



**Red**  
Movilidad

*Avanzamos  
contigo*

# FORO INTERNACIONAL

“Desafíos en la implementación de tecnologías para un transporte más limpio en ciudades de América Latina”

“**DESAFIOS EN EL MANTENIMIENTO Y CUIDADO DE LOS SISTEMAS  
POSTRATAMIENTO DE EMISIONES EN BUSES URBANOS**”

GERENCIA DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

DIRECTORIO DE TRANSPORTE PÚBLICO METROPOLITANO DE SANTIAGO DE CHILE

# CONTENIDOS


**I.- RED MOVILIDAD**

**II.- Tecnología reducción de emisiones**

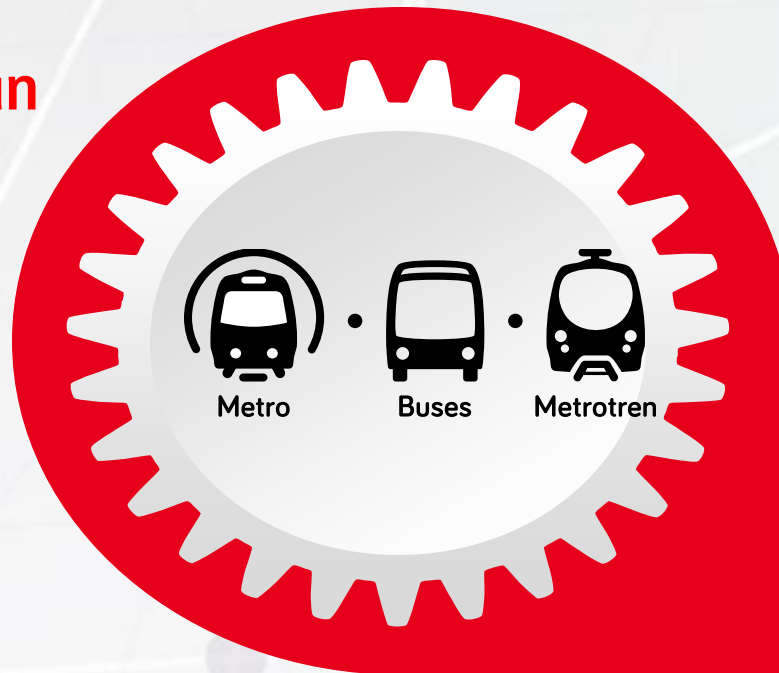
**III.- Camino hacia la Sostenibilidad**

# RED MOVILIDAD?





**Un Sistema  
donde funcionan  
unidos y  
conectados:  
buses, metro,  
metro tren**



**Una red donde nos  
podemos mover de un  
modo de transporte a  
otro, pagando el mismo  
valor de pasaje, con el  
mismo medio de pago  
(*bip!*) por 2 horas**

# ¿Quiénes conforman RED?



## Buses

- ✓ 7 empresas
- ✓ 6.800 buses
- ✓ 12.000 paradas
- ✓ 396 recorridos
- ✓ 3.000 kms. cobertura



## Metro

- ✓ 1 empresa estatal
- ✓ 211 trenes
- ✓ 136 estaciones
- ✓ 7 líneas de metro
- ✓ 149 kms. cobertura



## Metrotren

- ✓ 1 empresa estatal
- ✓ 16 trenes
- ✓ 10 estaciones
- ✓ 1 línea de metro tren
- ✓ 23 kms. cobertura





# 1 Sistema de pago



Validadores

Administrador  
Financiero

- SUBUS CHILE
- VOY Santiago
- METBUS
- stp stv SANTIAGO
- RBU Nos movemos contigo
- BUSES VULES.A.
- Metropol CHILE

# ¿Quién coordina este sistema?



DIRECTORIO DE TRANSPORTE  
PÚBLICO METROPOLITANO

Operadores



*MetroTren*



*Metro*



*Buses*

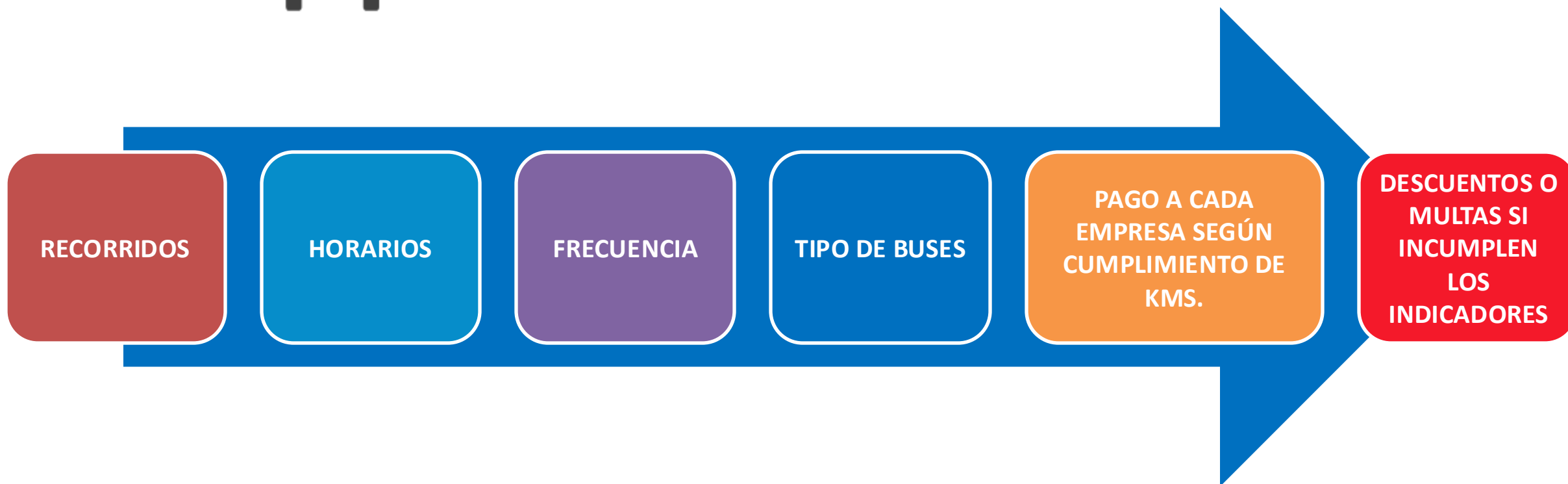
1 Sistema de pago



# ¿Qué hacemos en DTPM?



Tenemos un contrato de licitación con las 7 empresas de buses que vela por la calidad del servicio e indica:







# ¿Qué hacemos en DTPM?

*Velamos por que los santiaguinos puedan acceder a las oportunidades de transporte de la ciudad de manera equitativa.*

1



2

*Nos preocupamos de que el transporte público cumpla con la calidad de servicio establecida*



# Pilares estratégicos 2022-2026



## GÉNERO Y MOVILIDADES DIVERSAS

Contribuir al desarrollo de un transporte público coherente con los objetivos de la equidad de género, poniendo en el centro del quehacer institucional a las personas y sus diversas movilidades, en especial a mujeres y diversidades considerando el enfoque interseccional.



