

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURAS BAJAS DE CARBONO
EN EL SECTOR, TRANSPORTE, AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS,
ENFOCADO A LA CIUDAD DE QUITO.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL**

DIEGO FERNANDO ESTRELLA SANDOVAL

die_estrella@hotmail.com

DIRECTOR: M.Sc. ING. CÉSAR ALFONSO NARVÁEZ RIVERA

cesar.narvaez@epn.edu.ec

Quito, mayo 2015

DECLARATORIA

Yo, Diego Fernando Estrella Sandoval, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

DIEGO FERNANDO ESTRELLA SANDOVAL

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Diego Fernando Estrella Sandoval, bajo mi supervisión.

M.Sc. ING. CÉSAR ALFONSO NARVÁEZ RIVERA.
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

A la Virgen Dolorosa por mantenerme siempre bajo su amparo maternal y guiarme en mi vida.

A mi padre Jaime Patricio y Ruth María del Consuelo, por los valores y principios enseñados, por su esfuerzo para entregarme una formación integral, que han permitido formarme como persona.

A mis hermanos, Pao, Paúl, Belén, Iván y Paco, por todos los consejos, apoyo y enseñanzas.

A mis sobrinos Anita Verónica y Omar Paúl, porque con su sonrisas y ocurrencias alegran cada momento.

A mi novia Karlita, por estar a mi lado y su apoyo incondicional.

A mis amigos Boris, Walter, Gaby A., Esteban, Sebas DT, Sebas C., Andrés, Guille, Goches, Marquito, Chiqui, Edisón, Felipe, Pableins, Iván y Pablo Ch, por cada momento compartido en la vida y porque sé que puede contar con ustedes en cualquier momento.

A mis amigos Daniel Ch, Mabe, Dianita, Cathy, Daniel E, Daniel G, Pao, Laurita, Anto, Josua y Ronald, por tantos años de amistad.

A mis compañeros y amigos, en este camino universitario, Suko, Wilson, Daniela T, Lucho, Paúl, David, Chris, Andre, Mishell, Vale U., Vivi, Vale Fuentes, Mery, Daysi, Tefa, Anita, Nancy, Nathy, Yadi e Isa, por todos los momentos compartidos en las aulas de clases; y especialmente fuera de ellas.

DEDICATORIA

A mi padre y madre, por el esfuerzo y sacrificio hecho en sus vidas para entregarme una educación de calidad, y sobre todo por su apoyo a lo largo de mi formación.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, consejos y enseñanzas.

A mis sobrinos por su alegría y felicidad que siempre transmiten a toda la familia.

CONTENIDO

DECLARATORIA	II
CERTIFICACIÓN	III
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
CONTENIDO	VI
INDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XVI
ABSTRACT	XVII
PRESENTACIÓN	XVIII
CAPITULO 1: GENERALIDADES	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS	2
1.1.1. OBJETIVO GENERAL	2
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	5
2. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO	5
2.1. DEFINICION DE INFRAESTRUCTURAS	5
2.1.1. EL SIGNIFICADO DE LAS INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO	6
2.1.2. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO, SITUACIÓN ACTUAL Y PROYECCIÓN	8
2.1.3. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO COMO SISTEMA SOSTENIBLE	12

2.1.4. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO Y PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR	15
2.1.5. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	18
2.2. EMISIONES DE CARBONO	26
2.2.1. CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE UNA INFRAESTRUCTURA	28
2.2.2. EL CAMBIO CLIMÁTICO	31
2.2.3. EFECTOS DE LAS EMISIONES EN EL AMBIENTE	33
2.3. REGULACIONES AMBIENTALES	36
2.3.1. REGULACIONES FORMALES	38
2.3.2. REGULACIONES INFORMALES	39
2.3.3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL ECUADOR	40
2.4. INFRAESTRUCTURAS DEL SECTOR TRANSPORTE, AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO Y RESIDUOS SOLIDOS URBANOS	44
2.4.1. SECTOR TRANSPORTE	44
2.4.2. SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	50
2.4.3. SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	53
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	56
3. ANÁLISIS DEL SECTOR TRANSPORTE, AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE QUITO.	56
3.1. HUELLA ECOLÓGICA DE LA CIUDAD DE QUITO.	56
3.1.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE QUITO	57
3.1.2. HUELLA DE CARBONO DE LA CIUDAD DE QUITO	62
3.1.3. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN QUITO	67

3.1.4. CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE QUITO	69
3.2. ANÁLISIS DEL SECTOR TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE QUITO	74
3.2.1. HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR TRANSPORTE	80
3.2.2. EJEMPLO DE CÁLCULO DE EMISIONES DE CARBONO	84
3.3. ANÁLISIS DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA CIUDAD DE QUITO.	85
3.3.1. HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	98
3.4. ANÁLISIS DEL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE QUITO.	100
3.4.1. HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	109
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y RESULTADOS	112
4. SITUACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO DE LA CIUDAD DE QUITO	112
4.1. HUELLA ECOLÓGICA Y HUELLA DE CARBONO DE LA CIUDAD DE QUITO	114
4.2. MEDIDAS ADOPTADAS Y EMISIONES EN LA CIUDAD DE QUITO	116
4.2.1. MEDIDAS Y EMISIONES DE CARBONO EN EL SECTOR TRANSPORTE	116
4.2.2. MEDIDAS Y EMISIONES DE CARBONO EN EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	119
4.2.3. MEDIDAS Y EMISIONES DE CARBONO EN EL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	122
4.3. CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE QUITO	124
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES RECOMENDACIONES	127
5.1. CONCLUSIONES	127

5.2. RECOMENDACIONES	130
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 EMISIONES DE CO ₂ EN TONELADAS PER CÁPITA EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PARA EL AÑO 2010.....	9
TABLA 2.2 CLASIFICACIÓN MEDIOS DISPONIBLES DE TRANSPORTE URBANO DE PERSONAS.....	46
TABLA 2.3 USO ENERGÉTICO DEL TRANSPORTE A NIVEL MUNDIAL, POR TIPO. AÑO 2000	47
TABLA 2.4 FACTORES DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR ETAPAS EN EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	51
TABLA 3.1 HUELLA ECOLÓGICA DE ECUADOR Y QUITO POR CATEGORÍAS.....	62
TABLA 3.2 CONSUMO DE RECURSOS, COSTOS Y EMISIONES A NIVEL DE EMPRESAS METROPOLITANAS EN LA CIUDAD DE QUITO.....	67
TABLA 3.3 EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA CIUDAD DE QUITO 2011 (Gg/año).....	68
TABLA 3.4 EMISIONES GEI DIRECTOS EN LA CIUDAD DE QUITO 2011 (Toneladas de CO ₂ e/AÑO).....	68
TABLA 3.5 CONCENTRACIONES MEDIAS ANUALES DE PM ₁₀ Y MÁXIMOS DIARIOS (µg/m ³), 2013.....	70
TABLA 3.6 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE PM _{2,5} Y MÁXIMOS DIARIOS (µg/m ³), 2013.....	70
TABLA 3.7 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE SO ₂ Y MÁXIMOS DIARIOS (µg/m ³), 2013.....	71
TABLA 3.8 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE CO Y MÁXIMOS DIARIOS (mg/m ³), 2013.....	71
TABLA 3.9 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE O ₃ Y MÁXIMOS DIARIOS (µg/m ³), 2013.....	72
TABLA 3.10 CONCENTRACIONES PROMEDIO MENSUAL, MÁXIMO EN UNA HORA Y 8 HORAS DE NO ₂ , 2013.....	73

TABLA 3.11 CATEGORÍAS DEL IQCA Y SUS VALORES LÍMITES DE CADA CONTAMINANTE COMÚN EN LA ATMÓSFERA, CON EL CÓDIGO DE COLORES.	73
TABLA 3.12 CONSUMO DE RECURSOS, COSTOS Y EMISIONES EN EL SECTOR TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE QUITO.	82
TABLA 3.13 FACTORES DE EMISIÓN Y CONVERSIÓN DE UNIDADES PARA GASOLINA Y DIÉSEL.....	84
TABLA 3.14 ENERGÍA UTILIZADA EN LA SECUENCIA DE OPERACIONES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES.....	86
TABLA 3.15 IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS POR SU CAPACIDAD.....	89
TABLA 3.16 CAPTACIÓN, PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN m ³	90
TABLA 3.17 CAPTACIÓN, PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN m ³	91
TABLA 3.18 ENERGÍA PRODUCIDA POR LAS MAYORES CENTRALES HIDROELECTRICAS DE LA EPMAPS.....	92
TABLA 3.19 GENERACIÓN DE ENERGÍA, CONSUMO DE ENERGÍA, ENERGÍA A LA VENTA, VENDIDA Y FACTURADA POR CENTRALES HIDROELÉCTICAS EN EL AÑO 2013 Y 2014.....	93
TABLA 3.20 CONSUMO DE ENERGÍA DE TODAS LAS INSTALACIONES DE LA EPMAPS EN EL AÑO 2013 Y 2014.....	94
TABLA 3.21 RESUMEN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA, CONSUMIDA Y VENDIDA EN EL AÑO 2013 Y 2014.....	94
TABLA 3.22 COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN km DE REDES.....	97
TABLA 3.23 HUELLA DE CARBONO 2013 DE LA EPMAPS.....	99
TABLA 3.24 HUELLA DE CARBONO 2014 DE LA EPMAPS.....	99
TABLA 3.25 DATOS DE TASA PER CÁPITA, PROMEDIO DE RECOLECCIÓN DIARIA, RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS, RECOLECCIÓN TOTAL Y PORCENTAJE.....	104

TABLA 3.26 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA NORTE.	107
TABLA 3.27 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA SUR	108
TABLA 3.28 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA, NORTE Y SUR.....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1 CAMINO DE LA ENERGÍA DESDE SU EXTRACCIÓN HASTA SU CONSUMO.....	19
FIGURA 2.2 Evolución de la demanda de energía, periodo 1990-2030.....	21
FIGURA 2.3 CICLO DE VIDA DE UNA INFRAESTRUCTURA.....	28
FIGURA 2.4 FASES DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA.....	28
FIGURA 2.5 CÍRCULO VIRTUOSO DE LA RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y EL VALOR DEL SUELO.	45
FIGURA 2.6 CÍRCULO DE MINUSVALÍAS DE LA RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y EL VALOR DEL SUELO.....	46
FIGURA 2.7 EMISIONES TOTALES DE UNA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE.....	48
FIGURA 2.8 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LAS EMISIONES DE TRANSPORTE.....	49
FIGURA 2.9 ESTRATEGIAS PARA REDUCIR GEI, INDICANDO LA REGULACIÓN AMBIENTAL APLICABLE Y EFECTOS QUE CAUSAN.....	49
FIGURA 2.10 CLASIFICACIÓN DE TIPO DE REGULACIONES.....	50
FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO MRIO.....	58
FIGURA 3.2 COMPARACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA ASOCIADA AL CONSUMO EN HOGARES EN ECUADOR Y QUITO.....	61
FIGURA 3.3 HUELLA ECOLÓGICA PER CÁPITA DE ECUADOR Y QUITO.....	62
FIGURA 3.4 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD QUITO.	64
FIGURA 3.5 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD DE QUITO SEGÚN NIVEL Y FUENTES DE EMISIÓN EN TONELADAS DE CO ₂ e.....	65
FIGURA 3.6 HUELLA DE CARBONO SEGÚN ALCANCE, EN PORCENTAJE.....	65
FIGURA 3.7 HUELLA DE CARBONO SEGÚN EMPRESA METROPOLITANA Y FUENTES DE EMISIÓN, EN TONELADAS DE CO ₂ e.....	66

FIGURA 3.8 VIAJES SEGÚN MODO DE TRANSPORTE	76
FIGURA 3.9 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS POR EL TROLEBÚS EN MILLONES.....	77
FIGURA 3.10 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS POR EL ECOVÍA EN MILLONES.....	77
FIGURA 3.11 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS EN EL CORREDOR SUR OCCIDENTAL (CSO) EN MILLONES.....	77
FIGURA 3.12 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS EN EL CORREDOR SUR ORIENTAL (CSW) EN MILLONES.	78
FIGURA 3.13 TASA DE MOTORIZACIÓN POR ZONA DE LA CIUDAD DE QUITO, POR HABITANTES Y HOGARES.....	79
FIGURA 3.14 HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR TRANSPORTE, SEGÚN ALCANCE POR FUENTES DE EMISIÓN EN TONELADAS DE CO ₂ e.....	81
FIGURA 3.15 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD DE QUITO.....	83
FIGURA 3.16 SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE QUITO.....	95
FIGURA 3.17 ESQUEMA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES.....	96
FIGURA 3.18 HUELLA DE CARBONO SEGÚN EMPRESA METROPOLITANA Y FUENTES DE EMISIÓN, EN TONELADAS DE CO ₂ e.....	98
FIGURA 3.19 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PER CÁPITA (kg/hab/día).....	102
FIGURA 3.20 RECOLECCIÓN PROMEDIO DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES EN TONELADAS (t).....	102
FIGURA 3.21 PORCENTAJE DE RECOLECCIÓN EN RELACIÓN A LA GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	102
FIGURA 3.22 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES EN TONELADAS (t).....	104
FIGURA 3.23 PROMEDIO DIARIO DE VEHÍCULOS FUERA DE TURNO.....	105

FIGURA 3.24 HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR RESIDUOS, SEGÚN FUENTES DE EMISIÓN (t CO ₂ e).....	109
FIGURA 3.25 HUELLA DE CARBONO, SEGÚN EMPRESAS METROPOLITANAS Y FUENTES DE EMISIÓN EN TONELADAS DE CO ₂ e.....	110
FIGURA 3.26 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD DE QUITO.....	111

RESUMEN

Se analizaron las infraestructuras de los servicios básicos en los sectores de transporte, residuos sólidos y agua potable y saneamiento, en el contexto de las emisiones de carbono que producen en su etapa de operación. Se parte desde la definición de una infraestructura baja en carbono, que busca un mayor aprovechamiento de los recursos, es decir, brindar un mejor servicio con la utilización de menos energía, y por ende, menos emisiones de carbono. Se relaciona también las emisiones de carbono de cada sector, con el Plan Nacional de Buen Vivir, con el cambio climático y con los efectos de las emisiones en el ambiente.

El estudio se realiza en base a la recopilación de información de la huella de carbono y huella ecológica de la ciudad de Quito para los años 2011 y 2013, de cada sector en estudio, para el sector de agua potable y saneamiento se obtuvo la información del año 2014, con lo cual, se identificó cuáles son los puntos críticos en el consumo de energía, los factores y variables para que el consumo energético sea elevado, en especial la energía que provienen de combustibles fósiles y el aporte que tiene las emisiones de carbono de estos sectores en la huella de carbono de la ciudad de Quito.

Se cita las medidas y acciones tomadas por cada sector para mejorar su eficiencia y reducir las emisiones de carbono, al mismo tiempo que ofrecen un mejor servicio a la población, mostrando un ejemplo de infraestructuras bajas de carbono por sector que se podrían aplicar. También se menciona la calidad de aire de la ciudad como producto de los gases de efecto invernadero, que se encuentra en un rango de buena-aceptable.

Finalmente se estableció al sector transporte como el mayor emisor de carbono de los tres sectores analizados, pero al mismo tiempo es el sector con mayor potencial de reducción de emisiones.

ABSTRACT

Infrastructures of basic services were analyzed in the transportation, solid waste and water and sanitation in the context of carbon emissions that occur in the operational phase. It starts from the definition of a low-carbon infrastructure, seeking a better use of resources, i.e., provide better service to use less energy and therefore less carbon emissions. Carbon emissions from each sector are also associated with the National Plan for Good Living, climate change and the effects of emissions on the environment.

The study was performed based on the collection of information carbon footprint and ecological footprint of Quito for the years 2011 and 2013 in each sector under study, for the sector of water and sanitation information was obtained 2014, which was identified the critical points are in power consumption, factors and variables so that the energy consumption is high, especially the energy comes from fossil fuels and the contribution it has carbon emissions of these sectors in the carbon footprint of Quito.

Measures and actions taken by each sector to improve efficiency and reduce carbon emissions while offering better service to the people quoted, showing an example of low carbon infrastructure sector that could be applied. Air quality of the city as a result of the greenhouse gases, which is in a range of good-ok is also mentioned.

Finally settled the transport sector as the largest emitter of carbon from the three sectors analyzed, but at the same time is the sector with the greatest potential for reducing emissions.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto consta de seis capítulos, donde el tema principal es el análisis de infraestructuras bajas de carbono, orientadas a la prestación de servicios básicos como transporte, residuos sólidos y agua potable y saneamiento en la ciudad de Quito, donde la información presentada es en base a una recopilación bibliográfica.

El primer capítulo es una introducción sobre el propósito de la ejecución del proyecto citando los objetivos y los motivos enmarcados en una justificación en un contexto ambiental, como es la problemática de las emisiones de carbono por parte de las infraestructuras que brindan los servicios básicos de transporte, residuos sólidos y agua potable y saneamiento.

El segundo capítulo trata de explicar de manera breve las infraestructuras bajas de carbono, su situación actual y la relación en un sistema sostenible, como es el Plan Nacional del Buen Vivir. Además menciona la importancia de una eficiencia energética dentro de una infraestructura baja de carbono. También menciona como las emisiones afecta al cambio climático y las repercusiones sobre las mismas infraestructuras.

El tercer capítulo menciona la huellas de ecológica y huella de carbono de la ciudad de Quito, esta última dividida en los aportes de emisiones de cada sector a la huella de carbono.

El cuarto capítulo detalla las medidas adoptadas por la ciudad en cada sector y las emisiones de carbono específicas de los mismos, y se expone un ejemplo por sector que es bajo en carbono que se podría aplicar.

En quinto capítulo se expresa las conclusiones obtenidas luego de la realización del estudio, con las respectivas recomendaciones. Para finalmente en el capítulo seis, citar todas las referencias bibliográficas que se utilizaron.

CAPITULO 1: GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el análisis de las infraestructuras bajas en carbono es un tema que los gobiernos centrales y locales no consideran importante abordar. En sí, el presupuesto dedicado a problemas ambientales es limitado, adicionalmente no se tiene una clara postura en políticas públicas, regulaciones formales e informales que ayuden a fomentar e incentivar la creación de infraestructuras bajas en carbono, en especial en sectores estratégicos como, eficiencia energética, transporte, agua potable y saneamiento, que son servicios básicos, que determinan la calidad de vida de la población.

Se analiza las emisiones producidas por cada sector, tomando como referencia la Huella de Carbono para la ciudad de Quito, como también la Huella de Carbono de cada sector, transporte; agua potable, saneamiento y residuos sólidos urbanos, identificando cuales son los puntos y/o procesos críticos en consumo de energía, ya sea esta eléctrica o combustibles fósiles, porque representa una mayor potencialidad de generar emisiones de carbono. Además de citar problemas específicos de cada sector que contribuyen con una mayor generación de emisiones de carbono, y que también afectan a un desarrollo normal de la ciudad.

El fin del análisis es observar al sector que tiene mayor potencial de reducción de emisiones de carbono, el que cuenta con ciertas características bajas en carbono y cuáles son los esfuerzos que se realizan para alcanzar, el estatus de infraestructura baja en carbono o cero emisiones, porque al reducir el consumo de energía los servicios llegarían a ser autosustentables y reducirían sus emisiones de carbono, evitando la afectación al ambiente como cambio climático, que a futuro arremete contra la población y las mismas infraestructuras.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar las emisiones de carbono sobre la base de la energía utilizada en infraestructuras bajas en carbono en el sector de transporte, agua potable y saneamiento y residuos sólidos urbanos, en la ciudad de Quito.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los puntos u operaciones críticas de cada sector que consumen energía y generan emisiones de carbono.
- Analizar la cantidad de emisiones de carbono que cada sector puede emitir y el porcentaje de emisiones que se puede evitar o disminuir.
- Establecer medidas adoptadas en los distintos sectores en la disminución de emisiones de carbono.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene el propósito de dar a conocer las distintas etapas de cada sector de servicio de transporte, agua potable y saneamiento, y residuos sólidos urbanos, donde se consuma energía de origen fósil, con lo cual, se genera emisiones de carbono, porque no en todas las etapas de los sectores existe la posibilidad de una intervención que consiga la disminución de la emisión de GEI. Por esta razón, es importante identificar los puntos u operaciones de cada sector que emite gases de efecto invernadero debido a la energía que consumen, en especial por la ineficiencia energética en cada sector (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Al conocer qué operaciones de cada sector son potenciales en las emisiones de gases de efecto invernadero, se puede actuar sobre cada una de ellas para evitar

su emisión atacando el problema desde el origen, minimizando la emisión de carbono. Si se identifica las etapas de cada sector que generan emisiones de GEI, se puede establecer los factores que influyen para el consumo de energía y por ende, en la generación de emisiones de carbono (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Es necesario un análisis de las emisiones de carbonos de infraestructuras, en especial, en servicios básicos como transporte, agua potable y saneamiento y residuos sólidos urbanos, debido a la gran demanda que existe por parte de la población, la misma que se encuentra siempre creciendo, por lo cual, los servicios cada vez deben ser más eficientes, con una mayor cobertura y con menos emisiones de carbono, al consumir menos energía. Se quiere que la oferta de los servicios básicos citados, sea de la mejor calidad, con un aprovechamiento del recurso energético eficiente y con la reducción de emisiones de carbono. Al tratarse de servicios básicos, permitirá entender la problemática no solo a nivel ambiental provocado por la emisión de gases de efecto invernadero, sino también los problemas sociales ocasionados por el servicio de cada sector, cuando no cumple con las expectativas de la población y se vuelven ineficientes. Al analizar los sectores, con su eficiencia y emisiones de carbono se puede relacionar con la calidad de vida de la población (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013) (Ruíz & Samaniego, 2013).

Es fundamental conocer acerca de las regulaciones ambientales tanto formales como informales, que permiten actuar sobre los usuarios de los servicios, para de esta manera, minimizar las emisiones de carbono. Es primordial el conocimiento de instrumentos de gestión ambiental para la aplicación de medidas regulatorias, con el afán de que las emisiones de carbono sean disminuidas en cada sector de servicio analizadas (Ruíz & Samaniego, 2013).

Es importante indicar el nivel de influencia de la población mediante el involucramiento en campañas y programas de educación ambiental, para el uso correcto y eficiente del recurso agua, consiguiendo un mejor aprovechamiento sin mal gastarlo, con lo cual, el tratamiento de las aguas residuales será menor, de

esta manera, bajan las emisiones de carbono en este sector (Ruíz & Samaniego, 2013).

En el sector transporte es fundamental el análisis por la gran cantidad de energía fósil que se consume, y en el medio local el combustible mantiene un subsidio, por lo tanto, el impacto y problemática social es de mayor relevancia. Se requiere determinar las posibles medidas adaptables en el sector transporte para la minimización de GEI, y las repercusiones que la puesta en marcha de las mismas tiene en la movilidad (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Al determinar el tratamiento, en el sector de residuos sólidos urbanos, se vuelve primordial su adecuada disposición y de ser posible el aprovechamiento energético que potencialmente entregarían, que adicionalmente reducen las emisiones de GEI (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

El hecho que los tres sectores de análisis cuenten con subsidio, ocasiona que los servicios no sean autosuficientes o sustentables por si solos, sin permitir que los mismos mejoren tecnológicamente, en busca de una mayor calidad en los servicios y disminuya la emisión de GEI (Ruíz & Samaniego, 2013).

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO

2.1. DEFINICION DE INFRAESTRUCTURAS

En el presente proyecto el término infraestructura se refiere a todo un conjunto de elementos dentro de un mismo sector, y no solo a las edificaciones. Por ejemplo en el sector transporte, se considera a todo el sistema de transporte y movilidad, tomando en cuenta factores como el combustible consumido por los autobuses y no solo a la obra civil como paradas. En agua potable, se considera todo el proceso desde la captación, producción y distribución, y la energía consumida en los procesos y no solo las plantas de tratamiento como instalaciones, y en residuos sólidos, aunque los rellenos sanitarios es un factor de gran importancia siendo la obra civil característica en este sector, se debe considerar la recolección, transporte y separación. Es decir, una infraestructura hace referencia a un todo, al sistema global que forma cada sector de análisis y no solo a instalaciones fijas.

Se considera como infraestructuras a los servicios públicos, servicios de transporte, obras públicas y servicios sanitarios. Es así que las infraestructuras aportan con insumos o productos tomando en un contexto de proceso productivo, por ejemplo energía y transporte como insumos, y agua potable como producto, de esta manera, las infraestructuras permiten el crecimiento y desarrollo, es decir, a la producción económica al ser las estructuras y redes intensivas, con inversión directa de larga duración (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Al mantener una relación directa las infraestructuras con el ser humano, y su influencia en el desarrollo económico, porque los hábitos de consumo tanto de los insumos o productos que se necesitan o producen tienen relación con la

demanda, inducen a que las personas afecten al nivel de consumo de energía y por consiguiente a las emisiones de carbono. (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Es así, que una infraestructura baja en carbono, permite dotar a la población de servicios básicos como servicios de transporte, energía y agua, los mismos que fomentan el crecimiento social y económico, y lo más importante que paralelamente a este desarrollo contribuya con la disminución de las emisiones de carbono. Por lo tanto, las infraestructuras caracterizadas por ser bajas en carbono son una herramienta en el camino de conseguir una economía cuyas emisiones de gases de efecto invernadero sean bajas (Claro, 2003).

2.1.1. EL SIGNIFICADO DE LAS INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO

Son elementos de distintos servicios que no solo buscan la reducción de las emisiones de carbono sino que buscan también un proceso integral y sostenible donde la prioridad es la eficiencia de la infraestructura, para reducir los costos de funcionamiento.

En referencia específica a las emisiones de carbono de las infraestructuras, son aquellas que en el total de emisiones durante todo su ciclo de vida sea la menor y representa la mejor opción de todas. Por lo tanto que una infraestructura sea baja en carbono, su determinación que cumpla o no con esta característica no es concerniente a su tipo, tecnología o material, sino a su comparación con el resto de opciones que se maneje, es decir, de todas las propuestas, cual tiene menores emisiones de carbono, de esta manera los estudios y establecimiento de una infraestructura como tal, se debe realizar bajo casos y no a base de generalidades (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Otro punto para analizar y establecer si es o no una infraestructura baja en carbono, es el ciclo de vida, tomando en cuenta todas sus fases, la generación de los materiales, la construcción, la explotación (operación y mantenimiento) y fin de

la vida útil con tratamiento de los residuos. Por lo tanto, es todo un conjunto de factores y las características que determinan si la estructura es baja en carbono.

En la estimación de las emisiones de carbono hay que considerar todas las etapas del ciclo de vida de una infraestructura, para su correcta valoración, es así que dentro de la evaluación no solo se considera la construcción o materiales usados, sino también el funcionamiento y cómo influye en la economía. Este aspecto es el que permite que una infraestructura que en su construcción y materiales tenga alta emisión de carbono, pueda ser la mejor opción gracias a un funcionamiento sostenible dentro de la economía (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Una infraestructura baja en carbono no es solo sus elementos fijos sino el proceso que ocurre dentro de ella, por lo tanto, busca minimizar al máximo sus emisiones de carbono concernientes a su provisión y explotación (Claro, 2003).

Que una infraestructura sea baja en carbono le otorga una sostenibilidad positiva o negativa, pero el nivel de emisiones de la infraestructura no es el único factor que lo determina, sino que interviene características específicas del servicio en la infraestructura como tal, tomando en cuenta la interacción con los demás sistemas para que se complemente en un todo (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Por lo tanto para definir a una instalación, edificación o servicio como una infraestructura baja en carbono, es necesario un análisis global y que se la considere como una parte de un todo, donde este todo sería la economía encaminada a optimizar los procesos y servicios (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

2.1.2. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO, SITUACIÓN ACTUAL Y PROYECCIÓN

Las infraestructuras bajas en carbono en países en vías de desarrollo, y concretamente en mega-ciudades o las principales ciudades en la región de América Latina, se encuentran en niveles poco satisfactorios, cuyo cumplimiento está enmarcado en el desarrollo económico y social, y en este camino se debe considerar la implementación de las infraestructuras bajas en carbono y un incremento de ellas que permita cubrir la demanda de servicios básicos como transporte, agua potable y saneamiento y residuos sólidos (rellenos sanitarios), acompañado de una sostenibilidad a largo plazo. Esta condición de crecimiento está condicionada a la inversión que se realice poniendo en riesgo la sostenibilidad y desarrollo (Ruíz & Samaniego, 2013).

En relación con las emisiones de CO₂, la situación a nivel regional aunque registra un incremento en las emisiones su ubicación es por debajo en comparación con países desarrollados y apenas supera las emisiones del continente Africano. (Bárcena, 2010). Las emisiones de la región están cuantificadas en un 12% de las emisiones globales, ciertos países como Venezuela, México, Chile y Argentina con un mayor aporte. Ecuador según datos del Banco Mundial para el año 2010 presentaba 2,2 toneladas métricas de CO₂ per cápita ocupando el puesto décimo octavo de la región (UNEP, 2014).

Aunque los países industrializados son los responsables de la mayoría de las emisiones, en América Latina y el Caribe se tiene casos con fuertes emisiones, como Trinidad y Tobago, que igual que otros países de la región son provocados en un 50% por la manufactura y la construcción. Es importante mencionar que en estas estimaciones no se considera las emisiones por el cambio del uso del suelo que aumenta y podría llegar a cantidades parecidas de países desarrollados. En la tabla 2.1, se observa el ranking de los países de América Latina según sus emisiones de CO₂ (UNEP, 2014).

TABLA 2.1 EMISIONES DE CO₂ EN TONELADAS PER CÁPITA EN PAÍSES DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE PARA EL AÑO 2010

PAÍS	EMISIONES DE CO₂ EN TONELADAS PER CÁPITA
Trinidad y Tobago	38,2
Aruba	22,8
Islas Caimán	10,6
Venezuela	6,9
Bahamas	6,8
Antigua y Barbuda	5,9
Barbados	5,4
Islas Turcas y Caicos	5,2
Argentina	4,5
Chile	4,2
México	3,8
Cuba	3,4
Jamaica	2,7
Panamá	2,6
Granada	2,5
Ecuador	2,2
Guyana	2,2
Brasil	2,2
República Dominicana	2,1
Uruguay	2,0
Perú	2,0
Dominica	1,9
Costa Rica	1,7
Colombia	1,6
Bolivia	1,5
Honduras	1,1
El Salvador	1,0
Paraguay	0,8
Nicaragua	0,8
Guatemala	0,8
Haití	0,2

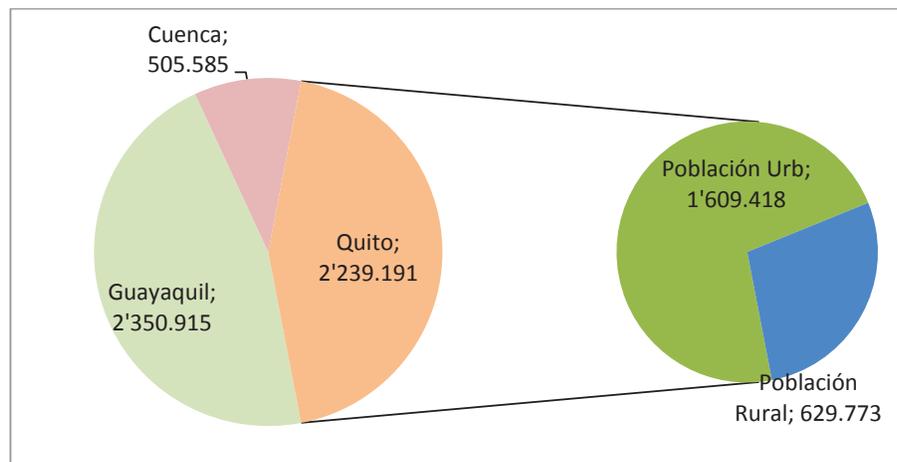
FUENTE: (Banco Mundial, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

En las ciudades principales se tiende a concentrar la mayoría de la población, cerca de un 50% de ella, lo que implica un incremento en el consumo de energía, cerca de los dos tercios del total de energía consumida, además de albergar la industria e infraestructuras, que se convierten en los responsables de las

emisiones de CO₂. Siendo las ciudades principales más afectadas pero al mismo tiempo es el medio donde se puede actuar para mitigar las emisiones concernientes a las infraestructuras, modificando los hábitos de consumos de la población, que se relaciona con la demanda de energía y emisiones de CO₂ (Ruíz & Samaniego, 2013). Es así, que en el país, al sumar la población de las tres ciudades principales Guayaquil, Quito y Cuenca, da un total de 5'095.691 personas, que es el 35,20% de la población concentrada en tres ciudades de un total de 14'483.499 de ecuatorianos, donde las dos primeras ciudades se consideran como polos de desarrollo (INEC, 2010).

FIGURA 2.1 POBLACIÓN DE GUAYAQUIL, CUENCA Y QUITO, POBLACIÓN URBANA Y RURAL DE QUITO, AÑO 2010



FUENTE: INEC, 2010.

ELABORADO POR: Diego Estrella.

Demostrando que la población busca asentarse en ciudades más desarrolladas, que brinden más servicios pero no necesariamente de mejor calidad, y a la vez dentro de las ciudades, como en Quito, las personas tienden a concentrarse con mayor densidad en el sector urbano, por la calidad de vida y servicios básicos que le ofrece esta mejor ubicación dentro de la ciudad.

Existe una deficiencia en atender la demanda de servicios básicos a partir de infraestructuras bajas en carbono, por medio de tecnologías que sean amigables con el ambiente. Por parte de la población la situación no cambia, en cuanto al

desinterés y despreocupación ante la situación, a pesar que las comunidades y sectores más marginados son los más afectados y vulnerables por desastres naturales y la falta de cobertura en los servicios básicos de transporte, residuos sólidos y agua potable y saneamiento (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Esta deficiencia provocada por la falta de inversión e involucramiento en infraestructuras y provisión de servicios, donde hay que centrarse en el grado de cobertura, la calidad del servicio, la sostenibilidad y su relación con otras infraestructuras. La inversión realizada considera también su mantenimiento, con lo cual agrava la situación, por lo tanto, se toma en cuenta, la creación, conservación y expansión de la infraestructura, reduciendo la inversión pública. De esta manera, es el sector privado que fomenta la construcción de infraestructuras bajas en carbono, siendo negativo porque se focalizan en la rentabilidad y no en el beneficio de la población (Sánchez, 2012).

Otro factor que afecta al desarrollo de las infraestructuras es la políticas públicas, por lo cambios que tienen en objetivos y prioridades. Aún más en cambios de gobiernos o ministros, convirtiendo la política en algo personal y las infraestructuras en insuficientes frente a las necesidades presentes (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Para el futuro se debe considerar a la inversión en infraestructuras bajas en carbono como una manera de ahorro en diversos sectores, se estima que reducciones en un 30% proyectado para el 2100 con costo de mitigación por tonelada de gas contaminante con una tasa de descuento de 0,5%, representa un 12% del PIB, en algunos países, siendo costos significativos que se lograrían con inversión internacional (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

En Ecuador en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, en los artículos 130, 136 y 137 correspondientes al Ejercicio de la Competencia de Tránsito y Transporte, Ejercicio de Competencias de Gestión Ambiental y Ejercicio de Competencias de Prestación de Servicios Públicos referente al transporte, rellenos sanitarios y agua potable y saneamiento,

respectivamente señalan que es responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GAD's), organizar, planificar, regular, controlar y proveer los servicios públicos antes mencionados (Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2011).

Al ser una competencia de los GAD's Municipales se convierte en una obligación cubrir de la manera más eficiente la demanda de los servicios básicos, siempre enmarcadas en eficiencia y calidad, donde se busque el menor consumo de energía para reducir los costos de operación y mantenimiento. Adicionalmente las instalaciones, equipos, maquinaria, como la infraestructura global tienen que poseer características sustentables y medioambientales, para que se consiga una reducción en las emisiones de carbono.

2.1.3. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO COMO SISTEMA SOSTENIBLE

El término sostenible se lo relaciona con un desarrollo sostenible, que según el Informe Brundtland conocido como "Nuestro Futuro Común", lo define como "aquel que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades", es decir, una equidad generacional asegurando el derecho a las generaciones futuras al acceso a recursos y el desarrollo económico asociado a la protección del medio ambiente (Bárcena, 2010).

Este concepto al mismo tiempo se relaciona con el Séptimo Objetivo de Desarrollo de Milenio "garantizar la sostenibilidad del medio ambiente", que su principal falencia es no establecer metas cuantitativas sin ser claras frente a la magnitud de problemas que enfrentan. Para alcanzar el cumplimiento de una sostenibilidad ambiental baja en carbono se necesita la transferencia de tecnología y añadiendo valor agregado reduciendo la intensidad de carbono en las economías (Bárcena, 2010) (Samaniego, 2009).

En la Cumbre Mundial de Johannesburgo sobre Desarrollo Sostenible se enfocó sobre la producción y el consumo sostenible, el uso de energías renovables, el agua potable y el saneamiento y el derecho a la información del medio ambiente y justicia ambiental, siendo los puntos claves de la cumbre la importancia de erradicar la pobreza y promover el desarrollo humano, por medio de fuentes de financiamiento, las mismas que se consideran las propuestas hechas en el Protocolo de Kioto que considera la contribución del sector privado a los países en vías de desarrollo en la meta de mitigación. Se tiene tres mecanismos: el Sistema de Comercio de Emisiones (SCE), el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) y el Mecanismo de Implementación Conjunta (IC). Que permitió la aparición de los mercados de carbono, donde las reducciones de emisiones de GEI son negociadas y comercializadas (Bárcena, 2010) (Rodríguez, Lorena, Netto, María, & Serra, Lucila, 2013).

