CAS4268

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y SOCIALES

ESCUELA DE ECONOMÍA

Beneficio Económico Potencial para el Área Metropolitana de Caracas, derivado de las posibles Emisiones de Bonos de Carbono en el período comprendido entre los años 2011 - 2021

Tutor:

Germán R. Ríos Méndez

Autores:

Erika G. Padrón Pernía

Ernesto M. Santana Caraballo-Gramcko

Caracas, Octubre 2012

Dedicatoria

A mi madre, por ser la principal precursora de este logro, por motivarme siempre en mis estudios. Gracias por tu apoyo incondicional, y ser el pilar fundamental de todo lo que soy, tanto en la educación, como en la vida.

A mi padre, por su ejemplo de perseverancia y constancia. Gracias por tu paciencia, consejos, y apoyo en todo momento.

A mi hermano, por ser mi inspiración de superación personal, ejemplo de fortaleza, valor y coraje. Gracias por siempre creer en mí.

A mis amigosAlfredo Guerra, DanielSteinhold, María ClaraVicentini y NaimehDa Silva que durante este todo este tiempo, buenos y malos momentos, siempre estuvieron ahí para ayudarme, animarme y siempre seguir adelante. Esto también es de ustedes.

A mi compañero Ernesto, por asumir y vivir esta experiencia conmigo. Gracias por tu constante paciencia y optimismo.

Erika Padrón Pernía

A mi papá y mi mamá, quienes con su esfuerzo constante, paciencia infinita, consejos invaluables, amor incondicional y dedicación absoluta, me han convertido en la persona que soy.

A mis abuelos, quienes con su sabiduría, cariño y experiencias han llenado mi vida de una forma que sólo ellos pueden hacer.

A mis hermanas, cómplices de muchas travesuras, compañeras en los momentos tristes y amigas en los momentos felices.

A mis tíos y primos, quienes con sus particulares personalidades hacen que cualquier lugar del mundo se convierta en un hogar.

A Alan, Alfredo, Daniel, Julio, Lanz, Mariana, y todos mis amigos con quienes he compartido numerosas experiencias a lo largo de la carrera, y cuya invaluable amistad me acompañará siempre.

A Erika, por ser una amiga como pocas y por haber compartido conmigo esta experiencia sin igual.

Ernesto Manuel Santana Caraballo-Gramcko.

Agradecimientos

Quisiéramos agradecerle a Alan Sartoretto y Sebastián Scrofina por su valiosa asesoría, sin ustedes no hubiésemos completado este estudio.

De igual forma, agradecemos a Juan Pablo Orjuela, Henkel García, Roberto Pérez y Gerardo González, cuyas guías nos permitieron superar los obstáculos para alcanzar los objetivos planteados.

Agradecemos a la Alcaldía de Sucre por su colaboración y suministro de información, la cual dio pie a lo que es hoy este trabajo de investigación.

Nuestros agradecimientos al personal docente y administrativo de la Escuela de Economía UCAB, por su asistencia a lo largo de la carrera.

Por último y con especial énfasis, quisiéramos agradecer a nuestro profesor guía, Germán Ríos, por sus aportes y correcciones en cada fase de la elaboración de nuestro proyecto.

Índice

Introducción.....12

Capítulo I: Marco Teórico.....23

1.1. La Económica Ambiental.....23

1.1.1. El Cambio Climático.....25

1.1.2. El Efecto Invernadero.....27

1.2. El Ambiente como un Bien Público.....29

1.3. La Contaminación como una Externalidad.....31

2. Instrumentos de Intervención en el Medio Ambiente.....34

2.1. Instrumentos Regulatorios.....35

2.2. Instrumentos Económicos.....35

3. Respuesta Internacional ante el Cambio Climático.....42

3.1. El Protocolo de Kioto.....44

3.2. El Mercado de Bonos de Carbono.....52

3.3. Otros Mercados.....56

3.4. Funcionamiento del Mercado.....62

4. El Carbono y el Mundo Actual.....77

4.1. Críticas del Protocolo de Kioto.....78

4.2. Diagnóstico Actual del Mercado de Carbono.....79

4.3. PLAC+e.....84

4.4. Medidas Mundiales para la Reducción de la Contaminación 85

Capítulo II: Área Metropolitana de Caracas (AMC) 92

2.1. Contribución de Venezuela al Cambio Climático 92

2. 2. Descripción del AMC 95

2.3. Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte 103

2.4. Medidas para la Reducción de Contaminación Ambiental 106

2. 5. Marco Legal e Institucional 110

2.6. Situación Actual Venezuela frente al Mercado Bonos de Carbono 115

Capítulo III: Marco Metodológico 117

3.1. Clasificación del Proyecto 117

3.2. Instrumentos usados en el Proyecto 117

3.3. Número de Viajes Realizados 119

3.4. Proyección de la Población 122

3.5. Kilómetros Recorridos 125

3.6. Emisiones de CO_2 126

3.7. Reducciones 128

3.8. Cálculo de la Línea Base 130

3.9. Bonos a Emitir 131

3.10. Ingresos Netos 133

3.11. Inversión Inicial: 134

3.12. Valor Presente Neto (VPN) y Tasa Interna de Retorno (TIR) 137

Capitulo IV: Análisis de Resultados: 138

4.1. Cálculos Previos 138

4.2. Emisiones de CO_2 142

4.3. Análisis de Rentabilidad del Proyecto 145

Conclusiones y Recomendaciones 151

Bibliografía 161

Índice de Gráficos

Gráfico N° 01: Cap & Trade 38

Gráfico N° 02: Carbon Tax 39

Gráfico N° 03: Reducción de Emisiones de la Línea de Base 67

Gráfico N° 04: Estimaciones per cápita de Emisiones de CO_2 para América Central y América del Sur 94

Gráfico N° 05: Estimación de Emisiones de CO_2 en Venezuela 95

Gráfico N° 06: Estimación de la Línea de Base del Proyecto 147

Índice de Figuras

Figura N° 01: El Efecto Invernadero y el Calentamiento Global 27

Figura N° 02: Los Mercados del Carbono y sus herramientas financieras..... 54

Figura N° 03: Pasos del Ciclo de Proyectos MDL 65

Figura N° 04: Ciclo del MCV..... 72

Figura N° 05: Área Metropolitana de Caracas..... 96

Figura N° 06: Diagrama de Flujo del Proceso del Proyecto..... 119

Índice de Tablas

Tabla N° 01: Gases de Efecto Invernadero 28

Tabla N° 02: Países del Anexo B y Metal del Protocolo de Kioto 47

Tabla N° 03: Volúmenes y valores del Mercado de Carbono (2010-2011) 82

Tabla N° 04: Volumen y precio de Transacción del Mercado Voluntario 83

Tabla N° 05: Países destacados en la Aplicación del ITV 90

Tabla N° 06: Población total por año, según Municipio (absoluta y relativa) 97

Tabla N° 07: Capacidad de los vehículos de transporte público colectivo 99

Tabla N° 08: Promedio de la Edad del Transporte Público 100

Tabla N° 09: Promedio de Edad del Transporte Individual 101

Tabla N° 10: Límites de Opacidad de las Emisiones de Escape 113

Tabla N° 11: Autoridades Municipales de Transporte y Vialidad 114

Tabla N° 12: Fuentes de Emisiones incluidas y excluidas del Proyecto 118

Tabla N° 13: Porcentaje de Viajes realizados por Tipo de transporte 120

Tabla N° 14: Número de Pasajeros Promedio según tipo de Vehículo 121

Tabla N° 15: Proyección del Número de Habitantes 2000-2015 (Miles de Personas) .. 123

Tabla N° 16: Población de los Municipios 2011 123

Tabla N° 17: Factores de Emisión del CO_2 127

Tabla N° 18: Porcentajes de Reducción del Proyecto 130

Tabla N° 19: Información para el Cálculo de la Inversión Inicial 136

Tabla N° 20: Número de Viajes diarios realizados en el AMC 139

Tabla N° 21: Proyección de la Población del AMC (Miles de Personas) 140

Tabla N° 22: Tasa de Crecimiento Anual de la Población del AMC 141

Tabla N° 23: Tasa de Crecimiento Anual de la Población del AMC 142

Tabla N° 24: Emisiones anuales por tipo de Vehículo (Miles de Toneladas deCO_2).... 143

Tabla N° 25: Reducciones de Emisiones de (Toneladas deCO_2) 144

Tabla N° 26: Cálculo de la Línea de Base (Miles de Toneladas deCO_2) 146

Tabla N° 27: Estimación de Ingresos Netos (Miles de USD) 148

Tabla N° 28: Inversión Inicial 149

Tabla N° 29: Valor Presente Neto (Miles de USD)..... 149

Introducción

El problema del fenómeno del calentamiento global se ha convertido en uno de los principales inconvenientes internacionales de la contaminación del medio ambiente. De acuerdo al Informe Stern sobre la Economía del Cambio Climático (2006) *"El coste de la estabilización del clima es significativo pero viable; todo retraso resultaría peligroso y mucho más costoso"*.

Es así como, las consecuencias negativas de dicho fenómeno para todos los seres vivos del planeta, plantean una verdad incómoda para cierto grupo de personas, dado que ganan grandes cantidades de dinero a través de actividades que saben que tendrán que modificar de forma drástica para garantizar la estabilidad del medio ambiente.

Según D'apuzzo (2009), el calentamiento global es causa del derretimiento de los polos y glaciares, del aumento del nivel del mar, de la desertificación y sequías, lluvias extremas, huracanes más intensos, entre otros. Como consecuencia de estos fenómenos, se disminuye el recurso agua, se generan cambios de hábitats, proliferación o extinción de especies, etc.

América Latina es una de las regiones del mundo más expuestas a los desastres naturales causados por el calentamiento global. En Venezuela, por ejemplo, la

desertificación y el cambio de los patrones de lluvias representanson los mayores factores de riesgo (Ídem).

Mientras que cada año los efectos del calentamiento global se incrementan a nivel mundial, los niveles de contaminación siguen de igual forma el mismo ritmo. De acuerdo al Informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2011), Venezuela es uno de los países de América Latina con los más elevados niveles de contaminación, junto a Perú y Bolivia. La OMS afirma, que alrededor de 2 millones de personas mueren por concepto de inhalación de pequeñas partículas contaminantes que se encuentran en el aire, y que son consecuencia de la contaminación generada por el transporte en la región. Para dicho estudio, se tomaron datos en las Ciudades de Caracas, Puerto la Cruz y Maracay, donde se concluyó que el país emite 41 microgramos por metro cúbico (μg/m3), lo que representa el doble de lo que está establecido por la OMS, que es 20 μg/m3 como media anual.

Es por esto, que los problemas relacionados a estos tópicos son tratados, tanto en materia internacional, como en el desarrollo de las políticas internas de un país. Sería errado decir, que Venezuela es uno de los países más contaminantes del planeta, cuando tenemos ejemplos como China que, de acuerdo al Global Carbon Project (2005) (GCP) ya era responsable del 53% de los gases de efecto invernadero emitidos hacia la atmósfera. Para el 2007, las emisiones de China fueron un aproximado de 1.800 millones de toneladas. No obstante, si se evalúa a Venezuela a nivel regional, la conclusión es totalmente distinta.

El sector transporte tiene una gran importancia dentro del sector económico de un país. Este sector es el responsable del traslado de mercancías y movilización de personas, siendo un factor estratégico para el desarrollo de la industria y el comercio. Sin embargo, hoy en día es uno de los grandes problemas para la sociedad en términos de su regulación, crecimiento, accidentes de tránsito e impactos sobre el medio ambiente.

Caracas, ciudad de uno de los principales países exportadores de petróleo del mundo, presenta una ventaja en costos en cuanto al uso de vehículos automotores al tener un fuerte subsidio a la gasolina. Este es el medio predilecto de transporte en la ciudad, y al mismo tiempo representa una de las fuentes primarias en emisión de CO_2(principal gas contribuyente al efecto invernadero).

Según el Informe Desarrollo Urbano y Movilidad en América de CAF (2011), Venezuela cuenta con subsidio para el precio de la gasolina y los viajes motorizados, donde en el 2007 el litro de gasolina se ubicaba en USD 0,42 por litro, y el de gasoil por USD 0,23 por litro.

Por este motivo, la mayoría del transporte público utiliza gasolina como combustible, porque representa una pequeña parte del costo total operativo. Además de esto, existen otra serie de factores que generan incentivos, inherentes del país y la ciudad, para que los ciudadanos utilicen vehículos propios altamente contaminantes; como lo es la inseguridad, la baja calidad del sistema de transporte público o la cobertura deficiente de

estos medios alternos de transporte, lo que ha llevado a una sobrepoblación del parque automotor, haciéndola una de las ciudades más contaminantes del país.

En la actualidad, países como España, Dinamarca, Costa Rica y Argentina, han aplicado medidas para garantizar la protección del medio ambiente y la seguridad vial de sus ciudadanos, siendo una de ellas la denominada inspección técnica vehicular. Así, se garantiza el mantenimiento adecuado de los vehículos, permitiendo su uso seguro y a su vez, ambientalmente menos agresivo.

Los altos niveles de emisiones de CO_2 en la ciudad presentan un problema, ya que impacta sobre la salud de los habitantes de la ciudad, a la vez que perjudica directamente al medio ambiente.

De igual forma, varios autores de trayectoria como D´apuzzo (2009), Blanco (2009), Lobos, Vallejos, Carcoa y Marchant (2005), han buscado información acerca del tratamiento del calentamiento global y las políticas de mitigación que las economías emergentes, como es el caso de Venezuela, puedan empezar a llevar acabo. Adicionalmente, la comunidad internacional ha realizado diversos esfuerzos para incentivar a que los países participen en programas para la búsqueda de reducciones de las emisiones de gases contaminantes que promueven los efectos destructores del medio ambiente. Uno de los principales incentivos para que un país participe en estos programas es, evidentemente, una remuneración económica.

Es así como, a través del Mercado de Bonos de Carbono se provee este tipo de remuneraciones. Este surge como una medida de flexibilidad a dichos programas, mediante el cual, los países pueden obtener ingresos en mercados internacionales al lograr una reducción de las emisiones de los gases contaminantes. Uno de los mecanismos que surgen del Protocolo de Kioto para la reducción de las emisiones, fueron las denominadas Reducciones de Emisiones Verificadas (VERs)[1]. Su objetivo principal es el de facilitarle a los países que asumieron una obligación sobre las reducciones de las emisiones, cumplirlas a costos mínimos.

Sin embargo, hay autores que critican al sistema de venta de bonos, argumentando que estos mecanismos no tendrán el efecto esperado en la reducción de emisiones de CO_2 en la atmósfera, como es el caso de Naizot (2008), quien afirma que "*...ni siquiera se puede comprobar "científicamente" si los créditos de carbono serán eficaces desde el punto de vista climático dado que cualquier consultor o asesor en el ámbito del carbono, contratado por una industria, puede afirmar lo que le da la gana acerca de la cantidad ahorrada*".

En contraposición a este argumento, Mora (2006) afirma que dicho sistema es beneficioso, ya que genera diversos incentivos económicos. Estos, pueden ser tan simples como que se le permita a una empresa vender la disminución de sus emisiones de CO_2 a otros países, que necesiten reducir la emisión de sus gases. Este proceso genera beneficios para ambas sociedades.

[1]Siglas en inglés que hacen referencia a VerifiedEmissionReductions.

Existen distintas opiniones acerca del efecto que tiene las emisiones y su beneficio económico real. Dicha controversia generó la inquietud que motivó a realizar esta investigación y evaluar la factibilidad de los planteamientos anteriores.

El propósito de este estudio, consiste en analizar cómo los Bonos de Carbonos se pueden aplicar como un mecanismo para reducir las emisiones contaminantes, ofreciendo incentivos económicos para contribuir en la mejora y calidad del ambiente. Dicha reducción se logrará a través de la implementación de un marco legal denominado Inspección Técnica Vehicular (ITV).

Este mecanismo, consistirá en un control anual obligatorio de las emisiones de gases contaminantes y estado mecánico de los vehículos que se encuentren en circulación dentro del Área Metropolitana de Caracas (AMC).

La realización de esta revisión, sería requisito obligatorio para circular. Para ello, el ITV se dividirá dentro de los cinco Municipios que conforman el AMC, en los cuales serán asignados los establecimientos acondicionados para realizar el chequeo vehicular necesario, permitiendo así aprobar el ITV. Dicha asignación de establecimientos será efectuada a través de concesiones realizadas por la Alcaldía Mayor. Por último, el control, funcionamiento y administración será velado por el Instituto Metropolitano de Transporte de Caracas (INMETRA).

Además, el estudio otorga un riguroso análisis sobre el número posible de bonos a emitir dado el nivel de emisiones de CO_2 del AMC y la estimación de beneficios económicos, basado en los precios internacionales del mercado.

Es por esto, que se ve una gran oportunidad en la evaluación de la potencial participación en el Mercado de Carbono por parte del AMC, ya que al buscar una reducción de los niveles de CO_2, se estaría reduciendo el impacto ambiental negativo derivado de estos gases. Conjuntamente, se pueden aumentar los recursos disponibles para invertir en transporte y seguridad, a la vez que se reduce el impacto negativo sobre la salud de los habitantes de la región.

Así mismo, al promover este tipo de acciones, se está contribuyendo a que se genere una conciencia conservadora del medio ambiente en los miembros de la sociedad. De igual forma, se establecen precedentes bajo los cuales otros Municipios o Estados puedan participar en proyectos similares, observando la posibilidad de incrementar sus ingresos mediante la vía del Mercado de Carbono. De esta manera, se promueve un crecimiento económico que es cónsono con la preservación del medio ambiente y la vida en el planeta tal cual como la conocemos.

Igualmente, el trabajo de grado se vio motivado por la búsqueda de nuevas áreas dentro de la Economía, en este caso la Economía Ambiental, tópico que es poco estudiado en Venezuela. De igual forma, se quiere hacer un aporte al estudio de la

contaminación ambiental desde la óptica económica, que pueda ser útil para entender el problema y aportar nuevas soluciones.

Es así como este análisis lleva a realizar la pregunta si, ¿Se podrá obtener beneficios económicos derivados de la emisión de Bonos de Carbono por la reducción de emisiones de CO_2de los vehículos públicos y privados que circulan por el AMC?

Esta investigación va a responder esta pregunta resolviendo y demostrando la siguiente hipótesis:

"El Área Metropolitana de Caracas obtendrá beneficios económicos derivados de la emisión de Bonos de Carbono por la reducción de emisiones de CO_2de los vehículos públicos y privados que circulan por el Área Metropolitana de Caracas."

Así el objetivo de estudio será calcular los posibles beneficios económicos que se obtendrían de la emisión de Bonos de Carbono en el AMC, derivado de la reducción de emisiones de CO_2 de los vehículos.

Para poder llevar a cabo dicho estudio será necesario describir el funcionamiento y el proceso de inserción de una institución en el Mercado Internacional de Bonos de Carbono, calcular las emisiones por parte del Parque Automotor en el AMC a través del "Manual forCalculating GHG Benefits of GEF TransportationProjects", calcular los costos relacionado a las emisión de bonos de carbono, evaluar el número posible de bonos a emitir dado los niveles de emisiones, para finalmente calcular el beneficio

económico por emisión de bonos para el AMC basado en los precios internacionales del mercado de carbono.

Así pues, con este fin se realizó una extensa investigación documental relacionada con la Economía Ambiental donde se revisaron los conceptos como bienes públicos, externalidades, cambio climático, sus causas y consecuencias para comprender el funcionamiento y mecanismo del Mercado Voluntario de Carbono. Consecutivamente, a través de las instituciones como las alcaldías, municipios, y empresas, se logró conseguir una serie de datos y estudios en esta materia, que fueron útiles para describir la situación actual del ambiente del AMC y demostrar que presenta altos niveles de contaminación del aire.

Una vez entendido y puntualizado el problema, y en base a la metodología establecida, se llevó a cabo una propuesta de una alternativa al problema en estudio, a través del diseño de un proyecto factible. Así, se buscó proyectar la ejecución del proyecto en el largo plazo de forma que la solución se mantenga en el tiempo.

Después, se procedió a calcular el número de viajes realizados, la proyección de la población, y kilómetros recorridos por viaje. No obstante, es necesario enfatizar que para la proyección del número de viajes se trabajó bajo el supuesto de que los usuarios del AMC conservarán los patrones de uso de los medios de transporte. Asimismo, se supondrá que el número de viajes realizados por los usuarios incrementará al ritmo que crece la población del AMC.

Luego, con los resultados obtenidos, se procedió a calcular las emisiones de CO_2 por parte de los distintos tipos de vehículos, el porcentaje de reducciones de emisiones planteadas en el proyecto, y el cálculo de la línea base. Sin embargo, es importante resaltar que se utilizó el porcentaje de las reparaciones realizadas por los vehículos para determinar los niveles de emisiones del Proyecto.

Posteriormente, se calculó la inversión inicial del proyecto, la cual estará compuesta por la capacitación del personal de los talleres mecánicos para la utilización de los equipos especializados y el costo de suministrarle dichos equipos para las inspecciones.

De forma consecutiva, se obtuvo la cantidad de Bonos de Carbono que puede emitir la Alcaldía Metropolitana, los ingresos netos que se obtendrían de estos, para así calcularse los beneficios derivados de las ventas de los VERs en el Mercado de Carbono. No obstante, para dicho cálculo se restaron los costos provenientes de la validación y verificación del proyecto y los impuestos pagados de forma que se pueda realizar la emisión de los VERs.

Por último, se evaluó la rentabilidad del proyecto utilizando el método del Valor Presente Neto (VPN) y de la Tasa interne de Retorno (TlR). La tasa de descuento a usar para el cálculo fue el rendimiento de los Bonos Venezolanos GLB-28. Una vez evaluada la rentabilidad del Proyecto, se obtuvo como resultado del VPN USD 2.391,5 M. Por su parte, la TIR fue de 63,6 % En base a esto, se presentaron algunas conclusiones y recomendaciones de políticas públicas en torno al problema.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera: En un primer capítulo, se desarrollan los conceptos principales de la Economía Ambiental, y de los instrumentos de intervención en el medio ambiente, además de mostrar un breve recuento del estado de la literatura del Mercado de Carbono. En el tercer capítulo, se presenta el marco metodológico empleado para la realización del presente trabajo, detallando el proceso seguido para cumplir los objetivos de esta investigación. Finalmente, en el cuarto capítulo se presentan los resultados, así como el análisis de éstos para cerrar con las conclusiones y recomendaciones para futuros trabajos sobre el Mercado de Carbono en el AMC.

Capítulo I: Marco Teórico

Este primer capítulo abarca la literatura necesaria para incursionar en las Finanzas de Carbono. El objetivo principal es fortalecer los conocimientos para participar en los Mercados de Carbonos (regulados y voluntarios). De esta manera se pueda utilizar la información suministrada, como herramienta para la toma de decisiones a la hora de desarrollar proyectos de carbono, además de entender la importancia global y regional de este mercado.

1.1. La Económica Ambiental

El tema de la economía ambiental está a la vanguardia del debate, ya que el medio ambiente no puede verse como una entidad separada de la economía. Por este motivo es importante entender los orígenes del problema ambiental, sus consecuencias económicas y las políticas para hacerle frente.

La economía, es la ciencia que estudia el cómo y por qué los individuos toman decisiones sobre el uso y la distribución de los recursos, y las ganancias financieras que los agentes obtienen de acuerdo a una toma de decisiones. Sin embargo, también se

puede afirmar que es aquella ciencia que analiza la situación de escasez de los recursos desde el punto de vista de la eficiencia económica.

Si los mercados son competitivos, se pueden alcanzar asignaciones eficientes que maximicen el bienestar económico de la sociedad. Sin embargo, los mercados competitivos algunas veces son incapaces de asignar de forma eficiente los bienes y servicios. Esto se debe, a que presentan características de bienes públicos, existen problemas de externalidades y se tienen problemas de información (Pyndyck & Rubinfeld, 2001).

Todo esto conduce a asignaciones no eficientes en el sentido de Pareto, causando pérdidas en el bienestar económico de la sociedad. Este tipo de problemas, son los que se presentan en las asignaciones de recursos ambientales, causando una degradación y agotamiento de los mismos (Baumol & Oates, 1988). Este es el motivo principal, por el cual los problemas de los recursos naturales y el medio ambiente tienen que ser tratados de igual forma en la economía.

Kolstad (2000) define a la Economía Ambiental como la ciencia que *"... estudia los impactos de la economía sobre el medio ambiente, la importancia del medio ambiente para la economía y la manera apropiada de regular la actividad económica con miras a alcanzar un equilibrio entre las metas de conservación ambiental, de crecimiento económico y otras metas sociales, como por ejemplo, el desarrollo económico y la equidad intergeneracional"*.

El medio ambiente es utilizado por los individuos en las actividades de consumo y producción, generando bienestar a la sociedad, permitiendo que se les asigne un valor y tratarlos como activos económicos. Pero al fracasar la asignación de este tipo de recursos, lo más común es que la sociedad los subvalore(Mendieta, 2000). Por este motivo, el medio ambiente, desde la calidad del aire hasta la variabilidad de la temperatura, se comporta como un bien público.

De esta forma podemos considerar el problema del cambio climático, como una externalidad negativa global, donde el clima es un bien público.

1.1.1. El Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas acerca del Cambio Climático, define al cambio climático como aquel *"cambio atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempos comparables"*(UNFCCC, 1997).

La actividad humana, en el transcurso de los años, se ha encargado de alterar el ciclo del carbono que la naturaleza ha regulado desde siempre, a través del proceso de fotosíntesis, en el cual las plantas absorben el dióxido de carbono atmosférico y lo asientan en la biomasa como parte de su metabolismo (Houghton, 1995).

Se plantean dos principales causas del cambio climático: la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera, debido al crecimiento de uso de combustibles fósiles (el petróleo y sus derivado), y la deforestación (al existir menos bosques disminuye la captación de carbono por parte de los mismos) (Ídem).

Gran parte de los estudios realizados sobre el cambio climático indican que el planeta se está calentando a un ritmo más precipitado que en cualquier otro período durante los últimos 10.000 años, y que la razón obedece a que cada vez existe una mayor cantidad de bióxido de carbono, y otros Gases de Efecto Invernadero (GEI), difundidos en la atmósfera terrestre (Ibarra & Escobar, 2008).

