

# Estudio de impacto de emisiones y consumo de combustibles de vehículos pesados del paseo del bajo

Dirección de Diseño e Implementación  
Gerencia Operativa de Logística Urbana  
/ *Coordinación Bajas Emisiones*

julio 2022



## PROLOGO

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires se encuentra comprometida a alcanzar la meta de ser carbono neutral para el año 2050. Esto significa que las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la actividad en la Ciudad deberán verse compensadas por acciones de mitigación y adaptación para tal fecha. Hemos recorrido ya un largo camino en materia climática por lo que cada vez buscamos ser más ambiciosos con nuestras metas. Al día de hoy ya podemos percibir entre nosotros algunos de los efectos del cambio climático, a través de mayores y más intensas precipitaciones; o del aumento sostenido en la frecuencia y la duración de las olas de calor, por ejemplo. De acuerdo a diferentes estudios, estos efectos se mantendrán e incrementarán en el tiempo.

Desde la Secretaría de Transporte y Obras Públicas estamos comprometidos a llevar a cabo acciones y medidas que apuntan a priorizar y mejorar el desarrollo y la eficiencia del sistema de movilidad de la Ciudad para hacerla cada vez más sustentable.

Nuestra estrategia se basa en acciones que implican tres ejes de trabajo principales: Evitar - Cambiar - Mejorar. **Evitar** viajes innecesarios proponiendo mayores áreas peatonales y calles de encuentro y priorizando la caminabilidad. **Cambiar** a modos más eficientes, desincentivando el uso del auto particular y fomentando el uso del transporte público y de la bicicleta. **Mejorar**, finalmente, en cuanto a eficiencia energética de los distintos modos ya existentes, incorporando tecnologías limpias en transporte público y logística urbana. De esta manera, reducir nuestras emisiones mediante la transición energética del transporte.

As mismo, creemos que la transformación hacia la integración del sistema de transporte de cargas con espacios de prioridad ciclista y peatonal también es fundamental para promover una seguridad vial y sustentable. La conexión entre el sistema de autopistas es necesaria para alivianar el tránsito de camiones del microcentro (eje Madero - Huergo) y conectar mejor las distintas zonas de la Ciudad y del Área Metropolitana: autos particulares y vehículos pesados atraviesan todos los días el centro porteño sin que éste sea su destino y generan congestión, mayores tiempos de viaje y mayores niveles de contaminación ambiental y acústica. Por eso, nos comprometimos a construir el Paseo del Bajo y cumplimos el objetivo de conectar, desde 2019, la autopista Illia con la autopista Buenos Aires - La Plata, cambiándole la vida a casi **650.000** personas que viven y trabajan en la zona.

Quiero agradecer especialmente al equipo de profesionales que trabajaron y siguen trabajando en la generación de información, en este caso a los funcionarios que se desempeñaron en 2017 durante la evaluación y seguimiento de este trabajo: **Esteban Galuzzi**, de la entonces Subsecretaría de Tránsito y Transporte y **Juan José Méndez**, entonces secretario de Transporte y Obras Públicas de la Ciudad. El presente trabajo se llevó a cabo con la intención de evaluar el impacto ambiental de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes de los vehículos pesados del paseo del bajo. Y de esta manera entender el efecto beneficioso de la implementación de la medida para los ciudadanos.



**Manuela López Menendez**,  
secretaria de Transporte y  
Obras Públicas

## RESUMEN

El Paseo del Bajo se presenta como una obra sin precedentes en la historia de la Ciudad de Buenos Aires. Apunta a reestructurar el tramado vial de la zona, mediante la canalización del tránsito pesado que fluye desde y hacia el puerto de la ciudad. La obra, de gran inversión, plantea un corredor que conecte las autopistas del sur con los puertos de Buenos Aires y las autopistas del norte. Este corredor exclusivo de vehículos pesados permitirá mejorar las condiciones de tránsito de la zona, resultando en una reducción directa de tanto el consumo de combustible de los vehículos que transitan el corredor, como de sus emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y de sustancias tóxicas, como el NOx y el material particulado (MP). La obra además contempla la creación de nuevos espacios verdes públicos y un diseño urbanístico más moderno, estético y cómodo para las personas que transitan, viven o trabajan en la zona. En este informe se presenta el cálculo y análisis de los potenciales beneficios en consumo de combustible, emisiones GEI y emisiones tóxicas, generados por la implementación de la obra. Para esto se comparó la situación actual (condiciones de tránsito y caudal de vehículos) con tres posibles escenarios del tránsito futuro, caracterizados por su velocidad media y condiciones de manejo. El trabajo se basa en la recopilación y procesamiento de información de ciclos de manejo por GPS, análisis de los planos y caudales de vehículos de la zona y estimaciones de los factores de emisión de la flota de vehículos pesados a partir de una base de datos comercial de emisiones vehiculares. En primer lugar se plantea la metodología y las variables relevadas a utilizar y finalmente, en base a los factores de emisión obtenidos para las distintas condiciones de conducción, se cuantifica el impacto económico y ambiental.

## AUTORES

ORBAIZ, Pedro  
COSENTINO, Santiago  
RODONI, Tamara  
SEGUÍ, Tomás

## ÍNDICE

**pag. 05 ..... 1 . Introducción**

pag. 06 ..... 1.1. Caracterización de las emisiones vehiculares  
de la Ciudad de Buenos Aires

pag. 09 ..... 1.2. El proyecto del Paseo del Bajo

**pag. 11 ..... 2. Metodología y Resultados**

**pag. 11 ..... 2.1. Caracterización de las condiciones previas**

pag. 11 ..... 2.1.1. *Tamaño de la flota circulante*

pag. 12 ..... 2.1.2. *Composición de la flota circulante*

pag. 13 ..... 2.1.3. *Determinación de las condiciones  
de tránsito actuales*

pag. 17 ..... 2.1.4. *Factores de emisión y consumo*

**pag. 17 ..... 2.2. Resultados de la implementación de la obra**

pag. 17 ..... 2.2.1. *Escenarios de condiciones de manejo*

pag. 18 ..... 2.2.2. *Consumo de combustible y emisiones  
de gases de efecto invernadero*

pag. 20 ..... 2.2.3. *Emisiones de gases tóxicos*

**pag. 23 ..... 3. Conclusiones**

**pag. 24 ..... Referencias**

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de energía a nivel global y la imperiosa necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por la actividad antropogénica son efectos claramente contrapuestos. Ante un contexto internacional cambiante, donde no existen liderazgos claros en pos del cumplimiento de las metas de calentamiento global establecidas en el Acuerdo de París, todos los países comprometidos deberán redoblar esfuerzos para cumplir con sus contribuciones introduciendo tecnologías y prácticas más limpias y sustentables en todos los sectores de la economía [3]. En particular, el sector de transporte representa el 23% de todas las emisiones globales de gases de efecto invernadero[8], esto remarca la importancia de reducir las emisiones de dicho sector.

Los vehículos de carga son utilizados en aplicaciones comerciales, por lo que la tendencia hacia una mayor eficiencia de la flota para mejorar la competitividad de las empresas debería ser un mecanismo natural de estas. Sin embargo, el sostenido crecimiento del sector logístico y de los servicios de distribución urbana a nivel mundial ha generado un incremento considerable en el uso de este tipo de vehículos. Según datos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), en este país la actividad del transporte de bienes creció un 50% entre 1990 y 2013. Incluso, esperan que se duplique para 2040. Expertos del organismo proyectan que las emisiones del sector superarán a las emisiones de los vehículos de pasajeros para el año 2050 [2].

