

REEMPLAZO DEL PERMISO DE CIRCULACIÓN EN REGIÓN METROPOLITANA, POR UN IMPUESTO DESCONGESTIONADOR Y DESCONTAMINADOR

Emanuel Baeza García

Magister en Tributación,
Ingeniero Comercial
Director Financiero y Tributario
MSHGLOBAL – Consultoría Internacional



1.- INTRODUCCIÓN

En una reunión celebrada en Kioto, Japón, en diciembre de 1997, 160 países convinieron en reducir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases que producen el efecto de invernadero. Si bien hasta la fecha son pocos los países que lo han ratificado, el “Protocolo de Kioto” establece que los países industriales deben reducir en un 5% sus niveles medios de emisión en el período 2008–12 frente a los niveles registrados en 1990. Algunos países se comprometieron a ir más allá: la Unión Europea fijó una meta de reducción del 8%, y Estados Unidos y Japón acordaron reducir las emisiones en un 7% y 6%, respectivamente. El Protocolo permite a algunos países industriales incrementar ligeramente sus emisiones a corto plazo y establece disposiciones especiales para los países de la antigua Unión Soviética. Por último, el Protocolo no exige ninguna reducción a los países en desarrollo, por considerar que enfrentan restricciones de tipo técnico y económico, grupo en el cual se encuentra Chile.

Como es muy probable que las metas propuestas supongan un elevado costo para la economía mundial, el acuerdo de Kioto sienta las bases para que se puedan realizar amplias y complejas discusiones a nivel nacional e internacional. Un aspecto clave de la cuestión es la forma en que el costo mencionado se distribuirá entre los países. Si bien las últimas encuestas de opinión pública indican que hay mayor preocupación por los cambios climáticos y cierto interés en compartir la carga que representa reducir la emisión de gases que producen efectos de invernadero, la reciente evolución de los mercados de energía indica que el público no aceptará alzas significativas de los precios de la energía ni de otros costos. Sin embargo, si queda demostrado que los países no están dispuestos a ratificar la versión actual del Protocolo de Kioto, es indudable que las discusiones continuarán. Incluso después de que se resuelvan los interrogantes que plantea el Protocolo y el costo de aplicarlo, seguirá siendo necesario considerarlas opciones de política de que disponen los países para alcanzar las metas y cumplir los plazos. Aún no existe ningún acuerdo internacional sobre dichas opciones, pero básicamente, las autoridades pueden elegir entre dos tipos de instrumentos económicos —**impuestos ecológicos (o ecotasas) y licencias negociables**— para complementar los instrumentos de política más tradicionales como la intervención directa y la reglamentación (denominadas “medidas de comando y control”).

La experiencia acumulada por los países nos brinda enseñanzas sobre el diseño y el uso de ambos tipos de instrumentos. Hasta la fecha, la mayoría de los países ha recurrido con mayor frecuencia a los impuestos (ecotasas), que a las licencias para controlar la contaminación. Si bien muchos países, principalmente los europeos, ya cuentan con programas a largo plazo basados en las ecotasas, parece observarse creciente interés en experimentar con las licencias negociables, sobre todo en vista de las metas de emisión que fija el Protocolo de Kioto.

Chile no está ajeno a problemas de contaminación, ya que Santiago esta dentro de las ciudades más contaminadas del mundo y dentro de sus fuentes principales esta el dióxido de carbono emitido por el mercado automotriz e industrias.

Claramente es un país en vías de desarrollo que hoy pertenece a la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), y necesariamente tendrá que tomar medidas para cumplir con estas exigencias.

Si bien es cierto que en Chile y principalmente en la región metropolitana, existen problemas graves de contaminación ambiental, además hay otros tipos de problemas, donde se destaca con gran importancia la congestión vehicular.

Esta última también aporta en gran medida que existan muchos más autos contaminando, y también genera que Santiago sea una capital poco amigable con sus habitantes.

Tomando lo dicho anteriormente, es muy complicado solucionar ambos problemas con un sola medida, esto nos lleva a plantear por ahora, que medidas aplicaremos y cuál de las dos variables tendrá un mayor efecto.

Se propone aplicar un impuesto por kilómetro recorrido por cada auto, basados en la experiencia Holandesa, la cual pretende reducir en 50% la congestión vehicular y en 7% los accidentes mortales, reduciendo los kilómetros conducidos en un 15% y por ende una disminución de CO2 y de partículas finas en un 10%. Hay que considerar, que el transporte público en Santiago requiere mejoras importantes, para que pueda tener un impacto similar a lo sucedido en Holanda.

Se postula reemplazar el actual permiso de circulación aplicado en Chile por el impuesto antes señalado, y sin afectar los actuales niveles de recaudación, y corregir las externalidades antes mencionadas.

Esto generaría cambios importantes en comportamiento de compra, tanto a nivel comercial como a nivel personal, ya que se tomarían opciones menos contaminantes, para reducir el pago de impuesto, así como también habría pocos incentivos a usar un segundo auto.

Es claramente incentivo a usar el transporte público, o que el gobierno busque formas más eficiente para mejorar el transporte público, ya que la presión de los habitantes sería aun mayor.

Además, se pueden crear de parte del gobierno incentivos fiscales a la compra de vehículos o camiones menos contaminantes.

Como el impuesto solo afectaría al radio de la región metropolitana, quienes viajan en vehículo desde fuera de Santiago, los dejarían estacionados fuera de la ciudad para que no sean afectados por el impuesto.

2.- IMPUESTOS AMBIENTALES

2.1.- Conceptos Básicos

La aplicación de impuestos de carácter ambiental es muy amplia, por lo tanto, la definición más general sobre el concepto señala que los impuestos ambientales son cargos aplicados sobre “sustancias o actividades que tienen efectos negativos sobre el medio ambiente”. Es decir, lo importante a la hora de clasificar un impuesto son los efectos ambientales producidos por su aplicación, los cuales son determinados mediante el nivel de incidencia que estos tengan sobre los precios, tanto para el productor, como para el consumidor, además de su elasticidad en el precio.

La característica principal de los IA es que buscan incluir los costos ambientales dentro del precio de los bienes o servicios. Esencialmente, estos impuestos se basan en el principio de “*quien contamina paga*” y al contrario del común de los impuestos, que poseen la capacidad de distorsionar incentivos, estos tienen la capacidad de corregirlos, de manera tal que las externalidades producidas por aquellas actividades nocivas para el medio ambiente son internalizadas dentro de las estructuras de costos, interviniendo de esta forma en las decisiones productivas de los agentes en post de una producción óptima tanto para la sociedad, como para el medio ambiente.

En definitiva, el uso de estos instrumentos asume que esta señal de precios genera incentivos en los consumidores y productores para orientarlos hacia actividades más sostenibles desde el punto de vista ambiental.

Las aplicaciones más comunes de los IA son:

- Impuestos sobre emisiones y descargas
- Impuestos sobre insumos y productos
- Impuestos diferenciados
- Impuestos a la explotación de recursos
- Subsidios tributarios.

Impuestos Sobre Emisiones: Son cargos que están relacionados con la contaminación real o estimada que provoquen. Estas pueden ser emisiones a la atmósfera, al agua, al suelo e incluso al ruido. Por ejemplo, las emisiones de CO₂ de las fuentes industriales o las descargas sobre afluentes de agua o las emisiones de ruido en el campo de la aviación.

Impuestos Sobre Insumos o Recursos: Son cargos sobre productos específicos que generan impactos sobre el medio ambiente. Ejemplos de estos son los cargos sobre gasolinas, plaguicidas, cigarrillos, pilas, envases no retornables o electricidad.

Impuestos diferenciados: Corresponden a cargos que buscan inducir cambios en el consumo mediante costos diferenciados a través de impuestos. Ejemplos de ellos son los impuestos sobre gasolinas con o sin plomo.

Impuestos a la explotación de Recursos: son gravámenes que se aplican sobre actividades extractivas o de explotación de bienes que tiene impacto sobre el medio ambiente. Ejemplos de estos son cargos a la extracción de minerales como carbón o petróleo.

Subsidios Tributarios: Los subsidios pueden entenderse como impuestos negativos que se aplican para incentivar actividades o productos con impacto positivo sobre el medio ambiente. Un ejemplo de esto son los subsidios para inversiones en tecnologías.

Como se puede apreciar los tipos de impuestos son muy diversos y, por lo tanto, no es posible generalizar respecto de los resultados de su aplicación, ya que depende de diversos factores. Lo que sí se puede señalar son algunas condiciones ideales para la aplicación de éstos. En particular para los dos grupos más comunes de impuestos: Cargos por emisiones y cargos sobre insumos y productos.

2.2.- Condiciones básicas para su implantación

Tales condiciones son:

Frente a las Actividades Realizadas en Tierra

1. Impuestos Sobre Emisiones:

- Existencias de numerosas y diversas fuentes puntuales de contaminación;
- Costos de reducción de contaminación diferentes entre las fuentes;
- Que exista alguna tolerancia en el tiempo de los efectos de la contaminación en la salud humana y los ecosistemas;
- Son importantes los incentivos para el mejoramiento continuo del desempeño ambiental y la innovación tecnológica.
- Las fuentes contaminantes están sujetas a restricciones presupuestarias, es decir, los costos son relevantes para las fuentes.
- Existen alternativas de sustitución tecnológica
- Se dispone o se pueden obtener datos confiables, con medios convencionales y a costos razonables.

2. Impuestos Sobre Insumos o Productos:

- El consumo del producto y la generación del daño ambiental están estrechamente relacionados
- Los patrones de consumo son muchos y difusos
- Las decisiones de consumo y producción responden a cambios en los precios
- Los daños ambientales no involucran efectos tóxicos agudos sobre la salud

Además de estas consideraciones básicas para la aplicación de IA, es fundamental que estos se estimen de forma adecuada, porque si los cargos son muy bajos no generarán los cambios requeridos. En cambio, si son muy altos podrían provocar otras distorsiones. Es decir, sustituirán una distorsión por otra.

Para que ello ocurra se requiere una autoridad pública central altamente capacitada para establecer las tasas tributaria, monitorear el desempeño de cada contaminador y, posteriormente, recaudar los ingresos tributarios. La manera normalmente utilizada para determinar el valor del impuesto es mediante la utilización un método iterativo (debido a la dificultad de calcular la función y el costo económico del daño). Mediante este método el valor del tributo se ajusta automáticamente hasta encontrar un punto donde éste se iguale con la norma ambiental. La aplicación de este tipo de gravamen considera que los agentes económicos actúan como minimizadoras de costos, por ende, reducirán sus costos incurridos en la disminución de sus niveles de contaminación, hasta el punto que estos se igualen a la cuantía del impuesto.

Más allá de las consideraciones específicas respecto del monto de los impuestos, hay otros aspectos relevantes de tomar en cuenta, como la estructura general de “castigos” y “recompensas” que configuran un sistema de incentivos que determina el tipo de políticas públicas que se aplican en post de la protección medio ambiental. Por ello es necesario analizar, en conjunto, la implementación de impuestos y las fases para hacerlo.

2.3.- Opciones de políticas públicas en la implementación de un impuesto ambiental

Estas pueden seguir tres vías diferentes, pero a su vez totalmente complementarias, estas son:

1. Eliminación de subsidios:

- Esta opción plantea la necesidad de eliminar aquellos subsidios, otorgados por el Estado, destinados a la producción o el consumo de bienes que

colaboran de manera directa o indirecta a la degradación del bienestar social y el medio ambiente.

El ejemplo más claro de esta medida es la eliminación de los subsidios a los hidrocarburos como herramienta de reducción de gases de efecto invernadero, propuesto por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

2. Reestructuración de impuestos ya existentes:

- Se trata de establecer una nueva misión para un impuesto existente, ya sea con el fin de crear o intensificar el incentivo a los agentes económicos con tal de mejorar la situación ambiental imperante. .

3. Introducción de nuevos impuestos ambientales:

- Esta iniciativa asume de manera explícita que el aparato regulador no cuenta con mecanismos tributarios eficientes para los fines de un impuesto ambiental, por lo que crea e introduce nuevos gravámenes dirigidos a problemas ambientales específicos.

2.4.- Fases de aplicación de impuestos ambientales

Ahora bien, si tomamos como referencia la implementación de estos instrumentos en los países europeos miembros de la OCDE, a través de su Reforma Fiscal Verde (RFV), podremos observar un planteamiento de trabajo dividido en cuatro fases, estas son:

Fase Inicial: Revisión y adaptación del sistema fiscal vigente.

Esta fase está compuesta por dos objetivos bastante claros:

- a) Lograr que la imposición directa refleje la neutralidad recaudatoria de la RFV.
- b) Adaptar los instrumentos fiscales existentes al nuevo argumento ambiental, de manera de no contrarrestar los avances de la implementación de la RFV.

Segunda fase: Incorporación de nuevos impuestos ambientales.

Se debe entender, en un contexto genérico, que el núcleo de la RFV es la imposición energética, por lo tanto, se incorporarán impuestos sobre todas aquellas fuentes que directa o indirectamente contribuyan con las emisiones de gases de efecto invernadero

que no fueron consideradas por el sistema tributario anterior. Además de la incorporación de figuras tributarias menos genéricas sobre aquellas actividades que provoquen repercusiones ambientales negativas, ya sea a través de vertidos de líquidos, depósitos de residuos sólidos urbanos, etc.

Tercera fase: Incorporación de otros instrumentos fiscales de política ambiental.

Esta fase necesita la habilidad del aparato fiscal en la utilización de todo tipo de instrumentos económicos de manera conjunta (impuestos, permisos de emisión transable, subsidios, etc.), con el fin de crear un conjunto de soluciones mixtas capaces de atender de mejor manera las demandas de un medio ambiente limpio.

Cuarta fase: Medidas precautorias y compensatorias.

En esta última etapa se plantea la necesidad de crear una serie de medidas destinadas a corregir aquellas distorsiones producidas por la aplicación de esta reforma, las cuales son evaluadas bajo dos aspectos fundamentales:

- a) Distributivo: se refiere a la incidencia de los nuevos gravámenes sobre el precio de los bienes básicos (aguas, luz, gas, etc.), lo cual generaría un impacto negativo en este aspecto.
- b) De competitividad: apunta a la pérdida de competitividad que pudieran sufrir los distintos sectores como consecuencia de la implementación de una RFV, por medio del aumento en su base impositiva.

Una vez expuestos los conceptos básicos, las consideraciones para la aplicación y las etapas de aplicación, pasaremos a revisar la experiencia internacional en la gestión ambiental basada en impuestos ambientales.

3.- EXPERIENCIAS EN PAÍSES DESARROLLADOS

3.1.- Enseñanzas derivadas de experiencia de países líderes en el uso impuestos ambientales

En general, las tres estrategias de reforma que han adoptado los países más avanzados en la aplicación de impuestos ecológicos han sido las siguientes: suprimir o modificar los subsidios y disposiciones tributarias que generan distorsiones, reestructurar los impuestos en función de consideraciones ecológicas y aplicar nuevas ecotasas.

Otra tendencia que se ha manifestado con frecuencia en estos países ha sido modificar los impuestos ecológicos en el marco de una reforma más amplia y profunda de la política tributaria nacional.

Del examen de la experiencia acumulada recientemente por estos países se desprende lo siguiente:

Primero, las reformas no se llevaron a cabo de manera aislada, sino que se efectuaron en el marco común del Protocolo de Kioto y otros acuerdos internacionales encaminados a lograr la reducción de las emisiones de gases que producen el efecto de invernadero, en respuesta a indicios cada vez más convincentes de recalentamiento del planeta. La función de liderazgo desempeñada en el ámbito internacional por algunos países, como Noruega, le ha asegurado a la reforma de los impuestos ecológicos un lugar prominente en los planes de política interna. Asimismo, como la Unión Europea y la OCDE han adoptado medidas innovadoras favorables a la reforma de los impuestos ecológicos, se han convertido en foros clave para la discusión y el intercambio de información sobre estos temas entre los países desarrollados. De hecho, la UE ha adoptado un acuerdo aparte sobre la distribución de la carga de forma que los 15 países miembros alcancen las metas establecidas en el Protocolo de Kioto.

Segundo, la característica común de la reforma del régimen de los impuestos ecológicos ha sido la aplicación de un gravamen sobre las emisiones de dióxido de carbono. En todos los países se ha demostrado que la forma más eficiente de alcanzar las metas ecológicas es aplicar impuestos específicos sobre las emisiones de dióxido de carbono, que es con mucho el gas que produce más efecto de invernadero. Sin embargo, debido a las dificultades que se presentan cuando se intenta cuantificar las emisiones de dióxido de carbono, los impuestos se aplican sobre el contenido estimado de carbono de los productos que emiten este gas. Por lo tanto, en la práctica, estos impuestos reúnen algunas características de los impuestos sobre los productos y otras de los gravámenes sobre las emisiones. Las tasas impositivas de los países varían pronunciadamente, pero *Noruega* y *Suecia* son los que aplican las tasas más altas.