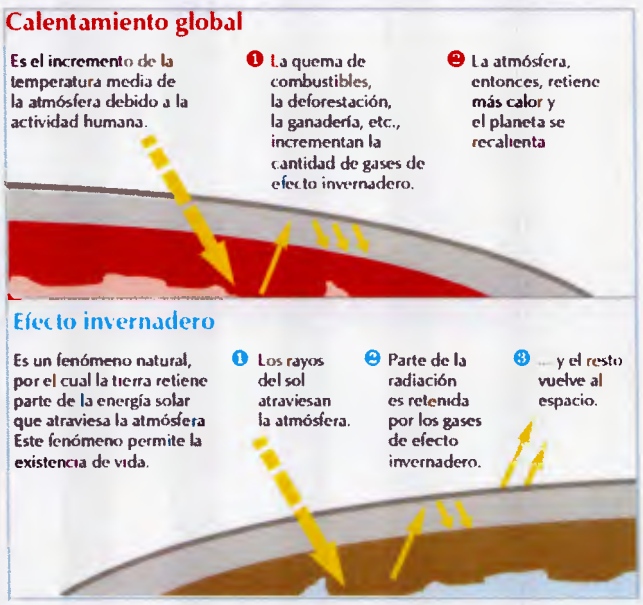
Sarria (2007) plantea que *"Los GEIs que permanecen en la atmosfera atrapan el calor muy cerca de la superficie de la tierra, y de esta manera incrementa la temperatura de los océanos liberando más vapor de agua y así incrementando la temperatura de la superficie de la tierra."*

Estos cambios climáticos tienen una serie de efectos y unas consecuencias negativas en el medio ambiente. Así el calentamiento global, causa aumento de la temperatura promedio del planeta, mayores incendios, aumento de huracanes y tormentas tropicales, inundaciones, sequías, desertificación, derretimiento de glaciales en los polos, cambio en la corriente y temperatura del mar, propagación de enfermedades marinas y terrestres, desequilibrio en los ecosistemas terrestres, y grandes pérdidas económicas (D'Apuzzo, 2009).

1.1.2. El Efecto Invernadero

Otro efecto que ocurre como consecuencia del problema del cambio climático es el efecto invernadero. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIESCP) (1996) define al efecto invernadero como el fenómeno en el cual los *"gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero."* Es importante hacer énfasis en la diferencia entre el Efecto Invernadero y el Calentamiento global, que se representa en la Figura N° 01.

Figura N° 01: El Efecto Invernadero y el Calentamiento Global



Fuente: SNV (2009)

Los principales gases que causan el efecto invernadero en la atmosfera terrestre son: el vapor de agua (H_2O), dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), y ozono (O_3). De igual manera, existen gases producidos por el hombre que tienen el mismo efecto, como lo son los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, el hexafluoruro de azufre (SF_6), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC).

De acuerdo con El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (PICC) (2001), el efecto directo de las emisiones de GEI se traduce en el aumento de la temperatura de la tierra entre 0,6 ± 0,2 °C en los últimos 100 años. El CO_2es el GEI con mayor efecto proporcional en el calentamiento global, siendo responsable del 65% de este fenómeno. En la Tabla N° 01 se presentan los principales GEI.

Tabla N° 01: Gases de Efecto Invernadero

GEI	Actividad humana que los genera o libera	Valor del poder de calentamiento global	Equivalencia
Dióxido de carbono (CO_2)	Quema de combustibles fósiles, cambio en el uso del suelo y producción de cemento.	1	1 tCO_2 = 1 tCO_2e
Metano (CH_4)	Cría de ganado (de la digestión de los alimentos y estiércol), arrozales anegados (agricultura), rellenos sanitarios y aguas servidas tratadas en pozos o lagunas.	21	1 tCH_4 = 21 tCO_2e
Óxido nitroso (N_2O)	Uso de fertilizantes (agricultura) y procesos industriales	310	1 tN_2O = 310 tCO_2e
Hidrofluoro-carbonos (HFC)	Liberados de productos que los utilizan para su fabricación: espumas plásticas (*foams*) y refrigerantes líquidos (*coolants*).	140 a 11,700	Varía según el tipo de HFC
Perfluoro-carbonos (PFC)		6,500 a 9,200	Varía según el tipo de PFC
Hexafluorido de azufre (SF_6)	Liberados de productos que los utilizan como material dieléctrico, conductor de calor y agente de refrigeración.	23,900	1 tSF_6 = 23.9 tCO_2e

Fuente: SNV (2009)

De acuerdo con el informe Stern (2006), la distribución por sectores de actividad del total mundial de emisiones de GEI es la siguiente: el 24% se debe a la generación de electricidad, el 14% a la industria, otro 14% al transporte, el 8% a los edificios y el 5% a distintas actividades relacionadas con el uso de la energía. Todo ello representa, aproximadamente, los dos tercios del total, y corresponde a las emisiones generadas por el uso de la energía. El tercio restante se distribuye de la siguiente manera: el 18% por el uso del suelo, el 14% por la agricultura, y un 3% por los residuos.

1.2. El Ambiente como un Bien Público

La estabilidad del clima, la calidad del aire y la variabilidad de la temperatura, se pueden considerar un bien público. Mendieta (2000) plantea que un bien público es *"... un bien que si está disponible para una persona, automáticamente lo está para los demás".*

Por otra parte, Samuelson (1955) define a un bien público puro, como aquel bien que está disponible para todos los individuos, y el consumo de una persona no reduce el consumo de otra. Así, un activo ambiental es considerado un bien público puro si su consumo es no rival y no excluyente.

Por ejemplo, si se purifica el aire para una persona dentro de una comunidad, de forma automática se hará para el resto de las personas que viven en la zona. Mayer

(1995) menciona como ejemplo de bien público puro para la economía global a los bosques, generando beneficios no rivales en las reducciones de CO2.

Por otro lado, también existen bienes que producen pérdida de utilidad para los individuos, denominados males públicos. Un ejemplo, es la pérdida de bienestar de una persona como consecuencia de la contaminación del aire, la cual no disminuye las pérdidas que puedan sufrir otras personas por el mismo motivo.

Un concepto importante de incorporar, es el de una persona "free-rider". Olson (1965) lo define, como aquella persona que no puede ser excluida de los beneficios generados por los servicios que suministra un bien público puro. Esto trae como consecuencia, que el mercado debería proveer una menor cantidad del bien público, que la del nivel social deseado. Por consiguiente *"existe una mala asignación del activo ambiental lejos de ser como los bienes privados donde las condiciones de uso rival y excluyente son mantenidas"* (Ídem).

Hardin (1968), en su artículo, afirma que los problemas de la contaminación reaparecen en la tragedia de los comunes. El autor plantea que *"El hombre razonable encuentra que su parte de los costos de los desperdicios que descarga en los recursos comunes es mucho menor que el costo de purificar sus desperdicios antes de deshacerse de ellos"*. Por esta razón, propone mecanismos fiscales o leyes que hagan más económico para el contaminante tratar sus desechos antes de deshacerse de ellos sin tratarlos (Ídem).

Es así, como los bienes públicos distorsionan la asignación eficiente de los recursos, porque los individuos no tienen incentivos para revelar sus verdaderas preferencias, con el propósito de traspasar la carga financiera a otro. Es por este motivo, que nadie está dispuesto a pagar por ellos, y la oferta total es inferior a lo que ocurriría si los individuos no ocultaran sus auténticas preferencias.

Es así como, el medio ambiente es un bien público de carácter global, ya que está por encima de las barreras geográficas y es consumido de forma paralela por todos los seres vivos del planeta.

Otra elemento relacionado a las fallas de mercado, es la presencia de externalidades. Es por esto, que los problemas de contaminación se evalúan dentro del marco de la teoría de las externalidades, donde el bien público es la atmósfera.

1.3. La Contaminación como una Externalidad

La degradación del medio ambiente, en general, es considerada una externalidad negativa. Esto ocurre, cuando una empresa o grupo de productores, imponen a la sociedad un costo, por ejemplo la emisión de gases contaminantes, teniendo efectos perjudiciales para la salud o el medio ambiente.

Por otro lado, la OMS (2011) estima que la contaminación atmosférica urbana ocasiona un aproximado de 1,3 millones de muertes al año en todo el mundo. Mientras menor sea la contaminación atmosférica de una ciudad, mejor será la salud cardiovascular y respiratoria (Ídem).

Para Lomba (2009), las externalidades surgen cuando los costos o beneficios de una actividad no pueden ser asignados exclusivamente al dueño de la misma y por ende, no deben ser tomados en consideración a la hora de tomar decisiones de asignación de los recursos.

Una externalidad, se produce cuando las actividades de consumo o producción de una persona o empresa afectan de manera positiva o negativa sobre terceros. Una externalidad positiva, incrementa el nivel de bienestar de los demás individuos; mientras que una externalidad negativa, reduce el nivel de bienestar de otro. Es así, como las externalidades no afectan los precios del mercado, sino sus ganancias o utilidades (Ibarrarán Viniegra, 2000).

La historia económica de los últimos siglos, refleja una relación indudable entre las emisiones de GEI y el crecimiento económico. Lomba (2009), explica que la *"concentración de gases en la atmósfera ha ido aumentando paulatinamente de forma ininterrumpida con los flujos de las emisiones, que por otra parte han ido variando de acuerdo con los correspondientes ciclos económicos"*.

La causa de los daños ocasionados por las externalidades negativas, se debe a que los precios asignados a los bienes no reflejan los costos de emitir GEI y, por lo tanto, envían una señalización errada al mercado de los verdaderos costos de producción (Ídem). Por este motivo, se han diseñado instrumentos de política económica para abordar la problemática del cambio climático.

De acuerdo a Lomba (2009), existen cuatro características específicas de los GEI como externalidades:

En primer lugar, su globalidad. Esto significa que las emisiones originadas en India tiene el mismo efecto en Perú. En segundo lugar, el largo plazo de su impacto, una vez los gases están en la atmósfera, permanecen allí en períodos muy largos (siglos). Es decir, que el clima dentro de 70 años está condicionado por los niveles y emisiones de GEIs en la actualidad. En tercer lugar, la incertidumbre, ya que no se sabe con total certeza cuáles son los efectos finales del cambio climático. Por último, su capacidad de generar cambios radicales irreversibles.

Es así como el cambio climático, es un problema global que tiene impactos no sólo ambientales, sino también sociales y económicos, que requieren de una cooperación a nivel internacional.

Según Stern (2006), los efectos del cambio climático podrían costar más que las dos guerras mundiales y generar una crisis similar a la de la Gran Depresión en 1929,

además de generar 200 millones de víctimas causadas por sequías e inundaciones y lograr la desaparición del 40% de la flora y fauna del planeta.

De acuerdo a Blanco (2009), han surgido nuevas formas que promueven las externalidades ambientales positivas, o buscan disminuir las externalidades ambientales negativas; a través de la transferencia de recursos financieros de los beneficiarios de ciertos servicios ambientales, a quienes poseen dichos servicios o que son fiduciarios de los recursos ambientales. Estas herramientas económicas y de mercado tratan de evitar externalidades ambientales negativas por medio de derechos ecológicos, impuestos o basándose en el principio de que si se contamina, se paga.

2. Instrumentos de Intervención en el Medio Ambiente

A través de los años, se ha buscado la necesidad de la intervención por parte de los poderes públicos en el área ambiental. Esto se debe, a que el medio ambiente es un bien público, escaso y presenta fallos de mercado.

Por este motivo surgen, una serie de instrumentos para hacer frente a esta problemática, donde se plantean dos tipos: instrumentos regulatorios e instrumentos económicos.

2.1. Instrumentos Regulatorios

Colldefornsl (2009) explica a los instrumentos regulatorios, como aquellos que establecen normas de cumplimiento, respondiendo a los mecanismos tradicionales y propios de la acción pública. Estos son los instrumentos dominantes en las políticas ambientales de todos los países.

2.2. Instrumentos Económicos

De acuerdo a Finanzas de Carbono (2011), los instrumentos económicos son aquellos donde su objetivo principal es modificar el comportamiento de los responsables de GEI mediante la creación de incentivos económicos, donde se incluyen fundamentalmente los impuestos, subsidios, reducción y sistemas de comercio de permisos de emisión.

Los impuestos y subsidios son instrumentos de precio, ya que a través de ellos se puede promover o desestimular la conducta de una empresa. Por otro lado, los sistemas de permisos son instrumentos de cantidad que consisten en racionar las emisiones. Así, se permite la creación de un mercado dado que se fija el nivel máximo de emisiones, haciendo que las empresas negocien entre sí los permisos otorgados (Ídem).

De igual forma, Finanzas de Carbono (2011) afirma que los impuestos y comercio de emisiones son los instrumentos más eficientes, porque garantizan que en la sociedad no

exista un desperdicio de la asignación de los recursos. Sin embargo, tiene mayor aceptación política el sistema de comercio de emisiones, dado que *"son repartidos gratuitamente imponen una carga financiera total menor sobre los emisores de GEI que los impuestos"*.

Colldefornsl (2009) plantea que los instrumentos regulatorios son adecuados, cuando las administraciones disponen de buena información y cuando es razonable poner condiciones similares a distintas empresas. La prohibición forma parte de los instrumentos regulatorio.

De igual manera, el autor afirma que los instrumentos económicos son más ventajosos que los regulatorios por varios motivos. Uno de ellos es la eficiencia económica, dado que el costo total para toda la sociedad de obtener un objetivo ambiental es menor utilizando los instrumentos económicos en vez de los reguladores. Esto se basa, en la adaptación y flexibilidad de los instrumentos de mercado, donde las normas son igual para todos.

Otro motivo, es que los instrumentos de mercado incentivan la adopción de nuevas tecnologías, o esfuerzo de mejoras tecnológicas, además de no necesitar información detallada (Ídem).

Se pueden destacar dos de los instrumentos económicos mayormente utilizados hoy en día, para para el control de emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial. Uno de ellos, es el denominado Comercio de Derechos de Emisión, o "Cap&Trade" en inglés.

2.2.1. Comercio de Derechos de Emisión (Cap&Trade)

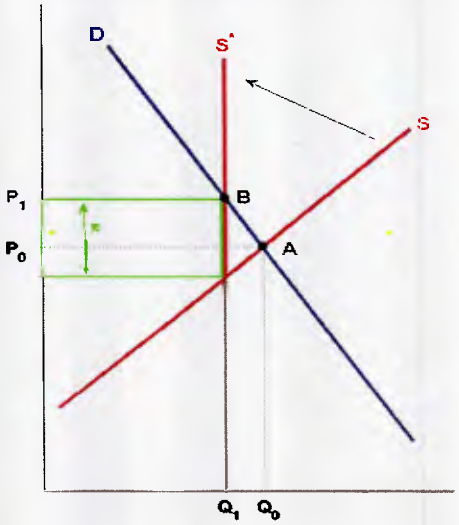
Este sistema, se basa en resolver los problemas de la contaminación del aire basado en los mercados de externalidades. Consiste en la fijación de un límite total máximo de emisiones permitidas en un tiempo determinado. Cada agente recibe una cantidad específica de permisos de emisión, que luego poder comercializar en el mercado. La distribución de los permisos, se puede hacer a través de subastas o en función de sus emisiones históricas. Así, el mercado determina el precio, en función de la oferta y la demanda.

De esta forma, las personas que emitan menos, pueden vender dicho excedente a aquellos agentes que se excedieron de su capacidad máxima permitida. Por lo tanto, los que logren reducir sus emisiones sin incidir en altos costos, pueden beneficiarse vendiendo sus permisos en el mercado. De igual forma, aquellos que le es muy costoso reducir, podrán comprar los permisos.

Gordon (2008) explica el funcionamiento de este mecanismo, reflejado en el Gráfico N° 01. Suponga que antes de la política, la intersección de las curvas de oferta y demanda de emisiones de GEI (punto A) generara emisiones iguales a Q_0, y el precio será P_0, donde el gobierno quiere reducir la cantidad de Q_1. En este caso, el gobierno restringe las emisiones a un nivel consistente con Q_1. La nueva curva de oferta, llamada S*, es ahora vertical. Es otras palabras, no importa qué tan alto el precio sube, la oferta

se mantendrá fija en Q_1. El nuevo equilibrio es de nuevo B: la cantidad se determina en Q_1, y el precio se elevará a P_1.

Gráfico N° 01: Cap&Trade



Fuente: Gordon (2007)

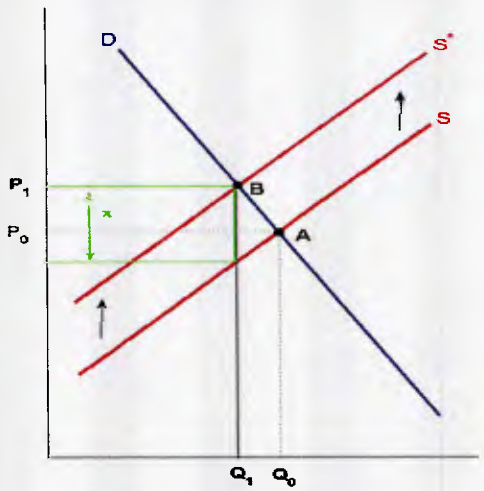
2.2.2. Impuesto al Carbono (CarbonTax)

Otra medida que ha sido defendida por economistas y teóricos, es la aplicación del impuesto al dióxido de carbono. Este tipo de impuesto, no es ninguna novedad ni en la teoría ni en la práctica, dado que Pigou abogaba por impuestos correctivos para reducir la contaminación a comienzos del siglo XIX. Originalmente, su finalidad era recaudadora, pero con la problemática del medio ambiente, se inicia su reconversión hacia objetivos ambientales para la disminución de las emisiones de dióxido de carbono.

Gordon (2008) explica el CarbonTax a través del Gráfico N° 02. Antes de la política, la intersección de las curvas de oferta y demanda de emisiones de GEI, está representada por el punto A del gráfico, generando emisiones iguales a Q_0, siendo el precio será P_0, donde el gobierno quiere reducir la cantidad de Q_1.

Supongamos que un impuesto sobre el carbono, identificado como π, se añade en el precio. Para una cantidad dada, el precio del proveedor será el precio anterior más el monto del impuesto y la curva de oferta se desplazará hasta S*. El nuevo equilibrio está en el punto B, la cantidad es Q_1 y el precio se incrementará a P_1. Se debe tomar en consideración, que el aumento de precios será menor que el impuesto, aunque si la curva de demanda es inelástica, el aumento en el precio será bastante cerca de π.

Gráfico N° 02: CarbonTax



Fuente: Gordon (2007)

2.2.3. Carbon Tax vs. Cap and Trade

Luego de haber analizado ambos instrumentos económicos, es importante resaltar las diferencias entre un impuesto sobre el carbono y el comercio de derechos de emisión. Al observar el Gráfico N° 03 y Gráfico N° 04, podemos concluir que en lo que es precios y cantidades, las dos políticas son semejantes: al ir del punto A al punto B, las cantidades bajan a Q_1y los precios suben a P_1.

Lo que distingue a ambos es lo que ocurre con π - la diferencia entre el precio que pagan los consumidores en B y lo que cuesta producir a los proveedores Q_1. En el caso del impuesto, el dinero va al gobierno. Pero si la salida está limitada aQ_1, esa diferencia es beneficio neto: un permiso para producir una unidad de producto permite a su propietario cobrar una renta igual a la diferencia entre el precio de venta y el costo de producción. Si los permisos son objeto de comercio, su precio se oferta de manera que su precio será igual a π. Entonces, si los permisos son simplemente dados a los emisores existentes, esos beneficios se lo quedan las empresas. Si los permisos se subastan, el precio se licitará a π, y el gobierno se queda con el dinero.

Lenntech B.V (2011), afirma que *"Estos derechos de emisiones son un incentivo económico desarrollado para persuadir a las compañías (como productores de combustibles fósiles) para cambiar su comportamiento de manera voluntaria. Se trata de crear un mercado para las externalidades".*

Colldefornsl (2009) plantea que el impuesto es una herramienta apropiada para internalizar los costos sociales provenientes de las emisiones, debido a que el mercado puede señalarlos precios que hacen que los costos sociales, que anteriormente no se tomaban en cuenta, queden incorporados a las decisiones de los consumidores y de las empresas.

Un estudio realizado por Yale Environment 360 (2009) pidió a varios académicos explicar cual de los dos enfoques, cap & trade o carbon tax, era de su preferencia.

Los partidarios del cap and tradeargumentan que este instrumento tiene dos ventajas principales: se establece un límite máximo de emisiones de carbono, y la creación de un mercado donde recompensas a las empresas que reducen sus emisiones. Por otro lado, los partidarios de un impuesto al carbono, afirman que la ventaja es la simplicidad. Sostienen que el constante aumento de los combustibles fósiles, impulsará el desarrollo de fuentes alternativas de energía (Ídem).

Jeffrey Sachs, Director del EarthInstitute de la Universidad de Columbia, plantea que el comercio de emisiones parece ser la solución ideal para los políticos. Primero porque se encuentra "basado en el mercado", no requiere el uso de la palabra impuestos y se puede trabajar con grupos de intereses especiales en las negociaciones de trastienda. Sin embargo, Sachs afirma que un impuesto directo al carbono tiene ventajas enormes, dado que cubre toda la economía, pone un precio a las emisiones de carbono y plantea una cantidad clara de ingresos.

Fred Krupp, Presidente del Fondo de Defensa Ambiental, plantea la ventaja de un límite máximo de emisiones en vez de un impuesto al carbono. El cap and trade, pone un límite de emisiones a la contaminación; un impuesto, no lo hace.

Por último, Robert Stavins, Director del Programa de Economía Ambiental de la Universidad de Harvard, comenta la existencia de ventajas y desventajas entre los dos principales instrumentos. Aun así, Stavins afirma que el mejor enfoque, y lo más factible en el corto y mediano plazo, es el sistema de comercio. El afirma que una de las principales diferencias es la eficiencia ambiental. Un impuesto no garantiza el logro de un objetivo de emisiones, sino que proporciona una mayor seguridad en cuanto a los costos.

3. Respuesta Internacional ante el Cambio Climático

Dado el incremento de las emisiones de GEI y las alteraciones que trae en el sistema climático, se ha originado gran atención internacional por solventar dicha situación. Es por eso que, en el año 1979, se celebra la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, en donde la comunidad científica solicita a los gobiernos de todos los países a hacer frente al problema ambiental global.

En 1988 se crea el denominado "Grupo Intergubernamental para el Cambio Climático", con el objetivo de analizar la información científica del cambio climático,

además de sus repercusiones ambientales y socioeconómicas. Su primera evaluación, que se publica en 1990, alarma al público en general y alertan de la necesidad de reducir los niveles de dióxido de carbono. Ese mismo año, se llevó a cabo la realización de una Asamblea General de Naciones Unidas, a través del inicio de una Convención Internacional para plantear políticas para solventar el problema del cambio climático.

Para 1992, en la Primera Cumbre de Desarrollo y Medio Ambiente, en Río de Janeiro, fue firmada la Convención Marco de Cambios Climáticos de Naciones Unidades. El objetivo, era proteger el sistema climático mundial de los efectos de los GEI y sus repercusiones en el calentamiento global. La meta es establecer las concentraciones de los GEI en la atmósfera en un grado que no sea peligroso, pero que a su vez, permita un desarrollo económico de forma sostenible. Otro aspecto es que agrupa a los países en industrializados y economías emergentes.

Mayer (1995) plantea, que la problemática para aquel entonces era que las emisiones de dióxido de carbono tenían su origen fundamentalmente en los países desarrollados, dado que para 1990 el 75% de ellas era proveniente de aquellos países. Pero no será sino hasta 1994, que entre en vigor la Convención Marco de Cambios Climáticos de Naciones Unidades (CMNUCC), siendo ratificada actualmente por 189 países.

La Conferencia de las Partes (COP) en 1995, surge como la autoridad máxima de la Convención, donde se reunirán cada año para alcanzar acuerdos entre los países miembros y disminuir los efectos del cambio climático. Finalmente, en el año 1997, se

adopta el Protocolo de Kioto, en el cual compromete a los países a lograr objetivos individuales y jurídicamente vinculantes para reducir sus emisiones de GEI.

A pesar de que la Convención Marco de Cambios Climáticos de Naciones Unidas fue un avance, dado que se logró llegar a un acuerdo y adoptar una postura global del problema, presentaba fallas. Existía falta de compromisos para dar respuesta al problema ambiental, en referencia a los objetivos de reducción y de implementación, al igual que, la falta de imposición de cumplimientos. Así, se inició un período de negociaciones que dieron como resultado la propuesta denominada como "El Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático", en donde se logró tomar decisiones conjuntas para disminuir el sobrecalentamiento global acordando una series de medidas en relación a la emisión de GEI por parte de los países industrializados.

Es así como, el comercio de emisiones fue el mecanismo considerado dentro del Protocolo de Kyoto, generando la creación de los mercados de carbono, en donde las empresas y países pueden comercializar permisos de reducción.

3.1. El Protocolo de Kioto

Todos los problemas que surgen del Cambio Climático, han provocado numerosas respuestas por parte de la comunidad internacional. Entre las medidas tomadas, se puede

destacar la Conferencia de las Partes y el Protocolo de Kioto entre las más significativas, además fue con esta iniciativa que por primera vez se establecieron acciones claras que debían ser aplicadas por los países para mitigar sus contribuciones al efecto invernadero. A partir de estas iniciativas, se fueron generando adaptaciones, mecanismos de flexibilidad y mercados que iban cambiando en la medida que se adquiría experiencia en esta área. De igual forma, se realizaron diversas evaluaciones de las implicaciones económicas que estas medidas le acarrearían a la economía mundial.

"El Protocolo de Kioto de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático" surge en el año 1997, como resultado de un período de negociaciones hechas para dar respuesta al problema ambiental. En este acuerdo, se logró tomar decisiones conjuntas entre países para disminuir el sobrecalentamiento global, acordando así una serie de medidas en relación a la emisión de GEI, por parte de los países industrializados. En este documento, los países industrializados acordaron cifras de limitación o reducción de emisiones de GEI, buscando solucionar el problema sin perturbar la economía mundial, ni la competitividad de la misma. Así, se estableció un tiempo y ritmo al cuál se iban a alcanzar dichas reducciones, de acuerdo a los intereses de cada país.

Es así como, en 1997, se establece para países desarrollados, objetivos obligatorios de reducción de GEI con respecto a los niveles de 1990. Este tratado, fue realizado por un grupo de 86 naciones industrializadas, en la cual se comprometen a reducir en un 5% sus emisiones de CO_2 respecto a los niveles de 1990 entre los años 2008 y 2012, siendo

este el primer período del compromiso. Así, el Protocolo de Kioto entró en vigencia el 16 de febrero de 2005, una vez cumplida con la condición de ser ratificado por 55 Partes en la Convención. Entre estos, se encuentran países desarrollados cuyas emisiones combinadas de CO_2superan el 55% del total de ese grupo. Vale la pena mencionar que Estados Unidos, el cual genera el 36% de las emisiones del total de los países desarrollados, aún no lo ha ratificado. En la Tabla N° 02 se encuentra la lista países del Anexo B del Protocolo con sus respectivos compromisos de reducción para el periodo de cumplimiento 2008-2012.

El sistema de "cap-and-trade"disminuye las emisiones de GEI, lo que lleva a los actores, que son los responsables de esas emisiones, a buscar fuentes de emisiones que contribuyan menos al efecto invernadero. En caso de que no sea posible hacer la reducción, se pueden comprar permisos que les da más tiempo hasta que se pueda invertir en una nueva tecnología. Transcurrido un lapso, la cantidad de carbono en la atmósfera se reduce y el precio de los permisos se incrementa. Si alguna organización logra reducir sus emisiones por debajo de su cuota, ésta puede vender esa cantidad adicional a otra que no haya cumplido con la reducción (Kurtzman, 2009).