Argentina es responsable de alrededor del 0.9% de las emisiones globales de GEI de acuerdo al Inventario Nacional de Emisiones GEI [4]. En 2016, el gobierno nacional ratificó el compromiso del país con el Acuerdo de París, en el cual cada país firmante se comprometió a reducir sus emisiones de GEI. Argentina ha establecido dos objetivos basados en un escenario de Business As Usual (BAU). El primero, más conservador, es incondicional y establece una reducción del 18% con respecto al escenario BAU proyectado. Esto es equivalente a reducir alrededor de 109 MtCO<sub>2</sub> para el año 2030. El segundo objetivo, más ambicioso, está condicionado a la obtención de financiamiento y a la colaboración de organismos internacionales. Este establece una reducción del 37%, equivalente a 223 MtCO<sub>2</sub> en el mismo marco de tiempo.

A nivel de la Ciudad de Buenos Aires (CABA), el sector de vehículos de carga<sup>1</sup> ha crecido al 6% anual entre 1995 y 2015. Dicho crecimiento, de ser proyectado en el tiempo, implica un crecimiento del 300%, de la flota en cuestión, al año 2035. Esto deja en evidencia la necesidad de implementar soluciones integrales para el sector, ya que los cambios tecnológicos no resultan suficientes para revertir el crecimiento de las emisiones del mismo.

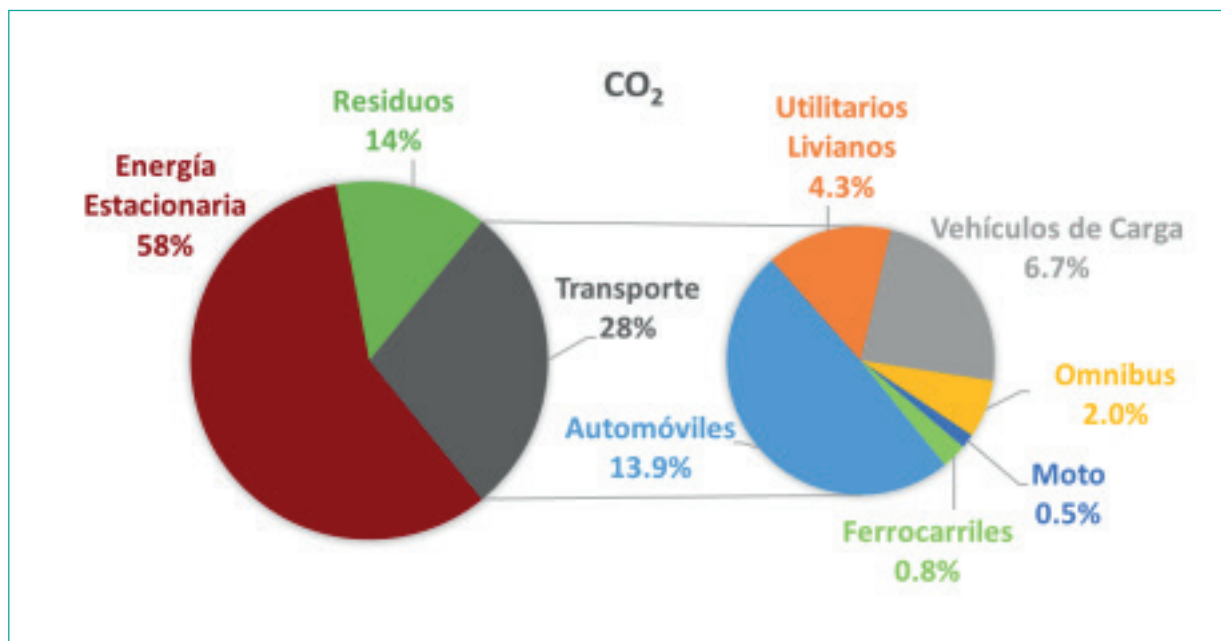
A su vez, dada las condiciones locales, la estructura de costos asociada a vehículos modernos son, en general, mayores a las de los vehículos usados de mayor edad. Esto se debe principalmente al mayor costo del combustible de bajo azufre (diesel grado 3) y demás consumibles requeridos, el costo de las unidades y los repuestos y la mayor carga impositiva. Asimismo, la atomización de las empresas del sector de transporte indica que existe una gran cantidad de pequeñas empresas, cuya capacidad de inversión se ve condicionada por la oferta de financiamiento disponible. Esta combinación de factores va en detrimento de la renovación del parque de vehículos pesados y, en consecuencia, de la penetración de soluciones tecnológicas que permitan reducir las emisiones tóxicas del sector y el consumo de combustible.

El presente estudio comprende exclusivamente los vehículos de carga<sup>1</sup> ya que son estos los principales beneficiados por la obra. Si bien el resto de las categorías de vehículos podrán evidenciar mejoras en las emisiones por el alivio de las arterias que conforman el eje de la obra, la configuración de las avenidas no se modifica y por ende en caso de aumentar el flujo de vehículos circulando, estarán sujetos a condiciones similares a las actuales.

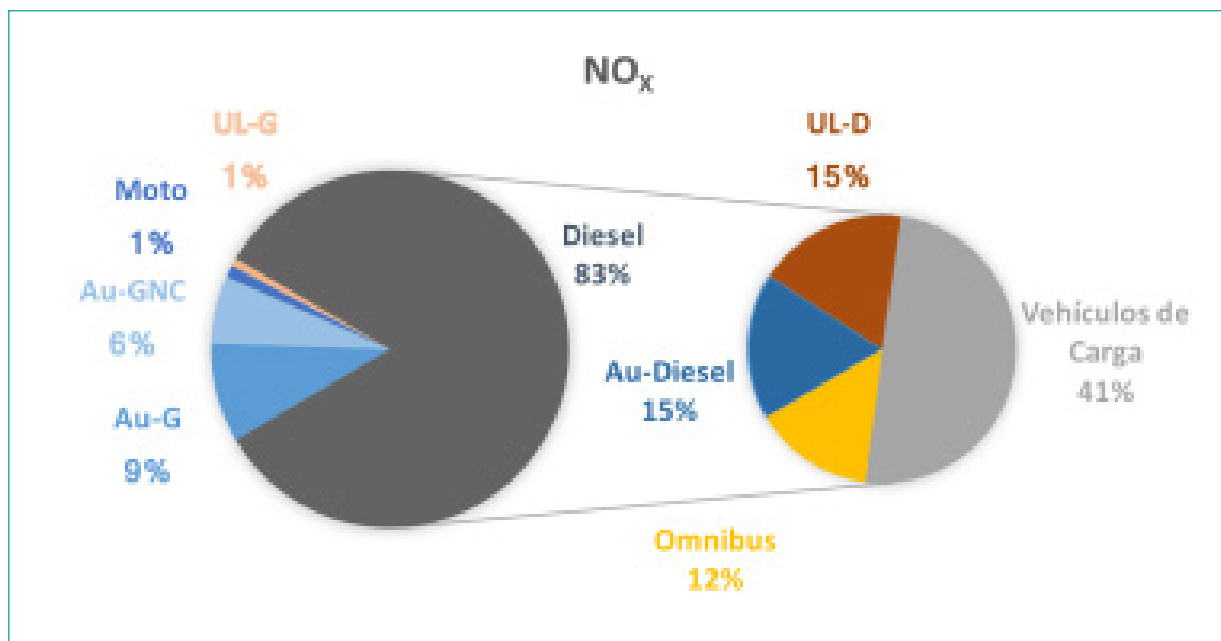
### 1.1. Caracterización de las emisiones vehiculares de la Ciudad de Buenos Aires

En la Ciudad de Buenos Aires, el sector de transporte da cuenta del 28 % del total de las emisiones GEI, según el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de CABA de 2015 [5]. A su vez, los vehículos pesados acumulan el 24,5% de las emisiones del transporte carretero, alcanzando un 6,7% del total del sector de transporte, como se observa en la Figura 1. Si bien no son el principal responsable de estas emisiones, si se considera que su contribución resulta apreciable para ser menos del 4% de la flota circulante de la ciudad.

