de Emisiones (*National Emission Inventory*,

NEI), abarca los siguientes contaminantes atmosféricos de criterio y sus precursores: Amoníaco (NH₃), Compuestos orgánicos volátiles (COV), Dióxido de azufre (SO₂), Materia particulada (PM₁₀), Materia particulada (PM_{2.5}), Monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Plomo (Pb) [CCA, 2001].

El inventario estadounidense se actualiza constantemente a efecto de reflejar los ajustes en las metodologías con las que se calculan las emisiones, y también para reflejar datos de emisión más precisos provenientes de los estados o de otras dependencias responsables de elaborar informes. Cada tres años se realiza una actualización mayor.

El Inventario Nacional de Emisiones de Estados Unidos suele estructurarse en torno a diez categorías de fuentes principales: Consumo de combustibles, Procesos industriales, Utilización de solventes, Almacenamiento y transporte, Eliminación y reciclaje de residuos, Vehículos en carreteras, Motores y vehículos no carreteros, Fuentes naturales, Varios, Fuentes abiertas [CCA, 2001].

Con el propósito de mejorar y simplificar la presentación de informes para el inventario de emisiones, la EPA formuló un Reglamento para la Elaboración de Informes Integrados sobre Emisiones (*Consolidated Emissions Reporting Rule*, CERR) [EPA, 2000a]. El reglamento establece los elementos que los estados deben incluir en sus informes sobre fuentes puntuales, de área, móviles y biogénicas, al tiempo que agrega varios requisitos nuevos: Entre estos requisitos destacan 1) Se exigirá a los estados elaborar un inventario de emisiones de fuentes móviles y de área en todos los condados de su territorio, y no sólo en las zonas de incumplimiento y 2) Los estados tendrán que calcular las emisiones de nuevos contaminantes, PM_{2.5} y sus precursores.

Existen sistemas que ha desarrollado la EPA para el desarrollo de inventarios de emisiones. Por ejemplo Air management information system (AMIS), Emissions Inventory Software Solution (TEISS), Air Quality System (AQS) y Quality Assurance (QA).

1.3. INVENTARIO DE EMISIONES EN MÉXICO

De acuerdo con lo dispuesto por la legislación ambiental mexicana, el gobierno federal tiene la obligación de elaborar y actualizar inventarios de emisiones de las fuentes bajo jurisdicción federal. Los estados están autorizados para formular inventarios de emisiones de todas las demás fuentes, incluidas fuentes móviles, de área y puntuales que no están sujetas a control federal. Esta división de responsabilidades se refleja también en algunas legislaciones estatales, tales como la Ley Ambiental del Distrito Federal, título 5, capítulo III, artículo 133, del 13 de enero de 2000 [CCA, 2001].

El inventario de emisiones más avanzado y completo es el de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), que cubre además de la propia Ciudad de México, las zonas conurbadas del estado de México, para un área total que alberga a aproximadamente una cuarta parte de la población del país. La Secretaría del Gobierno del Distrito Federal (SMA, del D.F.) desarrolló el inventario de emisiones 2000 mas completo debido a la colaboración con el Instituto Nacional de Ecología (INE) y el Gobierno del Estado de México (SMA, Edo. Mex). Los encargados de elaborar el inventario investigaron las fuentes locales a fin de adaptar a las condiciones locales los factores y modelos estándares de estimación de emisiones [CAM, 2000].

Inventario de emisiones en la ZMVM de 1993.

El Instituto Nacional de Ecología integró en el año de 1993 el primer inventario de emisiones para la ZMVM, con recursos otorgados por el Banco Mundial. En este primer intento se estimaron las emisiones de fuentes fijas de jurisdicción federal, fuentes móviles y se identificaron además las fuentes contaminantes de tipo natural.

Inventario de emisiones en la ZMVM de 1994.

Desde 1994, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), dependencia del gobierno federal responsable de asuntos ambientales, ha contado con la colaboración de la Asociación de Gobernadores del Oeste para el desarrollo de metodologías para la elaboración de inventarios de emisiones atmosféricas en México.

Inventario de emisiones en la ZMVM de 1996.

En 1996, se hizo el segundo inventario de emisiones, el cual desafortunadamente no puede ser comparado en términos absolutos con el inventario anterior por no aplicar los mismos supuestos y metodologías de cálculo. Este inventario, a pesar de ser mucho más detallado que el primero no incluye aún algunas fuentes que son de relativa importancia en la ZMVM; entre ellas están las emisiones de las fundidoras y las ladrilleras, rellenos sanitarios, tiraderos de basura y los polvos de calles sin pavimentar [Ruíz et al., 1993].

La corresponsabilidad de la SMA del D.F., la SMA del Edo. Mex. y la SEMARNAT de la Federación en el seno de la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM), conjuntaron sus esfuerzos en la realización del inventario de emisiones de la ZMVM de 1998. Este inventario, pretende servir como base para la gestión ambiental, así como instrumento para indicar la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera e indicar las fuentes de mayor emisión. También el inventario de emisiones incluye un inventario de gases de invernadero, con estimaciones de emisiones de CO₂ y CH₄ derivadas de la combustión de fuentes industriales, residenciales, comerciales y del transporte, así como de la descomposición de los desechos urbanos en los rellenos sanitarios [CAM, 2003].

Inventario de emisiones en la ZMVM de 2000.

En el inventario de emisiones para el año 2000 de la Ciudad de México se amplió su información sobre emisiones de partículas y, por primera vez, se incluyeron partículas menores a 2.5, metano e hidrocarburos distintos del metano, así como entre dos y cinco de los hidrocarburos emitidos en mayores cantidades por ciertos sectores industriales. Esto permitió identificar a las industrias que liberan hidrocarburos reactivos, a efecto de poderlas controlar durante una contingencia ambiental. Asimismo, se ampliaron los elementos de las estimaciones de emisiones de fuentes móviles para que se incluyan los combustibles utilizados y el peso de los vehículos.

Otros inventarios en México.

Si bien no existe en México un inventario nacional de emisiones atmosféricas integral que comprenda la mayoría de los contaminantes, sí se cuenta con inventarios de emisiones para siete de las principales ciudades y regiones del país. Estos inventarios urbanos están coordinados por la SEMARNAT. Uno de los propósitos de la Secretaría es completar inventarios para todas las ciudades de más de 500,000 habitantes y para todos los corredores industriales de importancia.

Algunas de las ciudades de México, para las que se han elaborado inventarios de emisiones son: ZMVM, Monterrey, Guadalajara, Toluca, Ciudad Juárez, Mexicali, Tijuana y Salamanca.

Los siguientes contaminantes se incluyen en todos los inventarios urbanos de emisiones de México, salvo que se especifique su registro en sólo ciertas ciudades: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos totales (HCT), plomo (Pb), óxidos de nitrógeno (NOx), partículas suspendidas totales (PST), PM10, PM2.5, dióxido de azufre (SO₂), amoníaco (NH₃).

Usos de los inventarios de emisiones en México.

Los inventarios de emisiones se utilizan para elaborar los programas de mejoramiento de la calidad del aire (ProAire, actualmente en su tercera versión) y para evaluar la eficacia de los controles y programas en curso. En algunas ciudades, como la de México, los inventarios de emisiones se usan como parte de los planes de contingencia ambiental, pues ayudan a identificar las industrias y actividades que pueden ser controladas cuando la calidad del aire y el nivel de contaminación alcanzan ciertos umbrales.

La información de los inventarios de emisión también son útiles en las agencias de control de emisiones tanto como para agencias de planeación y zonificación. Con los inventarios pueden determinar los lugares donde se localizan las mayores fuentes de emisión de contaminantes, e iniciar un proceso de control que permita reducir considerablemente la contaminación en el área. Pueden también emplearse los Inventarios de Emisiones junto con modelos matemáticos para determinar el grado de control necesario para que no se sobrepasen los estándares de calidad del aire establecidos en una región específica. Por otra parte, también son empleados para propósitos

publicitarios y sobre todo, políticos [Stern et al., 1973]. A continuación se menciona otro tipo de aplicaciones de los inventarios de emisiones:

- Determina el cumplimiento de las diferentes reglamentaciones ambientales.
- Desarrolla las condiciones para licencias del funcionamiento ambiental.
- Estima impactos a la calidad del aire, en conjunto con modelos de calidad del aire.
- Permiten determinar las especificaciones para el equipo de control.
- Permiten determinar las emisiones existentes en la atmósfera.
- Permiten calcular cuotas de emisión y multas por emisiones en exceso.
- Permiten establecer la aplicabilidad de los diferentes requerimientos regulatorios.
- Satisfacen los requerimientos establecidos en las regulaciones en cuanto a reportes.

Desarrollo de inventario de emisiones en México

Se han puesto en marcha diversas iniciativas para uniformar la metodología utilizada, consolidar las bases de datos, aplicar técnicas de garantía y control de calidad e integrar un inventario de emisiones de alcance nacional [CCA, 2001].

Actualmente existe una problemática en el desarrollo del inventario de emisiones para fuentes móviles. Por lo que el Instituto Nacional de Ecología (INE) ha desarrollado diagnósticos nacionales para la realización de inventarios de emisiones que aun son preliminares, sin embargo en dichos diagnósticos se han observado a aquellos estados que han actualizado sus inventarios de emisiones y que aun tienen dificultad con la búsqueda, disponibilidad, procesamiento de información, generación de factores de emisión y cálculo de emisiones.

Uno de los diagnósticos preliminares que ha realizado el INE es el diagnóstico nacional de inventarios de emisiones de fuentes móviles, del cual se desarrollo un análisis con los 31 estados de la república mexicana, se eliminaron 3 de ellos por no cubrir con ciertos requisitos dentro del análisis, se dividieron en tres grupos los estados. El primer grupo lo dividieron en aquellos estados que cuentan con un inventario de emisiones de años recientes y actualizados. El segundo grupo en aquellos estados que están realizando un inventario de emisiones y el tercer grupo en aquellos estados que no cuentan con un inventario de emisiones.

Con el segundo grupo se obtuvo un análisis que comprende: búsqueda, disponibilidad, procesamiento de información, generación de factores de emisión y cálculo de emisiones. Se quiso saber que problemas han tenido los estados con el desarrollo del inventario de emisiones para fuentes móviles y se obtuvo la Figura 1.1. en la cual podemos observar que existe una gran dificultad para la búsqueda de información del inventario de emisiones en fuentes móviles, con respecto a la disponibilidad de información se muestra que no presenta graves problemas, en cambio si se observa el bloque donde muestra el procesamiento de la información existe un gran problema debido a que no existe para México un software que realice un cálculo de emisiones y que procese toda la información requerida del inventario de emisiones para fuentes móviles, el cual debe de ser independiente de la búsqueda y disponibilidad de la información.

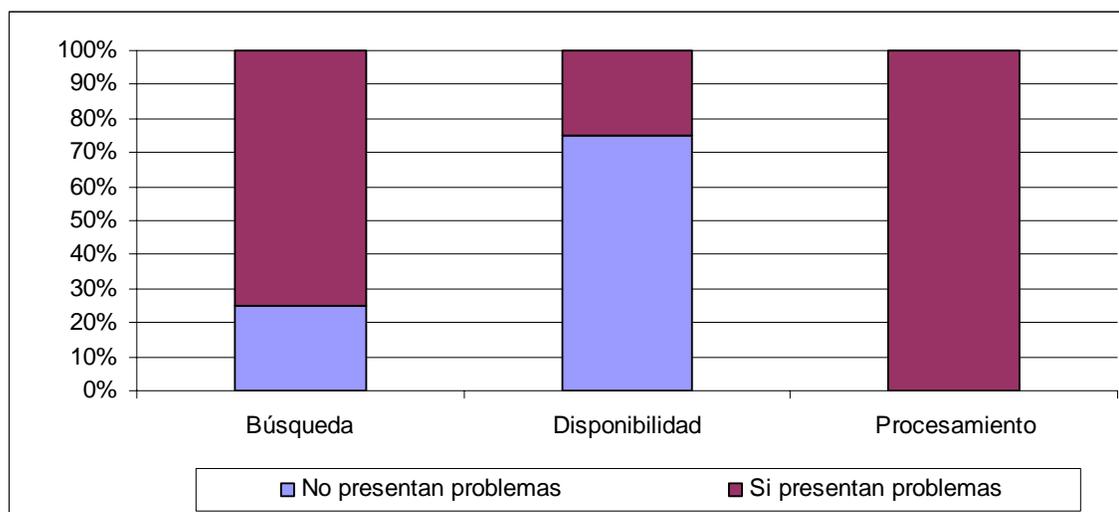


Figura 1.1. Análisis de problemas con el desarrollo del inventario de emisiones en fuentes móviles.

Actualmente no existe un software que pueda calcular el inventario de emisiones a la atmósfera en México debido a que solo se encuentra en su procesamiento hojas de cálculo en las cuales no existen un buen control de calidad en la información. Es importante realizar un sistema que integre y calcule un inventario de emisiones con un buen control de calidad de la información.

1.4. SISTEMATIZACIÓN DE LOS INVENTARIOS DE EMISIONES

La Agencia de Protección Ambiental (por sus siglas en inglés EPA) ha desarrollado software para darle un control de calidad, para calcular, organizar, almacenar, y divulgar la información sobre

las emisiones de la contaminación atmosférica. Algunos de estos sistemas desarrollados por la EPA y otras instituciones se describen a continuación.

Air management information system -AMIS

La EPA tiene disponible un sistema para la realización de los inventarios de emisiones, uno de ellos se llama sistema de información para el control de la calidad del aire (AMIS). El AMIS es un programa desarrollado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como parte del programa de Ciudades Saludables. El objetivo del AMIS es actuar como un sistema global de intercambio de información sobre la calidad del aire [Korc, 1999].

El programa AMIS incluye las siguientes actividades coordinar las bases de datos sobre temas relacionados con la calidad del aire, facilitar el intercambio de información sobre calidad del aire entre los países, ampliar la distribución de documentos sobre monitoreo y gestión de la calidad del aire, publicar y ampliar la distribución de publicaciones anuales sobre tendencias de las concentraciones de los contaminantes del aire, realizar cursos de capacitación sobre monitoreo y gestión de la calidad del aire, promover contactos entre donantes y entidades que necesiten recibir equipos de monitoreo, fortalecer a los Centros Regionales Cooperantes que apoyan la transferencia de datos, realizan actividades de capacitación e implementan proyectos mediante el uso de experiencias exitosas [Korc, 1999].

Tribal Emissions Inventory Software Solution (TEISS)

Lakes Environmental Consultants Inc. desarrolló un sistema llamado Tribal Emissions Inventory Software Solution (TEISS) el cual su objetivo principal es desarrollar un plan que represente los requerimientos, especificaciones funcionales y arquitectura de la base de datos para que sea un sistema amigable a los usuarios del Norte de Arizona. El TEISS es una herramienta de administración de datos que permite almacenar y organizar los datos de la emisión y los compara con datos de otras fuentes. Calcula las emisiones estimadas que son técnicamente factibles a las necesidades de los datos de actividad, este sistema crea reportes y mapas que soporta las necesidades de los programas de calidad del aire en el Norte de Arizona [Jesse et al., 2003].

El sistema TEISS integra todo lo relacionado a las fuentes de emisión y modelo de dispersión dentro una interfase unificada central, donde los resultados y compilaciones e información de los datos de la calidad del aire son guardados en una base de datos. La interfase central es fácil de usar para los usuarios y propietarios de la base de datos para así poder analizar los resultados obtenidos del sistema y así su visualización sea más precisa [Jesse et al., 2003].

Air Quality System (AQS)

La EPA tiene un sistema que administra información de la calidad del aire llamado Air Quality System (AQS) el cual es usado para acceder los datos de la calidad del aire nacional. El sistema incluye un almacenamiento de datos de concentraciones de los contaminantes en el aire asociando los datos meteorológicos. El software es usado también para almacenar esos últimos datos [EPA, 2004].

Existen por lo menos dos tipos de usuarios para AQS uno es el que introduce los datos dentro del sistema y el otro usuario es el que analiza dichos datos. El sistema tiene un proceso de pasos en serie para ejecutar transacciones dentro de la base de datos de AQS. Hay un número de datos que el sistema puede cargar a la base de datos en un archivo de texto, esto es importante para tener un entendimiento general de detalle de la información antes de ser cargada en la base de datos. Se requieren ciertos procesos dependiendo del tipo de dato que se tenga.

Quality Assurance (QA)

Otro de los sistemas disponibles por la EPA es el llamado Quality Assurance (QA) Software es un sistema especialmente desarrollado para el inventario nacional de emisiones y para darle una alta calidad a la información y proporcionar la consistencia de los criterios y agentes contaminadores tóxicos (Rhonda, 1999). Son muy importantes las oficinas regionales para este software debido a que hacen una validación de los datos provenientes de los estados. El QA tiene un interactivo proceso para la información del inventario la cual fue desarrollada por el estado y las oficinas regionales con la finalidad de checar la información antes de cargarlos dentro del inventario de emisiones nacional [Rhonda, 1999].

El software QA checa el contenido para aceptar código, rangos normales numéricos y datos localizados después de que el formato ha sido verificado; si existen errores en los datos el QA los localiza en un archivo de salida para que el usuario pueda verificarlos posteriormente.

Sistemas de inventario de emisiones en México

El Instituto Nacional de Ecología (INE) tiene un sistema llamado Datos Generales (DATGEN) para el inventario de emisiones nacional. Este sistema es un base de datos en hoja de cálculo que contiene información del inventario de emisiones (principalmente de procesos de combustión) y fuentes fijas de jurisdicción federal y estatal ubicadas en áreas donde se han desarrollado planes de gestión de la calidad del aire [ERG, 2005]. La base de datos DATGEN, es actualizada cada dos años. La hoja de cálculo DATGEN, es utilizada en SEMARNAT desde 1995, contiene datos presentados en los formatos de la Cédula de Operación Anual (COA), previos aseguramiento de su calidad y, de ser necesaria, su corrección.

Sin embargo no existe un sistema que pueda integrar la información capturada de la COA y a su vez realice los cálculos de las emisiones a la atmósfera para México. Normalmente se buscan sistemas ya existentes en la EPA. Como se comentó en párrafos anteriores, son sistemas muy específicos para ciertas regiones de las cuales para homologarlas con una región muy específica de México sería de mayor complejidad con una incertidumbre enorme en la información. Para la parte de fuentes móviles no existe un sistema que calcule las emisiones a la atmósfera en México.

CAPÍTULO II

INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES

Un inventario de emisiones es un listado actualizado y amplio de las emisiones de contaminantes atmosféricos, por fuente, de un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado [EIIP, 2001a]. Los inventarios de emisiones son una de las bases de datos más difíciles de integrar. Contienen una gran incertidumbre ya que estos deben representar las distintas actividades de la población, así como la contribución de las emisiones de origen natural y antropogénico (industria y transporte) en una región determinada.

La mayoría de las especies contaminantes que se encuentran en la atmósfera son generadas por fuentes de emisión. Existen diferentes tipos de fuentes de emisión que integra un inventario de emisiones. Las fuentes de emisión son generadas por cuatro tipos generales de fuentes:

1. Fuentes Puntuales (establecimientos industriales, producción de cemento, producción de vidrio, etc.)
2. Fuentes de Área (comercios y servicios, uso doméstico de gas, fugas en tuberías, solventes para limpieza industrial, etc.)
3. Fuentes Móviles (automóviles, camiones, motocicletas, etc.)
4. Fuentes Naturales (biogénicas y erosivas)

En este trabajo de tesis nos enfocaremos a las fuentes fijas y las fuentes móviles. Sus metodologías se sistematizarán mediante el desarrollo de un programa de cómputo con la finalidad de disminuir el tiempo de procesamiento de la información y cálculo de emisiones de estas fuentes.

2.1 ESTIMACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES FIJAS.

Un factor de emisión es una relación entre la cantidad de contaminantes emitidos a la atmósfera con el nivel de actividad asociado con dicha emisión. El nivel de actividad puede ser, por ejemplo, una tasa de producción o la cantidad de combustible consumido. Si se conoce el factor de emisión y el nivel de actividad correspondiente, es posible hacer una estimación de las emisiones [Asociación Vol. IV, 1997]. Una de las principales referencias sobre los factores de emisión para contaminantes criterio es *AP-42*, que también contiene factores de emisión para un número limitado de contaminantes tóxicos orgánicos e inorgánicos [U.S. EPA, 1995]. Para este trabajo se utilizaron los factores de emisión que se presentan en el Anexo 1.

Para efectuar el cálculo de emisiones utilizando factores de emisión, el algoritmo de estimación requiere de varios componentes [Asociación Vol. IV, 1997]:

- Información de actividad para el proceso, tal y como se especifique en el factor de emisión pertinente.
- Factores de emisión para traducir la información de actividad en estimados de emisiones controladas o no controladas.
- Valor de la eficiencia de los equipos de captura y control cuando se aplica un factor de emisiones no controladas (los factores de emisiones “controladas” lo incluyen por definición).

Si el factor de emisión fue desarrollado considerando la operación de un equipo de control, las emisiones se calculan mediante la Ecuación 2.1:

$$E = A \times EF$$

Ecuación 2.1.

donde:

E = Estimado de emisión para la fuente (a nivel de proceso)

A = Nivel de actividad (por ejemplo material producido)

EF = Factor de emisiones controladas (por ejemplo, kg. de contaminantes emitidos / Mg. de material procesado)

También la Ecuación 2.1 es aplicada cuando no existe un equipo de control en operación y el factor de emisión ha sido desarrollado a partir de la información generada en un sistema no controlado.

La Ecuación 2.2 es utilizada para estimar las emisiones aplicando un factor de emisiones no controladas cuando un equipo de control está instalado es:

$$E = (A) (EF) (1 - ER/100) \quad \text{Ecuación 2.2.}$$

donde:

E = Estimado de emisión para la fuente (a nivel de proceso)

A = Nivel de actividad (por ejemplo, material producido)

EF = Factor de emisiones no controladas (por ejemplo lb. de contaminantes emitidas / ton de material procesado)

ER = Eficiencia general en la reducción de emisiones totales, expresada en porcentaje; que es igual a la eficiencia del equipo de captura multiplicada por la eficiencia del equipo de control. Si no hay un equipo de control, ER = 0.

El programa desarrollado en este trabajo de tesis se basa en la ecuación 2.2., donde los factores de emisión son insumo del programa y son obtenidos del AP42 [U.S. EPA., 1995].

2.2. ESTIMACIÓN DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE FUENTES MÓVILES.

Las emisiones de vehículos automotores se calculan combinando los factores de emisión con los Kilómetros Recorridos por Vehículo (KRV). En lugar de ser simples factores de emisión que pudieran encontrarse en una publicación, los factores de emisión de los vehículos automotores se derivan a partir de modelos. La razón de esto es que las emisiones de los vehículos automotores son más complejas y dinámicas que la mayoría de los otros tipos de fuentes [Asociación Vol. VI, 1997].

En México se utiliza el modelo de Factor de Emisión MOBILE 6.2. ó MOBILE 5 que está formado por un conjunto de rutinas codificadas en lenguaje FORTRAN que generan factores de emisión de hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x), para vehículos automotores alimentados con gasolina y diesel que circulan por carreteras. Los factores de emisión para hidrocarburos pueden ser expresados como hidrocarburos totales (HCT), hidrocarburos no metánicos (HCNM), compuestos orgánicos volátiles (COV), gases orgánicos totales (GOT), o gases orgánicos no metánicos (GONM). [Asociación Vol. VI, 1997]

La ecuación básica utilizada para la estimación de las emisiones de los vehículos automotores requiere la multiplicación de los datos de actividad vehicular por un factor de emisión apropiado, como se muestra en la Ecuación 2.3 [Asociación Vol. VI, 1997].

$$E_p = (FE_p) (KRV) \qquad \text{Ecuación 2.3.}$$

donde:

E_p = Emisiones totales del contaminante p

FE_p = Factor de emisión del contaminante p

KRV = Kilómetros recorridos por vehículo

Para los vehículos automotores, los datos de actividad se refieren a los kilómetros recorridos por vehículo (KRV), mientras que los factores de emisión se expresan en unidades de gramo de contaminante por KRV. Los KRV representan la distancia total recorrida por una población de vehículos en un periodo de tiempo determinado. Es preferible que los KRV sean estimados a partir de modelos de transporte o de conteos de vehículos en circulación. En algunos casos, sin embargo, los KRV deben ser obtenidos a partir de las estadísticas de consumo de combustible [Asociación Vol. VI, 1997].

La ecuación básica de estimación presentada anteriormente es aplicable para la mayoría de los contaminantes gaseosos y partículas. Para otros contaminantes tales como SO_x y el plomo, las emisiones se calculan utilizando un balance de combustible, suponiendo que se emite la totalidad del azufre o plomo contenido en el combustible [Asociación Vol. VI, 1997].

La Ecuación 2.4 que describe el balance de combustible para SO_x es:

$$E_{SO_x f} = (\text{Comb}_f) (\rho_f) (S_f) (2) \quad \text{Ecuación 2.4.}$$

donde:

$E_{SO_x f}$ = Emisiones de SO_x del combustible f (gasolina o diesel)

Comb_f = Consumo total del combustible f

ρ_f = Densidad del combustible f

S_f = Contenido de azufre (fracción de masa) del combustible f

2 = Factor de conversión de masa de azufre a masa de SO_x (como SO₂).

Una ecuación similar describe el balance de combustible para el plomo es la Ecuación 2.5. :

$$E_{Pb f} = (\text{Comb}_f) (\rho_f) (Pb_f) \quad \text{Ecuación 2.5.}$$

donde:

Pb_f = Contenido de plomo (fracción de masa) del combustible f.

El software desarrollado en esta tesis, solo contempla el cálculo de las emisiones en función de los factores de emisión, los cuales son alimentados al software y no son determinados por este.

CAPÍTULO III

SISTEMATIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES (IE)

Para la sistematización del IE de fuentes fijas y fuentes móviles, se establecieron algoritmos basados en las metodologías del cálculo de emisiones de cada fuente presentadas en el Capítulo II, secciones 2.1 y 2.2., respectivamente.

La Figura 3.1. esquematiza el desarrollo general de la sistematización de los inventarios de emisiones de fuentes fijas y fuentes móviles (software).

- Como primer punto en el desarrollo de este sistema es la **identificación y nivel de prioridad de las variables** de fuentes fijas y fuentes móviles. Se identifican las variables que conforman el cálculo de inventarios, las variables dependientes e independientes, para establecer la base del diseño de las tablas.
- Como segundo punto se refiere al **diseño general del sistema** para cada fuente. Se debe de relacionar y diseñar todas las tablas involucradas para la generación de las bases de datos, se diseña cada una de las columnas que componen a las tablas con la información requerida por el usuario y se diseñan todas las pantallas que componen al software.
- Como tercer punto se refiere al **desarrollo del sistema** para cada fuente. Se hacen todas las interfaces necesarias para la conexión a la base de datos con las pantallas diseñadas anteriormente, se valida la información de las variables requeridas del primer punto en los cuales se incluye la metodología en los algoritmos correspondientes para el cálculo de las emisiones para cada fuente.

