



**SEMA – EMS**

Secretariado de Manejo del Medio Ambiente  
para América Latina y el Caribe

# **SISTEMA DE CONTROL ATMOSFERICO DE LA CIUDAD DE COCHABAMBA**

**Municipalidad de Cochabamba**

# **INDICE**

## **PROLOGO**

## **INTRODUCCION**

## **OBJETIVOS Y ALCANCE DEL ESTUDIO**

## **CAPITULO 1**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. Consideraciones ecofisiogeográficas y socioeconómicas urbanas de la ciudad de Cochabamba**

*1.1.1. Aspectos socio–económicos*

*1.1.2. Aspectos físicos*

*1.1.3. Aspectos climáticos*

*1.1.4. Modelo urbano*

*1.1.5. Efectos de la contaminación atmosférica en la salud*

## **CAPITULO 2**

### **DIAGNOSTICO DE FUENTES CRITICAS DE CONTAMINACION ATMOSFERICA**

#### **2.1.Introducción**

#### **2.2.Objetivos y alcance del estudio**

#### **2.3. Metodología utilizada**

#### **2.4. Factores Meteorológicos**

*2.4.1. Características meteorológicas de la ciudad de Cochabamba*

*2.4.2. Flujos locales*

*2.4.3. Condiciones meteorológicas asociadas a procesos de contaminación*

#### **2.5. Factores urbanos**

*2.5.1. Efectos urbanos*

#### **2.6. Emisiones de contaminantes a la atmósfera**

**2.6.1. Clasificación de las fuentes emisoras**

**2.7. Fuentes fijas y su potencial impacto al medio ambiente**

**2.7.1. Rubro alimentos**

**2.7.2. Rubro bebidas**

**2.7.3. Rubro textiles**

**2.7.4. Rubro cueros**

**2.7.5. Rubro madera**

**2.7.6. Rubro papel**

**2.7.7. Rubro químicos**

**2.7.8. Rubro plásticos**

**2.7.9. Rubro caucho**

**2.7.10. Rubro no metálicos**

**2.7.11. Rubro vidrio**

**2.7.12. Rubro petróleo**

**2.8. Fuentes móviles y su potencial impacto al medio ambiente**

**2.8.1. Caracterización del parque automotor y su evolución**

**2.8.2. Emisiones del parque automotor**

**2.8.3. Emisiones del parque automotor en la ciudad de Cochabamba**

**2.9. Emisiones de contaminantes acústicos a la atmósfera**

**2.9.1. Clasificación de fuentes emisoras de ruido**

**2.9.2. Fuentes Fijas**

**2.9.3. Fuentes Móviles**

**2.10. Emisiones de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Cochabamba**

**2.10.1. Emisiones gaseosas**

**2.10.2. Emisiones acústicas**

**CAPITULO 3**  
**SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO PARA EL CONTROL**  
**ATMOSFERICO EN LA CIUDAD DE COCHABAMBA**

**3.1.Introducción**

**3.2. Objetivo general y alcance**

**3.3.Software**

***3.3.1.MicroStation***

***3.3.2.MGE***

**3.4.Metodología**

***3.4.1. Análisis y diseño***

***3.4.2.Implementación***

**3.5. Resultados**

**3.6. Interpretación de mapas temáticos**

**3.7. Modalidades de Implementación**

**CAPITULO 4**  
**INSTITUCIONALIDAD Y MARCO LEGAL VIGENTE**

**4.1. Introducción**

**4.2. Historia de la Legislación Ambiental en Bolivia**

**4.3. Autoridades Ambientales Competentes**

**4.4. Reglamentación Ambiental Específica para la ciudad de Cochabamba**

**CAPITULO 5**  
**PROGRAMA COMUNICACIONAL Y DE EDUCACION**

**5.1.Introducción**

**5.2. Proceso comunicacional y de concertación**

**5.3. Proceso de educación**

**5.4. Intercambio técnico con Rosario – Argentina**

**CAPITULO 6**  
**POLITICAS Y ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LA**  
**CONTAMINACION ATMOSFERICA**

**6.1. Introducción**

**6.2. Políticas y estrategias sobre contaminación atmosférica**

**CAPITULO 7**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**7.1. Área institucional y legal**

**7.2. Área técnica**

**7.3. Recomendaciones**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

## PROLOGO

Uno de los más grandes desafíos que las ciudades en franco desarrollo están enfrentando, es el de conservar su entorno, sus recursos naturales y mejorar su tasa de crecimiento económico, encontrando, al mismo tiempo, la manera menos costosa de reducir los impactos negativos en su medio ambiente.

No obstante, a que la aproximación tradicional y más directa para la gestión ambiental se basa en la imposición de restricciones, penalizaciones y sanciones derivadas de normativas expresas, que a su vez constituyen métodos difíciles y costosos de implementar y hacer cumplir, especialmente cuando las capacidades institucionales se encuentran en proceso de fortalecimiento, la experiencia nos viene enseñando que el uso de instrumentos participativos pueden con mayor celeridad modificar conductas, toda vez que son susceptibles de transformarse en incentivos porque propician a través de la sensibilización y concientización de los actores involucrados poderosas motivaciones basadas a mediano y largo plazo en los costos y beneficios que apropiarán en el cometido al ser parte protagónica del mejoramiento de la calidad ambiental y de vida de la población.

Bajo estos conceptos se ha desarrollado el presente estudio, cuyos resultados, a pesar de su condición de preliminares, ha permitido inéditamente identificar las fuentes críticas de emisión de contaminantes a la atmósfera en la ciudad, en sus componentes de gases y ruido, detectar la importancia y magnitud de sus impactos, inventariar los efectores y causales susceptibles de manejo adecuado, y formular regulaciones que promuevan la amplia participación de los ciudadanos productores como consumidores.

Los resultados alcanzados excedieron los propósitos planteados, toda vez que la participación intersectorial permitió el tratamiento de la problemática de forma holística, considerando el desarrollo de una gama de instrumentos de diagnóstico que involucró la aplicación de técnicas de información geográfica en el procesamiento de la información industrial y comercial, la incorporación de los indicadores de salud ambiental y de la población, así como el ejercicio de técnicas de modelaje de evaluación de impacto específicas.

El trabajo contó con el apoyo de varios profesionales que contribuyeron en sus diferentes componentes, aportes que agradecemos en las personas de: Lic. Raúl Manjón (Asesor en la formulación del diagnóstico), Ing. Maria del Carmen Arnéz Camacho (enfoque inicial del trabajo), Dr. Andrés Gonzáles (formulación de los reglamentos específicos), Ing. Erica Ergueta (Diseño sistema y red informática), Lic. Iblin Román E. (registro de emisión de ruidos), Ing. José Castellón (factores urbanos) y Dr. Antonio Olguin (daños a la salud por efecto del ruido).

En condición de supervisora del proyecto, agradecer a la Lic. Lilia Meneses J. Coautora principal del trabajo, por la constancia y capacidad mostrada en el desarrollo del mismo; especial agradecimiento al Secretariado de Manejo del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe (SEMA) y al Centro de Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), Canadá por apoyar técnica y económicamente la propuesta, respectivamente; a los Municipios de Nantes, Francia y Rosario, República Argentina, por los valiosos criterios en la asistencia técnica y amplio, honesto como efectivo intercambio de experiencias.

Finalmente, las autoras del trabajo deseamos expresar un profundo reconocimiento al Señor Alcalde, Manfred Reyes Villa Bacigalupi, por la confianza, impulso decidido y constante aliento para alcanzar las metas propuestas siempre alrededor de los programas como proyectos ambientales para la ciudad de Cochabamba.

*Marithza Del Castillo Antezana*

*OFICIAL MAYOR DE DESARROLLO HUMANO Y MEDIO AMBIENTE*

*H. MUNICIPALIDAD DE COCHABAMBA*

## INTRODUCCIÓN

La determinación e implementación de un programa sistemático de **CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA** es un proceso lento, difícil, de costos relativamente altos, de definición política y administrativa de instrumentos nacionales como locales, y cuyos resultados no pueden ser preestablecidos con certeza, toda vez que la aplicación de las medidas técnicas y normativas deben ser homologadas a la voluntad popular y de los sectores institucionales de la sociedad involucrada.

Sin embargo, las experiencias resultantes del esfuerzo global en éste campo ha expuesto algunas condiciones mínimas requeridas para orientar el control de la calidad del aire, y que incluyen:

- El inventario exhaustivo de las fuentes de emisión de contaminantes,
- El estudio de antecedentes meteorológicos y fisiogeográficos de la región en proceso,
- El conocimiento acerca de los diferentes efectos de los contaminantes básicamente sobre la salud humana,
- La estructuración de metodologías de control apropiada, e implementación de tecnología adecuada en sus costos para la región, y
- La involucración de los diferentes actores en el proceso.

En la medida en que éstos requisitos sean incorporados en la planificación y gestión de la calidad ambiental, o al menos estimados con una precisión satisfactoria, es posible consolidar un programa de control adecuado. Así lo ha comprendido la H. Municipalidad de Cochabamba y expresado en su Política y Lineamientos de Gestión Ambiental, priorizando la atención sistemática de la problemática de contaminación atmosférica de su jurisdicción.

Este esfuerzo fue iniciado a partir de la gestión 1996, con el soporte en asistencia técnica de la Misión de Nantes, Francia; cuyo convenio de cooperación permitió que en coordinación con la Unidad Gestora de Medio Ambiente de la Municipalidad (UGAM), se desarrolle un proceso de inventariación de la problemática ambiental de la ciudad de Cochabamba, introduciendo al programa de planificación ambiental la necesidad de incorporar un intercambio de capacitación, efectivizado durante dicha gestión a través del módulo de formación de dos técnicas municipales durante 3 semanas en la ciudad de Nantes.

Alrededor del primer semestre de la gestión 1997, la Oficialía Mayor de Desarrollo Territorial y Medio Ambiente accedió a la Convocatoria de promoción a programas y proyectos de fomento ambiental impulsado por el Secretariado de Manejo del Medio Ambiente para América Latina y el Caribe, presentando su propuesta "**Sistema de Control Atmosférico de la ciudad de Cochabamba**", para su apoyo financiero y soporte técnico en sus actividades.

La propuesta fue aprobada a partir de diciembre de 1997 y arrancó en sus actividades durante el mes de febrero de 1998, constituyéndose en el proyecto marco que permitió estructurar en su contexto técnico la medidas legales, administrativas y de involucramiento público que se respaldan actualmente por la Ley de Participación Popular, de Descentralización Administrativa y de la Ley General del Medio Ambiente del país.

Paralelamente, el Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, entre 1996 y 1997, desarrolló algunas evaluaciones rápidas en materia de registro de contaminantes por emisión de gases en el eje central del país (ciudades de La Paz,

Cochabamba y Santa Cruz), cuyos resultados propiciaron dos acciones por parte del Ente Matriz, en condición de Autoridad Ambiental Competente:

El M.D.S.M.A., a través de la Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente convoca a todas las reparticiones públicas y privadas a presentar a partir del 1º de junio de 1996 los instrumentos de Prevención y Control Ambiental (Fichas Ambientales y/o Manifiestos Ambientales) de toda obra u actividad que en su nueva implementación o actividad corriente pueda atentar sobre la calidad ambiental, según lo establecido por el R.G.P.C. de la Ley 1333. Atendiendo particularmente la emisión referida a las fuentes fijas.

El M.D.S.M.A., a través de la misma Secretaría, convoca a Licitación Internacional a Empresas que atiendan la verificación en emisión de gases por escape de vehículos, definiendo según R.M. N° 154/96 "**...la obligatoriedad del parque automotor de las ciudades de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz y El Alto, de someterse al control de sus vehículos para la obtención del certificado de verificación vehicular y Roseta Ambiental, cuyos recursos obtenidos estarían destinados al Programa Nacional de Administración de la calidad del aire (PRONACA) para la ejecución de investigaciones en la temática**". Frente al atropello de las condiciones de autonomía y competencia de los Gobiernos Municipales y condiciones jurídicas y administrativas del proceso de adjudicación pública, se suspende el proceso y se encomienda a los municipios desarrollar las acciones pertinentes en el área.

Es en estos términos que la H. Municipalidad de Cochabamba, convoca a partir de 1997 a la "**Construcción, Equipamiento y Administración de la Estación de Control de Emisión de Gases por Escape de Vehículos Motorizados**", proceso que luego de declararse desierto por dos llamamientos, ante la limitada experiencia e interés de empresas especializadas, culmina durante la presente gestión en la evaluación de tres empresas de carácter internacional para su adjudicación.

Estos antecedentes y particularmente la cada vez más creciente denuncia de la población sobre la problemática atmosférica, ejerce sobre el proyecto un efecto sistemático en la atención de los sectores tanto del Transporte cuanto de la Cámara de Industrias y productores de ladrillos por dialogar respecto a las alternativas de solución. Los escenarios que se ejercieron y se van institucionalizando han permitido que los productores de ladrillos en toda la jurisdicción reduzcan el número de hornos, en un 45 % y su inserción energética a gas natural, con importantes perspectivas de relocalizar sus actividades a áreas que provean cuantitativamente mejoras en su materia prima y con la tecnología alcanzada; que las industrias y actividades comerciales como productivas presenten sus manifiestos ambientales e inicien el desarrollo de sus planes de mitigación de impactos, aunque muy lentamente; y que el sector de los transportistas ejecute conjuntamente con el municipio el Plan maestro de Vialidad y Circulación, a través de una Comisión Interinstitucional, que reglamentariamente ha ejecutado la reasignación de rutas del transporte y se incorpora a la verificación vehicular.

## **OBJETIVOS Y ALCANCE**

El Sistema propuesto alrededor del control de la contaminación atmosférica en la ciudad de Cochabamba, ha partido de la identificación de una problemática integral de sus factores de desarrollo e interacción de los aspectos de capital, movimiento y población, cuyos efectos a partir de la última década han venido incidiendo seriamente en las condiciones mínimas requeridas para el óptimo ejercicio de sus actividades

productivas, comerciales y de traslado, condicionando la reproducción de componentes nocivos y tóxicos para la salud de los pobladores, así como para el adecuado fomento al sistema económico formal.

En estos términos, el proyecto ha planteado en su análisis y tratamiento varias hipótesis de trabajo que han delineado los siguientes objetivos:

HIPÓTESIS	OBJETIVOS
<p><b><u>Hipótesis Global:</u></b> La ciudad de Cochabamba, se encuentra agredida por diferentes contaminantes atmosféricos en desmedro de la calidad del aire y consecuentemente de la salud de los habitantes.</p>	<p>Detectar mediante un Diagnóstico Rápido las fuentes críticas de emisión de contaminantes atmosféricos en sus componentes de gases y ruido.</p>
<p><b><u>Hipótesis Institucional:</u></b> La limitada experiencia institucional en la gestión atmosférica, ha derivado en el comportamiento discrecional de sus pobladores y sectores sobre temas de contaminación ambiental, motivando conflictos intersectoriales.</p>	<p>Establecer el marco institucional participativo y concertado para el ejercicio de las políticas y estrategias de gestión de la calidad del aire en la jurisdicción.</p>
<p><b><u>Hipótesis jurídica:</u></b> No obstante de contar con la Ley 1333 del Medio Ambiente y su Decreto Reglamentario, la aplicación eficiente y efectiva de la norma se alcanzará mediante la formulación de la reglamentación ambiental municipal.</p>	<p>Formular participativamente con los sectores involucrados los reglamentos sectoriales de la Reglamentación Ambiental Municipal, en el marco de la Ley 1333 y su Decreto Reglamentario.</p>
<p><b><u>Hipótesis Técnica:</u></b> Las emisiones de gases del parque automotor y de la industria en general y de las productoras de ladrillo, emiten entre sus componentes, gases como ruido, proporciones superiores a las establecidas por las normas nacionales indicadas en la Ley 1333 y su Decreto Reglamentario.</p>	<p>Establecer bajo metodologías adecuadas el registro e impacto por emisión de componentes contaminantes atmosféricos (gases y ruidos) de las fuentes críticas fijas y móviles en la ciudad de Cochabamba.</p>
<p><b><u>Hipótesis social:</u></b> La participación ciudadana en el proceso de mitigación de la contaminación atmosférica de la ciudad de Cochabamba, es determinante para garantizar el efecto multiplicador de las acciones de control atmosférico.</p>	<p>Diseñar e implementar un programa comunicacional y de educación ambiental que propicie la participación ciudadana en la detección y control de la problemática ambiental.</p>

El cumplimiento de los objetivos, ha sido desarrollados a través de cuatro fases:

**Fase 1.** Cuya base de acción fue la recopilación, compilación y sistematización de la información secundaria respecto a registros de contaminantes atmosféricos establecidos por series de evaluaciones nacionales y/o locales, además de aquellos provenientes de declaraciones juradas mediante los instrumentos de prevención y control ambiental derivadas de las diferentes industrias locales, generando un base de datos que permita la actualización permanente.

La información primaria fue generada a partir de la identificación de áreas críticas en la ciudad tanto para fuentes fijas como móviles, reflejadas en mapas que expresen la distribución y comportamiento de los componentes y que permitan formular políticas y estrategias de control.

**Fase 2.** Proceso de estandarización metodológica e intercambio de experiencias con la aplicada en la ciudad de Rosario, República Argentina; efectuada en el mes de abril de 1999, cuya presentación condicionó el aval en la implementación del programa a través de SIG, que permitió detectar áreas críticas de emisión, identificación de medidas de mitigación y formulación de normas asociadas a la problemática para la facilitación de su detención.

**Fase 3.** Formulación de la Reglamentación Ambiental Municipal en sus sectoriales de emisiones por gases y ruido, que complementó otras áreas que inciden en el marco de normas ambientales. Esta fase consideró una serie de boletines y difusión de materiales educativos dirigidos a la población mediante los medios de comunicación; así como también los talleres con los sectores de la industria, transportes y productores de ladrillos de la jurisdicción.

**Fase 4.** La conformación de comités interinstitucionales, a nivel normativo con la Prefectura del Departamento, que como unidad competente homologa permitió el establecimiento de un proceso de coordinación eficiente en el tratamiento de la prevención y control ambiental de la jurisdicción; a nivel de salud, el Comité de Municipios Saludables con la Facultad de Medicina de la Universidad Mayor de San Simón y la Secretaría Departamental de Salud (SEDES), a nivel Técnico con la H. Municipalidad de Nantes, Francia y la H. Municipalidad de Rosario, República Argentina; y la de carácter educativo con el Centro Universitario de Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo (CUEMAD – U.M.S.S.), con el programa de "Por la Calidad de Vida".

El alcance original del proyecto tuvo mayores repercusiones, toda vez que las iniciativas ejercidas han condicionado su institucionalización no sólo en el sector municipal sino que hoy por hoy, sirven de modelo piloto en el marco de la gestión ambiental municipal del país; habiendo culminado las siguientes acciones:

- Aprobación y promulgación del Reglamento Ambiental Municipal en sus doce reglamentos sectoriales.
- Regulación vial concertada con el sector de transportistas de áreas críticas de la ciudad de Cochabamba (Aplicación del Plan Maestro de Vialidad y Circulación).
- Regulación de la utilización de energéticos (gas natural) en la fabricación de ladrillos en la ciudad de Cochabamba.
- Formulación y diseño final de la Red de Ciclovías para la ciudad de Cochabamba (50 km de carácter alternativo de transporte y recreativo).
- Identificación espacial y gráfica de las unidades productivas – industriales y comerciales de la ciudad de Cochabamba.
- Reempadronamiento de locales públicos emisores de ruido.
- Implementación del sistema de control y monitoreo de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Cochabamba.
- Implementación del sistema de prevención y control ambiental de actividades productivas – industriales en la ciudad de Cochabamba.
- Adjudicación del Centro de Control de Emisión de Gases por Escape de Vehículos para la ciudad de Cochabamba.

## **CAPITULO 1**

### **ASPECTOS GENERALES**

La posibilidad de que un municipio pueda seguir el camino al desarrollo sostenible, se determina en gran medida por el análisis de las estructuras urbanas que integradas articulan las interrelaciones entre el territorio y el ordenamiento de sus actividades sociales y productivas, en consideración a los componentes del sistema elaborado de población, capital y movimiento, y en la lógica propia del tipo de ciudad, que como en éste caso particular representa a aquellas ciudades en desarrollo intermedio, recibiendo fuertes presiones como resultado del modelo económico impartido frente al modelo de desarrollo de su sistema administrativo; demostrados peculiarmente por los procesos de asentamientos ilegales, migraciones y reproducción de los sistemas de economía informal.

De esta manera, la complejidad de la problemática socioeconómica asociada a las demandas cada vez más crecientes de atención en planificación urbana, a nivel local y/o metropolitana, normalmente han sobrepasado la estructura de priorización de sus elementos físicos, productivos, culturales y ambientales para la generación de un entorno urbano propicio que denote indicadores de calidad de vida permisible para su población.

En estos términos, la problemática ambiental cada vez más acentuada en la ciudad, durante la última década, ha exigido una intervención estratégica en su planificación que evalúe los impactos derivados de actividades cotidianas y de aquellas inducidas globalmente que no han operativizado sistemas de adecuación y que sin embargo vislumbran procesos importantes en la inversión pública como privada.

Es en este contexto, que la H. Municipalidad de Cochabamba, en el marco de sus políticas y estrategias de gestión integral correspondientes al Plan de Gobierno Municipal Gestión 1996 – 2000, decididamente ha encarado a la ciudad como un elemento dinamizador del proceso socioambiental, propiciando un manejo de nuevos patrones de desarrollo humano y urbano para la estructura interna como de influencia a su jurisdicción, que integralmente contribuyan al aprovechamiento ecológicamente compatible y económicamente sostenible de sus recursos naturales.

Una visión detallada de estos aspectos y de aquellos que inciden particularmente en sus condiciones de polución atmosférica se desarrolla a continuación, en calidad de atributos que han permitido evaluar las medidas correctivas como preventivas en la implementación del **SISTEMA DE CONTROL ATMOSFERICO EN LA CIUDAD Y SUS REDES DE MONITOREO**.

#### **1.1. Consideraciones ecofisiogeográficas y socioeconómicas urbanas de la ciudad de Cochabamba**

La ciudad de Cochabamba, capital de departamento del mismo nombre, se encuentra ubicada en el centro geopolítico de la República de Bolivia, a una altitud de 2560 m.s.n.m., constituye un valle cerrado de 39.000 hectáreas, entre las coordenadas de 17° 24' 58" de latitud sud y de 66° 10' 28" de longitud oeste. La jurisdicción, ecofisiogeográficamente corresponde a los valles secos interandinos.

La ciudad se asienta en la depresión formada por el faldio que pronuncia la Cordillera Oriental de los Andes en su componente del Tunari hacia la vertiente norte,

circunscrita al este y parte del oeste por las serranías de San Pedro y San Miguel dirigidas hacia el sur.

Estas condiciones particularizan la presencia de una vegetación montana espinosa, caracterizada por un bosque de soto (*Schinopsis haenkeana*), chaparrales espinosos de *Aloysia gratissima*, *Carica quercifolia*, *Lycianthes licioides* y una especie siempre verde, el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*). Actualmente, esta región tiene poca vegetación arbórea y solamente crecen especies resistentes al sobrepastoreo y a la quema, como el algarrobo, el molle (*Schinus molle*) y varias acacias (*Acacia macracantha*). Entre la fauna, muestra aspectos de transición entre la andina por un lado y la amazónica por otro. Con respecto a los mamíferos característicos de esta zona, se encuentran el cuy (*Cavia aperea*), el zorro andino (*Pseudalopex culpaeus andinus*) y el gato andino (*Felis spp.*). Una especie común en las partes bajas de esta región es el hornero (*Furnarius rufus*), además de una cantidad importante de colibríes o picaflores.