Con el objetivo de obtener fondos, los gobiernos establecieron destinar US\$100.000 millones para promover un Fondo Verde para el Clima entre los años 2012 hasta 2020, con el fin de fomentar actividades en la mitigación del cambio climático. Simultáneamente existen 20 convenios bilaterales y multilaterales. El principal inconveniente del financiamiento público internacional es que no es suficiente para cubrir el requerimiento de la transición a un desarrollo bajo en carbono, sumado a que los países desarrollados tienen un presupuesto público limitado. Bajo estos puntos es imprescindible inversiones del sector privado con un aporte del 86%, siendo esencial para alcanzar una mitigación significativa y de largo plazo en economías de países en vías de desarrollo (Rodríguez, Lorena, Netto, María, & Serra, Lucila, 2013).

Los subsidios, es una variable que afecta a la sostenibilidad, porque distorsiona los precios y afecta a la demanda de la energía consumida. Adicionalmente se necesita de fuentes de energía renovables y su incremento en la oferta energética, de la mano de la eficiencia en su uso (Acquatella, 2008).

Otro punto fundamental para la sostenibilidad es el crecimiento demográfico y ordenamiento territorial, tomando en cuenta la migración a ciudades de polo de

desarrollo y la distribución de la población en la ciudad, migración intraurbana en asentamientos precarios, donde las personas con mayores ingresos se encuentran en el centro y en la periferia de la ciudad la población con menores ingresos, lo que implica falta de servicios básicos como transporte, agua potable y saneamiento y residuos sólidos, que para su cobertura los costos económicos y de emisiones son mayores (Bárcena, 2010).

Para alcanzar la sostenibilidad en las ciudades se requiere de condiciones de habitabilidad y funcionalidad, separando el crecimiento de la contaminación ambiental, que permita conseguir una calidad de vida apropiada sin arriesgar la satisfacción de las necesidades futuras. La sostenibilidad se puede obtener controlando la expansión urbana, uso correcto del suelo, recuperación de la ciudad, acceso a energía y fuentes de agua, gestión de residuos, transporte accesible y eficiente, en un conjunto integrado. Convirtiéndose la sostenibilidad en ciudades ecoeficientes que faciliten la prestación de servicios de transporte, agua potable y saneamiento y residuos sólidos, fomentando el desarrollo económico y social, conjuntamente con la disminución de gases de efecto invernadero (Ruíz & Samaniego, 2013), que significa la disminución de los efectos provocados por el ciclo de vida de los procesos, que se hace mediante la recuperación de zonas urbanas y técnicas eficientes en el uso de recursos en infraestructuras (Bárcena, 2010).

La meta común de las ciudades que presentan infraestructuras bajas en carbono como un sistema sostenible es reducir las emisiones de CO₂, por medio de la aplicación de planes y programas como los mencionados. La propuesta de instalaciones bajas en carbono dentro de una ciudad la presenta como un modelo de desarrollo, una ciudad verde y ecoeficiente, es una corriente que se encuentra en constante crecimiento (Farías, 2012).

2.1.4. INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO Y PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR

En el Ecuador, la planificación de las infraestructuras se basa en el Plan Nacional del Buen Vivir, es una guía que planifica con anticipación, sin improvisar, que busca una forma de vida en pro de la felicidad, con una diversidad cultural y ambiental, el Buen Vivir es armonía, igualdad, equidad y solidaridad. Dejando de lado la exuberancia riqueza del crecimiento económico, evitando gastos excesivos y desperdicio de recursos, que en muchos casos son escasos, todo esto impulsado por un sistema consumista. El Buen Vivir, toma como centro primordial al ser humano y a la naturaleza, sobre el capital, con la idea de sanear la deuda social y no la deuda externa. Esta idea, es una alternativa social de distribución y redistribución de la riqueza distinta al simple crecimiento económico, sino que se reconoce el derecho a vivir en un ambiente sano y respeto de los derechos de la naturaleza (SENPLADES, 2013).

En la planificación, el Buen Vivir tiene cuatro ejes como estrategia de acumulación, distribución y redistribución, estos ejes son: a) cierre de brechas de inequidad; b) tecnología, innovación y conocimiento; c) sustentabilidad ambiental, y d) matriz productiva y sectores estratégicos (SENPLADES, 2013).

El primer eje de cierre de brechas de inequidad, con el afán de reducir las diferencias entre lo urbano y rural, en especial en la calidad de servicios, tomando en cuenta, la ineficiencia que el país tiene en el tratamiento de aguas servidas y residuos sólidos, volviéndose una prioridad, como también impulsar sistemas de transporte públicos eficientes con impacto ambiental bajo en ciudades intermedias y grandes (SENPLADES, 2013).

El segundo eje, tecnología, innovación y conocimiento, busca incorporar nueva tecnología, que sea eficiente y consume menos energía, mediante la generación de nuevos conocimientos que permitan la innovación de las industrias, o mejorar la calidad de servicios, en sus equipos, maquinarias y unidades de transporte como vehículos eléctricos, en los sectores analizados (SENPLADES, 2013).

Entre los objetivos que tiene el Plan Buen Vivir 2013-2017, existen tres que se relacionan con el presente proyecto que son: objetivo 3, mejorar la calidad de vida de la población; objetivo 10, impulsar la transformación de la matriz productiva y el objetivo 11, asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica.

2.1.4.1. Objetivo 3: Mejorar la calidad de vida de la población

Los indicadores de los sectores agua potable, saneamiento, residuos sólidos y transporte, muestran que existe una gran brecha de calidad entre las zonas rurales respecto a las áreas rurales, lo cual afecta y mejora la calidad de vida en cada área. La diferencia en la dotación de servicios, incentiva a la migración hacia grandes ciudades en busca de mejores condiciones de vida. La disparidad de los servicios se evidencia en la cobertura de cada servicio, que para el 2012 el agua potable abastecía al 74,5%; 36,3% en zonas rurales y 93,7% en área urbana, en saneamiento 81,3% de hogares en zonas rurales y 99,2% en la parte urbana, evidenciando para los dos sectores valores muy buenos para el área urbana y bastante deplorables para la zona rural, mostrando el descuido de todos los niveles de gobiernos por dotar de servicios a la zona rural, debido al elevado costo. Los residuos sólidos tenía el 52% de manejo adecuado, porcentaje muy bajo y que genera problemas de salud pública, siendo la recolección en hogares a nivel rural de 54% y 84% en área urbana, que además del problema de recolección y manejo que no son satisfactorios, la disposición de los residuos es el mayor inconveniente de los gobiernos locales, por el costo que significa un relleno sanitario, para lo cual, la formación de mancomunidades se exhibe como una alternativa. En transporte, se pretende fomentar la seguridad vial y transporte público eficiente y digno, apoyando medios de transporte no motorizados, sin embargo hay que considerar a la movilidad en conjunto, para ello, descentralizar las actividades de la población hacia distintos lugares de la ciudad permitiría una mejor circulación del tránsito y evita la conglomeración de vehículos en sectores específicos. En base a esta realidad, se busca un ordenamiento territorial,

otorgando acceso a viviendas dignas, provista de servicios básicos como agua, saneamiento y recolección de residuos, ampliando la cobertura del servicio, en el caso de agua potable, utilizando de manera sustentable las fuentes de agua, en saneamiento mejoramiento de las instalaciones y en residuos sólidos la conformación de mancomunidades. Además de proporcionar transporte y una adecuada movilidad, siendo necesario desconcentrar las actividades económicas de la ciudad, ubicadas en un solo sector, conjuntamente con el impulso de transporte masivo, transporte público y no motorizado (SENPLADES, 2013).

2.1.4.2. Objetivo 10: Impulsar la transformación de la matriz productiva

La economía del país, basada en la extracción de recursos y una producción no diversificada e intensiva en bienes primarios y manufactura. Para la transformación es necesaria la capacitación del talento humano, conjuntamente con la renovación de la industria mejorando la productividad y competitividad, que se involucra con la eficiencia energética de maquinaria y equipos. Por lo tanto, es necesario fortalecer la intensidad tecnológica de la industria con la ayuda de la investigación científica, para lo cual se necesita que el Estado provea de capital, incentivos o créditos, que apoye a la mejora de productividad. Indudablemente, la mejora de la industria necesita ser dotada de servicios básicos como agua, saneamiento, recolección de residuos y energía, que permitan realizar sus actividades, mientras un adecuado sistema de movilidad con carreteras buenas ayuda al transporte de los bienes y servicios producidos (SENPLADES, 2013).

2.1.4.3. Objetivo 11: Asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica

Dentro de los sectores estratégicos se encuentran hidrocarburos y el recurso agua. Donde se exporta los excedentes energéticos pero se importa energía secundaria, gasolina, naftas, diésel y glp, que es el 78% del consumo energético del país, es decir, no se tiene una refinación del crudo que cubra para el mercado local y por lo tanto no se tiene una soberanía energética. Además las reservas de

bep (barril equivalente de petróleo) se reducen a 110 millones, mientras la demanda de energía crece, y siendo el petróleo el principal componente exportado. Se importa 54%, 51% y 78%, de diésel, gasolina y glp, de 28 millones de bep, 22 millones de bep y 8 millones de bep, que se consume, respectivamente. Debido a esta realidad, se busca la generación hidroeléctrica que es energía limpia con 2.378 MW; 13 proyectos en construcción con 2.929 MW; 5 proyectos terminados de 1.378 MW y 4 proyectos en estudios de 3.928 MW. Se debe mencionar que las pérdidas en distribución han descendido del 22,3% al 14,7% y elevado la cobertura en el área urbana del 97,9% al 98,3%, según datos del año 2012. En la soberanía energética, se quiere aprovechar todos los recursos renovables, junto al uso eficiente y ahorro de energía, utilizar la energía renovable para el transporte público, privado y pesado. En la energía a partir de hidrocarburos, optimizar su uso, internalizar los costos de extracción, producción y consumo. Con el afán de conseguir el 60% de potencia instalada renovable y una capacidad instalada para generación eléctrica de 8.741 MW. Poseer energía limpia y propia, permitirá una independencia en la realización de cualquier actividad económica (SENPLADES, 2013).

2.1.5. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

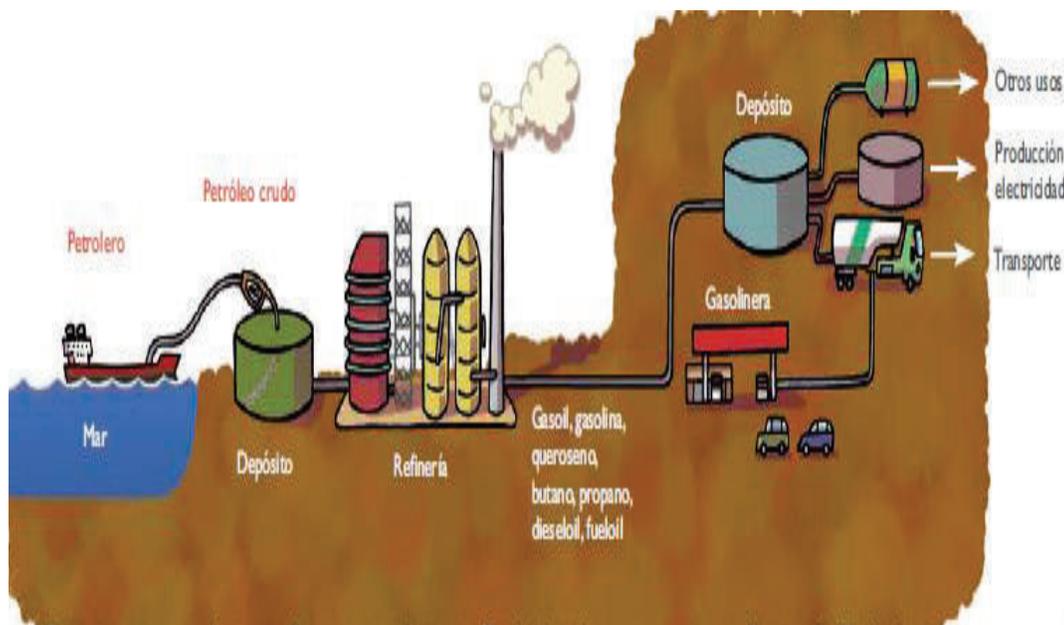
En un inicio la eficiencia energética es similar al ahorro energético al disminuir el consumo de energía habitual pero sin afectar al confort, es decir, satisfacer y cubrir las necesidades de la demanda de energía sin interferir en la calidad de vida. Esta reducción en el consumo se puede alcanzar mediante la sustitución de tecnología que cumpla la misma función con un uso menor de electricidad (Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., 2008) Ver Figura 2.2.

En el sector industrial, la eficiencia energética, es una manera de disminuir el consumo de energía por unidad de utilidad, que ayuda a la sostenibilidad energética y de la economía, aunque no es el camino más eficaz si se habla de la eliminación de las emisiones a largo plazo, donde sí lo son el uso sostenible y conservación de bosques. Siendo sus principales fuentes la generación eléctrica,

transporte, industria y sector residencial y terciario (Álvarez, 2012; Machinea, Barcena, & Arturo, 2005).

Existe un avance para poseer una seguridad energética, sucedido tras la variación del precio del crudo que pretende una diversificación de la energía desarrollando energías renovables. Pero el problema no es el cambio de combustibles sino el consumo energético que tiene la sociedad, es así que la eficiencia energética debe ser una política de desarrollo con el objetivo de hacer más con menos energía (Bárcena, 2010).

FIGURA 2.2 CAMINO DE LA ENERGÍA DESDE SU EXTRACCIÓN HASTA SU CONSUMO.



FUENTE: (Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., 2008)

ELABORADO POR: Instituto Tecnológica de Canarias

La eficiencia energética se la puede estimar a través del indicador de intensidad energética que relaciona la cantidad de energía consumida en kilogramos de petróleo equivalente por cada dólar del producto interno bruto, ya que a mayor eficiencia energética menor valor tendrá este indicador. Es mejor si el indicador es segregado por sector, para un análisis completo (Machinea, Bárcena, & Arturo, 2005).

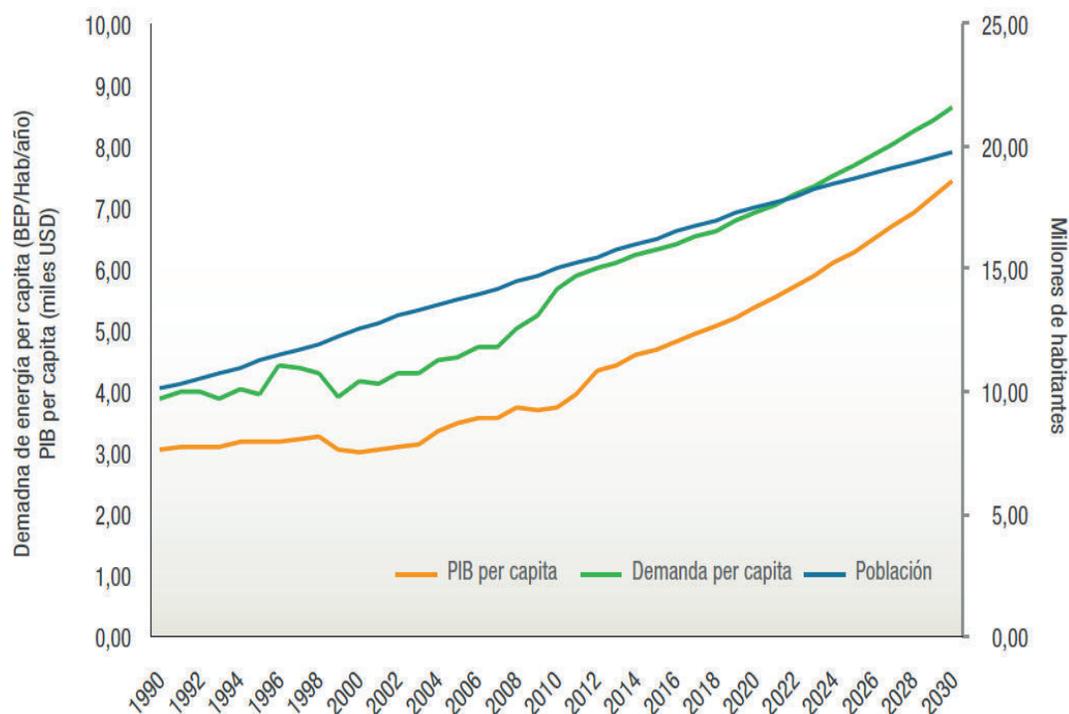
En Latinoamérica la intensidad energética se ha mantenido, en comparación al resto del mundo, debido a una estructura de precios relativos que no ayuda en la disminución de intensidad energética, o el aumento del consumo energético. Entonces se puede tener bajo consumo de energía y al mismo tiempo las emisiones de GEI por cada millón de dólares de PIB, ser mayor que países industrializados (Machinea, Bárcena, & Arturo, 2005).

En Ecuador, la demanda de energía entre el periodo 1990 a 2011 creció a una tasa anual de 2%, por su lado el PIB per cápita aumento anualmente a razón de 1,25% y la población presentaba una tasa de crecimiento anual de 1,94%. Se proyecta para los años 2013-2030, la demanda de energía en promedio anual sea de 2,1%, un ligero aumento que se debe a una reducción en la tasa de crecimiento de la población que se estima de 1,3%, a pesar que el PIB per cápita se espera crezca en promedio anual a 3,1%. Ver figura 2.3. De igual manera, la demanda de BEP, fue de 5,7 BEP/hab/año, que podría llegar para el 2030 a 8,7 BEP/hab/año, sino se aplica políticas de gestión de energía, este valor sería similar al consumo de Sudamérica que es de 9 BEP/hab/año (SENPLADES, 2013).

La intensidad energética del país entre 1995 al 2010 presentó un crecimiento, que representa el mayor uso de energía para igual cantidad de producción. Entre el 2000 al 2011 la tasa de demanda de energía creció a una tasa de 6,10%, mientras la tasa de crecimiento económico fue de 4,37%. En el 2011, la intensidad energética fue de 1,72; superior a América Latina y El Caribe de 1,29; mayor a Centroamérica de 1,47% y también de la CAN de 1,38% (SENPLADES, 2013).

Según lo citado por el Dr. Armory Lovins del Instituto Rocky Mountain en Colorado, Estados Unidos, *“incrementar la eficiencia energética es la forma más grande, más barata, más benigna, de más alcance, menos visible, menos entendible y menos atendida para satisfacer la demanda futura de energía”* (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2010).

FIGURA 2.3 EVOLUCIÓN DE LA DEMANDA DE ENERGÍA, PERIODO 1990-2030.



FUENTE: (SENPLADES, 2013).

ELABORADO POR: SENPLADES

2.1.5.1. Electricidad

La electricidad es la mejor manera de transportar la energía de un lugar a otro en especial cuando son lejanos, siendo al momento la forma más sofisticada y fundamental para las actividades diarias de las sociedades actuales, ya que mejora la calidad de vida (Instituto Tecnológico de Canarias, S.A., 2008).

Los incentivos en cuanto a la generación de electricidad deben ir orientados al aumento de la oferta energética en materia eólica, térmica, marina y solar, para evitar caer en solo ser captadores de tecnología. Conjuntamente con uso eficiente de la electricidad en aplicaciones como: iluminación, aire acondicionado, electrodomésticos y motores industriales, además de la eficiencia en la producción de esta energía (Samaniego, 2009).

La eficiencia de la electricidad en el sector residencial es el principal responsable de las emisiones, gracias a su alto consumo de energía, que sucede por la baja eficiencia energética de los aparatos y edificaciones (Samaniego, 2009).

Para mejorar la eficiencia en la electricidad hay que partir desde el suministro y distribución, con un cambio de combustible de carbón a gas, energía nuclear, calor y energía renovables como: hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica y bioenergía, combinaciones de calor y energía, captación y almacenamiento de dióxido de carbono que se utiliza en plantas generadoras de electricidad (Samaniego, 2009).

2.1.5.2. Agua potable y saneamiento, urbano y rural

Es fundamental la distribución espacial de la población en áreas urbanas y rurales, y la relación que exista de interdependencia en lo económico, social y ambiental, perjudica o beneficia al desarrollo de infraestructuras y servicios (Machinea, Bárcena, & Arturo, 2005).

El servicio de agua potable y saneamiento en todas sus fases son competencias exclusivas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados como se lo estipula en los artículos 55 y 137 del COOTAD (Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, 2011). Además la provisión de los mismos está dentro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, donde el fin, es alcanzar la mayor cobertura y asegurar al mismo tiempo la calidad, ya que existe una diferencia en los niveles de cobertura entre zonas urbanas y rurales, siendo las áreas urbanas las que tienen mejores avances y se necesita un mayor esfuerzo en temas de saneamiento en especial en el sector rural y en población urbana en extrema pobreza (Bárcena, 2010).

En la zona urbana se tiene la característica de una demanda heterogénea por existir usuarios desde la índole doméstica, industrial, comercial hasta agrícola;

con una demanda muy alta que puede sobrepasar a la ejercida por la población habitual (Censo Nacional de Gobierno 2011, 2011).

La deficiencia en el acceso de agua potable y saneamiento se relaciona con la problemática de satisfacer eficientemente de servicios e infraestructuras, afectando a la salud, bienestar y calidad del ambiente. Siendo el sector de agua potable que tiene una mejor situación en comparación al servicio de saneamiento, en especial en la zona urbana que en sitios rurales (Bárcena, 2010).

Por lo tanto es importante avanzar en la calidad de dotación de los dos servicios, en agua potable, expandir la cobertura, calidad de agua entregada y desinfección, evitar la intermitencia, reducir pérdidas. En cuanto a saneamiento mejorar la cobertura y la calidad del servicio. Simultáneamente hay que mantener una sostenibilidad ante una competencia por el recurso hídrico, evitando la destrucción de cuencas hidrográficas (Bárcena, 2010)

El sector de saneamiento tiene una situación más grave, al ser una tarea pendiente el tratamiento de aguas servidas urbanas, provocando la contaminación de aguas superficiales y subterráneas, mares y esteros, porque en las ciudades las aguas residuales son enviadas directamente sin ningún tratamiento a estos cuerpos hídricos receptores. Mientras en el área rural, se utiliza sistemas in situ, como son letrinas y fosas sépticas, que no es la manera más adecuada porque genera la contaminación de aguas subterráneas (Noyola, s/a)

2.1.5.3. Combustible y Transporte

El crecimiento del sector transporte, resaltando el privado se convierte en el responsable del aumento del consumo de petróleo por la dependencia vehicular de la gasolina y diesel, que son su principal fuente de energía, siendo el desafío del sector transporte para reducir las emisiones. Estas opciones en transporte bajas o cero emisiones son vehículos híbridos, celdas de combustibles, pero el

inconveniente es el acceso a esta tecnología o actuar sobre las mezclas de los combustibles para que sean biocombustibles (Acquatella, 2008).

Al ser el sector transporte un gran consumidor de combustibles fósiles, por ende genera grandes emisiones lo que repercute en una alta intensidad energética y una baja eficiencia energética. Para elevar este indicador se pone las esperanzas en biocombustibles y en mejora de la tecnología de vehículos. El bioetanol y biodiesel en la industria ayudará al sector transporte como captadores de emisiones al desarrollar bioplástico. Otra manera de aumentar la eficiencia energética es el cambio de los modos de transporte, en lugar de ir por carretera a viajar por ferrocarril y transporte público, transporte no motorizado que este de la mano de una correcta planificación y distribución del tráfico y uso del suelo (Samaniego, 2009).

Las medidas propuestas para aumentar la eficiencia relacionada al combustible se ve opacado por el incremento del parque automotor, donde es el consumidor quien elige el tipo, tamaño y número de vehículos, que para contrarrestarlo es mediante políticas de control, acompañadas de un sistema de transporte público adecuado (Samaniego, 2009).

2.1.5.4. Ventajas y Barreras

Entre las principales barreras que se tiene están: (Bárcena, 2010)

- Restricciones económicas, como es un mayor costo de las fuentes renovables en relación a las fuentes convencionales.
- Un mínimo interés por las energías renovables.
- Limitación en aspectos técnicos para realizar proyectos, en especial en etapas de diseño y desarrollo.
- Obstáculos financieros debido a la falta de créditos.
- En cuanto a lo social, se presenta el inconveniente a la capacidad de pago en los sectores con menores ingresos.

- Otro factor social que impide la eficiencia energética son los hábitos de consumo de las personas, ligado a sus costumbres y falta de conciencia ante el ahorro de energía.
- Temor a enfrentar una competitividad desleal entre las industrias que si tienen un compromiso en disminuir las emisiones, lo que encarece su producto, en relación a industrias que no poseen ningún compromiso de reducción de emisiones.
- Otro aspecto en contra de la eficiencia energética es la falta de estándares para equipos electrónicos, y que permita mejorar su eficiencia.

Entre las ventajas que se tiene: (Banco Centroamericano de Integración Económica, 2010).

- La principal es la reducción de la contaminación ambiental, al disminuir el consumo de energía, combustibles y por ello de emisiones de carbono.
- Se tiene varios recursos los cuales no han sido explotados, siendo un potencial energético renovable que ayudaría a la eficiencia energética.
- Ayuda a la conservación de recursos naturales, evitando la extracción de petróleo y su afectación a la naturaleza durante el proceso de refinación.
- Disminuye problemas de salud, en especial respiratorias.
- Satisface la demanda de energía, evitando los racionamientos de energía eléctrica, por lo tanto se logra obtener una seguridad energética y que la misma sea diversificada.
- En la industria la eficiencia energética aumenta la productividad de las empresas al reducir el costo de la energía.
- La eficiencia energética en los hogares, ayuda a su economía al facturar valores menores por un mejor consumo de la energía.

2.2. EMISIONES DE CARBONO

En muchos países la actividad económica se basa en combustibles fósiles, con un aporte a las emisiones globales de un 60% aproximadamente, aumentando la presión sobre los recursos naturales por alcanzar el crecimiento económico, doblando la huella de carbono cada vez que se duplica los niveles de consumo (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Es necesario un crecimiento con menos emisiones por medio de: eficiencia energética, menos energía y tecnología, baja o nula en carbono, con políticas que desmotive prácticas intensivas de carbono protegiendo recursos naturales (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Para reducir las emisiones de CO₂e se debe transformar la infraestructura, que produce y usa energía, como también del transporte que aportan con un 60% de las emisiones globales e igual sucede a nivel de Latinoamérica, siendo el sector transporte un sector potencial para la mitigación de GEI. La concentración de CO₂e debe mantenerse por debajo de 450ppm para evitar la elevación en la temperatura en 2°C (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Conjuntamente con el carbono se tiene las emisiones de otros gases relacionados como óxidos de nitrógeno NO_x, dióxido de azufre SO₂ y material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}. Con un aumento futuro relacionado con el crecimiento de la actividad económica, siendo en algunos modos de transporte menores las emisiones de carbono pero un incremento de los demás gases mencionados (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

América Latina y Caribe generan el 5% de las emisiones de GEI, además en esta zona geográfica se posee la mayor reserva de agua y 25% de tierras cultivables y la población se concentra en un 50% en las ciudades, consumiendo dos tercios de la energía (Ruíz & Samaniego, 2013).

En ciudades de Latinoamérica no se cuenta con iniciativas políticas fiscales ni instrumentos económicos, simplemente se tiene medidas de control, especialmente de la contaminación atmosférica, en busca de eficiencia energética, mejorar el transporte y medidas recaudatorias (Ruíz & Samaniego, 2013).

Los sectores de agua y saneamiento, residuos sólidos urbanos y transporte, son los más importantes dentro de una ciudad en lo concerniente a fuentes de GEI, que amenaza con el cambio climático y que es necesario implementar mitigación y adaptación dentro de una misma estrategia para evitar los impactos, donde se analice el consumo de los usuarios, ya que esto repercute en la demanda de energía y emisiones de carbono (Ruíz & Samaniego, 2013).

El crecimiento demográfico acelerado en las ciudades provoca una ineficiencia y falta de recursos, es decir, no cuentan con lo necesario para enfrentar el cambio climático. La concentración de la población tiende a ser históricamente, en la ciudad con mayor importancia política y económica, creando las mega-ciudades (Ruíz & Samaniego, 2013).

Ahora se tiene el crecimiento de ciudades intermedias ocasionando la descentralización. Entre los problemas de estas ciudades se puede englobar en: crecimiento urbano desordenado en el sector periférico, alto índice de segregación social, desarrollo monocéntrico, sin políticas claras y eficientes de desarrollo urbano (Ruíz & Samaniego, 2013).

A nivel urbano, las redes de energía (electricidad y gas), los sistemas de agua y de saneamiento, son influyentes en las emisiones de GEI. La procedencia de la energía, intensidad de uso de carbono en servicios públicos como agua potable, saneamiento, residuos y transporte, con la emisión de metano de botaderos son factores a considerar en las emisiones de GEI (Ruíz & Samaniego, 2013).

2.2.1. CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE UNA INFRAESTRUCTURA

Según ISO 14040, las fases del ciclo de vida son: definición del objetivo y alcance, análisis del inventario, evaluación del impacto e interpretación, complementado y analizando las emisiones de CO₂, tiene las etapas de: (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013). Ver figuras 2.4 y 2.5.

- Definición del objetivo de análisis
- Desarrollo del diagrama de flujo del ciclo de vida de la infraestructura
- Recolección de datos
- Cálculo de emisiones.

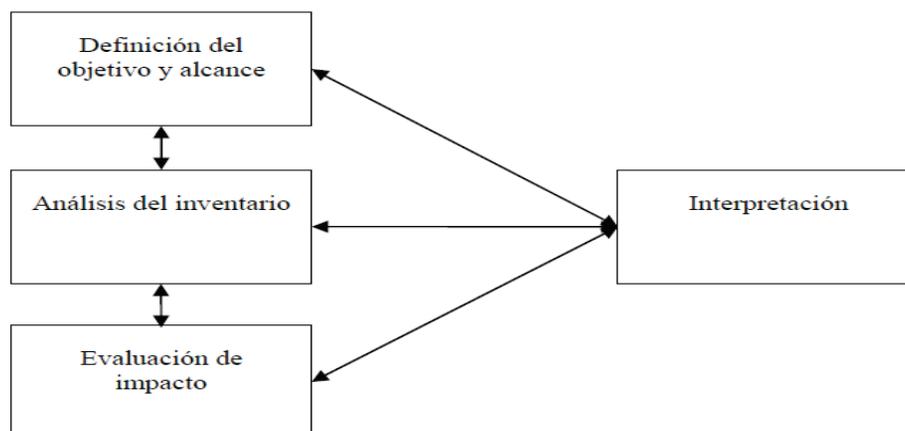
FIGURA 2.4 CICLO DE VIDA DE UNA INFRAESTRUCTURA



FUENTE: (Claro, 2003).

ELABORADO POR: Edmundo Claro

FIGURA 2.5 FASES DE ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA



FUENTE: (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

ELABORACIÓN: Proyecto Infraestructuras Bajas en Carbono

2.2.1.1. Definición del objetivo de análisis

Define el fin de considerar las emisiones de CO₂ dentro de las tomas de decisiones, estableciendo el producto o servicio. Los resultados deben ser interpretados y expuestos para que sean útiles en base a una unidad funcional, que permita su comparación entre varias alternativas. Por ejemplo en el transporte, se puede usar tonelada/km o pasajero/km (Claro, 2003) (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

2.2.1.2. Desarrollo del diagrama de flujo del ciclo de vida de la infraestructura

Se analiza los insumos, procesos y salidas del ciclo de vida de una infraestructura, teniendo las emisiones en cuatro etapas:

- Fabricación de los materiales.- Se enfoca en el origen de la materia prima, proveniente de la explotación de recursos naturales o de reciclaje, en su fabricación, transporte y distribución (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).
- Construcción de la infraestructura.- Se ensamblan los productos de la etapa anterior, tomando en cuenta el uso del suelo, preparación del terreno, movimientos de materiales y maquinaria. También se considera el traslado de los trabajadores desde y hacia el lugar de construcción de la infraestructura (Claro, 2003).
- Explotación de la infraestructura.- Se refiere a la operación y mantenimiento de la infraestructura, actividades de uso y de reparación de la infraestructura (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).
- Fin de la vida útil.- Es el cierre de la infraestructura con la gestión de los residuos, producidos por la demolición o restos de procesos que no concluyeron. Se considera las emisiones por el traslado de los residuos (Claro, 2003).

2.2.1.3. Recolección de datos

Estimar las emisiones generadas en todas las fases de la vida útil de la infraestructura, siendo necesario imponer un límite de tiempo, actividades y fuentes de emisión para cada proceso, debido a que son complejos y grandes (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Existen dos tipos de datos a calcular en las emisiones de carbono en una infraestructura, los relativos con la actividad y los factores de emisión. Los primeros relacionados a la energía utilizada, el transporte utilizado en el ciclo de vida de la infraestructura, los insumos y salida de materiales en su totalidad. Los segundos transforman las cantidades de emisiones de carbono a una cantidad de carbono emitida por unidad. Por ejemplo CO₂/kWh (Claro, 2003).

La recolección de datos puede ser de fuentes primarias, mediciones directas en la cadena de suministro de una determinada infraestructura y fuentes secundarias son medidas indirectas que no son propias de la infraestructura, siendo más bien un promedio de procesos semejantes. Siempre es mejor utilizar datos de fuente primaria, pero a falta de los mismos se puede recurrir a datos de fuente secundaria (Claro, 2003).

2.2.1.4. Cálculo de las emisiones

Las emisiones de carbono de una infraestructura es el resultado de la suma de los datos relativos a su funcionamiento relacionado a todas las actividades del ciclo de vida multiplicados por su correspondiente factor de emisión (Claro, 2003).

$$Emisiones\ de\ CO_2 = Datos\ relativos\ de\ la\ actividad\ (masa,\ volumen,\ energía,\ etc) \times \\ Factor\ de\ emisión\ \left(\frac{CO_2}{Unidad} \right) \quad (2.1)$$

2.2.2. EL CAMBIO CLIMÁTICO

Desde la revolución industrial se ha tenido un crecimiento en la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera, como consecuencia de la tecnología y procesos, que intensifican la economía. En respuesta a este accionar, se ha efectuado diversas conferencias, acuerdos, convenciones, en fin, una serie de reuniones, donde los países industrializados acuerdan reducir sus respectivas emisiones de carbono. Se puede considerar al Protocolo de Kyoto de 1997 el primer esfuerzo y más importante en reducir el consumo de energía y luchar contra el cambio climático, estableciendo una disminución del 5,2% las emisiones de GEI para los años 2008 y 2012, respecto al año 1990 (Bárcena, 2010) (Ruíz & Samaniego, 2013).

Una cumbre de igual importancia es la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992), para dirigir acciones en protección del clima, que es un recurso compartido entre las naciones, procurando cuidar la estabilidad de la atmósfera en cuanto a su composición y concentración (Álvarez, 2012)

Posteriormente se tiene el Acuerdo de Cancún, donde se define que el calentamiento global no puede exceder en 2°C, lo que permite asegurar una estabilidad climática, que en términos de concentración de CO₂ corresponde a 450 ppm. Una vez superado estos límites las posibilidades de adaptación de los sistemas terrestres serían fuertemente reducidas o anuladas. Las acciones propuestas para evitarlos son obstaculizadas por posturas económicas y geopolíticas de los países industrializados (Álvarez, 2012).

La acumulación de los GEI, en especial el dióxido de carbono que su concentración de 280 ppm en la época preindustrial hasta 379 ppm, el metano creció de 715 ppb a 1774 ppb en el mismo período y óxido nitroso aumento de 270 ppb a 319 ppb en el mismo tiempo. En los tres casos sus concentraciones superan las variaciones naturales que es provocado por los procesos de industrialización, que altera la composición atmosférica y temperatura media terrestre (Acquatella, 2008).

En la región se estima que la temperatura podría elevarse entre 1°C a 4°C en modelos que considera mitigación en la emisión y de 2°C a 6°C cuando no se tiene medidas de mitigación. Los efectos que puede presentar tanto directos, resultado de condiciones climáticas extremas, entre los que se tiene estrés térmico u olas de calor y fenómenos meteorológicos como: huracanes, inundaciones, sequías, etc. Mientras los indirectos tienen la influencia climática como la transmisión de enfermedades por vectores, problemática con el agua y alimentos sobre todo en asegurarla y que sea accesible a la población (Ruíz & Samaniego, 2013). Otro efecto que se enfrenta es la elevación del nivel del mar provocado por el derretimiento de glaciares de Groenlandia y la Antártica, que ocurre por el aumento de la temperatura a partir del calentamiento global, con estimaciones que van desde los 0,18 a 0,58 metros, considerando que estos valores podrían incrementar si sigue elevándose la temperatura media global (Samaniego, 2009).

La temperatura media en la superficie terrestre ha aumentado en 0,7°C en los últimos años, concretamente en los 50 años anteriores, gracias al incremento principalmente de CO₂, acompañado de otros gases de efecto invernadero. El aumento de los GEI, produce la variación del equilibrio termodinámico elevando la temperatura. El equilibrio termodinámico se altera cuando el flujo de energía solar y el flujo saliente de energía disipada al espacio son afectados por los GEI, que forman una barrera que impide la disipación del calor al espacio. Por lo tanto, termina influyendo en el clima, que depende del grado de disipación que el calor atrapado tiene para pasar al espacio y ser devuelto (Acquatella, 2008).

Los principales emisores de los GEI, son las zonas urbanas que tienen un constante crecimiento y poseen a más del 50% de la población, concentrando además las actividades económicas y consumen los dos tercios de la energía. A pesar de estos datos, en la región de América Latina solo aporta con el 5% de los GEI del planeta, pero contradictoriamente los efectos del cambio climáticos para la región pueden ser desastrosos, debido a que tiene las mayores reservas de tierras cultivables, bosques, reservas de agua y es hábitat del 60% de especies de la Tierra (Ruíz & Samaniego, 2013).