*1 - Se consideran vehículos de carga a los vehículos pesados de las categorías N2 y N3 (es decir, de 3,5t de PBT en adelante) utilizados para el transporte de bienes y otros servicios, excluyendo el transporte de pasajeros.*

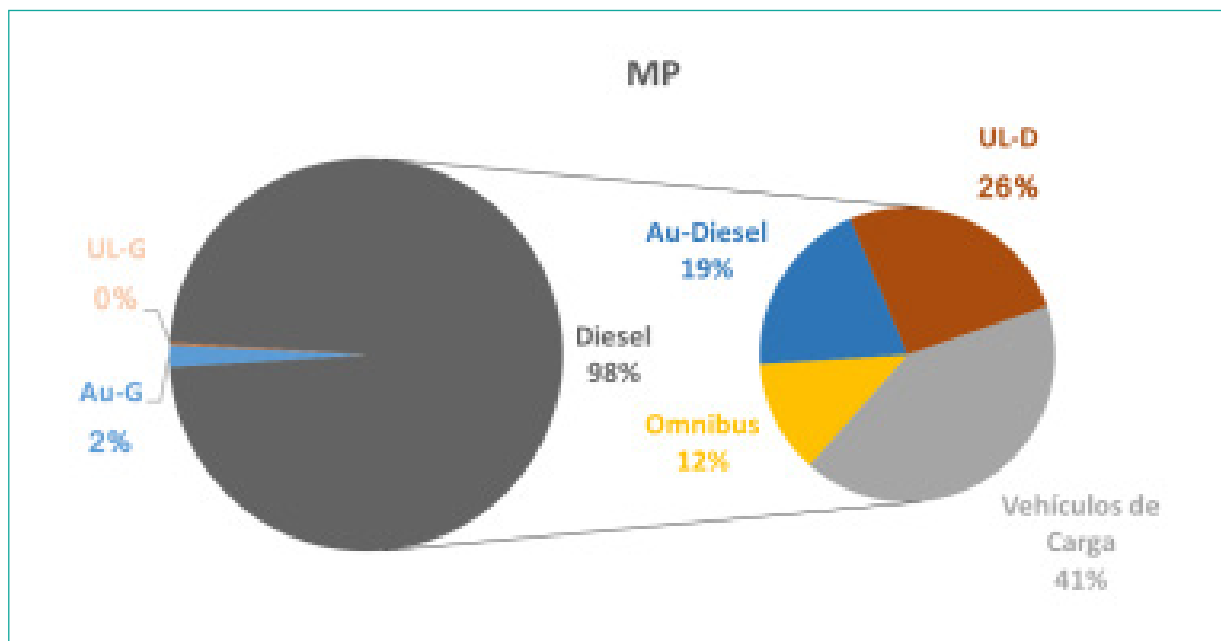


**Figura 1** - Distribución de emisiones de CO2 de las principales fuentes primarias y de las distintas categorías del sector de transporte en CABA. Nota: los ferrocarriles sólo incluyen las emisiones generadas por las locomotoras diesel dentro de CABA y los ferrocarriles eléctricos se encuentran dentro de energía estacionaria.



**(a)** - Distribución de emisiones de NOx para las diferentes categorías del sector.





(b) - Distribución de emisiones de MP para las diferentes categorías del sector.

**Figura 2** - Emisiones de MP y NOx de las diferentes categorías del sector de transporte carretero en CABA.

Por otro lado, en lo que respecta a las emisiones tóxicas, representadas en este caso por los óxidos de nitrógeno (NOx) y el material particulado (MP), el impacto de la flota en cuestión es considerable. Estar en una atmósfera con altas concentraciones de estos contaminantes durante tiempos prolongados puede causar enfermedades severas, especialmente aquellas vinculadas al sistema respiratorio. En la Figura 2 se presenta la proporción de las contribuciones de emisiones de NOx y MP de cada categoría de vehículos del sector de transporte carretero en CABA. En esta figura se destaca como los vehículos diesel son los principales responsables de la emisión de estos agentes. Los vehículos de carga son, en Argentina, exclusivamente diesel, al igual que los ómnibus urbanos y colectivos de media y larga distancia. También existen vehículos utilitarios livianos y en menor medida automóviles de uso particular. En la Figura 2a y la Figura 2b puede observarse que los vehículos de carga son responsables de la porción mayoritaria de estas emisiones, representando el 40% del total. Esto se debe a las condiciones de operación altamente exigentes, a la tecnología actual del parque, que presenta una antigüedad promedio de 17 años, y a la elevada intensidad de uso de estos vehículos.

Lo arriba expuesto deja en evidencia la necesidad de disminuir el impacto ambiental de la flota en cuestión, en particular a lo referido a las emisiones de gases tóxicos que esta genera.

## 1.2. El proyecto del Paseo del Bajo

Los vehículos de carga que circulan por la Ciudad de Buenos ingresan por las arterias principales de esta hacia centros de distribución y viceversa, en dirección desde y hacia el puerto y, en menor medida, dentro de la ciudad realizando tareas de servicios públicos o de distribución urbana. Como puede verse en la Figura 3, la zona donde se ubica el Paseo del Bajo representa el principal eje de conexión de los vehículos que viajan desde el sur o el norte hacia las terminales portuarias y la Terminal de Ómnibus de la Ciudad, o desde el sur hacia el norte, y viceversa. Esto implica una alta concentración de vehículos circulando por una zona sumamente congestionada, especialmente en horas pico y durante el día. Esta combinación va en detrimento de la calidad de aire de la zona, en particular debido a la alta tasa de vehículos que circulan por esta, las condiciones altamente intermitentes del flujo vehicular y a la antigüedad de la flota en cuestión.



**Figura 3** - Diagrama del trayecto del Paseo del Bajo.

El Paseo del Bajo, se presenta como una obra que busca canalizar y aislar el tránsito de vehículos pesados en una autopista exclusiva que permita mejorar, no sólo las condiciones de tránsito de la zona para vehículos pesados y livianos, sino también el desarrollo urbanístico de esta, fomentando la peatonalización, el uso de la bicicleta y otros medios de transporte sustentables. Se espera que el nuevo trazado permita mejorar la operación del transporte automotor de cargas y pasajeros de media y larga distancia, mejorando los tiempos de viaje de estos. Algunas de las características principales del trazado, al

igual que el diagrama de su trayecto se observan en la Figura 3. En el Cuadro 1 se listan algunas de las características de la obra y datos de transporte vinculados. La obra presenta además los beneficios derivados del desacople de los vehículos pesados de la red urbana actual, mejorando las condiciones de tránsito de los vehículos livianos y el transporte público circulando sobre las avenidas Madero/Huergo y Alicia Moreau de Justo/Antártida Argentina. Vale aclarar que como ya se ha mencionado el análisis actual está enfocado solamente a los vehículos de carga, por lo tanto, cualquier mejora en el flujo de los vehículos livianos será un beneficio adicional al aquí expuesto.

La obra, se caracteriza por tener distintos tramos, algunos de los cuales son viaductos elevados, y otros de trinchera semi-cubierta. En estos últimos la carretera se encuentra a bajo nivel y está parcialmente cubierta. Los tramos cubiertos serán utilizados para el paso de peatones y la creación de parques de esparcimiento público.