El Protocolo de Kioto conlleva numerosas implicaciones económicas, las más significativas se encuentran a nivel energético. Capros y Mantzos (2000), realizan una evaluación del impacto que puede tener el Protocolo de Kioto en esta área, tomando como base la Unión Europea. Argumentan que el sistema económico puede responder a las restricciones de emisiones de carbono, ya sea reduciendo la intensidad energética o

cambiando la mezcla de combustible para reducir la concentración de carbono. Según sus resultados, observan que si bien más de la mitad de las reducciones se pueden alcanzar disminuyendo el consumo de energía, esto no es un escenario muy posible dadas las dificultades que implican hacer los ajustes. Por lo que, se requiere que haya un cambio tecnológico para lograr las reducciones. No obstante, concluyen que el ahorro en costos que implicaría este progreso tecnológico, sería mayor que los costos requeridos para cumplir con las metas del Protocolo de Kioto.

Tabla N° 02: Países del Anexo B y Metal del Protocolo de Kioto

País	%	País	%
Austria	-8%	Irlanda del Norte	-8%
Dinamarca	-8%	República Checa	-8%
Alemania	-8%	Francia	-8%
Latvia	-8%	Italia	-8%
Mónaco	-8%	Luxemburgo	-8%
Eslovaquia	-8%	Rumania	-8%
Suiza	-8%	Suecia	-8%
Bélgica	-8%	Comunidad Europea	-8%
Estonia	-8%	Estados Unidos*	-7%
Grecia	-8%	Canadá	-6%
Liechtenstein	-8%	Hungría	-6%
Paises Bajos	-8%	Japón	-6%
Eslovenia	-8%	Polonia	-6%
Gran Bretaña	-8%	Croacia	-5%
Bulgaria	-8%	Nueva Zelanda	0%
Finlandia	-8%	Federación Rusa	0%
Irlanda	-8%	Ucrania	0%
Lituania	-8%	Noruega	1%
Portugal	-8%	Australia*	8%
España	-8%	Islandia	10%

* paises que han decidido no ratificar el protocolo

Fuente: Galietta (2008)

Ross, McKibbin, Shackleton, & Wilcoxen (1999)realizaron un estudio donde evalúan los posibles efectos económicos del Protocolo de Kioto. Entre sus resultados,

argumentan que aquellas regiones, con los mayores costos de reducción, experimentarán una salida de capitales de sus respectivos países. Esto se debe a que los altos costos de reducción que experimentan, causan que el rendimiento del capital sea menor, por lo que este fluye a otros países, como las economías emergentes, los cuales no controlan sus niveles de emisiones. El efecto de esto, es que las tasas de interés en los países que exportan el capital disminuyan, depreciando su tipo de cambio y aumentando sus exportaciones. En el caso contrario de los países que reciben los flujos de capital, experimentan una caída en su tasa de interés, apreciando su tipo de cambio y disminuyendo sus exportaciones.

3.1.1. Los Mecanismos de Flexibilización:

Debido a que los objetivos planteados, al igual que los términos establecidos a los diferentes países, implicaban grandes restricciones tanto tecnológicas como económicas, se diseñaron medidas complementarias de manera que se pudieran alcanzar las reducciones acordadas. De esta manera, se implantaron tres "Mecanismos de Flexibilización" dentro del marco del Protocolo de Kioto.

Los mecanismos de flexibilización son: el Mecanismo de Aplicación Conjunta (JI: Joint Implementation), el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y el Mercado Internacional de Emisiones (ET: Emissions Trading). Cada uno de estos mecanismos,

consiste en realizar negociaciones con otros países de forma que todos puedan alcanzar los objetivos de reducciones.

En este sentido, el Mecanismo de Aplicación Conjunta está planteado en el Artículo 6 del Protocolo de Kioto y estipula que los países podrán vender o comprar Unidades de Emisión Reducidas (ERUs)[2], provenientes de proyectos que desean reducir las emisiones contaminantes de GEI, con el propósito de cumplir con las obligaciones.

En segundo lugar, el MDL, definido dentro del Artículo 12 del Protocolo de Kioto, permite la ejecución de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero por parte de las economías emergentes. El propósito de este mecanismo, es asistir tanto a las economías emergentes a alcanzar un desarrollo sostenible, como a los países industrializados (que firmaron el Protocolo de Kioto) a cumplir con los compromisos de limitación y reducción de emisiones. Es indispensable que las economías emergentes no sólo ratifiquen el Protocolo de Kioto, sino que cuenten a nivel nacional con una institucionalidad eficaz, de forma que les permita la suscripción de acuerdo marco, además de la definición de los tipos prioritarios de proyectos (Ciencia de Cambio Climático en Chile, 2001)

Existen dos tipos de proyectos MDL, dependiendo de cómo se logre evitar las emisiones de GEI (SNV, 2009), los proyectos de captura o absorción de dióxido de carbono en la atmósfera, y la reducción de emisiones. Para el primer período de

[2] Siglas en inglés que hacen referencia a EmissionReductionUnits.

compromisos, comprendidos entre los años 2008-2012, los proyectos de captura se restringen a actividades de forestación y reforestación, y sus regulaciones son distintas a las de un proyecto de reducción de emisiones. Dentro del Protocolo de Kioto, se plantean 15 sectores en donde se pueden desarrollar proyectos de MDL para la reducción de GEI.

A través de este mecanismo, las naciones pueden formar parte de negociaciones de reducción de emisiones a través de la certificación de proyectos aprobados por el gobierno. El "Department for International Development (2002), plantea que los costos de abatimiento de captura o emisiones pueden variar entre países y regiones, por lo cual hay un margen importante para que los países industrializados cumplan sus compromisos financiando proyectos en economías emergentes, donde los costos de abatimiento son menores y riego de inversión son mayores.

Así, se puede generar un flujo importante de inversiones de los países desarrollados a los que se encuentran en vía de desarrollo, mediante proyectos que incluyan tanto los objetivos de reducción, como los de fomentar el desarrollo sustentable; por ejemplo, la transferencia de tecnología y recursos financieros a los países en vías de desarrollo, la reducción de la contaminación ambiental y dependencia de combustibles fósiles, el uso de tecnologías más innovadoras y limpias, el aumento de la eficiencia energética y producción de energía sostenible, la mejora de las condiciones de igualdad como resultado de la generación de nuevas fuentes de empleo e ingreso, entre otros (SNV, 2009).

Por último, se encuentra el Mercado Internacional de Emisiones, el cual está establecido en el Artículo 17 del Protocolo de Kioto. Se define como, aquellas actividades de comercio de derechos de emisión por parte de los países con metas de reducción establecidas. Estas metas están expresadas como niveles de emisiones permitidas, o también llamados montos asignados, sobre el periodo de compromiso 2008-2012. Las emisiones permitidas están divididas en Unidades de Cantidad Asignada (AAUs)[3].

Acuña (2005), argumenta que los Mecanismos de Flexibilización poseen una serie de ventajas para los países industrializados, al permitir: que sus compromisos de reducción puedan alcanzarse a través del control de las emisiones de una canasta determinada de GEI, que la captura de dióxido de carbono, obtenidas por actividades sobre los bosques y los procesos de cambio de uso de tierra, se pueden "descontar" de sus emisiones totales y que puedan utilizar cualquiera de los mecanismos de Comercialización de Emisiones que establece el Protocolo de Kioto en sus artículos 6, 12, y 17, permitiendo la ejecución de transacciones con terceros, ayudando a mejorar la rentabilidad de los proyectos en las economías emergentes, entre otras actividades que tienen como fin último el de permitir que los países alcancen sus objetivos.

Ross, McKibbin, Shackleton, & Wilcoxen (1999) argumentan que los mecanismos de flexibilización que permiten transar los certificados de emisiones, llevarán a que las reducciones dentro de los países sean menores, debido a que se pueden adquirir las

[3] Siglas en inglés que hacen referencia a AssignedAmountUnits.

reducciones de otros países. Sin embargo, esto reduce significativamente los costos de cumplir con los compromisos.

Con el Protocolo de Kioto en vigor desde el 2005, han transcurrido más de tres décadas desde que surgió la problemática ambiental acerca del efecto invernadero. De igual forma, crece la idea de aminorar los futuros cambios climáticos que trae como consecuencia el efecto invernadero. Esto ha logrado, impulsar a que instituciones, empresas y otras organizaciones, busquen reducir la denominada "huella de carbono", a pesar de que no se encuentren obligados por ningún tipo de regulación. El objetivo de reducir y neutralizar dicha huella, tiene como implicación invertir en proyectos que reduzcan las emisiones de GEI, al igual que buscar comprar los créditos de carbono correspondientes a las emisiones que se deseen compensar. La consecuencia de esto, es que se ha generado una demanda voluntaria creciente de dichos créditos, permitiendo así la formación de un mercado organizado para transar los créditos a nivel internacional, formandose el Mercado de Bonos de Carbono.

3.2. El Mercado de Bonos de Carbono

El Mercado de Bonos de Carbono, consiste en interacciones de compra y venta de títulos, donde una parte paga una cantidad determinada equivalente a las reducciones de

emisiones de GEI alcanzada por otra. Estos títulos transados son los Bonos de Carbono, que surgen para poder cumplir con los objetivos de disminución de emisiones.

Una tonelada de CO_2 equivalente es lo que se conoce como un Bono de Carbono. El concepto de CO_2 equivalente se crea debido a que las incidencias de los diferentes GEI en el efecto invernadero, no son iguales. En este sentido, las emisiones de los GEI, diferentes al CO_2, se representan como la cantidad de CO_2 necesaria para producir un resultado contaminante similar(Gobierno de Chile, 2007). Así el CO_2 equivalente (CO_2eq, CO_2e), es una unidad homogénea para los volúmenes de CO_2.

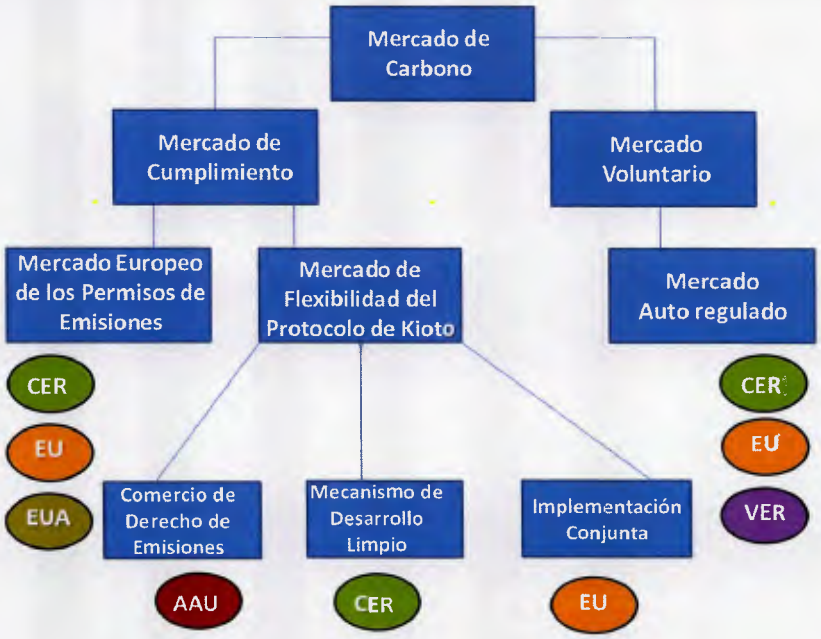
Continuando con la dinámica del mercado, los países desarrollados pueden financiar proyectos de captura de estos gases en otras naciones (principalmente economías emergentes), para posteriormente acreditar tales reducciones como si hubiesen sido hechas en territorio propio. Esto les permite disminuir significativamente los costos de cumplimiento (Ídem).

Existen varios tipos de títulos que se transan en el mercado (Figuta N° 04). Se encuentran los Permisos de Emisión y los Certificados de Reducción de Emisiones (CERs)[4]. Los Permisos de Emisión, son aquellas autorizaciones asignadas por los gobiernos de los países que firmaron y ratificaron el Protocolo de Kioto, de forma que sus empresas emisoras de GEI cumplan con los compromisos de reducción de emisiones. El mercado más importante de permisos de emisión es el European Union

[4]Siglas en inglés que hacen referencia a CertifiedEmissionReduction.

Emission Trading Scheme (EU ETS), en el cual los permisos transados son denominados como European Union Allowances (EUAs).

Figura N° 02: Los Mercados del Carbono y sus herramientas financieras



Fuente: Pouillard (2008)

Por su parte, SNV (2009)define a los CERs como *"documentos con valor comercial que certifican la verificación de las emisiones reducidas provenientes de la implementación de un proyecto MDL en un país en desarrollo"*. Los países que realizan proyectos de MDL generan ingresos a través de la venta de CERs a países desarrollados mediante un mercado de carbono. Los ingresos generados por la venta de los CER, son propiedad jurídica de la persona que realizó la transacción en el mercado de carbono, donde dicho ingresos los puede utilizar para la inversión interna del proyecto o en

actividades sociales, ambientales y económicas, donde el proyecto tenga cierta área de influencia.

La venta de los CERs, se realiza mediante el Acuerdo de Compra de Reducción de Emisiones (ERPA), donde se establece el tipo de negociación, los términos legales de cumplimiento, definición de propiedad del CER, riesgos, condiciones de compra y venta, moneda a la cual se realizará el pago, fechas de entrega y de pago de los CER, entre otras cosas.

Con respecto al precio de venta, Neeff y Henders(2007)afirman, que entre más temprano se realice en el ciclo la negociación de los CER que serán emitidos, más bajo será su precio. Por otro lado, la (Alianza de Energía y Ambiente (AEA), 2007)explica que existe una relación directa entre la distribución del riesgo y los costos existentes entre el vendedor y comprador. Es decir, entre más bajos sean los costos y los riesgos que el vendedor está dispuesto a asumir, el precio que puede obtener de las venta de los CER será más bajo.

Por otro lado, los EUAs del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea, son la principal referencia para el precio de los CER. De acuerdo a SNV (2009), algunos determinantes del precio pueden ser la experiencia de las personas que elaboraron el proyecto, su viabilidad, la confianza en la entrega de los CER, la forma en que esté estructurado el contrato, apoyo del país anfitrión y su deseo de cooperar, los costos de validación y el potencial de certificación.

Este mercado ha logrado desde su surgimiento, un rápido crecimiento, tanto así que el valor total transado en el 2005, de USD 11.000 millones, registró para el 2011 un aproximado de USD 176.000 millones (Finanzas de Carbono, 2011). El Gobierno de Chile (2007) afirma que el Mercado de Carbono se viene desarrollando a nivel mundial desde 1996, pero sólo en los últimos años adquirió mayor fuerza. Durante el año 2002, se estimaron transacciones cercanas a 70 millones de toneladas, en tanto que durante el año 2006, dentro del Mecanismo de Desarrollo Limpio, se transaron bonos equivalentes a 522 millones de toneladas. De igual forma, se afirma que los Bonos de Carbono permiten al desarrollador de un proyecto obtener un ingreso adicional por la venta en los mercados internacionales de la reducción de emisiones de carbono (o equivalentes) que el proyecto evita (Ídem).

3.3. Otros Mercados

Además del Mercado de Carbono, existe un mercado basado en los compromisos voluntarios de empresas privadas e individuos en relación a sus impactos sobre el medio ambiente.

3.3.1. El Mercado Voluntario de Carbono

Figueroa Canelo & Europa (2009)mencionan, que el mercado surge de forma que se puedan compensar los esfuerzos de combatir los efectos del Cambio Climático, dado que habían países que aún no ratificaban el Protocolo de Kioto; también, permitía la realización de proyectos que no cumplían con las metodologías de un MDL o que los costos de transacción de los MDL eran muy elevados en relación al nivel de la actividad realizada. Así mismo, permite un proceso más ágil para la certificación de las reducciones de los GEI emitidos.

Existen puntos encontrados en cuanto al funcionamiento del mercado. Por una parte, se argumenta que la falta de regulación, conllevará a una serie de inconvenientes como lo son: la dificultad para la certificación de las reducciones alcanzadas, discrepancias en la validación de los proyectos elaborados, etc. Sin embargo, se argumenta que la falta de regulación es en realidad una ventaja de los Mercados Voluntarios, ya que da lugar a la innovación. Si alguien tiene una propuesta para combatir los impactos ambientales, se puede ofrecer en este mercado, de forma que si alguien presenta una necesidad de alternativas para la reducción de sus emisiones, pueda adquirirla (Covell, 2009).

Las transcacciones asociadas al Mercado Voluntario de Carbono, hasta el año 2010 podían ser divididas en dos:El Chicago Climate Exchange (*CCX*), el cual fue principal sistema de emisiones de GEI norteamericano de reducción facilitando la comercialización de CERs (Peña & Bent, 2007), y las transacciones realizadas en el

mercado extra-bursátil o "over the counter" (OTC). Este mecanismo, consiste en la realización de operaciones directas y voluntarias efectuadas entre dos partes interesadas y basadas en proyectos (Covell, 2009). En el 2011 el CXX dejó de operar, de ahí en adelante el OTC desarrolla las transacciones voluntarias, en conjunto con pequeñas plataformas privadas.

Las transacciones en el mercado extra-bursátil, se realizaban fuera de cualquier bolsa de un sistema de límites, lo que llevó a que un conjunto de organizaciones desarrollaran una serie de estándares y metodologías mediante las cuales se pudieran certificar las reducciones alcanzadas por los diferentes proyectos elaborados y que tuvieran mayor credibilidad. Entre otros estándares, los siguientes son los más utilizados en el mercado VCS (Verified Carbon Standard), el GS (Gold Standard) y el Climate Action Reserve (CAR) (Obrador Álvarez, 2007).

3.3.2. Certificados de reducción de emisiones voluntarias (VERs)

Son aquellas actividades de reducción o absorción de GEI provenientes de las economías emergentes, que no han sido registradas con los procedimientos regulatorios del MDL, es decir son los certificados que se comercian en los mercados de carbono voluntarios. Estos surgen, como antecesores de los CER cuando no estaba en vigencia el Protocolo de Kioto y no estaba definida la estructura de los MDL. En otras palabras, es

un mercado que está dirigido a compradores voluntarios, cuyas intereses o necesidades difieren a los compradores del mercado regulado, entre los cuales podemos encontrar: imagen corporativa, responsabilidad social, individuales, planificación para sistemas de compromisos futuros, entre otras.

Según Finanzas de Carbono(2011), la diferencia de los VER con los MDL radica en que no se requiere de la aprobación nacional del país anfitrión, el proceso de verificación y validación es dependiente del estándar usado, el cual es más simple y menos costoso. Aun así los parámetros de aprobación del proyecto son similares a los del MDL, e intentan asegurar que las reducciones sean de largo plazo, verdaderas, y que cumplan con las normas del medio ambiente.

De acuerdo a Dinámica de Procesos S.A.(2009)los lineamientos que deben seguir los VERs son menos rigurosos que los de los MDL, deben tener una metodología más pequeña o gran escala analizada por una Entidad Nacional Designada por la UNFCC, sin necesidad de tener aprobaciones de una Autoridad Nacional Designada o por una Junta Ejecutiva de MDL. Normalmente, este tipo de proyectos los utilizan empresas medianas, donde la principal ventaja es que la persona que elabora el proyecto tiene menos exigencias burocráticas que conlleva la actividad de reducción, a un menor costo y plazo que demanda la obtención del CER (Ídem).

Por este motivo, hay mayores posibilidades de realización de proyectos a través de los VERs, debido a que tiene menores exigencias técnicas. La única desventaja, es que a

nivel de oferta su precio es aproximadamente 50% menor al de los CERs (Ídem). Este mercado ha estado tomando fuerza en América Latina, en especial en empresas transnacionales, locales, con fuertes exportaciones, que le da un valor agregado a proyectos de índole forestal, industrial, energético y de residuos sólidos.

Es de esta forma, que se inicia el proceso de búsqueda de la reducción de los GEI, para así combatir el Cambio Climático. El Protocolo de Kioto le exige a los países industrializados, que reduzcan sus niveles de emisiones, pero se les otorgan herramientas para que puedan alcanzar los objetivos sin que sus economías se vean afectadas a largo plazo. Paralelo a esto, se desarrollaron mecanismos, como el Mercado Voluntario, que permite la incorporación de diferentes organismos, quienes pasan a ser parte de estas medidas y desarrollan proyectos con cierto grado de flexibilidad, abriendo las puertas para que ocurra un proceso natural de innovación, progresando no sólo en la mitigación del Cambio Climático, sino también a nivel tecnológico y económico. Todo esto conlleva a un aumento en la calidad de vida de los habitantes de los países, al igual que para sus futuras generaciones.

3.3.2.1. Estándares de Certificación.

Finanzas de Carbono(2011)explica a estos estándares de la siguiente manera. Los VerifiedCarbon Standard (VCS), buscan dar transparencia y credibilidad al mercado

voluntario de carbono, lo que otorga más confianza sobre las reducciones voluntarias y estimular la innovación en tecnologías de mitigación. A través de este estándar, se crea la VCU (Voluntary Carbon Unit), la cual es una unidad de reducción de emisiones voluntaria comercializable.

El Gold Standard (GS) es una fundación sin fines de lucro que registra proyectos de reducción de emisiones de GEI y certifica las reducciones logradas. La ventaja de estos créditos es que son comerciables tanto en el mercado voluntario, como en los mercados de cumplimiento. Por otro lado, la desventaja de este estándar es que sólo admite dos categorías de proyectos: los proyectos de energías renovables y los de mejora de eficiencia energética.

Por su parte, El ClimateAction Reserve (CAR) busca desarrollar estándares regulatorios y de calidad para los proyectos de reducción de emisiones de GEI. Asimismo, otorga la posibilidad de que se ejecuten seguimientos de las transacciones de créditos realizadas en el mercado al presentar un sistema transparente, el cual es de acceso público.

Los créditos que se transan en el Mercado Voluntario, son las Reducciones de Emisiones Verificadas (VERs por sus siglas en inglés), los cuales son transados exclusivamente en el mercado extra-bursátil, los CERs y los ERUs (Obrador Álvarez, 2007).

A pesar de los estándares independientes que tiene el Mercado Voluntario de Carbono, los procesos de registro establecidos en el MDL son de igual forma utilizados como marco de referencia para de esa manera poder garantizar la transparencia y calidad.

Los principales costos necesarios para la comercialización de los VERs por parte del estándar VCS, según Sam Hoffer de la VCS Association, son los atribuibles a la validación y verificación, el cual tiene una cuota anual de USD 2000 por año. De igual forma, también se cobra un impuesto que actualmente está fijado en USD 0,10 por VCU (Verified Carbon Standard (VCS), 2011).

De acuerdo a Finanzas de Carbono (2011), el VCS en el 2012 lidera el mercado por quinta vez consecutivo con 41 MtCO2e de créditos, representando el 58%. De segundo lugar fue el CAR con 9 MtCO2e de créditos certificados (12%) y, en tercer lugar, Gold Standard con 8,5 MtCO2e de créditos transados (12%).

3.4. Funcionamiento del Mercado

Dependiendo del mercado del cual se está trabajando, sus mecanismos se desarrollarán de manera distinta. Es por este motivo, que se considera relevante hacer la distinción entre el funcionamiento del Mercado de Carbono y el Mercado Voluntario de Carbono.

3.4.1. Funcionamiento del Mercado de Carbono

El MDL se encuentra regulado por el Protocolo de Kioto en el artículo 12, y los Acuerdos de Marrakech. El objetivo, es asegurar la integridad ambiental del mecanismo y la certificación de los resultados de los proyectos realizados. Las instituciones que se encargan de la funcionalidad y cumplimiento de los MDL son:

- Conferencia de las Partes (COP): es la máxima autoridad de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, evaluando de forma anual el estado del cambio climático y efectividad del tratado. Tomará decisiones tomando en consideración la recomendación que la Junta Ejecutiva formule sobre su reglamento y todas aquellas decisiones tomadas en la Séptima Conferencia de las Partes. Evalúa la reducción de emisiones de cada país y los nuevos avances científicos. En ella participan todos los estados miembros, al igual que organizaciones de la sociedad civil y la prensa.

- Junta Ejecutiva (JE): está constituida por diez miembros procedentes de las partes en el Protocolo de Kioto. La Junta Ejecutiva supervisará el MDL bajo la autoridad de COP. Sus principales funciones consisten en formular recomendaciones para la COP sobre nuevos procedimientos de los MDL, aprobación de nuevas metodologías y la acreditación de las Entidades Operacionales Designadas (EODs).

- Entidades Operacionales Designadas (EOD): son las entidades encomendadas para la revisión de antecedentes para proponer a la Junta Ejecutiva el registro de proyectos que serán autorizados para ser parte de MDL y certificar las emisiones de GEI reducidas o secuestradas. Sus principales funciones consisten en validar las actividades propuestas en proyectos de MDL, además de verificar y certificar la reducción de emisiones.

- Autoridad Nacional Designada (AND): bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para los proyectos MDL, es necesario que los gobiernos de los países en vías de desarrollo asignen una Autoridad Nacional para certificar que las actividades se lleven a cabo.

De acuerdo a "La Guía para la Formulación y Presentación de Proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio" del SNV (2009)describe cada uno de los pasos de los ciclos del proyecto en el Figura N° 05.

Figura N° 03: Pasos del Ciclo de Proyectos MDL

Fuente: SNV (2009)

1.Nota de Idea de Proyecto (PIN)[5]: es el documento donde se identifica la idea del proyecto y se realiza una evaluación de la elegibilidad del mismo como MDL. Éste debe contener los aspectos generales de cómo el proyecto puede contribuir a la captura o reducción de emisiones de GEI, a través de una actividad y tecnología existente. Aunque no se considera oficialmente parte del ciclo, porque es un documento opcional, este sirve para lograr buscar asesoría y facilitar negociaciones entre los potenciales participantes del proyecto. Además, con este documento se puede buscar financiamiento, cubrir los costos de transacción, y hacer un análisis de factibilidad del proyecto, entre otras cosas.

[5] Son las siglas en inglés de Project Idea Note, que forma parte también del ciclo de un proyecto MDL.

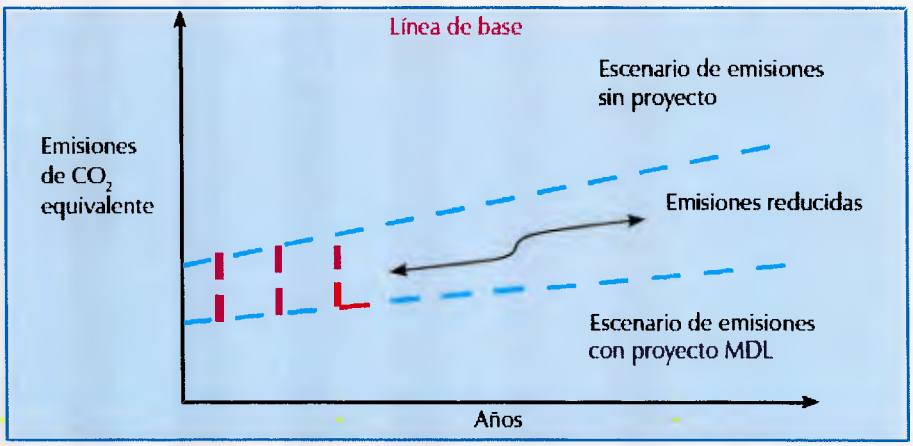
2.Documento de Diseño del Proyecto (PDD)[6]: es el documento básico y obligatorio que describe el proyecto de MDL, dando información más ampliada de la información suministrada en el PIN. Este documento debe realizarse en inglés y con el formato que establece la Junta Ejecutiva del MDL. Es imprescindible que contenga la descripción general del proyecto, metodología de la línea de base, período de acreditación, Protocolo de monitoreo o vigilancia, repercusiones ambientales, comentarios y alegaciones de los interesados, y anexos.