A nivel mundial, los países industrializados son los llamados a cambiar esta realidad, empezando por mejorar sus procesos industriales ya que son los responsables de las mayores emisiones de carbono, pero al contrario, son quienes dejan de apoyar los acuerdos, como el caso de Estados Unidos de Norteamérica, que consume el 25% de combustibles fósiles y se apartó del tratado de Kioto, argumentando que su economía sería afectada, es así, que se prefiere este aspecto antes de buscar medidas amigables y de mitigación (Ruíz & Samaniego, 2013).

2.2.3. EFECTOS DE LAS EMISIONES EN EL AMBIENTE

Mientras más intensos o brusco sea el cambio climático, los efectos en sectores vulnerables serán más drásticos y negativos, afectando directamente el desarrollo económico, social y protección ambiental (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013). Donde las mismas emisiones de carbono que generan las infraestructuras son las responsables en perjudicarles posteriormente, formando un círculo o relación bidireccional (Ruíz & Samaniego, 2013).

2.2.3.1. Efectos en el sector de agua potable y saneamiento

Al ser una fuente emisora, de la misma manera recibe los efectos que las emisiones generan en el cambio climático, por lo cual este sector tiene que tomar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático, porque el cambio climático influye en los regímenes pluviales y variación en la temperatura, con lo cual es necesario una gestión en el recurso hídrico. Más cuando el recurso ya es escaso y la variabilidad en la disposición y acceso por cambios en el patrón de lluvias aumenta el estrés sobre el agua (Ruíz & Samaniego, 2013).

El cambio climático genera eventos climáticos fuertes como tormentas, precipitaciones prolongadas y de gran magnitud, donde se pone a prueba sistemas colectores y alcantarillados que en muchas ocasiones ya trabajan a

presión, por lo tanto, es fundamental contar con infraestructuras más resistentes y de mejor calidad (Ruíz & Samaniego, 2013).

En el tratamiento de aguas residuales, se tiene el problema que cuando los caudales de los ríos son disminuidos, el proceso de depuración de aguas tiene que ser más intensos (Ruíz & Samaniego, 2013).

2.2.3.2. Efectos en el sector de residuos sólidos urbanos

La preocupación en el sector es ocasionado fundamentalmente por la concentraciones de gas metano que es liberado por lo vertederos al descomponerse la materia orgánica, el CO₂ liberado es generado por la incineración de los residuos sólidos urbanos y el transporte de los mismos desde el origen hacia el sitio de disposición final (Ruíz & Samaniego, 2013).

La gestión de los residuos sólidos urbanos es tomada a nivel local, y se encuentra limitada la gestión por bajos presupuestos, en donde no se pondera la mitigación para gases de efecto invernadero y por ser difícil la obtención de datos confiables no se ha otorgado la importancia acorde al sector para reducir los GEI. En la gestión hay que fijarse también en la tecnología, la cual depende de factores como la cantidad de residuos a tratarse, sus características, recolección, transporte y costo (Ruíz & Samaniego, 2013).

Los cambios climáticos como intensas precipitaciones, sequías prolongadas, temperaturas elevadas y tormentas, afectan al sector al aumentar la tasa de descomposición bacteriana en los botaderos y la lluvia incrementa la producción de lixiviados (Ruíz & Samaniego, 2013)

Además ocurre que las altas temperaturas incrementan la velocidad de las reacciones químicas y por ende la descomposición de la materia orgánica que produce malos olores y puede encaminar en la presencia de vectores (Ruíz & Samaniego, 2013).

Las intensas precipitaciones aumentan la humedad de los residuos y si se tiene inundaciones en una infraestructura mal diseñada deriva en infiltraciones a las aguas subterráneas y suelo de sustancias tóxicas, incrementando el riesgo de enfermedades afectando a la salud pública (Ruíz & Samaniego, 2013).

Finalmente los eventos meteorológicos más fuertes interfieren y afectan al transporte de los residuos, perjudicando económicamente el servicio al elevarse los costos de operación y mantenimiento (Ruíz & Samaniego, 2013)

2.2.3.3. Efectos en el sector transporte

De igual manera que las emisiones de carbono del sector transporte influye en el cambio climático, los efectos también repercuten en el sector, más cuando es clave en la vida urbana. Por lo cual, es necesario que la infraestructura de transporte sea un sistema resistente, ya que están expuestos a eventos extremos como inundaciones, variaciones bruscas de temperatura, hundimientos y tormentas, que serán más frecuentes por ende es importante un sistema de transporte que soporte la tensión, se proteja a la infraestructura y el valor que representa, asegurando el transporte confiable en todo momento, en especial en condiciones climáticas cambiantes y que cubra la demanda de la población (Eichhorst, 2010).

Los impactos en el sector transporte van en el orden de sociales hasta económicos, que es primordial su consideración al instante de diseñar y construirla, y que estén en los costos directos de daños a la infraestructura. Los principales impactos son:

- Impactos en la infraestructura de transporte
- Impactos en los vehículos
- Impactos en el comportamiento de movilidad.

El incremento de la temperatura y olas de calor afecta directamente a las infraestructuras de transporte dañando a sus materiales como asfaltos, generando incomodidad en la movilización e indirectamente averías en los sistemas de transporte al estar en mal estado las vías (Eichhorst, 2010).

Al momento de ocurrir eventos más extremos de precipitación provoca derrumbes que cierra vías y de no existir alternativas para la movilización puede caotizar el tráfico de la ciudad. Ligado a lluvias intensas con sistemas de drenaje deficientes provoca inundaciones, en mayor problema en pasos a desnivel donde se quedan atrapados vehículos. Además las fuertes precipitaciones producen fuertes atascamientos del tráfico, como también una saturación en la demanda de transporte por parte de los usuarios que no puede ser cubierta (Eichhorst, 2010).

Los impactos en el sector puede producir un efecto dominó, es decir, vías en mal estado, zonas sin conexión, falta de oferta de transporte, incurre en problemas económicos cuando las personas no llegan a sus sitios de trabajo, los bienes no son distribuidos o unidades de emergencia no puede atender a la comunidad. Por lo tanto, debe existir siempre alternativa no solo de transporte para las personas sino también para la movilización de la población para que cumpla con sus actividades diarias (Eichhorst, 2010).

2.3. REGULACIONES AMBIENTALES

En general, en los países en desarrollo, existe un déficit en cuanto a normativas y regulaciones, por falta de política y fiscalización. Además, se afecta por presupuesto limitado y tecnología sin personal capacitado. Se prefiere dar prioridad a problemas de pobreza, analfabetismo y mortalidad infantil. Los problemas ambientales son dejados de lado, por otros más apremiantes. Muchas veces, el cumplimiento de normas ambientales se da por una regulación informal (Ruíz & Samaniego, 2013).

En ayuda ante los problemas ambientales existen instrumentos de gestión ambientales, que por sí solos o en combinación de ellos que persiguen objetivos de conservación, prevención o restauración de obras físicas, mediante el establecimiento de una política (Ruíz & Samaniego, 2013).

Existe una serie de factores que afecta a la eficacia y eficiencia de los instrumentos, entre ellos se destacan: la naturaleza del problema ambiental, actores involucrados con su posición en relación a la sociedad - medio ambiente, condiciones económicas, políticas y sociales, contexto legal, capacidad de desarrollar el instrumento, coordinación y agrupación con todos los actores y combinar varios instrumentos, entre ellos se tiene: (Rodríguez, 2002).

a) Instrumentos de regulación directa.- Llamados de comando y control, que parte de la coerción sanción, por medio de impulsar normativas, es la manera convencional del cumplimiento de la ley en el ámbito ambiental.

b) Instrumentos administrativos.- Permite la utilización de recursos naturales estipulados en la legislación, al otorgar licencias o permisos, siendo la licencia ambiental el instrumento preponderante.

c) Instrumentos económicos.- Orientados a que las fuerzas del mercado cumplan las metas ambientales planteadas.

d) Instrumentos horizontales.- En esta categoría se encuentra la educación, investigación, asistencia técnica y la información ambiental.

La regulación ambiental al inicio fue caracterizada por estrategias de comando y control, sin cubrir la totalidad de problemas ambientales, en especial en países de desarrollo con elevados problemas institucionales, falta de información ambiental, sin equipos e infraestructura, sin personal capacitado y regulaciones. En respuesta a estos vacíos se crearon instrumentos económicos, que proporcionaron flexibilidad al mercado, con soluciones más efectivas en relación a su costo. Sin embargo, son instrumentos que no actúan por sí mismo, sino que

acompañan a los instrumentos de comando y control. A pesar de la vinculación de los instrumentos se persiste en fallas, falta de información, aplicación de programas ambientales, por lo que hace falta herramientas adicionales, que no se enfoquen en el regulador y las empresas, sino que tenga presente a la comunidad y mercado como entes activos (Ruíz & Samaniego, 2013).

2.3.1. REGULACIONES FORMALES

- **Comando y Control.-** Se decreta un límite, comando es el nivel máximo permitido y control, porque verifica que el nivel sea respetado. En base a dos criterios, ambiental (calidad deseable) y emisiones (nivel máximo). Las emisiones derivadas de sus productos (nivel uniforme para todas las fuentes) o por insumos utilizados (estipula la tecnología a utilizar) (Ruíz & Samaniego, 2013).

- **Instrumentos basados en Incentivos.-** Buscan, por medio de las fuerzas del mercado internalizar costos, mediante incentivos para reducir las emisiones de contaminación. Existe dos mecanismo, el primero fija el precio y permite que el mercado lo regule, internalizando las externalidades negativas, medidos por unidad de contaminante emitido o por unidad de producción o consumo. Dentro de estos también están los subsidios. El segundo mecanismo fija la cantidad de emisión y deja que el precio lo determine el mercado, donde permite la venta y compra de permisos a quienes están por debajo del límite a quienes hayan sobrepasado (Ruíz & Samaniego, 2013)

- **Mecanismos Híbridos.-** Es la combinación de comando y control e instrumentos basados en incentivos, donde se tiene la exactitud de los instrumentos de comando y control (niveles permitidos) y la flexibilidad de instrumentos basados en incentivos (métodos menos costosos para reducir las emisiones (Ruíz & Samaniego, 2013).

2.3.2. REGULACIONES INFORMALES

Cuando la regulación formal es débil, aparece esta forma de regulación, ejercida por parte de las comunidades locales u ONGs, presionando al regulador en el afán de que se cumpla la ley. El regulador debe tomar a parte de los instrumentos a utilizar, proporcionar información a la comunidad para que se involucre en programas, otorgándole un poder de fiscalización, es así que la regulación informal depende de varios factores, que provoca que no sea necesariamente una solución eficiente, una forma de aumentar su eficiencia y delegando fiscalización a la comunidad (Ruíz & Samaniego, 2013).

Se debe incentivar la educación y la divulgación de información en materia ambiental, en todos los niveles de la organización, y externamente, es decir, las comunidades cercanas para que posean las herramientas suficientes para realizar una fiscalización (Ruíz & Samaniego, 2013).

- **Derecho de la comunidad a saber.-** Acceso a la información para la toma de decisiones ambientales, conocer los impactos ambientales y la manera de mitigar la contaminación (Ruíz & Samaniego, 2013).

La información da poder y crea interés en la comunidad, presionando por fiscalización rigurosa al mostrar ineficiencias del Estado. Se forma acuerdos con las comunidades, mejorando los debates de bienes públicos y comprometiendo a la industria a cumplir con la reducción de contaminación. Los problemas es el miedo a que la competencia saque ventaja, se mal interprete por parte del público o se crea una contaminación dispersa porque el abatimiento de la contaminación solo es cerca de las comunidades (Ruíz & Samaniego, 2013).

- **Empoderamiento de las comunidades.-** El derecho a saber da poder a la comunidad, la divulgación de información reduce la incertidumbre del desempeño ambiental. Este empoderamiento, reconoce los derechos de las comunidades. La información se transmite por campañas y educación ambiental, donde el punto clave es como entregar el mensaje eficientemente (Ruíz & Samaniego, 2013).

- **Estrategias de divulgación de la información.-** Tanto público y privado por aumentar la información disponible del desempeño ambiental, en los trabajadores, consumidores, accionistas y comunidad. La presión ejercida por la comunidad en servicios públicos es importante porque los fiscalizadores privados se sienten limitados a reportar el verdadero comportamiento (Ruíz & Samaniego, 2013).
- **Acuerdos voluntarios con estrategias de divulgación de información.-** El objetivo es que las propias empresas cambien su accionar y compartimiento ambiental y reducción de la contaminación (Ruíz & Samaniego, 2013).
- **Respuesta de la comunidad a estrategias de divulgación de información.-** La fiscalización proviene de comunidades mejor educada y estado económico, al poseer mayor conocimiento de riesgos ambientales. Depende del nivel de ingresos, organización, información, cobertura de la prensa. La regulación formal se debe enfocar a zonas más pobres (Ruíz & Samaniego, 2013).
- **Respuesta del mercado accionario ante estrategias de divulgación de información.-** Los accionistas de empresas también están interesados por la relación existente entre desempeño ambiental y utilidades, porque son los mercados los proveedores de inversión para alcanzar el desempeño. La parte privada siempre va a tender hacia el retorno más alto sin considerar los impactos ambientales (Ruíz & Samaniego, 2013).
- **Capacitación en gestión ambiental.-** Integrar totalmente a todos los niveles de la empresa, para fomentar el interés a los empleados, está capacitación es una estrategia complementaria que debe ir de la mano con monitoreo y fiscalización (Ruíz & Samaniego, 2013).

2.3.3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN AMBIENTAL EN EL ECUADOR

Herramientas que buscan regular las actividades humanas para su organización en el medio ambiente para conseguir un desarrollo sustentable, las principales

son los instrumentos administrativos e instrumentos económicos. Los instrumentos administrativos, son medidas para regular procesos de producción y normar el accionar con estándares con la amenaza de una sanción, y son considerados instrumentos inflexibles, mientras los instrumentos económicos, estimula a que la decisión sea voluntaria basada en el costo-beneficio, siendo instrumentos de relativa flexibilidad. Los instrumentos económicos provocan una eficacia dinámica e innovación tecnológica, ya que el incentivo de reducción por el costo es permanente, mientras en los instrumentos administrativos, el administrado está sujeto a conseguir una solución que lo posicione en los parámetros prefijados. En países desarrollados el predominio es un sistema mixto o combinado de ambos instrumentos (Narváez, 2014).

2.3.3.1. Instrumentos administrativos

- **Planificación.-** Necesita de indicadores técnicos que verifique su cumplimiento en el tiempo y espacio, conformada por objetivos específicos, programas, acciones y mecanismos de financiación, en pro de la conservación y gestión ambiental. Se tiene la perspectiva privada y pública. La primera vincula los factores de la organización que puede causar impactos al interactuar con el ambiente y que deben contemplar la normativa y estándares de calidad ambiental y prevención de la contaminación. La segunda, contiene planes institucionales, planificación del uso del suelo, estudios de impacto ambiental, información y consultas públicas (Narváez, 2014).
- **Estructura administrativa.-** Instituciones del Estado con competencias ambientales para realizar la gestión pública y forman el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, estos pueden ser ministerios, departamentos ministeriales, entidades autónomas especializadas y el sistema nacional ambiental. El Ministerio del Ambiente es la Autoridad Ambiental Nacional (AAN), los organismos a los que se transfirió competencias son las Autoridades Ambientales de Aplicación (AAA), que se

- dividen en Autoridades Ambientales de Aplicación responsables (AAAr), acreditados ante el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) y las Autoridades Ambientales de Aplicación Cooperantes (AAAc) (Narváez, 2014).
- **Autorizaciones administrativas y de control.-** Son las técnicas más importantes y eficaces. Se tiene entre los instrumentos las autorizaciones, bajo el cumplimiento de requisitos en la normativa jurídica vigente; los permisos, reconoce el derecho como excepción ante la prohibición en la normativa jurídica; la licencia, que es un derecho o atribución específica a una actividad; la concesión, que transfiere un poder, atribución o capacidad a un particular para una actividad o servicio y las sanciones administrativas son instrumentos complementarios (Narváez, 2014).

 - **Evaluaciones de impacto ambiental.-** El instrumento de instrumentos, que controla la aplicación de la gestión pública ambiental y otros instrumentos de la misma política. Implementa medidas de prevención y evaluación integral para identificar los impactos reales y potenciales en el ambiente por una actividad o proyecto, concretamente a las variables ambientales del medio físico, agua, aire, suelo y clima, del medio biótico, flora, fauna y hábitat, medio sociocultural y salud pública. Los impactos ambientales varían del tipo y naturaleza, magnitud, extensión, ocurrencia, duración, incertidumbre, reversibilidad e importancia. La evaluación de impactos ambientales está formado por los siguientes componentes: (Narváez, 2014).
 - **Tamizado.-** Establece si es necesario el estudio de impacto ambiental antes de la ejecución de un proyecto o actividad (Narváez, 2014).
 - **Alcance.-** Es el enfoque, métodos, técnicas, profundidad y detalle de la investigación del estudio en el proceso de evaluación (Narváez, 2014).
 - **Estudio de impacto ambiental.-** Se realiza en función de los términos de referencia, y es un conjunto documental que valor e reconoce los impactos ambientales de una actividad, que debe contener medidas correctivas y programas de vigilancia (Narváez, 2014).

- **Revisión y decisión de autoridad.**- Se documenta y responde a una calificación objetiva de los resultados, se puede realizar modificaciones a la actividad, incorporar alternativas, efectuar correcciones, análisis complementarios o nuevos y se hará mayor hincapié a la participación ciudadana obligatoria, previa a la presentación del estudio, que luego de su aprobación otorga la licencia ambiental (Narváez, 2014).
- **Seguimiento.**- Asegurar el cumplimiento del plan de manejo incorporado al estudio de impacto ambiental (Narváez, 2014).
- **Participación ciudadana.**- Es la vinculación activa que otorga el Estado a los ciudadanos, mediante diversos mecanismos para acceder a la información. La consulta es de mayor importancia, y se realiza para incorporar criterios ciudadanos a una decisión Estatal (Narváez, 2014).

2.3.3.2. Instrumentos Económicos

Están orientados a la corrección de las disfunciones ambientales por medio del sistema de precios en el mercado. Se parte con la idea que el medio ambiente posee un valor económico que se puede medir y gestionar, a pesar de ciertas críticas. Cuando al realizar una actividad que genera impactos y es la comunidad quien soporta los costos producidos, se conoce como externalidades, y es un precio que no se encuentra dentro del precio de bienes y servicios. También se encuentra la internalización de costos, con el principio de “quien contamina, paga”, que no busca la optimización, ni el nivel de contaminación ideal, ni tampoco la internalización total, solo considera lo exigido por las regulaciones. Entre los instrumentos que se cuenta están: (Narváez, 2014).

- **Cargas.**- Involucra un costo o precio por usar elementos de la naturaleza. Relacionado más por la emisión de contaminantes (Narváez, 2014).
- **Ayudas financieras o subvenciones.**- Enfocadas a incentivar accionares en favor del entorno natural. Las subvenciones son préstamos blandos o beneficios fiscales (Narváez, 2014).

- **Sistemas de consignación.-** Precio agregado a potenciales productos contaminantes (Narváez, 2014).
- **Creación de mercados.-** Uso de elementos naturales y pueden ser negociados por los agentes del mercado (Narváez, 2014).
- **Sistemas de aseguramiento.-** Es una medida regulatoria, que obliga poseer un seguro por el presunto daño ambiental que se provocaría (Narváez, 2014).
- **Incentivos para asegurar el cumplimiento.-** Es una garantía de pagos de los administrados sino se llegara a cumplir con los estándares administrativos establecidos (Narváez, 2014).

2.4. INFRAESTRUCTURAS DEL SECTOR TRANSPORTE, AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO Y RESIDUOS SOLIDOS URBANOS

2.4.1. SECTOR TRANSPORTE

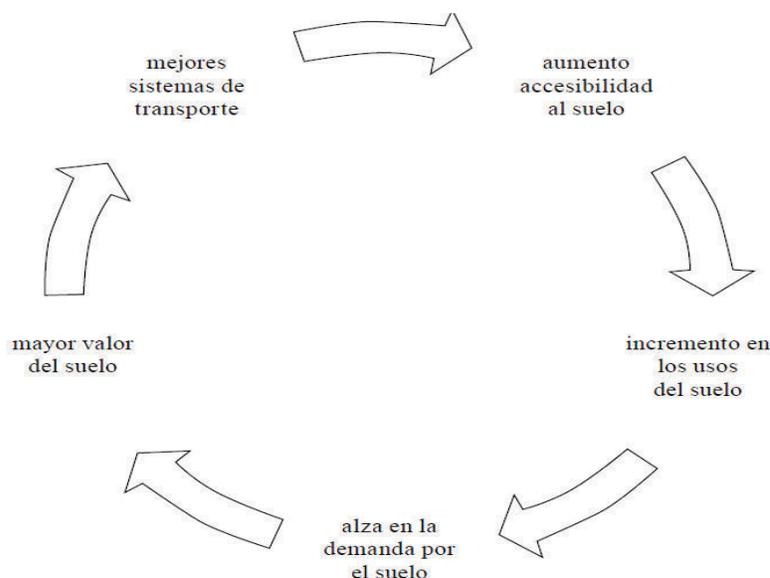
Un sistema de transporte es aquel que lleva a bienes o personas de un punto a otro en el espacio geográfico, en este proceso se necesita de una infraestructura donde se efectúa la acción, vehículo para el transporte, un conductor y los servicios que ayudan a la actividad. Existen dos tipos: de carga y de pasajeros, que para llegar a un sistema sostenible tiene que ser eficiente y con emisiones de CO₂ prácticamente nulas donde su objetivo es vincular elementos distantes, que según el uso del suelo se desarrollan distintas actividades a las cuales la población necesita acceder, por lo tanto, el transporte se relaciona directamente con el uso del suelo (Farías, 2012).

Según el uso de suelo se tiene actividades en la zona y un requerimiento de transporte, que a mayor disponibilidad de transporte, mayor accesibilidad, que incrementa el valor del suelo en un 90%, siendo mayor su demanda y aumentando su uso, con rentabilidades altas y rentas elevadas, es un proceso cíclico. Al ser más accesible el costo de transporte disminuye. Sin embargo, este

ciclo tiene un límite, cuando el equilibrio se rompe, el ciclo se convierte de minusvalías urbanas.(Farías, 2012). Ver figuras 2.6. y 2.7.

Este sector afecta a la competitividad y ayuda al desarrollo de otros sectores productivos, al transportar insumos, productos y personas, por lo cual, es una demanda indirecta porque los agentes económicos no lo usan como un bien final.

FIGURA 2.6 CÍRCULO VIRTUOSO DE LA RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y EL VALOR DEL SUELO.



FUENTE: (Farías, 2012).

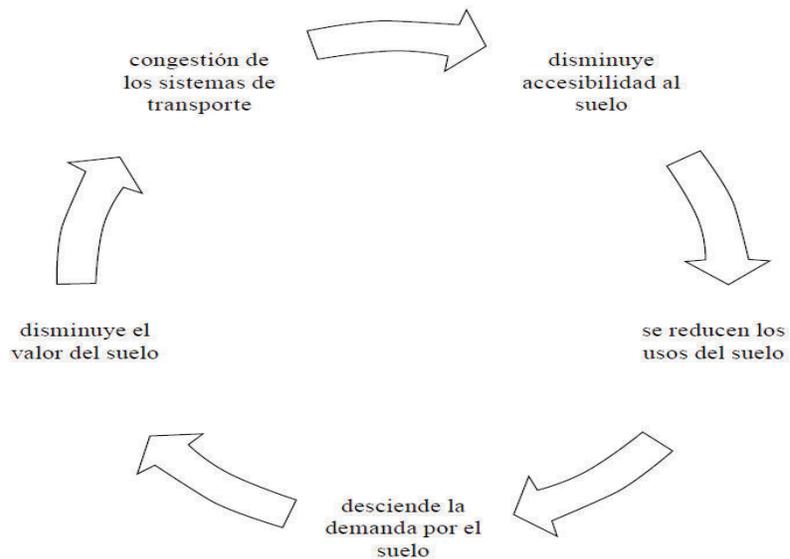
ELABORADO POR: Lorena Farías.

Existe el transporte urbano e interurbano, el primero, se divide en transporte de carga y personas, este último en público y privado, el público basado en consumo de combustible diesel y el privado a gasolina en su gran mayoría y también puede ser no motorizado (Ruíz & Samaniego, 2013). Ver tabla 2.2.

Las emisiones aumentan con el crecimiento económico, aumento en el número y uso de vehículos, uso de transporte privado y mayor número de viajes a mayores distancias debido a la veloz y creciente urbanización de las ciudades que genera mayor demanda, en el transporte privado sobre público siendo este último de

menor emisión por pasajero, lo que fomenta la congestión y sumado a vehículos ineficientes colabora con la contaminación del aire. Por lo tanto el sector tiene un gran potencial para disminuir emisiones mediante el desincentivo al uso de transporte privado e incentivos para comprar vehículos eficientes (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

FIGURA 2.7 CÍRCULO DE MINUSVALÍAS DE LA RELACIÓN ENTRE EL SISTEMA DE TRANSPORTE URBANO Y EL VALOR DEL SUELO.



FUENTE: (Farías, 2012).

ELABORADO POR: Lorena Farías.

TABLA 2.2 CLASIFICACIÓN MEDIOS DISPONIBLES DE TRANSPORTE URBANO DE PERSONAS

	MEDIOS MOTORIZADOS	MEDIOS NO MOTORIZADOS
Transporte Privado	Automóvil	Caminata
	Taxi	Bicicleta
Transporte Público	Buses, Autobuses y Colectivos	No Aplica
	Trolebuses y Tranvías	
	Ferrocarril y Metro	

FUENTE: (Ruíz & Samaniego, 2013)

ELABORADO POR: (Ruíz & Samaniego, 2013)

El sector transporte es responsable del mayor aumento de consumo de petróleo con un 58% a nivel mundial, del 25% del consumo de energía a nivel mundial,

además aporta con el 14% de las emisiones de GEI y el 20% de las emisiones de CO₂, lo que influye directamente en que permanezca constante la intensidad energética e intensidad carbónica (que es la cantidad de carbono de la energía consumida). Así, es primordial actuar con tecnologías híbridas que bajen las emisiones en 2Gt de CO₂ de las 8,7Gt de CO₂, estimadas. La energía para el sector en un 95% se la consigue de combustibles fósiles, como diésel y gasolina. A partir del uso energético se tiene la emisión de CO₂ (Samaniego, 2009). Ver tabla 2.3.

TABLA 2.3 USO ENERGÉTICO DEL TRANSPORTE A NIVEL MUNDIAL, POR TIPO. AÑO 2000

MODO	USO ENERGÉTICO (EXAJOULES)	PORCENTAJES
Vehículos ligeros	34,2	44,5%
Vehículos de doble rueda	1,2	1,6%
Transporte de carga pesada	12,48	16,2%
Transporte de media carga	6,77	8,8%
Buses	4,76	6,2%
Trenes	1,19	1,5%
Aviones	8,95	11,6%
Barcos	7,32	9,5%
TOTAL	76,87	100%

FUENTE: (Samaniego, 2009)

ELABORADO POR: Diego Estrella

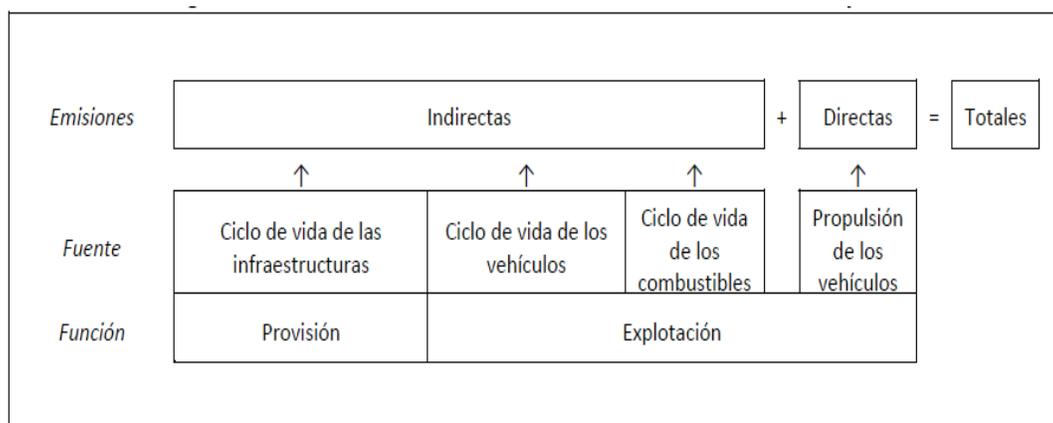
Para reducir las emisiones en el sector se fija en la mejora de la oferta, con un aumento de la participación modal que son modos más limpios, reducción de transporte privado con incremento del uso de transporte público y mejora en tecnología. Pero no solo se debe actuar en el sistema de transporte propio sino mejorar la distribución de los espacios que se realizan las actividades en la ciudad para facilitar su vinculación, es decir, actuar sobre la oferta y demanda (Fariás, 2012).

Con el fin de obtener un sistema sostenible se presenta un paradigma, que promueve el cambio modal, que se basa en la comodidad, que su fin es la

eficiencia del transporte y sus servicios, en una distribución modal, para cada viaje, mediante la optimización de los medios de transporte con su posible combinación, cumpliendo el trayecto del viaje eficientemente, según las alternativas que sean más convenientes, lo que permite reducir costos en logística y transporte, que es un beneficio económico y social, en cuanto a lo ambiental se tiene la eficiencia energética, además se tiene la reducción de externalidades (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

En el desarrollo de infraestructuras se tiene tres metas. La primera es evitar la demanda, la segunda es proporcionar transporte más limpios y el tercer lugar elevar la eficiencia de la tecnología. Es así, que se debe considerar tanto las emisiones directas, concernientes a la propulsión de los vehículos, como también las emisiones indirectas. (Claro, 2003). En busca de alcanzar la reducción de emisiones, se tiene tres ejes principales de estrategia, eficiencia en el uso de los combustibles, nuevos motores, materiales y diseños, energías más limpias con nuevos combustibles y sistemas de propulsión, mejorar el sistema información y comunicación. Se espera que la eficiencia del combustible sea la principal forma de reducir las emisiones, además de reducir la actividad del sector transporte (Ruíz & Samaniego, 2013). Ver figura 2.8. y 2.9.

FIGURA 2.8 EMISIONES TOTALES DE UNA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE.



FUENTE: (Claro, 2003).

ELABORADO POR: Edmundo Claro

Para reducir las emisiones de GEI en el sector transporte, se tiene cuatro motivos: el viaje no se realiza, aumento de viajes no motorizados como caminatas o bicicletas, aumento y mayor eficiente en los viajes del transporte público e incremento de eficiencia de viajes privados (Ruíz & Samaniego, 2013) Ver figuras 2.10 y 2.11.

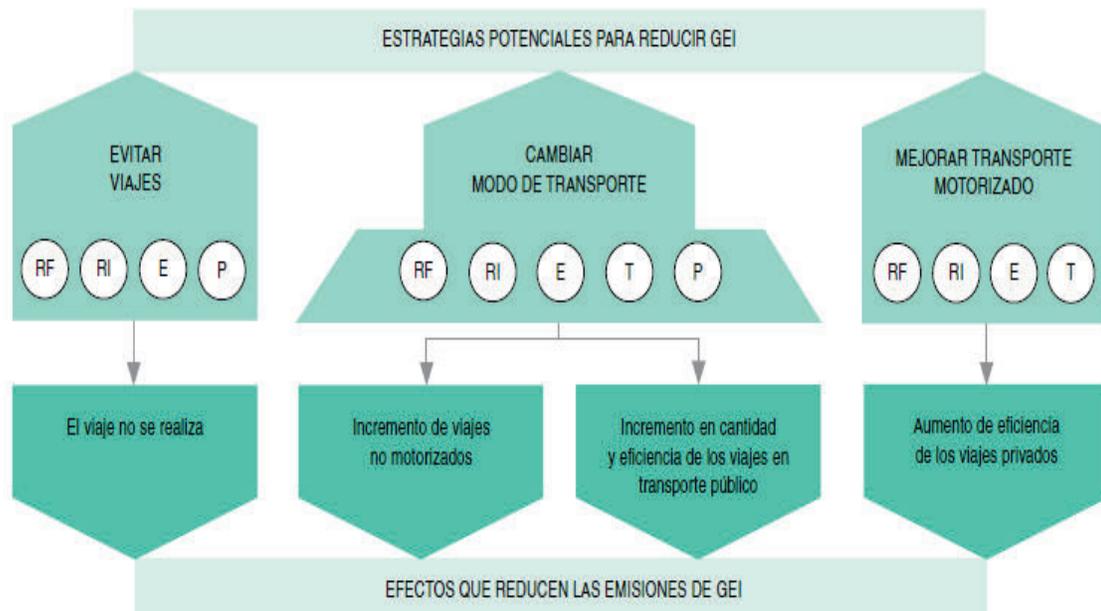
FIGURA 2.9 FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LAS EMISIONES DE TRANSPORTE.



FUENTE: (Ruíz & Samaniego, 2013)

ELABORADO POR: Proyecto Estrategias de desarrollo bajo en carbono en megaciudades de América Latina.

FIGURA 2.10 ESTRATEGIAS PARA REDUCIR GEI, INDICANDO LA REGULACIÓN AMBIENTAL APLICABLE Y EFECTOS QUE CAUSAN.



FUENTE: (Ruíz & Samaniego, 2013)

ELABORADO POR: Proyecto Estrategias de desarrollo bajo en carbono en megaciudades de América Latina.

FIGURA 2.11 CLASIFICACIÓN DE TIPO DE REGULACIONES.

FUENTE: (Ruíz & Samaniego, 2013)

ELABORADO POR: Proyecto Estrategias de desarrollo bajo en carbono en megaciudades de América Latina.

2.4.2. SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Las emisiones de GEI dependerá del país, pero un 85% de ellas, responden a la energía utilizada y a la cantidad de materia orgánica presentes en los residuos cloacales. El uso de energía se encuentra en las siguientes actividades:

- Captación y traslado desde las fuentes (energía para captar de ríos y fuentes subterráneas, bombeo a reservorios y plantas de tratamiento).
- Tratamiento del agua (depende de la calidad de la fuente, bombeo y potabilización)
- Distribución del agua (energía para la distribución para la red de consumo)
- Consumo de agua en los hogares (bombeo, y calentamiento)
- Tratamiento de aguas residuales (energía en recolección, bombeo, depuración, aireación y otros procesos) (Ruíz & Samaniego, 2013).

La energía consumida depende de factores como calidad del agua, geografía del terreno, densidad poblacional, porcentaje de pérdidas, tecnología utilizada. Así, en este sector se tiene factores: controlables, parcialmente controlables y no controlables (Ruíz & Samaniego, 2013) Ver tabla 2.4.

TABLA 2.4 FACTORES DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR ETAPAS EN EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

FACTORES DETERMINANTES DEL CONSUMO ENERGÉTICO POR ETAPA			
ETAPA	CONTROLABLE	PARCIALMENTE CONTROLABLE	NO CONTROLABLE
Extracción		Volumen	Tipo de fuente
Tratamiento	Calidad del producto	Calidad agua cruda	
Transporte-Distribución	Nivel de pérdidas	Calidad servicio (presión)	Distancia a centros de consumo Condiciones topológicas del área de servicio Densidad poblacional
Tratamiento agua residual	Nivel tratamiento requerido	Escala de planta	

FUENTE: (Ruíz & Samaniego, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella.

Las medidas controlables son mecanismos de adaptación y mitigación, como condiciones de eficiencia propias de cada empresa, que es el caso del bombeo. En la producción de agua, el uso de energía, dependerá de la fuente, donde la fuente de mayor consumo de energía es el agua desalinizada, cinco veces más que la subterránea salobre, siendo la tercera. La segunda es el agua subterránea con dos tercios de energía de la subterránea salobre y el doble del agua recirculada, y el agua superficial es casi nulo el uso de energía (Ruíz & Samaniego, 2013).

La disponibilidad del agua es una variable fija, por lo que su composición estará dada, limitando la reducción de emisiones. En cuanto, al transporte y distribución, se tiene factores fijos como, la distancia a los centros de consumo y la topología del área, otros factores normativos como la presión, donde sí se puede actuar con medidas de mitigación (Ruíz & Samaniego, 2013).

La emisión de GEI producida por aguas residuales conjuntamente con los residuos sólidos corresponde al 5% a nivel mundial, por lo que es preponderante una complementación de infraestructuras tecnificadas, que permitan tratar las aguas servidas y al mismo tiempo que el servicio crezca en cobertura (Noyola, s/a).

El tratamiento de aguas residuales depende de factores normativos, regulatorios y tecnológicos, como el nivel de tratamiento o el tamaño de planta, se puede reducir la cantidad de energía mediante mancomunidades, donde una misma planta sirva para varios centros poblados cercanos. Este sector presenta una fuente de GEI, como el CO₂ y metano debido a la carga orgánica, es así, que mientras menor sea la carga orgánica, menor será las emisiones de GEI, esta fuente representa el 18% de las emisiones totales de fuentes antrópicas de un país (Noyola, s/a).

La intención por abarcar la mayor cobertura del servicio es obstaculizada por el crecimiento de la urbanización, que se analiza en base a dos puntos:

- Extracción de agua, donde se destina para el consumo doméstico y para riego. Cuando el porcentaje utilizado es mayor en el riego, muestra que el déficit de agua potable es por la falta de infraestructuras, y no a la disponibilidad, ya que se tiene abundantes fuentes de recursos hídricos (Machinea, Bárcena, & Arturo, 2005)
- La cobertura del servicio tiene un grado de aceptabilidad, pero la tarea pendiente es en saneamiento, que obliga acudir a alternativas que afectan en el medio ambiente, al descargarse directamente en cuerpos hídricos (Machinea, Bárcena, & Arturo, 2005)

En el propósito de mejorar el servicio se puede optar en la autonomía del sector, apartándolo de otras políticas, y otorgando el poder en cuanto a las competencias a los gobiernos locales para que presten el servicio. Tomando en cuenta las tarifas que permitan la sostenibilidad económica y financiera que prestan el servicio, en donde se involucra a grupos de bajos recursos que necesitan de subsidios (Machinea, Bárcena, & Arturo, 2005).

