

Estudio de la Reducción de Emisiones y los Co-Beneficios Generados por la Implementación del Programa ECOBICI. (2010, 2011, 2012)

Mayo, 2013

Estudio de la Reducción de Emisiones y los Co-Beneficios generados por la Implementación del Programa ECOBICI

Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal,
Centro de Transporte Sustentable EMBARQ México (CTS EMBARQ México)

>> Dirección General

Adriana de Almeida Lobo
Directora General

Salvador Herrera Montes
Director General Adjunto



>> Equipo de Trabajo

Hilda Martínez
Gerente de Calidad del Aire y Cambio Climático

Lía Ferreira
Analista de Calidad del Aire y Cambio Climático

México, DF, 2013

Contenido

Contenido	3
INDICE DE ACRÓNIMOS.....	4
INDICE DE FIGURAS y TABLAS.....	3
1 Metodología para el Cálculo de Reducción de Emisiones de GEI.....	5
2 Resultados de Reducción de Emisiones de GEI.....	6
3 Co-beneficios.....	6
3.1 Reducción de Contaminantes Criterio.....	6
3.2 Reducción de Tiempo de Traslado	9
4 Proyección del Sistema ECOBICI a 2020	10
5 Conclusiones	12
6 Bibliografía.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO I Distribución Modal de Transporte de los Usuarios Encuestados de ECOBICI. .	15

INDICE DE FIGURAS y TABLAS

Figura 1 Proyección de Reducción de Emisiones GEI en el periodo 2010-2020 por la implementación del Sistema ECOBICI.....	11
Figura 2 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) a 2020. PM, SO ₂ y NH ₃	11
Figura 3 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) a 2020. NOX, COT y COV	12
Figura 4 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) a 2020. CO	12
Tabla 1 Resultados de la Estimación Preliminar de Reducción de Emisiones	6
Tabla 2 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) por la implementación del Sistema ECOBICI.....	8
Tabla 3 Ahorros totales de tiempo de traslado en la Ciudad de México por la implementación del Sistema ECOBICI.....	9

INDICE DE ACRÓNIMOS

AMIA	Asociación Mexicana de la Industria Automotriz
ANPACT	Asociación Nacional de Autobuses, Camiones y Tractocamiones
APF	Autotransporte Público Federal
CONAE	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GDF	Gobierno del Distrito Federal
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo
IMT	Instituto Mexicano del Transporte
INE	Instituto Nacional de Ecología
IPCC	Intergovernmental Panel for Climate Change (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático)
ITDP	Institute for Transportation and Development Policy (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo)
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SMA	Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal
TNM	Transporte No Motorizado
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático)
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México

1 Metodología para el Cálculo de Reducción de Emisiones de GEI

La metodología para el cálculo de emisiones con el escenario del uso de bicicletas públicas como modo de transporte, parte del porcentaje de modos de transporte que se dejaron de usar al empezar a utilizar el sistema ECOBICI. Para ello, se utilizó la “*Encuesta de Opinión a Usuarios del Sistema ECOBICI*” (ECOBICI, 2012) de donde se obtuvo que el 54.1% de los usuarios sustituyeron otro modo de transporte con la bicicleta. De estos, el 25% sustituyó su automóvil particular, y/o taxi, lo cual es equivalente al 13.7% de los usuarios encuestados. El porcentaje restante corresponde a los otros modos de transporte como Metro, microbús, entre otros (La información sobre el cambio modal en el transporte resultado del sistema de ECOBICI se encuentra en el ANEXO I).

Cabe destacar que para realizar el cálculo de la reducción de emisiones, se utilizó el porcentaje de cambio modal correspondiente a los automóviles particulares, taxis y motocicletas únicamente porque aunque sabemos que el 40.3% de los usuarios entrevistados dejaron de utilizar otros modos de transporte (microbús, Metro, Metrobús, trolebús, autobús privado) lo cual generaría ahorros extras en emisiones por usuario; para hacer una estimación conservadora sólo se tomó en cuenta la reducción del transporte individual. Esto con el afán de evitar una sobrestimación de emisiones reducidas ya que en el sentido estricto de cálculo para el transporte público, una reducción de kilómetros por persona, no implica que un autobús privado o público deje de circular; simplemente la ocupación promedio cambia y para que esta reducción de emisiones fuera objetiva, se debería realizar una optimización de kilómetros recorridos del transporte público en base a la demanda, por lo tanto, a pesar de que las emisiones per cápita de los usuarios de ECOBICI se reduce, las emisiones reales permanecen igual a menos que se demuestre que en efecto, el transporte público está reduciendo kilómetros por la implementación de este sistema.

