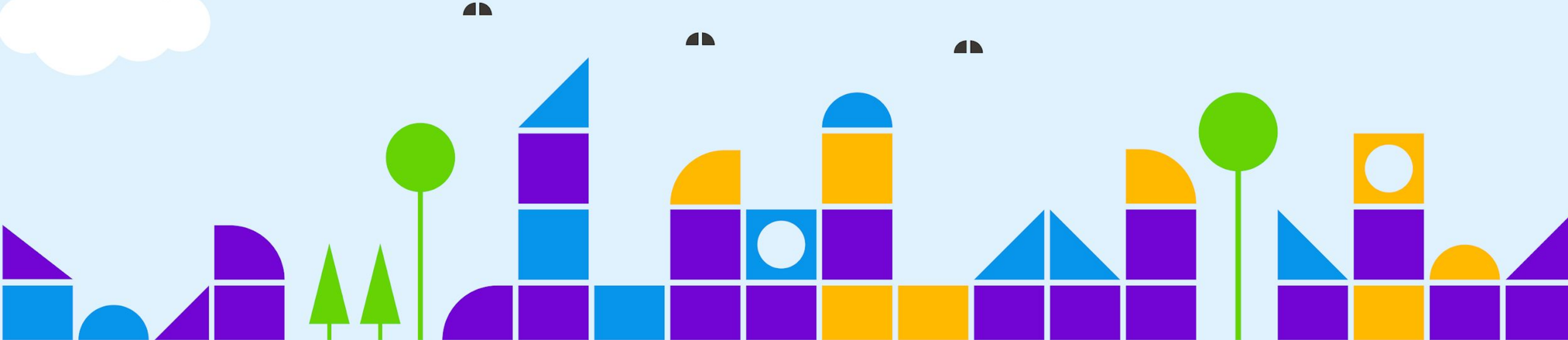
CONVERSÁPOLIS

Recuperación Verde Incluyente en Ciudades

CONVERSÁPOLIS

Sesión: Buses eléctricos

TUMI E-Bus Mission City Network



Agenda del día - 22/02

Hora	Actividad
14:00 - 14:20	- Bienvenida
14:20 - 14:55	*Presentación*: - Visión general: 7 pasos de la planeación integral de un modelo de buses eléctricos - Paso 1: Planeación del proyecto - Paso 2: Integración
CAFÉ	
14:55 - 15:10	Lecciones aprendidas en la planeación de buses eléctricos
15:10 - 16:00	Taller paso 1 y 2
16:00 - 16:45	*Presentación*: - Paso 3: Diseño operacional - Paso 4: Diseño físico
16:45 - 17:00	Caso de estudio Diseño operacional y físico
17:00 - 18:00	Taller paso 3 y 4

Agenda del día - 23/02

Hora	Actividad
8:00 - 8:30	*Presentación*: - Paso 5: Estructuración financiera - Paso 6: Implementación - Paso 7: Evaluación
8:30 - 8:45	Mecanismos financieros
8:45 - 9:00	Retos y soluciones en la implementación, monitoreo y evaluación
09:00- 10:00	Taller paso 5, 6 y 7
10:00- 10:30	*CAFÉ*
10:30 - 12:30	Discusiones y conclusiones de la Planeación integral
12:30- 14:00	*ALMUERZO*
14:00 - 14:30	Dialogando con expertos
14:30 - 16:00	Expert Clinics : Espacio para agendar su cita con un experto
16:00 - 17:00	Plenaria de cierre talleres ELEVATOR PITCH

Agenda del día - 24/02

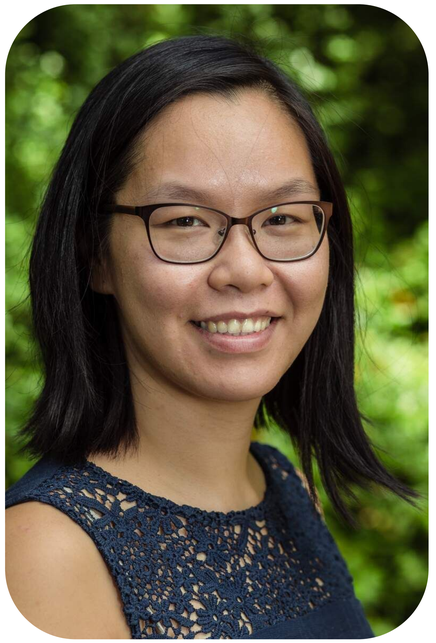
Hora	Actividad
5:00 - 11:00	Visita técnica en un patio de flota eléctrica en operación de la ciudad de Bogotá
11:00 - 12:00	- Principales lecciones aprendidas - Conclusiones - Cierre

Bienvenidas

Tu-My Tran

Head of Sustainable Mobility | ICLEI Secretariado Mundial

Tu My dirige el Programa de Movilidad Sostenible de ICLEI y supervisa las iniciativas en favor de una movilidad urbana integrada, socialmente inclusiva y respetuosa con el medio ambiente para personas y mercancías. Con experiencia en la creación de asociaciones, la gestión de proyectos y la facilitación de talleres, Tu My tiene formación en gestión y relaciones internacionales. Tu My habla italiano, inglés, español y alemán.



ICLEI - quiénes somos?

2500+ Gobiernos locales y regionales

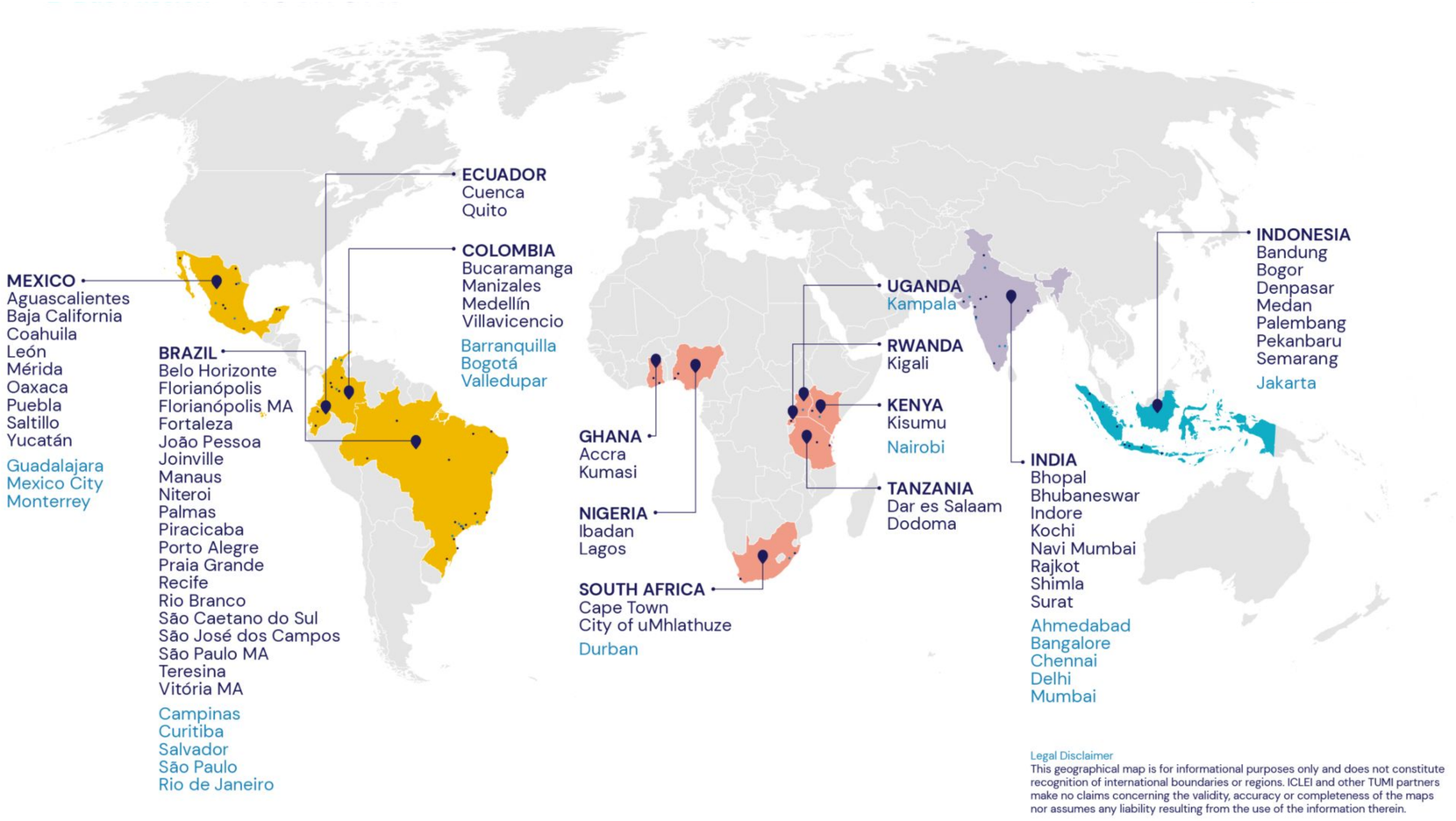
24 Oficinas en todo el mundo

Impacto en más de **25%** de la población de las ciudades

Activo en **125+** países

5
Caminos de desarrollo interconectados

¿Qué es la TUMI E-bus Mission?



Legal Disclaimer
This geographical map is for informational purposes only and does not constitute recognition of international boundaries or regions. ICLEI and other TUMI partners make no claims concerning the validity, accuracy or completeness of the maps nor assumes any liability resulting from the use of the information therein.

El grupo inicial se compone de **más de 50 ciudades**

Nuestro objetivo es inspirar ciudades hasta 2025 para que formen parte de la red

7 pasos de la planeación integral de un modelo de buses eléctricos

Juan Esteban Martinez

Consultor de ICLEI América del Sur

Ingeniero Civil, Magister en Ingenieria, especialista en vías y transporte, economía y desarrollo urbano. Con mas de 18 años de experiencia en empresas del sector público relacionadas siempre con movilidad y transporte. Ha trabajado en la implementación de flotas eléctricas en la ciudad de Medellín y Bogotá. Participó en la definición de política pública para impulsar la movilidad eléctrica y en la planeación de estos proyectos ya hechos realidad.

Planeación hacia una movilidad sostenible

01. Preparación del proyecto
02. Diseño Operacional
03. Diseño Físico - tecnológico
04. Integración
05. Estructuración Financiera
06. Implementación
07. Evaluación

01.

Preparación del proyecto

Definición de objetivos.

01. Preparación del proyecto

- Liderazgo/apoyo **político**
- Definición del **tipo de sistema eléctrico**: metro, tren, buses tradicionales, BRT, entre otros.
- Definición **equipo de trabajo interdisciplinario** para estructuración (Servidores del Gobierno + Consultores Externos).
- Estimación de **demanda** para suplir necesidades de usuarios.
- **Análisis de Stakeholders** o interesados, proveedores material rodante, infraestructura, industria del transporte + proceso de participación pública y/o privada

01. Preparación del proyecto

Contar/impulsar **un marco normativo** para facilitar la implementación de tecnologías limpias:

- **Política de cero y bajas emisiones**. (Ejemplo Bogotá - Desde el 2025 la flota del componente troncal debe ser 100% eléctrica y para el 2036 todo el componente zonal).
- Plan de **acción climática.**
- **Acuerdos distritales** para impulsar la migración de flota (Ejemplo Bogotá - Acuerdo del Concejo 781 de Acción Climática)
- Leyes, decretos, resoluciones Nacionales (**Ley 1964 de 2019)**
- Generar c**onfianza en la tecnología**, a través de pruebas piloto en la ciudad y **garantía de Fabricante**s (**chasís** y suministro de **repuestos**).
- La ciudad debe contar con una **garantía de pago** para ofrecer seguridad a financiadores.

01. Preparación del proyecto

Capacitación

- Formación impartida por expertos nacionales e internacionales
- Cursos de formación, seminarios, talleres,
- Intercambios con otras ciudades para conocer aciertos y desaciertos
- Identificar posibles brechas que están o pueden estar impidiendo la realización del proyecto

Caso de estudio:
Lecciones aprendidas en la planeación del proyecto de buses eléctricos

Eduardo González

Gerente General de Gran Américas

Ingeniero de Diseño y Automatización Electrónica de la Universidad de la Salle, MBA con énfasis en finanzas de la universidad de los Andes y Magíster en planeación y economía del transporte de la Universidad Pablo de Olavide en España.

22 años de experiencia en el sector de transporte en empresas privadas y públicas a nivel nacional y multinacionales, en sus Juntas Directivas, Gerencia General, operaciones y tecnología, en los procesos de planeación estratégica y financiera, gestión de proyectos, operaciones, presupuesto y TIC.

Trabajo de inmersión: Paso 1 y 2

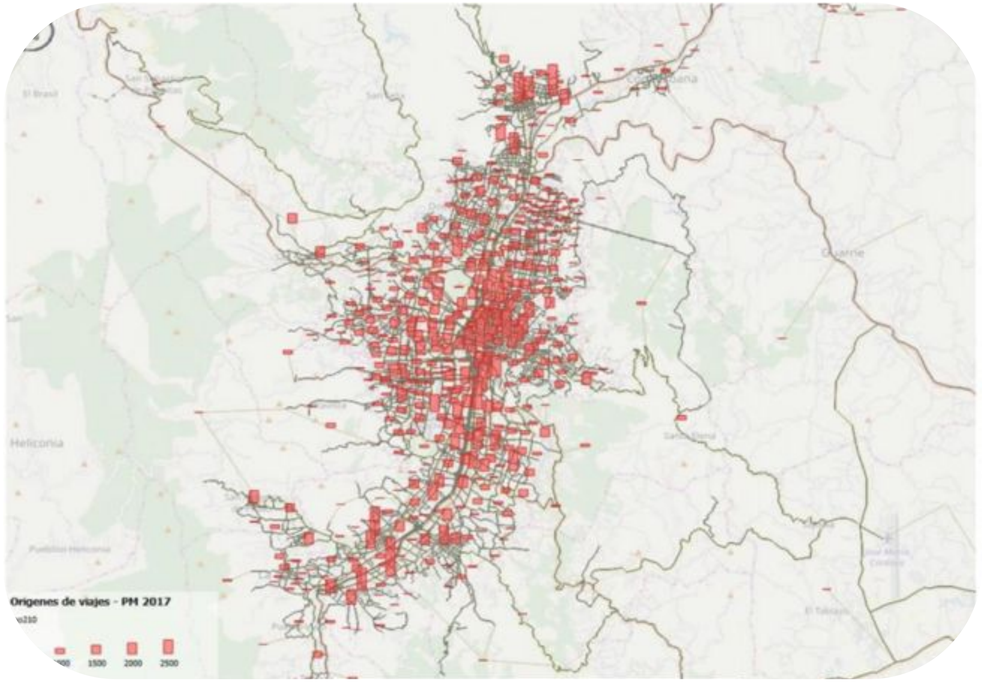
Juan Esteban Martinez

Consultor de ICLEI América del Sur

Apoyan:
Eduardo Gonzaléz, Gran Américas

Paso 1: Preparación del proyecto

Paso 2: Diseño operacional

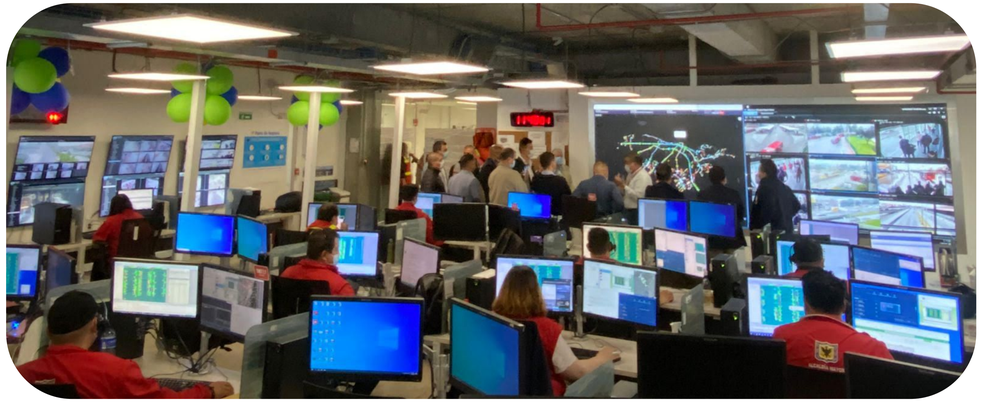


02.

Diseño Operacional

Definición de los criterios técnicos.

02. Diseño Operacional



Definición de configuración del sistema: **tronco-alimentada o servicios directos**.

Definición de la **capacidad** estimada del sistema y velocidad.

Diseño de **intersecciones,** sistemas control, ubicación de paraderos, semaforización

Definición de estándares de **servicio al usuario**: señalización, iluminación, seguridad, sistema de carga, puntos de recarga

02. Diseño Operacional

El Diseño Operacional debe:

- Ser flexible, para modificar las rutas según las necesidades del servicio.
- Agrupar rutas en Unidades Funcionales de máximo 200-300 vehículos.
- Contemplar la autonomía de los buses en la definición de trazados – se sugieren rutas cortas/alimentadoras.
- Contemplar puntos de inicio de ruta en los patios para minimizar kilómetros en vacío.
- Evaluar las condiciones geométricas de las vías al momento de escoger la tipología de flota.
- Considerar un plan de entrada gradual de la operación para evitar afectaciones a los usuarios.

03.

Diseño Físico
Diseño tecnológico

Definición de infraestructura.

03. Diseño Físico

Tecnología de Flota
Definición de tecnología del vehículo implica diferentes requerimientos para operación. Dimensiones, diseño interior

Requerimientos de Infraestructura
Depende directamente de las características operacionales y de servicio al cliente. (Estaciones, carriles, patios)

Sistema ITS
Definición del Sistema de Transporte Inteligente (ITS) para control y seguimiento de operación.

03. Diseño Físico

03. Diseño Físico

Patio e Infraestructura de Recarga eléctrica

- Evaluar existencia de **marco normativo para viabilizar** patios (Bogotá – Decreto 394 del 2019).
- Adelantar revisión **predial** dada poca disponibilidad de inmuebles con áreas extensas.
- Predios deben contar con **concepto técnico favorable de entidades** competentes (SDP, IDIGER, ICANH, IDU, ERU, Aeronáutica, SDA, SDM, Operador de red, Acueducto)
- Evaluar **viabilidad de la conexión de predios** (futuros patios) a las redes eléctricas – gestión con Operador de Red).
- Implementar **pavimento rígido** en patios, mayor efectividad.
- Área requerida por bus: **130-140** m^2.

Sistema ITS

- Estructurar **contratos flexib**les que permitan **renovar tecnología abordo** y modificar datos capturados.
- Establecer uso irrestricto de datos generados por flota.

Tecnología de flota

- Requerir **sensores de peso y contadores de pasajeros**.
- Requerir **Sistema de Entretenimiento** a Bordo, WIFI, Puertos USB.
- Requerir cámaras de seguridad y de conductor.

04.

Integración

Definición de la integración del nuevo sistema.

04. Integración

Intermodalidad

Integración física/tarifaria con otros modos de transporte:

Bicicletas Públicas - Ciclo Parqueaderos – Taxis - Buses convencionales - Metro BRT - Cables

Caso de estudio:
Ruta Piloto de Distrito Futuro Medellín

Katherine Liney Palacio Pino

Coordinadora Técnica Zona Urbana de Aire Protegido | Medellín

Ingeniera Civil de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Mágister en Ingeniería-Infraestructura y Sistemas de transporte de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Consultora en Movilidad, cuenta con formación académica en investigación y más de 6 años de experiencia en formulación y gestión de proyectos de movilidad con enfoque de género y visión de cambio climático. Desarrolló la planificación e implementación de la primera zona de bajas emisiones de Colombia, Zona Urbana de Aire Protegido de Medellín - ZUAP. Ha participado en el seguimiento y formulación de proyectos de transporte público metropolitano.

Trabajo de inmersión: Paso 2, 3 y 4

Juan Esteban Martinez

Consultor de ICLEI América del Sur

Apoyan:
Eduardo Gonzaléz, Gran Américas
Katherine Liney, Medellín

Paso 2: Diseño Operacional

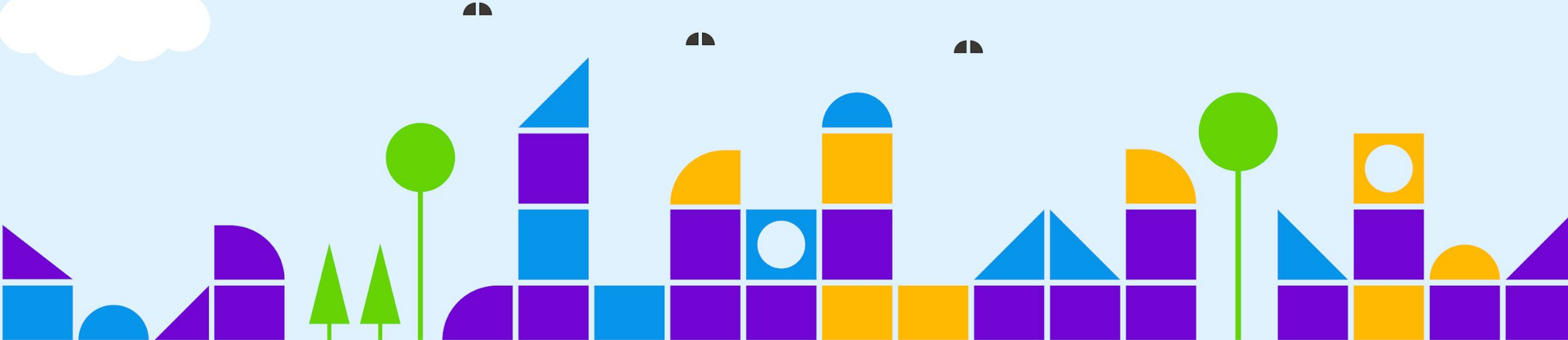
Paso 3: Diseño físico

Paso 4: Integración

CONVERSÁPOLIS

Sesione: Buses eléctricos

TUMI E-Bus Mission City Network



Agenda del día - 23/02

Hora	Actividad
8:00 - 8:30	*Presentación*: - Paso 5: Estructuración financiera - Paso 6: Implementación - Paso 7: Evaluación
8:30 - 8:45	Mecanismos financieros
8:45 - 9:00	Retos y soluciones en la implementación, monitoreo y evaluación
09:00- 10:00	Taller paso 5, 6 y 7
10:00- 10:30	*CAFÉ*
10:30 - 12:30	Discusiones y conclusiones de la Planeación integral
12:30- 14:00	*ALMUERZO*
14:00 - 14:30	Dialogando con expertos
14:30 - 15:30	Transmilenio
15:30 - 16:00	Expert Clinics : Espacio charlas con expertos
16:00 - 17:00	Plenaria de cierre talleres ELEVATOR PITCH

05.

Estructuración Financiera

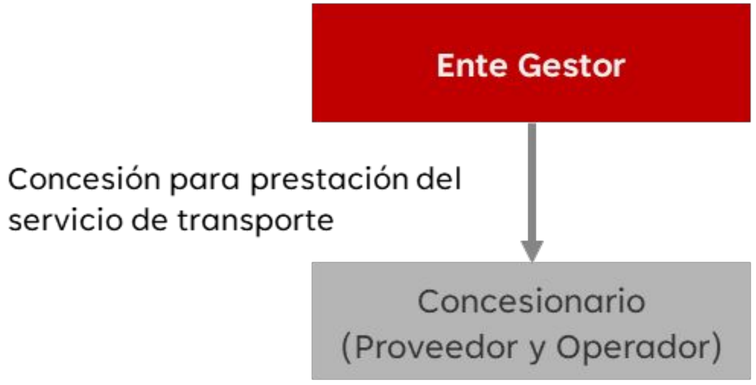
Definición del modelo de negocio.

05. Estructura financiera

- Identificación de **modelos de negocio** más conveniente, se han identificado **varios modelos a nivel internacional**, donde los riesgos se asignan a diferentes actores.
- **Financiación** puede provenir de: Banca Internacional, Banca Multilateral, Fondos de Capital Privados y Autofinanciación de ciudades.

05. Estructura financiera

MODELO	FLOTA	PROVISIÓN FLOTA	O&M FLOTA	SUPERVISIÓN Y CONTROL	RESPALDO FINANCIERO	ESQUEMA REMUNERACIÓN
Integrado verticalmente	Mayor a 100	Privado vía concesión	Privado vía concesión	Público define rutas, servicios y flota en licitación/concesión	Fiducia pública (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa kilómetro y/o pasajero

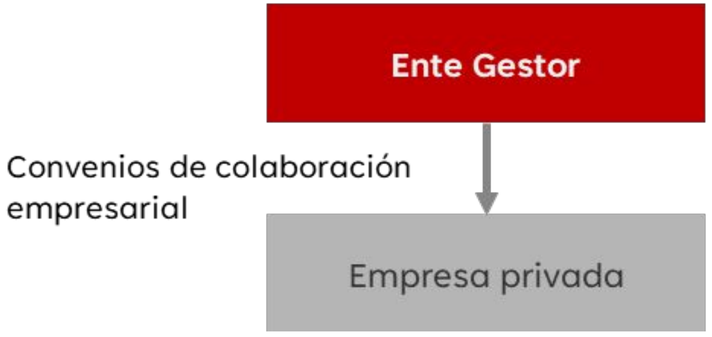


05. Estructura financiera

MODELO	FLOTA	PROVISIÓN FLOTA	O&M FLOTA	SUPERVISIÓN Y CONTROL	RESPALDO FINANCIERO	ESQUEMA REMUNERACIÓN
Integrado verticalmente	Mayor a 100	Privado vía concesión	Privado vía concesión	Público define rutas, servicios y flota en licitación/concesión	Fiducia pública (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa kilómetro y/o pasajero
Responsabilidad dividida	Mayor a 100	Privado o público vía concesión	Privado vía concesión o público vía contrato interadministrativo	Público define rutas, servicios y flota en licitación/concesión	Fiducia pública (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa kilómetro, pasajero, vehículo disponible e infraestructura

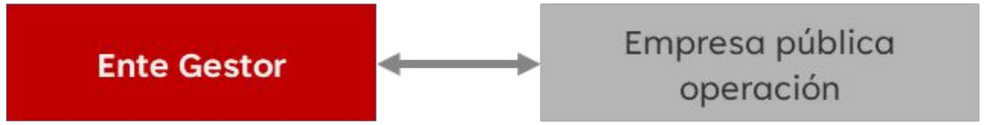
05. Estructura financiera

MODELO	FLOTA	PROVISIÓN FLOTA	O&M FLOTA	SUPERVISIÓN Y CONTROL	RESPALDO FINANCIERO	ESQUEMA REMUNERACIÓN
Integrado verticalmente	Mayor a 100	Privado vía concesión	Privado vía concesión	Público define rutas, servicios y flota en licitación/concesión	Fiducia pública (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa kilómetro y/o pasajero
Responsabilidad dividida	Mayor a 100	Privado o público vía concesión	Privado vía concesión o público vía contrato interadministrativo	Público define rutas, servicios y flota en licitación/concesión	Fiducia pública (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa kilómetro, pasajero, vehículo disponible e infraestructura
Empresa privada formal servicio tradicional	Entre 50-100	Privado	Privado	Público define rutas y tarifa vía concesión o permisos de operación	Otras garantías o a veces presupuesto Ciudad	Tarifa pasajero



05. Estructura financiera

MODELO	FLOTA	PROVISIÓN FLOTA	O&M FLOTA	SUPERVISIÓN Y CONTROL	RESPALDO FINANCIERO	ESQUEMA REMUNERACIÓN
Integrado verticalmente	Mayor a 100	Privado vía concesión	Privado vía concesión	Público define rutas, servicios y flota en licitación/concesión	Fiducia pública (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa kilómetro y/o pasajero
Responsabilidad dividida	Mayor a 100	Privado o público vía concesión	Privado vía concesión o público vía contrato interadministrativo	Público define rutas, servicios y flota en licitación/concesión	Fiducia pública (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa kilómetro, pasajero, vehículo disponible e infraestructura
Empresa privada formal servicio tradicional	Entre 50-100	Privado	Privado	Público define rutas y tarifa vía concesión o permisos de operación	Otras garantías o a veces presupuesto Ciudad	Tarifa pasajero
Dirigido por Público	Entre 50-100	Público	Público	Público	Fiducia pública. (Recaudo Pasajeros + Respaldo Ciudad)	Tarifa pasajero o kilómetro



05. Estructura financiera

Recomendaciones financieras identificadas:

- Contar con modelos de negocios que permitan la bancabilidad de los proyectos (En Bogotá funciona Modelo Responsabilidad Dividida).
- Existencia de **Fondo de Estabilización Tarifario (FET)** fundamental para transición a la movilidad eléctrica, generando confianza a financiadores. **(Decreto 383 de 2019)**
- Contar con estructuras tarifarias en que tarifas coincidan con los costos remunerados. **Tarifas equilibradas:** pasajeros, kilómetros y vehículos disponibles.
- **Participación crítica** durante proceso de licitación: banca o fondos de inversión para acreditar financiación y de aseguradoras para expedición de garantías.

06.

Implementación

Implementación, poner en servicio

06. Implementación

Proceso de contratación

Definición del proceso de contratación según el marco legal. (Licitación pública, contratación directa, etc)

Supervisión

Proceso de supervisión y seguimiento a la prestación del servicio. (En cabeza del Público)

06. Implementación

Recomendaciones identificadas proceso de contratación:

- **Organizar roadshow** del proyecto con participación de **principales stakeholders**: fabricantes, aseguradoras, financiadores, proveedores de energía y operadores de transporte. (industria del transporte)
- **Adelantar cooperación** con agencias gubernamentales para atraer inversión extranjera. Ejemplo: Procolombia, Invest in Bogotá.
- **Implementar mesas de trabajo** con principales stakeholders para contar con retroalimentación de las partes (previo al proceso de licitación).
- Antes de lanzar el proceso se debe tener **claridad absoluta** sobre las n**ecesidades de flota** identificadas en Diseño Operacional (**debe ser de referencia** para permitir flexibilidad en cambio de rutas).
- Otorgar i**ncentivos en puntaje a proponentes** que:
- Acrediten **Industria Nacional** - para buses carrozados en Colombia.
- Propongan **buses cero emisiones.**
- **Estructurar matriz de riesgos** que los identifique y asigne a la parte idónea para manejarlos, así como los mecanismo de mitigación. Ejemplo. Evasión y demanda de pasajeros en cabeza del privado.