Para la reducción de emisiones de GEI en el sector hay que enfocarse en la gestión de la demanda y en la gestión de la oferta. La primera gestión con el objetivo de disminuir el consumo de agua, con una eficiencia en el uso de agua, permite disminuir el requerimiento de energía, porque es menos el volumen

extraído, potabilizado, distribuido y tratado. Además controlar el uso de agua caliente, porque aumenta los GEI por la energía requerida para calentar el agua, por lo tanto, es indispensable la toma de conciencia y sensibilización de los hogares, como consumidores finales. La segunda gestión es la adopción de tecnología más eficiente en términos energéticos, cálculo de pérdidas, tomando en cuenta el consumo de energía en ellas, control de vertidos a la alcantarilla, fomentar la cogeneración en plantas de tratamiento de aguas residuales, con el propósito de cubrir energéticamente a la planta usando el metano como generador de energía oxidando a CO₂, cuyo potencial de GEI es 23 veces menor (Machinea, Bárcena, & Arturo, 2005).

Se debe considerar dentro de las emisiones de GEI, la generación que se tiene durante las diferentes etapas de un proyecto, como la construcción, instalación, arranque, operación y mantenimiento, es decir, todo el ciclo de vida. En cuanto a la gestión de pérdidas, disminuye la brecha entre la demanda futura y la oferta incierta, por otro lado, reduce las emisiones de GEI, porque al minorar las pérdidas también lo hace el volumen extraído, potabilizado, distribuido y tratado de agua.

2.4.3. SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La gestión de residuos sólidos urbanos es una tarea encargada a los gobiernos locales, donde, por la concentración de comercio, industrias, social, económica y cultural producen una gran cantidad de residuos. Los mismos que rebasan la capacidad de absorción de los ecosistemas de las ciudades, por ende, su importancia de su disposición y procesamiento en sitios especializados (Ruíz & Samaniego, 2013)

A nivel global se tiene una generación de 1,3 mil millones de toneladas y se estima para el 2025 una cantidad de 2,2 mil millones de toneladas, aumentando de 1,2 a 1,4 kg/hab/día. Las tasas varían de un país a otro como de una ciudad a otra, con mayor generación en municipios con mejores ingresos. Es así, que se

relacionan con los niveles de urbanización, desarrollo económico y al crecimiento demográfico, porque el aumento de estos factores incentiva el incremento de RSU, que en su gran mayoría corresponde a materia orgánica, propicia para compostaje y digestión anaeróbica, pero no para la combustión de residuos a energía (Ruíz & Samaniego, 2013).

La gestión de RSU, está dentro de la planificación gestión urbana de las ciudades, porque la inadecuada intervención en el sector provoca impactos en la salud y medio ambiente, degradando la calidad de vida. Por lo tanto, para la gestión, se debe actuar desde la fuente con medidas preventivas y de disminución, con políticas y regulaciones, cambiando los aspectos culturales en la producción de desechos, mediante programas de reciclaje que separe lo orgánico, inorgánico y desechos reciclables, dando opciones para su disposición final y fortaleciendo la conciencia a que los desechos pueden ser reducidos. Para lo cual, se necesita una toma de conciencia del sector público y privado, con sistemas de recolección de basura que organice según el tipo de residuo con contenedores y con plantas de clasificación (Ruíz & Samaniego, 2013).

En el tratamiento de los residuos, se tiene tres opciones: vertederos a cielo abierto (incontrolados e informales), vertederos controlados y rellenos sanitarios, en estos últimos se debe considerar la quema de los gases o a la producción energética, porque de no hacerlo implica la generación de emisiones incluso mayores a un vertedero a cielo abierto. Esta recuperación del gas metano, implica una alta inversión tecnológica, alto grado técnico e institucional y un procesamiento adecuado de residuos, convirtiéndose en una alternativa difícil de implementar por sí sola, pero hay que considerar programas como Mecanismos de Desarrollo Limpio de las Naciones Unidas, para la recuperación del gas metano para mitigar y compensar las emisiones de GEI (Ruíz & Samaniego, 2013)

El reciclaje y la reutilización de RSU, es una actividad informal, además que muchos vertederos legales que no son considerados como rellenos al no cumplir con estándares mínimos, por el tratamiento inadecuado de los residuos. También

se observa la falta de infraestructura, experiencia técnica y financiamiento, que permita una correcta gestión de residuos. Otro factor que se deja de lado, es al reciclaje informal, que recuperan material en la fuente, en sitios de transferencia o en los mismos vertederos, por lo tanto, es importante su incorporación a planes y políticas para acrecentar las tasas de reciclaje, lo que permite reducir las emisiones de GEI, resultantes del transporte y la descomposición de los residuos en los rellenos, es decir, es una medida clave para la mitigación. La recolección debe ser planificada tomando en cuenta factores como el clima y cultura (Ruíz & Samaniego, 2013).

El sector no presenta un buen potencial de reducción de emisiones de carbono por el mínimo aporte de los residuos a las emisiones antropogénicas totales con un 3% de CO₂. Pese a esto, es indispensable la correcta gestión de los residuos tanto en su recolección como disposición para evitar impactos ambientales, en la salud y seguridad pública. La falencia en la recolección repercute cuando los residuos bloquean las alcantarillas, canales de desagüe ocasiona inundaciones. Mientras cuando los desperdicios son quemados al aire libre emiten dioxinas y furanos cancerígenos (Ruíz & Samaniego, 2013)

Adicionalmente los botaderos son una fuente de enfermedades que pueden transmitirse por insectos, roedores y aves, en general vectores y plagas, que afectan a la salud pública. Al mismo tiempo existe contaminación a las aguas superficiales y subterráneas producidas por infiltraciones. Pero el mayor impacto ocurre cuando no existen sistemas de recuperación de gases como el metano, ya sea para su manejo adecuado como biogás o quema para transformarlo en CO₂, que comparado con la emisión de metano es mejor (Altomonte, Fuentes, & Samaniego, 2013).

Los principales problemas son un marco legal que supera a la institucionalidad local y falta de capacidad técnica de gobiernos locales. En un contexto donde la deficiente planificación característica la ausencia de sitios para la disposición de residuos, que lleva a conflictos sociales con la población aledaña que rechaza la ubicación de rellenos cerca a sus viviendas (Naciones Unidas, 2011).

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA

3. ANÁLISIS DEL SECTOR TRANSPORTE, AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE QUITO.

Para iniciar con el análisis de los sectores es imprescindible iniciar citando los conceptos de huella ecológica y huella de carbono de la ciudad de Quito, la metodología utilizada para su cálculo, expresadas en toneladas de CO₂ equivalentes a partir del inventario de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

3.1. HUELLA ECOLÓGICA DE LA CIUDAD DE QUITO.

Es un indicador que muestra el estilo de vida de la sociedad, toma en cuenta la demanda de recursos y la relaciona con la capacidad del planeta de regenerar los recursos y absorber los residuos generados. Determina las áreas en hectáreas globales (gha) de suelo y agua biológicamente productivas que la población necesita, la cual se mide en hectáreas globales (gha). Se puede comparar la huella ecológica con la biocapacidad, que indica la capacidad de regeneración de la Tierra (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

La huella ecológica considera solo los desechos que pueden ser absorbidos por la biosfera y transformados en recursos en una escala de tiempo humano, como el dióxido de carbono a la atmósfera. Este indicador no toma en cuenta otras actividades como la toxicidad de químicos en el ambiente o la reducción de recursos no renovables. Es un indicador antropocéntrico que no asume a los ecosistemas ni biodiversidad. Aunque no se toma todos los impactos es un buen indicador de la insostenibilidad y denota los patrones de consumos a cualquier

nivel, local, nacional, regional o global (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

Se tiene tres factores en la huella ecológica que muestra la tendencia y magnitud en una sociedad, número de personas que consumen bienes, los bienes y servicios consumidos y la intensidad de recursos y desechos de los productos consumidos. Mientras en la biocapacidad existen dos factores que influyen en su volumen, el área real de los tipos de tierra y la productividad (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

3.1.1. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE QUITO

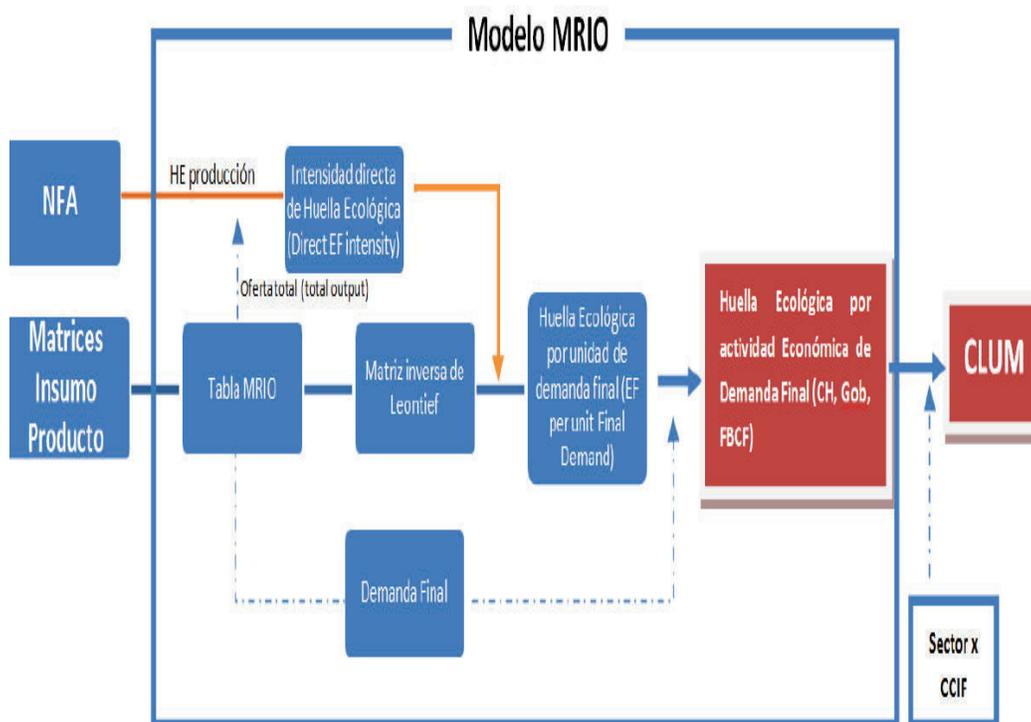
Las variables requeridas son: la huella a nivel nacional, tablas de ingresos como egresos económicos, tablas de concordancia de la distribución de la huella por sector, datos de respaldo económicos y energía a nivel local para aplicar la huella nacional a escala de la ciudad. Para el análisis a nivel de persona en el contexto de la huella ecológica se utiliza la matriz del uso de la tierra de consumo (CLUM) (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

Se obtiene la CLUM para Ecuador en base a tablas de ingreso y egreso económico, se lleva a condiciones de consumo y energía para la ciudad de Quito, considerando los patrones de consumo de Quito, con los respectivos ajustes a los precios por existir diferencias y utilizando los datos de gastos familiares, además de asumir una intensidad nacional promedio en el suministro de energía (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

Adicionalmente es necesario contar con la Cuentas Nacionales de Huella Ecológica (NFA), la Matriz Insumo Producto (Input Output Tables) y el Índice de Precios al Consumidor, que muestran el flujo monetario de la economía de un país.

Para obtener la matriz CLUM se usa el Modelo MRIO (Multi Regional Input Output), empleado para analizar los impactos ambientales por el consumo de una nación, como GEI, uso del suelo o uso del agua. El modelo MRIO usa matrices de insumo producto que resalta la conexión entre los diferentes sectores de producción, indagando la producción y el consumo de la economía (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014). Ver figura 3.1

FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODELO MRIO



FUENTE: (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

ELABORADO POR: Proyecto Huella Ecológica.

Para obtener los impactos ambientales respecto al consumo doméstico se tiene la siguiente fórmula y junto a las tablas de concordancia de CCIF (Clasificación del Consumo Individual por finalidades), que calcula la huella ecológica por unidad de demanda final.

$$EF = \alpha (I - A)^{-1} F \quad (3.1)$$

donde:

EF: Huella Ecológica

α : Coeficiente para la huella ecológica, es igual a la intensidad directa de la huella ecológica por unidad de oferta.

$(I - A)^{-1}$: Matriz inversa de Leontief

F: Demanda final.

α se obtiene de:

$$\frac{EF}{\alpha} = X \quad (3.2)$$

$$\alpha = \frac{EF}{X} \quad (3.3)$$

X: Oferta total

La huella ecológica según la matriz CLUM se divide en tres demandas específicas: Consumo en hogares, Gobierno y Formación Bruta de Capital Fijo. La primera se refiere a bienes y servicios para los hogares y representa el 81% y 83% de la huella ecológica a nivel nacional y de Quito respectivamente, la segunda es de materiales utilizados por el Gobierno para la realización de infraestructuras y la tercera son inversiones para la construcción de infraestructuras. A su vez, la huella ecológica asociada a consumo de hogares se divide en cinco categorías: alimentos, vivienda, transporte, bienes y servicios (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

Con la matriz CLUM de Ecuador se puede calcular la huella ecológica para Quito para cada categoría de consumo, adicionalmente contando con el gasto promedio de un hogar de Quito versus un hogar nacional. Este cálculo se lo realiza para cada categoría de consumo, con la fórmula:

$$HE_{DMQ} = HE_{Ecuador} \times \frac{Consumo_{Quito}}{Consumo_{Ecuador}} \quad (3.4)$$

donde:

HE_{QUITO}: Huella Ecológica de la ciudad de Quito, en base a la categoría de consumo

HE_{Ecuador}: Huella Ecológica del Ecuador, en base a la categoría de consumo.

Consumo_{QUITO}: Consumo del hogar promedio en Quito, en base a la categoría de consumo.

Consumo_{Ecuador}: Consumo del hogar promedio del Ecuador, en base a la categoría de consumo.

En cada categoría de consumo se tiene el promedio de gasto de Ecuador y de Quito, y mediante el factor Quito vs Ecuador, que compara los niveles de gasto para los dos casos, donde si es > 1 el gasto en Quito es mayor que en Ecuador, y si es < 1 el gasto a nivel de Ecuador es mayor. Siendo en la mayoría de casos mayor el consumo para Quito. Además de este análisis es importante incorporar el Índice de Precios al Consumidor, que proporciona los costos de productos principales para Quito y Ecuador (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

En la siguiente fórmula se obtiene el Factor HE:

$$Factor\ HE = \frac{Factor\ Gasto}{Factor\ IPC} \quad (3.5)$$

$$Factor\ Gasto = Gasto \frac{Quito}{Gasto\ Ecuador} \quad (3.6)$$

$$Factor\ IPC = IPC \frac{Quito}{IPC\ Ecuador} \quad (3.7)$$

Como resultado de este análisis se tiene que un quiteño promedio consume igual que un ecuatoriano promedio, a pesar que su gasto es el doble comparado a un ecuatoriano, pero al mismo tiempo los precios en la ciudad son igual el doble que a nivel nacional. Además el Factor_{HE} permite calcular el CLUM de Quito, en base al CLUM del Ecuador (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

En el caso de la ciudad de Quito, la huella ecológica del quiteño promedio es 2,4 gha/cápita, mientras que un ecuatoriano promedio es de 1,9 gha/cápita, mayor en

20%, de igual manera es mayor en todos los sectores en especial en movilidad con un 69%, provocado por una tasa de vehículos de 174 autos por cada 1.000 personas en Quito, por su lado la tasa del país es de 63 autos por cada 1.000 personas. En total la huella ecológica para Ecuador es de 25.2 millones de gha, con una biocapacidad de 30.3 millones de gha o, y para Quito la huella ecológica es de 4.8 millones gha (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

Tanto para Ecuador como para Quito, la categoría de alimentos tiene el mayor aporte a la huella ecológica con el 47% y 40%, para cada caso. La siguiente categoría es transporte con 21% para Ecuador y 25% para Quito. En el caso de bienes el Ecuador tiene un 18% y Quito el 21%. Para vivienda el 9% para Ecuador y 8% para Quito, en servicios el 5% para Ecuador y Quito (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014). Ver figuras 3.2 y 3.3

FIGURA 3.2 COMPARACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA ASOCIADA AL CONSUMO EN HOGARES EN ECUADOR Y QUITO



FUENTE: (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

ELABORADO POR: Diego Estrella

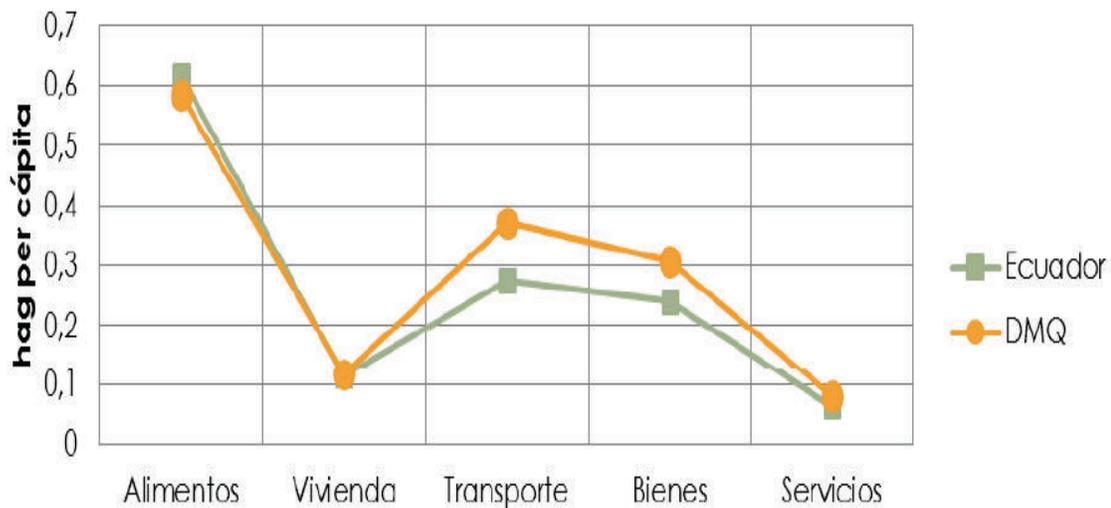
Si se compara la huella ecológica, las distintas categorías de consumo entre Ecuador y Quito, se evidencia que la disminución o aumento no es equivalente para las categorías, siendo similares o muy diferentes (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver tabla 3.1.

TABLA 3.1 HUELLA ECOLÓGICA DE ECUADOR Y QUITO POR CATEGORÍAS

Categoría de Consumo	HE Ecuador gha per cápita	HE Quito gha per cápita
Alimentación	0,62	0,58
Vivienda	0,11	0,12
Transporte personal	0,28	0,37
Bienes	0,24	0,31
Servicios	0,06	0,08

FUENTE: (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

FIGURA 3.3 HUELLA ECOLÓGICA PER CÁPITA DE ECUADOR Y QUITO.

FUENTE: (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

ELABORACIÓN: Proyecto Huella Ecológica.

3.1.2. HUELLA DE CARBONO DE LA CIUDAD DE QUITO

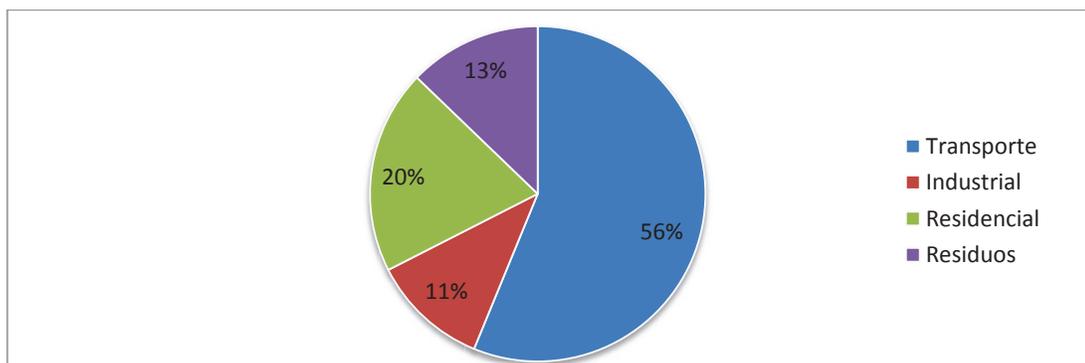
La huella de carbono se la considera la parte más grande de la huella ecológica en países con los mayores ingresos, y Ecuador a pesar de ser un país en vías de desarrollo, presenta la misma tendencia de incrementar su huella de carbono y entre las medidas para evitarlo se encuentra la eficiencia de energía con un enfoque en el consumo de energía, que ayudaría a reducir la huella de carbono (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2014).

Es una manera de cuantificar los impactos originados por la emisión de GEI emitidos a la atmósfera por las actividades antropogénicas y que inciden en el cambio climático. Es un indicador que genera una preocupación a nivel de consumidores, negocios, gobiernos e instituciones y es una herramienta de gestión (Servicios Ambientales S.A., 2014).

El inventario de emisiones de GEI, se realizó bajo la Norma Internacional ISO 14064:1, las herramientas de medición del Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol) y la metodología MC3 (Método Compuesto de las Cuentas Contables²) de Carbonfeel (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).

- **Alcance 1. Emisiones Directas de GEI:** Emisiones de GEI originadas dentro de los límites de la ciudad. Las emisiones son de reporte obligatorio según la NB-ISO 14064. (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).
- **Alcance 2. Emisiones Indirectas de GEI por energía:** Emisiones indirectas de GEI originadas en la generación de electricidad de origen externo, para el consumo y uso de la ciudad. Las emisiones son de reporte obligatorio, según la NB-ISO 14064. (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).
- **Alcance 3. Otras Emisiones Indirectas de GEI:** Las emisiones de GEI indirectas provenientes de las actividades de la ciudad que no son controlados por la ella, además de las producidas por el intercambio de bienes y servicios. Las emisiones son de reporte voluntario, según la NB-ISO 14064 (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).

La huella de carbono en la ciudad de Quito obtenido a partir de sectores primordiales como: Industrial, Residencial, Transporte y Residuos. Donde el 89% (4.589.061 t CO₂e) corresponde al sector transporte y residuos, que corresponde al alcance 1, de un total de 5.164.945 t CO₂e. Seguido de las emisiones de alcance 2 con un 11%, que son 575.884 t CO₂e, que corresponde a la electricidad consumida (Servicios Ambientales S.A., 2014). Ver figura 3.4

FIGURA 3.4 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD QUITO.

FUENTE: Servicios Ambientales S.A., 2014

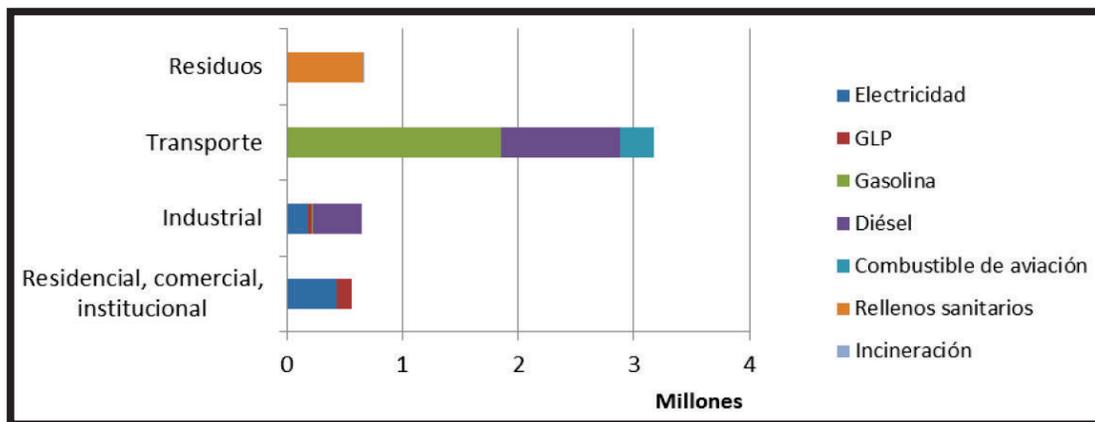
ELABORADO POR: Diego Estrella.

Sin embargo, existe una mayor cantidad y calidad de datos en cuanto al total de emisiones para el año 2011, con una base de datos del inventario de emisiones de GEI del 2009, que fueron publicados en el año 2013. Es decir, se tiene un retraso de cuatro años referente a los datos de emisiones de gases (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

De esta manera se tiene que para el año 2011 la huella de carbono de la ciudad de Quito es de 4'950.616 t CO₂e, que se encuentra dividida de la siguiente manera: el sector transporte con el 63%, 3'093.983 t CO₂e, le sigue el sector de residuos sólidos con el 13%, 662.159 t CO₂e, en tercer lugar el sector industrial con el 13%, 635.881 t CO₂e, y al último el sector residencial, comercial e institucional con el 11%, 558.593 t CO₂e (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver figura 3.5.

Al igual que los datos considerados como los más actuales, los registros del año 2011 enmarcan porcentajes similares en cuanto al alcance 1 que se refiere al consumo de combustibles fósiles y residuos sólidos con el mayor porcentaje de 88%, 4'343.044 t CO₂e. De la misma manera la electricidad que corresponde al alcance 2 tiene un porcentaje de 12%, 607.572 t CO₂e. Es decir si comparamos con los datos más actuales, se mantiene la misma tendencia de los sectores en sus emisiones de GEI (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver figura 3.6

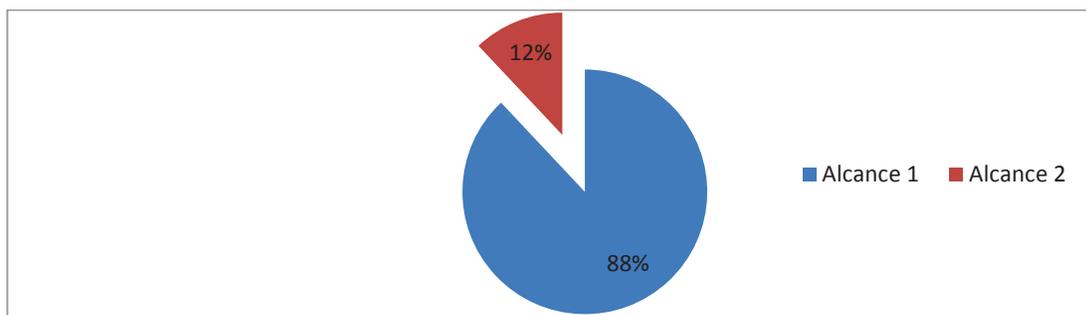
FIGURA 3.5 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD DE QUITO SEGÚN NIVEL Y FUENTES DE EMISIÓN EN TONELADAS DE CO₂e.



FUENTE: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

FIGURA 3.6 HUELLA DE CARBONO SEGÚN ALCANCE, EN PORCENTAJE.



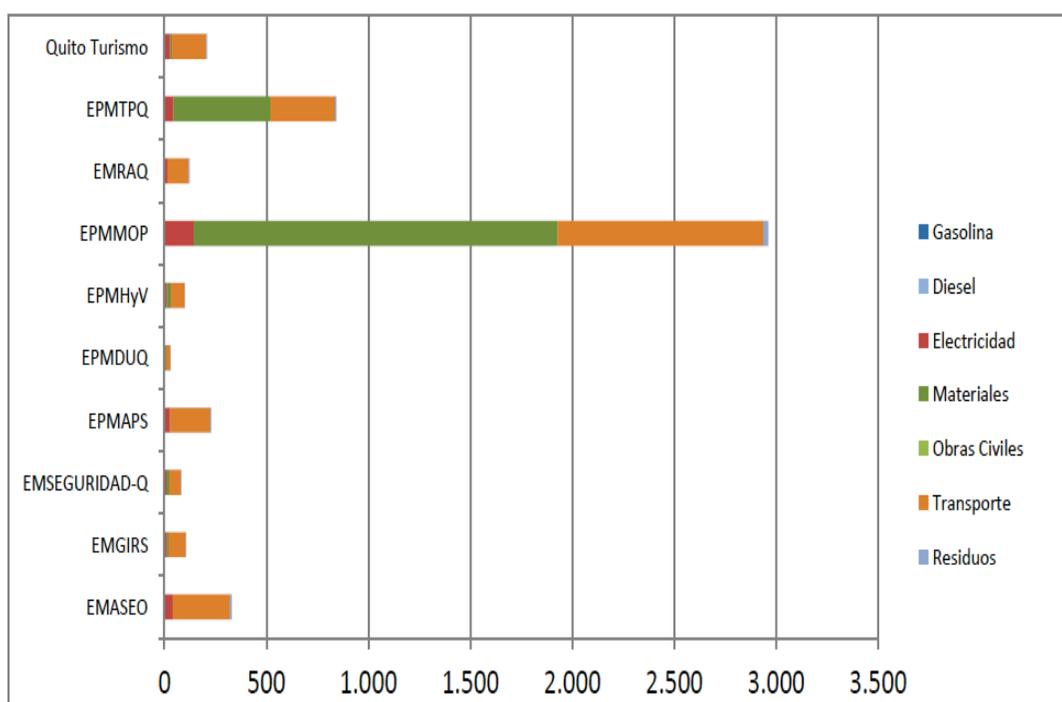
FUENTE: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: Diego Estrella.

A nivel de empresas metropolitanas también es importante mencionar el aporte a la huella de carbono total de la ciudad con 5.013 t CO₂, que se dividen en 93% correspondiente a emisiones del alcance 3 y el restante 7% respecto a las emisiones del alcance 2. Siendo las empresas metropolitanas con mayores emisiones y huellas de carbono, Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas (EPMMOP) con 2.961 t CO₂ y un 59% de la huella de carbono a nivel de empresas metropolitanas y el 8% del total de la huella de carbono de la ciudad, Empresa Pública Metropolitana de Transporte Público Quito (EPMTQP) con 843 t CO₂ que es el 17% a nivel de empresa metropolitana, Empresa

Metropolitana de Aseo (EMASEO) con 329 t CO₂ que significa el 7%, estas dos empresas últimas sumadas representan un 3% de la huella de la ciudad y la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS) con un 229 t CO₂, que corresponden a los sectores de transporte, residuos sólidos, agua potable y saneamiento (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver figura 3.7

FIGURA 3.7 HUELLA DE CARBONO SEGÚN EMPRESA METROPOLITANA Y FUENTES DE EMISIÓN, EN TONELADAS DE CO₂e.



FUENTE: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: Proyecto Huella Ecológica

En base a la energía consumida por las empresas metropolitanas, EPMMOP, EPMTPO y EMASEO, que concierne al alcance 1, energía eléctrica se tiene un 7% de la huella de carbono a nivel de empresas, las mismas que se expresa en emisiones (t CO₂e) y que además representa un costo monetario excesivo que deben cubrir las empresas para su funcionamiento (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver tabla 3.2

TABLA 3.2 CONSUMO DE RECURSOS, COSTOS Y EMISIONES A NIVEL DE EMPRESAS METROPOLITANAS EN LA CIUDAD DE QUITO.

Empresas	Personal	Consumo	Costo US\$	Emisiones toneladas de CO ₂ e
EMASEO	281	210.750	19.159	40
EMGIRS	85	63.750	5.795	12
EMSEGURIDAD-Q	58	43.500	3.955	8
EPMAPS	196	147.00	13.364	28
EPMDUQ	23	17.250	1.568	3
EPMHyV	68	51.000	4.636	10
EPMMOP	1.004	753.000	68.455	143
EMRAQ	104	78.000	7.091	15
EPMTPQ	314	235.000	21.409	45
Quito Turismo	192	144.000	13.091	27
TOTAL	2.325	1.596.250	158.523	331

FUENTE: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: Diego Estrella

Las empresas metropolitanas que corresponden a los tres sectores de análisis, muestran un consumo de energía superior, estas son: EPMMOP, EPMTPQ, EMASEO Y EPMAPS. Lo que refleja mayores emisiones de las mismas empresas metropolitanas (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

3.1.3. INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN QUITO

El inventario considera cinco sectores, entre ellos, energía, procesos industriales, agricultura, en un solo sector el uso del suelo, la silvicultura y cambio del uso del suelo (USCUSS) y desperdicios. Mostrando valores a nivel mundial de 49 Gt CO₂e en el año 2004, el 77% es CO₂, el 14% CH₄, EL 8% N₂O Y 1% HFC's, PFC's y SF₆. En cuanto al Ecuador, para el año 2006 se estimó 410 t CO₂e, que es el 0,8% a nivel mundial. En referencia a la situación de Quito, se puede mencionar que las emisiones de GEI indirectas llegaron a 4'912.530 t CO₂e/año y

las emisiones de GEI directas son de 6'180.065 t CO₂e, donde el 57% pertenece al sector de energía, 18% USCUS, 18% desperdicios y el 7% a la agricultura. El sector de energía y desechos, son de interés para este estudio, ya que, el primero se relaciona al transporte y electricidad, que consumen combustibles fósiles, y segundo, desechos considera las emisiones de rellenos sanitarios (Secretaría de Ambiente - MDMQ, 2014). Ver tablas 3.3 y 3.4

TABLA 3.3 EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA CIUDAD DE QUITO 2011 (Gg/año).

CATEGORÍAS DE FUENTES GASES DE EFECTO INVERNADERO	CO₂	CH₄	N₂O	NO_x	CO	NMVOC	SO₂
ENERGÍA	3501,72	0,64	0,03	25,73	196,26	36,8	4,48
PROCESOS INDUSTRIALES	0	0	0	0	0	1,14	0,09
AGRICULTURA	0	6,02	1,05	0,08	1,88	0	0
USCUS	1072,2	1,38	0,01	0,34	12,08	0	0
DESPERDICIOS	0	50,61	0,12	0	0	0	0
TOTAL	4573,92	58,65	1,21	26,15	210,21	37,93	4,57

FUENTE: (Secretaría de Ambiente - MDMQ, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

TABLA 3.4 EMISIONES GEI DIRECTOS EN LA CIUDAD DE QUITO 2011 (Toneladas de CO₂e/AÑO).

CATEGORÍAS DE FUENTES GASES DE EFECTO INVERNADERO	CO₂	CH₄	N₂O	TOTAL
ENERGÍA	3.501.720,4	13.498,5	10.079,0	3.525.297,8
PROCESOS INDUSTRIALES	0,0	0,0	0,0	0,0
AGRICULTURA	0,0	126.386,6	324.102,2	450.488,8
USCUS	1072.196,7	28.985,0	2.941,6	1.104.123,4
DESPERDICIOS	0,0	1.062.837,0	37.318,0	1.100.155,0
TOTAL	4.573.917,0	1.231.707,2	274.440,7	6.180.065,0

FUENTE: (Secretaría de Ambiente - MDMQ, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

3.1.4. CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE QUITO

La ciudad de Quito, cuenta con una Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito, que lo realiza ya 10 años sin interrupción. La REMMAQ está formada por 8 estaciones automáticas en línea y 36 manuales, que remite la información de la calidad del aire de la ciudad. Para este objetivo se mide los parámetros normados en la Norma Ecuatoriana de Calidad de Aire (NECA), los cuales son, con sus respectivas concentraciones: Monóxido de Carbono (CO: 54%), Dióxido de Nitrógeno (NO₂: 14,6%), Dióxido de Azufre (SO₂: 77%), Ozono (O₃ 30%), Material Particulado PM₁₀: 44% y PM_{2.5} 33% y Benceno. Que presentan una cierta disminución gracias a las acciones tomadas en la mejora de combustibles, acceso a mejores tecnologías vehiculares, revisión técnica vehicular, controles a industrias de alto impacto y la incorporación de la medida de pico y placa que ayudó a disminuir la contaminación en horas pico. No obstante, es importante seguir con nuevas propuestas que alivie el tráfico, mejore el transporte público y reduzca la contaminación. Con el afán de cumplir con los parámetros de calidad del ambiente, ya que, se tiene una mejoría en la calidad del aire no se cubre todos los estándares. Principalmente por las emisiones provenientes de fuentes móviles, que es producido por el crecimiento del parque automotor, que conlleva el incumplimiento de la norma de calidad de aire, lo cual ocasiona afectaciones a la salud de la población y a su calidad de vida (Secretaría de Ambiente, 2013).

En material particulado PM₁₀, se observa que supera el límite impuesto por la NECA en la estación Carapungo. El promedio anual es de 50 µg/m³, el límite máximo diario es 150 µg/m³, por lo cual la estación Los Chillos lo excede en solo un día. La concentración se relaciona con el nivel de precipitaciones, mientras épocas de lluvia las concentraciones disminuye y época seca el material particulado tiene resuspensión (Secretaría de Ambiente, 2013). Ver tabla 3.5

En material particulado PM_{2.5}, se tiene un el límite impuesto por la NECA para el promedio anual es de 15 µg/m³, excediendo este parámetro en todas las estaciones que lo monitorean, aunque no tiene un excedente elevado. Para el máximo diario el límite es de 65 µg/m³, que no se puede sobrepasar más de dos

veces al año, por lo cual la estación El Camal lo excede en solo un día. La procedencia es del escape de fuentes móviles que utilizan combustibles fósiles, por lo cual, al existir mayores congestiones su concentración aumenta, como en épocas lluviosas, en cambio, en vacaciones escolares las concentraciones disminuye al reducir el tráfico (Secretaría de Ambiente, 2013). Ver tabla 3.6

TABLA 3.5 CONCENTRACIONES MEDIAS ANUALES DE PM₁₀ Y MÁXIMOS DIARIOS (µg/m³), 2013.

