

Transporte Público y Electromovilidad

Miguel Fernández F.

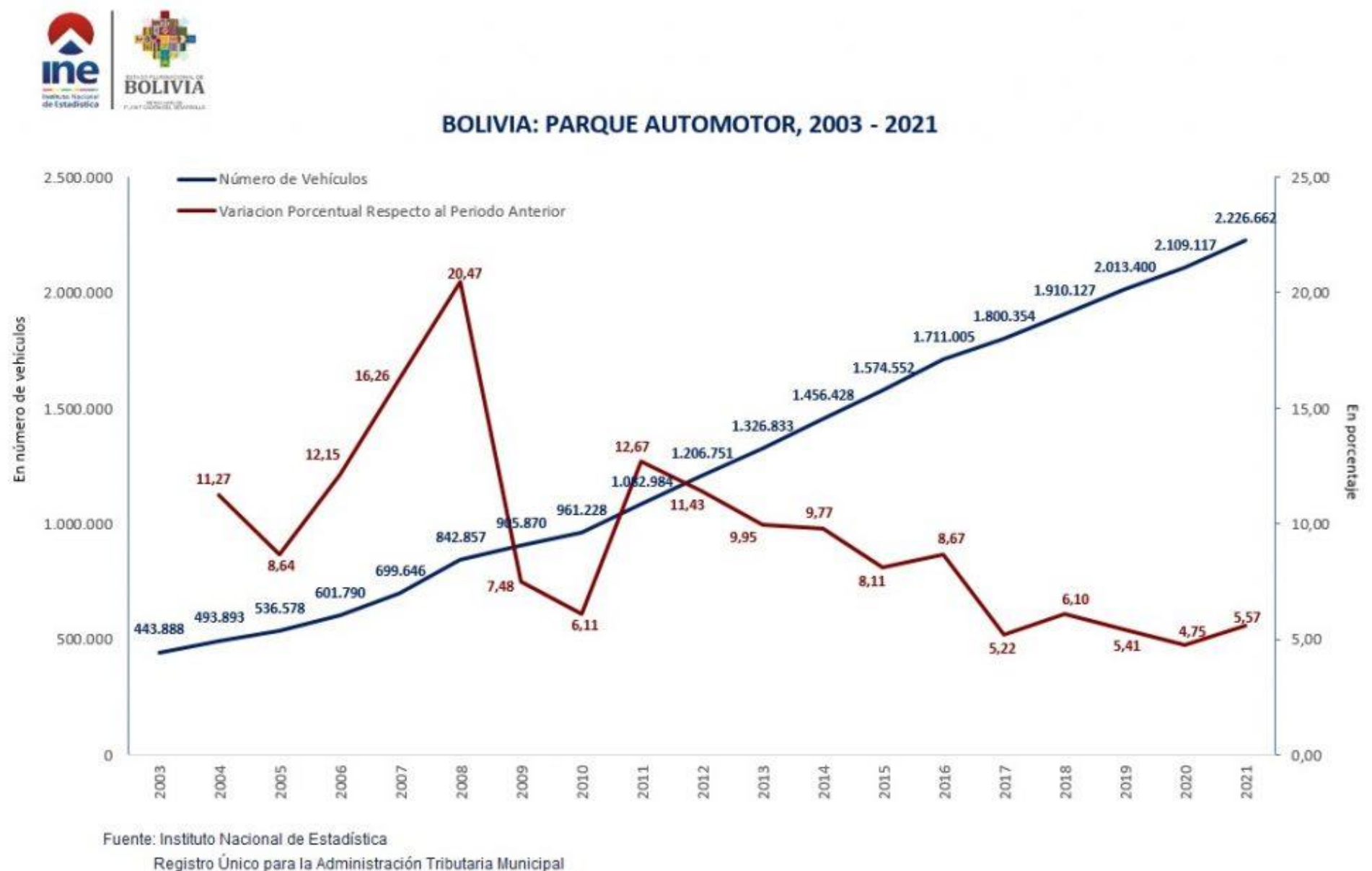


Julio 2023

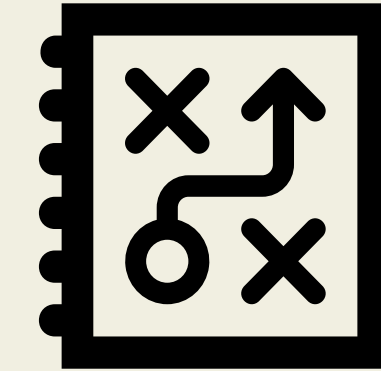


Parque Automotor en Bolivia

- Parque automotor 2021 > 2,2 millones de unidades
- Parque automotor 2050 > 5,1 millones de unidades escenario BAU
- Consumo del parque automotor es 58% de toda la matriz energética
- Al 2050 en un escenario BAU el transporte podrá crecer al doble en volumen y consumirá a nivel nacional poco más del 61% de toda la energía



