

Protocolo para el uso de la calculadora de emisiones GEI de MYC para el SUMP de Ambato.

Asistencia técnica en el establecimiento de sistemas MRV para iniciativas NUMP, SUMP y NDC apoyadas por EC+ y TraCS



Fuente: Voxlocalis



Financiado por la Unión Europea



Control de versiones

Fecha	Versión	Nombre de Archivo	Elaboró	Revisión
22/02/2022	V1	Protocolo Calculadora MYC -SUMP Ambato V1.	José Pacheco.	Camilo Sarmiento, Florentino Márquez



Contenido

1	Introducción	4
2	Protocolo de manejo de información y uso de la calculadora MYC	5
2.1	Homologación de Categorías Vehiculares	8
2.2	Ingreso de Datos en la Calculadora MYC	9
2.2.1	Pestaña 1. Inicio	9
2.2.2	Pestaña 2. Base de Entrada y BAU	9
2.2.3	Pestaña 3. Escenarios Climáticos	13
2.2.4	Pestaña 4. Resultados	13
3	Definición de responsabilidades de reporte de información.	15
4	Lineamientos para la implementación de un observatorio de movilidad y cambio climático	18
4.1	Indicadores de movilidad para modelos de emisiones bottom-up.	19
4.2	Métodos de levantamiento de información para indicadores de movilidad	23
4.3	Indicadores para monitoreo de impactos no climáticos	26
5	Conclusiones	28
6	Referencias	30
7	Anexos	31
7.1	Anexo 1. MYC_Tool_final.1.3.2_20210226_Ambato_V1.xlsm	31
7.2	Anexo 2. Encuesta Ambato - Escenario climático de pasajeros	31
7.3	Anexo 3. Encuesta Ambato - Escenario climático carga	31
7.4	Anexo 4. Reporte Estado de Información SUMP Ambato	31
7.5	Anexo 5. Encuesta Diagnóstica Institucional GAD Ambato	31



Listado de tablas

Tabla 1. Campos de información requeridos por la Calculadora de Emisiones de GEI MYC.	6
Tabla 2. Homologación de categorías vehiculares para el Área Metropolitana de Guadalajara.	8
Tabla 3. Número de vehículos ingresados en la calculadora MYC.	10
Tabla 4. Factor de actividad diario estimado y propuesto por FCH.	10
Tabla 5. Factor de ocupación usada en la calculadora MYC.	11
Tabla 6. Distancia de viaje.	11
Tabla 7. Distribución de la actividad vehicular por tipo de energético.	12
Tabla 8. Factores de rendimiento de energía propuestos por FCH para el uso de la Calculadora MYC.	12
Tabla 9. Emisiones en el año base según resultados de la calculadora MYC estimado por FCH.	13
Tabla 10. Emisiones en el año base según resultados de la calculadora MYC estimado en el remontaje.	14
Tabla 11. Escenario de línea base estimado en el remontaje de la Calculadora MYC.	14
Tabla 12. Organizaciones responsables del levantamiento de información.	15
Tabla 13. Definición de los términos de la Ecuación 3.	19
Tabla 14. Información de transporte para monitoreo de actividades vehiculares.	20
Tabla 15. Indicadores de desempeño energético y emisiones.	22
Tabla 16. Indicadores centrales de desempeño climático.	23
Tabla 17. Calificación Cualitativa de los métodos.	25
Tabla 18. Propuesta de indicadores no climáticos para OMBC.	26
Tabla 19. Fases de implementación del NUMP y actividades del MRV.	28

Listado de figuras

Figura 1. Esquema de organización de Calculadora MYC en Excel.	5
Figura 2. Mapa de organizaciones involucradas en la gestión de información para la calculadora MYC.	17
Figura 3. Variables necesarias para el cálculo de emisiones.	19

1 Introducción

Este documento describe el protocolo para la utilización de la Calculadora de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) de Mobilise Your City (en adelante Calculadora MYC) a partir de la información local puesta a disposición por la Fundación Ciudad Humana (FCH) quién realizó estudios de revisión de información secundaria y diagnóstico del sistema de movilidad, dentro de las primeras fases de elaboración del SUMP de Ambato. De esta manera, este informe recapitula la metodología utilizada en las estimaciones preliminares de FCH, propone algunas acciones que se pueden surtir con la información disponible, y plantea recomendaciones para una adecuada gestión de información por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de Ambato (GADMA).

La Calculadora MYC es una herramienta que tiene el propósito de apoyar a gobiernos nacionales y locales en la estimación de emisiones de GEI generadas por la operación del transporte para un año de referencia (Inventario de emisiones), y para los escenarios futuros de línea base (Business-as-usual-BAU), y de reducción de emisiones (Climate-Scenario) (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg - IFEU, 2020). Esta herramienta se basa en datos de demanda del transporte¹ y de consumo de energía² para estimar las emisiones de GEI; los resultados se obtienen de manera desagregada por modo de transporte, y como indicadores de desempeño construidos a través de otros datos descriptores del transporte, el desempeño ambiental de los vehículos, y distintas tasas de crecimiento.

La calculadora **no está diseñada** para evaluar el potencial de reducción de emisiones de medidas individuales, sino para estimar el potencial de mitigación agregado de un conjunto de políticas y programas que tengan unas metas concretas en términos de los factores de actividad de distintos modos de transporte y de la canasta energética del sistema de movilidad de un territorio específico. Así mismo, esta calculadora no debe usarse para reportar inventarios según los lineamientos del IPCC y de la Convención Marco UNFCCC.

A continuación, el documento incluye las siguientes secciones:

- **Capítulo 2:** Protocolo de manejo de información y uso de la calculadora de MYC, organizado según cada una de las pestañas del archivo de Excel® en el que se basa la calculadora. Esto, para facilitar la adaptación de las fuentes de información local a los requerimientos técnicos de los datos de entrada.
- **Capítulo 3:** Definición preliminar de responsabilidades institucionales para reporte de datos y el uso de la calculadora, los cuales podrán ser refrendados a nivel local en el marco del seguimiento del SUMP de Ambato. La sección incluye reflexiones relacionadas con las fuentes de información y recomendaciones para la gestión de distintos conjuntos de datos.
- **Capítulo 4:** Presenta una conceptualización de un observatorio de movilidad con indicadores útiles para alimentar los modelos de estimación de emisiones *bottom-up*, incluyendo la calculadora MYC. Esto, con el propósito de ser tenido en cuenta al momento de definir el esquema seguimiento del SUMP de Ambato.

Finalmente, el documento presenta algunas conclusiones derivadas del trabajo de revisión e identificación de fuentes de datos para el uso de la calculadora y su posible interacción con un sistema MRV para hacerle seguimiento a los impactos del SUMP en la ciudad.

¹ Kilómetros totales recorridos (VKT) por modo de transporte.

² Factor de rendimiento de energía por modo de transporte y tipo de energético (l/100km; m³/100km; km/kWh).

2 Protocolo de manejo de información y uso de la calculadora MYC

Esta sección describe el proceso de recopilación de información y establecimiento de supuestos empleados por FCH para la utilización de la Calculadora MYC. En este sentido, se realizó un ejercicio de montaje de datos en la Calculadora MYC, incorporando el levantamiento de información primaria desarrollado por FCH y otras variables que se pudieron mejorar y precisar en una búsqueda paralela de información, teniendo en cuenta los recursos de información generados en el marco general del proyecto.

En este sentido, los siguientes numerales están ordenados según la estructura de las hojas de Excel® de la calculadora, que se presentan de forma esquematizados en la Figura 1.