PM ₁₀ 2013, µg/m ³	Belisario	Cotocollao	El Camal	Jipijapa	Los Chillos	Tababela	Carapungo	Guamani	Tumbaco
Promedio Anual	26	30	44	29	32	24	53	38	35
Máximo Diario	46 01/ene	47 23/ago	142 5/ago	46 12/jun	298 31/may	50 22/sep	133 25/jul	86 27/jul	67 20/jun

FUENTE: (Secretaría de Ambiente, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

TABLA 3.6 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE PM_{2,5} Y MÁXIMOS DIARIOS (µg/m³), 2013

PM _{2,5} 2013, µg/m ³	Belisario	El Camal	Carapungo	Centro	Cotocollao
Promedio Anual	17	21	18	18	17
Máximo Diario	34(5/ago)	66 (12/jun)	61 (23/ago)	41 (31/may)	37 (01/ene)

FUENTE: (Secretaría de Ambiente, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

El dióxido de azufre, tiene sus emisiones por parte de fuentes móviles en un porcentaje minoritario, su mayor presencia se debe a las industria y termoeléctricas. Es así, que en época de vacaciones disminuye la concentración al reducir el tráfico y menor generación en termoeléctricas. La NECA, expone un valor permisible de 500 µg/m³, en 10 minutos, 350 µg/m³ para 24 horas y para el promedio anual es de 80 µg/m³ (Secretaría de Ambiente, 2013). Ver tabla 3.7

TABLA 3.7 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE SO₂ Y MÁXIMOS DIARIOS (µg/m³), 2013.

Dióxido de Azufre SO ₂ Anual µg/m ³	Cotocollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Centro	Tumbaco	Los Chillos
Promedio Anual	3,29	3,94	4,84	6,66	4,16	4,97	10,09
Máximo diez Min	78,15 (7/may)	162,95 (11/nov)	101,41 (17/dic)	196,36 (2/dic)	62,94 (22/ene)	210,18 (9/oct)	313,98 (2/abr)
Máximo promedio diario	13,25 (23/ene)	12,6 (11/nov)	15,29 (23/ene)	25,01 (1/dic)	15,14 (23/ene)	13,42 (4/abr)	27,8 (23/ene)

FUENTE: (Secretaría de Ambiente, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

El monóxido de carbono no superó la NECA, en períodos de 1 hora (30mg/m³) una vez al año, ni en períodos de 8 horas (10 mg/m³). Sus concentraciones son provocadas por el tráfico vehicular, acentuándose con temperaturas bajas y reduciéndose al disminuir el tráfico en vacaciones (Secretaría de Ambiente, 2013) Ver tabla 3.8

TABLA 3.8 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE CO Y MÁXIMOS DIARIOS (mg/m³), 2013.

Monóxido de Carbono, CO Anual mg/m ³	Cotocollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Centro	Guamani
Promedio Anual	0,47	0,57	0,66	0,81	0,76	0,6
Máximo Horario	3,66 (4/abr)	11,9 (5 dic)	3,23 (3/may)	4,96 (9/ene)	4,01 (5/mar)	3,35 (30/nov)
Máximo Promedio 8 Horas	1,71 (22/ene)	2,47 (2/ene)	1,84 (23/oct)	3,6 (22/oct)	2,09 (3/may)	1,61 (28/may)

FUENTE: (Secretaría de Ambiente, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

El Ozono Troposférico, para una hora de medición no debe exceder de 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, más de una vez al año. La máxima para ocho horas es de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Las mayores concentraciones se tienen en el mes de septiembre que presenta mayor insolación, y se reduce en épocas de lluvia (Secretaría de Ambiente, 2013). Ver tabla 3.9

TABLA 3.9 CONCENTRACIONES MEDIAS MENSUALES DE O₃ Y MÁXIMOS DIARIOS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 2013.

Ozono, O ₃ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Cotacollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Centro	Guamani	Tumbaco	Los Chillos
Promedio Anual	20,9	26	21	22,8	23,6	30,7	25,5	24,6
Máximo Horario	87,82 (21/sep)	134,06 (11/oct)	106,31 (15/feb)	108,14 (21/sep)	113,75 (21/sep)	121,78 (21/sep)	116,64 (21/sep)	127,78 (10/feb)
Máximo Promedio 8 Horas	73,64 (21/sep)	86,8 (21/sep)	85,15 (21/sep)	96,89 (21/sep)	97,7 (21/sep)	104,25 (21/sep)	93,8 (21/sep)	97,98 (21/sep)

FUENTE: (Secretaría de Ambiente, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

El NO₂, la media anual según la NECA es de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, para la concentración en 24 horas no debe exceder de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ más de dos veces al año. Proviene del tráfico vehicular, que tiene emisiones de óxidos de nitrógeno, en su mayoría NO, que se transforma en NO₂ rápidamente cuando existe mayor ozono porque acelera el proceso químico (Secretaría de Ambiente, 2013). Ver tabla 3.10

La calidad de aire de la ciudad de Quito se la considera aceptables, según la evaluación realizada por la Red Metropolitana de Monitoreo del Aire de Quito REMMAQ. La calidad de aire de Quito presenta condiciones de Buenas – Aceptables en un 65%, mientras el 35% en condiciones de Deseable – Óptimo.

Las mayores concentraciones de ozono se observaron en Carapungo y Tumbaco, el material particulado grueso se presentó en Carapungo por la resuspensión de polvo por la presencia de canteras y características de la zona, en cuanto al

material particulado fino tiene concentraciones altas en el Camal, debido a fuentes móviles (MDMQ, 2013). Ver tabla 3.11

TABLA 3.10 CONCENTRACIONES PROMEDIO MENSUAL, MÁXIMO EN UNA HORA Y 8 HORAS DE NO₂, 2013.

NO ₂ 2013, µg/m ³	Cotocollao	Carapungo	Belisario	El Camal	Centro	Guamaní	Los Chillos
Promedio Anual	19	19	28	31	29	20	25
Máximo Horario	76 (21/sep)	86 (21/feb)	115 (24/sep)	109 (23/mar)	88 (17/sep)	131 (17/sep)	91 (2/abr)
Máximo Promedio 8 Horas	38 (21/sep)	43 (18/oct)	76 (25/sep)	52 (9/nov)	50 (9/nov)	37 (29/nov)	47 11(/abr)

FUENTE: (Secretaría de Ambiente, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

TABLA 3.11 CATEGORÍAS DEL IQCA Y SUS VALORES LÍMITES DE CADA CONTAMINANTE COMÚN EN LA ATMÓSFERA, CON EL CÓDIGO DE COLORES.

RANGO	CATEGORÍA	CO	O ₃	NO ₂	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀
0 – 50	Nivel deseable u óptimo	0-5000	0-50	0-100	0-62,5	0-25	0-50
51 – 100	Nivel aceptable o bueno	5001-10000	51-100	101-200	63,5-125	26-50	51-100
101 – 200	Nivel de precaución	10001-15000	101-200	201-1000	126-200	51-150	101-250
201 – 300	Nivel de alerta	15001-30000	201-400	1001-2000	201-1000	151-250	251-400
301 – 400	Nivel de alarma	30001-40000	401-600	2001-3000	1001-1800	251-350	401-500
401 – 500	Nivel de emergencia	>40000	>600	>3000	>1800	>350	>500

FUENTE: (Secretaría de Ambiente, 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

3.2. ANÁLISIS DEL SECTOR TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE QUITO

La ciudad de Quito presenta un incremento en su parque automotor, que actualmente se estima en 468.776 automóviles, cifra que se tenía a una semana de terminar con el proceso de matriculación y revisión vehicular en el año 2014, por lo cual podría subir. En el 2013 los vehículos registrados eran 420.192, lo cual refleja un incremento aproximado de 50.000 automóviles en el parque automotor de la ciudad. Este aumento del transporte privado, sumado a una concentración de servicios urbanos contribuye a la formación de un problema urbano, cuyas emisiones interfieren con la calidad del aire de la ciudad y afecta al cambio climático (Quito Verde; MDMQ, 2011)(Pacheco, 2014).

La ciudad es un espejo de los hábitos de consumo de su población, es así, que la ciudad de Quito posee el mayor rango de propietarios de automóviles privados a nivel del país. Para enfrentar la situación se necesita incorporar medidas técnicas y legales, comprometiéndose tanto a autoridades nacionales, locales y ciudadanía, en mejorar el sistema de transporte público, redes de conectividad, reducción del número de vehículos, estándares ambientales más exigentes en la importación y uso de automóviles privados, acompañado de una mejoría en la calidad de combustibles. Todas las medidas encaminadas hacia un modelo sustentable de movilidad, con hincapié en el transporte público siendo fundamental su mejora tecnológica, desincentivando el uso de transporte privado y fomentando alternativas de movilidad (Secretaría de Ambiente del MDMQ, 2012).

A nivel de la ciudad, la calidad del aire se define como aceptable, hay que señalar que la ciudad de Quito, tiene una red de monitoreo, con ocho estaciones automáticas ubicadas en: Carapungo, Jipijapa, Cotacollao, San Gabriel, El Camal, Tumbaco, Centro Histórico y Guamaní, además de 37 puntos de monitoreo pasivo, que se encuentran en hogares distribuidos en toda la ciudad. El monitoreo proporciona dos tipos de medida a nivel de calle y de región urbana, que se refiere al aire ya mezclado. A nivel de la calle hay parámetros que sobrepasan la regulación tanto nacional y la estipulada por la Organización Mundial de la Salud,

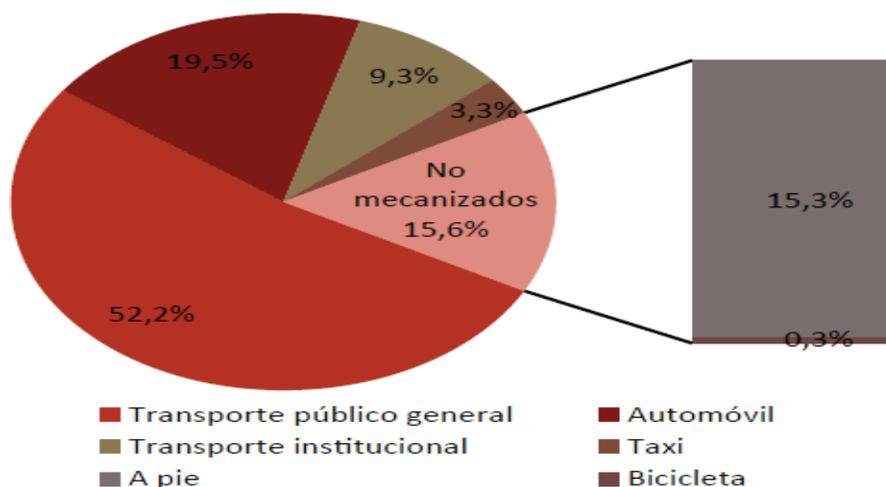
como material particulado fino que se encuentra entre 17 y 20 microgramos, mientras la normativa señala a nivel nacional de 15 microgramos y de la OMS es de 10 microgramos. Con la particularidad que desde el año 2008 esta medida no ha tenido grandes variaciones y algunos parámetros han mejorado, en parte por la mejora de combustibles, revisión vehicular y salida de circulación de vehículos antiguos. Otro punto que se debe resaltar es el número de buses que circulan por la ciudad, con un total de 2500 buses según la Cámara de Transporte de Quito, además de los corredores municipales, que presentan una combustión ineficiente por encontrarse a 2.800 m.s.n.m., por lo que fue necesario instalar dispositivos en los escapes que mejore el rendimiento en un 30% (Guerrero, 2014).

El transporte, y en global todo el sistema de movilidad de la ciudad, debe sustentarse con una política pública, que confronte el patrón del crecimiento poblacional del uso privado de vehículos. Esta política tiene que prevenir los obstáculos de la geografía y topografía de la ciudad, para construir un sistema de transporte que comunique varios puntos de la ciudad formando una conectividad que fortalezca las relaciones sociales y permita el desarrollo tanto económico y social de la ciudad, tomando en cuenta la ubicación de los sectores económicos fuertes de la ciudad, centros educativos y lugares de aglomeración de personas (Instituto de la Ciudad, 2013).

La población necesita del transporte como un medio para realizar sus actividades cotidianas, entre los motivos que impulsan a la ciudadanía al uso del transporte es cumplir con sus obligaciones de trabajo y estudios, con el 31,1% y 32,5%, respectivamente. Donde la mayor concentración de número de viajes y una mayor movilidad es en la zona centro-norte de la ciudad, con un promedio hasta de 2,08 viajes diarios por habitantes, que es superior al promedio de 1,89 viajes diarios por habitante de Quito, que comparado con otras ciudades como Sao Paulo con 1,93, México D.F. 1,66 y Bogotá 2,01, viajes por persona, la ciudad de Quito se mantiene en los mismos niveles. Dentro de Quito, el total de viajes mecanizados se divide en transporte público general, escolares e institucional, con un 73%, mientras el 27% restante, está relacionado al transporte privado (Instituto de la Ciudad, 2013).

El uso o la demanda de transporte público ha incrementado desde el 2005 que se tenía 414.066 usuarios diarios, para el año 2009, la cifra subió a 524.786 personas transportadas por día y para el año 2013 se observa la cantidad 884.270 habitantes, lo que compromete a las entidades públicas en mejorar y aumentar la oferta del transporte público para cubrir las necesidades (Instituto de la Ciudad, 2013). Ver figura 3.8

FIGURA 3.8 VIAJES SEGÚN MODO DE TRANSPORTE



FUENTE: (Instituto de la Ciudad, 2013).

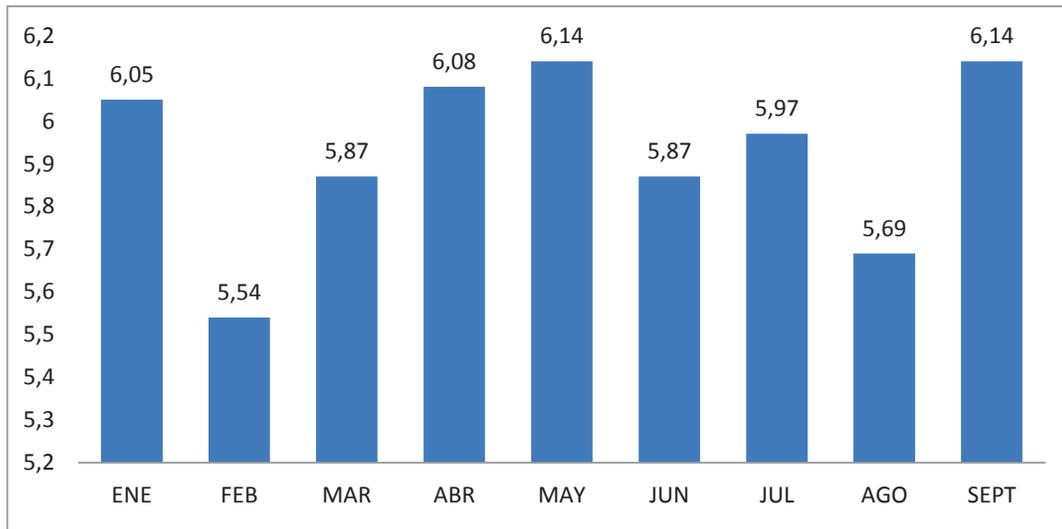
ELABORADO POR: Instituto de la Ciudad.

La figura 3.8 resalta el predominio de transporte mecanizado sobre el transporte no mecanizado. El primero formado por el transporte público en general, uso de automóviles, transporte institucional y uso de taxis. Con el uso mayoritario de transporte público en general, seguido de automóviles. El segundo modo de transporte es a pie y el uso de bicicleta, este último tiene un porcentaje mínimo de utilización frente al resto (Instituto de la Ciudad, 2013).

El transporte público de la ciudad, cuenta con una gran demanda, la misma que hasta el momento no ha sido posible ser cubierta, ni en calidad, ni eficiencia, lo que ocasiona aglomeraciones, y en total un sistema de transporte saturado, en todos los corredores que conforman el transporte municipal de la ciudad. A

continuación se muestra el número de pasajeros en cada corredor a escala mensual. Ver figuras 3.9, 3.10, 3.11 y 3.12

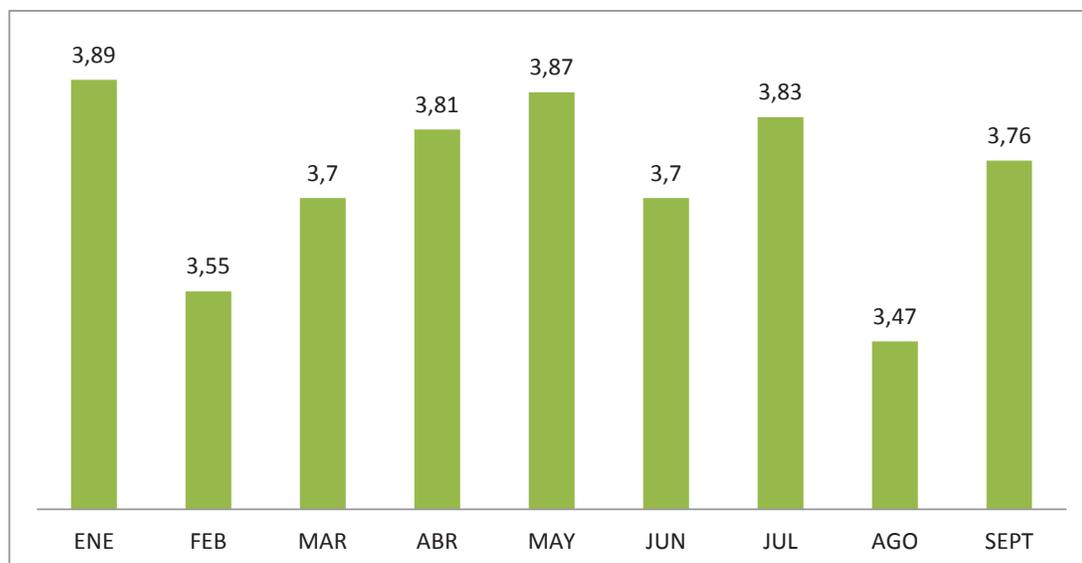
FIGURA 3.9 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS POR EL TROLEBÚS EN MILLONES



FUENTE: (EPMTPQ, 2014).

ELABORACIÓN: Diego Estrella

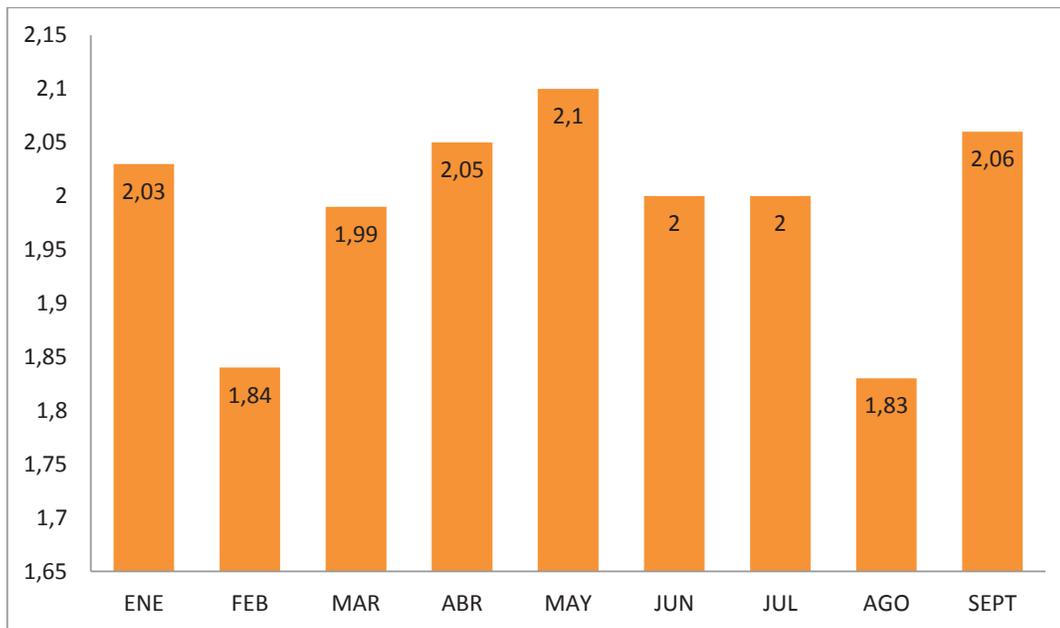
FIGURA 3.10 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS POR EL ECOVÍA EN MILLONES



FUENTE: (EPMTPQ, 2014).

ELABORACIÓN: Diego Estrella

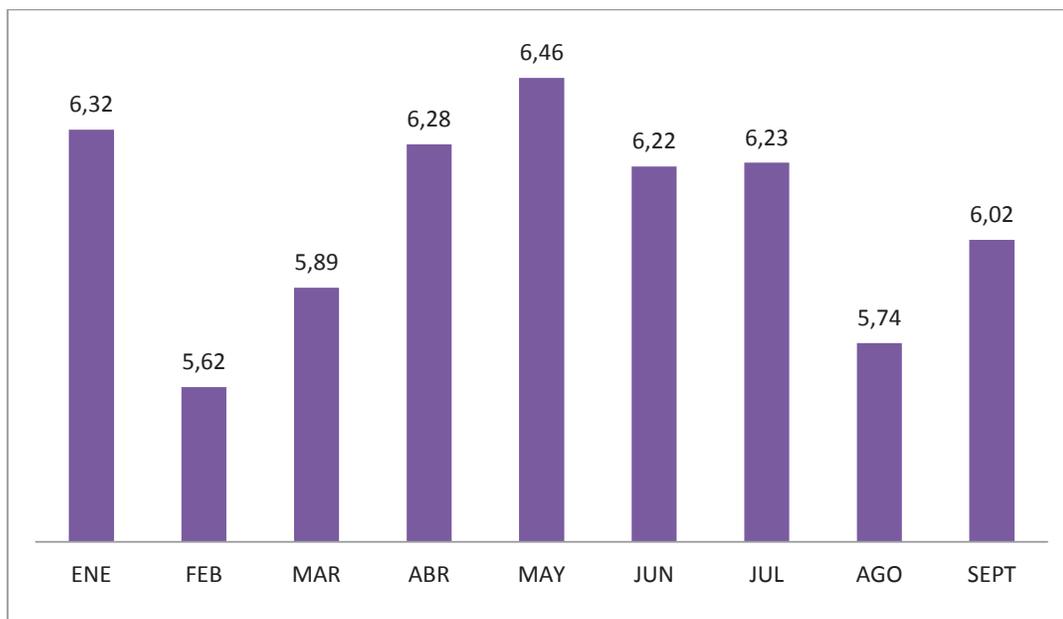
FIGURA 3.11 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS EN EL CORREDOR SUR OCCIDENTAL (CSO) EN MILLONES



FUENTE: (EPMTPQ, 2014).

ELABORACIÓN: Diego Estrella

FIGURA 3.12 NÚMERO DE PASAJEROS TRANSPORTADOS EN EL CORREDOR SUR ORIENTAL (CSO) EN MILLONES



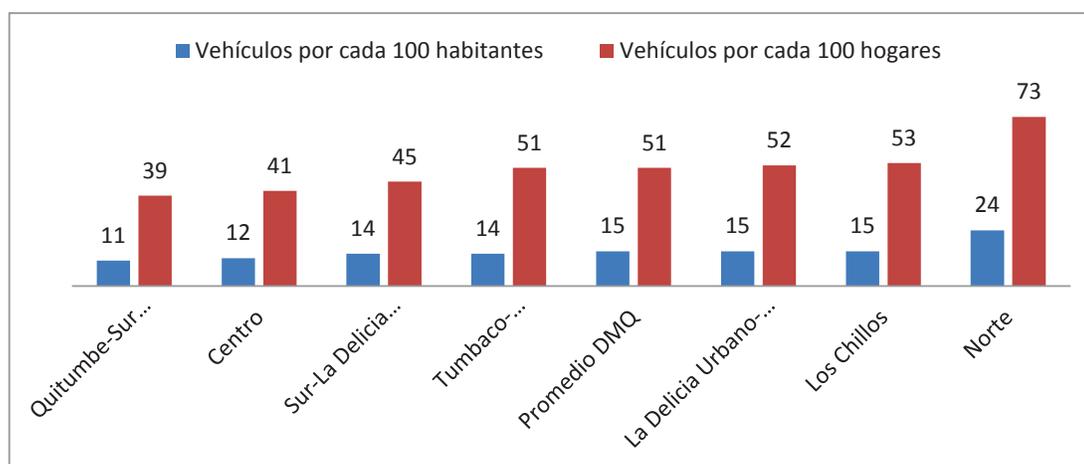
FUENTE: (EPMTPQ, 2014).

ELABORADO POR: Diego Estrella

En el hipercentro de la ciudad de Quito, centro-norte de la ciudad, el uso de transporte privado tiene preferencia, si se lo relaciona con otros sectores de la ciudad, esta zona presenta solo el 56% de los viajes en transporte público, mientras en la zona de La Delicia y Calderón al norte de la ciudad, los viajes en el sistema público llega a un 71% y en sector sur de la ciudad los viajes en transporte público asciende al 79%.

En lo referente, a los viajes que atraviesan la ciudad de norte-sur o sur-norte, el uso del transporte público registra el 81% de los viajes. En total un 45% de los viajes que se realizan en la urbe, se realizan en transporte privado, siendo 974.550. El resto de viajes utilizan medios públicos o alternos, llegando a cerca de un 1,2 millones. Estos datos resaltan las zonas de la ciudad donde el transporte privado prevalece frente al transporte público, al mismo tiempo de proporcionar cierta idea de la situación económica de las distintas zonas, en base que, las clases sociales con mayores ingresos optan por autos privados.(Instituto de la Ciudad, 2013). Ver figura 3.13

FIGURA 3.13 TASA DE MOTORIZACIÓN POR ZONA DE LA CIUDAD DE QUITO, POR HABITANTES Y HOGARES



FUENTE: Instituto de la Ciudad

ELABORADO POR: Diego Estrella

En la figura 3.13 se observa, las zonas de la ciudad con el número de vehículos tanto por cada 100 habitantes, como para cada 100 hogares, con un promedio de

15 y 51 autos, respectivamente para cada caso. Lo que denota un número superior de automóviles en la zona norte y en el sector de los valles (Tumbaco, Cumbaya, Aeropuerto y Los Chillos) versus al número que se encuentra en el sector centro y sur de la ciudad. Adicionalmente, los hogares de la ciudad que cuentan con uno o más vehículos, es un 42% (Instituto de la Ciudad, 2013) (Pacheco, 2014).

En cuanto al transporte privado, se presenta una tasa de crecimiento anual de 9,2% a 10% para el año 2013, superior en cuatro veces al crecimiento de la población y que representa 36.000 autos. Para el año 2013 el parque automotor de Quito, contaba con 420.192 automóviles. En el año 2014, tasa de crecimiento del 2014 ascendió al 12% lo que implica un total de 468.776 autos. Con una velocidad promedio de 18 km/h, en el hipercentro, zona comprendida entre La Villa Flora y La Y (Instituto de la Ciudad, 2013)(Pacheco, 2014).

3.2.1. HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR TRANSPORTE

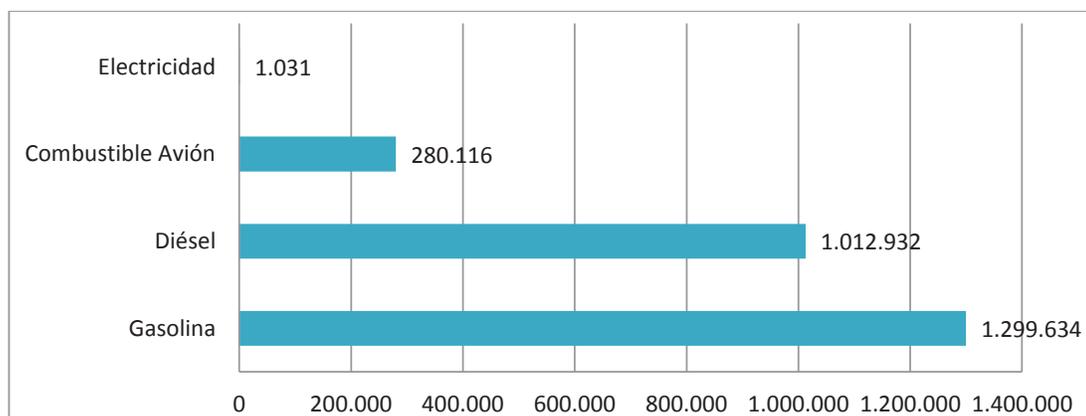
En el sector transporte, la emisión con más importancia proviene de los combustibles fósiles, como gasolina y diésel. La gasolina, es la emisión de importancia mayor, respecto al total de la huella de carbono del Quito, porque aporta con el 36%, que significa 1.799.634 t CO₂e. El diésel, por su parte constituye la segunda fuente de importancia, gracias a la contribución a la huella de carbono con 1.428.460 t CO₂e, que es el 29%. Estos datos según la huella de carbono del 2011 que corresponde a 4.950.616 t CO₂e. Además el diésel, a parte de su generación de emisiones de GEI, también perjudica a la calidad del aire a nivel local de Quito. El diésel, también es usado como combustible a nivel de país, es el más consumido por los distintos sectores y fuentes, para la generación de energía (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

El sector transporte, en la huella de carbono total de Quito representa el 63% de las emisiones, lo que significa que es el sector con mayor emisión con 3.093.983 t CO₂e. Entre las principales fuentes de emisión que muestra el sector es la

gasolina, diésel y combustible de aviación (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

La contribución de estos combustibles fósiles a la huella de carbono del sector transporte se distribuye con la gasolina en primer lugar, con 1.299.634 t CO₂e, que representa el 58% de la huella de carbono. Es seguido por el diésel, con el 33%, que corresponde a 1.012.932 t CO₂e. En tercer lugar se tiene al combustible de avión con el 9%, que es 280.116 t CO₂e. Por último, es el consumo de electricidad por parte del Sistema Trolebús, que presenta 1.031 t CO₂e, que significa menos del 1% de la huella de carbono del sector. Las fuentes de gasolina, diésel y combustible de avión, corresponden al alcance 1, que en conjunto se puede considerar como el total de emisiones, mientras la electricidad utilizada por el Trolebús pertenece al alcance 2, es un aporte marginal, ya que apenas es el 1% (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver figura 3.14

FIGURA 3.14 HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR TRANSPORTE, SEGÚN ALCANCE POR FUENTES DE EMISIÓN EN TONELADAS DE CO₂e.



FUENTE: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: Diego Estrella

En resumen las emisiones de las fuentes representan, por parte de la gasolina el 36% para la Huella de Carbono Total del Quito, y el 58% de la Huella de carbono del sector transporte. El diésel en la Huella de Carbono Total del Quito tiene el 29%, mientras en la huella de carbono del sector presenta el 33%. (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

El consumo de las fuentes de combustibles fósiles, se divide en gasolina súper, gasolina extra, diésel y electricidad. Estas fuentes tienen un alto costo en millones de dólares, donde la gasolina extra tiene el mayor consumo, costo y emisiones. Seguida de la gasolina súper y al final la electricidad, que conforman el transporte terrestre. Pero si se considera el consumo, costo y emisiones del transporte aéreo, el costo del consumo alcanza cerca de 500 millones, de los cuales 220 millones corresponden solo a la gasolina extra, lo que muestra una preferencia por este combustible (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver tabla 3.12

TABLA 3.12 CONSUMO DE RECURSOS, COSTOS Y EMISIONES EN EL SECTOR TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE QUITO.

NIVEL	CONSUMO					COSTO (MILLONES USD)					EMISIONES (MILES DE Toneladas de CO ₂ e)				
	Gasolina Súper (millones de galones)	Gasolina Extra (millones de gasolina)	Diésel (millones de galones)	Combustible de aviación (millones de galones)	Electricidad (Mwh)	Gasolina Súper	Gasolina Extra	Combustible de aviación	Diésel	Electricidad	Gasolina Súper	Gasolina Extra	Combustible de Aviación	Diésel	Electricidad
Transporte Terrestre	66	144	102		6.853	131	221		102	1	569	1.231		1.031	1
Transporte Aéreo	0	0	0	34	0	0	0	42	0	0	0	0	280	0	0
Total	66	144	102	34	6853	131	221	42	102	1	569	1231	280	1031	1

FUENTE: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: Diego Estrella

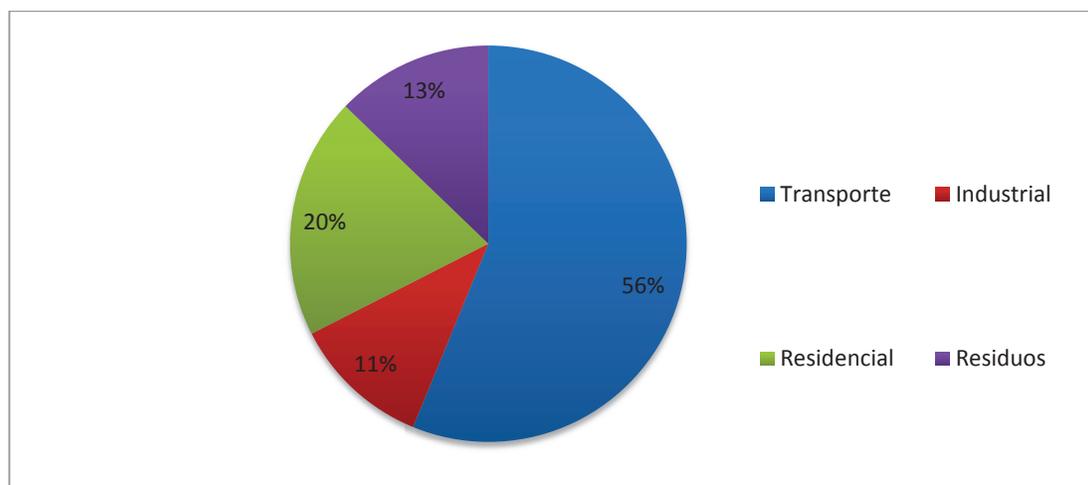
La empresa metropolitana que se encarga en específico del transporte de pasajeros EPMPQ (Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito) presenta una emisión de 16.600 t CO₂e, que es el 2%, respecto al consumo de diésel por parte de los buses que forman el Sistema Metropolitano de Transporte (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013) (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).

Como información adicional las empresas metropolitanas, cuya función es solventar tanto el transporte como movilidad de Quito, estas empresas son

EPMMOP y EPMTQP, que poseen la mayor huella de carbono a nivel de empresas metropolitanas con 2.961 t CO₂e y 843 t CO₂e, respectivamente. (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013). Demostrando que la parte administrativa y funcionamiento de las empresas, también es un factor importante en la emisión de GEI, y que al mismo tiempo, puede ser parte dentro de programas de mitigación.

De manera adicional, se tiene los datos arrojados por el Proyecto Huella de Ciudades en el año 2014, que toma en cuenta las emisiones por el consumo de combustibles, gasolina, diésel, gas natural vehicular (GNV), gas licuado de petróleo y energía eléctrica, que están relacionados directamente con el parque automotor privado como público. Ver figura 3.15

FIGURA 3.15 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD DE QUITO.



FUENTE: (Servicios Ambientales S.A., 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

En la figura 3.15 se observa, que para el año 2013 la huella de carbono fue de 5.164.945 t CO₂e, el sector transporte con 56,2% del total, 2.902.402 t CO₂e. Este valor se divide en 65% que pertenece al consumo de gasolina, el 35% corresponde al uso de diésel y tan solo un 0,02% es la utilización de electricidad por parte del sistema integrado Trolebus (Servicios Ambientales S.A., 2014).

3.2.2. EJEMPLO DE CÁLCULO DE EMISIONES DE CARBONO

Para el cálculo de las emisiones en el sector transporte, en específico a los combustibles consumidos en el sector transporte en la ciudad de Quito en el año 2014, se tiene aproximadamente 195'084.100 gal de gasolina y 134'421.908 gal de diésel.

En base al IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), se utilizaron los factores de emisión. Además se utilizó los factores de conversión para el país del balance energético nacional.

TABLA 3.13 FACTORES DE EMISIÓN Y CONVERSIÓN DE UNIDADES PARA GASOLINA Y DIÉSEL

FACTORES	GASOLINA	DIÉSEL
Conversión energético	1 Barril de gasolina = 0,8934 BEP	1 Barril de diésel = 1,0015 BEP
Conversión de unidades	44,8 TJ = 1000 t	43,33 TJ = 1000 t
Conversión de unidades	42 gal = 1 Barril	42 gal = 1 Barril
Conversión de unidades	1 BEP = 0,14 TEP	1 BEP = 0,14 TEP
Factor de emisión	1 TJ = 69,3 t C	1 TJ = 74,1 t C

- Para gasolina:

$$emisiones\ CO_2 = 1'803.673\ t\ CO_2$$

- Para diésel:

$$emisiones\ CO_2 = 1'440.809\ t\ CO_2$$

3.3. ANÁLISIS DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN LA CIUDAD DE QUITO.

En el sector de agua potable y saneamiento, la institución a cargo es la Empresa Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento EPMAPS. Entre sus funciones está la captación, tratamiento y distribución del agua potable. Como también la recolección mediante alcantarillado de agua lluvia y residuales, las mismas que deberían pasar por un tratamiento previo, antes de su descarga a cualquier cuerpo de agua.

El servicio que presta la empresa tiene un alto porcentaje de cobertura y calidad como muestra sus indicadores. En lo referente a la estructura del servicio de agua potable, para la ciudad de Quito es de 99,76%, para Quito 98,41% y para parroquias rurales 95,07%. En cuanto a la calidad y continuidad del servicio, es de 99,93% y 99,94%, respectivamente. En la estructura del servicio de alcantarillado, para la ciudad de Quito es de 96,51%, para Quito es de 92,49% y para parroquias rurales es de 82,53%. Las cifras de EPMAPS que se refiere a la cobertura de sus servicios son las siguientes, 98,41% en agua potable, 92,49% para alcantarillado y 0% para tratamiento de aguas residuales (EPMAPS, 2014).