## CONDUCTORAS/ES

Incentivar la inclusión de personas al rubro de la conducción, con especial foco en la incorporación de mujeres. Impulsar un cambio en la cultura organizacional que incentive la permanencia en el rubro y profesionalice el rol de conducción.



## VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

Impulsar espacios activos de participación social inclusiva con la ciudadanía, que permitan vincular las necesidades de los actores locales con la planificación, operación y proyección del Sistema de Transporte



## CONVIVENCIA VIAL

Mejorar la convivencia vial entre los conductores de buses hacia los otros modos vulnerables para disminuir la tasa de siniestros viales, poniendo especial énfasis en aquellos con consecuencias fatales y promover los desplazamientos sostenibles y la intermodalidad.



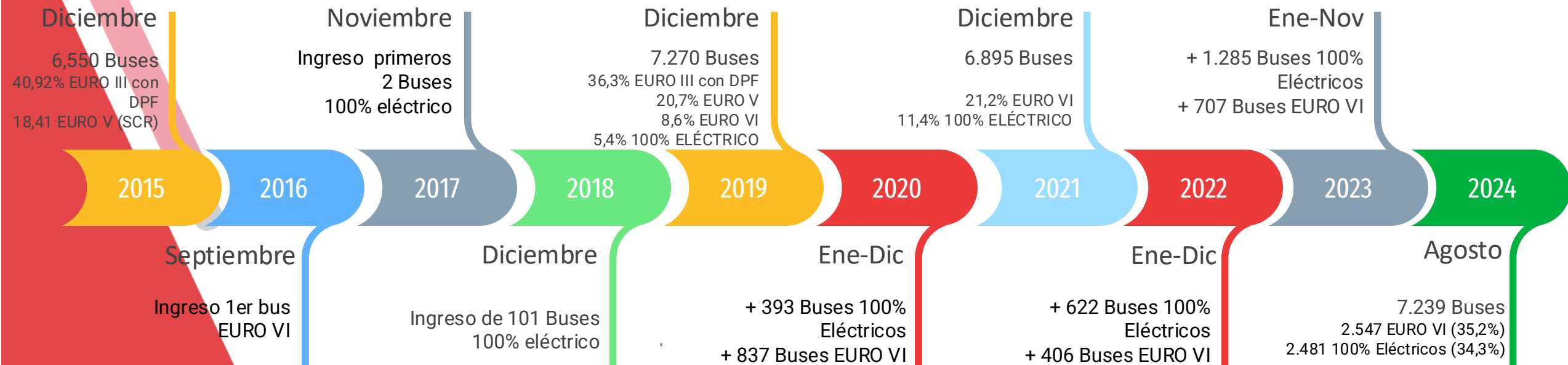
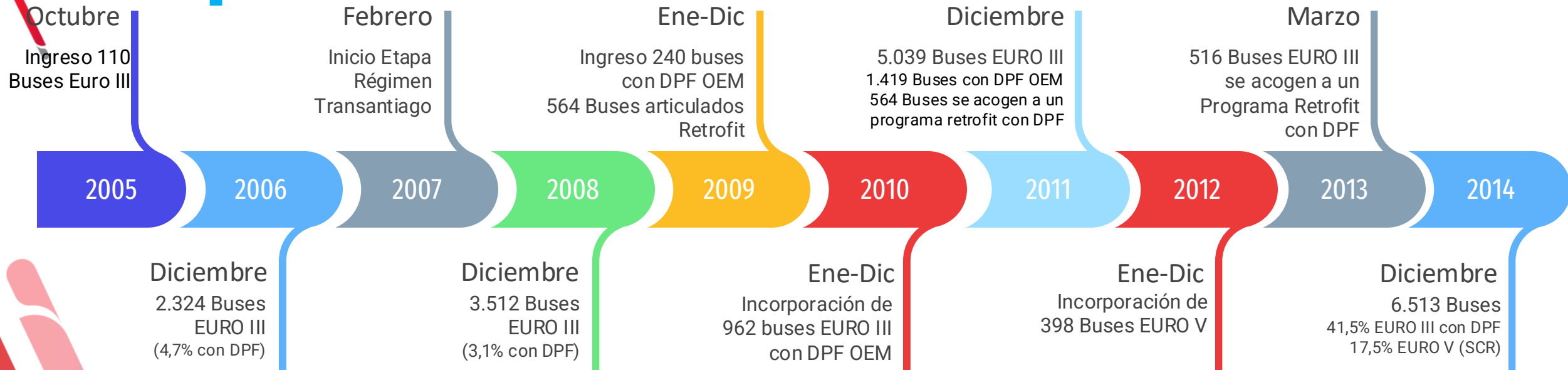
**70 Terminales**  
**28 Electroterminales**  
**2.481 Buses eléctricos**

**El Sistema se insertó en un área de 2.353 km<sup>2</sup>, el que abarca las 32 comunas de la Provincia de Santiago más las comunas de San Bernardo y Puente Alto ("Gran Santiago")**