A partir de la información sobre los viajes realizados en ECOBICI en el 2010, 2011 y 2012, se estimó la cantidad total de kilómetros recorridos por los usuarios de este sistema de bicicletas públicas. Usando la distribución modal de los viajes que los usuarios sustituyeron por ECOBICI, se obtuvieron los kilómetros-persona de recorrido evitados en automóvil privado, compartido, taxi y motocicleta. Los kilómetros recorridos en automóvil deben dividirse entre la ocupación promedio que es igual a 1.4 personas por vehículo (IMP, 2012) para obtener la distancia de recorrido evitada en los vehículos.

Dicha metodología partió de una línea base de emisiones previamente realizada, (CTS EMBARQ México, 2009) para obtener las emisiones de CO₂ promedio por cada modo de transporte durante 2010, 2011 y 2012. La línea base contabiliza las emisiones a través del tiempo, de los siguientes tipos de transporte: vehículos ligeros y vehículos pesados. Hacer esto permite comparar diferentes escenarios al modificar diversos factores del modelo. Por su construcción, este modelo sigue un enfoque Bottom-up ya que parte de estimaciones de la actividad individual y se agrupan para obtener el impacto total. La

metodología usada para la estimación de esta línea base se incluye en el ANEXO I de este documento.

Finalmente, para obtener el ahorro en emisiones que el sistema de ECOBICI generó, se obtuvieron las emisiones de la Línea Base sin la implementación del sistema y se realizó un escenario con la implementación de ECOBICI (donde se redujeron kilómetros de vehículos particulares, taxis y motocicletas) lo cual redujo las emisiones de la Línea Base. Finalmente se realizó una resta entre la Línea Base y el Escenario para obtener la reducción de emisiones GEI.

2 Resultados de Reducción de Emisiones de GEI

Los resultados de la reducción de emisión de GEI se muestran a continuación.

Tabla 1 Resultados de la Estimación Preliminar de Reducción de Emisiones

Modo de transporte	Año	Distancia de recorrido de los vehículos evitada (miles de Km)	Emisiones evitadas por el sistema ECOBICI (TonCO ₂ e)
Automóvil	2010	704	22
	2011	2623.5	83
	2012	4037.1	127
Total		7364.6	232

Fuente: Elaboración propia con datos de ECOBICI

Como se ve en la tabla anterior el total de emisiones evitadas por ECOBICI entre Febrero de 2010 y Diciembre de 2012 es de 232 toneladas de CO₂ equivalente. Esta reducción, en términos generales es equivalente a la plantación de 697 árboles (Calculadora Mexicana de CO₂, 2012).

3 Co-beneficios

3.1 Reducción de Contaminantes Criterio

Los contaminantes criterio son aquellos contaminantes que se han identificado como perjudiciales para la salud y el bienestar de los seres humanos. Se les llamó contaminantes criterio porque fueron objeto de evaluaciones publicadas en documentos de calidad del aire en los Estados Unidos (EU), con el objetivo de establecer niveles

permisibles que protegieran la salud, el medio ambiente y el bienestar de la población (INE 2009). Dentro de ellos, los más importantes por su nocividad son los siguientes:

- Monóxido de Carbono (CO): es un gas inodoro, incoloro, inflamable y altamente tóxico. Se produce por la combustión incompleta del motor de los vehículos, entre otras actividades. Produce erosión del suelo al combinarse con otras sustancias en la atmósfera y puede provocar enfermedades cardiovasculares al ser inhalado, así como afectaciones en el feto durante el embarazo.
- Óxidos de Nitrógeno (NOx): son compuestos químicos binarios gaseosos formados por la combinación de oxígeno y nitrógeno liberados a la atmósfera desde el escape de vehículos motorizados, una vez en el aire forman ácido nítrico, produciéndose el efecto conocido como lluvia ácida contribuyendo a la erosión de los suelos y a la eutrofización de ríos y lagos. De igual forma, los NOX producen afectaciones en los pulmones en los seres vivos y favorecen el desarrollo de alergias.
- Partículas suspendidas (PM): es la acumulación de fracciones de material sólido o líquido en la atmósfera, generadas entre otras actividades, por la combustión del transporte motorizado. El tamaño del material particulado varía desde .005 hasta 100 micras. En los últimos años, la atención se ha centrado en las partículas menores a 10 μm que corresponden el rango de partículas gruesas, finas y ultrafinas. Estas partículas afectan la visibilidad y deterioran los ecosistemas de todo tipo; son un factor de riesgo para el cáncer pulmonar y las enfermedades cardiopulmonares.
- Dióxido de azufre (SO₂): El SO₂ es un gas incoloro proveniente de la quema de combustibles fósiles que contienen azufre en su composición. La exposición a este contaminante produce irritación e inflamación aguda o crónica de las mucosas conjuntival y respiratoria. Además, cuando el SO₂ se transforma en otros compuestos como el ácido sulfúrico o sulfato pueden ocasionar un aumento en la mortalidad de enfermos crónicos del corazón.
- Compuestos Orgánicos Totales (COT). Los COT son el conjunto de los gases considerados en las emisiones de hidrocarburos. Este concepto incluye a todos los compuestos carbonados excepto carbonatos, carburos metálicos, ácido carbónico, monóxido de carbono y dióxido de carbono (INE, 2005). En el largo plazo, la exposición a ciertas especies de COT puede incrementar los casos de cáncer. Los COT también incluyen a los COV, cuya descripción se presenta a continuación.
- Compuestos Orgánicos Volátiles (COV). Los COV son sustancias químicas que contienen carbono y que pueden convertirse en vapores o gases debido a su

volatilidad¹. Estos compuestos se liberan a la atmósfera por la quema de combustibles y en general por todos los productos del área de pinturas. Su importancia radica en que se catalogan como precursores del Ozono² (O3) troposférico y además contribuyen a la formación de smog fotoquímico. Entre sus efectos a la salud destacan la irritación de mucosas, mareos y dolores estomacales, así como fatiga y afectaciones al sistema nerviosos central; también se ha visto que pueden ser carcinógenos (Tox Town , 2012).

- Amoniaco (NH₃). Es un gas incoloro de olor penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica; es fácilmente soluble y se evapora rápidamente. El amoniaco es considerado con frecuencia como un contaminante que reduce la visibilidad debido a su interacción con los otros contaminantes.

Para cada contaminante criterio se han desarrollado guías y normas que establecen los niveles de exposición a contaminantes atmosféricos, a fin de reducir los riesgos o proteger de los efectos nocivos. Las normas establecen las concentraciones máximas de los contaminantes atmosféricos que se permiten durante un período definido, estos valores límite son diseñados con un margen de protección ante los riesgos y tienen la finalidad de proteger la salud humana y el medioambiente. La tabla 2 que a continuación se presenta, muestra la reducción de los contaminantes criterio arriba descritos con la ejecución de programa de Bicicletas Públicas.

Tabla 2 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) por la implementación del Sistema ECOBICI

Contaminante Criterio	2010	2011	2012	Total
PM	1.5	5.4	8.3	15.2
SO ₂	0.38	1.43	2.20	4.01
CO	1,576	5,874	9,039	16,489
NO _x	173	645	993	1811
COT	156	580	893	1629
COV	150	558	859	1567
NH ₃	5.9	21.9	33.8	61.6

¹ La volatilidad de una sustancia química es una medida de la tendencia de dicha sustancia para pasar a vapor.

² El Ozono es un gas incoloro que se crea a través de reacciones fotoquímicas entre óxidos de nitrógeno (NOx) y compuestos orgánicos volátiles (COV). En concentraciones suficientes puede provocar daños en la salud humana y contribuir al calentamiento en la superficie de la tierra.