- Como cuarto punto es la **incorporación de la información requerida** se realiza la programación para cada uno de los campos que se muestran en las pantallas del software y se trata de recopilar la información de otros inventarios de emisiones para capturarse en el sistema.
- Como quinto punto se refiere a la **evaluación y desempeño**, se realizan pruebas en cada una de las pantallas del software para evaluar su desempeño, algoritmos y programación de cada campo para cada pantalla en cada uno de los módulos de las fuentes.
- Como sexto punto se encuentra el **análisis de los resultados** se hace un análisis de la información del cálculo de emisiones resultante del software para cada fuente, para así poder crear reportes y realizar un inventario de emisiones

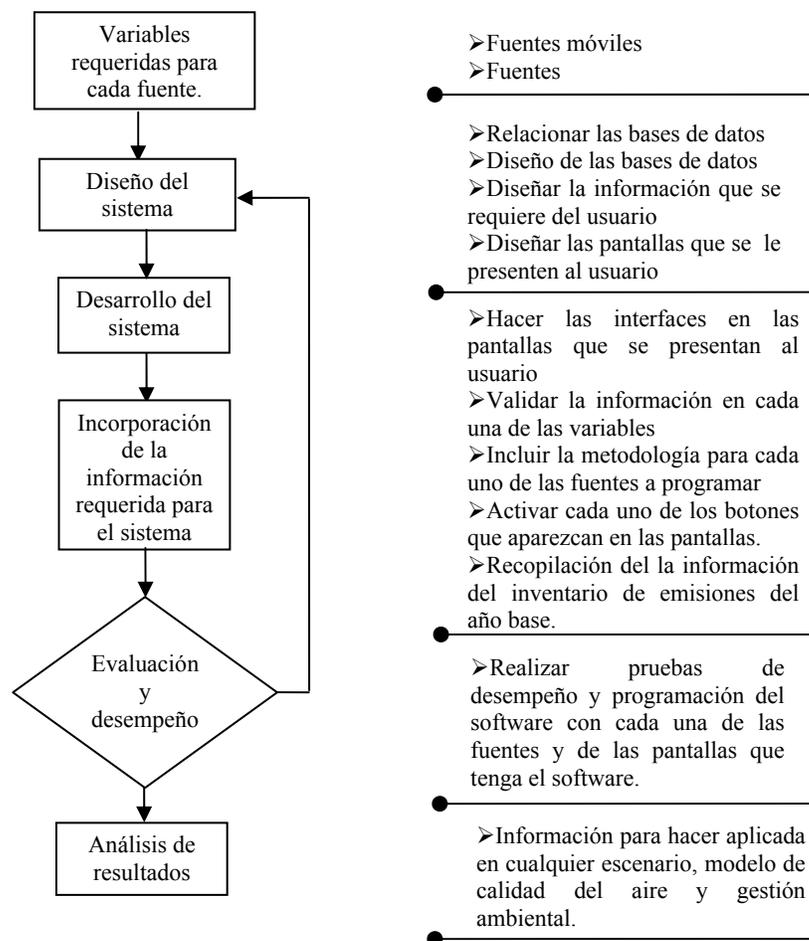


Figura 3.1. Etapas básicas del proceso de desarrollo para el software de inventario de emisiones.

3.1. MARCO DE TRABAJO PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE DEL INVENTARIO DE EMISIONES.

En el desarrollo de software, un framework es una estructura de soporte definida en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado. Típicamente, un framework puede incluir soporte de programas, librerías y un lenguaje de scripting entre otros softwares para ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto. Para la realización de este sistema se empleó la metodología Cliente/Servidor la cual se refiere a un sistema distribuido en el que dos o más máquinas colaboran para la obtención de un resultado. En todo sistema distribuido se establecen una o varias comunicaciones siguiendo un protocolo prefijado mediante un esquema cliente-servidor.

En un esquema cliente-servidor, se denomina cliente la máquina que solicita un determinado servicio y se denomina servidor la máquina que lo proporciona. El servicio puede ser la ejecución de un determinado algoritmo, el acceso a determinado banco de información o el acceso a un dispositivo hardware. Por extensión, se puede aplicar el esquema cliente-servidor dentro de una misma máquina, donde el proceso servidor y el proceso cliente son dos procesos independientes que corren dentro de la misma instancia de sistema operativo. Un esquema de este sistema se muestra en la Figura 3.2.

Es por tanto un elemento primordial para que haya un sistema distribuido, la presencia de un medio físico de comunicación entre ambas máquinas, y será la naturaleza de este medio la que marque en muchos casos la viabilidad del sistema. Se clasifican los sistemas cliente servidor de acuerdo al nivel de abstracción del servicio que se ofrece. Se distinguen tres componentes básicos de software: Interacción con el usuario, lógica de Aplicación y Repositorio de datos.

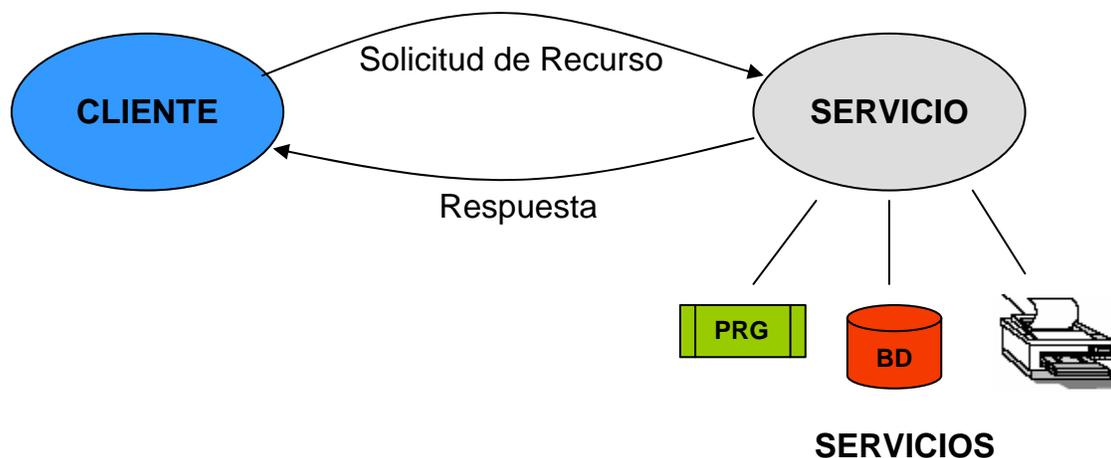


Figura 3.2. Esquema Cliente / Servidor

Para este trabajo se utilizaron las siguientes técnicas para el desarrollo del sistema:

- Aplicación Cliente/Servidor (Figura 3.2)
 - Metodología de dos Capas
 - Front End
 - Back End
- Microsoft Visual Basic 6.0
- Microsoft SQL Server 2000
- Microsoft ActiveX Data Objects 2.1 (ADO Connection)

Para este trabajo se utilizó la lógica distribuida, la cual es cuando el cliente lleva a cabo la interacción con el usuario y la parte más trivial de la lógica de la aplicación. En este caso, se llevan a cabo controles básicos de rango de campos, campos obligatorios, etc., mientras que el grueso de la lógica permanece en el servidor.

La arquitectura Cliente-Servidor de Dos Capas. Consiste en una capa de presentación y lógica de la aplicación; y la otra de la base de datos por lo que se muestra en la Figura 3.3. Normalmente esta arquitectura se utiliza en las siguientes situaciones:

- Cuando se requiera poco procesamiento de datos en la organización.
- Cuando se tiene una base de datos centralizada en un solo servidor.

- Cuando la base de datos es relativamente estática.
- Cuando se requiere un mantenimiento mínimo.

Cuando se menciona que se utilizó front-end se refiere a la aplicación que interactúa directamente con el usuario y back-end son las aplicaciones y procesos que soportan la operación del front-end (base de datos, servidor de aplicaciones) por lo que una arquitectura cliente-servidor simple es el cliente es el front-end y el servidor es el back-end aunque back-end a veces también se refiere a la infraestructura: comunicaciones y almacenamiento.

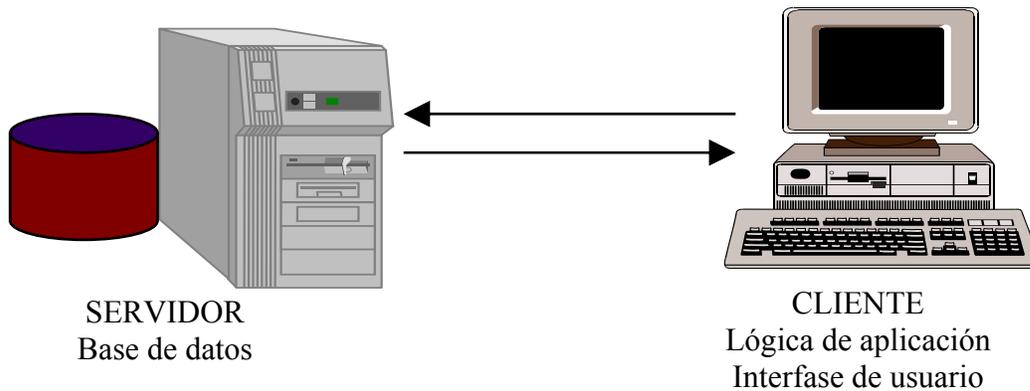


Figura 3.3. Esquema Cliente / Servidor de dos capas

3.2. SISTEMATIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES PARA FUENTES FIJAS.

El diagrama de flujo que describe la sistematización de la cuantificación de emisiones para fuentes fijas se muestra en la Figura 3.4. Este diagrama está seccionado en 4 partes: diseño de la base de datos, diseño de pantallas, programación y generación de reportes.

En el diagrama de la Figura 3.4, se representan los 4 bloques para cada una de las etapas del proceso que se requiere para desarrollar el sistema para fuentes fijas.

Diseño de la base de datos.

La Figura 3.4.(a) representa el bloque del diseño de la bases de datos. Para esto se realizó un análisis de la información de fuentes fijas para generar una serie de tablas relacionales y a su vez crear la base de datos correspondiente para dicha fuente. Para generar esta base de datos se requiere de la instalación del software SQL Server, se hace el diseño de las tablas y se generan las columnas de las llaves primarias con las que se van a relacionar las demás tablas y se crea la base de datos relacional.

Diseño de pantalla

La Figura 3.4.(b) representa el bloque del diseño de pantallas. Como primer paso se hace un diseño previo de las mismas con el usuario del sistema. Para la realización de dichas pantallas se requiere de la instalación del software Microsoft Visual Basic. Como paso siguiente se utilizó el diagrama de flujo de la Figura 3.1 y de la técnica mencionada en el inciso 3.1., con lo cual se generaron todas las pantallas para el sistema de fuentes fijas.

Programación

La Figura 3.4.(c) representa el bloque de la programación donde se generaron los algoritmos con la metodología mencionada en el inciso 2.1. De esta forma se realizó la programación para cada una de las pantallas y conexiones a la base de datos y así tener la correspondiente activación de cada uno de los campos y componentes de las pantallas. Una vez que se desarrollaron, se realizó una validación con el usuario de cada una de los campos generados para así tener un control en la información y a su vez disminuya la incertidumbre de la información al guardarse en la base de datos.

Generación de reportes.

En la Figura 3.4.(d) representa el bloque de la generación de reportes donde al guardar la información en la base de datos se realiza un análisis con el usuario para desarrollar y generar reportes específicos que se requieren para el desarrollo de un inventario de emisiones para fuentes fijas, con los cuales se pueden guardar en una extensión diferente para que la información

pueda ser visualizada en un sistema de información geográfica (GIS), y así identificar cada uno de los resultados en una cartografía específica para el inventario de emisiones de fuentes fijas.

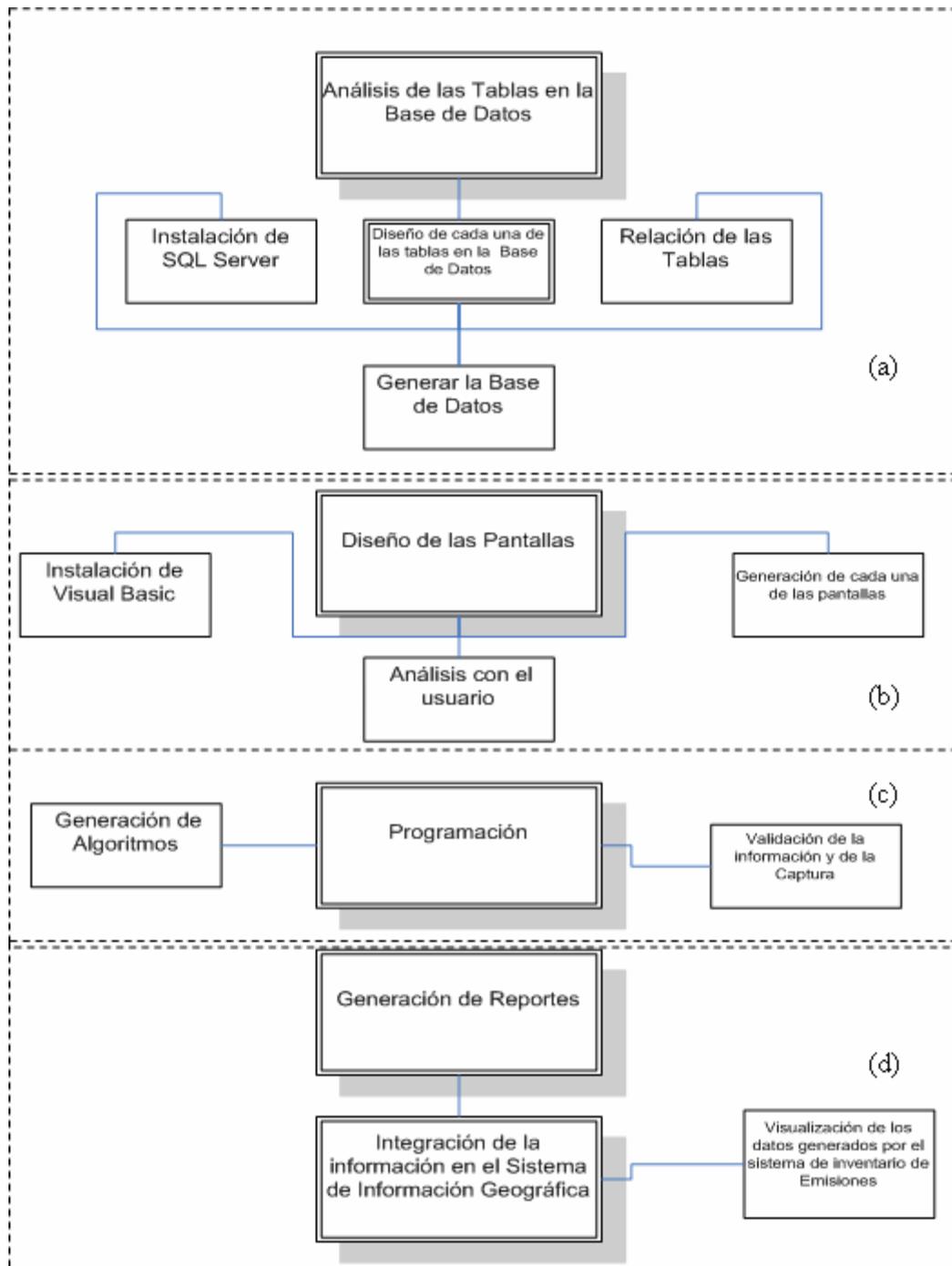


Figura 3.4. Diagrama de flujo para fuentes fijas

3.3. SISTEMATIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES PARA FUENTES MÓVILES.

Se desarrolló un diagrama de flujo que describe la sistematización de la cuantificación de emisiones para fuentes móviles, el cual se muestra en la Figura 3.5. Este diagrama está seccionado en 4 partes: Diseño de la base de datos, diseño de pantallas, programación y generación de reportes. En el diagrama de la Figura 3.5, se representan los 4 bloques para cada una de las etapas del proceso que se requiere para desarrollar el sistema para fuentes móviles.

Diseño de la base de datos.

En la Figura 3.5.(a) se representa el bloque del diseño de la bases de datos, para la cual se realizó un análisis de la información de fuentes móviles. Se genera una serie de tablas relacionales y a su vez crear la base de datos correspondiente para dicha fuente. Al generar esta base de datos se requiere de la instalación del software SQL Server. Una vez instalado se hace el diseño de las tablas y se generan las columnas de las llaves primarias con las que se van a relacionar las demás tablas y se crea una base de datos relacional.

Diseño de pantalla

En la Figura 3.5.(b) se representa el bloque del diseño de pantallas. Como primer paso se hace un diseño previo de las mismas con el usuario del sistema. Para la realización de dichas pantallas se requiere de la instalación del software Microsoft Visual Basic. Como paso siguiente se utilizó el diagrama de flujo de la Figura 3.1 y la técnica mencionada en el inciso 3.1. Con lo anterior se generaron formatos en Excel para subir toda la información requerida para el sistema de fuentes móviles y a su vez se generaron las pantallas para cada formato.

Programación

La Figura 3.5.(c) representa el bloque de la programación donde se generaron los algoritmos con la metodología mencionada en el inciso 2.2., con la cual se realizó la programación para cada una de las pantallas y conexiones a la base de datos. Así se obtuvo la correspondiente activación de

cada uno de los campos y componentes de las pantallas. Una vez que se desarrollaron, se realizó una validación con el usuario de cada una de los campos generados, y así tener un control en la información. Teniendo lo anterior se disminuye la incertidumbre de la información al guardarse en la base de datos.

Generación de reportes.

La Figura 3.5.(d) representa el bloque de la generación de reportes. Donde al guardar la información en la base de datos, se realiza un análisis con el usuario para desarrollar y generar reportes específicos que se requieren para el desarrollo de un inventario de emisiones para fuentes móviles. Dichos reportes se pueden guardar en una extensión diferente, para que la información pueda ser visualizada en un sistema de información geográfica (GIS). Con lo cual se podrá identificar cada uno de los resultados en una cartografía específica para el inventario de emisiones de fuentes móviles.

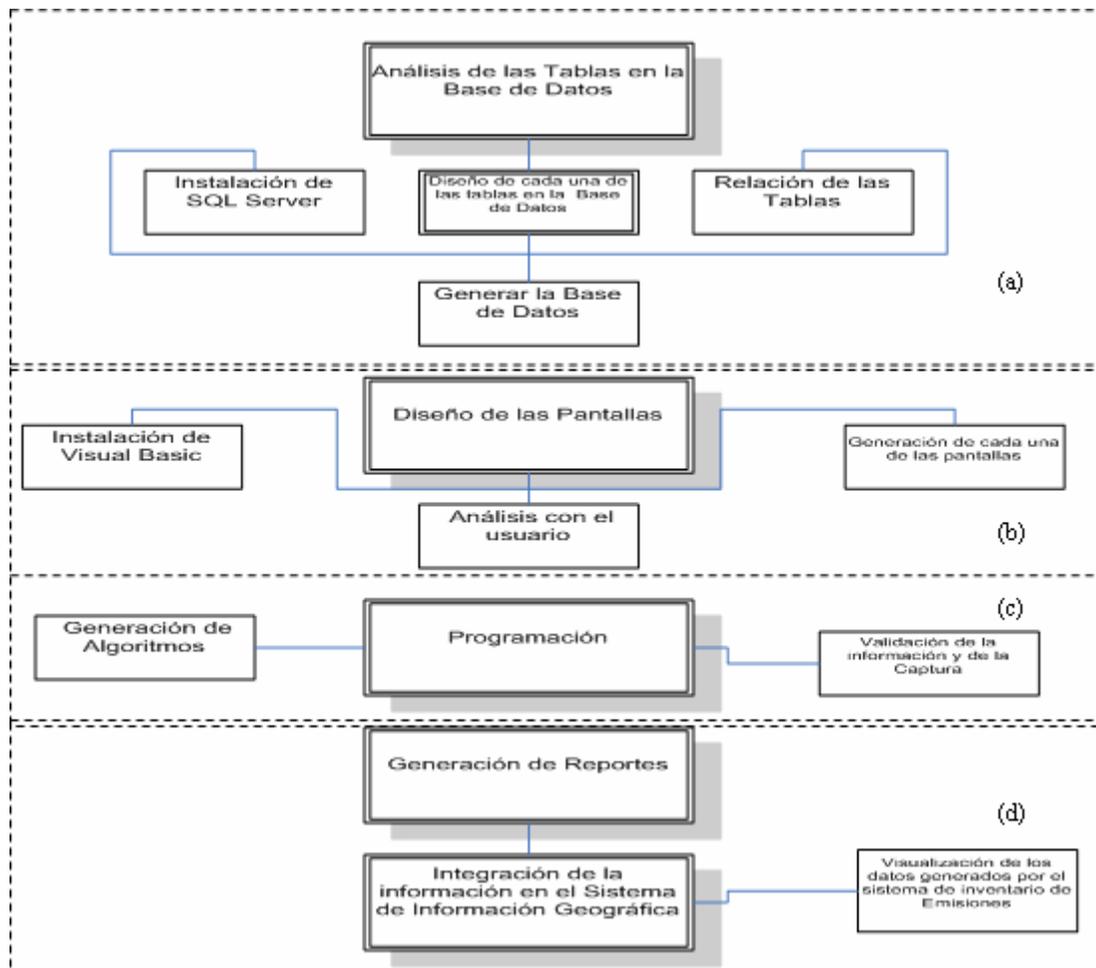


Figura 3.5. Diagrama de flujo para fuentes móviles.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 ESTABLECIMIENTO DEL MARCO DE TRABAJO PARA LA SISTEMATIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES.

El establecimiento del método framework dentro de la sistematización del inventario de emisiones para fuentes fijas y fuentes móviles proporcionó un modelo de programación del sistema. Las tecnologías ocupadas para este proyecto son las de Microsoft Visual Basic y Microsoft SQL Server conectados para la creación, implementación y ejecución de la aplicación cliente/servidor.

Al haber desarrollado el sistema cliente/servidor se recreó un entorno altamente productivo basado en estándares para integrar las inversiones ya existentes con las aplicaciones y servicios de la base de datos y el sistema. Además, ayuda a tener una mejor conexión y aplicación para el sistema en cada uno de los módulos que integra el sistema. El desarrollo del sistema para fuentes fijas y móviles con la metodología cliente/servidor es un proyecto para crear un sistema modular de código abierto con énfasis en transparencia de los algoritmos que lo integran, con independencia entre la base de datos y el sistema y permite un rápido desarrollo en la aplicación de un inventario de emisiones.

4.1.1. Generación de la base de datos para fuentes fijas.

Se realizó un análisis de las necesidades que el usuario requiere de la información para la realización de un inventario de emisiones en fuentes fijas y móviles, con el cual se generaron ciertos diagramas relacionales para desarrollar una base de datos que pueda cubrir las necesidades del software. Se desarrollaron los elementos que integra cada una de las tablas y catálogos de la base de datos para fuentes fijas, se muestran las relaciones que existen en cada una de las tablas y

se presentan las llaves principales en las columnas que a su vez representan una relación entre cada una.

En la tabla 4.1., se presentan los nombres de cada una de las tablas abreviadas por lo que el administrador debe de distinguir entre los catálogos que alimentan a las columnas de las tablas que se encuentren relacionadas y las tablas que guardan la información capturada.

Tabla 4.1. Nombre y Significado de cada una de las tablas que generan la Base de Datos para Fuentes Fijas.

| NOMBRE DE LA TABLA | SIGNIFICADO |
|---------------------------|--|
| CatCA | Catálogo de la Clave Ambiental |
| Almac | Catálogo del Almacenamiento |
| CatProducto | Catálogo de los Productos |
| MatPrima | Catálogo de las Materias Primas |
| CatServ | Catálogo para los Equipos en la tabla de Servicios |
| CatCombustible | Catálogo de los Combustibles |
| Unidades | Catálogo de las Unidades |
| TipoEmision | Catálogo del Tipo de Emisión |
| CatEmiUnidad | Catálogo específico de las Unidades para la tabla de Emisiones |
| DatGeneral | Datos Generales |
| UbicaGeo | Ubicación Geográfica de cada una de las Industrias |
| Productos | Información de todos los Productos Capturados |
| Materias Primas | Información de las Materias Primas Capturadas |
| Proceso | Información de los Procesos Generales |
| EquControl | Información de los Equipos de Control |
| ProcesosSinCombustion | Información de los Procesos sin Combustión |
| ProcesoCombustion | Información de los Procesos con Combustión |
| Servicio | Información General de los Servicios |
| Chimeneas | Información General de las Chimeneas |
| CatAlt | Catálogo de las unidades para la altura de las chimeneas |
| CatDiam | Catálogo de las unidades para el diámetro de las chimeneas |
| CatVel | Catálogo de las unidades para la velocidad de las chimeneas |
| CatTemp | Catálogo de las unidades para la temperatura de las chimeneas |
| Emisiones | Información del Calculo de Emisiones |

En cada una de las tablas y para ciertas columnas, se encuentran a la derecha una figura en forma de llave la cual indica que en esa columna no pueden existir información igual o repetida ni renglones vacíos.

Las relaciones entre tablas se muestran en la Figura 4.1. Por lo que la tabla principal de la cual parte toda la información es la DatGeneral donde se encuentra una columna llamada RazonSocId en esta columna se almacena una numeración continua de menor a mayor con la cual el usuario y el administrador de la base de datos pueden distinguir a cada una de las industrias capturadas, este número es generado automáticamente por el sistema.

En las tablas de Proceso, EquControl, ProcesoSinCombustion y ProcesoCombustion se encuentran columnas con los nombres de NP (Número del Proceso), NIP (Número Identificador del Proceso) y NPEP (Número del Punto Emisor del Proceso), los cuales son números identificadores para que el administrador de la base de datos pueda distinguir rápidamente los procesos y los puntos emisores para cada industria capturados por el usuario.

En las tablas Servicio, Chimeneas y Emisiones se encuentran las columnas nombradas como NP (Número del Proceso), NIP (Número Identificador del Proceso), NPEP (Número del Punto Emisor del Proceso), NIS (Número Identificador del Servicio) y NPES (Número del Punto Emisor del Servicio), como se mencionó en el párrafo anterior las tablas muestran información que es captura y guardada por el usuario, en cada una de las columnas se generan números identificadores para el administrador de la base de datos.

Todas las tablas que son catálogos se relacionan con las claves de cada una de las columnas que se conectan a las tablas principales, por lo que el administrador de la base de datos deberá de conocer cada uno de los catálogos para poder identificar con mayor rapidez los problemas que el usuario pudiera tener al guardar su información capturada en el sistema.