**Cuadro 1** - Algunos números del Paseo del Bajo.

## Metodología y Resultados

Para poder analizar el impacto que la obra tendrá sobre las emisiones y el consumo de combustible de los vehículos que circulan por la zona, es necesario caracterizar todos los parámetros que inciden sobre el funcionamiento y la operación de los vehículos en cuestión. Dicha caracterización comprende el relevamiento y análisis de las variables más relevantes del escenario base o previo a la implementación de la obra. En esta sección se presentan todos aquellos parámetros relevados y estudiados, su metodología de análisis, la metodología del cálculo de resultados y finalmente los resultados obtenidos.

### 2.1. Caracterización de las condiciones previas

El escenario base comprende una zona de alta congestión y tránsito tanto de vehículos pesados como también de vehículos livianos, ómnibus y micros, especialmente en horas pico. La infraestructura presente es la de una avenida urbana con 2 o 3 carriles por vía, según la zona. Por esta razón, para caracterizar completamente las condiciones de tránsito actual del corredor y poder finalmente determinar los niveles de emisión y consumo de combustible, es necesario determinar qué flota circula por la zona, con qué perfil de velocidad lo hace y la tecnología del parque.

#### 2.1.1. Tamaño de la flota circulante

En base a relevamientos llevados a cabo por la Subsecretaría de Tránsito y Transporte del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, se determinó el flujo actual de vehículos promedio que circula por hora en el paseo del bajo. Si bien el flujo que circula a lo largo del día varía en función del horario, con los datos proporcionados fue posible determinar un valor promedio representativo. El Cuadro 2 detalla los valores utilizados para dicho cálculo y el resultado obtenido. En este análisis se tomaron los siguientes 3 tramos:

— **Tramo 1:**

*Desde el acceso sur del Paseo del Bajo hasta la Terminal de Ómnibus de Retiro.*

— **Tramo 2:**

*Entre la entrada norte del Puerto y la Terminal de Ómnibus de Retiro.*

— **Tramos 3:**

*Desde el acceso norte del Paseo del Bajo hasta la entrada del puerto.*



MAÑANA	tramo 1	tramo 2	tramo 3
Sentido norte	408	101	121
Sentido sur	335	131	184

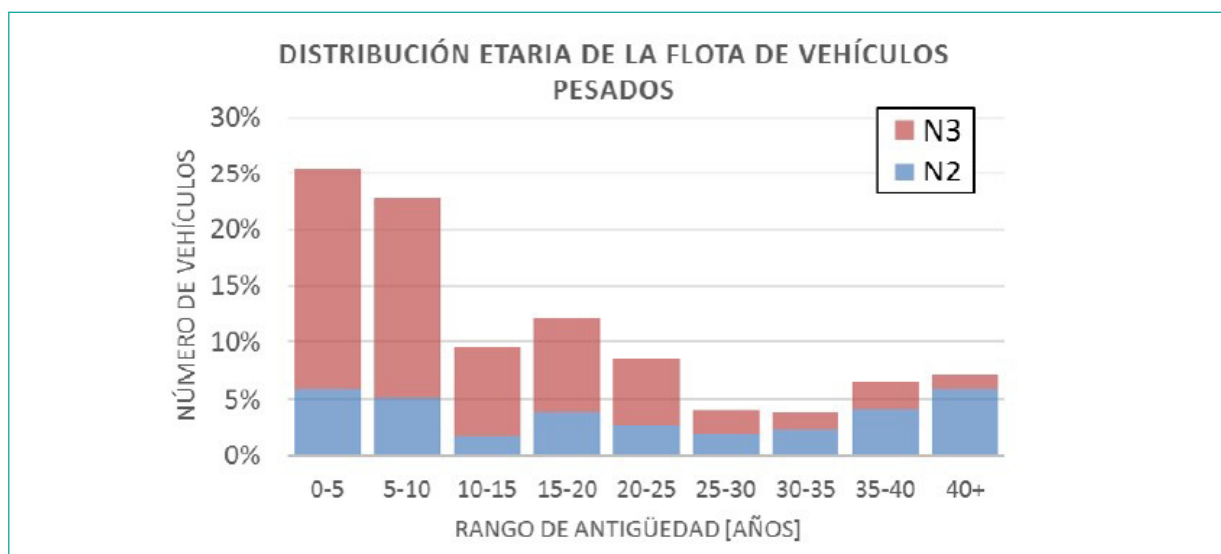
TARDE	tramo 1	tramo 2	tramo 3
Sentido norte	408	153	150
Sentido sur	335	193	161

FLUJO TOTAL MAÑANA	436
FLUJO TOTAL TARDE	480
PROMEDIO	458

**Cuadro 2** - Flota de vehículos pesados promedio circulante por el Paseo del Bajo por hora.

### 2.1.2. Composición de la flota circulante

Para estimar la composición etaria de la flota circulante por la zona afectada por el Paseo del Bajo, se utilizó la distribución etaria de la flota nacional de vehículos pesados según el Ministerio de Transporte. Esta puede apreciarse en la Figura 4.



**Figura 4** - Composición etaria de la flota de vehículos pesados de las categorías N2 y N3 circulante por el Paseo del Bajo.

La distribución etaria de la flota, está directamente vinculada con la normativa de emisiones a la cual los vehículos responden y consecuentemente la tecnología de control de emisiones contaminante de cada uno de estos. A partir de esta distribución es posible obtener factores de emisión de los distintos gases contaminantes que sean representativos de la flota circulante por el Paseo del Bajo en las condiciones de tránsito actuales del corredor.

Además de esta distribución etaria, se ponderó a los vehículos según su categoría. La categoría N2 comprende los vehículos de carga con peso bruto total (PBT) inferior a las 12 t y la categoría N3, a los que superan este valor. Cada categoría incluye las sub-categorías que se muestran en el Cuadro 3 y cuya distribución dentro del parque se distribuye equitativamente.

N2	Camión Rígido 67,5 t
	Camión Rígido >7,5-12 t
N3	Camión Rígido >7,5-12 t
	Camión Rígido >14-20 t
	Camión Rígido >20-26 t
	Camión Rígido >26-28 t
	Camión Rígido >28-32 t
	Camión Rígido >32 t
	Camión con Trailer >20-28 t
	Camión con Trailer >28-34 t
	Camión con Trailer >34-40 t
	Camión con Trailer >26-28 t

**Cuadro 3** - Subcategorías de vehículos de carga consideradas en cada categoría.

### 2.1.3. Determinación de las condiciones de tránsito actuales

Las emisiones y el consumo de combustible de los vehículos pesados a nivel urbano están fuertemente vinculadas a las condiciones de tránsito de estas. Para determinar las emisiones y el consumo de los vehículos pesados en la zona del