La Línea de Base, representa el escenario de las emisiones de gases de efecto invernadero que se producirían en una actividad determinada en ausencia del proyecto de MDL planteado (Gráfico N° 03).

La diferencia entre las emisiones de la línea de base y las emisiones del proyecto, serán aquellas que se lograron reducir con el proyecto. La línea base debe incluir los cálculos de las emisiones generadas sin el proyecto, la comparación entre las emisiones de GEI de la línea base y las del proyecto, y la comprobación de que el proyecto es adicional (que las emisiones tienen que ser menores a las generadas en ausencia del proyecto MDL).

[666] PDD son las siglas en inglés de Project DesignDocument.

Gráfico N° 03: Reducción de Emisiones de la Línea de Base



Fuente: SNV (2009)

3.Carta de Aval Gubernamental: es un documento firmado por la AND, en la cual hace constar la participación voluntaria del país y su contribución al desarrollo sostenible del país. Es importante mencionar que es diferente del resto de los permisos ambientales y leyes nacionales aplicables para el desarrollo de un proyecto.

4.Validación: es la evaluación de un proyecto MDL, en donde se comprueba la viabilidad ambiental, económica y social. Dicha evaluación la tiene que hacer una empresa distinta a la que participó los pasos anteriores y necesita ser aprobada por la Junta Ejecutiva, en donde se revisa el PDD y cualquier documentación que se requiera para confirmar que todos los requisitos de MDL han sido cumplidos.

5.Registro: es la aceptación formal del proyecto, donde se incorpora en el sistema internacional en el que se encuentran todos los demás proyectos de reducción de emisiones.

6.Negociación del Contrato: la negociación puede realizarse antes o cuando sean emitidos los CER, y dependerá de las necesidades y riesgo que asuma el comprador y vendedor.

7.Implementación y Monitoreo: ocurre cuando ya se da inicio a las operaciones del proyecto después de haber sido registrado, una vez puesto en marcha el mismo se debe monitorear su desarrollo. En otras palabras, el monitoreo consiste en la vigilancia y medición sistemática del rendimiento del proyecto, para así lograr calcular la cantidad de reducción de emisiones que se lograron con el mismo. Este reporte es fundamental, dado que los siguientes pasos del ciclo se basa en este documento.

8.Verificación y Certificación: es la revisión periódica de las reducciones de emisiones monitoreadas que han sucedido como consecuencia del proyecto de MDL. A las reducciones de emisiones que han sido verificadas se les denomina Emisiones Reducidas Verificadas (VERs). Esta verificación normalmente se hace una vez al año. Con el Reporte de Verificación, se procede a elaborar un Reporte de Certificación, que consiste en una garantía escrita donde se establece la cantidad de VERs que logró el proyecto.

9.Emisión de los CERs: la emisión de los CERs para el período de acreditación acordado ocurre luego de que la Junta Ejecutiva recibe el Reporte de Certificación de los VER. En otras palabras, los VER se transforman en un CERs una vez la Junta Ejecutiva los emita. Para que los proyectos sean aprobados, deben cumplir con ciertos criterios establecidos dentro del Protocolo de Kioto, de los cuales (Acuña, 2005)menciona:

- Adaptabilidad:se refiere a la aceptación por parte de los gobiernos involucrados en el proyecto. El país receptor debe fijar sus propios criterios de aceptación, tal es el caso de países que crean su institucionalidad y reglas de selección.

- Adicionalidad:este es el criterio más importante en la captura de carbono, donde la validez del proyecto va recaer en que las reducciones de GEI sean mayores a los precedentes históricos. En otras palabras, la comparación del escenario de la línea base versus la situación actual del proyecto. Debe existir una adicionalidad en el aspecto financiero, a nivel macro y micro. Se hace referencia de nivel macro cuando los proyecto deben operar adicionalmente a recursos asignados por el gobierno, cooperación técnica internacional para el desarrollo, y el medio ambiente. Por otro lado a nivel micro, la adicionalidad financiera consiste en un análisis financiero del proyecto con herramientas como costo-beneficio y tasa interna de retorno, y calcular si genera un ingreso adicional en relación a la línea base.

- Externalidad:son las externalidades negativas que pueden surgir de los proyectos afectando los beneficios del mismo. Estos impactos pueden surgir debido a la forma que el proyecto cambie las condiciones iniciales de la línea base. Según SGS Agrocontrol (2000)alguna de las externalidades relacionadas con los GEI como son las fugas, desplazamiento o traspaso de emisiones; y externalidades no relacionadas con los GEI, es decir, que los proyectos deben tener impactos positivos en el desarrollo o no generar impactos de forma negativa.

- Capacidad: es la factibilidad de que el proyecto cumpla con las metas establecidas en los términos de implementación del proyecto y evaluación. Acuña (2005)la divide en:

  Capacidad Financiera: el proyecto tiene que ser factible a nivel de costos e ingresos futuros de sus actividades, y demostrar sostenibilidad financiera en el tiempo del proyecto.

  Capacidad Administrativa:elproyecto debe tener claro su proceso de implementación, y documentación; además describir de forma clara las políticas que respaldan el proceso administrativo del proyecto.

  Capacidad de Infraestructura y Tecnología:Para poder implementar y cumplir con las metas del proyecto la capacidad de infraestructura y tecnológica tiene que ser la apropiada, además de tomar en cuenta la disponibilidad de

mano de obra y recursos financieros. Otro aspecto importante es cumplir con las exigencias de monitoreo y manejo y recolección de información.

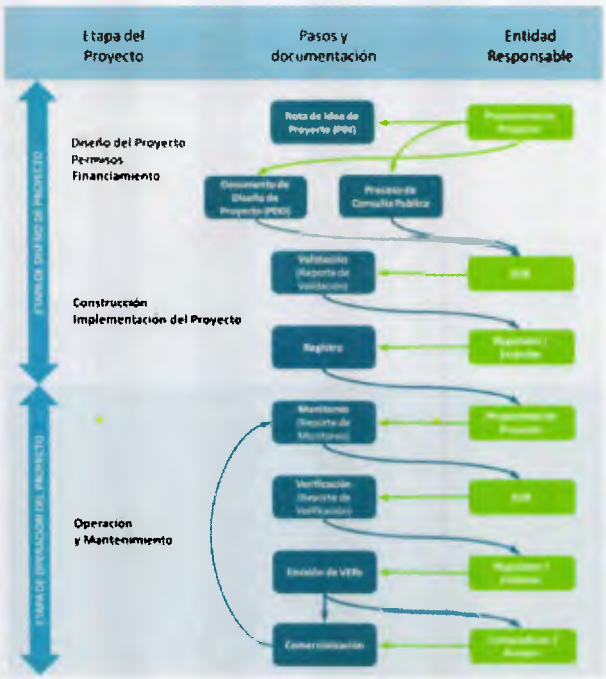
- Demostrabilidad: Un proyecto debe lograr comprobar cierto nivel de seguridad en las estimaciones relacionadas con los beneficios de los GEI. De acuerdo a SGS Agrocontrol(2000)*"el producto final del proyecto debe quedar libre de riesgo en alto porcentaje y/o si tiene incertidumbre muy elevada, no puede ser considerado para compensación de carbono"*.

3.4.2. Funcionamiento del Mercado Voluntario de Carbono

Estos mercados fueron creados por particulares, organizaciones privadas y públicas, donde se pueden realizar transacciones de crédito de carbono que no están dentro de los sectores regulados para cumplir con una meta de reducción GEI. Estas transacciones incluyen tanto a los VERs, como aquellas operaciones de ventas en los mercados regulados (haciendo referencia a los CERs dentro de los proyectos MDL).

Así Finanzas de Carbono (2011),establece los siguientes pasoslos pasos a seguir en el proceso de implementación de un proyecto voluntario de créditos de carbono (Figura N° 04):

Figura N° 04: Ciclo del MCV



Fuente: Finanzas de Carbono (2011)

1.Elaboración de la Nota de Proyecto (PIN): es equivalente a la elaboración de un plan de negocios, donde se da una idea general del proyecto. Este paso no es obligatorio, sino de carácter opcional.

2.Elaboración del Documento de Diseño de Proyecto (PDD): este documento es el primer paso para el desarrollo de un proyecto dentro del mercado voluntario, el cual contiene la información clave: ubicación, metodología de la línea base y monitoreo, sector, etc.). El formato del mismo depende del estándar utilizado y del tipo de proyecto.

3.Proceso de Consulta Pública: lo plantean como requisito de forma que se garantiza a través de un proceso de consulta pública que el proyecto no genere impactos

negativos al medio ambiente o a las comunidades.Con estas consultas, dan la oportunidad de que se hagan preguntas y comentarios acerca del proyecto a realizar. Esta retroalimentación por parte de la consulta pública tiene debe ser documentada y debe incluirse en el diseño del proyecto. Los requisitos del proyecto dependerán del estándar.

4.Validación: proceso independiente a la evaluación del proyecto donde un auditor externo visita el sitio y se asegura que todo lo planteado en el PDD está correctamente sustentado.El proceso de validación es similar al de un proyecto MDL. Un auditor independiente revisa y valida el PDD y el resto de la documentación relacionada (por ejemplo las licencias de construcción, evaluación de impacto ambiental, registro de reuniones de consulta, etc.) independientemente del estándar, este proceso es una confirmación previa antes de que el proyecto se lleve a cabo. Es importante resaltar que este proceso no confirma la cantidad exacta de emisiones que se reducirán, sino que la reducción real se comprobará en los próximos procesos de verificación y certificación. Los requisitos de este proceso dependerán de cada estándar.

5.Registro: después de su proceso de validación, se solicita el registro ante el estándar seleccionado. El plazo para la entrega del número de registro varía

dependiendo del estándar.Los procesos de registro son diferentes a los de los Mecanismos de Desarrollo Limpio, dado que éste es mucho más rápido. No es necesaria la revisión por parte de una entidad estándar antes de que se pueda solicitar el registro luego del proceso de validación. Los requisitos dependerán de cada estándar.

6.Monitoreo y Verificación: el monitoreo consiste en la vigilancia sistemática del desempeño del proyecto a través de la medición y registro de indicadores claves. Por otro lado la verificación es la evaluación constante e independiente de las reducciones de emisiones de GEI, que se han dado como resultado de la actividad del proyecto. Este último proceso está cargo de un auditor externo. Este proceso es similar al del MDL, en donde se diseña el plan de monitoreo del proyecto durante la ejecución del PDD previo a su registro, para luego ser enviado para su certificación en la DOE. El plan incluye los parámetros obligatorios a monitorear, la frecuencia y las medidas para el control de calidad.

7.Expedición y Comercialización:es la fase con la cual se concluye con el ciclo del proyecto. Aquí es donde se realiza la creación de los créditos de carbonos que equivalen a la cantidad de emisiones de GEI que han sido reducidas, verificadas

y certificadas, dependiendo del estándar elegido. Cada estándar tiene su propio sistema de registro y seguimiento de las reducciones para no tener un doble conteo.

A través de estos registros, se le asignan propiedad a los créditos a través de la adjudicación de un número de serie. Cuando se realiza la venta, este número y crédito se transfieren de la cuenta del vendedor a la del comprador. Así, cuando el comprador utiliza el crédito para acreditar sus emisiones, el registro le elimina el número de serie y así se evita la reventa.

Es común que se cobre una comisión por VER emitido, que tiene que ser cancelada por el que elaboró el proyecto. Por otro lado, la comercialización implica vender los créditos de carbono de forma directa a un particular o compañía que de forma voluntaria desea neutralizar sus emisiones, o a un "broker" que realiza transacciones con diversos compradores. Por otro lado, la comercialización de los mismos es a través de un mercado competitivo, donde los precios están en función de la oferta y de la demanda. Un proyecto será atractivo en función de los objetivos del comprador, los cuales variarán dependiendo de las necesidades del mismo.

Los costos dependerán del tamaño y tipo del proyecto, así como del estándar aplicado, donde usualmente son más bajos que los MDL. De igual forma, dichos costos son significativos, en especial si se utilizan proyectos de Gold Standard (GS).

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), desde 1991 trabaja en asociación con instituciones a nivel internacional y con organizaciones no gubernamentales, para afrontar los problemas ambientales a nivel mundial.

FMAM (2008) elaboró el "Manual forCalculatingGreenhouse Gas Benefits of GEF TransportationProjects" diseñado específicamente para proyectos del sector transporte, y así desarrollar estimaciones previas de los impactos de GEI generados en proyectos del sector transporte, con la mayor precisión posible sin necesidad de datos exigentes que desalienten la inversión en el sector. De acuerdo al Especialista de Transporte y Cambio ClimáticoJuan Pablo Orjuela, del Clear Air Institute, esta metodología, proporciona una uniformidad en los cálculos y supuestos utilizados para estimar el impacto de los GEI a través de una gama muy diversa de proyectos posibles.

En la teoría, el Mercado Voluntario abre una ventana de oportunidades para grandes avances tecnológicos, inversiones privadas y mejoras sociales y económicas, para los países industrializados y economías emergentes. Sin embargo, la realidad de estos mercados, al acercarse la finalización del Protocolo de Kioto, es otra. A continuación, se analizará qué tan efectivo fue para la mitigación del problema del cambio climático y las

medidas alternativas que se han tomado a nivel mundial para hacer frente a esta dificultad.

4. El Carbono y el Mundo Actual

La teoría y la realidad suelen divergir con más frecuencia de la que se deseara. Esto ocurre, porque el diseño de las políticas se fundamenta en una serie de supuestos que pierden fuerza al aplicarlos a casos prácticos. No obstante, esto no quiere decir que toda divergencia sea negativa, ya que puede ocurrir que los resultados de una medida sean mejores que los esperados, gracias a la capacidad de adaptación y evolución que ha sido desarrollada por los seres humanos.

En esta sección, se evaluará cómo ha sido la desviación de la aplicación de las teorías planteadas para combatir el Cambio Climático, cuáles fueron los aspectos positivos y negativos de las iniciativas emprendidas, al igual que las innovaciones desarrolladas para hacer frente a las dificultades.

4.1. Críticas del Protocolo de Kioto

Se viene el final del horizonte temporal del Protocolo de Kioto, y en la actualidad se evalúa y cuestiona la continuidad de dicho compromiso para la reducción de emisiones. Sin embargo, existen críticas del resultado del Protocolo de Kioto, como consenso global contra el cambio climático.

Según Guisarre (2010), la principal razón por la cual el Protocolo de Kioto ha fallado, es la actitud de los Estados Unidos al no ratificarlo. El autor plantea que dicho país emite un aproximado del 25% de los gases contaminantes en la atmósfera a nivel mundial, haciendo que poco se logre disminuir el efecto invernadero.

Economías emergentes, como lo son China, Brasil, Rusia e India, se niegan a seguir las bases del Protocolo, afirmando que las naciones que se desarrollaron primero son las responsables del problema del cambio climático (Ídem).

Por otro lado Gilbertson & Reyes (2006)afirman que en el mundo no se están reduciendo las emisiones, sino aumentándolas, y es que el enfoque en que se fundamenta el Protocolo de Kioto no ha tenido, ni tiene ningún efecto significativo. El autor plantea, que en la década que ha pasado, desde que se firmó el Protocolo, las emisiones globales han aumentado a mayor velocidad, triplicándose las emisiones de combustibles fósiles desde 1990.

A pesar de dichas críticas, en la Conferencia de Cancún del 2010, se dio una serie de resultados positivos para el Protocolo de Kioto y el Mercado de Carbono. No sólo se tomó la decisión de la creación del Fondo Verde del Clima, sino la continuación de los mecanismos del Protocolo. Por otro lado, en la Cumbre Climática de Durbán, celebrada a finales del 2011, se acordaron un segundo período de extensión para el Protocolo de Kioto, que se desarrollará desde el 1° de enero del 2012, hasta finales del 2015.

Es así como, a través del Protocolo de Kioto, se han logrado iniciativas nacionales y regionales a través de los mecanismos de mercado, tanto en las economías desarrolladas como economías emergentes. De acuerdo al World Bank (2012), en Australia se llevó a cabo una Ley de Energía Limpia bajo el esquema de fijación de límites máximos e intercambio de derechos de emisión para el 2015, donde se espera reducir 600 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente. Por otro lado, países como México y la República de Corea, lograron aprobar leyes sobre el cambio climático a mediados del 2012 (Ídem).

4.2. Diagnóstico Actual del Mercado de Carbono

Antes de realizar un análisis del comportamiento del Mercado de Carbono, es importante contextualizar el entorno en el cual se desarrolló. Después de la crisis

financiera del 2008-2009, el 2011 fue un año turbulento para los mercados de capitales. De acuerdo al World Bank (2012) esa turbulencia fue causada por varias razones.

En primer lugar, los commodities relacionados con la energía sufrieron de volatilidad, donde el carbono no fue la excepción. Esto fue debido al inicio de la primavera Árabe, el cierre de las centrales nucleares de Japón y Alemania a raíz del accidente en Fukushima, y la rebaja en la calificación crediticia de los Estados Unidos. En segundo lugar, surgió una crisis de confianza debido a la crisis de la deuda griega, intensificada por el temor que se extendiera por otros países de la Unión Europea, causando recesión.

4.2.1. Mercado de Carbono

El Informe "State and Trends of theCarbonMarket" (World Bank, 2011), planteó que el crecimiento del Mercado de Carbono global se estancó en el 2010 en un contexto de incertidumbre. En este informe, se muestra que fue un año de inflexión, debido a que este mercado dejó atrás cinco años de crecimiento robusto.

Los autores de dicho informe, plantearon varias razones del descenso de este mercado, dentro de las cuales la primordial fue la incertidumbre de cómo será el mercado en el 2012. Por otro lado, se mencionó la falta de impulso político para generar nuevos esquemas de cap and trade en diversas economías desarrolladas. Como

consecuencia, muchos países desarrollados, que en situaciones pasadas habían alcanzado o sobrepasado sus objetivos, realizaron menos compras de créditos de carbono en el año 2010.

En otro aspecto, se encuentran los efectos de la recesión económica de varios países desarrollados que sobrellevaron una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, dando como resultado el poder cumplir con sus obligaciones de reducción.

Según el World Bank (2012), los mercados de carbono no lograron ser inmunes a la volatilidad, agravándose cada vez más por el exceso de oferta a largo plazo del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU ETS), la política ambiental en la Unión Europea (EU) (que es el principal motor del mercado mundial de carbono), haciendo que los mismos se derrumbaran hacia finales del 2011 (Tabla N° 03).

De acuerdo a dicho estudio, el pronóstico de la demanda originada para el cumplimiento de metas de reducción fue minimizado por el exceso de oferta de permisos, logrando que los precios se deterioraran. El valor de los CERs pre-2013 disminuyó de nuevo en 2011, como consecuencia del fin del primer período de compromisos del Protocolo de Kioto. En contraste, el mercado primario post-2012 aumentó un 63% anual a USD 2.000 millones, a pesar de los precios bajos.

Tabla N° 03: Volúmenes y valores del Mercado de Carbono (2010-2011)

	2010		2011	
	Volumen ($MtCO_2eq$)	Valor (M$US)	Volumen ($MtCO_{2eq}$)	Valor (M$US)
		Mercado de permisos		
EUA	6,789	133,598	7,853	147,848
AAU	62	626	47	318
RMU	-	-	4	12
NZU	7	101	27	351
RGGI	210	458	120	249
CCA	-	-	4	63
Otros	94	151	26	40
Sub-total	7,162	134,935	8,081	148,881
		Mercado spot & reducciones secundarias		
CER secundario	1,260	20,453	1,734	22,333
ERU secundario	6	94	76	780
Otros	10	90	12	137
Sub-total	1,275	20,637	1,822	23,250
		Transacciones futuras (primarias) basadas en proyectos		
CER primario pre-2013	124	1,458	91	990
CER primario post-2012	100	1,217	173	1,990
ERU primario	41	530	28	339
Mercado voluntario	69	414	87	569
Sub-total	334	3,620	378	3,889
TOTAL	8,772	159,191	10,281	176,020

Fuente: Banco Mundial (2012)

Sin embargo, el valor del mercado global de carbono aumentó, estimulado por un fuerte incremento de volúmenes transados.

Según los autores, el valor total del mercado tuvo un crecimiento anual del 11% (hasta USD 176.000 millones), donde el volumen transado consiguió un nuevo record de 10.3 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (Ídem).

4.2.2. Mercado Voluntario de Carbono

Según EcosystemMarketplace y Bloomberg New EnergyFinance (2012), informan que para el 2010 se reportaron 95 Mt CO2e y un valor de USD 576 millones, siendo la mayor de las transacciones OTC con una cifra aproximada de USD 574 millones. Por otro lado fue el mayor atribuido para transacciones OTC con una cifra de USD 574 millones. El mercado OTC transó un total de 93 Mt CO_2e en el año 2011.

Con respecto a los precios, estos se mantuvieron resistentes a lo largo del año. El promedio del precio de los VERs aumentó en el 2011 de USD 6 la tCO_2e en el 2010 a 6,2 en el 2011 (Tabla N° 04).

Tabla N° 04: Volumen y precio de Transacción del Mercado Voluntario

	Volumen ($MtCO_2e$)		Valor (millones de US$)	
Mercados	**2010**	**2011**	**2010**	**2011**
Voluntario (transacciones-OTC)	69	92	414	572
CCX (negociados en la bolsa y despejados del OTC)	62	1	8	0.05
Otras bolsas	2	2	11	4
Total Mercado Voluntario	133	95	433	576
Total Mercado Regulado	8,702	10,094	158,777	175,451
Total Mercado global	8,835	10,189	159,210	176,027

Fuente: Ecosystem Marketplace & Bloomberg New Energy Finance (2012)

Por otro lado, de acuerdo a una entrevista a Olga N. Chistyakova, Analista de Thomson Reuters Point, el precio promedio para proyectos de este tipo generalmente, se encuentra entre los USD 3-5, tal vez mayor, dependiendo de la ubicación del proyecto.

4.3. PLAC+e

La Corporación Andina de Fomento (CAF) en 1999 desarrolló el PLAC+e (Programa Latinoamericano del Carbono de Energías Limpias y Alternativas), que tiene como objetivo contribuir con la reducción de la problemática del calentamiento global y promover el uso de energías limpias y alternativas en América Latina, a través del desarrollo y financiamiento de proyectos innovadores (CAF, 2009).

De 2009 a 2011, PLAC+e, a través del desarrollo y comercialización de MDL y otros proyectos voluntarios de reducción de emisiones, ha aprovechado la inversión de USD 145 millones, dirigida a proyectos que mitiguen el cambio climático en América Latina. CAF, a través del PLAC+e, ha creado programas innovadores que permitieron el pago por adelantado de CERs adquiridos, que han contribuido a la financiación directa de más de USD 25 millones para proyectos latinoamericanos (Ídem).

De igual forma, contribuye activamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la promoción de la comercialización de CERs y VERs a diferentes mercados y compradores mediante su colocación ante los distintos Fondos de Compra de Carbono.

4.4. Medidas Mundiales para la Reducción de la Contaminación

Actualmente, en muchas ciudades del mundo se han realizado distintos tipos de medidas para mitigar los problemas de la contaminación atmosférica, además de reducir la congestión vehicular que afecta a todo el sistema del transporte público. Esto se ha logrado, encareciendo el uso del automóvil mediante cobros, restricciones y prohibiciones, logrando así estimular que los individuos usen el transporte público y regulen el número de viajes.

Parte de las medidas para establecer prohibiciones en la circulación de vehículos, en un determinado lugar y tiempo, es la restricción vehicular. Es usada normalmente en zonas urbanas, donde el objetivo es disminuir la congestión y los niveles de contaminación producidos por los vehículos.

Posada (2010), realizó un estudio en Medellín evaluando la evolución del "Pico y Placa" como medida para restringir la circulación vehicular. Esta medida, consiste en mejorar los tiempos y velocidades de viaje en las horas pico. Como resultado de la medida, realizando una restricción de dos placas por día, se logró una disminución del 18% del volumen vehicular en las horas picos.

Otro ejemplo, se puede observar en Ciudad de México, donde El Gobierno del Distrito Federal (2008), para reducir la emisión de contaminantes de origen vehicular,

restringe la circulación de vehículos con placas de otras entidades y del extranjero, en el Distrito Federal y los municipios conurbados del Estado de México, en horario pico.

En otras ciudades como Atenas, Santiago de Chile, San José de Costa Rica, La Paz, y Bolivia, también se restringe el uso de un porcentaje de los vehículos, dependiendo del último dígito del número de la placa del vehículo.

Por otro lado, existe otra medida conocida como tarificación por congestión, donde se restringe el número de viajes en las zonas más congestionadas a través de un impuesto o peaje. Según Ortúzar (2002), este sistema se cobra por uso de vías congestionadas con el objetivo de que las personas perciban el costo social marginal por viajar en ellas, y tomen la decisión de qué medio de transporte utilizar para desplazarse de forma más eficiente. Eso ya se está aplicando en varias ciudades del mundo como Singapur, Oslo, Teherán y Londres.

También, existe un mecanismo denominado comercio de derechos de circulación, en el cual se utiliza un sistema de bonos de circulación. Se les asigna a las personas de una ciudad o municipio, los bonos que le dan derecho a cierta cantidad de viajes por día, o por kilómetros recorridos al mes. De esta manera, las personas tendrán que utilizar ese bono para pagar sus viajes para usar su vehículo en horas pico o usar la opción del transporte público.

Por último, se ha planteado como medida un comercio de derechos de circulación, en el cual se utiliza un sistema de bonos de circulación. Raux (2004) en su estudio, evalúa

el uso potencial de transferir un sistema de permisos de viaje para la reducción de daños al medio ambiente. La conclusión sobre esta medida, es que puede ser una opción para hacer frente a gases de efecto invernadero y las emisiones de contaminantes.

Otro mecanismo, que no está dirigido estrictamente a la reducción de tránsito vehicular, sino más hacia las emisiones en el medio ambiente, es el llamado Inspección Técnica de Vehículos (ITV), o también conocido por Verificación Técnica Vehicular (VTV).

4.4.1. Verificación Técnica Vehicular

Consiste en un mantenimiento legal preventivo, en donde el vehículo es inspeccionado periódicamente para garantizar que cumple con las normas de seguridad y emisiones contaminantes. En muchas ciudades del mundo utilizan ampliamente este mecanismo, dado la incidencia positiva en la revisión técnica de vehículos de manera periódica, independiente, universal y obligatoria. Los beneficios que se puede obtener a través de esta práctica son la disminución de accidentes de tránsito debido a fallas mecánicas, generar la cultura del mantenimiento vehicular y la disminución de gases contaminantes al medio ambiente.

