



Metodología para el análisis de viabilidad de una flota vehicular eléctrica

30/07/2020



Motivaciones Generales

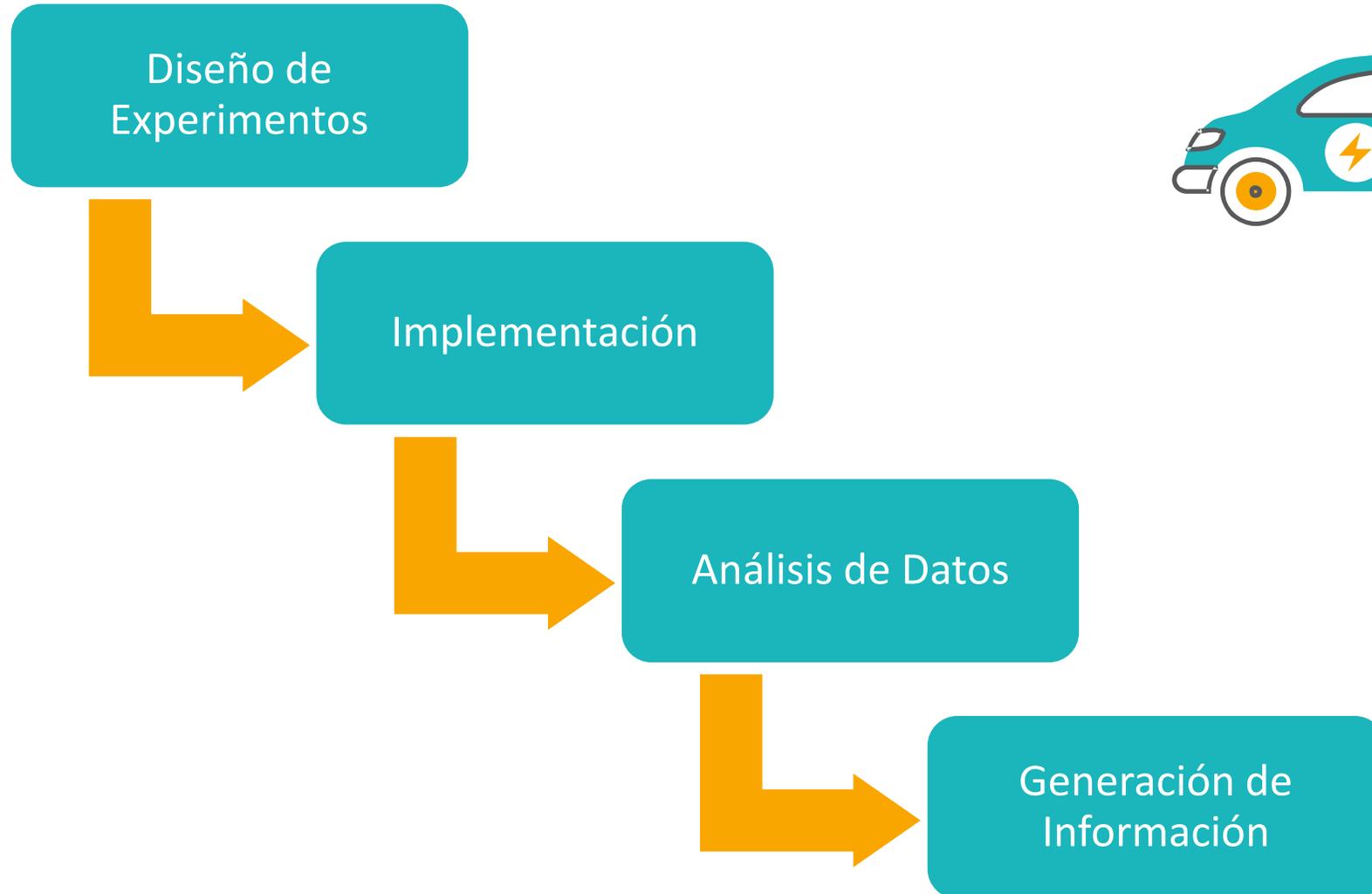
- **Aumento** de la oferta de **electromovilidad** (vehículos, cargadores, servicios, etc.)
- **Necesidad de información** para la toma de decisiones en la **generación de políticas públicas**
- **Necesidad de información** para:
 - Adopción de **flotas eléctricas**
 - **Gestión** energética y operacional de **flotas eléctricas**
 - Generación de **nuevos modelos de negocios**



Objetivos

- Desarrollar una **metodología** para determinar la línea base **del consumo energético** y las características operacionales de una **flota vehicular** que permita comparar la eficiencia entre vehículos de combustión interna y **vehículos eléctricos**
- Generar **información de casos reales donde sea aplicada la metodología** para que permita la toma de decisiones para la conversión a la movilidad eléctrica
- **Colaborar en la difusión de la experiencia** de pilotos de flotas vehiculares que presente potencialidades de mayor eficiencia energética y operacional
- **Generar información para el estado** en base a la cual posteriormente pueda desarrollar y promover **políticas públicas** en la materia

Metodología General



Metodología – Diseño de experimentos

Selección de muestra

- Universo de medición Buses eléctricos
 - 101 Buses eléctricos.
 - Rutas fijas
- Universo de medición vehículos eléctricos
 - 26 vehículos livianos.
 - Rutas variables y fijas.
- 95% de confianza y 10% de error.



