

ZONIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y SU JERARQUIZACIÓN EN LA ZONA METROPOLITANA DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO: ATLAS DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

*Justiniano González González,
Maximino Reyes Umaña,
Gloria Torres Espino¹*

Resumen

Muy pocas ciudades latinoamericanas cuentan con planes de desarrollo urbano que permitan un eficiente manejo de sus recursos, la planeación de servicios básicos (luz, agua, vías de comunicación, etc.) y aquellos que contribuyen a mejorar la calidad de vida de la población como: parques urbanos, zoológicos, jardines botánicos, museos, etc.

El rápido crecimiento de la Ciudad de Acapulco ha conllevado evidentemente la proliferación de asentamientos humanos, que poco a poco se han ido convirtiendo en localidades importantes sobre todo en la periferia del Municipio y en zonas inadecuadas de alto riesgo geohidrológico; este hecho ha propiciado consecuentemente el deterioro de zonas ecológicamente importantes.

El propósito fundamental en esta investigación es la zonificación de la jerarquización de la problemática ambiental en la zona metropolitana del municipio de Acapulco, de tal forma que se propicie la creación de un banco de datos para la confección de un atlas que nos indique los tipos de contaminación existente en áreas específicas (al aire, al agua y al suelo), y de acuerdo a la fuente generadora principal.

Los datos fueron dirigidos hacia aspectos tales como la geología, geomorfología, hidrografía, vegetación, flora y fauna, clima y áreas naturales protegidas, como parte de sistemas naturales; por otro lado se consideraron los usos y ocupación del suelo, planeación urbana, zonas de riesgo, contaminación al aire, agua y al suelo, sistemas de saneamiento, tratamiento de desechos y recolección de basura.

Para ello se localizaron las fuentes principales de generación y se hizo uso de la técnica de evaluación rápida de fuentes de contaminación ambiental. Se realizaron inventarios de fuentes de emisiones considerando los índices de actividad económica de la ONU y se vaciaron los datos en los cuadros de trabajo para obtener los cálculos que permitieron determinar las jerarquizaciones.

Para la confección del atlas se prepararon los mapas base, trasladando la información obtenida sobre las fuentes de generación en los cuadros de la técnica de evaluación rápida de fuentes de contaminación al sistema SIG Arc View; se recopiló y procesó toda la información ambiental accesible sobre los cauces pluviales, ríos, arroyos, colectores y drenajes

Las áreas para la jerarquización fueron definidas de acuerdo a las 20 zonas de cauces pluviales que existen en la zona metropolitana del Municipio, mismas donde se observaron puntos negros por contaminación de residuos sólidos, contaminación al agua por colectores rotos o en mal estado y contaminación atmosférica por la quema a cielo abierto de basura en general. Las áreas tomaron en cuenta todo lo referente a casas, servicios, escombros, basura, desagües en arroyos, canales y barrancas.

Esta investigación permite sistematizar la problemática ambiental y definir sus posibles soluciones de acuerdo al medio más contaminado, propiciando la participación de la población para posibilitar lograr los objetivos planteados.

En general en toda la zona metropolitana del Municipio, la mayor contaminación es por residuos sólidos, seguido de vertidos al agua y emisiones a la atmósfera; todo lo anterior considerando las áreas donde se potabiliza el agua, riesgos de contaminación por plantas purificadoras y de tratamiento de aguas residuales, fábricas de hielo, hospitales, rastros, industrias, tiraderos a

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

cielo abierto, relleno sanitario y plantas generadoras de electricidad entre otras fuentes principales.

Introducción

Salgado (2005:70), afirma que el primer plano regulador de Acapulco fue hecho en México a propuesta de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas en el año de 1931, considerándose el mismo como un proyecto de desarrollo urbano llevado a cabo por equipos interdisciplinarios y a cargo de la dirección de arquitectos urbanistas de dicha secretaría y a partir de este, se siguen elaborando planos reguladores de 1945, 1950, 1960, y en 1970 lo que se llamó Plan Acapulco.

En 1975 se elabora de manera formal y ordenada el Plan Director de Desarrollo Metropolitano de Acapulco, lo que en la actualidad es conocido como el Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana; sin embargo es en los años de 1980-82 cuando se realizan acciones básicas concretas en cuanto a los problemas urbanos que existían y basados en un esquema de planeación, a esto es a lo que el actual Plan Director se refiere como Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Acapulco. (Salgado, 2005:72).

El actual Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco de Juárez, fue diseñado como parte del programa de desarrollo urbano para la ciudad de Acapulco y data de 1993; sin embargo, no fueron contempladas en su mayoría diversas posibilidades que han propiciado un crecimiento desordenado entre las cuales sobresalen los establecimientos de asentamientos humanos en zonas de alto riesgo e inadecuadas para la urbanización.

El crecimiento anárquico de la Ciudad de Acapulco y las carencias de infraestructura y equipamiento como consecuencia de la falta de criterios y normas básicas para ordenar procesos de urbanización, han propiciado la proliferación de asentamientos humanos que poco a poco se han ido convirtiendo en colonias importantes de la periferia del Municipio sobre todo en su parte este, como es el caso de la colonia el Coloso, y comunidades como Cayacos, Tuncingo, Tres Palos, Llano grande, Navidad y Miramar, sin embargo, es preocupante que este crecimiento se esté dando en zonas de alto riesgo geohidrológico, así como a costa del deterioro de zonas ecológicamente importantes como es el caso del Veladero (UCDR-UAG, CNA y Protección Civil, 2003-2004).

Estas colonias y comunidades presentan carencias de infraestructura urbana y han permitido una disposición inadecuada de aguas residuales, residuos sólidos, contaminación atmosférica, deforestación y desertificación, etc., incidiendo de manera permanente en procesos de contaminación ambiental y por lo cual no es difícil prever el incremento de los niveles de afectación a los cuerpos de agua naturales cercanos a las mismas como es el río La Sabana, Lagunas Negra y de Tres Palos, propiciando además la pérdida de hábitat nativos importantes y la consecuente pérdida o sustitución de la vegetación y fauna regional (UCDR-UAG, CNA y Protección Civil, 2003-2004).

Por lo anterior, es importante que exista una planeación de los centros urbanos, un plan de desarrollo ambiental integral, que permita proponer la aplicación de estrategias para la evaluación y la indicación de lineamientos de prevención y control; se deberán realizar periódicamente inventarios de emisiones a la atmósfera, al agua y al suelo, con la intención de identificar emisiones naturales, de vertederos de residuos, etc., pero sobre todo con el objetivo de evaluarlas y analizarlas de acuerdo a intensidades, tipos, conducción, origen, destinos y otros.

El desarrollo urbano inicia con un análisis riguroso de los posibles impactos ambientales que se ocasionarán, también resultan importantes aspectos esenciales como el lugar, la extensión y profundidad de la ordenación urbanística que se pretenda, así como prever los análisis de las afectaciones ambientales (Martínez de la Vallina, 2001:45).

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Es importante considerar, que los impactos ocasionados por emisiones contaminantes en cualquier medio implican una relación de causa-efecto, que incide de manera directa en los factores ambientales y en la cual se dan complejos mecanismos de interrelación; es importante conocer las alteraciones producidas y sus evaluaciones de acuerdo a métodos apropiados (Echaniz, 1995:3)

Como señala Martínez de la Vallina (2001:45), es imperativo que se identifiquen y contabilicen las distintas variables y recursos naturales que pudieran ser afectados por la planificación que se proyecta.

Montes Lira (2001:9), considera que las ciudades y territorios son promotores del desarrollo económico; sin embargo, las crecientes necesidades humanas y el aumento de las actividades económicas ejercen una presión cada vez mayor sobre los recursos, y para satisfacer las necesidades sociales de manera sostenible, es esencial encaminarse hacia un uso más eficaz y eficiente. Esta afirmación propicia el tener que reforzar a todos los niveles la vinculación entre las políticas de desarrollo económico y su espacio físico, el territorio o región, es decir el espacio donde se apliquen las políticas económicas.

Con esta investigación se persigue el propósito fundamental de hacer uso de la técnica ERFCA (Evaluación rápida de fuentes de contaminación ambiental), de tal forma que podamos obtener datos de emisión de contaminantes al aire, agua y suelo. También recurriremos a la realización de inventarios de fuentes de emisión de residuos peligrosos y de emisiones a la atmósfera de origen industrial y doméstico en el aire, el agua y el suelo, lo que permitirá elaborar programas de control de residuos y selección de áreas prioritarias para monitoreos intensivos entre otros y sobre todo de manera más económica, en áreas menos extensas, menor uso de personal y a un bajo costo (Weitzenfeld, 1989:65).

Esta investigación pretende fundamentar la zonificación de la jerarquización de la problemática ambiental en la zona metropolitana del municipio de Acapulco, de tal forma que se propicie la creación de un banco de datos para la confección de un atlas que indique los tipos de contaminación existente en áreas específicas (al aire, al agua y al suelo), y de acuerdo a la fuente generadora principal.

La técnica ERFCA utilizada permite priorizar en aspectos determinantes de las fuentes emisoras de contaminación ¿cómo son?, localización, jerarquización, orden, magnitud y selección de áreas prioritarias, en pocas palabras, presenta la realidad actual.

También recurriremos a la realización de inventarios de fuentes de emisión de residuos peligrosos y de emisiones a la atmósfera de origen industrial y doméstico en el aire, el agua y el suelo, lo que permitirá elaborar programas de control de residuos y selección de áreas prioritarias para monitoreos intensivos entre otros y sobre todo de manera más económica, en áreas menos extensas, menor uso de personal y a un bajo costo (Weitzenfeld, 1989:68).

Planteamiento del problema

De acuerdo al diagnóstico ambiental realizado a través del proyecto Nuestras Cuencas Nuestras Bahías mediante personal de la Dirección Municipal de Protección Civil, CNA, Dirección Municipal de Ecología y la UCDR, en el 2004-2005, se detectaron los siguientes problemas como prioritarios:

*Falta de reidentificación y definición de zonas de riesgo y de la delimitación efectiva de la zona federal en muchos de los sitios visitados, así como la prioridad de reubicar las construcciones diversas localizadas en zonas de alto riesgo.

*Detención inmediata del crecimiento indiscriminado en las partes altas del anfiteatro y en zonas federales en las cuales predomina la carencia de servicios e infraestructura y la proliferación de residuos sólidos vertidos a cielo abierto son abundantes.