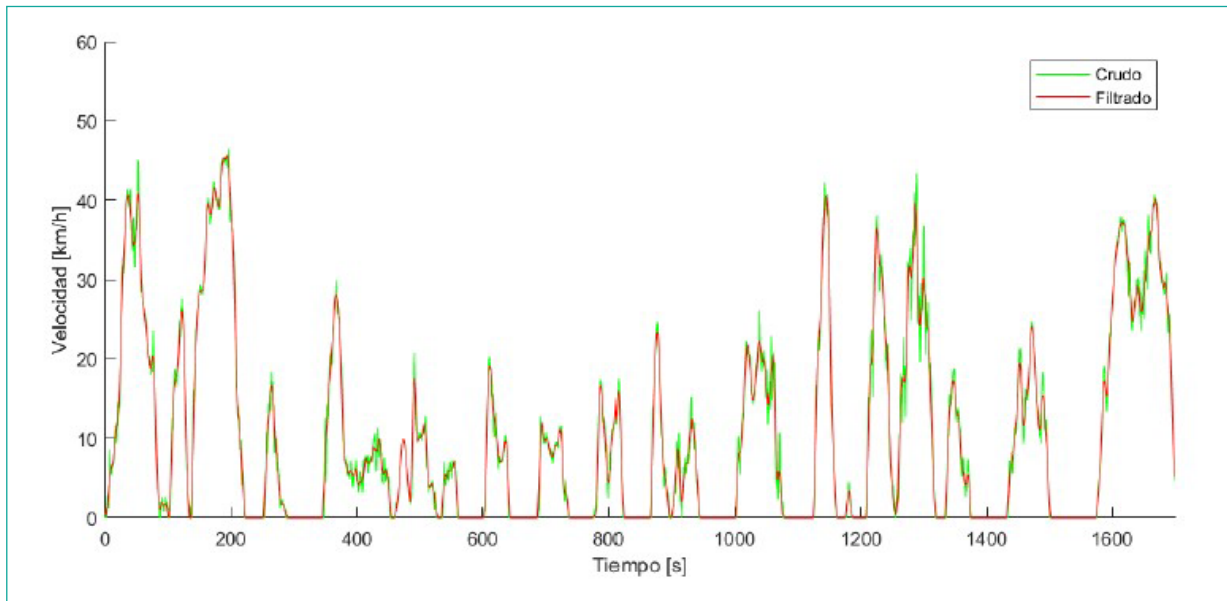
Paseo del Bajo es necesario conocer la velocidad media y la agresividad de los ciclos de manejo de los vehículos pesados circulando a través del mismo. La agresividad de los ciclos de manejo se ve reflejada en la intensidad de las aceleraciones y desaceleraciones, que derivan en picos marcados de velocidad. Esta agresividad de conducción está dada por las condiciones de tránsito de la zona y por la ejecución del conductor.

Para una intensidad de aceleración positiva dada, la velocidad media está vinculada con los transitorios del ciclo. Un ciclo de baja velocidad media tendrá entonces mayor cantidad de períodos de aceleración, desaceleración y tiempos muertos, mientras que los ciclos de mayor velocidad media, tienen menores fluctuaciones y tiempos muertos.

Las condiciones de manejo del Paseo del Bajo se relevaron a partir del seguimiento de distintos vehículos de carga, registrando la velocidad y posición instantánea a instante mediante un sistema de GPS de alta precisión con adquisición de datos integrada. Se registraron 12 hs (más de 120 km) de data útil a lo largo de diferentes días y en distintos horarios. Una vez registrada la información esta fue procesada, a modo de eliminar errores propios de la medición. Estos incluyen:

1. *Eliminación de registros duplicados, valores de velocidad negativos y deltas de tiempo negativos.*
2. *Reemplazo de registros de baja conexión satélite.*
3. *Reemplazo de los valores periféricos de velocidad alta / baja.*
4. *Reemplazo de registros falsos de velocidades nulas.*
5. *Eliminación de velocidades distintas de cero cuando el vehículo está parado.*
6. *Corrección de blanco por falta de datos.*
7. *Reemplazo de valores de aceleración / desaceleración periféricos extremos.*
8. *Eliminación del ruido en la señal final.*

En la Figura 5 puede observarse un ciclo de conducción relevado a lo largo del Paseo del Bajo, antes y después del acondicionamiento del mismo. En dicha figura se observan las fluctuaciones de velocidad típicas de los ciclos “Stop & Go” que caracterizan las zonas de alta congestión de tránsito.

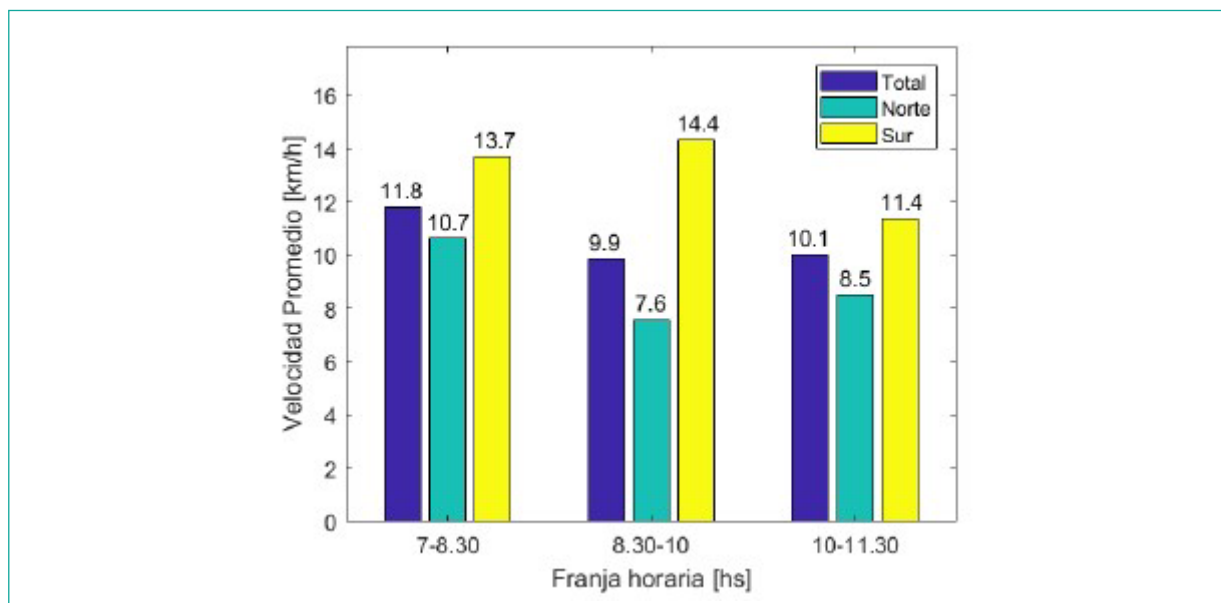


**Figura 5** - Filtrado de data obtenida por GPS.

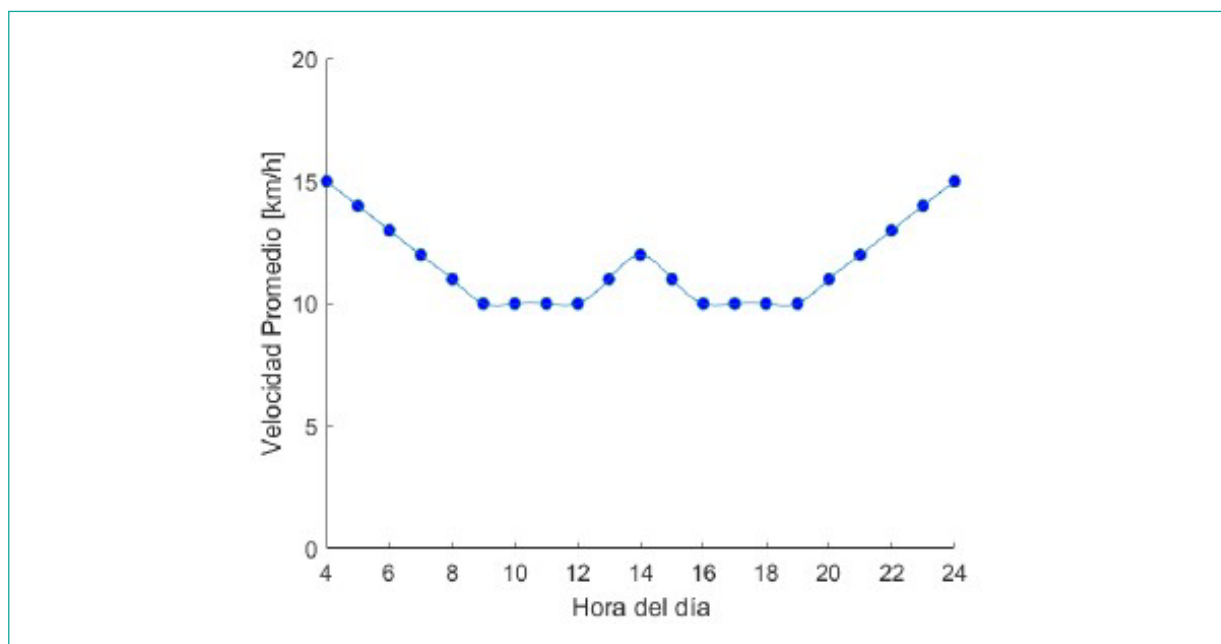
A partir de los 28 ciclos de manejo relevados a lo largo del Paseo del Bajo en ambas direcciones, se determinaron las velocidades medias en las distintas direcciones para distintas franjas horarias. En la Figura 6a puede observarse la variación de la velocidad promedio. Como se observa, en la dirección norte hay un mínimo de velocidad promedio en la franja horaria central de la mañana, esta coincide con el horario pico de las oficinas y comercios de la zona. La dirección sur presenta una tendencia distinta, probablemente debido a que esta se aleja del microcentro, siendo la zona norte la de mayor congestión, aliviándose hacia el sur.