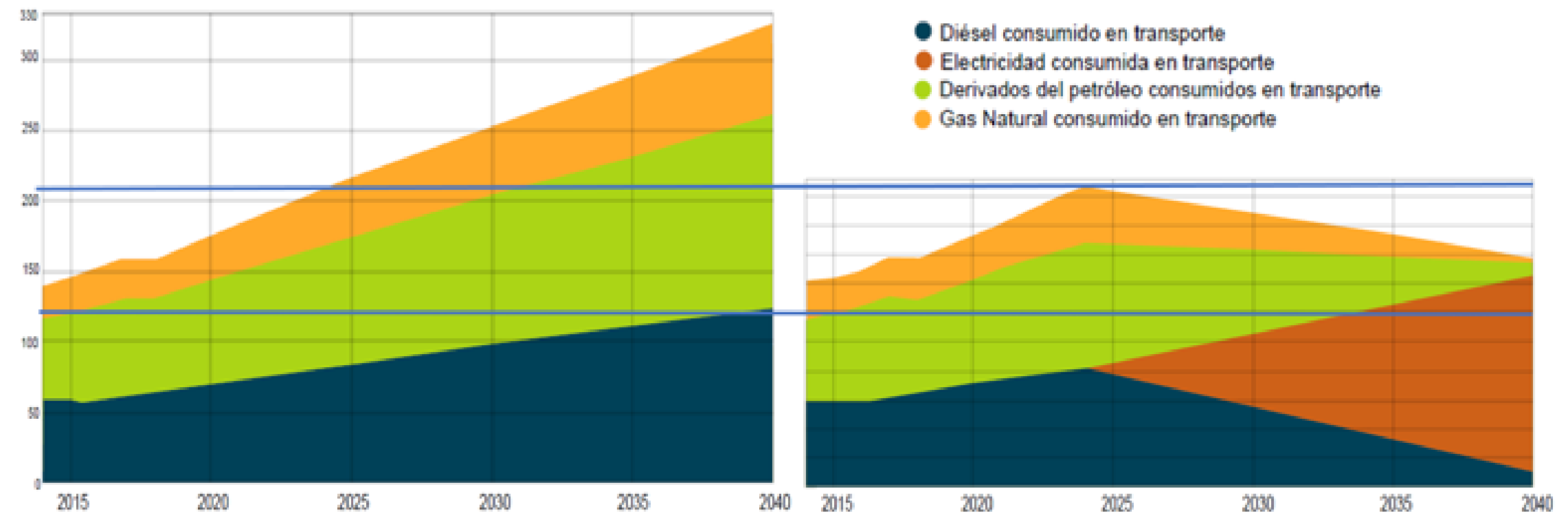
Prospectiva de la electromovilidad a 2050



En un contexto de transición energética el transporte en 2040:

- Reduciría su consumo de energía en un 52%
- Electricidad suministraría el 86.1% del consumo
- Aún se utilizaría Diesel y gasolina en sectores especiales de transporte
- Emisiones del transporte se reducirían en 96%

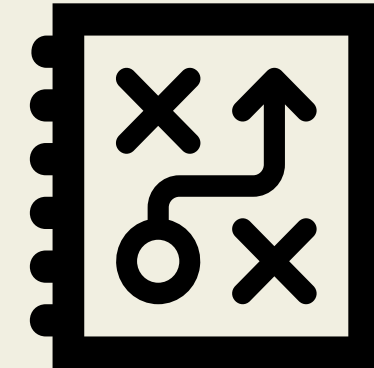
Proyecciones sector transporte al 2040. Escenario BAU Vs. Escenario AIG



Escenario AIG: 52% menos de energía para transporte
Electricidad: 86,1% de toda la energía para transporte

325 PJ a 150 PJ

Transporte y transición energética



Lograr la transición energética, implica:

- Eficiencia energética
- Uso racional del transporte
- Promoción del transporte público masivo y limpio

En ese escenario, se debe limitar a menos de 3 MM de unidades el parque automotor a 2050 en Bolivia

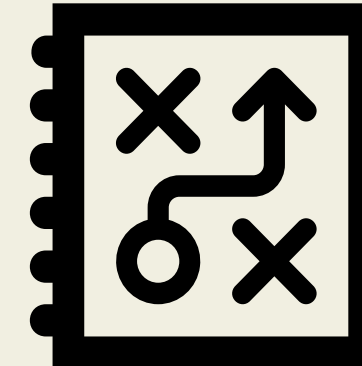
2,1 millones de autos eléctricos en 2050. Entre 75M y 100 M unidades/año

La inversión necesaria será de aproximadamente 37.000 MM USD

El desafío será la infraestructura eléctrica necesaria. ¿Qué pasará cuando 2 MM de autos se conecten a la red?