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

*Se evidencia el incumplimiento de ordenamientos y reglamentos en zonas urbanas turísticas y en la zona del Parque Nacional El Veladero, así como la falta de reservas territoriales, mismas que en su mayoría son ocupadas por viviendas de escasos o nulos recursos y en donde proliferan actividades agropecuarias de traspatio, con lo que generan contaminación al aire, al agua y al suelo.

*Es evidente que existen zonas de fragilidad sobre todo en las partes bajas, con referencia a las inundaciones y esto se agudiza por la falta de canalización apropiada de los escurrimientos pluviales y del Río de la Sabana, acompañado de una inadecuada disposición de los residuos sólidos.

*En la zona de la Sabana y Acapulco Diamante se denota una creciente contaminación de los cuerpos de agua por la falta de alcantarillado sanitario en la parte correspondiente a las cuencas pluviales.

Aunado a lo anterior, otros impactos relevantes están representados por la descarga de aguas domésticas de localidades como la Unidad Habitacional El Coloso y Cd. Renacimiento, Zapata y Col. Postal que, si bien cuentan con una planta de tratamiento, esta es insuficiente y terminan vertiendo sus aguas negras directamente al río La Sabana.

Otra fuente de contaminación al cauce de este río son causados indirectamente por actividades humanas como deforestación de las laderas con pendientes de 30% o más, ocasionando erosión rápida y arrastre de material, favoreciendo su azolve.

En la zona Metropolitana del Municipio de Acapulco el 70.51% presenta problemas de contaminación por basura y aguas negras, invasión en zona federal y cauces; 54 presas gavión presentan un 55% de problemas de asolvamiento y el 14.81% daños en su infraestructura por erosión hídrica, el 24.07% presenta un nivel de alto riesgo (González, 2005:327).

Otros impactos relevantes están representados por la descarga de aguas domésticas de localidades como la Unidad Habitacional El Coloso y Cd. Renacimiento, Zapata y Col. Postal que, si bien cuentan con una planta de tratamiento, esta es insuficiente y terminan vertiendo sus aguas negras directamente al río La Sabana.

Otra fuente de contaminación al cauce de este río lo son las actividades humanas como deforestación de las laderas con pendientes de 30% o más, ocasionando erosión rápida y arrastre de material, favoreciendo su azolve. Además de los sólidos de lixiviación del río La Sabana, que transporta aguas residuales e industriales a la laguna de Tres Palos se vierten las aguas residuales del aeropuerto, de la Unidad Habitacional Vicente Guerrero y de poblados rurales que suman 25,000 habitantes.

De esta población el 80% utiliza fosas sépticas o defeca al aire libre; sin embargo, un estudio de la Comisión Nacional del Agua (1990) reporta un Número Más Probable (NMP) de coliformes totales y fecales por abajo de la norma establecida (1,000 NMP/100 ml de coliformes totales y 200 NMP/ml de coliformes fecales), (IMTA, 2001:27).

Otro factor de importancia es el crecimiento turístico dado su alto potencial en la región, sobre todo en la zona de Puerto Marqués, Punta Diamante, Granjas del Marqués y Playa Diamante, las cuales presentan una tendencia hacia la expansión pero teniendo presentes que no son consideradas con seriedad adecuadas regulaciones y ordenamientos que en un momento dado pudieran revertir o mitigar efectos ambientales severos al medio natural; es previsible una gran afectación de las actividades turísticas actuales por este detrimento ambiental cuyas consecuencias pueden propiciar la disminución de afluencia turística (EPA S.A. de C.V., 2001:66).

En cuanto a las comunidades vegetales, han sido ampliamente impactadas en la región por el creciente avance de la frontera agropecuaria, así como por la expansión de las áreas urbanas y la construcción de infraestructura como vialidades (carreteras y caminos); por lo que de no tomarse en cuenta medidas para su conservación y restauración, se prevé su irreversible deterioro y sustitución a corto plazo. En este sentido, los relictos de selva media, el manglar y

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

tular, están en serio peligro de desaparecer en la región y de seguir avanzando la ganadería extensiva no controlada y la expansión de plantaciones y cultivos en zonas inapropiadas, se incrementarán los procesos erosivos originando la afectación del balance hídrico de la cuenca, el azolve de los cuerpos de agua y el deterioro paulatino del paisaje (IMTA, 2001:32-33).

Con respecto a la fauna nativa, ésta ha sido relegada a zonas de pendiente pronunciada de difícil acceso, a los remanentes de manglar y áreas inundables. Uno de los grupos faunísticos más afectados son las aves acuáticas migratorias cuya población ha sido muy afectada, la mayoría de los mamíferos ha desaparecido de la zona por el deterioro de sus hábitat naturales, quedando algunas especies asociadas a las plantaciones y cultivos. De seguir esta tendencia es previsible la pérdida de especies faunísticas regionales por lo que es necesario incorporar cuanto antes posibles medidas para el manejo, repoblamiento y conservación de hábitat de la fauna, fortaleciendo la operatividad del Parque Nacional el Veladero como área natural protegida (IMTA, 2001:34).

En la región de Acapulco-Punta Diamante- laguna de Tres Palos, los usos del suelo autorizado no se han definido en forma congruente con el medio natural, debido principalmente a la inadecuada ubicación de algunos asentamientos urbanos y turísticos o al desarrollo de prácticas agropecuarias en zonas no aptas; lo anterior ha originado actualmente una fuerte problemática ambiental que, aunque local, puede afectar significativamente la permanencia de los recursos y el desarrollo social y productivo en la región, a corto plazo. En este sentido, debe orientarse un modelo de desarrollo regional que considere el mantenimiento del equilibrio ecológico y el uso adecuado y sostenible del medio natural (Consejo Ciudadano para el Desarrollo Integral de Acapulco, A.C., 2001:2-3).

Es evidente la importancia de la laguna de Tres Palos, considerando que el Puerto de Acapulco ha mostrado un elevado crecimiento poblacional en los últimos años, por lo que las zonas aledañas a la laguna están consideradas como de reserva territorial urbana, además del desarrollo a corto plazo de los proyectos turísticos denominados "Punta Diamante y Copacabana" que generarán grandes cantidades de aguas residuales (50000 m³/día) y desechos sólidos, los que antes de ser descargados debe removerse la carga orgánica en un 80% para evitar la contaminación de las aguas de los cuerpos receptores en que sean vertidos (EPA S.A. de C.V., 2001:66-67).

Con base en los diagnósticos aplicados por el IMTA y EPA S.A. de C.V., ambos en el 2001, las principales fuentes de contaminación de la Laguna de Tres Palos son:

1. El río de la Sabana como afluentes principal de la laguna que aporta un gasto promedio anual de 3.572 m³ /seg., sus aguas transportan las descargas de agua residuales municipales de las colonias Emiliano Zapata, Cd. Renacimiento, La Planta de Tratamiento de Cd. Renacimiento, además de las descargas industriales del Rastro y Frigorífico de Cd. Renacimiento, La Fabrica de Aceite de Limón (BENEFRUT), el Rastro Municipal de la Sabana y la Embotelladora de Refrescos Yoli de Acapulco, S.A. La carga orgánica que aporta el río a la laguna es de 790 mg/l en condiciones críticas de escurrimiento con un gasto de 99 l/seg. Y de 24.81 mg/l para el gasto promedio anual lo que en Kg/día representa 7656.88.
2. La descarga de aguas residuales municipales de la Unidad Habitacional Vicente Guerrero 2000, consistente en 11 l/seg. de aguas tratadas biológicamente vertidas a la laguna. La carga orgánica que aporta esta descarga es de 7.5 mg/l que representa 7.128 Kg./día.
3. La descarga del Aeropuerto Internacional de Acapulco Juan N. Álvarez, que vierte a la laguna un gasto de 1 l/seg. de aguas provenientes de un tanque de oxidación. La carga orgánica aportada por el Aeropuerto es de 11.4 mg/l que corresponden a 3.940 Kg./día.

Cabe mencionar que las áreas de desembarque de los pescadores de la laguna también generan contaminación por materia orgánica, debido a la limpieza de la pesca lograda,

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

arrojando en sus aguas las viseras y materiales de desecho, en las comunidades de San Pedro las Playas, El Arenal y Barra Vieja.

En cuanto a la generación de residuos sólidos se cuenta con los diagnósticos del IMTA y EPA en el 2001 y el de Nuestras Cuencas Nuestras Bahías en el 2003-2004, en ambos trabajos se detectaron tiraderos de basura con un aproximado de 10 toneladas en el área del puente de Tunzingo, además grandes cantidades de basura a lo largo de las márgenes del río La Sabana. Esta basura es producida por los grandes asentamientos urbanos como son La sabana, Cayaco, Colosio, Renacimiento, zapata y tunzingo es la que transporta el río a la desembocadura de La laguna de Tres Palos generando una gran acumulación de material sólido y en suspensión que acelera la disminución de profundidad y el proceso de eutrofización. Sobre el lado adyacente a Punta Diamante junto a Puerto Marqués se encuentra ubicada la planta tratadora de aguas negras de esta comunidad y a un lado de esta se encuentra en proceso de construcción la planta tratadora para Punta Diamante. Sobre este mismo margen se encuentra el alcantarillado de punta diamante las cuales descargan a la laguna.

El río La Sabana era una fuente de abastecimiento de agua potable para la Ciudad de Acapulco mediante pozos profundos, 11 en total y actualmente no están en funcionamiento; el requerimiento de agua potable en esta zona presenta graves problemas de cobertura debido precisamente al nivel de contaminación alcanzado y todas las poblaciones asentadas en las márgenes del río presentan diversas características geográficas, demográficas y socio-económicas y requieren del uso del mismo como un recurso para que satisfaga sus necesidades de disposición de desechos y saneamiento (IMTA, 2001:45).

Objetivo general

Realizar la zonificación de la jerarquización de la problemática ambiental en la zona metropolitana del municipio de Acapulco, de tal forma que se propicie la creación de un banco de datos para la confección de un atlas que nos indique los tipos de contaminación existente en áreas específicas (al aire, al agua y al suelo), y de acuerdo a la fuente generadora principal.

Objetivos particulares

- Caracterizar del estado actual de la zona de estudio en el medio físico y socioeconómico.
- Realizar un inventario de las fuentes de contaminación en aire, agua y suelo de la zona de estudio.
- Jerarquizar la problemática en la zona de estudio.
- Proponer un modelo de saneamiento y mitigación, que contemple la problemática encontrada.