Tercero, en general, el fin perseguido por las reformas de los impuestos ecológicos que son objeto del presente análisis no es generar ingresos elevados. En la mayoría de los casos perseguían el objetivo doble de mejorar la situación ambiental y utilizar los fondos recaudados para reducir las distorsiones creadas por otros impuestos, particularmente los que afectan negativamente al empleo. Por ejemplo, en Dinamarca, la aplicación de ecotasas permitió reducir las tasas impositivas marginales sobre la renta del trabajo y las contribuciones a la seguridad social. Además, en Suecia se puso en práctica una importante reducción general de los impuestos sobre la renta.

Cuarto, si las ecotasas no se combinan con medidas compensatorias, pueden perjudicar la competitividad internacional. Este razonamiento ha hecho que incluso algunos de los países más avanzados en materia de impuestos ecológicos hayan concedido exenciones tributarias a empresas que emiten un gran volumen de gases que producen el efecto de invernadero, pese a que estas exenciones tienden a reducir el vínculo entre el impuesto pagado y el volumen de gases emitido y, evidentemente, también reducen los ingresos recaudados, así como la posibilidad de recortar los impuestos sobre el trabajo y otros impuestos. *Finlandia*, por ejemplo, ha eximido al sector de la electricidad de los impuestos sobre el carbón.

Dinamarca “recicla” los ingresos que generan los impuestos sobre las emisiones destinándolos al sector industrial y, en algunos casos, ha reemplazado los impuestos con acuerdos voluntarios.

Noruega, por su parte, ha estado considerando la posibilidad de reducir el impuesto sobre el carbón en respuesta a la disminución de la inversión en el sector petrolero. Por lo tanto, las interacciones de política entre los objetivos ecológicos y las consideraciones de competitividad del sector industrial han desempeñado un papel fundamental en la forma en que las ecotasas se diseñan y aplican.

Quinto, los estudios realizados indican que el público estima que las ecotasas son regresivas. No obstante, en general, los niveles actuales de los impuestos ecológicos no parecen tener un efecto regresivo de gran alcance. Además, las consecuencias distributivas de estos impuestos deben evaluarse en relación con los impuestos que rempazan (a menudo, impuestos sobre la mano de obra, que son fuertemente regresivos) y en función de las mejoras ecológicas que suscitan.

Sexto, si bien los impuestos ecológicos típicos pueden tener efectos negativos que no se observan con otros gravámenes, con frecuencia plantean un conflicto entre los objetivos fiscales y ecológicos, ya que la mayoría tiene por objetivo eliminar o reducir sus propias bases impositivas. Por ejemplo, los elevados impuestos selectivos sobre el consumo de gasolina con plomo aplicados en Austria, Dinamarca, Finlandia, Noruega y Suecia provocaron la desaparición de este combustible en el mercado. No obstante, como lo demuestra este ejemplo, las ecotasas pueden alterar las modalidades de consumo (en este caso, el consumo de gasolina) al ofrecer incentivos al consumidor para que sustituya productos más contaminantes por opciones más limpias, manteniendo intacta una base impositiva relativamente estable y amplia (en este caso, la gasolina sin plomo).

El conflicto entre los objetivos fiscales y ecológicos se plantea sólo a ciertos niveles de tributación y, por lo tanto, no se debe exagerar su importancia. Por ejemplo, la base

impositiva de muchos impuestos sobre las emisiones de dióxido de carbono parece ser estable o incluso estar ampliándose en los países que aplican estos impuestos. Además, es poco probable que los niveles actuales de estos impuestos modifiquen de forma radical los hábitos de los consumidores.

En España y Francia se acaba de aprobar una tasa llamada **“tasa verde”** que se aplica a la emisión de dióxido de carbono, para los cuales se tienen medidas de cálculos de emisiones por kilómetro recorrido por cada auto. Esta a cambiado la forma de mirar la utilización de autos y sus conversiones para hacerlos menos contaminantes.

Por último, aparentemente existe un margen para crear nuevos impuestos o elevar los que ya se aplican a los contaminantes.

Como es obvio, en el futuro esta situación podría cambiar si se utilizaran más impuestos de este tipo.

En la práctica, la gran mayoría de los países ha optado por controlar la contaminación por la vía de los impuestos y no por medio de licencias negociables. Cabe suponer que esto se debe a que los impuestos son un instrumento de política más conocido que puede aplicarse utilizando los mecanismos administrativos existentes.

Sin embargo, se prevé que el uso de licencias negociables seguirá creciendo, quizás a una tasa más acelerada, en Estados Unidos, país que se destaca entre los países industriales por preferir las licencias negociables a las ecotasas. Los resultados obtenidos hasta el momento con los diversos programas adoptados en ese país han sido positivos.

En cambio, recientemente varios gobiernos europeos como se menciona anteriormente adoptaron programas de control de la contaminación a largo plazo basados principalmente en las ecotasas, o tienen proyectado hacerlo. Estos países se beneficiarían si tuviesen presentes las tres principales enseñanzas que se desprenden de la experiencia adquirida por los líderes en materia de ecotasas. A saber: no debe esperarse que las reformas tributarias que se emprenden para proteger el medio ambiente se traduzcan en un ingreso significativo. Es muy probable que las auténticas ecotasas sean más eficaces para alcanzar metas ecológicas que para cumplir objetivos fiscales.

Los autos eléctricos, o autos con filtros especiales y autos llamados urbanos van en aumento en la entrada en circulación en países donde se aplican este tipo de impuesto y han reducido fuertemente la emisión de gases contaminantes.

- Los países con mayor experiencia con este tipo de impuestos han comprobado que la forma más eficiente de alcanzar las metas ecológicas es establecer metas específicas para las emisiones de dióxido de carbono, gas que produce, con mucho, el efecto de invernadero más nocivo.
- Existe una relación de compensación importante entre el logro de los objetivos ecológicos y la posibilidad de perder competitividad internacional para los países que no apliquen impuestos ecológicos, o les fijen tasas muy bajas. Como cabe esperar una fuerte oposición de las industrias más afectadas por las ecotasas, las autoridades deben asegurarse de que antes de emprender cualquier reforma tributaria se consulte debidamente a dichas industrias y se realicen campañas de información focalizadas en esas industrias. Por último, se debe prestar una atención especial a los mecanismos que contemplan la adopción gradual de estos programas y al diseño de un sistema para “reciclar los ingresos generados por las ecotasas.

3.2.- Estadísticas y datos en la aplicación de tasas ecológicas en países desarrollados líderes en aplicación de impuestos ecológicos

Cuadro N° 1

Principales rasgos de las reformas fiscales aplicadas en los países europeos

País	Año	Impuestos reducidos o eliminados	Impuestos (imp) ambientales y cambios incorporados
Alemania	1999	Cotizaciones sociales	- Elevación imp/s gasolina, calefacción y gas natural - Imp/s la electricidad
Austria	2000	Cotizaciones Sociales	- Imp/s energía (CO2) - Adaptación accisas energéticas
Dinamarca	1994	Impuesto a la Renta de las Personas Físicas (IRPF)	- Imp/s energía (CO2) - Imp/s emisiones de CO2 - Imp/s vertederos
Finlandia	1990 1997	IRPF Cotizaciones sociales	- Imp/s energía (CO2) - Imp/s vertederos
Holanda	1996	IRPF, sociedades y cotizaciones sociales	- Imp/s energía (CO2) - Imp/s vertederos
Italia	1999	Cotizaciones sociales	- Adaptación accisas energéticas - Imp/s carbón y otros combustibles usados en centrales térmicas
Noruega	1992 1999	IRPF IRPF	- Imp/s energía (CO2) - Imp/s emisiones de CO2 - Imp/s fertilizantes y pesticidas
Reino Unido	1996	Cotizaciones sociales	- Imp/s vertederos
Suecia	1991	IRPF y Sociedades	- Imp/s emisiones de CO2 - Imp/s fertilizantes y pesticidas

Fuente: Ekins y Speck (2000), Hoerner y Bosquet (2001)

3.3.- Experiencias de impuestos ambientales en Chile y Sudamérica

3.3.1.- Impuestos ambientales en Chile

Si bien, a nivel mundial la utilización de estos impuestos protagoniza una tendencia en aumento gracias a la concientización ambiental adquirida por la mayoría de las naciones durante estas últimas dos décadas, en Chile, la legislación no establece la existencia de impuestos ambientales de manera propiamente tal, aunque sí reconoce de manera constitucional la protección del medio ambiente y la aplicación de diferentes instrumentos para el cumplimiento de este objetivo.

La creación de estos instrumentos en nuestro país es de exclusiva responsabilidad del aparato legislativo, existiendo la posibilidad de que el órgano ejecutivo haga uso de sus facultades excepcionales, otorgadas por la Ley, para su creación.

Actualmente existen dos impuestos emblemáticos a nivel nacional que podrían ser entendidos desde el punto de vista ambiental. Estos son los impuestos específicos a los Combustibles y al Tabaco, los cuales ayudan a desincentivar su consumo mediante el encarecimiento del bien, pero su finalidad es esencialmente recaudatoria.

3.3.2.- Impuesto específico a los combustibles

El impuesto específico a los combustibles es concebido a nivel internacional comúnmente de dos formas:

- 1) Como un cobro por el uso de las calles (*User fee*);
- 2) Como un Impuesto ambiental.

En Chile este impuesto fue creado con el objetivo de recaudar los fondos necesarios para financiar los gastos fiscales asociados al terremoto del año 1985. Fue así que con fecha 3 de abril de 1986 y mediante la Ley N° 18.502, Artículo N°6 que se establece un gravamen a la primera venta o importación de la gasolina automotriz y de petróleo diesel. Su base imponible está formada por la cantidad de combustible expresada en metros cúbicos.

Los impuestos a los combustibles (gasolina y diesel), en la actualidad (2011.) son una suma fija base por m³ que es igual a 1,5 UTM por m³ para el petróleo diesel y de 6,0 UTM para la gasolina automotriz, que tendrá variaciones de acuerdo al valor del precio y su paridad. Sin embargo, durante los últimos años los impuestos han sufrido importantes cambios en sus tasas, principalmente en el gravamen destinado a la gasolina automotriz, lo que se muestra en el cuadro N° 2.

También es posible apreciar como el impuesto aplicado a la gasolina automotriz supera ampliamente al impuesto aplicado al petróleo diesel, llegando a proporciones de 11,67 veces el gravamen, lo cual resulta altamente contradictorio en términos ambientales, ya que el petróleo diesel aporta cantidades muy superiores de gases de efecto invernadero por litro a la atmósfera que la gasolina automotriz.

Cuadro N°2
Tasas de impuesto según combustible en Chile

Año	Petróleo Diesel	Gasolina Automotriz	Diferencia en N° de veces de Petróleo Diesel
1992	1,5 UTM/m3	3,6186 UTM/m3	2,41
1995	1,5 UTM/m3	4,4084 UTM/m3	2,94
2000	1,5 UTM/m3	5,2 UTM/m3	3,47
2001	1,5 UTM/m3	6 UTM/m3	4,00
2008	(Marzo) 1,5 UTM/m3	4,5 UTM/m3	3,00
2008	(Junio) 0,3 UTM/m3	4,5 UTM/m3	15,00
2008	(Agosto) 0,3 UTM/m3	3,5 UTM/m3	11,67
2008	(Sep-Dic) 1,5 UTM/m3	3,5 UTM/m3	2,00
2009	1,5 UTM/m3	3,5 UTM/m3	2,00
2010	1,5 UTM/m3	3,5 UTM/m3	2,00
2011	1,5 UTM/m3	6,0 UTM/m3	4,5

Fuente: Elaboración propia, base de información SII

Como se aprecia en el cuadro N°3, la estructura de precios que paga los consumidores de combustibles no es homogénea porque algunos energéticos, como el Kerosene o el gas licuado no tienen impuestos ambientales. En tanto, el diesel y la gasolina sí están afectos a dicho impuesto, pero de forma diferenciada. El problema es que con dicha estructura, se ha incentivado el mayor uso de diesel, por sobre la gasolina, lo que contradice la lógica de los impuestos diferenciados, que deberían actuar en el sentido contrario: Mayores impuestos al diesel que a las gasolinas, porque los primeros son más contaminantes.

Cuadro N°3
Estructura del precio a consumidores de combustibles
Series: en porcentajes a diciembre de 2009

	Gasolina 93	Kerosene	Diesel	Gas Licuado
Impuesto Específico FEEP	31,9%	---	9,7%	---
I.V.A.	10,9%	16%	14,4%	16%
Margen Bruto Com.	4,6%	10,1%	5,6%	30,4%
Precio en refinería	15%	75,8%	72,3%	53,7%
Precio total	100%	100%	100%	100%
Fuente: CNE				

Es precisamente este uno de los aspectos relevantes a la hora de realizar reformas tributarias verdes: eliminar las distorsiones provocadas por aplicaciones parciales de instrumentos de protección ambiental. Dicho ejemplo demuestra cómo un impuesto mal diseñado puede inducir a mayores problemas ambientales. Claramente, un diseño de IA requiere de una estructura integral que permita dimensionar la problemática ambiental cubriendo todos los frentes de los problemas que pueden derivar de un mal diseño.

Cuadro N°4
Recaudación del Impuesto a los Combustibles, por Tipo
Cifras en millones de pesos de 2010

Monto Millones	Años
201.565 – 299.043	1993 – 1994
226.321 – 339.766	1995 – 1996
405.925 – 453.135	1997 – 1998
468.968 – 532.892	1999 – 2000
605.227 – 634.048	2001 – 2002
649.873 – 643.196	2003 – 2004
737.468	2005
716.987	2006
868.918	2007
703.897	2008
745.457	2009
962.903	2010
Fuente: SII	

El cuadro N° 4 muestra como desde el año 1993 (donde la recaudación por concepto de este impuesto específico fue de \$201.565 (millones) hasta el año 2010 (\$962.903

millones) la recaudación total por concepto del impuesto específico a los combustibles experimentó un incremento del 790%, cifra bastante significativa que en gran parte es explicada por el explosivo aumento del parque automotriz en Chile desde principios de la década del 90`.

3.3.3.- Impuesto específico al tabaco

El impuesto específico al tabaco en Chile, principalmente, tiene una finalidad netamente recaudatoria. Aun así, este gravamen cumple con uno de los propósitos fundamentales en términos ambientales, la desincentivación de su consumo. Estudios de la Organización Panamericana de la Salud (Pan American Health Organization, PAHO), estudiando la demanda chilena, estimaron en el año 2006 que un aumento del 10% en los precios de los cigarrillos provocaría una reducción en su consumo que oscilaba entre un 4% y un 5%. A su vez, este gravamen, de alguna manera, ejerce un cobro a sus consumidores por la utilización de recursos de la salud pública destinados a combatir los males provocados por el consumo de tabaco.

Según la Organización Panamericana de la Salud, la economía mundial desembolsa 200 mil millones de dólares al año por problemas relacionados a su consumo. En Chile el impuesto al tabaco se aplica de la siguiente manera¹⁴⁰:

- Grava los cigarros puros con un impuesto de 51% sobre su precio de venta al consumidor, incluido impuestos.
- Los cigarrillos pagan un impuesto de 50,4% sobre su precio de venta al consumidor, por cada paquete, caja o envoltorio.
- El tabaco elaborado, sea en hebras, tableta, pastas o cuerdas, granulados, picadura o pulverizado, paga 47,9%.

Cabe mencionar que tanto los cigarrillos como el tabaco elaborado están afectos a una sobretasa de un 10 %.

Para tener una visión más amplia sobre el grado de aplicación de este impuesto en Chile resulta interesante observar que pasa con él a nivel mundial.

¹⁴⁰ Fuente: Servicio de Impuestos Internos.

3.3.4.- Instrumentos económicos de protección ambiental en Sudamérica y El Caribe

Estos instrumentos y su implementación fueron objeto de análisis en el proyecto CEPAL/PNUD, Citado de PNUMA, 2003, “Instrumentos Económicos y Política Fiscal” y resumen de XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe.