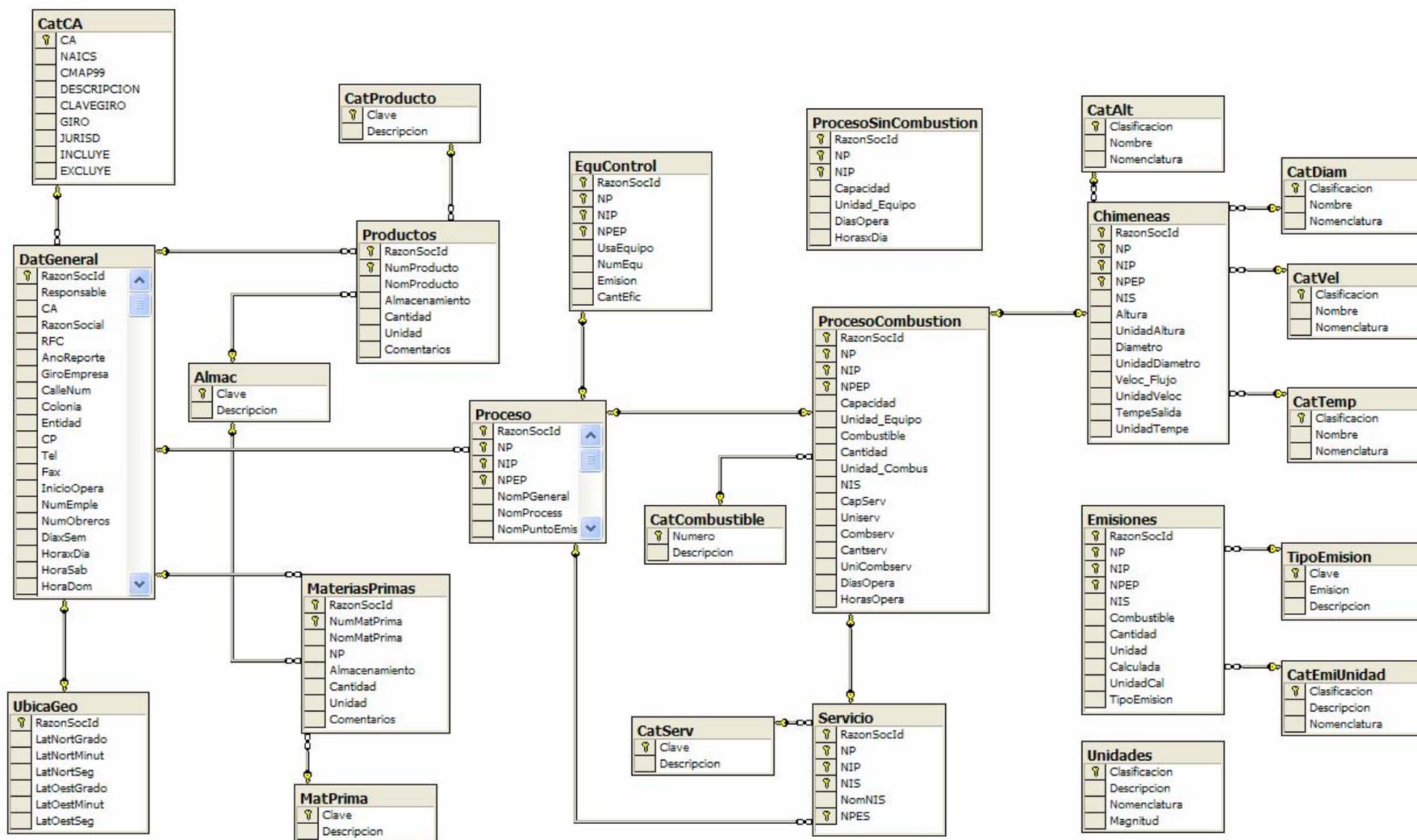


Figura 4.1. Diagrama de Base de Datos para Fuentes Fijas

4.1.2. Generación de la bases de datos para fuentes móviles.

Se realizó un análisis similar al de fuentes fijas, para la realización de la base de datos de fuentes móviles en la cual se muestran tablas relacionadas, por el tipo de información que se tiene fue necesario generar unas tablas sin relación.

Se desarrolló un diagrama que conforma la base de datos para fuentes móviles la cual existen relaciones y llaves primarias para las columnas correspondientes a los identificadores de la base de datos. Este diagrama se muestra en la Figura 4.2.

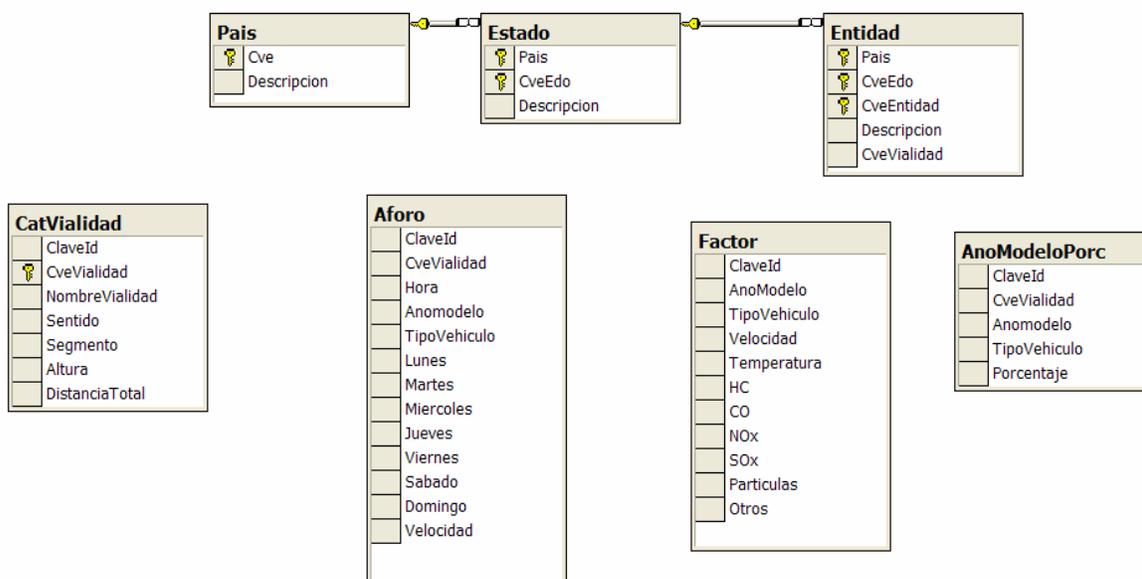


Figura 4.2. Diagrama de Base de Datos para Fuentes Móviles

Las tablas de País, Estado y Entidad generan una clave específica para la información generada en las demás tablas, por lo que en las tablas CatVialidad, Aforo, Factor y AnoModeloPorc se encuentra una columna llamada ClaveId que es el identificador del país, estado y entidad de cada vialidad. A su vez existe una columna nombrada CveVialidad, la cual indica el número identificador de la vialidad que se está trabajando, así el administrador de la base de datos podrá localizar rápidamente la información por estos identificadores.

A cada una de las tablas de la base de datos en fuentes móviles se les asignó un nombre los cuales representan el contenido de cada una de las columnas que integran la base de datos. La tabla 4.2 muestra los nombres asignados.

Tabla 4.2. Nombre y Significado de cada una de las tablas que generan la Base de Datos para Fuentes Móviles.

| NOMBRE DE LA TABLA | SIGNIFICADO |
|--------------------|--|
| País | Catálogo de los países asignados a la base de datos. |
| Estado | Catálogo de los estados relacionados a los países. |
| Entidad | Catálogo de la entidad federativa relacionada al estado. |
| CatVialidad | Catálogo de las vialidades que pertenecen a cada uno de los países, estado y entidad. |
| Aforo | Información generada por el usuario del aforo vehicular de las vialidades relacionadas al país, estado y entidad |
| Factor | Información generada por el sistema Movil6 para la generación de los factores de emisión |
| AnoModeloPorc | Información generada por el usuario, del año - modelo y porcentaje vehicular. |

4.2. DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA LA SISTEMATIZACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES EN FUENTES FIJAS Y FUENTES MÓVILES.

El sistema integra las fuentes fijas y móviles de forma modular siendo estos dos módulos totalmente independientes, por lo que se puede utilizar el sistema sin llevar un orden de captura con respecto a los dos módulos.

Como esquema principal del sistema se presenta el menú de las fuentes fijas, fuentes móviles y reportes, ubicado en la parte superior, esta pantalla se muestra en la Figura 4.3.

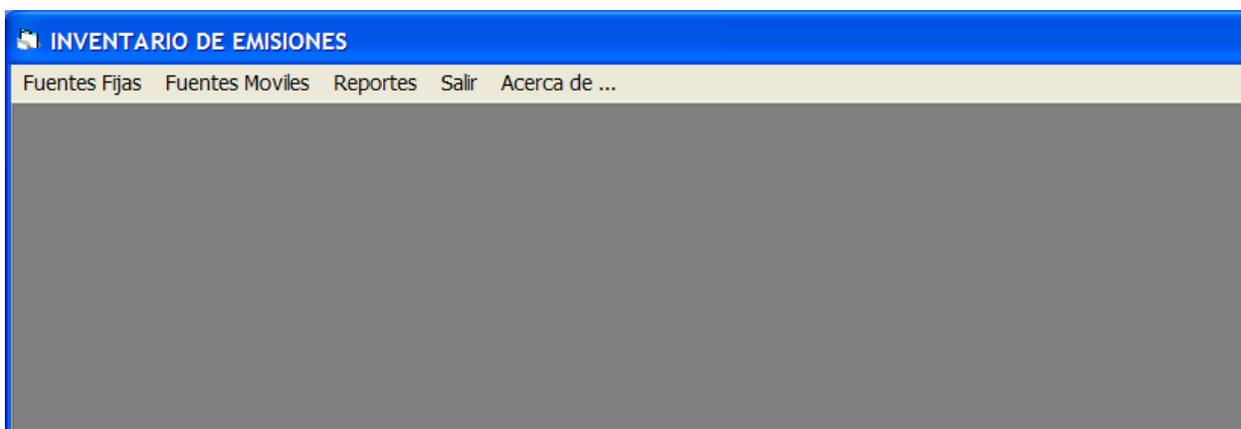


Figura 4.3. Pantalla Principal del sistema para el inventario de emisiones

4.2.1. Software para estimar emisiones de Fuentes Fijas.

Como se ha comentado en los párrafos anteriores por el tipo de información que se maneja en el inventario de fuentes fijas se da una serie de pasos que se necesitan antes de obtener el cálculo de las emisiones. La Figura 4.4 muestra los módulos que se deben de seguir para la capturar de información.



Figura 4.4. Módulos de captura para fuentes fijas.

Como primer paso se seleccionan los datos generales donde el usuario tiene que capturar toda la información general de la industria, esta pantalla se muestra en la Figura 4.4 donde es obligatorio llenar cada uno de los campos que se muestran en la Figura de no ser así no permitirá el sistema pasar a capturar la siguiente información.

The screenshot shows a software window titled 'INVENTARIO DE EMISIONES' with a menu bar containing 'Fuentes Fijas', 'Fuentes Moviles', 'Reportes', and 'Salir'. A sub-window titled 'Captura de Datos' is open, showing a form with the following fields and controls:

- Registro Único del Sistema:
- Nombre del Responsable Técnico de la Empresa:
- RFC:
- Nombre de la Industria:
- Año de Reporte:
- Clave Ambiental:
- Calle y Número:
- Colonia:
- Delegación o Municipio:
- Código Postal:
- Teléfono:
- Fax:

At the bottom of the form are three buttons: 'Buscar Industria', 'Guardar', and 'Salir'.

Figura 4.5 Pantalla de Datos Generales

En la Figura 4.5 se muestran tipos de formas que se podrá capturar la información específica de cada sección. Se pueden observar las siguientes características:

- **Registro Único del Sistema** este campo se llena automáticamente una vez capturada y guardada toda la información.
- **Nombre del Representante Técnico de la Empresa** aquí se capturar el nombre de la persona que esta capturando la información.
- **RFC** se refiere al Registro Federal de Contribuyentes permite capturar hasta un máximo de 20 caracteres.
- **Nombre de la Industria o Razón Social** representa la descripción del nombre o razón social de la industria, permite capturar hasta un máximo de 200 caracteres.

- **Año de Reporte** este campo se usa para inventario es el inmediato anterior a la fecha de que se pretende hacer el inventario, también nos da un dato de referencia para darle seguimiento al inventario entre diferentes años, y considerar la regulación de la industria o establecimiento, en algunos casos podemos encontrar desregulación o registros extemporáneos.
- **Clave Ambiental** representa la descripción de la actividad productiva principal en la cual se desempeña el establecimiento. Tomando como base la clave asignada por la CMAP (Clasificación Mexicana de Actividades y Productos), y para esto se deberá consultar el Anexo D
- **Calle y Número** se refiere al nombre de la calle donde se ubica el establecimiento e indica el número exterior ó interior que le corresponde al establecimiento. O en su defecto, capture el número de manzana y/o lote que le corresponda (si así fuera el caso).
- **Colonia** se refiere al nombre de la colonia donde se encuentra el establecimiento. Permite capturar hasta un máximo de 100 caracteres.
- **Delegación o Municipio** se refiere al nombre del municipio al que pertenece el establecimiento.
- **Código Postal** permite capturar el Código Postal.
- **Teléfono** (Incluir clave de larga distancia), se refiere a los números telefónicos que pertenecen al establecimiento, incluyendo la clave de larga distancia. Permite capturar hasta un máximo de 50 caracteres.
- **Fax** (Incluir clave de larga distancia), Se refiere a los números de fax que pertenecen al establecimiento, incluyendo la clave de larga distancia.

Se tienen 3 botones en donde al oprimir **Buscar Razón Social** muestra una pantalla donde lista todas las industrias capturadas y guardadas anteriormente. Si se desea consultar la información, se selecciona la industria y se oprime el botón de **Seleccionar**, y en automático se llenan los campos de cada una de las formas. Y se muestra en la Figura 4.6 y 4.7. El siguiente botón es **Guardar** que guarda la información hasta que estén capturados todos los campos y **Salir** se refiere a cerrar la pantalla de **Captura de Datos**.

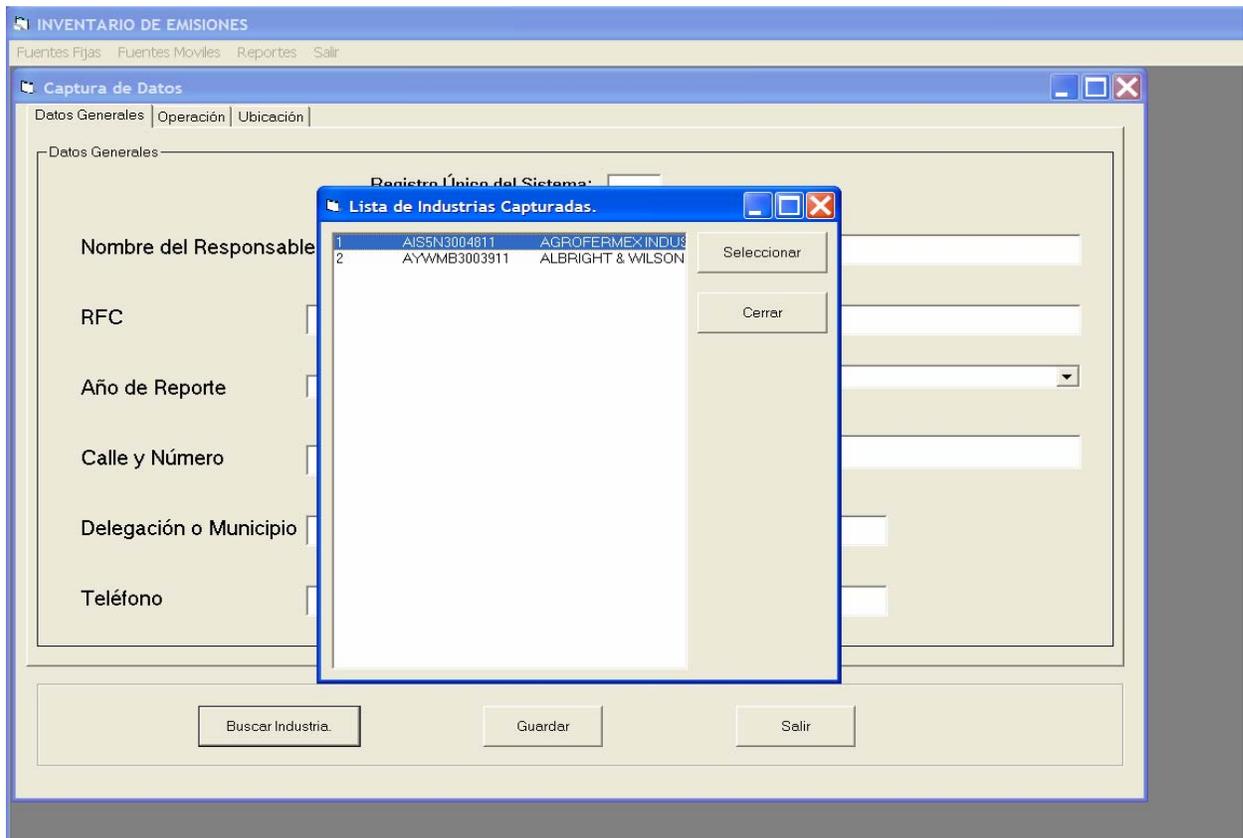


Figura 4.6. Selección de Razón Social capturadas anteriormente.

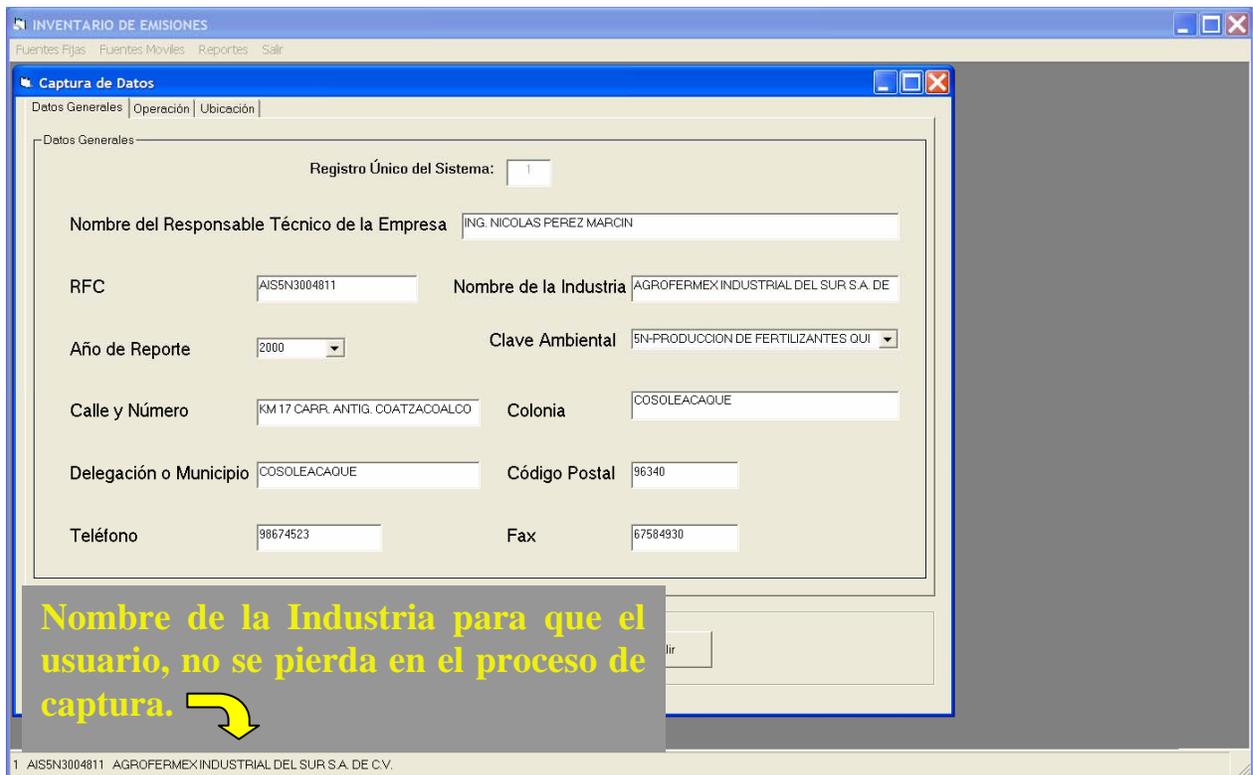


Figura 4.7. Llenado de campos al seleccionar la Industria.

En la Figura 4.8 se presentan los siguientes campos:

- **Inicio de Operación** se refiere a la fecha de iniciación formal del establecimiento.
- **Número de Empleados** se refiere a la cantidad total de empleados en la oficina, esto es para darnos una idea de que tan grande es la industria.
- **Número de Obreros** se refiere a la cantidad total de obreros en la planta.
- **Días de la Semana** número de días de operación en el establecimiento.
- **Lunes a Viernes** número de horas por día de lunes a viernes.
- **Sábado** número de horas por día el sábado (si así fuera el caso).
- **Domingo** número de horas por día el domingo (si así fuera el caso).
- **Semanas** número de semanas al año.
- **Total de Horas a la Semana** este cálculo lo realiza en automático el sistema.

INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Móviles Reportes Salir

Captura de Datos

Datos Generales Operación

Datos de Operación

Se recomienda modificar la fecha ya sea escogiéndola o dando doble clic a cada campo

Horas y Semanas de Trabajo

Inicio de Operación 30/11/1996

Número de Empleados 20

Número de Obreros 100

Días de la Semana 7

Lunes a Viernes 8 Horas/día

Sabado 3 Horas/día

Domingo 3 Horas/día

Semanas 34 Semanas/Año

Total de Horas a la Semana 98 Horas/Semana

Buscar Industria. Guardar Salir

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.8. Datos de Operación de la Industria.

Para la Figura 4.9. se muestran los campos:

- **Latitud Norte y Latitud Oeste** se refieren a las coordenadas geográficas de la empresa donde se requiere una ubicación en **grados, minutos y segundos**.

INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Moviles Reportes Salir

Captura de Datos

Datos Generales Operación Ubicación

Ubicación Geográfica del Establecimiento

Coordenadas

Latitud Norte: 18 Grados 6 Minutos 3 Segundos

Latitud Oeste: 94 Grados 33 Minutos 7 Segundos

Buscar Industria. Guardar Salir

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.9. Ubicación Geográfica de la Industria.

Una vez terminado la captura de la información general de la industria se oprime el botón de **guardar** y se prosigue a capturar la información de los procesos de la industria.

En la Figura 4.10. se muestran los siguientes campos:

- **Número de Procesos Generales** se refiere al número de procesos principales que tiene la industria.
- **Número de Actividades** se refiere al número de actividades operacionales que requiere el proceso principal.

- **Número de Punto Emisor** se refiere al número que relaciona la ubicación dentro del proceso en donde se esta realizando la actividad y esta puede generar emisiones, es importante cuando se realizan inspecciones y es necesario ubicar los puntos críticos a verificar.
- **Nombre del Proceso General** es útil para saber el nombre del proceso que se esta realizando y así poder evaluar la necesidad de calcular sus emisiones.
- **Procesos (Descripción de las actividades)** se refiere al nombre de las actividades que están ligadas al proceso general.
- **Nombre del Punto Emisor** se refiere al nombre del punto emisor que relaciona la ubicación dentro del proceso en donde se está realizando la actividad.
- **Emisiones al Aire, Agua Residual, Residuos Peligrosos y Residuos no Peligrosos** se refiere a que se debe de seleccionar la opción u opciones donde cada uno de los procesos y actividades contaminen. Una vez llenado cada uno de los campos se guarda la información y se prosigue a capturar la siguiente información hasta terminar con el número de actividades y procesos que tenga la industria.

The screenshot shows the 'Procesos' window in the 'INVENTARIO DE EMISIONES' application. The window title is 'Procesos' and it has standard Windows window controls. The main area is divided into several sections:

- Proceso Principal:** Contains a 'Registro Único del Sistema' field with the value '1'.
- Nombre del Proceso General:** A text field containing 'Proceso Principal'.
- Procesos (Descripción de las actividades):** A text field containing 'Materia Prima'.
- Nombre del Punto Emisor:** A text field containing 'Chimenea 1'.
- Contaminación en:** A section with four checkboxes: 'Emisiones al Aire' (unchecked), 'Agua Residual' (checked), 'Residuos Peligrosos' (unchecked), and 'Residuos No Peligrosos' (checked).
- Buttons:** 'Buscar Industria.', 'Guardar', and 'Salir' are located at the bottom.
- Counters:** On the right side, there are three numeric input fields: 'Número de Procesos Generales' (value 1), 'Número de Actividades' (value 1), and 'Número de Punto Emisor' (value 1). A yellow arrow points to the 'Número de Actividades' field with the callout 'Contador de las actividades'. Another yellow arrow points to the 'Número de Procesos Generales' field with the callout 'Contador de los procesos generales'.
- Change Process Button:** A 'Cambiar Proceso' button is located below the 'Número de Punto Emisor' field. A yellow arrow points to it with the callout 'Botón para cambiar al proceso general'.

At the bottom of the window, the text '1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.' is visible.

Figura 4.10. Datos de Procesos de operación y funcionamiento.

Una vez terminado la captura de la información de los procesos de la industria se oprime el botón de **guardar** y se prosigue a capturar la información de los servicios.

En la Figura 4.11 se presenta toda la información que pertenece a los servicios que se les da a los procesos, la definición de cada campo se explica a continuación:

- **Número de Proceso** muestra la información capturada de la forma de los procesos y se selecciona el proceso al cual se le va a asignar un servicio.
- **Número de Actividad** muestra la información almacenada de la forma de los procesos y se selecciona la actividad que esta ligada al proceso correspondiente para asignarle su servicio.
- **Número del Punto Emisor del Servicio** muestra la información almacenada de la forma de los procesos y se debe de seleccionar aquella que esta ligada a la actividad y al proceso para que se le asigne un servicio.
- **Núm. del Servicio** se refiere al número y nombre del equipo que le va a asignar al servicio este campo se llena automáticamente al presionar el botón de **seleccionar el servicio** el cual aparecerá una forma adicional donde saldrá el catálogo de los equipos de servicios. Ver Figura 4.12.

The screenshot displays the 'Servicios' window within the 'INVENTARIO DE EMISIONES' application. The window title bar includes 'Fuentes Fijas', 'Fuentes Mviles', 'Reportes', 'Salir', and 'Acerca de ...'. The main form area contains the following fields and controls:

- Registro Único del Sistema:** A text box containing the value '1'.
- Número de Proceso:** A dropdown menu with '1-PROCESO QUÍMICO' selected.
- Número de Actividad:** A dropdown menu with '1-MATERIA PRIMA' selected.
- Número del Punto Emisor del Servicio:** A dropdown menu with '1-CHIMENEA' selected.
- Núm. del Servicio:** A text box containing '1'.
- Boiler/Caldera:** A text box containing the text 'Boiler/Caldera'.
- Seleccionar el Servicio:** A button with a dotted border.
- Buscar Industria.:** A button at the bottom left.
- Guardar:** A button at the bottom center.
- Salir:** A button at the bottom right.

The status bar at the bottom of the application window displays the text: '1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.'

Figura 4.11. Datos de los servicios de los procesos operacionales.