El caudal que maneja la empresa para suplir la demanda ciudadana es de $8,6\text{m}^3/\text{s}$ de caudal seguro disponible, proveniente de distintas fuentes, para lo cual se tiene una capacidad instalada de $8,5\text{m}^3/\text{s}$, y con una producción de $7,3\text{m}^3/\text{s}$, que da la cobertura del 98,5% mencionada anteriormente, para una población actual de 2,4 millones de habitantes. Con el crecimiento de la población proyectada para 2020 de 3 millones y de 4,2 millones de personas para el 2040, la demanda de agua potable que se tendrá que cubrir sería de $10,9\text{m}^3/\text{s}$, para el 2020 y de $13\text{m}^3/\text{s}$ para el año 2040. Es importante mencionar, que en sectores rurales los valores expuestos pueden disminuir afectando a los niveles de calidad de vida y salubridad (EPMAPS, 2014).

En el suministro de agua potable se tiene sistemas de bombeo típicos, con factores que intervienen en el consumo energético de dichos sistemas, que es

desde la captación de la fuente hasta la distribución, también elementos electromecánicos e hidráulicos de la producción, tratamiento y distribución, la distancia de la fuente como de la distribución, características topográficas de la ciudad (Sistema de bombeo agua energía importante) Ver tabla 3.13.

TABLA 3.14 ENERGÍA UTILIZADA EN LA SECUENCIA DE OPERACIONES DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES.

ETAPA	NOMBRE OPERACIÓN	SISTEMAS ELECTROMOTRICES UTILIZADOS	ENERGÍA UTILIZADA
CAPTACIÓN	Extracción de pozo profundo	Sistema de bombeo de pozo profundo sumergible	Electricidad
	Captación fuente superficial	Sistemas de bombeo centrífugos horizontales o verticales	Electricidad
ACONDICIONAMIENTO	Desinfección	Bombas de desinfección	Electricidad
	Potabilización	Sistemas de bombeo, ventiladores, agitadores, sopladores centrífugos	Electricidad
CONDUCCIÓN	Envío de agua potable a red de distribución	Sistema de bombeo de pozo profundo sumergible, centrífugos horizontales o verticales	Electricidad
DISTRIBUCIÓN	Almacenamiento	No aplica	
	Rebombeo	Sistemas de bombeo centrífugos horizontales/ verticales	Electricidad
	Transporte de tanqueros	Motores de combustión interna	Diésel
SANEAMIENTO Y AGUA PLUVIAL	Captación de aguas residuales y pluviales	No aplica	
	Almacenamiento de aguas residuales y pluviales	No aplica	
	Conducción de aguas residuales y pluviales	Sistemas de bombeo centrífugos horizontales o verticales	Electricidad
	Tratamiento y disposición de aguas residuales	Sistemas de bombeo, ventiladores, agitadores, sopladores centrífugos	Electricidad
OTRAS OPERACIONES	Telemetría y control	Sistemas de iluminación, equipos electrónicos.	Electricidad
	Operaciones adicionales		Electricidad

FUENTE: (Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía, 2011).

ELABORADO POR: Diego Estrella

Para potabilizar el agua se empieza por la captación de agua cruda de fuentes, que en el caso de la ciudad de Quito, se encuentran distantes a la zona urbana, la misma que tiene un crecimiento poblacional y por ende una expansión urbanística. Este fenómeno demanda una mayor cantidad de agua potable, que se busca cubrir con cuatro proyectos de captación de agua. Papallacta, La Mica Quito Sur, Sistema de Conducciones Occidentales y Sistemas de Conducciones Orientales.

El proyecto Papallacta capta 3.000 l/s y lo conduce por bombeo a la Planta Bellavista para su tratamiento y distribuir a barrios del norte de la ciudad de Quito. También se incluyó el proyecto de Optimización del Sistema Papallacta a gravedad, que contempla la Presa Salve Faccha, incrementa el caudal en 1.000 l/s, genera 15 MW de energía y su reserva es 10'500.000 m³, receptando las aguas del Río Cunuyacu. El Proyecto Papallacta abastece con el 50% del agua potable y genera un ahorro energético de 2,5 millones de dólares (EPMAPS, 2013).

El proyecto Mica Quito Sur, se ubica en las faldas del volcán Antisana a 70 km de Quito. Toma el agua del Río Desaguadero, drenaje de la laguna Micacocha y se conduce un caudal de 1.700 l/s hasta el sector El Troje al sur de la ciudad. Para aumentar el caudal se tiene tres captaciones, del Río Antisana con 1,5 m³/s, del Río Jatunhuaycu con 400 l/s y del Río Diguchi con 150 l/s. Todas estas captaciones son llevadas hasta la Central Hidroeléctrica El Carmen, que por medio de una caída de 611 m produce una potencia nominal de 9,49 MW, que entrega a la red nacional a 138 kV. Las aguas que salen de la central se conducen a la planta potabilizadora El Troje ubicada en la loma de Puengasí a una altura de 3.157 m.s.n.m., permite distribuir el agua al sur de la ciudad por gravedad, con una capacidad de 1,7 m³/s y con dos líneas, la línea de transmisión Quito Sur que nutre a 15 tanques y la línea de transmisión Quito Sur-Occidente que alimenta a 5 tanques, una estación de bombeo con tres bombas de 125 HP y dos de 200 HP. Esta distribución sirve a una población de 45.000 habitantes sin utilizar el bombeo de los tanques de Guajaló medio, Guajaló alto y Ferroviaria baja (EPMAPS, 2013).

El Sistema de conducciones occidentales, es formado por tres sistemas, el sistema Atacazo, el sistema Lloa y el sistema Pichincha. A su vez, se tiene sistemas secundarios, como el sistema de conducciones San Ignacio, el sistema de conducción Atacazo-Toctiuco, el sistema de conducciones San Francisco-tanque circular de Torohuco, el sistema de conducciones para la planta de Pichincha sur, sector Atacazo y el sistema de conducciones para la planta de La Libertad de Chillotallo. Estos sistemas contribuyen con agua cruda a las plantas de tratamiento tales como, Pichincha sur, Libertad de Chillotallo, Chilibulo, Tanque Reino de Quito, Virgen Pata, Toctiuco, Torohuco y El Placer (EPMAPS, 2013).

El sistema de conducciones orientales, formada por 6 captaciones y dos tanques. Al inicio se encuentran las captaciones N1 y N2 del Río Mindo y que se conectan entre ellas y que reciben 150 l/s. Las captaciones N11 y N12, de 35 l/s, que se recolecta en el tanque de carga N1 de 50m³ de almacenamiento y llevada a la tubería de conducción. La captación de la quebrada Pichán, con un caudal de 102l/s, que se almacena en el tanque N2 de 100m³ de capacidad. Adicionalmente se tiene captaciones menores que, sin embargo ayudan a incrementar el caudal, como la captación N7 y Taurichupa (EPMAPS, 2013).

Cuando el agua cruda ha sido captada, sigue el proceso de producción, donde el agua es tratada mediante procesos químicos e hidráulicos, para retirar sólidos e impurezas, se filtra y se desinfecta. El proceso es realizado en distintas plantas a lo largo de la ciudad. Las principales plantas son, El Placer, El Troje, Conocoto, Bellavista y Puengasí (EPMAPS, 2014). Ver tabla 3.14

En la distribución del agua potable después de pasar por las Plantas de Tratamiento, se utiliza más de 436 tanques en toda la ciudad, 198 tanques en la ciudad y 238 tanques en la zona rural. Para alcanzar a los tanques más altos se poseen 31 estaciones de bombeo. Para la distribución se usa sistemas integrados y se completan con sistemas independientes, para dotar de agua a la ciudad, parroquias suburbanas y rurales. En total se tiene 7.128 km de red de tubería y un

sistema de almacenamiento de 350.000m³, que es el 60% del volumen diario para cubrir la demanda de la ciudad y responder ante emergencias.

TABLA 3.15 IMPORTANCIA DE LAS PLANTAS POR SU CAPACIDAD

Plantas	Capacidad de Procesamiento l/s
Bellavista	3000
Puengasí	2400
El Troje	850
El Placer	600
Noroccidente	320
Conocoto	200
Pichincha Sur	100
Chilibulo	80
Quinche	80
Yaruqui	60
Toctiuco	60
Tumbaco	60
Checa	40
Cochapamba	20
Rumipamba	20
Tababela	20
Pifo-Puembo	15
TOTAL	7925

FUENTE: (EPMAPS, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

La distribución en Quito es mediante, plantas de tratamiento, pozos y vertientes. Mientras las parroquias se abastecen a través de vertientes, pozos, canales de riego, canal del sistema Pita-Puengasí y sistema Bellavista. Las pérdidas en la distribución tienen un promedio anual de 20,63% en la ciudad y 42,30% en parroquias, valores que se encuentran en los óptimos internacionales. (EPMAPS, 2014).

En las tablas 3.15 y 3.16, se muestra la cantidad total de agua captada de diferentes fuentes, ya sea por gravedad y bombeo. La cantidad de agua producida y la cantidad de agua distribuida por cada planta, pozo y vertiente en Quito.

TABLA 3.16 CAPTACIÓN, PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN m³

Plantas Ciudad	Agua Captada m ³			Agua Producida	Agua Distribuida
	Gravedad	Bombeo	Total		
Bellavista	59'210.616,74	17'397.388,26	76'608.005,00	77'286.595,00	75'423.368,00
Puengasí	68'482.095,02		68'482.095,02	69'983.869,00	68'901.359,00
El Placer	16'640.981,31		16'640.981,31	16'465.918,00	16'062.482,00
Toctiuco	2'155.705,94		2'155.705,94	2'079.087,40	2'054.407,40
Torohuco	155.584,90		155.584,90	183.917,85	181.383,45
Noroccidente	5'399.831,63		5'399.831,63	5'358.867,00	5'235.838,00
Uyachul	190.445,51		190.445,51	187.294,00	186.154,00
Rumipamba	1'355.459,00		1'355.459,00	1'249.973,00	1'220.993,00
Chilibulo	3'016.630,63		3'016.630,63	2'992.286,92	2'954.971,92
Chilibulo Alto	82.785,75		82.785,75	62.210,01	60.302,01
El Troje	18'042.284,83		18'042.284,83	18'017.005,00	17'807.945,00
Pichincha Sur	1'855.867,00		1'855.867,00	1'855.867,00	1'855.627,00
Total Plantas Ciudad	176'588.288,26	17'397.388,26	193'985.676,52	195'722.890,18	191'944.830,78
Plantas Rurales					
Conocoto	5'538.917,00		5'538.917,00	5'555.570,00	5'442.304,00
El Quinche	1'418.431,00		1'418.431,00	1'418.431,00	1'362.056,00
Checa	393.657,00		393.657,00	393.657,00	369.823,00
Yaruquí	928.796,00		928.796,00	928.796,00	917.511,00
Guayllabamba	462.801,00		462.801,00	462.801,00	444.772,00
Iguíñaro	105.653,00		105.653,00	105.653,00	104.073,00
Paluguillo	7'602.802,00	2'299.877,00	9'902.679,00	9'905.808,00	9'690.789,00
Tesalia	11'193.982,80		11'193.982,80	10'360.260,00	10'360.020,00
El Molino	86.569,00		86.569,00	86.569,00	85.826,00
Gualea	81.429,00		81.429,00	81.429,00	81.177,00
Total Plantas Rurales	27'813.037,80	2'299.877,00	30'112.914,80	29'298.974,00	28'858.351,00
Total Plantas	204'401.326,06	19'697.265,26	224098591,32	225'021.864,18	220'803.181,78

FUENTE: (EPMAPS, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

TABLA 3.17 CAPTACIÓN, PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN m³

Pozos					
Pozos Ciudad		1830829,52	1830829,52	1830829,52	1830829,52
Pozos Parroquias		3570636,18	3570636,18	3570636,18	3570636,18
Total Pozos		5401465,70	5401465,70	5401465,70	5401465,70
Vertientes Ciudad					
Tanque Reino de Quito	961578,46		961578,46	961578,46	961578,46
Tanque Santa Rosa Bajo	1204714,28		1204714,28	1204714,28	1204714,28
San Ignacio	617294,00		617294,00	617294,00	617294,00
Otras Vertientes	156281,18		156281,18	156281,18	156281,18
Total Vertientes Parroquias	13798388,69		13798388,69	13798388,69	13798388,69
Total Vertientes	16738256,61		16738256,61	16738256,61	16738256,61
Convenio Emaap-Q Taxohurco del Sistema Pita	8721602,80		8721602,80		
Convenio en la línea Pichán-Noroccidente	551233,00		551233,00		
Desbordes y/o Diferencia entre medidores					
Sistema Papallacta	814318,25	396323,95	1210642,20		
Sistema La Mica	-11733,06		-11733,06		
Sistema Pita	-2747300,80		-2747300,80		
Sistema Noroccidente	1672846,58		1672846,58		
	-271869,03	396323,95	124454,92		
Total m3	230140549,44	25495054,91	255635604,35	247161586,49	242942904,09
Total m3/s	7,30	0,81	8,11	7,84	7,70
Total sin Desborde, Aeropuerto y Convenios m3	221139582,69	25098730,96	246238313,64		
Total sin Desborde, Aeropuerto y Convenios m3/s	7,01	0,80	7,81		

FUENTE: (EPMAPS, 2014)**ELABORADO POR:** Diego Estrella

La EPMAPS, en pro de poseer una eficiencia energética e independencia en el consumo de energía tiene su propia generación, con un doble uso del recurso, disponibilidad de agua potable y energía (Ver tabla 3.17). El primer aprovechamiento de energía se dio en la planta El Placer con dos micros turbinas de 125 kVA y 50 kVA, para el auto consumo de la planta (EPMAPS, 2014).

TABLA 3.18 ENERGÍA PRODUCIDA POR LAS MAYORES CENTRALES HIDROELECTRICAS DE LA EPMAPS

Central Hidroeléctrica	Capacidad
Sistema Papallacta Central "Recuperadora"	14,7Mw
Sistema Mica Quito Sur Central "El Carmen"	8,3Mw
Sistema Noroccidente	250Kw
Central El Batán	3,2Mw
Central El Troje	1,2Mw

FUENTE: (EPMAPS, 2014).

ELABORADO POR: Diego Estrella

A las centrales hidroeléctricas mencionadas, se suma el aporte de micro-centrales de la Planta de Bellavista, Tanque Bellavista Alto, Tanque Carcelén Alto, Línea de agua tratada Bellavista-Pallares. Además de la incorporación futura de la Central Vindovona con un aporte de 20 Mw, que es parte del Proyecto de Descontaminación del agua de los ríos de Quito. Toda la energía generada de las centrales permite que la EPMAPS forme parte del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM), donde comercializa el exceso de energía de las centrales Recuperadora y El Carmen, cerca de 100.000.000 kWh/año.

La comercialización de la energía en el MEM la efectúa la Dirección de Hidroelectricidad, además de planificar proyectos de generación, eficiencia energética, energías alternativas y la optimización de los procesos. Los proyectos de aprovechamiento de energía son ubicados en los sistemas de conducción de agua cruda, y que ayudan a la empresa a generar ingresos y constituyéndose como auto-generador de energía para su consumo y venta de excedentes en el MEM (EPMAPS, 2014).

Entre las Centrales Hidroeléctricas de mayor importancia por la energía generada se encuentran El Carmen, Recuperadora y Noroccidente. La energía producida, es usada en servicios auxiliares, el restante queda disponible para la venta, en su totalidad o parcialmente, lo cual, representa ahorros económicos para la empresa. Ver tabla 3.18

TABLA 3.19 GENERACIÓN DE ENERGÍA, CONSUMO DE ENERGÍA, ENERGÍA A LA VENTA, VENDIDA Y FACTURADA POR CENTRALES HIDROELÉCTICAS EN EL AÑO 2013 Y 2014.

CENTRALES HIDROELECTRICAS	Energía generada en bornes (kWh)	Servicios auxiliares (kWh)	Disponible para la venta (kWh)	Energía vendida (kWh)	Energía facturada (USD)
El Carmen (2013)	59140894	784640	54380760,2	54380684,4	559978,549
Recuperadora (2013)	117140950	1227070	72131060	67565096,1	1362133,8
Noroccidente (2013)	1576986	1405594	167103	-----	7603,1865
TOTAL 2013	177858830	3417304	126678923	121945781	1929715,53
El Carmen (2014)	48292840	644020	47648820	40397358,1	299288,121
Recuperadora (2014)	107095660	1183130	105912530	56481914,1	1353539,89
Noroccidente (2014)	1683101	1977212,8	162032	-----	7769,671
TOTAL 2014	157071601	3804362,8	153723382	96879272,2	1660597,69

FUENTE: (EPMAPS, 2014).

ELABORADO POR: Diego Estrella

La empresa EPMAPS, para su funcionamiento requiere de una gran cantidad de energía, que su consumo equivale a un gran gasto económico. Ver tabla 3.19.

Se presenta la Tabla 3.20, que resume la energía producida, consumida, vendida, el costo en dólares de la energía consumida y vendida por parte de EPMAPS.

TABLA 3.20 CONSUMO DE ENERGÍA DE TODAS LAS INSTALACIONES DE LA EPMAPS EN EL AÑO 2013 Y 2014

MESES	CONSUMO DE TODAS LAS INSTALACIONES DE LA EPMAPS			
	CONSUMO AÑO 2013		CONSUMO AÑO 2014	
	kWh	USD	kWh	USD
ENERO	1.852.104,00	165.320,86	1.848.890,63	88.439,59
FEBRERO	1.577.324,00	138.186,02	1.582.558,41	86.626,09
MARZO	1.420.857,00	126.182,07	1.701.676,05	67.533,78
ABRIL	1.701.575,11	129.954,98	1.685.568,95	66.663,32
MAYO	1.608.882,03	126.259,35	1.717.416,69	66.674,70
JUNIO	1.674.162,46	130.684,90	1.612.516,47	70.566,00
JULIO	2.177.580,74	105.865,59	1.807.390,02	77.835,35
AGOSTO	2.004.797,66	82.232,49	1.860.901,89	69.179,56
SEPTIEMBRE	2.078.812,42	87.177,69	1.956.350,26	66.052,30
OCTUBRE	2.024.306,86	88.520,35	1.936.985,47	67.011,98
NOVIEMBRE	1.993.082,72	86.144,48	1.669.591,86	62.433,97
DICIEMBRE	2.018.741,89	89.028,76	76.122,00	8.038,92
TOTAL ANUAL	22.132.226,89	1.355.557,54	19.455.968,71	797.055,56

FUENTE: (EPMAPS, 2014).

ELABORADO POR: Diego Estrella

TABLA 3.21 RESUMEN DE LA ENERGÍA PRODUCIDA, CONSUMIDA Y VENDIDA EN EL AÑO 2013 Y 2014.

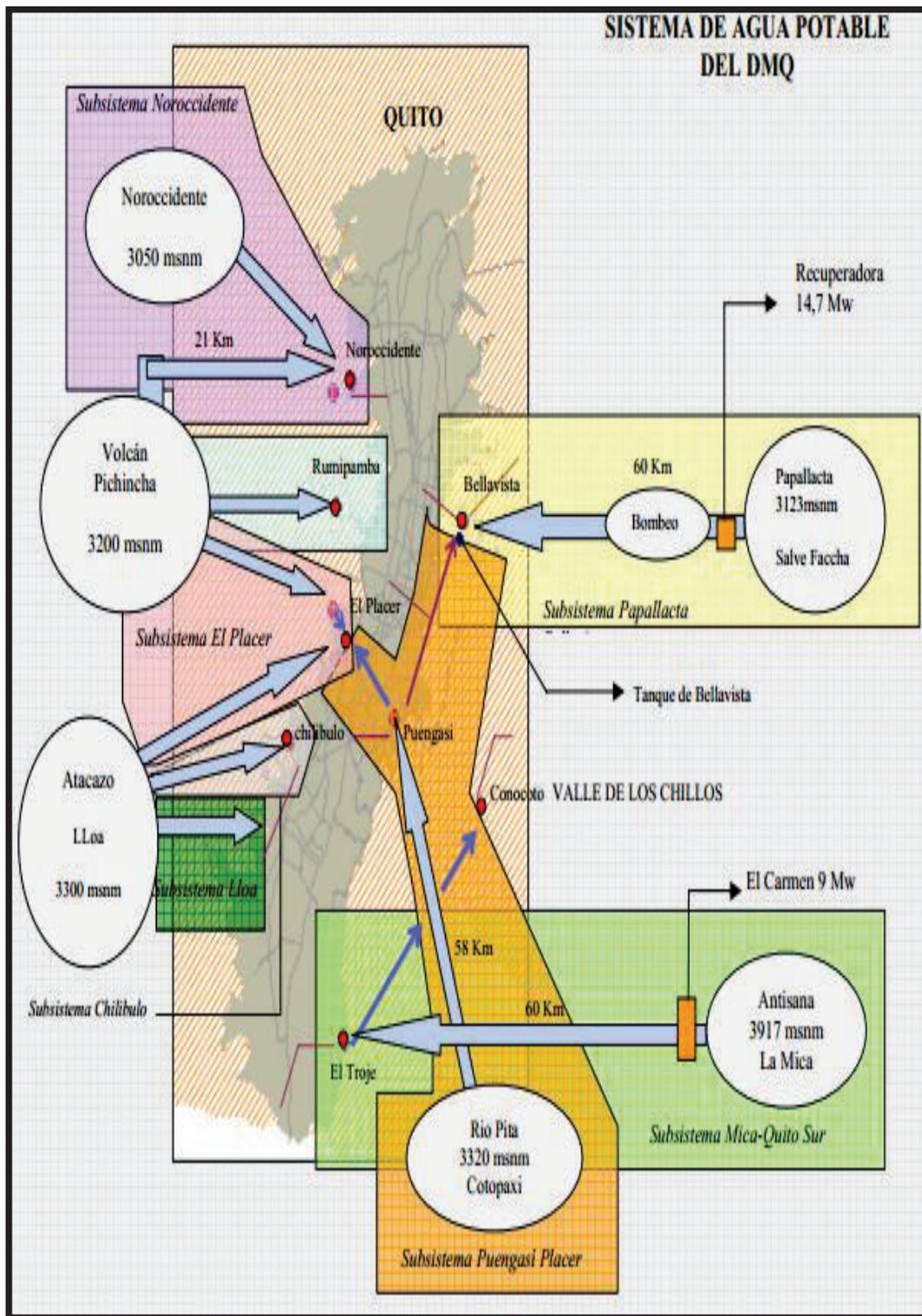
AÑO	ENERGÍA PRODUCIDA (kWh)	CONSUMIDA (kWh)	VENDIDA (kWh)	CONSUMIDA (USD)	VENDIDA (USD)
2013	177.858.830,00	67.926.756,89	122.112.959,35	2.013.952,79	1.929.715,53
2014	157.158.536,66	62.494.188,71	104.379.701,80	1.440.542,92	1.666.830,97
TOTAL	335.017.366,66	130.420.945,59	226.492.661,15	3.454.495,71	3.596.546,50

ELABORADO: Diego Estrella

FUENTE: (EPMAPS, 2014).

En la figura 3.16 se muestra la disposición de las plantas de tratamiento, sistemas, tanques de almacenamiento, centrales hidroeléctricas y fuentes de captación. Todos los elementos mencionados indican su ubicación dentro del sistema de agua potable del Quito.

FIGURA 3.16 SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE QUITO.

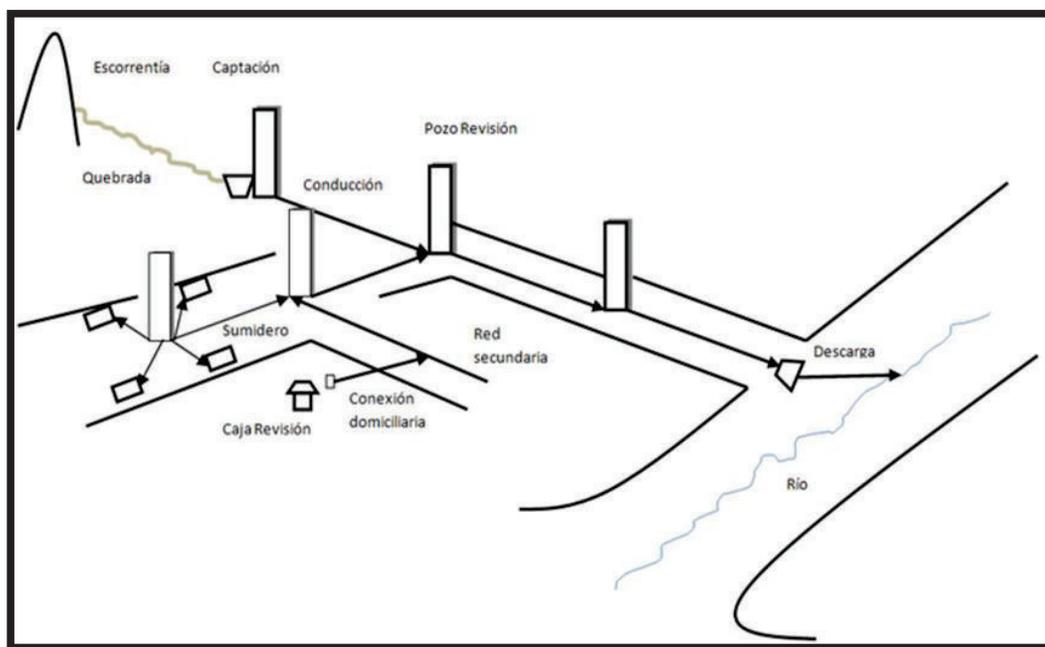


FUENTE: (Estacio, 2003)

ELABORADO POR: Jairo Estacio.

La recolección de las aguas residuales y pluviales, es una función importante de EPMAPS, para lo cual tiene un sistema de limpieza y recolección de sedimentos en los sumideros. El alcantarillado en Quito, es un sistema combinado que colecta tanto las aguas lluvias como las aguas servidas. Su funcionamiento es a gravedad con los siguientes componentes, estructuras de captación, colectores principales, redes secundarias, acometidas domiciliarias, cajas de revisión, pozos y sumideros. Ver figura 3.17.

FIGURA 3.17 ESQUEMA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES.



FUENTE: (EPMAPS, 2014)

ELABORADO POR: EPMAPS

El proceso de saneamiento requiere de varias unidades operativas, colectores, redes secundarias, pozos y sumideros. Los elementos mencionados se encuentran distribuidos a lo largo de Quito, divididos tanto en la ciudad de Quito como en parroquias rurales. Es necesario mencionar que existe un número considerable de kilómetros de redes que no registran un catastro, pero igual se las consideran dentro de las estimaciones totales de redes, con un total de 5500 km (EPMAPS, 2014). Ver tabla 3.21.

A pesar de la cobertura que tiene respecto al servicio de saneamiento la ciudad de Quito, es necesario su incremento para llegar con el servicio hasta los sectores más alejados de la ciudad, con alcantarillado y recolectores, y conducir las aguas residuales tanto domésticas como industriales hacia plantas de tratamiento, que permite recuperar ecosistemas hídricos (EPMAPS, 2014).

TABLA 3.22 COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN km DE REDES

Unidades Operativas	Colectores km	Red Secundaria km	Pozos Unidades.	Sumideros Unidades.
CIUDAD				
NORTE	159,83	786,69	17602	25030
CENTRO	117,35	602,25	13695	17545
SUR	179,71	931,19	23380	29886
SUBTOTAL	457	2320,13	54677	72461
PARROQUIAS				
NORTE	72,58	233,41	5624	5927
CENTRO	15,74	24,57	626	331
SUR				
SUBTOTAL	88,32	257,98	6250	6258
TOTAL	545,21	2578,11	60927	78719
Total Redes Catastradas			3123,32 km	
Estimaciones Redes Sin Catastro			2376,68 km	
Total Redes de Alcantarillado			5500,00 km	

FUENTE: (EPMAPS, 2014)

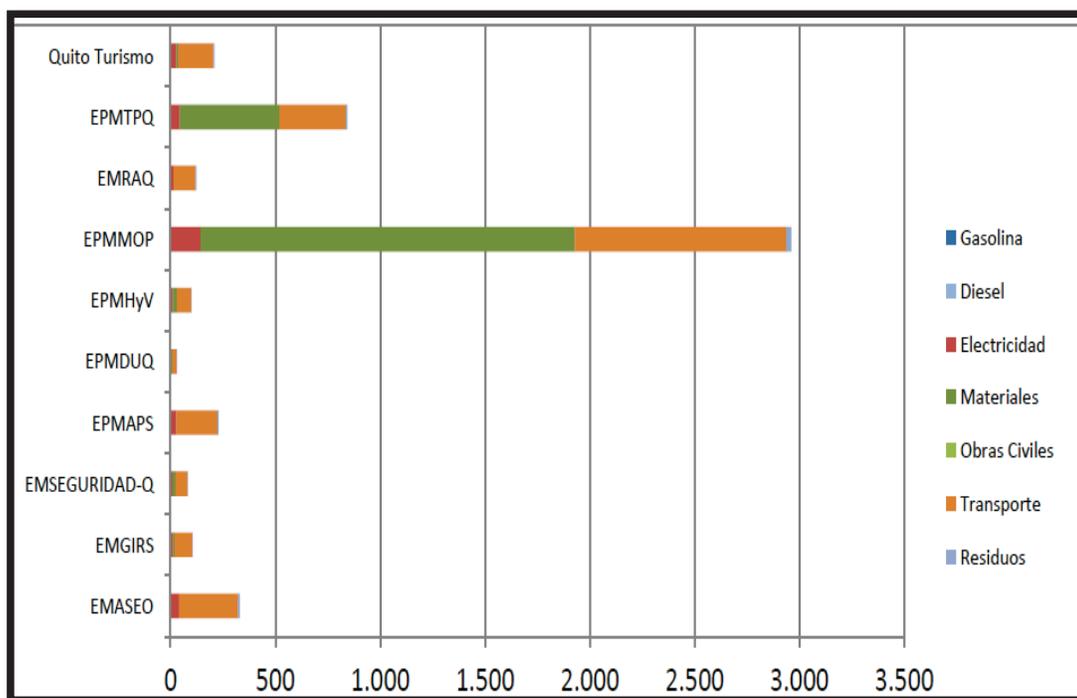
ELABORADO POR: Diego Estrella

Los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Quito, tendría una generación de 300m³/día. Los biosólidos deben ser monitoreados para establecer su disposición, la cual, puede ser la reutilización en actividades agrícolas, ganaderas, forestal, recuperación de suelos degradados, abonos, entre otros. De no ser posible su reutilización se recurre a la disposición final en rellenos sanitarios (EPMAPS, 2014).

3.3.1. HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

La EPMAPS tiene una huella de carbono dentro de las empresas metropolitanas correspondiente al 5%, que representa 229 t CO₂e, de un total de 5.013 t CO₂e, estas cifras corresponden al año 2011. La empresa ocupa el cuarto lugar en cuanto a las emisiones comparando con las diferentes empresas metropolitanas, después de EPMMOP, EPMT PQ y EMASEO. Ubicando al sector al sector de agua potable y saneamiento en el tercer puesto en la generación de los sectores analizados. Las emisiones de carbono generadas de EPMAPS, son ocasionadas por los vehículos institucionales, pero principalmente por tanqueros que llevan el servicio a zonas distantes de la urbe. Otra contribución es el combustible usado para el bombeo en los sistemas (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver figura 3.18.

FIGURA 3.18 HUELLA DE CARBONO SEGÚN EMPRESA METROPOLITANA Y FUENTES DE EMISIÓN, EN TONELADAS DE CO₂e.



FUENTE: (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: Proyecto Huella de Ciudades.

La EPMAPS, presenta un consumo de energía eléctrica de 147.000 kWh, que en términos de costos significa \$13.364 dólares y que produce un total de 28 t CO₂e, ubicando a la empresa en el cuarto lugar respecto a Estos índices (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).

Para una mejor idea de las emisiones de carbono por parte de la EPMAPS, se presenta en la Tabla N°3.22 y Tabla N°3.23, la huella de carbono para el año 2013 y 2014, respectivamente, divididas según los tres alcances, y que demuestra un constante aumento de las emisiones en los tres alcances, con mayor hincapié en el alcance 1, consumo de combustible móvil y alcance 2, consumo de electricidad. Que sumados los dos no superan al alcance 3, sin embargo son emisiones directas, mientras las emisiones de alcance 3, involucra consumo de materiales y construcción de obras civiles, uso transporte público por empleados y generación de residuos sólidos.

TABLA 3.23 HUELLA DE CARBONO 2013 DE LA EPMAPS.

ALCANCE	ACTIVIDADES	EMISIONES tCO ₂ e	Porcentaje (%)
Alcance 1	Combustión Móvil	2.701,6	3,96
Alcance 2	Electricidad	11.199,4	16,41
Alcance 3	Materiales y Bienes, Productos, Obras de Construcción y Servicios.	54.342,4	79,63
TOTAL		68.243,4	100

FUENTE: (EPMAPS, 2015).

ELABORADO POR: Diego Estrella

TABLA 3.24 HUELLA DE CARBONO 2014 DE LA EPMAPS

ALCANCE	ACTIVIDADES	EMISIONES tCO ₂ e	Porcentaje (%)
Alcance 1	Combustión Móvil	3.189,2	4,55
Alcance 2	Electricidad	10.738,8	15,33
Alcance 3	Materiales y Bienes, Productos, Obras de Construcción y Servicios.	56.139,4	80,12
TOTAL		70.067,4	100

FUENTE: (EPMAPS, 2015).

ELABORADO POR: Diego Estrella

3.4. ANÁLISIS DEL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE QUITO.

Las empresas encargadas del manejo de residuos sólidos urbanos de Quito, son dos EMASEO EP y EMGIRS. La primera encargada de la recolección y barrido de toda la ciudad. La segunda empresa, de reciente creación, es responsable del manejo y aprovechamiento de todos los residuos (Quito Verde; MDMQ, 2011).

La gestión de residuos sólidos de la capital, empezó a tener un carácter más responsable con la creación de la empresa EMASEO, en 1993, que se encargaba básicamente de la recolección y que presentaba gran ineficiencia en esta misma actividad, en el barrido, transporte y toda actividad de la empresa, por el descuido en el manejo administrativo, y que no se apartaba de la realidad nacional en el manejo de desechos, que la mayoría de las ciudades simplemente los depositaban en botaderos a cielo abierto. Mientras a nivel de la región, la ciudad de Quito, era de las pocas capitales que no contaba con un relleno sanitario para el año 2000, ya que los residuos se disponían en el botadero de Zambiza, sin ningún tratamiento, apenas cubriendo los desechos con cal para opacar los malos olores y con presencia de minadores, alrededor de 400 personas. Este botadero tenía la oposición de la comunidad aledaña por afectación a la calidad del aire por malos olores, al agua por la generación de lixiviados que llegaban al Río San Pedro, presencia de vectores y al ornato del sector (Vásquez, 2012)

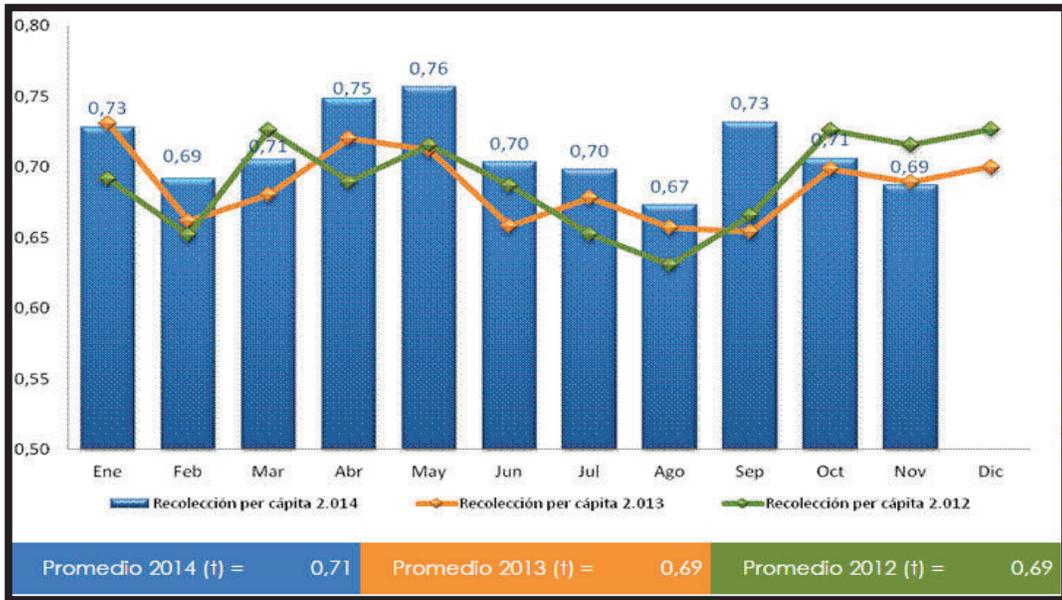
Tras el cierre del botadero de Zambiza, en diciembre de 2002, se analizaron alternativas y luego de estudios se optó al norte de la ciudad en el sector de Oyacoto, específicamente Jalanguilla, pero por la oposición de la población, la ciudad de Quito se vio obligado a modificar la opción y decidirse por ubicar el nuevo relleno a este de la ciudad en el sector de El Inga, que funciona desde el 2003, mediante varios convenios firmados por la ciudad de Quito y empresas como Corporación de Construcciones y Servicios (CORPCYS), sin embargo la empresa responsable desde su inició fue Vida Para Quito, bajo la tutela de Fundación Natura, para el manejo, transporte y disposición de los desechos y estableciendo varias obligaciones y costos por cada actividad como disposición,

transporte y tratamiento. Actualmente, la operación del relleno sanitario y de las estaciones de transferencias, son responsabilidad de la Empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos EP, luego que en el 2010 “Vida Para Quito”, traspasó las competencias a esta entidad, de las etapas Inga I, con cuatro cubetos que operaba entre el 2003 al 2007; Inga II, con dos cubetos que funcionaron del 2007 hasta diciembre 2012 e Inga III, que tiene ya siete cubetos y se encuentra en estudios la construcción de cubetos adicionales (EMGIRS-EP, 2014).