A partir de esta distribución horaria y la cantidad de vehículos relevados, se utilizó la misma tendencia para el horario de la mediatarde, manteniendo las velocidades promedio de la última franja horaria durante el mediodía y comienzos de la tarde. El perfil de velocidades promedio del ciclo de manejo a lo largo del día utilizado para el cálculo de los factores de emisión se presenta en la Figura 6b.





(a) - Velocidades promedio de los distintos ciclos relevados en el Paseo del Bajo para distintas horas de la mañana.



(b) - Perfil de velocidades promedio del ciclo de manejo en el Paseo del Bajo a lo largo del día.

**Figura 6** - Datos de velocidad promedio de ciclo de circulación por el Paseo del Bajo.

### 2.1.4. Factores de emisión y consumo

Para determinar los factores de emisión y consumo referidos a las condiciones de tránsito y parque circundante arriba expuestos se utilizó el Handbook Emission Factors for Road Transport 3.3 (HBEFA) [7]. Mediante esta base de datos comercial, es posible calcular las emisiones de distintos vehículos de transporte por carretera, bajo distintas condiciones de carga, condiciones climáticas, antigüedad o tecnología de la flota y fundamentalmente, condiciones de manejo. Para el presente trabajo se tomaron todos los valores de vehículos pesados de distintas antigüedades (desde nuevos vehículos Euro V hasta vehículos de los 70's), circulando en dos tipo de circuitos de manejo: Saturado y Stop & Go, para distintas velocidades medias. El Cuadro 4 muestra los distintos factores de emisión y consumo de combustible en el rango de velocidades pertinente a las mediciones efectuadas y la composición etaria del parque de vehículos pesados actual.

Velocidades de Referencia	$\frac{km}{h}$	10	12,5	15
Factor de Consumo de Combustible	$\frac{l}{km}$	0,62	0,54	0,48
Factor de emisión de CO <sub>2</sub>	$\frac{g}{km}$	1505	1313	1162
Factor de emisión de NO <sub>x</sub>	$\frac{g}{km}$	16,13	14,16	12,62
Factor de emisión de MP	$\frac{g}{km}$	0,72	0,63	0,55

**Cuadro 4** - Valores de referencia de los factores de emisión y consumo de combustible en el rango considerado de velocidades promedio del ciclo de manejo en las condiciones de manejo actual.

## 2.2. Resultados de la implementación de la obra

Para estimar la reducción en emisiones y consumo de combustible debidos a la construcción del Pase del Bajo se establecieron posibles escenarios de impacto de la obra en cuestión para los cuales se calcularon los consumos de combustible y factores de emisión.

### 2.2.1. Escenarios de condiciones de manejo

En base a las mejoras en el ordenamiento del tránsito, la segregación de los vehículos pesados que esta obra implica y la eliminación de semáforos, se plantean tres escenarios con condiciones de manejo más suaves, y por ende con mayores velocidades medias. El Cuadro 5 condensa las variables utilizadas para los cálculos en cuestión.

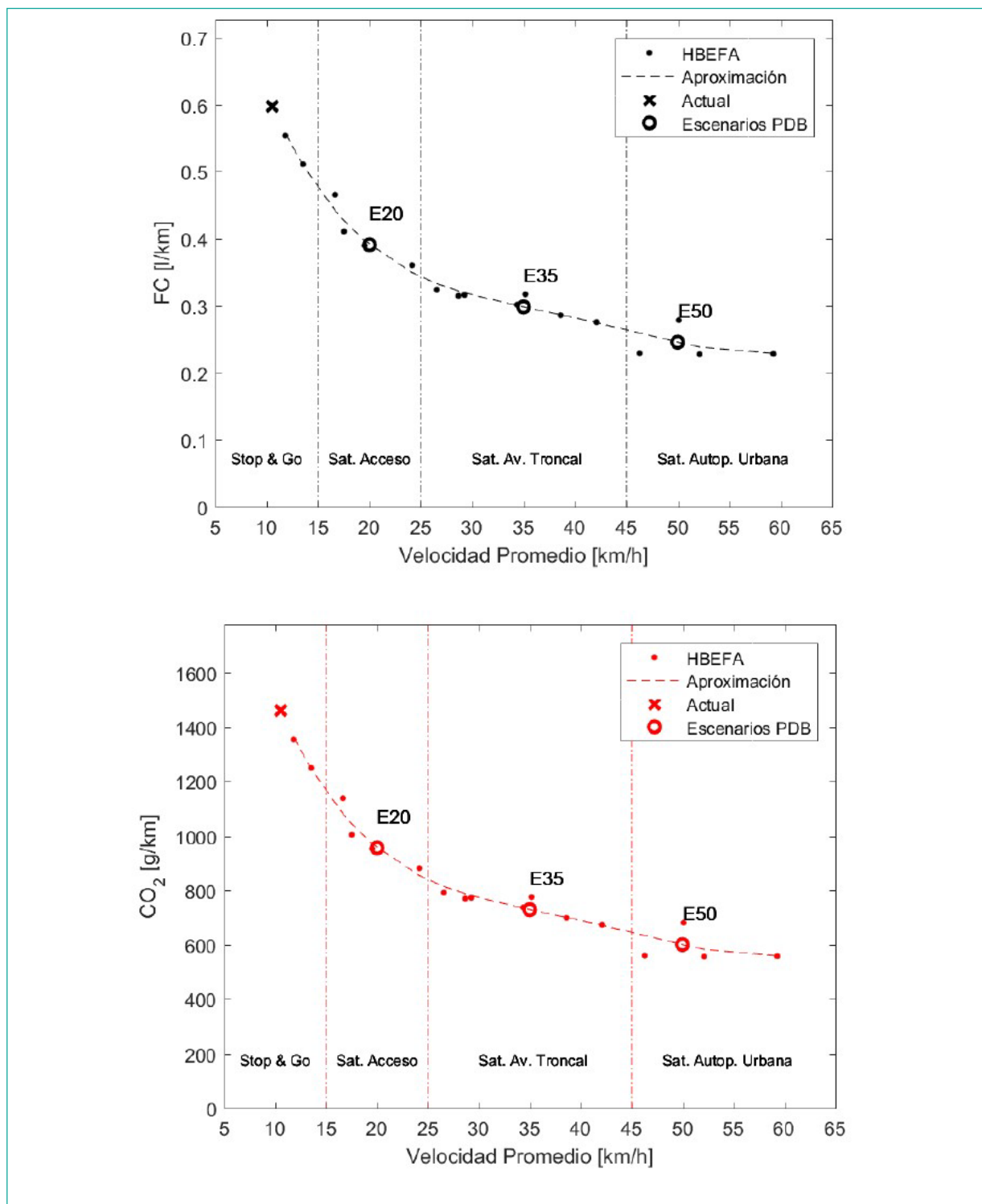
Variable	Valor
Distancia	6,6 km
Tiempo de circulación	21 hs/día
Días al año	300
Vehículos promedio	456 veh/hr
Velocidades actuales	10 a 15

**Cuadro 5** - Variables usadas para el cálculo de ahorro de emisiones y consumo de combustible por la implementación del Paseo del Bajo.