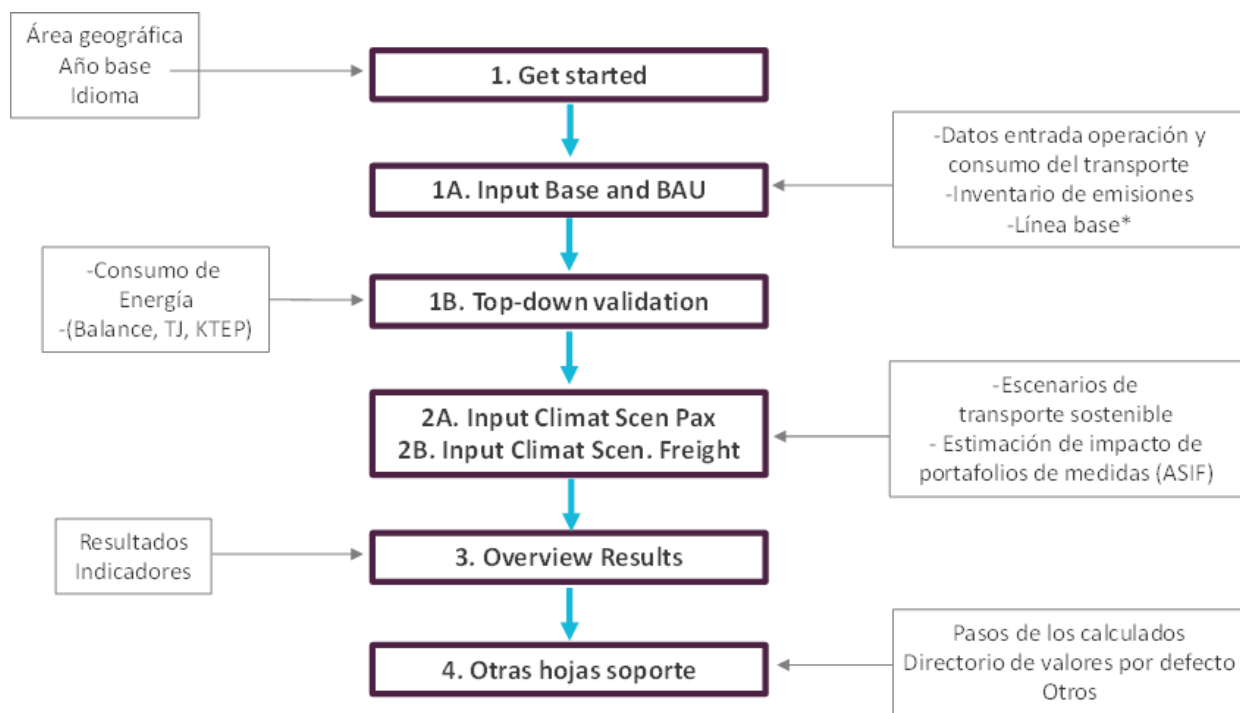


Figura 1. Esquema de organización de Calculadora MYC en Excel.

A continuación, la Tabla 1 presenta el listado de las variables y unidades requerido para estimar el inventario y línea base de emisiones de GEI usando la Calculadora MYC. En esta misma tabla se presenta el año más reciente de reporte de cada dato identificado o reportado, se presentan comentarios en aras de entender mejor el dato del cual se dispone, y a manera de análisis de brechas de información entre lo que se tiene y lo que requiere para los cálculos bottom-up. Las estimaciones de la calculadora MYC (disponible en el Anexo 1. MYC_Tool_final.1.3.2_20210226_Ambato_V1.xlsm) incluyen emisiones de GEI asociadas únicamente al transporte urbano de pasajeros.

Tabla 1. Campos de información requeridos por la Calculadora de Emisiones de GEI MYC.

Pestaña	Campo	Variable	Reporte de Deficiencias		Unidades Originales	Año
			¿Se tiene?	Comentarios y métodos de aproximación (cuando aplique)		
1. Input	1.1	Población	Si	577,551 reporte nivel cantón. Wikipedia 489,537. Ciudad: 165,185.	Habitantes	2.018
	1.1.1	Tasas de crecimiento población	Si	Se reportan históricos por década en Population City. 0.72% (2000-2010)	%	2020-2010
	1.2	PIB (GDP)	Si	Se estima Región Tungurahua a partir de participación en PIB Nacional. 1.65 miles millones USD	Miles de millones USD	2018
	1.2.1	Tasa de crecimiento PIB	Si	Se reporta Boletín UTA (3.5%)	%	2020-2050
	2.1	Kilometraje total por categoría vehicular (VKT)	No	No aplica para ningún caso	NA	NA
	2.2	Número total de vehículos por categoría vehicular (stock)	Si	11 categorías. Base de datos de 66 cuadros. 15 de Carretero. Clase, servicio, tipo de energético. Anuario de Transporte 2018. Infografía de El Comercio. (a partir de 2011 son estimaciones del INEC.	Vehículos	2018
	2.2.1	Número de vehículos por categoría y tipo de combustible	Si	Se consigue combinando las tablas del reporte de INEC. Insumo de buena calidad.	Vehículos	2018
	2.3	Factor de actividad promedio anual por categoría de vehículo	Si	Estimado por FCH. Se reconocen buenos criterios. Algunos factores de expansión lucen bajos.	Km / vehículo / día; Factor de expansión	NA
	2.3.2	Tasa crecimiento Kilometraje por categoría vehicular	Si	Según criterio Hill se toma en este valor igual a la tasa de crecimiento de población		
	3.1	Factor de ocupación promedio pasajeros	No	Si se reporta para taxis. Para ejercicio de uso de la calculadora se toman valores reportados en MDL de ciudades de la región LATAM	pasajeros / taxi	2020
3.2	Factor de ocupación promedio carga	No	NA	NA	NA	

Pestaña	Campo	Variable	Reporte de Deficiencias		Unidades Originales	Año
			¿Se tiene?	Comentarios y métodos de aproximación (cuando aplique)		
	3.3	Longitud de viaje	Si	Criterio experto FCH. Se entiende como la distancia diaria recorrida.	Km / vehículo / día ; Factor de expansión	NA
	3.4	Distancia recorrida por categoría de vehículo y energético – Año Base	Si	Se estima a partir del número de vehículos por clase y energético. Ponderaciones con datos y criterios.	%	2018
	3.4.1	Proyección distancia recorrida por categoría de vehículo y energético	No	Se presenta, pero no se justifica la fuente. En el PMUS hay metas de vehículos eléctricos. Se mantiene constante.	NA	NA
	3.5	Consumo promedio de energía por categoría vehicular	No	FCH realizó una búsqueda y reporto valores absolutos, mas no diferenciados por tipo de energético. En ejercicio de uso de Calculadora MYC se usa el valor promedio Antofagasta y República Dominicana. Importante precisar esta información y comparar con otras ciudades.	L / 100 km	NA
	3.5.2	Tasa de reducción de consumo de energía por categoría vehicular	No	NA	NA	NA
	3.6	Contenido CO ₂ de electricidad Año Base	Si	Existe reporte exhaustivo. Factor de uso Exante. Comisión Técnica de determinación de Factores de Emisión de GEI, Ministerio de Ambiente del Ecuador. 244 gCO ₂ /kWh	tonCO ₂ /MWh	2018
	3.6.1	Contenido CO ₂ de electricidad a 2050	Si	Existe reporte exhaustivo. Factor para uso expost. Comisión Técnica de determinación de Factores de Emisión de GEI, Ministerio de Ambiente del Ecuador. 225 gCO ₂ /kWh	tonCO ₂ /MWh	Expost
2. Top - down Validation	4.1	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Gasolina	No	Resolución nacional. Se tiene resolución por energético: diésel, gasolina, electricidad y gas licuado. También en las categorías vehiculares: carga pesada, carga	BEP	2018
	4.2	Equilibrio Energético	No		BEP	2018

Pestaña	Campo	Variable	Reporte de Deficiencias		Unidades Originales	Año
			¿Se tiene?	Comentarios y métodos de aproximación (cuando aplique)		
		Terrestre / Férreo Diesel		liviana, buses, taxis, autos y SUVs, otros.		
	4.3	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Eléctrico	No		BEP	2018
	4.4	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GLP	No		BEP	2018
	4.5	Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GN	No		BEP	2018

2.1 Homologación de Categorías Vehiculares

La fuente de información del parque vehicular de la Región de Tungurahua es la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) la cuál, sin embargo, no reporta información a nivel del Cantón de Ambato. La FCH realizó una homologación entre las categorías locales y las definidas por la Calculadora MYC, tal como se presenta en la Tabla 2. Esta propuesta de homologación se considera armónica con las definiciones de las tipologías vehiculares, servicios, y criterios empleados.

Tabla 2. Homologación de categorías vehiculares para el Área Metropolitana de Guadalajara.