País Estudio de casos nacionales e instrumentos examinados¹⁴¹

Brasil

- Compensación financiera por explotación de petróleo
- Pagos por derecho de uso del agua
- Tarifa de efluentes industriales
- Impuesto de Circulación de Mercaderías y Servicios (ICMS) y sus criterios ambientales de transferencia a municipios
- Reconocimiento y premios por mejoras en el desempeño ambiental de la industria (iniciativa no gubernamental)

Barbados y Jamaica

- Sistema de depósito-reembolso para botellas de consumo masivo (Barbados)
- Tarifa ambiental sobre bienes durables importados (Barbados).
- Tarifas diferenciadas por recolección de desechos sólidos (Barbados)
- Exoneración fiscal para calentadores de aguas solares (Barbados)
- Cargos a usuarios por volumen de agua extraída (Jamaica)
- Incentivos fiscales para construcción de tanques almacenadores de agua lluvia y
- equipo importado para ahorrar agua en hoteles (Barbados)

Chile

- Sistema de compensaciones por emisiones de partículas en la Región Metropolitana
- Tarificación diferenciada de residuos sólidos domiciliarios

¹⁴¹ Fuente: Instrumentos cuya implementación fue objeto de análisis en el proyecto CEPAL/PNUD hasta la fecha. Citado de PNUMA, 2003, “Instrumentos Económicos y Política Fiscal”, resumen de XIV Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe.

- Cuotas individuales transferibles de pesca
- Ecoetiquetado para el ozono y agricultura orgánica

Colombia

- Tasa retributiva por contaminación hídrica aplicada a nivel de cuencas por las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)

Guatemala

- Permiso de uso de agua
- Esquemas de certificación (agricultura orgánica y ecoturismo)
- Incentivos (subsidios) a la reforestación
- Financiamiento de proyectos de producción limpia a tasas preferenciales
- Fondo nacional para proyectos ambientales
- Tarifas de cobro únicas por servicios municipales de agua, energía,
- Ornato y recolección de desechos sólidos.

México

- Arancel cero y depreciación acelerada para equipo de control y prevención de contaminación
- Sobreprecio a gasolinas
- Derechos por uso o aprovechamiento de bienes públicos: flora, fauna, caza deportiva
- Derechos de descarga de aguas residuales industriales
- Sistemas de depósito reembolso para baterías, neumáticos y lubricantes usados.
- Financiamiento concesional y subsidios a proyectos de plantación y manejo forestal en áreas forestalmente devastadas

Venezuela

- Sistemas de depósito-reembolso para botellas de consumo masivo.
- Exoneración de impuestos corporativos por inversiones de control y prevención de contaminación
- Impuesto a la deforestación.
- Sistema de tarifas de desechos industriales basadas en volumen generado en el
- Área metropolitana de Caracas

4.- ANÁLISIS DE CONTAMINACIÓN EN CHILE Y EL MUNDO

4.1.- Cambios geográficos en nuestro planeta

Nuestro mundo está experimentando cambios climáticos, es decir, alteraciones en su clima provocadas principalmente por la acción del hombre y el desarrollo industrial. Estos están modificando la composición de la atmósfera debido a la enorme cantidad de emisiones de gases y partículas que salen al aire. Nuestra atmósfera es la envoltura gaseosa de la tierra que permite la vida sobre el planeta, actúa como filtro solar y de barrera contra las partículas celestes que caen del espacio exterior. Pero una de sus funciones principales es la de mantener el calor y la temperatura necesaria para la sobrevivencia y desarrollo de las especies. Está constituida por un 76% de nitrógeno, 23% de oxígeno y un 1% de dióxido de carbono, argón, vapor de agua, neón, helio, kriptón y ozono.

Sin embargo hoy nuestro ambiente atmosférico está siendo amenazado por la elevada contaminación del aire, lo que ha producido:

- Aumento del efecto invernadero
- El debilitamiento de la capa de ozono
- El incremento de la lluvia ácida en numerosos lugares.

4.2.- Desarrollo de efecto invernadero y otros elementos

Efecto Invernadero: El sol provoca un calentamiento natural de la tierra y esta a su vez transmite ese calor de regreso, mediante un mecanismo llamado radiación térmica, pero este calor es interceptado por los gases que rodean la tierra a los que se les llama "gases de invernadero". Los más importantes son el vapor de agua y el dióxido de carbono, que permiten regular la temperatura de la tierra y poder desarrollar la vida en el planeta; sin estos estaríamos sometidos a temperaturas extremas que impedirían nuestra existencia. Luego están otros gases en menor cantidad como el metano, el óxido nitroso, el ozono troposférico y los clorofluorocarbonos, que también actúan como gases de invernadero, estos incrementan aún más este efecto por la acción del hombre y el desarrollo industrial, trayendo por consiguiente una mayor retención del calor.

Esto está provocando el calentamiento global de la tierra y a medida que sigamos aumentando estos gases y no detengamos pronto estas emisiones, la temperatura seguirá subiendo y con esto graves desastres ecológicos.

Capa de Ozono: El ozono es un gas que está en la atmósfera y cumple la función de protegernos de los rayos ultravioleta. Hace algún tiempo se descubrió que la capa de ozono estaba siendo afectada por la acción del hombre en especial por la creación y comercialización de los CFC (clorofluorocarbonos) formados por cloro, carbono y flúor utilizados en refrigerantes, aerosoles, aire acondicionado, etc. Y por los halones (gases usados en extintores para incendios). Ambos al liberarse al medio ambiente suben hasta la estratósfera y van destruyendo el ozono por largos periodos, sin destruirse a sí mismo, esto ha traído como consecuencia el debilitamiento de la capa de ozono y con ello mayor penetración de los rayos ultravioleta que son muy dañinos para los seres vivos y causan graves problemas en la salud.

Lluvia Ácida: Gases contaminantes producidos por la quema de combustibles fósiles como el azufre, nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono al llegar a la atmósfera reaccionan químicamente con el vapor de agua formando ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido carbónico, volviendo a la tierra como lluvia ácida. Esta lluvia provoca fuertes daños por ser ácida. Tiene poder corrosivo y modifica el pH, afectando la piel, los ojos de las personas y animales, las hojas y las raíces de las plantas; como también acidifica las aguas, dañando su vida acuática, al plancton, etc. Por la acción de los vientos esta lluvia ácida puede trasladarse a lugares muy distantes del sitio originario de la contaminación.

4.3.- Contaminación Atmosférica en Santiago

La ciudad de Santiago ofrece un problema generalizado de contaminación atmosférica por monóxido de carbono, partículas en suspensión, anhídrido sulfuroso, óxidos de nitrógeno, ozono e hidrocarburos; además de conocerse la presencia de otros contaminantes. Este fenómeno, se señala, produce daños en la salud, aumentando o agravando enfermedades respiratorias, especialmente del tipo obstructivo. Diversos antecedentes demostrarían que las fuentes de mayor importancia que dañan la salud son los vehículos, siendo menor el impacto de las fuentes estacionarias. Por su parte, los factores climáticos y geográficos que condicionan la contaminación de Santiago son muy restrictivos. Junto con concluir que es indispensable disminuir las emisiones en Santiago, se sostiene que las medidas necesarias para ello requieren conocimiento profundo del fenómeno, así como de sus causas y efectos, a la vez que un marco conceptual claro, con políticas estables y definidas.

4.3.1.- Aspectos conceptuales

Las palabras "contaminación" y "medio ambiente" han llegado a ser de uso frecuente en el último tiempo, tanto en el lenguaje cotidiano como en la prensa, en los círculos ilustrados, y han hecho su entrada triunfal en el discurso de los políticos. Es probable,

además, que las oigamos cada vez con mayor frecuencia en el futuro. Si bien casi todos entendemos el sentido del término "medio ambiente" como el entorno que nos rodea y en el que se desarrolla nuestra vida, no siempre está claro el sentido de ecosistema que realmente debiera darse a este tema. Esto es importante porque un ecosistema es una organización en que todos sus integrantes dependen de los demás. Hay un sentido de interrelación que es fundamental para entender la intimidad del hombre con su alrededor, sea vivo o inanimado, intimidad en la cual cada uno recibe algo a cambio de su propio aporte. Este "toma y daca" constituye un delicado equilibrio que fatalmente se vuelve contra quien sobrepasa los límites de alteración que soporta. Este es un concepto que debiera guiar nuestra reflexión a lo largo del tema que trataremos.

"Contaminación" es un término más difícil de definir. Existe la tendencia a denominar "contaminación" a cualquier elemento extraño al medio ambiente que se introduzca en él. Si bien este purismo es posible en términos abstractos, es imposible de sostener en la práctica. Y como no nos interesa aquí una discusión semántica o filosófica, sino que procuramos analizar un fenómeno con cierto rigor científico, preferimos para "contaminación" una definición más apta para el trabajo que es, por lo demás, la que las organizaciones internacionales aceptan. En el caso del aire se denomina contaminación atmosférica a la presencia en él de impurezas en concentraciones tales que signifiquen un riesgo para el hombre o su medio. Este es un concepto práctico, ya que indica límites mensurables y transforma el fenómeno de la contaminación atmosférica en discreto. Conlleva, además, la intención de obtener una determinada calidad del aire, lo que a su vez implica la necesidad de adoptar medidas adecuadas a este fin. El origen de los contaminantes atmosféricos es múltiple. Existen causas naturales, como las erupciones volcánicas y el polvo levantado desde el suelo, pero el mayor volumen es producido por las diversas formas de actividad humana. La producción de bienes, las faenas mineras, el transporte y hasta algunas formas de recreación generan contaminantes que se vacían en la atmósfera. El número de contaminantes que es posible encontrar en el aire, especialmente en el medio urbano, es enorme e incluye desde gases volátiles hasta pesadas partículas de sílice. Por eso se ha tratado de englobar en el concepto de contaminantes atmosféricos dos grandes grupos: los que se denominan "contaminantes índices", por ser los que generalmente se asocian a la contaminación atmosférica urbana, y otro grupo de contaminantes que se estudian separadamente por sus efectos particulares, su peligrosidad y su origen conocido. Entre los primeros se encuentran el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), el anhídrido sulfuroso (SO₂), el ozono (O₃) y las partículas en suspensión. Los segundos incluyen el plomo (Pb), el vanadio (Va), el cromo (Cr), el asbesto (As), los hidrocarburos (Hc), el arsénico (Ar) y otros que se estudian según el caso particular de cada ambiente humano. Cada contaminante en la atmósfera debe ser

medido de manera apropiada, que produzca resultados ciertos y reproducibles (esta es, por lo demás, la base, del método científico), y para ello se han desarrollado técnicas y aparatos idóneos. Las técnicas y aparatos fueron basados al comienzo sólo en métodos físicos, como el peso, o químicos como la titulación y la reactividad con determinadas sustancias. Con el tiempo estos métodos se fueron estandarizando y las organizaciones internacionales, especialmente la Organización Mundial de la Salud, tuvieron un destacado papel en uniformar los métodos de medición en todo el mundo. Esto produjo un enorme avance en el conocimiento del problema, ya que permitió transmitir los métodos de los países desarrollados a los menos avanzados. Al mismo tiempo, se impulsó el desarrollo de sistemas internacionales de medición, mediante la donación de equipos medidores a los países en desarrollo y la capacitación de personal para operarlos. Chile estuvo entre los países que recibieron tal tipo de apoyo, y las primeras estaciones de medición, establecidas en Santiago en la década de los 60 formaban parte de la llamada "Red PANAIRE". Algunas de ellas continúan en funcionamiento. Posteriormente los sistemas de evaluación de la contaminación atmosférica se fueron haciendo cada vez más complejos, más exactos, más automáticos... y más caros. Típicamente una estación medidora moderna, como las que integran la red MACAM2 en Santiago, puede medir ocho o más contaminantes cada 30 segundos; consolidar la información sacando una media cada cinco minutos y transmitirla en forma automática a un computador, junto con datos de temperatura, humedad, radiación solar y dirección y velocidad del viento. Obviamente, el costo de cada una de estas estaciones es astronómico, por lo que su número debe ser limitado. Además su complejidad encarece en forma desmedida el costo de operación y mantención. Paradójicamente, no está claro si realmente se requiere este enorme flujo de información concentrada proveniente de escasos puntos de la ciudad, y muchos especialistas creen que información menos densa y rápida, pero más extendida en el área urbana sería de mayor utilidad y, tal vez, de mucho menor costo. Ahora, algunas consideraciones sobre la percepción pública de la contaminación atmosférica. En realidad la contaminación ambiental es un tema "de moda" sólo en las últimas décadas en los países desarrollados y mucho más reciente aun en los países en desarrollo, al menos en términos masivos. Al contrario de lo que pasa en los últimos años cada temporada de otoño-invierno, es difícil encontrar en la prensa santiaguina de quince o veinte años atrás alguna información referente al tema. Las causas de este fenómeno son varias. Desde luego, lo más fácil sería pensar que la contaminación del aire es un hecho sólo de los tiempos recientes y, sin duda, algo hay de verdad en ello; la contaminación atmosférica ha crecido de la mano con el desarrollo industrial, el fenómeno de la urbanización de la población campesina y la explosión demográfica. Sin embargo, esto no parece ser la causa determinante de la importancia creciente que la población, sobre todo la de mayor ilustración, atribuye a este problema. Parece ser, y resulta lógico suponerlo, que a medida que problemas más urgentes, como la alimentación y la vivienda, van siendo

resueltos, los países enfocan más su atención en lo que se ha llamado "calidad de vida", es decir, vivir en una forma más segura y placentera. Aquí la contaminación del medio, incluso en los aspectos estéticos, cobra importancia creciente. Además, la preocupación de personalidades relevantes por el tema en el mundo, con gran eco en los medios de comunicación de masas parece haber influido en forma determinante. El vertiginoso desarrollo de la información ha servido para dar resonancia adicional a esta situación, y la utilización política del tema lo ha traído una y otra vez al ámbito de la discusión pública. Innumerables publicaciones científicas y de divulgación llenan volúmenes y nutren la discusión de quienes se interesan por el tema. Curiosamente, es difícil encontrar en este enorme número de publicaciones conclusiones exactas sobre la repercusión de la contaminación del aire sobre la salud humana. Si bien se ha demostrado en determinadas condiciones locales y en experimentos de laboratorio que es posible correlacionar los contaminantes atmosféricos con claros efectos sobre la salud, son escasos los estudios que demuestran que la contaminación atmosférica, tal como se presenta en el ambiente urbano habitual, produzca daños medibles en términos estadísticamente significativos sobre la mortalidad humana. Por ejemplo, la esperanza de vida al nacer aumenta continuamente, especialmente en las ciudades, a pesar del incremento de la contaminación atmosférica. La asociación del fenómeno atmosférico con patologías específicas es también difícil de establecer, tal vez por los innumerables factores que producen efectos similares. El hábito de fumar, las condiciones laborales, los sistemas de calefacción doméstica, son sólo algunos de los factores de distorsión que dificultan obtener datos más precisos. De todos modos, existen dos hechos concretos que no deben perderse de vista: hay una certeza razonable de que la contaminación atmosférica influye negativamente en la salud humana y, ciertamente, en la calidad de vida de la población, y es un hecho que la sociedad es cada vez menos tolerante frente a esta circunstancia, la que visualiza como una amenaza. Estos dos hechos generan presiones crecientes sobre las autoridades políticas, exigiéndoles la adopción de medidas. A su vez, las autoridades exigen de sus grupos de apoyo técnico que aporten soluciones, que no siempre dependen de ellos, ya que el fenómeno de la contaminación atmosférica tiene complejas raíces de índole económica que los técnicos no pueden abordar. En muchos países, y Chile no es una excepción, esta complicada situación ha llevado a la creación de numerosas comisiones, comités de expertos y otros organismos de vida efímera e infructuosa que, más que aportar soluciones, han contribuido a crear confusión. Los avances técnicos han sido lentos y penosos, dificultados por la falta de medios y por las presiones de todo orden. Las propuestas de soluciones, a su vez, han sido titubeantes e infructuosas. Como resultado, la contaminación atmosférica continúa en muchos lugares del mundo dependiendo más de las variables naturales que de los esfuerzos de la sociedad por resolverla.

4.3.2.- El equilibrio del aire

La atmósfera es sólo parte de un sistema. Junto con la ubicación geográfica de un lugar, la temperatura, el clima y la topografía, ésta interactúa con las actividades que se desarrollan en ese lugar en particular. El ecosistema está, por lo tanto, en íntima relación con casi el único factor capaz de desequilibrarlo. Este es, por supuesto, el hombre y sus actividades.

En términos simples, la atmósfera santiaguina —el valle de Santiago— recibe una determinada cantidad de contaminación cada día. Por otra parte, esta atmósfera tiene ciertos mecanismos que le permiten eliminar una cierta carga de contaminantes; si la carga es menor que la capacidad de limpieza de la atmósfera, el aire permanecerá limpio. Si, por el contrario, la carga es mayor, se presentará el fenómeno de la contaminación atmosférica.