Fuente: Elaboración propia con datos de ECOBICI

De acuerdo al Inventario de emisiones de la ZMVM (SMA, 2010), el sector transporte contribuye con el 61.24% de las toneladas emitidas en esta zona por lo que evidentemente, las acciones y programas que se implementen en este sector para solucionar el problema, serán de gran impacto a nivel de calidad del aire en la ciudad y por tanto de salud, disminuyendo los casos de mortalidad por enfermedades cardiovasculares, respiratorias, así como los días de trabajo perdidos. Pero para lograr esto, se requieren de estudios a nivel local donde se establezca la relación estrecha en la disminución de contaminantes y los efectos positivos a la salud.

3.2 Reducción de Tiempo de Traslado

El tiempo de traslado, se ha convertido en un tema de vital importancia en los últimos años pues se ha incrementado de manera notable provocando una disminución en la productividad de los trabajadores, mayor contaminación auditiva y en general, una serie de factores que demeritan la salud de los habitantes. Por ese motivo es que para este análisis, se ha calculado también, la disminución de del tiempo de traslado a lo largo de la implementación de las medidas anteriormente mencionadas.

Dicha reducción se calculó con un enfoque global de la ciudad y en base a una disminución de la congestión vehicular por la implementación del sistema ECOBICI. Para realizar el cálculo, se utilizaron los kilómetros recorridos en la línea base y en el escenario, así como las velocidades promedio de los vehículos de pasajeros. De esta forma, sumando los ahorros totales de tiempo de la población base, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 3 Ahorros totales de tiempo de traslado en la Ciudad de México por la implementación del Sistema ECOBICI

Año	Días ahorrados
2010	57
2011	776
2012	1232
Total	2065

Fuente: Elaboración propia con datos de ECOBICI

Tomando en cuenta el valor social de tiempo (VST), que es un parámetro utilizado por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para contabilizar cuánto es que los individuos

estarían dispuestos a pagar en promedio por evitar el tiempo que asignan a viajar, el ahorro total es de hasta \$ 1,075,412 en el periodo Febrero de 2010 - Diciembre 2012 con un VST de \$21.69³ por hora.

4 Proyección del Sistema ECOBICI a 2020

Como se ha visto, el Sistema de Bicicletas Públicas tiene muchas ventajas en cuanto a salud y movilidad se refiere. Además, el uso extendido de estos sistemas genera cambios modales en los sistemas de transporte, lo que eleva los beneficios a la salud no solo en cuestión de calidad del aire, sino también lo relacionado con actividad física.

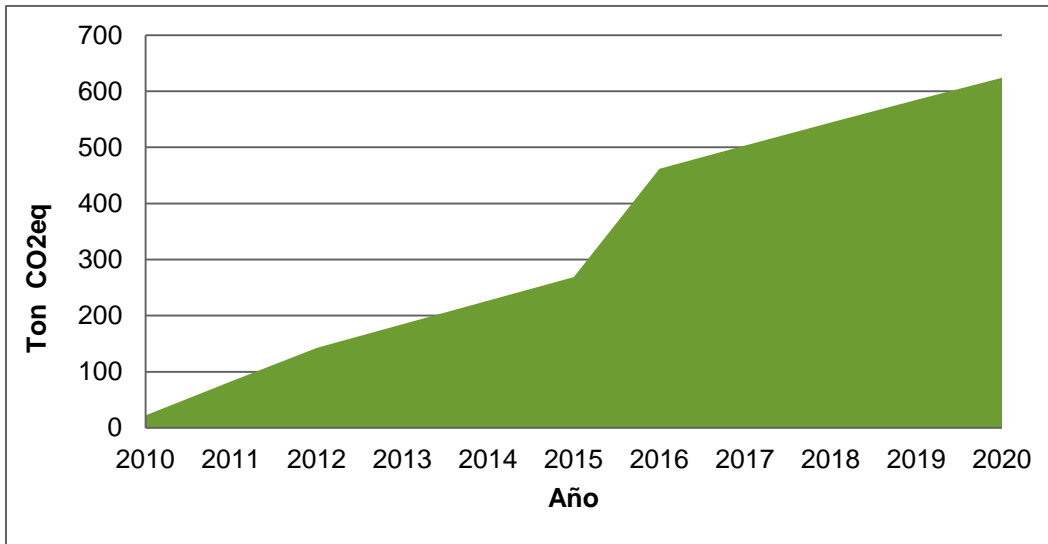
En este reporte, se analizaron los años 2010, 2011 y 2012 de la implementación de este proyecto, sin embargo si se realiza una proyección con un ritmo de crecimiento similar a 2015 y 2020, la cuantificación de reducción de emisiones, contaminantes criterio y tiempo, es mucho mayor. Asimismo cabe destacar que a medida que este sistema se expanda y la cantidad de usuarios se incremente, es probable que la intermodalidad de transporte tenga mayores impactos positivos y por lo tanto, el cambio modal de transporte motorizado individual a transporte no motorizado sería más notable que en las primeras etapas del sistema, teniendo beneficios que superen la proyección realizada. Esta proyección se realizó con la misma encuesta de distribución modal del ANEXO I para mantener un escenario conservador.