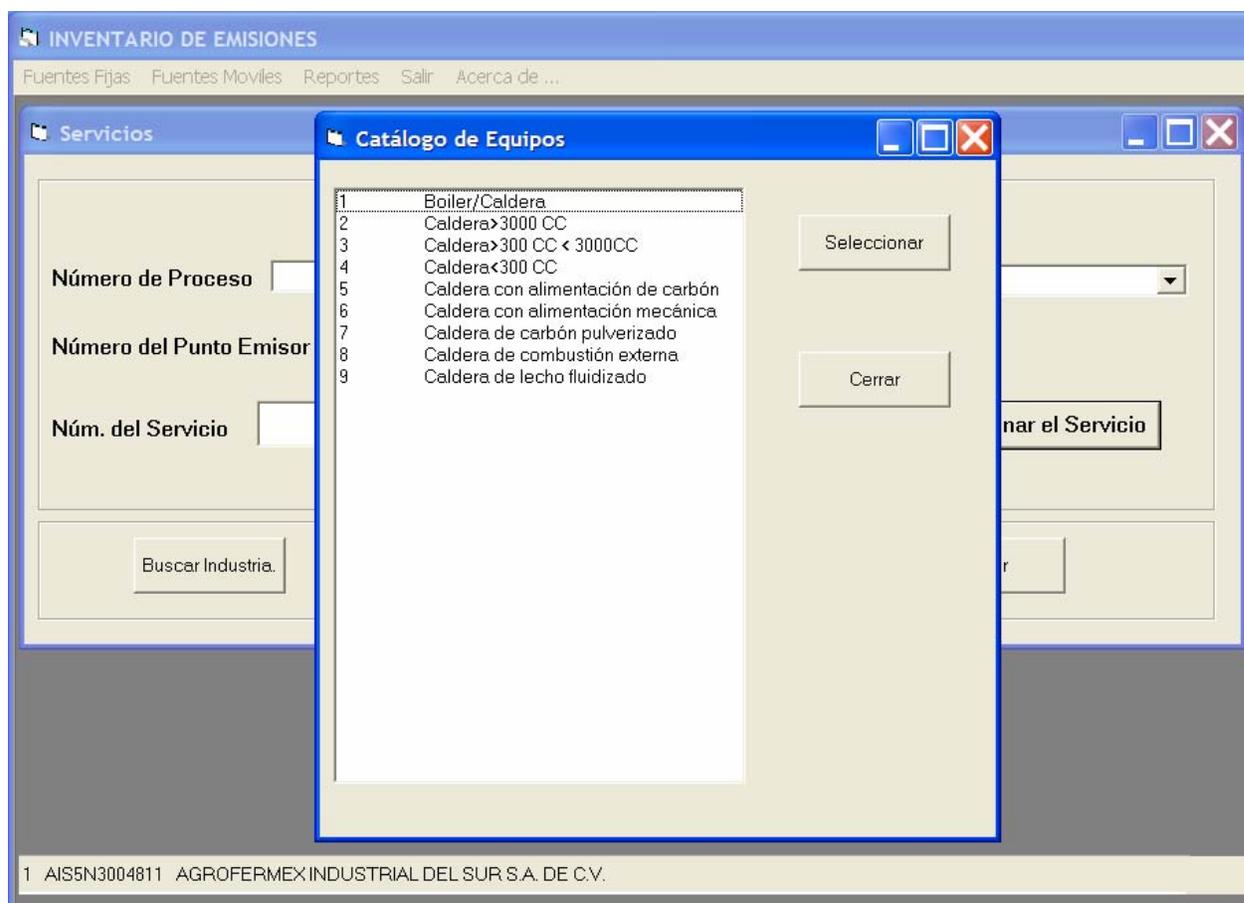


Figura 4.12. Catálogo de los equipos de los servicios

Una vez llena esta pantalla se **guarda** la información para continuar con los servicios correspondientes a los procesos que integra la industria.

En la Figura 4.13. se muestra la pantalla donde se capturan todos los datos para las materias primas de la industria y se da una breve explicación para cada uno de los campos que la integran.

- **Número de Materias Primas** se refiere a la cantidad de materias primas que tiene la industria.
- **Selecciona la Materia Prima** este campo se llena en automático al apretar el botón y seleccionar el nombre de la materia prima. Ver Figura 4.14.
- **Punto de Consumo** este campo trae la información ya guardada de la pantalla de proceso del campo de nombre de las actividades.
- **Almacenamiento** indicar que tipo de almacenamiento lleva la materia prima.
- **Cantidad** expresión numérica del almacenamiento.

- **Unidad** indicar que tipo de unidad reportada para el almacenamiento.
- **Comentarios** cualquier comentario anexo para la materia prima se describe en este espacio.

INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Móviles Reportes Salir Acerca de ...

Materias Primas

Materias Primas

Registro Único del Sistema

Número de Proceso

Número de Materias Primas 1 de 3 **Contador de las Materias Primas**

Almacenamiento Cantidad de Materia Prima Unidad

Comentarios

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.13. Datos de las materias primas.

INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Móviles Reportes Salir

Materias Primas

Materias Primas

Número de M

Almacenamiento

Comentarios

1 1 DECANOL

2 2 AMINO 2 METIL

3 2 AMINOPROPANO

4 2 OCTANAL

5 3 AMINO 1 2 4 TRIAZUL

6 4 AMINOFENETOL

7 6 AMINO 2 METIL

8 ABACA

9 ABIETATO DE METILO

10 ACEITE CRUDO DE PETROLEO

11 ACEITE CRUDO DE SOYA

12 ACEITE DE ALGODON CRUDO

13 ACEITE DE ALMENDRAS

14 ACEITE DE ALQUITRAN DE HULLA

15 ACEITE DE COCO (CRUDO)

16 ACEITE DE CREOSOTA

17 ACEITE DE LINAZA

18 ACEITE DE OLIVO

19 ACEITE DE PESCADO

20 ACEITE DE PINO

21 ACEITE ESPERMA BALLENA

22 ACEITE MINERAL BITUMINOSO

23 ACEITE MINERAL SULFONADO

24 ACEITE NAFTALENICO NAFTENITICO

25 ACEITE SINTEICO P/INDUSTRIA CUF

26 ACEITE VEGETAL (CARTAMO GIRASO)

27 ACEITES ORGANICOS

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.14. Catálogo de las materias primas.

Una vez llenado todos los campos se **guarda** la información y se vuelven a capturar la información de la siguiente materia prima hasta terminar con las materias primas que tiene la industria.

En la Figura 4.15. muestra todos los campos que se deben de capturar de los productos, y se da una explicación a continuación:

- **Número de Productos** se refiere a la cantidad de productos que tiene la industria.
- **Selecciona el Producto** este campo se llena en automático al apretar el botón y seleccionar el nombre del producto. Ver Figura 4.16.
- **Almacenamiento** indicar que tipo de almacenamiento lleva el producto.
- **Cantidad** expresión numérica del producto.
- **Unidad** indicar que tipo de unidad reportada para el producto.
- **Comentarios** cualquier comentario anexo para el producto se describe en este espacio.

The screenshot shows a software window titled 'INVENTARIO DE EMISIONES' with a menu bar containing 'Fuentes Fijas', 'Fuentes Móviles', 'Reportes', and 'Salir'. The main window is titled 'Productos' and contains the following fields and controls:

- Productos**: A sub-header for the form.
- Registro Único del Sistema**: A text input field with the value '1'.
- Número de Productos**: A text input field with the value '2'. A red arrow points to this field with the text 'Registro Único del Sistema Contador de los Productos'.
- Selecciona el Producto**: A button next to a text input field containing '431APARATO AUTOM P/ACOMODAR'.
- Almacenamiento**: A dropdown menu with the selected value 'CC-Contenedor de Cartón'.
- Cantidad**: A text input field with the value '8295'.
- Unidad**: A dropdown menu with the selected value 'l1 - Kilogramo por metro cúbico'.
- Comentarios**: A large text area for entering additional information.
- Buttons**: 'Buscar Industria.', 'Guardar', and 'Salir' are located at the bottom of the form.

At the bottom of the window, the text '1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.' is visible.

Figura 4.15. Datos de los productos de la industria.

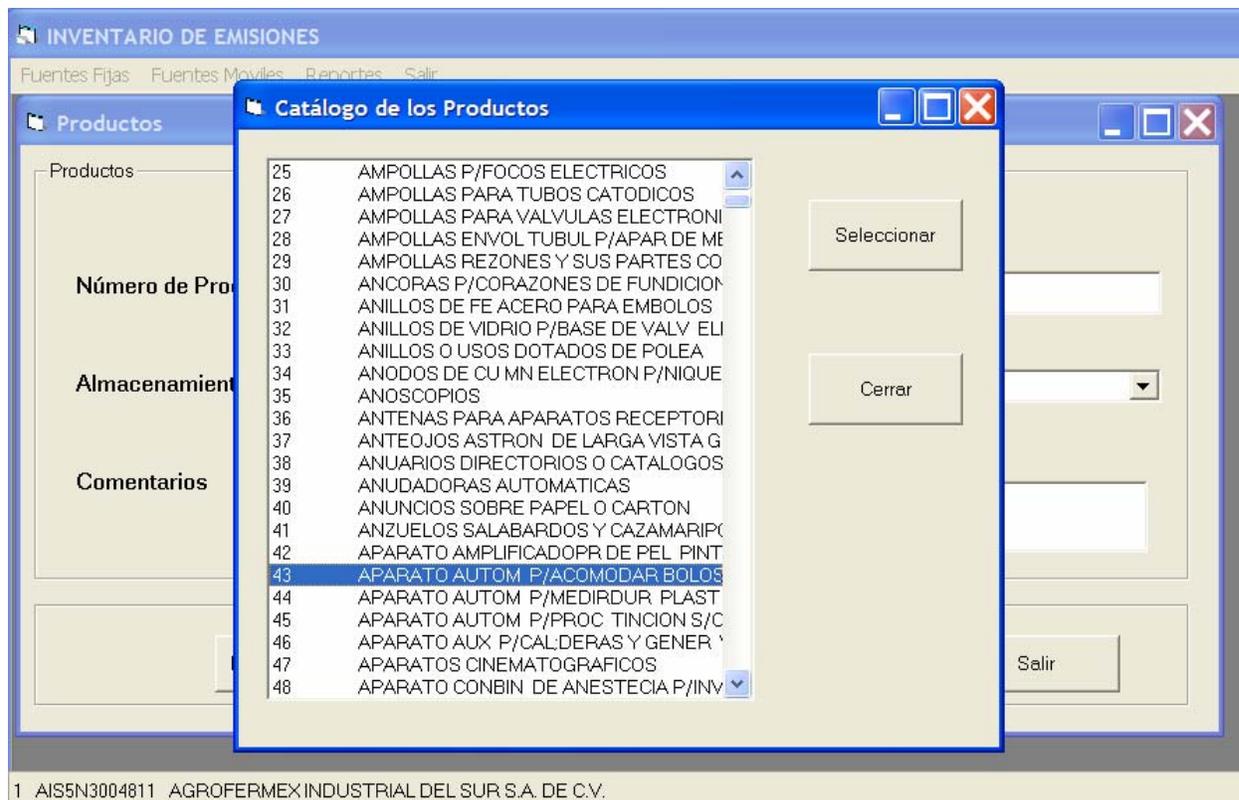


Figura 4.16. Catálogo de los Productos

Una vez llenado la información para un producto se **guarda** la información y se limpian los campos para seguir llenando los campos para cada uno de los productos y así pasar a capturar la información de equipos de control.

En la Figura 4.17. se localiza toda la información referente a los equipos de control que tiene la industria. La descripción de cada uno de los campos se define a continuación:

- **Número de Proceso General** muestra la información capturada de la forma de los procesos y se selecciona el proceso al cual se le va a asignar un servicio.
- **Número de Actividad** muestra la información almacenada de la forma de los procesos y se selecciona la actividad que esta ligada al proceso correspondiente para asignarle su servicio.
- **Número del Punto Emisor del Proceso** se refiere al número que relaciona la ubicación dentro del proceso en donde se esta realizando la actividad y esta puede

generar emisiones, es importante cuando se realizan inspecciones y es necesario ubicar los puntos críticos a verificar.

- **Existencia de Equipos de Control en la Industria** se refiere a una pregunta que si existen o no equipos de control, al seleccionar la primera opción se deben de capturar los demás campos, si se selecciona la segunda ya no es necesario llenar los siguientes campos.
- **¿Cuántos Equipos de Control existen?** si se selecciona la primera opción este campo se refiere al número de equipos de control que tiene la industria.
- **Emisión de la Eficiencia del Equipo de Control** se refiere a la cantidad de eficiencia que controla el equipo.
- **Indica que Tipo de Emisión controla el equipo** se refiere al tipo de contaminante que controla el equipo.

INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Moviles Reportes Salir Acerca de ...

Equipos de Control

Equipos de Control

Registro Único del Sistema 1

Número de Proceso General 1-PROCESO QUÍMICO Número de Actividad 1-MATERIA PRIMA

Número del Punto Emisor del Proceso 1-CHIMENEA

¿Existen Equipos de Control en la Industria? SI NO

¿Cuántos Equipos de Control existen? 2 Eficiencia del Equipo de Control 349

Indica que emisiones controla el equipo

NOx HC CO SOX PM10

Buscar Industria. Guardar Salir

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.17. Equipos de control

Una vez capturados los campos de los equipos de control que tiene la industria se prosiguen a capturar los campos relacionados con los equipos de combustión de la actividad del proceso y los equipos de combustión de los servicios los cuales se muestran en la Figura 4.18.

- **Número de Proceso General** muestra la información capturada de la forma de los procesos y se selecciona el proceso al cual se le va a asignar un servicio.
- **Número de Actividad** muestra la información almacenada de la forma de los procesos y se selecciona la actividad que esta ligada al proceso correspondiente para asignarle su servicio.
- **Número del Punto Emisor** se refiere al número que relaciona la ubicación dentro del proceso en donde se esta realizando la actividad y esta puede generar emisiones, es importante cuando se realizan inspecciones y es necesario ubicar los puntos críticos a verificar.

En la sección de equipo de combustión se tienen los siguientes campos:

- **Nombre del Equipo de Combustión** se refiere al nombre del equipo que se encuentra en el proceso general, actividad y que tiene el punto emisor seleccionados anteriormente.
- **Capacidad del Equipo** se refiere a la cantidad de capacidad del equipo de combustión.
- **Unidad** se refiere a la unidad de capacidad del equipo de combustión.
- **Nombre del Combustible** se selecciona el nombre del combustible del equipo de combustión.
- **Cantidad del combustible** expresión numérica del combustible.
- **Unidad** es la unidad que le corresponde a la cantidad del combustible.

En la sección de equipo de servicio se tienen los siguientes campos a capturar:

- **Número Identificador del Servicio** es el número y nombre del equipo que da servicio a x actividad y j proceso que se capturó en la forma de servicios.
- **Capacidad del equipo** se refiere a la capacidad del equipo de servicios.
- **Unidad** es la unidad que le corresponde a la capacidad del equipo de servicios.

- **Nombre del Combustible** se selecciona el nombre del combustible del equipo de servicios.
- **Cantidad del combustible** expresión numérica del combustible del servicio.
- **Unidad** es la unidad que le corresponde a la cantidad del combustible del servicio.
- **Días de Operación** se refiere a los días de operación del equipo de combustión.
- **Horas por Día** se refiere a las horas por día de operación del equipo de combustión.

INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Móviles Reportes Salir Acerca de ...

Equipos de Combustión

Equipos de Combustión

Registro Único del Sistema 1

Número de Proceso General 1-PROCESO QUÍMICO Número de Actividad 1-MATERIA PRIMA

Número de Punto Emisor 1-CHIMENEA

Equipo de combustión

Nombre del Equipo de Combustión

Capacidad del equipo Unidad

Nombre del Combustible

Cantidad del combustible Unidad

Equipo de servicio

Número Identificador del Servicio 1-Boiler/Caldera

Capacidad del equipo 100 Unidad D1 - Metro cúbico

Nombre del Combustible 1 - Combustoleo Pesado

Cantidad del combustible 100 Unidad D1-Metro cúbico

Días de Operación 4 Horas por Día 14

Buscar Industria. Guardar Salir

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.18. Equipos con Combustión.

En esta sección se captura toda la información de los equipos de combustión existentes en la industria, una vez finalizado con todos los equipos se guarda la información y se pasa al siguiente módulo de chimeneas los campos se muestra en la Figura 4.19.

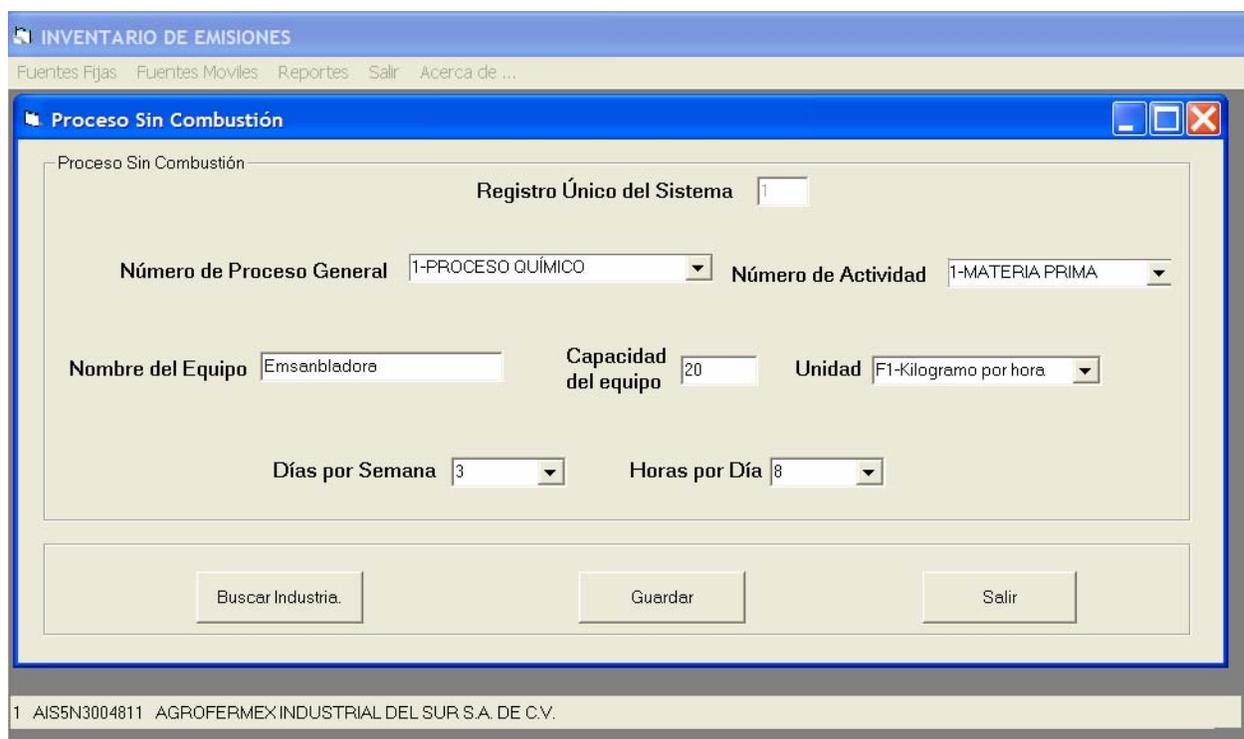
The screenshot shows a software window titled 'Captura de Chimeneas' with a menu bar containing 'Fuentes Fijas', 'Fuentes Móviles', 'Reportes', 'Salir', and 'Acerca de...'. The main area is a form for entering chimney data. At the top, there is a 'Registro Único del Sistema' field with the value '1'. Below it are several dropdown menus: 'Número de Proceso General' (1-PROCESO QUÍMICO), 'Número de Actividad' (2-PROCESAMIENTO DE MATERI), and 'Número Identificador del Servicio' (1-Boiler/Caldera). Further down is 'Número del Punto Emisor del Proceso' (1-CHIMENEA). The form also includes input fields for 'Altura' (10) and 'Diámetro Interior' (10), each with a 'Unidad' dropdown set to 'A1 - Metro'. At the bottom, there are 'Temperatura de Salida' (5) and 'Velocidad de Flujo' (13), each with a 'Unidad' dropdown set to 'A3 - Grado Fahren' and '5 - Metro por segundo' respectively. At the bottom of the form are three buttons: 'Buscar Industria.', 'Guardar', and 'Salir'. A footer bar at the very bottom contains the text '1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.'

Figura 4.19. Información de las chimeneas.

- **Número de Proceso General** muestra la información capturada de la forma de los procesos y se selecciona el proceso al cual se le va a asignar un servicio.
- **Número de Actividad** muestra la información almacenada de la forma de los procesos y se selecciona la actividad que esta ligada al proceso correspondiente para asignarle su servicio.
- **Número Identificador del Servicio** se refiere al número y nombre del equipo que le va a asignar al servicio.
- **Número del Punto Emisor del Proceso** se refiere al número que relaciona la ubicación dentro del proceso en donde se esta realizando la actividad y esta puede generar emisiones, es importante cuando se realizan inspecciones y es necesario ubicar los puntos críticos a verificar.
- **Altura** se refiere a la cantidad de altura que tiene la chimenea.
- **Unidad** es la unidad de la cantidad de altura para la chimenea que se da en metros y pies.
- **Diámetro Interior** es la cantidad de diámetro de la chimenea.

- **Unidad** se refiere a la unidad de la cantidad de diámetro interior de la chimenea que se da en metros y pulgadas.
- **Temperatura de Salida** se refiere a la cantidad de temperatura de la chimenea.
- **Unidad** es la unidad de la temperatura de salida que se da en grados Fahrenheit y grados Celsius.
- **Velocidad de Flujo** es la cantidad de velocidad con que salen los gases de la chimenea.
- **Unidad** es la unidad de la velocidad de flujo de la chimenea que se da en metros sobre segundos y pies sobre segundos.

Una vez finalizada la captura de las chimeneas se guarda la información y se pasa al módulo de equipos sin combustión donde los campos se muestran en la Figura 4.20.



INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Móviles Reportes Salir Acerca de ...

Proceso Sin Combustión

Proceso Sin Combustión

Registro Único del Sistema 1

Número de Proceso General 1-PROCESO QUÍMICO Número de Actividad 1-MATERIA PRIMA

Nombre del Equipo Emsanbladora Capacidad del equipo 20 Unidad F1-Kilogramo por hora

Días por Semana 3 Horas por Día 8

Buscar Industria. Guardar Salir

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.20. Equipos Sin Combustión.

- **Número de Proceso General** muestra la información capturada de la forma de los procesos y se selecciona el proceso al cual se le va a asignar un servicio.
- **Número de Actividad** muestra la información almacenada de la forma de los procesos y se selecciona la actividad que esta ligada al proceso correspondiente para asignarle su servicio.

- **Nombre del Equipo** se refiere al nombre del equipo que pertenece al proceso general y actividad anteriormente seleccionados.
- **Capacidad del equipo** se refiere a la cantidad de capacidad del equipo sin combustión.
- **Unidad** se refiere a la unidad de capacidad del equipo sin combustión.
- **Días por semana** se refiere a los días de operación del equipo sin combustión.
- **Horas por Día** se refiere a las horas por día de operación del equipo sin combustión.

Una vez terminada la captura de los campos de cada una de las chimeneas se tiene toda la información necesaria para hacer un cálculo de emisiones con factores de emisión y con ello crear un inventario de emisiones para fuentes fijas. La Figura 4.21. muestra todos los campos finales que el usuario debe de seleccionar y así determinar un buen cálculo de emisiones.

- **Número de Proceso General** muestra la información capturada de la forma de los procesos y se selecciona el proceso al cual se le va a asignar un servicio.
- **Número de Actividad** muestra la información almacenada de la forma de los procesos y se selecciona la actividad que esta ligada al proceso correspondiente para asignarle su servicio.
- **Número del Punto Emisor del Proceso** se refiere al número que relaciona la ubicación dentro del proceso en donde se esta realizando la actividad y esta puede generar emisiones, es importante cuando se realizan inspecciones y es necesario ubicar los puntos críticos a verificar.
- **Número Identificador del Servicio** se refiere al número y nombre del equipo que le va a asignar al servicio.
- **Emisiones reportadas NO_x, HC, CO, SO_x y PM₁₀** es la cantidad que se ha reportado para la industria con respecto a las emisiones.
- **Unidad** es la unidad de la emisión reportada.
- **Combustible** se refiere a número de combustible que se capturó en los equipos de combustión.
- **Emisiones Calculadas NO_x, HC, CO, SO_x y PM₁₀** estos campos se llenan automáticamente al apretar el botón de **Calcular Emisiones** debido a que hace las operaciones correspondientes en automático.

- **Unidad** este campo es fijo debido a que todos los cálculos que se hacen se transforman internamente a toneladas por año.

INVENTARIO DE EMISIONES

Fuentes Fijas Fuentes Móviles Reportes Salir Acerca de ...

Cálculo de Emisiones

Cálculo de Emisiones

Registro Único del Sistema 1

Número de Proceso General 1-PROCESO QUÍMICO Número de Actividad 1-MATERIA PRIMA

Número del Punto Emisor del Proceso 1-CHIMENEA Número Identificador del Servicio 1-Boiler/Caldera

NOx Unidad HC Unidad CO Unidad

12 A2-Toneladas por mes 2 A2-Toneladas por mes 1 A2-Toneladas por mes

Emisiones Reportadas:

SOx Unidad PM10 Unidad

1 A2-Toneladas por mes 1 B2-Kilogramo por mes

Combustible: 1

NOx Unidad HC Unidad CO Unidad

2820 Ton./Año 100 Ton./Año 300 Ton./Año

Emisiones Calculadas:

SOx Unidad PM10 Unidad

188400 Ton./Año 1731.9 Ton./Año

Calcular Emisiones

Botón que calcula las Emisiones.

Buscar Industria. Guardar Salir

1 AIS5N3004811 AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V.

Figura 4.21. Información del Inventario de Emisiones para Fuentes Fijas.

Una vez finalizado con la captura y llenado de cada uno de los campos para cada uno de los módulos en fuentes fijas se pueden hacer todos los análisis apropiados para un eficiente y buen inventario de emisiones.

4.2.2. Software para estimar emisiones de Fuentes Móviles.

A continuación se van a describir y presentar todos los requerimientos e información para el cálculo de emisiones en fuentes móviles y así generar un inventario de emisiones.

Como primer paso se mostrarán los formatos que se le entregarán al usuario para que toda su información la coloque en las columnas correspondientes.

En las Figuras 4.22, 4.23, 4.24 y 4.25 se muestran los formatos en Excel que el usuario debe de llenar con la información respectiva para cada una de las columnas y así el sistema podrá calcular satisfactoriamente el Inventario para Fuentes Móviles.