e: Margen de error
N: Tamaño de población
p: Probabilidad
z: Factor de nivel de confianza
n: Tamaño de la muestra

$$n = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}}$$

Metodología – Diseño de experimentos

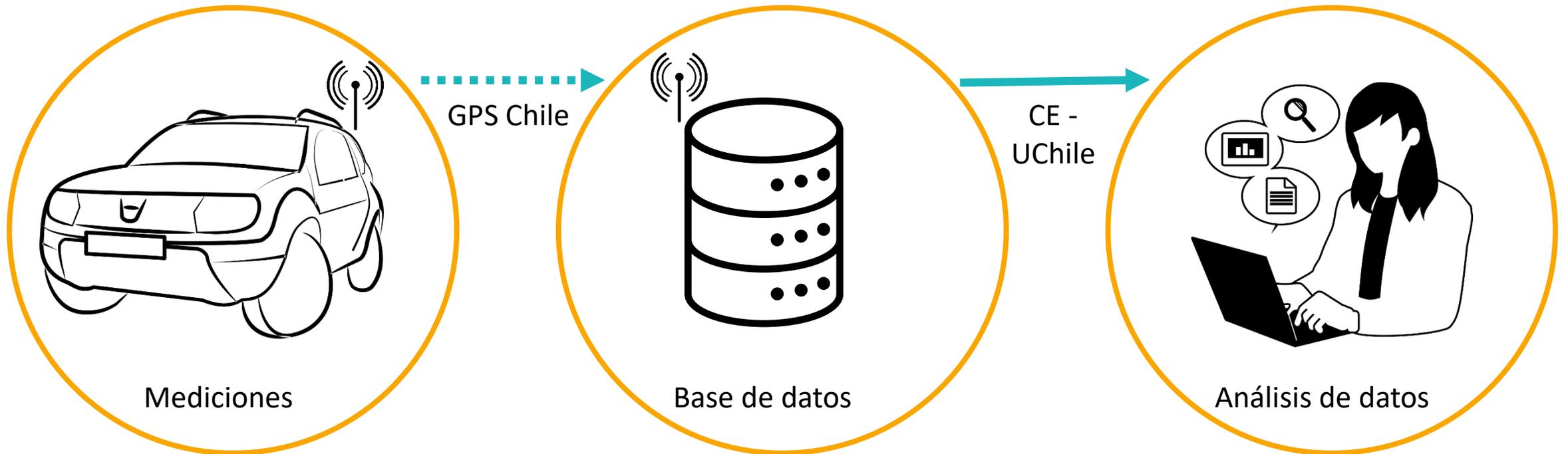
Adquisición de Datos



- Análisis de desempeño energético
- Dependencia del rendimiento con las variables de operación.

Metodología – Implementación

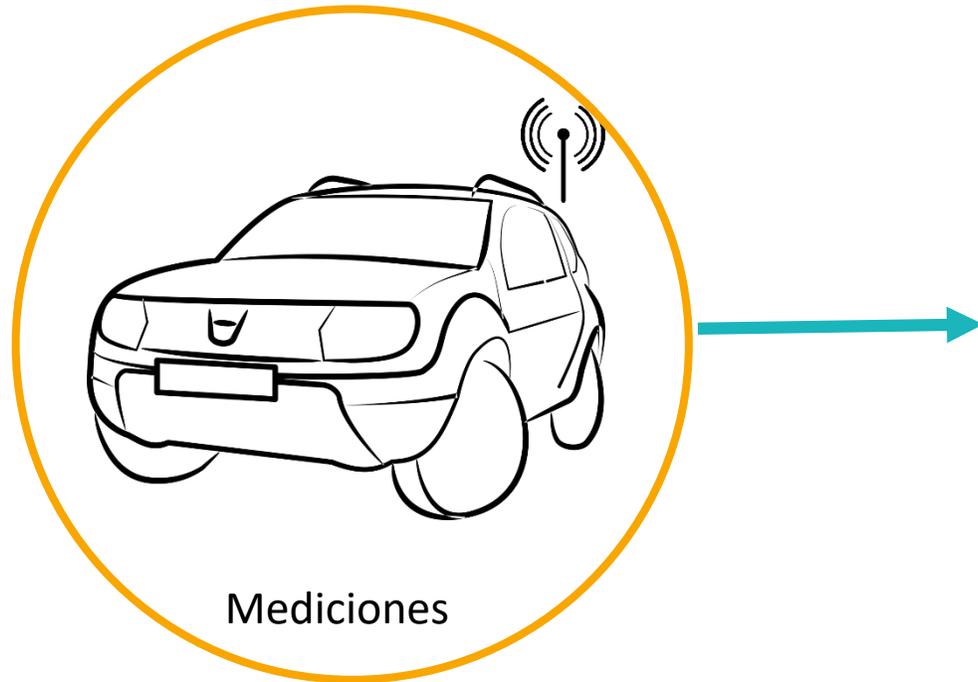
Adquisición de datos



CE – UChile tiene participación activa en el diseño del sistema de adquisición de datos.