Globalmente corresponde a una región semiárida e inserta en la franja latitudinal de desertificación del neotrópico, toda vez que su precipitación promedio anual es insuficiente para sostener cultivos secos, no registra valores importantes en la importación de agua, con muy baja humedad y, por lo tanto, con severa sequía; con amplios límites de la temperatura diaria; y con relativamente altas cantidades de radiación solar, especialmente en su estación de secano.

No obstante, éste territorio durante el presente siglo ha constituido una porción significativa de terreno productivo para la nación, toda vez que su topografía permitió la conformación de sendas lagunas pluviales, que han provisto de grandes aportes en sedimentos ricos en materia orgánica y que solventó el primer lugar en el país para la producción agrícola en cereales, granos y hortalizas.

Paralelamente, y durante las últimas cinco décadas la invasión a éste territorio provocó un dramático cambio en su dimensión histórica y por lo tanto en sus aptitudes del uso del suelo, asociada a una falta de políticas y planes de ordenamiento territorial y de prevalencia en su componente rural, expresando un crecimiento en sus asentamientos urbanos, invasión de la frontera agrícola, deforestación, rápido agotamiento de los recursos naturales utilizados mayormente como energéticos por el déficit de energía en relación con el aumento de la población y la urbanización de migrantes derivados de la caída de la producción minera en la región altoandina del país.

De esta manera, y en relación al tipo de región que abriga a la ciudad, para toda consideración de estudio y planteamiento de sistemas preventivos y de control ambiental se han considerado como principales variables transversales las propuestas por Golany, 1995<sup>1</sup>

### **1.1.1. Aspectos socio-económicos**

A causa de las apremiantes condiciones bajo las que ha tenido lugar la urbanización de la jurisdicción del Cercado, se han manifestado varias implicaciones alrededor de

---

<sup>1</sup> Nota al pie

Golany, G. (1995): ...aunque los extremos ambientales, son comunes a todas las áreas semidesérticas, sus condiciones ecofisiogeográficas y climatológicas varían de acuerdo con los siguientes factores; latitud del área, que determina parcialmente la cantidad de radiación solar y el rango de temperaturas; la distancia a que se encuentra del mar; la elevación absoluta o relativa, que afectará su aridez y la amplitud de temperatura entre el día y la noche; la topografía y geomorfología que determina su microclimas.

alteraciones en su estructura demográfica, particularmente por la inmigración constante del componente pasivo del país hacia la ciudad (adultos mayores), que por especialmente las condiciones de clima templado y patrones hospitalarios para mitigar afecciones de altura (tenso-cardíacas) el estrato de jubilados y sus condiciones económicas de rentas (básicas y mínimas) han propiciado la urbanización de las áreas periurbanas de la ciudad.

Por otra parte, a partir de la década de los 80 Cochabamba consolidó su modo de comunicación entre el oriente y occidente del país vía caminera, accediendo a una estructura económica de servicios en reemplazo a la de la agricultura, que articulada a los efectos del mercado generó una explosión de servicios informales. Paralelamente debe añadirse el fenómeno de producción de coca en el área subtropical del departamento, que ha aportado grandemente en el proceso migratorio de la estructura demográfica joven rural, que por un lado abandonó las actividades laborales y fabriles que sostenían una industria prometedoras y por otra frente al control de dichas actividades ilícitas ha revertido la migración originaria, dirigida a la ciudad capital en búsqueda de alternativas que contribuyeron al crecimiento del mercado informal.

Actualmente, la ciudad de Cochabamba alberga al casi 58 % de la población del departamento, con alrededor de 791.324 habitantes (INE), de un total de 1.465.416 habitantes para el departamento, es decir el 18.22 % de la población boliviana, con un crecimiento demográfico de 4.14 % anual; condiciones que han incidido en la mayor implementación del transporte, producción e importación de materiales de construcción, suministro de recursos y servicios básicos, con una consecuente pérdida de la cobertura vegetal, erosión y concentración de componentes tóxicos en la atmósfera.

Por otro lado, la ciudad de Cochabamba espacialmente cuenta con muy limitado territorio para la construcción de viviendas, existiendo una gran tendencia a intervenir áreas verdes y agrícolas. Actualmente el área urbanizable del Cercado alcanza a 8.000 hectáreas, el área agrícola tiene una superficie de 5.200 hectáreas, el Parque Nacional Tunari tiene 6.700 hectáreas y las serranías ocupan alrededor de 11.000 hectáreas, sin embargo el crecimiento urbanizable alcanza a 10 hectáreas por año, y lamentablemente no de manera compacta sino dispersa, provocando bajas densidades de población en algunas áreas y muy altas en otras. Estos elementos asociados a las limitaciones de atención en servicios básicos afectan al proceso de planificación estratégica que condicione un panorama más favorable para minimizar los procesos de contaminación.

### **1.1.2. Aspectos físicos**

La jurisdicción en su componente más urbanizado se asienta en el fondo del valle en un 58 %, valle abierto en un 24 % y base de laderas 18 %, donde como se puede apreciar, dadas las condiciones de temperatura promedio del aire (18°C), con mínimas de 8°C y máximas de 25°C y, la limitada presencia de "manchas de agua" (déficit de espejos de agua como lagunas intervenidas y río principal con su cause hídricamente inestable), la localidad integralmente se ve afectada por el calentamiento adiabático del aire (que tiene lugar mientras el mismo fluye hacia debajo de las laderas) y/o donde el aire se calienta en exceso y tiene lugar la inversión, actualmente tan característica en nuestro medio.

Estas características asociadas a una baja ventilación, reducida humedad, alta reflexión de la radiación por la presencia de serranías alrededor de la ciudad y la estructura de los suelos con baja cobertura vegetal y alto porcentaje de deforestación,

han venido provocando procesos y cuadros de contaminación en todos sus recursos (aire, agua y suelo), donde particularmente la incidencia de emisión de gases a la atmósfera, tanto por fuentes fijas cuanto por móviles han propiciado la inversión térmica y trampas de aire, que constituyen hoy por hoy un gran riesgo a la salud y determinan que las condiciones de convivencia y confort en ésta ciudad amerite serias transformaciones en su uso, manejo y regulación de actividades cotidianas a fin de garantizar condiciones de calidad ambiental como de vida para sus habitantes.

Dados los antecedentes mencionados, la jurisdicción en sus condiciones físicas constituye un ambiente altamente sensitivo para alcanzar sostenibilidad en su desarrollo, así lo ha comprendido la planificación y gestión municipal y bajo éstas premisas ha incorporado preventivamente la dimensión ambiental en su planeamiento, construcción y operación de los servicios de infraestructura social y productiva, atendiendo paralelamente y de forma correctiva la mitigación de impactos derivados de la contaminación atmosférica, hídrica y de suelos derivadas de sus actividades socioeconómicas, a través de la formulación de un sistema de control de la calidad ambiental, en sus redes de monitoreo de aire y ruido.

### **1.1.3. Aspectos climáticos**

Como se ha antecedido la jurisdicción del Cercado se caracteriza por la coincidencia de un número de extremos climáticos, entre los que se encuentran la precipitación, cuyos valores promedio anual alcanzan a 463 mm; la variabilidad de dicha precipitación, donde según la influencia de fenómenos climáticos se proceden precipitaciones abundantes o poco abundantes, entre los ciclos hidrológicos anuales; la radiación solar que dada la altitud y latitud del territorio es elevada e intermitente por las variaciones fotoperiódicas y los cambios abruptos de la temperatura; y el fenómeno de albedo, que tiende a ser elevado porque absorbe insuficientemente la energía.

### **1.1.4. Modelo urbano**

El modelo urbano propiciado por la gestión municipal parte por considerar a la ciudad como un ecosistema urbano, donde para fines de reducir la notable fuerza climática resultante de las variables propias y expuestas, ha incursionado en la creación y fomento de formas físicas urbanas especiales para generar ambientes sociales, económicos y ambientales que dinamicen el desarrollo integral, cuyas condiciones, impactos y aplicaciones se expresan en cuadro adjunto.

Las apreciaciones más relevantes de éste nuevo modelo, ha priorizado la moderación del clima, donde las estrategias ambientales han jugado un rol decisivo en la aplicación de sus programas de silvicultura urbana, recuperación de áreas verdes y agrícolas, ordenamiento territorial, rehabilitación de unidades de conservación (lagunas: Alalay, Coña Coña y río Rocha), incorporación de fuentes de agua en plazas, plazuelas y rotondas viales, ampliación a espacios deportivos y de recreación, y disposición de vías troncales como indirectas con perfiles y amplitudes mínimas que reduzcan la radiación solar indirecta, especialmente la reflexión del suelo para evitar el calentamiento del aire.

Por otro lado, la forma compacta de urbanización en el centro histórico de la ciudad, a pesar de no contener espacios para la arborización responden a microclimas más moderados que en los alrededores y contemplan como alternativas un proceso de ambientalización a nivel de sus laderas edificadas, mediante la implementación de

jardineras flotantes que contribuyan a la captación de partículas suspendidas como de provisión de mayores valores de humedad.

Dado que las formas compactas existentes y las de nueva creación fomentan un intensa interacción social, el planeamiento a través de sus planes de desarrollo participativo distritales, ha considerado en su lineamiento de desarrollo humano la integración de su estructura demográfica por edades (niñez, adolescencia, género y adultos mayores) en su infraestructura básica y social (áreas de trabajo, comercial, deportiva, educativa, recreación y de transporte alternativo – ciclovías), a fin de eliminar, o al menos reducir los efectos sociales negativos.

Finalmente, técnica, jurídica y administrativamente se ha consolidado en el desarrollo de las formas urbanas compactas de la ciudad, la estructura vertical más que las convencionales de tipo horizontal (que han provocado una distribución inequitativa e irracional del suelo, aumentando el fenómeno albedo e incidiendo mayormente en la amplia reflexión y elevación de la temperatura del aire).

### **1.1.5. Efectos de la contaminación atmosférica en la salud**

El incremento de mortalidad asociado a la contaminación atmosférica en países desarrollados, ha sido ampliamente estudiado, particularmente por la incidencia y consecuencias de accidentes industriales, cuyas exposiciones a altas concentraciones tóxicas y de corta duración condujeron a la producción de efectos agudos que fueron muy marcados en tragedias como las de Bhopal, India; Bélgica, Pensilvania o Londres, situaciones que en la actualidad vienen siendo controladas a partir de reglamentaciones expresas de control atmosférico (Nevers, 1998).

El interés actual en la contaminación de aire y la salud está dirigido en su mayor parte a exposiciones a bajas concentraciones y de larga duración, las cuales conducen a efectos crónicos, que vienen por su parte siendo exhaustivamente estudiadas, especialmente a nivel de la relación existente entre la contaminación y la morbimortalidad en sus aspectos experimentales como epidemiológicos. Sin embargo, a estos esfuerzos, los resultados manifiestan ciertas controversias, los experimentales por la dificultad de extrapolar sus resultados de laboratorio a condiciones naturales sobre la población y los epidemiológicos por las múltiples metodologías utilizadas que no siempre garantizan la interrelación de factores o variables que participan en la sinergia de las consecuencias.

No obstante a estas consideraciones, es indudable que las ciencias que apoyan en éste aspecto reconocen los efectos patológicos inmediatos de la contaminación y en el último quinquenio se han logrado avances que permiten disponer de resultados que señalan morbimortalidad a mediano y largo plazo. Así de acuerdo a ploteos rápidos realizados por la O.P.S. en cinco países de América Latina, durante 5 años han mostrado que los efectos sobre la morbimortalidad se basan en el incremento de síntomas respiratorios en adultos y niños y, especialmente en reagudización de enfermedades cardiopulmonares.

Si intentamos recordar que una atmósfera contaminada representa la existencia en el aire que respiramos de una mezcla de partículas sólidas, gotas de líquido y gases que normalmente no forman parte de su composición, además de que dicha mezcla es variable en su origen, composición y tamaño, toda vez que las partículas en suspensión, especialmente las más pequeñas (diámetro entre 0,1 y 2,5  $\mu\text{m}$ ) son la causa principal del aumento de la morbimortalidad, encontraremos una alta correlación con la producción o aumento de síntomas respiratorios, aparición de alteraciones de la

función pulmonar, incremento en el consumo de fármacos broncodilatadores, incremento de afecciones asmáticas y otras con incrementos de ausentismo escolar, laboral y bajos rendimientos productivos.

Los contaminantes que se consideran nocivos para la salud ambiental y humana, ya han sido ampliamente descritos y se acelera su reglamentación a nivel mundial. Bolivia incluye entre su listado a los determinados por la O.M.S. y EPA (1992), ver Tabla 1.2.

**TABLA 1.2. Contaminantes Peligrosos para la Salud Humana.**

<b>Contaminantes de criterios, regulados por NAAQS (Normas Nacionales de la Calidad del aire ambiente, 1991/ Ley 1333 y Decreto Reglamentario.</b>
<b>Óxidos de azufre</b>
<b>Material en partículas finas</b>
<b>Monóxido de carbono</b>
<b>Ozono</b>
<b>Dióxido de nitrógeno</b>
<b>Plomo</b>
<b>Asbesto</b>
<b>Benceno</b>
<b>Arsénico inorgánico</b>
<b>Mercurio</b>
<b>Cloruro de vinilo</b>

Entre estos contaminantes, el ozono (O<sub>3</sub>), resulta tóxico a partir de 0.37 ppm, siendo un gas con un elevado poder oxidante a concentraciones elevadas, capaz de producir efectos nocivos en los seres vivos; con efectos adversos sobre la estructura pulmonar, debilitación de los mecanismos de defensa y favorecedor del desarrollo de infecciones. Estudios recientes han mostrado que en condiciones de altas exposiciones producen edema pulmonar, bronquiolitis obliterante y muerte, a menor concentración producen cefalea, molestias oculares y otras molestias torácicas inespecíficas. Si a todo esto se interpreta la interacción de otros contaminantes se encuentra que las asociaciones con particularmente el dióxido de azufre muestra una exacerbación de los síntomas respiratorios.

Paralelamente, debemos considerar que la presencia de los contaminantes en la atmósfera no inciden en su acción por si mismos, sino que se ven afectados por sus relaciones con el clima, temperatura y niveles de tiempo de exposición. Esta asociación de factores climáticos con la polución y el aumento de la morbimortalidad según los estudios realizados también han producido resultados contradictorios, toda vez que no es posible separar las bajas temperaturas y las condiciones de humedad de otros factores propios de contaminación, como el aumento de dióxido de sulfuro y otros relativos a epidemias asociadas.

Es así que los factores mencionados, sobre las condiciones geográficas en la ciudad de Cochabamba y su ingreso a la estación de secano o invierno exponen mayor riesgo por la manifestación del proceso de inversión térmica y la presencia de trampas de aire para el aumento de mayor incidencia a problemas respiratorios que manifiesta la población.

Entre otros gases tóxicos tenemos al dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), que inhalado a elevadas concentraciones produce serias irritaciones en vías altas como profundas del

aparato respiratorio en personas sanas, siendo uno de los contaminantes más peligrosos para personas que sufren con asma bronquial.

A su vez, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) junto con las partículas suspendidas constituyen el principal contaminante atmosférico, donde su inhalación a concentraciones superiores a 800 µg/m<sup>3</sup>, produce edema pulmonar, pudiendo sus concentraciones de hasta 150 µg/ml en niños y ancianos suficiente para generar broncoespasmos. Según registros puntuales realizados en nuestra ciudad, las partículas en suspensión alcanzan a cerca del 56 % de los contaminantes presentes en la atmósfera, aunque los valores de SO<sub>2</sub> son bajos (123 µg/m<sup>3</sup>), la asociación entre ambos ejercen incremento en la morbilidad.

Por otro lado la toxicidad aguda del monóxido de carbono (CO) es bien conocida y produce síntomas como cefalea, irritabilidad, confusión, náuseas, vómitos, alteraciones visuales, pérdida de conciencia, convulsiones y muerte; donde la intoxicación aguda por éste contaminante incide en la hipoxia tisular mediante la producción de elevadas cantidades de carboxihemoglobina desplazando la disociación de la hemoglobina. Estos estudios se han basado sobre casos extremos de inhalación y por cortos periodos, sin embargo, sus efectos a concentraciones menores pero mantenidos por largos periodos de exposición, tal como sucede en las ciudades con la contaminación urbana, no dispone aún de estudios concluyentes sobre la intoxicación fisiológica, excepto por la incidente en el sistema nervioso. Este contaminante ha sido medido en la ciudad de Cochabamba en fuentes fijas (industrias) como móviles como emisión (alcanzando por mínimos por debajo a los límites permisibles), pero no se ha podido ver sus efectos y concentraciones en caso de inmisión.

Ahora bien, la presencia en la atmósfera de partículas en suspensión elevada como la que se presenta en nuestro medio, constituye una parte fundamental de la contaminación tan típica en nuestro medio, pero la inhalación de partículas de carbón, sulfatos y nitratos, producidas durante la combustión del petróleo y sus derivados, por el parque automotor en la ciudad, constituye el mayor factor de riesgo, toda vez que se determina en el elemento de emisión de todos los contaminantes peligrosos, no solo por sus procesos de combustión sino también como promotores del levantamiento de partículas en suspensión hacia el aire, que finalmente asociados a la emisión de ruido, según estudios desarrollados en los últimos dos años para nuestra ciudad, responsabilizan a las fuentes móviles del 68 % de la contaminación atmosférica.

### **Efecto del ruido en la salud**

A pesar que el reconocimiento del carácter nocivo del ruido para el hombre es un hecho que ha tenido lugar hace más de 2500 años, la primera referencia registrada parece ser la de Plinio, quien en el siglo I d.c. notó la incidencia de estados de sordera en las personas que vivían cerca de cataratas.

En nuestros días, la evolución industrial y el incremento poblacional propician la ocurrencia de ruido elevados y en constante incremento, cuya incidencia sobre la salud auditiva asume cada vez mayor importancia en el mundo, ocasionando en la población daños irreversibles que involucran mecanismos fisiológicos, anatómicos y psicológicos.

La sensibilidad del oído se modifica durante el proceso de acción del sonido, disminuyendo por la acción de tonos de intensidad o duración suficientes y elevándose en condiciones de un silencio total o relativo. Este fenómeno fisiológico de adaptación de la sensibilidad a los diferentes niveles de intensidad del sonido se denomina "adaptación del oído". Cuando el estímulo auditivo actúa durante un tiempo

prolongado (por ejemplo algunas horas), el descenso de la sensibilidad auditiva tiene carácter más manifiesto y sobreviene como resultado de la estimulación excesiva del aparato auditivo el cual, a diferencia del caso de la adaptación, se conserva un tiempo más prolongado después de la interrupción del estímulo sonoro. Este debilitamiento duradero de la sensibilidad del oído desaparece con el régimen adecuado, por ejemplo con la permanencia en un ambiente relativamente silencioso. Si se expone la audición a la acción fatigante del sonido en forma sistemática en el curso de un tiempo prolongado (meses y años), no se produce el restablecimiento de la sensibilidad auditiva normal. Como resultado de ese trauma auditivo se desarrollan cambios degenerativos en las células del órgano de Corti y en los elementos nerviosos del oído interno, lo que se acompaña de un descenso importante de la audición. Esta es la causa de hipoacusia y sordera profesionales que se desarrolla en las personas que permanecen durante largo tiempo trabajando en talleres ruidosos.

Anatómicamente, los daños cocleares del oído interno son los más significativos, donde la presión sonora inicialmente se manifiesta a 1 cm. de la membrana de la ventana oval sobre el órgano de Corti, sufriendo minitraumas en las células ciliadas externas, luego la estría vascular, células ciliadas internas, estereocilios y neuronas periféricas, la membrana basal y células de sostén, proceso que puede resultar eventualmente en estados de sordera irreversible.

Pero el ruido, además de ocasionar sordera, puede causar afecciones en el sistema Nervioso Neurovegetativo, propiciando perturbaciones físicas de carácter cardiovascular (taquicardias y otros), disfunciones respiratorias, digestivas (úlceras pépticas), hipertensión arterial, disminución de la sexualidad, sensación de fatiga y otros.

Se estima que el 10 al 13 % de la población ya acusa trastornos de deficiencia auditiva de diversa causa. Considerando por ejemplo la presión sonora por ruidos, se conoce que la ruptura de la membrana timpánica se produce con 180 dB(A), si es superior a 110 dB(A) se considera perjudicial, nociva entre 90 y 110 dB(A) y es molesta si se encuentra entre 60 y 90 dB(A).

Los ruidos intermitentes o discontinuos (golpes, detonaciones) como fenómeno aislado, pueden determinar también lesiones cuando superan 135 dB(A).

Con respecto a exposiciones prolongadas, no obstante de la capacidad de adaptación del oído, se deben considerar ciertos límites; así tenemos, que el máximo tiempo de exposición es de 8 horas cuando el sonido es de 90 dB(A), 4 horas cuando es de 95 dB(A), 2 horas cuando es de 100 dB(A), 1 hora cuando es 105 dB(A), 1/2 hora cuando es de 110 dB(A) y 15 minutos cuando es de 115 dB(A). 90 dB(A) a 8 horas es el máximo permitido a nivel industrial para la mayor parte de ciudades y países.

Cuando la exposición diaria al ruido consta de uno o más períodos de exposición a ruidos de diferentes niveles, debe considerarse su efecto combinado, en lugar de su efecto separado.

## **CAPITULO 2**

### **DIAGNOSTICO DE FUENTES CRITICAS DE CONTAMINACION ATMOSFERICA**

#### **2.1. Introducción**

Un caso típico del problema de contaminación atmosférica a nivel regional constituye la ciudad de Cochabamba, en la cual toda el área de su jurisdicción y su área de influencia están afectadas por la acumulación de contaminantes en la atmósfera.

La ocurrencia de elevados niveles de contaminación se debe al hecho de tener condiciones meteorológicas y topográficas muy poco favorables para la ventilación y dispersión de los mismos. El aumento poco controlado de las fuentes emisoras durante las últimas décadas, ha conllevado a la situación actual de saturación. Las principales fuentes emisoras de contaminación atmosférica en la ciudad de Cochabamba, están representadas por los procesos de combustión externa como la quema de basuras y los procesos industriales; fuentes de combustión interna que comprenden motores estacionarios, automóviles, buses, etc.; y una fuente de origen natural como el polvo de las calles y caminos de tierra (Fig. 2.1). Todos los rubros anteriores aportan gases y partículas, en proporciones variables, de acuerdo a su tamaño y período de operación.

Las altas concentraciones en especial de material particulado en toda la ciudad, de monóxido de carbono en las áreas más céntricas, generan preocupación entre la población. Los elevados índices de contaminación, especialmente visible durante la época de invierno (Fig. 2.2) y los problemas de salud, aparentemente vinculados, suscitan la preocupación y el interés de los medios de comunicación, de las autoridades locales y de algunos sectores empresariales, razón por la cual, la H. Municipalidad de Cochabamba, en el marco de sus Políticas y Estrategias de Gestión Ambiental, ha priorizado la elaboración de un diagnóstico de fuentes críticas de emisión de contaminantes hacia la atmósfera, tanto en gases como en ruido.