Caso 1: Buses Puma Katari

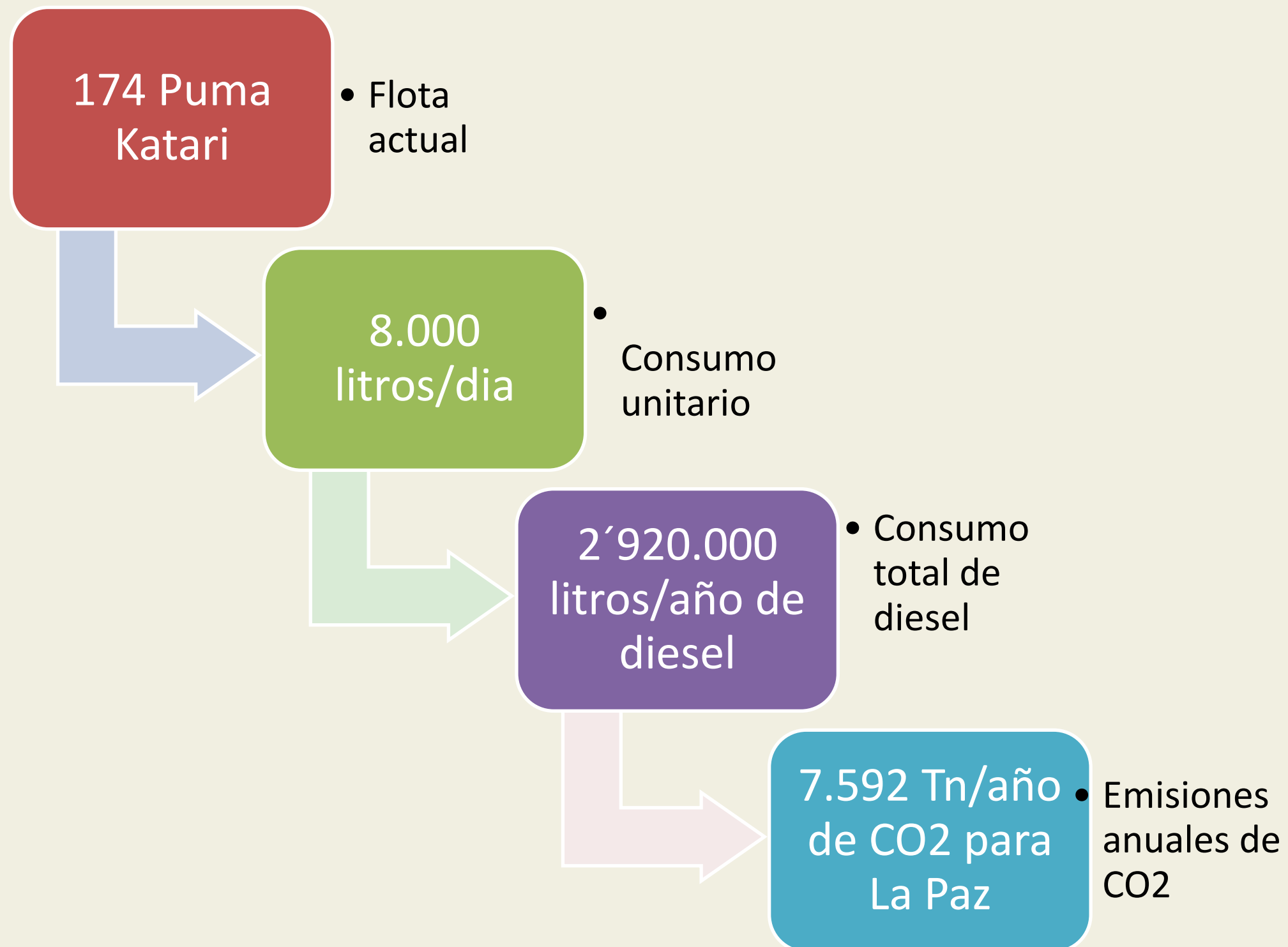
Miguel Fernandez – Cristina Barrena



1. En La Paz, a 4000 msnm en 2010 se implemento el SETRAM con 61 buses Puma Katari
2. En 2019 la flota alcanzo 174 unidades, el costo promedio fue de 172.000 USD por unidad
3. La satisfacción con el servicio es alta, entre 69% y 91.7% lo califica positivo
4. En sus 7 rutas principales cada bus recorre entre 113 y 120 km/día
5. Cada día los buses recorren un total de 19.988 km y mas de 7.2 MM km/año

Ruta	Distancia ida y vuelta (km)	Tiempo de viaje por ruta a 20 km/h (minutos)	Distancia media recorrida por bus en 8 horas/dia (km)	Distancia media recorrida al año por bus (km)
Inca Llojeta	19	57	120	43860
Villa Salomé	16	48	113	41424
Chasquipampa	24	72	113	41424
Caja Ferroviaria	20	60	113	41424
Integradora	10	30	113	41424
Irpavi II	22	66	113	41424
Achumani	35	105	113	41424

Combustible y contaminación

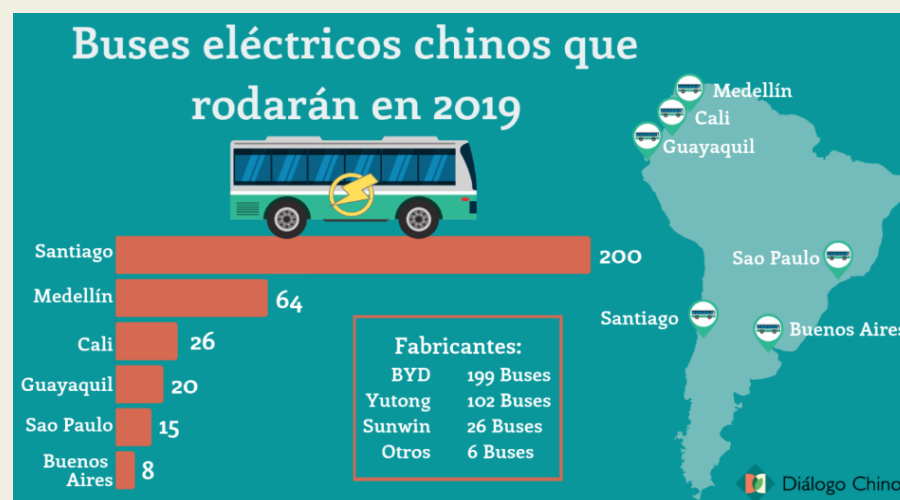


- Consumo medio es de 40 litros de diesel por 100 km de recorrido
- Un recorrido diario de 20.000 km, consume 8.000 l/dia de diesel
- Consumo aproximado de 3 MM litros/año
- Implica emisiones de 7.592 Tn/CO2 año