Metodología – Implementación

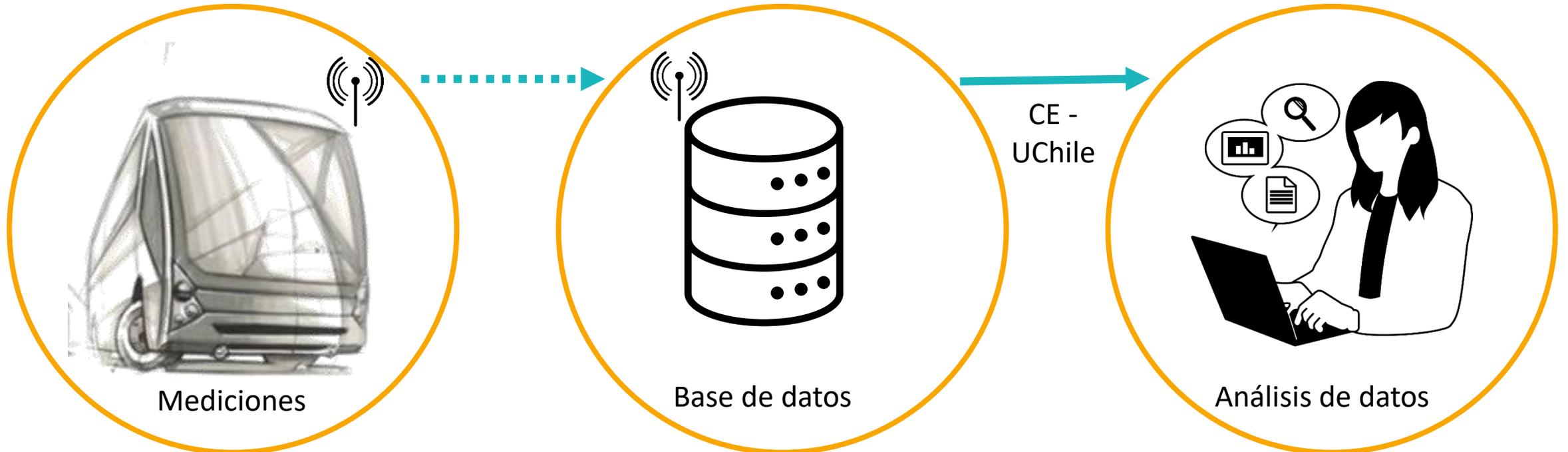
Adquisición de datos



Dispositivo con protocolo ELM327 full conectado al puerto OBD2
8 segundos de frecuencia de adquisición

Metodología – Implementación

Adquisición de datos



CE - UChile recibe datos solicitados a la empresa proveedora de telemetría.
Muestreo por evento del Bus. “En movimiento” “Exceso de velocidad” “Detenido”, etc