07.

Evaluación

Evaluación, medición

07. Evaluación

Evalaución y plan de monitoreo
Cuantificación de impactos económicos, ambientales y sociales).

En un tiempo determinado, medir si se logró el resultado de:

- Reducción de emisiones: escenarios y proyecciones de Cambio Climático.
- Reducción de contaminantes criterio perjudiciales para la salud
- Reducción del ruido
- Reducción de accidentalidad
- Mejora en los tiempos de viaje
- Mejora en la calidad de la prestación del servicio
- Ahorros en los costos operacionales

Caso de estudio:
Mecanismos financieros

Pedro Bastos

TUMI E-Bus Mission Manager in Latin America
C40 Cities

Pedro Bastos trabaja para C40 como director de la iniciativa TUMI en la región LATAM, con ciudades de Brasil, México y Colombia. Trabajó para el Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo (ITDP) como analista de transporte público en Brasil.

Licenciado en Administración Pública y Máster en Planificación Urbana por la UFRJ. Actualmente cursa un doctorado en Planificación Urbana en la misma universidad, investigando acuerdos políticos innovadores para sistemas de transporte público con bajas emisiones de carbono en ciudades brasileñas.

Caso de estudio:

Retos y soluciones en la implementación, monitoreo y evaluación

Fernando Isaza

Gerente | Transmetro de Barranquilla

Ingeniero Industrial de la Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia; especialista en Administración Financiera.

Tiene experiencia en el área comercial y en el sector público. Se ha desempeñado como Secretario de Transito y seguridad Vial del Distrito de Barranquilla y como Socio –Fundador – Presidente de LATEX DE COLOMBIA S.A.S.- Partytex.

Trabajo de inmersión: Paso 5, 6 y 7

Juan Esteban Martinez

Consultor de ICLEI América del Sur

Apoyan:
Pedro Bastos, C40
Fernando Isaza, Transmetro

Paso 5: Estruturación Financiera

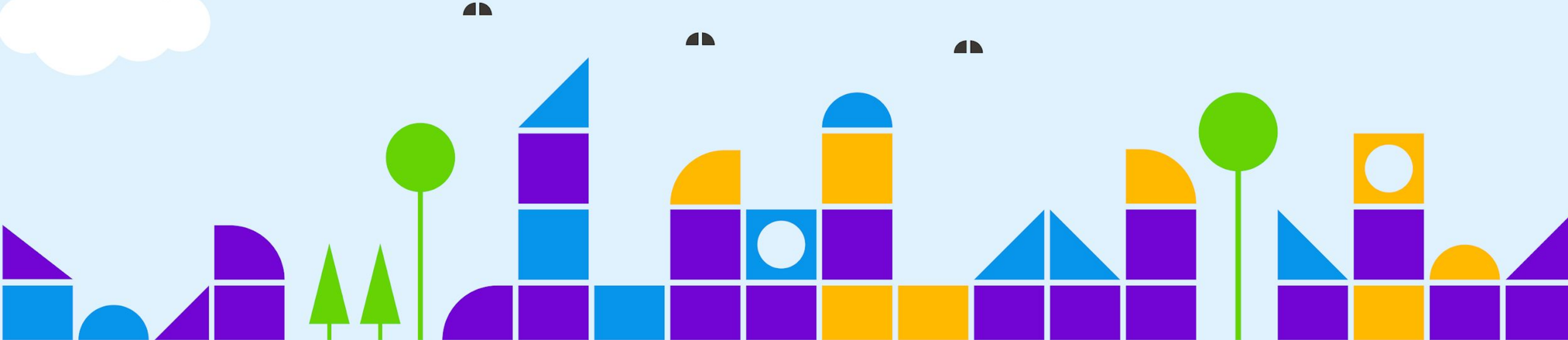
Paso 6: Evaluación

Paso 7: Implementación

CONVERSÁPOLIS

Sesión: Buses eléctricos

TUMI E-Bus Mission City Network



Caso de estudio: Transmilenio

Edna del Pilar Rodríguez Alemán

Profesional especializado de estudios del sistema de transporte de la Subgerencia técnica y de servicios de TRANSMILENIO S.A.

Ingeniera civil de la Universidad Nacional, especialista en diseño de vías tránsito y transporte, Project Management Professional PMP®
Con 21 años de experiencia en proyectos de tránsito y transporte, como gerente de proyectos en consultoría en estudios de transporte en Centro y Suramérica, asesora en tránsito y transporte para el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en Bogotá D.C. y trabaja en TRANSMILENIO S.A. desde el año 2013, participando en la planeación, implementación y seguimiento del Sistema Integrado de Transporte Público. Así como en los siguientes proyectos específicos.

- Renegociación de los contratos zonales de la Fase III.
- Estructuración de la licitación para la operación del TransMiCable.
- Estructuración de la licitación e implementación
  - Renovación de la flota troncal de las fases I y II
  - Unidades Funcionales Etapas 1 y 3 (100% eléctrica) y Etapa 2 (todas las tecnologías)

Discusiones y conclusiones de la Planeación integral

Agenda del día - 24/02

Hora	Actividad
5:00 - 11:00	Visita técnica en La Rolita
11:00 - 12:00	- Principales lecciones aprendidas - Conclusiones - Cierre

GRACIAS!
Felíz viaje de regreso

Presentación

Nuestra Energía
Movilizar tus Sueños

Título

GRAN AMÉRICAS
FONTIBÓN 1

LECCIONES APRENDIDAS

- Mapa de actores
- Energía
- Infraestructura
- Capacitación
- Estructuras de Costos

MAPA DE ACTORES

PROVEDOR DE ENERGIA

FABRICANTE DE BUSES Y/O PROVEDOR DE FLOTA

OPERADOR (GAF)

INFRAESTRUCTURA

RA TARIFARIA DE ENERGIA

GENERACION + COMERCIALIACIO

TRANSPORTE

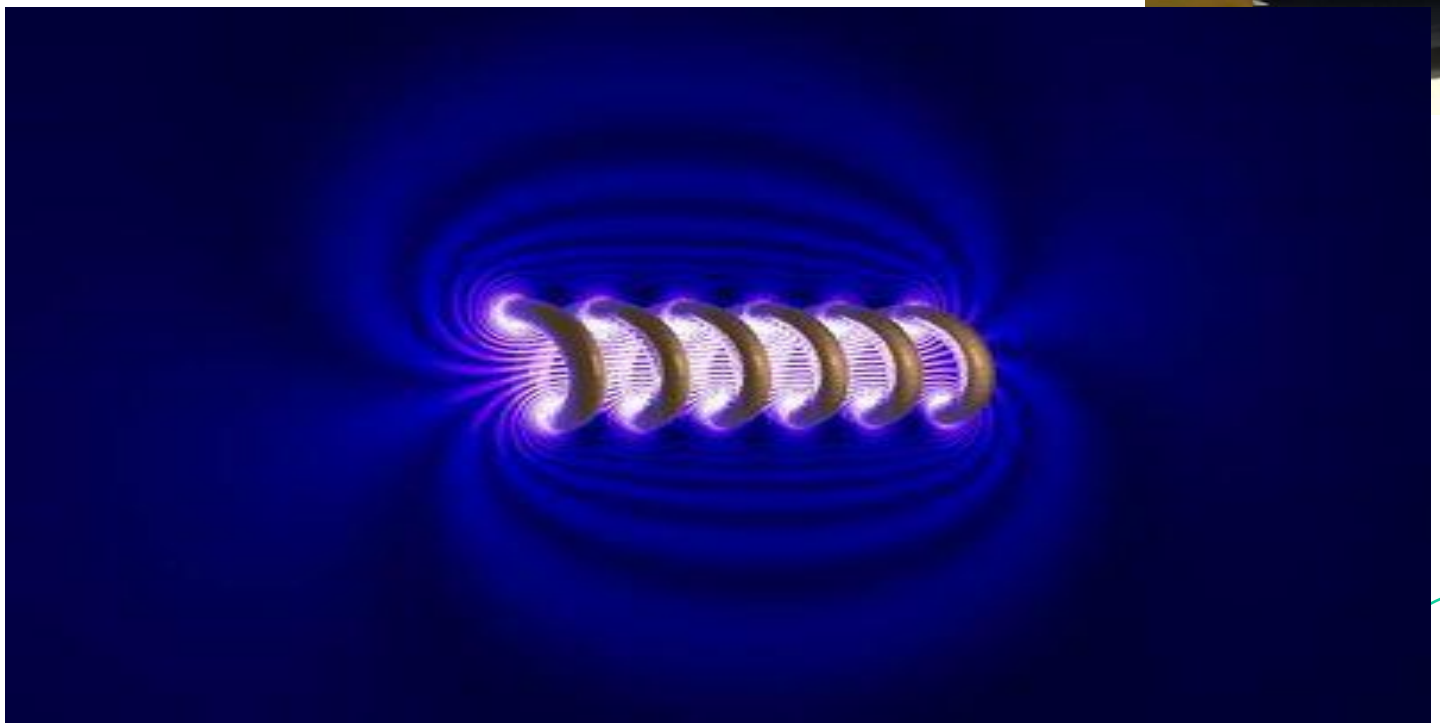
DISTRIBUCION

PERDIDAS Y OTROS

NO REGULADO

REGULADO

INFRAESTRUCTURA CONSUMO Y ENERGIA REACTIVA



ESTRUCTURA DE COSTOS

CAPEX

OPEX

- Mano de obra
- Energía
- Mantenimiento
- llantas

Síguenos en nuestras redes sociales

Gran Américas Fontibón 1

@GAFontibon

@GAFontibon

Gran Américas Fontibón 1

Gran Américas Fontibón 1

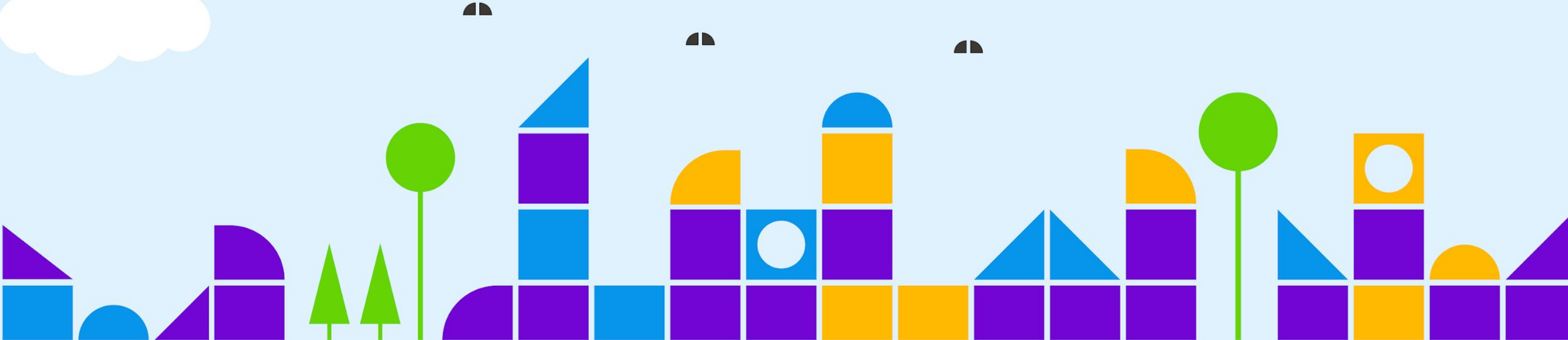
CONVERSÁPOLIS

Recuperación Verde Incluyente en Ciudades

CONVERSÁPOLIS

Ruta Piloto Distrito Futuro

Secretaría de Movilidad de Medellín



01. **Plan de desarrollo 2020 - 2023 Medellín Futuro**
Buses eléctricos en el Distrito F

02. **Zona de estudio**
Polígono del Distrito Futuro

03. **Retos**
Modelo Técnico-Financiero-Legal

04. **Situación actual**
Avances Ruta Piloto

Plan de desarrollo 2020 - 2023
Medellín Futuro

Plan de desarrollo 2020 - 2023 Medellín Futuro

REACTIVACIÓN ECONÓMICA Y VALLE DEL SOFTWARE

TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA Y CULTURAL

ECOCIUDAD

MEDELLÍN ME CUIDA

GOBERNANZA Y GOBERNABILIDAD

Componente 4.1: Movilidad Sostenible e Inteligente

{Movilidad Sostenible e Inteligente · Visión Cero · Somos ejemplo · Tecnología · Enfoque de Genero}

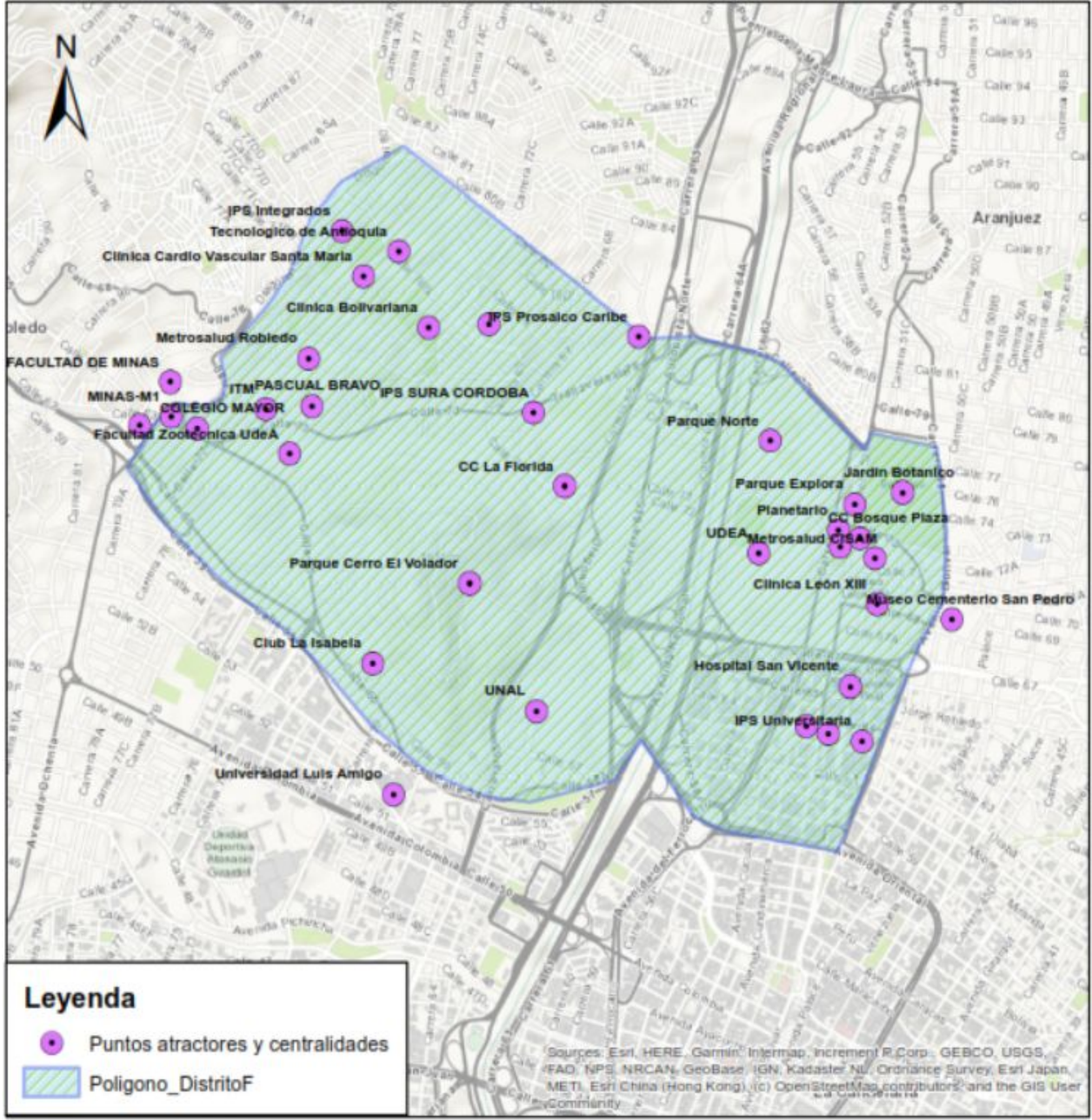
PROGRAMA 1	PROGRAMA 2	PROGRAMA 3	PROGRAMA 4	PROGRAMA 5
Movilidad con tecnologías más limpias y nuevas tendencias	Movilidad segura e inteligente con innovación y tecnología	Infraestructura para la movilidad sostenible	Medellín caminable y pedaleable	Transformación cultural para la movilidad sostenible y segura

ZONA DE ESTUDIO

Zona de estudio

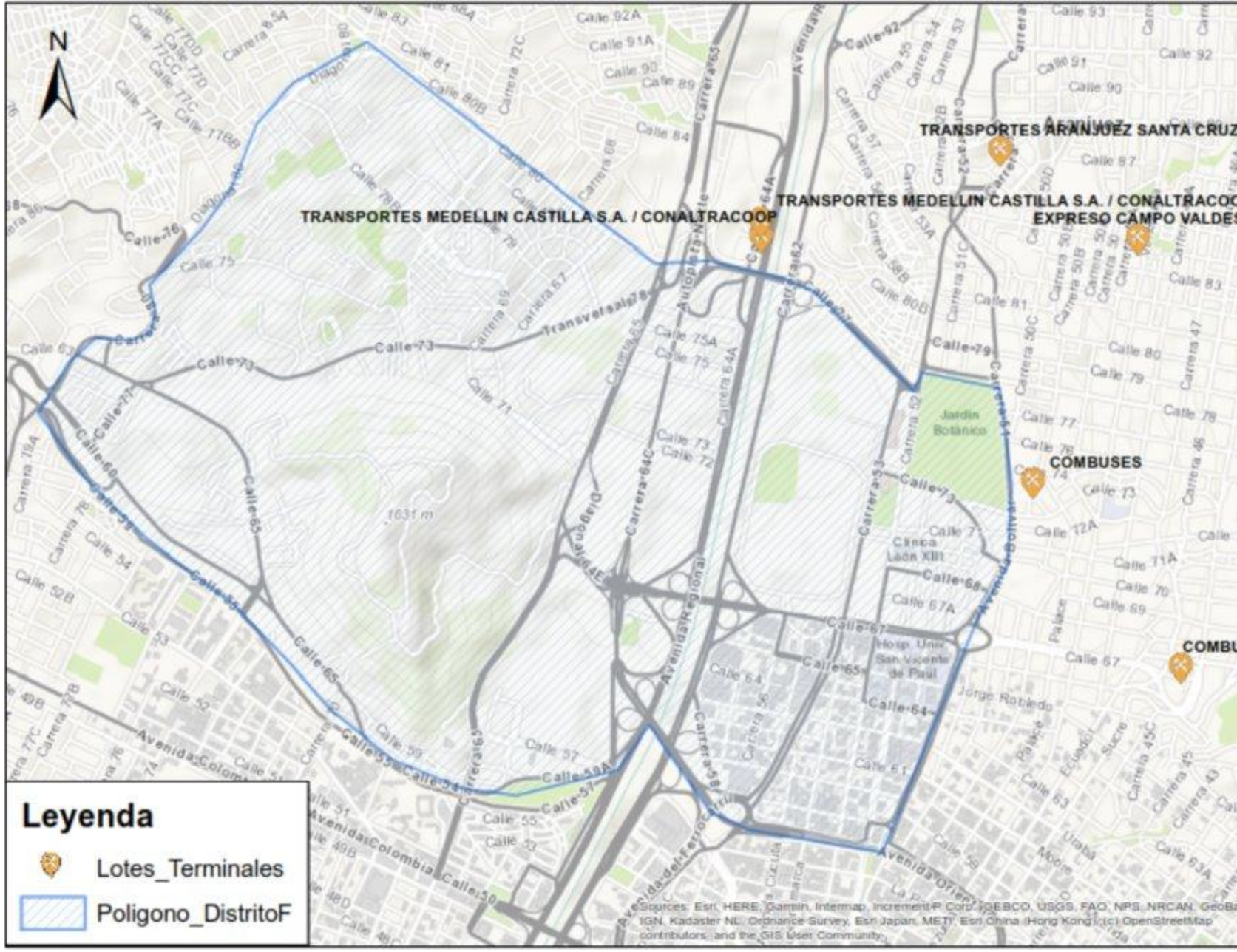
Beneficios

- Alrededor de 17 instituciones de educación beneficiadas.
- 3000 ascensos y 4.000 descensos de pasajeros por día
- Origen de 223.000 viajes y destino de 224.000 aproximadamente
- Predominan estratos 3 (40%) y estrato 2 (25%) en su población.
- El grado de escolaridad de su población es en su mayoría bachillerato (31%) y universitario (26%).
- La demanda de viajes es mayoritariamente de estudiantes (33%), trabajadores dependientes (31%) y trabajadores independientes (14%)



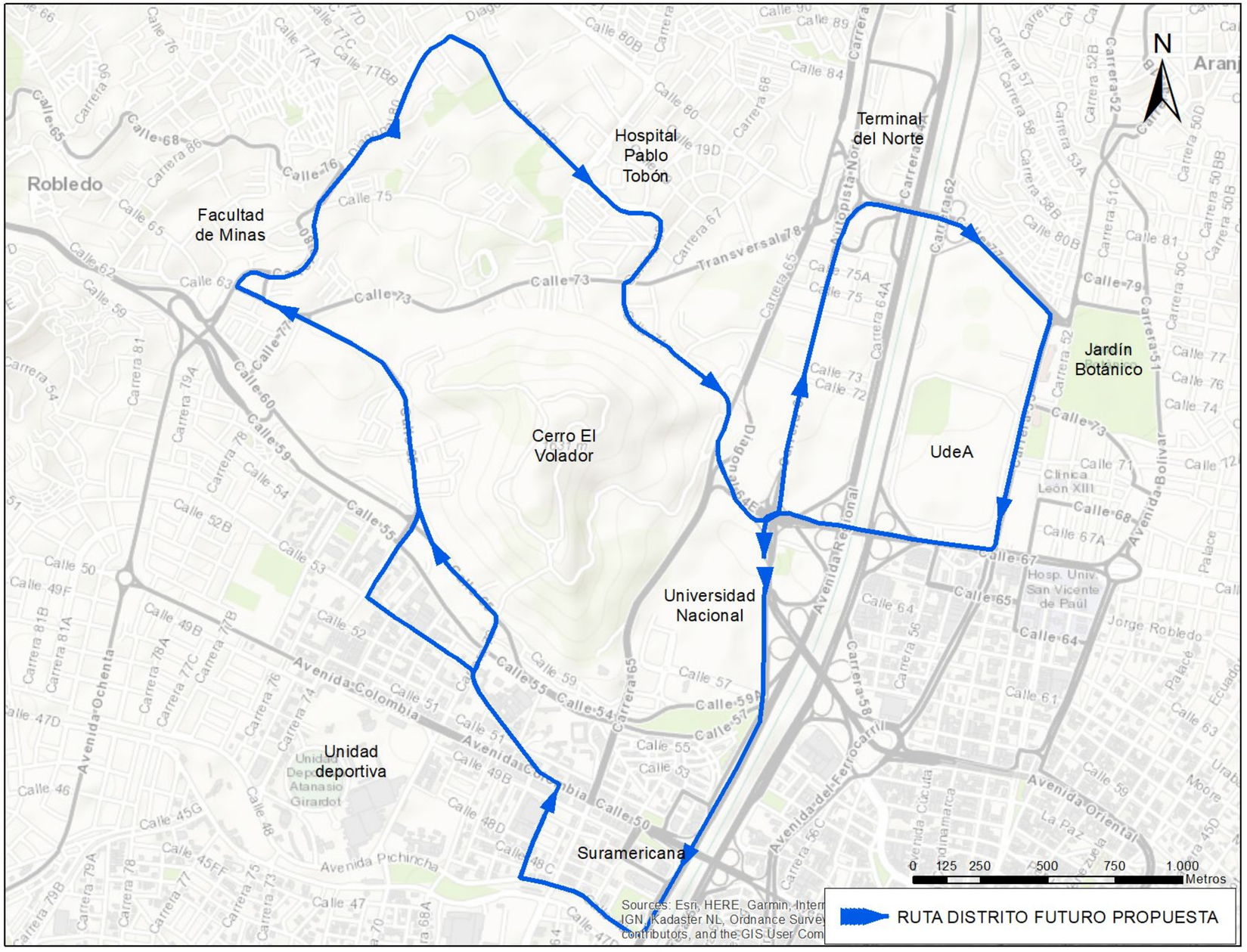
Zona de estudio

EMPRESA	ÁREA TOTAL M2	ESTUDIO FACTIBILIDAD ENERGÍA	VIABILIDAD DE OPERACIÓN POR MALLA VIAL (ACCESIBILIDAD)
COMBUSES	800		
TRANSPORTES ARANJUEZ SANTA CRUZ S.A.	3688	FACTIBLE HASTA 500kVA	VIABLE PARA BUSES 12 Y 8 MT
TRANSPORTES MEDELLIN CASTILLA S.A. / CONALTRACOOP	18772	FACTIBLE HASTA 500kVA	VIABLE PARA BUSES 12 Y 8 MT
TRANSPORTES MEDELLIN CASTILLA S.A. / CONALTRACOOP	2115	FACTIBLE HASTA 500kVA	VIABLE PARA BUSES 12 Y 8 MT



Zona de estudio

Nombre de la ruta	Distrito F
Kilómetros recorridos mes/vehículo (+ km muertos)	3948,08
Kilómetros recorridos día/vehículo (+ km muertos)	129,80
Numero de días trabajados mes	30,42
Numero de recorridos día/vehículo	10
Numero de pasajeros movilizados recorrido/vehículo	39
Numero de pasajeros movilizados día/vehículo	355
Numero de pasajeros movilizados mes/vehículo	10784
Longitud de ruta	12,98
Flota de Vehículos	11



Retos

Retos

TÉCNICOS	LEGALES	FINANCIEROS
• 38 empresas privadas que prestan el servicio de transporte público • 246 rutas de transporte (54 integradas, 192 urbanas y rurales a corregimientos) • Recopilación de información para estructuración definitiva	• Convenios de colaboración de las empresas • Entrega de vehículos por contrato de comodato de manera directa con las empresas • Condiciones de mantenimiento y reparación de los vehículos eléctricos, y la obligación de suscribir las pólizas de seguro todo riesgo. • Proceso licitatorio	• Beneficio económico de las empresas • Precio de la energía • Valor de la subestación de carga • Tarifa técnica • Integración con Metro de Medellín

SITUACIÓN ACTUAL

Situación Actual

1. Recorridos técnicos en buses eléctricos para definición de sitios de parada, condiciones de ingreso y salida a patios de recarga, situaciones particulares de infraestructura, radios de giro de los vehículos, integración con el sistema de transporte masivo, tiempos de viaje.

2. Reuniones técnicas y legales que permitan la unión de las empresas para su convenio de colaboración

3. Integración del Metro de Medellín como proveedor de tecnología para Gestión y Control de Flota, así como para recaudo electrónico.

4. Conversaciones con los proveedores de instalaciones eléctricas para la ejecución de las obras necesarias en los patios de recarga.

5. Metro ligero

Gracias

Alejandro Fernández Cadavid
+57 3155033418

Mejorando la circularidad de las Baterías de los Buses Eléctricos

Aspectos relevantes para compradores, operadores y responsables políticos

Bogotá | 22 Febrero 2023 | Viviana López Hernández

tumi

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Información Importante:

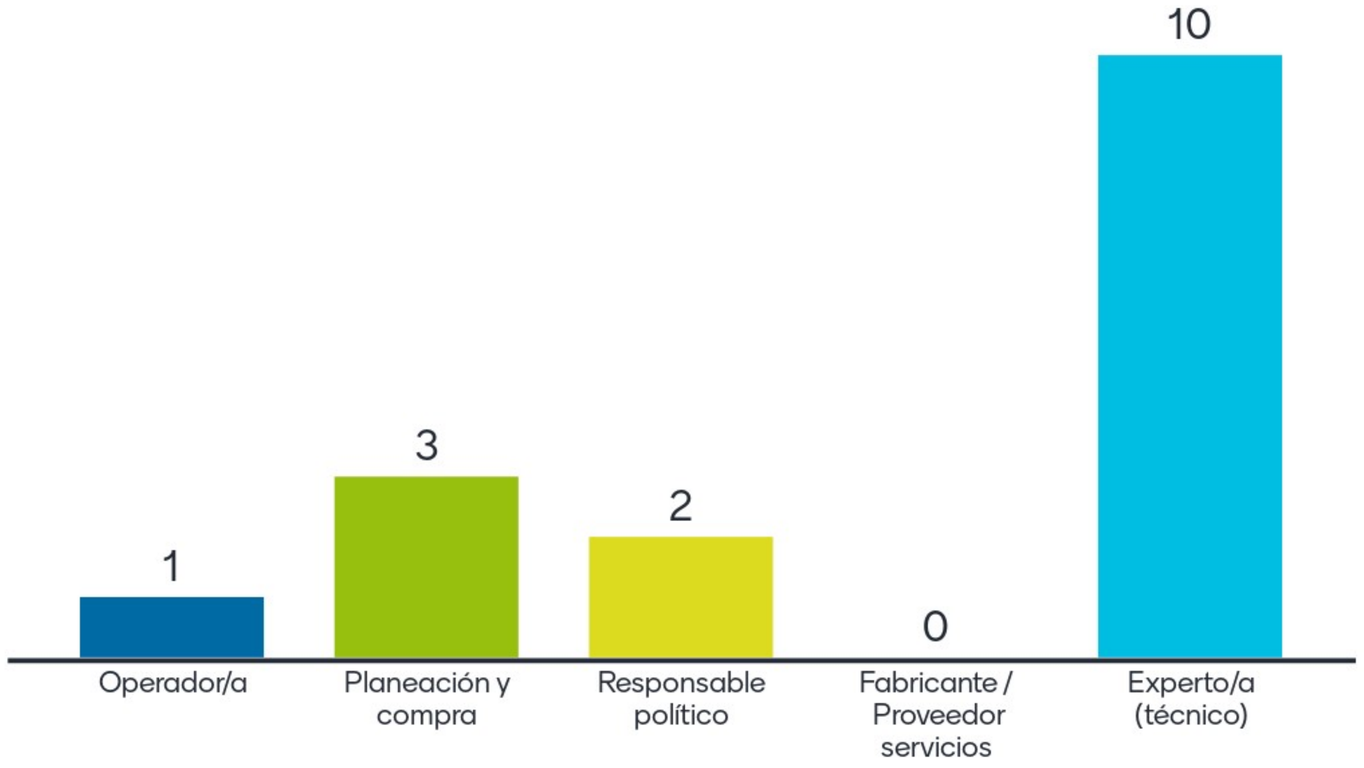
La información contenida a continuación resume los resultados preeliminares de un **catálogo de medidas para la inclusión de principios de economía circular en la planificación y adquisición de Buses Eléctricos**. Este fue desarrollado por el Oeko-Institut por encargo de la GIZ.