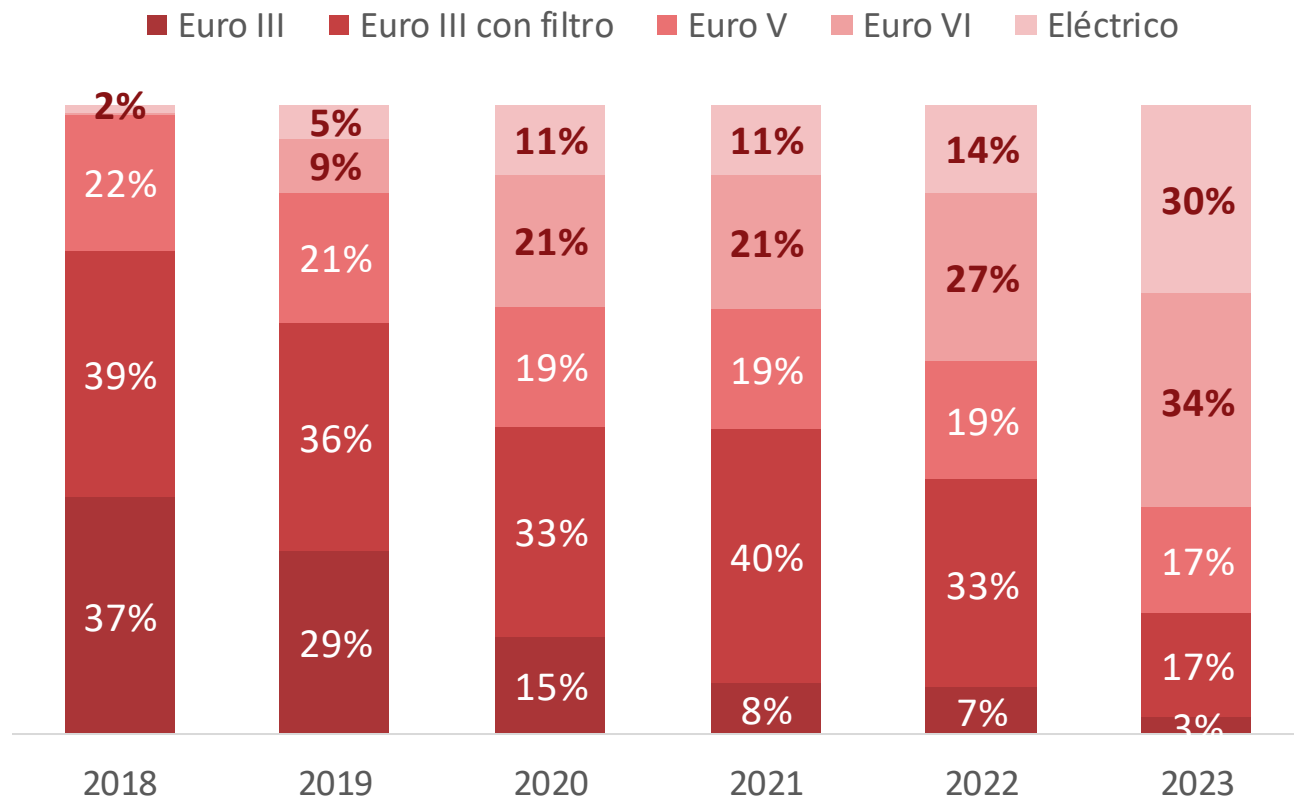
# Tecnología Reducción de Emisiones

# Principales hitos (19 años de Historia)



# Evolución tecnológica de la Flota

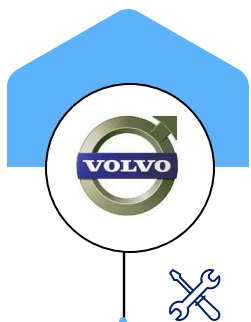
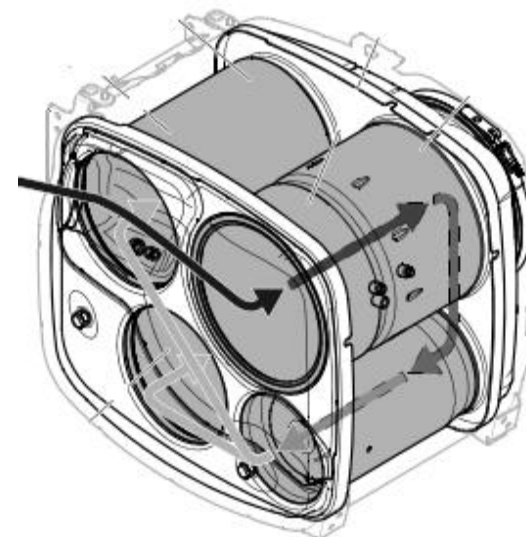
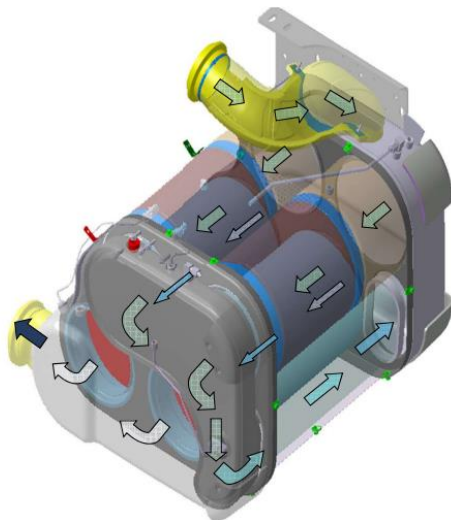
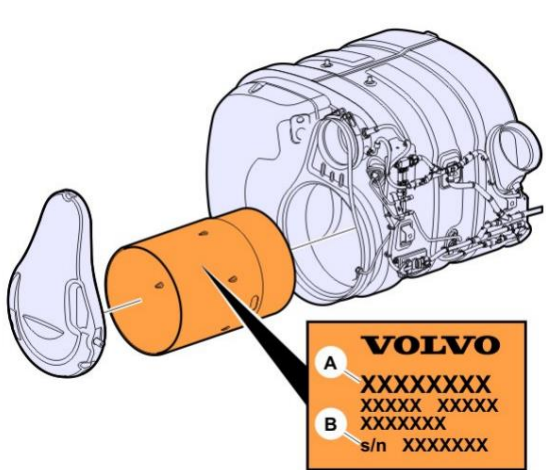
- Al 2023, 2 de cada 3 buses tiene estándar RED y **1 de cada 3 es eléctrico.**
- 28 Electroterminales de alto estándar.
- **Santiago tiene la mayor flota eléctrica de transporte público urbano en Latinoamérica** después de las ciudades chinas.
- En 2024 se incorporaron 214 buses eléctricos para el sector sur de la capital.
- Licitación proveerá 1.100 buses nuevos eléctricos, proyectando a 50% la flota eléctrica.