Metodología – Implementación

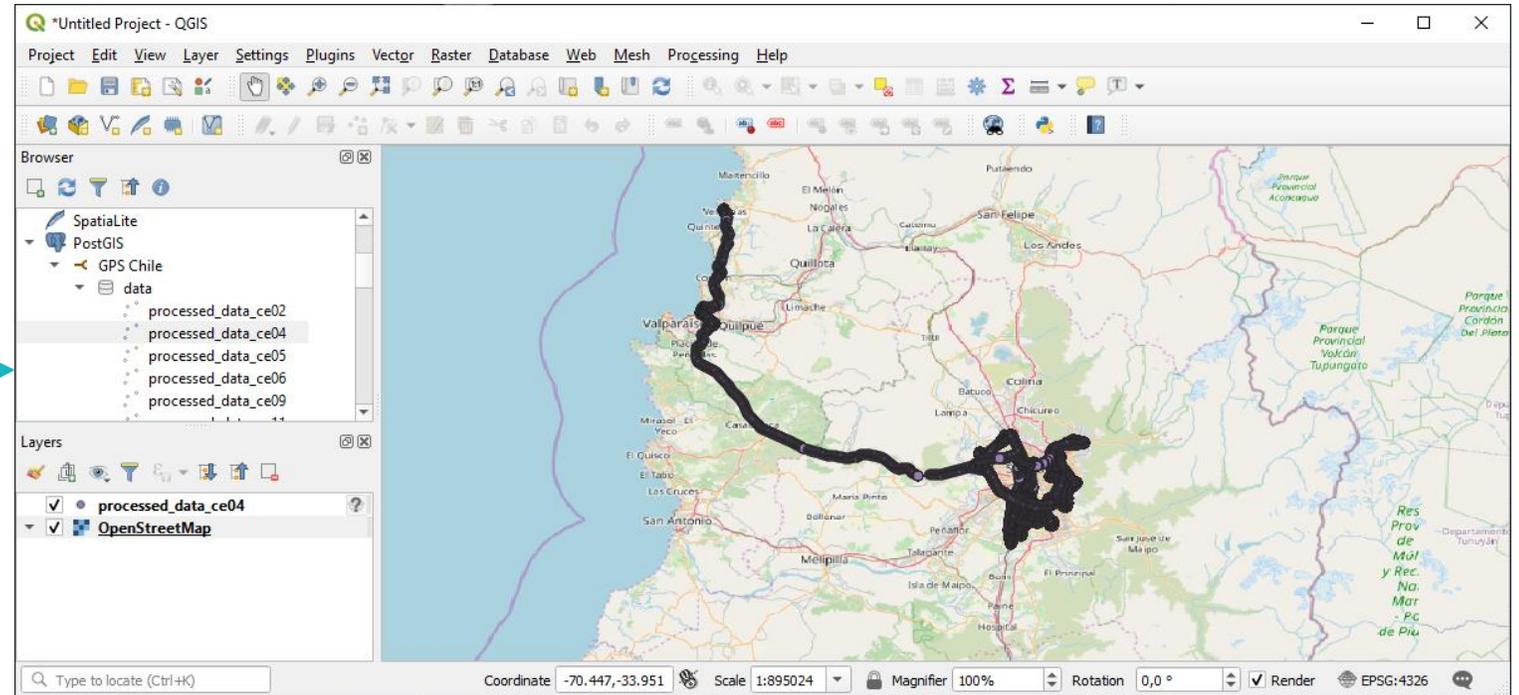
Adquisición de datos



	gps_time text	device_time text	longitude text	latitude text	gps_speed_mpers text	hdop text	altitude text	bearing text	air
1	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57980792	-33.413547...	0.0	11.792	696.471191...	0.0	
2	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57980793	-33.413547...	0.0	11.792	699.788574...	0.0	
3	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57980791	-33.413547...	0.0	11.792	701.026977...	0.0	
4	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57980781	-33.413547...	0.0	12.864	701.564697...	0.0	
5	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57980781	-33.413547...	0.0	11.792	702.393310...	0.0	
6	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57920897	-33.405559...	13.64	10.72	701.581054...	284.7	
7	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57981028	-33.413545...	0.24	11.792	701.393066...	249.0	
8	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57982556	-33.413546...	0.53	11.792	703.790771...	252.1	
9	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57695275	-33.407140...	0.0	9.6480...	708.208007...	0.0	
10	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57980117	-33.413525...	0.0	11.792	699.616210...	0.0	
11	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57983993	-33.413540...	0.0	10.72	697.005615...	0.0	
12	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.59236873	-33.405610...	16.85	8.576	678.0	247.7	
13	Mon Jan 20 1...	20-Jan-2020 11:...	-70.57983961	-33.413541...	0.0	12.864	696.328613...	0.0	

Metodología – Implementación

Adquisición de datos



Metodología – Análisis de Datos

Análisis de desempeño energético

Adquisición de datos

- Frecuencia de muestreo.
- Identificación de variables.
- Formato de archivos de información.



Limpieza de datos

- Algoritmo de limpieza de datos.
- Rutina de pre procesamiento de datos.



Procesamiento de datos

- Análisis operacional y energético:
 - Semanal
 - Mensual
 - Total

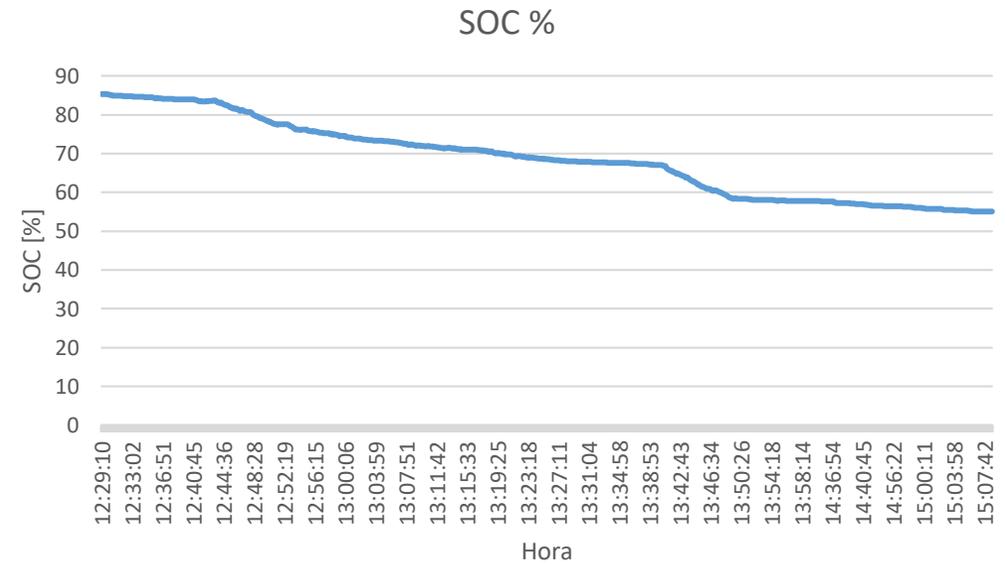
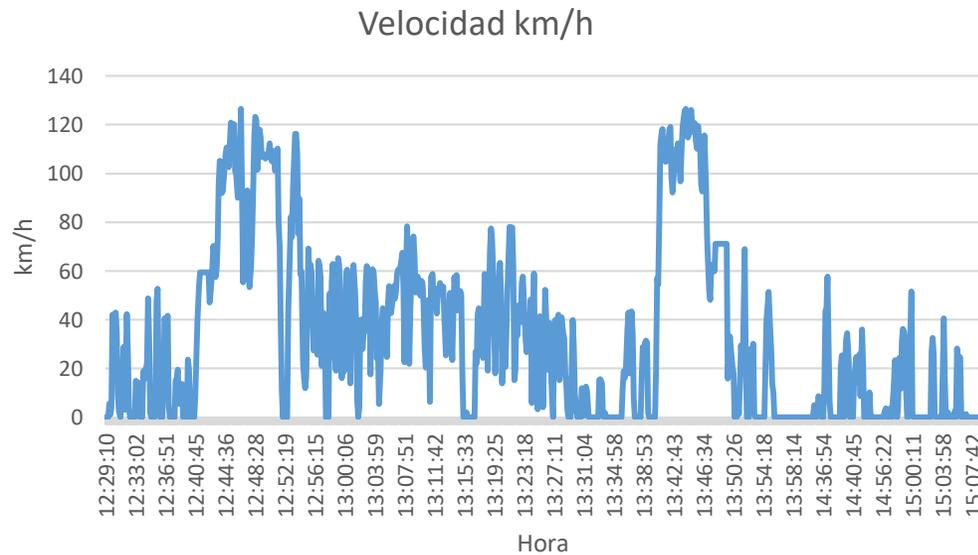


Generación de información

- Rendimiento con respecto a distancia
- Rendimiento con respecto a velocidad
- Rendimiento con respecto a SOC inicial
- Rendimiento con respecto a temperatura ambiente