Categorías locales – ANT	Subcategorías MYC
Automóvil – Suv – Camioneta	Auto Privado
A-S-C (público)	Taxi
Autobús	Bus
Camión	Camión
Furgoneta	Minibús
Motocicleta	Motocicleta
Tanquero	Camión Articulado
Trailer	
Volqueta	NR
Otra Clase	NR

2.2 Ingreso de Datos en la Calculadora MYC

2.2.1 Pestaña 1. Inicio

En esta parte de la calculadora se diligencian campos generales e importantes de información

- **Área geográfica de los cálculos.** La definición del área geográfica sobre la cual se van a incluir las fuentes de emisión es muy importante en la significancia de los resultados. Este aspecto es aún más relevante alrededor de la ciudad Ambato, dado que allí se confluyen varias jurisdicciones existentes:
 - Ciudad de San Juan Bautista de Ambato. 9 parroquias urbanas. 165,181 hab. (2010).
 - Cantón de Ambato: Ciudad de Ambato + 9 parroquias rurales. 387,309 hab. (2020).
 - Conurbación de Ambato: no constituida legalmente. 10 municipios³.
 - Región de Tungurahua: una de las 24 provincias del Ecuador. 590,600 hab. (2020).

Debido a que la resolución de información del parque de vehículos se encuentra reportado a nivel de Región; el área geográfica sobre la cual se realizan los cálculos de estimación de emisiones es la **Región de Tungurahua**.

- **Año de referencia:** 2018. Los datos del Balance Energético Nacional que se usan para una validación top-down son del año 2018. Así mismo el parque de vehículos se reporta con periodicidad anual y es posible contar con esta información para el mismo año 2018. En este caso se selecciona año 2018 debido a la calidad de información reportada
- **Idioma:** español
- **Alcance:** emisiones de GEI asociadas a la operación de los vehículos (Tank to Wheels – TTW) de transporte de pasajeros en la Región de Tungurahua

2.2.2 Pestaña 2. Base de Entrada y BAU

1. Información Socio-Económica

a) Población

FCH reporta en el ejercicio de diligenciamiento de la Calculadora MYC una población de 577,551 habitantes en el año 2018 para la Región de Tungurahua. La tasa de crecimiento de la población se reporta así: 2020-2030: 1%. 2030 – 2045: 0.6%. 2040-2050: 0.5%. En el ejercicio de remontaje de la Calculadora MYC se mantuvo la población, más se incluyeron tasas [reportadas por la Universidad Técnica de Ambato](#); 0.72% anual.

b) Producto interno bruto (PIB)

El Producto Interno Bruto reportado por FCH corresponde al total nacional del Ecuador, siendo de 72,000 millones de dólares. La tasa de crecimiento se reporta así: 2018-2020: -7.8%. 2020-2030: 1%. 2030-2050: 2%. En el ejercicio de remontaje de Calculadora MYC se estimó este dato a partir de la participación de la Región en el total Nacional; siendo la participación del 2.79% en un PIB de 59,000 millones de dólares. El PIB estimado para la Región de Tungurahua es de 1.6 miles de millones de dólares.

³ Ambato, Baños de Agua Santa, Cevallos, Mocha, Patate, Pelileo, Píllaro, Quero y Tisaleo.

II. Stock de Vehículos

Los datos de la cantidad de la flota de vehículos de la Región de Tungurahua son reportados por el Instituto Nacional de Estadística (INEC) en el Anuario de Transporte 2018, a partir de la información recopilada por la ANT. Esta base de datos presenta información en 66 cuadros; siendo 16 asociados al modo carretero. La resolución de información permite identificar el número de vehículos de acuerdo a la clase, uso o servicio, tipo de energético, a nivel de Provincia.

Es importante tener en cuenta que la categoría vehicular MYC denominada “Auto Privado” agrupa tres categorías vehiculares del contexto local⁴, por lo tanto, para reportar el stock de la flota para la categoría Auto Privado se sumaron los registros de dichas categorías, tal como se presenta en la Ecuación 1. La categoría VCL corresponde al segmento de transporte de carga y por lo tanto no fue incluido en los resultados de la Calculadora MYC. Así mismo, en el ejercicio de FCH se realizaron particiones detalladas según el tipo de uso para determinar el número de taxis. En el ejercicio de remontaje de la Calculadora MYC se mantuvieron estos mismos datos y particiones.

Ecuación 1. Número de vehículos en la categoría Auto Privado.

$$\#Auto\ Privado = \#Automóviles + \#SUV + \#Camionetas$$

El número de vehículos por categoría que se ingresó a la calculadora MYC se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3. Número de vehículos ingresados en la calculadora MYC.

Subcategorías MYC	Auto privado	Taxi	Motocicleta	Minibús	Bus	VCL	Camión	Camión articulado
Número de vehículos	82,621	4,443	7,408	2,226	2,011	NR	6,789	1,000

III. Promedio Anual de Kilometraje por Categoría Vehicular

El factor de actividad fue estimado a partir de dos variables; el factor de actividad promedio diario, y el factor de expansión de cada categoría vehicular. La Tabla 4 presenta los datos de base usados por FCH. Para definir estos valores, se realizaron búsquedas en línea y el criterio de expertos sobre los valores típicos de estas variables.

Tabla 4. Factor de actividad diario estimado y propuesto por FCH

Subcategoría MYC	(km / vehículo / día)	Factor de Expansión (días servicio / año)
Auto privado	40	330
Taxi	120	330
Motocicleta	30	330
Minibús	110	208
Bus	140	340
Camión	208	300
Camión articulado	450	156

⁴ Automóvil. SUV, Camioneta.

IV. Ocupación y distancia de viaje

a) Tasa de carga u ocupación

Los valores consignados en la Calculadora MYC propuestos por FCH se presentan en la Tabla 5. Estos valores lucen altos en los modos privados, dentro de los parámetros en el transporte público, y quizá bajos para el transporte de carga. En Tabla 5 también se presentan datos promedio de otros ejercicios de uso de la Calculadora MYC que son sugeridos para realizar una corrida de la Calculadora MYC. Sin embargo, es aconsejable desarrollar estudios locales de Frecuencia y Ocupación Visual (FOV), para transporte de pasajeros, y recopilar registros de despachos de transporte de carga para estimar las ocupaciones medias en el segmento de transporte de carga.

Tabla 5. Factor de ocupación usada en la calculadora MYC.

Subcategoría MYC	(pasajero; tonelada / vehículo)	(pasajero; tonelada / vehículo). Promedio región LATAM*
Auto privado	5	1.6
Taxi	0.5	0.5
Motocicleta	2	1.2
Minibús	12	12
Bus	40	16
Camión	5	12
Camión articulado	15	28

* Este promedio incluye los datos reportados en ciudades de Colombia, Chile y México.

b) Distancia de viaje

Los valores consignados en la Calculadora MYC propuestos por FCH se presentan en la Tabla 6. Estos valores lucen altos en general; esto se debe a que en el marco de referencia para FCH se consideró a un viaje como el kilometraje diario recorrido total; no por la definición clásica de viaje⁵. En la Tabla 6 también se presentan datos promedio de otros ejercicios de uso de la Calculadora MYC que son sugeridos para realizar una corrida de la Calculadora MYC y que se sugiere actualizar a partir de la calibración de matrices OD para Ambato o calibrando modelos de asignación en distintos modos como se sugiere en el capítulo 4 de este informe.

Tabla 6. Distancia de viaje.

Subcategoría MYC	Distancia de viaje BAU (km)	Distancia de viaje BAU (km). Promedio región LATAM*
Auto privado	40	12
Taxi	120	7
Motocicleta	30	17
Minibús	110	13
Bus	140	16
Camión	NR	300
Camión articulado	NR	500

* Este promedio incluye las siguientes ciudades: Bogotá, Medellín, Cali, Montería.

⁵ Desplazamiento de un origen a un destino (más de cinco minutos) con un único propósito.

V. Desglose de actividad por tipo de combustible

En esta partición se supone que la actividad vehicular se distribuye igual en todos los vehículos, y por lo tanto se usa como aproximación el número de vehículos por tipo de energético. La Tabla 7 presenta los datos ingresados en la Calculadora MYC. En el archivo completado por FCH se registran unos cambios en la distribución de la Tabla 7 las cuales corresponden a criterio de experto.

Tabla 7. Distribución de la actividad vehicular por tipo de energético.

Subcategoría	Energético	2018
Auto Privado	Gasolina	91.60%
	Diésel	7.7%
	GNV	0.01%
	Híbrido	0.6%
	Eléctrico	0.03%
Taxi	Gasolina	100%
Motocicleta	Gasolina	100%
Minibús	Gasolina	56%
	Diésel	44%
Bus	Diésel	100%
Camión		
Tractocamión		

VI. Consumo de energía

a) Consumo promedio de energía

Para definir estos valores se realizaron búsquedas en línea y criterio de expertos sobre los consumos energéticos en el país. Sin embargo, los valores absolutos no se diferencian por tipo de energético lo cual da lugar a imprecisiones. Es aconsejable desarrollar estudios de rendimiento para cada tipología vehicular, desagregados por los distintos energéticos usados.

