

Creación de oportunidades de empleo con los buses eléctricos de La Rolita en Bogotá

Evaluación de cobeneficios - Resultados preliminares
Septiembre de 2023 - Tiempo de lectura: 4 minutos

Bogotá está capacitando a mujeres para que se unan a la fuerza laboral como conductoras de autobuses eléctricos, promoviendo empleos buenos, verdes e inclusivos y fortaleciendo la transición justa y verde de la ciudad.

La Rolita es el primer operador de transporte público de Bogotá, con una flota completamente eléctrica de 195 autobuses en 11 rutas y 35,000 usuarios.

Más de la mitad de los operadores son mujeres, garantizando igualdad de oportunidades para ellas en un sector predominantemente dominado por hombres. A través del programa de La Rolita, Bogotá está capacitando a grupos de mujeres para que se conviertan en conductoras de autobuses eléctricos.

El siguiente informe describe los impactos iniciales de La Rolita y su potencial de expansión, utilizando datos disponibles hasta septiembre de 2023.

Mejorando la igualdad de género, reduciendo emisiones y brindando un mejor servicio

En un contexto de rápido crecimiento urbano en los últimos años, Bogotá ha realizado inversiones significativas en el transporte público para satisfacer las necesidades de sus 8 millones de residentes. La ciudad está replanteando sus sistemas de transporte al mejorar el acceso y la seguridad en las calles, expandir sus redes de ciclovías y peatonales, repensar la movilidad activa de los niños en su camino a la escuela y mejorar el transporte público.



La contaminación del aire es responsable de alrededor de 2,800 muertes prematuras en Bogotá cada año.



El 43% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) provienen del sector transporte en Bogotá.

El sector transporte de la ciudad sigue siendo el que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), representando el 43% de las emisiones totales de GEI de Bogotá y una parte significativa de la contaminación del aire. La transición a la movilidad eléctrica es un paso importante para abordar de manera efectiva la contaminación del aire, ya que los vehículos que usan combustibles fósiles emiten contaminantes nocivos para la salud. Estos contaminantes pueden penetrar profundamente en los pulmones y están relacionados con la morbilidad y mortalidad respiratoria y cardiovascular, incluso en concentraciones bajas.

Grupos vulnerables como niños, mujeres embarazadas y personas mayores, así como individuos con enfermedades cardíacas y pulmonares preexistentes, se ven particularmente afectados. En 2023, se estima que la contaminación del aire en Bogotá ha causado alrededor de 2,800 muertes prematuras, con una contribución significativa del sector del transporte público.

Desde los autobuses de La Rolita...

Mientras tanto, La Rolita nace como una prometedora iniciativa destinada a mejorar la calidad del aire en Bogotá, su huella ambiental y su impacto social. En menos de un año de operación, esta operadora de transporte público liderada por mujeres ha integrado con éxito 195 autobuses eléctricos en su flota, sirviendo a más de 35,000 personas en 11 líneas en barrios de bajos ingresos. Si bien las operaciones de autobuses son principalmente dominadas por hombres en la ciudad, el programa de La Rolita está capacitando a grupos de mujeres para convertirse en conductoras de autobuses eléctricos, abriendo nuevas oportunidades en el sector y cambiando la percepción de cómo puede lucir el transporte masivo.

Los autobuses tradicionales emiten partículas tanto provenientes de la combustión de su motor como del desgaste de frenos y neumáticos en la carretera. Los autobuses eléctricos no tienen un motor de combustión interna, lo que reduce las emisiones de partículas $PM_{2.5}$ en un 59% y las emisiones de NOx en un 100%. Esto reduce la contaminación del aire para los residentes de la ciudad, al tiempo que disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero.

El análisis preliminar estimó que los 195 autobuses de La Rolita han:

Se han reducido un 59% las emisiones de $PM_{2.5}$ de los buses



En comparación con sus equivalentes diésel, el proyecto reduce 0.46 toneladas de $PM_{2.5}$ (59%) y evita 54 toneladas de emisiones de NOx (100%) por año.

Se han evitado 8,580 toneladas de emisiones de CO_2 por año



Los 195 buses eléctricos evitan 8,580 toneladas de emisiones de CO_2 por año en comparación con sus contrapartes diésel. A lo largo de 20 años, esto representa 171,630 toneladas de emisiones de CO_2 evitadas, equivalente al 1.5% de las emisiones totales de Bogotá.