Materiales y método

Definición del área de estudio

El área seleccionada para el estudio fue la zona metropolitana del Municipio de Acapulco (figura 1), que de acuerdo al Plan Director Urbano (2001), es aquella en la que se toma como base a las 349 áreas geoestadísticas básicas (AGEB) de INEGI, considerando cuatro zonas definidas en 1993 y convertidas en siete sectores para su mejor identificación y definición entre áreas urbanas continuas y de carácter urbano rural con asentamientos dispersos.

El área para la Zona Metropolitana comprende el territorio cuya delimitación está dada por los ejes del Río Papagayo al oriente y del Río Coyuca al poniente. En la parte norte un polígono

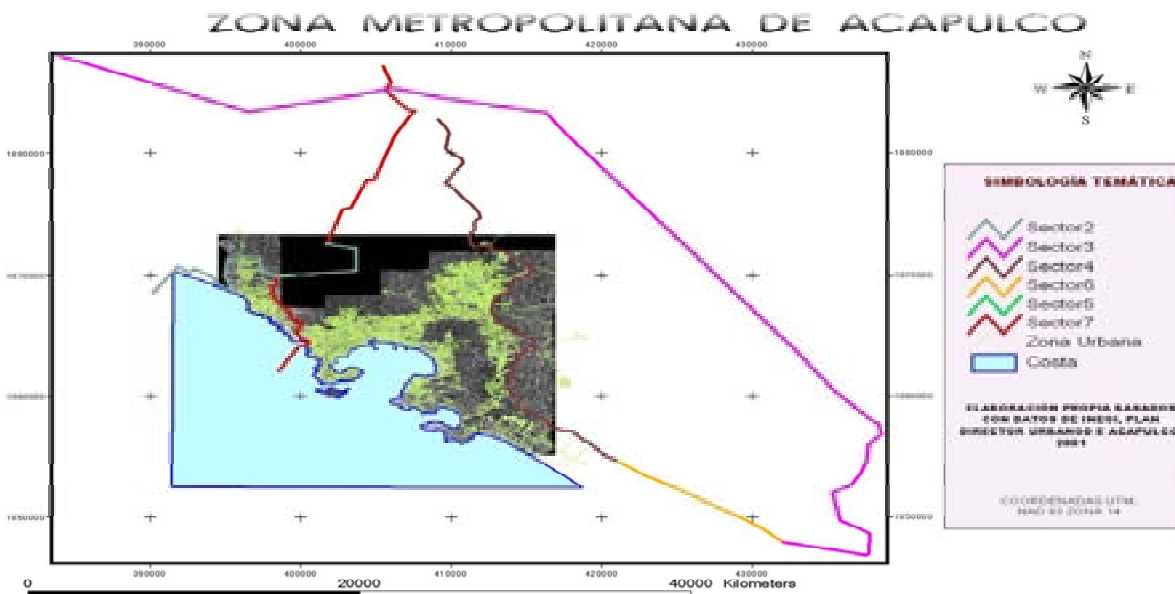
¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

irregular cuya orientación de oriente a poniente se caracteriza por los siguientes vértices (Consejo Ciudadano para el Desarrollo Integral de Acapulco, A.C., 2001:11-14):

- Del paso del Río Papagayo al norte de la localidad de Aguas Calientes
- El cruce con la carretera federal No. 95,2 Km. al norte de la localidad del Treinta.
- Del norte de la localidad del Treinta a la cima del Cerro de la Lima.
- Del punto anterior a la cima del Cerro Verde y de aquí al cruce del Río Coyuca al norte de la localidad de los Galeana.
- Al sur por el límite costero comprendido entre los ríos antes mencionados incluyendo la isla de la Roqueta y los Morros de la Bahía de Acapulco.

Los sectores urbanos están compuestos por el anfiteatro, Pie de la Cuesta-Coyuca, Valle de La Sabana y Diamante; Coyuca-Bajos del Ejido y Tres Palos-Río Papagayo el sector rural, y Parque Veladero y Reserva Ecológica representan el Sector Ecológico (Consejo Ciudadano para el Desarrollo Integral de Acapulco, A.C., 2001:14)

Figura 1 Zona Metropolitana del Municipio de Acapulco



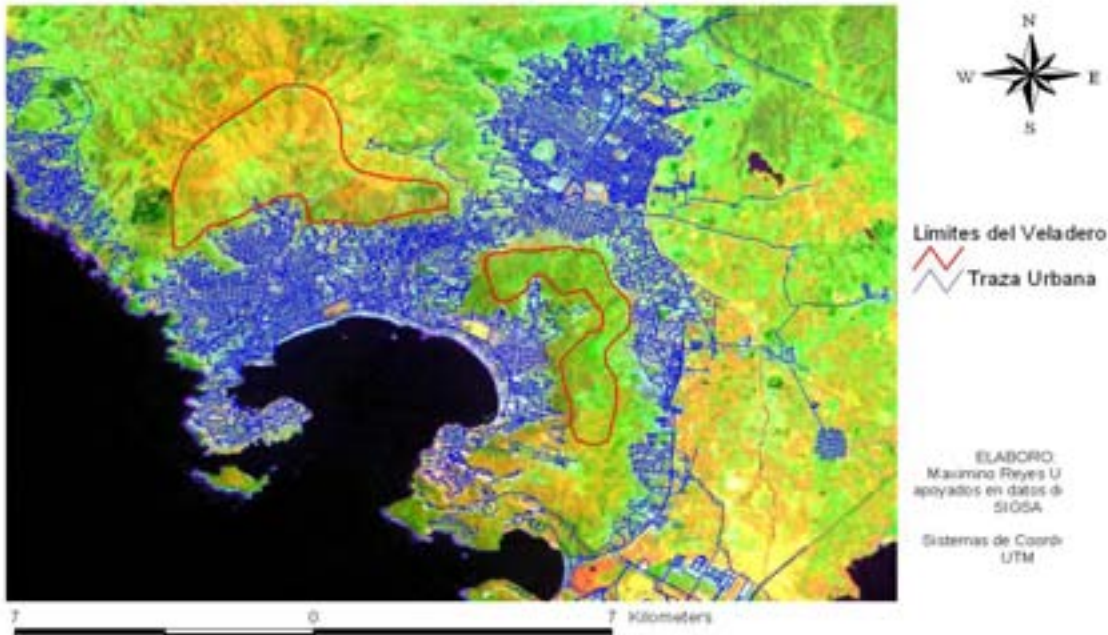
Fuente: Elaboración propia basados en los datos de INEGI, Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco.

El Municipio de Acapulco de Juárez (figura 2), se localiza entre las coordenadas geográficas extremas del 17° 14' al norte, de 16° 41' de latitud norte en el sur; al este de 99° 29'; y al oeste 100° 00' de longitud oeste (Gobierno Municipal de Acapulco de Juárez, 2000).

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Figura 2 Ciudad de Acapulco

ESPACIOMAPA: Acapulco(Ciudad)



Fuente: Maximino Reyes Umaña apoyados con datos de SIGSA E INEGI, 2001

Cuadro 7 Ubicación geográfica del municipio de Acapulco

Cabecera	Latitud Norte		Longitud Oeste		Altitud
	Grados	Minutos	Grados	Minutos	Msnm
Acapulco de Juárez	16	52	99	54	20

msnm: metros sobre el nivel del mar.

FUENTE: INEGI. Carta Topográfica, 1:50 000.

El municipio de Acapulco de Juárez tiene un territorio de 1,882.6 Km² que representa el 2.6% de la superficie estatal que es de 64,282 Km². Su litoral tiene una longitud de 62 Km que representa el 12.3 % de la costa guerrerense (INEGI, 2000).

Colinda al norte con los municipios de Coyuca de Benítez, Chilpancingo de los Bravo y Juan R. Escudero; al este con los municipios de Juan R. Escudero y San Marcos; al sur con el municipio de San Marcos y el Océano Pacífico; al oeste con el Océano Pacífico y el Municipio de Coyuca de Benítez (INEGI, 2000).

Selección de fronteras apropiadas

El definir claramente las fronteras apropiadas para la aplicación de la técnica ERFCA, es de suma importancia para lograr una investigación adecuada a nivel de suelo, agua y aire (Weitzenfeld, 1989:69):

- Fronteras Físicas: Se refiere a las cuencas Hidrológicas ya sean superficiales o subterráneas, las cadenas montañosas, costas, ríos, cumbres escarpadas, carreteras, vías férreas, canales, etc. En este caso se tomaron en cuenta las

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

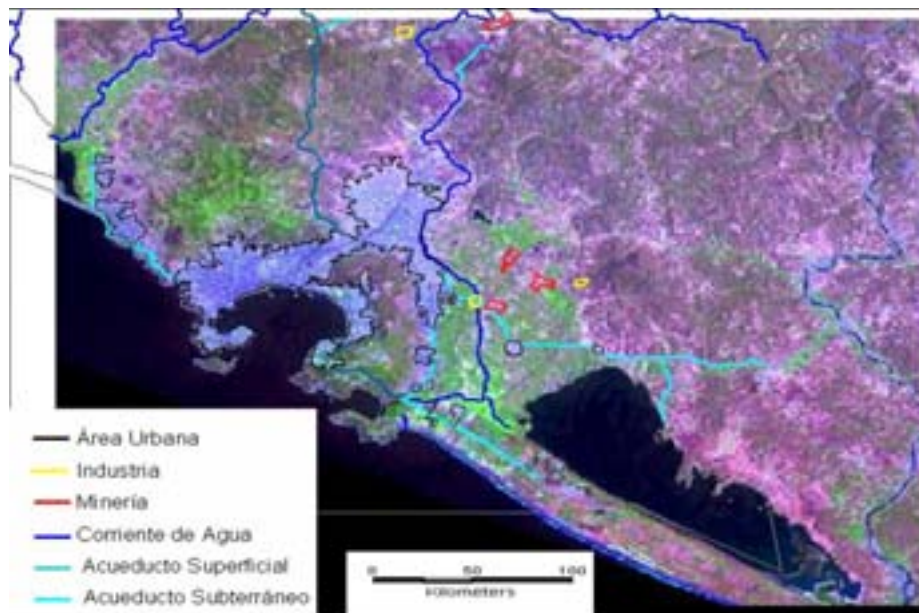
cuenas hidrológicas y cuerpos de agua interiores del Municipio (Río La Sabana, Laguna de Tres Palos y Laguna Negra), así como la Bahía de Santa Lucía.