#### **2.2. Objetivos y alcance del estudio**

La evaluación rápida de fuentes de emisión crítica de contaminantes atmosféricos, consideró la preparación de un inventario de las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos, a través del cumplimiento de los siguientes objetivos específicos:

- Obtener un inventario preliminar de emisiones de contaminantes atmosféricos de origen industrial y del parque automotor en el área de estudio, susceptible de ser complementado y actualizado permanentemente.
- Localizar espacialmente, las fuentes emisoras de contaminantes atmosféricos en el área de estudio y de influencia, tal que, en función del tipo de contaminante y su emisión, sea posible definir áreas en las que podrían presentarse problemas de deterioro de la calidad del aire.
- Definir una priorización de los contaminantes atmosféricos que orienten la detección de problemas de calidad del aire, actuales o potenciales, en el área de estudio.

### 2.3. Metodología utilizada

Los trabajos y consideraciones realizados para el desarrollo del Diagnóstico de Fuentes de Emisión Crítica de Contaminantes Atmosféricos, en el marco del proyecto de referencia, se describen a continuación:

Como punto de partida, se estableció el enfoque de trabajo a ser llevado a cabo ([Cuadro 2.1](#)), en el que se realizaron: Definición del área de estudio, definición del universo de fuentes emisoras, clasificación de fuentes, recopilación de información general de las industrias y del parque automotor.

Del análisis y evaluación de la información recopilada de la Cámara Departamental de Industrias, se identificaron las Unidades Empresariales con mayor prevalencia económica, especificando el rubro al que pertenecen y el potencial impacto ambiental según las principales actividades a las que se dedican, las cuales se muestran en el [cuadro 2.2](#).

Adicionalmente, se procedió con la evaluación de la información contenida en 9 Manifiestos Ambientales a nivel nacional, para los que se elaboró modelos comparativos, que permitan establecer criterios comunes de análisis y evaluación, de las siguientes industrias:

- **Producción de Aceite y derivados**
- **Industria Avícola**
- **Producción de Alcohol**
- **Fabricación de Cerveza**
- **Industria de Madera**
- **Curtiembre**
- **Matadero**

El procedimiento permitió el diseño de la matriz estándar que contempla información sobre: La Fuente de Emisión de Contaminantes, Tipo de Emisión Contaminante, Característica Físico - Química, Niveles de Emisión, Límites Permisibles de acuerdo al Decreto Reglamentario de la Ley 1333, Niveles de Variación, Observaciones y Materiales e Insumos que intervienen en el Proceso Productivo.

La información contenida en las matrices, fue procesada informáticamente, como base del sistema referencial de indicadores de contaminación ambiental.

El análisis, evaluación y estandarización de la información contenida en los 9 Manifiestos Ambientales, ha permitido identificar las Unidades Empresariales de mayor impacto ambiental y el área de potencial contaminación en cada una de ellas. Que se detallan [Cuadro 2.3](#).

Con los resultados obtenidos, se procedió a la identificación de la metodología que se ajuste a los diferentes rubros de las Unidades Empresariales y que permitan el desarrollo del proceso de correlación de unidades y medidas, considerando la información de las matrices estándar como primera fuente y los parámetros establecidos en el Decreto Reglamentario de la Ley 1333 como fuente base.

Esta información sirvió de marco para la elaboración y ejecución de la Ficha Técnica de Evaluación de Impacto que contempla datos de la matriz estándar, parámetros del

Reglamento Ambiental e información específica de Unidades Empresariales de interés del proyecto.

Elaborada la ficha técnica, en base a los factores de emisión propuestos por la EPA de los EE.UU. (considerada una de las herramientas más útiles y lógicas para la estimación de emisiones de contaminantes atmosféricos por tipo y/o categoría de fuentes), en coordinación con la Cámara Departamental de Industrias, se diseñó el formulario de encuesta para el sector industrial, el mismo que fue aplicado y cuya información recopilada, permitió contar con información específica para su procesamiento, estimación de las emisiones de cada fuente industrial y determinación del inventario de emisiones para el área de estudio.

## **2.4. Factores meteorológicos**

Los principales factores meteorológicos que influyen en el transporte y dispersión de contaminantes son la velocidad y dirección del viento, el nivel de turbulencia presente en la atmósfera y la existencia de limitaciones a la dispersión vertical por efecto de capas de inversión térmica.

El transporte de contaminantes de un punto a otro está determinado por el movimiento medio del aire, es decir, por los flujos atmosféricos dentro de la región de interés. En zonas de relieve pronunciado con valles y cordilleras, como en la ciudad de Cochabamba, los flujos de aire suelen ser complejos.

Además del transporte de contaminantes asociado al movimiento medio del aire, se produce dispersión por la turbulencia presente en el fluido. La intensidad de la turbulencia atmosférica depende de las interacciones del aire con la superficie, especialmente de sus características de rugosidad y de los intercambios de calor entre el suelo y la atmósfera. En zonas de relieve complejo y de rugosidad elevada, como el caso de áreas urbanas, se desarrollan mayores niveles de turbulencia que en zonas planas y lisas.

La dispersión vertical de contaminantes se realiza usualmente en una capa comprendida entre la superficie y una altura determinada por factores termodinámicos. Por ejemplo, la presencia de una capa de inversión térmica elevada, produce una barrera a la dispersión vertical de contaminantes. Este tipo de fenómeno es frecuente en el área de Cochabamba. La ocurrencia de episodios de contaminación está asociada a condiciones meteorológicas adversas, correspondientes a poca ventilación de la cuenca, con una capa de mezcla reducida y vientos débiles.

Simultáneamente con el desplazamiento y mezcla de contaminantes con el aire del entorno, se producen transformaciones químicas y físicas que afectan la composición y las concentraciones. Los factores meteorológicos más importantes en estos fenómenos incluyen la temperatura del aire, la humedad atmosférica, la intensidad de la radiación solar y las precipitaciones.

### **2.4.1. Características meteorológicas de la ciudad de Cochabamba**

La ciudad de Cochabamba, presenta un clima semiárido de carácter tropical. El ciclo climatológico se caracteriza por dos épocas bien definidas aunque variablemente marcadas, una seca de mayo a octubre y otra lluviosa noviembre a abril, calificadas como época de invierno y de verano respectivamente. En la época seca no se aprecian precipitaciones notables durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, y

las temperaturas medias mensuales están por debajo del promedio anual y prácticamente no hay nubosidad. En la época lluviosa la gran parte de la precipitación anual cae durante los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, y las temperaturas medias mensuales está por encima del promedio anual y en la cordillera frecuentemente se producen neblinas. Con una precipitación pluvial promedio anual de 463 mm. La temperatura promedio anual es de 18 °C, con una máxima promedio anual de 25 °C y una mínima de 8 °C para los meses de verano y 1,5 °C en invierno. El régimen de los vientos, indica una dirección de sudeste, predominantemente ([Cuadro 2.4](#)).

Las observaciones meteorológicas en Cochabamba comienzan a principios de este siglo. Sin embargo, la información obtenida en las estaciones de las redes nacionales, orientadas a fines aeronáuticos, hidrológicos y otros, no es siempre utilizable en estudios de contaminación atmosférica. Esto ocurre especialmente en el caso del viento, donde interesan las velocidades elevadas para la prevención de riesgos aeronáuticos, mientras que en problemas de contaminación atmosférica son las velocidades más bajas las que más interesan cuando ocurre estancamiento del aire.

La falta de información meteorológica, obtenida en forma regular y adecuada para estudiar los problemas de contaminación atmosférica, es una seria limitación para la comprensión de los fenómenos que tienen relación con el transporte y difusión de contaminantes en la cuenca y para el estudio de sus transformaciones.

#### **2.4.2. Flujos locales**

La ventilación de la cuenca de Cochabamba se produce principalmente por un sistema de brisas que se genera localmente. Durante el día, se desarrollan brisas que soplan por los valles hacia arriba, alcanzando su mayor intensidad durante la tarde. En los meses de invierno, el flujo de aire dentro de la cuenca es mucho más débil que en verano, debido a la mayor disponibilidad de radiación solar. Durante el invierno, las velocidades medias son de 1,2 nudos, mientras que en verano alcanzan valores del orden de 2,5 nudos.

En los meses de invierno, se observa el predominio de flujo del sudoeste, el cual va cambiando a flujo desde el norte, indicando el efecto de la brisa que desciende de la cordillera hacia la ciudad. Los meses de verano muestran que la brisa diurna predomina aún hasta entrada la noche, puesto que el calentamiento diurno da origen a una brisa más intensa y las direcciones predominantes son del sudeste.

#### **2.4.3. Condiciones meteorológicas asociadas a procesos de contaminación**

Los contaminantes emitidos en el área urbana son arrastrados por el flujo que se desarrolla en la cuenca y, simultáneamente, dispersados por los procesos de mezcla turbulenta.

De acuerdo a algunas observaciones realizadas en la ciudad de Cochabamba, se observa que la atmósfera de la ciudad de Cochabamba muestra un aumento generalizado de los contaminantes durante la época de invierno, cuando la ventilación en la cuenca es reducida.

Temprano en las mañanas, se observa usualmente una masa de aire contaminado en el sector central de la ciudad. Con el aumento de las actividades urbanas, las concentraciones de contaminantes crecen durante la mañana, especialmente en el

sector central donde se produce la mayor afluencia de vehículos. Alrededor del mediodía, las concentraciones tienden a disminuir, por la mayor ventilación que se desarrollan a esas horas.

Durante la noche, el enfriamiento de la capa cercana a la superficie reduce notablemente la dispersión vertical de contaminantes, dando lugar a concentraciones elevadas en las cercanías de fuentes emisoras fijas y de calles con mayor tránsito vehicular.

La capa de mezcla superficial en la ciudad de Cochabamba, se ve reducida por el proceso de calentamiento y descenso de aire. Debido a la ocurrencia de cielos despejados y sequedad atmosférica, la radiación solar produce un aumento de las temperaturas superficiales, simultáneamente, la humedad atmosférica disminuye. El aumento de la temperatura y el descenso de humedad observados a lo largo de algunos días en Cochabamba, son reemplazados en los días siguientes por un enfriamiento del aire y por un aumento de la humedad atmosférica. La fuerte inversión térmica es muy efectiva en aislar la capa de mezcla superficial, del aire de la tropósfera media. La máxima ocurrencia de las inversiones térmicas, se presenta en la época de invierno, período comprendido entre mayo y agosto.

## **2.5. Factores urbanos**

Cochabamba es caracterizada como una ciudad socialmente heterogénea y estable. En términos de su desarrollo ha ocupado predominantemente una situación intermedia en relación al resto de las ciudades del país. La ciudad ya no es un centro tradicional como lo son todavía Potosí, Sucre, ni es tampoco una gran urbe emergente, como lo son La Paz y Santa Cruz.

Las políticas de desarrollo urbano cochabambino durante las dos últimas décadas no se guiaron por una visión de ciudad prestadora de servicios, pues la aptitud natural de la ciudad fue concebida bajo el denominativo de ciudad agrícola y productiva, de manera que nuestro crecimiento se ha realizado con poca armonía en cuanto a lo social, físico, ambiental y estético, con los costos económicos y sociales elevados para todos.

A causa de una concepción limitada del desarrollo, generalmente se han desarrollado políticas basadas mayormente en referentes físico-cuantitativos, y no humanos-cualitativos. Es decir que, principalmente hemos trabajado por el mejoramiento físico de la ciudad, preocupándonos más por los indicadores de calidad de vida en términos de cantidad y no de calidad -por ejemplo el total de la superficie pavimentada en la mancha urbana, el número de edificios nuevos, el incremento del transporte público y privado, y el crecimiento poblacional.

La gestión urbana vigente hasta hace poco -producto en parte de la aplicación de la planificación urbana tradicional- no ha podido hacerle frente eficazmente a los desafíos de un crecimiento urbano acelerado, desordenado y acoplado con crecientes demandas sociales, ocasionadas tanto por las externalidades e internalidades al propio municipio, como por ejemplo la decadencia de la economía rural, el cierre de las minas estatales, la falta de fiscalización de las urbanizaciones, y la disminución del sector formal de la economía local.

Los procesos de crecimiento poblacional acelerado, debido principalmente a la migración del interior del departamento y los otros departamentos del país, han sobrepasado la capacidad de carga del ecosistema urbano de forma que la

planificación del espacio tuvo que ser respondida coyunturalmente a la satisfacción de las necesidades básicas pero a una velocidad que no permitió ni siquiera prever las verdaderas necesidades de servicios de toda esa gente que se asentó en áreas que no estaban indicadas para un uso residencial.

Precisamente este principal hecho caracteriza en la actualidad la manifestación de efectos ambientales críticos que indican una calidad ambiental afectada por las actividades que se desarrollan en los diferentes sectores de la ciudad. Uno de los factores críticos precisamente se refiere a la estrechez de las vías, pues ellas fueron concebidas con la idea de circulación de las carretas resultado de la época colonial, sin embargo ante el vertiginoso aumento poblacional y la dotación de servicios cada vez mayores en cuanto a su demanda, hizo que se genere un exagerado flujo vehicular, emitiendo gases de escapes de vehículos automotores, deteriorando la calidad ambiental de la ciudad.

De esta manera la trama urbana planificada antes que responder a las condiciones naturales para las cuales fue planificada mediante el Plan Regulador de 1963 y el Plan Director de 1981, responde a la coyuntura de la necesidad de habitar el espacio convirtiéndose además en una ciudad prestadora de servicios dejando atrás la idea de ciudad agrícola y productiva, dando lugar a los conflictos de uso de suelo que hoy en día se manifiestan y que deben ser resueltos en forma concertada con todos los actores del desarrollo.

Este análisis precisamente hace que la Municipalidad de Cochabamba en este momento se encuentre en la perspectiva de mitigar dichos impactos previendo la planificación de la ciudad en aquellas áreas que todavía no tienen definido su diseño urbano, de manera de cambiar la concepción anterior y responder a las necesidades actuales y futuras de ocupación del territorio.

Sin embargo, para ello es necesario generar los indicadores que permitan establecer cuales son las áreas más críticas de afectación de la calidad ambiental principalmente por el parque automotor y otras fuentes fijas o móviles de emisión de contaminantes de manera que se pueda adecuar la reubicación de dichas fuentes de manera de distribuir de una mejor forma las actividades socioeconómicas de la población en el entendido de no concentrar exageradamente ciertas actividades en lugares específicos y más bien tender a la desconcentración de las actividades del centro urbano hacia las áreas circundantes a los distritos del centro.

La desconcentración de actividades urbanas permitiría también la desconcentración de la contaminación, ya que las actividades urbanas son las de mayor impacto ambiental sobre las condiciones naturales del medio.

### **2.5.1. Efectos urbanos**

El o los modelos de urbanización de la ciudad, modifica de diversas maneras, las condiciones atmosféricas naturales del valle del Cercado, dado que las características de su superficie cambian notablemente por su intervención. Las construcciones alteran la rugosidad natural, la humedad disponible en el suelo y el balance de energía en la superficie, dando lugar a la aparición de una capa atmosférica que suele ser más seca y cálida que el entorno.

El aumento de la temperatura dentro de la ciudad con respecto al entorno, se conoce como "isla térmica" y se manifiesta especialmente en las noches despejadas de

invierno. El calor guardado en la ciudad durante el día y el aportado por los procesos térmicos, producen diferencias de temperatura en varios grados.

El efecto de la isla térmica, tiende a producir una altura de capa de mezcla más elevada sobre la ciudad que en el entorno, y un flujo débil que converge hacia el centro.

La mayor rugosidad superficial en el centro de las ciudades, debido a las edificaciones elevadas, frena el flujo de aire en la capa cercana a la superficie. En la ciudad de Cochabamba, el efecto de los vientos nocturnos que descienden desde las laderas cordilleranas, no se manifiesta tan claramente en el área central de la ciudad.

## **2.6. Emisiones de contaminantes a la atmósfera**

La incorporación directa de contaminantes gaseosos y particulados a la atmósfera se procede por dos vías, que indican el origen de estas sustancias. La primera de ellas corresponde a las fuentes emisoras de origen natural, dentro de las que destacan las descargas eléctricas que producen óxidos de nitrógeno, los océanos que aportan los aerosoles marinos y algunos vegetales que emiten hidrocarburos. En cambio, la otra vía, está representada por las fuentes de origen antrópico producto de las diferentes actividades que desarrolla el hombre. A este grupo pertenecen los procesos industriales y de combustión, el transporte vehicular y las pérdidas por evaporación, que emiten gases y partículas según el proceso considerado.

De acuerdo a los antecedentes planteados, se infiere que es prácticamente imposible tener una atmósfera libre de contaminación o totalmente pura, a causa de la incidencia que tienen las fuentes de origen natural.

Una vez que los contaminantes han sido emitidos, experimentan una serie de fenómenos que determinarán el tiempo de residencia en la atmósfera para cada uno de ellos, el que varía entre un día y 7 años, como es el caso del ácido nítrico y metano, respectivamente.

Puesto que las emisiones naturales y antrópicas no son constantes en el tiempo, a causa del ciclo natural en las primeras, y producto del ciclo de operación del proceso emisor para las segundas, sus efectos son distintos según el período en que se produzcan. Es así como en días de lluvia, son lavados todos los contaminantes solubles en agua y las partículas de diferentes diámetros; pero en días secos, el impacto que ellas pueden tener está directamente asociado, por una parte, a la cantidad emitida por unidad de tiempo y, por otra, a la agresividad de las sustancias emitidas, sean gases o partículas. En el caso de éstas últimas son de gran importancia su tamaño y composición química, en nuestro medio.

### **2.6.1. Clasificación de las fuentes emisoras de gases**

En general, las fuentes emisoras de gases son clasificadas como fijas, móviles y no convencionales. Las primeras, son aquellas que emiten desde un lugar definido en el espacio, independientemente del tamaño que tengan, entre las que están las industrias y las estufas de uso residencial.

Fuentes móviles son aquellas que emiten mientras están en movimiento y cambian constantemente de ubicación en el espacio. A este grupo pertenecen los medios de

transporte terrestre, acuático y aéreo, impulsados por motores de combustión interna o eléctricos.

Las fuentes misceláneas corresponden a aquellas que aparecen en forma ocasional, como son los incendios de bosques y pastizales, el polvo levantado desde el suelo y la detonación de explosivos, entre otras.

## 2.7. Fuentes Fijas y su potencial impacto al medio ambiente

El análisis exhaustivo de los procesos industriales es indispensable para conocer y comprender las causas y fuentes específicas de la contaminación ambiental y para desarrollar medidas efectivas de control y abatimiento de las cargas contaminantes.

Se realizó un estudio pormenorizado del proceso transformativo de las materias primas e insumos de las industrias, con el objeto de identificar todos los efluentes y residuos generados en cada fase de proceso, sean sólidos, gaseosos y líquidos. El área energética de cada sector industrial también fue tomada en consideración, especialmente para cuantificar a las emisiones gaseosas.

Se llevó a cabo una identificación de las principales sustancias contaminantes contenidas en los efluentes y residuos. Se trata de una identificación necesaria para valorar con mayor precisión el impacto ambiental que los desechos industriales causan en el medio ambiente.

Para efectos de una cuantificación de las cargas de contaminantes, se utilizó el Método de Evaluación Rápida de la Contaminación, procedimiento desarrollado por la EPA de los EE.UU., con especial énfasis para su aplicación en países en vías de desarrollo.

Esta metodología, si bien trabaja con un cierto rango de inexactitud y subjetividad, permite en cambio, un acercamiento aceptable a una cuantificación de la generación de la carga contaminante, paso previo necesario para orientar los posteriores análisis cualitativos y cuantitativos que deberán ser llevados a cabo indefectiblemente.

Con la información obtenida, se procedió a la valoración del impacto ambiental, por rubro, que el sector industrial en cuestión estaría provocando.

### 2.7.1. Rubro Alimentos

#### 2.7.1.1. Matadero de ganado, procesamiento de embutidos y faenamiento de aves (Cuadro 2.5)

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
Matadero de ganado, procesamiento de embutidos y faenamiento de aves.	66	743.760,00

Respecto a las emisiones al aire, los olores podrían ser el único problema significativo de contaminación al aire. En general, son el resultado de la actividad bacteriana en la materia orgánica; son productos de los procesos de incineración de restos de animales enfermos y partes no aprovechables. Además, pueden darse emisiones de gases originados en este mismo proceso.

En el procesamiento de embutidos, donde se utilizan hornos de ahumado, podrían existir escapes de humo.

#### 2.7.1.2. Elaboración de productos lácteos ([Cuadro 2.6](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Elaboración de productos lácteos.	3	40.512,00

En caso que la fábrica se autoabastezca de energía eléctrica, un aporte para la contaminación del aire se origina principalmente en el uso de combustibles fósiles (diesel, bunker, etc.), de los generadores. De esta combustión se emiten al aire partículas, monóxido de carbono, dióxido de azufre, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno.

#### 2.7.1.3. Envasado y Conservación de frutas y legumbres ([Cuadro 2.7](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Envasado y Conservación de frutas y legumbres.	1	Sin datos

La presencia de malos olores, provocados generalmente por la descomposición de los desechos orgánicos, cuando no se tiene una apropiada disposición final, podría ser causa de la contaminación del aire; también la quema de combustible para la generación de vapor y energía, cuando se autoabastecen, son causa de deterioro de la calidad del aire, sino se toman en cuenta ciertas precauciones.

#### 2.7.1.4. Industria de aceite y grasas comestibles ([Cuadro 2.8](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Industria de aceite y grasas comestibles.	2	61.320,80

Este tipo de industrias no se encuentra en la jurisdicción municipal, sin embargo están ubicados en el eje metropolitano. Debido al requerimiento de vapor en las diferentes fases del proceso, como calefacción del aire, etc., las unidades de producción de energía emiten gases procedentes de la combustión de los combustibles utilizados. De la incineración no controlada de residuos se emiten cenizas. Del condensado del esterilizador y del proceso de clarificación, se producen lodos con un alto contenido de sólidos y aceites que causan olores fuertes y desagradables.

#### 2.7.1.5. Productos de molinera ([Cuadro 2.9](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Productos de molinera	3	18.339,12

Las emisiones al aire de este tipo de industrias, tiene mucha significación e incidencia en la contaminación del mismo.

La molienda de granos como cereales, puede ocasionar la presencia de una gran cantidad de partículas finas en el aire (polvo), que pueden causar problemas en las cercanías del complejo industrial al contaminar el aire.

Las emisiones gaseosas también pueden incluir partículas que se producen en las unidades generadoras de energía o por el transporte.

Los ruidos también se consideran en la disminución de la calidad del aire; se originan en los equipos: extrusoras, molinos, etc.

## **2.7.2. Rubro bebidas**

### *2.7.2.1. Producción de alcohol etílico ([Cuadro 2.10](#))*

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Producción de alcohol etílico.	1	6,16

Existen emisiones al aire originadas en los respiraderos de los fermentadores y en los respiraderos de las columnas de destilación. Estas también pueden producirse en las válvulas, bombas, líneas de conducción y tanques de almacenamiento. El dióxido de carbono producido durante la fermentación, debido a los altos costos que implica su recuperación, generalmente es eliminado a la atmósfera. Pequeñas cantidades de etanol pueden ocasionalmente escaparse con el dióxido de carbono, originando la presencia de olores en los alrededores de la fábrica.

El uso de combustibles fósiles para generar energía, genera emisiones de óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, partículas, hidrocarburos, monóxido de carbono.

### *2.7.2.2. Producción de cerveza ([Cuadro 2.11](#))*

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (m3/año)
• Producción de cerveza	1	20.340,00

El manejo de las materias primas en las operaciones de descarga en la recepción, transporte hacia los silos y desde ellos, para su limpieza y selección, genera polvos que son emitidos a la atmósfera.

Las emisiones gaseosas producto de la combustión en las unidades generadoras de energía, también contribuyen a la contaminación del aire.