Tabla 8. Factores de rendimiento de energía propuestos por FCH para el uso de la Calculadora MYC.

Subcategoría	(l/100 km)
Auto Privado	7.6
Taxi	7.6
Motocicleta	NR
Minibús	8.7
Bus	54.1
Camión	25
Camión articulado	40

VII. Contenido de CO₂ de la energía eléctrica.

La Comisión Técnica de determinación de Factores de Emisión de Gases de efecto invernadero (CTFE) reporta el factor de emisión de CO₂ asociada al uso de energía eléctrica, en la red interconectada nacional válida para proyectos térmicos e hidroeléctricos. Este valor es de 0.2449 tonCO₂/MWh para uso Exante, y de 0.2255 tonCO₂/MWh para uso expost. (2019).

2.2.3 Pestaña 3. Escenarios Climáticos

La metodología de evaluación de escenarios climáticos de la Calculadora MYC se divide en tres procesos independientes, asociados a la estimación de impactos de medidas agrupadas en las categorías de i) evitar, ii) cambiar, y iii) mejorar la realización de viajes urbanos. Por lo tanto, es necesario contar con la evaluación de las medidas en términos de transporte en el siguiente marco de contexto:

- Medidas de evitar:** porcentaje de kilómetros recorridos (VKT) que pueden evitarse con las medidas de mitigación previstas.
- Medidas de cambio de modo:** posibles kilómetros adicionales de las categorías vehiculares de transporte público. Ajustes de las nuevas tasas de ocupación vehicular. Modo original de los viajes antes de la implementación de las medidas.
- Medidas de mejora en la eficiencia:** proporción de kilómetros recorridos por clase de vehículo y tipo de energético en el periodo de análisis. Cambio en el consumo de combustible específico por clase de vehículo y tupo de energético.

Lamentablemente, para el caso del SUMP de Ambato no existe un acuerdo previo relacionado con las metas climáticas asociadas al portafolio de programas y proyectos de movilidad urbana. Por lo tanto, no fue posible incluir en la calculadora el escenario climático. Para facilitar este proceso, el equipo de Hill pone a disposición la siguiente encuesta en línea para procesos de definición de metas con las características que requiere la calculadora MYC. En los Anexos 2 y 3 se incluyen los archivos en pdf de estas encuestas, para facilitar su visualización:

- Escenarios para transporte de pasajeros: <https://es.surveymonkey.com/r/XL2LWCG>
- Escenarios para transporte de carga: <https://es.surveymonkey.com/r/XLVX9Z6>

2.2.4 Pestaña 4. Resultados

Los resultados de la Calculadora MYC estimados a partir del trabajo que realizó Fundación Ciudad Humana en 2020 sugieren un inventario de emisiones de GEI asociado a la operación del transporte de pasajeros de 739,000 toneladas de CO_{2e} en 2018; la Tabla 9 presenta los resultados desagregados. En el ejercicio de remontaje de la calculadora MYC se estima un inventario de 591,000 toneladas de CO_{2e} en 2018 la Tabla 10 presenta los resultados desagregados.

Tabla 9. Emisiones en el año base según resultados de la calculadora MYC estimado por FCH

Código en el Common Reporting Format (CRF)	Categorías IPCC	1,000t GEI TTW
1,A,3,b,i	Ruta-coche	231.1
1,A,3,b,ii	Ruta- Vehículo comercial ligero	0
1,A,3,b,iii	Ruta- Camión y buses	508
1,A,3,b,iv	Ruta- Motocicleta	0

Tabla 10. Emisiones en el año base según resultados de la calculadora MYC estimado en el remontaje.

Código en el Common Reporting Format (CRF)	Categorías IPCC	1,000t GEI TTW
1,A,3,b,i	Ruta-coche	284.4
1,A,3,b,ii	Ruta- Vehículo comercial ligero	0
1,A,3,b,iii	Ruta- Camión y buses	338.2
1,A,3,b,iv	Ruta- Motocicleta	4.3

El escenario de línea base planteado en el remontaje de la calculadora MYC para la Región de Tungurahua supone que la actividad de pasajeros crece a la misma tasa de la población, y que la actividad de carga crece a la tasa del PIB. Así las cosas, la presenta las emisiones generadas en un escenario de línea base hasta 2050 y separado por segmentos del transporte.

Tabla 11. Escenario de línea base estimado en el remontaje de la Calculadora MYC.

Emisiones totales de GEI Escenario BAU TTW (1,000 t)						
Escenario BAU	2018	2020	2025	2030	2040	2050
Pasajero BAU	313.0	313.1	324.4	336.2	361.1	387.7
Carga BAU	278.0	297.8	353.7	420.1	592.6	836.0
Suma	591.0	610.9	678.2	756.3	953.7	1,223.7

Finalmente, el Anexo 4 se presenta el estado y las fuentes exactas de la información que fue cargada en la calculadora MYC para el caso del SUMP de Ambato, bajo la claridad de que el alcance geográfico está ampliado a la provincia de Tungurahua dada la disponibilidad de datos del parque automotor. Derivado de esta experiencia, la siguiente sección describe las necesidades de distribución de responsabilidades para facilitar la gestión de datos y permitir el uso de la calculadora como instrumento de seguimiento a las emisiones del sistema de movilidad por parte del GADMA.

3 Definición de responsabilidades de reporte de información.

La coordinación institucional es crucial para garantizar el reporte de información requerido por la calculadora MYC, y para facilitar los procesos de seguimiento y monitoreo al cumplimiento de metas climáticas del SUMP de Ambato, una vez sean establecidas por el GADMA. Por ello, a partir de la revisión de fuentes de datos, la encuesta de capacidades locales (ver Anexo 5. Encuesta Diagnóstica Institucional GAD Ambato) y de las reuniones con el grupo de trabajo del GADMA, se construyó un mapa de actores con responsabilidades asociadas al levantamiento y verificación de cinco conjuntos de datos diferentes.

La Tabla 12 muestra cinco conjuntos de datos, incluyendo las organizaciones sobre las que sugerimos que recaiga la principal responsabilidad de reporte de información, y aquellas que pueden revisar y analizar cifras. En esta tabla también se incluye el listado específico de variables asociadas a cada conjunto de datos, según los requerimientos de la calculadora.

Tabla 12. Organizaciones responsables del levantamiento de información.

Conjunto de datos	Entidades responsables	VARIABLES PARA REPORTAR
Datos económicos y sociodemográficos.	<i>Responsable principal:</i> Instituto Nacional de Estadísticas. <i>Revisión y análisis de cifras:</i> Dirección de Desarrollo Social y Económico del GADMA	<ul style="list-style-type: none"> • Población • Tasas de crecimiento población • PIB (GDP) • Tasa de crecimiento PIB
Características del parque automotor.	<i>Responsable principal:</i> Dirección de Tránsito, Transporte Terrestre y Seguridad Vial (DTTSV) del GADMA <i>Revisión y análisis de cifras:</i> Agencia Nacional de Transporte (UNT) e INEC.	<ul style="list-style-type: none"> • Número total de vehículos por categoría vehicular (stock) • Número de vehículos por categoría y tipo de combustible
Demanda de energía.	<i>Responsable principal:</i> Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, y Corporación Eléctrica de Ecuador. <i>Revisión y análisis de cifras:</i> Dirección de Gestión Ambiental del GADMA	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido CO₂ de electricidad Año Base • Contenido CO₂ de electricidad a 2050 • Consumo promedio de energía por categoría vehicular <p><i>Balance energético para validación Top-down</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Gasolina • Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Diésel • Equilibrio Energético Terrestre / Férreo Eléctrico • Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GLP (gas licuado de petróleo) • Equilibrio Energético Terrestre / Férreo GN (gas natural vehicular)
Operaciones de transporte	<i>Responsable principal:</i> DTTSV del GADMA en coordinación con empresas de transporte de pasajeros y de carga	<ul style="list-style-type: none"> • Factor de actividad promedio anual por categoría de vehículo • Tasa crecimiento Kilometraje por categoría vehicular • Factor de ocupación promedio pasajeros