La Agencia Valenciana de la Energía (AVEN) (2012) afirma que *"La elección del automóvil, el modo de conducir, así como el mantenimiento y el cuidado que realicemos a nuestro vehículo pueden significar importantes ahorros en la energía que consume."*.

Un mantenimiento deficiente de los vehículos, hace que consuma más combustible, trayendo como consecuencia hasta un 30% más de emisiones de CO_2. De igual forma, el revisar el estado o presión de los cauchos puede ahorrar hasta un 10% de combustible y el filtro de aire sucio puede incrementar el consumo de gasolina en un 30%(Ídem).

Castro (2009) plantea, que los principales efectos en Costa Rica de la Revisión Técnica Vehicular son la seguridad vial, protección del ambiente, ahorro energético, y en la lucha contra el robo de vehículos. Sin embargo, el autor afirma que la implantación del mismo supone el cumplimiento de diversos requisitos y condiciones que puede hacer la diferencia entre el éxito o falla de dicho mecanismo, especialmente en Latinoamérica, donde estas medidas pueden percibirse como imposiciones y restricciones.

Por otra parte, España tiene como ley el ITV, el cual consiste en un control técnico que deben someterse todos los vehículos del país. El ITV (2011) afirma que dichas revisiones, al ser reguladas por ley, se convierten en un deber que los usuarios deben aceptar cumplir si poseen un vehículo. Por otro lado, la periodicidad está bajo documentos legal, por lo cual su desconocimiento no libera de sanción.

Otro aspecto interesante del ITV (2011), es que tiene carácter recaudatorio a través de las ventajas que surgen de su realización. De igual forma, dicho mecanismo realiza un

control de los gases que emiten los vehículos para garantizar la disminución de la contaminación del aire. Por último, logra controlar la caducidad de los vehículos como medida de seguridad vial de la industria automóvil.

Los controles que se realizan en los vehículos son del sistema de frenado, dirección, suspensión, transmisión, rodamiento, iluminación, nivel de ruido (silenciador y tubo de escape), emisión de contaminantes, estado general del vehículo y carrocería, parabrisas, limpiaparabrisas, espejos retrovisores, y accesorios de seguridad.

Otro país que también implementó esta medida es Argentina, específicamente en la Ciudad de Buenos Aires, en donde la legislación vehicular plantea incrementar la seguridad vial de todos los vehículos y motos que circulen dentro del territorio de Buenos Aires, controlar la contaminación del medioambiente reduciendo los gases provenientes de fuentes móviles e implantar un sistema de revisión para su cumplimiento(Centro de Documentación Municipal (CEDOM), 2006). En la Tabla N° 05 se recogen algunos de los ejemplos significativos a nivel internacional.

ISVA (2007) plantea que en algunos casos, el Estado no se hace cargo directamente de las inspecciones sino que subcontrata a terceros. Sin embargo, el esquema de funcionamiento entre el organismo responsable del servicio y la empresa, varía de un país a otro. En la mayoría de los casos, el servicio de inspección ITV ha evolucionado en sistemas mixtos (públicos y privados), donde el servicio es realizado por una empresa privada, y el estado las funciones normativas y de supervisión (Ídem).

Tabla N° 05: Países destacados en la Aplicación del ITV

País	Frecuencia de inspección para turismos particulares (años)	Tarifas medias estimadas para turismos particulares (2006)	Modelo de gestión	Tasa de rechazo en primeras inspecciones
España	4/2/2/2/1...	34 €	Servicio prestado por la administración (1) / concesión administrativa (2) / autorización (3)	19%
EE.UU. (*)	2/2...	18 €	En función del estado centralizado (4), descentralizado (5) o mixto	Vehículos gasolina: 8,6% (**) Vehículos diesel: 21%(**)
Alemania	3/2/2...	40 €	Autorización administrativa con requisitos inviables para nuevos operadores	20%
Suecia	3/2/1...	32,4 €	Servicio prestado por empresa pública	32%
Gran Bretaña	3/1/1...	62,9 €	Vehículos pesados: servicio prestado directamente por la administración Vehículos ligeros: se inspeccionan en talleres de reparación	No disponible
Bélgica	4/1/1...	24,5 €	Concesión administrativa	20%
Francia	4/2/2...	55 €	Autorización con adhesión a grandes operadores para el control de la calidad	20%
Dinamarca	4/2/2...	42,9 €	Autorización	No disponible

Fuente: ISVA (2007)

(*) Sólo incluye inspección medioambiental; (**) Únicamente comprende la inspección de emisiones en el estado de Connecticut
(1) Gestión pública: la administración se encarga tanto de la gestión como de la prestación del servicio propio.
(2) Concesión administrativa: la administración adjudica, normalmente mediante concurso público, la prestación del servicio a una o varias empresas privadas por un plazo determinado. Las condiciones del servicio son pactadas con la administración por parte del concurso.
(3) Autorización: la administración impone unas normas genéricas relativas a la prestación del servicio a las que cualquier compañía puede acogerse.
(4) Sistema Centralizado: el servicio de inspección técnica es realizado por una única organización, habitualmente en sus propios centros, que actúa como único interlocutor frente a la administración.
(5) Sistema Descentralizado: el servicio de inspección es realizado por centros independientes siguiendo un esquema similar al de la autorización.

Para concluir, como se mencionó en el presente capítulo, la contaminación atmosférica es uno de los grandes problemas que aquejan a las ciudades modernas, especialmente a las economías emergentes. El parque automotor es responsable de una fracción importante de la contaminación a través de las emisiones contaminantes. Además, la congestión que se produce por su operación en las principales calles y avenidas con capacidad limitada, hace que dicha situación empeore, causando diversos costos que

afectan el bienestar social y distorsionan, en cierta medida, el funcionamiento de la economía.

Ante la evidencia de que la actividad humana está influenciando cada vez más la contaminación a través de la concentración de GEI, surge la necesidad de tomar medidas, emergiendo los denominados Mercados de Carbono. Por este motivo en 1997 nace el Protocolo de Kioto, el cual define la estructura del Mercado de Carbono y establece los objetivos cuantificados de las reducciones de emisiones para los países desarrollados, al igual que los mecanismos diseñados para su implementación.

No obstante, por razones económicas y estratégicas los países más contaminantes del planeta, como por ejemplo Estados Unidos, aún no lo han ratificado. Esto ha causado que el mercado de carbono se mantenga en una situación contraída y con precios bajos.A pesar de las incertidumbres de este mercado, este ha emergido a causade la percepción de que en el futuro las restricciones a la emisión de GEI serán mayores.

La necesidad de conocer a fondo el funcionamiento y beneficios de estos mercados en América Latina, ha llevado a los investigadores, a realizar diversos estudios para poder medir la factibilidad de aplicarlos, lo cual sirve de motivación para la realización de este trabajo de grado.

Por último, una vez abordado y esquematizado los tópicos teóricos en torno a los mercados de carbono e igualmente mencionados y explicados algunos estudios empíricos sobre el tema de reducción de GEI en el mundo, se procederá a continuación en el Capítulo II a elaborar una aproximación diagnóstica del problema actual en el Área Metropolitana de Caracas, Venezuela

Capítulo II: Área Metropolitana de Caracas (AMC)

2.1. Contribución de Venezuela al Cambio Climático

La situación de América Latina y el Caribe es diferente de la de los países desarrollados, dado que éstos son los principales generadores de gases de efecto invernadero, creando una externalidad global negativa; donde la participación de América Latina y el Caribe es reducida e igual sufren las consecuencias.

De acuerdo a la CEPAL (2009), si se toma en consideración las emisiones regionales, América Latina y el Caribe *"solo emite más que África, que ocupa el último lugar (aunque en términos de emisiones per cápita se encuentra por encima de Asia y África)"*.

Sin embargo, por la ubicación de dicha región, es vulnerable por ubicarse dentro de la franja de huracanes, además de tener varios estados insulares y zonas costeras bajas. De igual forma, una serie de estudios afirma que los impactos climáticos de esta región pueden aumentar al 137% del PIB regional, si se proyecta el peor escenario (Ídem).

Según la CEPAL(2009), América Latina, para el año 2000, emitió 5 giga toneladas de GEI, donde un 70% de las mismas estaban concentradas en México, Brasil, Argentina, Venezuela y Colombia. El promedio de dichas emisiones per cápita fue de 9,9 toneladas de CO_2 equivalente, siendo el promedio mundial de 7,2. De igual forma,América Latina

y el Caribe para el 2004 emitieron 3,1 toneladas de CO_2 per cápita, donde el promedio mundial fue de 5,4 (Ídem).

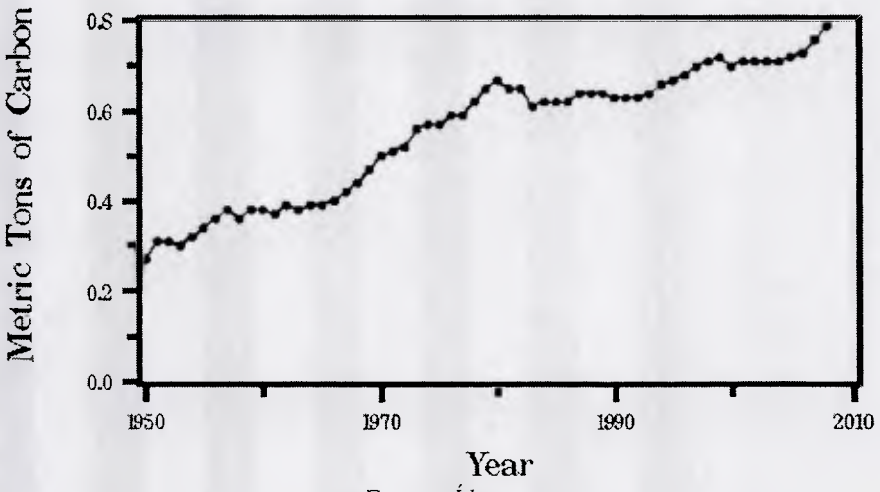
De acuerdo a Boden, Marland, y Andres (2011) la región "Desarrollo de América" (que incluye a las economías emergentes de Groenlandia, Bermudas, nación insular del Caribe, toda Centroamérica y Sudamérica) ha crecido casi diez veces desde 1950 llegando a 451 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono en 2008 (Gráfico N° 04). Sólo dos países de esta región, México y Brasil, aparecen en los primeros 20 más altos de combustibles fósiles. Otros países de la región que ahora emiten más de 10 millones de toneladas métricas al año son Argentina (52,4), Venezuela (46,2), Chile (19,9), Colombia (18,5), Trinidad y Tobago (13,6) y Perú (11,1).

Venezuela, de acuerdo a un inventario preliminar, produjo 190,8 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono en 1990(Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) , 2003). Para el 2004, de acuerdo al Reporte Estadístico de las Naciones Unidas, Venezuela ocupaba el lugar N° 27 de GEI, con un aproximado de 173MMtCO_2 (0.6% del total de emisiones globales).

Según Boden, Marland, y Andres (2011), Venezuela en el 2008 se encuentra en el lugar N° 30 del ranking global de emisiones totales de CO_2(Gráfico N° 05) provenientes de la quema de combustibles fósiles, producción de cemento y la quema de gas, con 46.232 (expresadas en miles de toneladas métricas de carbono, no CO_2).

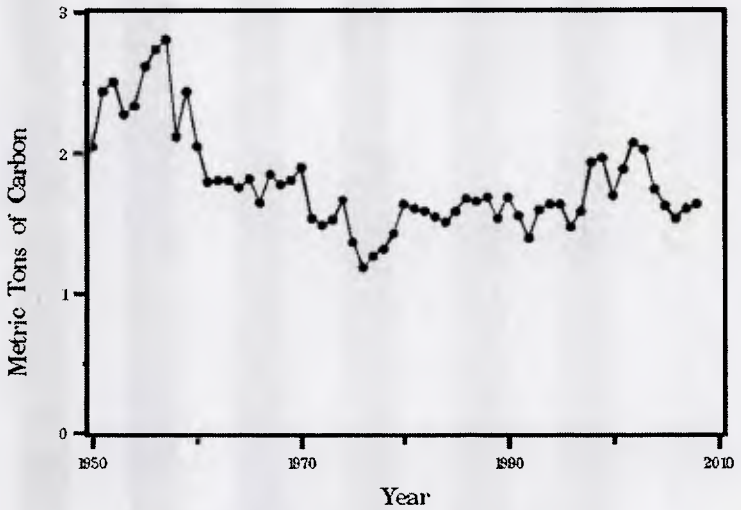
Por otra parte, en el ranking global de tasas de emisión de CO_2per cápita de combustibles fósiles, Venezuela para el 2008 se encuentra en el lugar N° 67 con 1,64 expresadas en toneladas métricas de carbono (siendo el primero Qatar con 14,58 y Burundi de posición N° 215 con 0,01). Según PNUMA (2006) el 56% de esas emisiones fueron generadas por el sector energía, esencialmente por la combustión de energéticos fósiles.

Gráfico N° 04: Estimaciones per cápita de Emisiones de CO_2 para América Central y América del Sur



Fuente: Ídem

Gráfico N° 05: Estimación de Emisiones de CO_2 en Venezuela



Fuente: Boden, Marland, y Andres (2011)

2. 2. Descripción del AMC

El Área Metropolitana de Caracas (AMC), también conocida como Distrito Metropolitano de Caracas, está conformada por 5 municipios: Chacao, Libertador, Baruta, El Hatillo y Sucre, los cuales pertenecen al Estado Miranda (Figura N° 04).

Su superficie total es de 777 kilómetros cuadrados, de los cuales 261 kilómetros están urbanizados. Según proyecciones elaboradas en base al censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en el 2011,el AMC tendría una población de 2.904.285,24 habitantes para ese mismo año. De igual forma, el INE estima que para el año 2020, el AMC tenga una población aproximada de 3.333.487 habitantes (Tabla N° 06).

Figura N°05: Área Metropolitana de Caracas

Fuente: CAF, 2011

Por otro lado, el AMC forma parte del denominado Sistema Metropolitano de Caracas, junto a Guarenas-Guatire, Altos Mirandinos, Litoral Vargas y Valles del Tuy. Es así como, el AMC es el área principal del Sistema Metropolitano, alojando alrededor de un 60% de la población de la región, donde en el Municipio Libertador se concentra un 65,4%, el Municipio Sucre un 20,4%, el Municipio Baruta un 9%, El Municipio Chacao un 2,3%, y el Municipio el Hatillo un 2,2% del total de la población del AMC (Ídem).

Tabla N° 06: Población total por año, según Municipio (absoluta y relativa)

MUNICIPIO	2010		2015		2020	
	Habitantes	%	Habitantes	%	Habitantes	%
LIBERTADOR	2.103.404	65,31	2.131.710	64,90	2.157.862	64,73
BARUTA	318.412	9,89	30.626	10,07	339.142	10,17
CHACAO	71.411	2,22	70.713	2,15	69.165	2,07
EL HATILLO	70.757	2,20	75.916	2,31	80.463	2,41
SUCRE	656.556	20,39	675.680	20,57	486.855	20,60
AMC	3.220.540	100,00	3.284.645	100,00	3.333.487	100,00

Fuente: Plan Estratégico Metropolitano Caracas 2020

El sistema vial, depende de la topografía del Valle de Caracas, lo cual representa una limitación para la interconexión de las vías. De acuerdo a González y Raguá (2009) el AMC se describe de la siguiente forma:

a. Contiene un eje longitudinal en dirección este-oeste que sigue la trayectoria del rio más importante de la ciudad, el Río Guaire, limitando las comunicaciones norte-sur;

b. Posee una topografía montañosa;

c. Contiene una Zona Militar llamada Fuerte Tiuna, donde influyen en la interconexión vial;

d. El eje principal que comunica el oeste con el este, siento la mayor vía expresa, es la denominada Autopista Francisco Fajardo. Posee una longitud aproximada de

33 kilómetros y es la conexión de la carretera Antímano-Los Teques con la Autopista Petare-Guarenas.

e. Existen cuatro distribuidores de tránsito: Distribuidor La Araña, Distribuidor El Pulpo, Distribuidor Ciempiés, y Distribuidor Boyacá.

En un estudio hecho por CAF (2011), se muestran el total de kilómetros que ocupan las vías de transporte del AMC distribuidas de la siguiente forma. Las vías Expresas poseen una longitud de 193 Km, las Arteriales 346 Km, la Colectora Principal 192 Km, la Colectora Secundaria 186 Km, finalmente, la Local y Marginal 1.732,44 Km. Esto representaría un total de 2.650 Km de vías terrestres para la movilidad vehicular.

Por otro lado, el sistema de transporte colectivo en el AMC se compone de un transporte masivo subterráneo (Metro de Caracas), el recién creado Metrocable, y el sistema de transporte superficial. También existe un sistema de trenes del Instituto Autónomo de Ferrocarriles del Estado (IAFE) que conecta a Caracas con Tuy Medio a través de la Línea 3 del Metro.

De igual forma, existen 597 rutas de transporte público con 20.738 unidades (flota promedio de 15 años), funcionado a través de 314 operadoras privadas y 2 públicas(Alcaldía Metropolitana, 2011). Es importante mencionar, que dentro del tránsito local circulan vehículos de carga, particulares, taxis, y motos, sin tener una fiscalización y control adecuado por parte de las empresas que los operan. A

continuación, se refleja la capacidad típica de los vehículos de transporte público colectivo en la Tabla N° 07:

Tabla N° 07: Capacidad de los vehículos de transporte público colectivo

Vehiculo	Capacidad total (pasajeros)
Taxi colectivo	4 a 5
Jeep	12
Combis y van	12 a 20
Microbús	25 a 49
Minibús	35
Autobus estándar	55 a 100
Autobus articulado	122 a 160
Autobus biarticulado	189 a 270
Ferrocarril	98 a 447
Metro	137 a 300
Tranvía	60 a 101
Barco	1.450

Fuente: CAF (2010)

Una gran problemática es que el transporte público es muy heterogéneo y tiene un alto grado de informalidad. Vasconcellos (2005) afirma, que existen operadores tanto privados como públicos, con cuotas de autobuses muy diversas y de dispar antigüedad. Lizárraga (2012) afirma, que la edad promedio en Caracas es de 16 años un autobús, los rústicos 20 años, y los vehículos privados 5 años. En la Tabla N° 08, se puede observar los datos de la edad promedio de los vehículos de transporte público y del transporte individual en la Tabla N° 09.

Tabla N° 08: Promedio de la Edad del Transporte Público

Áreas metropolitanas	Vehículos sobre ruedas								Rieles			Barco
	Taxis colectivo	Jeep	Combis y van	Microbús	Minibús	Autobús estándar	Autobús articulado	Autobús biarticulado	Ferrocarril	Metro	Tranvía	
Belo Horizonte				SI		4,6	SI		SI			
Bogotá				8,0		12,8	3,9					
Buenos Aires			3,6		7,2	10,3			40,0	43,0	16,0	
Caracas		18,0	20,0	16,0		16,0				24,0		
Ciudad de México				SI		SI	SI		SI	SI		
Curitiba				SI		5,2	SI	SI				
Guadalajara						5,0			17,0			
León						7,0	6,0					
Lima	SI		15,0	18,0		20,0						
Montevideo				5,0		12,3	14,0		45,0			
Porto Alegre				SI		4,8	SI		SI			
Río de Janeiro			SI	6,0		6,0			SI	SI	SI	SI
San José						7,6			34,2			
Santiago	6,3					5,0	1,0		SI	SI		
São Paulo				SI		5,0	SI	SI	SI	SI		

Fuente: CAF (2010)

CAF (2010) resalta,que el 47,86% desplazamientos que ocurren en el AMC se realizan a través de autobuses por puesto, con más de 18.000 microbuses que circulan por las rutas terrestres. El Metro de Caracas, que realiza un aproximado de 14 millones de viajes al día, representa un 15% del total de viajes diarios.

A pesar de que el Estado es el responsable de la prestación del servicio de transporte público, es el sector privado el que lo atiende en su mayor proporción, con vehículos que se encuentra en pésimas condiciones, y un servicio que no tiene control ni regulación.

Según Aceves, Greco, y Fermín (2012), se realiza un aproximado de 4.966.136 viajes por día, sin contar los viajes generados por las personas que residen en las ciudades satélites y vienen a la ciudad diariamente.

Tabla N° 09: Promedio de Edad del Transporte Individual

Áreas metropolitanas	Automóvil	Motocicleta	Taxis
Belo Horizonte	7,8		
Bogotá	13,9	7,5	4,5
Buenos Aires			4,0
Caracas	5,0	5,0	6,0
Ciudad de México			
Curitiba	7,8		
Guadalajara	5,0	5,0	6,0
León			
Lima	15,0		10,0
Montevideo	10,0	4,0	6,3
Porto Alegre	7,8		
Río de Janeiro	7,8		
San José	13,3	4,3	10,1
Santiago	8,7		
São Paulo	7,8		

Fuente: CAF (2010)

De acuerdo a Aceves, Greco, y Fermín (2012), de los viajes que se realizan diariamente, el 57% se realizan en transporte público (1.000.000 personas), en vehículos particulares el 24% (600.000 personas), y el 18% a pie (460.000 personas). Por otro lado, los viajes realizados en transporte público, el 45,20% se realizan en por puesto, 27,10% en Metro, 17,29% en autobús, 4,80% en rústicos, 4,35% en taxi, 0,30% en moto-taxi y 0,65% en otro medio. Por último, el promedio en la distancia de los viajes es de 10 km (Ídem).

El Instituto Nacional de Transporte y Tránsito Terrestre (INTTT) afirman, que los vehículos de uso particular representaban 87,27% del parque automotor de Caracas para el año 2007. Por otro lado, el AMC posee cerca del 40% del total del parque automotor venezolano y la región Capital más de la mitad de los vehículos de uso particular de todo el país (Ídem).

Lizárraga (2012) afirma que *"En el AMC se producen unos cinco millones de desplazamientos diarios, sin considerar los efectuados por los residentes de las conurbaciones"*.

El 60% de los vehículos vendidos en el país se utilizan en el AMC, donde circulan diariamente un millón de vehículos residentes, y otro millón provenientes de subregiones periféricas. Por otro lado, hay que sumarle que mensualmente se incorporan al parque vehicular unas cinco mil motos. Esta creciente tasa de motorización, está trayendo como consecuencia externalidades negativas desde accidentes viales, hasta contaminación ambiental (Ídem).

Otro aspecto importante de acuerdo a González y Raguá (2009) es que, desde 1961 hasta el año 2002, el crecimiento de las vías fue destacado, aumentando un 150%. De igual forma, los autores afirman que en los últimos 15 años no ha aumentado la inversión en infraestructura vial, que representaba para el 2002 el 7% de la cantidad total de vías.

Respecto a la energía utilizada por el transporte en Caracas, el 92% utiliza diesel y gasolina, siendo el 61% del total de la energía consumida la gasolina. Si se separa la información entre transporte individual y colectivo, el individual utiliza exclusivamente gasolina, siendo un 59% de energía equivalente. Por otra parte, el transporte colectivo se divide en 58,1% gasolina y 24,2% diesel, y 17,8% energía eléctrica proveniente del Metro de Caracas (CAF, 2011). A través del uso del Metro, no sólo se logra disminuir

los tiempos de viaje, sino que emite cincuenta veces menos dióxido de carbono que un vehículo privado (Unión Internacional del Transporte Público (UITP), 2003).

2.3. Gases de Efecto Invernadero en el Sector Transporte

La reducción de GEI en los medios de transporte siempre presenta dificultades, debido al papel fundamental que juega el sector en los viajes, movimientos de mercancías, donde su objetivo fundamental es el satisfacer las necesidades personales, económicas, y sociales de las personas.

El GIESCP (1996) afirma, que para 1990 las emisiones de dióxido de carbono causadas por el uso de energía en el sector transporte aumentaron a 1,25 gigas de carbono, es decir, la quinta parte de las emisiones de dióxido de carbono producidas por el uso de combustible fósil.

Es importante resaltar de este estudio que la mitad de las emisiones globales en 1990 se debieron a vehículos ligeros, donde según una serie de escenarios donde se plantea el crecimiento del tráfico y de reducción de la intensidad energética, las emisiones de dióxido de carbono aumentan de 1,3 a 2,1 giga de carbono para el 2010, de 1,4 a 2,7 giga para el 2020, y de 1,8 a 5,7 giga de carbono para el 2050. Por otro lado, el sector transporte es responsable de otros GEI como en óxido nitroso (N_2O), clorofluorocarbonos (CFC) e hidrofluorocarbonos (HFC).

En Venezuela, los principales causantes de la contaminación atmosférica son las emisiones provenientes de las industrias y de los vehículos. En Caracas, existe poca información acerca de los efectos ambientales que tienen el transporte urbano. Gabaldón (2003) afirma que el 90% de las emisiones contaminantes a la atmósfera en el AMC provienen del tránsito automotor. De igual forma, en el total de partículas suspendidas en la atmósfera en el AMC, se reportó un porcentaje mayor a 260 µg/m3 un valor superior en 80% del máximo establecido por la Norma (Ídem).

Según CAF (2011),el vehículo individual es el principal productor de gases contaminantes, en donde de las emisiones locales se producen 449 gramos de CO_2 por viaje de transporte individual, y 65 gramos por viaje en el transporte colectivo.

Otro estudio realizado por Lizárraga (2012) afirma que en el AMC se consume en promedio 670 Gramos Equivalentes a Petróleo (GEP) por habitante por día, siendo un 68% consumido por transporte individual. Así, el consumo de energía por viaje de transporte individual es de 606 GEP, mientras que el transporte colectivo es de 164 GEP.

Existen diversos factores que hacen que el consumo del combustible del vehículo aumente. Uno de ellos, es el no realizar un mantenimiento regular, haciendo que el motor no tenga un buen funcionamiento, por ende consuma más. Así, un vehículo en mal estado (al consumir más combustible) produce más emisiones de GEI en el ambiente.

Si se realizan controles de las fugas de refrigerante en el acondicionamiento de aire del ciclo de los vehículos, se puede disminuir el consumo de combustible en un 10% para el 2020 (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIESCP), 1996). Esto es debido, a que si el motor trabaja por debajo de la temperatura, hay un consumo mayor de combustible, ya que el mismo necesita la temperatura necesaria para funcionar correctamente (Ídem)

Otro factor importante, es que el utilizar diesel, gas natural y propano en lugar de gasolina puede reducir entre el 10 y 30% los GEI del ciclo de vida del vehículo. Al usar combustibles alternativos de fuentes renovables, también se pueden llegar a reducir dichas emisiones en un 80% o más.

Por otro lado, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2012) y el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (2011) como políticas y medidas de mitigación del cambio climático, establece un resumen de los principales análisis que tiene la aplicación de determinadas tecnologías en cada sector dependiendo de su actividad. Dicha entidad afirma que *"Las reducciones de la intensidad energética en los vehículos ligeros, que ofrecerían períodos de amortización a los usuarios de tres a cuatro años mediante el ahorro de combustible, pueden disminuir las emisiones específicas entre un 10% y 25% para el año 2020. El control de las fugas de refrigerante puede añadir otro 10% de reducción de combustible"*.