En el relleno sanitario del Inga se depositan los desechos provenientes de las dos Estaciones de Transferencia de Quito Norte y Sur, del Municipio del Cantón Rumiñahui, con un aporte calculado de este cantón en el año 2012 de 2819.73 Toneladas/mes y un promedio diario de 94,06 Toneladas/día, y también disposición provenientes de gestores privados (Castillo, 2012).

De la ciudad de Quito se recibe un promedio de 1.800 toneladas al día (TM/día) aproximadamente, de sus 2,5 millones de habitantes, según proyección de la población ecuatoriana publicada por el INEC para el período 2010 - 2020, generan en promedio 54.164 Toneladas/mes. Siendo la tasa de generación por habitante de 0,71 Kg/día*habitante, tomando en cuenta que el rango aceptable se encuentra entre 0,35 y 0,75 Kg/día*Hab. Con una tasa de recolección de 95,7%, en el 2014, para el 2013 fue de 92,4% y en el 2013 de 92,8%.(EMASEO, 2014). Además el servicio cuenta con el 96,5% de cobertura en Quito. Donde existe cerca de 5.000 trabajadores informales dedicados al reciclaje y recuperación de residuos (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2011). Ver figuras 3.19, 3.20 y 3.21.

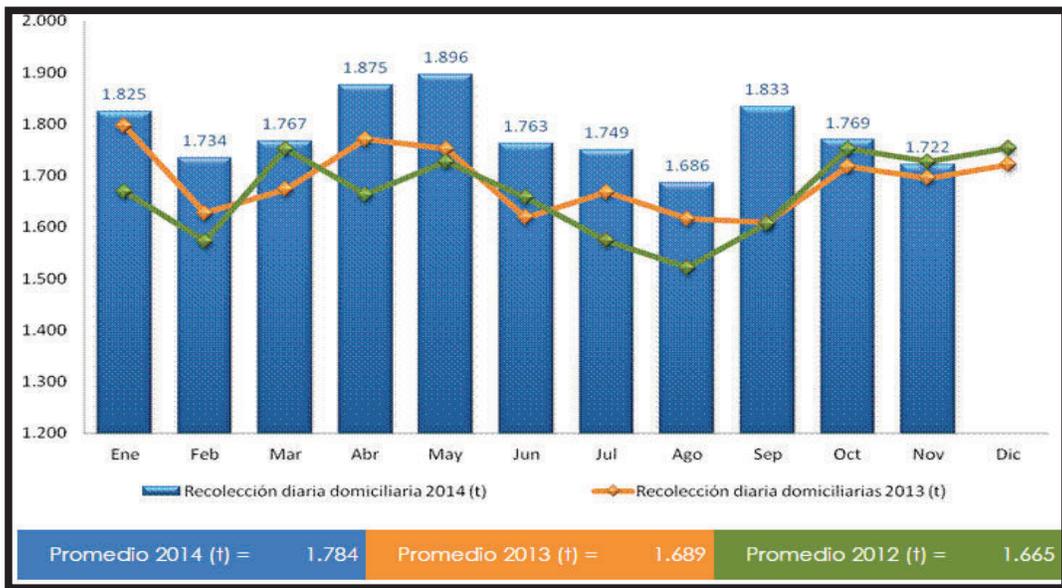
FIGURA 3.19 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PER CÁPITA (kg/hab/día).



FUENTE: (EMASEO, 2014).

ELABORADO POR: EMASEO

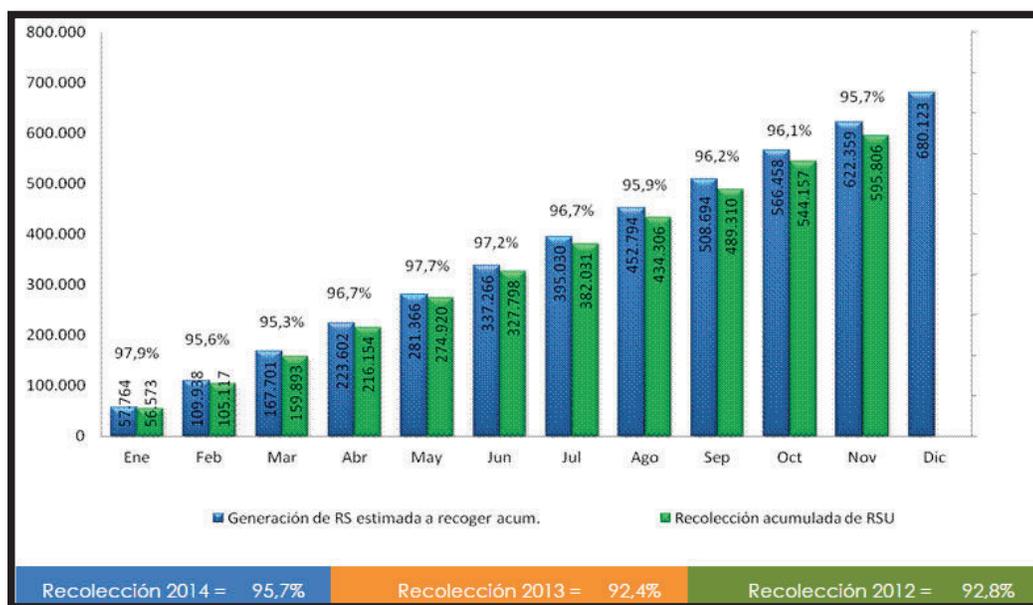
FIGURA 3.20 RECOLECCIÓN PROMEDIO DIARIA DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES EN TONELADAS (t)



FUENTE: (EMASEO, 2014).

ELABORADO POR: EMASEO

FIGURA 3.21 PORCENTAJE DE RECOLECCIÓN EN RELACIÓN A LA GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

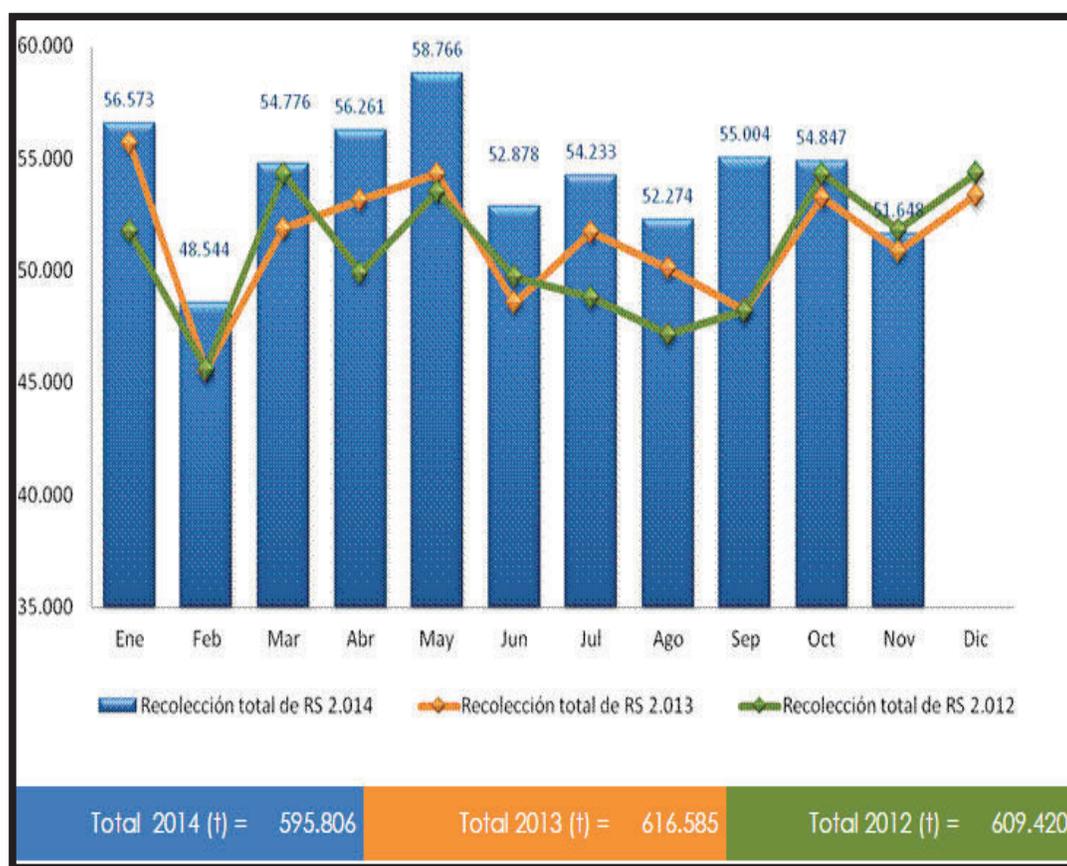


FUENTE: (EMASEO, 2014).

ELABORADO POR: EMASEO

La ciudad de Quito generó 595 mil toneladas de desechos domiciliarios asimilables hasta noviembre del 2014, que podría llegar a 650 mil toneladas aproximadamente, mientras la generación total de residuos sólidos domiciliarios y asimilables y no domiciliarios (residuos industriales no peligrosos y residuos voluminosos) es de 621.603 t/año, que podría llegar si se considera de igual manera al mes de diciembre a 678.112 t/año. (EMASEO, 2014). Además produce 10.000 toneladas de desechos peligrosos, 2.774 toneladas de desechos infecciosos generados en el sector salud y 3.000m³ de escombros. (Secretaría de Ambiente del MDMQ, 2012). Ver figura 3.22 y tabla 3.24

FIGURA 3.22 RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y ASIMILABLES EN TONELADAS (t).



FUENTE: (EMASEO, 2014).

ELABORADO POR: EMASEO

TABLA 3.25 DATOS DE TASA PER CÁPITA, PROMEDIO DE RECOLECCIÓN DIARIA, RECOLECCIÓN DE RESIDUOS DOMICILIARIOS, RECOLECCIÓN TOTAL Y PORCENTAJE

AÑO	TASA PER CÁPITA (kg/día*Hab)	Promedio Recolección Diaria (t/día)	Recolección Residuos Domiciliarios y Asimilables (t)	Recolección Total RS (t)	Porcentaje de Recolección
2012	0,69	1.665	609.420	631.697	92,8%
2013	0,69	1.689	616.585	652.368	92,4%
2014	0,71	1.784	649.970	678.112	95,7%

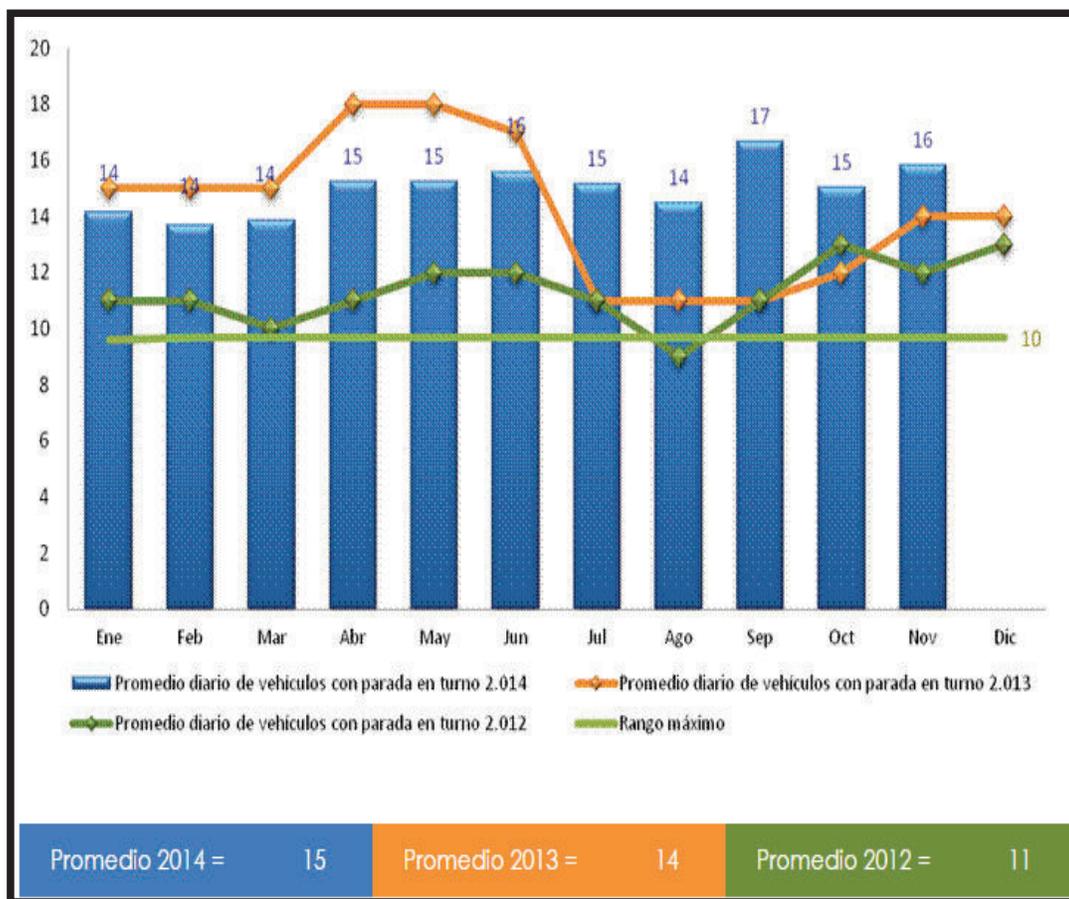
FUENTE: (EMASEO, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

Para el año 2014 se sumó la generación promedio del año de 54.164 t/mes de los residuos domiciliarios, debido a que no se cuenta con el valor real del mes diciembre, porque al momento del estudio no se encontraba aún calculado. De la misma manera para la recolección total de residuos sólidos se añadió al valor de 621.603 t/año, el promedio del año 2014 de 56.509 toneladas (EMASEO, 2014).

La institución EMASEO EP, presenta una flota en promedio de 138 vehículos, de los cuales en promedio 15 se encuentra fuera de circulación por mantenimiento o reparación, este número representa el 10% de vehículos en para, cuando el rango aceptable es de 7% (EMASEO, 2014). Ver figura 3.23.

FIGURA 3.23 PROMEDIO DIARIO DE VEHÍCULOS FUERA DE TURNO.



FUENTE: (EMASEO, 2014).

ELABORADO POR: EMASEO

En la gestión de residuos sólidos urbanos, el sistema cuenta con dos estaciones de transferencia, Norte, ubicada en la Av. De las Palmera y Eloy Alfaro, y la estación Sur, localizada en la Av. Simón Bolívar y Tambo del Inca.

La operación de la estación de transferencia Norte, está bajo responsabilidad de la empresa OPTRASEMBRES, concretamente se encarga del transporte y transferencia. La estación receipta los residuos producidos de los sectores centro-norte de la urbe y en sus instalaciones consta con 11 andenes, 3 son utilizados para la separación de residuos. Cuenta con 11 camiones de 30 toneladas de capacidad que efectúan en promedio 1.000 viajes por mes. Por parte de EMASEO, se tiene que sus camiones ingresan 3150 veces cada mes, con una capacidad de 8,3 toneladas. En la estación se recupera 580 toneladas de residuos reciclables, gracias al trabajo de 225 recicladores, entre los materiales recuperados se tiene: plástico, vidrio, aluminio, cartón, papel, PET (Polietileno Tereftalato, materiales compuestos que no se pueden separar. A continuación se muestra la composición de los residuos de la estación (EMGIRS-EP, 2013). Ver tabla 3.25.

En la estación de transferencia Sur, la operación es bajo el control de dos operadoras. La Fundación SEMBRES, que es responsable de la transferencia, mientras la empresa Transportes Coello S.A., responsable del transporte. En la estación llegan los residuos de la zona sur y parte del centro de la ciudad y en sus instalaciones existe una tolva conectada a la compactadora. En la estación no hay separación de materiales reciclables. El transporte de los residuos se usa 11 camiones, al mes realizan 720 viajes con una carga de 27 toneladas, mientras EMASEO ingresa 2.700 veces con camiones de 8,3 toneladas. En la tabla 3.26 se tiene la composición de residuos de la estación (EMGIRS-EP, 2014).

TABLA 3.26 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA NORTE.

MATERIAL	PORCENTAJES
ORGÁNICOS DE COCINA	56,39%
RECHAZOS (PAPEL HIGIÉNICO, PAÑALES)	9,97%
MENOR A 1CM	6,23%
FUNDAS PLÁSTICAS (BAJA DENSIDAD)	5,33%
TEXTILES	3,43%
BOTELLAS PET	2,98%
POLIPROPILENO	2,58%
PLÁSTICOS ALTA DENSIDAD	2,42%
CARTÓN	2,22%
PAPEL	2,10%
VIDRIO	1,67%
POLIESTIRENO	1,13%
MADERA	0,83%
METÁLICOS FERROSOS	0,61%
COMPUESTOS	0,60%
ORGÁNICOS DE JARDÍN	0,49%
HOSPITALARIOS Y MEDICAMENTOS	0,38%
INERTES (LOSA, CERÁMICAS, TIERRA)	0,22%
METÁLICOS NO FERROSOS	0,21%
ELECTRÓNICOS	0,16%
PELIGROSOS (PILAS, BATERIAS)	0,05%
TOTAL	100,00%

FUENTE: (EMGIRS-EP, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

La caracterización de los residuos de las estaciones tanto Norte como Sur, se expresa en la tabla 3.27.

TABLA 3.27 COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA SUR

MATERIAL	PORCENTAJES
ORGÁNICOS DE COCINA	57,67%
RECHAZOS (PAPEL HIGIÉNICO, PAÑALES)	8,57%
MENOR A 1CM	6,29%
FUNDAS PLÁSTICAS (BAJA DENSIDAD)	5,53%
TEXTILES	4,24%
BOTELLAS PET	3,01%
PLÁSTICOS ALTA DENSIDAD	2,29%
PAPEL	2,19%
POLIPROPILENO	2,15%
CARTÓN	1,97%
VIDRIO	1,56%
POLIESTIRENO	0,92%
MADERA	0,89%
METÁLICOS FERROSOS	0,83%
COMPUESTOS	0,69%
INERTES (LOSA, CERÁMICAS, TIERRA)	0,38%
HOSPITALARIOS Y MEDICAMENTOS	0,31%
ELECTRÓNICOS	0,25%
METÁLICOS NO FERROSOS	0,18%
ORGÁNICOS DE JARDÍN	0,05%
PELIGROSOS (PILAS, BATERIAS)	0,04%
TOTAL	100,00%

FUENTE: (EMGIRS-EP, 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

TABLA 3.28 CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LAS ESTACIONES DE TRANSFERENCIA, NORTE Y SUR

MATERIAL	PORCETAJE
Orgánicos	53,2%
Plásticos	15,5%
Papel y Cartón	12%
Vidrio	2%
Chatarra	1,8%
Tetrapack	1%
Rechazo	14,5%

FUENTE: (EMGIRS-EP, 2014)

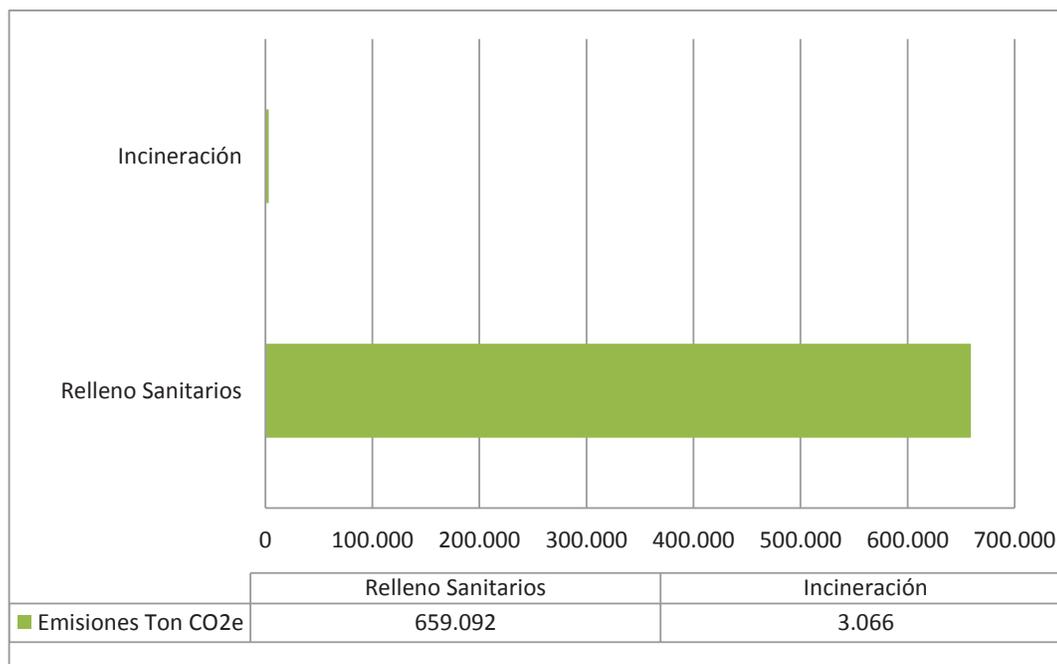
ELABORADO POR: Diego Estrella

3.4.1. HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

En el sector de residuos sólidos urbanos, la fuente de emisiones de carbono es la producida a partir de la descomposición de los residuos orgánicos, y cuando se tiene el proceso de incineración los gases de este proceso también son perjudiciales.

La huella de carbono del sector residuos es de 662.159 t CO₂e, que es el 13% del total de la huella de carbono de Quito, esta información es para el año 2011, que es la disponible y más reciente analizada, que proporciona los datos. Las emisiones de carbono son producidas, por la descomposición de la materia orgánica en el relleno sanitario de El Inga, que corresponde a 659.092 t CO₂e, que representa el 99,5%, prácticamente la totalidad. Dejando el 0,5%, que son 3.066 t CO₂e, producidos por incineración (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver figura 3.24.

FIGURA 3.24 HUELLA DE CARBONO DEL SECTOR RESIDUOS, SEGÚN FUENTES DE EMISIÓN (t CO₂e)

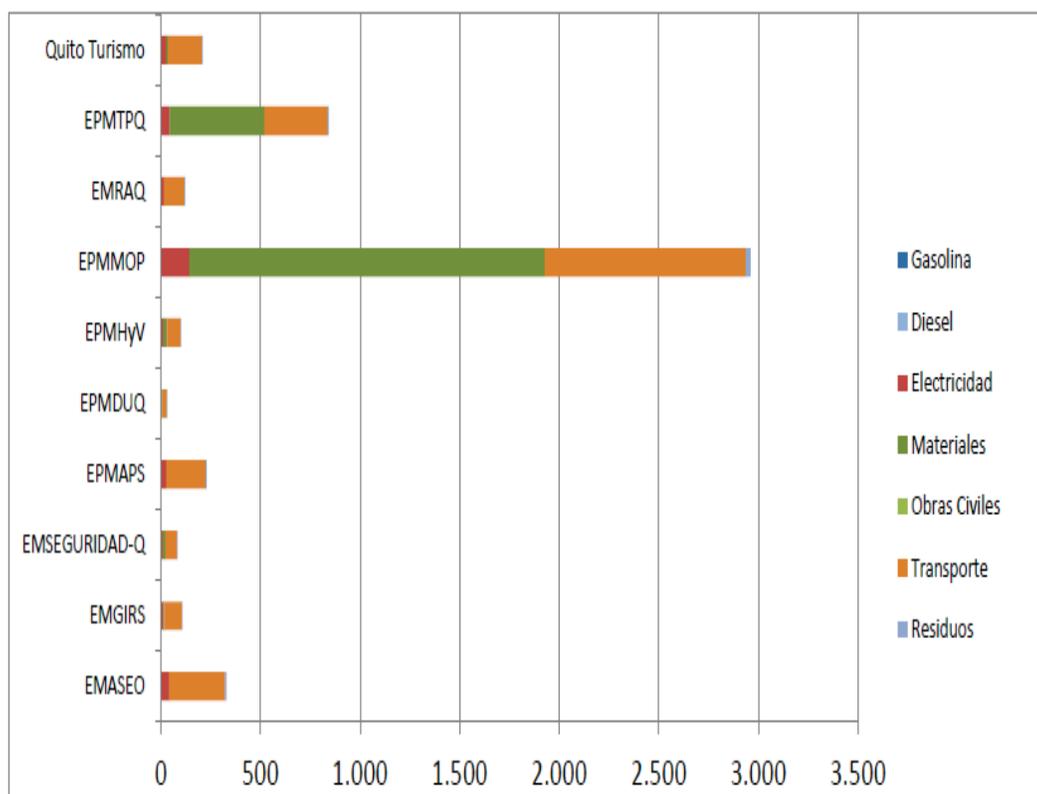


FUENTE: (DMQ, Servicios Ambientales S.A., 2013)

ELABORADO POR: Diego Estrella

La empresa EMASEO EP, tiene una huella de carbono de 329 t CO₂e, que son el 7% de la huella de carbono a nivel de empresas metropolitanas. La mayor parte de la huella de carbono, se debe a las emisiones de su parque automotor, principalmente camiones recolectores. Por parte de EMGIRS, la mayoría de la huella de carbono es ocasionada por el transporte de los residuos desde las estaciones de transferencia hacia el relleno sanitario. (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013). Ver figura 3.25.

FIGURA 3.25 HUELLA DE CARBONO, SEGÚN EMPRESAS METROPOLITANAS Y FUENTES DE EMISIÓN EN TONELADAS DE CO₂e.



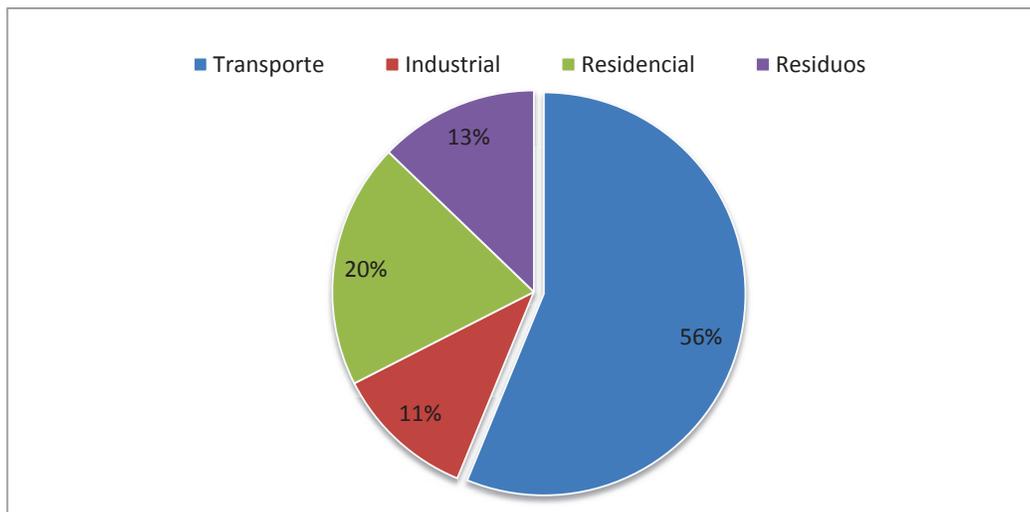
FUENTE: (MDMQ; Servicios Ambientales S.A., 2013).

ELABORADO POR: Proyecto Huella de Ciudades.

En el Proyecto Huella de las Ciudades del 2014, para el sector de residuos sólidos urbanos considera las emisiones producidas por la disposición final de los residuos. En el caso de Quito, el sector presenta una emisión de carbono del 13%, 661.689 t CO₂e, del total de la huella de carbono de Quito que son

5.164.945 t CO₂e. Las emisiones de carbono del sector aparte de la disposición en rellenos sanitarios se deben a la incineración de los residuos.(Servicios Ambientales S.A., 2014). Ver figura 3.26.

FIGURA 3.26 HUELLA DE CARBONO TOTAL DE LA CIUDAD DE QUITO.



FUENTE: (Servicios Ambientales S.A., 2014)

ELABORADO POR: Diego Estrella

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y RESULTADOS

4. SITUACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS BAJAS EN CARBONO DE LA CIUDAD DE QUITO

La ciudad de Quito, por su ubicación geográfica, topografía y distribución espacial de la población, presenta graves inconvenientes al momento de satisfacer a la ciudadanía de servicios básicos como, transporte, agua potable, saneamiento y residuos sólidos urbanos. Más aún si estos servicios, pretenden ser infraestructuras bajas en carbono, porque al ser Quito un polo de desarrollo del país y ciudad principal, como en la mayoría de los casos, atrae a la concentración de la población, que consume mayor cantidad de energía y demanda servicios de buena calidad y de mayor cobertura, por lo cual cumple que al ser una zona urbana es emisora de GEI. Por lo tanto, se puede decir que Quito por su desarrollo, es una ciudad dentro de un país en vías de desarrollo, pero que presenta problemas como tráfico, de ciudades de primer mundo.

La distribución espacial de la población dentro de la ciudad produce el mayor problema para brindar a la misma población de los servicios de transporte, agua potable y saneamiento y residuos sólidos urbanos, que es su derecho y obligación de las autoridades que así sea. Esto se produce cuando barrios y comunidades se ubican en sectores alejados, lugares con fuertes pendientes, sin accesibilidad, en fin factores que limitan el acceso a los servicios o que requieren mayor consumo de energía, como es el caso de las laderas del Pichincha. Por esta razón, es fundamental el control estricto sobre el uso del suelo, que evite la expansión desmesura de la ciudad, ya que por la ubicación geográfica de Quito, no responden a un desarrollo normal de “mancha de aceite” o circular, sino que tiene una forma irregular, con mayores asentamientos en la periferia donde la población marginal es quien sufre la falta de servicios.

Un problema a señalar, son los obstáculos políticos, administrativos y/o económicos, que al momento de desarrollar un proyecto con emisiones bajas en carbono puede enfrentar, porque al ser infraestructuras que necesitan de una fuerte inversión económica, son frenados al no existir los recursos de capital para los gastos de su construcción, a pesar del poco o gran interés que se tenga, este factor puede entorpecer la realización, cuando los proyectos son de carácter público. La otra opción es que las infraestructuras se efectúen por parte de entidades privadas, sin embargo, la prioridad de estas organizaciones es obtener rentabilidades.

Ligado con lo anterior, se tiene que la ejecución de grandes obras en la ciudad, depende de decisiones políticas, a cargo del gobierno de turno, ya sea nacional o local, porque es la institución que va a financiar o buscar el financiamiento mediante préstamos. El problema se suscita, cuando hay un cambio de gobierno, que no pertenece a la misma línea política, porque prefieren un reconocimiento personal o desmerecen el trabajo de la anterior autoridad. De esta, manera es indispensable establecer qué proyectos estratégicos y que buscan mejorar la calidad del ambiente de la ciudad reduciendo la contaminación, sean una prioridad y que respondan a una línea de acción y reglamentos de la ciudad, sin importar el gobierno que se encuentre en funciones. El ejemplo, más reciente dentro de la ciudad de Quito, es el concerniente a la ejecución del Metro de Quito, que ha tenido problemas tanto de financiamiento, presentados justamente en un cambio de gobierno local, que no debería influir en gran medida, porque más allá de las diferencias políticas que puedan existir, es un proyecto de suma importancia para la ciudad que ayudaría al gran problema de transporte. Adicionalmente, las infraestructuras bajas en carbono, se enfrenta a la preferencia de otros proyectos de tipo social y económico.

Cabe mencionar, que en la ciudad de Quito los servicios de transporte, agua potable, saneamiento y residuos sólidos urbanos, tienen una tarifa diferenciada para cada sector de la ciudad, para los dos últimos servicios. En el caso del transporte, si se presenta un subsidio directo, tanto al combustible por parte del gobierno local, como a la tarifa de transporte por parte del gobierno local. Sin

entrar en mayores detalles, porque al hablar de subsidios es un tema delicado y de gran análisis técnico, si se puede mencionar la distorsión y que modifican la demanda de los servicios mencionados.

Para la ciudad de Quito sería importante fomentar la eficiencia energética, transfiriendo tecnología a energías alternativas, diversificando y en busca de una seguridad energética, considerando que se puede optar por el aprovechamiento de distintos recursos, con el objetivo de mantener la calidad de vida y confort de la comunidad disminuyendo el consumo de energía. Este consumo de energía se puede reducir cambiando los aparatos electrónicos de los hogares que tienen una baja eficiencia energética, en el caso de empresas e industrias con equipos de mayor eficiencia, lo cual es un ahorro. Estos puntos se limitan por falta de personal técnico, por los hábitos de consumo y en mayor importancia el costo inicial de energías alternativas versus las convencionales, que influye en el consumidor creando un desinterés, que no considera el ahorro futuro que puede obtener, que se ayuda a disminuir la contaminación, que fomenta la conservación de recursos, como fuentes de agua que son para el propio beneficio y en cuanto a la salud pública la disminución de la contaminación ayuda a mantener una calidad de aire aceptable, y en residuos sólidos urbanos la buena gestión evita la proliferación de vectores que transmiten enfermedades.

Por otra parte los hábitos de consumo influyen, cuando en la ciudad se prefiere el transporte privado en lugar del transporte público, la población ansía adquirir un automóvil. En el desperdicio de agua, con griferías abiertas y botando la basura en las alcantarillas taponándolas. Y una mayor generación de desperdicios, mayor uso de empaques, que no tiene ninguna clasificación desde la fuente en hogares.

4.1. HUELLA ECOLÓGICA Y HUELLA DE CARBONO DE LA CIUDAD DE QUITO

De acuerdo, a la huella ecológica, que es la demanda de recursos de la población, relacionado con la capacidad de regeneración de los mismos, es decir,

el área de tierra productiva que necesita la población, la población de Quito, necesitaría mayor cantidad de suelo porque su huella ecológica per cápita es mayor comparada con la huella ecológica de Ecuador, 2,4 gha/cápita versus 1,9 gha/cápita, con un consumo mayor del quiteño del 20%, ya que al vivir en una ciudad principal, demanda de mayores recursos, servicios e ingresos, al ser los precios más elevados en comparación del resto del país. En tanto, la huella ecológica total de Ecuador es 25,2 millones de gha, con una biocapacidad de 30,3 millones de gha, indicando que a nivel de país aún se tiene la capacidad de absorber los residuos del consumo y generar nuevos recursos.

En todos los sectores de análisis de la huella ecológica, alimentos, vivienda, bienes, transporte y servicios, se observa un gran consumo por parte de los quiteños en el sector transporte, con una marcada diferencia en comparación con el país, el quiteño promedio en este sector tiene 0,37 gha per cápita y el ecuatoriano 0,28 gha per cápita. Además los sectores de importancia para el estudio porque envuelven a los tópicos analizados es el sector transporte y sector servicios.

En la huella de carbono que cuantifica las emisiones de carbono emitidas por actividades antropogénicas, la ciudad de Quito tiene 5'164.945 t CO₂e, de este total, el 89% corresponde al alcance 1, y concretamente a los sectores de transporte y residuos con el 4'589.061 t CO₂e, y el 11% al consumo de electricidad 575.884 t CO₂e, esto según los datos expuestos en 2013. Según la información, que proporciona mayores datos para el 2011 el total de huella de carbono de la ciudad era de 4.950.616 t CO₂e, divididos en, 63% (3.093.983 t CO₂e) transporte, 13,3% (662.159 t CO₂e) residuos, 12,7% (635.881 t CO₂e) industria y 11% (558.593 t CO₂e) residencial, comercial e institucional.

4.2. MEDIDAS ADOPTADAS Y EMISIONES EN LA CIUDAD DE QUITO

4.2.1. MEDIDAS Y EMISIONES DE CARBONO EN EL SECTOR TRANSPORTE

Las medidas a tomar en la ciudad de Quito se debe al crecimiento del parque automotor, en el 2013 se contaba con 420.192 autos a una tasa de 9%-10% que son unos 36.000 carros, para el 2014 esta tasa subió al 12% que son 50.000 automóviles, llegando a la cifra de 468.776 autos, lo que ocasiona tráfico, con una velocidad promedio entre el zona de la Villa Flora y La Y de 18 km/h. Estos valores del parque automotor le convierten a Quito con el mayor número de propietarios de vehículos del país. Motivados a la compra de los mismos para efectuar sus traslados, es así que el número de viajes al trabajo es el 31,1% y a sitios de estudio es de 32,5%. Concentrándose el mayor número de viajes y movilidad en el hipercentro, zona centro-norte de la ciudad, con un promedio de 2,08 viajes/hab, superando el promedio de la ciudad de 1,89 viajes/hab. En esta misma zona, el 56% de los viajes se realiza en transporte público, en la zona de La Delicia-Calderón el 71% es en transporte público y en la parte Sur de la ciudad el 79%. De igual manera, en la zona Norte de la ciudad se tiene que el número de autos por cada 100 habitantes es de 24 vehículos, y 73 vehículos cada 100 hogares y en la zona Sur es de 11 carros por cada 100 personas y 39 autos cada 100 hogares, demostrando claramente la preferencia por el transporte privado en los sectores norte de la ciudad. En general, el 73% de los viajes, es de carácter institucional, escolar y público y el 27% es viajes privados. Donde el transporte público tiene una demanda de 884.270 hab/día. Mientras los viajes de Norte a Sur y viceversa en un 89% se realizan en transporte público, y de manera global 55%, 1'200.000 de viajes son públicos y el 45%, 974.550 viajes son privados. Separando los modos de transporte 15,3% se realiza en no motorizado, ya sea a pie o bicicleta, 84,7% es transporte motorizado, dividido en el 52,2% transporte público, 19,5% transporte privado, 9,3% institucional y 3,3% taxis. Que refleja un predominio del transporte motorizado con emisiones de carbono, y se tiene que fomentar el crecimiento de modos no motorizados.