**Edad Promedio 5,4 años**

# Sistema Postratamiento en la flota Diesel...

Marcas presentes – Volvo / Scania / Mercedes Benz (EURO VI)

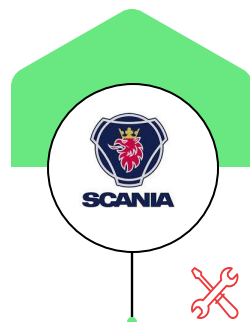


SCR

Localización Avería  
 Prueba de Funcionamiento  
 Aumentar Dosificación

Filtro de Partículas

Limpieza cada 200.000 km  
 Limpieza anticipada según nivel de saturación

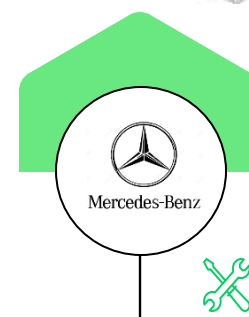


SCR

Localización Avería  
 Prueba de Funcionamiento  
 Aumentar Dosificación

Filtro de Partículas

Realizar Regeneración Pasiva  
 Prueba de Funcionamiento



SCR

Localización Avería  
 Prueba de Funcionamiento  
 Aumentar Dosificación

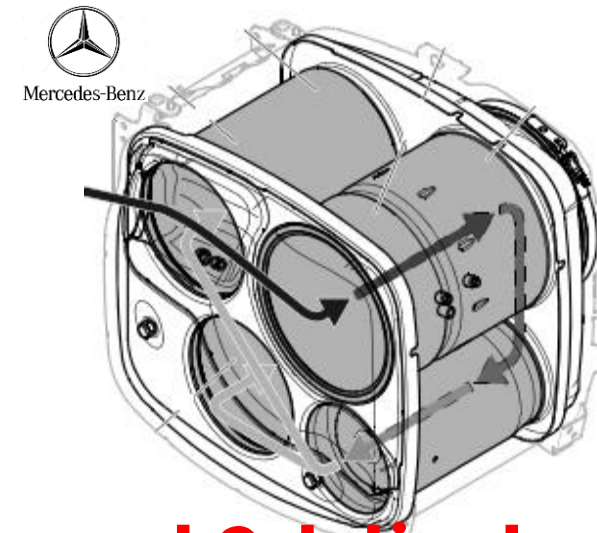
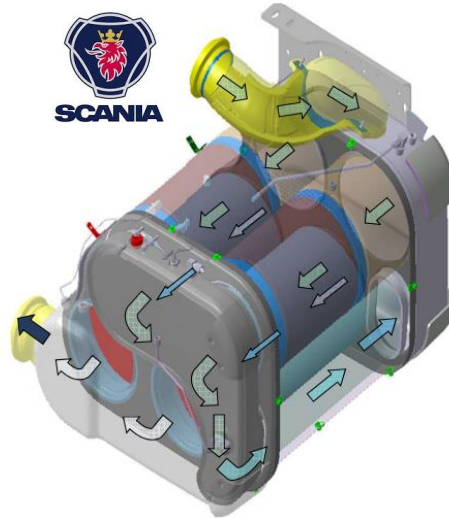
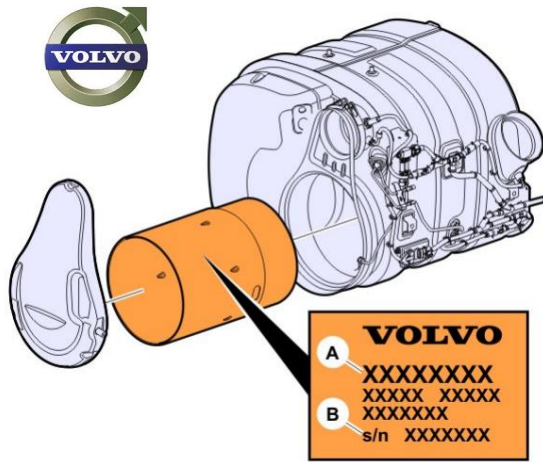
Filtro de Partículas

Realizar Regeneración Pasiva o Activa  
 Prueba de Funcionamiento

**Recomendación  
 del Fabricante**

# Sistema Postratamiento en la flota Diesel...

Marcas presentes – Volvo / Scania / Mercedes Benz (EURO VI)



## ¿Qué sucede con el Pre Catalizador y con el Catalizador SCR?

### Hidrodinámica

#### Ventaja:

Alta Eficiencia  
No Retira Filtro

#### Desventaja:

Eficacia condicionada  
Tiempo de Secado

### Tratamiento Térmico

#### Ventaja:

Elimina eficazmente el Hollín

#### Desventaja:

Requiere Retirar Gran acumulación de cenizas (No elimina)

### Tratamiento Ultrasónico

#### Ventaja:

Limpieza de Canales  
No Retira Filtro

#### Desventaja:

Acceso Limitado  
Baja Penetración

### Tratamiento Neumático

#### Ventaja:

Cubre todos los canales  
No usa detergentes

#### Desventaja:

Retirar Filtro  
Nueva Soldadura

### Regeneración Forzada

#### Ventaja:

Quema eficazmente el Hollín

#### Desventaja:

No Retira Filtro  
No quita Cenizas  
Regeneración Frecuente

### Química

#### Ventaja:

No Retira Filtro

#### Desventaja:

Enjuaga Partículas pequeñas en entrada y salida

### Agua

#### Ventaja:

Limpieza Ecológica

#### Desventaja:

Requiere Secar Filtro  
Gran Riesgo





# Sistema Postratamiento en la flota Diesel...

Marcas presentes – Volvo / Scania / Mercedes Benz (EURO VI)



Los sistemas más eficientes consideran un proceso Térmico y de barrido de aire bidireccional. Esta característica es una de las principales ventajas para la eliminación y restauración satisfactorias del filtro de partículas diésel.