- Fronteras político-legales: Son los límites de la ciudad, de la región, del estado o provincia; distritos de salud pública, distritos censales; regiones de control de calidad del aire, distritos de control de avenidas / drenaje; fronteras internacionales, etc. En este caso se escogió a la zona metropolitana del Municipio de Acapulco establecida en el Plan Director Urbano para dicha zona como frontera (abarca la zona urbana y conurbana del municipio).
- Fronteras económicas: Se refiere a zonas industriales; distritos mineros; áreas de desarrollo económico, distritos de recolección de aguas / alcantarillado / desechos. En este caso se escogieron las industrias del Municipio y de acuerdo a los padrones empresariales de CANCINTRA, INEGI, del año 2004 (13 industrias desde las pequeñas y medianas a las grandes).

Para la elaboración de este trabajo se tomó en consideración, la ley de información estadística y geográfica de 1980 que en su artículo 38 establece los principios de confidencialidad y reserva en lo relativo a datos en informes que los particulares proporcionen para fines estadísticos o que provengan de registros administrativos o civiles; con ello, queda establecido que dichos datos no podrán comunicarse ni en forma nominativa o individualizada, ni harán prueba ante autoridad administrativa o fiscal, ni en juicio o fuera de él, y en los casos en que se deba divulgar la información estadística, la misma no podrá referirse a datos relacionados con menos de tres unidades de observación y a su vez deberá estar integrada preservando el anonimato de los informes.

Para nuestra investigación delimitamos los siguientes sectores de análisis y de acuerdo al Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco de Juárez, Guerrero (figura 3): Los sectores urbanos están compuestos por el anfiteatro, Pie de la Cuesta-Coyuca, Valle de La Sabana y Diamante; Coyuca-Bajos del Ejido y Tres Palos-Río Papagayo el sector rural, y Parque Veladero y Reserva Ecológica representan el Sector Ecológico.

FIGURA 3. SECTORES URBANO, RURAL Y ECOLÓGICO DEL MUNICIPIO DE ACAPULCO.



Fuente: Elaboración propia basados en datos de INEGI, 2001

Investigador: Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional (CIDER), D. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

- 1) El Anfiteatro se compone de las colonias de la zona urbana situadas en lugares con vista a la bahía, desde el fraccionamiento Mozimba al poniente y la península de las Playas hasta la colonia Vista Hermosa al norte y la Zona Naval de Icacos al oriente.
- 2) La región Pie de la Cuesta-Coyuca está conformada por el área poniente de la parte urbana de Acapulco a partir de, fraccionamiento Marbella y la Colonia Venustiano Carranza hasta la Playa Hermosa en la Barra de Coyuca y las colonias Los Mangos y San Isidro, en los límites con el municipio de Coyuca.
- 3) El Valle de La Sabana se compone de la parte norte y poniente del Parque El Veladero; por la parte norte comprende desde las colonias Lázaro Cárdenas y Vicente Guerrero hasta la salida a Paso Limonero y al poniente las colonias Libertad y la zona urbana a lo largo de la carretera Cayaco-Puerto Marqués hasta el fraccionamiento Rinconada de Puerto Marqués.
- 4) La zona Diamante comprende desde Joyas de Brisamar y Playa Guitarrón hasta Barra Vieja, en la parte sur de la Laguna de Tres Palos hasta la desembocadura del Río Papagayo.
- 5) La zona Tres Palos- Río Papagayo se enmarca entre los asentamientos del municipio de Acapulco no integrados a la zona urbana y el territorio de los mismos cuya ubicación está dentro de los límites señalados al norte y oriente.
- 6) La región Veladero y Reserva Ecológica está definida dentro del polígono del Parque Nacional del Veladero, partes altas del anfiteatro y la zona de conservación hasta el límite norte de esta zona de estudio.

Inventarios Técnica ERFCA

El propósito inicial de esta investigación consistió en destacar las fuentes importantes de desechos y contaminación que pudiesen afectar al aire, agua y suelo en el área de estudio (plantas generadoras de energía eléctrica, industrias, comercios, descargas de aguas municipales).

El método usado en esta investigación es el conocido como la técnica de evaluación rápida de fuentes de contaminación ambiental (ERFCA), y su utilización se basa en los datos que se encuentran disponibles en el sector público, social y privado, lo cual permite que al obtener información limitada se puedan hacer inventarios de emisiones precisas a bajo costo, inventarios integrados de contaminación (Weitzenfeld, 1989:69-70).

El procedimiento ha sido diseñado para aprovechar al máximo la información que ya existe a nivel de anuarios estadísticos, informes de actividades industriales, planes y programas de gobierno, comisiones económicas regionales de la ONU, informes de asociaciones industriales, entre otras, documentados en forma completa para que se puedan verificar y actualizar posteriormente (Weitzenfeld, 1989:71).

Se basa en cálculos matemáticos desarrollados a partir de información disponible en organismos gubernamentales, censos, encuestas, etc., sobre producción industrial, calidad de vida de la población (agua potable, cloacas, residuos sólidos), datos climatológicos, tránsito vehicular, y aéreo. Utiliza factores de emisión ya determinados en cuadros específicos para cada fuente generadora y donde se procesan los datos obtenidos, lo cual nos permite obtener un diagnóstico sobre la carga contaminante de la zona de estudio.

Con esta técnica no es necesario realizar muestreos extensos ya que el procedimiento está diseñado para usar datos disponibles en la mayoría de los países y es aplicable a los sectores industriales, comerciales, urbanos, mineros, etc., permitiendo la integración de los inventarios; no es necesario inventariar todos los generadores de residuos o emisiones contaminantes, basta con conocer en promedio la cantidad total de producción en toneladas por año de una industria y proceder a introducir dichos datos en las tablas de trabajo correspondientes a la

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

técnica ERFCA, para conocer la cantidad y el tipo de contaminantes generados al suelo, agua y aire y proceder a definir prioridades.

Este diagnóstico ambiental incluyó contaminación del agua, aire y suelo debido a producción industrial, consumo de combustibles, desechos domiciliarios y permitió caracterizar una zona en cuanto a su oferta ambiental. Sobre la base de este método, pueden afinarse los programas de monitoreo, dictarse normas a nivel municipal o provincial, planificar la radicación de industrias o nuevos barrios, realizar estudios epidemiológicos relacionando las patologías con la contaminación del ambiente (Petcheneshky T., 2003:9).

Caracterización del medio físico y socioeconómico

Se procedió a realizar una caracterización del medio físico y socioeconómico, haciendo uso de la información contenida en los planes de desarrollo municipal desde 1999 hasta 2005, en el plan director urbano de la zona metropolitana del municipio de Acapulco y datos INEGI. Además se realizaron muestreos de campo conjuntamente con la Dirección de Protección civil para conocer el estado actual de los cauces pluviales, ríos y arroyos, como también los colectores y drenajes de todo el Municipio; la caracterización tiene como base los planteamientos de Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental (Echánis, 1995:8-9). El inventario ambiental permitió conocer el estado real de la zona de estudio, facilitándonos la jerarquización de los problemas ambientales en suelo, agua y aire.

Obtención de datos y recolección de fuentes de generación

Primeramente fue necesario conocer la cantidad y el tipo de industrias existentes en el Municipio y la verificación de que las mismas estuvieran funcionando, para luego investigar los volúmenes de producción correspondientes.

Para obtener la información requerida en esta investigación, se consultaron las diferentes cámaras empresariales ubicadas en el Municipio de Acapulco, CANACINTRA, CANACO, CANIRAC, al INEGI y al Gobierno del Estado, así como también se verificaron con los registros del SIEM (Sistema de Información Empresarial Mexicano) en Acapulco; además en algunos casos a información directa de empleados de gobierno con experiencia en aspectos de producción industrial.

Se elaboró una lista (anexo cuadro 5.1), con la información obtenida incluyendo las encuestas directas que se aplicaron en las industrias, para posteriormente analizar dicha información y elaborar la lista definitiva de industrias bajo la clasificación de acuerdo al "Indexes to the Internacional Standar Industrial Classification of all Economic Activities", desarrollado por la ONU (anexo cuadro 5.2).

Una vez recopilada la información se procedió a confeccionar una lista de chequeo para verificar y cotejar en campo las industrias que estaban en funcionamiento. La información fue variada en las diferentes fuentes que consultamos y las cuales finalmente fueron agrupadas de acuerdo al código de clasificación de la ONU (Anexo cuadro 5.2). Para verificar si las empresas enlistadas estaban en funcionamiento, se hicieron las visitas respectivas y se constató el giro de la empresa y la producción para cada caso.

Recolección de fuentes de generación

Consistió en identificar los tipos y magnitudes de las fuentes de desechos y contaminación en el área que seleccionamos para este estudio (zona metropolitana del Municipio), utilizando la lista de industrias del anexo 5.2 como base y ubicándolas en relación a los principales sectores urbano, rural y ecológico, tomando en cuenta funcionalidad del sistema de alcantarillado y

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

localización de descargas residuales, aspectos que nos permitieron determinar las fuentes potenciales principales de desechos y contaminación. Posteriormente se analiza cuáles son los datos que se requieren buscando los factores de desecho en los cuadros de trabajo de la técnica ERFCA para las fuentes de desechos identificadas en el área de estudio; estos factores se usan para calcular los desechos. En visitas de campo se comprobaron los datos sobre las diferentes fuentes para verificar su exactitud y en algunos casos fue necesario transformar las unidades de los datos recolectados para poderlos introducir en los cuadros de trabajo.

Una vez obtenidos los datos de producción de las empresas clasificadas dentro del CRETIB y del ERFCA, se procedió a la utilización de los cuadernos de trabajo de acuerdo a cada actividad manufacturera en lo correspondiente a las emisiones al aire, agua y sólidos (anexo cuadro 5.3, 5.4 y 5.5); dichos cuadernos contienen los coeficientes para las industrias más importantes, tomando como base la emisión de contaminantes en general. Estos coeficientes o factores son útiles para el cálculo de las cargas de desechos y contaminación y nos indican la naturaleza de los datos que se requieren.