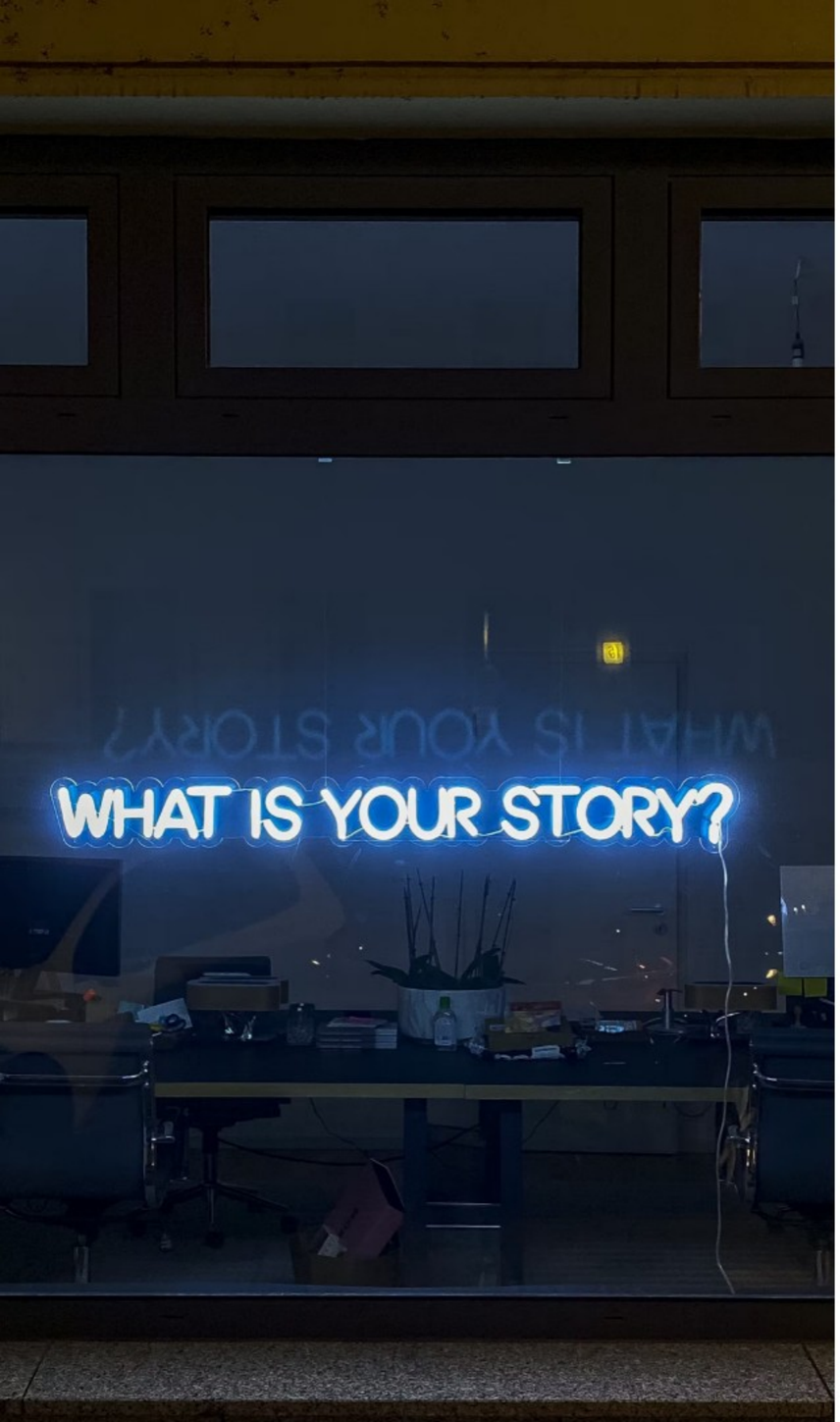
La versión final de este catálogo será publicada en Abril de 2023 tras integrar los ajustes sugeridos por expertos y actores interesados. Por este motivo, esta información está sujeta a cambios.

Nota: Los textos propuestos para su inclusión como criterios en licitaciones y términos de referencia no han sido revisados desde el punto de vista jurídico y las traducciones son solo indicativas.

De qué ciudad vengo?

Que tipo de actor soy o que función tengo?





Con qué motivación llego a este taller?

Öko-Institut e.V.

Para aprender y apoyar

Motivado y Eléctrico

Abierta al aprendizaje y nuevo conocimiento. Energía al 100

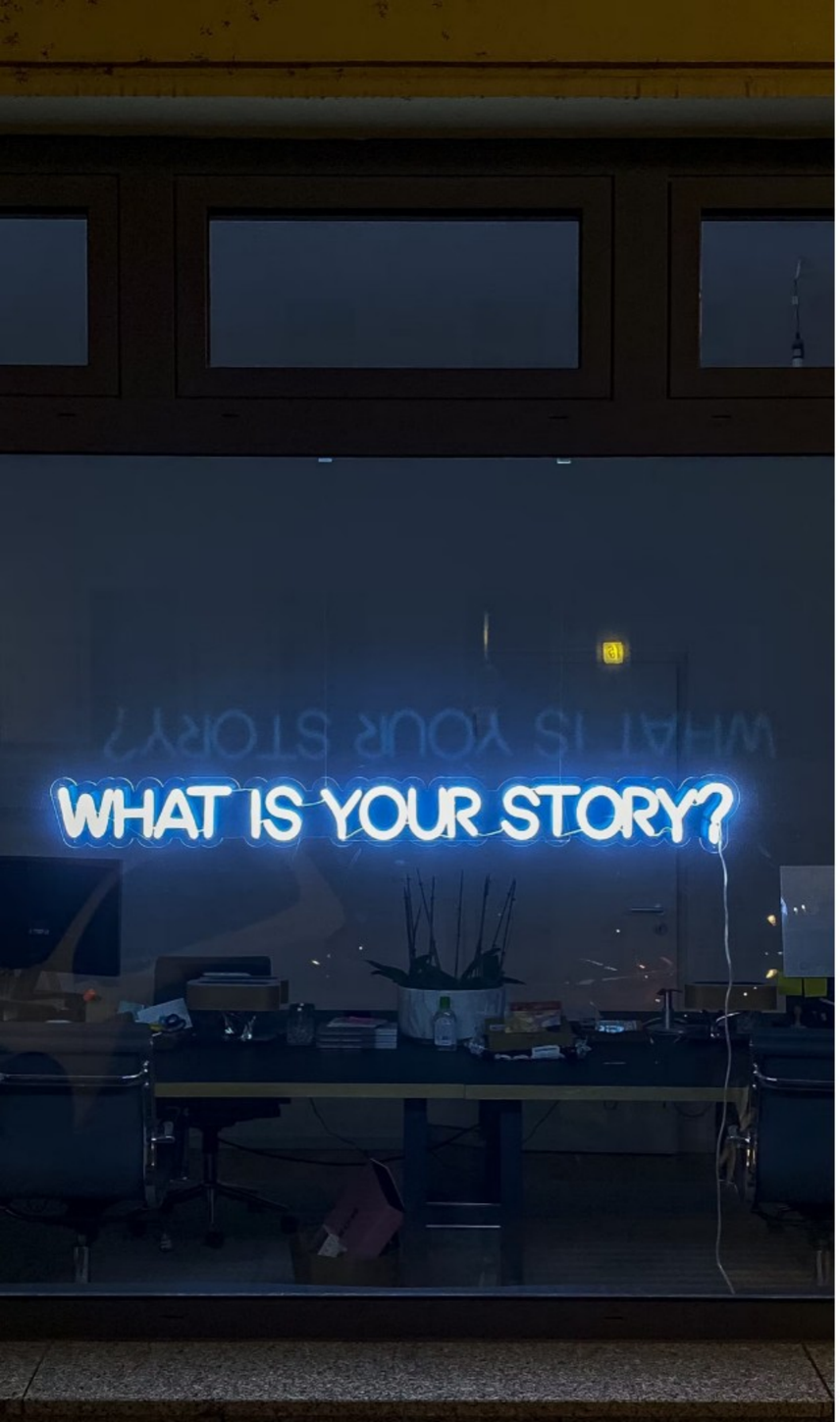
Aprender

Feliz. Con gusto de conocer colegas de otros países y compartir conocimiento

Nuevas respuestas

Lograr la Transición a Vehículos de Cero emisiones en Ciudades Intermedias

Aprender más y poder tener una retroalimentación contínua de conocimientos



Con qué motivación llego a este taller?

Öko-Institut e.V.

Aprender sobre estructuración de proyectos de electrificación

Curioso y ansioso por intercambiar conocimientos del progreso de ciudades en la region.

Aprender de mis colegas y de la experiencia de otras ciudades

Conocer cómo avanza la transición energética en movilidad eléctrica

Conocer mejor la demanda de las ciudades

Conocer las experiencias en la implementación de este proyecto

Aprender y comunicar

Con entusiasmo de aprender sobre modelo de transición de transporte público a tecnologías de

Asocio la Economía Circular con...

Öko-Institut e.V.

1

Reciclaje

3

Gestión de Residuos

8

Modelos de Reuso

6

Generación y conservación de valor

1

Ahorro de Recursos

0

Diseño que promueva la reparación

Contenido

1. E-buses & economía circular
2. Retos en la gestión al final de la vida útil
3. Aspectos económicos del reciclaje de baterías ion-litio
4. Medidas para mejorar la circularidad de los e-buses y sus baterías

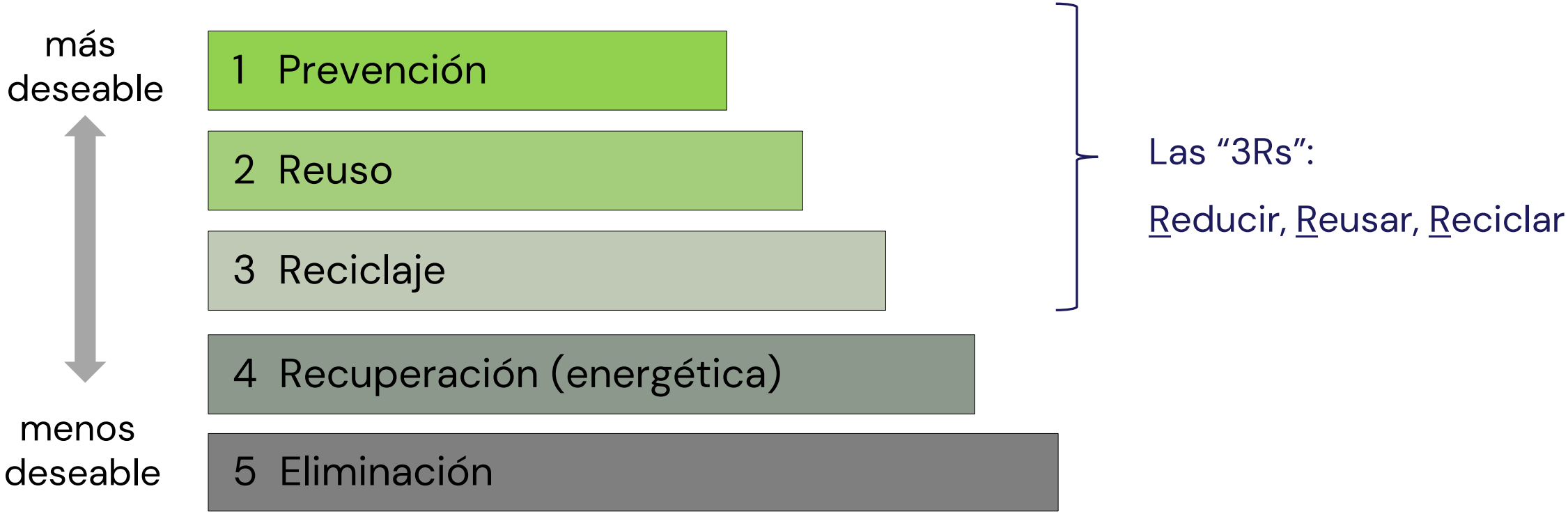
Capítulo 1

E-buses & economía circular

Una **economía circular** aspira a mantener el valor de los productos y materiales durante el mayor tiempo posible, minimizando el uso de recursos y la generación de residuos, y a mantener los recursos dentro de la economía una vez que los productos han llegado al final de su vida útil.

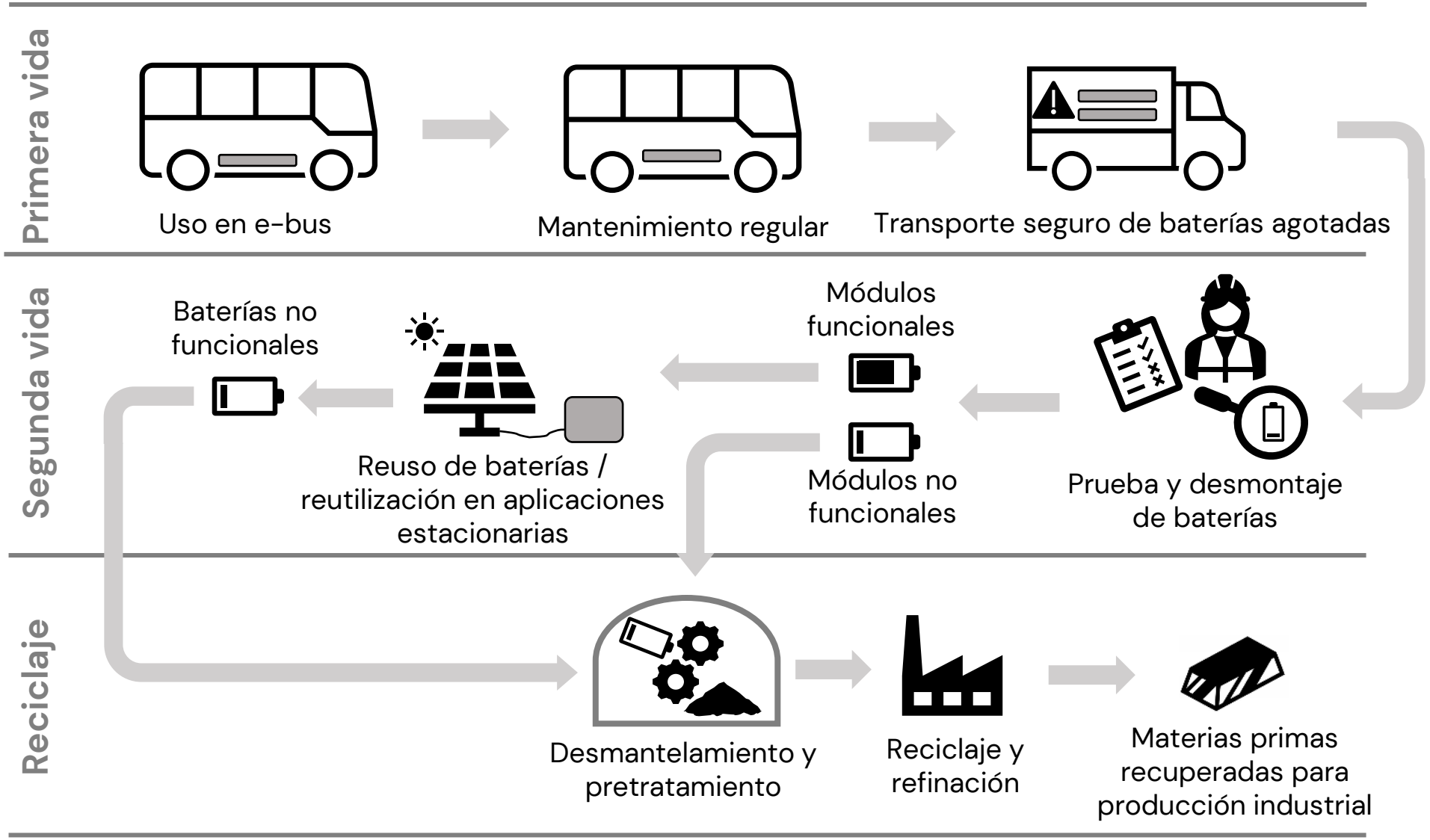
Adaptado de Comisión Europea (2015): Circular Economy Package: Questions & Answers.

Jerarquía de residuos en 5 pasos



Fuente: Oeko-Institut

Vía ideal para gestión de las baterías de los e-buses



Fuente: Oeko-Institut

Capítulo 2

Retos en la gestión al final de la vida útil

Retos al final de la vida útil de algunos componentes del autobús eléctrico

Neumáticos:
- Difíciles de reciclar
- A menudo se eliminan de forma incontrolada o se queman para recuperar la malla de acero

Cables:
- A menudo quemados a cielo abierto para recuperar el cobre

Componentes electrónicos:
- Contienen diversas sustancias peligrosas

Plásticos:
- Reciclaje a menudo difícil debido a los aditivos químicos u otras propiedades (por ejemplo, plástico recubierto)

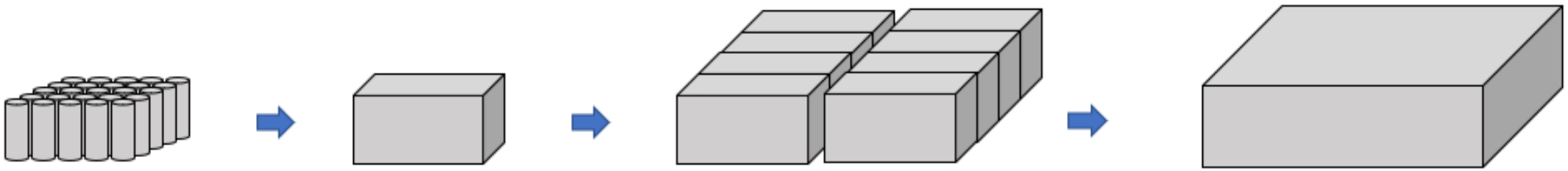
Refrigerantes:
- Algunos refrigerantes tienen un potencial de calentamiento global muy elevado
- Fugas durante el uso y el desmantelamiento

Fuente: Oeko-Institut

Retos al final de la vida útil de las baterías de los e-buses

1. **Sustancias peligrosas:** Todos los tipos de baterías de ion-litio contienen diversos componentes que pueden tener considerables efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente si no se gestionan adecuadamente.
2. **Materias primas incorporadas:** Las baterías de ion-litio contienen materias primas que se consideran fundamentales para el desarrollo económico y la expansión de las tecnologías de energía verde (litio, grafito, cobalto, níquel...).
3. **Riesgos de incendio:** Las baterías con carga residual pueden sobrecalentarse, incendiarse e incluso explotar tras sufrir daños ("fuga térmica"). Esto puede ocurrir días o semanas después de que se produce el daño.

Retos al final de la vida útil de las baterías de los e-buses



celdas de batería módulo varios módulos bloque

- El peso de las baterías de autobús eléctrico oscila entre 400 kg y 3200 kg por autobús
- Las baterías están formadas por un gran número de celdas.
- Si una célula se incendia, el fuego puede propagarse.

➡ No deben subestimarse los esfuerzos logísticos (transporte de las pilas usadas para su posterior tratamiento).

Requisitos de embalaje y transporte

Las baterías de ion-litio usadas deben embalarse en sistemas

- Termoaislantes
- Resistentes a las fugas
- Estables / a prueba de impactos
- Debidamente etiquetados

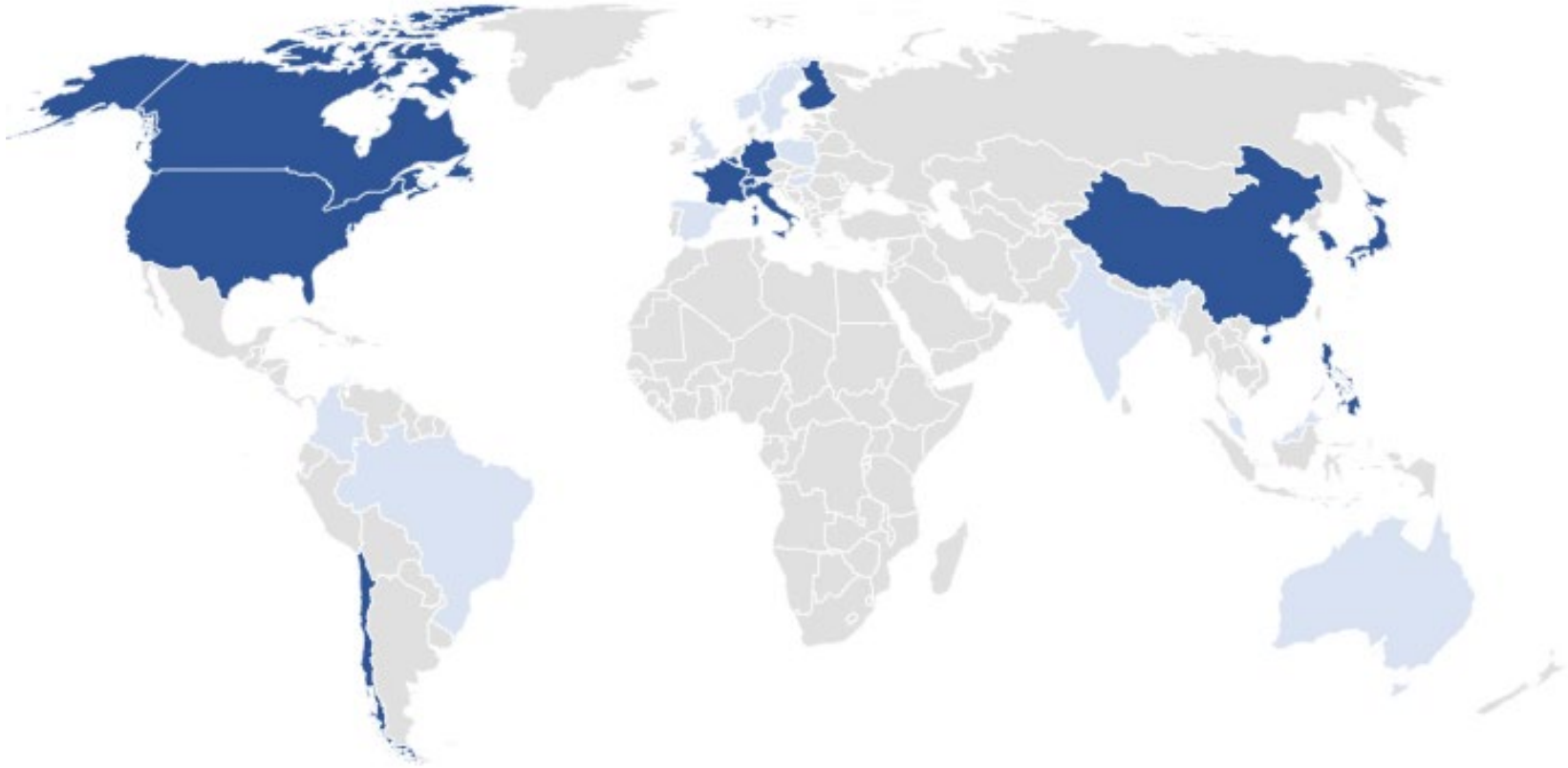
UN3480

Lithium Batteries for Recycling

- El embalaje y el transporte requieren conocimientos técnicos especiales y contenedores de transporte
- Cualquier movimiento a través de las fronteras internacionales requiere el cumplimiento del *Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación*.

  → elemento clave: procedimiento de consentimiento fundamentado previo

Capacidades de reciclaje de las baterías de ion-litio



Capacidad total de reciclaje

Capacidad parcial de reciclaje

Sin capacidad de reciclaje

- Muchos países no tienen infraestructura existente para tratar sus residuos de baterías de ion-litio
- En tales casos, se requieren envíos a otros países (de acuerdo con el Convenio de Basilea)

Capítulo 3

Aspectos económicos del reciclaje de baterías ion-litio

Economía del reciclado de baterías de ion-litio

Composición indicativa del material de una batería NMC de vehículo eléctrico

Elemento	Contenido	Aplicación
Aluminio	25.2 %	Caja de célula y módulo, colector de corriente catódica
Grafito	12.5 %	Material activo del ánodo
Co, Mn, Ni	13.6 %	Material activo catódico con Co (2.7%), Mn (2.7%), y Ni (8.2%)
Cobre	14.0 %	Cables, colector de corriente anódica
Litio	1.5 %	Material activo catódico, sal conductora
…	…	Plástico, sustancias orgánicas…

Fuente: Brückner et al. (2020): Industrial Recycling of Lithium-Ion Batteries – A Critical Review of Metallurgic Process Routes.

- Gran variedad de tamaños, diseños y subproductos
- Ningún material claramente dominante
- El Litio sólo se encuentra en pequeñas trazas
- Los recicladores se centran en recuperar cobalto, níquel y cobre

Economía del reciclado de baterías de ion-litio

Principales tipos de baterías de ion-litio utilizadas en e-buses

	NMC (Litio níquel manganeso cobalto)	LFP (Fosfato de litio-hierro)
Densidad energética	150-260 Wh/kg	90-180 Wh/kg
Materiales catódicos	Li, Ni, Mn, Co	Li, Fe, P
Contenido de Cu	~ 7 %	~ 7-8 %
Contenido de Co	~ 6 %	0 %
Contenido de Ni	~ 4 %	0 %
Tendencias	Uso en aplicaciones exigentes (alto kilometraje requerido)	Rápido crecimiento en el mercado (~5% in 2019, ~40% in 2022)
Costos indicativos de reciclaje (tasas de entrada)	~ 0 - 1650 €/t + cargos adicionales para baterías de mayor tamaño (~ 500 €/t)	~ 1000 - 2000 €/t + cargos adicionales para baterías de mayor tamaño (~ 500 €/t)

Fuentes: Weyhe & Yang (Accurec); Battery University 2021, Wunderlich-Pfeifer 2022, electrive.net 2022

Economía del reciclado de baterías de ion-litio

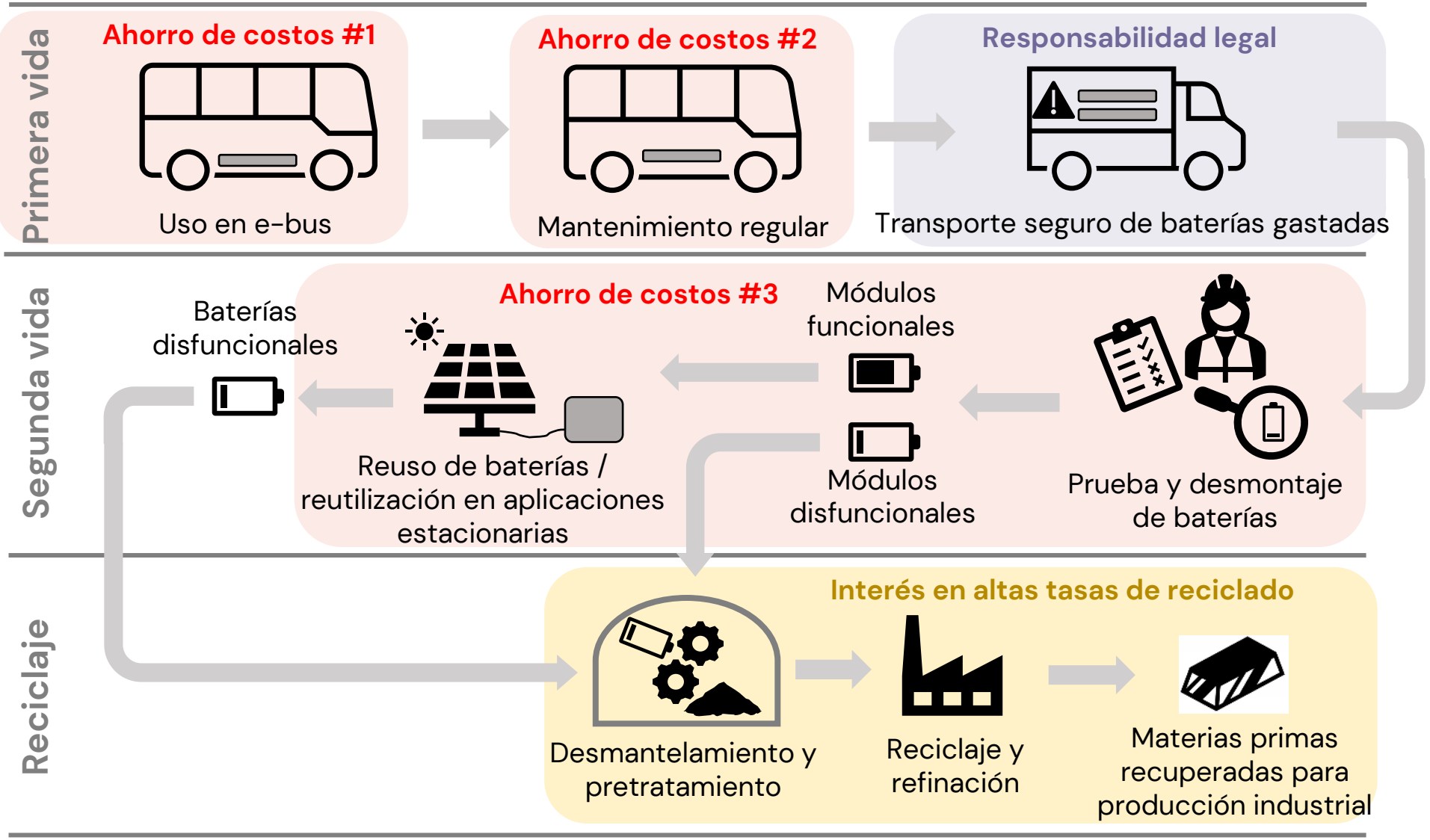
Conclusión provisional:

La gestión al final de la vida útil de los e-buses y las baterías puede conllevar considerables costos netos.