Es el proceso con mejores resultados que ha sido posible corroborar en el mantenimiento que se ejecuta en la Flota de RED MOVILIDAD durante su vida útil.

**REDUCE COSTOS DE REPOSICIÓN**  
**REDUCE CONSUMO DE COMBUSTIBLE**

Es proceso más utilizado de forma global y que ha sido aprobado y respaldado por varios fabricantes de equipos originales de camiones y motores diésel, incluyendo Cummins, Volvo, Mack, International Navistar, Peterbilt, Kenworth, PACCAR, Komatsu, Kubota, John Deere, Caterpillar, Isuzu, entre otros.

# Lo Vigente...

## Medición de Opacidad en Buses Diesel con Sistema Postratamiento de emisiones

### 1. Marco Normativo:

- Actualmente el DS 130/2001 del MTT establece las Normas de Emisión (CO). Hidrocarburos Totales (HCT), Hidrocarburos No Metálicos (HCNM), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Material Particulado (MP) para motores de buses de locomoción Colectiva en la Ciudad de Santiago
- El DS 04/1991 del MTT establece los procedimientos de medición de Opacidad para vehículos Diesel.
- Norma aplica 0.24 [1/m] para buses equipados con Sistema Postratamiento

### 2. Fiscalización en terreno (Medición de Opacidad):

- Buses con Sistema Postratamiento de emisiones
  - EURO III con Filtro de Partículas
  - EURO VI con Filtro de Partículas + SCR
- Fiscalización permanente en terminales y en servicio

### 3. Fiscalización en dinamómetro de Chasis:

- Procedimiento de Verificación de Filtros y análisis de eficiencias
- Protocolo de Medición filtros DS 65/2004 MTT
- Cálculo de eficiencias (Min ≥90%)

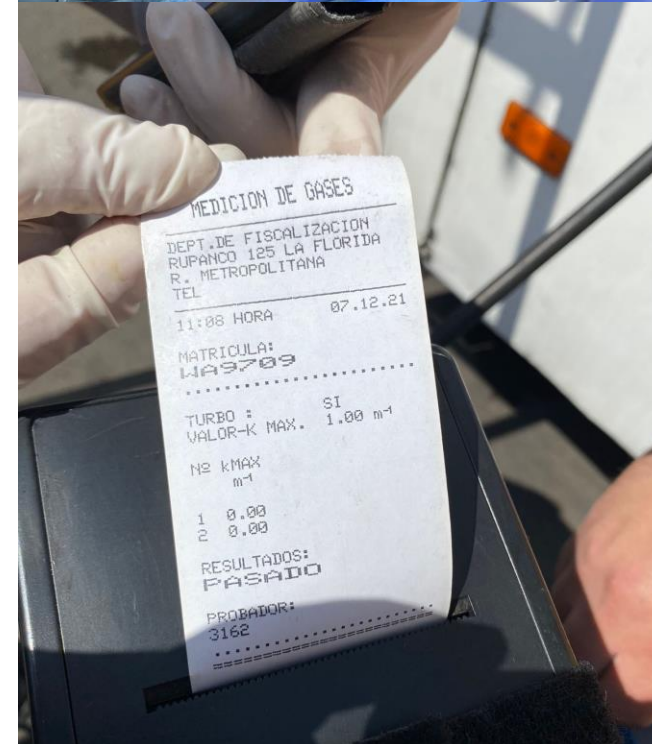
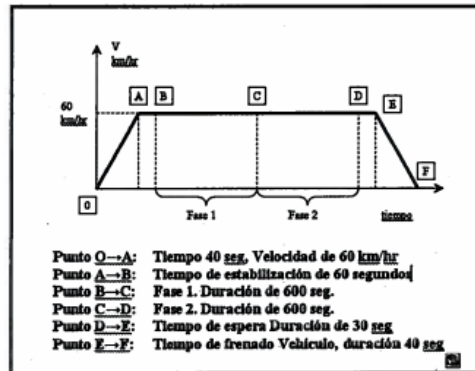
$$EF: \frac{C_{sf} - C_{cf}}{C_{sf}} \times 100 (\%)$$

Donde:

EF: % de Eficiencia del filtro verificado

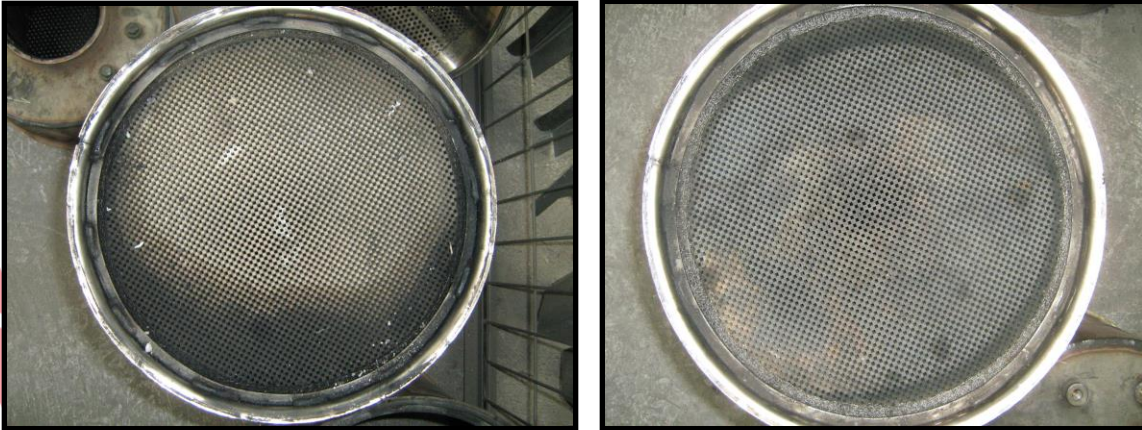
esf: Es la emisión en masa de material particulado, sin filtro de partículas