En dichos cuadros se clasifican todas las actividades mayores causantes de contaminación y productoras de desechos, incluyendo las mismas una lista de factores de carga de desechos y contaminación correspondientes. Presentan columnas para anotar los datos que se requieran y las cargas de desechos y contaminación calculadas. Para las industrias los datos requeridos se encuentran en términos de toneladas de producto obtenido. Los factores que se dan en los cuadros pueden no ser muy precisos, sin embargo y de manera general se proporcionan cargas de desechos y contaminación suficientemente exactas en regiones donde hay muchas industrias similares y en las cuales los promedios de producción son estadísticamente válidos (Weitzenfeld, 1989:74-75).

Debido a la importancia de esta investigación se consideró prioritaria la identificación inicial de las posibles fuentes de datos y el diseño de los métodos de muestreo para los aforos vehiculares, caracterización e identificación de cuencas hidrológicas, encuestas a comercios, hoteles, gasolineras e industrias.

Cálculos

Una vez que las fuentes de datos e información fueron identificadas y analizadas, se procedió a completar los cuadros de trabajo, mismos que proporcionan una clasificación precisa de todas las actividades que causan contaminación y producen desechos, además se listan los factores de carga de desechos y sus contaminaciones correspondientes; para obtener los cuadros de producción se tomó en cuenta la clasificación de las empresas dentro del CRETIB y del ERFCA para hacer los cálculos que corresponden a cada una, en base a su actividad y mediante el empleo de cuadernos de trabajo específicos para los cálculos de emisiones al aire, agua y sólidos, todos con el uso de los coeficientes propios para cada industria (anexo cuadro 1.3 ERFCA).

Las cargas de desecho fueron calculadas siguiendo los pasos descritos a continuación:

- Anotando los datos recolectados de producción industrial en los cuadros de trabajo.
- Para cada proceso industrial reencuentran los factores de desechos correspondientes en la columna subsiguiente de los cuadros.
- Multiplicamos cada una de las cantidades de producción por el factor de desecho correspondiente y anotamos la carga calculada en el espacio apropiado.
- Concentramos las cargas de desechos en cuadros sumarios, con el fin de obtener una imagen general del área de estudio.

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

En el cuadro 8, podemos observar las divisiones de la actividad manufacturera y los índices que le corresponde a cada una de acuerdo al Internacional Standard Industry, y de acuerdo a ello se confeccionaron los cuadros de trabajo de la técnica ERFCA.

Cuadro 8 Divisiones de la actividad manufacturera

DIVISIÓN No.	TÍTULO DE LA CATEGORÍA
31	Manufactura de alimentos, bebidas y tabaco.
32	Manufactura de textiles, artículos de vestir e industria de cuero.
33	Manufactura de madera, productos de la madera, incluyendo muebles.
34	Manufactura de papel, productos de papel, imprenta y publicaciones.
35	Manufactura de químicos, petróleo, carbón, caucho y productos plásticos.
36	Manufactura de productos minerales no metálicos, excepto productos del petróleo y carbón.
37	Industria metálica básica.
38	Manufactura de productos fabricados de metal, maquinaria y equipos.
39	Otras industrias manufactureras.

Fuente: Indexes to the International Standard Industrial Classification of all economic activities.

Statistical papers. Series M., No. 4, Rev. 2, Add 1.

Indexed Edition- Statistical Office office of the United Nations, New York, Department of Economic and Social Affairs, 1971.

Para el cálculo de cargas contaminantes a la atmósfera, se tomaron en cuenta fuentes puntuales, fuentes de área y fuentes móviles, pudiéndose agrupar las fuentes de contaminación puntuales y de área, y entre fijas y móviles (cuadro 8), con la intención de ver con más precisión dónde hay mayor aportación de la contaminación.

En el cuadro 9, se presentan algunos ejemplos de las diferentes fuentes posibles de contaminación atmosférica que deben tomarse en cuenta al utilizar los cuadros de trabajo referidos a la determinación de las fuentes de emisión al aire.

Cuadro 9 Clasificación de las fuentes de contaminación atmosférica (algunos ejemplos)

	Fijas	Móviles
Puntuales	Industrias Canteras Generación de Energía	
Áreas	Agricultura Incineradores Polvo de suelo	Vehículos

Fuente: Weitzenfeld, 1989

Hay que considerar aquellas empresas no clasificadas dentro de la técnica ERFCA y que no cuentan con coeficientes para el cálculo de sus emisiones de contaminantes, pero que al ser clasificadas por el CRETIB son categorizadas como fuentes emisoras de residuos peligrosos.

Para determinar la carga contaminante que recibe la atmósfera se utilizaron factores de aportes ya registrados en la literatura, asumiendo que la emisión es función lineal del volumen de

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

producción o de la cantidad de combustibles consumido (Weitzenfeld, 1989:75), ya que no pudieron hacer estudios de aportes reales (y decir el por que no se hicieron).

$$K_{ij} = F_{ij} P_i$$

F_{ij} = factor de emisión del contaminante j de la fuente i

P_i = producción o consumo de la fuente i

Este esquema de cálculo es válido para fuentes de área, puntuales y móviles.

Los factores de emisión por tipo de fuentes son proporcionados por la literatura técnica de la U.S.E.P.A. (United States Environmental Protection Agency).

Para los residuos industriales se pueden calcular sus cantidades con base en el volumen de producción y con la utilización de factores de desecho; multiplicamos cada una de las cantidades de producción por el factor de desecho correspondiente y esto nos permite obtener la carga de desecho.

La base de los cálculos que realizamos está en los cuadros de trabajo del protocolo de la técnica ERFCa y que se utilizaron para determinar las diferentes emisiones contaminantes al suelo, al agua y al aire (anexos 3, 4 y 5).

Los cuadros están diseñados para calcular las cargas de contaminación del aire provenientes de diferentes fuentes:

- Cuadro 1.1 para cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión estacionarias.
- Cuadro 1.2 para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes de combustión móviles.
- Cuadro 1.3 para el cálculo de cargas de contaminación del aire provenientes de fuentes industriales.
- Cuadro 1.4 para el cálculo de cargas de contaminación al aire provenientes de la disposición de desechos sólidos.
- Cuadro 2.1 para el cálculo de cargas de contaminación provenientes de efluentes industriales para el agua y para el suelo.
- Cuadro 2.2 para el cálculo de cargas de contaminación y desechos de efluentes domésticos para el agua y para el suelo.
- Cuadro 2.3 para el cálculo de cargas de desechos sólidos para diversos procesos industriales para el agua y para el suelo.

Resultados

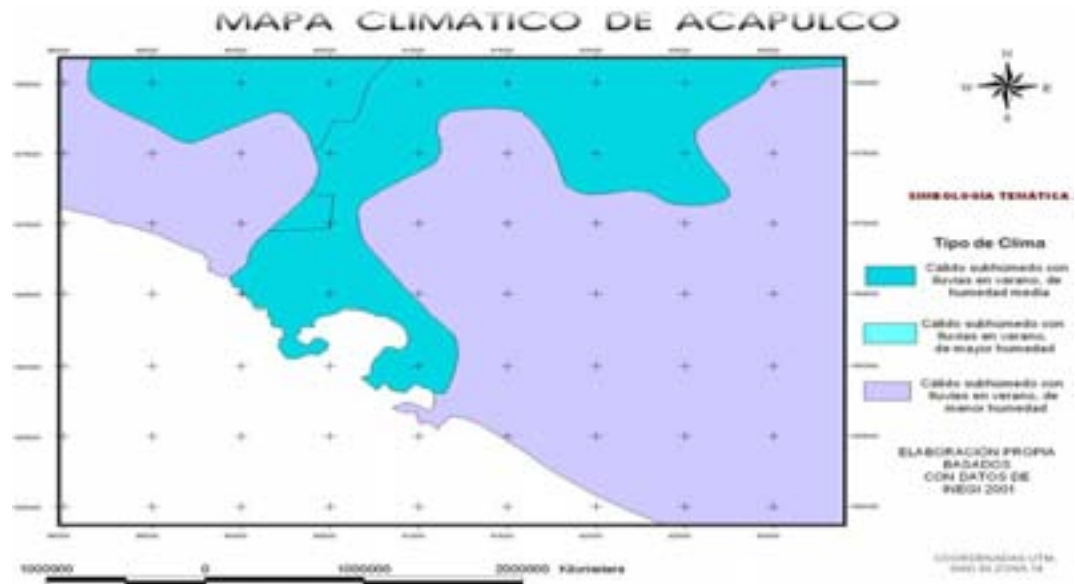
El municipio de Acapulco de Juárez tiene un territorio de 1,882.6 Km² que representa el 2.6% de la superficie estatal que es de 64,282 Km². Su litoral tiene una longitud de 62 Km. que representa el 12.3 % de la costa guerrerense (Gobierno Municipal de Acapulco de Juárez, 1999).

San Pedro Las Playas la de menor altitud con 10 msnm y Xaltianguis con 540 msnm la de mayor altitud.

En el municipio de Acapulco predomina un clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano y precipitación pluvial anual de 1,415.0 mm; la temporada de lluvias va de junio a septiembre y la temperatura media anual es de 27.6°C. (Gobierno Municipal de Acapulco de Juárez, 1999).

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

FIGURA 4 Climas en el Municipio de Acapulco



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI. 2001

El régimen climático prevaleciente en la zona metropolitana (área de nuestro estudio) es el A(w1) cálido subhúmedo dominando en la mayor parte del área y se caracteriza por tener una humedad intermedia y una precipitación media anual de 1216.0 mm con una temperatura media anual de 24.7° C. El tipo climático A(w2) se caracteriza por alta humedad y cubre conjuntamente con el grupo climático Acm la menor extensión del área, presentando una temperatura media anual de 25.3° C, con una precipitación pluvial media de 1668.0 mm.

De acuerdo con Ayllón (2003), el clima influye en los niveles de contaminación y para su análisis es importante tener en cuenta la emisión (la que sale a la atmósfera) y la inmisión (lo que queda una vez dispersado por el aire). En este sentido la climatología presenta un carácter geográfico y sobresale el análisis de la influencia que pueden llegar a tener las características de un lugar (latitud, altitud, etc.), sobre los fenómenos atmosféricos y que en ciertas condiciones repercuten en desequilibrios de la naturaleza por la alteración en los factores ambientales.

Existe una estrecha relación entre todos los elementos que conforman la naturaleza, de ahí que se puede suponer que los cambios producidos en el agua, el aire y el suelo, como resultado de actividades antropogénicas, afecten a todos sus componentes, destacándose principalmente el clima (Adame y Salín, 2000).