Se deben utilizar filtros para menguar la eliminación de polvos; asimismo se debe controlar la combustión de las calderas.

### 2.7.3. Rubro textiles

La industria textil: manufactura de lana, algodón, nylon, acrílico y poliéster ([Cuadro 2.12](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• La industria textil	6	149,27

Normalmente, los desechos de la producción de fibras textiles naturales y sintéticas que van a la atmósfera no presentan un problema mayúsculo. La contaminación del aire resulta de la quema de combustibles usados en la generación de vapor. Los gases contienen monóxido de carbono y dióxido de azufre, dependiendo del tipo y calidad del combustible.

La contaminación del aire se puede controlar mediante la descarga de gases a través de chimeneas de altura adecuada. Los datos de concentración de contaminantes del aire existentes a gran nivel son determinados en el área general de la planta, antes que en la etapa de operación industrial.

Las fibras y polvos tienen varios orígenes, particularmente en las operaciones de hilado y tejido. Las fuentes de tales sustancias deberían estar equipadas con filtros u otros accesorios para prevenir su descarga en la atmósfera, tanto dentro como fuera de la planta.

En muchas de las operaciones de producción de textiles, particularmente de fibras sintéticas, éstas se someten a tratamientos calientes con el fin de darles ciertas propiedades textiles deseables. Este tratamiento volatiliza la mezcla de aceites volátiles y ceras del acabado. Esta mezcla entra a la atmósfera como gas, comúnmente llamado "humo"; los gases tienden a ser irritantes y tóxicos para los trabajadores, y pueden condensarse en la maquinaria.

### 2.7.4. Rubro cueros

Industria de cueros (curtiembres, cuero y calzados) ([Cuadro 2.13](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Industria de cueros (curtiembres, cuero y calzados).	27	4.722,30

Materiales particulados y sulfuro de hidrógeno son las dos descargas gaseosas potenciales significativas. Las principales fuentes de sulfuro de hidrógeno, provienen de las reacciones que desechan sulfuro de las operaciones de apelmbrado. La eliminación de nitrógeno de los desechos por despojos de amonio, cuando es requerido, crea otro problema potencial de contaminación. Las emisiones de los calderos de tenería pueden también ser otro origen de descargas gaseosas; mientras que las emisiones de cenizas generalmente ocurren cuando se usa carbón como combustible. El dióxido de azufre se encuentra en los gases de chimenea de los calderos cuando se quema carbón con alto contenido de azufre o combustibles pesados.

### 2.7.5. Rubro madera

La industria de manufactura de madera terciaria (aserraderos) ([Cuadro 2.14](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• La industria de manufactura de madera terciaria.	24	240.624,00

Las emisiones gaseosas son consideradas significativas en las plantas de madera terciaria, donde se aplica revestimientos como parte del proceso de producción. La naturaleza de estas emisiones depende del disolvente orgánico usado. Estos son, normalmente, mezclas multicomponentes de varias combinaciones de metil-etil cetona, metil-isobutil cetona, tolueno, xileno, acetatos de butileno y otros. Todas estas sustancias son tóxicas para el ser humano, dependiendo de las concentraciones en las que se encuentren.

Los componentes orgánicos volátiles pueden ser emitidos por la evaporación de los solventes orgánicos usados en los recubrimientos convencionales. Los recubrimientos se usan, principalmente, en laminados de maderas duras, pero, en muchos casos, solamente se trata de un pequeño porcentaje de la producción total.

A esto se añade el polvo de madera del lijado y terminado.

### 2.7.6. Rubro papel

Industria de papel y cartón ([Cuadro 2.15](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Industria de papel y cartón.	7	177,35

Las principales emisiones de la fabricación de pasta de kraft son dióxido de azufre, compuestos de azufre reducidos totales (SRT) y partículas. El grupo que constituye los compuestos de SRT son el sulfuro de hidrógeno, metilmercaptanos, dimetilsulfuro y dimetildisulfuro. La característica más notable de este grupo es su olor.

El grupo SRT se origina principalmente en los sistemas de digestión al sulfato, lavado de materiales cafés, los evaporadores de multi-efecto, el licor negro de los sistemas de oxidación, el horno de recuperación, el olor de los tanques de disolución, la caldera y el condensado de los sistemas de descortezado. Algo del dióxido de azufre se forma en la caldera de recuperación en el proceso de sulfato, así con en la combustión de carbón o aceite combustible en la planta de energía. Los principales orígenes de las partículas son: el horno de recuperación, el tanque de difusión y la caldera. Las partículas de cenizas consisten de carbonatos y sulfatos.

Las emisiones de cloro y/o dióxido de cloro que se pueden generar, en su mayor parte son de tipo no localizado. Estos gases se originan a través de los respiraderos de los tanques, filtros de lavado, desagües y otros similares, y generalmente están en concentraciones no significativas. Debería preverse su detección y manejo para evitar concentraciones letales.

El sulfuro de hidrógeno debe manejarse bajo condiciones de óptima ventilación y puede recolectarse en un recipiente hermético.

### **2.7.7. Rubro químicos**

#### *2.7.7.1. La industria de productos químicos básicos ([Cuadro 2.16](#))*

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• La industria de productos químicos básicos.	7	1.520,82

La industria química inorgánica se caracteriza por una gran diversidad de productos y procesos. En consecuencia, también genera muchos residuos sólidos, líquidos y gaseosos que son depositados en el ambiente.

En la producción de ácido sulfúrico, se producen emisiones gaseosas de diferentes características, de acuerdo al proceso usado para su obtención. En el proceso de las cámaras de plomo, los gases de salida se componen de nitrógeno, oxígeno, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, niebla ácida y dióxido de carbono. El dióxido de nitrógeno, transmite su color pardo rojizo característico, a los gases de chimenea. Desde el punto de vista de contaminación atmosférica, los componentes más importantes son el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, suspensión de ácido y niebla ácida.

Las emisiones procedentes de la obtención del ácido clorhídrico, durante la operación normal de la planta, en el sistema de absorción, son muy pequeñas.

#### *2.7.7.2. La industria de jabones y detergentes ([Cuadro 2.17](#))*

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
La industria de jabones y detergentes.	3	47.280,00

En la producción de jabones y detergentes se requiere de unidades de generación de vapor. Estos necesitan de combustibles, de cuya combustión incompleta se generan gases que conducen al deterioro de la calidad de la atmósfera.

En la producción de detergentes, se generan partículas desde los separadores, luego del proceso de secado y en la etapa de clasificación del producto final.

En las plantas de producción de detergentes, por lo general, también operan unidades de producción de ácido sulfúrico para autoabastecerse. Estas plantas generan efluentes nocivos al ambiente, tales como emanaciones de azufre, provenientes de los hornos de tostación y escapes de ácido sulfúrico.

Además, en las instalaciones donde se procesa carbonato de calcio, a partir de rocas cálcicas, se genera gran cantidad de polvos, pese a que el equipamiento incluye sistemas de control y recogida de polvos.

### 2.7.8. Rubro plásticos

La producción de resinas y plásticos ([Cuadro 2.18](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• La producción de resinas y plásticos.	19	3.137,38

Los gases que se eliminan de las industrias de resinas sintéticas y plásticos, son productos de la combustión en las unidades de generación de energía. Además, las emanaciones en la producción de resinas de celulosa (rayón), contienen disulfuro de carbono (CS<sub>2</sub>), en las diversas partes del proceso, principalmente en la formación del xantato y luego en viscosa. En general, se producen hidrocarburos volátiles, provenientes de los solventes utilizados en la producción de los diferentes tipos de resinas y plásticos.

### 2.7.9. Rubro caucho

Elaboración de productos de caucho (llantas) ([Cuadro 2.19](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Elaboración de productos de caucho.	4	105,6

Las plantas generadoras del vapor requerido en los procesos de manufactura de llantas y cámaras, consumen combustibles que al quemarse originan gases que se difunden en la atmósfera.

Los contaminantes de tal proceso son, por lo general, dióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos, partículas y óxidos de nitrógeno. En unidades instaladas y funcionando muchos años, disminuye la eficiencia de la combustión y surge la presencia de otros elementos, como humos negros, depósitos de hollines y emisión de materiales no combustionados.

### 2.7.10. Rubro no metálicos

La industria de cerámica y ladrilleras ([Cuadro 2.20](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• La industria de cerámica y ladrilleras.	200	240.000,00

Las emisiones a la atmósfera producidas en la fabricación de productos de cerámica y ladrilleras se originan, en primer término, en la preparación de las materias primas. Se producen grandes volúmenes de polvo en los procesos de triturado, molienda y tamizado.

En la producción de los elaborados de cerámica y ladrilleras, se usan secadores y hornos de cocción que, que en la actualidad, funcionan a gas. Estos no contribuyen a la contaminación del aire por la quema de combustibles, pero sí en el proceso de secado y cocción de los artículos, ya que se desprenden gases y vapor de agua contaminados.

En la preparación de los esmaltes también se generan polvos. En el proceso de fijar el barniz en las piezas, para el acabado, se presenta el flujo en el ambiente de vapores de plomo, muy peligrosos para la salud humana cuando son inhalados.

### 2.7.11. Rubro vidrio

Productos de vidrio ([Cuadro 2.21](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (ton/año)
• Productos de vidrio	2	24.660,00

Las emisiones atmosféricas generadas a través de las diferentes operaciones unitarias de las etapas del proceso de manufactura de vidrio, son comunes a toda la industria de los diferentes productos de vidrio.

Generalmente, las emisiones de manejo y almacenamiento de materias primas se deben a partículas sólidas que se desprenden cuando los materiales se mueven para el almacenamiento, después de la recepción o cuando se trasladan al proceso. En la fusión de vidrio, los contaminantes tienen dos orígenes: la combustión del combustible y la vaporización de las materias primas.

Los contaminantes que se encuentran con frecuencia en este tipo de industrias, incluyen partículas, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, monóxido de carbono e hidrocarburos, que dependen del tipo de combustible usado.

La segunda fuente de contaminantes al aire proviene del proceso de fusión y de la vaporización de materiales de vidrio fundido. Estos últimos consisten, principalmente, de partículas vaporizadas de la superficie del vidrio, que condensan a bajas temperaturas en los controladores del horno o en la chimenea.

### 2.7.12. Rubro Petróleo

La refinación del petróleo crudo ([Cuadro 2.22](#))

ACTIVIDAD INDUSTRIAL	NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS	PRODUCCION TOTAL (m3/año)
• La refinación del petróleo crudo.	2	2'003.198,40

La operación de una refinería, se distingue por la gran cantidad de substancias que son intermitentemente emitidas al aire a través de muchas fuentes.

Los óxidos de azufre, son probablemente los principales contaminantes gaseosos de una refinería. Su formación es inherente a todos los esfuerzos por desulfurizar tanto al

petróleo como a sus derivados. Los procesos de combustión son los principales responsables de la formación de óxidos de azufre.

La presencia de hidrocarburos en una refinería es evidente debido a la composición del petróleo y sus derivados.

Mientras la investigación científica avanza se van comprobando las características de alta toxicidad de estos compuestos, sus facultades carcinógenas, teratógenas y demás.

Los óxidos de nitrógeno se producen en los procesos de combustión y, por lo general, dependerán de la temperatura de combustión para la formación de uno u otro tipo de óxido. Generalmente, las emisiones en las refinerías producen óxido de nitrógeno, el cual, una vez emitido, se oxida formando dióxido de nitrógeno.

Una refinería tipo, con una capacidad de transformación de 50.000 barriles por día, emite alrededor de 14 toneladas de óxidos de nitrógeno al día.

Bajo el nombre de contaminantes particulados, se incluye todo tipo de partículas sólidas o líquidas, de toda clase y tamaño que se encuentran en el aire. Las partículas, con un tamaño mayor a 10 micrones, sedimentan rápidamente. Partículas con un tamaño menor a los 0.1 micrones se mantienen suspendidas en la atmósfera.

Las refinerías emiten, por lo general, cenizas y polvos de catalizadores y se encuentran en un rango inferior a los 10 micrones. Este tipo de partículas pueden reducir la visibilidad en forma muy evidente.

El monóxido de carbono se genera en todos los procesos de combustión, en las antorchas, en compresores y en la regeneración de catalizadores. El monóxido de carbono se forma normalmente en procesos de combustión incompletos.

Existen varias fuentes que producen penetrantes y desagradables olores en una refinería. Las principales substancias que causan olores son todos los compuestos de azufre, los hidrocarburos aromáticos, mercaptanos, que se generan tanto en los procesos de combustión como de las emisiones directas de cada proceso.

## **2.8. Fuentes móviles y su potencial impacto al medio ambiente**

El incremento de la población, la extensión de la aglomeración urbana y la creciente segregación espacial de la ciudad, han provocado un gran aumento en el parque automotor, el cual, al no contar con las normativas para su funcionamiento provocan problemas de variado origen para la población en general.

Los vehículos motorizados, corresponden a una de las fuentes emisoras más importantes en la ciudad de Cochabamba, tanto en lo que respecta a su aporte a las concentraciones de gases como en material particulado respirable.

El parque automotor en mal estado de funcionamiento y la congestión vehicular que provoca en vías del área central de la ciudad, representa los factores más importantes que afectan a la contaminación atmosférica.

La contaminación provocada por el auto transporte, está estrechamente vinculada con el tipo de combustible utilizado por los vehículos. Si bien pueden influir en la cantidad de emisiones, otros factores como ser: el tipo de motor, el mantenimiento, la

antigüedad del vehículo, la carga, los hábitos de manejo del conductor y la condición de importación de automotores en desuso de países desarrollados, otro de los factores, definitivamente preponderante, es el combustible.

Adicionalmente, el parque automotor está creciendo a una tasa muy alta, a partir de 1989, lo que agrava la situación.

La estimación de los contaminantes emitidos a la atmósfera por el tráfico vehicular en Cochabamba, se realizó aplicando los coeficientes de cálculo del "Rapid assessment of sources of air, water, and land pollution", de la Organización Mundial de la Salud (1982), basado en la aplicación de factores, que permiten calcular los contaminantes, a partir del total de combustible consumido por año (gasolina y diesel oíl) ([Cuadro 2.23](#)).

### **2.8.1. Caracterización del parque automotor y su evolución**

La ausencia de Normas y Reglamentos que regularicen y controlen las condiciones, la calidad y cantidad de vehículos que ingresan al país, es causante del sostenido incremento del conglomerado vehicular que se ha venido registrando estos últimos años, afectando no solo la calidad del medio ambiente, sino que ha ido deteriorando inclusive el modo de vida y transporte original en la ciudad, que constituyó el ciclismo.

El transporte privado y público, constituyen los dos sectores más importantes en los cuales se clasifica el parque automotor de la ciudad. Los vehículos oficiales, que también conforman el universo automotor, son un pequeño porcentaje que puede ser considerado como transporte privado, por sus características de operación.

El parque automotor en Cochabamba, presenta un índice promedio de crecimiento del 7 % anual.

#### **Evolución del parque automotor en la provincia Cercado**

AÑO	T. PRIVADO	T. PUBLICO	T. OFICIAL	TOTAL
1982	30665	5678	985	37328
1992	42293	21624	528	64445
1995	40470	26460	911	67841
1998	41820	27531	990	70341

La tasa de crecimiento del transporte privado entre 1982 y 1998 es de 3.8 %, en cambio el transporte público creció a un ritmo de 14,7 %, aproximadamente 3 veces más acelerado que el transporte privado. La tasa conjunta de crecimiento del transporte público y privado es de 6,4 %, con lo que se proyecta el parque automotor.

Hasta los años 70, cuando la ciudad era más pequeña, con pocos vehículos motorizados, había un uso de la bicicleta mucho mas común en nuestra ciudad, sin embargo, el crecimiento de la mancha urbana ha ido generando distancias mas largas hacia el centro y como consecuencia de ello y la falta de seguridad, ha bajado el uso de la bicicleta como medio de transporte, se ha incrementado el parque automotor contribuyendo al proceso de contaminación atmosférica.

De esta manera, para hacer frente al creciente caos vehicular, en 1993 la H. Municipalidad del Cercado ha elaborado el Plan Maestro de Vialidad y Transporte (PMVT). Este documento contiene políticas, estrategias, programas y proyectos que son ejecutados para mejorar las condiciones de circulación de vehículos y peatones, brindando alternativas donde se recomienda de manera prioritaria la implementación de ciclovías, agrupadas en las siguientes categorías:

- Ciclovías en el centro urbano, como alternativa para el transporte de la población y como respuesta a la creciente congestión vehicular.
- Ciclovías en las principales vías de acceso al centro urbano, para el uso de la bicicleta en el transporte urbano e interurbano.
- Ciclovías de paseo y recreación en algunos sectores de la ciudad, aprovechando las condiciones naturales de su entorno.

Actualmente existe una ciclovía de paseo, con una longitud de 6,2 Km, y para este año se está ejecutando la construcción de 9 Km de ciclovía.

El transporte por bicicleta ha resultado ser el más económico y a distancias de hasta 6 Km lo más rápido, no produce ninguna contaminación y no contribuye a la congestión vehicular, lo cual fortalecerá las políticas de educación ambiental, alentando el uso de vehículos de transporte ecológico.

### **2.8.2. Emisiones del parque automotor**

Las emisiones de fuentes móviles se originan en diferentes partes del vehículo. En general, se puede distinguir entre los contaminantes provenientes de los gases de escape y aquellos procedentes de las emanaciones de combustible evaporado (emisiones evaporativas).

La composición de los gases de escape varía fuertemente en función de diferentes aspectos, siendo los más relevantes: el combustible utilizado, el diseño del motor, peso del vehículo, condiciones de tránsito y hábitos de conducción. Por otra parte, las emisiones evaporativas tienen que ver con las características del combustible, con el sistema de almacenamiento y manejo de éste en el vehículo y con las condiciones ambientales del lugar de operación.

Debido a las características propias de destilación del combustible, las emisiones evaporativas de los motores a diesel son considerablemente menores a las de los motores a gasolina.

Las emisiones características de los motores a gasolina son principalmente: monóxido de carbono, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno. El monóxido de carbono se produce por la combustión incompleta del carbón contenido en el combustible. A mayor volumen de aire por unidad de combustible, se disminuyen las emisiones de este contaminante. Los hidrocarburos, que incluyen una gran cantidad de compuestos químicos, son el resultado de una combustión incompleta y las emisiones dependen de la mezcla aire-combustible, de la temperatura y otras variables de diseño. Los óxidos de nitrógeno, a su vez, se forman, generalmente, en condiciones de alta temperatura y presión, con exceso de aire.

El motor a diesel, con un proceso de combustión totalmente distinto, funciona siempre con exceso de aire. Pueden alcanzar valores hasta diez veces mayor de dilución de combustible. Excepto por el material particulado, las emisiones de estos motores por el tubo de escape (principalmente por hidrocarburos y monóxido de carbono), son

bastante más bajas que las de los motores a gasolina. El material particulado emitido por la combustión diesel es de tamaño muy pequeño (1,3  $\mu\text{m}$  de diámetro como promedio) y está compuesto de hollín, hidrocarburos condensados y compuestos de azufre, entre otros.

### **2.8.3. Emisiones del parque automotor en la ciudad de Cochabamba**

Para poder tener una aproximación de la situación de Cochabamba en cuanto a emisión de contaminantes se refiere, los resultados obtenidos se muestran en el [cuadro 2.23](#), representadas en las figs. 2.3 - 2.9, en el período entre 1986 y 1998.

Del análisis de este cuadro y figuras, podemos apreciar en primera instancia, que la emisión de contaminantes ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos años, esto no es de extrañar al ser esta dependiente del consumo de combustible; sin embargo, si bien el total de consumo energético de combustible ha estado en ascenso, el consumo independiente de gasolina y diesel presenta tendencias diferentes, esta diferencia ha ocasionado también algunas diferencias significativas en la emisión de algunos contaminantes. Las emisiones de PM, CO, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub> por ejemplo, han tenido un crecimiento casi constante, debido a un incremento en el consumo de diesel y puesto que este combustible es causante de una mayor cantidad de emisiones de este tipo, que la gasolina, los efectos no se han hecho esperar. En cambio, el diesel emite una menor cantidad de hidrocarburos, dióxido de carbono y no posee plomo, por lo que al incrementarse el consumo de diesel y reducirse el consumo de gasolina, las emisiones de estos contaminantes han estado más bien en descenso. De este análisis preliminar, podemos darnos cuenta de la importancia de la utilización de uno o de otro combustible, en el incremento o decremento en las emisiones de un determinado contaminante.

Debido a que el diesel posee una mayor cantidad de emisiones de material particulado y siendo que estas son fácilmente visibles al presentarse como característico humo negro que sale de los escapes, éste combustible ha sido sujeto de más controles y prohibiciones que la gasolina; sin embargo, es difícil determinar cual de estos combustibles ocasiona mayores impactos a la salud de la población, puesto que la gasolina emite una gran cantidad de plomo, que si bien es prácticamente invisible a la vista, es mucho más nocivo que el humo de diesel. El diesel provoca una mayor cantidad de emisiones de dióxido de azufre, pero menos hidrocarburos que la gasolina, coadyuvando en menor medida a la producción de ozono. Por lo que, en definitiva podemos decir, que un vehículo a diesel bien regulado no es mucho más contaminante que un vehículo a gasolina. La principal ventaja del vehículo a gasolina es que este tiene la posibilidad de utilizar catalizadores para reducir sus emisiones, mientras que el vehículo a diesel no; sin embargo, esto no es valedero en nuestro medio puesto que hasta que, no se elimine el plomo de la gasolina, no es posible la utilización de catalizadores.

### **2.9. Emisiones de contaminantes acústicos a la atmósfera**

Parecería que el ruido no fuera una contaminación de la atmósfera y así lo creen muchas personas que subvalorizan este tipo de contaminación llamada acústica. Pero el ruido debe ser considerado como uno de los peores contaminantes que el hombre recibe en estos tiempos en que la tecnósfera reemplaza poco a poco a la biosfera natural.

Reconozcamos desde ahora que el ruido es un contaminante único. No es persistente cuando cesa su producción, no es acumulativo y no puede ser transportado a grandes distancias; sin embargo, igual que otros contaminantes produce malestar y daño a los seres humanos, tal como ocurre con muchos subproductos de la tecnología.

Es en este entendido que, la ciudad de Cochabamba, en su proceso de crecimiento y modernización productiva, viene originando una serie de problemas ambientales, especialmente a nivel de contaminación atmosférica, donde el componente acústico, atenta peligrosamente a la salud de la población en los distritos más densificados en actividad pública y comercial.

La problemática emergente de la contaminación acústica por fuentes móviles como fijas en la ciudad, han determinado iniciar el proceso de control, que contempla actualmente un Reglamento específico aprobado contra la emisión de ruido, el mismo que se encuentra en etapa de promulgación.

### **2.9.1. Clasificación de fuentes emisoras de ruido**

En general, las fuentes emisoras de ruido son clasificadas como fijas, móviles y naturales. Las primeras, son aquellas que emiten desde un lugar definido en el espacio, independientemente del tamaño que tengan, entre las que están los ruidos de las industrias, de los centros comerciales, discotecas, ruidos de construcción, etc.

Fuentes móviles son aquellas que emiten ruido mientras están en movimiento y cambian constantemente de ubicación en el espacio. A este grupo pertenecen los medios de transporte terrestre, acuático y aéreo, impulsados por motores de combustión interna o eléctricos.

Las fuentes naturales corresponden a aquellas que emiten en forma natural, como el estampido de los truenos, el silbar del viento entre los árboles, el fluir de los ríos y el rugir de las cataratas.