Se recomienda no modificar ninguno de los formatos ya que si se alteran no se podrá subir la información satisfactoriamente.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|----|-------------|----------------------|-----------|------------------------------|--------|----------------|---|---|---|---|---|
| 1 | CveVialidad | NombreVialidad | Sentido | Segmento | Altura | DistanciaTotal | | | | | |
| 2 | 1 | 16 de Septiembre | Norte-Sur | San Bartolo-Toreo | 78 | 79 | | | | | |
| 3 | 2 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Lomas verdes-Naucalli | 145 | 13 | | | | | |
| 4 | 3 | Calzada De Las Armas | Norte-Sur | Azcapotzalco-Echegaray | 8 | 3 | | | | | |
| 5 | 4 | Circuito Cientificos | Norte-Sur | Gustavo Baz-Periferico | 8 | 67 | | | | | |
| 6 | 5 | Circuito Educadores | Norte-Sur | Av. López Mateos-Periferico | 78 | 78 | | | | | |
| 7 | 6 | Av. Conscripto | Norte-Sur | Periferico-Tecamachalco | 89 | 89 | | | | | |
| 8 | 7 | Fuentes | Norte-Sur | Fuentes - Hipodromo | 125 | 14 | | | | | |
| 9 | 8 | Gustavo Baz | Norte-Sur | Naucalpan-Tlalnepantla | 78 | 10 | | | | | |
| 10 | 9 | Av. Luis Donald | Norte-Sur | Autopista-Primero de Mayo | 5 | 87 | | | | | |
| 11 | 10 | Av. Luis Donald | Norte-Sur | Primero de Mayo-Autopista | 3 | 23 | | | | | |
| 12 | 11 | López Mateos | Norte-Sur | López-Morelos | 145 | 10 | | | | | |
| 13 | 12 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Lomas Verdes-Cristobal Colón | 145 | 89 | | | | | |
| 14 | 13 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Plaza Chick | 78 | 89 | | | | | |
| 15 | 14 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Lomas Verdes-Convenciones | 78 | 96 | | | | | |
| 16 | 15 | El Molinito | Norte-Sur | San Luis-Molinito | 102 | 14 | | | | | |
| 17 | 16 | Mega | Norte-Sur | Naucalpan-Tlalnepantla | 78 | 77 | | | | | |
| 18 | 17 | El Molinito | Norte-Sur | Río Hondo-Toreo | 145 | 12 | | | | | |
| 19 | 18 | Mega | Norte-Sur | Tlalnepantla-Naucalpan | 78 | 102 | | | | | |
| 20 | 19 | Primero de Mayo | Norte-Sur | Gustavo Baz-Periférico | 45 | 8 | | | | | |
| 21 | 20 | San Mateo - Nopala | Norte-Sur | San Mateo - Nopala | 45 | 8 | | | | | |
| 22 | 21 | Vallarta | Norte-Sur | Naucalpan -Tlalnepantla | 145 | 48 | | | | | |
| 23 | 22 | 16 de Septiembre | Sur-Norte | Toreo-San Bartolo | 77 | 89 | | | | | |
| 24 | 23 | Calzada de las Armas | Sur-Norte | Echegaray-Azcapotzalco | 88 | 85 | | | | | |
| 25 | 24 | Circuito Cientificos | Sur-Norte | Periferico-Guztavo Baz | 85 | 8 | | | | | |
| 26 | 25 | Circuito Educadores | Sur-Norte | Periferico-Av. López Mateos | 78 | 98 | | | | | |
| 27 | 26 | Av. Conscripto | Sur-Norte | Tecamachalco-Periferico | 78 | 5 | | | | | |
| 28 | 27 | Fuentes | Sur-Norte | Hipodromo-Fuentes | 123 | 12 | | | | | |
| 29 | 28 | Gustavo Baz | Sur-Norte | Tlalnepantla-Naucalpan | 78 | 89 | | | | | |
| 30 | 29 | Av. Luis Don | Sur-Norte | Autopista | 3 | 23 | | | | | |
| 31 | 30 | López Mateos | Sur-Norte | Autopista | 144 | 18 | | | | | |
| 32 | 31 | El Molinito | Sur-Norte | Autopista | 145 | 12 | | | | | |

Figura 4.22. Formato para la importación de información sobre la vialidad.

- **CveVialidad** es un número consecutivo que se le debe de asignar a cada una de la vialidades que son agregadas a este formato.
- **NombreVialidad** es el nombre de la vialidad completo o si es seccionada la vialidad y se repite constantemente el nombre de la vialidad se recomienda que se le asigne un número o letra para poderlos distinguirlos al subirlos a la base de datos.

- **Sentido** se refiere al sentido donde se tomó la medición por ejemplo si es de Norte-Sur ó de Sur-Norte, Este-Oeste ó de Oeste-Este, también se recomienda que para cada uno de los sentidos se vuelva a poner la vialidad pero con el sentido diferente.
- **Segmento** se refiere al nombre de la vialidad donde se finalizó la medición e igualmente que en el sentido se recomienda poner en otro renglón el sentido de regreso siempre y cuando se haya hecho la medición.
- **Altura** se refiere a la altitud en metros de la vialidad.
- **DistanciaTotal** se refiere a la distancia total de la vialidad donde se hizo el recorrido de la medición en Kilómetros (Km).

NOTA: se recomienda al usuario que no altere ningún nombre de las columnas debido a que causaría un conflicto dentro del sistema y la base de datos.

En la Figura 4.23 se muestran los campos que lleva el formato de año-modelo:

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|----|-------------|-----------|--------------|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | CveVialidad | Anomodelo | TipoVehiculo | Porcentaje | | | | | | | | |
| 2 | 2 | 1980 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 3 | 2 | 1981 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 4 | 2 | 1982 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 5 | 2 | 1983 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 6 | 2 | 1984 | automoviles | 0.0738 | | | | | | | | |
| 7 | 2 | 1985 | automoviles | 0.0924 | | | | | | | | |
| 8 | 2 | 1986 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 9 | 2 | 1987 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 10 | 2 | 1988 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 11 | 2 | 1989 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 12 | 2 | 1990 | automoviles | 0.0738 | | | | | | | | |
| 13 | 2 | 1991 | automoviles | 0.0924 | | | | | | | | |
| 14 | 2 | 1992 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 15 | 2 | 1993 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 16 | 2 | 1994 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 17 | 2 | 1995 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 18 | 2 | 1996 | automoviles | 0.0738 | | | | | | | | |
| 19 | 2 | 1997 | automoviles | 0.0924 | | | | | | | | |
| 20 | 2 | 1998 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 21 | 2 | 1999 | automoviles | 0.0369 | | | | | | | | |
| 22 | 2 | 2000 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 23 | 2 | 2001 | automoviles | 0.0555 | | | | | | | | |
| 24 | 2 | 1980 | Taxis | 0.0369 | | | | | | | | |
| 25 | 2 | 1981 | Taxis | 0.0369 | | | | | | | | |
| 26 | 2 | 1982 | Taxis | 0.0555 | | | | | | | | |
| 27 | 2 | 1983 | Taxis | 0.0555 | | | | | | | | |
| 28 | 2 | 1984 | Taxis | 0.0738 | | | | | | | | |
| 29 | 2 | 1985 | Taxis | 0.0924 | | | | | | | | |
| 30 | 2 | 1986 | Taxis | 0.0369 | | | | | | | | |
| 31 | 2 | 1987 | Taxis | 0.0369 | | | | | | | | |
| 32 | 2 | 1988 | Taxis | 0.0555 | | | | | | | | |
| 33 | 2 | 1989 | Taxis | 0.0555 | | | | | | | | |
| 34 | 2 | 1990 | Taxis | 0.0738 | | | | | | | | |
| 35 | 2 | 1991 | Taxis | 0.0924 | | | | | | | | |
| 36 | 2 | 1992 | Taxis | 0.0369 | | | | | | | | |
| 37 | 2 | 1993 | Taxis | 0.0369 | | | | | | | | |

Figura 4.23. Formato para importar la información del porcentaje año-modelo del vehículo.

- **CveVialidad** es el número que le corresponde a la vialidad (formato vialidad ver Figura 4.20) donde se hizo la medición de los datos para ese vehículo.
- **Anomodelo** es el año del modelo del vehículo el cual se esta tomando la medición.
- **TipoVehiculo** se refiere al nombre del tipo de vehículo que se desea cuantificar las emisiones (automóviles, motocicletas, microbuses, autobuses, camionetas, taxis, camiones 2 ejes y camiones de mas de 2 ejes).
- **Porcentaje** se refiere al porcentaje total del número total de vehículos del tipo año-modelo del vehículo.

En los siguientes renglones se muestran los campos que debe de llevar el formato para la información del factor de emisión ver Figura 4.24.

- **Anomodelo** se refiere al tipo de año-modelo del vehículo este se repite las veces que sea necesario para cada tipo de vehículo.
- **TipoVehiculo** se refiere al nombre del tipo de vehículo que se desea cuantificar las emisiones.
- **Velocidad** se refiere a la velocidad utilizada para obtener los factores de emisión en metros sobre segundo (m./s).
- **Temperatura** se refiere a ciertos rangos de la temperatura ambiente utilizada para obtener los factores de emisión.
- **HC** (Hidrocarburos) se refiere a la expresión numérica del factor de emisión para este contaminante en kilogramos sobre hora (Kg./hr).
- **CO** (Monóxido de Carbono) se refiere a la expresión numérica del factor de emisión para este contaminante (kg/h).
- **NOX** (Óxidos de Nitrógeno) se refiere a la expresión numérica del factor de emisión para este contaminante (kg/h).
- **SOX** (Óxidos de Azufre) se refiere a la expresión numérica del factor de emisión para este contaminante (kg/h).
- **Particulas** (PM10, PM2.5) se refiere a la expresión numérica del factor de emisión para este contaminante (kg/h).
- **Otros** se refiere a la expresión numérica del factor de emisión para otro contaminante que no este en las columnas anteriores (kg/h).

| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|-----------|--------------|-----------|----------------|------|-------|-----|------------|-------|---|---|---|
| Anomodelo | TipoVehiculo | Velocidad | Temperatura HC | CO | NOX | SOx | Particulas | Otros | | | |
| 1980 | automoviles | 5 | 1 | 26.0 | 362.2 | 3.5 | | | | | |
| 1981 | automoviles | 5 | 1 | 24.4 | 341.5 | 3.0 | | | | | |
| 1982 | automoviles | 5 | 1 | 24.8 | 336.8 | 3.0 | | | | | |
| 1983 | automoviles | 5 | 1 | 23.9 | 333.6 | 3.0 | | | | | |
| 1984 | automoviles | 5 | 1 | 37.0 | 322.4 | 2.8 | | | | | |
| 1985 | automoviles | 5 | 1 | 36.0 | 320.5 | 2.8 | | | | | |
| 1986 | automoviles | 5 | 1 | 36.0 | 316.3 | 2.8 | | | | | |
| 1987 | automoviles | 5 | 1 | 35.1 | 314.3 | 2.8 | | | | | |
| 1988 | automoviles | 5 | 1 | 35.0 | 310.4 | 2.8 | | | | | |
| 1989 | automoviles | 5 | 1 | 33.0 | 280.5 | 1.3 | | | | | |
| 1990 | automoviles | 5 | 1 | 31.2 | 273.0 | 1.3 | | | | | |
| 1991 | automoviles | 5 | 1 | 29.4 | 264.6 | 1.3 | | | | | |
| 1992 | automoviles | 5 | 1 | 8.2 | 124.3 | 1.3 | | | | | |
| 1993 | automoviles | 5 | 1 | 5.4 | 77.4 | 1.3 | | | | | |
| 1994 | automoviles | 5 | 1 | 4.0 | 55.7 | 1.0 | | | | | |
| 1995 | automoviles | 5 | 1 | 2.9 | 36.1 | 1.0 | | | | | |
| 1996 | automoviles | 5 | 1 | 2.7 | 31.9 | 0.9 | | | | | |
| 1997 | automoviles | 5 | 1 | 2.4 | 30.3 | 0.9 | | | | | |
| 1998 | automoviles | 5 | 1 | 2.3 | 26.6 | 0.8 | | | | | |
| 1999 | automoviles | 5 | 1 | 2.1 | 24.9 | 0.8 | | | | | |
| 2000 | automoviles | 5 | 1 | 1.7 | 19.4 | 0.6 | | | | | |
| 2001 | automoviles | 5 | 1 | 1.5 | 15.8 | 0.6 | | | | | |
| 1980 | taxis | 5 | 1 | 26.0 | 362.2 | 3.5 | | | | | |
| 1981 | taxis | 5 | 1 | 24.4 | 341.5 | 3.0 | | | | | |
| 1982 | taxis | 5 | 1 | 24.8 | 336.8 | 3.0 | | | | | |
| 1983 | taxis | 5 | 1 | 23.9 | 333.6 | 3.0 | | | | | |
| 1984 | taxis | 5 | 1 | 37.0 | 322.4 | 2.8 | | | | | |
| 1985 | taxis | 5 | 1 | 36.0 | 320.5 | 2.8 | | | | | |
| 1986 | taxis | 5 | 1 | 36.0 | 316.3 | 2.8 | | | | | |
| 1987 | taxis | 5 | 1 | 35.1 | 314.3 | 2.8 | | | | | |
| 1988 | taxis | 5 | 1 | 35.0 | 310.4 | 2.8 | | | | | |
| 1989 | taxis | 5 | 1 | 33.0 | 280.5 | 1.3 | | | | | |
| 1990 | taxis | 5 | 1 | 31.2 | 273.0 | 1.3 | | | | | |
| 1991 | taxis | 5 | 1 | 29.4 | 264.6 | 1.3 | | | | | |
| 1992 | taxis | 5 | 1 | 8.2 | 124.3 | 1.3 | | | | | |
| 1993 | taxis | 5 | 1 | 5.4 | 77.4 | 1.3 | | | | | |

Figura 4.24. Formato para importar la información de los factores de emisión.

La Figura 4.25 muestra el formato para la información del aforo vehicular.

- **CveVialidad** es el número que le corresponde a la vialidad (formato vialidad ver Figura 4.22) donde se hizo la medición de los datos para ese vehículo.
- **Hora** es la expresión numérica de las horas que van de la 1 a las 24 horas.
- **AnoModelo** se refiere al año-modelo del tipo de vehículo y se repite hasta las 24 horas este dato.
- **TipoVehiculo** se refiere al nombre del tipo de vehículo que se desea cuantificar las emisiones.
- **Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sabado y Domingo** todas estas columnas se refieren a los días de la semana y son la expresión de número de vehículos por hora.
- **Velocidad** se refiere a la velocidad utilizada para obtener los factores de emisión (m./s).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|-------------|------|-----------|--------------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|-----------|
| 1 | CveVialidad | Hora | Anomodelo | TipoVehiculo | Lunes | Martes | Miercoles | Jueves | Viernes | Sabado | Domingo | Velocidad |
| 2 | 2 | 1 | 1980 | automoviles | 0 | 1226 | 0 | 0 | 0 | 1024 | 845 | 5 |
| 3 | 2 | 2 | 1980 | automoviles | 0 | 878 | 0 | 0 | 0 | 1095 | 1322 | 10 |
| 4 | 2 | 3 | 1980 | automoviles | 0 | 956 | 0 | 0 | 0 | 849 | 1515 | 15 |
| 5 | 2 | 4 | 1980 | automoviles | 939 | 814 | 0 | 0 | 0 | 460 | 1810 | 10 |
| 6 | 2 | 5 | 1980 | automoviles | 905 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1123 | 5 |
| 7 | 2 | 6 | 1980 | automoviles | 709 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 8 | 2 | 7 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 9 | 2 | 8 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 10 | 2 | 9 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 11 | 2 | 10 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 12 | 2 | 11 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 13 | 2 | 12 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 14 | 2 | 13 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 15 | 2 | 14 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 1503 | 0 | 0 | 10 |
| 16 | 2 | 15 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 1962 | 1264 | 0 | 15 |
| 17 | 2 | 16 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 2276 | 2975 | 1155 | 10 |
| 18 | 2 | 17 | 1980 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 1094 | 3671 | 1798 | 5 |
| 19 | 2 | 18 | 1980 | automoviles | 1401 | 1032 | 0 | 0 | 802 | 1764 | 1795 | 15 |
| 20 | 2 | 19 | 1980 | automoviles | 1527 | 1240 | 0 | 0 | 720 | 1013 | 1331 | 15 |
| 21 | 2 | 20 | 1980 | automoviles | 1274 | 1680 | 0 | 0 | 951 | 1085 | 1266 | 10 |
| 22 | 2 | 21 | 1980 | automoviles | 1303 | 1030 | 0 | 0 | 1438 | 0 | 1058 | 5 |
| 23 | 2 | 22 | 1980 | automoviles | 1268 | 778 | 0 | 0 | 1259 | 0 | 0 | 5 |
| 24 | 2 | 23 | 1980 | automoviles | 966 | 1164 | 0 | 0 | 1252 | 0 | 0 | 15 |
| 25 | 2 | 24 | 1980 | automoviles | 1065 | 0 | 0 | 0 | 1263 | 0 | 0 | 10 |
| 26 | 2 | 1 | 1981 | automoviles | 0 | 1226 | 0 | 0 | 0 | 1024 | 845 | 5 |
| 27 | 2 | 2 | 1981 | automoviles | 0 | 878 | 0 | 0 | 0 | 1095 | 1322 | 10 |
| 28 | 2 | 3 | 1981 | automoviles | 0 | 956 | 0 | 0 | 0 | 849 | 1515 | 15 |
| 29 | 2 | 4 | 1981 | automoviles | 939 | 814 | 0 | 0 | 0 | 460 | 1810 | 10 |
| 30 | 2 | 5 | 1981 | automoviles | 905 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1123 | 5 |
| 31 | 2 | 6 | 1981 | automoviles | 709 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 32 | 2 | 7 | 1981 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 33 | 2 | 8 | 1981 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 34 | 2 | 9 | 1981 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 35 | ? | 10 | 1981 | automoviles | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |

Figura 4.25. Formato para importar la información de los aforos vehiculares.

En la figura 4.26 muestra el módulo para la captura de la información de fuentes móviles.

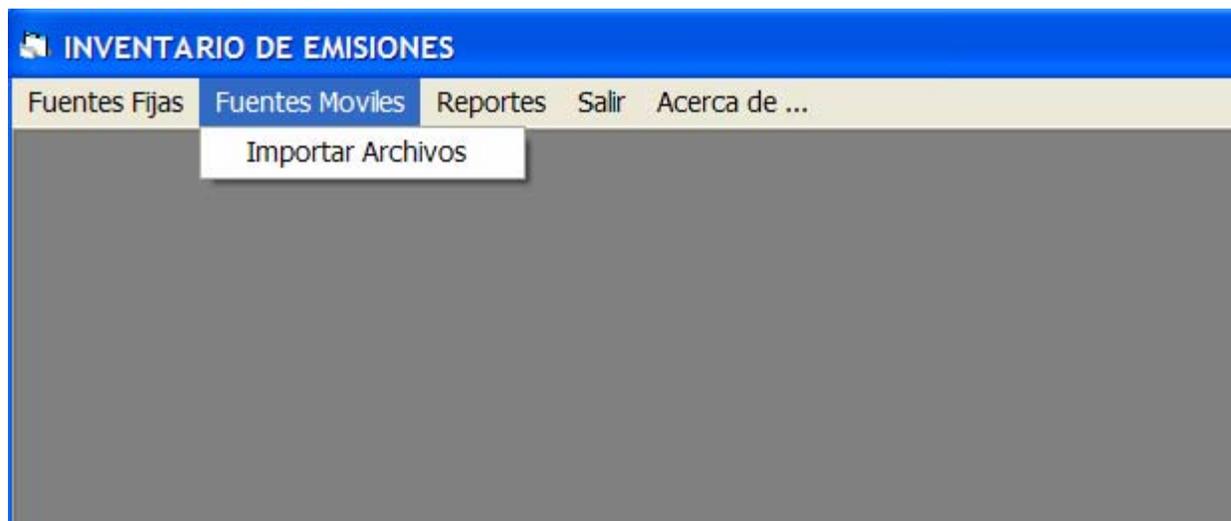


Figura 4.26. Módulo de captura para fuentes móviles.

En la Figura 4.27. se muestra dentro del sistema la opción para importar la información de los formatos que se mostraron anteriormente de Excel. En la Figura 4.28. se presenta la pantalla de importación de archivos con la cual la información que se encuentra en los formatos de Excel se pasarán a la base de datos automáticamente en esta pantalla.

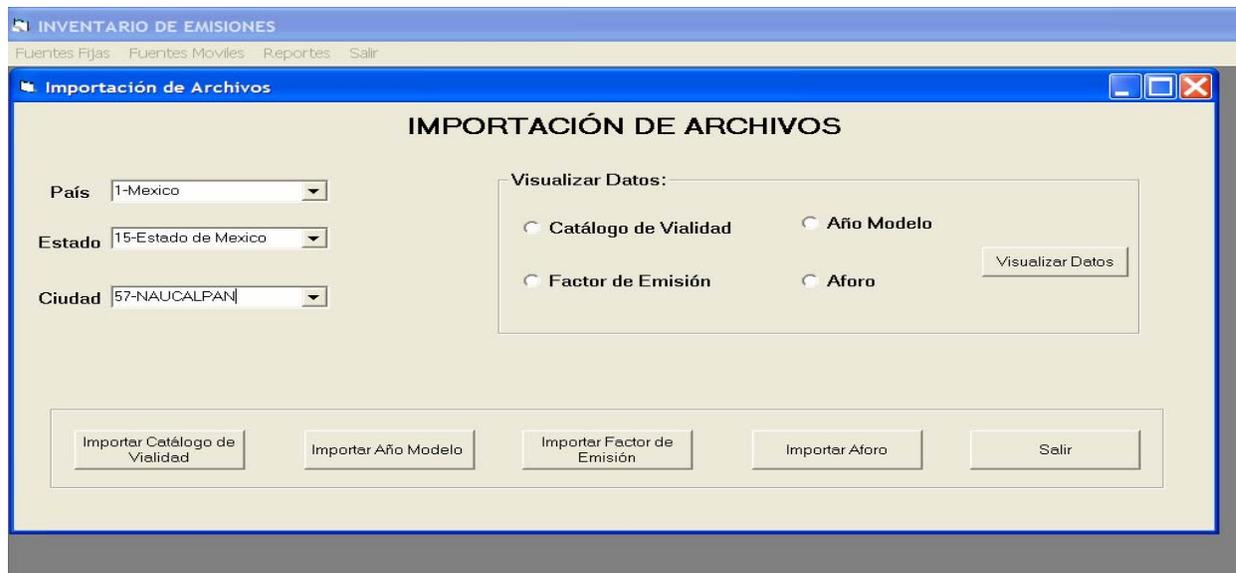


Figura 4.27. Pantalla principal para fuentes móviles.

- **País** se refiere al país de donde es la información que se va a importar.
- **Estado** se refiere a los estados que corresponden al país seleccionado en el campo anterior.
- **Ciudad** se refiere a los municipios o delegaciones que corresponden al estado y país seleccionado.

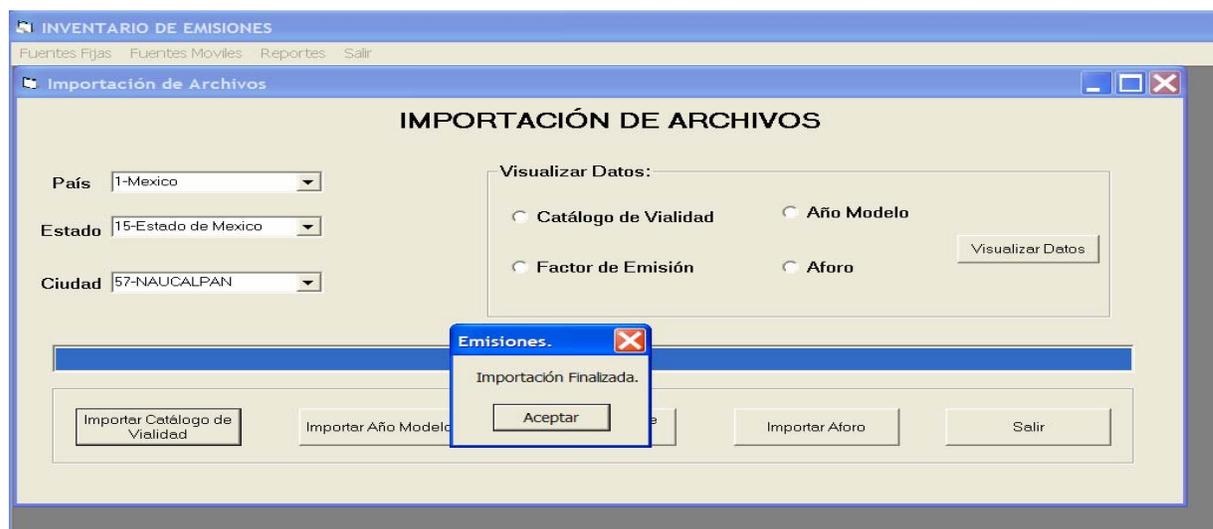


Figura 4.28. Pantalla de Importación de Archivos.

Una vez seleccionado lo anterior el sistema genera en automático una clave para que el usuario pueda identificar de donde es la información. En la Figura 4.29. se muestra un ejemplo, que al apretar cada uno de los botones que dicen **Importar** aparecerá una pantalla adicional donde se deben de seleccionar el archivo donde se generó el formato en Excel. Al seleccionarlo y pedir que se abra aparecerá una barra de proceso de información donde indicará que la importación a concluido por lo que esa información se generó en la base de datos como se muestra en la Figura 4.30.

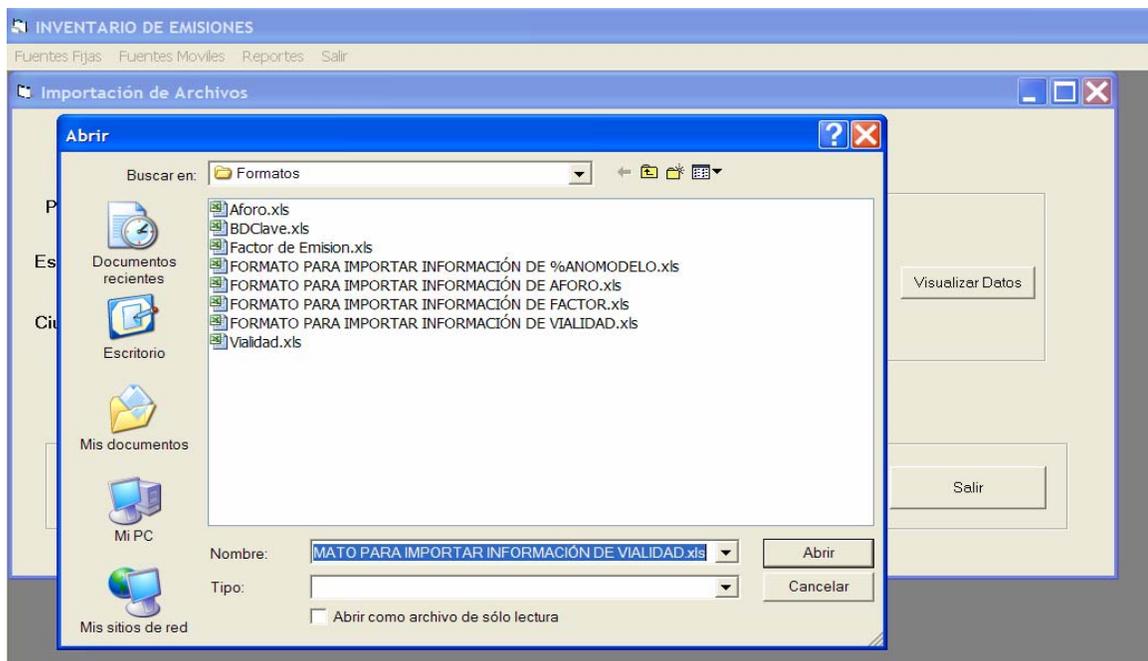


Figura 4.29. Pantalla de importación de formatos de Excel.