De acuerdo a Natural ResourcesDefense Council (2010), a través de acciones simples y económicas, se pueden reducir mil millones de toneladas de emisiones causantes del calentamiento global. Ellos afirman que dar un mantenimiento adecuado al vehículo, puede lograr una reducción 45 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono, si el 100% de la población adopta estas medidas. Este mantenimiento consiste en usar el aceite recomendado, eliminar 100 libras de peso excesivo, mantener el motor afinado y los neumáticos inflados.

Lo favorable a la hora de aplicar metodologías para disminuir los GEI en el sector transporte es que, ningún otro sector tiene la característica en particular de que el diseño de los vehículos y las características del combustible son comunes. Por lo tanto, hay muchos grupos involucrados tanto en el sector privado como público, que tienen que lograr llegar a un acuerdo para lograr que este sector logre mitigar las emisiones de GEI, sin dejar a un lado las necesidades que el transporte y las preocupaciones de los beneficiarios.

2.4. Medidas para la Reducción de Contaminación Ambiental

En los últimos treinta años, se han implementado políticas en materia de transporte urbano para resolver el tráfico vehicular en el AMC, y como consecuencia una mejoría

de calidad del aire debido a la disminución de emisiones de CO_2. Los resultados, en la mayoría de los casos, no han sido adecuados o no han tenido continuidad.

En 1979, La Oficina de Tránsito Terrestre llevó a cabo en Caracas el "día de parada" para reducir la congestión, restringiendo la circulación de los vehículos por número de placa. Los objetivos principales eran disminuir el uso de los vehículos particulares, suscitar el ahorro del combustible, reducir el congestionamiento vehicular, disminuir los costos operacionales de los vehículos, y así poder lograr una mejora de las condiciones ambientales.

Diez años más tarde, se planteó el plan "Política Integral de Transporte", en el cual se quería garantizar un sistema de transporte urbano e interurbano de buena calidad y eficiente mediante un plan de subsidios y disminución de los costos operativos del transporte y un sistema dinámico de tarifas. Para los años 1991-2001, se intentó un plan para mejorar nuevamente la eficiencia y calidad del sistema de transporte urbano denominado "Política Nacional de Transporte Urbano"

Para el año 2007, los Municipios Chacao y Baruta pusieron en marcha el "Pico y Placa", el cual consistía en la restricción de automóviles de acuerdo a su numeración de placas, en un tiempo determinado. Esta medida, daba incentivos a la disminución del uso de automóviles, ya que los vehículos ocupados por más de tres personas estaban exentos. Éste fue suspendido por el Tribunal Supremo de Justicia, por considerarlo una violación del derecho libre al tránsito por el territorio nacional.

Durante los próximos años, se han creado planes que han sido más exitosos que los anteriores que, a pesar de que no atacan el problema de la congestión vehicular, si atañen directamente con la calidad del aire dentro del AMC. Un ejemplo de ellos, es el "Operativo Aire Puro" (Alcaldía de Sucre , 2010)que fue realizado los días 07, 08, y 09 de Junio del 2010 en varias zonas dentro del Municipio Sucre, por los funcionarios César Montaigne, Jacobo García y Luis Hernández, que son Inspectores Ambientales de la I.M.A.P.S.A.S.

Este operativo, surge en principio por las denuncias recibidas por los residentes del Municipio acera de las fuertes emanaciones de humo y gases contaminantes que provienen del transporte público. Estos gases y vapores de efecto invernadero (GEI), son los principales causantes de la contaminación atmosférica, de los cuales los mismos residentes del Municipio sufren. Por otro lado, se desea cumplir con los niveles permitidos de emisiones de gases contaminantes de la atmósfera planteados en las normas municipales, estatales y nacionales.

El objetivo principal de este operativo, es regular la cantidad de gases contaminantes que provienen de las unidades de transporte y de esa formar procurar que los responsables de las mismas hagan un mantenimiento constante, y de esta forma lograr la minimización de los gases contaminantes.

Existen varios instrumentos dentro del sector automovilístico que se utilizan para medir el humo, midiendo la opacidad. De acuerdo a Valencia (2008) la opacidad es una magnitud utilizada para evaluar y controlar la emisión de gases contaminantes en los vehículos de diesel y gasolina. El autor plantea que estos instrumentos *"establecen sus lecturas de escala a partir de una relación entre la intensidad de radiación transmitida por un material absorbente y la intensidad de radiación proveniente de una fuente de radiación visible"*

Para este operativo, se contaron con cinco personas y dos opacímetros. El opacímetro cuenta de dos partes. La primera, es la unidad de recolección de la muestra (se coloca la sonda en el escape del vehículo a fin de recolectar los gases provenientes del móvil), y se le indica al conductor que acelere para tomar la muestra. A cada vehículo, se le toman tres muestras, y el resultado es el promedio de las mismas. La segunda,es aquella que recibe los datos indicando el resultado a través de un ticket. Es importante resaltar, que las medidas de opacidad permitidas dependen del año del vehículo.

Después de evaluar 102 vehículos, y realizar 306 emisiones, los resultados indicaron: 88 vehículos aptos, y 14 vehículos no aptos. A los vehículos no aptos se les dio un lapso de 45 días para realizarle un mantenimiento adecuado a sus vehículos.

2. 5. Marco Legal e Institucional

De acuerdo a las normativas legales en el área del cambio climático, Venezuela se incorporó en 1992 al UNFCCC, lo ratificó en 1994, y para el 2004 aparece en Gaceta Oficial la Ley Aprobatoria del Protocolo de Kioto. Es en esta última Gaceta en la cual se asigna al Ministerio de Ambiente como el responsable del tema. En el marco legal, existen una serie de leyes que regulan y penalizan actividades socioeconómicas y sus efectos en el medio ambiente.

2.5.1. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999)

En el Capítulo IX, hace referencia a los Derechos Ambientales, dentro de los cuales es importante resaltar el Artículo 127 establece que *"...es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro"*. Por otro lado el Artículo 129 plantea que *"...todas las actividades susceptibles de generar deben ser previamente acompañadas de estudios de impacto ambiental y socio cultural"*.

2.5.2. Ley Orgánica del Ambiente

De acuerdo a la Gaceta Oficial N° 5.833 del 22 de Diciembre del 2006, la Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela decreta dentro de las Disposiciones Generales en el Capítulo I, Artículo I como objetivo principal de dicha ley " ... *establecer las disposiciones y desarrollar los principios rectores para la gestión del ambiente en el marco del desarrollo sustentable como derecho y deber fundamental del Estado y de la sociedad, para contribuir a la seguridad del Estado y al logro del máximo bienestar de la población y al sostenimiento del planeta en interés de la humanidad".*

2.5.3. Ley Penal del Ambiente

De acuerdo a la Gaceta Oficial N° 39.913 del 02 de Mayo de 2012, la Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela aprueba la Ley Penal de Medio Ambiente en la cual se mencionan los delitos considerados en contra del medio ambiente y de los recursos naturales. El objetivo principal de esta ley es *"... tipificar como delito los hechos atentatorios contra los recursos naturales y el ambiente e imponer las sanciones penales. Asimismo, determinar las medidas precautelarías, de restitución y de reparación a que haya lugar y las disposiciones de carácter procesal derivadas de la especificidad de los asuntos ambientales."*

2.5.4. Normas para Regular y Controlar el Consumo, la Producción, Importación, Exportación y el Uso de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono

De acuerdo al Decreto N° 4.335 en la Gaceta Oficial N° 38. 392 de Marzo del 2006, el Artículo 1 plantea como objeto "*establecer las normas para controlar y regular la producción, importación, exportación y consumo de las sustancias agotadoras de la capa de ozono; así como los mecanismos de importación, exportación y manejo seguro de dichas sustancias*".

2.5.5. Normas sobre Calidad del Aire y Control de la Contaminación Atmosférica

De acuerdo a la Gaceta Oficial N° 4.899 del 19 de Mayo de 1995, a través del Decreto N° 638 por el Presidente de la República Rafael Caldera, en la cual se plantean las pautas para el mejoramiento de la calidad del aire y la prevención y control de la calidad atmosférica generada por fuentes fijas y móviles capaces de producir partículas y emisiones gaseosas.

2.5.6. Normas sobre Emisiones de Fuentes Móviles

De acuerdo a la Gaceta Oficial N° 36.532 del 04 de septiembre de 1998, a través del Decreto N° 2.673 del 19 de agosto del 1998 por el Presidente de la República Rafael Caldera decreta las Normas sobre Emisiones de Fuentes Móviles. El objetivo principal a través de este Decreto es "*establecer las normas para el control de las emisiones de escape y de las emisiones evaporativas provenientes de las fuentes móviles*". Este decreto será aplicado a móviles que tengas más de tres ruedas y que utilicen como fuente de combustible el diesel y la gasolina.

Según el Capítulo III "De los Límites de Emisión para las Fuentes Móviles a Gasolina y Diesel, en servicio", en la Sección II "En Condiciones de Aceleración Libre", Artículo 10 expone: "*...toda fuente móvil con motor diesel en servicio, debe cumplir con los límites de opacidad de las emisiones de escape, indicados en la tabla N° 6 de este Decreto, en condiciones de ensayo de aceleración libre, de acuerdo a las Normas Venezolanas Covenin correspondientes*". Estos límites están establecidos en la Tabla N° 10.

Tabla N° 10: Límites de Opacidad de las Emisiones de Escape

Año modelo	Coeficiente de absorción (K)	Opacidad
	(m^{-1})	(HSU)
2000 y siguientes	1.6	50
1990 – 1999	2.8	70
Antes de 1990	3.7	80

Fuente: Gaceta Oficial N° 36.532 del 04 de septiembre de 1998

2.5.7. Marco Institucional

En el aspecto institucional a nivel nacional, tenemos el Ministerio de Infraestructura (antiguo Ministerio de Transporte y Comunicaciones), el Instituto Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre y la Fundación Fondo Nacional de Transporte Urbano (FONTUR). A nivel local las alcaldías presentan distintas figuras (Tabla N° 11): Dirección de Transporte en Baruta, Oficina de Transporte en Hatillo y Libertador, y el Instituto de Transporte en Chacao y la Alcaldía del Distrito Metropolitano.

Tabla N° 11: Autoridades Municipales de Transporte y Vialidad

Municipio	Transporte y tránsito terrestre	Vialidad
Baruta	Dirección de Transporte y Vialidad	Dirección de Transporte y Vialidad Dirección de Obras Públicas
Chacao	Instituto Autónomo de Tránsito, Transporte y Circulación de Chacao (IATTC)	Dirección de Obras Públicas y Servicios
El Hatillo	Oficina Municipal de Transporte y Tránsito	Dirección de Obras y Servicios
Libertador	Instituto Autónomo de Seguridad Ciudadana y Transporte (INSETRA)	Dirección de Obras
Sucre	Instituto Municipal Autónomo de Transporte y Estrategia Superficial (IMAT)	Dirección de Obras , Mantenimiento y Servicios Inmetra Caracas
Distrito Metropolitano de Caracas	Instituto Metropolitano de Transporte Inmetra Caracas	Corporación de Servicios Metropolitanos Secretaría de Infraestructura y Vialidad

Fuente: CAF (2011)

2.6. Situación Actual Venezuela frente al Mercado Bonos de Carbono

Venezuela firmo el Protocolo de Kioto, ratificado y presentado en una primera comunicación de sus emisiones. Por lo cual tiene que cumplir con las siguientes obligaciones de acuerdo a Galietta (2008):

- Formular programas sobre mitigación del cambio climático.
- Fomentar la investigación tecnológica y científica en el área del cambio climático.
- Notificar a la UNFCCC sobre las emisiones de GEI.
- Mantener observaciones acerca del cambio climático.
- Formular e implementar programas nacionales para la educación y acceso público a la información relacionada al cambio climático.

Todavía no se ha creado la autoridad local de aprobación de proyectos o Autoridad Nacional Designada (AND), adscrita a Naciones Unidas, que apruebe proyectos de Bonos de Carbono para el mercado regulado de Kioto, por eso no se pueden generar CERs (Reducciones de Emisiones Certificadas). En vez de esto, se pueden generar Reducciones de Emisiones Voluntarios, porque no requieren aprobación por la AND. El ingreso por la venta de VERs, es mucho más bajo, pero es posible desarrollarlo ya en las condiciones actuales del país.

Por otro lado, el 27 de septiembre del 2006 en el Punto de Cuenta N°42-02 se somete a consideración del Presidente de la República Bolivariana de Venezuela, Hugo Chávez Frías, a través de la Ministra del Poder Popular para el Ambiente y los Recursos Naturales, Jacqueline Faria, la posición de Venezuela respecto a los MDL. Se estable como posición la no implementación de los MDL en el territorio nacional, con el motivo de que favorece al modelo capitalista sin lograr una disminución real de los volúmenes de GEI de los países desarrollados.

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1. Clasificación del Proyecto

El proyecto elaborado en el presente trabajo, posee una serie características que sirven como base para su clasificación. Las principales de estas cualidades, es que busca proponer una solución a un problema particular mediante el diseño de un proyecto factible que proporcione una alternativa de cambio a la situación observada. Así mismo, busca proyectar la ejecución del proyecto hacia el futuro de manera que la solución se mantenga en el tiempo.

3.2. Instrumentos usados en el Proyecto

Actualmente en Venezuela, no existe una Autoridad Nacional Designada, motivo por el cual no se puede emprender un proyecto MDL, el cual permitiría la emisión de CERs. Por esta razón, el presente trabajo será enmarcado bajo el supuesto de poder participar en el Mercado Voluntario de Carbono. De esta forma, las reducciones logradas serían destinadas a la emisión de VERs. Para la certificación de las reducciones se utilizará el VerifiedCarbon Standard (VCS), debido a que es el estándar voluntario que posee el nivel más alto de bonos transados dentro de los mercados voluntarios, además de

permitir proyectos en metodologías MDL, CAR, y las propias de VCS (Finanzas de Carbono, 2011).

De acuerdo a "Manual forCalculatingGreenhouse Gas Benefits of GEF TransportationProjects" (Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), 2008), se plantea como punto de partida la contabilización de emisiones de CO_2 provenientes del escenario base y de la implantación del proyecto. La Tabla N° 12 muestra las emisiones incluidas y excluidas dentro del estudio.

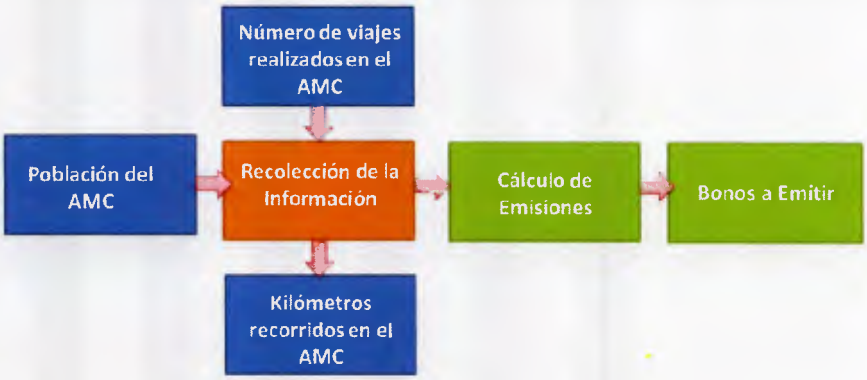
Tabla N° 12: Fuentes de Emisiones incluidas y excluidas del Proyecto

	Fuente	Gas	Incluído en el Proyecto
Escenario Base	Consumo de Combustible en el Parque Automotor	CO_2	Sí
		CH_4	No
		N_2O	No
		Otros	No aplica
Escenario del Proyecto	Consumo de Combustible en el Parque Automotor	CO_2	Sí
		CH_4	No
		N_2O	No
		Otros	No aplica

Fuente: Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (2011)

La justificación de dicha elección, es debido a que el 99% de los GEI corresponden a CO_2,proveniente de los vehículos (Ídem). De acuerdo Orjuela (2012)es de gran ventaja trabajar sólo conCO_2, ya que la relación entre el consumo de combustible y emisiones de dióxido de carbono son casi directas.En la Figura N° 06, se explica cómo será el proceso del proyecto de estudio.

Figura N° 06: Diagrama de Flujo del Proceso del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia

3.3. Número de Viajes Realizados

Para la estimación de las emisiones de , es necesario conocer la actividad que usualmente presentan los vehículos, ya que de esto va a depender cuánto del contaminante es emitido al ambiente. Los niveles de actividad, se ven reflejados en los viajes que realizan diariamente, en base a los cuales se estimarán los kilómetros recorridos.

Según un estudio realizado por Aceves, Greco, y Fermín (2012), los habitantes del AMC realizan 4.966.136 viajes por día, distribuidos de la forma mostrada en la tabla N° 13, según el medio de transporte:

Tabla N° 13: Porcentaje de Viajes realizados por Tipo de transporte

Transporte Privado	Transporte Público		
24%	57%		
	Rústicos	Autobús	Por Puesto
	4,80%	17,29%	45,20%

Fuente: Aceves, Greco, y Fermín (2012)

Estos resultados, reflejan el número de viajes realizados por los habitantes. Para determinar el número de viajes realizados por los vehículos, hay que considerar el número de pasajeros por tipo de vehículo. Para esto, se utilizó un estudio realizado por CAF (2010), el cual muestra las capacidades de pasajeros según los tipos de vehículos.

Con esta información, se tomó la capacidad máxima y mínima de pasajeros por tipo de vehículo, calculando la capacidad promedio. Así, usando este valor como una aproximación al número de pasajeros que en promedio ocupan el vehículo, se estimó el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo. Los resultados de estos cálculos se presentan en la tabla N° 14.

Tabla N° 14: Número de Pasajeros Promedio según tipo de Vehículo

Número de Pasajeros Promedio por Tipo de Vehículo	
Particular	1,2
Por Puesto	16
Autobús	85
Rústicos	7

Fuente: CAF (2010)

Con esta información, se procederá a estimar el número de viajes realizados por los diferentes tipos de vehículos utilizando la siguiente ecuación:

$$N°v_i = \frac{N°VT \times \%v_m \times \%v_i}{p_i}$$

Donde "$N°v_i$" es el número de viajes realizados según el tipo de vehículo "i" (por puesto, rústicos y autobús), "$N°VT$" es el número de viajes totales realizados por los habitantes del AMC en un día, "$\%v_m$" es el porcentaje de viajes realizados según el medio de transporte "m" (público o particular), "$\%v_i$" es el porcentaje de viajes realizados por el tipo de vehículo "i", y "p_i" es el número de pasajeros promedio dentro del vehículo tipo "i".

3.4. Proyección de la Población

Los proyectos para la reducción de los GEI son, en general, a largo plazo, para que de esta forma se logre compatibilizar los objetivos ambientales con los objetivos económicos, buscando así un crecimiento sustentable.

A efectos de este trabajo, se necesita estimar el número de viajes que serán realizados por los habitantes del AMC durante el período establecido, de forma que se puedan estimar los ingresos generados por el proyecto, al igual que los gastos en los que se debe incurrir, tanto en el presente como en el futuro, para alcanzar las reducciones propuestas.

Para la proyección del número de viajes realizados, se trabajará bajo el supuesto de que los habitantes del AMC mantendrán los patrones de uso de los medios de transporte mostrados anteriormente en la tabla N° 14.

De igual forma, se supondrá que el número de viajes se incrementará al ritmo que crece la población del AMC. La tasa de crecimiento de la población utilizada, será la calculada según los estudios hechos por el INE, donde se proyecta la población venezolana del Distrito Capital y el Estado Miranda hasta el año 2015 en miles de personas (ver Tabla N° 15).

Con la población del Estado Miranda, se calculará su tasa de crecimiento anual. Esta tasa se le aplicará a las poblaciones de los Municipios Baruta, Chacao, El Hatillo y Sucre para proyectar el número de habitantes de estas zonas. Con esto se puede obtener la

población total del AMC para el período mencionado.La población de los Municipios, según el censo 2011, se muestra en la tabla N° 16.

Tabla N° 15: Proyección del Número de Habitantes 2000-2015 (Miles de Personas)

Entidad	Distrito Capital	Miranda
2000	2.046,2	2.519,6
2001	2.051,4	2.568,7
2002	2.056,9	2.618,4
2003	2.062,5	2.668,6
2004	2.068,3	2.717,7
2005	2.073,8	2.765,4
2006	2.079,6	2.812,3
2007	2.085,5	2.857,9
2008	2.091,5	2.902,2
2009	2.097,4	2.945,5
2010	2.103,4	2.988
2011	2.109,2	3.029
2012	2.114,9	3.068,7
2013	2.120,6	3.107,3
2014	2.126,1	3.144,9
2015	2.131,7	3.181,9

Fuente: INE (2011)

Tabla N° 16: Población de los Municipios 2011

Población en el Municipio Baruta	**Población en el Municipio Chacao**	**Población en el Municipio El Hatillo**	**Población en el Municipio Sucre**
240.765	61.529	58.854	599.237

Fuente: INE (2011)

Por otra parte, debido a que la proyección del INE sólo llega hasta el año 2015, se hace necesario prolongar la proyección hasta el año 2021. Para esto, se utilizó la media geométrica de las tasas de crecimiento del año 2001 con respecto al 2000, primer año del período del estudio realizado, y la del año 2015 respecto al 2014, último año del período proyectado calculado por el INE. Esta consideración fue tomada, para evitar la sobrestimación del crecimiento poblacional. La ecuación utilizada para el cálculo de la media geométrica es la siguiente:

$$\bar{X} = \sqrt[n]{x_1 \times x_n}$$

Donde "$\bar{X}$" es la media geométrica de las tasas de crecimiento, "x_1" es la tasa de crecimiento del primer año y "x_n" es la tasa de crecimiento del último año.

Una vez obtenida la población proyectada del Distrito Capital y de los Municipios Baruta, Chacao, El Hatillo y Sucre, se suma la población de estas regiones para obtener la población total del AMC. De igual forma, se halla la tasa de crecimiento de esta población para los años del período en estudio. Posteriormente, se calcula la media geométrica de la forma descrita anteriormente, siendo entonces esta tasa la usada para la proyección de los viajes realizados.

3.5. Kilómetros Recorridos

Una vez obtenido el número de viajes que realizan los vehículos diariamente, se hace necesario determinar la distancia recorrida anualmente por los vehículos. En este sentido, según Aceves, Greco, y Fermín (2012), la distancia promedio de los viajes realizados diariamente en el AMC es de 10 kilómetros.

Para el cálculo de los kilómetros recorridos en un año, se trabajará únicamente con los días hábiles del calendario, debido a que son en estos días donde existe una mayor afluencia de los diferentes tipos de transporte. Así mismo, se está trabajando sólo con estos días de forma de no sobrestimar el número de emisiones de CO_2 por parte de los vehículos. El Calendario Venezolano 2012, señala que en un año hay un total de 241 días hábiles.

Con esta información, se procede a estimar la distancia recorrida al año aplicando la siguiente ecuación:

$$KmR_i = N°v_i \times Dp \times dH$$

Donde "KmR_i" son los kilómetros recorridos por el tipo de vehículo "i", "Dp" es la distancia promedio por viaje, y "dH" es el número de días hábiles en un año.

3.6. Emisiones de CO_2

La estimación de las emisiones de CO_2, por parte de los distintos tipos de vehículos, se harán siguiendo los estudios realizados por el "InstituteforTransportation and DevelopmentPolicy" en el 2008. En dicho trabajo, se evalúan las condiciones del sistema de transporte actual, al igual que los impactos que tienen los diferentes medios de transporte sobre el ambiente. De igual forma, proponen una serie de proyectos y metodologías, para buscar reducir dichos impactos negativos producidos sobre el ambiente. Sobre la base de estas ideas, se resumen los factores de emisión de CO_2 de distintos tipos de vehículos. Esta información, se presenta en la Tabla N° 17. Dados estos datos, se procederá al cálculo de las emisiones de CO_2, por parte de los vehículos del AMC.

Tabla N° 17:Factores de Emisión del CO_2

Tipo de Vehículo			□arros	2-Ruedas	3-Ruedas	Taxi	Autobús	Rústico
Velocidad (km/hora)			22	22	22	22	22	22
Tipo de Combustible	% de Uso	Petróleo	95%	100%	100%	30%		
		Diesel	5%			70%	100%	100%
			100%	100%	100%	100%	100%	100%
Eficiencia de Combustible	Km/Litro	Petróleo	9	60	22	8	1,8	6
		Diesel	11	0	24	11	2,2	7
Factor de Emisión de CO2 por Litro de Combustible	Kg CO2/Litro	Petróleo	2,75424	2,75424	2,75424	2,75424	2,75424	2,75424
		Diesel	2,94348	2,94348	2,94348	2,94348	2,94348	2,94348
Emisiones de CO2 por Kilómetro Recorrido	Kg CO2/Km	Petróleo	0,30602666	0,045904	0,42519272	0,34428	1,53013333	0,45904
		Diesel	0,267589091			0,267589091	1,337945455	0,420497143
Factor de Emisión de CO2 Promedio por tipo de Vehículo	Kg CO2/ Km	Todos	0,304105	0,045904	0,125193	0,290596	1,337945	0,420497

Fuente: FMAM (2011)

Una vez estimados los datos mencionados anteriormente, se aplica la siguiente formula obtenida del FMAM(2008):

$$ECO_{2_i} = \sum fe_i \times KmR_i$$

Donde "ECO_{2_i}" son las emisiones de CO_2 según el tipo de vehículo "i", y "fe_i" es el factor de emisión por kilómetro recorrido del tipo de vehículo "i".

3.7. Reducciones

Para el cálculo de las Reducciones del Proyecto, es necesario conocer en qué porcentaje se reducirán las emisiones de CO2, bajo un correcto mantenimiento del vehículo. Según la Agencia Valenciana de Energía (2012), un mantenimiento deficiente de los vehículos, hace que consuma 30% más combustible. Al momento de efectuar dicho estudio, se tomará en cuenta las reducciones logradas al realizar una entonación adecuada del motor del vehículo, lo que permite una reducción de hasta un 30% de las emisiones de CO_2(Agencia Valenciana de la Energía (AVEN), 2012)

Dicha reducción se logrará a través de la implementación de un marco legal denominado Inspección Técnica Vehicular (ITV). Ese mecanismo consistirá en un control anual obligatorio de las emisiones de gases contaminantes y estado mecánico de los vehículos que se encuentren en circulación dentro del Área Metropolitana de Caracas (AMC).

La realización de esta revisión sería requisito obligatorio para circular. Para ello, el ITV se dividirá dentro de los cinco Municipios que conforman el AMC, en los cuales serán asignados los establecimientos acondicionados para realizar el chequeo vehicular necesario, permitiendo así aprobar el ITV. Dicha asignación de establecimientos se hará a través de concesiones realizadas por la Alcaldía Mayor a cinco talleres en el área. Por último, el control, funcionamiento y administración será velado por el Instituto Metropolitano de Transporte de Caracas (INMETRA).

Si el vehículo pasa la revisión, se le otorga un permiso de circulación por un año. En caso de que no apruebe la inspección, el dueño tendrá un plazo de 15 días hábiles para realizar los arreglos necesarios, y llevarlo nuevamente a que sea inspeccionado. Dado el caso en que no cumpla en el plazo establecido, el permiso de circulación del vehículo será revocado, siendo restituido sólo después de que se le hayan hecho las reparaciones y pagado una multa por el incumplimiento.