La buena noticia:

Con algunas medidas orientadas al futuro (economía circular), estos costos pueden reducirse significativamente y/o retenerse con los productores

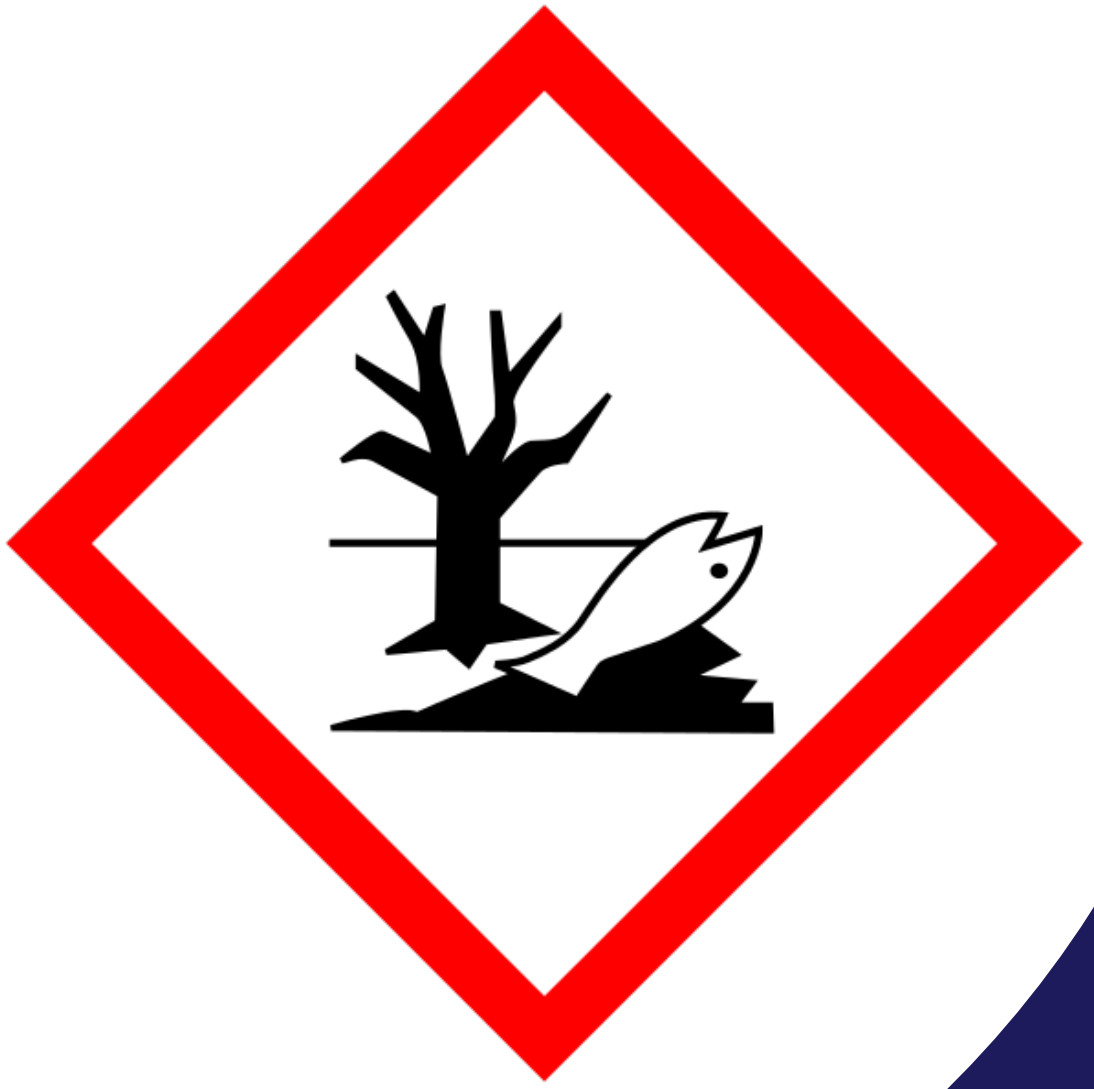
¿Todo en torno al medio ambiente...? ¿Y los costos?



Source: Oeko-Institut

Capítulo 4

Medidas para mejorar la circularidad de los e-buses y sus baterías

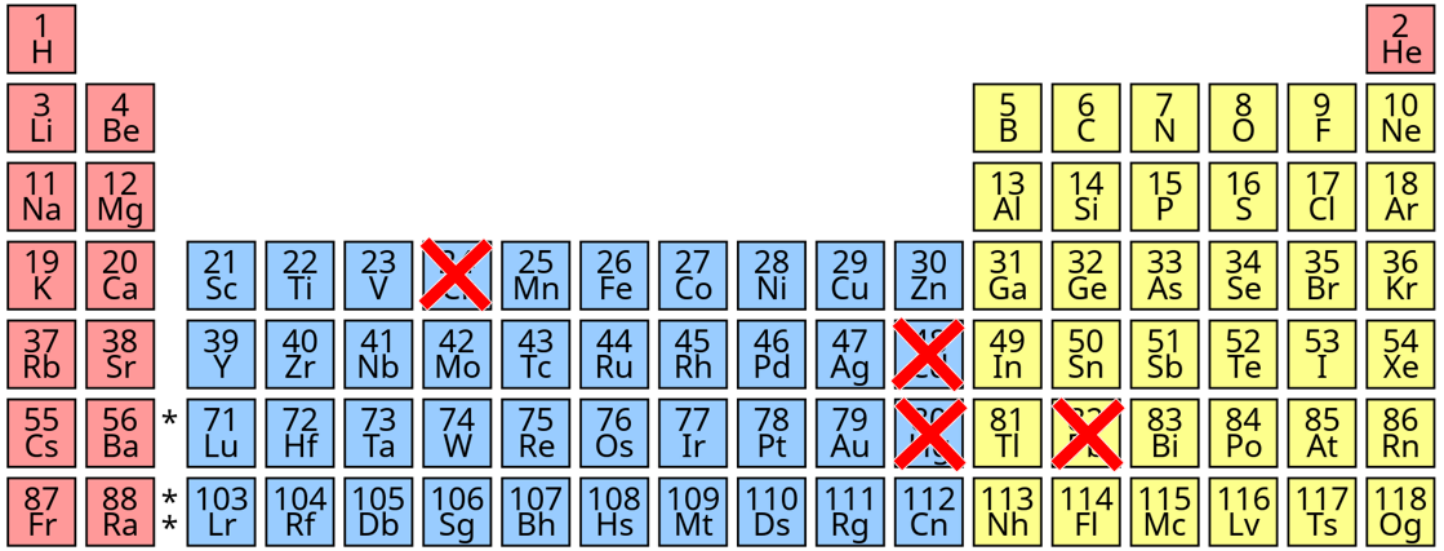


Medida 1:

Reducir concentraciones de sustancias nocivas

Adquisición de autobuses eléctricos con concentraciones reducidas de sustancias nocivas

- Los vehículos pueden fabricarse ampliamente libres de plomo, cadmio, mercurio y cromo VI (hexavalente)
- Esta norma ya existe en la Unión Europea y en otras jurisdicciones.
- El aire acondicionado sin fuertes gases de efecto invernadero también es posible.



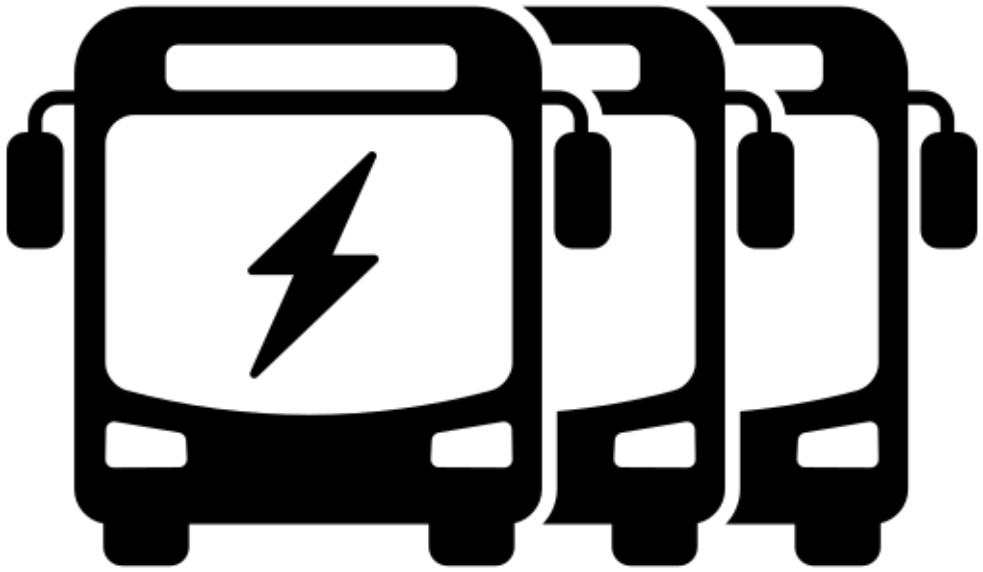
Proyecto de criterios para la contratación de autobuses electrónicos con concentraciones reducidas de sustancias nocivas

El aire acondicionado de los autobuses utilizará un refrigerante con un potencial de calentamiento global no superior a 150 CO_2-equivalentes.

Además, los autobuses eléctricos no contendrán plomo, mercurio, cadmio ni cromo hexavalente. Excepciones son posibles para:

- *El plomo como elemento de aleación en las siguientes aplicaciones:*
  - *Acero para maquinaria y componentes de acero galvanizado en caliente por lotes que contengan hasta un 0,35% de plomo en peso.*
  - *Aleaciones de aluminio con un contenido de plomo de hasta el 0,4% en peso*
  - *Aleaciones de cobre que contengan hasta un 4% de plomo en peso*
- *Plomo y compuestos de plomo en los siguientes componentes*
  - *Plomo en baterías de plomo-ácido, […]*

En caso de que sean necesarias otras excepciones para el uso de plomo, mercurio, cadmio o cromo hexavalente, deberán especificarse en la oferta, incluyendo una justificación técnica para cada excepción solicitada. Sólo podrá concederse una excepción en caso de que se explique de forma convincente que la sustitución tendría repercusiones negativas en la seguridad del producto o generaría más daños medioambientales.



Creado por Bence Bezeredy de Noun Project

Medida 2:

Dimensionamiento adecuado de autobuses y baterías

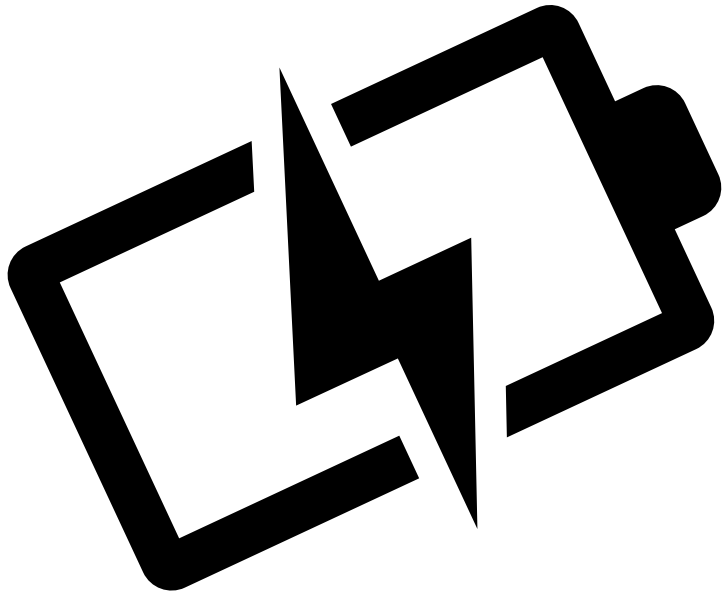
Dimensionamiento adecuado de autobuses y baterías

- Garantizar que los e-buses que se adquieran se ajusten a las necesidades locales.
- Tener en cuenta que las especificaciones del catálogo sobre kilometraje (km con 1 carga) pueden diferir de la realidad sobre el terreno:
  - Los climas fríos y cálidos influyen en el kilometraje (hasta un 40% menos).
  - El terreno es importante → menos kilometraje en terreno montañoso
  - La capacidad de la batería (y el kilometraje) se reducen con el tiempo

➡ Especifique los requisitos de funcionamiento reales en las licitaciones (rangos de temperatura, terreno, distancias...)

➡ Exigir a los licitadores que garanticen un kilometraje definido del autobús para las condiciones dadas y un periodo de tiempo predefinido.

➡ En funcionamiento: Utilización de e-buses más antiguos en rutas de menor demanda para prolongar la vida útil total de los autobuses eléctricos.



Medida 3:

Durabilidad y garantía de las baterías

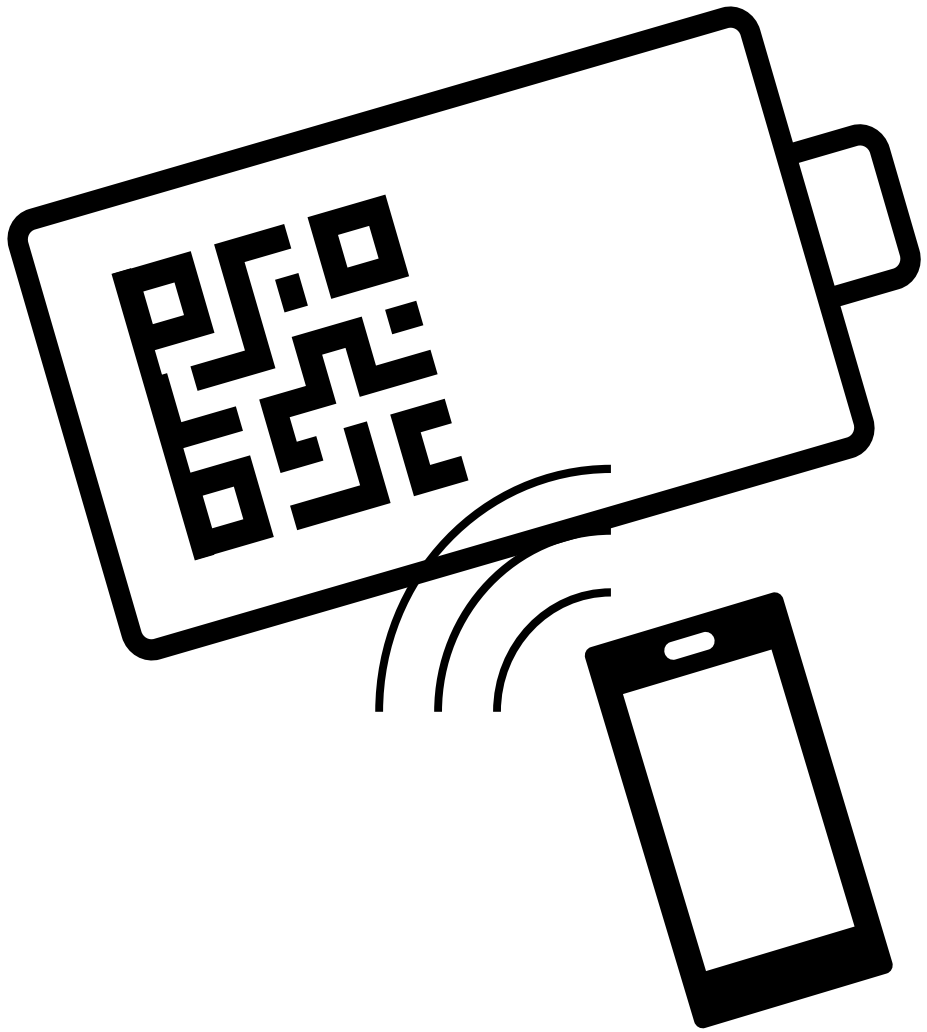
Durabilidad y garantía de las baterías

- En teoría, los productores pueden cumplir los requisitos anteriores (dimensionamiento adecuado de los autobuses y las baterías) mediante el cambio regular de las baterías de baja calidad.
- Para evitarlo, deberían especificarse además unos requisitos mínimos de durabilidad de las baterías

Antigüedad del vehículo/km	Estado de energía certificado
Del inicio de su vida útil a 5 años o 100,000 km, lo que ocurra primero	80 %
Vehículos de más de 5 años o 100,000 km, y hasta (lo que ocurra primero) 8 años o 160,000 km	70 %

Source: UNECE 2022

➡ Estándar mínimo establecido actualmente. Deberían considerarse niveles más ambiciosos.



Medida 4:

Etiquetado de las baterías

Etiquetado de las baterías

- Existe un amplio consenso sobre la necesidad de etiquetar las baterías de los vehículos para proporcionar información básica sobre el tipo de batería, con el fin de facilitar la gestión al final de su vida útil.
- Aún no existe un contenido o formato de etiqueta normalizado.
- Todas las sugerencias sobre el etiquetado de las baterías implican (como mínimo) los siguientes requisitos de información:

    - la composición química de la pila (tipo de cátodo y ánodo)
    - el fabricante
    - la fecha de fabricación
    - el voltaje mínimo
    - la capacidad nominal
    - acceso libre mediante código QR

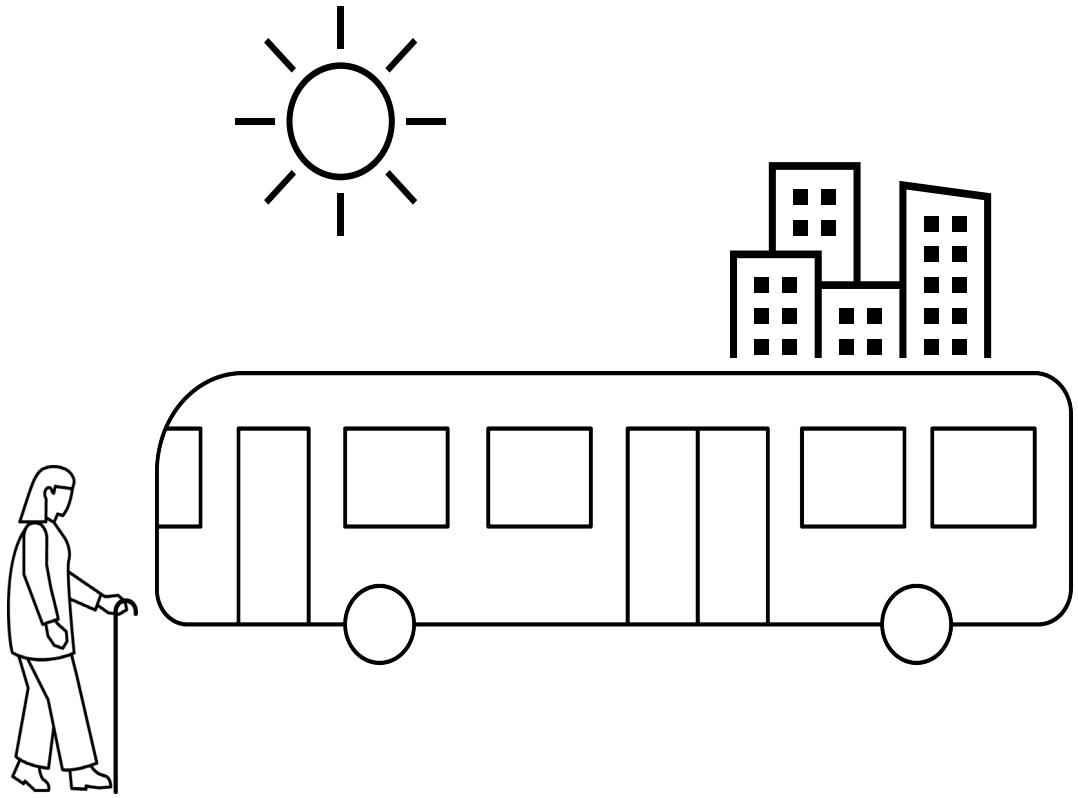
Propuesta de criterios para el etiquetado de las baterías de autobús eléctrico

El productor equipará todas las baterías con una etiqueta/identificador digital bien visible y accesible (por ejemplo, un código QR) vinculado a un sitio web de datos que proporcione información sobre al menos las siguientes características de la batería:

- *la composición química de la pila (tipo de cátodo y ánodo)*
- *el fabricante*
- *la fecha de fabricación*
- *el voltaje mínimo*
- *la capacidad nominal*

El sitio web conservará la información durante al menos 15 años a partir de la fecha de fabricación y será de acceso público sin ningún costo ni procedimiento de registro.

El etiquetado y la información facilitada se ajustarán además a los formatos comunes del sector para este fin, incluidos el tamaño, el diseño y la colocación de las etiquetas, así como el formato del suministro de datos digitales. La información sobre otras características de las pilas se facilitará además a través del sistema, en consonancia con las prácticas establecidas y los requisitos legales.



Medida 5:

Pruebas en condiciones reales

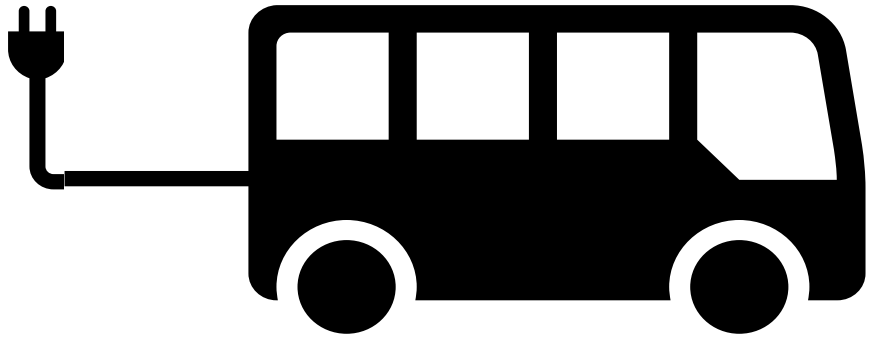
Pruebas en condiciones reales

- Los autobuses deben adaptarse a las necesidades locales y ser capaces de funcionar con robustez en un entorno determinado (véase la Medida 2).
- Muchos detalles relevantes de las características de los autobuses pueden pasarse por alto en el proceso

➡ Solicite pruebas de prototipos antes de tomar decisiones de compra

➡ Opción básica: Pruebas en entorno controlado (no en funcionamiento cotidiano)

➡ Opción ideal: Pruebas de funcionamiento cotidiano y comparación de varios modelos



Medida 6:

Interoperabilidad de la infraestructura de recarga

Interoperabilidad de las infraestructuras de recarga

La adquisición de autobuses electrónicos y el suministro de infraestructura de recarga suelen licitarse como un paquete:

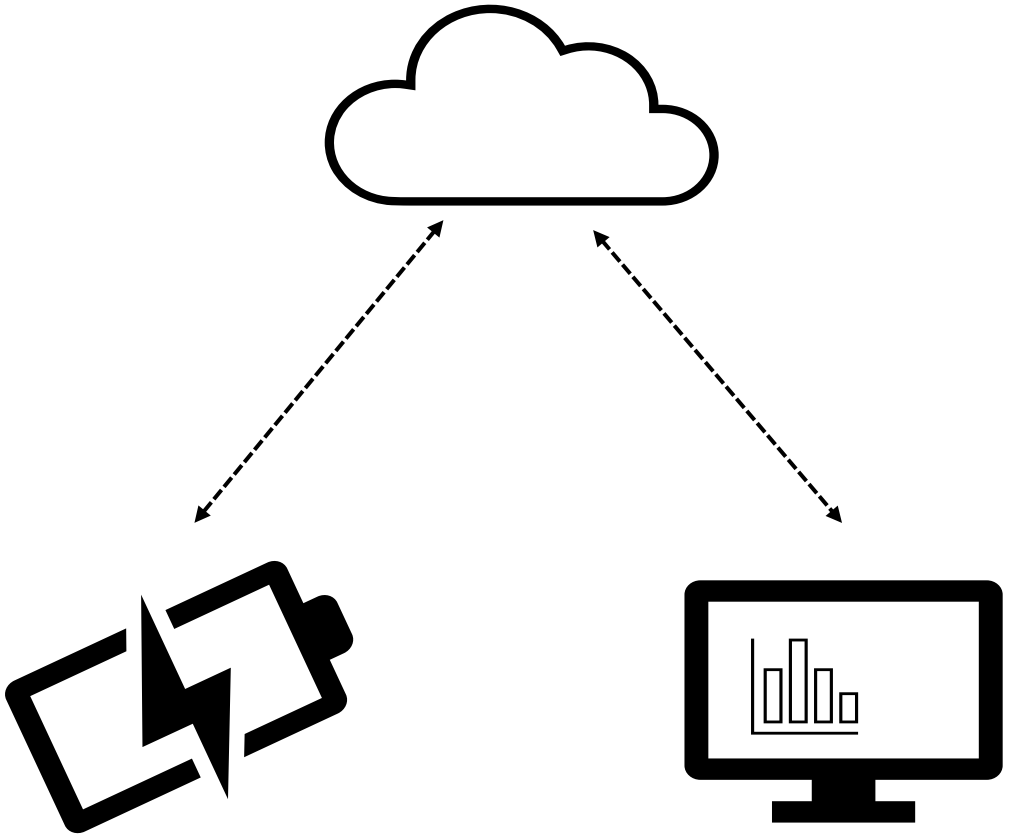
- Las licitaciones deben garantizar que la infraestructura de recarga sea interoperable con los e-buses de otros fabricantes.
- De lo contrario, el despliegue de otros modelos de autobuses podría requerir la instalación de infraestructura de recarga paralela adicional (no eficiente en cuanto a recursos).

Paso 1: Decidir las modalidades de carga previstas

- Carga por enchufe / carga por pantógrafo / carga por inductividad
- Carga en depósito / carga en depósito + carga en ruta

Paso 2: Especificar los criterios de interoperabilidad en los documentos de licitación

- Normas y estándares internacionales para las interfaces de carga (interfaz de hardware)
- Normas y estándares internacionales para el protocolo de carga (interfaz de software)



Medida 7:

Acceso a los datos operativos de la batería

Acceso a los datos operativos de la batería

Los datos operativos de las baterías de los autobuses eléctricos son importantes para tomar muchas decisiones:

- ¿Es un autobús lo suficientemente apto para prestar servicio en una ruta determinada?
- ¿Cuándo y cómo debe revisarse/acondicionarse una batería?
- ¿Cuál es la vida útil restante prevista de una batería?
- ¿Qué se puede hacer para prolongar la vida útil de la batería y garantizar un funcionamiento seguro?
- ¿Cuándo es económico y sostenible cambiar la batería?
- ¿Funciona la batería de acuerdo con las garantías acordadas?
- ¿Cuál es el valor restante de una batería y es adecuada para una aplicación de segunda vida?

Los fabricantes de e-buses deben dar acceso a sus clientes a los datos de diagnóstico de las baterías, incluido el derecho a transferir este acceso a terceros independientes (por ejemplo, proveedores de servicios para el diagnóstico, mantenimiento y reutilización/reaprovechamiento de las baterías).

Acceso a los datos operativos de la batería

Señal	Unidad	Resolución del valor	Resolución de tiempo
Corriente de la batería con el tiempo	A	0.1 A	≤ 1 segundos
Voltaje de la batería con el tiempo	V	0.1 V	≤ 1 s
Temperatura de la celda (media/min/máx) con el tiempo	°C	0.1°C	≤ 10 s
Voltaje de celda (medio/min/máx) con el tiempo	V	0.001 V	≤ 1 s
Estado de carga de la batería (SoC) a lo largo del tiempo	%	0.1 %	≤ 10 s
Rendimiento acumulado de la carga	As	0.1 As	≤ 60 s

Muestreo continuo, sincronizado en el tiempo, suministrado a través de una interfaz de salida estándar, en un formato digital compatible con los programas informáticos de uso público.