Conjunto de datos	Entidades responsables	VARIABLES PARA REPORTAR
	<i>Revisión y análisis de cifras:</i> Dirección de Gestión Ambiental de GADMA y Centros de Investigación de Universidades Locales (Por ejemplo la UTA y la Indoamérica)	<ul style="list-style-type: none"> Factor de ocupación promedio carga Longitud de viaje Distancia recorrida por categoría de vehículo y energético - Año Base
Planificación y construcción de escenarios	<p><i>Responsable principal:</i> DTTTSV y DGA</p> <p><i>Revisión y análisis de cifras:</i> Dirección de Planeación del GADMA, Universidades locales, y las coordinaciones zonales/locales del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, y del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda</p>	<ul style="list-style-type: none"> Proyección distancia recorrida por categoría de vehículo y energético Kilómetros evitados para modos individuales, resultado de las medidas <i>Avoid</i>. Kilómetros adicionales por modo, resultado de las medidas de <i>Cambio de Modo</i>. Factor de ocupación promedio pasajeros (nuevo resultado de las medidas de Cambio de Modo) Modo de transporte original de los nuevos pasajeros del TPC. Cuota de VKT por tipo de combustible en Escenario Climático Kilometraje total por categoría vehicular (VKT) Tasa de reducción de consumo de energía por categoría vehicular Consumo específico de combustible en Escenario Climático

La Figura 2, en la siguiente página, muestra el mapa de organizaciones involucradas en la gestión de la información para actualizar la calculadora, en concordancia con la tabla anterior. En ella, se destaca el rol que puede cumplir la Dirección de Gestión Ambiental del GAD como líder en la tarea de actualizar, recopilar y reportar información proveniente de distintas entidades nacionales, regionales y municipales.

El rol de liderazgo de la DGA puede facilitar el monitoreo de datos, siempre y cuando se definan formalmente los canales para el reporte de datos. Para ello, se sugiere el establecimiento de dos instancias:

- **Comité de seguimiento y monitoreo de movilidad:** con participación de las entidades destacadas en la Figura 2, en el marco del grupo de trabajo del SUMP. En este comité pueden exponerse el conjunto de datos que permiten el monitoreo y la evaluación de impactos sociales, ambientales y económicos de proyectos de movilidad, así como las estrategias para mejorar paulatinamente las metodologías para el levantamiento y procesamiento de información. Se sugiere que el comité se reúna trimestralmente.
- **Solicitud anual de actualización de información:** Como parte del proceso de seguimiento a la implementación de los proyectos y programas de movilidad sostenible y baja en carbono, se sugiere que la DGA del GADMA envíe comunicaciones oficiales a los niveles directivos de las organizaciones mapeadas, solicitando explícitamente la actualización de las variables asociadas a cada conjunto de datos. Con las respuestas oficiales en archivos planos o Excel® puede actualizarse la información consignada en la calculadora para estimar inventarios anuales y evaluar el progreso en el cumplimiento de las metas climáticas acordadas ex ante. En caso de no las entidades no tengan a disposición la información, deben analizarse las falencias y definir un plan de acción para superarlas.

Esta información, a su vez podría conformar un observatorio de movilidad, de acuerdo con los lineamientos que se exponen en el capítulo 4 de este documento.



Figura 2. Mapa de organizaciones involucradas en la gestión de información para la calculadora MYC

4 Lineamientos para la implementación de un observatorio de movilidad y cambio climático en Ambato

La experiencia internacional muestra que a pesar de los múltiples esfuerzos e inversiones por reducir las emisiones GEI del sector transporte, estas continúan con una tendencia creciente, y gran parte se debe al crecimiento de los países en vía de desarrollo. Factores como el aumento de la tasa de motorización, la pérdida de participación del transporte público en la distribución modal de viajes urbanos y el uso de flota vehicular con bajos estándares ambientales son parte de los retos a los cuales enfrentan las ciudades latinoamericanas. Además del aporte del transporte en las emisiones GEI, este sector también se ha identificado como una de las principales fuentes de contaminantes locales y ruido.

Por lo anterior, las métricas desde las cuáles se han medido tradicionalmente los sistemas de movilidad deben empezar a cambiar. En la actualidad, hace más sentido monitorear los impactos sociales y ambientales del tránsito de vehículos que medir su desempeño en términos de velocidad, de carreteras disponibles y tiempos de desplazamiento. La mayoría de los gobiernos en la región planifican en función de la capacidad vial, la cantidad de vehículos motorizados y sus velocidades de operación en horas punta, en un afán por atajar una congestión que nunca alcanzan. Por eso, monitorear parámetros clave para calcular emisiones contaminantes no ha sido una prioridad, porque no hacen parte de los ciclos de planificación de proyectos de tránsito y transporte urbano.

Al incorporar requerimientos ambientales y climáticos en los ciclos de planificación, surge la necesidad de medir y hacer seguimiento al cumplimiento de dichos requerimientos. Esto es lo que sucede cuando se intenta integrar la agenda climática con las agendas de movilidad de cada ciudad, cada una con sus propias particularidades geográficas, económicas, sociales y políticas. Un ejemplo claro de ellos son las NUMP, los SUMP y los compromisos sectoriales del transporte a las NDC. Estos instrumentos de política necesitan esquemas de Monitoreo y Evaluación (M&E) de impactos sociales, ambientales y económicos, y esquemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) específicos para emisiones de GEI.

Para atender esa necesidad, a continuación, se hace una propuesta básica para la implementación de **Observatorios de movilidad baja en carbono** (en adelante OMBC⁶). Esta propuesta inicial, expuesta en los siguientes numerles, consiste en una serie de indicadores que son clave al momento de estimar las emisiones de un sistema de movilidad urbana y monitorear el impacto climático de políticas, planes, programas y proyectos constitutivos de la SUMP de Ambato. Se incluyen también unas alternativas de captura de información, y algunos indicadores de impactos no climáticos, que dan cuenta de la sostenibilidad social, económica y ambiental del sistema.

Los indicadores de progreso en la implementación de proyectos también son importantes, pero no se incluyen acá toda vez que deben ser ajustados a cada una de las medidas formalmente adoptadas en el marco del SUMP. Consecuentemente, el resultado de las evaluaciones periódicas que se realicen de estos indicadores debe ser entendido como una herramienta que oriente la planeación de la movilidad urbana sostenible en el mediano y largo plazo. Indicadores básicos para el seguimiento de impactos climáticos.

⁶ Es ideal que cada ciudad o región metropolitana idee un acrónimo de buena recordación y posicionamiento. Un Observatorio es útil en la medida en que el grupo de Observadores es amplio y diverso, para promover el debate y las mejoras al sistema.

Término	Significado	Unidades en SI
f_{e_c}	Factor de emisión de CO ₂ por tipo de energético c.	$\frac{\text{kg CO}_2}{\text{gal, m}^3, \text{KWh}}$

Fuente: Elaboración propia.

Tal como indica la ecuación previa, la **actividad vehicular** debe ser reportada para todos los modos de transporte asociados a la planeación de movilidad local (de acuerdo con la homologación de estas categorías incluidas en el capítulo 2 de este documento). La siguiente tabla muestra una descripción y un listado de fuentes de información potenciales para cada una de las variables que permiten calcular dicha actividad, que es la variable fundamental para hacerle seguimiento al desempeño energético de un sistema de movilidad.

Tabla 14. Información de transporte para monitoreo de actividades vehiculares.