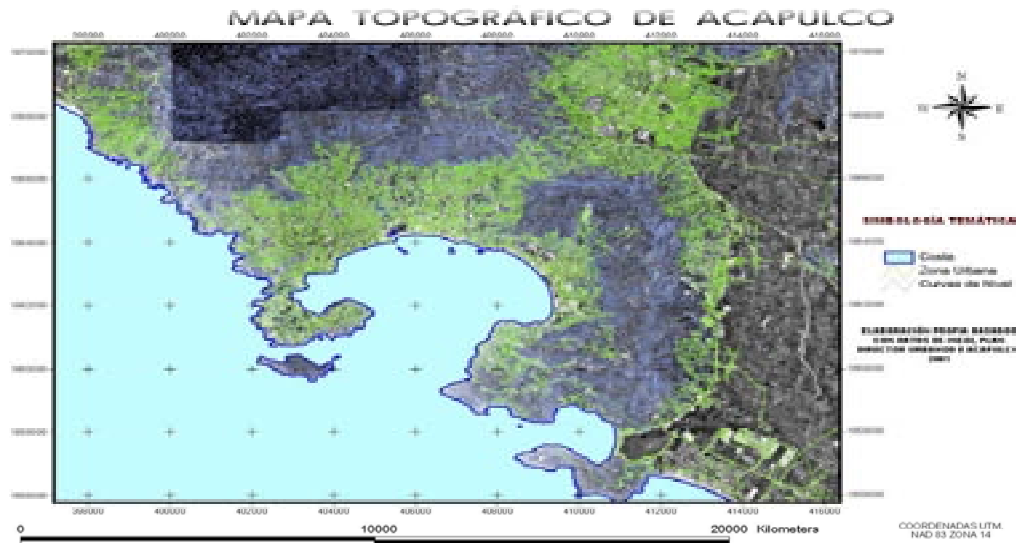
Características orográficas y topográficas

En cuanto a la topografía de la ciudad de Acapulco (figura 5), el anfiteatro tiene pendientes pronunciadas y acantilados en la Quebrada, que está delimitada por los cerros Carabalí al norte, con 700 mts., y El Vigía al oriente con 480 mts. de altura, extendiéndose a las penínsulas de Punta Bruja y Punta Diamante. Zonas bajas y planas en ambos lados del Anfiteatro en el entorno de las lagunas de Coyuca y de Tres Palos. En las partes bajas cercanas a los ríos se desarrollan los valles aluviales de la Sabana y de Coyuca-Bajos del

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Ejido, presentando gran productividad de árboles frutales y fuertes presiones de urbanización (Plan Director Urbano, 2001).

Figura 5 Topografía del Municipio de Acapulco.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, Plan Director Urbano de Acapulco, 2001.

Las formas de relieve (cuadro 13) que se presentan en el municipio de Acapulco de Juárez van desde accidentados y semiplanos hasta los planos en diversas proporciones. Sobresale el hecho de que entre accidentado y semiplano cubren casi el total de la superficie municipal (en 80%).

Cuadro 13 Formas de relieve

TIPO DE RELIEVE	% DE LA SUPERFICIE MUNICIPAL
ACCIDENTADO	40.00
SEMIPLANO	40.00
PLANO	20.00

Fuente: INEGI, Carta de Uso de Suelo

Características geológicas y edafológicas.

Las principales categorías geomorfológicas que predominan en el Municipio de Acapulco son: Colinas Metamórficas, Planicies Aluviales, Barra Litoral, Laderas y Cumbres de los Macizos Intrusivos.

En cuanto a los tipos de suelos en orden de importancia son: Cambisol, importante por su mayor fertilidad para la agricultura; el Litosol, Fluvisol, Regosol y Phaeozen (Gobierno Municipal de Acapulco de Juárez, 1999).

Las sustancias descargadas por actividades industriales y domésticas entran en un proceso de reciclaje ambiental, dominado por la dinámica del ambiente receptor y que obligatoriamente llegan en un momento dado a los suelos donde son acumulados; dependiendo del tipo de suelo y la persistencia de las descargas, pueden llegar a excederse los umbrales de seguridad ambiental propiciando un alto potencial tóxico permanente. El impacto de esta contaminación se determina por su magnitud e irreversibilidad de daños y extensión de superficie afectada (Galdames y Muños, 2001:15).

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Edafología

De acuerdo a la clasificación de la FAO/UNESCO modificada por INEGI, los suelos de la zona metropolitana del municipio de Acapulco corresponden: litosol, regosol, fluvisol, cambisol, luvisol, vertisol, feozem y gleysol (figura 6)

Figura 6 Edafología.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, SIGSA, 2001

Características del sistema biótico

INEGI (2001), describe que la vegetación predominante en el Municipio de Acapulco se compone de bosque tropical caducifolio con 92,998 has.; vegetación acuática y subacuática con 10,240 has.; bosque de pino encino; y bosque de pino con 6,837 has., cuyas áreas de uso del suelo son para agricultura de riego y agricultura de temporal, bosque de encino con agricultura de temporal y pastizal, y áreas erosionadas.

En el Plan Director Urbano para la zona metropolitana del municipio de Acapulco (2001), se hace énfasis en los graves problemas que enfrenta el Municipio, sobre todo por la explotación irracional y el crecimiento urbano indiscriminado, corriéndose así el riesgo de perder la vegetación primaria, que en el correr de los años puede ser sustituida por vegetación secundaria; esto traerá consigo repercusiones impactantes en los tipos de vegetación existente y afectará de sobremanera las áreas de cultivo que existen, ocasionando a mediano plazo un gran retroceso en sectores como el agrícola, pecuario y forestal, con afectaciones directas en los productores primarios.

La cobertura vegetal encontrada fue descrita tomando como apoyo la metodología de INEGI, de Uso del Suelo en la versión posterior a 1995. Los principales tipos de cobertura y uso del suelo que se presentan en la región son los siguientes. Predomina la selva baja caducifolia con vegetación arbustiva (50.72%), la agricultura de temporal (15.50%) y predominando los cultivos de maíz, ajonjolí, jamaica, calabaza y coco; en menor proporción encontramos bosque de pino (7.40%), de pino encino (5.13%), pastizal (3.36%), bosque de encino con vegetación secundaria arbórea (0.93%) y selva baja caducifolia (0.31%) con especies de uso doméstico y medicinal. La vegetación de manglar (0.20%) está constituida por especies consideradas con estatus de protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2001.

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Características hidrológicas.

En cuanto a la hidrografía (figura 7), tenemos de oriente a poniente las subcuencas del Río Papagayo, de la Laguna de Tres Palos, del río La Sabana, y la de la Bahía de Acapulco. Las principales corrientes de agua son los Ríos Papagayo y de La Sabana (Plan Director Urbano, 2001).

Figura 7 Mapa Hidrológico de la Ciudad de Acapulco

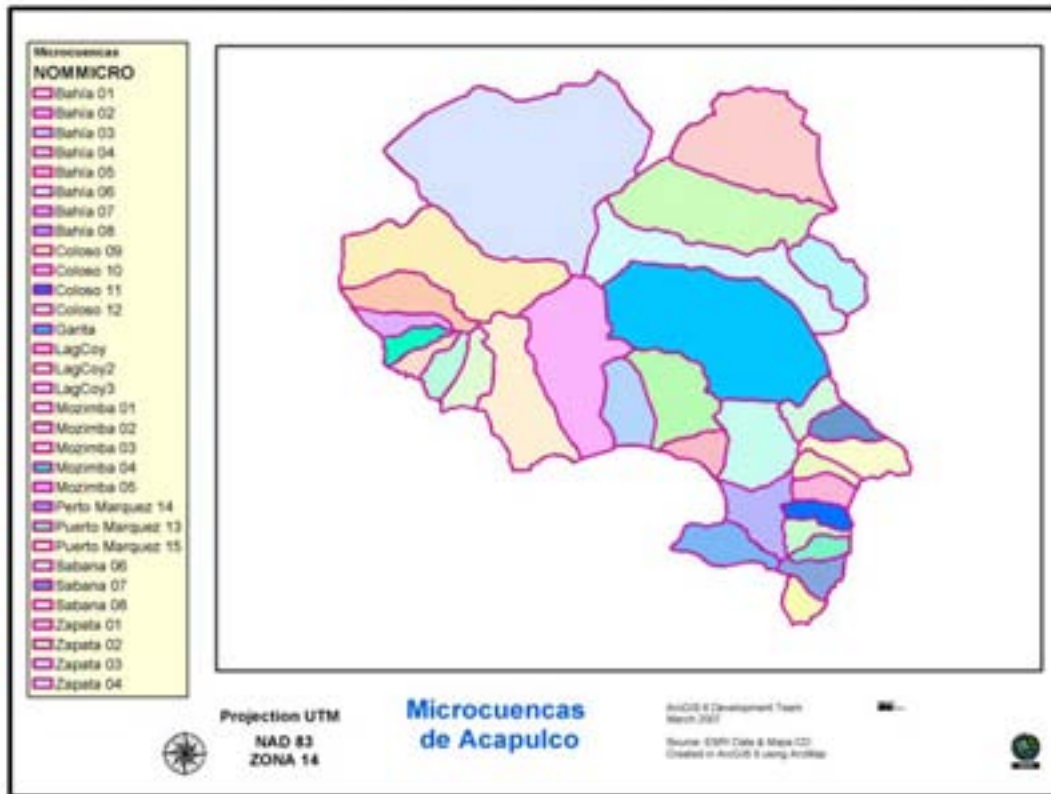


Mapa elaborado:

En lo que se subdividen en 8 descargas (figura 8), mismas que son vertidas a la bahía. Las principales son la de Aguas Blancas, Palma Sola-Camarón, Magallanes, La Garita, Costa Azul e Icacos y sus canales correspondientes. Por otro lado la zona del Cerro del Vigía presenta 8 escurrimientos importantes entre el Instituto Tecnológico de Acapulco y el puente de Puerto Marqués que llegan al Río La Sabana y que no están canalizados adecuadamente (UCDR-UAG, CNA y Protección Civil, 2003-2004).

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Figura 8 Micro cuencas



Mapa elaborado con datos de CNA, Protección Civil municipal, 2003

En cuanto a disponibilidad del agua el Estado de Guerrero se encuentra en el 12° lugar, y los escurrimientos de sus aguas se dan hacia las vertientes del Pacífico y la cuenca del río Balsas, ambas separados por la Sierra Madre del Sur.