Resultados Preliminares

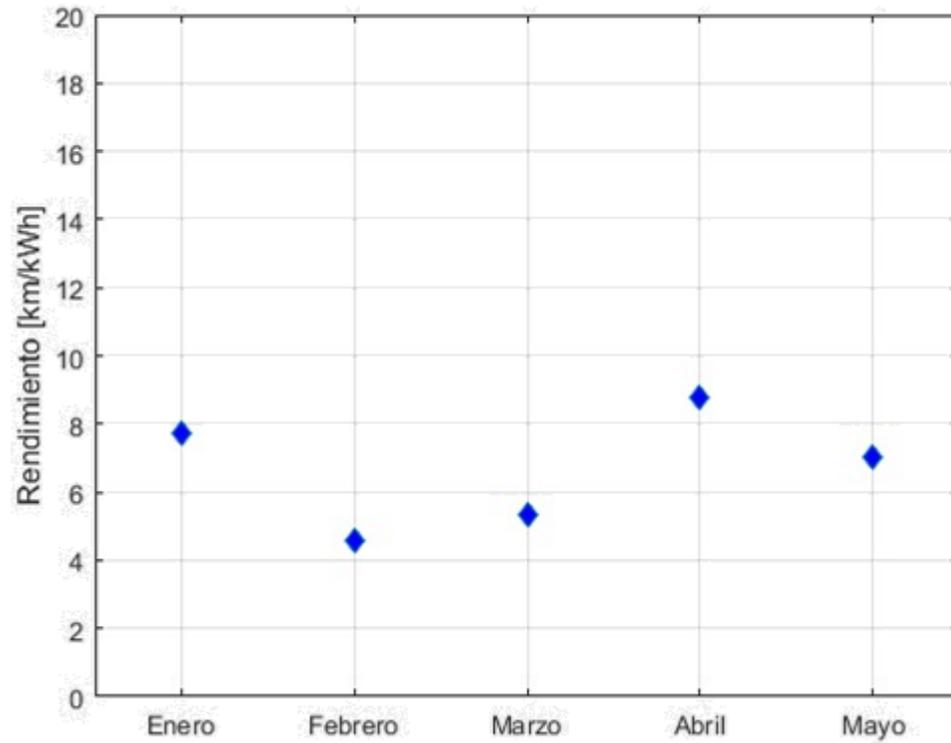
Ejemplo de mediciones vehículos livianos



Ejemplo de comportamiento SOC en ruta urbana con autopista con sus respectivas variaciones de velocidad

Resultados Preliminares

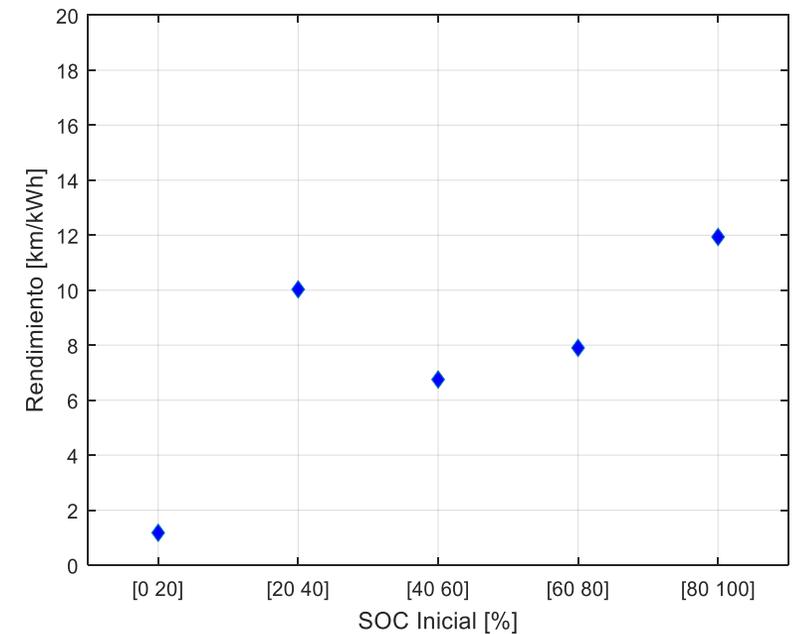
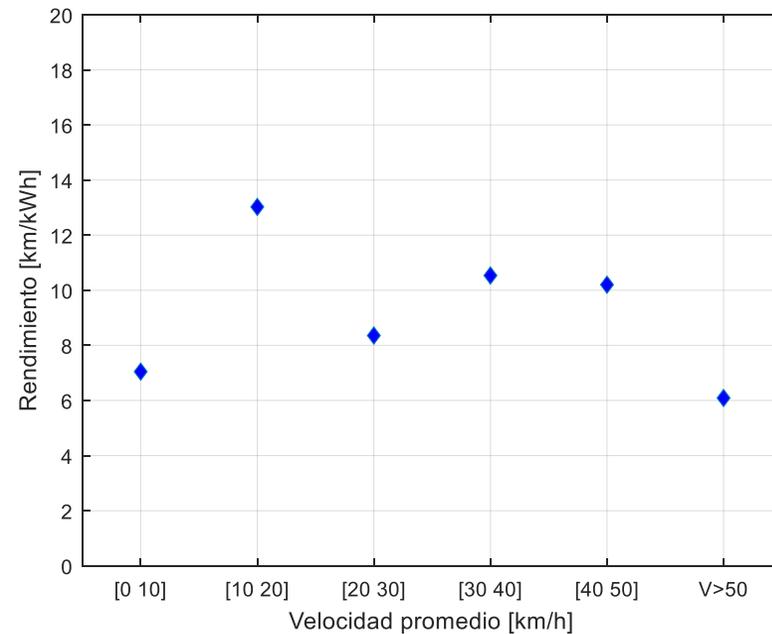
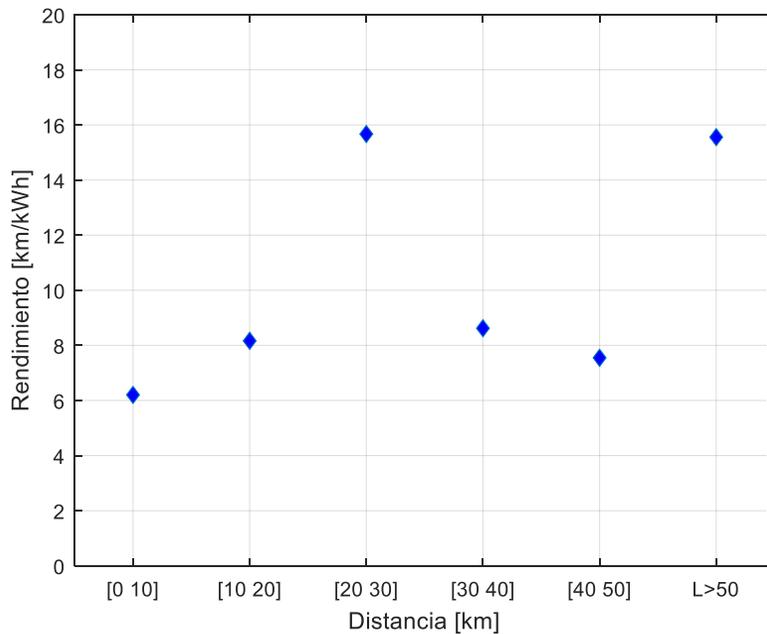
Rendimiento vehículos livianos