### **2.9.2. Fuentes Fijas**

La emisión de ruido por fuentes fijas ha considerado la diversidad de actividades comerciales, artesanales e industriales, que se encuentran en diferentes zonas de la ciudad de Cochabamba.

El problema del ruido de las industrias ha sido estudiado por muchas instituciones, pero a pesar de todos los daños que el ruido ejerce sobre los trabajadores, va en aumento y poco se ha logrado en términos de seguridad laboral.

Hay profesiones que están muy expuestas a altas tasas de ruido, así por ejemplo un taladrador sobre el concreto de la calzada al utilizar su herramienta percutiva, recibe más de 100 dB(A) en toda su jornada. Lo mismo se puede decir de los que trabajan en plantas madereras. No olvidemos también a los que trabajan en los centros de entretenimiento, discotecas, etc., que día a día deben recibir el estruendo de los amplificadores.

Pero las industrias no sólo afectan a aquellos que trabajan en ellas, sino al vecindario circundante. Por lo general las industrias grandes cumplen con la reglamentación establecida, pues saben que el peso de la ley será implacable con ellas, pero las industrias medianas y, en especial las pequeñas, talleres y centros comerciales, que

están operando en los llamados barrios semi-industriales, y algunas veces en la clandestinidad en barrios netamente residenciales, son fuente de grandes molestias para la población.

Así, en el Departamento de Recursos Naturales y Calidad Ambiental, dependiente de la Oficialía Mayor de Desarrollo Humano y Medio Ambiental de la Municipalidad de Cochabamba, se ha recibido muchas denuncias contra carpinterías, talleres de automóviles, chicherías, discotecas y otras artesanías e industrias, incluyendo algunos grupos religiosos que realizan sus cultos en las calles o en plazuelas provisionados siempre de sistemas de amplificación. Una vez realizadas las inspecciones correspondientes, los niveles de ruido de la mayoría de ellos sobrepasaron los límites permisibles establecidos por el Reglamento de la Ley 1333 (los límites máximos permisibles son 68 dB(A) de horas 6:00 a 22:00 – en el día y 65 dB(A) de horas 22:00 a 6:00 - en la noche).

### **2.9.3. Fuentes Móviles**

A consecuencia del alto índice de contaminación acústica que sufre la población cochabambina, provocado principalmente por fuentes móviles como es el parque automotor, la H. Municipalidad de Cochabamba, a través de la Oficialía Mayor de Desarrollo Humano y Medio Ambiente, ha realizado un estudio preliminar sobre los niveles acústicos que emiten el parque automotor.

El diagnóstico de los niveles acústicos que se generan dentro la jurisdicción, ha considerado seis zonas de evaluación, en base al mapa de ordenamiento vehicular de transporte de servicio público, que caracteriza el eje norte y centro como el área crítica, es decir, el área urbana en la ciudad de Cochabamba que concentra las vías más transitadas. Estas zonas son:

**Zona 1.** Con cuatro puntos de muestreo.

- A1: Esquina noroeste de Av. Ballivian y Ramón Rivero
- A2: Rotonda Cala Cala (noroeste)
- A3: Av. Libertador
- A4: Av. Libertador y C/A. Padilla

**Zona 2.** Con cuatro puntos de muestreo.

- B1: Av. Ayacucho esq. C/Tapacarí
- B2: Av. Ayacucho esq. C/Arani
- B3: Av. Ayacucho intersección Av. Panamericana
- B4: Av. Ayacucho esq. Av. 6 de Agosto

**Zona 3.** Con cinco puntos.

- C1: Av. Ayacucho esq. C/Montes
- C2: Av. Ayacucho esq. A. Aroma
- C3: Av. Ayacucho esq. Nataniel Aguirre
- C4: Av. Ayacucho esq. Esteban Arce
- C5: Av. Ayacucho esq. San Martín

**Zona 4.** Con cuatro puntos.

- D1: Av. Heroínas esq. Av. Ayacucho
- D2: Av. Heroínas esq. C/Baptista
- D3: Av. Heroínas esq. C/25 de Mayo
- D4: Av. Heroínas esq. C/San Martín

**Zona 5.** Con cuatro puntos.

- E1: C/25 de Mayo esq. C/Jordán
- E2: C/San Martín esq. C/Jordán
- E3: C/Sucre esq. C/Lanza
- E4: C/Bolivar y C/Lanza

**Zona 6.** Con cinco puntos.

- F1: Av. República esq. Av. Punata
- F2: Av. Punata esq. C/Lanza
- F3: Av. Punata esq. C/San Martín
- F4: Av. Punata esq. C/25 de Mayo
- F5: C/Velarde esq. C/Tarata

Las mediciones se realizaron con un Digital Sound Level Meter, Radio Shack Cat. N° 33-2055, localizado a 1,20 m del suelo sobre las aceras. Los niveles acústicos fueron medidos en dB(A), debido a que es la escala de compensación que mejor refleja la respuesta del oído humano.

Las horas en que se realizaron las mediciones fueron: de 8:00 a 8:30, 12:00 a 13:00, 14:00 a 15:00, 18:00 a 19:00 durante el día y entre las 21:00 a 22:00 durante la noche, consideradas como las más convenientes, debido a que se constituye en las horas de entrada y salida de las distintas fuentes de trabajo e instituciones educativas; así como el horario nocturno de ingreso a actividades recreativas. Cada medición fue realizada en un lapso de 15 minutos y en los diferentes días de la semana.

El [cuadro 2.24](#) muestra los resultados promedios máximos y mínimos obtenidos en las diferentes zonas de muestreo y a diferentes horas, donde se puede apreciar que los niveles acústicos en la ciudad de Cochabamba se encuentran por encima de los límites permisibles de acuerdo al Reglamento de la Ley 1333.

En la zona 1 (Fig. 2.10), ubicado en el límite norte de la zona central, alcanza un promedio de 74 dB(A) (Fig. 2.16), siendo el promedio mayor entre todos los puntos estudiados. Esta zona que se caracterizaba en el mapa de ordenamiento vehicular de transporte público como una zona de flujo vehicular bajo, de acuerdo a los resultados obtenidos presenta un nivel elevado, debido a la circulación de gran cantidad de vehículos particulares. En las horas críticas se forman generalmente trancaderas controladas por personal de tránsito y el sistema de semaforización pública.

Los puntos que se encuentran en la zona comercial 3 y 6 (Figs. 2.12 y 2.15), alcanzan valores promedio de 73 dB(A). El aporte de los niveles acústicos en esta zona es principalmente por la circulación de vehículos públicos. Por otra parte, a diferencia de la zona 1, donde no se registra mucho el fenómeno de los bocinazos, en este sector se acentúa bastante esta característica, alcanzando los niveles máximos registrados muy cercanos a 100 dB(A). Adicionalmente, otra diferencia notable con respecto a la primera zona es la presencia de una elevada cantidad de transeúntes que son ocasión

de un porcentaje importante de los bocinazos, especialmente la población estudiantil de escuelas y colegios.

Por su parte y sin alejarse del promedio general, se encuentran las zonas 2 y 5 (Figs. 2.11 y 2.14) con valores de aproximadamente 72 dB(A). Estos sectores se caracterizan como zonas de flujo vehicular alto y medio, sin embargo de acuerdo a los resultados y a diferencia de la zona 1, particularmente en la zona 2, el aporte principal de los niveles acústicos está dada por el transporte público, siendo el privado de carácter medio a bajo. El flujo peatonal es diferente, variando de acuerdo a cada lugar dentro de las zonas de estudio.

Finalmente, la zona 4 (Fig. 2.13) tiene un valor promedio de 71 dB(A), y está representada por el eje central de la Av. Heroínas y Ayacucho, presentando los mayores niveles acústicos respecto a la intersección con las calles Baptista, 25 de Mayo y San Martín. En este sector, los bocinazos también juegan un rol protagónico importante en el registro de los niveles máximos de emisión acústica.

Temporalmente (Fig. 2.17), el intervalo horario del medio día (12:00 a 13:00) es el que alcanza los mayores valores promedio (74 dB(A)), siguiendo en orden de importancia aunque con variaciones ligeras el horario de la mañana (73.3 dB(A)), de la tarde (72 dB(A)) y finalmente de la noche con los menores valores registrados (71 dB(A)).

Concluyendo que, como siempre el automóvil es el que causa más ruido, ya sea con el roce de las ruedas y frenos, el motor que muchos dejan funcionando, los escapes libres de autos y motocicletas, pero, sobre todo, las bocinas que los choferes utilizan.

## **2.10. Emisiones de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Cochabamba**

### **2.10.1. Emisiones gaseosas**

El aire de la ciudad de Cochabamba muestra la presencia de contaminantes de origen natural (polvo de las calles) y antrópico (sector industrial y parque automotor) en gases y partículas.

Los procesos emisores antropogénicos más relevantes corresponden a los de combustión, dentro los que se destacan los de combustión externa como la quema de basura y leña a cielo abierto e incendios. Por otra parte, están los vehículos motorizados que emplean gasolina y diesel oil en combustión interna. En ambos procesos las emisiones dependen de las características del proceso de combustión, del tipo de combustible empleado y de la composición de éstos.

Dada la importancia y participación que los procesos de combustión tienen en la contaminación atmosférica, es indispensable conocer el consumo de combustible empleado.

Así por ejemplo, se conoce que en los alrededores de la ciudad de Cochabamba, existen todavía muchas familias de bajos recursos económicos que utilizan la leña como combustible para cocinar. Sin embargo, las emisiones provenientes de la quema de leña se están reduciendo, debido por una parte, a las restricciones impuestas por la autoridad competente y, por otra, al aumento del precio en el mercado, lo que hace menos recomendable su empleo por el bajo poder calórico de este combustible.

Otra fuente importante de contaminación generada por efectos de la combustión, estuvo representada por las pequeñas unidades productivas productoras de ladrillo en la zona de Champa Rancho (Fig. 2.18), colindantes con el Aeropuerto de Cochabamba. Hasta el momento, en Cochabamba, este sector es percibido por la opinión pública como el mayor contaminante atmosférico, situación que no es necesariamente cierta, en vista que, uno de los problemas principales, cual era la quema de leña, gomas, plásticos y otros, paulatinamente ha sido reemplazada por la utilización del gas natural en la zona, prácticamente un 90% de los hornos tienen esta conexión y, existe una prohibición tácita al uso de otros energéticos que no sea el gas natural.

En cuanto a las partículas, se observa que el aporte más significativo proviene de calles y caminos de tierra (50%), comprendidas en el sector periférico de la ciudad de Cochabamba. El aporte que hacen las calles de tierra corresponde aproximadamente a un 60% de las emisiones de polvo, lo cual está cambiando en la actualidad como consecuencia de la campaña de pavimentación por parte de la Municipalidad de Cochabamba. Estos antecedentes indican que el transporte público y privado, es un potencial emisor de partículas cuando circula por vías sin pavimentar.

Finalmente, con respecto a la emisión de gases (óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos, etc.), está representado por el parque automotor (Fig. 2.19), las emisiones vehiculares contribuyen con el porcentaje más alto de estos contaminantes a la atmósfera. El consumo de gasolina y diesel oil está asociado al incremento del parque automotor y también al mayor kilometraje recorrido por los vehículos de la locomoción colectiva, producto de la expansión urbana descontrolada de la ciudad.

### **2.10.2. Emisiones acústicas**

El parque automotor no sólo es el principal contaminador por gases, que emergen de sus motores y escapes, sino que también es el mayor responsable del ruido de nuestra ciudad.

Se ha analizado varios trabajos de sonometría en diferentes lugares de la ciudad de Cochabamba, y el 90% de las mediciones se acercan o sobrepasan los 70 dB(A) como ruido de fondo. Esto sin contar las estridencias particulares de los tubos de escape libre, deportivo o en mal estado que en una acelerada hacen subir fácilmente los niveles acústicos a 85 y 90 dB(A), lo mismo sucede con la bocina, que a pesar de estar prohibida, se siguen tocando para apurar el auto de enfrente.

Después de los automotores, la causa de mayor ruido en nuestra ciudad corresponde a los equipos electrónicos que se encuentran en las discotecas, chicherías y otros centros comerciales que utilizan estos equipos de música, que son verdaderas fábricas de ruido. Si están bien aisladas, esta sobrecarga de decibeles la reciben sólo los jóvenes que bailan en este ambiente, que les producen los 100 o más decibeles de los amplificadores, pero esta intensidad de sonido es difícil encerrada, y es por ello que los reclamos van en aumento.

Otra fuente de contaminación acústica en la ciudad de Cochabamba, constituye el aeropuerto que fue situado en un lugar relativamente aislado de la ciudad, sin embargo, al pasar el tiempo, ya sea por el aumento del tráfico aéreo, nuevos requerimientos de aeronaves, pero, sobre todo, por el crecimiento urbano alrededor de la zona, se ha convertido en un emisor importante de ruido para el sector.

El ruido de los aviones es realmente molesto y adquiere intensidades variables (aproximadamente 150 dB(A) en el momento del despegue), dependiendo de cambios atmosféricos, trayectoria de vuelo, tipo de aeronave, etc.; por lo general la gente que vive cerca del aeropuerto en un gran porcentaje se ha acostumbrado a estos ruidos, pero otras sufren o se despiertan cada vez que un avión cruza sobre sus casas.

Finalmente, otro aporte al ruido en las calles de nuestra ciudad, quizá en menor escala, operan una serie de personajes altamente ruidosos. Es el vendedor callejero que le grita al oído y a todo pulmón o con micrófonos para que le compre sus más variados productos (como los vendedores de periódicos, mendigos cantores, vendedores de todo tipo de frutas, verduras, etc.).

## **CAPITULO 3**

### **SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICO PARA EL CONTROL ATMOSFERICO EN LA CIUDAD DE COCHABAMBA**

#### **3.1. Introducción**

Con el avance de la tecnología en nuestros días, el manejo de datos y por ende de la información representada por ellas, ha tenido avances significativos. Los avances se manifiestan básicamente en la automatización del procesamiento de datos mediante sofisticados sistemas computacionales, siendo muy importante en este proceso el hardware y software.

El sistema de información geográfico, también conocido como SIG, es un sistema que tiene como componentes dos partes esenciales :

- Cartografía Digital
- Base de datos alfanumérica

Donde cada uno de esos componentes es implementado usando software especializado.

La **cartografía digital**, llamada también base de datos gráfica, se encuentra constituida por mapas y/o planos geográficamente referenciados, es decir , ubicados utilizando sus coordenadas reales según su posición en el globo terráqueo.

La **base de datos alfanumérica**, se encuentra constituida por todas las tablas que proporcionen información a cerca de los planos y/o mapas que forman parte de la cartografía digital según el área en la cual se trabaje.

La importancia de contar con un sistema de información geográfico, en el presente proyecto, radica en que nos permite apreciar gráficamente algunos puntos y/o lugares que sean de importancia según el trabajo que se realiza así como con la información textual o numérica a cerca del mismo.

Fundamentalmente la aplicación o uso de los sistemas de información geográfico en el proceso de planificación y administración de la Institución, se da en dos grandes áreas, una de ellas es el Catastro Urbano/Rural y la otra es en el área de estudio de recursos naturales, impacto ambiental, estudio de suelos. En ambos casos éstos sistemas de información geográficos se encuentran desarrollados sobre una única plataforma, de tal manera que se pueda compartir información entre las diferentes unidades con las que cuenta el Municipio para así evitar redundancia de trabajo y permitir un óptimo manejo de recursos.

Como un componente del "**Sistema de Control Atmosférico en la ciudad de Cochabamba**", se tiene integrado un Sistema de Información Geográfico el cual permite un manejo integral de la información recopilada en el estudio preliminar y la cartografía de la ciudad, permitiendo ubicar fácilmente las zonas críticas y puntos de emisión contaminante, de tal manera que a partir de dicha información se pueda definir áreas en las que se presentan problemas de deterioro en la calidad del aire y de acuerdo a este resultado armar una red de monitoreo de contaminantes para la ciudad de Cochabamba.

### **3.2. Objetivo general y alcance**

El SIG nos permite efectuar un mapeo de fuentes contaminantes ya sean fijas o móviles para poder obtener las zonas críticas en las que se tiene problemas con el deterioro de la calidad del aire, de tal forma que se tenga a disposición la información necesaria respecto a éste problema para que pueda articularse a instrumentos técnico - administrativos y educativos institucionales proporcionando alternativas de manejo y control del proceso de contaminación ambiental, así como cambios de conducta ciudadana.

Para conseguir dicho objetivo se elaboraron mapas temáticos que permiten el estudio detallado de todos los factores que tienen incidencia en la contaminación atmosférica que se manifiesta en la ciudad, los cuales se trabajaron en un SIG para que permita realizar consultas gráficas y además se pueda realizar el proceso de actualización en forma rápida.

El presente trabajo contempló como principales fuentes de contaminación atmosférica las diferentes industrias del medio, el parque automotor y los locales de recreación masiva, éstos últimos contribuyen significativamente en la contaminación atmosférica debido al ruido excesivo que emiten. Por otra parte también se tomó en cuenta los servicios básicos, con los que cuentan las diferentes zonas de la ciudad, tales como agua potable, alcantarillado y recojo de basura puesto que éstos factores cumplen un rol importante en lo que es calidad ambiental. No se tomaron en cuenta, en la elaboración del SIG, aspectos tales como estaciones del año sino más bien es una representación global y general de la contaminación atmosférica que presenta la ciudad.

### **3.3. Software**

Para el componente gráfico el software que se utiliza en la H. Municipalidad de Cochabamba para realizar este tipo de trabajo es el MicroStation y el MGE con todos los módulos adicionales que tiene, entre ellos podemos mencionar el MGE Analyst, Mapper entre los más esenciales, mientras que para la parte alfanumérica se utiliza el SQL-SERVER. Cada uno de los programas mencionados tiene sus propias características, y funciones especializadas para diferentes requerimientos.

#### **3.3.1. MicroStation**

Es un programa del tipo CAD que provee de toda la funcionalidad para el diseño gráfico bidimensional y tridimensional, puede perfectamente representar los planos y mapas temáticos de áreas críticas de contaminación así como también los centros con emisiones contaminantes.

#### **3.3.2. MGE**

El programa de aplicación MGE está especializado en el manejo de entidades y sus atributos, permitiendo de esta manera asociar a cada entidad gráfica su correspondiente descripción alfanumérica. Por una entidad se entiende a todos aquellos elementos gráficos simples o compuestos que representan algo que se desea diferenciar ( por ej. Para el presente proyecto una entidad es una industria, o cualquier

otro centro con emisiones contaminantes ). En cambio un atributo son aquellas características que diferencian a una entidad de otra.

### **3.4. Metodología**

En el desarrollo de todo sistema de información, se deben encarar una serie de pasos para llegar a la implementación. Los sistemas de información geográfica (SIG) no son una excepción y por ello deben emplearse métodos existentes durante todo su desarrollo.

La elaboración del Sistema de Información geográfico para control atmosférico, contempló el uso de una combinación de las metodologías estructurada y de prototipos debido a su óptima adecuación a los datos que se manejan. Como base de datos inicial se tiene la **Base de datos Catastral**, la cual cuenta con datos básicos a cerca de la ubicación de algunos centros con emisiones contaminantes y fundamentalmente es capaz de proporcionar información sobre el material de acabado de las vías y los servicios con los que cada una de ellas cuentan.

#### **3.4.1. Análisis y diseño**

Durante el análisis se consideró varias fuentes de información, debido a la gran amplitud de factores y variables que influyen en la contaminación atmosférica. Entre las principales fuentes utilizadas se tienen:

1. Encuestas realizadas a las diferentes industrias consideradas como fuentes contaminantes, puesto que son éstas las que contribuyen en el deterioro de la calidad ambiental de las más variadas formas a través de residuos sólidos, residuos líquidos, emisión de gases y ruido.
2. espectáculos públicos, los cuales influyen considerablemente elevando el nivel de ruido de la ciudad. También se tomó en cuenta que algunos de éstos locales no solo emiten ruido sino que contribuyen a la vez con la emisión de gases ya que se trata de restaurante's que se dedican a la elaboración de pollos a la leña y parrilladas. Además se debe considerar que normalmente éstos locales se encuentran en determinadas área, es decir, no están dispersos por lo que en su conjunto provocan un impacto más elevado.
3. Datos obtenidos de la Unidad Ejecutora de Catastro respecto a uso de inmuebles, los cuales a su vez son producto de las encuestas realizadas durante la ejecución del Catastro Multifinalitario de la ciudad de Cochabamba, estos datos fueron utilizados para complementar los mencionados en el punto anterior.
4. Plan de Vialidad y transporte considerando los recorridos de las diferentes líneas de transporte urbano e interprovincial de pasajeros en el área central, debido a que el transporte público fundamentalmente, trabaja con vehículos que se encuentran en muy mal estado y que emiten grandes cantidades de gases y además son grandes contribuyentes en lo que respecta a elevar el nivel de ruido que soporta la ciudadanía.
5. Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y recojo de basura en las diferentes zonas de la ciudad, puesto que el contar con estos servicios disminuye de cierta manera el nivel de contaminación atmosférica ya que en lugares en los

que no se cuenta con los servicios de recojo de basura y alcantarillado existen focos en los cuales se acumulan éstos desperdicios o en algunos casos se procede a la incineración de los mismo con lo que también se llega a un impacto muy serio en la calidad del aire.

6. Material de acabado de las diferentes vías de la ciudad, es decir, empedrado, asfalto, pavimento rígido, tierra, ripio, etc. En este caso el material más dañino para el medio ambiente es la tierra, que pese a los grandes esfuerzos que realiza la Comuna por eliminarla como material de acabado de vías, debido al potencial crecimiento de la población y por ende del área urbanizable de la ciudad es una tarea muy difícil controlarla, por lo cual afecta notablemente en lo que es la contaminación atmosférica.

Todo lo anteriormente mencionado fue tomado en cuenta debido a su importante influencia en los problemas de deterioro de la calidad del aire y la contaminación atmosférica en general.

Como parte de éste análisis se separaron las fuentes con emisión contaminante de acuerdo al tipo de contaminante que emite, cuyo resultado se expresa en la tabla 3.1 en la cual se presenta explícitamente las fuentes activas que provocan un cierto impacto. En dicha tabla no se muestra el porcentaje de influencia que ejerce cada una de las fuentes.

**TABLA 3.1**

<b>IMPACTO</b>	<b>FUENTE</b>
<b>AGUA</b>	Granjas Avícolas Ind. Textil Curtiembres Ind. De papel
<b>AIRE</b>	Material de vías Parque Automotor Granjas Avícolas Ind. Textil Curtiembres Aserraderos Ladrilleras Ind. De papel Ind. De plásticos Restaurante's (Churrasquerías y pollos a la leña)
<b>RESIDUOS SÓLIDOS</b>	Granjas avícolas Curtiembres Aserraderos Ind. De materiales metálicos Ind. De papel Ind. De plásticos
<b>RUIDO</b>	Parque automotor Aserraderos Ind. Textil Ind. De materiales metálicos Centros de recreación (Restaurante's, chicherías, Whiskerías, discotecas)

Como resultado de esta etapa se tienen las siguientes tablas de datos:

Uso de suelo  
Vías\_Tabla  
Comodatos\_Tabla

### Uso de Suelo

Nombre del Campo	Tipo	Longitud
Categoría	Char	2
Tipo	Char	2
Características	Char	2
Subdivisión	Char	2
Uso	Char	40
Razón_Social	Char	40

En esta tabla se tiene los datos principales de las fuentes fijas con emisiones contaminantes, los cuatro primeros datos son utilizados para realizar una clasificación de acuerdo al rubro en el cual se encuentran, los otros dos son datos más propio de cada entidad. Esta es una de las tablas de datos que puede y debe ser complementada con otros datos técnicos que se encuentran en proceso de obtención, para lo cual es necesario seguir coordinando con los diferentes departamentos de la Municipalidad y con la Cámara de Industrias.