El cálculo total de las reducciones, a lo largo de los 10 años de duración del proyecto, se hará de la manera mostrada en la Tabla N° 18. En el primer año, se asumirá que se logra una reducción de un 15% de las emisiones. En los años siguientes, el porcentaje de reducción irá aumentando a una tasa de 1,5% cada año, hasta el final del período en el cual se alcanza la reducción del 30%. La razón de esto, es que en el primer año de implementación del proyecto, se supondrá que el 50% de los vehículos están en malas condiciones, por lo que requerirán de la entonación del motor. Así mismo, se supondrá que la otra mitad de los vehículos se irá deteriorando a una tasa constante por los años restantes del período como se muestra en la tabla N° 18.De esta manera, al final del períodose habrá realizado la entonación de los motores de todos los vehículos del AMC, alcanzando al mismo tiempo la totalidad de las reducciones posibles por la entonación del motor.

Tabla N° 18: Porcentajes de Reducción del Proyecto

Año	Porcentaje de Reducción	Tasa de Deterioro de los Vehículos
2011	15%	50%
2012	16,50%	55,00%
2013	18%	60%
2014	19,50%	65,00%
2015	21%	70%
2016	22,50%	75,00%
2017	24%	80%
2018	25,50%	85,00%
2019	27%	90%
2020	28,50%	95,00%
2021	30%	100%

Fuente: Elaboración propia

Con esta información, se procede a estimar el número de reducciones, empleando la siguiente ecuación:

$$RECO_{2_i} = ECO_{2_i} \times \%R_k$$

Donde "$RECO_{2_i}$" son las reducciones de CO_2 por tipo de vehículo "i", y "$\%R_k$" es el porcentaje reducido en el año "k."

3.8. Cálculo de la Línea Base

De acuerdo al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España (2012) y el Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (2011), las reducciones

serán la diferencia entre las emisiones del Escenario de Base y las emisiones del Proyecto, en otras palabras:

$$RE(a) = EEB(a) - EP(a)$$

Donde RE significada la reducción de emisiones en el año "a", EEB las emisiones asociadas al escenario de referencia en el año "a", y EP las emisiones asociadas al Proyecto en el año "a".

Las EEB, serán calculadas según los kilómetros recorridos anualmente por los vehículos del AMC. El procedimiento para estos cálculos es el mostrado en la sección 3.6.

Para el cálculo de las EP, se utilizará el porcentaje de reducciones derivado de las reparaciones realizadas a los vehículos, con lo cual se determinó los niveles de emisiones con el Proyecto, calculado en la sección 3.7.

3.9. Bonos a Emitir

A continuación, se procede a estimar la cantidad de Bonos de Carbono que puede emitir la Alcaldía Metropolitana y los ingresos que obtendría de estos. Con este fin, se utilizará la Medida Internacional por Certificado, al igual que los precios internacionales del mercado. El precio de los CERs o de los RMUs está determinado por la cantidad ofrecida y demandada en el Mercado de Bonos de Carbono. Lo que se comercializa en

este mercado es la venta de Reducciones de Emisiones, pudiendo ser CERs o VERs, las cuales se traducen una tonelada de CO_2 por certificado emitido (Ibarra y Escobar, 2008). En este estudio, se utilizarán las VERs para la estimación de los ingresos de la Alcaldía.

Para el cálculo de los bonos a emitir, se utilizó la siguiente ecuación:

$$N°VERs = {}^{RECO_{2i}}/_{1000}$$

Donde "$N°VERs$" es el número de bonos a emitir en el mercado voluntario, y "1000" es la tasa de conversión de kilogramos a toneladas.

La emisión de los VERs requieren de que sean certificadas las reducciones de las emisiones de CO_2. Para esto, se utilizará el estándar VCS para su certificación. CAF contribuye activamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a través de la promoción de la comercialización de CERs y VERs a diferentes mercados y compradores mediante su colocación ante los distintos Fondos de Compra de Carbono (CAF, 2009), es por esto que será el organismo a través del cual se harán las emisiones de los certificados al mercado internacional.

Para la estimación de las reducciones, se le hará a los vehículos una medición de sus emisiones al momento de realizarles la inspección, registrando el valor observado. Posteriormente, luego de que se le haga la entonación del motor al vehículo, se hará una nueva medición de las emisiones, certificando de esta manera las reducciones.

3.10. Ingresos Netos

Para la estimación de los ingresos del proyecto, se calculó en primer lugar los ingresos brutos, mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$IB = N°VERs \times p.v.$$

Donde "*IB*" es el ingreso bruto, y "*p.v.*" es el precio de venta de las reducciones en el mercado.

El precio de venta de los VERs varía según las condiciones del mercado. Según Olga Chistyakova (2012), Analista de Thomson Reuters PointCarbon, el precio promedio para proyectos de este tipo se encuentra entre los USD 3-5.

Así mismo, se estimaron los costos necesarios en los que se debe incurrir para la comercialización de los VERs por parte del estándar VCS. En este sentido, de acuerdo a Sam Hoffer de la VCS Association, los principales costos asociados con el programa VCS son los atribuibles a la validación y verificación, el cual tiene una cuota anual de USD 2000 por año. De igual forma, también se cobra un impuesto que actualmente está fijado en USD 0,10 por VCU. Los costos son totales son entonces calculados de la siguiente forma:

$$C = (N°VERs \times I) + CVV$$

Donde "I" son los impuestos por bono emitido, y "CVV" es el costo de validación y verificación que debe ser pagado anualmente para la emisión de los bonos en el mercado voluntario.

Una vez obtenidos los Ingresos Brutos y los Costos de Operación, se procedió a calcular los Ingresos Netos, siguiendo la siguiente ecuación:

$$IN = IB - C$$

Donde "IN" son los ingresos netos, y "C" son los costos.

3.11. Inversión Inicial:

La Inversión Inicial del proyecto estará compuesta por dos costos; el primero, es la capacitación del personal de los talleres mecánicos, para la operación de los equipos especializados con los que se medirán las emisiones de los vehículos. El segundo costo consiste en dotar a los talleres autorizados para realizar la inspección, con estos equipos.

Los equipos especializados con los que se dotarán a los talleres para la medición de los niveles emisión de los vehículos, son los opacímetros. En este sentido, cada taller será dotado de dos opacímetros. Según una evaluación de los precios de mercado de estos equipos, se encontró que el rango dentro del cual varían va desde los USD 2.000 hasta los USD 4.500. Para no subestimar los costos en los que se debe incurrir para la

adquisición de estos equipos, se tomó el precio más elevado del rango presentado. Así, los costos dotación de los talleres serán calculados usando la siguiente ecuación.

$$C_{dot.} = N°_{Op.} \times p.v._{Op.} \times N°_{T}$$

Donde "$N°_{Op.}$" es el número de opacímetros con los que se dotará a los talleres autorizados, "$p.v._{Op}$" es el precio de venta de mercado de los opacímetros, y "$N°_{T}$" es el número de talleres autorizados en el AMC.

Por otro lado, los costos de capacitación consisten sólo en el manejo de los opacímetros. Según la Alcaldía de Sucre (2011), el número de personas requeridas para realizar la medición de las emisiones mediante el opacímetro, es cinco. En este sentido, cada taller constará de dos equipos para el manejo respectivo de los equipos.

Así mismo, según una consulta de mercado hecha a diferentes empresas de servicios, los costos de capacitación de un personal para el manejo de equipos nuevos, derivan principalmente de los materiales que este requiere para el entrenamiento. Estos costos varían dependiendo de la complejidad del equipo que se esté usando, pero pueden variar entre Bs. 2.500 hasta Bs. 5.000. Para la estimación de los costos de capacitación se tomo el promedio de estos dos valores. De esta manera, los costos de capacitación se calcularán según la siguiente ecuación.

$$C_{cap.} = CC_{prom.} \times N°_{m} \times N°_{eq.} \times N°_{T} \times TC_{Bs./USD}$$

Donde "$CC_{prom.}$" es el costo promedio de capacitación del personal para el manejo de los opacímetros, "$N°_m$" es el número de mecánicos por equipo necesarios para realizar la medición de los niveles de emisión, "$N°_{eq.}$" es el número de equipos de medición por taller, y "$TC_{Bs./USD}$" es el tipo de cambio de bolívares por dólar según el Sistema de Transacciones con Títulos en Moneda Extranjera (SITME).

La información requerida para realizar estos cálculos se resume en la tabla N° 19

Tabla N° 19: Información para el Cálculo de la Inversión Inicial

Costo Promedio de Capacitación por Persona (Bs.)	3.750
Costo de los Opacímetros (USD)	4.500
Personal requerido por Equipo para la medición de la Opacidad	5
N° de Equipos de medición por Taller	2
N° de Opacímetros por Taller	2
N° de Talleres Autorizados en el AMC	5
Tasa de Cambio Bs./USD (SITME)	5,3

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información, la inversión inicial total se calculará de la siguiente forma:

$$I_o = C_{cap.} + C_{dot.}$$

Una vez calculada la inversión inicial se procederá al cálculo del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

3.12. Valor Presente Neto (VPN)y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Por último, se calculará la diferencia entre los beneficios provenientes de las ventas de los VERs en el Mercado de Carbono, con los costos derivados de la validación y verificación del proyecto, los impuestos pagados,y la inversión inicial, de forma que se pueda realizar la emisión de los VERs, determinando la rentabilidad del proyecto. Para evaluar la rentabilidad del proyecto, se utilizará el método del Valor Presente Neto (VPN).La tasa de descuento a usar para el cálculo del VPN, será el rendimiento de los Bonos Venezolanos GLB-28. Estos títulos presentaban un rendimiento de 10,95% al cierre del mercado el viernes 29 de septiembre de 2012

Así mismo, se utilizará la TIR para la evaluación del rendimiento propio del proyecto. De esta manera, se podrá observar con mayor claridad cuán beneficioso sería el proyecto en caso de que se llevara a cabo. La ecuación usada para la estimación de la TIR es la siguiente:

$$0 = -I_o + \sum \frac{IN}{(1+TIR)^n}$$

Donde "n" es cada año del período de duración del proyecto.

Capitulo IV: Análisis de Resultados:

En este capítulo, se realizó el procesamiento de la información y de los datos recolectados, para obtener un cálculo cuantitativo aproximado de los Bonos de Carbono a emitir en el Área Metropolitana de Caracas (AMC), además de los posibles beneficios económicos que podría generar los mismos. Para ello, se efectuó una investigación teórica sobre el Mercado de Carbono y luego, se contextualizó el problema del cambio climático, así como el mecanismo de emisión de bonos. De forma consecutiva, se definió el tipo de investigación en el cual se ubica el estudio de acuerdo a nuestro objetivo, que consistió en una investigación proyectiva. Por consiguiente, se recolectaron los datos del número de vehículos y kilómetros promedio recorridos dentro del AMC para evaluar la factibilidad del proyecto.

4.1. Cálculos Previos

Para la determinación de la actividad de los vehículos, se realizaron los cálculos en base a la información de Aceves, Greco, y Fermín (2012). Con su información, se estimó el número de viajes que los diferentes tipos de vehículos realizaban diariamente en el AMC durante el año 2011. Los resultados de estos cálculos se muestran en la tabla N° 20.

Tabla N°20: Número de Viajes diarios realizados en el AMC

Tipo de Vehículo	Número de Viajes Diarios por Tipo de Vehículo
Particular	993.227
Por Puesto	79.967
Autobús	5.758
Rústicos	19.410

Aceves, Greco, y Fermín (2012)

Como se puede observar, la mayor cantidad de viajes que se llevan a cabo diariamente en el AMC, son realizados en vehículos particulares, siendo que la suma de los viajes realizados mediante los otros tres tipos de transporte, apenas supera el 10% de los viajes realizados en vehículos particulares. Esto refleja, que existe una gran deficiencia en la provisión del servicio de transporte público en el AMC. Esto se puede deber, a que existe una baja calidad del servicio prestado, una falta de disponibilidad de unidades, mal diseño de las rutas transitadas por las mismas, en fin, numerosas pueden ser las razones de este fenómeno. Sin embargo, la conclusión es que hay un uso excesivo del transporte particular en el AMC.

Una vez observado el comportamiento de la población, en cuanto a sus patrones de viaje, se hace necesario proyectar los resultados observados para el período en estudio. Para esto, se proyectó la población del AMC hasta el año 2021. Los resultados se muestran en la Tabla N° 21.

Tabla N° 21: Proyección de la Población del AMC (Miles de Personas)

Entidad	Distrito Capital	Municipio Baruta	Municipio Chacao	Municipio El Hatillo	Municipio Sucre	Total AMC
2011	2.109,2	240,8	61,5	58,9	599,2	3.069,6
2012	2.114,9	243,9	62,3	59,6	607,1	3.087,9
2013	2.120,5	247,0	63,1	60,4	614,7	3.105,7
2014	2.126,1	250,0	63,9	61,1	622,2	3.123,2
2015	2.131,7	252,9	64,6	61,8	629,5	3.140,6
2016	2.132,4	253,4	64,8	62,0	630,8	3.143,4
2017	2.133,2	254,0	64,9	62,1	632,1	3.146,2
2018	2.133,9	254,5	65,0	62,2	633,4	3.149,1
2019	2.134,7	255,0	65,2	62,3	634,7	3.151,9
2020	2.135,4	255,5	65,3	62,5	636,0	3.154,8
2021	2.136,1	256,1	65,4	62,6	637,4	3.157,6

Fuente: INE (2011); Cálculos propios.

Con esta información, se obtuvo la tasa de crecimiento de la población del AMC (ver Tabla N° 22), en base a la cual se calculó la media geométrica usada para proyectar el número de viajes diarios, calculados anteriormente, y determinar la actividad anual de los vehículos del AMC.

Tabla N° 22: Tasa de Crecimiento Anual de la Población del AMC

Tasa de Crecimiento AMC	
2011	-
2012	1,005968
2013	1,005783
2014	1,005638
2015	1,005554
2016	1,000900
2017	1,000901
2018	1,000901
2019	1,000902
2020	1,000903
2021	1,000903
Media Geométrica de la tasa de Crecimiento AMC	1,00343227

Fuente: Cálculos propios con base de los datos INE (2011)

Para finalizar la etapa de los cálculos previos, se utilizó los viajes realizados diariamente proyectados, utilizando la media geométrica del crecimiento de la población, y se calculó el total de los kilómetros recorridos anualmente al multiplicarlo por la distancia promedio de los viajes realizados y el número de días hábiles en el año. El resultado de estos cálculos se muestra en la Tabla N° 23.

Tabla N° 23: Tasa de Crecimiento Anual de la Población del AMC

Tipo de Vehículo	Particulares	Por Puesto	Autobús	Rústicos
2011	2.393,7	192,7	13,9	46,8
2012	2.401,9	193,4	13,9	46,9
2013	2.410,1	194,0	14,0	47,1
2014	2.418,4	194,7	14,0	47,3
2015	2.426,7	195,4	14,1	47,4
2016	2.435,0	196,1	14,1	47,6
2017	2.443,4	196,7	14,2	47,8
2018	2.451,8	197,4	14,2	47,9
2018	2.460,2	198,1	14,3	48,1
2020	2.468,6	198,8	14,3	48,2
2021	2.477,1	199,4	14,4	48,4

Fuente: Cálculos propios con base de datos INE (2011); Aceves, Greco, y Fermín (2012)

4.2. Emisiones de CO_2

Con la información recolectada de los kilómetros anuales (promedio) recorridos por los vehículos del AMC, se procedió a la estimación del Escenario Base del Proyecto, utilizando el factor de emisión por kilómetro recorrido expuesto anteriormente. De esta manera, se calcularon las emisiones de CO_2 para el año 2011, junto con la proyección para el período 2012-2021 (Tabla N° 24).

Tabla N° 24: Emisiones anuales por tipo de Vehículo (Miles de Toneladas de CO_2)

Tipo de Vehículo	Particulares	Por Puesto	Autobús	Rústicos	Total
2011	732,53	88,47	21,23	21,47	863,70
2012	735,04	88,77	21,31	21,55	866,67
2013	737,57	89,07	21,38	21,62	869,64
2014	740,10	89,38	21,45	21,70	872,63
2015	742,64	89,69	21,53	21,77	875,62
2016	745,19	90,00	21,60	21,84	878,63
2017	747,74	90,30	21,67	21,92	881,64
2018	750,31	90,61	21,75	21,99	884,67
2019	752,89	90,93	21,82	22,07	887,71
2020	755,47	91,24	21,90	22,15	890,75
2021	758,06	91,55	21,97	22,22	893,81

Fuente: Elaboración Propia

El total de emisiones observadas durante este período son equivalentes a cerca del 5,5% de las emisiones totales de Venezuela para el año 2004. Esto es una cifra relevante tomando en consideración de que son sólo cinco municipios dentro de todo el país.

Teniendo la emisiones de CO_2 del Escenario Base, se realizaron las estimaciones de las reducciones del Proyecto. Estas reducciones mostradas en la Tabla N° 25, son el producto de los ajustes realizados a los vehículos del AMC, siguiendo el plan de supervisión anual del mantenimiento que llevaría a cabo la alcaldía mayor.

Tabla N° 25: Reducciones de Emisiones de (Toneladas de CO_2)

Tipo de Vehículo	Particulares	Por Puesto	Autobús	Rústicos	Total de Reducciones
2011	109.879	13.270	3.185	3.221	129.555
2012	ándar.	14.647	3.516	3.555	143.000
2013	132.762	16.033	3.848	3.892	156.536
2014	144.319	17.429	4.183	4.231	170.162
2015	155.954	18.834	4.521	4.572	183.881
2016	167.667	20.249	4.860	4.915	197.691
2017	179.459	21.673	5.202	5.261	211.594
2018	191.329	23.107	5.546	5.609	225.591
2019	203.279	24.550	5.892	5.959	239.680
2020	215.309	26.003	6.241	6.312	253.864
2021	227.419	27.465	6.592	6.667	268.143

Fuente: Elaboración propia

En base a estas reducciones, se estimaron el número de VERs que se pueden emitir dado el proyecto establecido. Debido a que un VER es equivalente a una tonelada de CO_2 reducida, el número de VERs que se pueden emitir cada año con el proyecto, están representados en la Tabla N° 25, en la columna denominada "Total de Reducciones".

Las reducciones alcanzadas en este período son equivalentes a aproximadamente el 1,24% de las emisiones de todo el país para el año 2004. Esto sugiere que hay un potencial importante en buscar reducir las emisiones de CO_2 que se generan por el transporte automotor. Así mismo, es importante resaltar que estas reducciones son logradas mediante la aplicación de las medidas a vehículos particulares, por puesto, jeep y autobuses, dejando por fuera todos los vehículos pertenecientes al sector industrial. Es

decir, no se tomó en consideración los vehículos de carga, de transporte de mercancías, las motocicletas, entre otros, los cuales son una importante fuente de emisión no sólo del AMC, sino de todo el país.

4.3. Análisis de Rentabilidad del Proyecto

Teniendo las emisiones de CO_2 del Escenario Base, se realizaron las estimaciones del Escenario del Proyecto en la Tabla N° 26. Una de las condiciones que el Proyecto debe cumplir para poder ser registrado, es el criterio de adicionalidad. A través del mismo, se garantiza que las reducciones sean mayores a los precedentes históricos, logrando así vender los bonos asociados a las reducciones de emisiones CO_2. En el Gráfico N° 06 se representa tanto el Escenario Base, como el Escenario del Proyecto, tomando en cuenta las reducciones asociadas al mismo.

Tabla N° 26: Cálculo de la Línea de Base (Miles de Toneladas de CO_2)

Año	Emisiones sin Proyecto	Emisiones con Proyecto	Reducciones
2011	863,7	734,15	129,56
2012	866,67	723,67	143
2013	869,64	713,11	156,54
2014	872,63	702,46	170,16
2015	875,62	691,74	183,88
2016	878,63	680,94	197,69
2017	881,64	670,05	211,59
2018	884,67	659,08	225,59
2019	887,71	648,02	239,68
2020	890,75	636,89	253,86
2021	893,81	625,67	268,14

Fuente: Elaboración Propia

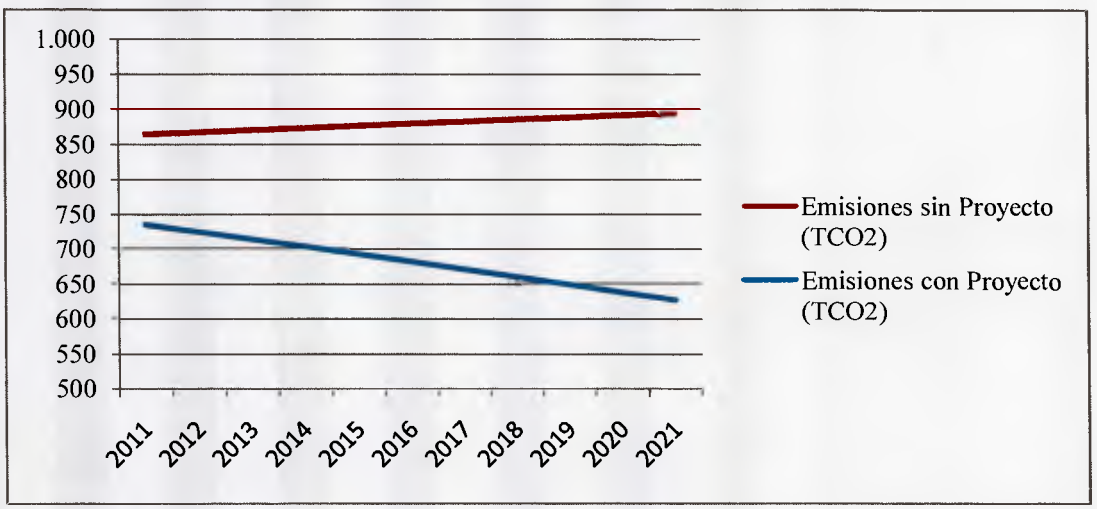
Se puede observar de los resultados obtenidos en la Tabla N° 26, que el total de emisiones reducidas son de 2.179,7 miles de toneladas de carbono, teniendo 181,6 mil toneladas de carbono promedio reducidas dentro del período 2011-2021. Comparando estos resultados con otros países de Latinoamérica, según un estudio hecho por CAF (2009), tenemos el caso de Quito, que a través del PLAC+e está llevando a cabo un proyecto MDL llamado "Sistema Integrado de Transporte Sostenible del Sur STSS para Quito". Con este programa de transporte urbano masivo, se tiene estimado reducir 212,6 mil toneladas de dióxido de carbono equivalente.

De igual forma, Colombia está implementando el proyecto MDL denominado "Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) MEGABUS" en las ciudades de Pereira,

Dosquebradas y la Virginia. Con este proyecto se estima una reducción de 33,2 mil toneladas de CO_2equivalente durante el período 2009-2010.

Haciendo un análisis comparativo entre los dos casos anteriores y el proyecto en estudio, se puede concluir que existen proyectos en otros países del mundo, cuyas emisiones de CO_2son similares, o menores a las alcanzadas en el caso que aquí se plantea. Es decir, las reducciones estimadas en el proyecto no son despreciables,siendomás bien significativas,en relación a aquellas de los países vecinos como Colombia y Ecuador.

Gráfico N° 06: Estimación de la Línea de Base del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

En base a las reducciones alcanzadas y los VERs emitidos, se calcularon los ingresos netos que aporta el proyecto a la Alcaldía Metropolitana. Los ingresos provienen de multiplicar el número de VERs emitidos por el precio de mercado, el cual a efectos de

este estudio fue de USD 3 por certificado. Así mismo, el proyecto cuenta con unos costos de USD 2.000 anuales, correspondientes a la validación y verificación del proyecto, y de unos impuestos por certificado emitido, equivalente al 10% del precio de venta de los VERs. El resultado de estos cálculos se presenta en la tabla N° 27.

Tabla N° 27: Estimación de Ingresos Netos (Miles de USD)

Tipo de Vehículo	Particular	Por Puesto	Autobús	Rústicos	Total
2011	296,67	35,83	8,60	8,70	349,80
2012	327,46	39,55	9,49	9,60	386,10
2013	358,46	43,29	10,39	10,51	422,65
2014	389,66	47,06	11,29	11,42	459,44
2015	421,08	50,85	12,21	12,34	496,48
2016	452,70	54,67	13,12	13,27	533,77
2017	484,54	58,52	14,04	14,20	571,30
2018	516,59	62,39	14,97	15,14	609,09
2019	548,85	66,28	15,91	16,09	647,14
2020	581,33	70,21	16,85	17,04	685,43
2021	614,03	74,16	17,80	18,00	723,99

Fuente: Elaboración Propia

El cálculo de la inversión inicial, se realizó tomando en cuenta el costo de capacitación del personal para llevar a cabo las mediciones de CO_2 emitidos por los vehículos, al igual que la dotación de los talleres con los equipos necesarios para realizar dicho procedimiento. El resultado de estos costos, cuya suma es equivalente a la inversión inicial, se representa en la tabla N° 28.

Tabla N° 28: Inversión Inicial (Miles de USD)

Costo de Capacitación por Persona (USD)	994
Costo de los Opacímetros (USD)	45
Inversión Inicial (USD)	1.038,7

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, para la evaluación de la rentabilidad del proyecto, se calculó el Valor Presente Neto (VPN) de los Ingresos Netos representados en la suma delos "I.N. Descontados" de la tabla N° 27. La inversión inicial fue incorporada directamente en el valor del Ingreso Neto del primer año. La tasa de descuento utilizada, fue la del rendimiento de los Bonos Venezolanos GLB-28. Con esta tasa de descuento se procedió a calcular el VPN. El resultado de este cálculo se puede observar en la tabla N° 29.

Tabla N° 29: Valor Presente Neto (Miles de USD)

Año	Ingresos Netos	I.N. Descontados
2011	349,80	-688,95
2012	386,10	347,99
2013	422,65	343,34

2014	459,44	336,39
2015	496,48	327,64
2016	533,77	317,48
2017	571,30	306,27
2018	609,09	294,30
2019	647,14	281,82
2020	685,43	269,04
2021	723,99	256,13
	VPN	**2.391,45**

Fuente: Elaboración Propia

El VPN positivo, indica que el proyecto es rentable, por lo que se recomienda que se lleve a cabo. La Alcaldía Metropolitana, podría percibir ingresos adicionales si llevara a cabo el proyecto, el cual presenta unos costos relativamente bajos. Al obtener mayores ingresos, la alcaldía metropolitana puede invertir en proyectos que generen oportunidades de empleo para la población tanto del AMC, como de las zonas aledañas. Así mismo, se puede unir a los esfuerzos para combatir el Cambio Climático, buscando concientizar a las personas sobre los efectos que el uso excesivo del automóvil tiene sobre el ambiente.

Por último, se calculó la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto, cuyo resultado fue 63,5997%. Como se puede observar, la TIR es elevada en relación a los rendimientos otorgados por títulos como los Bonos Venezolanos o las letras del Tesoro Americano,representando este proyecto una ventana de oportunidad para inversionistas que busquen mayores rentabilidades a las encontradas en los mercados financieros.