Rendimiento promedio mensual
de la batería de un vehículo
liviano

Resultados Preliminares

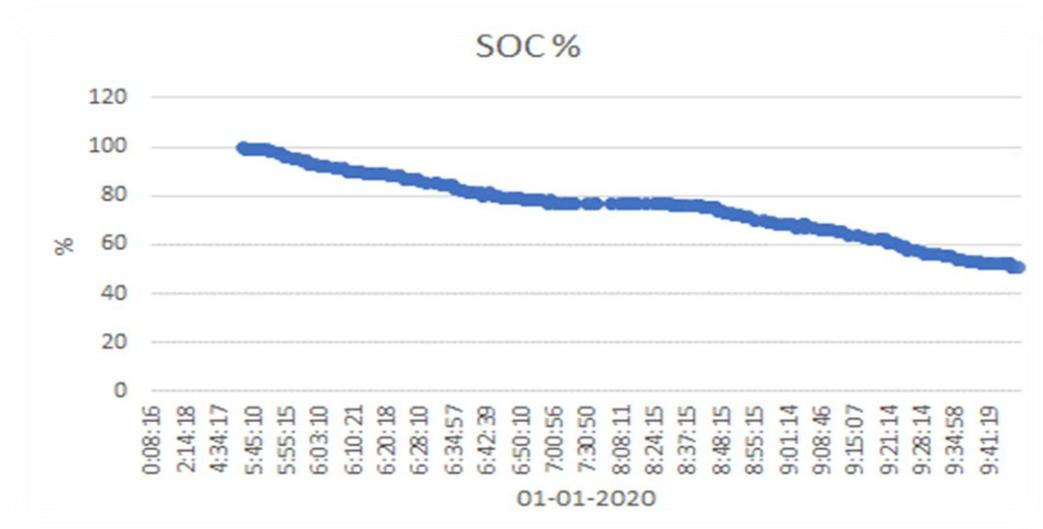
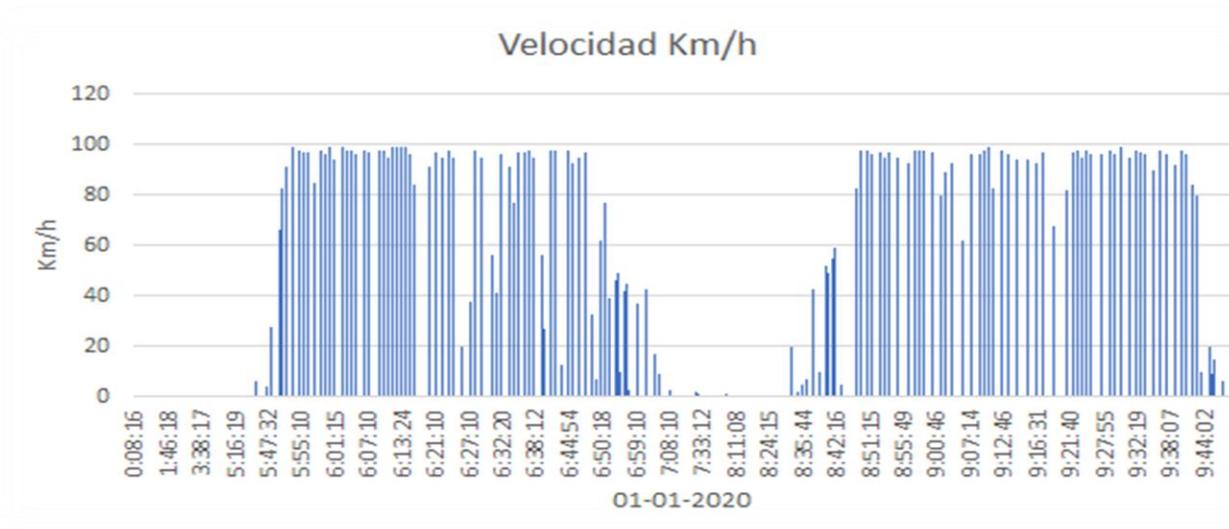
Ejemplo de mediciones vehículos livianos



La caracterización de la velocidad, distancia, perfil de conducción y SOC inicial permite determinar el desempeño energético del vehículo.