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
Viajes totales por modo	Viajes / día Viajes / año	Representa la cantidad de viajes que se realizan en cada modo de transporte (caminata, bicicleta, transporte público, automóvil, motocicleta, etc.), durante el periodo de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> Encuestas de origen - destino hecha en hogares, o encuestas de interceptación en calle. Estudios de tasas de viaje según perfiles socioeconómicos de la población en las ciudades. Tiquetes vendidos o validaciones en medios de pago electrónicos para viajes hechos en transporte público
Partición modal de viajes	%	Porcentaje que representan los viajes de cada modo de transporte, respecto a los viajes urbanos totales de pasajeros.	<ul style="list-style-type: none"> Encuestas de origen - destino hecha en hogares, o encuestas de interceptación en calle. Encuestas telefónicas o con formularios virtuales de percepción ciudadana. Aforos de tránsito con personas o estaciones aforadoras automáticas. Este tipo de información, a diferencia de las encuestas, da cuenta de la partición modal en vías específicas y sirve para calibrar modelos de partición modal expandidos a nivel de ciudad.
Distancia promedio de viaje por modo	km	Factor de actividad (distancia) de los viajes realizados en cada modo de transporte.	<ul style="list-style-type: none"> Encuestas de origen - destino hecha en hogares, o encuestas de interceptación en calle. Lecturas de odómetro y tacógrafos en el marco de Inspecciones Técnicas Vehiculares. Esto demanda un compromiso de fiscalización de los compromisos de ley a nivel de intendencias departamentales. Herramientas tecnológicas para analítica de big-data, como APPs con User Movement Analytics (basados en datos de GPS) o análisis de información de señales celulares. Este tipo de fuentes pueden ofrecer grandes muestras de usuarios, pero con

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
			dificultades para segmentarlos en modos de transporte.
Ocupación vehicular	Pax/vehículo IPK ⁷	Promedio de pasajeros que se transporta en un vehículo en un mismo viaje.	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de frecuencia y ocupación visual (FOV), en donde se mide la cantidad de personas que van a bordo en vehículos. Reportes de IPK por parte de operadores de transporte público, calculados con base en los kilómetros operativos de la flota y el total de pasajeros transportados.
Km-vehículo recorridos por modo (VKT)	Km/día Km/año	Factor de actividad de cada modo, representando por el total de kilómetros recorridos por cada vehículo circulante.	<ul style="list-style-type: none"> Cálculo directo a partir de los indicadores anteriores. Reportes de corridas de modelos de cuatro etapas, específicamente del modelo de asignación de viajes a una red vial determinada para la ciudad.

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se señala en el numeral 4.2, las encuestas de movilidad basadas en hogares son una de las principales herramientas de seguimiento, dado que permiten ver cómo van cambiando los patrones de viajes en las ciudades. Su importancia radica en que la información que se obtiene permite la construcción y calibración del modelo clásico de transporte o modelo de cuatro etapas (generación, distribución, partición y asignación de viajes), instrumento principal para la planeación y evaluación de estrategias de movilidad. Lamentablemente, son pocas las ciudades que tienen modelos propios de movilidad gestionados y calibrados periódicamente.

Sin embargo, para el contexto latinoamericano (en especial de ciudades con más de 1 millón de habitantes y en expansión), el diseño y ejecución de las encuestas en hogares resultan costosas, dado que las muestras representativas pueden implicar decenas de miles de hogares. Por eso es recomendable ejecutarlas en periodos de 5 a 10 años, pero apoyarse en otros instrumentos de captura de información en campo (encuestas de percepción ciudadana, mediciones y registros de Inspecciones Técnicas Vehiculares, aforos vehiculares, registro de flujos y velocidades, y big data de celulares) para calibrar los modelos o hacer seguimiento a indicadores intermedios.

Por otro lado, estos indicadores de movilidad permiten identificar variaciones agregadas de la ciudad, pero no atribuir efectos de causalidad directamente a una u otra medida que se haya implementado en el marco del SUMP de Ambato, pues los cambios suelen ser el efecto integral de distintas intervenciones, además de elementos adicionales como el crecimiento poblacional, el comportamiento de la economía, los procesos de ocupación del territorio, entre otros. **Esto es un atributo deseable de un observatorio, cuyo objetivo hacer seguimiento al desempeño global del sistema, pero no demostrar el impacto de medidas puntuales con una causalidad científicamente demostrada.**

Por su parte, las variables relacionadas con las condiciones técnico-mecánicas de los vehículos (rendimientos y factores de emisión de los energéticos) demandan una caracterización de la flota automotor de cada ciudad. Generalmente, las ciudades tienen un registro automotor asociados a los procesos de patente o

⁷ Índice de Pasajeros por Kilómetro, como indicador alternativo exclusivo para Transporte Público de pasajeros

matrícula de estos, para permitir su circulación bajo las normativas de tránsito correspondientes a cada territorio.

La Tabla 15 incluye una descripción de estos indicadores y las fuentes potenciales de información. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que la caracterización del parque automotor constituye una primera aproximación al desafío de distribuir la actividad vehicular de todo el sistema de movilidad entre distintos tipos de energéticos, es decir, saber cuántos kilómetros anuales se recorren usando gasolina, gas natural o electricidad, por ejemplo. Este enfoque no refleja la realidad de los consumos, por lo que una alternativa más precisa es desarrollar encuestas de caracterización de vehículos en muestras representativas de estaciones de servicio en donde se venden distintos energéticos (Gasolineras, electrolinerías, gas).

Tabla 15. Indicadores de desempeño energético y emisiones

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
Número de vehículos	#	Cantidad de vehículos registrados en la jurisdicción de cada ciudad, discriminados por modo de transporte (clase de vehículo y tipo de servicio, es decir, público o privado) y por energético usado.	<ul style="list-style-type: none"> Registros oficiales de vehículos matriculados o patentados en la ciudad o área metropolitana en donde se implemente el observatorio. Encuestas de hogares en donde se pregunte por la tenencia y uso de vehículos.
Rendimientos energéticos	Km/energético (m ³ , litros, galones, KWh)	Describe la eficiencia energética de las distintas categorías vehiculares en función del kilometraje que son capaces de recorrer con una unidad de energético. Para los combustibles fósiles se usan unidades volumétricas (m ³ para gases, y litros o galones para líquidos) y en el caso de la electricidad, se usa KWh.	<ul style="list-style-type: none"> Registros oficiales de vehículos matriculados o patentados en la ciudad o área metropolitana en donde se implemente el observatorio, siempre y cuando incluyan información de rendimientos declarados por fabricantes. Estudio de mercado de tipologías vehiculares en donde se identifiquen los rendimientos de fábrica o los rendimientos declarados por vendedores de vehículos usados. Estudios de campo para cálculo de rendimientos específicos según las condiciones geográficas y los patrones de conducción. Este es el caso ideal ya que reconoce las variaciones del indicador según las condiciones reales de operación en calle.
Factores de emisión de los energéticos	CO _{2eq} /energético (m ³ , litros, galones, KWh)	Indica las emisiones de CO _{2eq} por unidad de energético consumido.	<ul style="list-style-type: none"> Estudios de calidad de combustibles distribuidos en la ciudad o zona metropolitana, con balances estequiométricos para identificar contenidos de carbono y emisiones de GEI por combustión.

Finalmente, los cinco indicadores de movilidad básicos presentados en esta sección, permitirían calcular los siguientes indicadores centrales de desempeño climático. La frecuencia de reporte depende de la

disponibilidad de datos para actualizar los cálculos de emisiones. Idealmente, esto puede ocurrir bienalmente.

Tabla 16. Indicadores centrales de desempeño climático

Indicador	Unidades	Descripción	Fuentes de información
Consumo energético total	TJ/año	Consumos energéticos totales distribuidos por todos y cada uno de los combustibles fósiles usados en el sistema de movilidad, así como la energía eléctrica consumida.	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo indirecto a partir de indicadores de actividad y características del parque automotor. • Idealmente, debe contrastarse el cálculo con los reportes de ventas y distribución de empresas comercializadoras de combustibles fósiles y energía eléctrica.
Emisiones totales de CO _{2eq}	Ton CO _{2eq} /año	Inventario total de emisiones GEI del sistema de movilidad, bajo un enfoque Tank-to-Wheels (TTW), ya que incluye exclusivamente las emisiones asociadas a la operación de los vehículos.	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo indirecto a partir de indicadores de actividad y características del parque automotor con metodología <i>bottom-up</i> • Modelos de emisión locales desarrollados por la autoridad ambiental. • Comprobación con cálculo tipo <i>top-down</i> a partir de registro de venta de combustibles.
Emisiones por pasajero/kilómetro	CO _{2eq} /pax-km	Indicador de emisiones específicas por personas y por kilómetro. Permite comparar de forma fácil el desempeño del sistema usando a las personas como unidades de análisis, similar a una huella de carbono per-capita.	<ul style="list-style-type: none"> • Cálculo directo a partir del inventario total anual de emisiones, el total de viajes realizados al año y los kilómetros recorridos totales del sistema.

4.2 Métodos de levantamiento de información para indicadores de movilidad

Tradicionalmente, la principal fuente de información de los patrones de viaje de una ciudad son las encuestas origen – destino normalmente hechas en hogares, que suelen tener una periodicidad entre 5 y 10 años; esta información ha demostrado ser válida para planear, diseñar e implementar las necesidades de movilidad de una ciudad. Sin embargo, sus costos y la frecuencia con que se renueva resulta ser un inconveniente porque no permite evidenciar actuaciones o intervenciones urbanas intermedias y suele ser común que en ciudades pequeñas e intermedias el intervalo entre encuestas supere los 10 años.