En cuanto a las emisiones de carbono, el sector transporte aporta con 3'093.983 t CO₂e, que es el 63% del total de la huella de carbono de Quito, 4.950.616 t CO₂e, para el año 2011. Convirtiendo al sector transporte en el mayor emisor de carbono, sus emisiones se encuentra divididas por la fuente de energía que consumen, en su gran mayoría se trata de combustibles fósiles, segregados en un 36%, que son 1'799.634 t CO₂e, causadas por el uso de gasolina, un 29% que son 1'428.460 t CO₂e son responsables el consumo de diésel, el combustible de avión también aporta con el 9%, que son 280.116 t CO₂e y el 1% restante, 1.031 t CO₂e, son emisiones debido al consumo de electricidad utilizado por el Sistema Trolebús, que se nota rápidamente su importancia ambiental al ser quien genera menos emisiones de carbono, es decir, una infraestructura baja en carbono, que si se compara con el 2%, 16.600 t CO₂e, que son emitidas por parte de los Sistema Metropolitano de Transporte. Para el año 2013 la huella de carbono fue es 5'164.945 t CO₂e, donde el sector transporte emitió 2'902.402 t CO₂e, el 56,2%, dividido en 65% por consumo de gasolina, 35% diésel y apenas el 0,02% por la energía eléctrica en el sistema Trolebús. Mostrando, que para los dos años que se cuenta con información de huella de carbono, el Trolebús emite la menor cantidad de carbono, siendo un ejemplo de infraestructura baja de carbono.

El Sistema de Transporte de Quito que está a cargo de la EPMTQP, está formado por cuatro sistemas, Sistema Integrado de Trolebús, Sistema Integrado Ecovía, Corredor Sur Occidental y Corredor Sur Oriental. De los cuatro sistemas, el Trolebús, tiene la mayor demanda de pasajeros con un promedio de 5,93 millones de pasajeros transportados y el sistema con menor demanda es el Corredor Sur Occidental, con un promedio de 1,98 millones de pasajeros, en los meses comprendidos entre enero y septiembre de 2014, que era la información disponible. En los cuatro sistemas se observa la misma variación en la demanda por parte de los usuarios, siendo los meses de febrero y agosto con menor demanda y los meses de enero, abril, mayo y septiembre de mayor demanda, esta diferencia en la demanda responde a las épocas de vacaciones de instituciones escolares como universitarias.

4.2.1.1. Ejemplo en el sector transporte

En este sector, el ejemplo más claro y palpable, es el Sistema de Transporte Integrado Metrobus-Q, conformado por varios sistemas de transporte masivos dispuestos a lo largo de la ciudad de Quito. Estos sistemas conocidos como de Bus Rapid Transit (BRP), se caracterizan por el traslado de un gran número de pasajeros reduciendo el tiempo de movilización, por lo cual, a la hora de optar por un modo de transporte se encuentra entre las mejores opciones, porque si se compara con el transporte realizado por colectivos o buses normales que cumplen con sus rutas, son mejores por la cantidad de usuarios transportados, el tiempo de viaje, al tener su propio carril de circulación y la reducción de varios vehículos privados, en lugar de un bus articulado.

En nuestro caso, la ciudad cuenta con varios sistemas de transporte masivo, como Ecovía, Metrovía y Trolebús. Si se compara los tres sistemas, el que muestra la mayor demanda es el Sistema Integrado Trolebús, que como hecho fundamental es la energía eléctrica que utiliza para su funcionamiento, por lo tanto, considerando los dos puntos se convierte en un ejemplo claro de una infraestructura baja en carbono, por los usuarios transportados a diario y porque sus emisiones de carbono son bajas. Sin embargo, el problema de este sistema es la ineficiencia y saturación que presenta el sistema, en especial en horas pico. Además, es importante considerar que su funcionamiento ya tiene 20 años, siendo necesaria una modernización en su flota y considerar la incorporación de más unidades para brindar un mejor servicio, pero es importante revisar la tarifa del pasaje.

Finalmente, la intención de construir un Metro en la ciudad de Quito, declara las intenciones de la ciudad por mejorar el transporte, la movilidad y al mismo tiempo reducir las emisiones de carbono. Se busca conectar varios puntos, considerados estratégicos, reduciendo el tiempo de traslado y al mismo tiempo aumentando la oferta, en el sentido de pasajeros transportados.

4.2.2. MEDIDAS Y EMISIONES DE CARBONO EN EL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

La calidad del servicio de agua potable para la ciudad de Quito es de 99,76%, para Quito es de 98,41% y para parroquias es de 95,07%. Mientras que la calidad de servicio de alcantarillado es de 96,51% en la ciudad de Quito, en la ciudad de Quito es de 92,49% y parroquias 82,53%. La cobertura en agua potable se tiene el 98,41%, con una red de tuberías de 7.128 km, 31 estaciones de bombeo y 436 tanques, 198 en la ciudad y 238 rurales. La cobertura de alcantarillado es 92,49%, con 5500 km, 3123,32 km catastradas y 2376,68 km sin catastros.

De las cuatro fuentes de captación para Quito, dos son las principales Papallacta con 3.000 l/s complementada con la represa Salve Faccha con 1.000 l/s y la Mica Quito Sur 1.700 l/s. Sistema Papallacata, aporta con el 50% del agua potable para la ciudad y proporciona 15Mw de energía por la Central Recuperadora que es un ahorro de 2,5 millones. Posteriormente en la producción, se tiene cuatro plantas de tratamiento que tienen una alta capacidad, Bellavista con 3.000 l/s, Puengasi con 2.400 l/s, El Troje con 850 l/s y El Placer con 680 l/s. En la distribución se utiliza los 436 tanques y 31 estaciones de bombeo, se debe resaltar que en esta etapa hay pérdidas, para la ciudad de 20,63% y para parroquias es de 42,30%, porcentajes muy altos, especialmente para parroquias, que se produce por fugas en la red de distribución por daños en la tubería, ocasionando que el desperdicio no solo del recurso hídrico como tal, sino de los costos que se invirtieron para su producción.

La capacidad instalada de producción es de 8,5m³/s, pero actualmente se tiene una producción entre 7,3 a 7,8 m³/s, para la demanda de 2,4 millones de personas de la ciudad de Quito. Para el 2020, se espera una población de 3 millones, con una producción de agua potable de 10,9 m³/s y para el año 2040 se espera una población de 4,2 millones, para lo cual se necesita de 13 m³/s de agua potable para cubrir la demanda.

Un total de 25'098.730,96 m³/s, un 10% de total del agua captada de las distintas fuentes, se lo realiza mediante bombeo. Entre las plantas que utilizan este sistema está Bellavista, Paluguillo y pozos de la ciudad como de las parroquias. El restante 90% y de plantas de tratamiento utilizan el sistema a gravedad para la captación, por lo cual, es un porcentaje, bajo y aceptable, ya que no se evita el consumo de energía en esta etapa del proceso. La captación se efectúa a una tasa de 7,81 m³/s, la producción a una tasa de 7,84 m³/s y se distribuye a razón de 7,7 m³/s.

La EPMAPS, en pro de alcanzar una sostenibilidad, busca ser auto-generadores de energía, para el efecto posee, 5 plantas de una producción considerable, que entre todas generan un total de 29,65 MW, y se espera en un futuro el aporte de 20MW proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales Vindovona.

Para el año 2013, entre la Central Recuperadora, El Carmen y Sistema Noroccidentales tienen 126'678.923 kWh disponibles para la venta, de lo cual se vendió 121'945.781 kWh, que es 1'929.715 USD en energía facturada. Para el año 2014, la energía disponible para la venta fue de 153'723.382 kWh, de esta cantidad se vendió 67'565.096 kWh, que representó 1'660.597 USD. El excedente en la generación, la empresa la vende en el Mercado Eléctrico Mayorista. En cuanto al consumo, la empresa utilizó en el 2013, 22'132.226 kW, que representa 1'355.557 USD, y para el año 2014 fue de 19'455.968 kW, que significa 797.055 USD. Y en la tabla 3.12 se muestra una reducción en la producción, consumo y venta de energía, pero sería importante que el consumo disminuya y la producción y venta de energía incremente para alcanzar la sustentabilidad de la empresa.

Todo el consumo de energía ocasiona la huella de carbono, que en la parte administrativa es de 229 t CO₂e, el 5% a nivel de empresas metropolitanas y el tercer lugar entre ellas, con un consumo de 147.000 kWh que son 28 t CO₂e y 13.364 USD. La huella de carbono total del sector es de 68.243,4 t CO₂e para el año 2013, y para el año 2014 fue 70.067,4 t CO₂e, mostrando un pequeño incremento entre estos dos años, por uso de combustibles fósiles.

4.2.2.1. Ejemplo en el sector de agua potable y saneamiento

En este sector, se debe diferenciar como ya se ha mencionado los factores controlables, mediadamente controlables y no controlables, en sus distintas etapas del proceso de potabilización de agua. Desde este punto de vista, la calidad de la fuente, calidad del producto, calidad de servicio y nivel de pérdidas son puntos controlables. Las variables no controlables son la fuente y distancia hacia el recurso hídrico. En todos los factores indicados, es indispensable el consumo de energía y la instalación de infraestructuras.

Se ha escogido dos ejemplos, que su escala de potabilización y tratamiento de aguas residuales son pequeñas, para una pequeña comunidad o un hogar, pero que cumplen con el objetivo de dotar de agua y tratar las aguas servidas, cuyo costo beneficio e inversión en comparación con sistemas tradicionales, convencionales o de escala mayores, deben ser de un estudio más profundo.

El primer caso, es un sistema de potabilización de agua autónomo, enfocado en especial para sectores rurales y de alto riesgo social. Este sistema puede purificar 100l/día, para lo cual se pasa el agua por un filtro para eliminar las partículas más gruesas, luego es aplicado cloro para la desinfección que es acompañado de un sistema de ionización por medio de placas de cobre y plata electrificadas, mejorando la calidad del agua potabilizada. Este sistema es independiente porque la energía se obtiene de paneles solares, la ventaja es la instalación en lugares apartados. Como en el caso de la ciudad de Quito, que tiene comunidades muy alejados y con condiciones geográficas que demandan de bombeo y mayor consumo de energía, que incrementa su costo.(History Channel, 2014). El segundo caso, es focalizado más en tratar aguas residuales, con un sistema ánodo-cátodo, para realizar una electrocoagulación que desestabiliza las partículas, donde las más pesadas sedimentan y las livianas flotan, que añadiendo otros procesos pueden ser eliminadas y tener una agua residual de mejor calidad (Guevara, 2014).

4.2.3. MEDIDAS Y EMISIONES DE CARBONO EN EL SECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

La generación de residuos de la ciudad de Quito es de aproximadamente 54.164 toneladas/mes, 1.800 toneladas/día de residuos y con una tasa de generación dentro del rango aceptable de 0,71 kg/día*hab, todos los residuos son dispuestos en el relleno sanitario del Inga, que adicionalmente recepta la cantidad de 2.819 toneladas/mes de residuos provenientes del cantón Rumiñahui y 94,06 toneladas/día de residuos por parte de gestores autorizados.

La generación anual de la población de Quito, es de 595.000 toneladas/año, que podría llegar a 650.000 toneladas/año si se toma el promedio mensual como la generación del mes de Diciembre, dato aún no disponible, para residuos sólidos domiciliarios asimilables y para la producción de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios es de 621.603 toneladas/año, que sumando de igual manera el promedio mensual para el mes de diciembre llegaría a 678.112 toneladas/año. Adicionalmente se tiene la generación de 10.000 toneladas/año de residuos peligrosos, 2733 toneladas/año de residuos infecciosos y 3.000 m³ de escombros.

La tasa o el porcentaje de recolección han tenido una pequeña alza desde el 2012 que fue de 92,8%; en el 2013 se mantuvo con una ligera disminución con un porcentaje de 92,4% y para el 2014 si se registra un incremento considerable hasta llegar al 95,7%. Sin embargo, la meta para la empresa es llegar a una tasa de recolección de 96,5%. La misma que podría subir, si el porcentaje de vehículos con parada por cada turno se disminuyera, ya que tiene un promedio de 15 vehículos con para por turno, de un total de 138 vehículos que comprenden la flota, lo que representa el 10% de camiones parados, cuando el rango aceptable de vehículos fuera de turno es del 7%. A pesar, de este inconveniente en el funcionamiento de la empresa, es importante resaltar, que a pesar del constante crecimiento en la generación de residuos en la ciudad de Quito, la tasa de recolección también ha aumentado simultáneamente o por lo menos se ha mantenido.

En la Estación Norte se cuenta con 11 andenes, en 3 se realiza separación de residuos para reciclaje. Cuenta con una flota de 11 camiones de 30 toneladas, que en promedio efectúan 1.000 viajes al mes. Por parte de EMASEO, sus camiones de 8,3 toneladas, ingresan 3.150 veces al mes. En esta estación se recupera 580 toneladas para reciclaje y el 56,39% es materia orgánica.

En la Estación Sur, la flota de camiones es igual de 27 vehículos de aproximadamente 27 toneladas y que mensualmente realizan 750 viajes. EMASEO, con sus camiones de 8,3 toneladas, ingresa alrededor de 2.700 veces por mes. Los residuos sólidos que llegan a la estación en un 57,67%, corresponde a materia orgánica.

En general, entre las dos estaciones, del total de residuos sólidos, el porcentaje de materia orgánica es de 53,2%, plástico con un 15,5% y papel – cartón con el 12%, siendo los tres tipos de residuos con mayor porcentaje.

La huella de carbono por parte de la empresa EMASEO-EP, es de 329 t CO₂e, que es el 7%, ocupando el tercer lugar entre las empresas metropolitanas. En cuanto, a la huella de carbono del sector de residuos sólidos para el 2011, sus emisiones equivalen al 13% del total de la huella de carbono de Quito, 662.159 t CO₂e, las mismas que se divide en el 99,5%, que son 659.092 t CO₂e, producidas por la descomposición de materia orgánica, y apenas el 0,5%, corresponde a las emisiones producidas por la incineración de residuos. Para el año 2013 las emisiones en el sector presentan una ligera elevación, alcanzando las 661.689 t CO₂e, que representa igual el 13%, del total de la huella de carbono de Quito.

4.2.3.1. Ejemplo en el sector de residuos sólidos urbanos.

En este sector, por la gran generación de residuos sólidos urbanos que tiene la población, cuya producción de residuos no va disminuir sino por el contrario, va a tender a incrementar y que los lugares para su disposición final son cada vez escasos, los rellenos sanitarios por más bien manejados se muestran como una

solución durante su vida útil. Por lo tanto es necesario, formular proyectos que solucionen o aprovechen los residuos sólidos urbanos, que vayan más allá de una simple clasificación y reciclaje de los desperdicios, que si bien es una opción valedera, se puede optar por alternativas, que necesitan una mayor infraestructura e inversión sus réditos ambientales, sociales y económicos son mejores.

Para un aprovechamiento de los residuos, existe la opción de transformar los residuos sólidos urbanos, en especial desechos de materia orgánica y plástico, que en la Planta Piloto ubicada en Santo Domingo de Tsachilas, en el INIAP, que es promulgada por el INER, Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables, tiene una capacidad de tratar 10Kg de residuos por hora y producir un litro de combustible. Aunque aún se realizan experimentos y análisis químicos, físicos, térmico y biológico, de los residuos, cuyos resultados servirán para un mejor funcionamiento, con una visión de replicar a mayor escala en los distintos municipios del país, pues es una opción que contrarresta el uso de terrenos para la construcción de rellenos sanitarios y con un mejor aprovechamiento.(INER, 2014). Con la ventaja que este biocombustible no contiene azufre, siendo un beneficio adicional para reducir las emisiones de carbono no solo en el sector de residuos al evitar las emisiones por la descomposición de materia orgánica, sino que también ayuda al sector transporte reducir sus emisiones de GEI, ya que no se tendría emisión de SO_2 , por la ausencia del azufre. Como también se reduciría el consumo de combustibles fósiles disminuyendo las emisiones de carbono. Por estas razones, es un proyecto que a pesar de su gran costo, el ser impulsado incondicionalmente por el Estado, en un futuro representaría un ahorro energético, económico y beneficios ambientales.

4.3. CALIDAD DE AIRE EN LA CIUDAD DE QUITO

En el inventario de GEI, se considera cinco sectores, procesos industriales, el uso y el cambio del suelo, agricultura, energía y desperdicios, en dos últimos sectores se encuentran los servicios de transporte, agua potable al consumir energía y en

desperdicios, se ubica los residuos sólidos urbanos. El inventario de GEI, está formado tanto por emisiones indirectas y directas, que para el caso de Quito, las primeras emisiones son de 4'912.530 toneladas/año, y las segundas emisiones son de 6'180.061 toneladas/año. Las emisiones directas se distribuye, el 57% energía, 18% USCUS, 18% Desperdicios y Agricultura 7%.

En las emisiones indirectas, el sector de energía tiene las mayores emisiones de CO₂, con 3.501,72 Gg/año, siendo el total de las emisiones de CO₂, 4573,72 toneladas/año, sumando las emisiones de todos los sectores. Es seguido del monóxido de carbono, con 196,26 Gg/año, de un total de 210,21 Gg/año. En el sector desperdicios, el metano, tiene las mayores emisiones, 50,61%, de un total de 58,56 Gg/año si toma en cuenta el metano de todos los sectores.

En lo referente a las emisiones directas, que se conforma por lo gases de dióxido de carbono, metano y dióxido de nitrógeno. Donde, el sector de energía emitió 3'501.720,4 toneladas/año de CO₂, 13.498 toneladas/año de CH₄ y 10.079 toneladas/año de NO₂, con un total de emisión de GEI de 3'525.297,8 toneladas/año. En el sector de desperdicios, no se tiene emisión de CO₂, mientras la emisión de CH₄ fue de 1'062.837 toneladas/año y las emisiones de NO₂ fueron de 37.318 toneladas/año, con un total de emisión de GEI de 1'100.155. También es importante resaltar el gran aporte del sector de uso del suelo, cambio del uso del suelo y silvicultura con 1'072.196,7 toneladas/año de CO₂, con un total de emisión de GEI de este sector de 1'104.123,4 toneladas/año. Finalmente, las emisiones de GEI, sumando todas emisiones de los tres gases en los cinco sectores llegan a un total de 6'180.065 toneladas/año.

La NECA, hace referencia a los siguientes parámetros, que presentan sus respectivas concentraciones, CO (54%), NO₂ (14,6%), SO₂ (77%), O₃ (30%), PM₁₀ (44%) y PM_{2,5} (33%). Las concentraciones varían dependiendo del parámetro, pero en general, con excepción de PM₁₀, que su concentración disminuye en épocas lluvias y aumenta en la temporada seca porque el material tiende a resuspenderse. En cambio, los demás parámetros en época lluviosa sus concentraciones incrementan, porque este clima afecta a la circulación de los

vehículos fomentando el tráfico y congestión, por ende, las emisiones de carbono crecen. Por el contrario, las concentraciones de todos los parámetros decrecen en el tiempo de vacaciones escolares y universitarias, porque se tiene una gran disminución de viajes privados y vehículos fuera de circulación, por lo cual, el tráfico disminuye y sus emisiones de igual manera.

Los parámetros a continuación no superan para ningún valor permisible respectivo, ni tiempo de medición, en ninguna de las estaciones de monitoreo CO, NO₂, SO₂ y O₃. Mientras los parámetros de PM₁₀ y PM_{2.5}, si superan la NECA, sin sobrepasarlos en todas las estaciones, ni en todas las mediciones. En el caso de PM₁₀, se supera en la Estación Carapungo con 53µg/m³, cuando la norma para promedio anual es de 50 µg/m³, y para la medición diaria se sobrepasa en la Estación Los Chillos con 298 µg/m³, siendo el límite 150 µg/m³. Por su parte, el PM_{2.5} presenta el mayor problema porque supera el límite de 15 µg/m³ en todas las estaciones de la ciudad de Quito, sin embargo, no lo excede en gran medida, se lo supera máximo en 6 µg/m³, aun así, se debe tomar acciones preventivas y correctivas para bajar los valores de este parámetro. En la medición diaria, la Estación El Camal supera este límite de 65 µg/m³, con apenas 66 µg/m³.

De acuerdo a todos los parámetros la calidad de aire están en condiciones de Buenas – Aceptables el 65% y el 35% dentro de deseable – óptimo, ya que las concentraciones de cada uno de los parámetros, al transformar sus concentraciones utilizando fórmulas para llevarlas a una escala de las categorías del IQCA, recaen dentro de los rangos señalados.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La Huella Ecológica de un quiteño promedio es 1,9 gha per cápita, superior en 20% a la Huella Ecológica de un Ecuatoriano promedio, 2,4 gha per cápita. Por ende, el quiteño consume y demanda más recursos. El sector transporte es claro ejemplo siendo el 25% de la HE de Quito, con el 0,37 gha per cápita y en el caso del Ecuador el 21% de la HE, con un 0,28 gha per cápita.
- La Huella de Carbono de Quito, para el año 2013 fue de 5'164.945 t CO₂e; 56% (2'892.369 t CO₂e) pertenece al sector transporte, 13% (671.442 t CO₂e) al sector residuos sólidos urbanos y 2% (70.067% t CO₂e) del sector de agua potable y saneamiento. Mientras los datos de HC del año 2011 es 4.950.616 t CO₂e, 63% (3.093.983 t CO₂e) transporte, 13,3% (662.159 t CO₂e) residuos, 12,7% (635.881 t CO₂e) industria y 11% (558.593 t CO₂e) residencial, comercial e institucional.
- El 89% de la Huella de Carbono de Quito, está involucrado el sector transporte y residuos sólidos con 4'589.061 t CO₂e. El 11% es consumo de electricidad, 575.884 t CO₂e.
- La ubicación geográfica de la ciudad es un punto central, en el momento de consumir energía, ya sea eléctrica para sistemas de bombeo o combustibles fósiles utilizados para el transporte, porque su topografía y mayores distancias demanda mayor consumo de energía.
- El sector con mayor potencial para la reducción de emisiones de carbono, es el sector transporte. No solo por su porcentaje de emisiones de carbono sino porque es el sector donde mayor medidas, de carácter preventivo y correctivo se puede efectuar.

- El sector transporte, mayor emisor de carbono, tiene un parque automotor de 468.776 autos para el 2014, un crecimiento de 12%, colocando a Quito como la ciudad con mayor número de autos/habitante, 24 vehículos/100hab.
- El promedio de viajes de Quito es de 1,89 viajes/hab. El 84,7% en transporte motorizado, dividido 53,2% transporte público, 19,2% privado, 3,3% taxis y 9,3% institucional. El 15,3% de los viajes es en transporte no motorizado.
- En el 2011 la Huella de Carbono del sector transporte fue de 3'093.983 t CO₂e, 63% del total de la HC de Quito. El 36% por gasolina (1'799.634 t CO₂e); 29% por diésel 1'428.460 t CO₂e; 9% combustible de avión (280.116 t CO₂e) y el 1% electricidad (1.031 t CO₂e).
- En el 2013 la HC del sector transporte fue de 2'902.402 t CO₂e; 56,2% del total del HC de Quito. El 65% gasolina, 35% diésel y 0,02% electricidad.
- La HC del sector transporte muestra una disminución entre los datos de los dos años analizados. En los dos casos el consumo de gasolina es mayor, utilizado en gran porcentaje por el transporte privado, mientras el consumo de diésel, usado principalmente por el transporte público es menor.
- La infraestructura baja en carbono en el sector transporte es el Sistema Integrado Trolebús, porque cubre la mayor demanda del usuarios públicos de gran parte de la ciudad, y sus emisiones de carbono son bajas, a penas del 0,02% al 1% de la HC, en comparación a los otros modos de transporte. Sin embargo su problema es su ineficiencia y ser un sistema saturado.
- En el sector de agua potable y saneamiento, la calidad del servicio de agua potable es de 99,76% y de alcantarillado es de 96,51%, con una cobertura de 98,41% y 92,49%, respectivamente.

- Las pérdidas en el servicio de agua potable ascienden al 20,63% en la ciudad y en parroquias hasta el 42,3%. Porcentajes muy altos y que demandan de mayor producción y consumo de energía.
- El mayor consumo de energía en el sector de agua potable y saneamiento se debe al bombeo, que corresponde al 10% del agua captada, en la Planta de Bellavista, Paluguillo y pozos de la ciudad. El 90% es por gravedad.
- La EPMAPS, busca ser una empresa sustentable y una infraestructura baja en carbono, gracias a su autogeneración de energía a partir de hidroeléctricas con un total de 29,65Mw, entre todas sus centrales.
- La HC del sector de agua potable y saneamiento es de 68.243,4 t CO₂e para el año 2013 y de 70.067,4 t CO₂e para el año 2014.
- En el sector de residuos sólidos urbanos, sus mayores emisiones se deben a la descomposición de materia orgánica 99,5% y la incineración el 0,5%. La materia orgánica es el principal residuo con el 53,2%.
- La materia orgánica es el mayor emisor de CH₄, cuyo potencial como GEI es 21 veces mayor en comparación al CO₂.
- El porcentaje de cobertura de recolección de residuos es de 95,7%, importante indicador pese al constante crecimiento de residuos.
- La HC del sector de residuos sólidos urbanos para el año 2011 fue de 662.159 t CO₂e y del 2013 de 661.689 t CO₂e, 13% de la HC de Quito.
- La calidad del aire en la ciudad de Quito en su 65% se encuentra entre aceptable-buena y el 35% entre deseable-óptima.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para el sector transporte, los sistemas de pasajeros masivos (BRT), buses de rápido tránsito, no deben cumplir con una exclusividad en la vía y reducción de los tiempos de viaje, sino también ser eficientes y evitar su saturación de pasajeros, por lo tanto, es necesario incorporar unidades a los sistemas existentes y que su frecuencia sea mayor.
- Los sistemas de transporte integrados para alcanzar una infraestructura baja en carbono es necesario que su energía sea de carácter renovable como la eléctrica, siendo fundamental impulsar proyectos de esta índole como Metro de Quito, que no solo ayudará al traslado de pasajeros sino también a la reducción del tráfico, sin importar la postura política del gobierno de turno.
- En el sector de agua potable, seguir con la autogeneración con iniciativas de aumento anuales hasta llegar a cubrir el 100% de su energía consumida por las instalaciones, para convertirse una infraestructura cero emisiones de carbono o por lo menos su objetivo cubrir la energía utilizada en el bombeo y plantas de tratamiento.
- En el sector de residuos sólidos, se debe reducir el porcentaje de camiones fuera de servicio por turno para alcanzar la meta de cobertura del 96,5%. Y en sus emisiones aprovechar los residuos orgánicos que su emisión representa el mayor porcentaje, fomentando proyectos como los citados de producción de biocombustibles que se podría usar en su propia maquinaria y flota de camiones.
- Es fundamental la cooperación del Estado y Gobierno Local para la realización de infraestructuras de gran inversión, sin importar la postura política sino el bienestar social y ambiental de la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acquatella, J. (2008). *Energía y Cambio Climático: Oportunidades Para Una Política Energética Integrada en América Latina y El Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL.

Altomonte, H., Fuentes, J. A., & Samaniego, J. (2013). *Infraestructuras bajas en carbono*. CEPAL.

Álvarez, E. (2012). Hacia una Economía Baja en Carbono. Madrid: Orkestra.

Banco Centroamericano de Integración Económica. (2010). *Programa de Eficiencia Energética*.

Banco de Desarrollo de América Latina; Alianza Clima y Desarrollo; Fundación Futuro Latinoamericano; Servicios Ambientales S.A., 2014. (2014). Huella de Ciudades. Recuperado el 15 de 12 de 2014, de Huella de Carbono: <http://www.huelladeciudades.com/huella-carbono.html>

Banco Mundial. (2014). El Banco Mundial. Recuperado el 21 de Octubre de 2014, de El Banco Mundial:

<http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC/countries/TT--XR?display=default>

Bárcena, A. (2010). *Objetivos de Desarrollo del Milenio*. Santiago de Chile: CEPAL.

Castillo, M. (2012). *Consultoría para la realización de un estudio de caracterización de residuos sólidos urbanos domésticos y asimilables a domésticos para el Distrito Metropolitano de Quito*. Quito: Secretaría de Ambiente.

Censo Nacional de Gobierno 2011. (2011). *Manual del Módulo Ambiental de Agua Potable y Saneamiento*. México.

Claro, E. (2003). *Hacia Infraestructuras Bajas en Carbono*.

Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía. (2011). *Estudio Integral de Sistemas de Bombeo de Agua Potable Municipal*. México D.F.: Secretaría de Energía.

DMQ, Servicios Ambientales S.A. (2013). *Proyecto Huella Ecológica*. Quito: Banco de Desarrollo de América Latina (CAF); Alianza Clima y Desarrollo (CDKN); Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA).

Edwards, P. (2003). Infraestructure and Modernity: Force, Time and Social Organization in the History of Socialtechnical System. (T. Misa , & P. Brey, Edits.) Cambridge: MIT Press.

Eichhorst, U. (2010). Adaptación del Transporte Urbano al Cambio Climático. Eschborn: Daniel Bongardt.

EMASEO. (Noviembre de 2014). Índices de Gestión. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de

http://www.emaseo.gob.ec/documentos/2014/indices_gestion_noviembre2014.htm

EMGIRS-EP. (2013). Estación de Transferencia Norte. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <http://www.emgirs.gob.ec/index.php/operaciones/estacion-de-transferencia-norte>

EMGIRS-EP. (2014). Aprovechamiento de residuos. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de Composición promedio de subproductos Estación de Transferencia Norte:

<http://www.emgirs.gob.ec/index.php/proyectos/aprovechamiento-de-residuos>

EMGIRS-EP. (2014). Estación de Transferencia Sur. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de <http://www.emgirs.gob.ec/index.php/operaciones/estacion-de-transferencia-sur>

EMGIRS-EP. (2014). Relleno Sanitario Q. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de Disposición final de lo Residuos Sólidos:

<http://www.emgirs.gob.ec/index.php/operaciones/relleno-sanitario>

EPMAPS. (2013). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Papallacta Información General: <http://www.aguaquito.gob.ec/papallacta-informacion-general>

EPMAPS. (2013). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de La Mica Quito Sur: <http://www.aguaquito.gob.ec/la-mica-quito-sur>

EPMAPS. (2013). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Sistemas de Conducciones Occidentales:

<http://www.aguaquito.gob.ec/sistema-de-conducciones-occidentales-0>

EPMAPS. (2013). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Sistema de Conducción Orientales:

<http://www.aguaquito.gob.ec/sistema-de-conducciones-orientales-0>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Sistema de Distribución: <http://www.aguaquito.gob.ec/sistema-de-distribucion>

EPMAPS. (Octubre de 2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Indicadores: <http://www.aguaquito.gob.ec/>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Plan de aseguramiento de la disponibilidad de agua potable en el DMQ.: <http://www.aguaquito.gob.ec/que-hacemos/plan-de-aseguramiento-de-la-disponibilidad-de-agua-potable-en-el-dmq>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Tratamiento: <http://www.aguaquito.gob.ec/tratamiento>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Sistema de Distribución: <http://www.aguaquito.gob.ec/sistema-de-distribucion>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Agua captada, producida y distribuida: http://www.aguaquito.gob.ec/sites/default/files/documentos/capta_anualizado_ene-dic_2014.pdf

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Hidroelectricidad: <http://www.aguaquito.gob.ec/hidroelectricidad-1>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Recolección: <http://www.aguaquito.gob.ec/recoleccion>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Programa para la descontaminación de los ríos de Quito: <http://www.aguaquito.gob.ec/descontaminacion-de-rios-del-dmq/programa-para-la-descontaminacion-de-los-rios-de-quito>

EPMAPS. (2014). Agua Quito. Recuperado el 10 de Enero de 2015, de Componente II: Manejo de Desechos Sólidos y Biosólidos: <http://www.aguaquito.gob.ec/componente-ii-manejo-de-desechos-solidos-y-biosolidos#sthash.mHNvhRJx.dpuf>

EPMAPS. (2015). Huella de Carbono de la EMPAPS. Quito: Gerencia de Ambiente de la EPMAPS.

EPMTQP. (2014). Trolebus. Recuperado el 6 de Diciembre de 2015, de Indicadores de Gestión EPMTQP: http://www.trolebus.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=303&Itemid=583

Estacio, J. (2003). Investigación 2003. Quito: EMAAP.

- Farías, L. (2012). El Transporte Público Urbano Bajo en Carbono en América Latina. Santiago de Chile: CEPAL.
- Guerrero, A. (2014). El Comercio. Recuperado el 6 de Enero de 2015, de Aumento del parque automotor pesa más en la contaminación: <http://www.elcomercio.com.ec/actualidad/quito/aumento-del-parque-automotor-pesa.html>
- Guevara, A. (2014). Tratamiento de Efluentes Líquidos por Métodos NO Convencionales. QUITO: DEMEX.
- History Channel. (Noviembre de 2014). Una Idea Para Cambiar El Mundo. Recuperado el 20 de Febrero de 2015, de History: <http://mx.tuhistory.com/una-idea/ideas/sistema-de-potabilizacion-de-agua-autonomo-para-sectores-rurales-y-de-alto-riesgo-social>
- INER. (11 de Septiembre de 2014). Energía Biomasa. Recuperado el 18 de Febrero de 2015, de <http://www.iner.gob.ec/9-modelo-cinetico-e-implementacion-de-reactor-piloto-para-cogasificacion-de-residuos-solidos-y-carbon-vegetal-para-produccion-de-combustibles/>
- Instituto de la Ciudad. (2013). La movilidad en Quito. Quito.
- Instituto Tecnológico de Canarias, S.A. (2008). Energías Renovables y Eficiencia Energética. Canarias.
- Machinea, J. L., Bárcena, A., & Arturo, L. (2005). Objetivos de Desarrollo del Milenio: Una Mirada Desde América Latina y El Caribe. Santiago de Chile: CEPAL.
- MDMQ. (14 de Enero de 2013). Agencia Pública de Noticias de Quito. Recuperado el 5 de Febrero de 2015, de Ambiente: http://www.noticiasquito.gob.ec/Noticias/news_user_view/calidad_del_aire_en_quito_es_aceptable--8200
- MDMQ; Servicios Ambientales S.A. (2013). Proyecto Huella de Ciudades. Evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica, MDMQ, Ecuador. Septiembre 2013. Quito.
- Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados. (Febrero de 2011). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. COOTAD. Quito, Pichincha, Ecuador: V&M Gráficas.

- Ministerio del Ambiente de Ecuador. (2014). Proyecto Huella Ecológica. Memoria Técnica. Actualización de la Huella Ecológica del Distrito Metropolitano de Quito. Quito: Secretaría de Ambiente del DMQ.
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2011). Plan de Desarrollo 2012 - 2022. Quito: Consejo Metropolitano de Planificación.
- Naciones Unidas. (2011). Sendas de Desarrollo Urbano Bajas en Carbono. Santiago de Chile: CEPAL.
- Noyola, A. (s/a). "Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Tratamiento de Aguas Residuales de América Latina y el Caribe, Al Adoptar Procesos y Tecnologías más Sustentables Frente al Cambio Climático". México D.F.: Universidad Técnica Autónoma de México.
- Pacheco, M. (27 de Diciembre de 2014). "El Comercio". Recuperado el 6 de Enero de 2015, de 50.000 Automotores nuevos circularan en las vías de Quito: <http://www.elcomercio.com/actualidad/50000-autos-nuevos-traffic-quito.html>
- Quito Verde; MDMQ. (2011). Diez Acciones de Quito Frente al Cambio Climático. Quito: Pacto Climático de Quito.
- Rodríguez, Lorena, Netto, María, & Serra, Lucila. (2013). Plataforma Finanzas Carbono. Una herramienta de conocimiento e información para la toma de decisiones. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Rodríguez, M. (2002). Gestión Ambiental en América Latina. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Ruíz, M. T., & Samaniego, J. (2013). Estrategias de desarrollo bajo en carbono en megaciudades de América Latina. Santiago de Chile: CEPAL.
- Samaniego, J. (2009). Cambio Climático y Desarrollo en América Latina y El Caribe: Una Reseña. Santiago de Chile: CEPAL.
- Sánchez, R. (2012). Los Servicios de Infraestructuras de Transporte en América Latina. CEPAL.
- Secretaría de Ambiente - MDMQ. (2014). Inventario de Emisiones de Gases de Efecto de Invernadero del Distrito Metropolitano de Quito. Año 2011. Quito: Fondo Ambiental.
- Secretaría de Ambiente. (2013). Informe de la Calidad del Aire de Quito 2013. Quito: Quito Verde.

Secretaría de Ambiente del MDMQ. (2012). Agenda Ambiental Municipio del Distrito Metropolitano de Quito_ 2011-2016. Quito: Consultoría Agenda Ambiental.

Servicios Ambientales S.A. (2014). Proyecto Huella de Ciudades. Recuperado el 15 de 12 de 2014, de Huella de Carbono:

<http://www.huelladeciudades.com/huella-carbono.html>

Servicios Ambientales S.A. (2014). Proyecto Huella de Ciudades. Recuperado el 15 de 12 de 2012, de Diagnóstico:

<http://www.huelladeciudades.com/diagnostico.html#quito>

UNEP. (2014). GRID ARENDAL. Recuperado el 24 de Octubre de 2014, de GRID ARENDAL: <http://www.grida.no/publications/vg/lacsp/page/2771.aspx>

Vásquez, V. (2012). Vida para Quito. Recuperado el 15 de Enero de 2015, de Gestión de Residuos Sólidos:

http://viniciovasquez.com/vida/index.php?option=com_content&task=view&id=59&Itemid=50