Los mecanismos mediante los cuales la atmósfera se depura de contaminantes son fundamentalmente dos: el viento y la lluvia. Por ello es difícil que se produzcan problemas de contaminación atmosférica en lugares en que estos fenómenos son frecuentes. Esos lugares, por lo tanto, podrían recibir, en teoría, sin mayores problemas, cargas considerables de contaminantes. Sin embargo, debe tenerse presente que este equilibrio se mantiene a un costo: el de transferir los contaminantes por el viento a zonas alejadas o depositarlos, por la lluvia, en el suelo. De manera que, fatalmente, lo que el hombre arroja al aire (y lo mismo ocurre con el suelo y el agua) se volverá en su contra tarde o temprano. Esta terrible aunque simple realidad, que debería estar siempre presente en las conductas humanas, es el fundamento teórico de los mejores y más avanzados sistemas de eliminación de desechos industriales, que es, simplemente, no producirlos, mediante los llamados "procesos limpios" o su adecuada neutralización antes de ser transferidos al medio ambiente.

4.3.3.- Antecedentes históricos de la contaminación atmosférica en Santiago

Crónicas de la época colonial se refieren a la suciedad del aire santiaguino. Probablemente se trataba de nubes de polvo que el viento arrastraba desde la zona semiárida de Buin. Deben haber contribuido también las numerosas fábricas de ladrillos y adobes que se ubicaban en esa área, y la leña y el carbón, únicos combustibles disponibles en ese entonces.

Sin embargo, este fenómeno no vuelve a aparecer en las antiguas crónicas locales, aunque algunos visitantes extranjeros se refieren a la suciedad polvorienta que se encontraba en la capital. La contaminación atmosférica empezó a ser estudiada en Santiago, en forma sistemática, a partir de la década de los 60, cuando, como se dijo,

se instalaron las primeras estaciones medidoras de la Red PANAIRES, con equipos donados por la Oficina Sanitaria Panamericana. El organismo que tomó a su cargo la operación de la red fue el antiguo Instituto de Salud Ocupacional (INSO), tal vez porque en esa época la contaminación del aire se asociaba a los riesgos laborales y porque, además, no existía ningún organismo oficial dedicado a este tema específico. Esto refuerza la reflexión anterior sobre la escasa importancia que se asignaba al tema. La reforma del sistema de salud estatal en Chile, en 1980-1981, fusionó el antiguo INSO con el Instituto de Salud Pública (el antiguo Instituto Bacteriológico) y creó, en la Dirección de Salud Metropolitana, un departamento de Contaminación Atmosférica, del cual pasaron a depender el personal y la red existente de estaciones monitoras. Cuando se creó, en 1982, el Servicio de Salud del Ambiente de la Región Metropolitana, asignando por primera vez un rango importante a los aspectos ambientales de la salud de la población, este departamento se transformó en el programa de Control de Calidad del Aire, con su personal y medios técnicos. El comienzo de la década de los 80 significó otro avance al integrarse al estudio de la contaminación atmosférica la autoridad política regional, a través de la Intendencia Metropolitana, que obtuvo, con ayuda del Banco Interamericano de Desarrollo, la instalación de cuatro estaciones monitoras automáticas, unidas a un sistema de control computacional central, y complementadas por una estación monitora móvil y una estación meteorológica, aún incompletamente implementada. Esta nueva red denominada MACAM (Red de Monitoreo Automático de Calidad del Aire Metropolitana), junto a las antiguas estaciones de la Red PANAIRES y otras estaciones semiautomáticas donadas por OPS, forman el actual sistema de control de la calidad del aire metropolitano.

En 1985 se ideó el primer índice de calidad del aire metropolitano, que consideraba las concentraciones de monóxido de carbono (CO) y de material particulado en suspensión (índice de suciedad). Este índice, que se usó por varios años, fue el primer intento serio de determinar la calidad del aire, para asociarla a una serie de medidas tendientes a evitar los llamados "episodios agudos de contaminación atmosférica". Algunas de estas medidas siguen en uso hasta hoy. En 1987 el índice se modificó, usando la información generada por la Red MACAM, para implantar dos índices aún en uso: uno de calidad de aire, según la concentración de gases contaminantes, y otro, que es el que determina hoy las situaciones de emergencia, que mide la calidad del aire conforme a la concentración de material particulado de tamaño respirable (menos de 10 micrones de diámetro).

Además de este continuo mejoramiento de la información sobre la calidad del aire aumentaba el interés por determinar, de una manera más exacta, el origen de los contaminantes. Este se suponía a partir de los antecedentes bibliográficos y la

experiencia en otros países, sumada a la cruda evidencia de determinadas fuentes de contaminación, pero no se disponía de datos concretos que confirmaran estas suposiciones. En el período 1983-1985 el Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente encargó al Departamento de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile un estudio destinado a caracterizar física y químicamente el material particulado, seguramente el contaminante atmosférico que más riesgo representa en Santiago. Este estudio fue la primera evidencia del origen de este contaminante. El propio Servicio de Salud, a pesar de sus escasos medios, realizó algunas estimaciones sobre origen y volumen de contaminantes atmosféricos. En 1986 este volumen se estimaba en total en más de 20.000 toneladas por mes. En 1989, con un fuerte aporte financiero del BID, la Intendencia Metropolitana contrató con la empresa CADE-IDEPE otro estudio, destinado a analizar todas las fuentes fijas y móviles que emiten contaminantes atmosféricos en Santiago. Si bien el estudio se hizo sobre estimaciones, basadas en factores de emisión y volúmenes de combustibles utilizados, en el caso de las fuentes fijas, y de factores de emisión y kilómetros recorridos en el caso de los vehículos, y por lo tanto, sus conclusiones son difíciles de aplicar en casos particulares, tiene la ventaja de considerar en las emisiones los que se denominaron "polvos fugitivos" que, en un alto porcentaje, son simplemente polvo del suelo. Con ello el volumen total conocido de partículas en suspensión se elevó de 19.410 a 46.830 toneladas por año, y cambió la contribución de las diversas fuentes al total.

Los resultados de estos estudios, que configuran el conocimiento actual sobre la contaminación atmosférica en Santiago, se muestran más adelante.

Mientras se acumulaban conocimientos sobre la naturaleza y origen de los contaminantes, crecía la inquietud por saber en qué forma influía la contaminación atmosférica sobre la salud de la población expuesta. La experiencia extranjera mostraba evidencia clara de efectos graves en casos de períodos determinados de alta concentración de contaminantes en el aire. El caso de Londres en 1952 constituye el más dramático de los ejemplos.

Existe también evidencia bibliográfica que permite deducir que la contaminación atmosférica urbana produce daño en la salud, especialmente al agravar enfermedades preexistentes.

Los primeros estudios nacionales sobre la materia fueron realizados por el Dr. Hernán Oyanguren y colaboradores en 1972, sin llegar a conclusiones estadísticamente significativas. Otros estudios nacionales, en general de modesta cuantía, parecían apuntar a demostrar correlación de los niveles de contaminación atmosférica con el aumento de afecciones respiratorias agudas y con molestias a la población. En 1985 el

Servicio de Salud del Ambiente realizó el primer intento sistemático para determinar si existía o no esta relación. Los resultados indicaron que existe una asociación significativa entre contaminación del aire y molestias oculares y respiratorias en un grupo de la población residente en el centro de Santiago.

En 1988-1989, también con financiamiento del BID, la Intendencia Metropolitana encargó al consorcio SEEBLA-ARA-CONSECOL evaluar los efectos ocasionados a los habitantes de la región por la contaminación atmosférica. El resultado indicó que existían diferencias en el número de niños que presentaban síntomas respiratorios en Santiago en comparación con un grupo de control de la ciudad de Los Andes, pero sin poder llegar a determinar una relación dimensional de causa-efecto entre los síntomas y los niveles de contaminación.

4.3.4.- Factores que determinan la contaminación atmosférica en Santiago

Ya se ha analizado el concepto de balance que domina en general el fenómeno de la contaminación atmosférica. El equilibrio que implica este balance es extremadamente frágil en Santiago. La ciudad está emplazada en un valle precordillerano, rodeada por elevaciones topográficas prácticamente en todo su entorno. Este anillo presenta sólo dos aberturas importantes, una en el sector sur y otra en el sector poniente. Los vientos son escasos y de alcance limitado y tienen la característica de cambiar el sentido en que soplan en el día y en la noche, obedeciendo su dirección esencialmente a las variaciones de temperatura que experimentan los contrafuertes cordilleranos que limitan la ciudad por el oriente, aun cuando su dirección predominante es hacia el suroeste. El efecto dispersivo de los vientos, por lo tanto, es pobre, y consiste más bien en distribuir los contaminantes, especialmente el material particulado en toda el área de la región comprometida.

Las lluvias son relativamente escasas. En un año normal caen en Santiago 330,2 mm. de agua, principalmente entre los meses de mayo a septiembre, pero se registran numerosos años en los cuales los índices de precipitaciones son inferiores a este promedio. Por otra parte, la lluvia cae, generalmente, en forma de chubascos, que no contribuyen de manera importante al lavado de la atmósfera. En otras ocasiones, las precipitaciones son abundantes, pero con un espaciamiento en el tiempo que las hace insuficientes, no persistiendo sus efectos en la calidad del aire más allá de uno a dos días.

La localización geográfica misma, aparte de las características topográficas ya mencionadas, presenta la condición desfavorable de que la ciudad está ubicada a 33°27' de latitud sur, lo que la sitúa bajo la corriente descendente de la célula de Hardley. Como, además, la radiación solar es bastante intensa, con temperaturas

elevadas durante el verano y templadas en el invierno, las corrientes de aire ascendentes producidas en la superficie generan, al encontrarse con las corrientes descendentes, un fenómeno de inversión térmica que actúa en la práctica como una tapadera, que dificulta aún más la dispersión de contaminantes. La altura del fenómeno inversivo depende directamente de la temperatura de la superficie, y se sitúa en verano aproximadamente a 1.000 m. de altura, descendiendo en invierno hasta llegar a 200 ó 300 m. sobre la superficie del suelo, comprimiendo los contaminantes y aumentando su concentración en el espacio de aire disponible. Por la frecuencia de este fenómeno, entre otras razones, la contaminación atmosférica aumenta notablemente en invierno en relación a los meses de verano.

Como muchos países, Chile ha sufrido los efectos de una urbanización descontrolada, producida por la migración de los habitantes de las zonas rurales hacia las grandes ciudades y, en especial, hacia la capital.

Son de sobra conocidos los efectos de todo tipo que produce esta concentración de habitantes en las zonas urbanas, siendo la contaminación del aire, sólo uno de ellos.

Por razones de mercado y de proximidad a los potenciales compradores, las principales industrias han tendido a instalarse en la capital, en épocas en las cuales los criterios urbanísticos y de uso del suelo no estaban aún desarrollados. Esta tendencia determinó que una parte importante de la pequeña y mediana industria, y un sector no despreciable de la industria pesada, se encuentre establecido en el perímetro urbano o en su cercanía, diseminado de tal manera que, en la práctica, puede decirse que su distribución es pareja en las diversas comunas, con cierta predominancia en los sectores sur poniente y norte del área. Esta situación no influye, sin embargo, mayormente en la distribución de la contaminación atmosférica.

Por último, un 42,7 por ciento de todos los vehículos del país circulan en la Región Metropolitana, estimándose que el total de ellos alcanza a unos 420.000. De éstos, unos 13.000 son autobuses de transporte colectivo, casi todos provistos de motor diesel, y unos 30.000 son automóviles de alquiler, de los cuales algunos están provistos también de este tipo de motor.

El planteamiento vial urbano no fue diseñado para esta cantidad de vehículos, lo que ha significado la producción, en varios sitios de la ciudad, de zonas de embotellamiento de tránsito o de congestión de vías, lo que contribuye a agravar la situación.

En líneas generales, quedan delineados los dos factores que influyen en la producción de contaminantes en la Región Metropolitana, de acuerdo al esquema clásico de

fuentes fijas y fuentes móviles. Si a esto se suman las condiciones geográficas, topográficas y climatológicas adversas descritas anteriormente, es posible entender las razones por las cuales la ciudad de Santiago debe sufrir el problema de la contaminación de su atmósfera.

4.3.5.- Naturaleza y efectos en el hombre de los contaminantes atmosféricos

Contaminantes más frecuentes

Los elementos que pueden contaminar el aire son numerosos, pero se ha centrado la atención en algunos de ellos por ser los más frecuentes en el aire urbano. Ellos son el monóxido de carbono (CO), el anhídrido sulfuroso (SO₂), los óxidos de nitrógeno (NO), el ozono (O₃) y las partículas en suspensión.

Monóxido de Carbono: es un gas incoloro e inodoro de gran capacidad de dispersión. En el organismo humano bloquea la hemoglobina, con la cual se combina para formar carboxihemoglobina, impidiendo así el transporte normal de oxígeno a los tejidos. Si la concentración alcanzada es suficientemente elevada, produce la muerte por anoxia. La duración de la exposición es igualmente importante, ya que el equilibrio no se alcanza rápidamente.

Concentraciones de 4 por ciento de carboxihemoglobina producen efectos medibles. Si se trata de fumadores o si se inhala en condiciones de gran actividad física, esta concentración puede alcanzarse rápidamente. Las personas que sufren patologías cardíacas están más expuestas a los efectos del CO.

En condiciones normales y con actividad moderada se alcanza la concentración de 4 por ciento de carboxihemoglobina en la sangre con una exposición de 24 horas a concentraciones de 25 partes por millón, (ppm); con 8 horas de exposición a 30 ppm y con una hora de exposición a 100 ppm. En Santiago se ha sobrepasado la norma que es de 35 ppm en numerosas oportunidades en los últimos diez años, pero no hay evidencia de que se hayan alcanzado niveles sostenidos de 30 ppm o más. Sin embargo, hay que tener presente que las estaciones medidoras no se encuentran en los lugares más contaminados, como la calzada de las vías más concurridas, ni a la altura de los órganos respiratorios humanos. Es razonable suponer que en esos lugares precisos es posible que existan concentraciones muy superiores a las que miden las estaciones. Se ha postulado que la hipoxia relativa producida por la elevada concentración de carboxihemoglobina puede ser causa de algunos accidentes al disminuir el estado de alerta de los conductores. También se piensa que personas que

trabajan en las vías más concurridas pueden tener un riesgo mucho más alto que la población general de sufrir patologías producidas por esta causa.

El monóxido de carbono no es un tóxico de efecto acumulativo, sino que se absorbe o elimina dependiendo de su concentración y presión parcial.

De modo que al salir de un área contaminada, en pocas horas el individuo alcanza la concentración habitual en la sangre, que es de un 5 por ciento más o menos. Parece ser excepción la producción de patologías coronarias, en que la exposición crónica, sobre todo si se suma a una dieta rica en colesterol aumenta la presencia de depósitos ateromatosos arteriales.

Concentraciones de alrededor de un 7 por ciento disminuyen la capacidad visual, la coordinación manual, la capacidad para aprender y ciertos trabajos mentales finos. Estos efectos se acentúan en forma proporcional con el aumento de concentración de CO en la sangre. Por supuesto cualquier enfermedad preexistente que curse con hipoxia se agrava con el bloqueo para el transporte de oxígeno que produce la carboxihemoglobina. Para mayor mal, la avidéz del CO por la hemoglobina es más de 200 veces superior a la del oxígeno, por lo cual la carboxihemoglobina es un compuesto más estable que la oxihemoglobina.

Anhídrido sulfuroso: es un gas fuertemente irritante para el sistema respiratorio humano. Tiene un potente efecto constrictor del árbol bronquial y disminuye severamente la capacidad respiratoria, especialmente en personas asmáticas y otros portadores de enfermedades respiratorias.

Además, puede transformarse con facilidad en ácido sulfúrico, también intensamente irritante. Dependiendo de las concentraciones existentes y del tiempo de exposición puede producir daños severos e irreparables en la función pulmonar.

Este contaminante rara vez se presenta aislado, y una de sus características es la potenciación de sus efectos cuando se asocia a contaminación por material particulado. En estos casos sus efectos irritativos aumentan, y lo mismo ocurre cuando se asocia a ozono (u otros contaminantes fotoquímicos) o a óxidos de nitrógeno.

Su efecto sobre la vegetación es aún peor que sobre el hombre, produciéndose efectos negativos con concentraciones que no alcanzan a afectar —aparentemente— al ser humano.

En Santiago, rara vez se sobrepasan las normas, pero algunos expertos opinan que las concentraciones que se producen en las proximidades de grandes industrias pueden ser mucho mayores que las que se miden en el ambiente urbano general.

Óxidos de nitrógeno: son gases irritantes de las vías respiratorias.