Adicionalmente, en la medida que más se conecta el mundo el interés por recopilar información de las personas para perfilar sus hábitos de consumo, comportamiento, corriente ideológica, condiciones socioeconómicas etc., han llevado a un incremento en la aplicación de encuestas y la captura de información por diferentes medios, lo que hace más difícil la tarea de encuestas en hogares porque existe ahora una menor disposición a atenderlas.

Ahora bien, se vienen implementando otras formas de levantar esta información que puede disminuir la periodicidad y quizás los costos como los son el uso de aplicaciones móviles, la encuestas en línea y el uso de datos móviles agregados (Big Data). A continuación, se explica brevemente las implicaciones de cada uno de estos métodos y, en la Tabla 17 una calificación cualitativa de los mismos que puede apoyar la toma de decisión acerca de cuál emplear en el marco de un sistema de monitoreo para el SUMP.

- **Aplicaciones Móviles:** La mayoría de las aplicaciones móviles, tienen acceso a la ubicación de los usuarios (por supuesto autorizado por el usuario), información relevante para determinar orígenes y destinos de los viajes, a su vez se han venido desarrollando aplicaciones dedicadas al transporte o a resolver necesidades de transporte, sin embargo, son pocas las que atienden o recogen todos los modos de una ciudad: casos como Google Maps, en donde para la sugerencia de ruta se escoge el modo muestra un gran fuente de información continua de los viajes de una persona. El uso de aplicaciones como fuente de información para caracterizar los viajes de una ciudad requiere de una revisión cuidadosa para garantizar la validez estadística de los datos debido a que la muestra, es decir la población que la usa, puede estar inclinada hacia un grupo bien sea por edad, localización nivel de ingresos o grado de educación entre otros. El ordenamiento de los registros por modo depende de la información entregada por el usuario y la capacidad de aprendizaje del software que procesa los datos (inteligencia artificial): requiere información sociodemográfica, usos de suelo, redes de transporte y de servicios, entre otros.
- **Encuestas en línea:** Al igual que las aplicaciones móviles el reto de esta forma es conseguir la validez estadística, sin embargo, empresas dedicadas a este tipo de encuestas vienen mejorando el grupo muestral: suelen tener validez en cuanto a la cobertura geográfica, pero debilidad en cuanto al cumplimiento por edad o grupo socioeconómico. El grupo muestral suele ser fidelizado mediante incentivos por la atención de encuestas. Al ser una encuesta se puede capturar información de modo y motivo.
- **Datos Móviles (BIG DATA):** Este método recoge toda la actividad de la red móvil y dado que la gran mayoría de la población cuenta con un celular la muestra en cobertura geográfica regularmente es válida. Al igual que las aplicaciones móviles necesita de inteligencia artificial para lograr identificar modo de viaje y motivo. Debido al registro permanente de información se puede hacer seguimiento continuo de los patrones de viaje. La gran ventaja de los datos móviles radica en que la recolección de información es pasiva y no se debe recurrir a la memoria de los usuarios ni a su percepción del tiempo. La principal dificultad de esta metodología radica en la identificación de características particulares del viaje como el modo de transporte y el motivo, sin embargo, esta información puede ser obtenida mediante encuestas cortas (por mensajería instantánea)

Tabla 17. Calificación Cualitativa de los métodos

Método	Validez Estadística	Costo ⁸	Frecuencia ⁹ de información	Resultados en el Tiempo
Encuestas O-D, hogares	Alta	Alto: por trabajo de campo	Baja	Al terminar procesamiento
Aplicaciones Móviles	Depende de la penetración de la aplicación	Medio: alta necesidad de programación	Alta	Posterior a etapa de aprendizaje y penetración de la aplicación
Encuestas en línea	Media	Medio: Para preparación de la encuesta	Media	Al terminar procesamiento
Datos Móviles	Media – Alta: mejora con el tiempo	Medio – Alto: Por ahora hay una alta necesidad de programación y procesamiento de las bases de datos, pero en la medida que se aprenda el costo será menor.	Alta	Posterior a etapa de aprendizaje.

Con la información obtenida con este tipo de métodos, es posible identificar parcialmente el comportamiento de los flujos de una ciudad, incluyendo orígenes y destinos de viaje, horarios y, con mayor esfuerzo, motivo y modo de transporte. A pesar de que el gran volumen de información puede ser útil para calibrar modelos de red, siempre será importante hacer validaciones con datos observados en campo y para ello se suelen utilizar aforos vehiculares, mediciones de ocupación y validaciones de sistemas de recaudo bien sea de pasajeros en transporte público o de peajes en vías de acceso a las ciudades, por ejemplo.

Una circunstancia distinta surge cuando se quiere evaluar una actuación específica, por ejemplo, un Desarrollo orientado al Transporte (DOT), un proyecto de electrificación de flota o de infraestructura para promover transporte activo. En estos casos, es aconsejable recurrir a un modelo de 4 etapas para desarrollar evaluaciones de impacto ex ante, dado que su implementación causará cambios en las necesidades de viaje, la relación entre zonas y los patrones de elección modal. Este mismo modelo, puede ser alimentado en las etapas de medición y seguimiento, acompañado de recolecciones de información focalizadas en el área de estudio.

Los modelos de transporte tienen como principal finalidad explicar los viajes de las personas y ayudar en la planeación de una ciudad, región o país, sin embargo, para efectos de seguimiento de medidas no necesariamente se debe enmarcar en un modelo específico, sino que dependiendo las circunstancias y la información disponible puede variar el grado de complejidad del modelo.

⁸ Aunque los costos son difíciles de determinar, se ha establecido una escala relativa bajo los siguientes criterios: una encuesta de hogares requiere de uso intensivo de personal en un corto periodo de tiempo y para cada nueva toma el gasto es similar, en el caso de encuestas en línea se puede partir de una base muestral y de programación para replicar la encuesta con intervalos inferiores a dos años. En el caso de las aplicaciones y los datos móviles, necesitan de una intensiva etapa de programación y luego un constante procesamiento de los datos, aunque se tiene gran cantidad de información, en el caso de los datos móviles, las empresas operadoras suelen cobrar por los registros suministrados.

⁹ Una frecuencia baja es tener un paquete de registros cada 5 años o más, media registros cada uno o dos años y alta registros menores a un año que incluyen variaciones mensuales (estacionales).



Para el ámbito urbano, se suele pensar en la elaboración de un modelo clásico de 4 etapas¹⁰, pero quizás no sea necesaria la existencia de este para poder determinar las variables de seguimiento de una media mitigación de GEI. Por ejemplo, si con una encuesta se puede establecer origen y destino, magnitud y características del viaje (modo principalmente) y a estos datos se les puede verificar con mediciones en campo, es posible que solo se necesite de la etapa 4 del modelo clásico, es decir *la asignación* con la cual se haría la validación de las mediciones a través de procesos de calibración y se obtienen las variables relevantes para el seguimiento como lo es la actividad por modo (regularmente kilómetros totales - VKT).

4.3 Indicadores para monitoreo de impactos no climáticos

Los indicadores de un OMBC deben permitir la detección de impactos del SUMP no solo sobre las emisiones de GEI, sino también sobre otros criterios de sostenibilidad como la accesibilidad, la asequibilidad, la equidad y la seguridad vial. De esto deben dar cuenta los instrumentos específicos de Monitoreo y Evaluación que se desarrollen específicamente para estos instrumentos de política, los cuales deben medir el progreso en el cumplimiento de las metas y objetivos definidos autónomamente en cada territorio. Estos sistemas M&E no necesariamente deben coincidir con los indicadores de un observatorio, pues los objetivos de política son distintos.

En cualquier caso, la siguiente tabla expone algunos indicadores de impacto no climáticos que podrían complementar la mirada de un OMBC.