ecf: Es la emisión en masa de material particulado, con filtro de partículas



# Principales inconvenientes

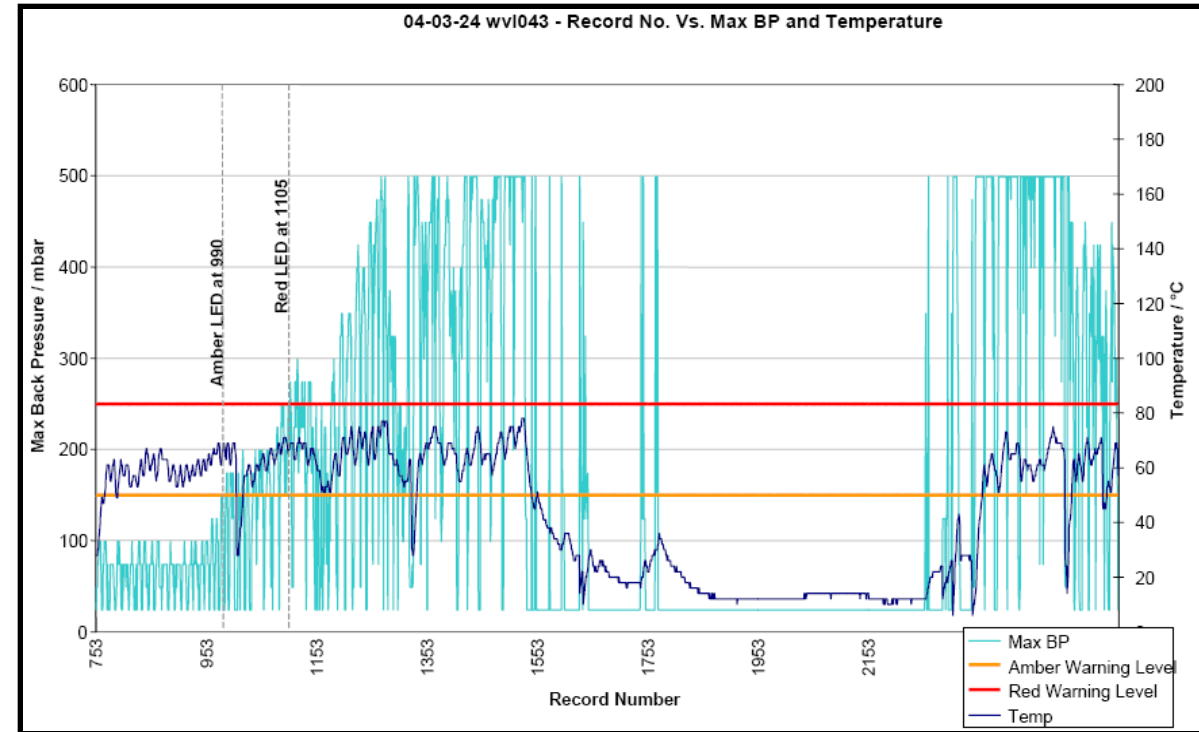
Filtro DPF Contaminado con aceite



Filtro DPF saturado por rotura turbocompresor



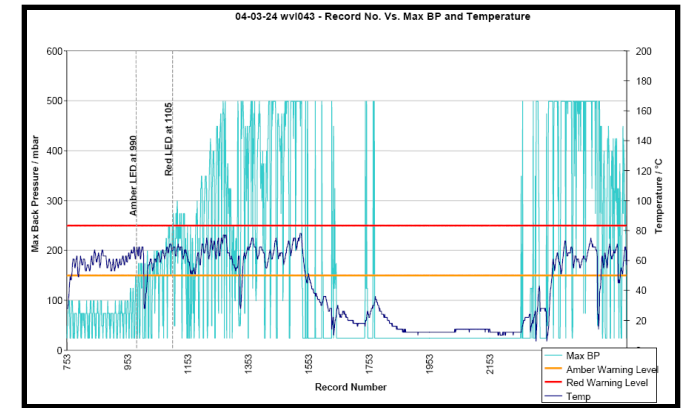
## Monitoreo Permanente del estado Mecánico



# Principales inconvenientes

## Monitoreo Permanente del estado Mecánico

- ✓ La tecnología es vital
- ✓ Contrapresión y Temperaturas de gases de escape.
- ✓ Monitoreo remoto con sistemas tecnológicos propios.
- ✓ Registro y Gestión permanente



Filtro DPF dañado por ingreso de agua



# Monitoreo Permanente del estado Mecánico

Pantalla de Información variable interior

Cámaras de seguridad

Letrero de Información variable exterior

Cargadores USB

Sistema de detección de proximidad de elementos

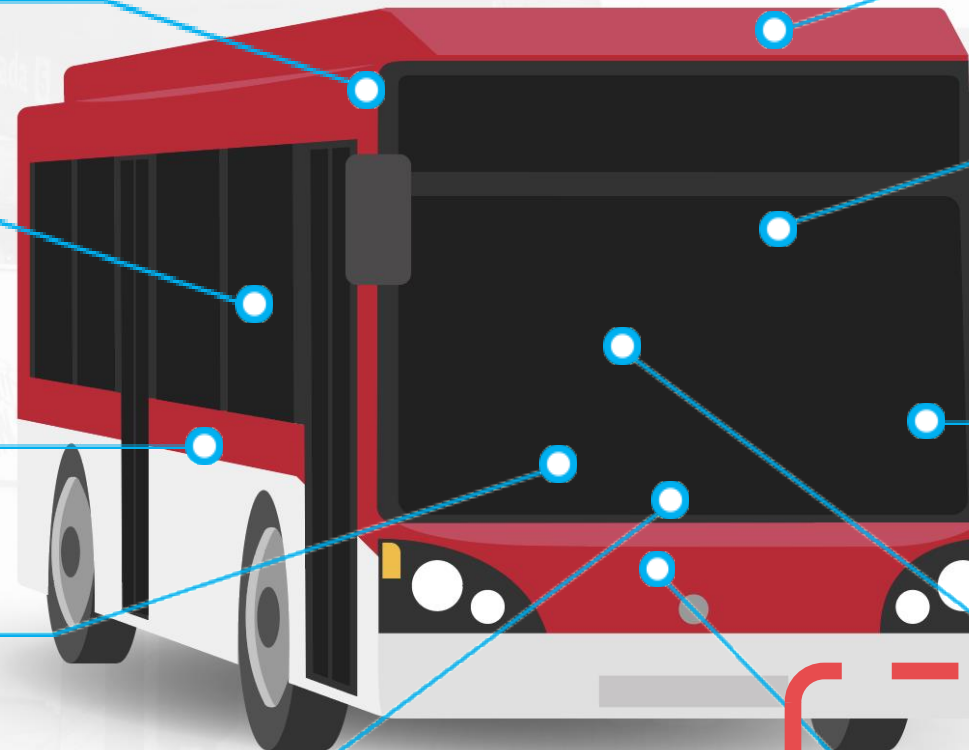
Sistema de eficiencia energética y calidad de conducción