### 2.2.2. Consumo de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero

A partir de la información obtenida del HBEFA, se plantearon las curvas de los factores de emisión y consumo en función de la velocidad media de la flota. Las nubes de puntos obtenidas del HBEFA, para distintos valores de velocidad, fueron aproximadas por cuadrados mínimos mediante curvas que permiten describir de manera continua las emisiones y el consumo específico de la flota. En la Figura 7 puede observarse la curva de consumo de combustible (F C, por sus siglas en inglés) a la izquierda y el factor de emisión de CO<sub>2</sub> a la derecha, ambas en función de la velocidad media de la flota. Las figuras también muestran los intervalos de velocidad media para distintas condiciones de manejo. La situación inicial y los distintos escenarios planteados se ven reflejados en estas, manteniendo el resto de las variables mencionadas anteriormente en el Cuadro 5. Para velocidades medias de 5-15 km/h el HBEFA usa un ciclo de manejo tipo “start&stop” que representa la situación actual, de 15-25 km/h se reflejan las condiciones de tránsito de un acceso saturado o escenario “E20”, de 25-45 km/h las condiciones de tránsito de una avenida troncal saturada o escenario “E35” y para velocidades de 45-65 km/h las condiciones de tránsito de una autopista urbana saturada o escenario “E50”.

Como puede observarse, pasar de la condición actual, la cual denota una velocidad promedio de 10.5 km/h en condiciones de manejo tipo “start-stop”, a una velocidad media de 20 km/h en condiciones de tráfico saturado reduce el consumo de la flota en casi un 33 %. Esta reducción brusca se debe principalmente a la reducción de transitorios, donde el motor debe poner en movimiento la masa total del vehículo para luego descartar la energía cinética generada en el frenado del mismo. A medida que la velocidad media del parque aumenta y las condiciones de tránsito reflejan tipos de infraestructura más fluidas, el consumo de la flota tiende a la baja pero de manera más progresiva. Las emisiones de CO<sub>2</sub> copian la tendencia de la curva de consumo dado que estas son directamente proporcionales.



**Figura 7 -** Factores de consumos y emisión de CO<sub>2</sub> en función de la velocidad promedio del ciclo de manejo.



A partir de las curvas de emisión y las variables descritas en el Cuadro 5 se procedió a determinar los potenciales ahorros en combustible anuales generados por la obra en cuestión y la reducción total de emisiones de CO<sub>2</sub> esperada en función de las posibles condiciones de tránsito obtenidas.

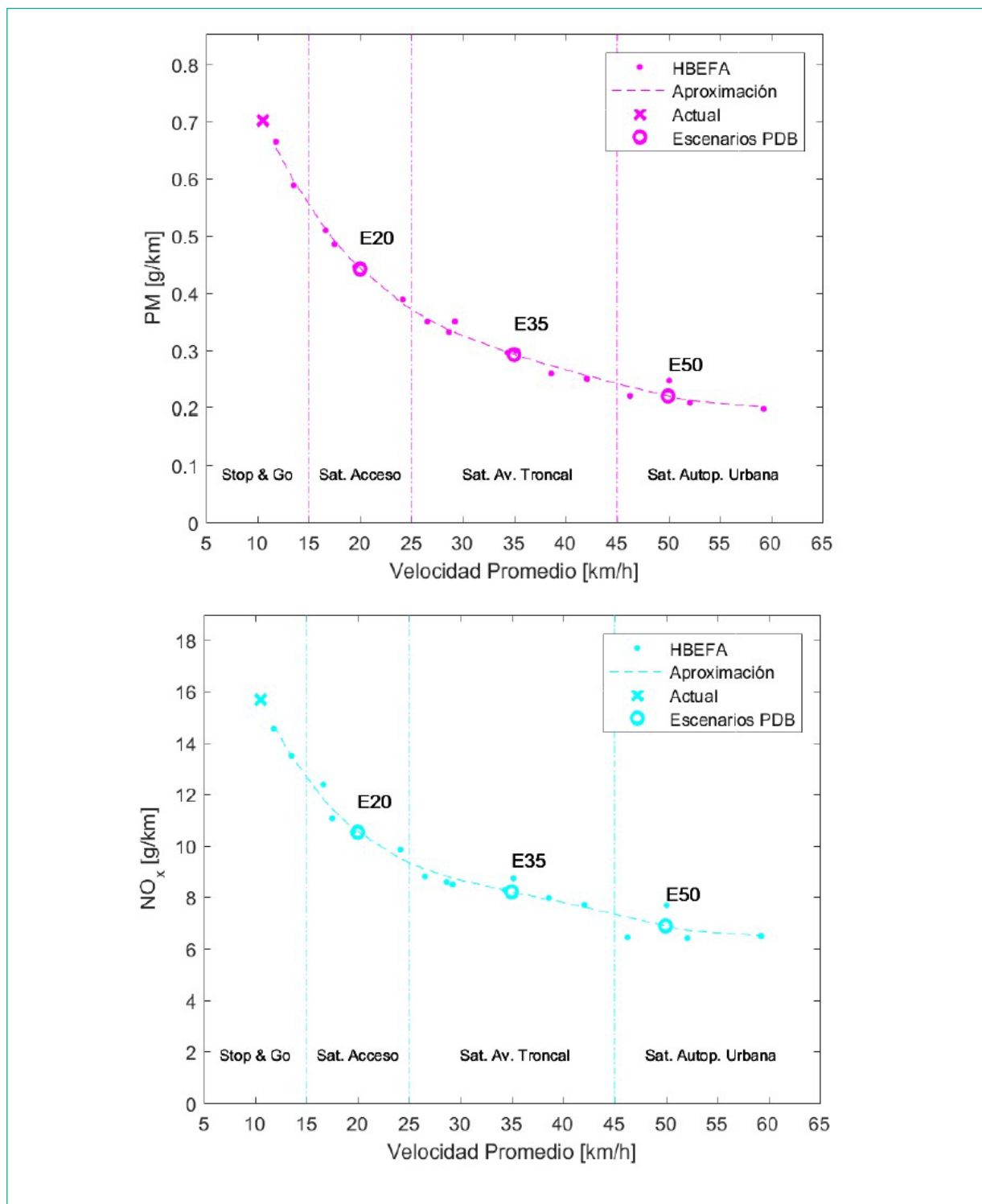
		E20	E35	E50
Ahorro de combustible	$\frac{MMl}{año}$	3,35	5,11	6,11
Ahorro económico	$\frac{MMUS$}{año}$	3,78	5,77	6,90
Reducción de emisiones CO <sub>2</sub>	$\frac{tCO_2}{año}$	8.185	12.505	14.955
Equivalente en vehículos de carga	$\frac{unidades}{año}$	140	214	256

**Cuadro 6** - Ahorro de combustible y reducción de emisiones GEI debido a la mejora de las condiciones de manejo. VC: Vehículos de Carga equivalentes.