Tabla 18. Propuesta de indicadores no climáticos para OMBC

Indicadores	Unidades	Frecuencia de monitoreo	Fuentes de información
Área Neta Urbanizada de la ciudad	hectáreas	Cuatrenal	Base predial catastral
Porcentaje de suelo urbanizado	%	Cuatrenal	Catastro y perímetro urbano oficial
Infraestructura para peatones	m ²	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público.
Infraestructura para ciclistas	km	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público.
Infraestructura vial para tráfico mixto	km	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público
Infraestructura vial exclusiva para transporte público carretero (v. gr. Troncales BRT)	km	Bienal	Inventario de redes viales y espacio público
Infraestructura vial exclusiva para transporte público sobre rieles	km	Cuatrenal	Inventario de redes viales y espacio público
Espacio público efectivo percapita	m ² /hab	Bienal	Inventario autoridad de planeación
Tasas de motorización para automóviles y motocicletas privadas	Veh/1000 hab	Anual	Registros de automotores
Población	# personas	Anual	Autoridad de planeación - Censos
Participación del gasto de transporte en el ingreso del hogar	%	Anual	Encuesta de movilidad
Densidad poblacional	hab/ha	Bienal	Autoridad de planeación - Censos

¹⁰ Modelo que busca explicar el comportamiento de los viajes desde la linealización de los eventos que ocurren Necesidad del viaje (Generación – Atracción), Conformación de la relaciones entre punto de viajes (Distribución), elección del Modo (Partición Modal) y escogencia de ruta (Asignación)



Indicadores	Unidades	Frecuencia de monitoreo	Fuentes de información
Percepción de seguridad ciudadana en el espacio público	Escala 1 a 5	Anual	Encuesta de percepción ciudadana
Percepción de calidad del transporte público	Escala 1 a 5	Anual	Encuesta de percepción ciudadana
Emisiones de PM _{2.5}	ton/año	Anual	Modelo de emisiones
Percepción de contaminación por ruido	Núm 1- 5	Anual	Encuesta de percepción ciudadana
Espacio verde percapita	m ² /hab	Bienal	Inventario local de espacios verdes
Número de víctimas graves y mortales en siniestros viales	#	Anual	Autoridad de tránsito y transporte, Policía de tránsito e institutos forenses.
Recursos públicos comprometidos para financiar iniciativas asociadas a los SUMP o NUMP	USD	Anual	Autoridades de planeación, finanzas y hacienda
Recursos privados comprometidos para financiar iniciativas asociadas a los SUMP o NUMP	USD	Anual	Autoridades de planeación, finanzas y hacienda

5 Conclusiones

El proceso de elaboración de este protocolo para el uso de la calculadora MYC, demostró que Ambato cuenta actualmente con información parcial para estimar un inventario de GEI de base y establecer un escenario de referencia contra el cual comparar los futuros inventarios de emisiones, aún cuando la información fue corrida para la provincia de Tungurahua y no exclusivamente para el cantón de Ambato. Esto, gracias a la gestión de información del GADMA y del proceso de desarrollo del SUMP que se viene adelantando con recursos de cooperación de Euroclima+.

Sin embargo, para que la calculadora funja como instrumento clave dentro de un mecanismo de Monitoreo, Reporte y Verificación es necesario formalizar procedimientos para el levantamiento y recopilación de datos de forma frecuente, periódica, transparente y verificable. Precisamente, en virtud del principio de transparencia de los mecanismos MRV, la asistencia técnica brindada con Hill dejó una clara trazabilidad de fuentes de información, no solo en este informe, sino también en el Anexo 1. . En este archivo de Excel® se incluyeron hojas de cálculo adicionales a las del libro original para permitirle a los usuarios identificar la fuente de los datos, así como los procedimientos matemáticos para transformar los datos originales en las variables exigidas por la calculadora MYC, son sus respectivas unidades, dimensiones, tipologías vehiculares y modos de transporte asociados.

Al reconocer la calculadora solo como un instrumento de cálculo de inventarios y escenarios, es claro que deben adelantarse varias actividades complementarias al interior del GAD para constituir formalmente un sistema MRV. En otras palabras, la calculadora no es en si misma un MRV, solo una herramienta de cálculo que puede ser usada para suplir algunas de las actividades requeridas. La siguiente tabla muestra las tareas que deberían surtir en el marco del desarrollo e implementación del SUMP con un Checklist semaforizado que plantea una hoja de ruta a seguir para instituir con rigor un MRV para esta Política.

Tabla 19. Fases de implementación del NUMP y actividades del MRV

Fase del SUMP	Actividades MRV	Checklist
Fase 1: Preparándose para empezar	Se evalúan las necesidades de apoyo externo en MRV	Ambar
	Se establece un presupuesto para MRV	Ambar
Fase 2: Diagnóstico y escenarios	Se comprueba la disponibilidad de datos de transporte y se recopilan los datos disponibles	Verde
	Se calcula el escenario base para el desarrollo de las emisiones de transporte y se acuerdan supuestos entre las partes interesadas	Verde
Fase 3: Establecimiento de metas y desarrollo del plan de acción	Se describen los efectos esperados de la SUMP y las acciones previstas (relación causa-efecto / marco lógico)	Ambar
	Se establece el alcance del enfoque de monitoreo (límites de evaluación)	Ambar
	El impacto de los GEI del SUMP se ha calculado ex-ante	Rojo
	Se describen las limitaciones de la cuantificación de las emisiones de GEI (incertidumbres)	Ambar
	Los beneficios de la movilidad sostenible se han evaluado ex-ante	Rojo

Fase del SUMP	Actividades MRV	Checklist
Fase 4: Validación del plan de acción	Si es necesario, ajuste el cálculo ex-ante del impacto de los GEI al plan de acción validado para el SUMP	■
	Las necesidades de datos y los métodos de recolección han sido identificados y acordados por las partes interesadas correspondientes	■
	Las responsabilidades de MRV se han asignado	■
	Se ha confirmado un presupuesto preciso para MRV	■
	Se ha elaborado un plan y procedimientos de monitoreo, incluyendo el aseguramiento de la calidad	■
Fase 5: Implementación y monitoreo	Los datos se recogen, procesan y se controla la calidad de forma continua	■
	El inventario de emisiones se calcula cada 1-3 años	■
	El escenario de referencia se recalcula ex-post y las reducciones de emisiones se evalúan cada 1-3 años	■
	Se puede proporcionar información de apoyo para verificar el impacto de los GEI	■
	El informe de la implementación del monitoreo se produce anualmente	■
	El informe de movilidad sostenible se publica cada 5 años (evaluación a medio plazo)	■

Fuente: Elaboración propia a partir de la guía de elaboración de SUMP y NUMP de MYC

Finalmente, hacemos énfasis en la necesidad de definir un plan de acción con el concurso de entidades cantonales y nacionales para recabar la información necesaria que permita actualizar la calculadora MYC, en el marco de un observatorio de movilidad baja en carbono como se sugiere en el capítulo 4.

La descentralización ecuatoriana en materia de gestión de la movilidad urbana, puede ser una oportunidad para fortalecer las capacidades locales en materia de planificación, modelación y monitoreo de sistemas de movilidad en jurisdicciones como las del GADMA. Se recomienda que el gobierno nacional, y especialmente las oficinas zonales del Ministerio de Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, apoyen con recursos presupuestales y humanos el proceso de formalización del MRV, en armonía con los esquemas de seguimiento a las metas climáticas en el sector transporte del país.



6 Referencias

- Banco Mundial. (2019). Datos de Uruguay. Retrieved from <https://datos.bancomundial.org/pais/uruguay>
- Catalogo de datos abiertos. (2021). BEN Contenido CO2 del SIN. Retrieved from <https://catalogodatos.gub.uy/dataset/miem-ben-factor-de-emision-de-co2-del-sin>
- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu). (2020). User Manual for the MobiliseYourCity Emissions Calculator. Retrieved from www.MobiliseYourCity.net
- Intendencia de Montevideo. (2021). Observatorio de Movilidad de Montevideo. Retrieved from <https://montevideo.gub.uy/observatorio-de-movilidad>
- Ministerio de Industria Energía y Minería de Uruguay. (2019). Parque automotor: serie 2017-2019. 1–3.
- Opción Consultores. (2021). Encuesta origen-destino en las ciudades de Treinta y Trés, San Jose de Mayo, Ciudad de la Costa, Riviera.

7 Anexos

7.1 Anexo 1. MYC_Tool_final.1.3.2_20210226_Ambato_V1.xlsm

(Disponible como archivo de excel adjunto)

7.2 Anexo 2. Encuesta Ambato - Escenario climático de pasajeros

(Disponible como archivo pdf adjunto)

7.3 Anexo 3. Encuesta Ambato - Escenario climático carga

(Disponible como archivo pdf adjunto)

7.4 Anexo 4. Reporte Estado de Información SUMP Ambato

(Disponible como archivo de excel adjunto)

7.5 Anexo 5. Encuesta Diagnóstica Institucional GAD Ambato

(Disponible como archivo pdf adjunto)