Para calcular la mitigación del periodo 2010-2020, se utilizó una extrapolación de los kilómetros recorridos y de los usuarios en ese periodo desde Febrero de 2010 a Diciembre de 2012 para calcular los kilómetros recorridos en los años siguientes. La Figura 1 muestra la reducción de emisiones GEI con la puesta en marcha de las fases I, II y III y de acuerdo al ritmo de crecimiento de los usuarios, se hizo la suposición de una fase más entre 2015 y 2016, por ello es que la pendiente de esos años es más elevada, pues cubriría una mayor área de la que actualmente está cubierta. La reducción total de emisiones en el periodo 2010-2020 sería de 3,641 Ton CO₂e, lo que equivaldría a la plantación de 10,938 árboles durante este lapso de tiempo.

Es importante mencionar que esta proyección se puede ir ajustando con los datos de 2013, 2014 etc. para tener una mejor aproximación del potencial de mitigación.

³ Valor promedio del tiempo de viaje por trabajo y por placer, según el Instituto Mexicano del transporte (IMT, 2010)

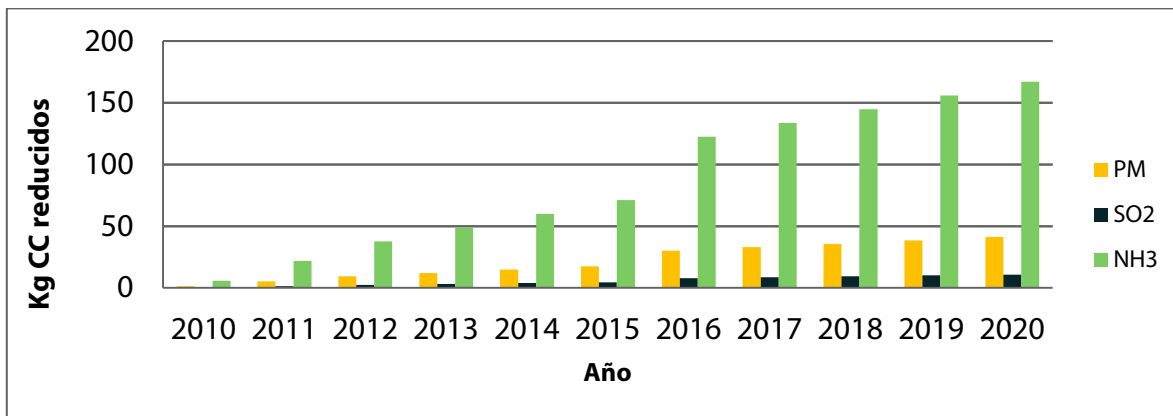
Figura 1 Proyección de Reducción de Emisiones GEI en el periodo 2010-2020 por la implementación del Sistema ECOBICI.