Medida 8:

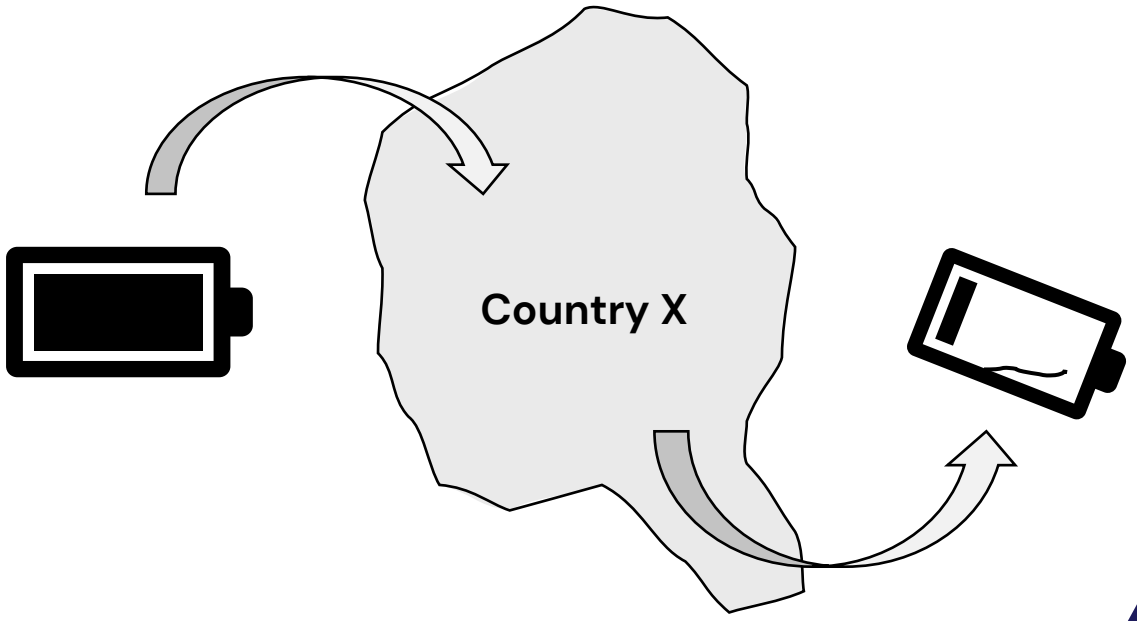
Supervisión y mantenimiento exhaustivos de la batería

Supervisión y mantenimiento exhaustivos de la batería

Utilizar bien los datos sobre los e-buses (y en particular sobre la batería). Los datos permiten planificar y llevar a cabo diversas medidas que favorecen una larga vida útil de la batería:

- Planificación y realización del equilibrado de celdas
- Utilización de un autobús eléctrico en una ruta determinada (menor capacidad / carga → rutas menos exigentes)
- Realización -siempre que sea posible- de carga que preserve la batería:
    - evitar las descargas excesivas y las cargas completas
    - evitar la carga rápida
- Intercambio de determinados modelos o celdas

➡ Los acuerdos de servicios especiales pueden ser útiles



Medida 9:

Acuerdos de desmantelamiento basados en REP

Acuerdos de desmantelamiento basados en REP

Ciclo de vida genérico de productos:

Responsabilidad del productor "típica":

- Producción adecuada
- Funcionalidad
- Seguridad del producto
- …

Responsabilidad Extendida del Productor (REP):

- Gestión adecuada al final de la vida útil

➡ Los productores asumirán la responsabilidad logística y financiera de recoger y gestionar adecuadamente las pilas obsoletas.

➡ Ya sea individualmente o a través de una Organización de Responsabilidad del Productor

Acuerdos de desmantelamiento basados en REP

Principal reto:
¿Cómo garantizar que el productor siga estando disponible cuando las baterías requieran una buena gestión al final de su vida útil? Por ejemplo, ¿dentro de 5, 10 o 15 años?

- El problema suele resolverse mediante sistemas obligatorios de Responsabilidad Extendida del Productor que obligan a los productores a adherirse a una Organización de Responsabilidad del Productor y a pagar tasas de REP "a futuro".

- La recuperación y una buena gestión al final de la vida útil siguen estando garantizadas en caso de que el productor deje de existir.

Pero: Los sistemas REP aún no están en operación en todos los países.

Propuesta de texto de contratación sobre el desmantelamiento de baterías basadas en REP

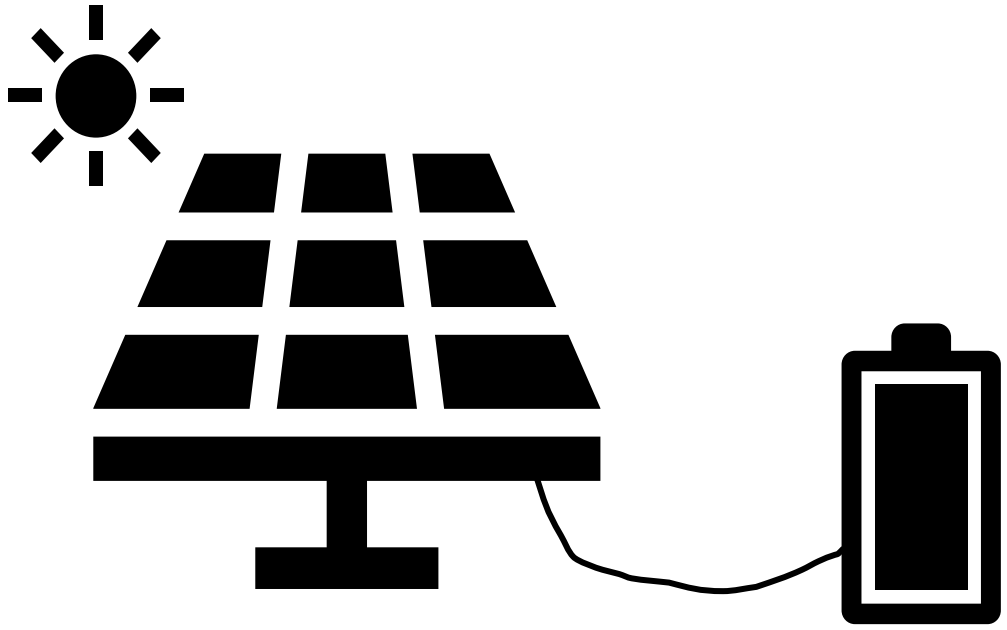
El proveedor asumirá la plena responsabilidad de la gestión al final de la vida útil de las baterías tras su primer uso en autobuses eléctricos.

La responsabilidad se adquirirá una vez que el propietario del e-bus y el proveedor o un tercero encargado del mantenimiento de las baterías lleguen conjuntamente a la conclusión de que una batería ya no cumple su función prevista y ya no puede restaurarse mediante medidas de mantenimiento convencionales (decisión de desmantelamiento).

Una vez que una o más baterías de e-buses ya no puedan cumplir sus funciones previstas, se extraerán de los vehículos y se gestionarán de forma segura y responsable de acuerdo con los requisitos especificados en la sección [enlace a la sección correspondiente].

Las responsabilidades del proveedor abarcan todos los aspectos logísticos, administrativos y financieros relacionados con estas tareas y se llevarán a cabo de manera oportuna y en un plazo de [X] semanas tras haber sido informado de la decisión de desmantelamiento. Las responsabilidades del proveedor podrán cumplirse a través de un tercero asignado por el proveedor, siempre que esta entidad pueda demostrar su capacidad para llevar a cabo todas las tareas relacionadas con el debido cuidado y de conformidad con las disposiciones establecidas.

El proveedor deberá demostrar que dispone de capacidad suficiente para cumplir este requisito en [nombre de la ciudad y del país] y garantizar su disponibilidad durante al menos [12] años a partir de la fecha de inicio del servicio de los e-buses y las baterías. Estas pruebas podrán referirse a disposiciones adecuadas tomadas con una Organización de Responsabilidad del Productor para baterías de vehículos que esté registrada como tal en [nombre del país].



Medida 10:

Fomentar la reutilización de las pilas

Fomentar la reutilización de las pilas

Se puede incentivar (pero no obligar) a los proveedores para que planifiquen una segunda vida útil de las baterías en la fase de producción.

Retos:

- Los sistemas de gestión de la temperatura, la carcasa protectora y el sistema de gestión de batería (BMS – *Battery Management System*) están diseñados para las necesidades de los e-buses. Las aplicaciones estacionarias requieren diseños diferentes.

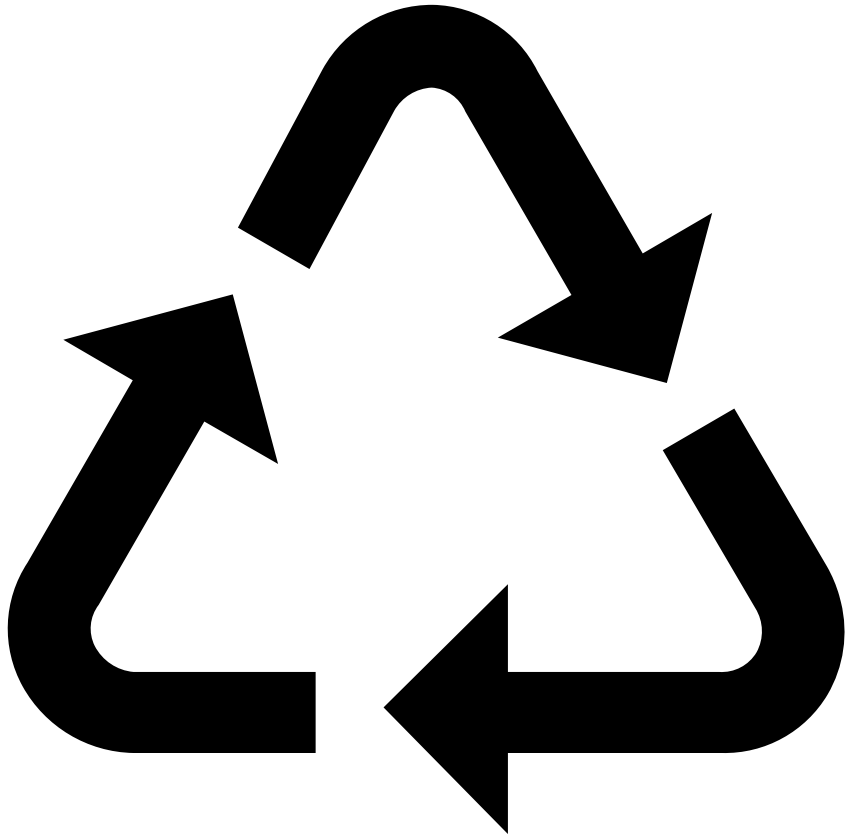
- El "diseño para la reutilización" es teóricamente posible, pero las perspectivas comerciales no están claras: ¿Habrá suficientes baterías usadas y suficiente demanda en, por ejemplo, 10 años en un lugar determinado?

Propuesta de texto para fomentar la reutilización de las pilas

Se invita a los proveedores a diseñar las baterías de autobús eléctrico de forma que puedan ser reutilizadas/reaprovechadas después de su primera vida como baterías de e-bus, y a integrar la reutilización/reaprovechamiento en su modelo de negocio. Las estrategias de diseño podrían incluir (aunque no exclusivamente) paquetes de baterías que puedan transferirse a otras aplicaciones de almacenamiento de energía sin modificación física, y el uso de sistemas de gestión de baterías que permitan la interoperabilidad con una o más aplicaciones estacionarias comunes. Los modelos de negocio relacionados podrían implicar (pero no limitarse a) esfuerzos para recuperar baterías usadas con la intención de utilizarlas en aplicaciones de segunda vida, como el almacenamiento de energía estacionario.

El proveedor indicará si sigue uno o más de estos enfoques y proporcionará antecedentes, incluyendo enlaces a documentos y sitios web pertinentes. Además, el proveedor indicará si estas iniciativas:

- *Son aplicables a los e-buses y baterías ofrecidos en esta licitación*
- *Se aplican o están previstas para el entorno de [nombre de la ciudad y/o país]*



Medida 11:

Gestión adecuada al final de la vida útil de las baterías

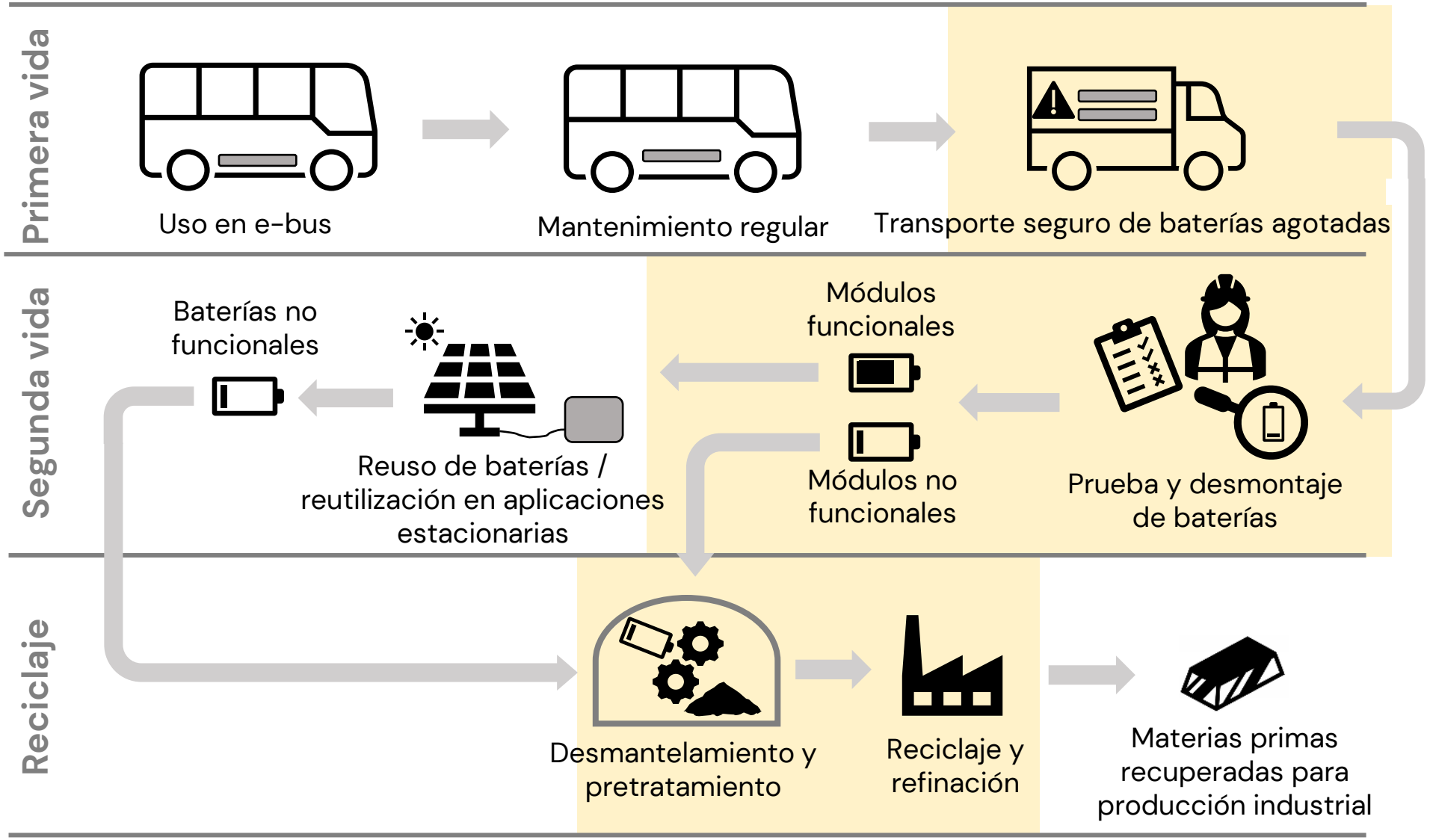
Gestión adecuada al final de la vida útil de las baterías

Cualquier gestor del final de la vida útil que se haga cargo de las baterías agotadas de autobuses eléctricos debe garantizar la secuencia de transporte seguro, pruebas, reutilización y reciclaje.

El socio de gestión al final de la vida útil puede ser:

- El fabricante de los E-buses (en caso de que se le asigne esta responsabilidad → véase la recomendación sobre acuerdos de desmantelamiento basados en la EPR).
- Una empresa con capacidad y registro legal para gestionar baterías de ion-litio usadas / al final de su vida útil.

Los gestores pueden responsabilizarse de una buena ejecución de los pasos marcados en amarillo:



Fuente: Oeko-Institut

Propuesta de indicadores para los contratos sobre la buena gestión de las baterías de los vehículos al final de su vida útil

Las baterías se recogerán, transportarán y procesarán de acuerdo con las buenas prácticas internacionales en todos los ámbitos relacionados, incluida la seguridad contra incendios, la seguridad vial y la seguridad laboral. Todas las baterías se someterán a una evaluación de su estado de deterioro con el fin de determinar su potencial de reutilización/reaprovechamiento. Las baterías, los módulos de baterías y las celdas de baterías que se consideren adecuados para su reutilización/reaprovechamiento se utilizarán en concordancia.

Las baterías, los módulos de baterías y las celdas de baterías que no sean aptos para su reutilización / reaprovechamiento se reciclarán. El reciclado se llevará a cabo de acuerdo con las buenas prácticas internacionales y con el objetivo de prevenir las emisiones de sustancias peligrosas, recuperar las materias primas incorporadas y reducir los volúmenes de residuos.

Los procesos de reciclado aplicados deberán alcanzar al menos una eficiencia de reciclado del 50% (al menos el 50% de la masa de la pila se recicla) y permitir la recuperación de cobre, cobalto y níquel. Todos los pasos realizados se llevarán a cabo cumpliendo plenamente las leyes y normativas nacionales e internacionales aplicables.

El operador que se haga cargo de las baterías deberá presentar pruebas del cumplimiento de los requisitos anteriores. Como mínimo, el operador facilitará al cliente la siguiente documentación:

Todas las licencias y permisos exigidos por la legislación nacional (deberán facilitarse antes de hacerse cargo de las baterías).

Un certificado sobre la buena gestión de todas las baterías recibidas […].

Resumen de las medidas

1. Reducir concentraciones de sustancias peligrosas
2. Dimensionamiento adecuado de autobuses y baterías
3. Durabilidad y garantías de las baterías
4. Etiquetado de las baterías
5. Pruebas en condiciones reales
6. Interoperabilidad de la infraestructura de recarga
7. Acceso a los datos operativos de las baterías
8. Supervisión y mantenimiento exhaustivos de las baterías
9. Acuerdos de desmantelamiento basados en REP
10. Fomentar la reutilización de las baterías
11. Gestión adecuada al final de la vida útil de las baterías

Preguntas para Discusión

¿Considera que los aspectos y medidas presentados son útiles para los responsables de la compra y operación de autobuses eléctricos?

¿Conoce otras medidas que puedan contribuir a aumentar la vida útil de las baterías de los autobuses eléctricos y a fomentar la reutilización y el reciclado adecuado?

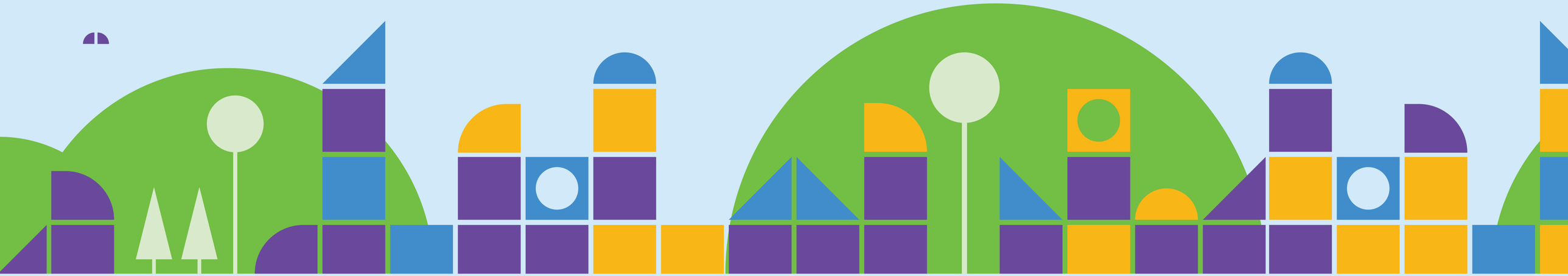
Gracias por su atención!

Contacto:
Viviana López Hernández (v.lopez@oeko.de)
Andreas Manhart (a.manhart@oeko.de)

Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

CONVERSÁPOLIS

Recuperación Verde Incluyente en Ciudades



CONVERSÁPOLIS

PLANEACIÓN INTEGRAL DE UN MODELO DE BUSES ELÉCTRICOS

DISEÑO OPERACIONAL CASO SITP BOGOTÁ

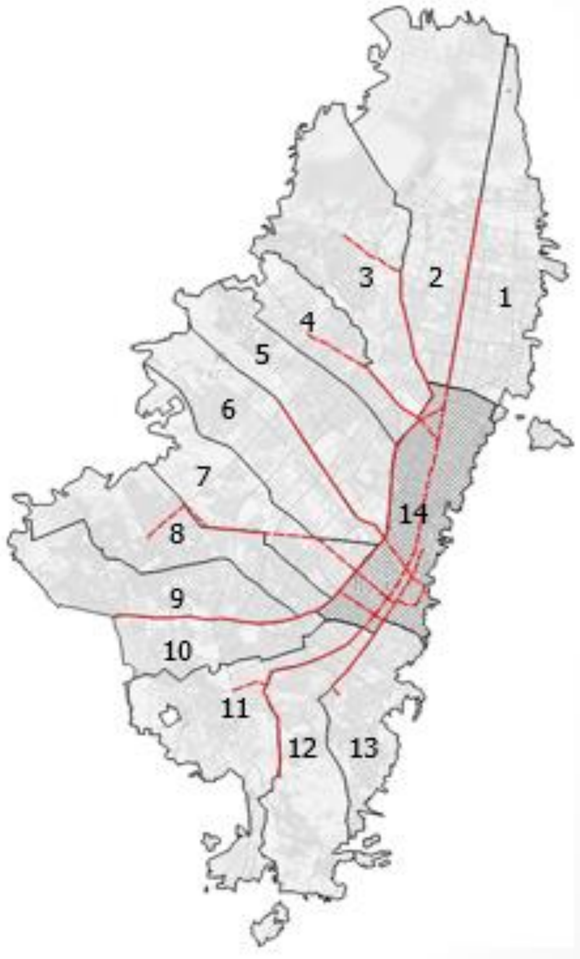
TRANSMILENIO S.A.

Febrero 2023

Identificación de la necesidad

Identificación de la Necesidad

2010 - Delegación por zonas

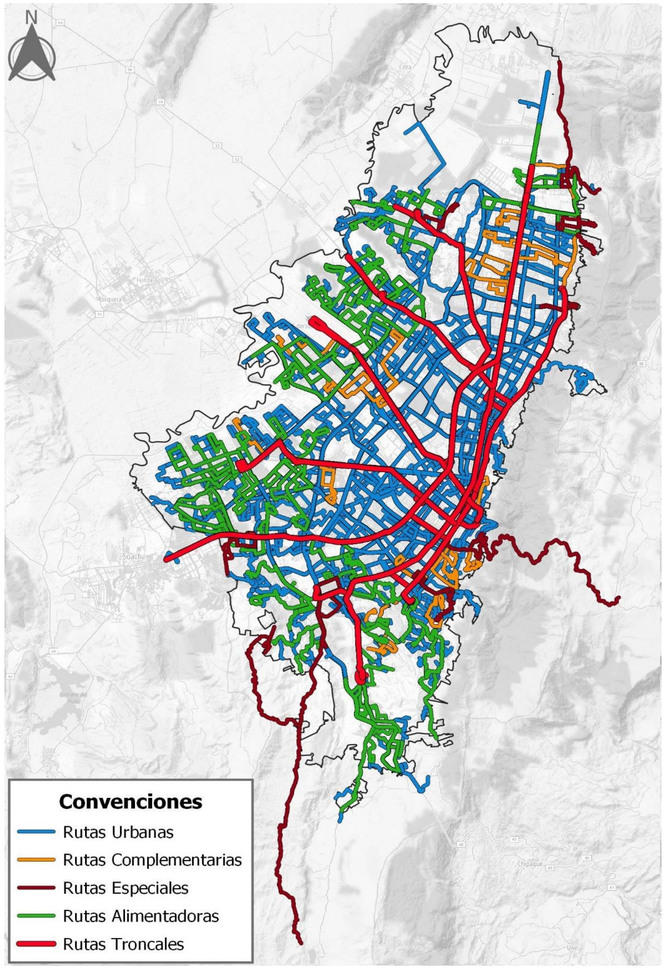


1) Usaquén
2) Suba Oriental
3) Suba Centro
4) Calle 80
5) Engativá
6) Fontibón
7) Tintal – Zona Franca
8) Kennedy
9) Bosa
10) Perdomo
11) Ciudad Bolívar
12) Usme
13) San Cristóbal
14) Zona Neutra

ZONA		TOTAL FLOTA
1	Usaquén	1.506
2	Suba Oriental	313
3	Suba Centro	1.504
4	Calle 80	527
5	Engativá	833
6	Fontibón	911
7	Tintal Zona Franca	255
8	Kennedy	1.173
9	Bosa	1.354
10	Perdomo	391
11	Ciudad Bolívar	805
12	Usme	898
13	San Cristóbal	777

Identificación de la Necesidad

Estructura de servicios – Esquema de rutas jerarquizadas



Identificación de la Necesidad

Integración del sistema

Identificación de la Necesidad

Esquema tarifario:

Primer Abordaje

TRONCAL

$2,950 COP ($0.6 USD)

ZONAL

$2,750 COP ($0.56 USD)

Transbordos

A

$200 COP ($0.04 USD)

A

$0 COP

A

$0 COP

*** aplicable a dos trasbordos durante los 110 minutos siguientes a la primera validación**

Tarifas Especiales

Tarifa Preferencial Adulto Mayor
-Tarifa troncal: $2,500 COP ($0.51 USD)
-Tarifa zonal: $2,250 COP ($0.46 USD)

Subsidio para personas en discapacidad permanente
-El valor del pasaje no varía para esta población, pero reciben un subsidio de $29,500 COP ($6 USD) abonados mensualmente a la tarjeta.

Incentivo personas de menores ingresos
-Tarifa troncal: $2,500 COP ($0.51 USD);
-Tarifa zonal: $2,250 COP($0.46 USD);

Fuente: Transmilenio S.A. 2022.

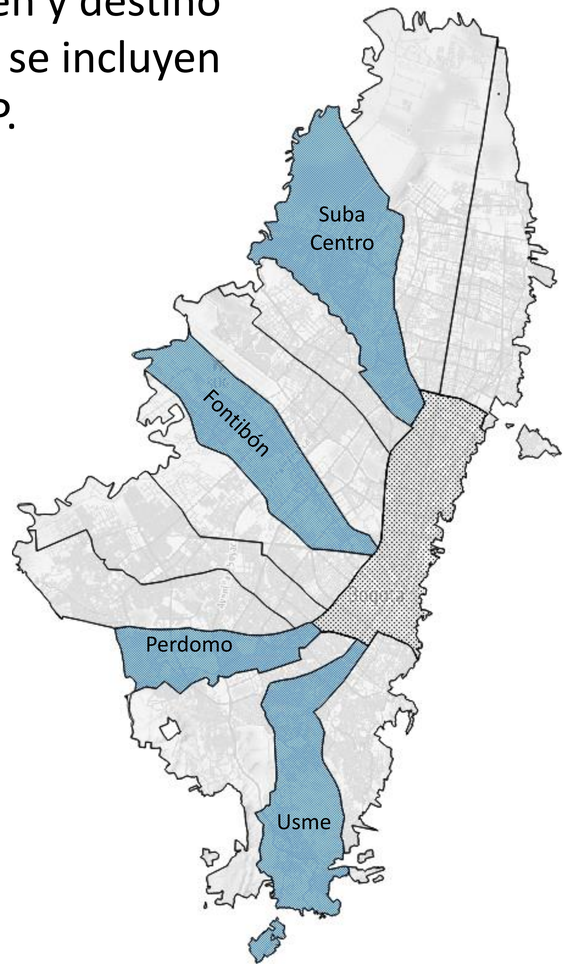
Estructuración de los procesos contractuales

Estructuración de los procesos contractuales

Necesidad

Prestar el servicio de transporte público con la operación de rutas con origen y destino en las zonas Suba Centro, Fontibón Perdomo, San Cristóbal y Usme, que no se incluyen en el diseño operacional actualizado de los concesionarios vigentes del SITP.

- ✓ Incorporación de tecnología para mejorar condiciones de seguridad vial
- ✓ Ampliación de cobertura de prestación del servicio
- ✓ Incorporación de Tecnologías CERO y bajas emisiones
- ✓ Aumento de capacidad en sillas
- ✓ Cumplimiento de la normativa de accesibilidad
- ✓ Mejoramiento de la información para el usuario
- ✓ Mejores indicadores operacionales para los concesionarios
- ✓ Estandarización de tipologías vehiculares y condiciones logísticas



Estructuración de los procesos contractuales

Definiciones generales

Modelo de contratación

Estructuración de los procesos contractuales

Definiciones generales

Delegación por lotes de vehículos

- Cercanía geográfica de sus cabeceras, facilitar la centralización de su regulación desde un único patio.
- Cantidad de flota entre 100 y 250 vehículos, facilidades operativas y de control de flota.
- Facilitar la consecución de patios de operación, reducción de recorridos en vacío entre el patio de control y la ruta.

Estructuración de los procesos contractuales

Definición y caracterización de la oferta

Infraestructura	Servicios de transporte
• Caracterización vial (tipos de vías, ancho de carril, estado de las vías, sentidos, pendientes, radios de giro) • Semaforización y señalización • Mobiliario Urbano (andenes, paraderos) • Infraestructura de soporte (patios)	• Rutas existentes (cobertura, longitud, itinerarios, horarios) • Necesidad de nuevas rutas • Tipos de vehículos (dimensiones, capacidad, peso) • Tecnología vehicular

Estructuración de los procesos contractuales

Definición y caracterización de la oferta

Parámetros de diseño operacional

Tipo de ruta

Trazado de la ruta
(recorrido, longitud, velocidad, pendientes máximas)

Autonomía mínima
260 Km.