Alternativa eléctrica



1. El mismo fabricante de los buses Puma Katari (King Long) fabrica la versión eléctrica
2. La autonomía de estos buses es de 200 a 250 km
3. Se recargan entre 2,5 y 8 horas completamente
4. El banco de baterías, para 200 km de autonomía, pesa como 3 Tn, se puede optimizar, en función de los puntos de recarga, o utilizar pack extraíbles.
5. Hay experiencias ya con estos buses, en Chile a 3100 msnm, la minera El Teniente usa estos buses (26 pasajeros sentados y 60 de pie). Se recarga a 380 V trifasico en 2 horas al 100%
6. Costos de inversión a 2019 se estimaban en 300.000 USD/unidad, pero estos costos estan bajando drásticamente. A 2025, se estima que el costo de inversión será solo un 20% por encima de un bus a diesel, es decir cerca a 200.000 USD



Puma Katari Solar! un 20% mas caro en inversion, pero, 90% mas barato que el diesel importado

Comparación Teórica de costos y emisiones entre diesel, electricidad de la red y electricidad solar para un bus Puma Katari

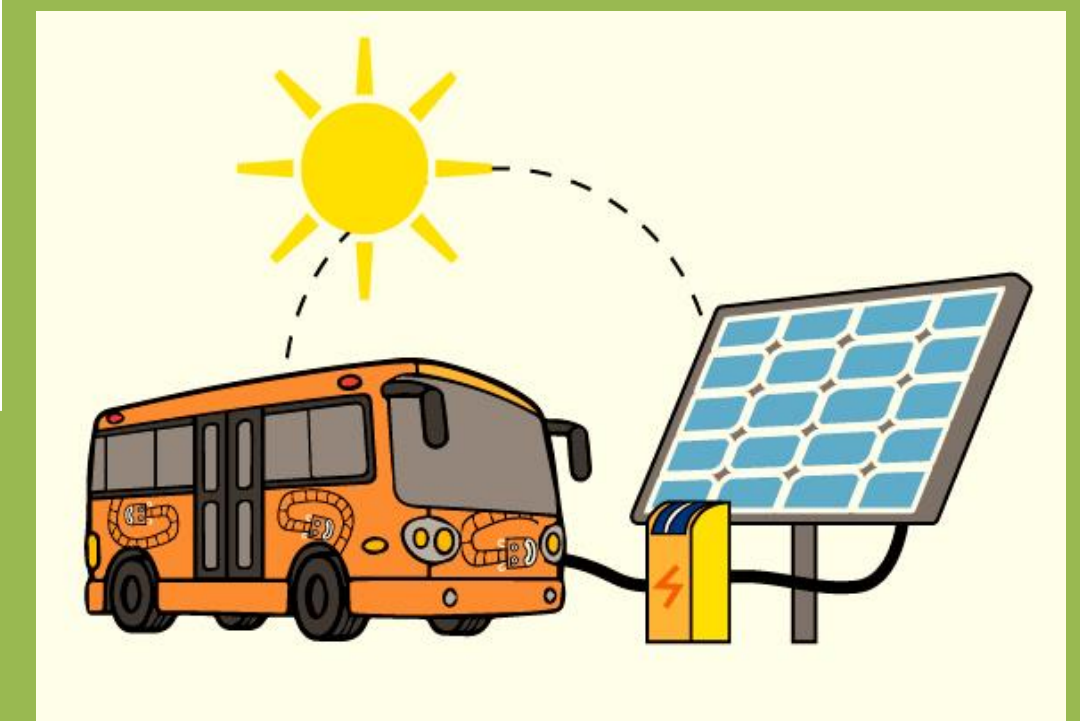
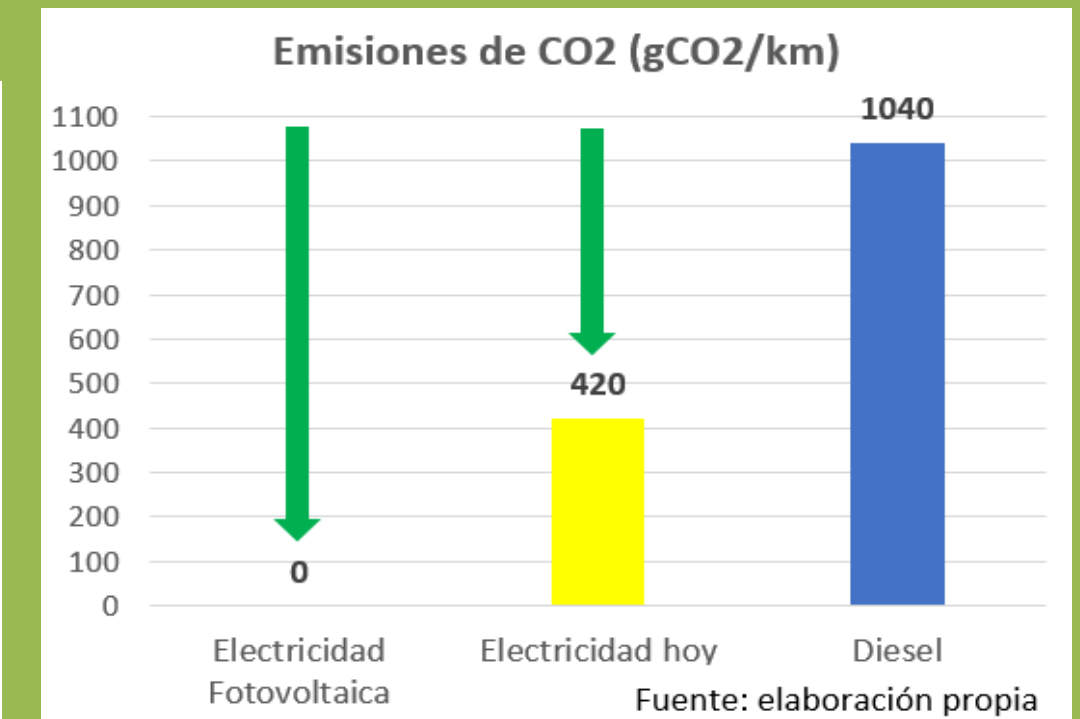
Tipo de Bus	Consumo combustible por 100 km	Consumo anual (42.000 km/año)	Costo del combustible \$US/año	Emisiones anuales de CO2
PumaKatari diésel	40 litros diésel	16.800 l/año	8.979 (*) 21.434 (**)	43,68 Tn/año
PumaKatari eléctrico	100 kWh	42.000 kWh/año	6.034 (***)	17,77 Tn/año
Puma Katari solar	100 kWh	42.000 kWh/año	2.016 (****)	0 Tn/año