Fuente: Elaboración Propia

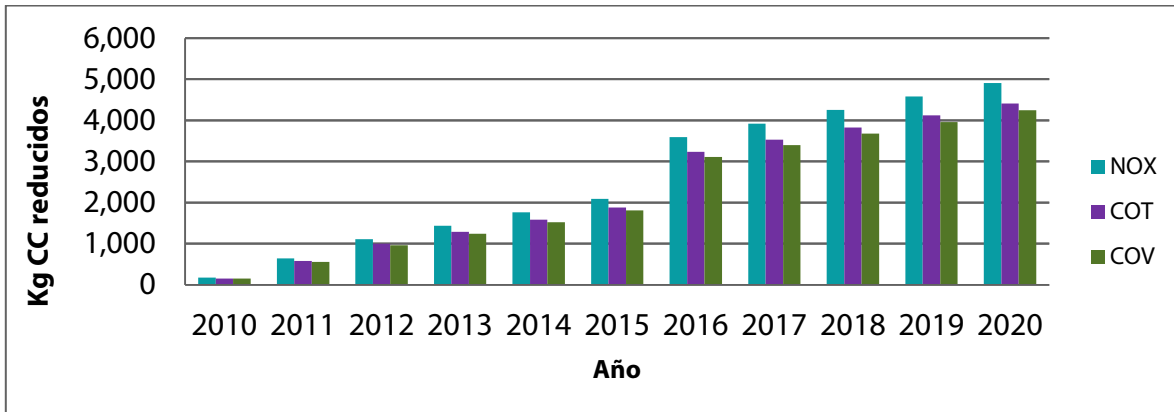
De igual forma, también existiría una reducción considerable en los contaminantes que afectan la calidad del aire. Las siguientes figuras muestran la reducción de contaminantes criterio con la proyección a 2020 para cada uno de ellos, de tal forma que con esa tendencia se tendría una reducción de 339,613 Kg del total de contaminantes criterio con respecto a la línea base.

Figura 2 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) a 2020. PM, SO₂ y NH₃



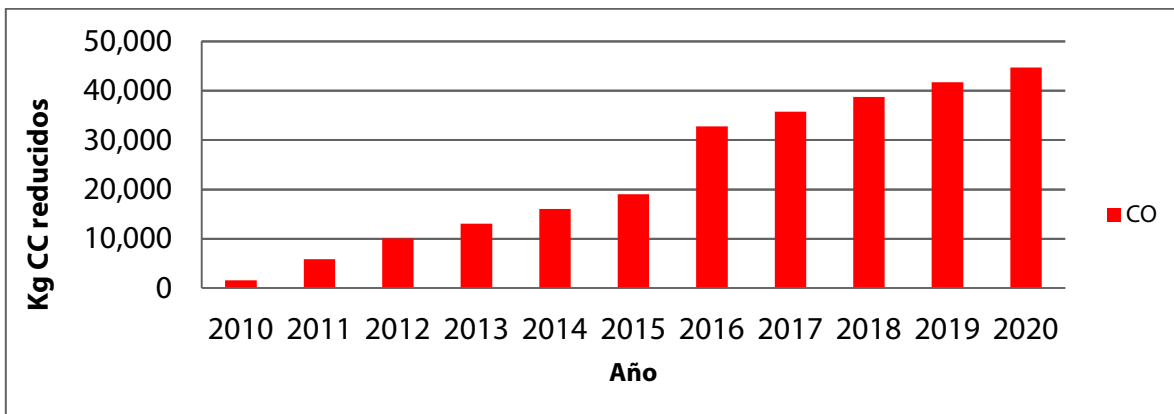
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) a 2020. NOX, COT y COV



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4 Reducción de Contaminantes Criterio (Kg) a 2020. CO



Fuente: Elaboración Propia

Para el caso del ahorro de tiempo de traslado, se realizó la misma proyección 2010-2020, obteniendo como resultado una reducción global de 84 años en el Distrito Federal, Esto se obtuvo, sumando las contribuciones de cada habitante y así, manteniendo fijo el valor del tiempo social por hora, el ahorro económico sería de \$15,928,884 en el mismo periodo.

5 Conclusiones

Este documento presenta un análisis de la reducción de emisiones por la Implementación del Sistema de Bicicletas Públicas de la Ciudad de México (ECOBICI) así como de los co-beneficios que el sistema presenta en cuanto a reducción de Contaminantes Criterio y tiempos de traslado.

Durante el periodo de análisis Febrero 2010 – Diciembre 2012, se logró reducir un total de 232 Ton de CO₂e manteniendo un escenario conservador, sin embargo si la implementación se acompañara de un sistema de optimización de rutas de transporte público y/o privado (autobuses escolares, de trabajo, etc.) de las zonas donde existe un mayor número de viajes en las bicicletas públicas de ECOBICI, el beneficio sería mucho mayor en todos los ámbitos incluyendo la reducción de contaminantes criterio y el tiempo global de traslado.