Demanda de la ruta por sentido
(hora, tramo Max. demanda)

VEHÍCULO	CAPACIDAD NOMINAL	NIVEL DE SERVICIO (PAX/M2)				
		A (0)	B (1,5)	C (3)	D (4,5)	E (6)
Microbús	19	19	19	19	19	19
Buseta	40	23	27	32	36	40
Busetón	50	29	34	40	45	50
Padrón	80	30	43	55	68	80

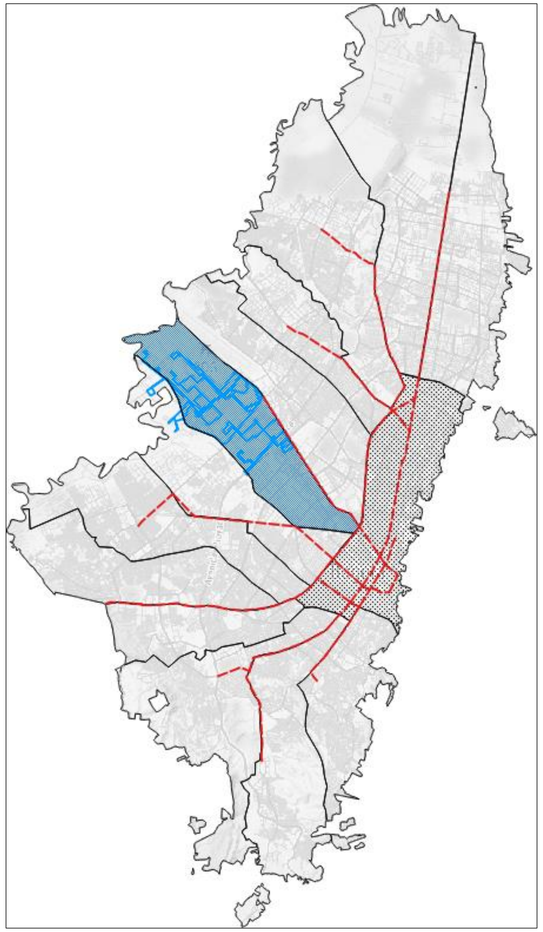
Tipo de vehículo (capacidad)

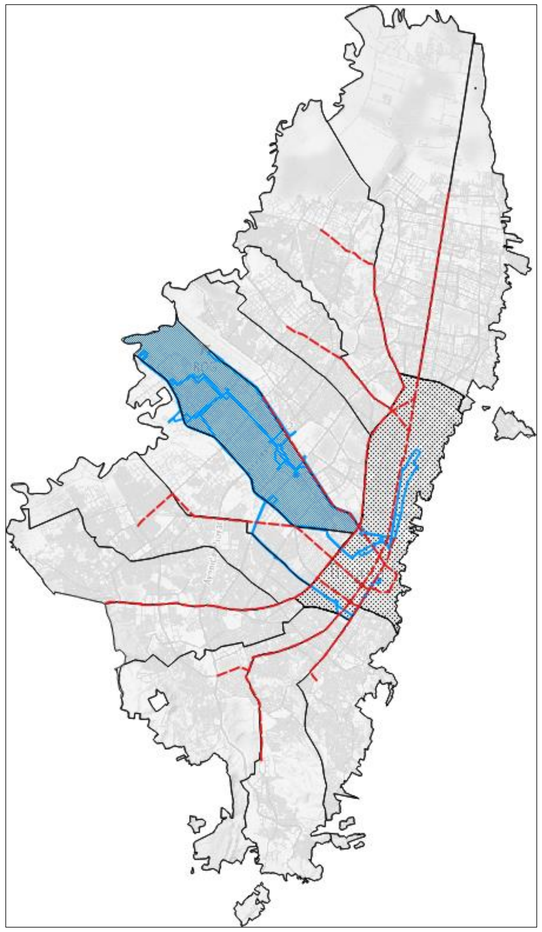
Nivel de servicio (capacidad)

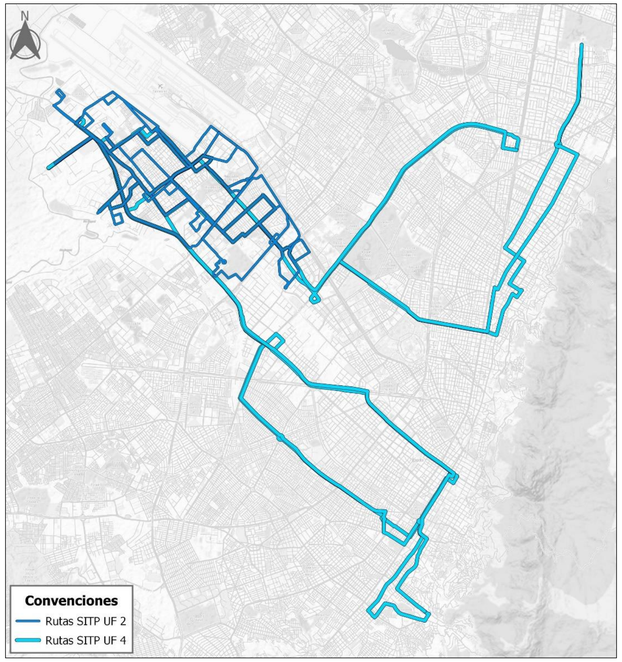
Estructuración de los procesos contractuales

Definición y caracterización de la oferta

Tipo de ruta







Estructuración de los procesos contractuales

Definición y caracterización de la oferta

Parámetros de diseño operacional

Frecuencia (F)
(cantidad vehículos de una ruta que pasan en la hora)

$$F = \frac{Demanda \max\ (\text{pax/hora})}{Capacidad\ Vehiculo\ (plazas)}$$ (Buses/hora)

Intervalo (I)
(lapso de tiempo entre dos despachos de una ruta)

$$I = \frac{60}{Frecuencia}$$ (minutos)

Tiempo de Ciclo (Tc)
(Tiempo que tarda la ruta en hacer la totalidad de su recorrido ida y vuelta)

$$Tc = Trecorrido + Tdetención + Tterminal$$ (minutos)

Cantidad de Flota (N)
(Cantidad de buses necesarios para la operación de la ruta)

$$N = \frac{Tc}{Intervalo}$$ (vehículos)

Estructuración de los procesos contractuales

Definición y caracterización de la oferta

- Unidad Funcional 1: Suba Centro I
- Unidad Funcional 2: Fontibón I
- Unidad Funcional 3: Perdomo I
- Unidad Funcional 4: Fontibón II
- Unidad Funcional 5: Usme I

- Unidad Funcional 6: Fontibón III
- Unidad Funcional 7: Fontibón IV
- Unidad Funcional 8: Perdomo II
- Unidad Funcional 9: Suba Centro II
- Unidad Funcional 10: Suba Centro III
- Unidad Funcional 11: Suba Centro IV
- Unidad Funcional 12: Suba Centro V
- Unidad Funcional 13: Usme II
- Unidad Funcional 14: Usme III
- Unidad Funcional 15: Usme IV
- Unidad Funcional 16: Suba Centro VI
- Unidad Funcional 17: Fontibón V
- Unidad Funcional 18: San Cristóbal Centro I

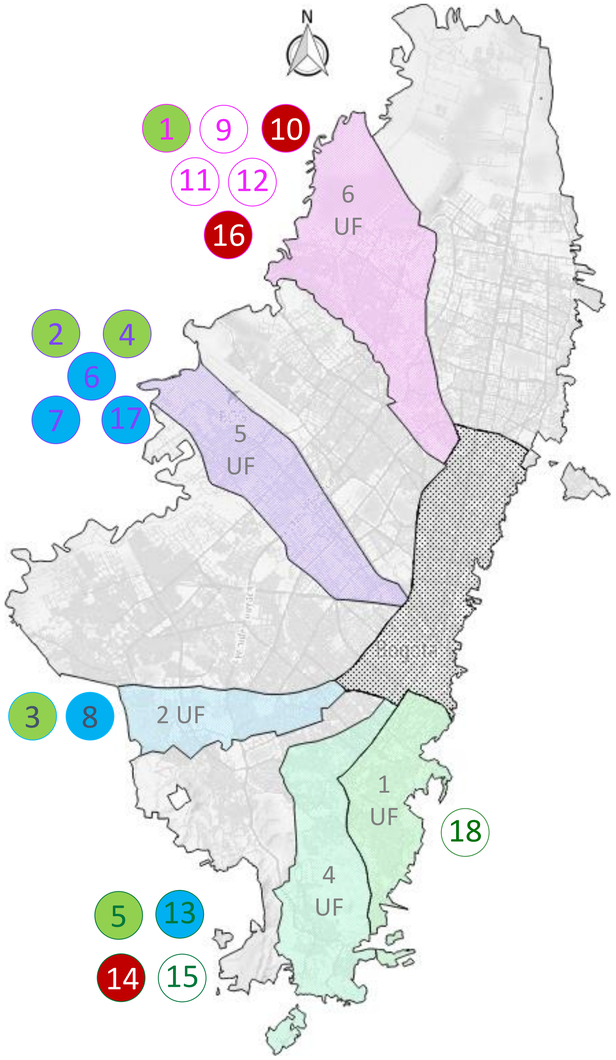
ETAPA 1 – 100% ELÉCTRICO

ETAPA 1 – ELÉCTRICO - DIESEL

ETAPA 2 – EURO VI GAS Y DIESEL

ETAPA 3 – 100% ELÉCTRICO

NO ADJUDICADAS



Estructuración de los procesos contractuales

Indicadores

Eficiencia: estiman que tanto beneficio (ingreso) genera un recurso dispuesto, en general en términos de pasajeros transportados (pagos o totales) en un periodo de tiempo definido.

- Índice de pasajeros por kilómetro en servicio (IPK)
- Índice de pasajeros por vehículo (IPV)
- Índice de pasajeros por conductor (IPC)

Productividad: estiman que tanto produce uno de nuestros recursos en un periodo de tiempo definido.

- Índice de kilómetros en servicio por vehículo (IKV)
- **Velocidad comercial o de operación**
- Cantidad de despachos

Estructuración de los procesos contractuales

Indicadores

Velocidad comercial o de operación

Ejemplo diseño unidades funcionales – sensibilidad por aumento de velocidad

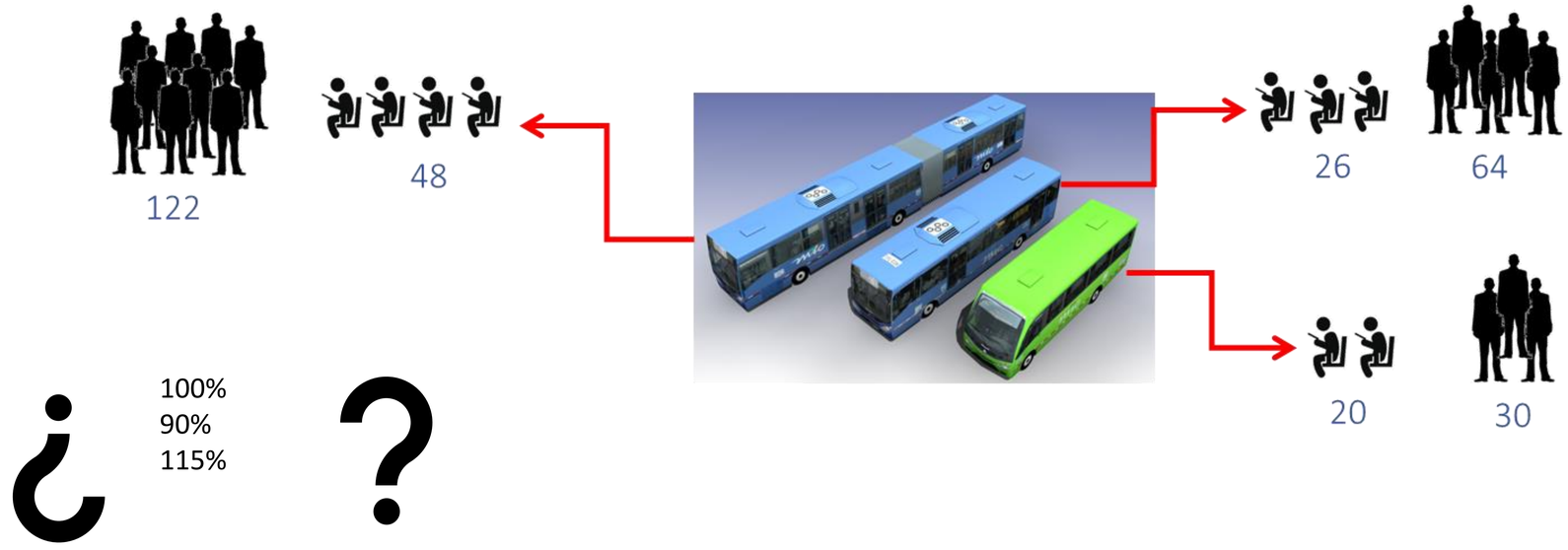
VELOCIDAD	FLOTA	DIFERENCIA FLOTA (VEL. ANTERIOR)	DIFERENCIA FLOTA (VEL. DISEÑO)
Velocidad 12,8 Km/h (Diseño)	2085		
Velocidad 14 Km/h	1908	177	177
Velocidad 15 Km/h	1775	133	310
Velocidad 16 Km/h	1664	111	421
Velocidad 17 Km/h	1570	94	515
Velocidad 18 Km/h	1478	92	607
Velocidad 19 Km/h	1404	74	681
Velocidad 20 Km/h	1335	69	750

Estructuración de los procesos contractuales

Indicadores

Niveles de servicio: nos representan la calidad planeada del servicio, los estándares que planearemos para cubrir las expectativas de los usuarios. Son definidos por el planificador.

Ocupación de diseño: Porcentaje de la capacidad de los vehículos con lo que se diseña la oferta (determina la comodidad a bordo)



Estructuración de los procesos contractuales

Infraestructura de Soporte

i) Infraestructura con base en **la Guía de Diseño Estándar de Patios**, que define los **elementos del ciclo de producción** para la infraestructura de soporte y estacionamiento de flota.

ii) **Infraestructura mínima** compuesta por las siguientes áreas: **Acceso** (garita), **Estacionamiento**, **Lavado**, **Mantenimiento**, Manejo **Ambiental**, **Administrativas**, Infraestructura de **Recarga**, Servicio a Operadores (cafetería, descanso, enfermería, etc), **Sistema Contra Incendio**, **Planta de Tratamiento**, **Sistema de Respaldo**).

iii) A partir de las pautas del **Decreto 394 de 2019** que establece **las condiciones normativas** y de lo que debe tener un patio.

iv) Se definió una **Etapa preoperativa** en la cual el proveedor de infraestructura (ENEL CONDENSA para la etapa I o el proveedor de flota para la etapa II), debían adelantar la **consecución del suelo**, **Gestión Predial**, los estudios y **diseños de detalle** y la **Construcción**.

v) Se estableció **un proceso de "aval"** de TRANSMILENIO S.A. donde las entidades del distrito (**SDM, SDP, SDA**, entre otras), apoyan con la revisión de las **condiciones de localización**.

vi) Se permitió la **entrega del patio por Fases** (I y II), con lo esencial para la etapa I y lo complementario para la etapa II.

vii) Se definió **que implementa el proveedor de la infraestructura y que el operador** (equipo de respaldo, PTAR, maquinaria y dotaciones del área de soporte, tanque de reserva de agua, sistema de presión de la RCI, entre otras).

viii) Para la **etapa operativa** el proveedor de la infraestructura deben **cumplir los Niveles de Servicio** de la Infraestructura de Recarga Eléctrica y el **plan de mantenimiento.**

Estructuración de los procesos contractuales

Unidades Funcionales eléctricas adjudicadas

UNIDAD FUNCIONAL	DENOMINACION	FLOTA OPERATIVA			FLOTA RESERVA		TOTAL
		Busetón	Padrón	Total	Busetón	Padrón	
1	SUBA CENTRO I		91	91			91
2	FONTIBON I	56	56	112	4	4	120
3	PERDOMO I		13	13			13
4	FONTIBON II		117	117		9	126
5	USME I	12	112	124	1	8	133
Total Etapa 1		**68**	**389**	**457**	**5**	**21**	**483**

UNIDAD FUNCIONAL	DENOMINACION	FLOTA OPERATIVA			FLOTA RESERVA		TOTAL
		Busetón	Padrón	Total	Busetón	Padrón	
6	FONTIBON III	117	64	181	8	4	193
7	FONTIBON IV	84	78	162	5	5	172
8	PERDOMO II	183		183	12		195
13	USME II	110	105	215	7	7	229
17	FONTIBON V	137	63	200	9	4	213
Total Etapa 3		**631**	**310**	**941**	**41**	**20**	**1002**

Implementación

Implementación

Revisión del Diseño Operacional

Impacto de la pandemia en la demanda del sistema

- La llegada de la pandemia impidió usar modelos de proyección de demanda a partir de valores históricos.
- Alta incertidumbre los primeros meses al desconocer el impacto y el tiempo en que se mantendrían las normas por la emergencia sanitaria (La emergencia sanitaria se levantó en Colombia el pasado 30 de junio de 2022)

Implementación

Pruebas operacionales

- Pendientes
- Radios de giro
- Parqueo en vía
- Malla vial

Implementación

Demoras en el cronograma de implementación

UNIDAD FUNCIONAL	DENOMINACION	TIPOLOGIA	CANTIDAD DE FLOTA				FECHA INICIO PREVISTA	FECHA INICIO REAL
			Operativa	Reserva	Total por tipología	Total UF		
1	SUBA CENTRO I	Padrón	91	0	91	91	29/08/2020	6/03/2021
2	FONTIBON I	Busetón	56	4	60	120	19/09/2020	26/12/2020
		Padrón	56	4	60			
3	PERDOMO I	Padrón	13	0	13	13	26/09/2020	14/11/2020
4	FONTIBON II	Padrón	117	9	126	126	3/10/2020	9/01/2021
5	USME I	Busetón	12	1	13	133	5/09/2020	22/05/2021
		Padrón	112	8	120			
6	FONTIBON III	Padrón	64	4	68	193	14/07/2021	11/05/2022
		Busetón	117	8	125			
7	FONTIBON IV	Padrón	78	5	83	172	14/07/2021	12/02/2022
		Busetón	84	5	89			
8	PERDOMO II	Busetón	183	12	195	195	4/09/2021	10/09/2022
13	USME II	Padrón	105	7	112	229	11/08/2021	20/08/2022
		Busetón	110	7	117			
17	FONTIBON V	Padrón	63	4	67	213	4/08/2021	2/04/2022
		Busetón	137	9	146			

Implementación

Estado malla vial por peso de vehículos

CL 22 entre KR 100 y 111A.

KR 96C entre CL 17 Y 22

Calle 20D con Carrera 97

Cierre de vía por comunidad.

Vehículo bloqueado, requirió asistencia de grúa.

Implementación

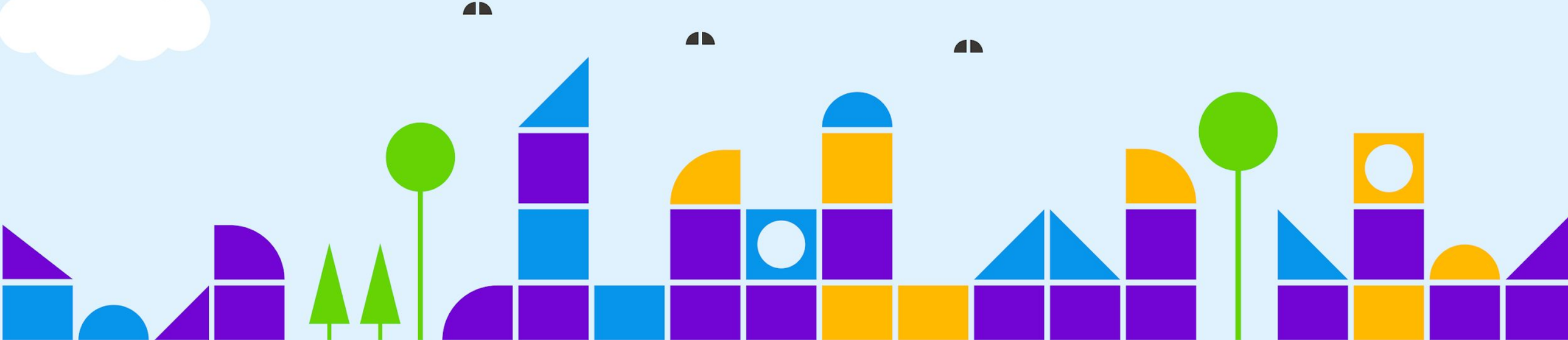
Retos para la implementación de la Infraestructura de Soporte

- ✓ Gestión para la **Construcción de la Normatividad** para la implementación de patios (Decreto 394 de 2019) que permita su implementación.
- ✓ Limitaciones por **Escases de Suelo Urbano** para implementar patios con el área requerida (entre 1.2 y 3,9 Ha).
- ✓ Encontrar suelo con **Disponibilidad de Servicios Públicos**.
- ✓ Encontrar **Disponibilidad de Carga** (entre 8 y 17.5 MVA).
- ✓ Restricciones por **Afectaciones ambientales** que restringen el área útil parcial o total del predio (predios en ZMPA, remoción en masa etc).
- ✓ Restricciones por **Condiciones Topográficas y Morfológicas** de los lotes.
- ✓ Restricciones por **Accesibilidad de los predios** (Caso UF 6, 17 y 7).
- ✓ Predios en zonas de **Potencial Arqueológico** que requieren gestión de prospección (Caso patio Usme).
- ✓ Gestión para **Compatibilidad de patios en zonas de protección ambiental** (Reserva Forestal Thomas Van Der Hammen, Caso patio Suba).

CONVERSÁPOLIS

Transmetro Barranquilla

Fernando Isaza Gutierrez de Piñeres, Gerente
Febrero 2023



El transporte Masivo como eje de Biodiverciudad

Transmetro te une a Barranquilla

Transmetro en cifras

SITM – Sistema Integrado de Transporte Masivo

284 vehículos

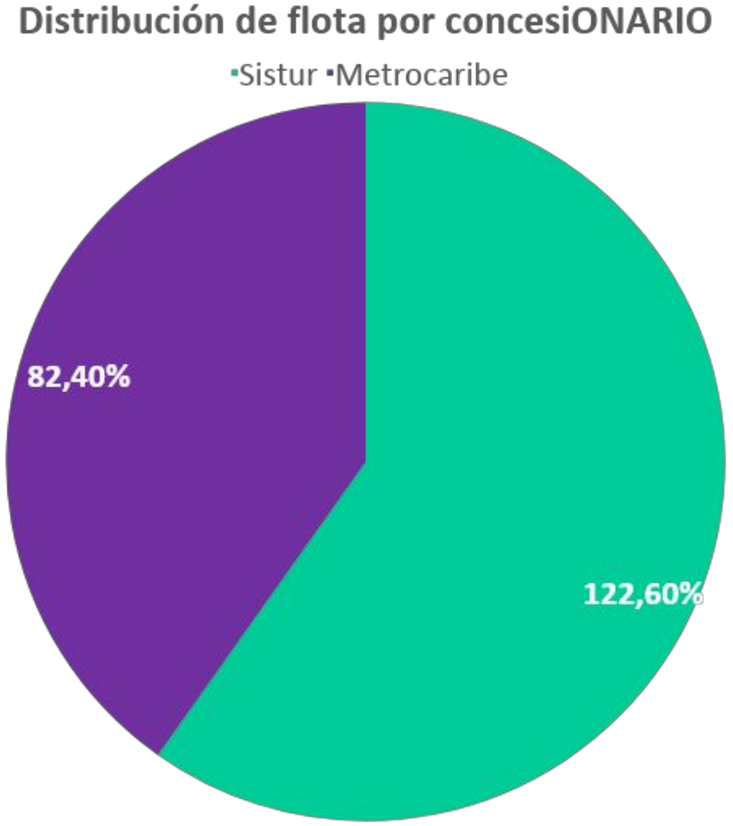
1 Concesión de recaudo y control de operaciones

•Recuados SIT Barranquilla S.A. (hoy S.A.S.)

2 Concesionarios para la operación del sistema

•Unión temporal Sistur Transurbanos (Concesionario No.1)

•Grupo empresarial Metrocaribe S.A. (Concesionario No.2)

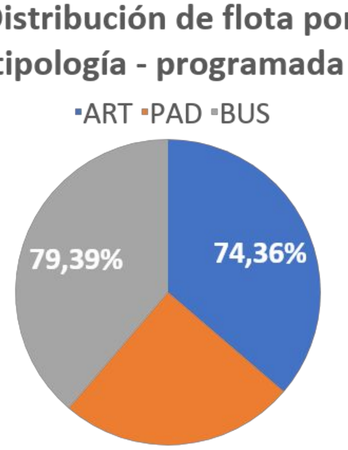


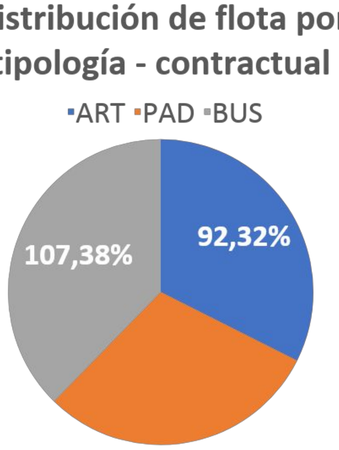
FLOTA PROGRAMADA

Tipología	Sistur	Metrocaribe	Total
ART	45	29	74
PAD	30	21	51
BUS	47	32	79
Total	122	82	204

FLOTA CONTRACTUAL

Tipología	Sistur	Metrocaribe	Total
ART	55	37	92
PAD	51	34	85
BUS	64	43	107
Total	170	114	284

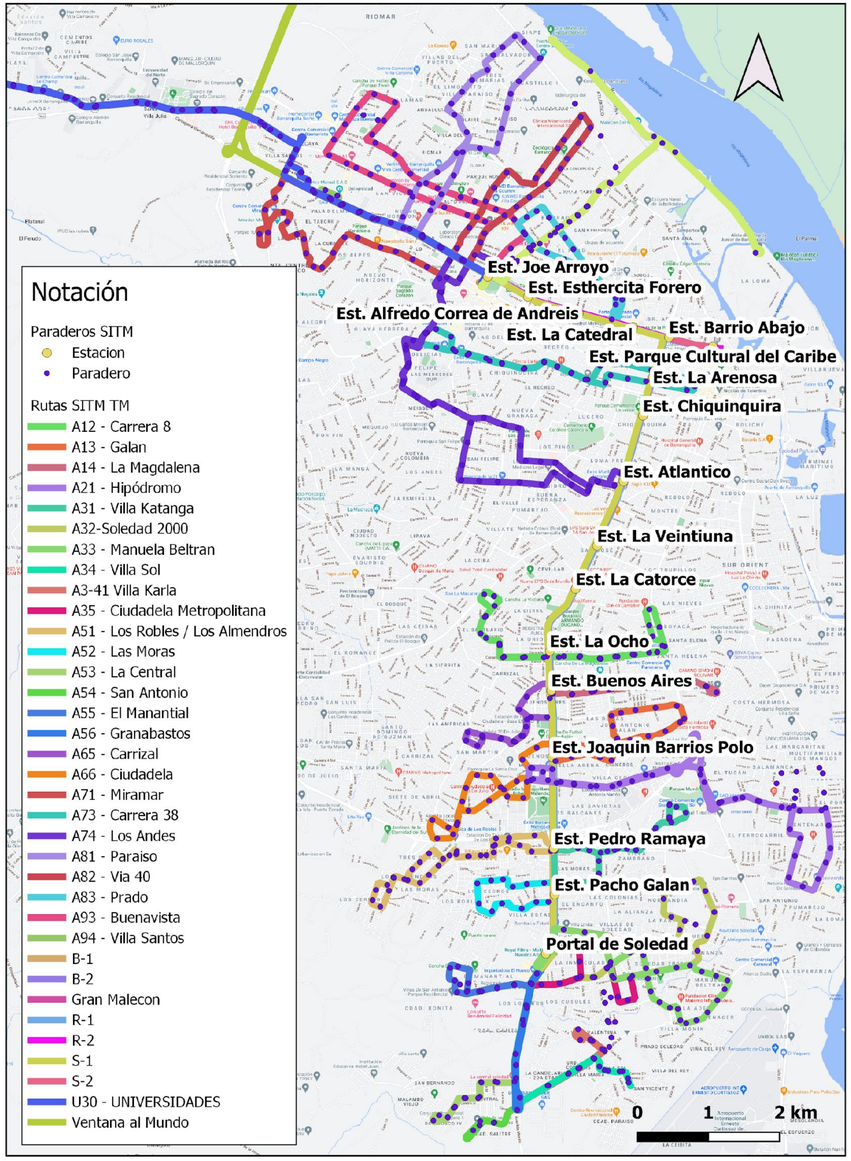




Transmetro en cifras

Distribución de flota por concesiONARIO

- **Rutas alimentadoras: 27**
  - Barranquilla: 13
  - Soledad: 14
- **Rutas pretroncales: 1**
  - Barranquilla: 1
- **Rutas troncales: 12**
  - Corrientes: 6
  - Expresas: 6
- **Infraestructura del sistema:**
  - Estaciones intermedias: 15
  - Estación retorno: 1
  - Patio Portal: 1 (Soledad)
  - Patio-taller: 1 (Barranquillita)
  - Paraderos: 639
- **Kilómetros de cobertura en troncal: 13,4 kms**
- **Kilómetros de rutas alimentadoras: 65,09 kms**



Transmetro en cifras

Distribución de flota por concesiONARIO

Articulado

- 9 servicios troncales
  6 corrientes / 3 expresos
- 14,659 kilómetros programados
- 1267 despachos
- 198 kms promedio por bus

Padrón

- 9 servicios
  7 alimentadores / 2 troncales
- 7,800 kilómetros programados
- 858 despachos
- 153 kms promedio por bus

Buseton

- 19 servicios alimentadores
- 15,795 kilómetros programados
- 1979 despachos
- 200 kms promedio por bus

01. **Sustitución flota actual**

Flota que cuide el entorno urbano – ambiental

02. **Trabajo articulado con UMUS-MT**

Plantear y definir nuevos requisitos mínimos

03. **Implementación flota pública**

Inversión en flota como prioridad ante sostenibilidad

04. **Piloto Buses Eléctrico**

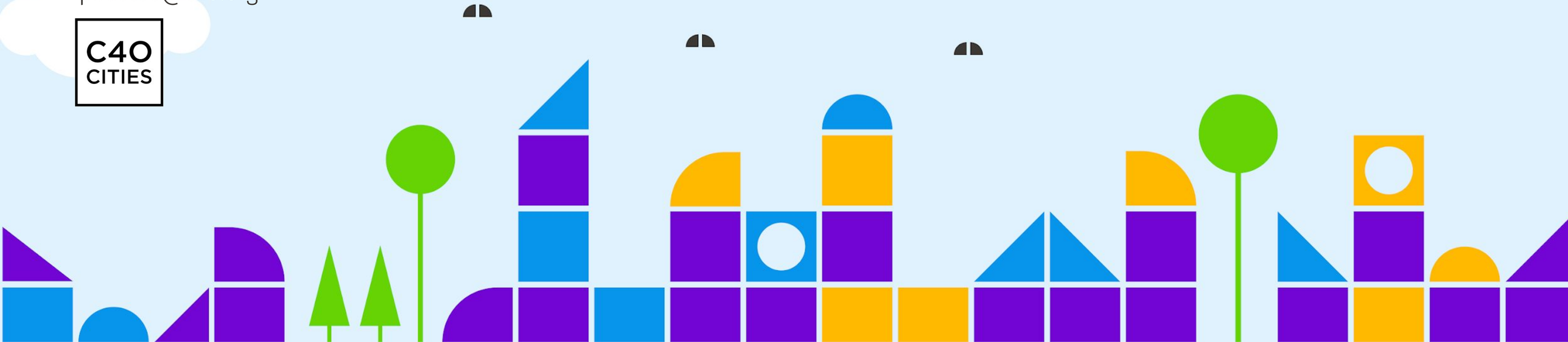
Romper paradigma en entorno de ciudad
Integrar posible autogeneración

CONVERSÁPOLIS

Modelos innovadores para el financiamiento de buses eléctricos

Pedro Bastos
TUMI E-bus Mission Manager, LATAM (C40 Cities)
pbastos@c40.org

C40 CITIES



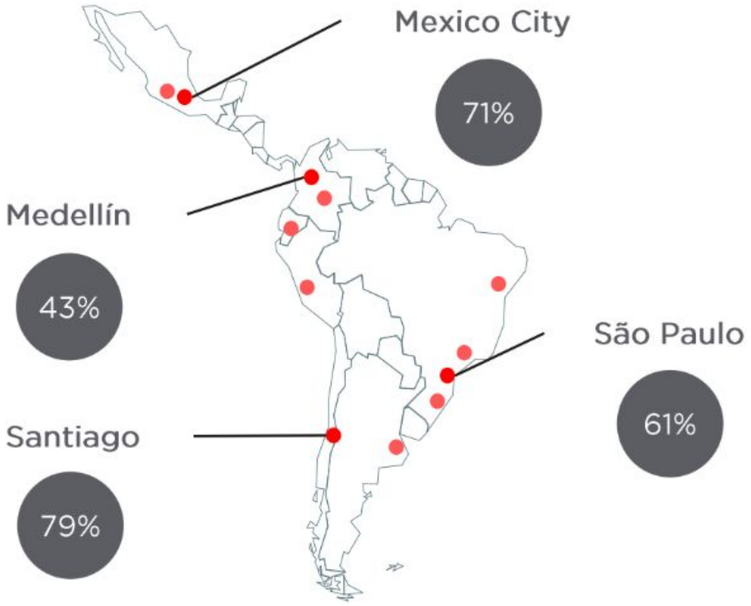
C40 es una red de alcaldes de casi 100 ciudades líderes en el mundo que colaboran para brindar la acción urgente que se necesita en este momento para enfrentar la crisis climática. Juntos, podemos crear un futuro en el que todos, en todas partes, puedan prosperar.