(*) Calculado con el precio local del diésel de la ANH de 3,72 Bs/l

(**) Calculado con el precio internacional de la ANH de 8, 88 Bs/l

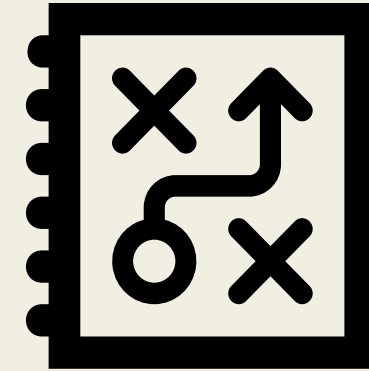
(***) Calculado con una tarifa de 1 Bs/kWh (general)

(****) Calculado a un costos de 0,33 Bs/kWh de electricidad solar de planta fotovoltaica 20 kWp



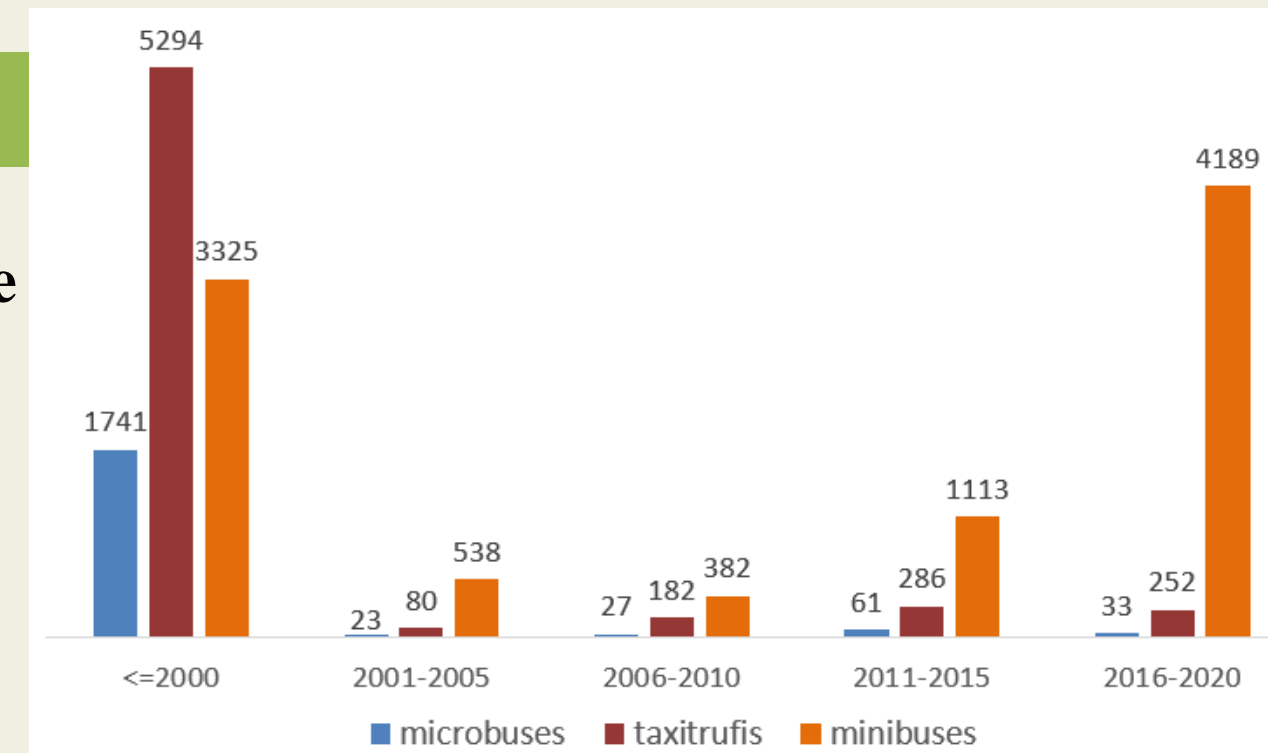
Caso 2: Minibuses en Cochabamba

Abigail Aguilar - Miguel Fernández

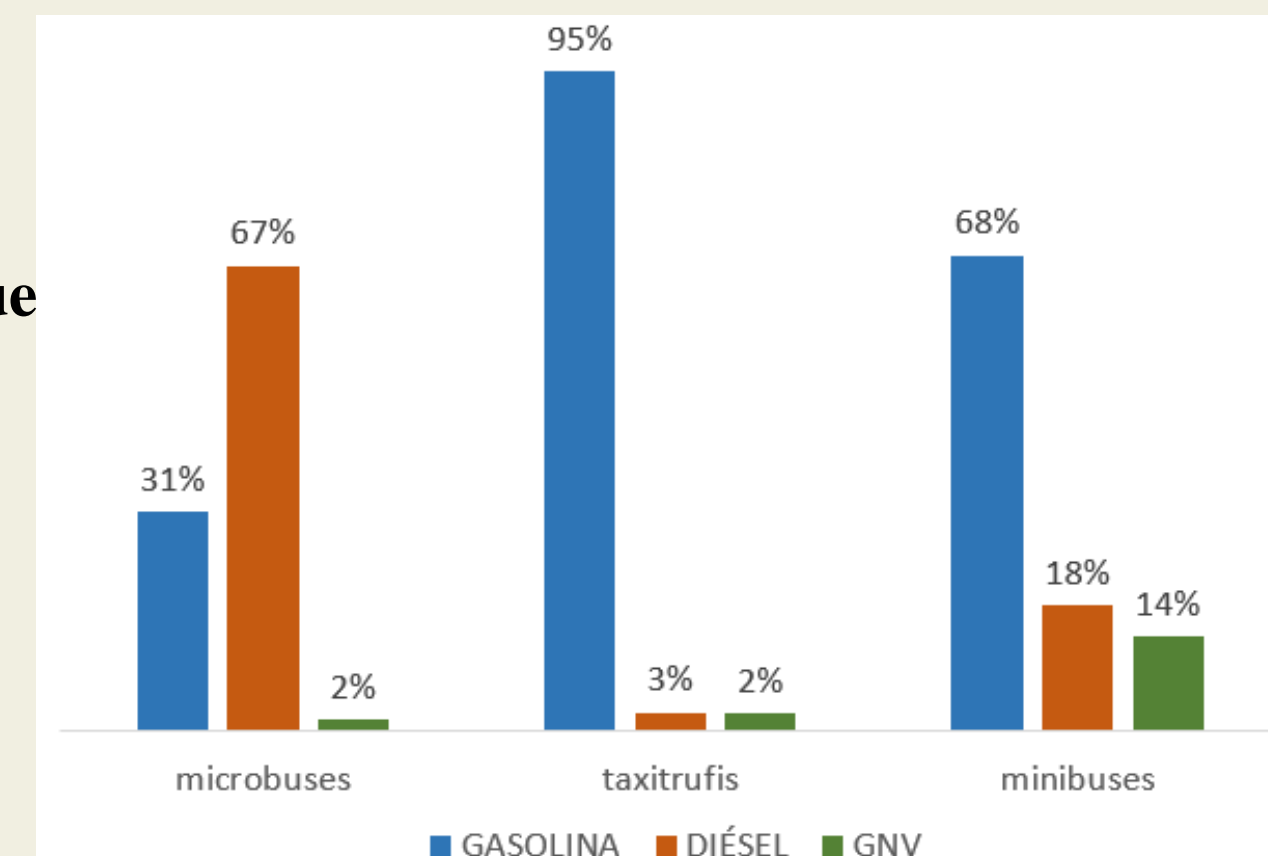


1. En Cochabamba, a 2019 el parque automotor era responsable del 86 de la contaminación ambiental. Genera 1,3 MM Tn CO2 /año
2. En 2019 había 378.347 vehículos particulares y 48.693 vehículos de transporte público
3. Se identifico 1.885 microbuses, 92% tiene mas de 20 años de antigüedad (1996 a 2000) capacidad de 30 pasajeros
4. Se identificó 9.547 minibuses, 35% tiene mas de 20 años de antigüedad (1991 a 2000) capacidad de 18 pasajeros
5. Se identificaron 6.094 taxi-trufis, el 87% con mas de 20 años de antigüedad