Además, realizando una proyección con el sistema puesto en marcha de 2010 a 2020 para calcular un potencial de mitigación con respecto a la línea base (Si ECOBICI no existiera) se obtuvo un mínimo de 3641 Ton CO₂e. Esta proyección puede ser actualizada con los datos de 2013 y 2014, incluyendo una nueva encuesta de distribución modal que pueda aportar nuevas referencias del sistema.

Finalmente, es importante destacar que los mayores beneficios del sistema de Bicicletas Públicas van más allá de la disminución de emisiones de GEI, ya que se tienen impactos muy positivos en cuanto a la actividad física y a la reducción de impactos negativos a la salud debida a la calidad del aire trayendo consigo beneficios a la salud de los usuarios.

La información generada en este reporte demuestra los diferentes beneficios que un sistema de bicicletas públicas puede traer a las ciudades, por lo que es necesario fomentar su implementación en diferentes ciudades del país.

Bibliografía

- Calculadora Mexicana de CO₂. (2012). Recuperado el 12 de Mayo de 2012, de <http://www.calculatusemisiones.com/resultado.php>
- AMDA. (2010). *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz*. Recuperado el 2010, de <http://www.amda.mx/>
- AMIA. (s.f.). *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz*. Recuperado el 2010, de <http://www.amia.com.mx/estadisticasvm.html>
- Asociados, Melgar. (2004). *Estadística de la población de vehículos legales en México 1972 a 2004*.
- CTS EMBARQ México. (2009). Centro de Transporte Sustentable de México EMBARQ México. *México: Estudio de Disminución de Emisiones de Carbono (MEDEC)*. Cd. de México, D.F., México.
- ECOBICI. (2010). *ECOBICI, Sistema de Transporte Individual*. Recuperado el Abril de 20 de 2012, de <https://www.ecobici.df.gob.mx/home/home.php>
- ECOBICI. (2012). Encuesta de Opinión a Usuarios del Sistema ECOBICI. México, D.F. Recuperado el 2010
- IMP. (2012). Instituto Mexicano del Petróleo. *Información Prospectiva de Autotransporte*.
- IMT. (2010). Recuperado el Octubre de 2012, de <http://www.imt.mx/SitioIMT/Boletines/frmResumenBoletin.aspx?IdArticulo=340&IdBoletin=123>
- INE. (2005). Recuperado el Octubre de 2012, de <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/457/contaminantes.pdf>
- INE. (2006). *Movilidad en la ciudad, transporte y Calidad de Vida*. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de http://www.ine.gob.mx/descargas/calair/folleto_mov_urbana.pdf
- INE. (2011). *Guía para evaluar los impactos en la salud por la instrumentación de medidas de control de la contaminación atmosférica*. México, D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales e Instituto Nacional de Ecología.
- IPCC. (2006). Panel Intergubernamental de Cambio Climático. *Factores de emisión de combustibles*.
- ITDP. (2011). *Ciclociudades*. Recuperado el 22 de Mayo de 2012
- PEMEX. (s.f.). *Octanaje*. Obtenido de <http://www.ref.pemex.com/octanaje/nstrprd7.html>

SEDESOL. (2009). Recuperado el 16 de Mayo de 2012, de http://www.sedesol2009.sedesol.gob.mx/archivos/802354/file/MSAS_Proyecto_GEF_Mastu.pdf

SMA. (2010). *Inventario de Emisiones de la ZMVM. Contaminantes Criterio 2010*. Recuperado el Septiembre de 2012

Tox Town . (2012). *Tox Town*. Recuperado el Octubre de 2012, de <http://toxtown.nlm.nih.gov/espanol/chemicals.php?id=41>

ANEXO I Distribución Modal de Transporte de los Usuarios Encuestados de ECOBICI.

Tabla a.2 Encuesta de Distribución Modal

¿De qué forma haría el viaje sin ECOBICI?	Porcentaje de distribución modal
Caminado	43.20%
En bici	2.10%
En auto solo	5.00%
En auto acompañado	0.40%
En taxi	8.30%
En motocicleta	0.10%
En colectivo	27.20%
En Trolebús	0.30%
En Metro	7.50%
En Metrobús	5.10%
Autobús privado (empresa/escuela)	0.20%
No lo hubiera hecho	0.40%
Otro	0.20%
Total	100%

Fuente: ECOBICI 2012