Un 56% de los trabajadores de La Rolita son mujeres



Hasta septiembre de 2023, la fuerza laboral de La Rolita empleaba al 56% de mujeres en los operadores de autobuses, el mantenimiento de los autobuses y su administración, incluyendo a 277 conductoras de autobuses.

... al impacto del compromiso de la ciudad de adquirir 1,479 autobuses eléctricos en toda la ciudad: Bogotá recientemente adquirió 1,479 autobuses eléctricos para complementar el resto de la flota de la ciudad. Estos autobuses, en comparación con sus equivalentes diésel, podrían:

Reducir 346 toneladas de emisiones de NOx de los autobuses



En comparación con sus equivalentes diésel, el proyecto ahorraría 2.6 toneladas de emisiones de PM_{2.5} y 346 toneladas de emisiones de NOx por año.

Evitar 52,750 toneladas de emisiones de CO₂ por año



La ampliación de los autobuses eléctricos a toda la ciudad podría evitar 52,750 toneladas de emisiones de CO₂ por año en comparación con sus contrapartes diésel.

Prevenir 3 muertes prematuras por año



La reducción de la contaminación del aire al electrificar el sistema de transporte público de Bogotá podría evitar 3 muertes prematuras por año.

Si la ciudad electrificara todos los autobuses en funcionamiento, esto lograría:

Reducir 3,560 toneladas de emisiones de NOx de los autobuses



En comparación con sus equivalentes diésel, el proyecto ahorraría 16.4 toneladas de emisiones de PM_{2.5} y 2,175 toneladas de emisiones de NOx al año.

Esto se traduciría en una reducción del 1% en la concentración total de PM_{2.5} en la ciudad (0.2 µg/m³).

Evitar 363,640 toneladas de emisiones de CO₂ por año



La ampliación de los autobuses eléctricos a toda la ciudad evitaría la emisión de 363,640 toneladas de CO₂ al año en comparación con sus contrapartes diésel.

Esto equivale al 3.2% de las emisiones totales anuales de la ciudad.

Prevenir 21 muertes prematuras por año



La reducción de la contaminación del aire al electrificar el sistema de transporte público de Bogotá evitaría 21 muertes prematuras al año y también reduciría los casos de cáncer de pulmón y asma en la ciudad.



Referencias y Metodología

Este informe muestra los impactos preliminares del proyecto, basados en los datos disponibles en agosto de 2023.

Referencias:

¹ C40, Bogota inventory (2020): https://www.c40knowledgehub.org/s/article/C40-cities-green-house-gas-emissions-interactive-dashboard?-language=en_US

² ITDP, Bogotá, Colombia's Approach to Safe, Sustainable, and Accessible Transport (2023): <https://www.itdp.org/2023/05/08/bogota-colombias-safe-sustainable-accessible-transport/>

³ Bloomberg, Colombia's Women-Led Electric Bus Fleet: <https://www.youtube.com/watch?v=nsjpNKqyCIs>

⁴ Medellín cómo Vamos (March 2023). <https://www.Medellin.comovamos.org/en-Medellin-se-recupera-el-empleo-pero-los-jovenes-se-quedan-atras>

Datos

- Kilómetros Recorridos por Vehículos (Vehicle Kilometers Travelled, or VKT) desde La Rolita [hoja de cálculo proporcionada por la ciudad]: VKT de los autobuses de La Rolita de febrero a julio de 2023.
- [Buses del Sistema Integrado de Transporte Público en Operación, Datos Abiertos Bogota](#) [enlace de descarga, de junio de 2023]: todos los vehículos del transporte público de la ciudad, con información sobre el tipo de vehículo, el combustible y la norma Euro;
- [Datos GTFS, Datos Abiertos Bogota](#) [enlace de descarga, de junio de 2023]: Especificación General de Alimentación de Tránsito (GTFS) de Bogotá.

Kilómetros Recorridos por Vehículos (VKT)

Para calcular el impacto de los escenarios, necesitamos comparar las medidas del proyecto (autobuses de La Rolita o todos los autobuses eléctricos actuales o todos los autobuses eléctricos de la flota) con los escenarios de "business as usual" (BAU) en los que esas acciones no ocurrirían.

Escenario de La Rolita:

- **VKT Total:** proporcionado por la ciudad.
- **% de VKT por tipo de vehículo, combustible y norma Euro:** para el BAU, asumimos que la flota consiste en un 100% de autobuses diésel estándar Euro 4. Para el proyecto, asumimos que los autobuses de La Rolita son un 100% eléctricos estándar, según la normativa de la ciudad.