Es claro que, incluso en el caso más conservador donde se proyecta una velocidad media a lo largo del recorrido de 20 km/h, la reducción en emisiones GEI y combustible son apreciables. Estas equivalen a eliminar 140 vehículos de carga del circuito, lo cual es más de un tercio de la flota que hoy circula por el corredor en cuestión. En términos económicos, la reducción en consumo de combustible refleja un ahorro de aproximadamente 4 millones de dólares americanos por año.

### 2.2.3. Emisiones de gases tóxicos

En cuanto a los agentes de contaminación de calidad de aire se estudian las emisiones de material particulado (MP) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). La emisión de estos gases está estrechamente conectada con los motores diesel y, aunque su tendencia pueda resultar similar a la del consumo o las emisiones GEI, estas no están directamente vinculadas. En la Figura 8 puede observarse la evolución del factor de emisión de MP (a la izquierda) y NO<sub>x</sub> (a la derecha) a medida que aumenta la velocidad media del ciclo de conducción en esta condición de manejo. Al igual que en el caso anterior, al atravesar ciclos de manejo altamente transitorios, los motores y los sistemas de post-treatment salen del rango óptimo de operación, generando una rápida escalada en las emisiones que estos generan. Esto puede deberse tanto a condiciones de alta temperatura en la cámara de combustión como a combustión incompleta, entre otros.



**Figura 8** - Factores de emisión de MP y NO<sub>x</sub> en función de la velocidad promedio del ciclo de manejo.

A partir de estos factores de emisión de los distintos escenarios, el escenario actual y las variables plasmadas en el Cuadro 5, se obtienen los resultados de reducción de emisiones que se observan en el Cuadro 7.

		E20	E35	E50
Reducción de emisiones NO <sub>x</sub>	$\frac{tNO_x}{año}$	83,61	127,82	153,09
Equivalente en vehículos de carga	$\frac{unidades}{año}$	131	201	240
Reducción de emisiones de MP	$\frac{tMP}{año}$	4,24	7,10	8,48
Equivalente en vehículos de carga	$\frac{unidades}{año}$	150	250	299

**Cuadro 7** - Reducción de emisiones contaminantes por mejora de ciclo de manejo.  
VC: Vehículos de Carga equivalentes.

Cabe aclarar la que la calidad del aire se basa en determinar las concentraciones de gases en el aire y establecer los tiempos máximos de exposición recomendados a partir de ello. Si bien las emisiones totales emitidas no son representativas de la calidad del aire en la ciudad, es posible relacionar una reducción de estas emisiones en ciertas zonas donde existe un alto flujo de vehículos diesel y una alta concentración demográfica, con una posible mejora en la calidad de aire.

Nuevamente, incluso en el caso más conservador, la reducción en emisiones tóxicas obtenida mediante la implementación de la obra en cuestión es apreciable. Estas equivalen a las emisiones de aproximadamente 140 camiones en las condiciones de tránsito actual, lo cual es más de un tercio de la flota que hoy circula por el corredor en cuestión.

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se analiza el impacto de la obra del Paseo del Bajo sobre las emisiones vehiculares de gases tóxicos para la salud, gases de efecto invernadero y el consumo de combustible de la flota de vehículos pesados. Para comprender el impacto de la obra se relevaron las condiciones de manejo previo al comienzo de la obra, donde se verificó que los ciclos de manejo presentan condiciones altamente transitorias con aceleraciones, desaceleraciones y tiempos de parada muy frecuentes, y la velocidad media de estos ciclos rondan los 10,5 km/h en promedio en las horas pico. Este relevamiento se efectuó a través de la recopilación de datos reales por GPS realizando un seguimiento de distintos vehículos de carga circulando por el eje de avenidas donde se emplazará la obra y por donde actualmente circula la masa crítica de vehículos de carga que se verá beneficiada.

Además de esto, se determinó la cantidad de vehículos que transitan la zona en función de información provista por la Subsecretaría de Tránsito y Transporte del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. La información del recuento de vehículos en determinados puntos de la zona de la obra fue procesada y analizada para obtener finalmente un valor de vehículos circulantes por hora promedio.

Los factores de emisión y consumo fueron obtenidos de la base de datos HBEFA, a partir de vehículos pesados de todas las antigüedades desde Euro V hasta vehículos de los 70's, en condiciones de manejo Saturadas y Stop & Go con distintos valores de velocidad media. Esta información fue procesada, ponderándola en función de la composición etaria y de tamaño de la flota circulante por el Paseo del Bajo.

Con esta información y los factores de emisión de vehículos pesados obtenidos del HBEFA, se calcularon finalmente los ahorros generados por la obra en distintos escenarios de velocidad media de circulación a verificarse posteriormente a la finalización e inauguración de la obra.

Además de los beneficios urbanísticos, operativos y de ordenamiento de tránsito que la obra implica, los resultados hallados indican que en el escenario pesimista es posible ahorrar una gran cantidad de litros de combustible anuales, lo que representa un ahorro económico significativo para los transportistas así como también para el Estado. Además, la reducción de emisiones GEI, es un aporte importante para el objetivo nacional de reducción de las contribuciones nacionales de emisiones de gases de efecto invernadero establecidas en el Acuerdo de París. Finalmente, la calidad de vida de los habitantes, trabajadores y transeúntes de la zona, se verá beneficiada gracias a la mejora en la calidad del aire consecuencia de la reducción en emisiones emitidas por el parque automotor circundante, así como gracias a la creación de nuevos espacios verdes.



## REFERENCIAS

[1]

Paseo del Bajo.

<http://www.buenosaires.gob.ar/planeamiento/visionciudad/paseo-del-bajo>.

Accedido el 01/12/2017.

[2]

Learn about SmartWay.

<https://www.epa.gov/smartway/learn-about-smartway>, April 2014. Accessed on 14/09/2017.

[3]

CO2 Emissions from Fuel Combustion. Technical report, International Energy Agency (IEA), 2015.

[4]

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático. —, 2015.

[5]

Agencia de Protección Ambiental Ministerio de Ambiente y Espacio Público. Inventarios de gases de efecto invernadero 2000 - 2014. Technical report, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2015.

[6]

Secretaría de Transporte del GCABA. Paseo del Bajo. Presentación de Mayo del 2017.

[7] Switzerland Environmental Protection Agencies of Germany and Austria. Handbook Emission Factors for Road Transport 3.3, 2017.

[8]

Kamel Ben Naceur and Jean-François Gagné. Global ev outlook 2017. Technical report, International Energy Agency, 2017.

[9]

Pedro Orbaiz, Santiago Cosentino, Tamara Rodoni, and Tomás Seguí. Plan de Movilidad Limpia de la Ciudad de Buenos Aires. Definición de Objetivos y Medidas. Technical report, Subsecretaría de Tránsito y Transporte de la Ciudad de Buenos Aires, 2017.

[10]

Rodolfo Fiadone y Ariel Filadoro. Análisis de políticas del sector para la revisión y actualización de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC) presentadas por la República Argentina. Informe Final Integrado. Proyecto: ARG12/O22 - Programa de Fortalecimiento de Capacidades en Bajas Emisiones (LECB)-Argentina.



Secretaría de Transporte y Obras Públicas  
Subsecretaría de Planificación de la Movilidad



Dirección de Diseño e Implementación  
Gerencia Operativa de Logística Urbana  
/ Coordinación Bajas Emisiones

julio 2022