La asociación *Zero Emission Bus Rapid-Deployment Accelerator (ZEBRA)* se lanzó en 2019 para acelerar el despliegue de autobuses de cero emisiones en las principales ciudades de América Latina. La asociación ZEBRA está codirigida por Grupo C40 y el Consejo Internacional de Transporte Limpio, con apoyo adicional del Centro Mario Molina-Chile, Clean Energy Works, Global Green Growth Institute y World Resources Institute.

La Iniciativa Transformadora de Movilidad Urbana (TUMI) es financiada por el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ), implementada por Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y dirigida por un grupo de organizaciones como C40 Cities, ICCT, ITDP , UITP y WRI, quienes trabajan juntos para acelerar la transición a los autobuses eléctricos en el Sur Global en su Misión de Buses Eléctricos.

El transporte público mejora la sostenibilidad y la eficiencia urbana, y la movilidad eléctrica puede incrementar aún más estos indicadores. Sin embargo, el costo de adquisición es de 3 a 4 veces mayor que de un bus a diésel.

La planificación para buses eléctricos debe llevar en cuenta sus externalidades positivas.



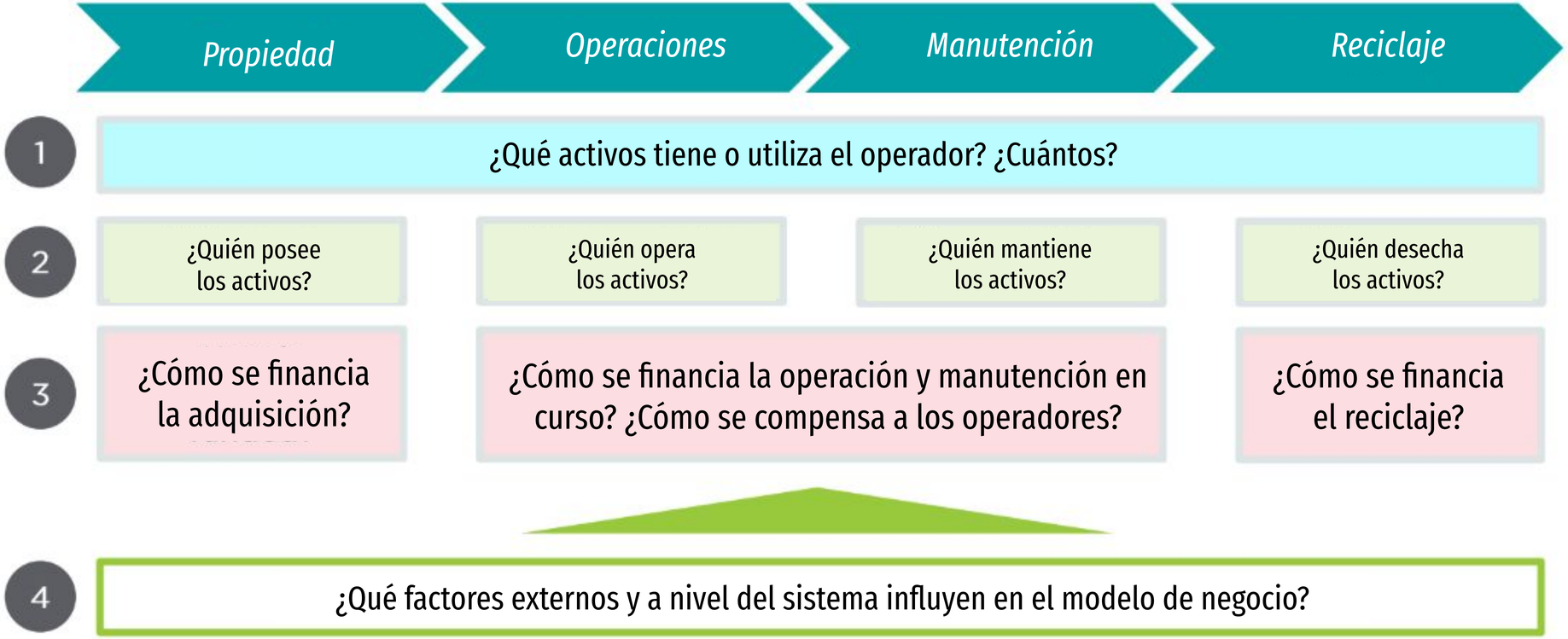
Emisiones del transporte
% de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), estimado 2017

Impactos económicos: 4% del PIB en 15 países con las emisiones de GEI más significativas.

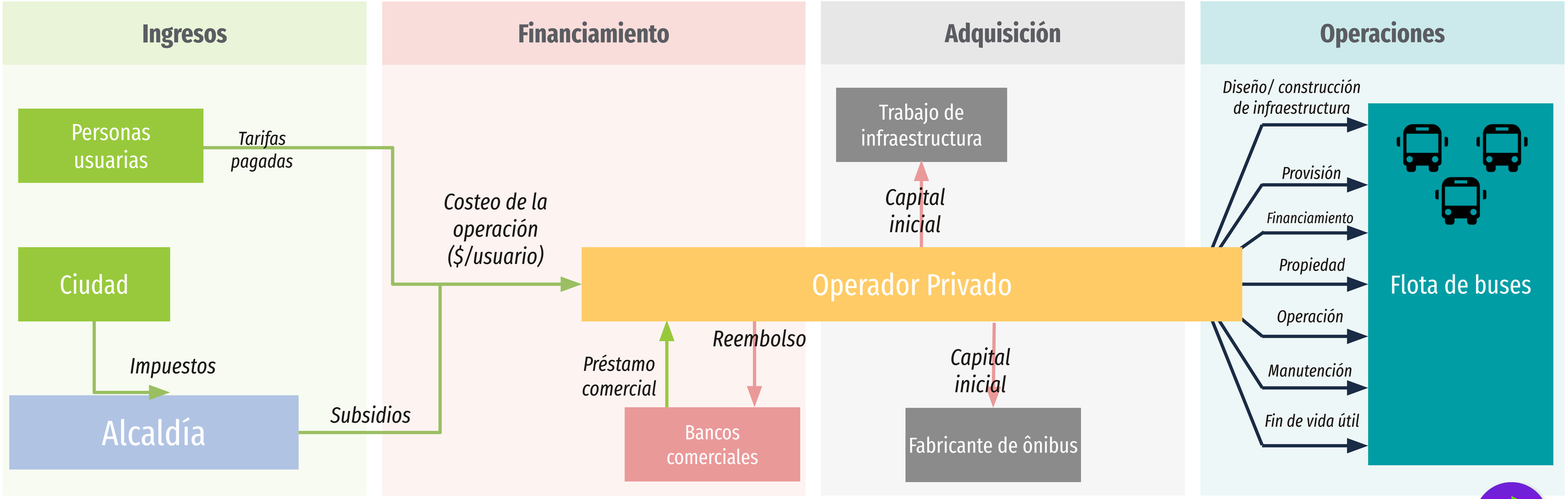
Impactos ambientales: el carbono negro que escapa de los vehículos a diésel tiene un efecto de calentamiento de 900 a 3200 veces mayor que el del CO2.

Impactos en la salud: La contaminación causa alrededor de 7 millones de muertes al año, principalmente debido a la exposición a la contaminación por partículas.

¿Cómo viabilizar la tecnología?
Mapeo de diferentes modelos de negocio para buses eléctricos.



Modelo tradicional basado en operadores privados (teórico)



Proponer modelos alternativos para una mejor distribución del riesgo es el camino para viabilizar los buses eléctricos.

¿Cuáles son las características clave que se necesitan para un sistema de transporte adoptar buses eléctricos?

OPERADORES

¿Qué alternativas comerciales pueden mantener ingresos y condiciones operativas similares?

+

INVERSIONISTAS

¿Qué estructuras de inversión pueden ofrecer retornos financieros?

+

FABRICANTES

¿Qué condiciones ofrecen para para buses elétricos?

+

CIUDADES

¿Qué condiciones las ciudades deben garantizar para establecer acuerdos comerciales para buses eléctricos?

Soluciones viables deben abordar los intereses de todos los stakeholders

Arreglos comerciales prometedores:

cambia las fuentes y condiciones de financiación

SOPORTE DE FINANCIACIÓN A TITULARES DE ACTIVOS

- Proporciona términos de financiación atractivos a los propietarios de activos para permitir la compra de autobuses eléctricos:
  - Tasas de interés más bajas (por ejemplo, varios puntos porcentuales por debajo de las tasas comerciales)
  - Períodos de pago extendidos (por ejemplo, más de 10 años en lugar de -6 años)
  - Períodos de gracia (por ejemplo, dos años sin pagos)
- Muestra una prueba de concepto para modelos que se pueden replicar y escalar

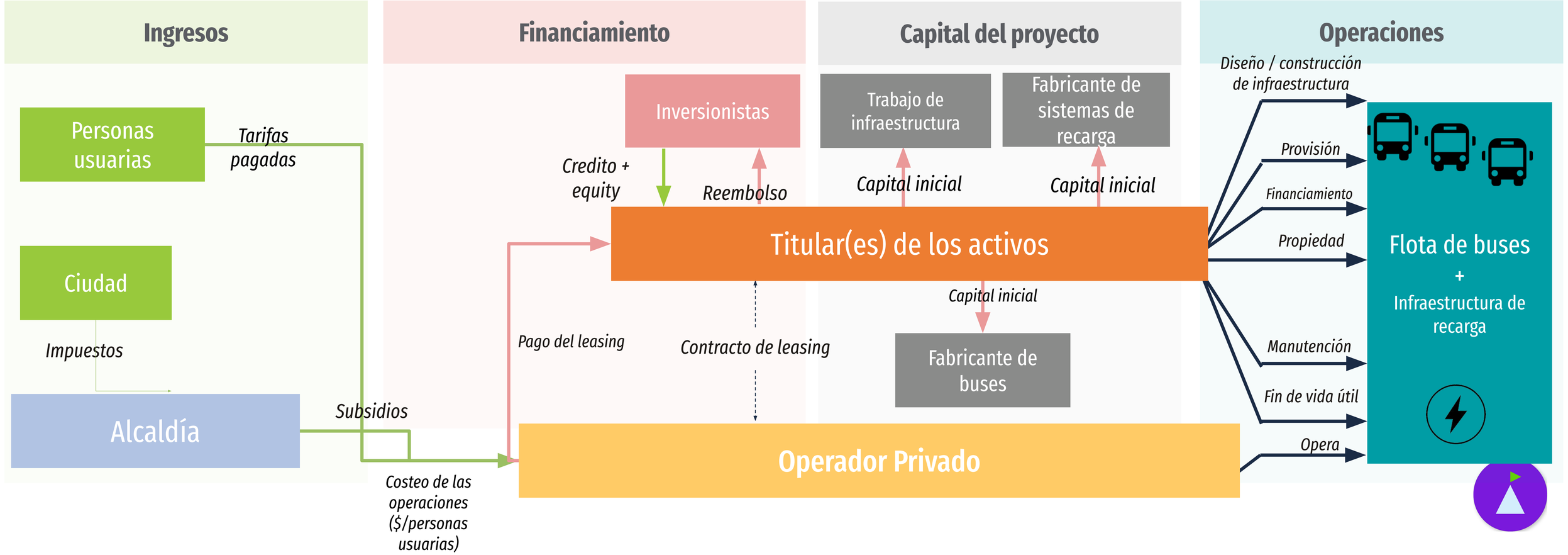
cambia la titularidad de los activos

SEPARACIÓN DE PROPIEDAD DE ACTIVOS DE LA OPERACIÓN

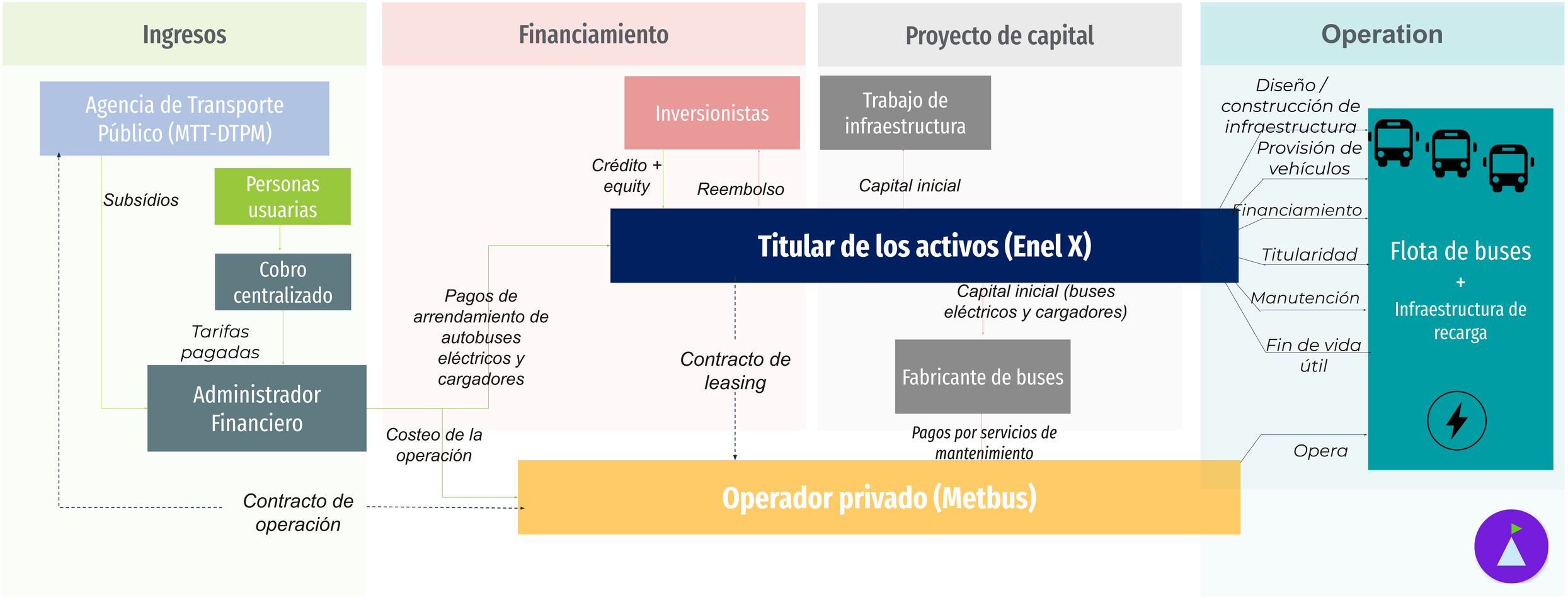
- Nuevos actores ingresan al sector de buses para comprar activos de buses eléctricos y arrendarlos a operadores tradicionales para que los usen
- Permite compartir los costos (es decir, el operador no cubre todos los costos iniciales) y el riesgo (por ejemplo, los propietarios de activos tradicionales asumen menos riesgos tecnológicos y financieros).

MITIGACIÓN DE RIESGOS

La separación de propiedad de activos permite involucrar a terceros para compartir responsabilidades.



Separación de propiedad y operación: Modelo actual de Metbus en Santiago



Modelo potencial para São Paulo

¡Gracias!

volytica diagnostics

Prolongando la vida útil de las baterías

2023-02-23

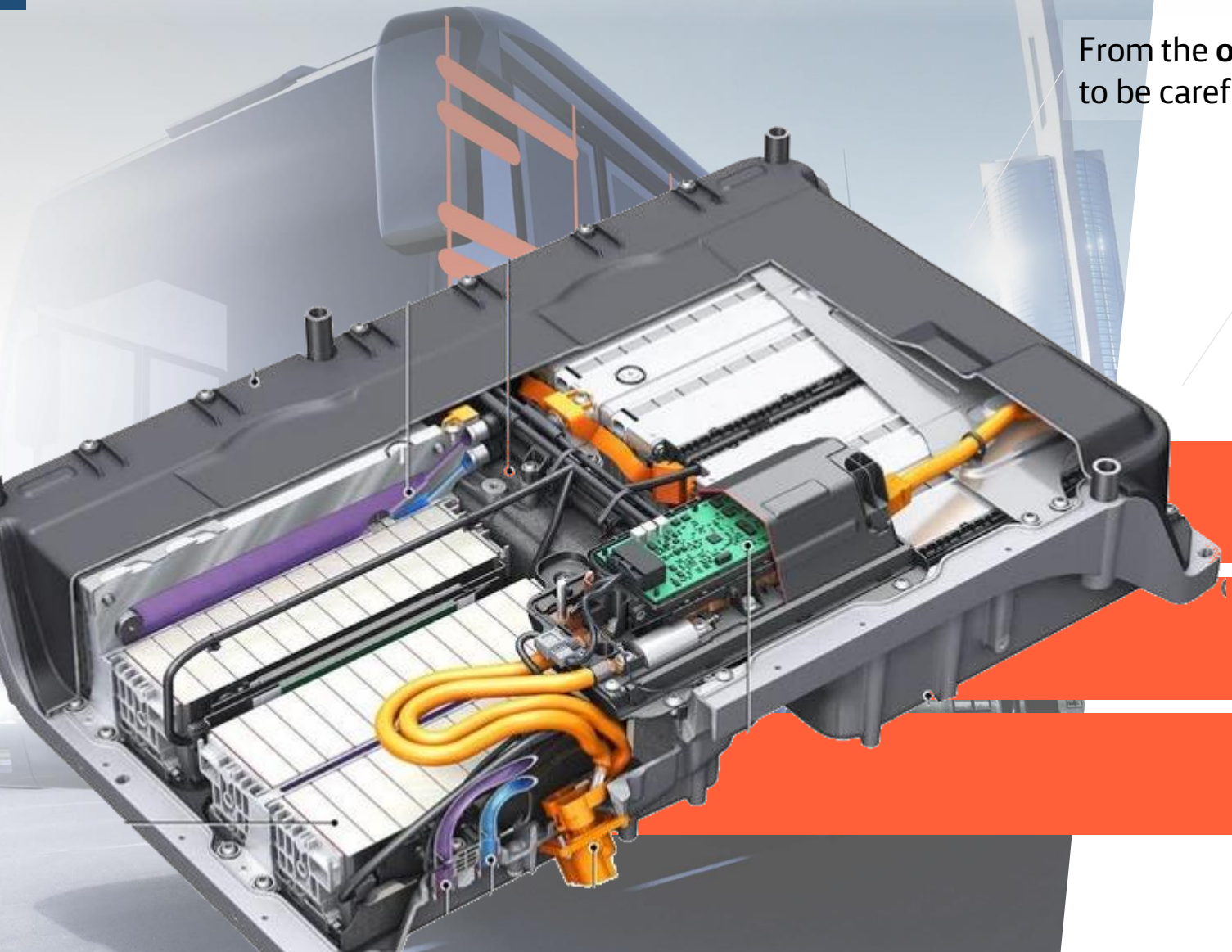
EUROPEAN BATTERY ALLIANCE | EBA250

Member of

Battery Pass

Supporting Partner of

Batteries are marketed as “maintenance free”. But they are complex masterpieces that deserve proper management.



From the **outside**, they appear to be carefree blackboxes.

Under the surface, they are carefully designed masterpieces: 1000s of cells, sensors and electronics must march in lockstep for up to 20 years!

Underutilization
due to overly cautious operation

Safety-critical long-term trends
are not sensed by electronics

End-of-life criteria
are set overly pessimistic by OEMs

Optimization Potentials

Small best-practice implementations can have a huge long-term effect

In the EU, at least 100 electric buses, worth >€50m, burnt down in the last 2 years.

This Stuttgart depot burnt down entirely due to a faulty electric bus in 2021: >€100m damage

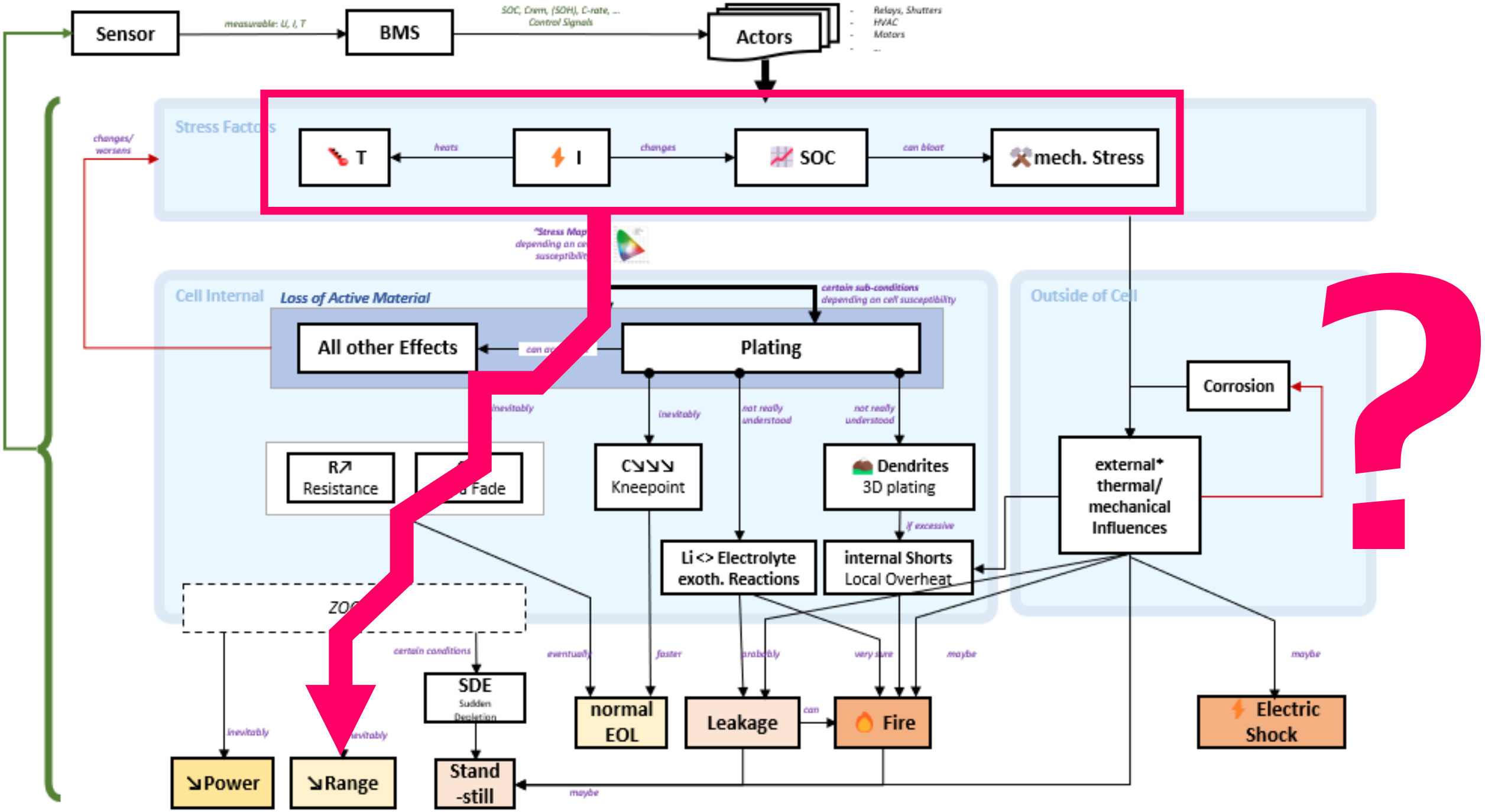
Owners don’t use the full potential

Batteries are replaced too early – years!

No 2nd-use & aftermarket exists

Battery safety is grossly neglected

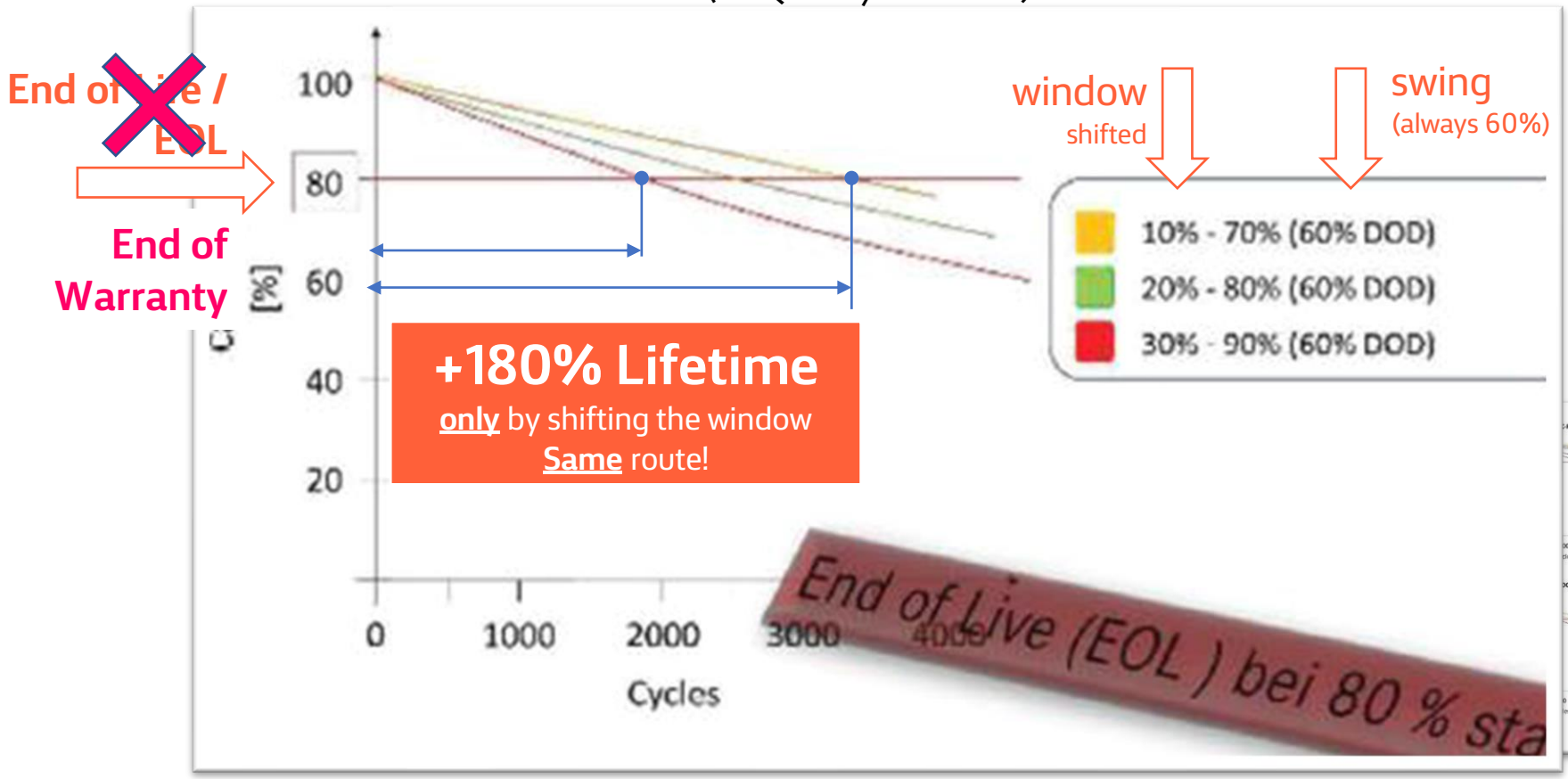
volytica’s supervision & management solution will unlock billions of unused potential and enable safe batteries at scale.