Cochabamba: Parque Automotor público por año de modelo, 2019

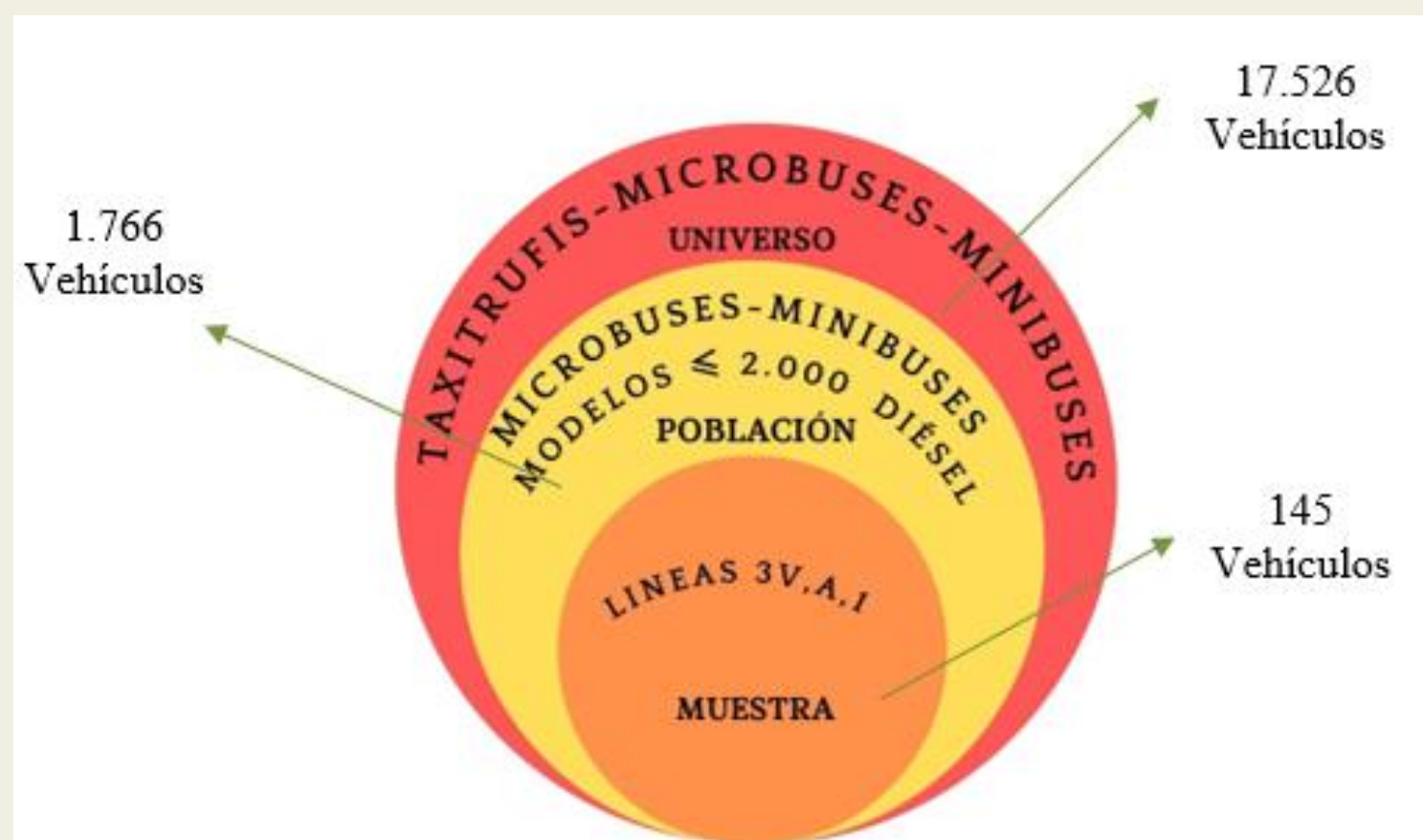


Cochabamba: Parque automotor público por tipo de combustible, 2019



Comportamiento de los buses

Población objeto de estudio



1. Se identificaron rutas y líneas representativas de minibuses
2. Se seleccionaron 3 líneas cruzan toda la ciudad en rutas Nor-Oeste a Sur-Este
3. Se realizaron encuestas y levantamiento de información primaria

RESULTADOS	Micro 3v	Micro A	Micro 1
Cantidad de Vehículos	45	50	50
N° de vueltas recorridas/día	8	8	8
km Recorridos/Vuelta	14,7	18,5	17
km Recorridos/Día	117,6	148	136
Cantidad de pasajeros (sentados)	30	30	30
Modelo de los vehículos	<1995	<1995	<1995
Tipo de combustible	Diésel	GNV	Diésel
Volumen de carga diaria de combustible	35 l	48 m3	27 l
Gasto aprox. en combustible (Bs/día)	130	80	100
Costo de mantenimiento (Bs/mes)	600	500	500
Pendiente máxima en recorrido	20%	20%	20%

Alternativa eléctrica

Variables	Jest-Electric Karsan	County-Electric Hyundai
Potencia máxima (kW)	135	140
Autonomía (km)	210	250
Velocidad máxima (km/h)	70	80
Cargador CA (KW)	22	-
Cargador CC (KW)	80	150
Batería (tipo-capacidad)	Li-ion 88 kWh	Li-ion 128 kWh
Batería (Voltaje)	12 V	24V
Pasajeros (sentados)	25	30
Tiempo de carga rápida (hora)	1 h	1,2 h
Tiempo de carga normal (hora)	8 h	17 h
Horas de trabajo/día	8 h	8 h
Pendiente máxima	25%	25%
Longitud total (m)	5,85	7,71
Ancho total (m)	2,05	2,03
Motor	BMW	Hyundai D4AF
Ciclos de vida batería	4.000	4.000



1. Se puede cargar en las viviendas de los propietarios durante la noche, reponiendo el consumo diario
2. Operando 20 días al mes, la vida útil de la batería puede alcanzar a casi 17 años, cargándolos cada día.

Microbuses Solares para Cocha!

Comparación Teórica de costos y emisiones entre diesel, electricidad de la red y electricidad solar para un micro bus en CBA

Tipo de Micro Bus	Consumo combustible por 100 km	Consumo anual (36.000 km/año)	Costo del combustible \$US/año	Emisiones anuales de CO2
Micro bus diésel	30 litros diésel	10.800 l/año	5.772 (*) 13.779 (**)	28,6 Tn/año
Hyundai eléctrico	51 kWh	18.360 kWh/año	2.581 (***)	7,7 Tn/año
Hyundai solar	51 kWh	18.360 kWh/año	538 (***)	0 Tn/año