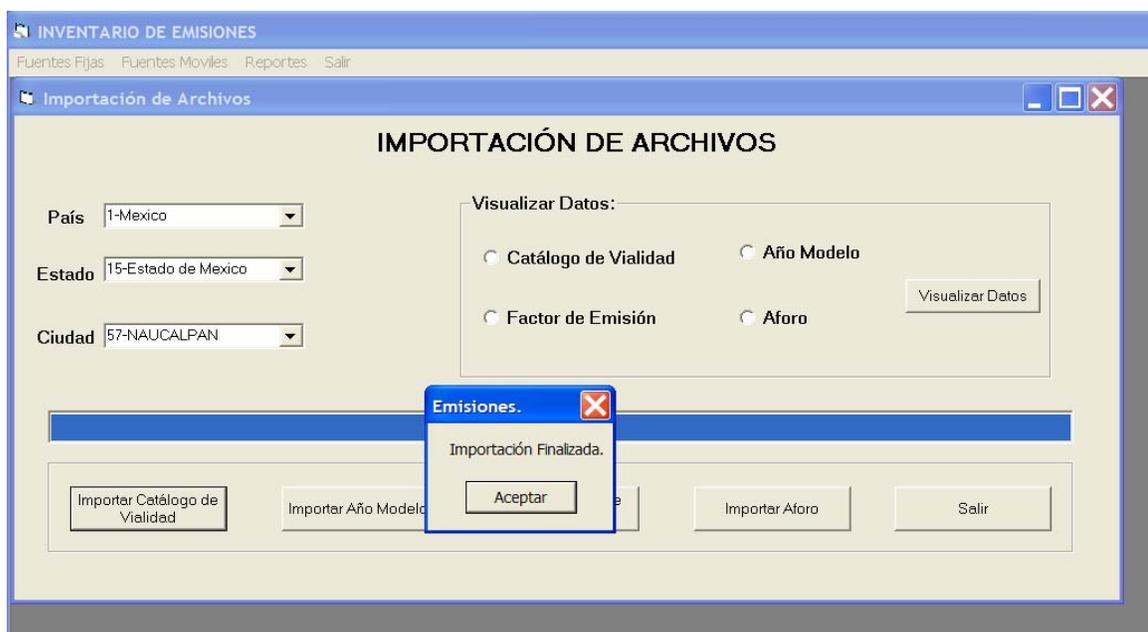


Figura 4.30. Pantalla de finalización de la importación de archivos.

En la pantalla de importación se encuentra una parte que dice **Visualizar Datos**, en la cual al seleccionar cada uno de los campos y al apretar el **botón de Visualizar Datos** aparecerá una pantalla adicional en la cual mostrará la información que se ha importado de los archivos de Excel. Tomando en cuenta que esa información mostrada es de la base de datos. Se muestra en la Figura 4.31 un ejemplo de la visualización de la información del catálogo de vialidad.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---------|-------------|----------------------|-----------|------------------------------|--------|----------------|
| 1 | ClaveId | CveVialidad | NombreVialidad | Sentido | Segmento | Altura | DistanciaTotal |
| 2 | 11557 | 1 | 16 de Septiembre | Norte-Sur | San Bartolo-Toreo | 78 | 79 |
| 3 | 11557 | 2 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Lomas verdes-Naucalli | 145 | 13 |
| 4 | 11557 | 3 | Calzada De Las Armas | Norte-Sur | Azcapotzalco-Echegaray | 8 | 3 |
| 5 | 11557 | 4 | Circuito Cientificos | Norte-Sur | Gustavo Baz-Periferico | 8 | 67 |
| 6 | 11557 | 5 | Circuito Educadores | Norte-Sur | Av. López Mateos-Periferico | 78 | 78 |
| 7 | 11557 | 6 | Av. Conscripto | Norte-Sur | Periferico-Tecamachalco | 89 | 89 |
| 8 | 11557 | 7 | Fuentes | Norte-Sur | Fuentes - Hipodromo | 125 | 14 |
| 9 | 11557 | 8 | Gustavo Baz | Norte-Sur | Naucalpan-Tlalnepantla | 78 | 10 |
| 10 | 11557 | 9 | Av.Luis Donaldo | Norte-Sur | Autopista-Primer de Mayo | 5 | 87 |
| 11 | 11557 | 10 | Av. Luis Donaldo | Norte-Sur | Primer de Mayo-Autopista | 3 | 23 |
| 12 | 11557 | 11 | López Mateos | Norte-Sur | López-Morelos | 145 | 10 |
| 13 | 11557 | 12 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Lomas Verdes-Cristobal Colón | 145 | 89 |
| 14 | 11557 | 13 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Plaza Chick | 78 | 89 |
| 15 | 11557 | 14 | Lomas Verdes | Norte-Sur | Lomas Verdes-Convenciones | 78 | 96 |
| 16 | 11557 | 15 | El Molinito | Norte-Sur | San Luis-Molinito | 102 | 14 |
| 17 | 11557 | 16 | Mega | Norte-Sur | Naucalpan-Tlalnepantla | 78 | 77 |
| 18 | 11557 | 17 | El Molinito | Norte-Sur | Río Hondo-Toreo | 145 | 12 |
| 19 | 11557 | 18 | Mega | Norte-Sur | Tlalnepantla-Naucalpan | 78 | 102 |
| 20 | 11557 | 19 | Primer de Mayo | Norte-Sur | Gustavo Baz-Periféfico | 45 | 8 |
| 21 | 11557 | 20 | San Mateo - Nopala | Norte-Sur | San Mateo - Nopala | 45 | 8 |
| 22 | 11557 | 21 | Vallarta | Norte-Sur | Naucalpan -Tlalnepantla | 145 | 48 |
| 23 | 11557 | 22 | 16 de Septiembre | Sur-Norte | Toreo-San Bartolo | 77 | 89 |
| 24 | 11557 | 23 | Calzada de las Armas | Sur-Norte | Echegaray-Azcapotzalco | 88 | 85 |

Figura 4.31. Pantalla de Visualización de la información importada a la base de datos.

Ya que se importaron todos los archivos para fuentes móviles se prosigue a generar los reportes correspondientes para cada una de las fuentes. En la Figura 4.31 se muestra la pantalla en donde se debe de inicializar los reportes y en la Figura 4.32 muestra la pantalla donde el usuario podrá seleccionar el reporte que quiera para cada una de las fuentes.

4.2.3. Reportes de Emisiones.

En esta sección de reportes se generan los reportes de emisiones para fuentes fijas y fuentes móviles. En la sección de fuentes fijas, los reportes incluyen las opciones de presentar desde información general de la industria hasta el cálculo de emisiones de la misma y con ello generar un inventario de emisiones.

En la sección de fuentes móviles se realiza un cálculo interno de las emisiones lo cual muestra la información generada de los cálculos totales de las emisiones y del cálculo por tipo de vehículo con la cual se podrá generar un inventario de emisiones para fuentes móviles.



Figura 4.32. Pantalla de inicialización de reportes.

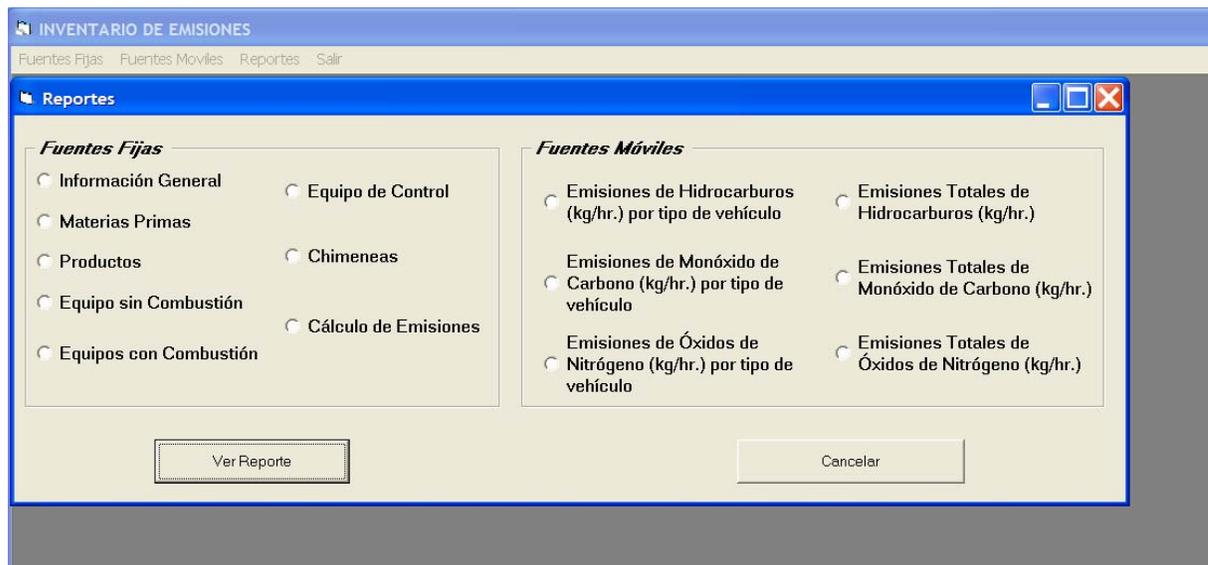


Figura 4.33. Pantalla principal para la selección de reportes de las fuentes fijas y móviles.

- **Información General** este reporte muestra toda la información general de las industrias que se capturaron.
- **Materias Primas** muestra todo lo relacionado con las materias primas capturadas para cada una de las industrias

- **Productos** es un reporte que muestra todo lo referente a los productos capturados desde la base de datos de todas las industrias que se encuentren en la base de datos.
- **Equipos sin Combustión** muestra todo lo relacionado con los equipos capturados para todas las industrias registradas en la base de datos.
- **Equipos con Combustión** es un reporte que contienen todos lo referente a los equipos de combustión capturados para cada industria.
- **Equipos de Control** muestra todo lo relacionado a los equipos su eficiencia para cada industria.
- **Chimeneas** este reporte presenta todo lo relacionado con las chimeneas que se capturaron para cada industria.
- **Cálculo de Emisiones** este reporte muestra el nombre de las industrias, el responsable técnico, el combustible y el cálculo de las emisiones reportadas en toneladas por año de las industrias. Presenta la suma total de cada uno de los contaminantes en toneladas por año.

Las Figuras 4.34., 4.35. y 4.36 se muestran algunos ejemplos de los reportes para las fuentes fijas.

| CLAVE | SECTOR | CMAP | NAICS | CA | JURISD. | ESTABLECIMIENTO | DIR. | C.P. | MUNICIPIO | LAT. | LON. | TEL. | INIC. OPERA. | INIC. CAPT. | NUM. EMP. | NUM. OPER. | HR. DIA |
|-------|--|--------|-------|----|---------|--|---|-------|----------------|------|------|---------|--------------|-------------|-----------|------------|---------|
| 1 | PETROQUIMICA Y FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS | 351231 | 325 | 5N | F | AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR S.A. DE C.V. | KM 17 CARR. ANTIG. COATZACOAL COS. MINATITLAN | 96340 | COSOLEACA QUE | 18 | 94 | 9867452 | 01/01/1975 | 2000 | 45 | 367 | 8 |
| 2 | OTRAS INDUSTRIAS | S/C | 325 | MB | F | ALBRIGHT & WILSON TROY DE MEXICO, S.A. DE C.V. | 5 Y 12 COMPLEJO INDUSTRIAL PAJARITOS | 96800 | COATZACOA LCOS | 19 | 30 | 9895200 | 01/01/1900 | 2000 | 45 | 67 | 24 |

Figura 4.34. Reporte de la información general de las Industrias.

REPORTE DE EQUIPO CON COMBUSTIÓN

| CLAVE | NÚM. DE PROCESO | NÚM. IDEN. DE PROCESO | NÚM. PUNTO EMISOR DEL PROCESO | NOMBRE DEL EQUIPO | CAPACIDAD | UNIDAD | COMBUSTIBLE | CANTIDAD | UNIDAD | DIAS DE OPERACIÓN |
|-------|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------|------------|----------------------|-------------|------------|-------------------|-------------------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | HORNO | 234.00 | Kilogramo por año | Diesel | 457.00 | Kilogramo por año | 35.00 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | QWF67 | 236.00 | Pies cúbicos por año | Diesel | 9,478.00 | Partes por millon | 24.00 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | JKHG75 | 264,855.00 | Mm Hg | Diesel | 273,465.00 | Toneladas por mes | 24.00 |

Figura 4.35. Reporte de la información para los equipos con combustión.

REPORTE DE EMISIONES

EMISIONES REPORTADAS EN TON/AÑO

| NOMBRE DE LA INDUSTRIA | RESPONSABLE TÉCNICO | COMBUSTIBLE | NOx | HC | CO | SOx | PM |
|--|---------------------------|-------------|---------------|---------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| AGROFERMEX INDUSTRIAL DEL SUR | ING. NICOLAS PEREZ MARCIN | Diesel | 0.0000 | 0.0000 | 124,564.3838 | 0.0000 | 0.0000 |
| ALBRIGHT & WILSON TROY DE MEXICO, S.A. | ING. MIGUEL MENDEZ MENDEZ | Diesel | 0.0000 | 180,404.7924 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| ALBRIGHT & WILSON TROY DE MEXICO, S.A. | ING. MIGUEL MENDEZ MENDEZ | Diesel | 0.0000 | 0.0000 | 1,968,948.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| TOTAL: | | | 0.0000 | 180,404.7924 | 2,093,512.3838 | 0.0000 | 0.0000 |

Figura 4.36. Reporte General de la información del cálculo de las emisiones.

En la pantalla donde se deben de seleccionar los reportes se presentan otros reportes los cuales pertenecen a las Fuentes Móviles. En los reportes para fuentes móviles se muestran los cálculos obtenidos de la información importada y muestran las emisiones por cada uno de los contaminantes y por tipo de vehículo. Dichos reportes también presentan las emisiones totales para cada contaminante en Kilogramos/hora (kg/h). En las Figuras 4.37 y 4.38 se dan algunos ejemplos de los reportes generados para dicha fuente.

EMISIONES POR HORA kg/hr. DE HIDROCARBUROS

| CLAVE | VIALIDAD | HORA | SEGMENTO | VEHICULO | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO | DO |
|-------|--------------|------|---------------------------|---------------|----------------------|-------------|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|----|
| 11557 | Lomas Verdes | 1 | Lomas Verdes-Convenciones | autobuses | 433,026.48 | 0.00 | 0.00 | 433,026.48 | 357,331.42 | 357,331.42 | |
| | | | | | 433,026.48 | 0.00 | 0.00 | 433,026.48 | 357,331.42 | 357,331.42 | |
| | | | | | 433,026.48 | 0.00 | 0.00 | 433,026.48 | 357,331.42 | 357,331.42 | |
| | | | | | 433,026.48 | 0.00 | 0.00 | 433,026.48 | 357,331.42 | 357,331.42 | |
| | | | | | 436,312.54 | 0.00 | 0.00 | 436,312.54 | 360,043.06 | 360,043.06 | |
| | | | | | 436,312.54 | 0.00 | 0.00 | 436,312.54 | 360,043.06 | 360,043.06 | |
| | | | | | 436,312.54 | 0.00 | 0.00 | 436,312.54 | 360,043.06 | 360,043.06 | |
| | | | | | 436,312.54 | 0.00 | 0.00 | 436,312.54 | 360,043.06 | 360,043.06 | |
| | | | | | 454,060.20 | 0.00 | 0.00 | 454,060.20 | 374,688.35 | 374,688.35 | |
| | | | | | 454,060.20 | 0.00 | 0.00 | 454,060.20 | 374,688.35 | 374,688.35 | |
| | | | | | 454,060.20 | 0.00 | 0.00 | 454,060.20 | 374,688.35 | 374,688.35 | |
| | | | | | 454,060.20 | 0.00 | 0.00 | 454,060.20 | 374,688.35 | 374,688.35 | |
| | | | | | 446,466.24 | 0.00 | 0.00 | 446,466.24 | 368,421.85 | 368,421.85 | |
| | | | | | 446,466.24 | 0.00 | 0.00 | 446,466.24 | 368,421.85 | 368,421.85 | |
| | | | | | 446,466.24 | 0.00 | 0.00 | 446,466.24 | 368,421.85 | 368,421.85 | |
| | | | | | 446,466.24 | 0.00 | 0.00 | 446,466.24 | 368,421.85 | 368,421.85 | |
| | | | | | 474,657.46 | 0.00 | 0.00 | 474,657.46 | 391,685.11 | 391,685.11 | |
| | | | | | 474,657.46 | 0.00 | 0.00 | 474,657.46 | 391,685.11 | 391,685.11 | |
| | | | | | 474,657.46 | 0.00 | 0.00 | 474,657.46 | 391,685.11 | 391,685.11 | |
| | | | | | 474,657.46 | 0.00 | 0.00 | 474,657.46 | 391,685.11 | 391,685.11 | |
| | | | | TOTAL: | 24,394,711.26 | 0.00 | 0.00 | 24,394,711.26 | 20,130,401.38 | 20,130,401.38 | |
| 11557 | Lomas Verdes | 2 | Lomas Verdes-Convenciones | autobuses | 1,151,115.41 | 0.00 | 0.00 | 1,151,115.41 | 1,389,748.4' | 1,389,748.4' | |
| | | | | | 1,151,115.41 | 0.00 | 0.00 | 1,151,115.41 | 1,389,748.4' | 1,389,748.4' | |
| | | | | | 1,151,115.41 | 0.00 | 0.00 | 1,151,115.41 | 1,389,748.4' | 1,389,748.4' | |
| | | | | | 1,151,115.41 | 0.00 | 0.00 | 1,151,115.41 | 1,389,748.4' | 1,389,748.4' | |
| | | | | | 1,151,115.41 | 0.00 | 0.00 | 1,151,115.41 | 1,389,748.4' | 1,389,748.4' | |
| | | | | | 1,138,889.76 | 0.00 | 0.00 | 1,138,889.76 | 1,374,988.3' | 1,374,988.3' | |
| | | | | | 1,138,889.76 | 0.00 | 0.00 | 1,138,889.76 | 1,374,988.3' | 1,374,988.3' | |

Figura 4.37. Reporte de las emisiones por hora para un contaminante y por tipo de vehículo.

| CLAVE | VIALIDAD | HORA | LUNES | MARTES | MIERCOLES | JUEVES | VIERNES | SABADO | DOMI |
|-------|--------------|------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------|
| 11557 | Lomas Verdes | 1 | 200,543,468.58 | 167,397,376.53 | 0.00 | 216,740,850.51 | 97,731,155.31 | 279,261,843.32 | 68,675, |
| 11557 | Lomas Verdes | 2 | 261,713,127.66 | 152,874,081.88 | 0.00 | 241,273,565.63 | 191,446,609.81 | 309,507,140.65 | 42,690, |
| 11557 | Lomas Verdes | 3 | 173,017,736.10 | 180,020,039.37 | 0.00 | 183,007,537.83 | 167,297,507.51 | 290,810,267.46 | 61,131, |
| 11557 | Lomas Verdes | 4 | 107,437,195.03 | 177,035,437.69 | 79,633,969.06 | 110,310,553.84 | 242,051,902.64 | 244,750,533.84 | 52,330, |
| 11557 | Lomas Verdes | 5 | 73,552,289.12 | 87,518,926.01 | 70,529,499.59 | 0.00 | 200,413,626.71 | 129,884,127.12 | 91,269, |
| 11557 | Lomas Verdes | 6 | 22,496,322.89 | 0.00 | 72,526,361.29 | 0.00 | 72,526,361.29 | 0.00 | 0.00 |
| 11557 | Lomas Verdes | 7 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11557 | Lomas Verdes | 8 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11557 | Lomas Verdes | 9 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11557 | Lomas Verdes | 10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11557 | Lomas Verdes | 11 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11557 | Lomas Verdes | 12 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 11557 | Lomas Verdes | 13 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Figura 4.38. Reporte de las emisiones totales para un contaminante en kg/h.

4.2.4. Generación de Archivos en diferentes formatos para cada fuente.

En las pantallas de los reportes, existe en la parte superior izquierda unas herramientas para que el usuario pueda tener la información como mejor le convenga por lo que se muestra en la Figura 4.39.



Figura 4.39. Herramientas de los reportes.

La **impresora** es para que el usuario pueda imprimir su información generada. El **sobre con una flecha roja** es para que se pueda guardar la información en cualquier otro formato por ejemplo en

xls., txt, etc. y se muestra en las Figuras 4.40 y 4.41. El **rayo amarillo** es para que se actualice la información en los reportes.



Figura 4.40. Ejemplo para guardar la información con diferente extensión.

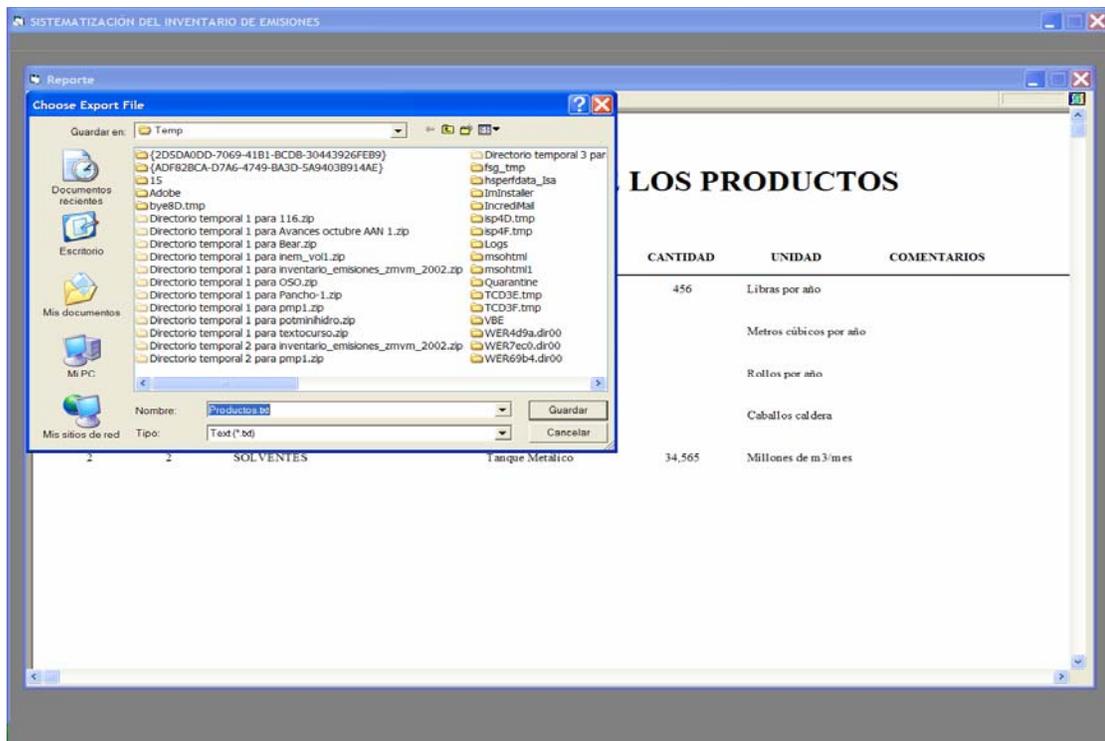


Figura 4.41. Ejemplo para guardar la información con diferente extensión y una unidad determinada.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se obtuvo un sistema cliente/servidor que integra, calcula y reporta un inventario de emisiones para fuentes fijas y fuentes móviles. Con este sistema se disminuye el tiempo de realización del inventario de emisiones de contaminantes a la atmósfera. Al realizar este sistema se obtuvieron unas bases de datos relacionales, las cuales almacenan toda la información capturada, importada y calculada de las emisiones, esto ayuda a realizar un control de calidad en la información disminuyendo la incertidumbre que pueda existir en la información.

El sistema contiene una validación cuando el usuario está capturando la información para fuentes fijas. Esto ayuda a disminuir los errores al guardarlos en la base de datos y evita incertidumbre en los datos calculados para la creación del inventario de emisiones.

Al tener un sistema cliente/servidor se tiene un control de toda la información guardada en la base de datos, debido a que al tener varios usuarios capturando la información necesaria para la creación de un inventario de emisiones, para cada una de las fuentes, será de forma rápida la generación del inventario y al tener la información en una sola máquina se disminuye la incertidumbre de errores de captura en la información.

Se obtuvo un sistema amigable el cual puede ser utilizado para cualquier identidad federativa con el objetivo de generar un inventario de emisiones a la atmósfera, por lo que también puede crecer hacia un Registro de Emisiones de Transferencia de Contaminantes (RETC).

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar la integración de las fuentes de área y las fuentes biogénicas con el propósito de tener un sistema totalmente completo y amigable. Esto ayudaría a que los usuarios de cada una de las fuentes tuviesen toda la información completa en una sola base de datos. Con la finalidad de realizar programas de calidad del aire, modelación y gestión ambiental en un corto tiempo involucrando la información de las cuatro fuentes.

Es necesario realizar un diagrama de operación y funcionamiento dentro del sistema para fuentes fijas ya que con ello el usuario podrá visualizar mejor sus procesos en la industria que este capturando.

Debido a que este sistema se hizo cliente/servidor es necesario que se realice una conexión a alguna página WEB. Esto es para que este sistema y toda la información que integra la base de datos este disponible en toda la república mexicana. Así los estados puedan estar capturando información al mismo tiempo realizando inventarios de emisiones nacionales, donde la información estará disponible para los programas de calidad del aire nacionales. Una vez que se realice esto será necesario que la información lleve otro tipo de validación y control de calidad de la misma, y un nuevo análisis debido a que sería demasiada información para un solo servidor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] ALBERT, L. *Toxicología ambiental*. CPEHS, OPS, OMS, Limusa S.A. de C.V., 1990. 85 p.
- [2] ASOCIACIÓN DE GOBERNADORES DEL OESTE DENVER, COLORADO Y EL COMITÉ ASESOR BINACIONAL, *Manuales del programa de inventarios de emisiones de México. Vol.IV Desarrollo del inventario de fuentes puntuales*. Radian International LLC. 1997.
- [3] ASOCIACIÓN DE GOBERNADORES DEL OESTE DENVER, COLORADO Y EL COMITÉ ASESOR BINACIONAL, *Manuales del programa de inventarios de emisiones de México. Vol.VI Desarrollo del inventario de emisiones de vehículos automotores*. Radian International LLC. 1997.
- [4] ÁVILA T. C. *Preparación de un inventario de emisiones de la zona metropolitana de Guadalajara con fines de modelación fotoquímica*. Tesis de licenciatura. UAM. 1998.
- [5] BRAVO, H. *La Contaminación del Aire en México*. Universo Veintiuno. Primera edición. 1987. 28-30, 114-123 p.
- [6] CARTER, P. L. William. *Development of ozone reactivity scales for volatile organic compound*. USEPA, Riverside CA. 1991.
- [7] CHOW C. J. et, al. *Megacities and Atmospheric Pollution*. Journal of the Air & Waste Management Association. 2004, Vol. 54, p. 1226-1235.
- [8] COMISIÓN AMBIENTAL METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (CAM). *Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010*. México D.F., Comisión Ambiental Metropolitana, 2003. 386 p.