Wi-fi abordo

Disponibilidad energética

Botón de pánico

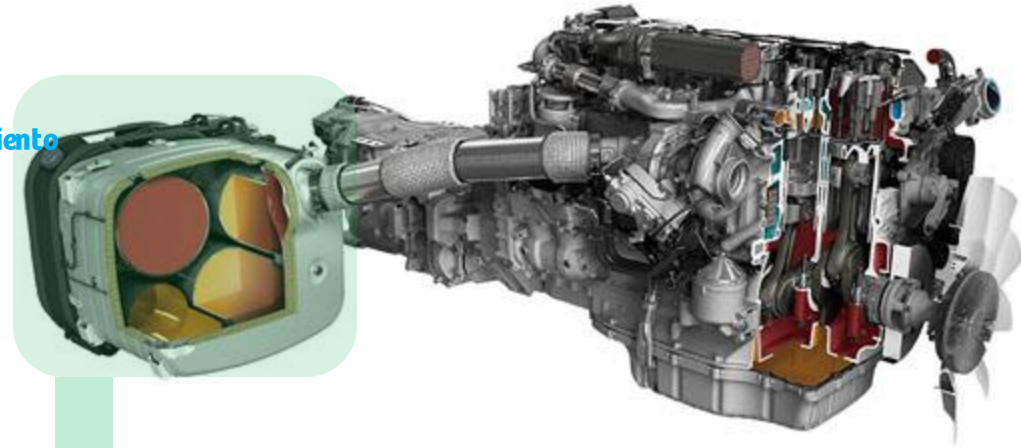
Telemetría





# Desafío al corto plazo...

Medición de número de partículas reemplaza a medición de Opacidad en Buses Diesel con Sistema Postratamiento



## 1. Marco Normativo:

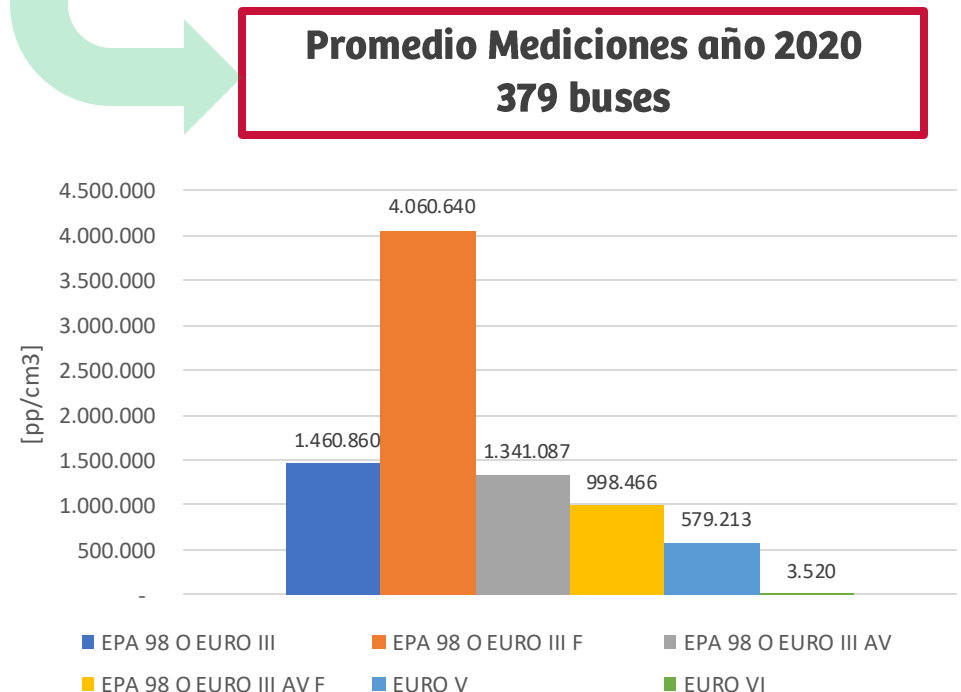
- Actualmente el DS 130/2001 del MTT establece las Normas de Emisión (CO), Hidrocarburos Totales (HCT), Hidrocarburos No Metálicos (HCNM), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y Material Particulado (MP) para motores de buses de locomoción Colectiva en la Ciudad de Santiago
- El DS 04/1991 del MTT establece los procedimientos de medición de Opacidad para vehículos Diesel. **(En proceso de Actualización)**

## 2. Mediciones de N° partículas Diesel

- Medir con equipos especializados que incluyan un analizador que utiliza tecnología CPC (Condensation Particle Counter) siendo el **equipo mejor evaluado** a nivel mundial y utilizado en Bélgica, Holanda, Alemania y Suiza.
- En Chile este analizador fue usado en los años 2005- 2013 con el MMA para estudios y a principios del año 2020 para campaña de medición en flotas de las actuales concesionarias o prestadores de servicio del sistema de transporte público metropolitana.

## 3. Fiscalización acorde a Tecnología Actual (EURO VI):

- Buses con Sistema Postratamiento
  - EURO III con Filtro de Partículas
  - EURO VI con Filtro de Partículas + SCR
- Fiscalización permanente en terminales de operadores
- Certificación del Mantenimiento (Proceso Iniciado 2023)**
  - Bus en incumplimiento NO presta servicio**
- Certificación del Activo (ISO 55001) (Proceso Iniciado 2024)**