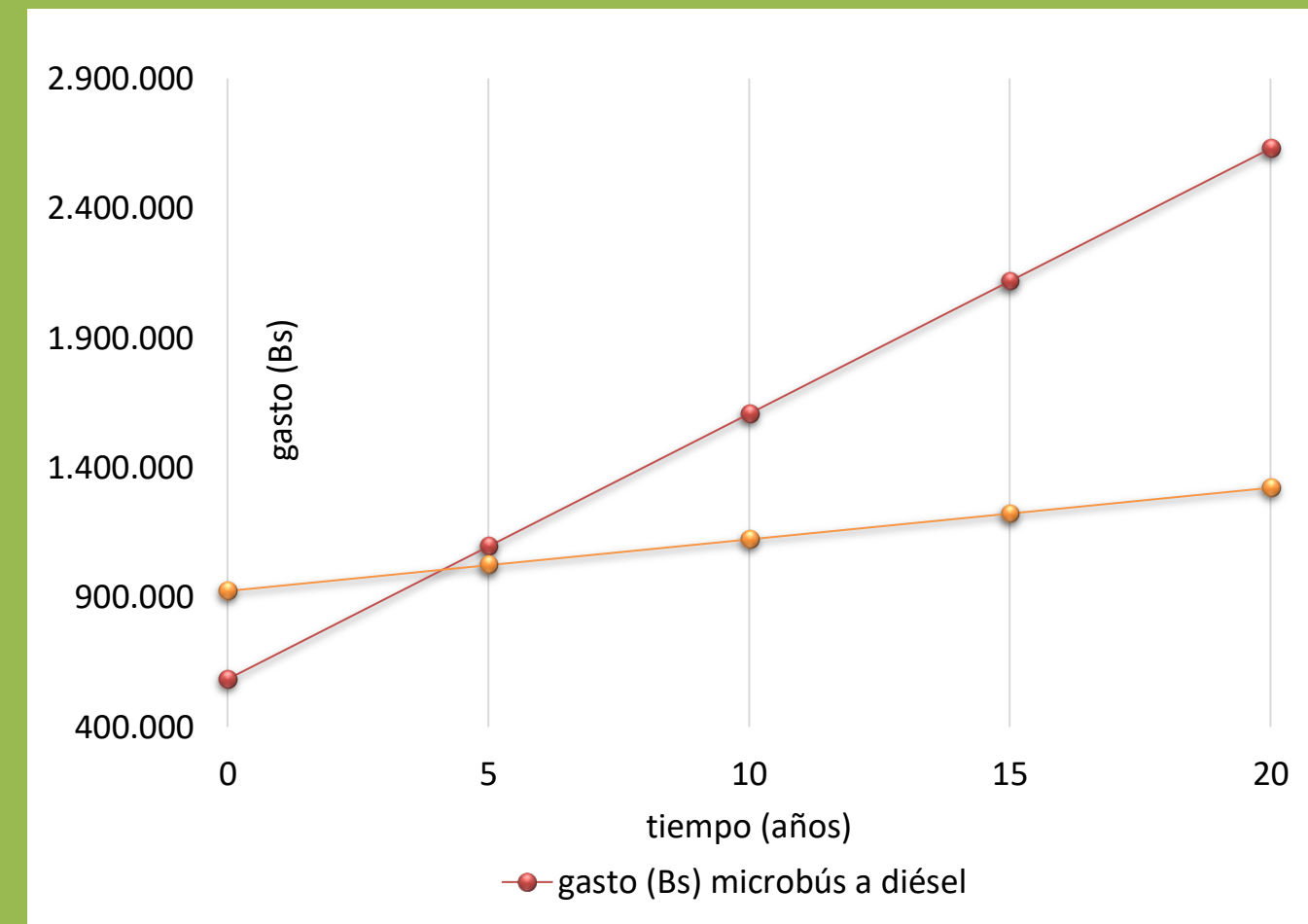
(*) Calculado con el precio local del diésel de la ANH de 3,72 Bs/l

(**) Calculado con el precio internacional de la ANH de 8, 88 Bs/l

(***) Calculado con una tarifa de 1 Bs/kWh (general)

(****) Calculado a un costos de 0,33 Bs/kWh de electricidad solar de planta fotovoltaica 20 kWp

Comparación de flujo de costos acumulados de una movilidad a diésel (a precio internacional de diésel) vs. Minibús eléctrico



Costo de inversión de Hyundai: 130.000 USD
Costo de inversión Coaster: 70.000 USD

Conclusiones



Inversiones

1. El transporte publico con electromovilidad ya no es algo inalcanzable.
2. Los costos de inversión se acercan cada vez mas los buses convencionales
3. Con electromovilidad en el sector transporte publico, todos ganan



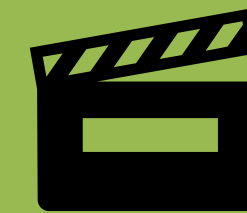
Financiamiento

1. Se deben desarrollar modelos de financiamiento que permitan aprovechar estas ventajas hoy
2. Usar electricidad disminuye desde el 55% del gasto de combustible, hasta el 96% en el caso de la electricidad solar



Ahorros estatales

1. La demanda de diesel subvencionado cae abruptamente
2. En correspondencia crece la demanda de electricidad y optimiza el parque de generación existente



Necesidades

1. Se debe estudiar la exigencia de puntos de recarga
2. Un marco legal seria urgente: prohibición de circulación de movilidades con mas de 20 años + facilidades financieras

Pasos a seguir...



Discusion

Se debe socializar las posibilidades de la electromovilidad en transporte publico



Escenarios

Construir escenarios de financiamiento en alianzas publico privadas



Compromisos

Dar el salto en la electromovilidad para el transpore público. En Cochabamba se puede!