- [9] COMISIÓN AMBIENTAL METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO (CAM). *Inventario de emisiones a la atmósfera en la ZMVM, 2000*. México D.F., Comisión Ambiental Metropolitana, 2004. 360 p.
- [10] COMISIÓN PARA LA COOPERACIÓN AMBIENTAL (CCA). *Aumento de la Comparatibilidad de los Inventarios de Emisiones Atmosféricas en Canadá, Estados Unidos y México*. Environmental economics. 2001.
- [11] COOPER, C. D., ARBRANDT M. Mobile source emission inventories-Monthly or Annual average inputs to MOBILE6. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2004, Vol. 54, p. 1006-1010.
- [12] Eastern Research Group, Inc. (ERG) Sacramento, California. *Inventario Nacional de Emisiones de México, 1999*. 2005. 3-4 – 3-5 p.
- [13] EIIP, Residential Wood Combustion. Volumen III capítulo . Versión final revisado *Emission Inventory Improvement Program Area Source Committee*. Enero http://www.epa.gov/ttn/chief/eiip/techreport/volume03/iii02_apr2001.pdf. 2001a.
- [14] EPA. *Handbook for Criteria Pollutant Inventory Development: A beginner's Guide for point and Area Sources*. EPA-454/R-99-037. 1999.
- [15] EPA. *National Air Pollutant Emission Trends: 1990–1998*. Office of Air Quality, Planning and Standards, US Environmental Protection Agency. EPA-454/R-00-002. 2000a.
- [16] EPA. *The 1999 National Emission Inventory Preparation Plan*. US Environmental Protection Agency. 2001a
- [17] EPA. *The Inventory of US Greenhouse Gas Emission and Sinks: 1990–1999*. US EPA 236-R-01-001. 2001b.
- [18] EPA. *Air Quality System*. US. Environmental Protection Agency. 2004. 1-106 p.

- [19] FINLAYSON, B.J. and Pitts J.N. *Atmospheric Chemistry*. John Wiley and Sons. 1996. 26-27 y 610-621 p.
- [20] INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES Y WESTERN GOVERNORS ASSOCIATIONS. *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. INE-SEMARNAT. 2005.
- [21] INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA. (INE) *Vol. II Fundamentos del programa de inventarios de emisiones para México*. INE. 2001.
- [22] INVENTARIO DE FUENTES DE ÁREA (IFA). *Precursores de Ozono y Monóxido de Carbono para la Zona Metropolitana de la Ciudad del México*. Departamento del Distrito Federal, Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación. Red Automática de Monitoreo Atmosférico – RAMA. Subdirección de Inventario de Emisiones. 1995.
- [23] JESSE L. *et, al.* GIS-Integrated Emissions Inventory Software Solution. Lakes Environmental Consultants Inc. 2003, p. 1-10.
- [24] KORC. M. *Monitoreo de la calidad del aire en América Latina*. Asesor en Contaminación del Aire, CEPIS. División de Salud y Ambiente. 1999.
- [25] MOBLEY, J. D. and CADLE H. S. Innovative Methods for Emission Inventory Development and Evaluation: Workshop Summary. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2004, Vol. 54, p. 1422-1439.
- [26] MOLINA J. M. and MOLINA T. L. Megacities and Atmospheric Pollution. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2004, Vol. 54, p. 644-680.
- [27] RHONDA L. T. *A Demonstration of the Quality Assurance (QA) software*. Developed for the National Emission Inventory (NEI). U.S. Environmental Protection Agency. 1999.

- [28] RIVEROS, J. H., ARRIAGA, J. L. and TEJEDA, J. Ozone and Its Precursors in the Atmosphere of Mexico City. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 1998, Vol. 48, p. 866-871.
- [29] RUÍZ, L. G., *et. al. Atmospheric Environmental*. 1993. 27A: 405-425 p.
- [30] SEMARNAP y SECRETARIA DE SALUD Y EL GOBIERNO DE ESTADO DE MÉXICO. *Programa para mejorar la Calidad del Aire en el Valle de México. 1995-2000*. SEMARNAP. 1996.
- [31] STERN, A.C., BOUBEL, R.W. *Fundamental of Air Pollution*. Second Edition. Academic Press, Inc. 1973.
- [32] STOCKWELL, R. W. *Mechanisms for Air Quality Modeling*. Desert Research Institute. Reno, NV 89512-1095, USA, 2000.
- [33] U.S. EPA. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors-Volume I: Stationary Point and Area Sources, Fifth Edition, AP-42*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standard. Research Triangle Park, North Carolina. 1995.
- [34] WILLIAMSON, J.S. *Fundamentals of Air Pollution*. Addison Wesley Publishing Company. 1973.

ANEXO A

FACTORES DE EMISIÓN PARA FUENTES FIJAS

| BOILERS > 100 millones de Btu/hr | | | | | | | | | | |
|--|---|--------------------|--------------------|-----------------------|-----------|--|--------------------------|---------------|--------------|-----------|
| KG/UNIDAD | | | | | | | | | | |
| COMBUSTIBLE | TIPO DE QUEMADOR | PM-10 | PM-2.5 | SO₂ | CO | NO_x (NO₂) | COT'S^c | METANO | COTNM | Pb |
| | | S/C | S/C | | | | | | | |
| COMBUSTOLEO PESADO (N° 6 oil fired) | NORMAL (10100401) | 0.79296(S)+0.29196 | 0.57792(S)+0.19092 | 18.84S | 0.6 | 5.64 | 0.1248 | 0.0336 | 0.0912 | 0.0001812 |
| COMBUSTOLEO LIGERO (N° 5 oil fired) | NORMAL (10100401) | 0.8496 | 0.6192 | | | 5.64 | 0.1248 | 0.0336 | 0.0912 | |
| GASOLEO (N°4 oil fired) | NORMAL (10100401) | 0.59472 | 0.43344 | 18 S | | 5.64 | | | | ND |
| DIESEL (N°2 oil fired) | (1-01-005-01), (1-02-005-01), (1-03-005-01) | ND | ND | 17.04S | | 2.88 | ND | ND | ND | |

| COMBUSTIBLE | TIPO DE CONTROL | PM10 ó PM2.5 | SOX (SO2) | CO | NOX | COT | METANO | COV | Pb | COTNM |
|--|------------------------|---------------------|------------------|-----------|------------|------------|---------------|------------|-----------|--------------|
| KG/UNIDAD | | | | | | | | | | |
| GAS NATURAL (1-01-006-01, 1-01-006-04) | SIN CONTROL | 121.6 | 9.6 | 1344 | 3760 | 176 | 36.8 | 88 | 8.00E-03 | 139.2 |

| BOILERS < 100 millones de BTU/hr | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|-----|-----|---------|---------|--------|-----------|
| KG/UNIDAD | | | | | | | | | | |
| COMBUSTIBLE | | PM-10 | PM2.5 | SO2 | CO | NOX | COT | METANO | COTNM | Pb |
| | | S/C | S/C | | | | | | | |
| COMBUSTOLEO PESADO (N° 6 oil fired) | 1-02-004-01/02/03 | 0.963648S+0.318348 | 0.627648S+0.207348 | 18.84S | 0.6 | 6.6 | 0.1536 | 0.12 | 0.0336 | 0.0001812 |
| COMBUSTOLEO LIGERO (N° 5 oil fired) | 1-02-004-04 | 1.03248 | 0.6724 | | | | | | | ND |
| GASOLEO (N° 4 Oil fired) | 1-02-005-04 | 0.722736 | 0.470736 | 18S | | 2.4 | 0.03024 | 0.00624 | 0.024 | |
| DIESEL (Distillate oil fired) | 1-02-005-01/02/03 | 0.12 | 0.03 | 17.04S | | | | | | |

| COMBUSTIBLE | TIPO DE CONTROL | PM10 ó PM2.5 | SOX (SO2) | CO | NOX | COT | METANO | COV | Pb | COTNM |
|-------------|-----------------|--------------|-----------|-------|------|-------|--------|-----|----------|-------|
| KG/UNIDAD | | | | | | | | | | |
| GAS NATURAL | SIN CONTROL | 121.6 | 9.6 | 1344 | 1600 | 176 | 36.8 | 88 | 8.00E-03 | 139.2 |
| | | | | | | | | | | |
| | | PM10 | SOX (SO2) | CO | NOX | COT | METANO | COV | Pb | COTNM |
| GAS L.P. | BUTANO | 0.072 | 0.0108S | 0.432 | 2.52 | 0.072 | 0.024 | NE | NE | 0.048 |
| | PROPANO | 0.072 | 0.012S | 0.384 | 2.28 | 0.06 | 0.024 | NE | NE | 0.036 |

| EMISIONES PARA BOILERS > 100 millones de Btu/hr | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------------------|-------|--------|--------|-----------------|-------|------------------------------------|--------------------|--------|--------|----------|
| TONELADAS | | | | | | | | | | | | |
| COMBUSTIBLE | UNIDAD | CANTIDAD QUEMADA | % S | PM-10 | PM-2.5 | SO ₂ | CO | NO _x (NO ₂) | COT'S ^c | METANO | COTNM | Pb |
| | | | | S/C | S/C | | | | | | | |
| COMBUSTOLEO PESADO (N° 6 oil fired) | m ₃ quemados | 5,000.00 | 4.000 | 17.319 | 12.513 | 376.800 | 3.000 | 28.200 | 0.624 | 0.168 | 0.456 | 0.000906 |
| COMBUSTOLEO LIGERO (N° 5 oil fired) | m ₃ quemados | 1,000.00 | 3.600 | 0.850 | 0.619 | 67.824 | 0.600 | 5.640 | 0.125 | 0.034 | 0.0912 | |
| GASOLEO (N°4 oil fired) | m ₃ quemados | 1,000.00 | 1.490 | 0.595 | 0.433 | 26.820 | 0.600 | 5.640 | 0.125 | 0.034 | 0.0912 | ND |
| DIESEL (N°2 oil fired) | m ₃ quemados | 1,000.00 | 0.300 | ND | ND | 5.112 | 0.600 | 2.880 | ND | ND | ND | |

| COMBUSTIBLE | UNIDAD | CANTIDAD QUEMADA | PM10 ó PM2.5 | SOX (SO2) | CO | NOX | COT | METANO | COV | Pb | COTNM | |
|--|-----------------------------------|------------------|------------------|-----------|----------|----------|---------|--------|--------|-------|---------|--|
| GAS NATURAL (1-01-006-01, 1-01-006-04) | millón de m ₃ quemados | 1,000.00 | KG/UNIDAD | | | | | | | | | |
| | | | 121.600 | 9.600 | 1344.000 | 3760.000 | 176.000 | 36.800 | 88.000 | 0.008 | 139.200 | |

| EMISIONES PARA BOILERS < 100 millones de BTU/hr | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| TONELADA S | | | | | | | | | | | | |
| COMBUSTIBLE | UNIDAD | CANTIDAD QUEMADA | % S | PM-10 | PM2.5 | SO2 | CO | NOX | COT | METANO | COTNM | Pb |
| | | | | S/C | S/C | | | | | | | |
| COMBUSTOLEO PESADO (N° 6 oil fired) | m ₃ quemados | 1,000.00 | 3.600 | 3.787 | 2.467 | 67.824 | 0.600 | 6.600 | 0.154 | 0.120 | 0.034 | 0.000 |
| COMBUSTOLEO LIGERO (N° 5 oil fired) | m ₃ quemados | 1,000.00 | 3.600 | 1.032 | 0.672 | 67.824 | 0.600 | 6.600 | 0.154 | 0.120 | 0.034 | ND |
| GASOLEO (N° 4 Oil fired) | m ₃ quemados | 1,000.00 | 1.490 | 0.723 | 0.471 | 26.820 | 0.600 | 2.400 | 0.030 | 0.006 | 0.024 | |
| DIESEL (Distillate oil fired) | m ₃ quemados | 405.50 | 0.300 | 0.049 | 0.012 | 2.073 | 0.243 | 0.973 | 0.012 | 0.003 | 0.010 | |

| COMBUSTIBLE | UNIDAD | CANTIDAD QUEMADA | % S | PM10 ó PM2.5 | SOX (SO2) | CO | NOX | COT | METANO | COV | Pb | COTNM |
|------------------|-----------------------------------|------------------|------------------------|--------------|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|--------------|
| KG/UNIDAD | | | | | | | | | | | | |
| GAS NATURAL | millón de m ₃ quemados | 0.73 | | 0.089 | 0.007 | 0.978 | 1.165 | 0.128 | 0.027 | 0.064 | 0.000 | 0.101 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | gr/100 ft ³ | PM10 | SOX (SO2) | CO | NOX | COT | METANO | COV | Pb | COTNM |
| GAS L.P. | m ₃ quemados | 784.00 | 0.004 | 0.056 | 0.000 | 0.339 | 1.976 | 0.056 | 0.019 | NE | NE | 0.038 |
| | m ₃ quemados | 1,176.00 | 0.004 | 0.085 | 0.000 | 0.452 | 2.681 | 0.071 | 0.028 | NE | NE | 0.042 |

ANEXO B

REQUERIMIENTOS DE CÓMPUTO NECESARIOS PARA INSTALAR EL SISTEMA.

Con base en lo anteriormente descrito para el sistema es necesario contar con un equipo de cómputo para que el usuario pueda instalar y acceder al sistema y un servidor para el almacenamiento de la información en la base de datos. Para ilustrar con mayor claridad estos requerimientos, se puede ejemplificar puntualmente la demanda de recursos de cómputo que implica la instalación y operación del sistema para el inventario de emisiones.

- Una PC o PC's con Microsoft Windows XP Home Edition original, también se puede tener en Laptops
- Un procesador como mínimo con 256KB de caché L2, 2.53GHz, 533MHz FSB
- Se requiere tener como mínimo 250MB DDR2 compartida de memoria RAM
- Se requiere como mínimo 10GB de disco duro
- Se requiere de un CD-RW 48x, audio integrado, Modem 56K, Ethernet 10/100

Para el servidor que almacena la información en la base de datos de requiere de lo siguiente:

- Un equipo con Microsoft SQL Server Standard Edition y Microsoft Windows XP Home Edition
- Un procesador como mínimo 2MB de caché L2, 3GHz, 800MHz FSB
- Se requiere como mínimo 80GB de disco duro
- Se requiere como mínimo 512MB de Memoria ECC DDR2-533MHz, un CD-ROM 48x, puerto de red Gigabit 10/100/1000

Para la instalación de este software se recomienda ver el Anexo C.

ANEXO C

INSTALACIÓN DE MICROSOFT SQL SERVER 2000

Es recomendable que se tenga una persona que sea quien administre el servidor que contenga la base de datos y de preferencia que sepa de administración de base de datos, la cual debe de estar en una sola máquina.

Como primer paso se debe de tener el Microsoft SQL Server 2000 Personal Edition, una vez insertado el CD aparecerá un pantalla donde muestra la opción de **componentes de SQL Server 2000** se aprieta esa opción con la cual aparecerá otra ventana con la opción de **instalar servidor de base de datos**. Una vez ejecutado lo anterior aparecerá una ventana donde dice: **Asistente para la instalación de Microsoft SQL Server** y se le da siguiente, aparecerá una ventan llamada: **Nombre del equipo** donde solo se debe seleccionar equipo local y se le da siguiente, aparecerá una ventana llamada **selección de instalación** donde se debe de seleccionar la opción de **crear una nueva instancia de SQL Server** o **instalar herramientas cliente** y se da siguiente, después sigue una pantalla la cual se llama **información del usuario**, en la cual aparece por default el nombre del usuario de donde se abrió la sesión de Windows es recomendable dejarlo así y darle siguiente, después aparecerá una pantalla donde se pide el número de licencia del Software una vez tecleado se da siguiente y aparece una pantalla de **contrato de licencia del software** en donde se dan dos opciones en la cual debe escoger la que dice **si se acepta** y se pasa a la siguiente pantalla que se llama **definición de instalación** donde se debe de seleccionar **herramientas cliente y servidor** y se le da siguiente, aparece una pantalla que se llama **nombre de instancia**, en la cual se debe de desactivar la casilla donde dice **predeterminada** y se activa el campo donde se debe de poner el **nombre de esa instancia** (Por ejemplo un nombre donde se pueda distinguir y nombrar el servidor de la base de datos) y se le da siguiente y aparece una pantalla llamada **tipo de instalación** se recomienda seleccionar la **típica** y se le da siguiente, en la cual aparecerá una ventana llamada **cuentas de servicios** se recomienda seleccionar **utilizar la misma cuenta para cada servicio**, en donde dice **iniciar automáticamente el servicio SQL Server** y en la parte donde esta **configuración del servicio** seleccionar la opción de **utilizar la cuenta del sistema local** y se le da siguiente, aparecerá una

ventana llamada **modo de autenticación** en la cual se pide que elija el **modo de autenticación** y se recomienda seleccionar **modo mixto (Autenticación de Windows y Autenticación de SQL Server)** en la cual se agrega la contraseña para el inicio de sesión **sa**: donde el usuario será **sa** y la contraseña la que usted seleccione, una vez escrita la contraseña se da siguiente y empieza a instalar todo lo necesario para la creación de la base de datos. Una vez instalado se debe probar en **administrador de servicios de SQL Server** se aprieta el botón de **iniciar** a continuación se debe de checar que la base de datos este conectada si no se desinstala la base de datos y se vuelve a generar siguiendo los pasos anteriores. Una vez en ejecución la base de datos se prosigue a ejecutar al **administrador corporativo** en donde aparece la **raíz de la consola** se selecciona y se le da doble clic donde aparece **servidores Microsoft SQL Server**, después **grupo de SQL Server** después se encuentra **el nombre de la base de datos (Path)** ahí se da doble clic y aparecerá una carpeta llamada **bases de datos** en la cual se debe de dar clic derecho y se selecciona el generar una base de datos que para este sistema se recomienda nombrar una como **FuentesFijas** y la otra **FuentesMoviles**, una vez generadas se le dan los permisos correspondientes en **propiedades**. Se recomienda generar un usuario para la bases que se crearon por lo que se pasa a la carpeta de **seguridad** donde se le da clic derecho y se da **nuevo inicio de sesión** donde se crea el **usuario: Fuentes** con un **password: Emisiones**. Una vez creadas las bases de datos y el usuario de fuentes se debe de entrar a la instancia de **analizador de consultas** donde se prosigue a visualizar e instalar los scripts de las bases de datos en donde se copian y se pegan en la **instancia** y se ejecutan para checar que no exista ningún error y se debe de revisar las vistas, tablas etc. Se deberá de revisar los permisos de **dbo_owner**, **dbo_public** en cada base de datos del usuario fuentes.

Una vez instalado, revisado y ejecutadas las bases de datos se prosigue a hacer las cargas de los catálogos para cada una de las bases de datos y para cada una de las tablas que sean catálogos. Esto es en la instancia de **administrador corporativo** donde se le da doble clic a la **base de datos** que se desea subir los catálogos una vez abierta se va a la parte de **tablas** y se selecciona una de las tablas que son catálogos, una vez selecciona se le da clic derecho y se selecciona **todas las tareas**, en la cual aparece un menú donde se debe de seleccionar el de **importar datos**, aparecerá una pantalla llamada **DTS importar/exportar wizard** el cual se le da siguiente y parecerá otra pantalla donde se desea **seleccionar los datos a cargar**, en el campo de **fuentes de datos**, se busca y se selecciona **Microsoft Excel 97-2000 (este depende del que se tenga mas reciente)** y aparecerá un campo que se llama **nombre del archivo** donde se aprieta el botón y se

buscan los archivos que se le otorgan al usuario en una carpeta llamada **catálogos** y se selecciona el catálogo que se desea subir (Por ejemplo, el de Almac) y se le da siguiente, donde aparecerá una pantalla de **destinatario** donde muestra en que **ruta**, a que **servidor** y a que **usuario** va a anexar la información del catálogo, se le da siguiente y se empezará a ejecutar la importación.

Una vez realizado lo anterior se recomienda revisar el archivo que se genera en la carpeta de **Windows** el archivo **Inventario.ini**, en el cual se debe de checar el **nombre del servidor de las bases de datos, los usuarios y passwords** que se encuentran en el archivo, es fundamental para que se le de la flexibilidad correspondiente de cambiar y ejecutar las bases de datos en cualquier red.

ANEXO D

CATÁLOGO DE LA CLAVE AMBIENTAL CON RESPECTO A LA CMAP Y SU SUBSECTOR.

| CA | NAICS | CMAP99 | DESCRIPCION |
|----|-------|--------|---|
| 10 | | 220011 | EXTRACCION DE PETROLEO Y GAS NATURAL |
| MH | | 220021 | TRANSPORTACION POR DUCTOS DE PETROLEO CRUDO |
| MI | | 220022 | TRANSPORTACION POR DUCTOS DE GAS NATURAL Y OTROS TIPOS DE GASES |
| 11 | | 231000 | MINERIA DE HIERRO |
| 12 | | 232011 | MINERIA DE ORO |
| MJ | | 232012 | MINERIA DE PLATA |
| 15 | | 232021 | MINERIA DE COBRE Y NIQUEL |
| 14 | | 232022 | MINERIA DE ZINC Y PLOMO |
| 17 | | 232023 | MINERIA DE MANGANESO |
| 13 | | 232024 | MINERIA DE MERCURIO Y ANTIMONIO |
| MK | | 232029 | MINERIA DE OTROS MINERALES METALICOS NO FERROSOS |
| 1B | | 291023 | EXTRACCIÓN Y/O BENEFICIO DE CAOLÍN, ARCILLAS Y MINERALES REFRACTORIOS |
| 1E | | 292012 | EXTRACCION Y/O BENEFICIOMINERIA DE BARITA O BARITINA |
| 1G | | 292014 | MINERIA DE FLUORITA |
| 1L | | 292019 | MINERIA DE MINERALES NO METALICOS |
| 1M | | 311111 | MATANZA DE GANADO Y AVES |
| 1N | | 311112 | CORTE Y EMPACADO DE CARNES |
| 1P | | 311113 | PRODUCCION DE EMBUTIDOS Y CONSERVAS DE CARNES |
| 1S | | 311212 | PASTEURIZACION, DESHIDRATACION, EVAPORIZACION Y CONDENSACION DE LECHE |
| ML | | 311221 | FABRICACION DE PRODUCTOS LACTEOS |
| 1R | | 311222 | PRODUCCION DE CREMA, QUESO Y MANTEQUILLA |
| 1W | | 311321 | DESHIDRATACIÓN, MOLIENDA Y ENVASADO DE PRODUCTOS AGRICOLAS ALIMENTICIOS |
| QG | | 311341 | PRODUCCION DE ALIMENTOS COLADOS Y PICADOS |
| 1X | | 311342 | PRODUCCION DE SOPAS Y GUIOS PREPARADOS |
| 21 | | 311343 | PRODUCCION DE CONCENTRADOS PARA CALDOS |
| 20 | | 311352 | SECADO, SALADO Y HARINAS DE PESCADOS Y MARISCOS |
| 1Z | | 311353 | PREPARACION Y ENVASADO DE ALIMENTOS Y PESCADOS Y MARISCOS |
| 22 | | 311411 | BENEFICIO DE ARROZ |
| 23 | | 311412 | BENEFICIO Y DESPULPADO DEL CAFE |
| 25 | | 311421 | PRODUCCION DE HARINAS |
| 24 | | 311423 | TOSTADO Y MOLIENDA DE CAFE |
| 27 | | 311429 | BENEFICIO Y MOLIENDA DE OTROS PRODUCTOS AGRICOLAS |
| 2A | | 311512 | PANADERIAS |
| 29 | | 311513 | PRODUCCION DE GALLETAS Y PASTAS |
| 2C | | 311611 | PRODUCCION DE MASA DE NIXTAMAL |
| 2G | | 311811 | INGENIOS AZUCAREROS |
| 2H | | 311812 | PRODUCCION DE PILONCILLO Y/O PANELA |
| 2I | | 311911 | PRODUCCION DE CHOCOLATES Y CONFITERIA A PARTIR DEL CACAO |
| 2J | | 311921 | PRODUCCION DE DULCES Y CAMELOS |
| 2K | | 311922 | PRODUCCION DE CHICLES |

| | | | |
|----|--|--------|--|
| 2S | | 312113 | PRODUCCION DE POSTRES EN POLVO |
| 2N | | 312114 | TRATAMIENTO Y ENVASADO DE MIEL DE ABEJA |
| 2M | | 312116 | PRODUCCION DE CONCENTRADOS PARA PREPARAR BEBIDAS |
| 2R | | 312121 | PRODUCCION DE HIELO SECO |
| 2L | | 312131 | PRODUCCION DE CAFE SOLUBLE Y PRODUCTOS RELACIONADOS |
| 2U | | 312132 | PROCESAMIENTO Y ENVASADO DE TE |
| 2T | | 312141 | PRODUCCION DE BOTANAS, FRITURAS Y SIMILARES |
| MP | | 312142 | PRODUCCION DE CEREALES |
| 2Q | | 312151 | PRODUCCION DE MOLES |
| 2W | | 312200 | PRODUCCION DE ALIMENTOS PARA ANIMALES |
| MQ | | 313011 | ENVASADO DE AGUAS PURIFICADAS O DE MANANTIAL |
| 36 | | 313012 | PRODUCCION DE REFRESCOS |
| 30 | | 313031 | PRODUCCIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS A BASE DE FERMENTACIÓN Y/O DESTILACIÓN |
| 37 | | 314011 | BENEFICIO Y/O FABRICACION DE PRODUCTOS DE TABACO |
| 3A | | 321111 | FABRICACION DE PRODUCTOS Y ARTICULOS DE FIBRAS NATURALES |
| MR | | 321141 | PRODUCCION DE FIBRAS Y CORDELES |
| 3E | | 321211 | DESPEPITE Y EMPAQUE DE ALGODON |
| 3H | | 321222 | PRODUCCION DE ESTAMBRES |
| 3G | | 321231 | PRODUCCION DE HILOS PARA COSER, BORDAR Y TEJER |
| 3I | | 321241 | FABRICACION DE TELAS Y SUS PRODUCTOS |
| 3M | | 321243 | PRODUCCION DE FIELTROS Y ENTRETELAS |
| 3P | | 321251 | PRODUCCION DE REDES Y MALLAS TEXTILES |
| 3N | | 321252 | TEJIDO DE RAFIA SINTETICA |
| 3Q | | 321253 | PRODUCCION DE ARTICULOS TEXTILES, CON MATERIALES RECICLADOS |
| 3S | | 321255 | PRODUCCION DE ARTICULOS DE ALGODÓN |
| 3K | | 321261 | ACABADO DE FIBRAS, HILOS, HILADOS Y TELAS TEXTILES |
| 40 | | 321322 | TEJIDO A MAQUINA DE ALFOMBRAS Y TAPETES DE FIBRAS BLANDAS |
| 3Y | | 321331 | PRODUCCION DE BOLSAS Y COSTALES TEXTILES |
| MV | | 321332 | CONFECCION DE ASIENTOS Y ACCESORIOS DE TELA DE USO AUTOMOTRIZ |
| 3X | | 321341 | CONFECCION DE TOLDOS Y CUBIERTAS TEXTILES DE USO AUTOMOTRIZ |
| MU | | 321349 | PRODUCCION DE OTROS ARTICULOS TEXTILES RECUBIERTOS |
| MX | | 321361 | PRODUCCION DE PAÑALES Y ARTICULOS SANITARIOS |
| 41 | | 321421 | TEJIDO DE PRENDAS DE VESTIR |
| 46 | | 322041 | CONFECCION DE PRENDAS DE VESTIR |
| 4I | | 322052 | PRODUCCION DE SOMBREROS Y SIMILARES DE FIBRAS BLANDAS |
| 4K | | 322053 | PRODUCCION DE ACCESORIOS DE VESTIR |
| 4C | | 322061 | CONFECCION DE ROPA DE CUERO O PIEL PARA HOMBRE |
| 4L | | 323011 | CURTIDO Y ACABADO DE CUERO Y PIEL Y/O PIEL Y SUS PRODUCTOS |
| 4P | | 324011 | PRODUCCION DE CALZADO CON CORTE DE CUERO O PIEL |
| 4S | | 331111 | ASERRADEROS INTEGRADOS |
| 4U | | 331121 | PRODUCCION DE MADERA ASERRADA |
| 4S | | 331122 | TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO A DURMIENTES POSTES Y OTROS PRODUCTOS DE MADERA |
| 4S | | 331122 | IMPREGNACION DE MADERA Y PRODUCCION DE POSTES Y DURMIENTES' |
| 4T | | 331131 | FABRICACION DE PRODUCTOS Y ARTICULOS DE MADERA |
| 4Y | | 331211 | PRODUCCION DE ARTICULOS DE CORCHO |
| 4X | | 331237 | PRODUCCION DE ATAQUES |
| 55 | | 341010 | FABRICACION DE CELULOSA |