### Vías#\_Tabla (Donde el # representa el número de distrito)

Nombre del Campo	Tipo	Longitud
Material_Acera	Char	1
Calle	Char	30
Material_Vía	Int	
Servicio_Basura	Char	1
Servicio_Alcant	Char	1
Servicio_Agua	Char	1
Servicio_Luz	Char	1

En el caso de las vías, se cuenta con 27 tablas de datos, cada una corresponde a un subdistrito, en ésta tabla se tienen datos a cerca del material de la vía y los servicios con los que cuenta, esto con los fines mencionados en el punto anterior.

### **3.4.2. Implementación**

Durante la etapa de implementación se realizó la creación de las tablas precedentes utilizando las herramientas que el MicroStation provee para ésta tarea.

Además de la creación de las tablas se realizó el ingreso de datos, para lo cual en algunos casos se realizó la organización y homogenización de códigos ya que en las bases de datos que se tomaron como iniciales tenían problemas de uso de códigos diferentes para una sola actividad.

En el caso de las vías se trabajó sobre las tablas ya existentes añadiendo los campos necesarios y cuyo producto se indicó anteriormente, se debe notar que al utilizar dichas tablas se dispone de una tabla por distrito en lugar de una general, esto por razones de eficiencia por ser tablas demasiado grandes.

Uno de los resultados obtenidos es el conjunto de mapas temáticos, los cuales reflejan claramente el impacto que producen las diferentes fuentes fijas o móviles en la atmósfera.

Los mapas temáticos se obtuvieron siguiendo la metodología que se detalla a continuación :

- Mapeo de fuentes fijas con emisiones contaminantes (entre las cuales se puede mencionar las industrias y locales públicos)
- Mapeo de vías con un nivel de tráfico elevado
- Mapeo de material de acabado de las diferentes vías
- Creación de mapas temáticos por rubros y tipo de impacto, determinando zonas afectadas en tres niveles : alto, medio y moderado

Tomando como base los anteriores mapas se creó cuatro mapas en los cuales se puede verificar el impacto que ocasionan todos los rubros a la vez, al igual que en el caso anterior se consideran tres niveles de impacto los cuales se muestran en los mapas muy diferenciados.

Los mapas temáticos obtenidos son los siguientes:

- Mapa de contaminación atmosférica producida por residuos líquidos
- Mapa de contaminación atmosférica producida por residuos sólidos
- Mapa de contaminación atmosférica producida por emisión de gases
- Mapa de contaminación atmosférica producida por emisión de ruido

Un quinto mapa fue elaborado a partir de estos cuatro en el cual se muestra muy claramente todas las zonas de la ciudad más afectadas y con mayor cantidad de fuentes contaminantes. El hecho de que alguna zona en este mapa no se encuentre coloreada no implica que tiene grado cero de contaminación, sino que el nivel de deterioro de la calidad atmosférica es menor que en otros lugares.

### **3.5. Resultados**

El principal resultado de esta parte del proyecto es la elaboración de la red de control atmosférico, para la creación de la misma se tomaron en cuenta los cinco mapas temáticos obtenidos, los cuatro primeros para determinar puntos, por tipo de impacto, en los cuales se hace necesario un control y el quinto mapa nos es usado para

integrar las subredes obtenidas, para cada rubro de impacto, en una gran red la cual puede ser perfectamente integrada a otras redes a nivel de América del Sur o América Latina.

Inicialmente al no tratarse de un área muy extensa, se puede aprovechar puntos en la red que no solo sirvan para el control de un cierto contaminante.

Otro de los resultados obtenidos fue la determinación de las fuentes que tienen mayor influencia en lo que es contaminación ambiental y estas son:

- Restaurantes
- Chicherías
- Aserraderos
- Discotecas
- Panaderías
- Ladrilleras
- Industrias Textiles
- Industrias de papel
- Granjas
- Parque automotor

Estos datos se encuentran clasificados siguiendo las normas del Departamento de Catastro de la H. Municipalidad de Cochabamba, es decir, siguiendo la codificación por rubros.

Entre dichas fuentes se ve que el parque automotor tiene una notable preponderancia en lo que significa el deterioro del aire a través de la emisión de gases y su contribución en elevar los niveles de ruido que se manifiestan en la ciudad así como las ladrilleras y locales de recreación.

Otra fuente muy importante para la contaminación esta representada por las vías que no poseen un material de terminado y que son de tierra o ripio lo cual produce material en suspensión.

### **3.6. Interpretación de mapas temáticos**

#### ***Contaminación atmosférica producida por residuos sólidos***

Las principales fuentes de contaminación de residuos sólidos son las granjas avícolas, curtiembres, aserraderos. Las granjas avícolas se encuentran en gran número al Noroeste de la ciudad, hablando de granjas notables ya que por supuesto existen en toda la periferia, como se puede apreciar en el mapa temático 1, esta es el área A. Las área B y C están constituidas por curtiembres y aserraderos respectivamente.

El nivel de impacto producido por estas fuentes fijas se calificó como moderado debido a que las cantidades de desechos sólidos no son grandes y han incursionado en sistemas de rectificación y tratamiento.

Existen en la ciudad otras áreas con un aporte notable en este tipo de contaminación y son fundamentalmente las áreas cercanas a los centros de abastecimiento masivo las cuales no se tomaron en cuenta debido a que permanecen como desechos sólo en horario nocturno ya que en esas zonas se realiza un aseo diario; pero son fuentes de grandes cantidades de basura.

### ***Contaminación atmosférica producida por residuos líquidos***

Entre las fuentes que contribuyen notablemente a la contaminación por residuos líquidos tenemos a las curtiembres, fundamentalmente, las cuales vierten sus desechos líquidos en el río Rocha, el cual se convierte en un centro de contaminantes no solo líquidos; sino también de desechos sólidos.

### ***Contaminación atmosférica producida por gases y polvo en suspensión***

En lo que se refiere a contaminación por gases tenemos como principales contribuyentes las ladrilleras las cuales se encuentran ubicadas en la zona Sud Oeste de la ciudad (A), el parque automotor y algunas industrias ubicadas en la zona central de la ciudad (B,C). Las zonas D,E,F son zonas afectadas por la cantidad de polvo en suspensión que producen las calles o vías de tierra. Estas grandes cantidades de polvo en suspensión, debido a los vientos también afectan a otras áreas de la ciudad, fundamentalmente a la zona central.

### ***Contaminación atmosférica producida por ruido***

Las calles y avenidas del área céntrica de la ciudad se ven afectadas notablemente por el factor ruido que proviene de las fuentes móviles; pero no son estas las únicas que producen elevados niveles de ruido, sino que también están los locales comerciales de recreación como discotecas, "cafés", restaurante's, etc. que constituyen una fuente preponderante cuando se habla de ruido en la ciudad. Por supuesto el área más afectada es el centro mismo de la ciudad ya que Cochabamba tiene concentrados sus lugares de abastecimiento y recreación en la zona central.

Los niveles de ruido son elevados por fuentes móviles sobretodo en horas pico de máxima actividad (07:30 – 09:00 hs en la mañana y de 18:00 – 19:30 en la tarde), en cambio si hablamos de centros de recreación masiva se tiene sus propios horarios de funcionamiento (normalmente fines de semana de 21:30 pm - 02:00 am).

Además de estas fuente se tienen otras que se encuentran constituidas por las diferentes campañas religiosas que se realizan utilizando predios públicos (plazas, plazuelas) en horarios diurnos y nocturnos, por otra parte se encuentran los locales comerciales que con afán de atraer clientela colocan amplificaciones musicales en sus instalaciones.

## **3.7 Modalidades de implementación legal**

Para el desarrollo del sistema de información geográfico para el control atmosférico de Cochabamba, se utilizó el MicroStation y los módulos de MGE cuyas licencias son de propiedad de la H. Municipalidad; éstos programas funcionan sobre la plataforma de Windows NT, con licencias reconocidas institucionalmente.

El SIG fue elaborado sobre la base cartográfica a la que accedió Catastro de la H. Municipalidad, siendo su producto de uso exclusivo, con todos los derechos reservados y teniendo la Institución la potestad de sancionar o llevar a procesos judiciales a cualquier persona individual o colectiva que realice una copia ilegal del SIG.

## **ADMINISTRATIVA**

La H. Municipalidad a través de sus diferentes unidades de planificación y/o operativas ha introducido en su sistema de información al ciudadano los instrumentos administrativos de atención a demandas oficiales de trámites (solicitud de padrones municipales a actividades comerciales y productivas) como a denuncias inmediatas, a través de una línea telefónica gratuita, que registra por medio del personal permanente de Radio las solicitudes de atención inmediata y que son remitidas a las brigadas de emergencia tanto de la Policía Municipal, Ecológica o de atención a desastres. Es a través de éstos medios que se realiza también la actualización al SIG, de tal manera que todos los cambios que se produzcan en el medio, se vean reflejado en el. Por otra parte, en coordinación con las unidades de control de actividades productivas y comerciales se verificará constantemente la influencia de dichas actividades sobre la calidad del aire.

## **FUNCIONAL DE CONTROL**

Paralelamente a la definición de los puntos críticos establecidos para el funcionamiento de la red de control, se realizará la medición sistemática de contaminantes básicos utilizando métodos estandarizados, bajo la implementación de dos caracteres: Para fuentes fijas se ha determinado la instalación en la primera quincena de Junio/99 de 3 estaciones meteorológicas en los puntos de influencia y/o impacto detectadas en el estudio (Cristo de la Concordia, Centro de la Ciudad y área de conurbación del eje Cochabamba - Quillacollo), 15 estaciones de medición de gases y 20 estaciones de control ozonométrico, en diferentes áreas críticas definidas por el estudio.

Se tiene previsto también el registro de totales de partículas en suspensión, particularmente en el área periurbana de la ciudad y área rural, que mantienen vías sin cobertura, resultados que permitirán definir políticas de intervención en su mantenimiento y/o naturalización.

Respecto al impacto representado por la emisión de gases por fuentes móviles (parque automotor), se ha procedido a la Licitación del Centro de Verificación y Control de emisiones por escape de vehículos, proceso que se encuentra en plena adjudicación con un cronograma de implementación de un programa comunicacional y educativo de 4 meses para su posterior implementación del servicio de verificación de un universo de 64.500 vehículos registrados (67% particulares y 33% públicos), 24.000 vehículos interprovinciales y alrededor de 5.000 vehículos oficiales.

La interacción del proceso de control y reempadronamiento de las diferentes actividades productivas, permitirán que los puntos de control puedan ser sistemáticamente y periódicamente reubicados, orientando un constante mantenimiento y actualización del SIG, que como herramienta de planificación ambiental urbana propiciará el fortalecimiento del ordenamiento socioambiental de las actividades productivas de la jurisdicción.

## **CAPITULO 4 INSTITUCIONALIDAD Y MARCO LEGAL VIGENTE**

### **4.1. Introducción**

Este capítulo ofrece una visión integral del camino recorrido por el Estado boliviano en la implementación de políticas y acciones de control de la contaminación atmosférica. Para dar una visión integral, se describe inicialmente la evolución que ha seguido la legislación ambiental en Bolivia, con énfasis en el aspecto de control de la contaminación atmosférica por gases y ruido (a nivel de emisiones y a nivel ambiental). Considerando el carácter indisoluble de la legislación (instancia normativa) con el aparato fiscalizador del Estado, se describe además las distintas instituciones que han estado involucradas en el manejo del tema.

Finalmente, a través del análisis de los conceptos expresados en la legislación, se deduce la política ambiental implícita que existe en el país y específicamente para la ciudad de Cochabamba para el control de la contaminación atmosférica.

### **4.2. Historia de la legislación ambiental en Bolivia**

Esta revisión no pretende ser exhaustiva, sino recalcar los hitos más importantes en forma meramente cronológica.

El 12 de agosto de 1994, se ha promulgado la Constitución Política del Estado Reformada (como máxima instancia), que directa o indirectamente, aborda el problema de la contaminación atmosférica en Bolivia. Esta Ley N° 1585, se refiere tanto a los derechos y obligaciones fundamentales que tiene toda persona conforme a las leyes que reglamentan su ejercicio. En su artículo 7 incisos a y d señala expresamente:

Toda persona tiene los siguientes derechos fundamentales:

- A la vida, la salud y la seguridad.
- A trabajar y dedicarse al comercio, la industria o cualquier actividad lícita, en condiciones que no perjudiquen al bien colectivo.

En su artículo 8 incisos a y h señala expresamente:

Toda persona tiene los siguientes deberes fundamentales:

- De acatar y cumplir la Constitución Política del Estado y las Leyes de la República.
- De resguardar y proteger los bienes e intereses de la colectividad.

El instrumento legal fundamental para la preservación y protección del medio ambiente, es la Ley N° 1333 promulgada el 27 de abril de 1992 y su Decreto Reglamentario N° 24176 promulgada el 8 de diciembre de 1995, los cuales establecen principios y sanciones para quienes provocan daño a los ecosistemas y por ende al conjunto de la naturaleza.

Alcances de la Ley del Medio Ambiente N° 1333:

- La presente Ley tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población (Art. 1).
- Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades (Art. 17).

Son objetivos del control de la calidad ambiental (Art. 19 incisos 2 y 3):

- Normar y regular la utilización del medio ambiente y los recursos naturales en beneficio de la sociedad en su conjunto.
- Prevenir, controlar, restringir y evitar actividades que conlleven efectos nocivos o peligrosos para la salud y/o deterioro en el medio ambiente y los recursos naturales.

Se consideran actividades y/o factores susceptibles de degradar el medio ambiente: cuando excedan los límites permisibles a establecerse en Reglamentación expresa (Art. 20 incisos a y b):

- Los que contaminan el aire, las aguas en todos sus estados, el suelo y el subsuelo.
- Las acciones directas o indirectas que producen o pueden producir el deterioro ambiental en forma temporal o permanente, incidiendo sobre la salud de la población.
- Es deber del Estado y la sociedad mantener la atmósfera en condiciones tales que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable (Art. 40).
- El Estado a través de los organismos correspondientes, normará y controlará la descarga en la atmósfera de cualquier sustancia en forma de gases, vapores, humos y polvos que puedan causar daños a la salud, el medio ambiente, molestias a la comunidad o sus habitantes y efectos nocivos a la propiedad pública o privada.
- Se establece como daño premeditado, el fumar tabaco en locales escolares y de salud, por ser estos recintos donde están más expuestos menores de edad, y personas con baja resistencia a los efectos contaminantes del aire.
- Se prohíbe el fumar en locales públicos cerrados y en medios de movilización y transporte colectivo. Los locales públicos cerrados deberán contar con ambientes separados especiales para fumar (Art. 41).
- El que deposite, vierta o comercialice desechos industriales líquidos, sólidos o gaseosos poniendo en peligro la vida humana y/o siendo no asimilables por el medio ambiente, o no cumpla las normas sanitarias y de protección ambiental, sufrirá la pena de privación de libertad hasta dos años (Art. 112).

Decreto Supremo N° 24176 que reglamenta la Ley del Medio Ambiente. En esta se establecen por primera vez los criterios de calidad de aire, es decir normas primarias de calidad del aire, recomendadas para proteger a la población de todo el país, tomando en consideración los contaminantes: monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, oxidantes fotoquímicos, anhídrido sulfuroso y partículas totales en suspensión.

Otros aspectos importantes de esta Reglamentación son:

- Se definen por primera vez términos tales como: contaminación atmosférica, contaminantes, fuentes de contaminación atmosférica, norma de calidad del aire, norma de emisión, estudios de impacto ambiental y otros.
- Se establecen los métodos oficiales de análisis (métodos de referencia) para los distintos contaminantes.
- Se resumen y actualizan las disposiciones referidas a normas de emisión para fuentes fijas y móviles.
- Se establecen normas sobre proyectos de control de emisiones provenientes de fuentes estacionarias.

El Reglamento en materia de contaminación atmosférica indica:

- Toda persona tiene el derecho a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades, por lo que el Estado y la sociedad tienen el deber de mantener y/o lograr una calidad del aire tal, que permita la vida y su desarrollo en forma óptima y saludable (Art. 2).
- Toda fuente fija debe contar con instalaciones dotadas de los medios y sistemas de control para evitar que sus emisiones a la atmósfera excedan los límites permisibles de emisión (Art. 23).
- Queda prohibida la incineración y/o combustión a cielo abierto y sin equipo de control anticontaminación, de sustancias y/o materiales como llantas, aceites sucios y otros (Art. 36).
- Ningún propietario u operador podrá construir, edificar o usar cualquier artificio, dispositivo, equipo, sistema o proceso cuyo uso encubra una emisión que vulnere lo previsto en este Reglamento (Art. 37).
- Toda persona natural o colectiva, pública o privada, que se considere afectada por emisiones provenientes de fuentes fijas, podrá presentar la denuncia respectiva ante la Autoridad Ambiental Competente según lo establecido por la Ley y el Reglamento de Gestión Ambiental (Art. 38).
- Los vehículos en circulación no deben emitir contaminantes atmosféricos en cantidades que excedan los límites permisibles de emisiones vehiculares (Art. 40).
- Los vehículos automotores que circulen en el territorio nacional deben cumplir las normas relativas al control del ruido proveniente de escapes y bocinas, conforme a lo dispuesto en los Códigos de Salud y de Tránsito (Art. 53).
- En concordancia con el Art. 38 del presente Reglamento, toda persona natural o jurídica, pública o privada, que se considere afectada por la emisión de ruidos u olores podrá presentar la denuncia respectiva ante la Autoridad Ambiental Competente, según lo establecido por la Ley y el Reglamento de Gestión Ambiental (Art. 55).
- Se prohíbe fumar en establecimientos educativos y de salud por tratarse de recintos donde se hallan expuestas personas particularmente sensibles a los efectos de la contaminación atmosférica. Así mismo, se prohíbe fumar en oficinas públicas, cines, teatros y medios de transporte colectivo y otros según aconsejen las circunstancias (Art. 57).
- Los lugares de servicio y/o atención al público, como restaurantes, cafeterías y similares donde se permita fumar, deben contar con áreas específicas para ese fin, de modo que los contaminantes generados no afecten a las áreas exclusivas para no fumadores (Art. 58).
- En los lugares de servicio y/o atención al público en los que se permita fumar, pero donde por las características de la actividad llevada a cabo no existan áreas exclusivas para no fumadores, como ser centros nocturnos y salones de

baile, se debe contar con sistemas de extracción y limpieza de aire en interiores, conforme a los lineamientos que para el efecto se imparta (Art. 59).

### **4.3. Autoridades ambientales competentes**

El Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación es la Autoridad Ambiental Competente a nivel nacional.

La Prefectura, a través de la instancia ambiental de su dependencia, es la Autoridad Ambiental Competente a nivel Departamental.

Los Gobiernos Municipales, son las Autoridades Ambientales Competentes, dentro el ámbito de su jurisdicción territorial.

El Reglamento General de Gestión Ambiental (Art. 9) indica que los Gobiernos Municipales, para el ejercicio de sus atribuciones y competencias reconocidas por Ley, dentro del ámbito de su jurisdicción territorial, deberán:

- Dar cumplimiento a las políticas ambientales de carácter nacional y departamental.
- Ejercer las funciones de control y vigilancia a nivel local sobre las actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente y los recursos naturales.

Para el ejercicio de las atribuciones y competencias que le son reconocidas por Ley en la materia objeto del presente Reglamento (Art. 11), los Gobiernos Municipales deben, dentro del ámbito de su jurisdicción:

- Ejecutar acciones de prevención y control de la contaminación atmosférica en el marco de los lineamientos, políticas y normas nacionales.
- Identificar las fuentes de contaminación atmosférica, informando al respecto a los Prefectos.
- Controlar la calidad del aire y velar por el cumplimiento de las disposiciones legales sobre contaminación atmosférica.

De esta manera que, el Gobierno Municipal de la Provincia del Cercado del Departamento de Cochabamba, es la entidad de derecho público, con atribuciones y competencias para establecer, mediante Ordenanzas, Resoluciones y Reglamentos, derechos y obligaciones de los ciudadanos que habitan en su jurisdicción territorial y al mismo tiempo exigir el cumplimiento de las mismas, mediante acciones y sanciones legales que corresponden, en cada caso, a la resistencia o a la infracción de las mismas.

El Órgano Ejecutivo, a través de sus diferentes reparticiones, es el responsable de hacer cumplir los enunciados legales de los Reglamentos, protegiendo, conservando y sancionando las conductas que degraden el medio ambiente, con el objeto de mejorar la calidad de vida de la población.

### **4.4. Reglamentación ambiental específica para la ciudad de Cochabamba**

El establecimiento de un conjunto de Normas Ambientales Municipales Específicas, coherentemente articuladas a la Norma Ambiental Nacional y la optimización de las capacidades institucionales de implementación y aplicación, permitió definir líneas de

estrategia municipal que dinamizarán el proceso de mejoramiento de la calidad ambiental y de vida de la población de la provincia Cercado, en el marco del modelo de desarrollo sostenible vigente en Bolivia.

La permanente formulación, efectiva implementación, aplicación y actualización de instrumentos técnico-legales, constituyen la base fundamental para fortalecer las actividades y mecanismos municipales de protección, conservación y control de la calidad ambiental, constituyen elementos que dinamizan el proceso de gobernabilidad municipal.

Es en este entendido que, la Municipalidad de Cochabamba, a través de la Oficialía Mayor de Desarrollo Humano y Medio Ambiente y el equipo multidisciplinario de profesionales con los que contaba, ha elaborado la Reglamentación Ambiental Municipal que se encuentra en etapa de promulgación y que contempla 12 reglamentos sectoriales que se detallan a continuación:

- Reglamento de Control, Protección de Animales Domésticos y Prevención de Enfermedades Zoonóticas, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2223/98, en fecha 13 de octubre de 1.998.
- Reglamento de Protección, Control y Fiscalización de Áreas Verdes y Bosques, aprobado con Ordenanza Municipal No 2227/98, en fecha 20 de octubre de 1.998.
- Reglamento para la Protección del Medio Ambiente contra la Emisión de Ruidos, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2228/98, en fecha 22 de octubre de 1.998 (se adjunta Reglamento).
- Reglamento para el Funcionamiento de Restaurantes y Ramas Afines, aprobado con Ordenanza Municipal No 2232/98, de fecha 26 de octubre de 1.998.
- Modificaciones al Reglamento General de Urbanizaciones y Subdivisiones, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2236/98 el 29 de octubre de 1.998.
- Reglamento de Defensa al Consumidor, aprobado con Ordenanza Municipal No 2239/98 el 05 de noviembre de 1.998.
- Modificaciones al Reglamento de Expendio y Consumo de Bebidas Alcohólicas, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2243/98, en fecha 12 de noviembre de 1.998.
- Modificaciones al Reglamento de Espectáculos Públicos, Diversiones y Ramas Afines, aprobado con Ordenanza Municipal No 2244/98 el 12 de noviembre de 1.998.
- Modificaciones al Reglamento de Publicidad, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2254/98, en fecha 25 de noviembre de 1.998.
- Reglamento para la Poda y Tala de Especies Forestales y Ornamentales, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2259/98, en fecha 07 de diciembre de 1.998.
- Modificaciones al Reglamento de Sanciones por Contravenciones a Disposiciones Municipales, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2262/98, en fecha 14 de diciembre de 1.998.
- Reglamento para el Control de Emisión de Gases de Vehículos Motorizados, aprobado mediante Ordenanza Municipal No 2267/98, de fecha 21 de diciembre de 1.998 (se adjunta Reglamento).