Conclusiones y Recomendaciones

Los medios de transporte son de gran importancia para el desarrollo económico de un país. A través de ellos, se logra trasladar mercancías, productos elaborados, materias primas, además de ser responsable del desplazamiento de las personas. A pesar del papel fundamental que cumplen, el sistema de transporte, en la mayoría de las ciudades del mundo, es el principal responsable de los problemas de la contaminación atmosférica.

El problema es que a medida que crece la metrópolis, el exceso de tránsito vehicular aumenta, generando una serie de costos a la sociedad. Se puede observar que, en el caso del Área Metropolitana de Caracas (AMC), se presenta una sobrepoblación de su parque automotor, en relación al resto de Venezuela. Esto causa un congestionamiento de las vías de tránsito, las cuales no están adecuadas para soportar esa gran cantidad de vehículos. Así mismo, el tiempo que permanecen encendidos los motores es mayor, causando que las emisiones de dióxido de carbono sean mayores.

Por otra parte, existe un exceso de uso del transporte privado, siendo esto consecuencia de diversos factores como la inseguridad, la baja calidad y disponibilidad de transporte público, y las características topográficas de la zona que dificultan el uso de medios alternos como la bicicleta o el andar a pie. Como consecuencia, hay un mayor uso del automóvil, generando mayores emisiones de dióxido de carbono.

Es por este motivo, que actualmente el AMC presenta una gama de problemas ambientales, donde uno de ellos es la contaminación del aire causada por las emanaciones producidas por los vehículos. Esta situación, ha sido la motivación principal en la búsqueda de una solución que permita reducir el tamaño del problema, y a su vez sea viable para su realización.

Para ellos se realizó en el capítulo uno, una revisión teórica del Mercado de Bonos de Carbono. En segundo lugar, se recopiló una serie de estudios en donde se analiza la situación de la contaminación atmosférica en el AMC, para luego hacer una descripción del sistema de transporte, el marco legal e institucional, y explicar el mecanismo y funcionamiento de los Bonos de Carbono.

Posteriormente, se definió una metodología que hiciera posible realizar este estudio, y cumplir con los objetivos planteados, en donde se propuso realizar un tipo de investigación proyectiva. Así, se recolectó la información relacionada al número de viajes que se realizan diariamente en la Zona Metropolitana de Caracas, para luego hacer un ajuste de acuerdo al número de pasajeros promedio que ocupan los diferentes tipos de transporte que se encuentran en el AMC. Una vez realizado estos cálculos, se buscó la información referente a los kilómetros promedios recorridos, y el factor de emisión de dióxido de carbono por tipo de vehículo. Este comportamiento observado, fue luego proyectado por el período en estudio, de forma que se pueda comprobar su sostenibilidad. Por otro lado, se hicieron los cálculos de los costos relacionados a la elaboración del proyecto y a la emisión de los VERs. Finalmente, se realizaron los

cálculos de las emisiones de dióxido de carbono totales, las reducciones a realizar, para luego evaluar la rentabilidad del proyecto. Luego de obtener los resultados, se procedió a realizar un análisis para poder así evaluar la posibilidad de la implementación del mismo.

Específicamente, se encontró que el proyecto es factible de realizar en el AMC, dado a que los costos de llevar a cabo el proyecto son superados por los ingresos que generan. Esto se debe, a que los costos adicionales de monitoreo y supervisión en los que debería incurrir la Alcaldía para llevar a cabo el proyecto, son marginales, ya que los ciudadanos del AMC serán los encargados de realizar el mantenimiento de sus vehículos y la cantidad de personal necesario para realizar las inspecciones, no necesita ser muy elevado. Los costos más significativos, son los impuestos que se deben pagar por certificado emitido y por la validación y verificación del proyecto, los cuales son compensados por los ingresos obtenidos. En este sentido, el valor presente de todos los flujos de netos de ingresos que generaría el proyecto por 10 años fue de USD 2.391,45 miles. Si bien esto representa menos del 1% del presupuesto de las alcaldías del AMC, las mayores ganancias obtenidas vienen dadas por la mejora en la calidad de vida de los ciudadanos, menores factores de riesgo para su salud; al igual que un menor impacto negativo al ambiente. Así mismo, la TIR fue de 63,59%, indicando que el proyecto posee buena rentabilidad, en relación a las opciones del mercado financiero, en las que se pudieran invertir los recursos.

El uso excesivo del automóvil, hecho que implica un desgaste mayor del vehículo, sumado a las difíciles condiciones del terreno del AMC, causan que se generen una gran cantidad de emisiones de dióxido de carbono. Estas emanaciones abren una ventana de oportunidad para generar ingresos mediante la reducción de dichas emisiones.

Los datos obtenidos en el trabajo, así como el análisis posterior de los resultados, demuestran en cierta medida la gravedad que existe de contaminación ambiental gracias a las emisiones de dióxido de carbono proveniente del sector transporte. En estos cálculos, se puede observar como en el país hay un gran problema en cuanto al control de las emisiones de GEI, lo que causa que se esté contribuyendo enormemente al Calentamiento Global. De acuerdo a los resultados, se estima que para el 2012 sólo en el AMC haya un aproximado de 866,67 miles de toneladas de CO_2 de dióxido de carbono, estimando poder reducir 143 miles de toneladas de dióxido de carbono en ese mismo año, con la entonación correcta del motor de los vehículos de pasajeros, por puesto, rústicos y autobuses. Aun así, es importante resaltar que las reducciones de CO_2 no son significativas en relación con los niveles de emisiones de CO_2 totales a nivel del país, donde se estima que hubo una emisión de 1,64 expresadas en toneladas métricas de carbono en Venezuela para el 2008.

Por esto motivo, se puede afirmar que existe una potencial oportunidad de participación de nuestro país en el Mercado de Bonos de Carbono. A través de este mercado, se puede solucionar los problemas de la contaminación del aire, siempre y cuando estos proyectos sean diseñados de forma económicamente eficientes, y que

existan los incentivos necesarios por parte de los participantes para que reduzcan sus emisiones.

Las emisiones vehiculares de GEI son un problema a nivel mundial, por lo que proyectos para la captura de estos gases se están siendo evaluados a nivel internacional. Este mercado, se basa en la idea de que el cambio climático es un problema global. Es por esta razón, que se argumenta que no importan dónde se reduzcan las emisiones, ya que al final todas irán a la atmósfera. Hecho que resalta lo importante de crear conciencia a nivel mundial, dado que todos al final sufriremos las consecuencias del calentamiento global y el efecto invernadero.

En base a esto, se puede afirmar que es importante que exista un proceso de diseño e implementación de políticas ambientales dentro del AMC, además de evaluar la efectividad y cumplimiento de los instrumentos regulatorios existentes. Así mismo, es necesario ampliar la información y los estudios del medios ambiente para evaluar cuáles son los aspectos a los que se le deba dar mayor prioridad, y los riesgos principales a los que se están expuestos.

Sin embargo, al observar los resultados obtenidos y su análisis posterior, es importante reconocer las limitaciones que tuvo esta investigación. En primer lugar, hubo una gran dificultad para encontrar y calcular la data de los kilómetros y número de viajes promedios, ya que son datos muy variables, difíciles de calcular y predecir, por lo tanto los cálculos son una aproximación y no son números exactos. De igual forma,

manteniendo relación con estos datos, se tuvo que realizar un supuesto para poder estimar los kilómetros recorridos en los años proyectados, el cual es muy probable que no se cumpla en la realidad, ya que a medida que van cambiando las condiciones económicas, políticas, sociales, de infraestructura, etc., del país, la dinámica poblacional, junto con sus preferencias para la movilización, cambiarán.

Por otra parte, existen dos barreras para llevar a cabo el proyecto, una de ellas es la existencia del control cambiario. Éste genera un gran desincentivo a que la alcaldía lleve a cabo el proyecto, ya que no se le garantizan los ingresos, al mismo tiempo que generan incertidumbre en cuanto a los costos y la disponibilidad de recursos. Además, que los costos del proyecto se subestiman, y los ingresos del mismo se sobrestiman.

La segunda barrera, es que Venezuela actualmente presenta una posición cerrada ante la posibilidad de participación en el Mercado de Carbono a través de los MDL debido a la ausencia de la figura de la Autoridad Nacional Designada (AND), lo que implica que la única opción para poder comercializar proyectos de este tipo sea el Mercado Voluntario de Carbono. Este mercado no depende de la exigencia de cumplir con una meta de mitigación (lo cual si ocurre en el mercado de los MDL), haciendo que las operaciones se realicen de manera independiente, sin un proceso general y uniforme de certificación, además de no estar registradas en una entidad central. Por último, debido a que el mercado de carbono está en constante movimiento, se hizo difícil determinar un precio estándar con el que se puedan calcular los ingresos. Conscientes de estas limitantes, el presente trabajo no pretende garantizar en su totalidad la rentabilidad y

eficiencia de este tipo de proyectos, sino contribuir a determinar en qué medida podría ser útil para la reducción de emisiones de GEI en el AMC, generar algún tipo de beneficio económico, y crear conciencia de la problemática ambiental actual

Después de haber comprendido el funcionamiento del Mercado de Bonos de Carbono, evaluar sus mecanismos, y entender los factores que han influido en la contaminación del aire en el AMC, se pudo concluir que los resultados sugieren la existencia de posibles beneficios económicos derivados de la emisión de Bonos de Carbono por la reducción de emisiones de CO_2 de los vehículos públicos y privados. De igual forma se comprobó un potencial importante para la reducción de GEI, a costos razonables para el AMC. Además de los beneficios ambientales y de salud por la reducción de emisiones locales.

Hay muchos factores que aumentan el número de emisiones dentro del AMC, de las cuales se pueden mencionar la deficiente calidad del transporte público que hace que aumente el uso del vehículo particular, el bajo costo de uso y falta de mantenimiento de automóviles, los bajos precios de la gasolina, la congestión vehicular, y la falta de regulación de la cantidad de gases contaminantes que provienen por parte del sector transporte.

Para finalizar se proponen ciertas recomendaciones en el área de política públicas que pueden ayudar la situación en el AMC, y a su vez pueden permitir que Venezuela forme parte de este mercado, en el cual ya muchos países como México, Perú y Chile, están

participando en el teniendo grandes beneficios económicos y ambientales. Entre las medidas que se podrían realizar, se encuentra la mejora del transporte público.

Así mismo, al existir mayores niveles de seguridad tanto dentro de las unidades, como en las principales calles y avenidas del AMC, se creará incentivos por parte de las personas a disminuir el uso del vehículo particular.

Otra medida, es que dentro de los municipios se realicen jornadas trimestrales de evaluación de mantenimiento de los vehículos tanto de transporte público, como los vehículos particulares, de forma de regular la cantidad de gases contaminantes que provienen de las unidades de transporte y minimizar los gases contaminantes. Esto es una medida que debería tomar en conjunto en toda el AMC, y no sólo en determinados municipios. De igual forma debe reforzarse los sistemas de penalización a la hora de no acatar con dichas regulaciones establecidas en cada sector.

Por otra parte, es necesario crear una política nacional de transporte y de desarrollo urbano que tomen en consideración la contaminación del aire. De esta forma, es necesario fortalecer las instituciones existentes y crear nuevas políticas, programas y proyectos para el desarrollo de un sistema de transporte eficiente.

Se considera que Venezuela cuenta con grandes oportunidades para reducir sus emisiones de GEI, además de lograr disminuir la contaminación del aire, y aumentar la calidad de vida de los residentes de cada Municipio del AMC. Por este motivo se

debería evaluar la posibilidad de inaugurar una oficina AND, para que así se pueda participar en el mercado de los MDL, y poder obtener mayores beneficios económicos.

Así pues, este trabajo de grado crea un punto de partida para proponer ciertas recomendaciones para futuros estudios, que ayuden a combatir las distintas limitaciones presentes en este trabajo. Entre las medidas que podrían calculares son la incorporación de todo tipo de vehículos que también circulan por el AMC, como lo son los vehículos de carga y transporte livianos, medianos y pesados, al igual que las motocicletas.

Por otro lado, se propone evaluar la posibilidad de financiamiento de futuros proyectos por parte del Banco Mundial, BID, o CAF. De esta manera, se puede fomentar a través de estas instituciones el desarrollo de metodologías y herramientas que faciliten la identificación y evaluación de otras opciones de mitigación en el sector transporte.

De igual forma, se recomienda extender la investigación a proyectos que permitan una mayor captura de CO_2, como puede ser el caso de las actividades industriales, agricultura, ganadería, energía eólica, entre otros.

Por último, se recomienda la evaluación de un proyecto que genere incentivos positivos, a diferencia de cómo se realiza en el presente trabajo que es a través de la vía punitiva, de forma que los ciudadanos busquen realizar el mantenimiento de los vehículos voluntariamente. En este sentido, se puede considerar el desarrollo de una franquicia especializada en la entonación de los motores de los vehículos, que cuente con los equipos necesarios para la medición de las emisiones. El establecimiento

trabajaría conjuntamente con la Alcaldía, para una vez realizada la entonación y confirmada la reducción, se les ofrecería a los ciudadanos un porcentaje de los ingresos generados por la emisión de los certificados.

Finalmente, que al haber cumplido con los objetivos trazados, y obtenido los resultados del estudio, se expuso la gravedad de la contaminación del aire que se vive actualmente en el AMC. Por este motivo se recomienda replicar este trabajo en otras regiones del país, de manera que se pueda soportar la validez de las conclusiones aquí expuestas y sus posibles aplicaciones en distintos escenarios.

Para concluir, es importante resaltar que el deber no está sólo en las manos del gobierno, sino también está de parte de la sociedad civil en fomentar un cambio de actitud. Este proceso será lento y difícil, pero en el largo plazo se lograran obtener beneficios para próximas generaciones.

Bibliografía

- Acevez, O., Greco, E., & Fermín, J. A. (2012). *6 Estrategias para Incentivar el Uso de la Bicicleta como Medio de Transporte Urbano.*
- Acuña, I. (2005). *Incorporación de la variable Bonos de Carbono en las Evaluaciones de Sustitución Energética: El Caso de una Planta Cementera.* Santiago de Chile: Universidad de Santiago de Chile.
- Agencia Valenciana de la Energía (AVEN). (2012). *AVEN.* Recuperado el 10 de agosto de 2012, de Como ahorrar energía en el coche: http://bit.ly/UFocnB
- Alcaldía de Sucre . (2010). *Informe de Resultados Operativo Aire Puro.* Caracas.
- Alcaldía Metropolitana. (2011). *Plan Estratégico Metropolitano Caracas 2020* . Recuperado el 23 de agosto de 2012, de http://www.plancaracas2020.com
- Alianza de Energía y Ambiente (AEA). (2007). Recuperado el 26 de julio de 2012, de www.sica.int/energía.
- Banco Mundial. (2008). *State and Trends of the Carbon Market 2008.* Washington.
- Baumol, W., & Oates, W. (1988). *The Theory of Environmental Policy.*Cambridge University Press.
- Blanco, O. (2009). Pago por servicios ambientales (PSA), su potencialidad en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 103-110.

- Boden, T. A., Marland, G., & Andres, R. J. (2011). *Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions.*Tennessee: Carbon Dioxide Information Analysis Center.
- CAF. (2009). *PLAC+e.* Recuperado el 20 de septiembre de 2012, de Programa Latinoamericano del Carbono, Energías Limpias y Alternativas: http://bit.ly/RfbM5E.
- CAF. (2011). *Informe del Observatorio de Movilidad Urbana de América Latina.*
- Centro de Documentación Municipal (CEDOM). (21 de diciembre de 2006). *CEDOM.* Recuperado el 25 de septiembre de 2012, de Dirección General Centro Documental de Información y Archivo Legislativo: http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley2265.html
- CEPAL. (2009). *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña.*
- Chistyakova, O. (2012). *Point Carbon.* Recuperado el 4 de septiembre de 2012, de Providing Critical Insights into Energy and Environmetal Markets: http://www.pointcarbon.com/
- Ciencia de Cambio Climático en Chile. (2001). *Evidencias, Perspectivas y Desafíos.* Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.
- Colldeformsl, M. (2009). *El cambio climático: análisis y política económica. Una introducción.* Barcelona: Colección de Estudios Económicos de La Caixa.

- Corporación Andina de Fomento (CAF). (2010). *Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina.*
- Corporación Andina de Fomento (CAF). (2010). *Observatorio de Movilidad Urbana para América Latina.* Panamericana Formas e Impresos S.A.
- Covell, P. (2009). *Estudio sobre el mercado voluntario de carbono, y mecanismos REDD de la Iniciativa ITT – Yasuní.* Quito: Forest Trends.
- D'Apuzzo, M. (2009). *Potencial del Mercado de Carbono en Venezuela. El protocolo de Kyoto y Mercados de Reducciones Voluntarias.*
- Department for International Development . (2002). *Colocando Cimientos para el MDL.* Reino Unido.
- Dinámica de Procesos S.A. (2009). *Proyectos de Reducción de Emisiones.* Recuperado el 10 de junio de 2012, de http://bit.ly/Q5HmhG.
- ECODES . (2010). *Mercado Voluntario de Carbono.* Recuperado el 24 de junio de 2012, de http://bit.ly/QxRZ0Z.
- Ecosystem Marketplace y Bloomberg New Energy Finance. (2012). *Dimensión en Desarrollo: Estado del Mercado Voluntario del Carbono.*
- El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (PICC). (2001). *Climate Change 2001: Informe de síntesis* .
- Figueroa Canelo, H., & Europa, D. (2009). *Mercado Voluntario de los derechos de emisiones de C02.* DEUMAN.
- Finanzas de Carbono. (2011). Recuperado el 6 de agosto de 2012, de http://finanzascarbono.org/

- Fondo de Carbono para una Economía Sostenible . (2011). *Metodologías para el Cálculo de Reducciones de Emisiones de los Proyectos del Clima*. Recuperado el 27 de julio de 2012, de http://bit.ly/LPj5A6
- Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM). (2008). *Manual for Calculating GHG Benefits of GEF Transportation Projects.* New York: Institute for Transportation and Development Policy.
- Gabaldón, A. (2003). *Los retos de las nuevas variables: La Sustentabilidad Ecológica.* Caracas: Informe del Club de Roma.
- Gallieta , M. (2008). *Mercado de Certificados de Reducción de Emisiones del Protocolo de Kyoto como Alternativa para Financiar Proyectos de Desarrollo Limpio en Venezuela.* Caracas: Universidad Metropolitana, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Gilbertson, T., & Reyes, O. (2006). *El Mercado de Emisiones. Cómo Funciona y Por Qué Fracasa.*La Paz: Carbon Trade Wathc.
- Global Carbon Project . (2005). *GCP Activity Overview 2005-2006. .*
- Gobierno de Chile. (2007). *Ministerio de Relaciones Exteriores*. Recuperado el 16 de enero de 2012, de Calidad y Medio Ambiente: Bonos de Carbono: http://bit.ly/Oy1vR3
- Gobierno de España. (2012). *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente* . Recuperado el 20 de mayo de 2012, de Metodologías para el cálculo de Reducción de Emisiones de los Proyectos Clima: http://bit.ly/LPj5A6

- Gobierno del Distrito Federal. (2008). *Estimación de la Reducción de Emisiones.* Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente.
- Gordon, S. (3 de junio de 2008). *Carbon Taxes vs Cap and Trade.* Recuperado el 13 de agosto de 2012, de http://www.env-econ.net/carbon_tax_vs_capandtrade.html
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIESCP). (1996). *Tecnologías, Políticas y Medidas para Mitigar el Cambio Climático.*
- Guisarre, C. A. (15 de septiembre de 2010). *Economía País.* Recuperado el 20 de septiembre de 2012, de El Protocolo de Kioto no funciona, ¿Por qué?: http://economiapais.com/2010/09/15/el-protocolo-de-kioto-no-funciona-%C2%BFpor-que/
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of Commons. *Science, v. 162* , 1243-1248.
- Houghton, J. (1995). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change.*Cambridge University Press.
- Ibarra, D., & Escobar, L. (2008). *Mercado de Bonos de Carbono. Tiempo Económico.* Tiempo Económico.
- Ibarrarán Viniegra, M. E. (2000). Externalidades, Bienes Públicos y Medio Ambiente. *Universidad de las Américas, Puebla. Departamento de Economía.*
- Inspección Técnina de Vehículos (ITV). (26 de octubre de 2011). *ITV.* Recuperado el 25 de septiembre de 2012, de Necesidad de la existencia de la ITV: http://itv.com.es/

- Instituto de Seguridad de los Vehículos Automóviles (ISVA). (2007). *Contribución de la Inspección Técnica de vehículos (ITV) a la Seguridad Vial.* Madrid: Fundación FITSA.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (s.f.). Recuperado el 22 de agosto de 2012, de Monografía por Entidad Federal y Municipios: http://bit.ly/VFtBvz
- Kolstad, C. (2000). *Environmental Economics.* Oxford University Press.
- Kurtzman, J. (2009). *Una visión preliminar de la futura política energética de Obama.* Madrid: Real Instituto Elcano.
- Lizarraga, C. (2012). Expansión metropolitana y movilidad: el caso de Caracas. *URE vol. 38, N° 113*, 99-125.
- Lobos, Vallejos, Carcoa, & Marchant. (2005). El Mercado de los Bonos de Carbono ("bonos verdes"): Una Revisión. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, Volumen 1, número 1.
- Lomba, J. (2009). *Economía del Cambio Climático.*
- Mayer, A. (1995). *Equidad y Consideraciones Sociales del Cambio Climático.* Nairobi: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, Grupo de Trabajo III.
- Mayorga Castro, F. (2009). *Requerimientos y Condiciones para Potenciar la Incidencia de la Revisión Técnica Vehicular en la Seguridad Vial.* Heredia: RITEVE SyC, S.A.
- Mendieta, J. (2000). *Economía Ambiental.* Colombia: Universidad de los Andes.

- Mora, C. (2006). Recuperado el 17 de julio de 2012, de Los Bonos de Carbono y el Mercadeo Ambiental. Gestión Ambiental y Sostenibilidad: http://bit.ly/QOu0qD
- Naizot, A. (2008). El comercio de carbono o las estrategias fatales de la capitalización de la naturaleza. *Programa de Estudios Socioambientales*, 11-12.
- Natural Resources Defense Council . (2010). *Datos de Energía: Actos simples y económicos que podrían reducir mil millones de toneladas de emisiones causantes del calentamiento global.*
- Neeff, T., & Henders, S. (2007). *Guía sobre los mercados de la comercialización de proyectos MDL forestal.*
- Obrador Álvarez, P. (2007). *El mercado voluntario de carbono.*Asunción: 3CHolding AG.
- Olson, M. (1965). *The Logic of Collective Action.*Boston: Harvard University Press.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.* Kyoto.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). Recuperado el 14 de mayo de 2012, de http://bit.ly/PnDUD9
- Orjuela, J. P. (30 de agosto de 2012). Cálculo Emisiones de CO2 en el Sector Transporte. (E. M. Santana, & E. Padrón, Entrevistadores)

- Ortúzar, J. (2002). *Desplazamientos ¿Es posible reducir la congestión?* Santiago de Chile.
- Peña, E., & Bent, L. (2007). El mercado de carbono. *Revista Perspectiva*, 27-29.
- Poder Legislativo de la República Bolivariana de Venezuela. (1999). *Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. En Gaceta Oficial N° 5.453 Extraordinario.* Caracas.
- Poder Legislativo de la República Bolivariana de Venezuela. (2006). *Decreto N° 4.335: Normas para Regular y Controlar el Consumo, la Producción, Importación, Exportación y el Uso de las Sustancias Agotadoras de la Capa de Ozono.* Gaceta Oficial N° 38,392. .
- Poder Legislativo de la República de Venezuela. (1995). *Decreto N° 638: Normas sobre la calidad del aire y control de la contaminación atmosférica.* Caracas: Gaceta Oficial N° 4,899 Extraordinario.
- Poder Legislativo de la República de Venezuela. (1998). *Decreto N° 2,673: Normas sobre emisiones de fuentes móviles.* Caracas: Gaceta Oficial N° 36,532. .
- Poder Legislativo de la República de Venezuela. (2012). *Ley Penal del Ambiente.* Caracas: Gaceta Oficial N° 4.358 Extraordinario.
- Posada Henao, J. J. (2010). *Análisis del "Pico y Placa" como Restricción a la Circulación Vehicular en Medellín - Basado en Volúmenes Vehiculares.* Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Pouillard, E. (2008). *Análisis Comparativo de los Bonos de Carbono Generados a partir de Proyectos de Compensación intercambiados en el Mercado*

Voluntario del Carbono en Europa. España: Université Des Sciences Et Techniques Du Languedoc.

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) . (2003). *El Cambio Climático de América Latina y El Caribe.*
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) . (2006). *América Latina y el Caribe: Perspectivas del Medio Ambiente.*
- Pyndyck, R., & Rubinfeld, D. (2001). *Microeconomía.*Editorial Prentice Hall.
- Raux, C. (2004). *The use of transferable permits in transport policy.* France: Transportation Research Part D: Transport and Environment 9.
- Reguá, D., & González, M. (2009). *Costo del Tiempo y Costo Operacional derivado de la Congestión Vehicular en el Área Metropolitana de Caracas.* Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.
- Ross, M., McKibbin, W. J., Shackleton, R., & Wilcoxen, P. J. (1999). Emissions Trading, Capital Flows and the Kyoto Protocol. *The Quarterly Journal of the IAEE's Energy Economics Education Foundation*, 287-334.
- Samuelson, P. (1955). Diagrammatic Exposition of a Theory of Public Expenditure. *The Review of Economics and Statistics* , 350-356.
- Sarría, P. (2007). *El Mercado de Carbonos. Perú.* Perú: EcoSecurities Group.
- SGS Agrocontrol . (2000). *Face Foundation Andes Region, Ecuador. Carbon Offset Verification.*Spijkenisse.
- SNV. (2009). *Mecanismo de Desarrollo Limpio Conceptos Básicos: Guía para formulación y presentación de proyectos.*

- Stern, N. (2006). *The Economics of Climate Change.* Cambridge: Cambridge University Press.
- UNFCCC. (1997). *Tercera Conferencia de las Partes de la Convención sobre Cambio Climático.*
- Unión Internacional del Transporte Público (UITP). (2003). *Por una mejor movilidad urbana en los países en desarrollo.*
- Valencia, G. (2008). *Trazabilidad en las Mediciones de Opacidad.* Santiago de Querétaro: Centro Nacional de Metrología.
- Vasconcellos, E. (2005). Urban change, mobility and transport in Sao Paulo: three decades, three cities. *Transport Policy*, 91-104.
- Verified Carbon Standard (VCS). (2011). *The VCS Project Database.* Recuperado el 1 de agosto de 2012, de http://www.vcsprojectdatabase.org/
- World Bank. (2011). *State and Trends of the Carbon Market.* Washington.
- World Bank. (2012). *State and Trends of the Carbon.* Washington.
- Yale Environment 360. (07 de mayo de 2009). Recuperado el 13 de septiembre de 2012, de Putting a Price on Carbon:: http://e360.yale.edu/feature/putting_a_price_on_carbon_an_emissions_cap_or_a_tax/2148/