Escenario de 1,479 autobuses eléctricos:

- **VKT Total:** calculado en función de los datos GTFS de Bogotá y no cambiará entre los escenarios.
- **% de VKT por tipo de vehículo, combustible y norma Euro:** para el VKT, calculamos a partir de la

base de datos de vehículos. Tomamos la proporción actual de vehículos eléctricos en la ciudad por tipo de vehículo y la distribuimos a los demás tipos de vehículos y normas Euro, lo que resulta en la ausencia de vehículos eléctricos en la ciudad.

- **% de VKT por tipo de vehículo, combustible y norma Euro:** para el proyecto, asumimos que la proporción de vehículos en la ciudad por tipo, combustible y norma es igual a la proporción de VKT.

Escenario de Ampliación:

- **VKT Total:** calculado en función de los datos GTFS de Bogotá y no cambiará entre los escenarios.
- **% de VKT por tipo de vehículo, combustible y norma Euro:** para el BAU, calculamos a partir de la base de datos de vehículos y asumimos que la proporción de vehículos en la ciudad por tipo, combustible y norma es igual a la proporción de VKT.
- **% de VKT por tipo de vehículo, combustible y norma Euro:** para el proyecto, consideramos que todos los vehículos son eléctricos.

Modelado de GEI y contaminación del aire

- Se utilizó la herramienta de Transporte AQUA para calcular las emisiones de contaminantes atmosféricos y GEI del sector del transporte público en cada uno de los escenarios. Los ahorros en emisiones de GEI y contaminación del aire se calcularon restando las emisiones del Proyecto de las emisiones del NDC.
- Para los contaminantes del aire (NO_x, PM_{2.5}), utilizamos factores de emisión de la base de datos de factores de emisión [EMEP/EEA](#) (2019) para calcular las emisiones.
- Para los GEI, utilizamos el consumo de energía de [EMEP/EEA](#) (2019) para los vehículos a GNC y los valores de este [estudio del ICCT](#) en Sao Paulo (promedio de los valores en la página 16 del documento) para los vehículos eléctricos/diésel. Los vehículos utilizados en el estudio de Sao Paulo pueden representar mejor el tipo de vehículos eléctricos utilizados en Bogotá. Los factores de emisión son del ICCT (2009).
- Aplicamos el factor de emisión de la red colombiana (0.000126 toneladas de CO₂e/kWh) de [Miener-gia de Colombia](#).
- Luego, utilizamos la herramienta AQUA de C40 para calcular la concentración de contaminantes atmosféricos y los impactos en la salud (muertes evitadas y Años de Vida Ajustados por Discapacidad) relacionados con los escenarios de La Rolita, autobuses eléctricos actuales y la ampliación.

Modelado de Salud

El modelado de salud utiliza la herramienta AQUA de C40 (2023). La salud de referencia se basa en el estudio de la Carga Global de Enfermedades (2019) para Colombia y la desagregación de Oxford Economics por grupos de edad.

La línea de base de la calidad del aire en la ciudad es de 16.6 ug/m³, obtenida del estudio de Van Donkelaar et al en la Universidad George Washington para el año 2021.

Limitaciones

El GTFS representa solo el transporte público formal de Bogotá, sin incluir ningún tipo de transporte público informal que pueda ser significativo en la ciudad. Calculamos las proporciones de vehículos a partir de datos de Bogotá y asumimos que la proporción de KRV sigue esta proporción de vehículos. En realidad, podemos esperar que algunos tipos de vehículos tengan un KRV más alto o más bajo que otros.

Todos los materiales, estudios de caso, presentaciones, datos, imágenes y documentación proporcionados en este informe son únicamente con fines informativos y educativos, y no constituyen asesoramiento de inversión. C40 no realiza ninguna representación o recomendación con respecto a la conveniencia de invertir en un proyecto, estructura, empresa, fondo de inversión u otro vehículo mencionado en esta publicación. C40 no es ni proporciona servicios como asesor de inversiones, asesor financiero, analista de inversiones, corredor, corredor de bolsa, creador de mercado, banco de inversiones o suscriptor. La intención es que estas ideas sirvan como punto de partida para que otros interesados consideren sus propios enfoques dentro de sus propios contextos.