Resultados Preliminares

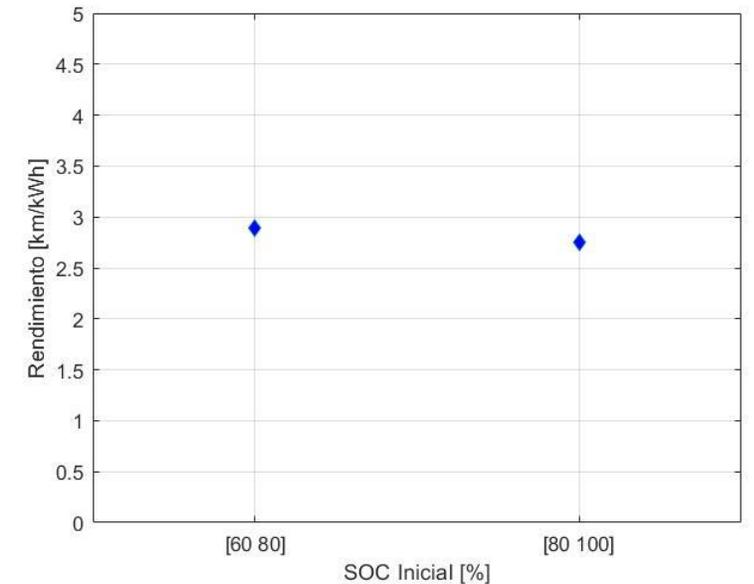
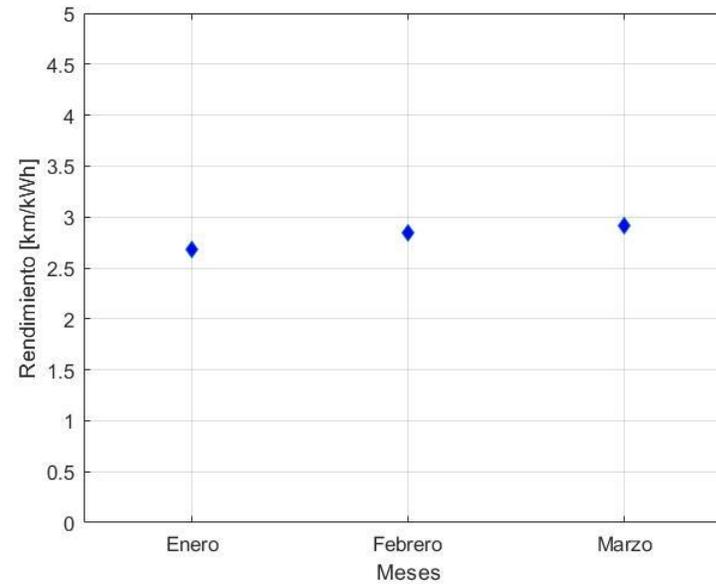
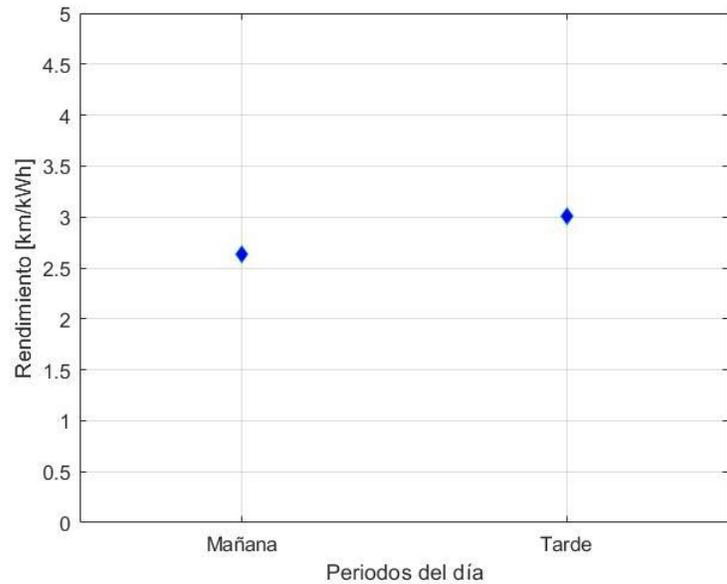
Ejemplo de mediciones Buses



Ejemplo de comportamiento SOC en ruta urbana con sus respectivas variaciones de velocidad