Los recursos hidrográficos en Acapulco lo componen los ríos Papagayo y la sabana que cruza el municipio, asimismo los arroyos Xaltianguis, Potrerillo, la Provincia y Moyoapa; las lagunas de Tres Palos y Coyuca; existen también manantiales de aguas termales en dos arroyos, la Concepción y Aguas Calientes.

La región hidrológica 18 llamada Río Balsas, determinada por el río contiene una de las corrientes más importantes de la República Mexicana y con una superficie de captación de 111,122 Km², de los cuales 31% pertenecen al estado de Guerrero y el resto se va distribuyendo en los estados de Oaxaca, Puebla, Tlaxcala, Morelos, México, Michoacán y Jalisco (CNA-SEMARNAP-Gobierno del Estado de Guerrero, 2003).

La región hidrológica No. 19 Costa Grande, se sitúa al suroeste del estado y comprende el 20% del territorio y sus límites son al norte y occidente la región del Balsas, al oriente la región hidrológica No. 20 Costa Chica y está totalmente dentro del estado. La región hidrológica No. 20 Costa Chica tiene un 26.4% del territorio de Guerrero y se ubica al sureste de la entidad y se extiende hasta el estado de Oaxaca.

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

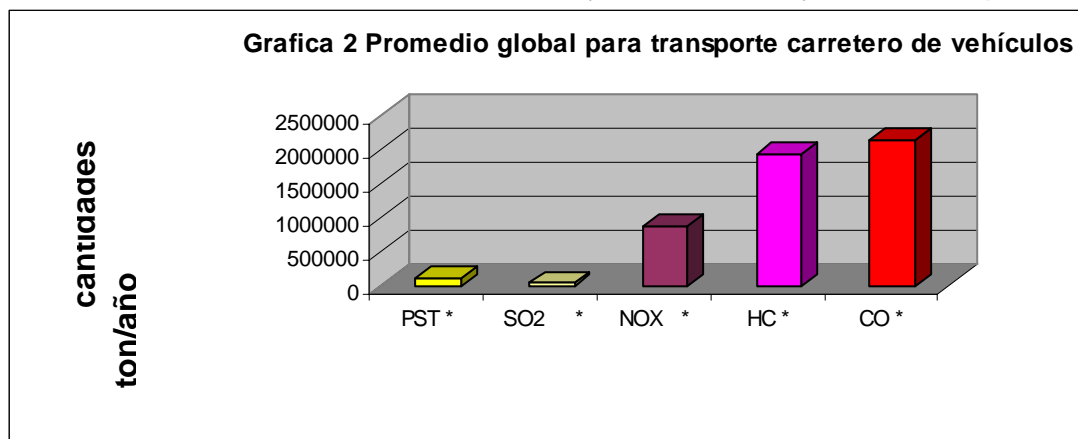
Emisiones al aire provenientes de fuentes móviles.

En el cuadro 29 podemos observar que el transporte vehicular representa la mayor fuente de emisiones contaminantes para los parámetros analizados por la técnica ERFCA, siendo mucho mayores las cantidades de toneladas anuales emitidas para cada uno de ellos.

Cuadro. 29 Emisiones al aire procedentes de combustión móvil

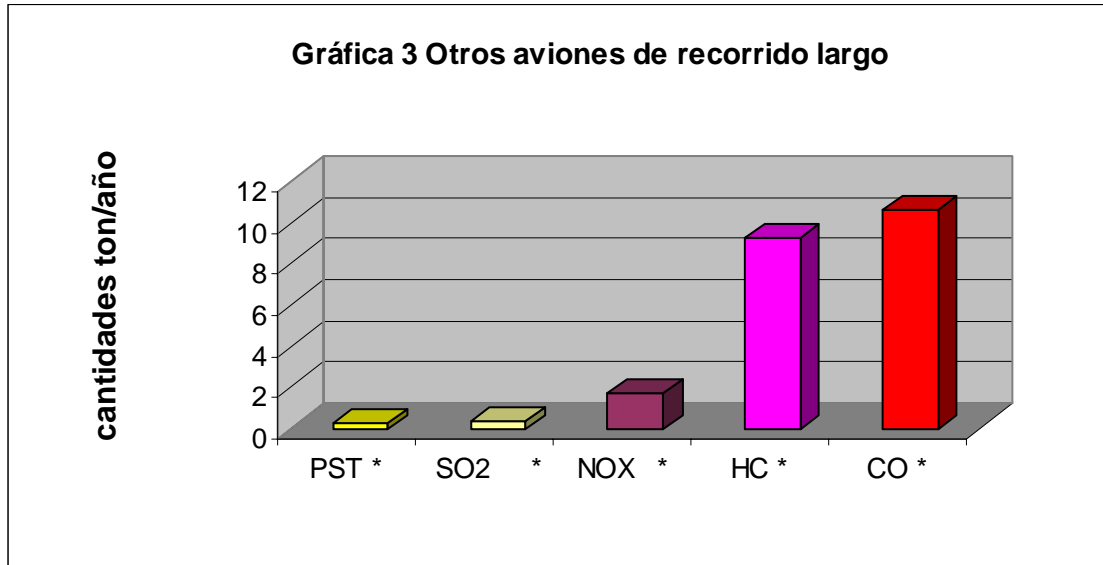
TIPO DE VEHÍCULO	PST (t/a)	SO ₂ (t/a)	NO _x (t/a)	HC (t/a)	CO (t/a)
PROMEDIO GLOBAL PARA TRANSPORTE CARRETERO DE VEHÍCULOS	96116	32039	881068	1922330	2135922
OTROS AVIONES DE RECORRIDO LARGO	0.246	0.369	1.722	9.225	10.578
AVIONES COMERCIALES	1.6269	1.0846	8.6768	8.1345	22.7766
TOTAL	96117.87 (1.9%)	32040.45 (0.63%)	881078.40 (17.39%)	1922347.36 (37.93%)	2135955.35 (42.15%)

En la gráfica 2, observamos el promedio global de contaminantes generados por el transporte carretero de vehículos, donde sobresalen mayormente el CO y el HC en su producción anual.

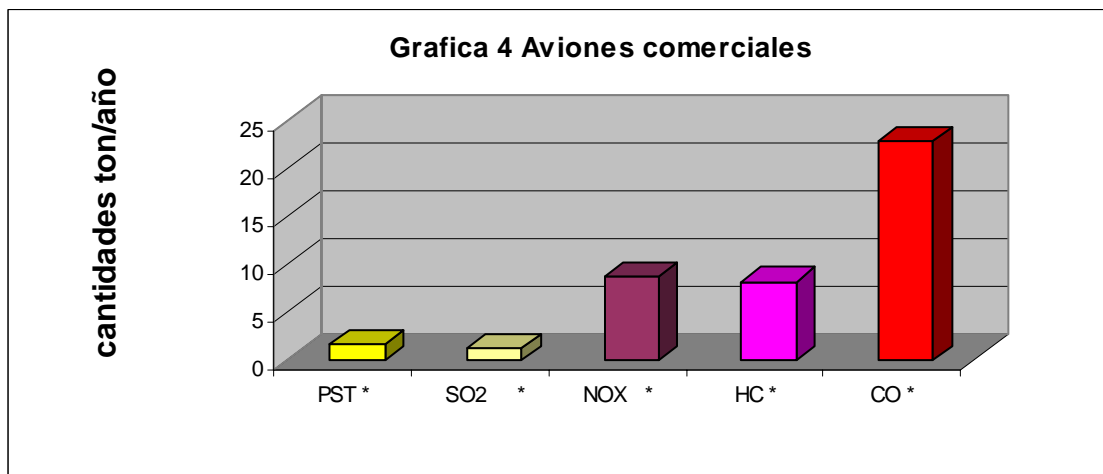


En la gráfica 3, podemos observar las cantidades en toneladas por año de contaminantes al aire producidos por aviones de recorrido largo, y como en el caso anterior del transporte carretero los mayormente producidos son el CO y HC (9.23 y 10.6), aunque en menor proporción.

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

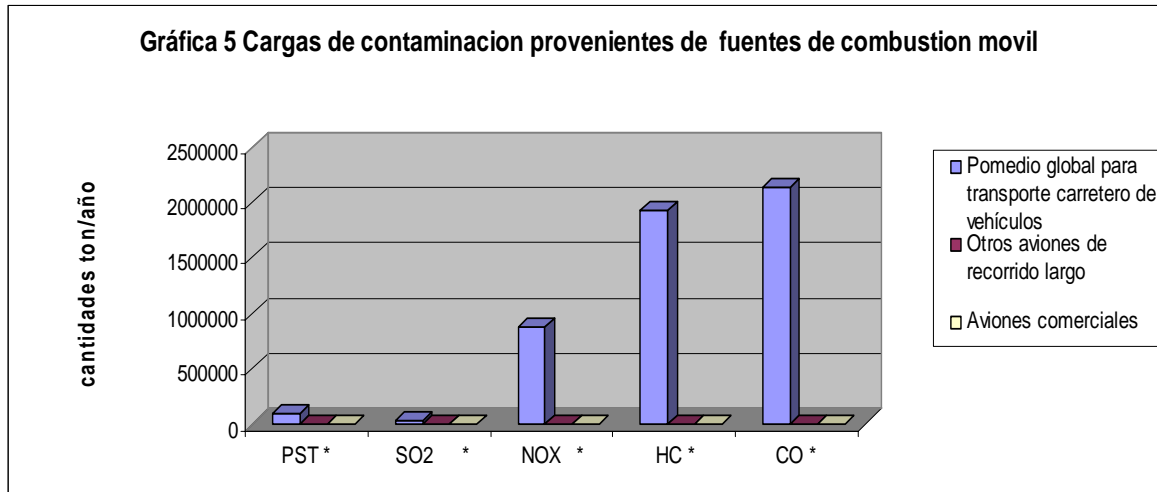


En la gráfica 4, podemos ver que la generación mayor de contaminante por los aviones comerciales es de CO, sin embargo a diferencia de las anteriores fuentes generadoras le sigue en proporción la generación de Nox seguida de HC. Las cantidades van desde 22.8, 8.7 y 8.1, respectivamente en toneladas por año.



En la gráfica 5, al hacer una sinopsis de todas las cargas de contaminación de fuentes móviles ya explicadas con anterioridad, podemos percatarnos que el transporte carretero es el de mayor emisión de contaminantes al aire y con un margen amplio; para conocer las cantidades en toneladas por año sugerimos ver cuadro 29.