En personas expuestas experimentalmente se ha podido observar aumento de infecciones respiratorias especialmente bronquitis aguda, seguramente por la acción facilitadora de estas infecciones de la inflamación producida por el contaminante.

En general, producen también un efecto constrictor del árbol bronquial, lo que disminuye la capacidad respiratoria de los individuos. En animales de experimentación sometidos por cierto tiempo a la exposición, se ha observado modificación en el epitelio de las vías bronquiales y cambios degenerativos en la substancia colágena del pulmón. Estas alteraciones patológicas son secuenciales y parecen ser definitivas.

En ciudades como Santiago, donde la radiación solar es alta, es difícil analizar en forma aislada la acción de los óxidos de nitrógeno; la razón es que en estas condiciones, su acción se asocia a la de los oxidantes fotoquímicos, como el ozono, sumándose y confundiendo sus efectos.

Por otra parte, los óxidos de nitrógeno, en presencia de la energía generada por la luz solar, reaccionan en la atmósfera con los hidrocarburos y producen la aparición de contaminantes secundarios, algunos de los cuales son oxidantes fotoquímicos que generalmente se expresan como ozono.

Los niveles que se alcanzan en Santiago son variables, pero suelen exceder la norma, especialmente en la época de mayor contaminación. Este es un caso especial entre los otros contaminantes analizados hasta aquí, ya que es posible observar diferencias notorias de las concentraciones alcanzadas en diversos puntos de la ciudad. Esto se debe a la distribución de las fuentes, como se analizará más adelante.

Ozono: Es un átomo de oxígeno anormal, que tiene propiedades oxidantes más intensas que el oxígeno y que se encuentra escasamente libre en la naturaleza. Se forma como resultado de una reacción entre óxidos de nitrógeno y ciertos hidrocarburos reactivos en presencia de energía solar.

En realidad los componentes que se generan en esta reacción son varios, e incluyen ozono, nitratos de peroxacilo, aldehidos y otros compuestos químicos complejos. Son oxidantes el ozono, el nitrato de peroxacilo y algunos de estos compuestos complejos

que se miden de diversa manera, pero se expresan en general como ozono y así nos referiremos a ellos.

Sus efectos son fuertemente irritantes en los ojos, nariz y garganta, y son muy perceptibles por la población. En ciudades que tienen altas concentraciones de ozono, la mayoría o una gran parte de las molestias observadas se deben a este tipo de contaminante. Otros efectos más graves e importantes incluyen el aumento de los ataques de asma y bronquitis obstructiva infantil y una reducción general de la capacidad respiratoria de personas afectadas. Existe también una disminución evidente del rendimiento físico de personas que realizan esfuerzos o deportes.

En condiciones experimentales se han observado efectos funcionales, consistentes en una brusca contracción bronco-bronquiolar, y en la disminución de la capacidad defensiva del pulmón, lo que facilita infecciones bacterianas y virales. Esto parece deberse a disminución del número y actividad de los fagocitos y a ciertos cambios enzimáticos. Se han observado también cambios histológicos, consistentes en alteraciones evidentes del epitelio pulmonar, que puede llegar a la destrucción local si las dosis son suficientemente altas y la exposición es prolongada.

En el último tiempo se ha reunido experiencia que demuestra que exposiciones a concentraciones como las que es posible encontrar en Santiago pueden producir efectos constrictores de la vía respiratoria de intensidad mensurable y de prolongada duración, que puede alcanzar hasta semanas, e incluso meses, aún con exposiciones muy cortas. Es posible, por esto, que los efectos patológicos del ozono hayan sido subestimados.

Se ha sugerido que el ozono tendría capacidad mutagénica, es decir, cancerígena, pero no ha sido posible demostrarlo en forma clara.

Por otra parte, siendo interdependientes las concentraciones de óxidos de nitrógeno y de ozono, se supone que las mediciones que actualmente se realizan en Santiago subestiman las concentraciones de éste último. Este es un punto que requiere análisis especial y cuidadosas mediciones dirigidas.

Partículas en suspensión: varios nombres se han usado para designar este contaminante atmosférico: humo, polvo y arena han sido los más usados. En realidad se engloba en esta denominación a numerosas partículas de distinto origen, peso y tamaño que se encuentran presentes en el aire. El tipo de material depende mucho de la localización geográfica, de la naturaleza del terreno y de la vegetación. En las áreas urbanas se agregan partículas provenientes de las actividades humanas, que llegan a constituir la parte más importante. El efecto en la salud humana de las partículas

depende en gran medida de su naturaleza, pero también de su tamaño. Otro factor que debe considerarse es la cantidad y naturaleza de las sustancias que se encuentran adheridas a la superficie de las partículas y su asociación con otros contaminantes atmosféricos.

Una parte importante del material particulado total presente en la atmósfera de Santiago está constituido por polvo de suelo. Este se levanta por acción del viento, del tránsito vehicular y del uso general de terrenos y calles sin pavimentar y depende, lógicamente, de la naturaleza árida del terreno en que se ubica la ciudad. Consiste en partículas de sílice de diverso tamaño y peso, y de diminutos trozos de material orgánico.

Otra parte proviene de la quema de combustibles, sean de fuentes fijas o de vehículos. Esta fracción consiste en partículas de hollín, con algunas partículas cristalizadas.

El resto proviene de procesos industriales, sea de acopios de materias primas, o más importante, de procesos generadores de combustiones a altas temperaturas como hornos industriales y consiste en general en material cristalizado.

El tamaño de las partículas es determinante para sus efectos en la salud humana, por su diferente capacidad de penetración en el árbol respiratorio y por su permanencia en suspensión en el aire. Cuanto más pequeña es una partícula más tiempo permanecerá en suspensión en el aire y más profundamente penetrará en el pulmón humano. El límite de respirabilidad de las partículas se ha fijado en forma más o menos arbitraria en un diámetro aerodinámico de diez micrones. Las partículas mayores que ese tamaño son retenidas en la parte superior del árbol respiratorio y son expulsadas al exterior por la tos y el movimiento de los cilios de las células epiteliales.

Las de menor tamaño penetran profundamente y pueden permanecer en los alvéolos pulmonares por años o para siempre. Este es el caso de las partículas que miden dos micrones o menos, disminuyendo su penetración y su permanencia a medida que aumenta su tamaño. El efecto del material particulado en el pulmón es fuertemente irritante. Los filosos bordes de las partículas de sílice irritan la mucosa respiratoria e inducen cambios que pueden ser permanentes y que en determinados casos se asemejan a metaplasias. Las partículas de hollín tapizan el epitelio respiratorio. Funcionalmente, estos efectos se traducen, en el caso de la exposición aguda, en espasmo irritativo del árbol bronquial y disminución de la función respiratoria, medible mediante pruebas de volumen respiratorio forzado y de flujo respiratorio máximo. En el caso de la exposición crónica se observa también una disminución de la capacidad respiratoria y aumento de los casos de infección respiratoria aguda y crónica, tanto en frecuencia de los episodios como en su gravedad.

El material particulado de la atmósfera tiene una característica diferente de los gases que se han analizado: es visible, produce un aspecto gris y deprimente de las ciudades, ensucia los edificios y la ropa y claramente disminuye la calidad de vida. Por eso, el público reacciona ante la contaminación por partículas con mayor intensidad que ante otros contaminantes.

En el caso de Santiago esta reacción es más que justificada, ya que el material particulado es el contaminante que con mayor frecuencia sobrepasa las normas establecidas y es, en general, un buen indicador de la concentración de contaminantes en la atmósfera.

Otro hecho que se debe considerar es que el material particulado contiene adherida en su superficie, por un fenómeno de absorción, una fuerte carga de otros contaminantes. Es posible encontrar hidrocarburos, óxidos de azufre y metales pesados asociados a las partículas. Interesa especialmente la presencia de hidrocarburos, cuyos efectos son fuertemente cancerígenos en algunos casos.

El benzoalfapireno y otros hidrocarburos aromáticos se encuentran en importantes cantidades en la atmósfera de Santiago, generalmente asociados a partículas. Es probable que Santiago sea una de las ciudades del mundo con mayor concentración de estos agentes en su atmósfera, de acuerdo a algunos estudios.

Otros contaminantes

Hidrocarburos: se asocian en general a quema de combustibles. Son compuestos complejos, algunos de los cuales son mutágenos y teratógenos. Reaccionan con los óxidos de nitrógeno en presencia de luz solar para formar oxidantes del tipo del ozono. Sus efectos ya han sido analizados.

- Los metales pesados tienen variado origen. De ellos, el más importante es el plomo, que puede producir intoxicaciones severas en el hombre provocando una enfermedad denominada saturnismo. El cadmio y el vanadio se han reportado como potencialmente peligrosos, pero no existe evidencia epidemiológica de sus efectos.
- Los alérgenos orgánicos, como el polen, los mohos y las fibras vegetales, así como las pinturas y solventes pueden producir reacciones de sensibilización en personas susceptibles. Sus efectos son inciertos, salvo el caso de las rinitis alérgicas y, probablemente, algunos casos de asma.

- El asbesto proviene de aislación de edificios y de sistemas de fricción (como frenos de vehículos); es capaz de producir una entidad patológica denominada asbestosis y un tipo especial de cáncer llamado mesotelioma. No es un problema real en la atmósfera de Santiago.
- Los gases malolientes o emanaciones de mal olor pueden ser una de las formas más desagradables y evidentes de contaminación atmosférica. Se producen, en general, en la cercanía de industrias que utilizan desechos animales o residuos. En Santiago es conocido el caso de los rellenos sanitarios ubicados en las proximidades de áreas densamente pobladas que han generado graves molestias a la población cercana. En general, se trata de emanaciones circunscritas a áreas pequeñas, con fuentes fáciles de reconocer y cuya solución no suele implicar grandes costos.

La exposición a la contaminación atmosférica urbana en si no es fácil de determinar el efecto exacto de los contaminantes aislados sobre la salud humana y menos aún establecer alguna relación causa-efecto cuantitativa, existe aún mucha mayor dificultad en establecer, sobre bases objetivas y medibles, los efectos de la contaminación atmosférica global, especialmente en el largo plazo.

Los episodios agudos de contaminación atmosférica son dramáticamente elocuentes. Es evidente que significan deterioro grave de la salud de la población y ocasionan un exceso de defunciones que es posible cuantificar. Por el contrario, los efectos de exposiciones prolongadas a concentraciones de contaminantes que se acercan o sobrepasan ocasionalmente las normas son mucho más inciertos. Tal vez la falta de estudios epidemiológicos prolongados influya en esta incertidumbre.

De todos modos, existe evidencia de que contaminantes aislados pueden producir efectos en la salud y también de que varios de ellos se potencian al asociarse. Por otra parte, no existe evidencia alguna de que ningún grado de contaminación atmosférica pueda influir favorablemente en la salud.

La revisión de la literatura y la propia experiencia indican que la contaminación de aire produce, al menos, los siguientes efectos:

- Disminuye la calidad de vida, entristeciendo y ensuciando las ciudades y paisajes.
- Produce molestias sensibles para toda la población, en forma de irritación de ojos, nariz y garganta.
- Agrava los padecimientos de determinadas personas que sufren enfermedades crónicas, especialmente respiratorias y cardiovasculares.

- Desencadena ataques asmáticos y de bronquitis obstructiva en sujetos sensibles.
- Es causa de depresión psíquica en personas propensas.

Además, existe evidencia indirecta de que se asocia a cáncer y malformaciones congénitas; sin embargo, los estudios epidemiológicos no son concluyentes en este aspecto.

Según un comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.) reunidos en 1972, criterio en general aceptado hoy, las relaciones existentes entre la exposición a la contaminación del aire y la enfermedad humana son complejas y sólo parcialmente conocidas, ya que la enfermedad y la muerte son el límite extremo de una variada escala de respuestas orgánicas a la contaminación. Lo ideal sería disponer de ecuaciones de dosis efecto para cada contaminante y también para sus asociaciones, especialmente en los casos en que los sinergismos son conocidos. Por desgracia, no se dispone de tal información y es improbable que ella se obtenga en el futuro próximo, por las dificultades inherentes a este tipo de investigación, tanto técnica como epidemiológicamente y por los aspectos éticos implicados en la experimentación e incluso en los estudios de seguimiento.

4.3.6.- Origen de los contaminantes

El origen de los contaminantes es conocido y la fuente de cada uno de ellos puede ser identificada, sea en forma individual o grupal. Lo que varía de una ciudad a otra es la forma en que las diferentes fuentes contribuyen al total de la contaminación urbana, y ello se debe, a su vez, a las diferencias en el modo de vida y de desarrollo de cada una. Además, influye la época que se analiza: Londres no es hoy la ciudad de 1952 y es difícil que un fenómeno como el que causó en ese año tantas muertes pudiera repetirse en la actualidad. Contribuyen también a la diferencia los factores topográficos y climatológicos de cada localidad.

Analizaremos, en primer lugar, el origen de cada contaminante por separado y trasladaremos después este análisis al contexto de la ciudad de Santiago.

- El monóxido de carbono proviene en un alto porcentaje de los vehículos provistos de motor bencinero o de ciclo Otto. También lo producen los motores diesel y la combustión doméstica.
- El anhídrido sulfuroso proviene de la quema de petróleo, tanto en fuentes estacionarias, plantas generadoras de vapor, por ejemplo, como en vehículos con motor diesel, y también de algunos procesos industriales.

- Los óxidos de nitrógeno provienen de la quema de combustibles, especialmente de los automóviles que utilizan gasolina.
- El ozono y los otros oxidantes fotoquímicos se forman en la atmósfera por la reacción entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos en presencia de energía solar.
- Las partículas en suspensión provienen del suelo, de la quema de combustibles y de ciertos procesos industriales.
- Los metales pesados provienen de faenas mineras y de fundiciones.
- Los hidrocarburos provienen del petróleo y de los gases de escape de los vehículos de motor.

La situación de la Región Metropolitana difiere de otros lugares del mundo que sufren contaminación atmosférica por sus características geográficas y meteorológicas y por el tipo de emisiones. Por ello la situación no es enteramente comparable a la de otros sitios ni los valores de emisión por fuente son iguales. Es posible, incluso, que los efectos en la salud de concentraciones de contaminantes similares a los que se encuentran en otras ciudades puedan ser diferentes.

La contribución que las distintas fuentes hacen a la contaminación atmosférica en la Región Metropolitana ha sido analizada en varios estudios, tomando como referencia la emisión teórica calculada a base de factores de emisión. Entre estos estudios pueden citarse los de CORFOMINSALUD (1976), Universidad de Chile-Odeplan (1981), Universidad de Chile (1985) e Intendencia Metropolitana-BID-CADE-IDEPE.

Para los contaminantes gaseosos se tomó como referencia los resultados del estudio efectuado por un grupo de trabajo de la Universidad de Chile (1985) y para las partículas en suspensión las conclusiones del "Estudio de Caracterizaciones Físicas y Químicas de Partículas en Suspensión en la Región Metropolitana", realizado también por la Universidad de Chile.

Cabe hacer presente que los estudios señalados tienen algunas limitaciones que es importante tener en cuenta. En primer lugar, las estimaciones de las emisiones de contaminantes gaseosos fueron hechas con factores de emisión de países extranjeros, que bien pueden no corresponder a la realidad chilena. En segundo término, el estudio de partículas en suspensión adolece de algunas deficiencias tales como una identificación relativa de las fuentes de contaminación en el modelo utilizado con los contaminantes emitidos, y la no consideración de los procesos industriales como fuentes de emisión.

En el cuadro N°5 se muestra cuál es el aporte a cada contaminante, de cada tipo de fuente, expresado en porcentaje:

Cuadro N°5
Aporte a cada contaminante de cada tipo de fuente
Porcentajes

Tipo de fuente	CO	NOx	HC	SOx	PTS
1. Fuentes Fijas					
Calderas y hornos	1,2	6,9	1,3	58,1	8,0
Procesos industriales	0,6		3,0	26,6	
Terminales de transporte	0,2	0,7	0,9		
Distribuidores de combustibles			9,5		
Residencias	5,8	4,6	8,0	1,0	
Polvo Calles					64,0
2. Fuentes Móviles					
Vehículos gasolina	89,3	45,2	72,2	3,0	3,0
Vehículos diesel	2,9	42,6	5,1	11,3	25,0
Totales	100%	100%	100%	100%	100%
Fuente: Universidad de Chile (1985) y para las partículas en suspensión las conclusiones del “Estudio y Caracterizaciones Físicas y Químicas de Partículas en Suspensión en la Región Metropolitana”, realizado también por la Universidad de Chile					

Al analizar estas cifras es necesario tener presente que se trata de porcentajes, y no de cifras de emisión total ni de emisiones en relación a las normas de calidad del aire. El ozono no figura en el cuadro resumen porque se trata de un contaminante secundario, como ya se dijo, y en su generación influyen otros contaminantes y la radiación solar. En todo caso, sus concentraciones se relacionan con los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos, por lo que es posible atribuirlo en un alto porcentaje a las fuentes móviles.