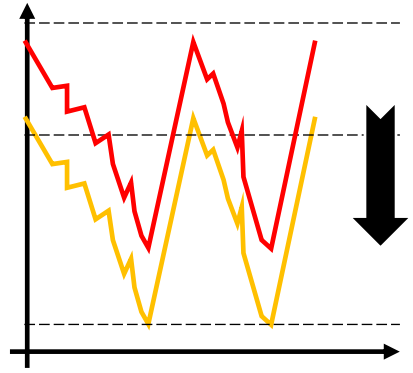

Sensor
measurable: U, I, T
BMS
SOC, Crem, (SOH), C-rate, ...
Control Signals
Actors
Relays, Shutters
HVAC
Motors
changes/ worsens
Stress Factors
T
heats
I
changes
SOC
can bloat
mech. Stress
Cell Internal
Loss of Active Material
certain sub-conditions depending on cell susceptibility
All other Effects
Plating
Outside of Cell
Corrosion
R↗ Resistance
Fade
C↘↘↘ Kneepoint
Dendrites 3D plating
external* thermal/ mechanical Influences
Li <> Electrolyte exoth. Reactions
internal Shorts Local Overheat
inevitably
inevitably
not really understood
not really understood
if excessive
certain conditions
eventually
faster
probably
very sure
maybe
maybe
SDE Sudden Depletion
normal EOL
Leakage
can
Fire
Electric Shock
inevitably
inevitably
↘Power
↘Range
Stand -still
maybe
?

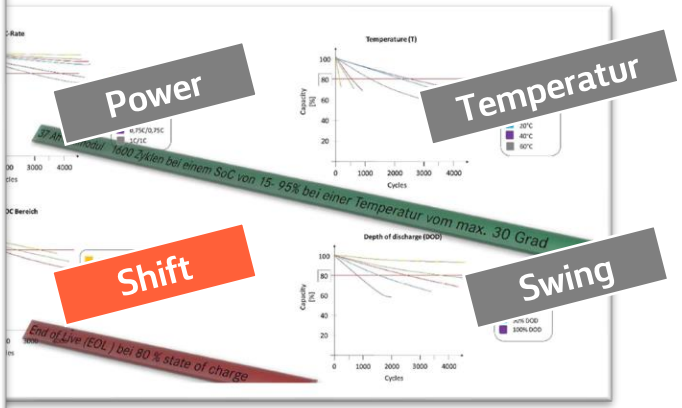
Example: Lifetime Extension

The usage profile has a huge impact on lifetime and performance.

From a Vehicle Data Sheet
(Hi-Quality NMC cell)





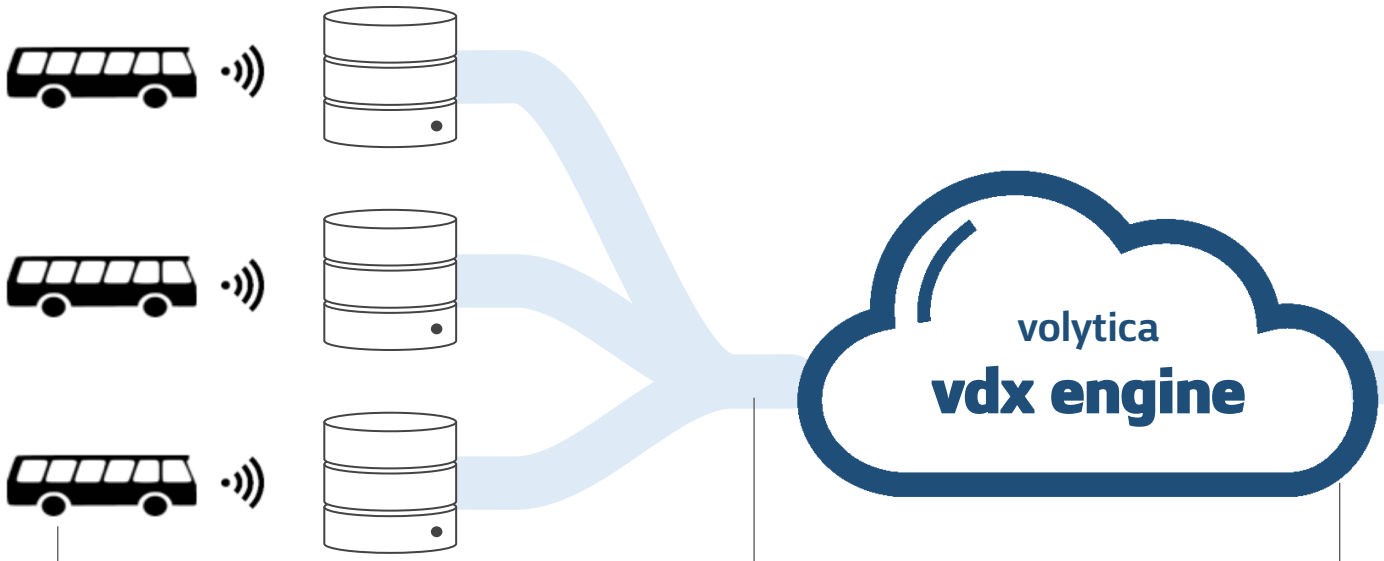


From procurement, to operation, to resell:
Battery data enables more profitable operation, higher availability, higher safety and more sustainability

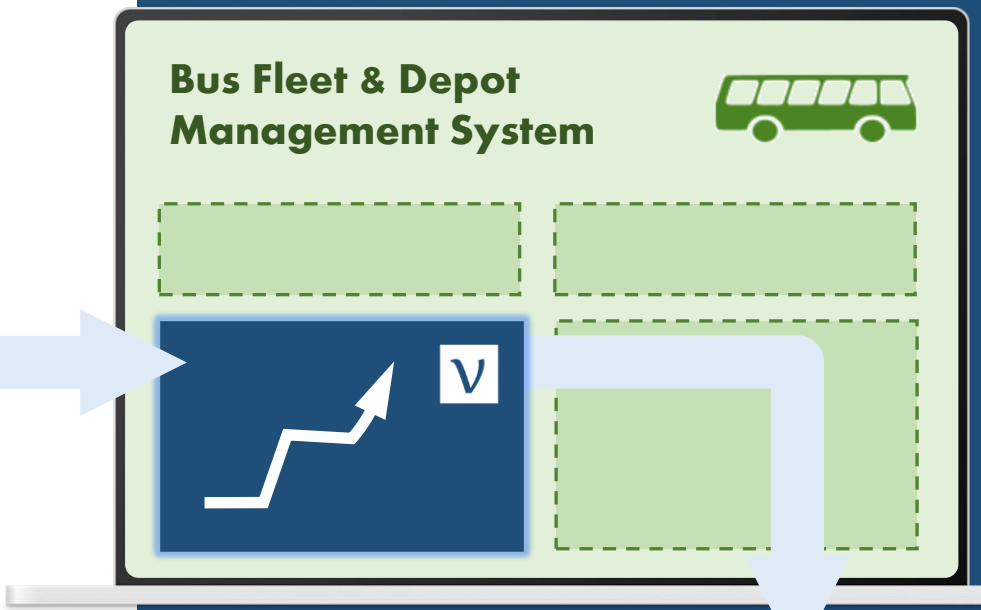
You must request data access to unlock potentials!

Our Solution

We crack abundant data that others discard, using our proprietary battery algorithms



volytica
vdx engine



Existing Data
All commercial batteries transmit and store the relevant signals

No Hardware
Every Li-Ion battery is supported

Plug-and-Play
Our algorithms are self-learning. We don't need the typical 6 months lab tests.

Quick to Start
Cloud-based analysis tool for **systematical** battery quality analysis

Fraunhofer *inside*

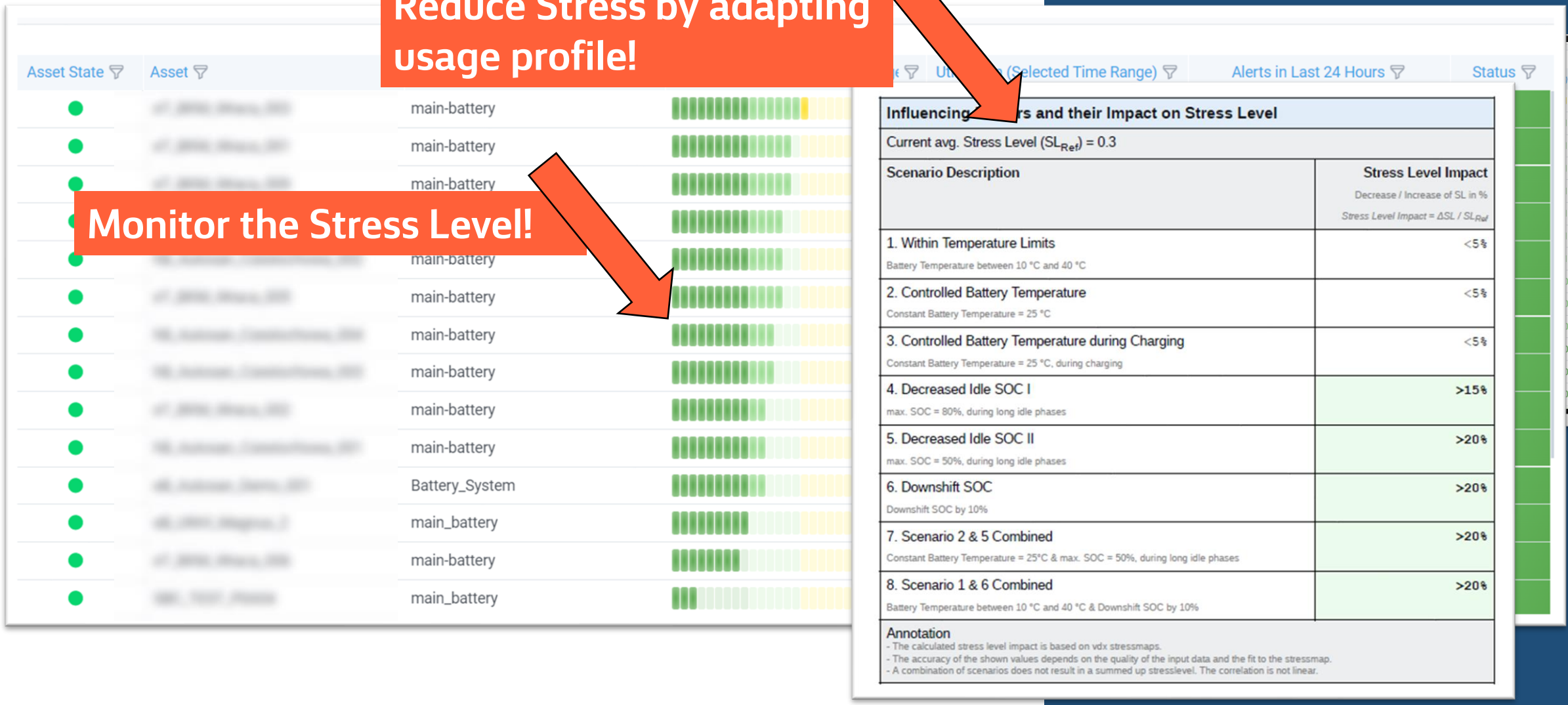
- Utilization & profit optimization
- Lifetime extension & replacement planning
- Residual value & 2nd life certification
- Safety & anomaly detection

Our Solution

We crack abundant data that others discard, using our proprietary battery algorithms

Reduce Stress by adapting usage profile!

Monitor the Stress Level!



Asset State	Asset	Utilization (Selected Time Range)	Alerts in Last 24 Hours	Status
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	main-battery			
●	Battery_System			
●	main_battery			
●	main-battery			
●	main_battery			

Influencing Factors and their Impact on Stress Level	
Current avg. Stress Level (SL_{Ref}) = 0.3	
Scenario Description	**Stress Level Impact** Decrease / Increase of SL in % *Stress Level Impact = ΔSL / SL_{Ref}*
1. Within Temperature Limits Battery Temperature between 10 °C and 40 °C	<5%
2. Controlled Battery Temperature Constant Battery Temperature = 25 °C	<5%
3. Controlled Battery Temperature during Charging Constant Battery Temperature = 25 °C, during charging	<5%
4. Decreased Idle SOC I max. SOC = 80%, during long idle phases	>15%
5. Decreased Idle SOC II max. SOC = 50%, during long idle phases	>20%
6. Downshift SOC Downshift SOC by 10%	>20%
7. Scenario 2 & 5 Combined Constant Battery Temperature = 25°C & max. SOC = 50%, during long idle phases	>20%
8. Scenario 1 & 6 Combined Battery Temperature between 10 °C and 40 °C & Downshift SOC by 10%	>20%
Annotation - The calculated stress level impact is based on vdx stressmaps. - The accuracy of the shown values depends on the quality of the input data and the fit to the stressmap. - A combination of scenarios does not result in a summed up stresslevel. The correlation is not linear.	

Data, data, data…

The most important message however is:

It is instrumental to request, during tender, the minimal vehicle and battery data set:

- **battery & cell voltages**
- **current & power**
- **temperature**

→ Get a full list from the organisers!

Summary

- Batteries are great ;)
- Watch them – not everything is in the power or responsibility of the manufacturer!
- Many things can be optimized to increase uptime, lifetime and profitability
- **But: No data, no nothing! You must request data access already during tendering phase**

Thank you!

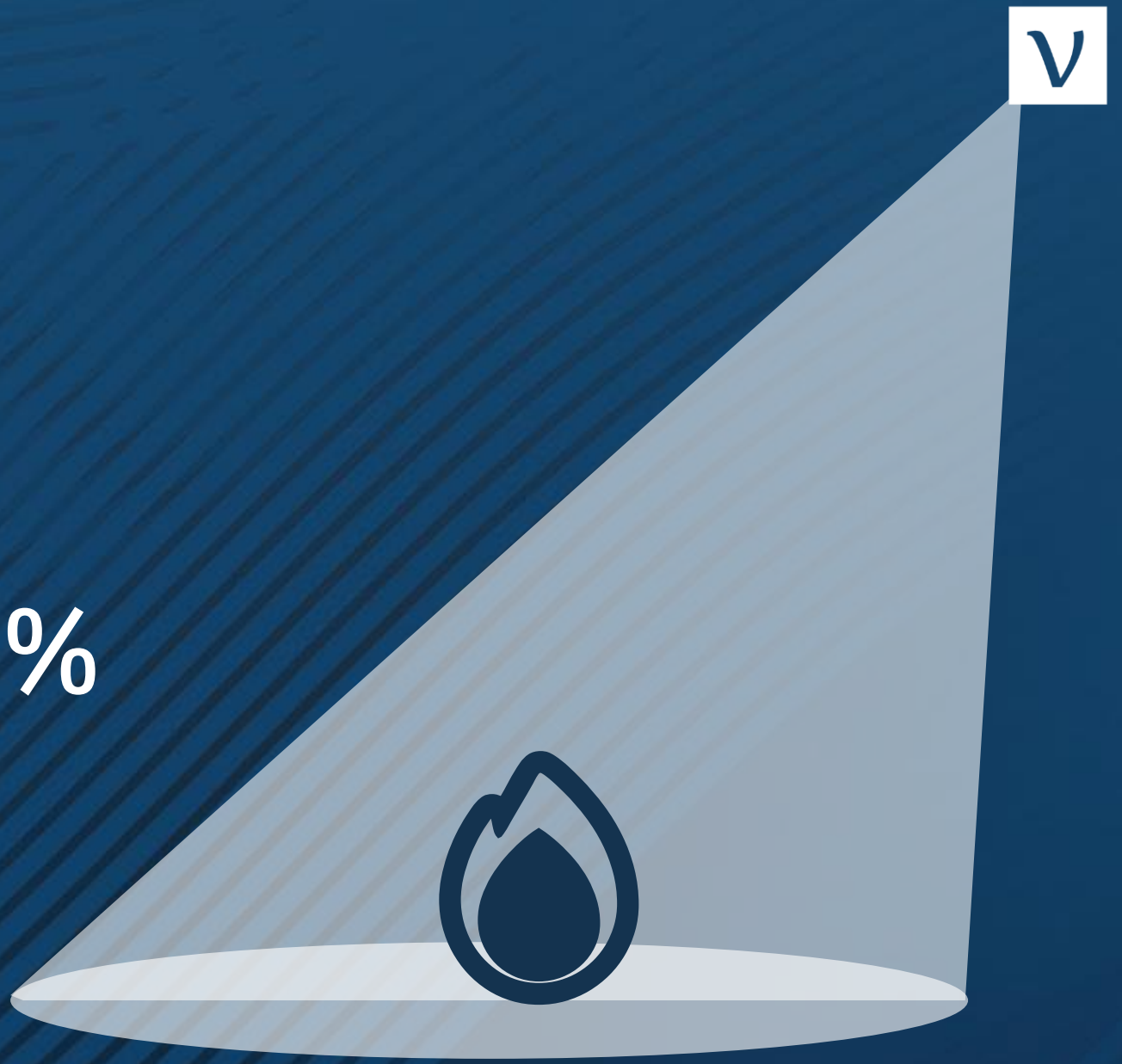
Get in Touch

claudius.jehle@volytica.com

+49 351 87 95 87 - 00

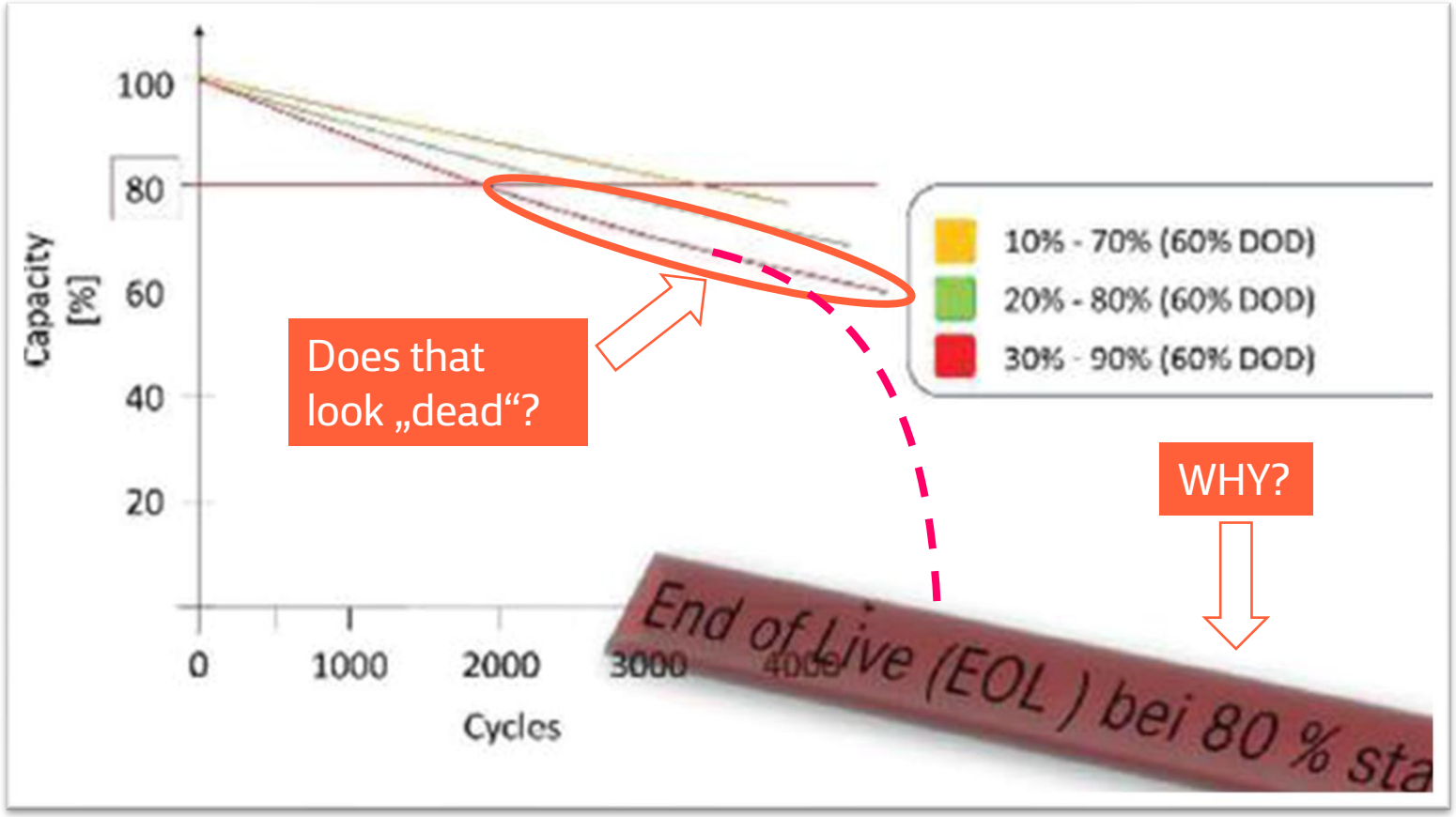
Bonus: EOL 80%

Where does this limit come from?



Bonus

Hang on … why “End of Life = 80%”?



Safety?

→ no, not really (see later)

Usability?

→ well, that depends on route, right?

It‘s weird, nobody really knows!

(There is a theory of a legacy test protocol from 1996 from USABC)

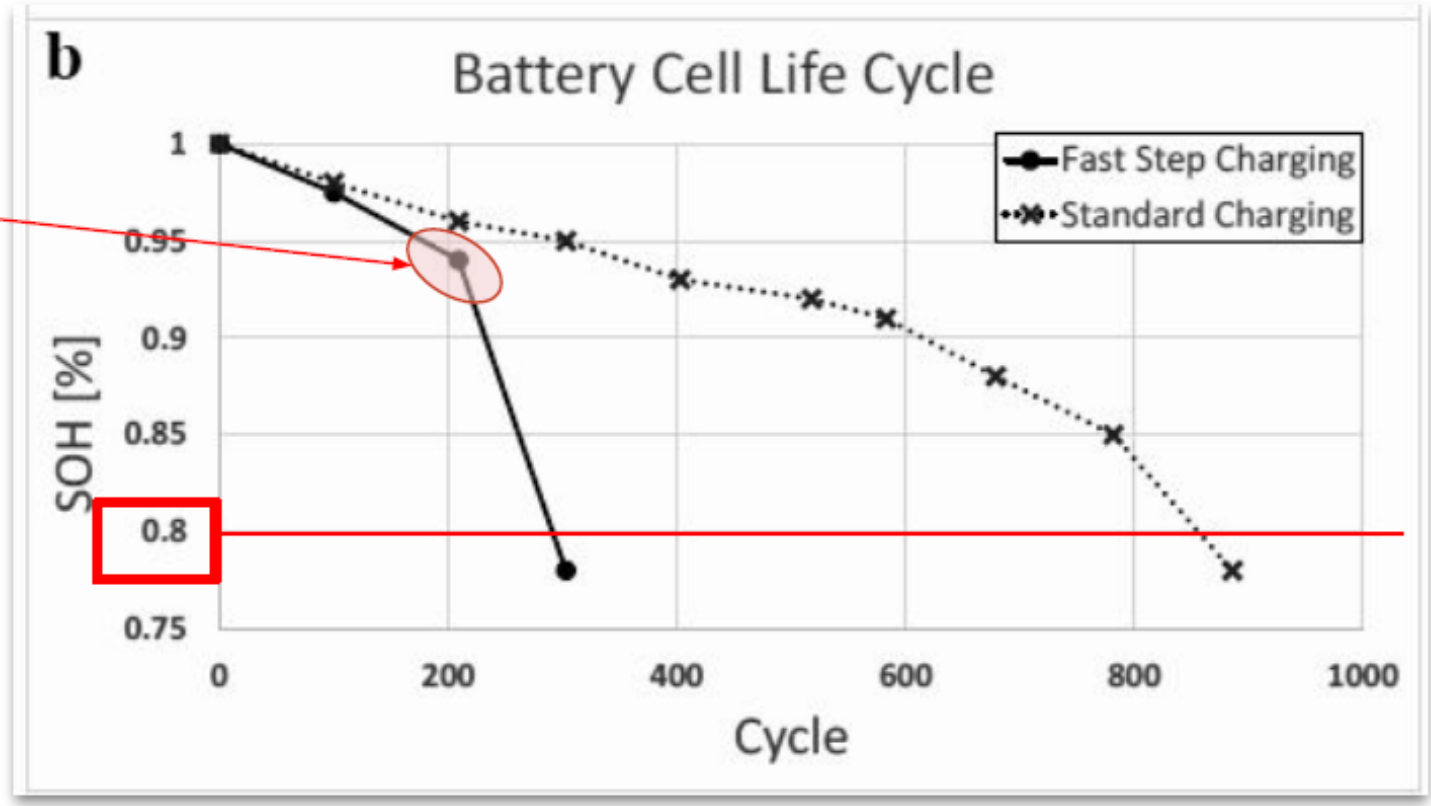
EoL Criteria need a makeover

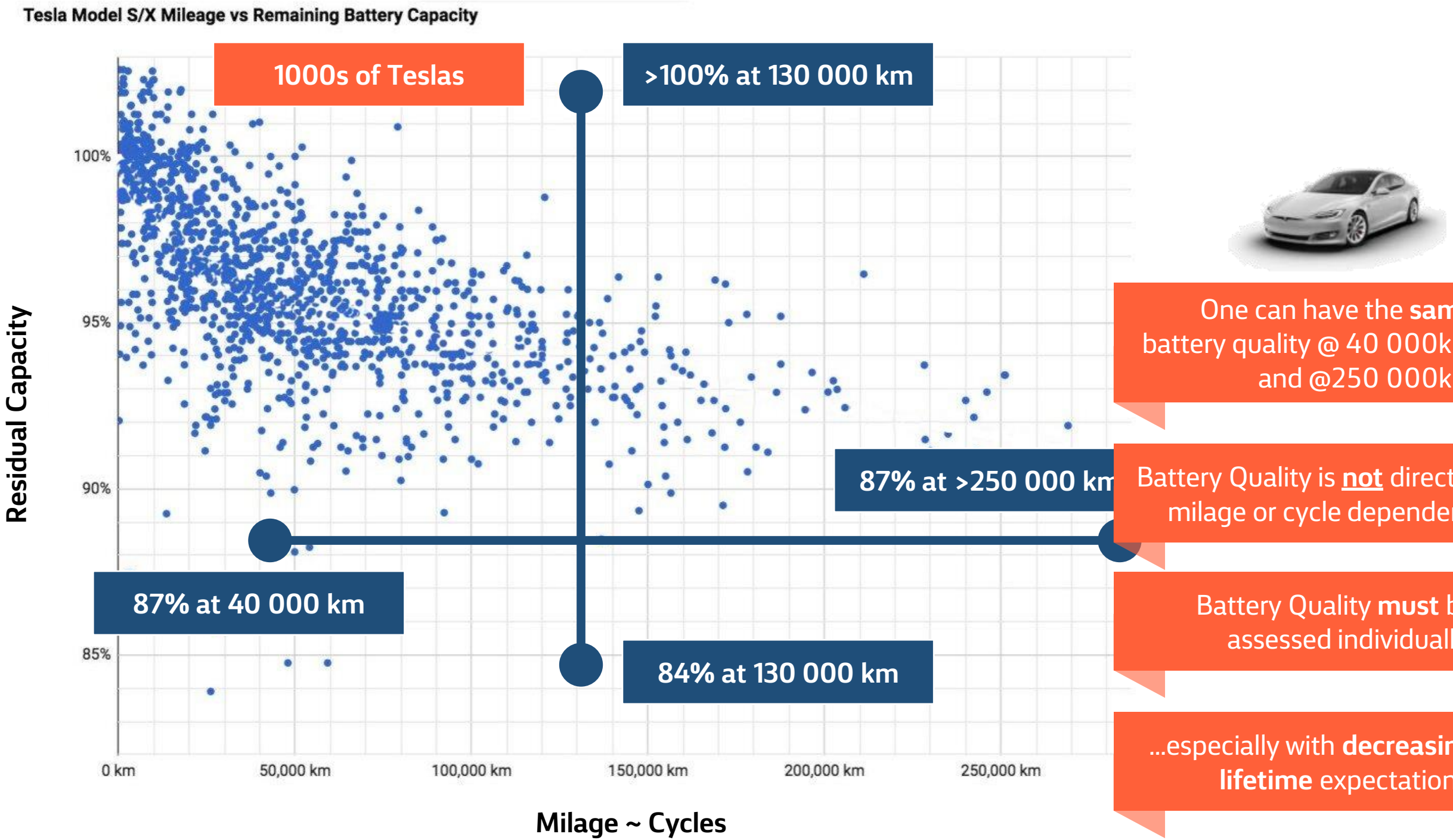
We waste €50bn by premature scrapping

We are working on it!

More bespoke EOL by monitoring

Stress- induced onset





One can have the **same** battery quality @ 40 000km and @250 000km

Battery Quality is **not** directly milage or cycle dependent

Battery Quality **must** be assessed individually!

...especially with **decreasing lifetime** expectations!