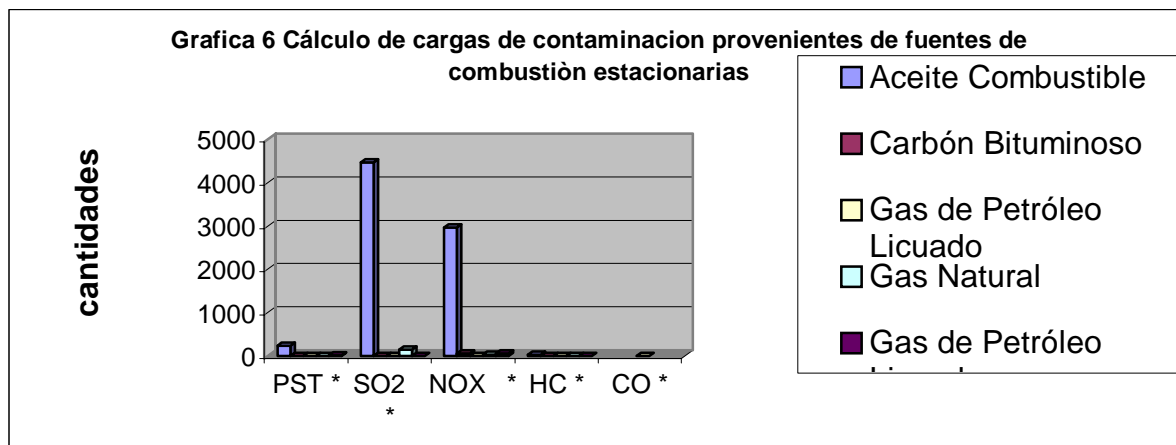
¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx



Mediante estos resultados podemos considerar que la contaminación del aire como consecuencia de los gases emitidos por la combustión de motores de vehículos e industrias, es producida en forma gaseosa o por vapores o partículas sólidas que tienen la capacidad de mantenerse en suspensión (gráficas 2, 3, 4...), la manera de detectar que tanto de contaminación está propiciándose será determinar mediante mediciones físico-químicas precisas si los valores producidos son superiores a los normales establecidos y verificar qué tanto están afectando la salud de la población; mediante la aplicación de la técnica ERFCA obtenemos un aproximado de la contaminación existente, nos muestra que hay un problema y es posible hacer una jerarquización de las diversas fuentes generadoras.

Emissiones al aire procedentes de fuentes de combustión estacionaria.

En cuanto a las fuentes de combustión estacionaria (gasolineras por ejemplo), los resultados obtenidos en esta investigación nos indican que los SO₂ tienen un 57.55% del total, NO_x 38.71%, PST 3.12%, HC 0.44% y CO con 0.18% del total de contaminantes emitidos por parámetro.



¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

En esta investigación se determina que el SO₂ es uno de los parámetros mayormente producidos por las fuentes de combustión estacionaria en una proporción de 57.55% del total de este contaminante producido por las fuentes de combustión estacionaria.

Emisiones al aire proveniente de fuentes industriales.

Cuadro 32 Emisiones al aire provenientes de fuentes industriales

INDUSTRIA Y PROCESOS	PST (t/a)	SO ₂ (t/a)	NO _x (t/a)	HC (t/a)	CO (t/a)
MOLINO DE GRANOS	0.0528				
DESMONTADO DE ALGODÓN	20.16				
MANUFACTURA DE PINTURAS	164.2792				246.4188
MANUFACTURA DE CEMENTO, CAL Y YESO (II) CON MULTICICLONES	16320				
TOTAL	16504.5 (98.5%)				246.42 (1.5%)

Cuadro 33 Sinóptico de cargas de contaminación del aire provenientes de diferentes fuentes.

INDUSTRIA Y PROCESO	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Cantidad de contaminantes Total (kg/año)
Partículas	250,14	96118	16504,492	26,28						112898.912
SO ₂	4617,2	32040		1,6425						36658.8425
Oxido de nitrógeno	3107	881078		9,855						884194.855
Hidrocarburos	35,34	17,3595		49,275						101.9745
CO	148,2	33,3546		137,97						319.5246
TOTAL	8157,88	1009286,714	16504,492	225,0225						1034174.109

Cargas de contaminación provenientes de efluentes líquidos.

La aplicación de esta técnica durante la investigación ha permitido corroborar lo diferido de las características de las aguas residuales de acuerdo a cada fuente generadora y podemos afirmar que los vertidos industriales van a depender no sólo de sus características comunes como serían la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química sino también del contenido en sustancias orgánicas e inorgánicas, de ahí que un control efectivo podría propiciarse tratándose previamente en el lugar donde se utilizan las aguas y descargarse al

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

sistema de depuración o podrían depurarse por completo en la planta y reutilizarlas o verterlas en cuerpos de agua y canales pluviales.

Cuadro 34 Cuadro sinóptico de cargas de contaminación provenientes de efluentes líquidos de diferentes fuentes

Contaminante o indicador de contaminación	A	B	C	D	E	F	G	Total
Volumen de desecho	653239.4276	5597.11						658836.5376
DBO5	194512.5386	14001.335						208513.8736
DQO	91853.74	31322.9						123176.64
SS	240136.0755	14989.66						255125.7355
ACEITE	1292.3838							1292.3838
N		2245.8						2245.8
FENOLES								
P2O5								
S2-								
CN								
Hg								
Cu								
Ni								
Cr								
Zn								
Cd								
Sn								
Hidrocarburos clorados								
F-								
TOTAL	1181034.166	68156.805						1249190.971

NOTAS:

1) Los factores para la demanda química de oxígeno (DQO) no siempre están disponibles. Por lo tanto, los espacios en blanco en esta columna significan que no hay datos disponibles.

2) Las cantidades de DQO totales pueden ser calculadas a partir de cantidades conocidas de DBO5; la relación de DQO a DBO5 es de 2 a 5 para la mayoría de los efluentes no tóxicos.

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Cuadro 35 Cuadro de trabajo para el cálculo de desechos y contaminantes provenientes de efluentes domésticos

	Población (103 habitantes)	Volumen de desecho		DBO5		DQO		SS		N		P	
		na/a	103 m ³ /año	kg/persona	na/a	t/año	na/a	t/año	na/a	t/año	na/a	t/año	na/a
Habitantes con servicio de alcantarillado 3	680.542	7.3	4968	19.7	13406	4.4	2994	2.0	13610	3.3	2245	0.4	272.2
Habitantes con servicio individual 4	86.179	7.3	629.11	6.9	594.6	1.6	1378	1.6	1378				
Total													

La falta de control sobre el vertido de contaminantes en algunos casos de forma indirecta por el deterioro de los recolectores municipales, ha sido el producto principal de la ausencia de planeación ambiental, impidiendo por otro lado los programas técnicos adecuados por falta de conocimiento de las fuentes de contaminación y de los volúmenes de contaminantes producidos.

En el caso concreto del Municipio, es evidente la escasez de tiempo y recursos para llevar al cabo estudios más importantes sobre la contaminación aún a sabiendas de las limitaciones que se presentarán en cualquier plan ecológico ambiental y de desarrollo municipal al utilizar aproximaciones.

Cargas de desechos sólidos municipales

Esta investigación permite jerarquizar pero a la vez posibilita el entender como se debe contener el problema de la contaminación, de forma integral y analizando los tres medios interrelacionados, no de manera aislada como tradicionalmente se ha intentado analizar y aceptando que los residuos al entrar en contacto con el medio ambiente pueden provocar contaminación al aire, al agua y al suelo. Los residuos sólidos municipales (RSM) comprenden los desperdicios que provienen de casas habitación, sitios de servicios privados y públicos, demoliciones, construcciones y de establecimientos comerciales y de servicios Cuadro 36).

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Cuadro 36 Cargas de desechos sólidos Municipales

CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	10 ³ HABITANTES CON SERVICIO REGULAR DE RECOLECCIÓN DE BASURA	DESECHOS MUNICIPALES	
		FACTOR Kg/persona/año	CARGA (t/año)
(1) DESECHOS MUNICIPALES Área con ingresos muy bajos		150	
Área típica en una nación en desarrollo	651712.85	250	162928212.5
		400	
Área típica en una región acaudalada		900	
CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO	10 ³ HABITANTES CON SERVICIO DE ALCANTARILLADO	PESO SECO DE LOS LODOS	
		FACTOR Kg/persona/año	CARGA (t/año)
(2) LODOS Planta de aguas residuales primarias (no digeridas)	439.378	12	5272.536
Plantas de tratamiento secundario de aguas residuales (digeridas)		5.4	
Tratamiento de agua a base de ablandamiento con cal soda		20	

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx

Cuadro No. 37 Residuos sólidos provenientes de diferentes fuentes

TIPO DE RESIDUOS	SUBTOTALES DE CANTIDADES DE RESIDUOS SÓLIDOS										Cantidad de residuos total (kg/año)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I		
Peligrosos provenientes del proceso	95.447936										95.447936
No peligrosos provenientes del proceso	7711.08										7711.08
Peligrosos provenientes del tratamiento											
De origen doméstico		191680250									191680250
De origen municipal			5272.536								5272.536
General sin especificar											
TOTAL	7806.527936	191680250	5272.536								191693329.1

Consideraciones Finales

Los resultados obtenidos en esta investigación permiten la organización de programas más apropiados de monitoreo ambiental y a su vez la evaluación del impacto de las estrategias propuestas, ello propicia el establecimiento de medidas de control adecuadas; además permite evaluar el impacto de proyectos de crecimiento industrial incidiendo adecuadamente en la localización y las medidas apropiadas de control para su operación.

Conociendo además de la importancia de la participación social se hace imprescindible el diseño de programas avocados a la capacitación en la realización de acciones individuales que permitan hacer frente a la contaminación, mismas que podrían definirse de acuerdo a la situación en las casas, trabajos y en las colonias en general.

Se logra cumplir el propósito fundamental en esta investigación, la zonificación de la jerarquización de la problemática ambiental en la zona metropolitana del municipio de Acapulco, de tal forma que se inicia con la creación de un banco de datos para la confección de un atlas que indique los tipos de contaminación existente en áreas específicas (al aire, al agua y al suelo), y de acuerdo a la fuente generadora principal.

¹ Profesor/Investigador Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional-UAGro., Dr. en Ciencias de Desarrollo Regional, justi_glz@yahoo.com.mx