Es posible apreciar que algunos contaminantes se asocian claramente con las fuentes fijas, como los óxidos de azufre (SOx = SO y el material particulado (PTS)). Otros se originan evidentemente en las fuentes móviles, como el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx) y los hidrocarburos (HC). Esto da un indicio de cuáles son, en forma gruesa, los orígenes de los contaminantes y orientan hacia el tipo de solución que se requiere adoptar para resolver cada caso.

Sin embargo, este análisis es insuficiente para poder determinar con claridad cuál es exactamente el problema y cómo enfrentarlo. Si bien es cierto que ninguna presencia de contaminante puede considerarse beneficiosa para la salud, a toda concentración, es evidente que algunos encierran más peligro sanitario que otros, sea por su acción patogénica más enérgica o porque sus concentraciones son especialmente elevadas. Visto el problema desde este punto, es posible decir que las fuentes móviles

representan mucho más riesgo para la salud que las fuentes fijas. Las razones son las siguientes:

Los contaminantes atribuibles a las fuentes fijas en mayor proporción son los óxidos de azufre y las partículas en suspensión. Sin embargo, los óxidos de azufre no superan, en general, las normas de calidad del aire, con las salvedades que se expresaron antes y no son, por lo tanto, una prioridad en cuanto a solución. En cuanto a las partículas en suspensión, es necesario recordar el concepto de respirabilidad que se analizó antes para determinar su importancia como agente patógeno. Si el volumen total de material particulado se analiza desde ese punto de vista, se obtiene lo que se muestra en los cuadros siguientes:

Cuadro N°6
Respirabilidad del material particulado

Diámetro de Partículas en um	10	5	3,5	2,5	2,0
Respirabilidad MP %	0	25	50	75	100

Aporte estimado por fuente a la fracción respirable

Tipo de fuente	Aporte (%)
Polvo de calles	15
Calderas	9
Vehículos:	
Gasolina	4
Diesel	71

Fuente: Universidad de Chile (1985) y para las partículas en suspensión las conclusiones del “Estudio de Caracterizaciones Físicas y Químicas de Partículas en Suspensión en la Región Metropolitana”, realizado también por la Universidad de Chile

De tal manera que el aporte de los vehículos, en especial los provistos de motor diesel, es importantísimo en la fracción de las partículas que producen serio daño a la salud.

Si se suma a este hecho que los vehículos generan también los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono y los hidrocarburos, peligrosos de por sí y además generadores de ozono, se verá que la contaminación atmosférica de la Región Metropolitana, en lo que se refiere a efectos en la salud, está estrechamente ligada a los vehículos de motor, y mucho menos a la producción industrial.

Si bien el polvo del suelo es muy importante en cuanto a porcentaje de aporte a las partículas totales, su importancia disminuye notablemente en los aspectos de salud, ya que se trata en general de partículas grandes y pesadas con poco efecto en la salud de la población.

Si el análisis se profundiza más se verá que las emisiones vehiculares pueden dividirse en dos: las que provienen de los vehículos bencineros y las que son generadas por los vehículos diesel. Los primeros son responsables de casi todas las emisiones de monóxido de carbono, de dos terceras partes de los hidrocarburos y la mitad de los óxidos de nitrógeno. Los motores diesel, en cambio, generan más de dos tercios de las partículas respirables y casi la mitad de los óxidos de nitrógeno. Hacen, además, una contribución no despreciable a los óxidos de azufre.

No es una exageración, por lo tanto, asociar la contaminación atmosférica metropolitana con su parque vehicular, sin que ello signifique ignorar los aportes de las fuentes fijas. Pero desde el punto de vista de las prioridades en lo que se refiere a la búsqueda de soluciones no existe duda alguna.

Otras fuentes menores de contaminación atmosférica son muchas veces mencionadas, en ocasiones en forma que no guarda relación con su importancia: la quema de hojas, el barrido de calles y la calefacción domiciliaria se cuentan entre ellas, aunque existen indicios de que esta última podría estar adquiriendo importancia creciente en el último tiempo.

5.- EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE IMPUESTOS AMBIENTALES EN EUROPA EN REEMPLAZO DEL PERMISO DE CIRCULACIÓN

5.1.- Holanda: Alternativa de aplicación del impuesto ambiental, sobre el uso del automóvil, medido en kilómetros.

5.1.1.- Tasa por kilometraje para los conductores

El 13 de noviembre de 2009, el gobierno holandés propuso sustituir el actual impuesto de circulación por una tasa por kilometraje para los conductores. La medida ha sido aprobada por el gabinete y será sometida al parlamento. Si es aprobada, los Países Bajos serán el primer país europeo en aplicar una tasa por kilometraje a los conductores. La nueva ley obligaría a los conductores a pagar una tasa de 3 céntimos de euro (0,07 USD) por cada kilómetro que conduzcan; el importe aumentará progresivamente hasta 6,7 céntimos de Euro por kilómetro en 2018. Desde el principio, se cargará una tasa superior durante las horas punta y a los vehículos más

perjudiciales para el medio ambiente. Si el parlamento aprueba la legislación propuesta, entrará en vigor en 2012.

5.1.2.- Atascos y medio ambiente

La legislación propuesta para la tasa por kilometraje es la apuesta del gobierno para reducir los embotellamientos de tráfico y disminuir las emisiones de CO₂ causadas por vehículos contaminantes. El gobierno confía en que los cambios propuestos no tengan un impacto negativo en los conductores en general: desde el momento en que entre en vigor la nueva ley, se eliminará el impuesto actual de circulación y el gobierno introducirá varios incentivos para fomentar la compra de vehículos más “verdes”. La investigación demuestra que la política tarifaria para las carreteras reducirá la congestión del tráfico a la mitad y bajará los accidentes mortales de tráfico en un 7%. El número de kilómetros conducidos descenderá un 15%, algo muy positivo para el medio ambiente dado que las emisiones de CO₂ y de partículas finas caerán alrededor de un 10%.

5.1.3.- Tarifas

Existirá una tarifa básica para cada kilómetro. La tarifa para turismos seguirá dependiendo de las emisiones de CO₂. Tal y como ya se ha mencionado, la tarifa media será inicialmente de 3 céntimos/kilómetro, hasta llegar a los 6,7 céntimos en 2018. Para otros vehículos, como furgonetas, camiones y autobuses, la tarifa básica seguirá estando determinada por el peso. La nueva legislación también permite cobrar una tarifa extra sobre la tarifa básica durante las horas punta.

Estarán exentos del pago los automóviles para discapacitados, los tractores agrícolas, los taxis, los autobuses del transporte público, automóviles clásicos anteriores a 1987, vehículos con restricciones de velocidad y motocicletas.

5.1.4.- Ingresos

Como se eliminará el impuesto de circulación y el impuesto de compra de automóviles y motocicletas, los conductores pagarán un impuesto por la utilización de su vehículo, en lugar de por su propiedad. Los ingresos generados no superarán los de los impuestos “antiguos”. De hecho, se espera que el 59% de los conductores paguen menos con el nuevo sistema. Los ingresos de la tasa por kilometraje irán directamente al fondo para infraestructuras, que se utilizará para construir carreteras, ferrocarriles y otros tipos de infraestructura.

5.1.5.- Sistema de detección por GPS

Deberá instalarse en cada automóvil un aparato de control por satélite, que enviará información a un punto central de facturación; no obstante, todavía no está claro quién correrá con los costes de este aparato y de su instalación. Quienes se oponen a la legislación, argumentan que controlar a los conductores de esta forma pondrá en peligro la privacidad de los ciudadanos. El gobierno ha prometido que creará las garantías necesarias para eliminar en lo posible el riesgo de abuso.

5.1.6.- Vehículos extranjeros

Se establecerá un sistema alternativo de pago para vehículos extranjeros.

5.2 España: Alternativa de aplicación de Impuesto Ambiental en la compra de un automóvil, según la emisión de CO₂ que emita.

Seguro, impuesto de circulación, de matriculación... Comprar un automóvil nuevo supone un goteo de gastos que sumar al precio del vehículo en sí. Desde el 1 de enero de 2008 se cobra una carga impositiva conocida como "Impuesto verde" o "tasa ecológica", que no es sino el impuesto de matriculación (equivalente al permiso de circulación en Chile), aplicado ahora no en función de la cilindrada o potencia del vehículo, sino teniendo en cuenta las emisiones de dióxido de carbono de cada automóvil.

Entre el 20% y el 25% del dióxido de carbono que se emite a la atmósfera procede de la industria del transporte. De este porcentaje, un 10%-12% es producido por los automóviles y las emisiones medias de CO₂ de los turismos y todos terrenos matriculados en España en 2006 se situaron en 151,91 gramos por kilómetro recorrido. Aunque la cifra supone un descenso respecto a anteriores períodos, aún se aleja del objetivo de emitir 120 gramos por kilómetro, el máximo fijado por la Comisión Europea para 2012.

Entre un 10%-12% del dióxido de carbono emitido a la atmósfera es producido por los automóviles

5.2.1.- Alcances de este nuevo impuesto

El nuevo impuesto forma parte de la nueva Ley de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera, ya que las emisiones de dióxido de carbono contribuyen a incrementar los efectos del cambio climático. La ley pretende mejorar también la calidad del aire de las grandes ciudades, que, a la vista de los datos, no gozan de buena salud ambiental. Las autoridades persiguen que los ciudadanos se impliquen en la mejora de estas condiciones y en la conservación del medio; debido a ello, con la meta además de

conseguir el objetivo europeo, durante noviembre del año pasado se reformó la Ley de calidad del aire y protección de la atmósfera en cuanto a las tasas de matriculación. En la disposición adicional octava de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, se establece la reestructuración del Impuesto sobre determinados medios de transporte. Se modifica la Ley 38/1992, de 28 de diciembre, de Impuestos Especiales. Esta tasa ecológica tendrá la siguiente base:

- 1) Vehículos con menos de 120 gramos de CO₂ por kilómetro: exentos de tributo.
- 2) Vehículos entre 121 gramos de CO₂ por kilómetro y 160 gramos de CO₂ por kilómetro: 4,75% de carga impositiva
- 3) Vehículos entre 161 gramos de CO₂ por kilómetro y 200 gramos de CO₂ por kilómetro: 9,75%.
- 4) Vehículos con más de 200 gramos de CO₂ por kilómetro: 14,75% (en esta categoría se incluye también a los "quads" y las motos acuáticas).

El anterior impuesto de matriculación -Impuesto Especial sobre Determinados Medios de Transporte- estaba establecido en dos tramos, en función de la cilindrada de los vehículos:

- El tipo se situaba en el 7% para coches de gasolina de menos de 1.600 centímetros cúbicos, y vehículos diesel de hasta 2.000 centímetros cúbicos.
- El tipo se elevaba al 12% para vehículos de cilindradas superiores.

El tipo medio ponderado para el mencionado impuesto, en sus términos actuales, sería del 8,3%, mientras que el "Impuesto Ecológico" supone un tipo medio ponderado del 7,3%, un 1% menos. Una rebaja de precio es siempre una noticia positiva para el consumidor. Sin embargo, podría no serlo de manera efectiva si los fabricantes decidieran utilizarlo para mejorar sus márgenes comerciales, especialmente en un momento como el actual, en el que el mercado arroja claros síntomas de debilidad, dada la tendencia alcista de los tipos de interés y al fuerte endeudamiento familiar.

5.2.2.- Consecuencias

La ya conocida como tasa ecológica pretendía conseguir la reducción de las emisiones de CO₂ en un 5% durante 2008, meta que fue lograda ya que alcanzó en la realidad un 8% reducción, además de agregar que el 2010 se logró un reducción del 11,3% de emisiones de CO₂. La idea era que permitiría a los fabricantes de automóviles

acercarse al nivel de emisiones de 140 gramos por kilómetro, la cifra pactada con la Unión Europea para 2008. Ésta es una de las consecuencias positivas de esta medida fiscal, la efectiva reducción de las emisiones de CO₂, a lo que hay que añadir que la nueva política potencia la investigación para la consecución de mecánicas más eficientes que consuman menos, y contaminen también en menor grado. Sin embargo, a nivel ciudadano aún no existe la implicación deseada. Así lo admite la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC) en su propuesta de 19 de febrero de 2008, donde se señala la exigua demanda de vehículos eficientes en términos de CO₂, y se especifica que "los consumidores no desean pagar por las soluciones técnicas más eficientes energéticamente: todavía no es una prioridad".

La tasa ecológica supone un tipo medio ponderado del 7,3%, un 1% menos que el anterior impuesto de matriculación

La preocupación pública por la calidad medioambiental y su relación con los vehículos es una realidad que supera nuestras fronteras. Nueve estados de la Unión (Austria, Bélgica, Chipre, Dinamarca, Francia, Holanda, Portugal, Suecia y Reino Unido) basan sus sistemas fiscales aplicables al vehículo o combustible en las emisiones de CO₂ de los vehículos, o en el consumo de combustible. Los sistemas, sin embargo, difieren fuertemente de unos países a otros, por lo que la industria aboga por una armonización de la fiscalidad de vehículos y combustibles alternativos en la UE, basada en una serie de premisas:

- Todos los impuestos sobre el automóvil deberían sustituirse por impuestos sobre el uso, para enviar un mensaje claro a los consumidores.
- El CO₂ debería ser en todos los países el criterio clave para la fiscalidad, con el fin de incentivar la compra de vehículos con menores emisiones de este elemento.
- La fiscalidad debería ser neutra desde un punto de vista técnico, sin primar una tecnología sobre otra para permitir que compitan entre sí las mejores soluciones.
- No debería discriminar tipos, segmentos o clases de vehículos.
- Debería ser lineal: cada gramo de CO₂ debería ser gravado de igual manera.
- No debería suponer un incremento de la presión fiscal del automovilista, ya de por sí muy elevada.

5.2.3 Cálculo de gramos CO₂ por litro quemado de combustible

Contaminación de diesel versus gasolina

Un motor diesel contaminaba más que uno de gasolina, y ahora que el CO₂ es tan importante porque determina el tipo de impuesto que se paga y si un vehículo entra o no en el Plan 2000E se ha observado que los diesel emiten claramente menos CO₂ que la gasolina. ¿Por qué sucede esto? ¿Existe algún modo de calcular las emisiones sabiendo el consumo? A igualdad de cilindrada, ¿son mayores las emisiones de CO₂ de un motor cuanto más potencia tenga? ¿Por qué no hay coches grandes con motor de gasolina por debajo de los 120 g/km de emisiones, en los que se puede ahorrar el impuesto de matriculación?

Efectivamente, **las emisiones de CO₂ sirven de base para catalogar a cada vehículo dentro de los diferentes tramos de impuestos que existen**. Así, desde enero de 2008 los vehículos con unas emisiones de CO₂ por debajo de 120 g/km están exentos del impuesto de matriculación, mientras que la tasa es de un 4,75% si las emisiones están entre 120 y 160 g/km, de un 9,75% si el vehículo emite de 160 a 200 g/km y de un 14,75% si se superan los 200 g/km.

Un apunte interesante a este respecto y que mucha gente no sabe es que existen vehículos que rozan la frontera entre uno y otro tramo, y que pueden pasar al tramo superior sólo por el hecho de elegir la opción de unas ruedas más anchas o un cambio automático. Y en ese caso **la subida del impuesto no sólo afecta al precio del vehículo, sino que también lo hace con el precio de las opciones**.

Existen muchos contaminantes en los gases de escape

Las emisiones en un motor de gasolina son diferentes a las de los diesel, y también lo son las normativas que regulan las emisiones máximas en cada caso. Existen muchas sustancias contaminantes en los gases de escape, y el CO₂ es sólo una de ellas. **Y sí, es cierto, los diesel emiten más CO₂** (y también más óxidos de nitrógeno, partículas y azufre, aunque bien es cierto que estas emisiones son fáciles de controlar con los nuevos filtros de partículas). **En concreto, por cada litro de combustible quemado un motor diesel genera unos 2,65 kg de CO₂, mientras que en un motor de gasolina un litro de combustible consumido es equivalente a unas emisiones de 2,37 kg de CO₂**. Si comparas por tanto un motor de gasolina y un diesel con consumos iguales, el de gasolina emite menos CO₂. Sin embargo, entre un diesel y un gasolina con rendimiento o prestaciones similares el diesel suele gastar menos, tanto menos como para compensar sus mayores emisiones de CO₂ y salir vencedores en la cuenta final. Por eso **hay pocos coches grandes con motor de gasolina con**

emisiones por debajo de los 120 g/km, y los que empieza a haber tienen motor diesel, o recurren a la tecnología híbrida, como el Toyota Prius y el Honda Insight.