| | | | |
|----|--------|--------|---|
| 56 | 322 | 341031 | PRODUCCION DE PAPEL |
| 57 | | 341051 | PRODUCCION DE CARTON Y CARTONCILLO |
| 58 | | 341062 | FABRICACION DE ARTICULOS Y PRODUCTOS DE PAPEL Y/O CARTON |
| N2 | | 341063 | PRODUCCION DE PAPELES RECUBIERTOS Y SUS PRODUCTOS |
| N3 | | 341069 | PRODUCCION DE OTROS ARTICULOS CELULOSICOS |
| 5G | 211 | 351111 | PETROQUIMICA BASICA |
| N4 | | 351121 | TRANSPORTACION POR DUCTOS DE PETROQUIMICOS |
| 5K | | 351211 | PRODUCCION DE GASES INDUSTRIALES |
| 5J | | 351212 | PRODUCCION DE COLORANTES Y PIGMENTOS |
| 5L | | 351213 | PRODUCCION DE AGUARRAS Y BREA |
| 5M | | 351214 | PRODUCCION DE MATERIAS PRIMAS PARA MEDICAMENTOS |
| 5H | 325 | 351215 | PRODUCCION DE ACIDOS, BASES Y SALES ORGANICAS |
| 5I | 325 | 351216 | PRODUCCION DE ACIDOS, BASES Y SALES INORGANICAS |
| 5Q | | 351221 | PRODUCCION DE RESINAS SINTETICAS |
| N5 | | 351222 | PRODUCCION DE RESINAS SINTETICAS RECICLADAS |
| 5R | | 351223 | PRODUCCION DE HULE SINTETICO |
| 5N | 325 | 351231 | PRODUCCION DE FERTILIZANTES QUIMICOS |
| 5P | | 351232 | PRODUCCION DE PESTICIDAS Y OTROS QUIMICOS AGRICOLAS |
| 5S | | 351300 | PRODUCCION DE FIBRAS Y FILAMENTOS SINTETICOS Y ARTIFICIALES |
| 5T | 352100 | 352100 | PRODUCCION DE FARMACEUTICOS Y MEDICAMENTOS |
| 63 | | 352211 | PRODUCCION DE LIMPIADORES Y PULIMENTOS |
| 5W | | 352212 | PRODUCCION DE JABONES Y DETERGENTES |
| N6 | | 352213 | PRODUCCION DE PERFUMES, COSMETICOS Y SIMILARES A BASE DE MEZCLAS |
| 5V | | 352214 | PRODUCCION DE MATERIAS PRIMAS PARA PERFUMES Y COSMETICOS |
| 5U | | 352221 | PRODUCCION DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS |
| 5X | | 352222 | PRODUCCION DE ADHESIVOS Y SELLADORES |
| 5Y | | 352231 | PRODUCCION DE TINTAS PARA IMPRESION Y ESCRITURA |
| 5Z | | 352232 | PRODUCCION DE CERILLOS |
| 61 | | 352233 | PRODUCCION DE VELAS Y VELADORAS |
| 60 | | 352234 | PRODUCCION DE PELICULAS, PLACAS Y PAPEL SENSIBLE PARA FOTOGRAFIA |
| 64 | | 352235 | PRODUCCION DE ACEITES ESENCIALES |
| 62 | | 352237 | PRODUCCION DE EXPLOSIVOS |
| N7 | | 352238 | PRODUCCION DE FUEGOS ARTIFICIALES |
| 67 | 211 | 353011 | REFINACION DE PETROLEO |
| N8 | | 353021 | TRANSPORTACION POR DUCTOS DE PETROLEO REFINADO |
| 68 | | 354011 | PRODUCCION DE COQUE Y OTROS DERIVADOS DEL CARBON MINERAL |
| 69 | | 354021 | PRODUCCION DE GRASAS, ACEITES LUBRICANTES Y ADITIVOS |
| 6A | | 354031 | PRODUCCION DE ASFALTO Y SUS MEZCLAS PARA PAVIMENTACION Y TECHADO |
| 6B | | 355011 | PRODUCCION DE LLANTAS Y CAMARAS NUEVAS |
| 6D | | 355029 | PRODUCCION DE ARTICULOS Y PRODUCTOS DE HULE |
| 6E | | 356011 | PRODUCCION DE HOJAS, PELICULAS TUBULARES Y BOLSAS DE PLASTICO POLIETILENO |
| 6E | | 356011 | FABRICACION DE PRODUCTOS Y ARTICULOS DE PLASTICO |
| 6J | | 356031 | FABRICACION DE PRODUCTOS DE ESPUMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIBLE |
| 6M | | 356032 | FABRICACION DE PRODUCTOS DE ESPUMAS URETANICAS |
| 6R | | 361100 | PRODUCCION DE ARTICULOS CERAMICOS NO ESTRUCTURALES AZULEJOS Y LOSETAS CERAMICAS |
| 6T | | 361221 | FABRICACION DE CERAMICA, ARCILLAS O SIMILARES |

| | | | |
|----|-----|--------|---|
| 6S | | 361231 | PRODUCCION DE MUEBLES CERAMICOS |
| 6W | | 362011 | PRODUCCION DE VIDRIO PLANO, LISO Y LABRADO |
| 6X | | 362012 | PRODUCCION DE ESPEJOS, LUNAS Y SIMILARES |
| 6Y | | 362021 | PRODUCCION DE FIBRA Y LANA DE VIDRIO |
| 6Z | 327 | 362031 | PRODUCCION DE BOTELLAS, ENVASES Y SIMILARES DE VIDRIO |
| 71 | | 362041 | PRODUCCION ARTESANAL DE ARTICULOS DE VIDRIO |
| 70 | | 362042 | PRODUCCION DE ARTICULOS DE VIDRIO REFRACTARIO DE USO DOMESTICO |
| NB | | 362043 | PRODUCCION DE ARTICULOS DE VIDRIO REFRACTARIO DE USO INDUSTRIAL |
| NC | | 362044 | PRODUCCION DE VITRALES |
| 72 | | 362049 | PRODUCCION DE OTROS ARTICULOS DE VIDRIO O CRISTAL |
| 73 | 327 | 369111 | PRODUCCION DE CEMENTO |
| 74 | 327 | 369112 | PRODUCCION DE CAL |
| 75 | | 369113 | PRODUCCION DE YESO Y SUS PRODUCTOS |
| 76 | | 369121 | PRODUCCION DE CONCRETO PREMEZCLADO |
| 77 | | 369132 | PRODUCCION DE PARTES ESTRUCTURALES DE CONCRETO |
| QE | | 369139 | PRODUCCION DE ARTICULOS NO ESTRUCTURALES DE CONCRETO |
| 7B | | 369149 | CORTE, PULIDO Y LAMINADO DE PIEDRAS DE CANTERA |
| 79 | | 369191 | PRODUCCION DE ASBESTO CEMENTO Y SUS PRODUCTOS |
| 7A | | 369192 | PRODUCCION DE ABRASIVOS |
| 7F | 331 | 371043 | LAMINACION PRIMARIA DE HIERRO Y ACERO |
| 7I | | 371051 | LAMINACION SECUNDARIA DE HIERRO Y ACERO |
| 7J | | 371052 | PRODUCCION DE TUBOS Y POSTES DE HIERRO Y ACERO |
| 7Q | 332 | 372011 | AFINACION Y LAMINACION DE ALUMINIO |
| 7N | | 372021 | AFINACION Y REFINACION DE COBRE |
| 7P | | 372022 | LAMINACION DE COBRE Y SUS ALEACIONES |
| 7L | | 372031 | AFINACION Y REFINACION DE OTROS METALES NO FERROSOS |
| 7M | | 372032 | LAMINACION DE OTROS METALES NO FERROSOS |
| 7S | | 372051 | PRODUCCION DE SOLDADURAS DE METALES NO FERROSOS |
| 7T | 331 | 381111 | FUNDICION Y MOLDEO DE PIEZAS DE HIERRO Y ACERO |
| ND | | 381121 | FUNDICION Y MOLDEO DE PIEZAS DE METALES NO FERROSOS |
| 7X | | 381204 | FABRICACION DE PUERTAS METALICAS, CORTINAS Y OTROS TRABAJOS DE HERRERIA |
| 7U | | 381211 | PRODUCCION DE ESTRUCTURAS METALICAS |
| 7X | | 381212 | FABRICACION DE ARTICULOS Y PRODUCTOS METALICOS |
| 7V | | 381222 | PRODUCCION DE CILINDROS, TANQUES Y OTROS CONTENEDORES METALICOS PARA ALMACENAMIENTO |
| 7W | | 381231 | PRODUCCION DE CALDERAS INDUSTRIALES E INTERCAMBIADORES DE CALOR |
| 82 | | 381411 | PRODUCCION DE ALAMBRE Y PRODUCTOS DE ALAMBRE |
| 83 | | 381421 | PRODUCCION DE TORNILLOS, CLAVOS, TUERCAS Y SIMILARES |
| 85 | | 381431 | PRODUCCION DE ENVASES METALICOS |
| 89 | | 381432 | PRODUCCION DE BATERIAS DE COCINA |
| NF | | 381434 | PRODUCCION DE ARTICULOS DE HOJALATA |
| 86 | | 381439 | FABRICACION DE ARTICULOS MAQUINADOS |
| 88 | | 381441 | PRODUCCION DE CALENTADORES Y QUEMADORES |
| 87 | | 381451 | PRODUCCION DE VALVULAS METALICAS |
| 8A | | 381461 | GALVANOPLASTIA |
| 7Z | | 381491 | PRODUCCION DE HERRAMIENTAS DE MANO |
| 81 | | 381493 | PRODUCCION DE CERRADURAS, CANDADOS Y LLAVES |
| 8C | | 382112 | PRODUCCION DE MAQUINARIA PARA GANADERIA Y AGRICOLA |
| 8I | | 382212 | PRODUCCION DE MOTORES A GASOLINA Y DIESEL DE USO INDUSTRIAL |
| 8J | | 382221 | PRODUCCION DE MAQUINARIA PARA TRANSPORTAR Y LEVANTAR |
| 8N | | 382252 | PRODUCCION DE APARATOS DE REFRIGERACION Y/O AIRE |

| | | | |
|----|-----|--------|--|
| | | | ACONDICIONADO |
| 8P | | 382261 | PRODUCCION DE FILTROS |
| 8Q | | 382263 | PRODUCCION DE ARMAS DE FUEGO Y/O SUS COMPLEMENTOS |
| 8L | | 382271 | PRODUCCION MAQUINARIA, EQUIPOS, APARATOS, PARTES Y/O SUS PIEZAS |
| 8R | | 382321 | PRODUCCION DE MAQUINAS DE OFICINA |
| 8Z | | 383131 | PRODUCCION DE ACUMULADORES Y PILAS ELECTRICAS |
| 9G | | 384112 | PRODUCCION DE CAMIONES Y TRACTO CAMIONES Y SIMILARES |
| 9H | | 384121 | PRODUCCION DE CARROCERIAS PARA AUTOTRANSPORTES |
| 9I | | 384132 | PRODUCCION DE MOTORES AUTOMOTRICES A GASOLINA Y DIESEL |
| 9K | | 384141 | PRODUCCION DE PARTES. PARA EL SISTEMA DE SUSPENSION Y DIRECCION |
| 9L | | 384142 | PRODUCCION DE PARTES PARA EL SISTEMA DE FRENOS AUTOMOTRIZ |
| 9J | | 384143 | PRODUCCION DE PARTES PARA EL SISTEMA DE TRANSMISION AUTOMOTRIZ |
| QF | | 384144 | PRODUCCION DE AUTO PARTES TROQUELADAS Y ESTAMPADAS |
| 9M | | 384149 | PRODUCCIÓN DE OTRAS AUTO PARTES |
| 9S | | 384211 | INDUSTRIA AEROSPAZIAL |
| 9P | | 384221 | PRODUCCION DE EQUIPO FERROVIARIO |
| 9N | | 384231 | PRODUCCION DE EMBARCACIONES |
| 9Q | | 384251 | PRODUCCION DE MOTOCICLETAS |
| 9R | | 384252 | PRODUCCION DE PARTES Y EQUIPOS PARA TRANSPORTES MECANICOS |
| A1 | | 390011 | PRODUCCION DE JOYERIA Y ORFEBRERIA |
| A2 | | 390021 | ACUÑACION DE MONEDAS |
| AD | 221 | 410011 | GENERACION Y TRANSMISION DE ENERGIA ELECTRICA |
| 1F | | S/C | REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS, MAQUINAS Y VEHÍCULOS INDUSTRIALES |
| M8 | | S/C | FABRICACIÓN DE TROFEOS Y MEDALLAS |
| MD | | S/C | TRATAMIENTO TÉRMICO DE PIEZAS METÁLICAS |
| OW | | S/C | FABRICACIÓN DE PRODUCTOS DE VIDRIO REICLADO |
| 33 | | S/C | OCUPACIÓN DE TERRENO FEDERAL DE LA CNA |
| 42 | | S/C | DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES |
| 43 | | S/C | DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES AGRÍCOLAS |
| 44 | | S/C | DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE ORIGEN PECUARIO |
| 1A | | S/C | ESTAMPADO Y/O ACABADO DE ROPA Y PRODUCTOS DE OTROS MATERIALES |
| 3R | | S/C | DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES |
| 3U | | S/C | DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE SERVICIOS |
| 3W | | S/C | DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE GIROS MERCANTILES |
| 4D | | S/C | USO PÚBLICO DE PLAYAS |
| 4E | | S/C | USO PRIVADO DE PLAYAS |
| 4R | | S/C | COMERCIOS FIJOS |
| 4W | | S/C | COMERCIO AMBULANTE DE ALIMENTOS |
| 4Z | | S/C | COMERCIO AMBULANTE DE SOUVENIRS |
| 6N | | S/C | DRENAJE DE AGUAS DE INVASIÓN |
| 8W | | S/C | REFORESTACIÓN DE ÁREAS FORESTALES Y APROVECHAMIENTOS |
| 9E | | S/C | ACTIVIDADES CON GERMOPLASMA FORESTAL |
| AC | | S/C | INSCRIPCIÓN EN EL REGISTRO FORESTAL NACIONAL |
| AF | | S/C | REINCORPORACIÓN DE TERRENOS A USO ANTERIOR |
| AH | | S/C | TRANSMISIÓN DE PROPIEDAD Y/O DERECHOS |
| AI | | S/C | SANIDAD FORESTAL |
| AL | | S/C | PROYECTOS PRODEPLAN |
| AM | | S/C | CAMBIO DE NOMBRE O RAZÓN SOCIAL DE TERRENOS |

| | | | |
|----|--|-----|--|
| | | | FORESTALES |
| AN | | S/C | ALMACENAMIENTO Y/O TRANSFORMACIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES |
| AS | | S/C | BUCEO DEPORTIVO EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS |
| AT | | S/C | FILMACIONES EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS |
| BF | | S/C | PRODUCCIÓN DE ADITIVOS PARA ALIMENTOS |
| BH | | S/C | PRODUCCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO |
| BJ | | S/C | INCUBACIÓN, CRÍA Y ENGORDA DE ANIMALES PARA CONSUMO ALIMENTICIO |
| BN | | S/C | PRODUCCIÓN DE PABILOS Y MECHAS DE ALGODÓN PARA VELAS Y VELADORAS |
| BU | | S/C | PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS DE METALES NO FERROSOS |
| QA | | S/C | REENVASADO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS |
| QX | | S/C | ALMACENAMIENTO, DISTRIBUCIÓN Y VENTA DE GAS |
| SD | | S/C | CARBODUCTOS |
| SE | | S/C | GRANJAS PISCÍCOLAS |
| SF | | S/C | CENTROS RECREATIVOS |
| SG | | S/C | CREACIÓN DE ARRECIFES ARTIFICIALES |
| SH | | S/C | OBRAS EN ECOSISTEMAS COSTEROS |
| SI | | S/C | RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN DE PLAYAS |
| SJ | | S/C | CAMINOS DE ACCESO |
| TU | | S/C | PROGRAMAS Y PLANES DE DESARROLLO URBANO |
| ZA | | S/C | PRODUCCIÓN DE TELAS Y LAMINADOS PLÁSTICOS |
| IU | | S/C | PRODUCCION DE CAJETAS Y OTROS DULCES A BASE DE LECHE |
| 3D | | S/C | CONDICIONES METEOROLÓGICAS |
| 3L | | S/C | INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA |
| 4F | | S/C | APROVECHAMIENTO DE ARENAS, GRAVA Y PIEDRAS |
| 4J | | S/C | ACTIVIDADES RECREATIVAS |
| AQ | | S/C | PESCA DEPORTIVA EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS |
| AU | | S/C | FOTOGRAFIAS EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS |
| AV | | S/C | ACTIVIDADES RECREATIVAS EN AREAS NATURALES PROTEGIDAS |
| B1 | | S/C | ESTACIONES DE TELECOMUNICACIÓN |
| BY | | S/C | EXPLOTACION Y/O BENEFICIO DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN |
| QR | | S/C | SUBESTACIÓN ELÉCTRICA |
| QS | | S/C | LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA |
| QT | | S/C | LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA |
| QY | | S/C | GASOLINERAS EN ZONAS FEDERALES |
| QZ | | S/C | NUCLEOELÉCTRICA |
| R0 | | S/C | APROVECHAMIENTO FORESTAL EN SELVAS TROPICALES |
| R1 | | S/C | APROVECHAMIENTOS DE ESPECIES DE DIFÍCIL REGENERACIÓN |
| R2 | | S/C | PROGRAMAS DE MANEJO FORESTAL |
| R3 | | S/C | EXPLORACIÓN DE MINERALES RESERVADOS A LA FEDERACIÓN |
| R4 | | S/C | EXPLOTACIÓN DE MINERALES RESERVADOS A LA FEDERACIÓN |
| R5 | | S/C | EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES O ELEMENTOS RADIOACTIVOS |
| R6 | | S/C | CAMBIO DE USO DE SUELO |
| R9 | | S/C | PERFORACION DE POZOS |
| RA | | S/C | PROSPECCIÓN SISMOLÓGICA TERRESTRE |
| RB | | S/C | ESTACIÓN DE RECOLECCIÓN |
| RC | | S/C | BATERÍA DE SEPARACIÓN |
| RD | | S/C | ESTACIÓN DE COMPRESIÓN |
| RE | | S/C | TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS RADIOACTIVOS |
| RG | | S/C | PARQUES INDUSTRIALES DONDE SE REALICEN ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS |

| | | | |
|----|--|-----|--|
| RH | | S/C | PARQUES INDUSTRIALES EN ZONAS FEDERALES |
| RI | | S/C | CARRETERAS |
| RJ | | S/C | AUTOPISTAS |
| RK | | S/C | PUENTES |
| RL | | S/C | TÚNELES |
| RM | | S/C | VÍAS FÉRREAS |
| RN | | S/C | PUERTOS |
| RP | | S/C | AEROPUERTOS |
| RQ | | S/C | HELIPUERTOS |
| RR | | S/C | INSTALACIÓN DE HILOS, CABLES O FIBRA ÓPTICA PARA TRANSMISIÓN DE SEÑALES ELÉCTRICAS |
| RS | | S/C | DISTRIBUIDORES VIALES |
| RT | | S/C | LIBRAMIENTOS |
| RU | | S/C | PRESAS DE ALMACENAMIENTO |
| RV | | S/C | PRESAS PARA CONTROL DE AVENIDAS |
| RW | | S/C | HIDROELÉCTRICAS |
| RX | | S/C | PLANTACIONES FORESTALES |
| RY | | S/C | UNIDADES HIDROAGRÍCOLAS |
| RZ | | S/C | MUELLES |
| S0 | | S/C | CANALES DE NAVEGACIÓN |
| S1 | | S/C | ESCOLLERAS |
| S2 | | S/C | ESPIGONES |
| S3 | | S/C | DÁRSENAS PORTUARIAS |
| S4 | | S/C | ROMPEOLAS |
| S5 | | S/C | OBRAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE |
| S6 | | S/C | SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE |
| S7 | | S/C | PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES |
| S8 | | S/C | OBRAS PARA GANAR TERRENOS AL MAR |
| S9 | | S/C | OBRAS DE DRAGADO |
| SA | | S/C | PLANTAS POTABILIZADORAS |
| SB | | S/C | PLANTAS DESALADORAS |
| SC | | S/C | APERTURA DE BOCAS DE INTERCOMUNICACIÓN LAGUNAR MARÍTIMAS |
| SK | | S/C | ALBERGUES EN ZONAS FEDERALES |
| SL | | S/C | RESTAURANTES EN ZONAS FEDERALES |
| SM | | S/C | HOTELES EN ZONAS FEDERALES |
| SN | | S/C | PISTAS PARA MOTOCICLOS EN ZONAS FEDERALES |
| SP | | S/C | EXPLORACIONES Y EXPLOTACIONES MINERAS |
| SQ | | S/C | REHABILITACIÓN DE CARRETERAS |
| SR | | S/C | EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE MATERIAL |
| SS | | S/C | APROVECHAMIENTOS FORESTALES |
| ST | | S/C | FRACCIONAMIENTOS Y VILLAS PARA USO TURÍSTICO |
| TL | | S/C | GRANJAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CAMARÓN |
| TV | | S/C | ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y/O TERRITORIAL |
| TW | | S/C | OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS |
| TX | | S/C | GRANJAS DE MOLUSCOS BIVALVOS ESPECIES MARINAS Y DE OTRAS |
| UC | | S/C | PRODUCCIÓN DE SEBO Y HARINA DE HUESO Y CARNE |
| LM | | S/C | AUTOPARTES PARA TRANSPORTES FABRICADAS CON ASBESTO |
| LN | | S/C | FABRICACIÓN DE ROPA DE PROTECCIÓN PARA FUEGO Y CALOR |
| LP | | S/C | FABRICACIÓN DE OTROS PRODUCTOS QUE USEN ASBESTO PARA SU ELABORACIÓN |
| ME | | S/C | PRODUCCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA FABRICAR PLAGUICIDAS |
| 34 | | S/C | APROVECHAMIENTO DE AGUAS DULCES |
| 38 | | S/C | APROVECHAMIENTO DE AGUAS COSTERAS |

| | | | |
|----|-----|-----|--|
| 39 | | S/C | APROVECHAMIENTO DE AGUAS ESTUARINAS |
| 49 | | S/C | REGISTRO PÚBLICO DE DERECHOS DE AGUA |
| 84 | | S/C | SIEMBRA DE FRUTALES |
| 1D | | S/C | FABRICACIÓN DE ELEVADORES Y/O ESCALERAS ELÉCTRICAS |
| 1J | | S/C | PRODUCCIÓN DE EXTRACTOS ALIMENTICIOS DE GRANOS |
| 1K | | S/C | PREPARACIÓN Y VENTA DE PIZZAS, HAMBURGUESAS Y OTROS |
| 1V | | S/C | PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS ORNAMENTALES |
| 2B | | S/C | TRATAMIENTO NUCLEAR A TEJIDOS HUMANOS, SEMILLAS Y OTROS PRODUCTOS. |
| 2D | | S/C | ENVASADO Y COMPACTACIÓN DE AZÚCAR |
| 3B | | S/C | APROVECHAMIENTO DE AGUAS SALOBRES |
| 3C | | S/C | APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS |
| 7H | | S/C | SIEMBRA AGRÍCOLA |
| 7R | | S/C | PASTOREO DE GANADO |
| 8G | | S/C | USO INDUSTRIAL |
| 8U | | S/C | SIEMBRA DE ÁRBOLES DE ORNATO |
| LS | | S/C | GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PROCEDIMIENTOS NO CONVENCIONALES CONTAMINANTES |
| LJ | 331 | S/C | FUNDICIÓN DE CHATARRA DE FIERRO, DE ALUMINIO, DE BRONCE, DE PLOMO Y DE OTROS MATERIALES METÁLICOS |
| LK | | S/C | FABRICACION Y ENSAMBLE DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA DIVERSOS USOS INDUSTRIALES |
| LQ | 211 | S/C | PRODUCCIÓN DE PETROQUÍMICOS SECUNDARIOS |
| LT | | S/C | TRATAMIENTO DE RESIDUOS BIOLÓGICO-INFECCIOSOS |
| LU | | S/C | TRATAMIENTO FÍSICO DE RESIDUOS PELIGROSOS |
| LV | | S/C | TRATAMIENTO QUÍMICO DE RESIDUOS PELIGROSOS |
| LW | | S/C | TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE RESIDUOS PELIGROSOS |
| LX | | S/C | TRATAMIENTO TÉRMICO DE RESIDUOS PELIGROSOS |
| LY | | S/C | TRATAMIENTO DE RESIDUOS PELIGROSOS PARA USO COMO COMBUSTIBLES ALTERNOS |
| M0 | | S/C | TRATAMIENTO IN SITU DE RESIDUOS PELIGROSOS |
| M1 | | S/C | OTROS TRATAMIENTOS A RESIDUOS PELIGROSOS |
| M6 | | S/C | CENTROS INTEGRALES DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS |
| M9 | 211 | S/C | ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETRÓLEO |
| MA | 326 | S/C | FABRICACIÓN DE PRODUCTOS MOLDEADOS CON DIVERSAS RESINAS |
| MB | 325 | S/C | PRODUCCIÓN DE SUBSTANCIAS QUIMICAS A PARTIR DE MEZCLAS CUANDO EXISTA REACCION QUIMICA |
| MC | | S/C | FABRICACION DE ACEITES Y GRASAS ALIMENTICIAS CUANDO EXISTA REACCION QUIMICA O EXTRACCIÓN CON SOLVENTES |
| QU | | S/C | ANODIZADO DE ALUMINIO |
| QV | | S/C | FABRICACION DE PRODUCTOS QUIMICOS PARA ASEO EN GENERAL CON REACCION QUIMICA Y BASE SOLVENTE |
| 16 | | S/C | FABRICACIÓN DE MATERIALES Y PRODUCTOS PARA ACABADOS Y DECORACIÓN |
| 2X | | S/C | AUDITOR AMBIENTAL |