# Camino hacia la Sostenibilidad





# Nuestro camino hacia la sostenibilidad

2017

## Estrategia Nacional de Electromovilidad

Un camino para los vehículos eléctricos



2020

CONTRIBUCIÓN DETERMINADA  
A NIVEL NACIONAL (NDC)  
DE CHILE

ACTUALIZACIÓN 2020



2021



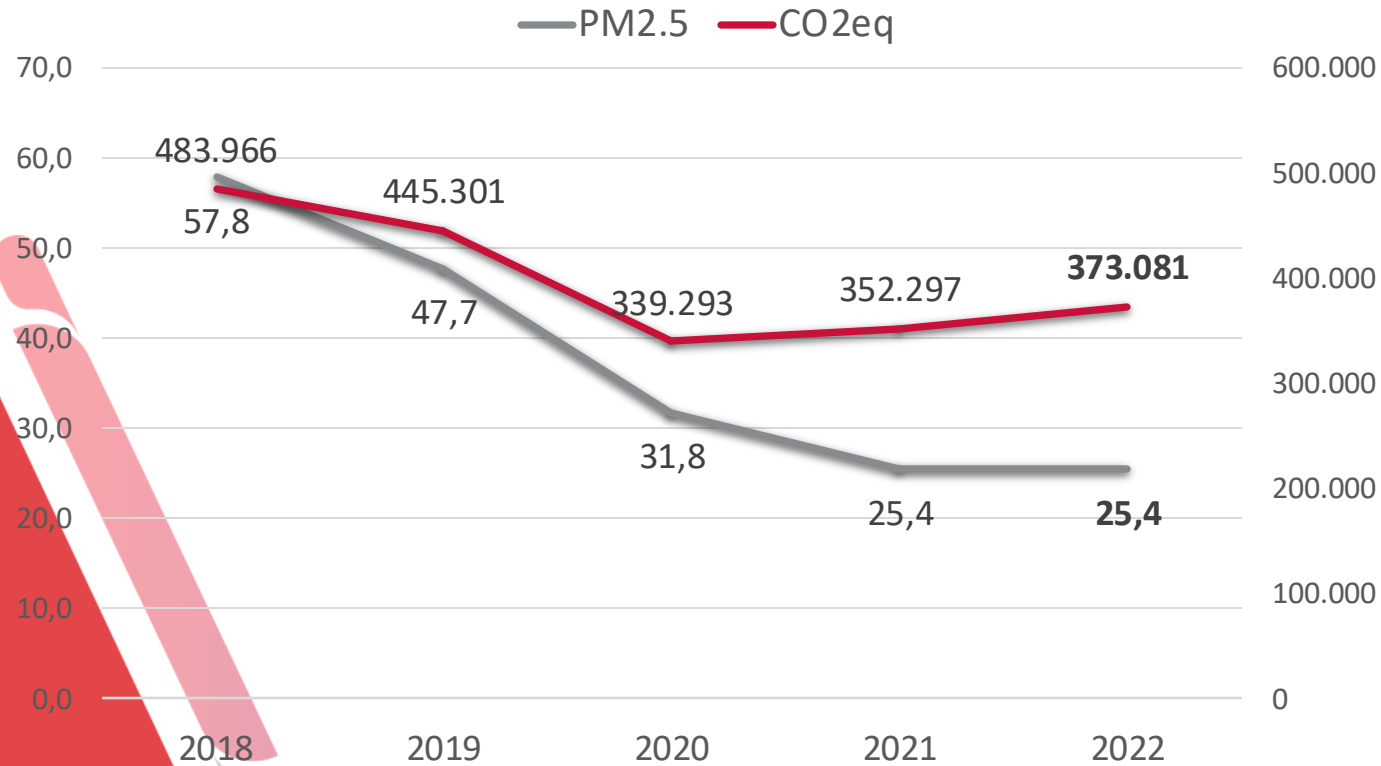
2023



- Nuestro país se ha propuesto como meta ser **carbono neutral al año 2050.**
- El trabajo en torno a la electromovilidad y descontaminación de nuestras ciudades se ha convertido en una **política de Estado.**
- **Nuestras Metas:**
  - Al 2035, el 100% de las nuevas incorporaciones al transporte público urbano serán vehículos cero emisiones.
  - Al 2040, la totalidad de la flota que opera en el Sistema será de tecnología cero emisiones.

# Emisiones atmosféricas del Sistema RED

Emisiones atmosféricas, 2018 -2022 (Ton/año)



- En 2022, las emisiones alcanzaron 25,4 ton/año para material particulado fino (PM2.5) y 373.081 ton/año para emisiones de gases de efecto invernadero (CO<sub>2eq</sub>.)
- Respecto a 2019 (pre-pandemia), las emisiones son significativamente menores, alcanzando reducciones de 46,8% para PM2,5 y 16,2% para CO2eq.

km comer (millones)	449	424	342	357	390
Buses	6.756	7.270	6.981	6.895	6.982

# Disminución de ruido en la principal arteria de la capital



- En hora punta AM (8:00 a 9:00) la energía acústica bajó un 44% en comparación a 2019, mientras que en hora punta PM disminuyó un 40%.

PAÍS > BUSES ELÉCTRICOS

## Efecto Buses Eléctricos: reportan fuerte reducción del ruido en la Alameda en hora punta



Por CNN Chile  
10.05.2024 / 10:12

Compartir   

NACIONAL

Santiago

Ministerio de Medioambiente

## Eje Alameda: buses eléctricos disminuyeron el ruido en hora punta en un 44% en los últimos cuatro años

Según el ministro de Transportes, Juan Carlos Muñoz, esta reducción también se está viendo en otros ejes de la ciudad.

Daniela Silva 10 MAY 2024 09:07 AM Tiempo de lectura: 3 minutos



# Disminución de ruido en terminales eléctricos

MTONLINE

Noticias

Electromovilidad

...

## Operación de buses eléctricos en terminales reduce a la mitad la potencia acústica

Estudio encargado por Copec Voltex en coordinación con el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) reveló que los electroterminales del sistema metropolitano de transportes RED Movilidad tienen un impacto significativo en el entorno.

Nicolás Gerlach 29 SEP 2023 02:00 PM Tiempo de lectura: 3 minutos



# Impacto en las Personas Usuarías



- El último Estudio 2023 de Satisfacción de Usuarios del Transporte Público Metropolitano reveló que la valoración del servicio alcanzó su mejor nivel desde que se realiza.
- De uno a siete, **las personas lo calificaron con un 5,4. Una calificación que, incluso, sube a 5,5 cuando se consulta directamente por el recorrido utilizado.**
- Durante este año esperamos profundizar estos resultados, respecto al impacto que ha tenido la electromovilidad en usuarios, conductores/as y personal de mantenimiento.



¡Gracias!