Con unas emisiones de CO₂ de 101 g/km, el Insight de Honda es, junto con el Prius de Toyota, una de las alternativas para los que buscan un vehículo de cierto tamaño con motor de gasolina exento de pagar el impuesto de matriculación.

Con los datos dados, sabiendo el consumo medio resulta muy fácil calcular las emisiones de CO₂ de un vehículo en gramos por kilómetro de forma aproximada. Para ello sólo se multiplica el consumo por 26,5 en el caso de tratarse de un motor diesel, y por 23,7 en los gasolina.

En todos los casos, gasolina y diesel, las emisiones de CO₂ son directamente proporcionales al consumo, es decir, no dependen de la potencia del motor. A igualdad de tipo de combustible, si un motor es más potente que otro pero gasta menos, tendrá menos emisiones.

En el cálculo antes definido, no se ve afectado por los octanajes de las gasolinas.

6.- APLICACIÓN EN CHILE DE UN IMPUESTO AMBIENTAL EN REEMPLAZO DEL PERMISO DE CIRCULACIÓN ACTUAL

6.1.- Fundamento para cambiar el permiso de circulación actual en Santiago

Si analizamos las medidas que se han implementado en Santiago, no cabe más que deducir que a pesar de todos los esfuerzos realizados, tenemos niveles de congestión y contaminación extremadamente altos, además de que algunas medidas o formas de combatir estas externalidades no ayudan a reducir el problema en cuestión, como es el caso del impuesto al combustible que solo es un impuesto recaudatorio, el impuesto a la circulación que no incide en nada en la circulación de los vehículos y la contaminación, ya que produce un efecto totalmente contrario.

Si bien es cierto se han hecho esfuerzos en inversión en infraestructura vial, el crecimiento del país, y su parque automotriz esta también en bastante crecimiento. Ya que la centralización en Santiago sigue siendo muy alta y la descentralización hoy el 2011 es una ilusión que está lejos de concretarse

Algunas de las soluciones propuestas se traducen en un cambio cultural, en la forma en que cuidamos nuestro medio ambiente y nuestra calidad de vida.

Esto radica también en la clase de vehículo que compramos, ya que Santiago no está preparado para que circulen autos y vehículos de gran tamaño, todo esto fundamentado en sus enormes formatos, además de su alta contaminación que provocan.

También tiene importancia tratar de usar para trasladarse, el transporte público, ya que si bien es cierto es un desafío para este nuevo gobierno, pero es fundamental para que el impuesto en estudio tenga efectividad.

También es fundamental usar el auto en forma más eficiente y tratar de dejar un segundo auto en casa.

Hay que cambiar también la cultura de compra de autos y camiones, esto significa comprar autos más ecológicos (City Car), autos eléctricos e híbridos, los cuales quedarán exentos de este impuesto. El año 2012 llega el primer auto eléctrico a Chile.

Como es costumbre en el ser humano, si esperamos que por sí solo ocurran estos cambios, es muy difícil que se concreten, a no ser que una ley o impuesto los obligue a cambiar en pos de un bien común.

Además hay que estar consientes que como Chile es parte de OCDE, tiene que cumplir algunas exigencias medioambientales, que el organismo le exigirá sobre todo en temas relacionados con el calentamiento global y CO2 emitido al medioambiente.

Lo importante es que nunca hay que dejar de buscar herramientas para buscar soluciones y a través de este análisis podemos inferir que cambiar el permiso de circulación por un impuesto ambiental, el cual pueda cambiar y producir un cambio en el patrón de compra de un automóvil, camión, u otro medio de transportes, la forma y tiempo de kilómetros circulados, o simplemente cambiar por el uso de un transporte público, pueda significar una asignación más justa del permiso por circular en Santiago.

Incluso también tiene mucha incidencia en los que vienen de provincia y lo hagan en sus autos, ya que esto incentivará a dejar los autos estacionados fuera del área región metropolitana para no quedar afectados al impuesto. O simplemente usar transporte público para llegar a Santiago.

6.2.- Metodología de aplicación al nuevo cálculo del impuesto ambiental en la Región Metropolitana

La idea al aplicar este nuevo método, hay dos factores que se toman en cuenta, para que el nuevo impuesto ambiental sea viable.

El primer factor es que no tenga efectos en la recaudación que actualmente tiene el permiso de circulación, ya que como es sabido es fundamental para las municipalidades y sus flujos internos, y la importancia recae en no perder estos ingresos.

Además el proyecto pretende que todos los meses ingrese dinero a las arcas municipales, ya que se cobrará en forma mensual, lo que permitirá una mayor planificación en el año. Versus lo que hay hoy, donde reciben una vez al año lo que significa un mayor desajuste en flujos de cada municipalidad, sobre todo las más pobres.

El segundo factor es, que el cambio del permiso de circulación no signifique un aumento de costo para los usuarios, sino que solamente se modifique su metodología de cálculo, en base a variables que tengan relación con el valor del auto y el grado de contaminación que emite en su peso (cilindrada) y como gran cambio solo si usas el auto para circular se aplicará el impuesto, si lo dejas en tu casa no pagas.

Lo importante es recordar que este impuesto no es de carácter recaudatorio, ya que lo que pretende es solamente reducir en parte externalidades producidas por la contaminación atmosférica y la congestión vehicular.

Es importante señalar también que es un impuesto más justo ya que como está determinado el que circula paga, ya que tendrá un valor por kilómetro recorrido mensual, el que será controlado por un GPS incorporado el auto que enviará señales solo de kilómetros recorridos y no de lugares que ha recorrido, lo que resguarda la seguridad y la privacidad del los usuarios.

Estos datos serán recepcionados por un administrador de la información que es la misma empresa de GPS, que enviará a cada municipalidad los kilómetros recorridos, la cual procederá a emitir la boleta de su permiso circulación mensual y enviada a su casa para su pago en cualquier empresa de servicios, con la cual las municipalidades tengan convenio (Servipag, sencillito, bancos, etc.,)

Respecto a las horas punta, también es importante destacar que se producirá un recargo en valor por kilómetro recorrido en estas horas punta de congestión.

Se pretende usar el mismo criterio que hoy usan las autopistas concesionadas.

Serán consideradas horas punta entre 7:00 y 9:00 de la mañana y entre 18:00 y 20:00 en la tarde.

Para definir donde quedarán los recursos, cada persona deberá inscribir su auto en cada municipalidad y autorizar donde quiere que vaya su impuesto en marzo de cada año, junto con pagar su seguro automotriz que lógicamente tiene otro destino.

Es obligatorio pagar el impuesto ambiental mes a mes, ya que el no pago significará, que su auto no puede circular y será sancionado como lo es actualmente.

Como las boletas se emiten mensualmente, una vez vencidas quedarán como pendientes y serán enviadas al boletín comercial y registro municipal de pendientes por pagar al igual que el (TAG), Carabineros tendrá acceso al sistema y además tendrá que exigir la última boleta pagada del mes cuando haga su control.

En la última boleta se acumula el saldo pendiente del mes anterior por lo que Carabineros siempre debe exigir la última boleta pagada del mes anterior.

El plazo para pago de cada boleta será de 5 días de emisión de la misma.

El proyecto también contempla la exención de este impuesto ambiental, algunos tipos de autos, con una baja cilindrada, y muy económicos, como por ejemplo que rindan más de 20 kilómetros por litro en consumo de gasolina o petróleo.

También quedarían exentos de este impuesto ambiental autos hídricos, autos eléctricos, motos y motocicletas, ya que su nivel de contaminación es bajo o nulo. Además, quedarán exentos autos de minusválidos, porque al bajar el costo de circulación se ayuda a este segmento a poder optar a trasladarse en vehículo en forma más económica y el transporte público en general, ya que la baja en los costos puede significar un ahorro para invertir en mejorar la calidad del servicio.

6.2.1.- Forma de cálculo, base imponible y tramos del nuevo impuesto

Primero no afecta la recaudación. Para lograr esto tomaremos las cifras, tanto de la región metropolitana como a nivel nacional en relación a lo que se proyecta para el 2011 y su parque automotriz.

El parque automotriz a nivel nacional es de 3.000.000 de vehículos, de los cuales en la región metropolitana se encuentran concentrados 1.300.000, de ellos se proyecta un crecimiento de un 5 a un 10% anual en los siguientes años.

La recaudación el año 2011 se proyecta en \$225.000.000.000 de pesos de los cuales un 80% queda en la región metropolitana, es decir 180.000.000.000

Se planteara una tarifa de UTM por kilómetro recorrido, la cual se definirá tomando en cuenta el modelo actual español que toma en cuenta la condición técnica del auto y el grado de contaminación que emite, que viene definido en cada auto al momento de su compra y el avalúo fiscal que tenga, el cual se basará en el valor definido en el método actual del permiso de circulación en Chile.

Modelo español actual¹⁴²

Hasta los 120 gramos de CO₂ no pagarán impuesto de matriculación.

Desde los 120 hasta 160 gramos de CO₂ pagarán el 4,75% sobre el precio compra de fábrica

Desde los 160 hasta 200 gramos de CO₂ pagarán el 9,75% sobre el precio compra de fábrica

Más de 200 gramos de CO₂ pagarán el 14,75% sobre el precio compra de fábrica

Como base de cálculo de CO₂, tenemos que definir que la emisión de CO₂ de kilos por litro de combustible es:

Gasolina sin Plomo 2,37 Kilos/CO₂

Petróleo 2,65 Kilos/CO₂

Tomaremos un Promedio entre estos cálculos

Tenemos 2,5 Kilos /CO₂ por litro consumido para Chile, si esto lo llevamos a gramos nos da los siguiente 2500 gramos/CO₂ al aire por litro consumido.

Modelo chileno actual¹⁴³

Escala progresiva para el cálculo del permiso de circulación

1/2 utm Mínimo

- 1) Sobre la parte del precio que no exceda de 60 Unidades Tributarias Mensuales (UTM), 1%;
- 2) Sobre la parte del precio que exceda la cantidad anterior y no sobrepase de 120 UTM, 2%;
- 3) Sobre la parte del precio que exceda la cantidad anterior y no sobrepase de 250 UTM, 3%;

¹⁴² Fuente: Sistema de Transporte Español

¹⁴³ Fuente: SII

- 4) Sobre la parte del precio que exceda la cantidad anterior y no sobrepase las 400 UTM, 4%;
- 5) Sobre la parte del precio que exceda de 400 UTM, 4,5%.

Planteamos un sistema que mezcle estas dos formas.

Por una parte 4 tramos para definir cuanto aporta de contaminación el cual presentamos a continuación Cuadro 7:

Cuadro N°7¹⁴⁴
Aporte CO2 por litro quemado de gasolina o petróleo
(se toma como promedio base emisiones de 2.500 gramos de CO2 por litro quemado)

Kilómetros por litro		
Desde	Hasta	Tramo
	125 gramos (20 K/Litro)	1
125 gramos (20 K/Litro)	166 gramos (15 K/Litro)	2
166 gramos (15 K/Litro)	208 gramos (12 K/litro)	3
208 gramos (12 K/litro)		4

Como segunda etapa creamos un segundo cuadro con los tramos de valor de vehículos que se detalla a continuación en el Cuadro N°8

Cuadro N°8¹⁴⁵
Tramos según el valor de los vehículos

Tramo	Avalúos fiscales en UTM
1	0-50
2	50,1 -60
3	60,1-120
4	120,1-250
5	250,1-400
6	400 -1000
7	1000 - 2500

Como resultado proponemos una matriz (Cuadro N°9) que nos indica en la primera columna el avalúo fiscal que cada vehículo tiene. En las siguientes columnas se indica

¹⁴⁴ Elaboración propia.

¹⁴⁵ Elaboración propia.

la cantidad de kilómetros por litro que cada auto emite, por ende como resultado obtenemos la cantidad de gramos de CO₂ que se emiten al aire. Cuando confrontamos kilómetros por litro y avalúo fiscal la matriz nos señala en cada línea cuantas UTM debe pagar por permiso de circulación, en términos de valor de adquisición y cuanto contamina.

Cuadro N°9¹⁴⁶
UTM por kilómetro recorrido
(Valor UTM \$35.000)

Avalúos fiscales (UTM)	Kilómetros por litro K > 20 (125 gr. CO ₂)	K= kilómetros por litro 15 < K <=20 (167 gr. y 125 CO ₂)	K= kilómetros por litro 12 < K <=15 (208 gr. y 125 CO ₂)	K= kilómetros por litro K <= 12 (209 gr. CO ₂)
0-50	0,0000091	0,0000120	0,0000150	0,0000182
50,1 -60	0,0000109	0,0000145	0,0000182	0,0000218
60,1-120	0,0000436	0,0000582	0,0000727	0,0000873
120,1-250	0,0001364	0,0001818	0,0002273	0,0002727
250,1-400	0,0003636	0,0004364	0,0005091	0,0005818
400 -1000	0,0006545	0,0009818	0,0013091	0,0016364
1000 – 2500	0,001636364	0,002454545	0,003272727	0,004090909

La tabla de impuestos tendrá un recargo en hora punta.

Sobre 2500 UTM se aplicará último tramo con valor de 0,00409 UTM por kilómetro recorrido.

El promedio de pago en cada tramo es consistente con lo que se está pagando actualmente con el permiso de circulación anterior, ejemplo de ello se detalla a continuación Cuadro N°10:

Considerando un promedio de kilometraje de auto anual de 27.500 kilómetros.

¹⁴⁶ Elaboración propia.

Cuadro N°10¹⁴⁷
Pago anual en UTM y pesos
Considerando un promedio de kilometraje e auto anual de 27.500 kilómetros

Tramo 1		Tramo 2		Tramo 3		Tramo 4	
Pago en UTM	Pago en pesos						
0,25	8750	0,33	11550	0,413	14455	0,5	17500
0,3	10500	0,4	14000	0,5	17500	0,6	21000
1,2	42000	1,6	56000	2	70000	2,4	84000
3,75	131250	5	175000	6,25	218750	7,5	262500
10	350000	12	420000	14	490000	16	560000
18	630000	27	945000	36	1260000	45	1575000
45	1575000	67,5	2362500	90	3150000	112,5	3937500

6.2.2.- Niveles de recaudación y distribución del impuesto

Si consideramos nuestra distribución de nuestro parque automotriz actual y su valor como avalúo fiscal en los tramos definidos, incorporando la variable contaminación tendremos la siguiente recaudación de acuerdo a cuadro 11:

Cuadro N°11¹⁴⁸
Recaudación según la distribución del parque automotriz

Distribución Parque Aut. %	Promedio Pagos	1.300.000	Parque automotriz RM Recaudación
5%	13063,75	65000	849.143.750
15%	15750	195000	3.071.250.000
37%	63000	481000	30.303.000.000
32%	196875	416000	81.900.000.000
7%	455000	91000	41.405.000.000
3%	1102500	39000	42.997.500.000
1%	2756250	13000	35.831.250.000
			236.357.143.750

¹⁴⁷ Elaboración propia.

¹⁴⁸ Elaboración propia.

En términos generales aseguramos la recaudación, y aseguramos que se aplica en forma justa, ya que si no te movilizas no pagas.

Si tomamos en cuenta que el 2010 se recaudó \$206.972.789.143, monto que es menor a la que podríamos recaudar bajo proyección del cuadro antes señalado.

6.3.- Análisis en la planificación, implantación y efectos del nuevo impuesto ambiental en Región Metropolitana

6.3.1.- Sistemas GPS y su factibilidad

La fuente técnica de este punto fue extraída del centro de pesca español Club de la Mar.

El GPS o sistema de posicionamiento Global, Global Positioning System, es un sofisticado sistema de orientación y navegación cuyo funcionamiento está basado en la recepción y procesamiento de las informaciones emitidas por una constelación de 24 satélites conocida como NAVSTAR, orbitando en diferentes alturas a unos 20.000 Km. por encima de la superficie terrestre.

Cada satélite, da dos vueltas diarias al planeta, una cada doce horas. Las trayectorias y la velocidad orbital han sido calculadas para que formen una especie de red alrededor de la tierra (debe haber todo momento cinco satélites, a la vista en cualquier zona), de manera que un receptor GPS a cualquier hora del día o de la noche, en cualquier lugar, con independencia de las condiciones meteorológicas, pueda facilitar la posición que ocupa al captar y procesar las señales emitidas por un mínimo de tres satélites.