El presente Reglamento establece el marco técnico-jurídico para la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y al manejo de las diferentes actividades

económicas, promoviendo el desarrollo sostenible, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población, observando los enunciados legales establecidos en la Constitución Política del Estado, Ley Orgánica de Municipalidades, Ley de Participación popular y sus Reglamentos, Ley del Medio Ambiente y su Decreto Reglamentario, Código Civil, Código Penal, Código de Comercio y otras leyes conexas.

Con esta Reglamentación Ambiental Municipal, se pretende llenar vacíos y lagunas jurídicas y, en consecuencia, facilitar la aplicación de las leyes que tienen que ver con la protección del medio ambiente, y de manera particular de la Ley Marco 1333 de 1992 y su Decreto Reglamentario, disposiciones legales que no están siendo debidamente aplicadas desde su promulgación y publicación por las autoridades nacionales. Con esto, la institución municipal también busca ser un modelo para las demás alcaldías municipales tanto del Departamento como del país.

## **CAPITULO 5 PROGRAMA COMUNICACIONAL Y DE EDUCACION**

### **5.1. Introducción**

La problemática medioambiental de la ciudad de Cochabamba se relaciona principalmente al hecho de que actúa como un centro de atracción de las migraciones internas, lo que se manifiesta en un proceso acelerado de crecimiento demográfico.

El incremento constante de la población urbana en Cochabamba implica un proceso paralelo de presión sobre el espacio físico, social y económico, causando un deterioro permanente del medio urbano. Algunos de los principales problemas referidos a la contaminación atmosférica son: la producción de humos y olores molestos, producción de ruidos, la generación de riesgos tecnológicos tales como incendios, intoxicaciones, etc., incremento de polvo en la zona urbana, aumento de la contaminación atmosférica derivada del aumento descontrolado del parque automotor, etc.

Si bien, la crítica situación ambiental de la ciudad de Cochabamba es producto de factores sociales, económicos y políticos que se arrastran de décadas pasadas, es en el sector educativo donde se encuentra uno de sus principales orígenes.

Efectivamente, la problemática ambiental no ha sido considerada como un componente más de los procesos educativos y de socialización, impidiendo que la población tome conciencia respecto a los beneficios de vivir en un medio ambiente saludable, seguro y favoreciendo la participación activa en la gestión ambiental.

Razón por la cual, dentro de las Estrategias de Gestión Municipal y en el marco de las reformas recientemente implementadas, la H. Municipalidad de Cochabamba ha asumido nuevos roles y responsabilidades, referidas principalmente a la dotación y gestión de servicios sociales/básicos; donde una de las tareas más importantes es la educación, responsabilidad que se inscribe de acuerdo a las leyes de Participación Popular y de Reforma Educativa.

De esta manera, una de las áreas de trabajo más enfatizadas por la Municipalidad, es la educación ambiental orientada tanto al sector formal como no formal, a través del desarrollo del Programa de Educación Ambiental Municipal.

### **5.2. Proceso comunicacional y de concertación (Talleres / reuniones / convenios)**

#### ***Convenios***

Dentro del amplio proceso de fortalecimiento institucional y a través del presente proyecto, la Alcaldía de Cochabamba ha promovido la firma de importantes convenios nacionales e internacionales, que permitieron desarrollar las actividades propuestas en el marco de esfuerzos conjuntos y en mejora de las condiciones atmosféricas y de vida de la población. Estos convenios son con las siguientes instituciones:

- Unidad de Servicios Meteorológicos de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón.
- Municipalidad de la ciudad de Nantes, Francia.
- Municipalidad de la ciudad de Rosario, Argentina.

- ENTEL - H.A.M. Teléfono Ecológico.
- Plan Maestro de Vialidad y Transporte.
- CLAS, UMSS - H.A.M.
- CUEMAD, UMSS - H.A.M.
- Policía Nacional - H.A.M.
- ENERGETICA - H.A.M.

### **Reuniones**

Como resultado del proceso de interacción y coordinación con la Cámara Departamental de Industrias, se ha logrado que los industriales asociados de la provincia Cercado, compartan los objetivos que persigue el proyecto y han abierto sus puertas para llevarse a cabo las encuestas en el sector, de tal manera, de recabar información de interés del proyecto y lo más real posible.

Las encuestas al sector industrial, se realizaron tomando como base una muestra representativa de las industrias dentro la jurisdicción municipal y además considerando las que se encuentran en el eje metropolitano y que de alguna manera representan importantes en el área de influencia.

Asimismo, se están realizando una serie de reuniones con la Comisión Permanente de Transporte y la Federación del Autotransporte, para coordinar acciones involucradas en la aplicación del Reglamento Municipal para el Transporte de Pasajeros (se adjunta Manual de Funciones y Acta de Reuniones).

### **Talleres**

Con el fin de involucrar a instituciones públicas y privadas de la jurisdicción en la temática de contaminación atmosférica, para la concertación de mecanismos e instrumentos de educación y de mejoramiento de la calidad atmosférica, se han realizado tres talleres educativos, con los siguientes sectores:

- Taller interno para las Casas Municipales ((Fig. 5.1).
- Taller educativo para los transportistas (Fig. 5.2).
- Taller educativo para el sector industrial (Fig. 5.3).

### **5.3. Proceso de educación (Material educativo elaborado: trípticos, paneles, spots)**

Con el objetivo de promover cambios de conducta en la población, se elaboró material educativo como ser paneles sobre la temática de contaminación atmosférica, los mismos que fueron expuestos en la XV Feria Internacional de Cochabamba de 1998 y la XVI Feria Internacional de 1999 (Fig. 5.4). Así mismo, se han elaborado ringles publicitarios como material de difusión para que la tradicional fiesta de "San Juan" sea llevada a cabo sin humo, esto debido a que, en nuestro país se festeja la noche más fría del año, relacionada con la celebración del Inti Watana, fiesta incaica, que rinde homenaje al sol, conocida comúnmente como Solsticio de Invierno, donde por muchos años, tradicionalmente se quema todo lo viejo acumulado durante el año incluyendo las penas, convirtiéndose así en una fiesta popular con fogatas, donde indudablemente se han realizado la quema de plásticos, gomas, textiles con productos tóxicos, etc., contribuyendo de esta manera a la contaminación atmosférica de nuestra

ciudad. También se han elaborado trípticos, bípticos y afiches sobre contaminación por gases y ruido, los mismos que se encuentran en imprenta.

Se han elaborado dos spots televisivos sobre contaminación atmosférica y acústica, destinado a la reflexión, información y denuncia respecto a esta problemática ambiental en la ciudad de Cochabamba, para motivar entre la audiencia una conciencia crítica sobre esta temática.

Adicionalmente, con el fin de conformar las Brigadas de Vigilantes Voluntarios con estudiantes de colegio y fortalecer los conocimientos de la Policía Ecológica Municipal constituida por personal de la Policía Municipal, se procedió con la capacitación teórico-práctica en la temática de Contaminación Atmosférica - Ruido, respondiendo a la necesidad de contar con educadores ambientales que coadyuven las labores de la institución y orientado al mejoramiento de la calidad ambiental y de vida de la población.

#### **5.4. Intercambio técnico con Rosario – Argentina**

Las actividades que se desarrolló en esta fase con el apoyo de la ciudad de Rosario – Argentina, fundamentalmente representó la capacitación e intercambio técnico de un profesional a cargo del proyecto, cuya finalidad estuvo dirigida a la generación de experiencia previa, análisis de adecuación de equipos y metodologías de muestreo, utilizados en la actualidad en la Municipalidad de Rosario (Se adjunta informe de viaje).

## **CAPITULO 6 POLITICAS Y ESTRATEGIAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION ATMOSFERICA**

### **6.1. Introducción**

No obstante, a contar el país con un marco normativo sectorial para la prevención y control ambiental en materia de contaminación ambiental, limitadas son las medidas que se han implementado a partir de las políticas nacionales y departamentales, particularmente, porque el proceso de implementación de la Ley y sus Reglamentos no ha gozado de los mecanismos básicos ni especiales para su aplicación.

De esta manera, la necesidad de intervenir institucionalmente en la superación y control de los problemas de contaminación atmosférica en la ciudad de Cochabamba, ha llevado a la Honorable Municipalidad de Cochabamba, a través de la Oficialía Mayor de Desarrollo Humano y Medio Ambiente, a desarrollar políticas y estrategias que ejecutadas en forma coordinada con las instituciones competentes, fortalecidas con la participación ciudadana e implementadas con tecnología de registro de la calidad del aire, que permita poder tomar decisiones adecuadas para poder mejorar la calidad ambiental de nuestra ciudad.

En estos términos, el presente capítulo, expone la visión integral que se ha tomado para enfrentar la problemática, considerando el análisis de los principales factores de impacto en el proceso de contaminación atmosférica y la evaluación de las posibles soluciones.

### **6.2. Políticas y estrategias sobre contaminación atmosférica**

Las políticas y estrategias sobre contaminación atmosférica para nuestra jurisdicción consideradas por la H. Municipalidad de Cochabamba, a través de la Oficialía Mayor de Desarrollo Humano y Medio Ambiente, se encuentran detalladas en la [matriz adjunta](#).

## **CAPITULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **7.1. Área institucional y legal**

La H. Municipalidad de Cochabamba, ha incorporado en su proceso de Planificación y Gestión Integral, la dimensión ambiental, en términos de la preservación del entorno y manejo de los recursos naturales de su jurisdicción, en cumplimiento de las normas nacionales de la Ley 1333 y su Decreto Reglamentario; mediante la atención técnica preventiva como correctiva del proceso de contaminación atmosférica, estableciendo los estudios, políticas, estrategias y acciones de control atmosférico en su jurisdicción. La H. Municipalidad de Cochabamba ha fortalecido su marco interinstitucional, convocando la asistencia técnica local, nacional como internacional para la definición de sus políticas específicas de tratamiento a la problemática de contaminación atmosférica, en aire y ruido; habiendo recibido el asesoramiento técnico del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Instituciones Especializadas del medio nacional (CUEMAD, U.M.S.S e Instituto de Ecología, U.M.S.A.), Municipalidades Hermanas (Nantes, Francia y Rosario, Argentina), el CIID, Canadá y el Secretariado de Manejo del Medio Ambiente de América Latina y el Caribe.

El estudio realizado ha propiciado la consolidación de los Planes Maestros de Gestión Ambiental y de Vialidad y Circulación, instrumentos participativos de acción entre sectores, la institución y la ciudadanía, encargados de aplicar medidas de mitigación a problemas socio ambientales que atentan contra la calidad de vida de la población en su conjunto.

El estudio y los resultados alcanzados han permitido al Gobierno Municipal formular normas específicas de prevención y control ambiental para la jurisdicción (Reglamento Ambiental Municipal: en XII Reglamentos Sectoriales).

La metodología y tecnología utilizada en el estudio, ha permitido fortalecer el proceso de detección de actividades productivas y comerciales en la jurisdicción, para su control, fomento y/o reordenamiento; por otra parte, ha incidido en el mejoramiento del proceso administrativo de atención al ciudadano.

#### **7.2. Área técnica**

Las condiciones fisiográficas y climatológicas de la ciudad de Cochabamba constituyen externalidades negativas que inciden en la acumulación de emisiones en la atmósfera, debiendo las normas ser más exigentes a nivel local.

Las fuentes móviles (parque automotor) aportan en un 68 a 70 % al proceso de contaminación atmosférica de la ciudad:

- Partículas artificiales (carbón, hollines, polvo y cenizas entre 10  $\mu\text{m}$  a 3  $\mu\text{m}$ ) en un 43 % (Valores permisibles 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  – 3 días, valores registrados 1994 130  $\mu\text{g}/\text{día}$ , registrados en 1997 y 1998 84  $\mu\text{g}/\text{día}$ ),
- Monóxido de Carbono (por combustión incompleta de carburantes) en un 27 %,
- Óxidos de Nitrógeno ( $\text{NO}_x$  por combustión de los derivados del petróleo) en un 13 % (Valores permisibles = 480  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; valores registrados = 402  $\mu\text{g}/\text{día}$ ),
- Óxidos de Azufre ( $\text{SO}_2$  deposición seca en forma gaseosa o de aerosoles "smog" que se manifiesta en la inversión térmica y deposición líquida, disuelta

en gotas de vapor de agua) en un 12 % (valores permisibles = 250 µg/m<sup>3</sup> – 3 días, valores registrados 230 µg/m<sup>3</sup> – 4 días),

- Hidrocarburos y Ozono contaminantes secundarios y de acción asociada a NO<sub>x</sub> y rayos ultravioleta (por fuentes naturales, especialmente descomposición bacteriana y procesos biológicos y por fuentes artificiales o combustión, variando sus niveles a lo largo del día, en función a la radiación solar) en un 5 %.

Las fuentes fijas (Industria tecnificada, Ladrilleras y Actividades Comerciales) aportan entre un 30 a un 32 % al proceso de contaminación atmosférica de la ciudad:

- Partículas en suspensión, como hollines con la utilización de leña y biomasa, en un rango de 9 al 15 %, dependiendo de su emisión en época de secano o de lluvias (comparten en importancia, las industrias, ladrilleras y Restaurantes Parrilleros: Parrillas, Pollos a la Leña y Planchitas, por su periodicidad la Chicharronerías no relevaron valores significativos).
- Monóxido de Carbono, procede en un 65 % de fuentes "naturales" (por oxidación del Metano, descomposición de cultivos, fermentación en canales de riego, río Rocha, Torrenteras y vertedero de basuras) y 35 % de combustión de Ladrilleras (pudiendo elevarse cuando utilizan leña y otros derivados de petróleo), en un 7 %.
- Óxidos de Nitrógeno, presentándose como Óxido Nítrico (NO), a partir de la descomposición de compuestos nitrogenados, frecuente en deposiciones en vías de aguas detenidas, canales de riego, río Rocha, Lagunas de estabilización, particularmente porque en muchas de ellas se vierten aguas servidas, en un 6 %.
- Óxidos de Azufre, por oxidación del sulfuro de hidrógeno, producido por la descomposición de la materia orgánica, registrada en la industria del sector de curtiembres en un 7 % y un 3 % en el sector de torrenteras, río Tamborada y canales de riego.

Los límites máximos permisibles de ruido, según el Reglamento de la Ley 1333 son de 68 dB(A) durante el día y 65 dB(A) durante la noche. De acuerdo a los resultados preliminares obtenidos en la ciudad de Cochabamba, el promedio de emisión de ruido es de 75 dB(A) en el día y 72 dB(A) en la noche, sobrepasando en todo caso, tanto espacial como temporalmente los límites permisibles según la norma ambiental.

### **7.3. Recomendaciones**

Al constituirse el aire un recurso de dominio público, el proceso de participación ciudadana en su conservación y preservación se constituye en la herramienta vital e insustituible para garantizar la aplicación de medidas correctivas como preventivas y el cumplimiento de las normas involucradas en su control. Un programa sostenido de Educación y Comunicacional Ambiental a partir del esfuerzo de la Municipalidad no es suficiente, si el ciudadano individual o colectivo no comprende que cuenta con derechos pero también con obligaciones. En éste componente deberá institucionalizarse y legitimizarse la participación activa de todos los sectores de la sociedad.

Es indiscutible que la contaminación atmosférica al ser producto de la vida moderna, deberán abrirse escenarios de reflexión en la sociedad cochabambina para analizar interinstitucionalmente los modos de vida heredados por la globalización y alienación,

tratando conjuntamente de rescatar los valores culturales que garanticen una mejor calidad de vida.

Los Municipios de Bolivia, a través de las reformas del Estado y nuevas normas que articulan la participación ciudadana y propenden a la descentralización, están comprometidos a un servicio de promoción al desarrollo humano e integral, en estos términos están abiertos a definir cada vez más políticas sostenibles de desarrollo, para lo cual requieren del aporte decidido de las instancias académica-científicas en el desarrollo del conocimiento, que contribuyan sobre bases técnicas a tomar mejores y mayores decisiones populares.

Es importante fortalecer las capacidades técnico - legales del Gobierno Municipal con la interacción y participación constructiva de las instituciones, a fin de propiciar la formulación de normas adecuadas y adaptadas a la realidad local.

## **BIBLIOGRAFIA**

**ARONIN, J.E. 1983.** Climate and Architecture. Nueva York: Van Nostrand-Reinhold Books, Division of Litton Educational Publishers.

**CANTER, L.W. 1998.** Manual de Evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. Mc GRAW – HILL / Interamericana de España, S.A.U. 841 p.

**CONSTITUCION POLITICA DEL ESTADO REFORMADA.** Ley No. 1585 de 12 de agosto de 1994. Tercera Edición. Editorial Los Amigos del Libro. La Paz, Bolivia.

**GOLANY, G. 1995.** Planificación Urbana Ambiental en zonas semiáridas: Planeación para las realidades climáticas de regiones semiáridas. LIMUSA, Mexico, III:4. 45-59p.

**(INE) 1992.** Instituto Nacional de Estadística Boliviana: Censo de Población Departamento de Cochabamba.

**NEVERS, N. 1998.** Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire. Mc GRAW – HILL Interamericana Editores, S.A. México. 546 p.

**REGLAMENTO A LA LEY DE MEDIO AMBIENTE.** Decreto Supremo No. 24176

**REPORT AP42. 1988.** Compilation of Air Pollutant Emission Factors, USEPA.

**WORLD HEALTH ORGANIZATION. 1982.** Rapid Assessment of Sources of Air, Water and Land Pollution. WHO Offset Pub. No. 62, Geneva.

## Cuadro 2.2.

### UNIDADES EMPRESARIALES CON MAYOR PREVALENCIA ECONOMICA Y SU POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL

RUBRO	POTENCIAL IMPACTO AMBIENTAL
<b>ALIMENTOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Industria Avícola</li><li>• Elaboración de productos lácteos</li><li>• Envasado y Conservación de frutas y legumbres</li><li>• Aceites y grasas comestibles</li><li>• Productos de molinera</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agua - Aire - Residuos Sólidos</li><li>• Agua - Aire</li><li>• Agua - Aire - Residuos Sólidos</li><li>• Agua - Aire - Ruido - Residuos Sólidos</li><li>• Aire - Ruido</li></ul>
<b>BEBIDAS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración de Cerveza</li><li>• Elaboración refrescos gaseosos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agua - Ruido - Residuos Sólidos</li><li>• Agua - Ruido</li></ul>
<b>CAUCHO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manufacturas de goma</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aire - Ruido - Residuos Sólidos</li></ul>
<b>TEXTILES</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Industria Textil</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agua - Ruido - Aire</li></ul>
<b>CUERO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Curtiembres</li><li>• Cuero y Calzados</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agua - Residuos Sólidos - Aire</li><li>• Residuos Sólidos</li></ul>
<b>MADERA</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aserraderos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aire - Ruido - Residuos Sólidos</li></ul>
<b>METALICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Industrias de hierro y acero</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ruido - Residuos Sólidos</li></ul>
<b>NO METALICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ladrilleras</li><li>• Cemento, Cal y Yeso</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aire - Suelo</li><li>• Aire - Suelo</li></ul>
<b>PAPEL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Industrias de papel y cartón</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos Sólidos - Agua - Aire</li></ul>
<b>PLASTICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Industria de plásticos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aire - Residuos Sólidos</li></ul>
<b>QUIMICOS</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Sustancias químicas industriales</li><li>• Ja bones, limpieza y perfumes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Agua - Aire</li><li>• Agua - Aire</li></ul>
<b>VIDRIO</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Productos de vidrio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Residuos - Sólidos</li></ul>

**Cuadro 2.3.**

**UNIDADES EMPRESARIALES DE MAYOR IMPACTO AMBIENTAL Y AREA DE POTENCIAL CONTAMINACION**

<b>RUBRO</b>	<b>AREA DE POTENCIAL CONTAMINACION</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Curtiembre	Agua Residuos Sólidos Aire	Efluentes con alto contenido de sustancias químicas. Recortes de piel húmeda putrescibles. Producción de alta cantidad de lodos. Malos olores.
Industria Avícola	Agua Aire	Efluentes con alto contenido de materia orgánica en proceso de descomposición. Malos olores.
Producción de Aceite y derivados	Agua y suelo	Efluentes con alto contenido de materia orgánica y sustancias químicas.