Esta puede captar Unidades de distancia: (Dist. units) Esta subfunción permite seleccionar las unidades de longitud de la información (Km., millas y millas marinas)

Es importante señalar que el tema de la seguridad de la información es vital, por ende los datos que entregue el controlador de GPS, solo se limitará a la de kilómetros recorridos, la cual deberá borrar después de un tiempo determinado, y no podrá recopilar ninguna información adicional que pueda tener acceso, ya que esto será penado por ley. También estará prohibido entregar información a entes con no estén autorizados por esta nueva ley.

En el proyecto presentado en Holanda, este tema debió ser superado, con leyes estrictas que aseguren la privacidad del usuario.

Respecto vulnerabilidad, si bien es cierto, al menos en Chile actualmente el sistema se puede vulnerar si detectamos donde está ubicado en el auto, las empresas consultadas señalaron, que podrían desarrollar, sistemas para detectar cuando un dispositivo en el automóvil está siendo vulnerado y así poder controlar y sancionar con multas significativas, ya que está conectado a un satélite que emite información del dispositivo.

Respecto a los autos nuevos, ya deberán venir con dispositivos en varios lugares del automóvil inviolables.

6.3.2.- Administrador financiero y recaudador del impuesto

Cuando se piensa en un administrador financiero, debemos implantar un sistema que reciba la información de las empresas de GPS, que administra los kilómetros que cada vehículo recorre dentro del radio de la región metropolitana.

Es recomendable separar, estas dos instituciones para velar por la garantía y las responsabilidades de la información.

Las empresas de GPS, solo se dedican a informar kilómetros recorridos y no destinos de esos kilómetros.

Así como también si descubren que se está vulnerado el sistema de GPS, estas empresas deberán informar al administrador financiero, para que curse las multas por las infracciones.

Este administrador debe ser capaz de emitir facturas o boletas mensuales, y enviarlas a las direcciones de cada contribuyente. Esta entidad deberá suscribir convenios con entidades recaudadoras, para así facilitar la gestión de pago de los deudores.

También deberá de encargarse de hacer cobranzas, para el cumplimiento mensual del impuesto, con publicaciones en el boletín comercial y posterior información a los juzgados de policía local, para aplicar las infracciones por no circular con su impuesto al día.

Una vez recaudado el impuesto deberá enviar los dineros, a las respectivas municipalidades, donde se inscribió su automóvil y al fondo municipal solidario respectivamente. Es importante destacar que las municipalidades contarán con dinero

mensual y no una vez al año, esto les permitirá programar sus flujos de forma más eficiente y ordenada.

El recaudador financiero cobrará una comisión por administración, recaudación y servicio de GPS, por cada operación en la misma boleta que emita a los contribuyentes.

Al administrador financiero pagar los servicios a las empresas de GPS, así como también puede cobrar otros servicios a los contribuyentes, tales como seguro obligatorio u otros.

Esta entidad será auditada por la agrupación de municipalidades, para velar por la transparencia del sistema

6.3.3.- Resultados en descongestión y descontaminación en Santiago al aplicar un impuesto ambiental

Para poder determinar el real impacto que tendría un impuesto ambiental en la región metropolitana, analizaremos un estudio empírico que permitió determinar el impacto que tendría sobre los flujos de pasajeros de transporte público de Santiago (buses y Metro), y los flujos vehiculares en las calles, la implementación de una política de restricción vehicular.

Durante el año 2008, en la ciudad de Santiago de Chile tuvimos dos tipos de restricción al uso de vehículos: una restricción permanente, que rige durante el invierno entre los meses de abril y agosto, y que afecta al 40% de los vehículos sin convertidor catalítico (S/SV: sin sello verde), y una restricción adicional que se aplica solo durante los días en que se decreta pre-emergencia ambiental, y que restringe un 60% de los vehículos S/SV y a un 20% de los vehículos con convertidor catalítico (C/SV: con sello verde). En ambos casos, se prohíbe la circulación de los vehículos entre las 7:30 y las 21:00 hrs. El análisis lo efectuamos usando datos de flujos de usuarios de Metro, de buses, y de mediciones de los flujos de vehículos durante el año 2008. Encontramos que la restricción permanente al 40% de los vehículos S/SV (entre abril y agosto) no genera un impacto relevante sobre los flujos vehiculares. Esto se debe a que, por un lado, del total de 1.200.000 vehículos que hay en Santiago, solo 120.000 son S/SV (es decir, fueron adquiridos a mediados de la década de los 90), por lo que la restricción permanente rige solo sobre el 40% del 10% del parque automotriz total de Santiago (INE, 2008); es decir, únicamente sobre un 4% del parque total de vehículos. Además, los vehículos S/SV son más antiguos y más baratos, por lo que serían adquiridos, en su mayoría, por personas de menores ingresos, las cuales

difícilmente podrían pagar la bencina y los gastos que significan un uso habitual del automóvil.

Un segundo resultado es que durante los días de pre-emergencia ambiental, en que se aplican seis dígitos de restricción a los vehículos S/SV y dos dígitos de restricción a los vehículos C/SV, el flujo vehicular se redujo cerca de un 5,3% durante un día hábil promedio, que equivale a alrededor de 176.000 viajes menos en automóviles. Este valor es significativamente inferior al 20% de vehículos C/SV que en teoría debieran ser afectados por la restricción adicional durante los días de pre-emergencia. Tal diferencia se puede explicar por varias razones. La primera es que algunos de los automovilistas cuyo vehículo principal se vea afectado por la restricción, disponen de un segundo automóvil para esos días; la segunda razón, de la que encontramos evidencia en este estudio, es que un porcentaje de los automovilistas adelanta su horario de viaje (antes de las 7:30 hrs.) para así evitar verse afectado por la medida; por último, podría ser que algunos automovilistas simplemente no respeten la medida (de hecho, los días de pre-emergencia se cursan cerca de 150 partes diarios, fiscalizando solo una pequeña parte de la red vial). Un tercer resultado de nuestro estudio es que durante los días de pre-emergencia, la afluencia diaria a la red de Metro aumenta aproximadamente cerca de un 3,1%, esto es, casi 70.000 viajeros adicionales. Esta cifra es menor al número de viajes en automóvil que se dejan de hacer (cerca de 176.000 por día), por lo que es esperable que la diferencia de viajes sea porque se usen otros modos alternativos (como taxi, taxi-colectivo, caminata, bicicleta o buses); se utilice otro automóvil; se deje de hacer el viaje; o, simplemente, no se respete la medida. Si una parte importante de los afectados por la medida decidiera usar el bus en lugar del auto, la utilización de los buses también debiera aumentar de manera estadísticamente fuerte; sin embargo, nuestras estimaciones muestran que el uso de los buses se mantiene durante los días de pre-emergencia.

Al analizar el estudio antes enunciado, solo podemos inferir, que efectivamente, si queremos implementar un impuesto ambiental sobre base de kilómetros recorridos que desincentive usar el vehículo, tomando como base la experiencia Holandesa, que tiene proyectado reducir en 50% la congestión vehicular y un 7% los accidentes mortales, lo cual conlleva una reducción de los kilómetros conducidos en un 15% y disminución de CO₂ y partículas finas en un 10%, es fundamental mejorar nuestra estructura de Transporte público, ya que si no se produce solo estaríamos frente a un impuesto solamente de carácter recaudatorio, y por ende los alejaríamos del objetivo que tiene, que es corregir una conducta.

Si calculamos que en la región metropolitana un auto circula en promedio 70 kilómetros diarios, y lo multiplicamos por 1300000 autos que circulan el año 2011,

tenemos un total circulado 91.000.000 de kilómetros. En esto no lleva a concluir, que para reducir un 15% de kilómetros circulado (experiencia Holandesa) que alcanzan un valor de 13.650.000 kilómetros, debemos sacar de circulación 195.000 autos o camiones Santiago.

Para logra estos índices, además de crear conciencia y un desincentivo a través de la aplicación de este impuesto, debemos ampliar la red de metro y mejorar estructuralmente el transporte público.

El estado deberá tener un rol fundamental, en mejorar el transporte público, así como también subsidiar la compra de autos no contaminantes, y así reducir los niveles de contaminación.

Es importante recordar que los autos eléctricos y los de bajo nivel aporte de CO2 al aire estarían exentos del nuevo impuesto ambiental.¹⁴⁹

6.3.4.- Planificación tributaria y sus efectos

Al implementar este nuevo impuesto ambiental surgen oportunidades de planificar en todos los espectros de la sociedad y su carga tributaria, ya que involucra decisiones cotidianas en distintos ámbitos de la economía.

En ámbito personal permite planificar cuando y cuanto circulo diariamente, para optimizar mi pago de impuesto, ya que tengo que decidir si puedo evitar circular en horas punta, usar transporte público o buscar la forma de complementar el uso de un solo vehículo con los integrantes de una familia, barrio o empresa.

Incluso las personas pueden usar el auto para llegar a un punto, donde existen estacionamientos y desde ahí usar transporte público, en ese momento la decisión es ver que es más económico, si circular en horas punta todo el recorrido o complementar el recorrido por transporte público.

Incentivar la compra de automóviles que tengan un rendimiento alto en kilómetros por litros (City Car) o autos eléctricos, a través de rebajas de impuestos complementarios. Si bien es cierto estos vehículos estaría con una carga tributaria baja por impuestos ambientales y en algunos casos exentos, también deberían complementarse con una rebaja adicional de otros impuestos, tales como global complementario e impuesto único del trabajo.

¹⁴⁹ Fuente: Estudio realizado por Instituto Libertad y Desarrollo diciembre 2010.

Esto tiene importancia ya que debemos cambiar el parque automotriz que actualmente hay Santiago, y reemplazarlo por uno menos contaminante.

Las empresas también podrán tomar decisiones, para ver la forma que puedan optimizar su estructura tributaria, ya que en el caso por ejemplo de transportistas, podrán renovar su flota por camiones con alto rendimiento en kilómetros por litro lo que significaría pagar un menor impuesto ambiental por circular.

Puede suceder que la inversión inicial en esta clase de camiones u otro vehículo sea mayor, pero podrán equilibrar su costos al tener un impuesto más bajo.

El estado también deberá intervenir vía rebajas de impuestos complementarios, tales como el IVA, el cual puedan pedir su devolución total o parcial.

Deberá incentivar la compra de estos vehículos a través de programas de créditos con garantía CORFO, específicos para esta inversión.

Importante considerar que los autos Híbridos, eléctricos, vehículos de emergencia, vehículos de discapacitados, motos, vehículos de alto rendimiento y todo el transporte público quedaría exento de este impuesto, como se señaló anteriormente. Esto también permite, incluir en la toma de decisiones estas variables para una eficiente planificación.

7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Debemos generar conciencia, que como país tenemos que contribuir todos al cuidado de nuestro medio ambiente, no tan solo en temas como la contaminación ambiental, sino que también en cómo queremos mejorar nuestra calidad de vida y la de nuestro planeta.

En Chile y principalmente en Santiago es donde más está marcada la pésima calidad de vida que tenemos en términos contaminación ambiental, congestión vehicular y en general lo poco amigable que es con sus habitantes la ciudad.

Está claro que con la medida propuesta en esta tesis el cual es cambiar el permiso de circulación por un nuevo impuesto ambiental, no damos soluciones a todos los problemas planteados en la misma magnitud, ya que es un impuesto que tiene más efectividad en descongestionar que descontaminar. Y es por eso que debemos señalar que se necesitan otras medidas que complementen a un más la propuesta en este

estudio, para que efectivamente podamos reducir la congestión y contaminación ambiental y tengamos un aire totalmente limpio en Santiago.

Como el permiso de circulación actual es solo recaudatorio, y no tiene ningún otro efecto, es fundamental el cambio como impuesto ambiental, ya que con esto cambiamos su objetivo y los utilizamos por un impuesto que principalmente es de regulación. Esto no significa que no tengamos que cautelar que mantenga los mismos niveles de recaudación.

Además, la mayoría de los países desarrollados en Europa, hace varios años que han hecho este cambio de enfoque para el permiso de circulación.

Como se analizó previamente, se puede ver lo positivo que resulta para el aire y la descongestión en el tráfico de Santiago, con medidas tan básicas como la restricción vehicular cuando aumentamos dígitos e incluimos los autos catalíticos, las cuales podrían ser más efectivas con un transporte público de primera calidad.

El impuesto ambiental propuesto tiene objetivo sentar las bases en Santiago, para impulsar un cambio real y cultural en como reestructuramos nuestro parque automotriz, el cual debería ser más limpio y amigable.

A través de este impuesto se crea una presión importante para que las autoridades apresuren un mejoramiento real en el transporte público, el cual debería ser principalmente subterráneo como es en países desarrollados, si tomamos como ejemplo ciudades como Madrid, Barcelona y Paris. Esto se fundamenta a que los habitantes tendrían un desincentivo a usar el auto y por ende exigirían un mejoramiento en el transporte público principalmente en las variables calidad y tiempo de traslado.

Esto no lleva a concluir que esta medida o cualquier otra que se implemente, no tendría la misma efectividad si no se complementa con un mejoramiento real en el transporte urbano alternativo.

8.- BIBLIOGRAFÍA

Barde, Jean Philippe. Política fiscal y medioambiente en América latina y el Caribe. Dirección del medioambiente OCDE. 2004.

Benítez, José Juan. Raya, Pedro. Villena, José Emilio. Análisis económico de los ecoimpuestos, especial referencia a una “Ecotasa” turística en Andalucía. www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones 2009

Buñuel González, M. Tributación Medioambiental: teoría, práctica y propuesta. Madrid España: Editorial Civitas, 2004

Carrera, Ana. Monellón, Alejandro. Aspectos económico-jurídicos y análisis descriptivo de la tributación ambiental en Latinoamérica. www.unican.es. 2007

Deloitte. Síntesis Fiscal Iberoamericana. www.deloitte.cl. 2007

Durán, José. Fiscalidad medioambiental sobre la energía propuesta para España. Instituto de Economía de Barcelona. www.pcb.ub.es/ieb. 2010

Espasa, Marta. Lladó, Antoni. Nadal, Miguel. Propuesta de reforma de la fiscalidad sobre el automóvil. RACC – Automóvil Club. www.racc.es . 2010

Gago Rodríguez, Alberto. Labandeira Villot. Rodríguez Méndez, Miguel. Imposición Ambiental y Reforma fiscal verde: tendencias recientes y análisis de propuestas. Universidad de Vigo, España. www.uvigo.es. 1990

Greenpeace. Fuera de la carretera: La industria automovilística infla sus costes para reducir la ambición en la lucha contra el cambio climático. www.greenpeace.es. 2008

Henríquez, Marcelo. Diagnosticando el Fondo Común Municipal. www.munitel.cl 2011

Jiménez Hernández, Jorge. El tributo como instrumento de protección ambiental. Primera Edición. Granada, España: Editorial Comares S.L., 1998. 328 páginas.

Kaufmann, Jorge. Instituto Ambiente y Desarrollo. Volumen 13, N°3, 1997. Páginas 13 a 17.

López-Guzmán Guzmán, Tomás. Lara de Vicente, Fernando. Efectos distributivos de los tributos ecológicos: el caso de España. www.ucm.es/info/ec 2004

Muñoz Mario. La contaminación atmosférica en Santiago: Impacto sobre la salud. Estudios públicos medioambientales Fundación Hanss – Seidel. 2000

Norregaard, John. Reppelin-Hill, Valérie. Control de la contaminación mediante el uso de impuestos y licencias negociables. Washington, Estados Unidos: Departamento de Relaciones Externas del FMI, 2000. 21 páginas. Traducción al español; Correa, Álvaro. División de Español, Departamento de Tecnología y Servicios Generales.

O’Ryan, Raúl. Larraguibel, Luis. Contaminación del aire en Santiago: ¿qué es, qué se ha hecho, qué falta? Revista Perspectivas, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. Volumen 4, N°1, 2000. Páginas 153 a 191.

Padilla Rosa, Emilio. Instituto de Estudios Fiscales. Universidad Autónoma de Barcelona. www.uab.es. 2009

Rivas, Jesús. Magadán, Marta. Fiscalidad y medio ambiente en España. Primera Edición. Oviedo, España: Editorial Septem Ediciones, 2003. 114 páginas.

Roca, Jordi. Fiscalidad ambiental y reforma fiscal ecológica. Bilbao, España. Ensayo Centro de documentación y estudios por la paz. 1998

Sánchez Aceves, J. Arturo. El impuesto sobre tenencia o uso de vehículos como contribución estatal ecológica y financiación ambiental de los municipios de Jalisco. www.cuci.udg.mx/estudiosregionales/ponencias . 2009

SII. Estadísticas y datos. www.sii.cl

Steer Davies, Gleave. Tarificación Vial por congestión para la ciudad de Santiago. www.steerdaviesgleave.com. 2009