**Cuadro 2.5.****Potencial Impacto Ambiental****Matadero de ganado, procesamiento de embutidos y faenamiento de aves**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción Utilización de transporte	Contaminación del aire por presencia de malos olores, aumento de tráfico vehicular, cenizas, humo.	Moderada
Contaminación del agua	Transformación del suelo Procesos de producción Desechos	Contaminación del agua residual por demanda bioquímica de oxígeno alta (DBO5), gran cantidad de sólidos en suspensión, presencia de aceites y grasas. Afecta a sistemas de alcantarillas en zonas pobladas. Los efluentes industriales contienen desechos orgánicos. Restos que no pueden ser recuperados para su aprovechamiento.	Alta
Contaminación del suelo	Procesos de producción Desechos	Contaminación por desechos sólidos (plumas, cuernos, pezuñas, huesos, partes no comestibles), suelen ser depositados en botaderos improvisados al aire libre. Una buena parte de los desechos sólidos es recuperable para otros usos. La disposición final en suelos como abono, o en el relleno sanitario.	Baja

**Cuadro 2.6.**

**Potencial Impacto Ambiental  
Elaboración de productos lácteos**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía	Emisiones al aire de óxidos de azufre, partículas, presencia de malos olores.	Moderada
Contaminación del agua	Transformación del suelo Procesos de producción Producción de energía	Los mayores aportes de contaminación de este tipo de industrias en las aguas, son dados por los residuos líquidos (alta Demanda Bioquímica de Oxígeno, sólidos en suspensión totales y el pH). Descarga de desechos líquidos industriales y domésticos.	Alta
Contaminación del suelo	Transformación del suelo	Cambios en uso de suelos agrícolas, urbanización.	Baja

**Cuadro 2.7.**

**Potencial Impacto Ambiental  
Envasado y Conservación de frutas y legumbres**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía	Emisiones de gases de combustión.	Moderada
Contaminación del agua	Procesos de producción Manejo de materia prima Desechos	Deterioro de la calidad del agua por presencia de aguas residuales.  Los parámetros de impacto ambiental de las aguas residuales de mayor importancia en esta industria, son la demanda bioquímica de oxígeno, sólidos en suspensión totales y el pH.  Es común la presencia de coliformes en el efluente de esta industria, así como de plaguicidas, sobre todo en el efluente del procesamiento de frutas.	Alta
Contaminación del suelo	Disposición de desechos	Una industria de este tipo genera una apreciable cantidad de desechos sólidos (cáscaras, semillas, frutas y legumbres descompuestos), los que se pueden utilizar para la producción de subproductos o disponer de ellos en una forma sanitaria; una mala disposición final de estos desechos puede producir contaminación del suelo.	Baja

**Cuadro 2.8.**

**Potencial Impacto Ambiental  
Industria de aceite y grasas comestibles**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Producción de energía Desechos	Gases de combustión de calderos. Incineración no controlada de desechos sólidos.	Moderada
Contaminación del agua	Procesos de producción Desechos	Contaminación del agua por la disposición de lodos y por la descarga de aguas residuales. El derrame de lodos, producto de desechos del procesamiento del aceite, a ríos aledaños, tiende a provocar una serie de alteraciones como: una muy alta demanda de oxígeno para estabilizar los desechos y la acidificación de las aguas, alto contenido de sólidos en suspensión totales, ácidos orgánicos, cetonas y glicerol.	Alta
Contaminación del suelo	Transformación del suelo Desechos	La modificación del uso del suelo debido a la ubicación de los cultivos y la planta industrial, tiende a generar conflictos de orden socio-económico en la comunidad de la zona por factores asociados a la tenencia de la tierra. Disposición de desechos sólidos	Moderad

**Cuadro 2.9.**

**Potencial Impacto Ambiental  
Productos de molinera**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción	Contaminación por partículas finas producto del pesaje y molienda de materia prima.  Contaminación acústica provocando efectos en los trabajadores.	Alta
Contaminación del agua	Procesos de producción	En los procesos de elaboración de estos productos, hay poca incidencia para la calidad de las aguas. Generalmente, son efluentes domésticos.	Baja
Contaminación del suelo	Procesos de producción  Desechos	Los desechos sólidos generalmente se desprenden en los procesos de vaciado de un equipo a otro, como en la molienda y en el terminado. Estos sólidos se pueden recuperar en productos de menor calidad.	Baja

**Cuadro 2.10.**

**Potencial Impacto Ambiental  
Producción de alcohol etílico**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía	Daños a la salud.	Moderada
Contaminación del agua	Procesos de producción Producción de energía	La producción de alcohol produce desechos líquidos que tienen un importante impacto en las aguas receptoras de estos desechos. Las vinazas, que están constituidas por substancias no fermentables, se generan durante el proceso de destilación. Este desecho tiene una muy alta demanda bioquímica de oxígeno y un contenido importante de materiales sólidos. La descarga de este desecho en un cuerpo de agua (río o laguna) sin ningún tratamiento, provoca un considerable daño en los sistemas ecológicos.	Alta
Contaminación del suelo	Transformación del suelo Disposición de desechos	Pérdida de suelos agrícolas, urbanización. Contaminación del suelo por efluentes líquidos industriales, derrames y fugas.	Moderada

**Cuadro 2.11.**

**Potencial Impacto Ambiental  
Producción de cerveza**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción Manejo de materia prima Producción de energía	La descarga de los granos en la recepción y en la limpieza genera polvos.  Contaminación del aire por emisión de gases de combustión.	Baja
Contaminación del agua	Procesos de producción Producción de energía Desechos	La contaminación del agua se produce por efecto de los desechos arrojados, con alta demanda bioquímica de oxígeno.  Los sólidos de las aguas residuales de la malta son principalmente orgánicos, con un alto contenido de nitrógeno, lo que indica un considerable material proteínico. La porción más importante de sólidos está en solución o en forma coloidal.	Alta
Contaminación del suelo	Transformación del suelo	Determinados por la ubicación de la planta.  La descarga de gases como producto de las combustiones que se realizan durante el proceso de producción podría alterar el pH del suelo, volviéndolo más ácido y reduciendo por tanto su capacidad productiva.	Baja

**Cuadro 2.12.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**La industria textil: manufactura de lana, algodón, nylon, acrílico y poliéster**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción Manejo de materia prima Producción de energía Transporte	Contaminación del aire a causa de la emisión de polvos y gases de producción.	Alta
Contaminación del agua	Procesos de producción Desechos	El efluente industrial contiene considerables cargas de sustancias con alta demanda bioquímica de oxígeno.  Los principales parámetros de caracterización de los desechos líquidos de la industria textil son, el volumen de desechos, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos suspendidos totales, aceites y grasas, cromo, fenoles y sulfitos.	Alta
Contaminación del suelo	Transformación del suelo	Por efecto de la localización de la planta industrial, el uso del suelo está condicionado.  Este tipo de fábricas, generalmente, se sitúan en las afueras de la ciudad, por lo que los gases, el hollín, el agua, se dispersan hacia las zonas agrícolas aledañas. Durante los procesos de producción se utilizan ácidos y sustancias alcalinas que al mezclarse con el suelo cambiarían su pH, inutilizándolos para ciertos cultivos que requieren de un pH específico.	Baja

**Cuadro 2.13.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**Industria de cueros (curtiembres, cuero y calzados)**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía	Contaminación del aire por emisiones gaseosas.	Alta
Contaminación del agua	Procesos de producción Desechos	Los efluentes del proceso son altamente contaminantes.  Los desechos líquidos son los de mayor significación.  Los parámetros más importantes para definir las características del desecho líquido, son: demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, sólidos en suspensión totales, cromo, aceites y grasas, sulfuros, pH y organismos coliformes fecales.	Alta
Contaminación del suelo	Procesos de producción Desechos	Los restos de la curtiembre que no pueden ser recuperados y aprovechados, son contaminantes.  Los desechos sólidos incluyen trozos de carne, retazos de piel, arena, lodos, grasas y desechos de la planta en general.  Los suelos que circundan las curtiembres se ven afectados en cuanto esta industria genera desechos sólidos y líquidos peligrosos que contienen cromo hexavalente, muy tóxico.	Alta

**Cuadro 2.14.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**La industria de manufactura de madera terciaria (aserraderos)**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía	Los gases emitidos tienen su origen en la aplicación de revestimientos, son componentes orgánicos volátiles. Además, por los gases de la combustión en las unidades de energía.	Moderada
Contaminación del agua	Procesos de producción	El efluente líquido, contiene sólidos en suspensión, demanda bioquímica de oxígeno variable, residuos de colas, aguas de lavado de equipos, etc.	Moderada
Contaminación del suelo	Procesos de producción Desechos	A lo largo del proceso, se arrojan desechos sólidos (corteza, partículas de madera del secador de chapas, retazos de madera del corte de las chapas y de las láminas, para darles los tamaños adecuados) en la mayor parte reutilizados.	Baja

**Cuadro 2.15.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**Industria de papel y cartón**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción Procesos de energía	Contaminación ambiental por emisiones de gases compuestos de azufre, óxidos de carbono, cloro.	Alta
Contaminación del agua	Procesos de producción Desechos	El agua es la principal materia prima en la manufactura de pulpa y papel, y se usa intensamente en cada uno de los subprocesos. Como fluye a través de varias etapas del proceso, está en contacto con otros materiales y se contamina.  Los parámetros de principal importancia que describen el grado de contaminación del efluente líquido, incluyen: alta demanda bioquímica de oxígeno, sólidos en suspensión totales, color y amoníaco. El agua usada en la etapa de preparación de la madera, puede acumular considerables cantidades de partículas inorgánicas y orgánicas provenientes de la madera.	Alta
Contaminación del suelo	Desechos	Las características de los desechos sólidos en la elaboración de pasta y papel son: lodos de aguas residuales, cenizas, corteza, residuos de madera, papel y basura.  Aproximadamente, el 75% de los desechos sólidos son de naturaleza orgánica.	Moderada

**Cuadro 2.16.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**La industria de productos químicos básicos**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía Utilización de transporte	Contaminación del aire debido a la emisión de gases tóxicos. Se producen accidentes cuando no se controla la producción y no se efectúa un buen mantenimiento.	Alta
Contaminación del agua	Procesos de producción Producción de energía	Las aguas residuales están constituidas en su mayor parte por aguas de enfriamiento. Se exceptúan las aguas depuradoras de residuos de gas, de los procesos de absorción simple, y desechos provenientes del tratamiento acuoso de productos químicos.	Baja
Contaminación del suelo	Transformación del suelo Desechos	La ubicación de las plantas debe considerarse dentro del emplazamiento industrial. Los desechos sólidos están constituidos por catalizadores gastados y materiales sulfurados, que han sido usados como materia prima.	Moderada

**Cuadro 2.17.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**La industria de jabones y detergentes**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía	Polvos de la producción de detergentes. Gases producto de la combustión.	Moderado
Contaminación del agua	Proceso de producción Producción de energía	Las aguas residuales de la producción de jabones, se originan en la fase de tratamiento de las materias primas grasas, en la fabricación misma del jabón y en el lavado de equipos. Son aguas alcalinas con residuos de lejías.  Los vertidos de la elaboración de jabón y detergentes, se caracterizan por la carga de demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, sólidos en suspensión, aceites y grasas.  En la producción de detergentes, los efluentes líquidos no son voluminosos. Se originan de la limpieza de los equipos, básicamente.	Moderado
Contaminación del suelo	Desechos	La carga de desechos sólidos no está determinada en volumen. En último término puede considerarse insignificante, por cuanto los residuos de jabón, por ejemplo, se hacen reciclar. En la producción de detergentes también hay recirculación del producto recogido por medio de filtros realizados en la sección del secado y clasificación, sin embargo, siempre habrá una fracción de polvos que no podrán ser retenidos y son expulsados a la atmósfera.	Bajo

**Cuadro 2.18.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**La producción de resinas y plásticos**

<b>IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO</b>	<b>APARICION</b>	<b>NATURALEZA DEL IMPACTO</b>	<b>INTENSIDAD</b>
Deterioro del aire	Procesos de producción Producción de energía	Por los productos de combustión, además de los compuestos volátiles que se generan en diferentes fases del proceso.	Moderada
Contaminación del agua	Procesos de producción Producción de energía	Los vertidos líquidos de este tipo de industria, son contaminantes con alta demanda bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales.	Moderada
Contaminación del suelo	Transformación del suelo Desechos	La instalación de la planta debe limitarse al emplazamiento industrial. Los desechos sólidos son pocos y no determinados en la producción de resinas sintéticas y plásticos.	Moderada

**Cuadro 2.19.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**Elaboración de productos de caucho (llantas)**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Producción de energía	Si las unidades de generación de energía no funcionan en buenas condiciones, las malas combustiones ocasionan la generación de óxidos de azufre, hollines, ácidos, partículas no quemadas.	Alta
Contaminación del agua	Proceso de producción Producción de energía	Los efluentes procedentes de la fabricación del caucho, tienen una alta demanda bioquímica de oxígeno, un fuerte sabor y olor, cloruros y alcalinidad; los problemas que éstos presentan varían considerablemente, según el emplazamiento de la fábrica, la materia prima utilizada y el número de productos intermedios.  La carga contaminante de las aguas de desecho de las procesadoras se puede tratar.  Contaminación térmica por descarga de agua de enfriamiento.	Moderada
Contaminación del suelo	Desechos	Los desechos sólidos, producto de la elaboración de llantas y cámaras, están constituidos por restos de caucho provenientes de las diferentes fases del proceso, como el desmenuzado, cortado y acabado.  Desperdicios de caucho curado son reutilizables.	Baja

**Cuadro 2.20.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**La industria de cerámica y ladrilleras**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción Manejo de materias primas Producción de energía	Las emisiones más peligrosas en el proceso, son las que contienen flúor, polvos procedentes del manejo de las materias primas y gases de combustión de los hornos.	Alta
Contaminación del agua	Proceso de producción	El volumen de aguas residuales del proceso de producción no es significativo; las aguas de filtrado son recicladas.	Baja
Contaminación del suelo	Transformación del suelo Extracción de recursos Desechos	La industria de cerámica y ladrilleras, debe instalarse dentro del emplazamiento industrial, para que sus desechos no afecten a la comunidad aledaña.  Con este tipo de industria, se estimula la explotación minera para abastecer a ésta de materias primas. Los mayores problemas que se registran son erosión y deterioro del paisaje natural.	Alta

**Cuadro 2.21.**

**Potencial Impacto Ambiental**

**Productos de vidrio**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción Materias primas Producción de energía Explotación minera	Se generan polvos por el manejo de materias primas. Productos de combustión en los hornos de fusión. Desprendimiento de gases como resultado de la reacción.	Alta
Contaminación del agua	Proceso de producción Materias primas	Aguas de los procesos de lavado de los productos.  El vertido de la industria del vidrio tiene como características la acidez elevada, producto del ácido fluorhídrico y bifluoruro amónico empleados en el esmerilado del vidrio, la decoración y conformación, y la presencia de polvo de corindón, piedra pómez, esmeril, óxidos de cerio (granante) que son el resultado de aserrado, pulido y acabado del vidrio.  Las aguas de residuo del proceso son aquellas que han tenido contacto con el vidrio, en procesos tales como el lavado, templado, templado, molienda y pulido.	Alta
Contaminación del suelo	Procesos de producción	No se presentan problemas significativos de disposición de desechos sólidos asociados con el proceso básico de producción de vidrio. El desecho o vidrio roto, normalmente es segregado y agregado a las cargas de materias primas. Algo de lodos y otros sólidos resultan del sistema de tratamiento de los residuos de la industria de vidrio.	Baja

**Cuadro 2.22.**

**Potencial Impacto Ambiental**  
**La refinación del petróleo crudo**

IMPACTO AMBIENTAL IDENTIFICADO	APARICION	NATURALEZA DEL IMPACTO	INTENSIDAD
Deterioro del aire	Procesos de producción	Degradación de la calidad del aire.	Alta
	Producción de energía		
	Manejo de materias primas		
	Desechos		
Contaminación del agua	Procesos de producción	Deterioro de la calidad del agua.	Alta
	Producción de energía		
	Manejo de materias primas		
	Desechos		
Contaminación del suelo	Procesos de producción	Deterioro de suelos y cambios en su uso.	Alta
	Desechos		

## POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL

### AREA CALIDAD AMBIENTAL: CONTAMINACION ATMOSFERICA

PROBLEMA AMBIENTAL	POLÍTICA Y ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS AMBIENTALES		
		PRODUCTO I (Gestión 1997)	PRODUCTO II (Gestión 1998)	PRODUCTO III (Gestión 1999)
El proceso de contaminación atmosférica en la ciudad de Cochabamba, manifiesta una tendencia próxima a rebasar los límites permisibles de tolerancia para la actividad socioambiental productiva y salubre.	Se ha iniciado el proceso de regulación, control e implementación de medidas de mitigación a fuentes emisoras de gases de tipo fijo como móvil, a través de las siguientes actividades de corto, mediano y largo plazo:			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitud a Brigada Parlamentaria para la presentación de Proyecto de Decreto Supremo de suspensión de libre importación de móviles descartados por países desarrollados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha presentado en marzo/97 y gestionado durante 7 meses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha obtenido la Resolución Suprema en julio/98.</li> <li>• Se inicia RUA, bajo dichas premisas en agosto/98.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se proyecta el control técnico de condiciones de motores, en coordinación con la Unidad Operativa de Tránsito.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidación del proceso de coordinación interinstitucional (Ministerio del ramo, Prefectura y Municipio), para la aplicación del Reglamento de Prevención y Control Ambiental (evaluación de F.A., M.A., E.E.I.A.s., y A.A.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha capacitado a personal de la D.G. y C. A. Y D.RRNN y C.A..</li> <li>• Se coordinan con-juntamente inspecciones rutinarias y por denuncia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha transferido la recepción de instrumentos de Prevención y Control Ambiental, al municipio para su revisión, a partir de julio/98.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La. H.M.C. revisa y evalúa los instrumentos de P.y C. A. De actividades y obras de su jurisdicción.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación y Diseño del Programa de Control y Vigilancia Ambiental de las actividades Productivas, Comerciales y Recreativas en la ciudad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han realizado 747 inspecciones de control, 65 % de rutina y 35 % por denuncia ciudadana, por concepto de emisión de gases y ruido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A la fecha se ha realizado 1432 inspecciones, 42 % rutina y 58 % por denuncia.</li> <li>• Se ha consolidado la instalación a gas de 168 ladrillera en el Distrito 5.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha incursionado 90 policías municipales en el control y vigilancia ambiental, con el apoyo de 5 sonó-metros y se prevé 10 equipos móviles de control de gases.</li> </ul>

## POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL

### AREA CALIDAD AMBIENTAL: CONTAMINACION ATMOSFERICA

PROBLEMA AMBIENTAL	POLÍTICA Y ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS AMBIENTALES		
		PRODUCTO I	PRODUCTO II	PRODUCTO III
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación y elaboración del Reglamento Ambiental Municipal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha formulado anteproyecto de elaboración de R. A. M., financiado por la Embajada de Holanda</li> <li>• Se ha iniciado la elaboración de 8 reglamentos sectoriales.</li> <li>• Se ha diseñado el programa comunicacional e informativo al ciudadano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha culminado la elaboración de 12 reglamentos sectoriales.</li> <li>• Se ha sometido a revisión del Minis. del ramo y de la Prefectura.</li> <li>• Se ha presentado a consideración del H. Concejo Municipal.</li> <li>• Se prevé su aprobación la presente gestión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aplica el R.A.M. en la jurisdicción del cercado.</li> <li>• Se ha eliminado el uso de bocinas a aire en carros Basureros, Gaseros, ambulantes y líneas de Radio Taxis.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño e implementación del Programa Comunicacional y de Educación Ambiental Municipal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha difundido el Boletín Ambiental Municipal (mensual).</li> <li>• Se han desarrollado los programas de control de ruidos, emisión de gases por locales comerciales, control de fogatas, etc., a nivel distrital.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han promovido seminarios con la Cámara de industrias (2 en la gestión).</li> <li>• Se ha participado de 4 campañas de sensibilización ciudadana.</li> <li>• Se ha capacitado a las Brigadas de V.I.V.A.S.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se incursiona a nivel de educación informal el programa comunicacional ambiental municipal.</li> <li>• Las Brigadas de V.I.V.A.S. potencian el control-vigilancia y ambiental.</li> </ul>

## POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL

### AREA CALIDAD AMBIENTAL: CONTAMINACION ATMOSFERICA

PROBLEMA AMBIENTAL	POLÍTICA Y ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS AMBIENTALES		
		PRODUCTO I (Gestión 1997)	PRODUCTO II (Gestión 1998)	PRODUCTO III (Gestión 1999)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulación y diseño del Sistema de Control Atmosférico para la ciudad de Cochabamba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración del Diagnóstico de Fuentes críticas móviles como fijas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño del Sistema de control y redes de monitoreo (4 estaciones fijas y 2 móviles).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con un sistema de control atmosférico tecnológicamente centralizado e integrado a variables meteorológicas, que prediga concentración de contaminantes e informe al ciudadano.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación del Plan Maestro de Vialidad y Circulación, en sus diferentes componentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha implementado el sistema de parqueo tarifado, y de semaforización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha regulado el sistema de semaforización e implementado la señalización vertical y horizontal.</li> <li>• Se ha concertado con el sector de transportes la resignación de rutas e implementado su 1ra. fase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con los instrumentos y medidas de control que propician un ordenamiento vehicular, bajo criterios de descongestionamiento y detención de emisión de gases en zonas críticas de la ciudad.</li> </ul>

**POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL**

**AREA CALIDAD AMBIENTAL: CONTAMINACION ATMOSFERICA**

PROBLEMA AMBIENTAL	POLÍTICA Y ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS AMBIENTALES		
		PRODUCTO I (Gestión 1997)	PRODUCTO II (Gestión 1998)	PRODUCTO III (Gestión 1999)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidar el funcionamiento del Centro de Control de Emisión de Gases en fuentes móviles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha licitado (sep/97) Centro de Control de emisión de gases en su segunda convocatoria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha licitado en su 3era. Convocatoria el Centro de Control y se prepara infraestructura y equipamiento.</li> <li>• Se ha gestionado básculas para el control de tráfico pesado en rutas periféricas a la ciudad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se inicia el pro-grama informativo sobre el control de las condiciones de funcionamiento de los motorizados.</li> <li>• Se realiza control anual con roseta ambiental.</li> <li>• Se cuenta con rutas de tráfico pesado y impuesto las básculas de pesaje.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión del Parque Industrial del Cercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se ha iniciado las gestiones de inversión y administración del P.I., en coordinación con la cámara de Industrias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se han preparado las propuestas de implementación del P.I.</li> <li>• Se ha presentado la propuesta al sector industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se gestiona el financiamiento para el cercado.</li> <li>• Se considera bajo diagnóstico el traslado de industrias priorizadas.</li> </ul>

## POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL

### AREA CALIDAD AMBIENTAL: CONTAMINACION ATMOSFERICA

PROBLEMA AMBIENTAL	POLÍTICA Y ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS AMBIENTALES		
		PRODUCTO I (Gestión 1997)	PRODUCTO II (Gestión 1998)	PRODUCTO III (Gestión 1999)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio a diseño final de una planta de tratamiento piloto de manejo de RRSS y de Separación de residuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha iniciado diagnóstico emisión de CO<sub>2</sub>, MH<sub>4</sub> y CO del relleno sanitario (Conv. Gases de efecto invernadero, M.D.S.y P.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con un registro de emisión, como base de transformación tecnológica.</li> <li>Se ha elaborado proyecto de Planta de Separación de RRSS.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con un programa de ampliación tecnológica para el re-lleño sanitario.</li> <li>El relleno sanitario cuenta con su Manifiesto Ambiental.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio a diseño final de la Red de Ciclovías para la ciudad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha elaborado proyecto de prefactibilidad de la red de ciclovías (50 km).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha gestionado y financiado el estudio a diseño final del proyecto, a la cooperación internacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cuenta con el proyecto a diseño final y se ha implementado el componente de 7 Km en el área de Alalay.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio a diseño final de la conexión férrea para los ejes (este-oeste y norte-sur) metropolitanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha priorizado dicha conexión en el planeamiento metropolitano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha preparado el perfil para su presentación a nivel de gobierno del Japón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha iniciado las gestiones de financiamiento respectivo.</li> </ul>

**POLITICAS Y ESTRATEGIAS DE GESTION AMBIENTAL MUNICIPAL**

**AREA CALIDAD AMBIENTAL: CONTAMINACION ATMOSFERICA**

PROBLEMA AMBIENTAL	POLÍTICA Y ACTIVIDADES	ESTRATEGIAS AMBIENTALES		
		PRODUCTO I (Gestión 1997)	PRODUCTO II (Gestión 1998)	PRODUCTO III (Gestión 1999)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rehabilitación y saneamiento de unidades de conservación hídrica (Laguna Alalay, Coña Coña y Río Rocha), en previsión a mejorar la regulación climática y aporte de humedad a la ciudad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase 1. Remoción de lodos orgánicos de las cubetas de ambas lagunas, disminución de la hipereutrofización de los ambientes acuáticos. Saneamiento y mejoramiento en calidad de aguas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase 2. Manejo hidráulico de ambas lagunas y de sus cuencas aportantes (Río Rocha y Torrenteras, eje norte). Optimización en cantidad de agua a los ambientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fase 3. Manejo del Entorno coló Gino – paisajístico y educativo. Provisión de humedad a la atmósfera.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación e implementación del Programa de Manejo Silvicultural en la ciudad de Cochabamba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevamiento de Áreas Verdes de la ciudad y diseño del Programa Integral.</li> <li>Inicio del programa de sustitución de especies en vías públicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación del Vivero Modelo para la ciudad. Gestión del Programa en su financiamiento.</li> <li>Inicio de plantaciones en el cinturón ecológico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Categorización de áreas verdes y su implantación efectiva.</li> <li>Ejecución de programa forestal productivo en el área rural.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulación y diseño para la implementación de lagunas artificiales en el eje norte-sud y este-oeste de la jurisdicción, con el fin de incrementar los ambientes aportantes de humedad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudios de relevamiento hidrogeológico para la detección de áreas posibles a ser implementadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicación de modelos hidráulicos y complementación de estudios meteorológicos y climáticos, para el valle de Cochabamba.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estudio de prefactibilidad ecológica y de evaluación en la recuperación de la cuenca Rocha-Maillancu.</li> </ul>