Resultados Preliminares

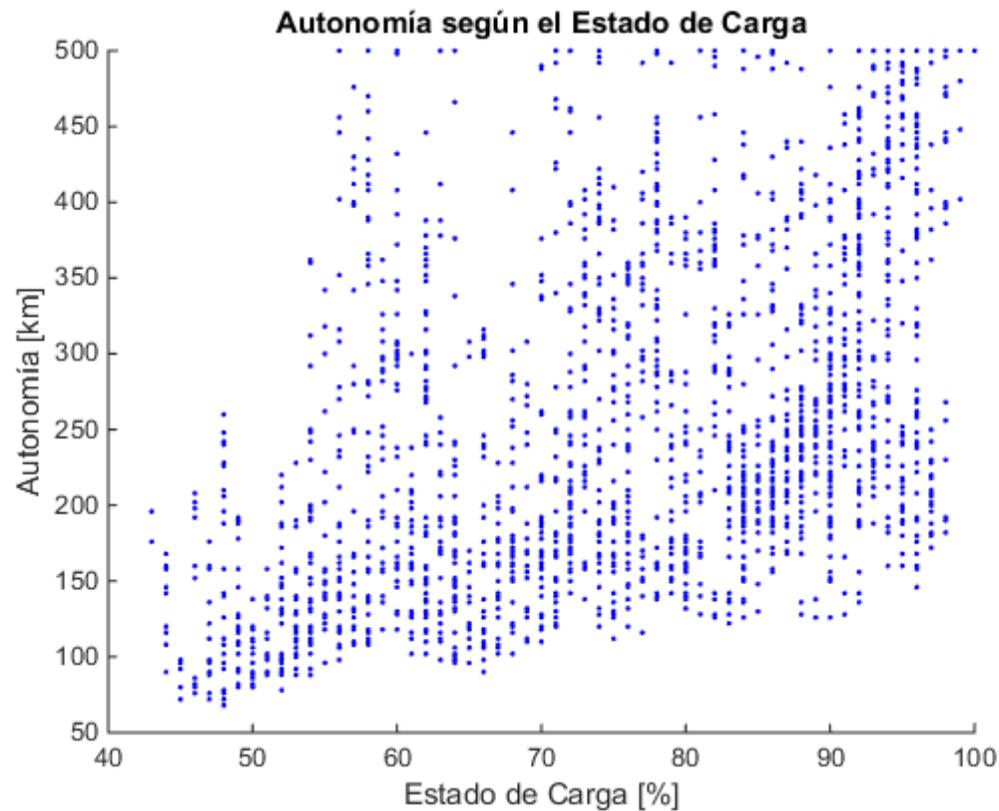
Ejemplo de mediciones Buses



Perfil de carga y tipo de ruta impacta en desempeño y disponibilidad

Resultados Preliminares

Ejemplo de mediciones Buses

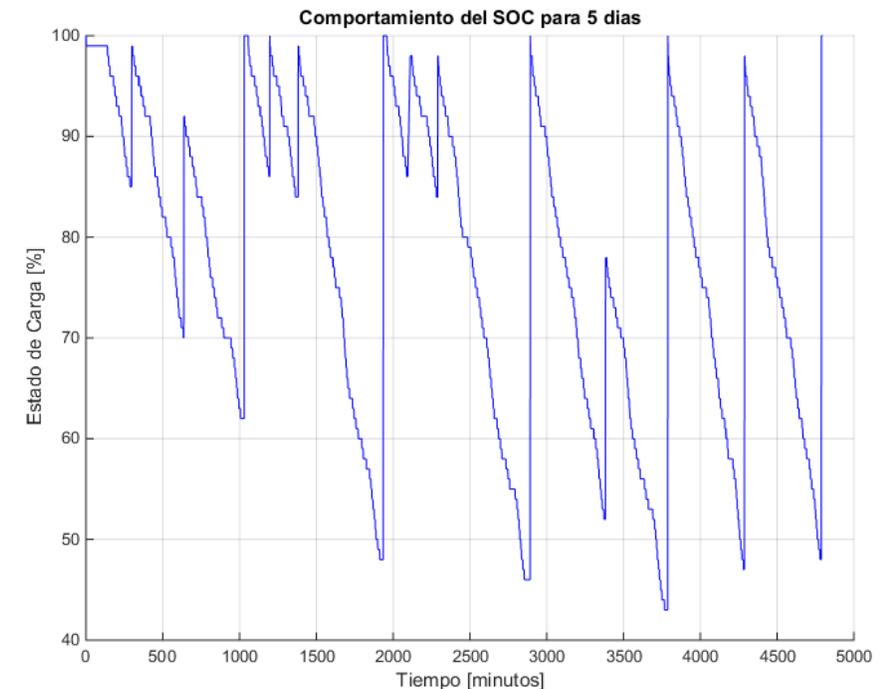


Si bien hay alta variabilidad de autonomía según el SOC, existe dependencia entre autonomía y SOC

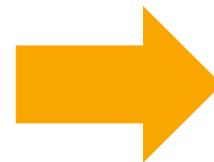
Resultados Preliminares

Ejemplo de mediciones Buses

	Máx. SOC	Mín. SOC	km Recorridos	Δ SOC	km/SOC
01-04-2019			287.1		
Ciclo #1	100	85	57.6	15	3.84
Ciclo #2	99	70	114.4	29	3.94
Ciclo #3	92	62	115.1	30	3.84
02-04-2019			287.3		
Ciclo #4	100	86	57.6	14	4.11
Ciclo #5	100	84	57.3	16	3.58
Ciclo #6	99	48	172.4	51	3.38
03-04-2019			286.9		
Ciclo #7	100	86	57.2	14	4.09
Ciclo #8	98	84	57.4	14	4.10
Ciclo #9	98	46	172.3	52	3.31
04-04-2019			225.5		
Ciclo #10	100	52	135.5	48	2.82
Ciclo #11	78	43	90	35	2.57
05-04-2019			225.2		
Ciclo #12	100	47	114.2	53	2.15
Ciclo #13	98	49	111	49	2.27
		Total general	1312		



Se pueden recorrer más kilómetros por unidad de SOC cuando se opera la batería en niveles altos de carga.



La vida útil de la batería tiende a ser más extensa cuando se opera entre un 100%-75% SOC que cuando se hace entre un 100%-50% SOC.

Conclusiones

1

Importancia de diseño de experimentos

- Selección de tamaño de muestra
- Selección de periodo de tiempo
- Selección de variables

2

Sistema de adquisición y almacenamiento de datos:

- Frecuencia de adquisición de datos
- Limpieza de datos

3

Generación y análisis de información

- Dependencia del rendimiento con respecto a velocidad, distancia de viaje y SOC
- Proyección de desempeño en el tiempo

Equipo de Trabajo



Williams Calderón
Ph.D.



Aramis Perez
Ph.D.



Jaime Alee
Ing. Eléctrico



Paulina Ramírez
Ing. Eléctrico



Jorge Reyes
Ing. Mecánico



Edwin Paccha
Estudiante Ph.D.



Fernando Fuentes
Ing. Eléctrico



Daniel Carvacho
Estudiante DIMEC



Juan Pablo Romero
Estudiante M.Sc.



Metodología para el análisis de viabilidad de una flota vehicular eléctrica

30/07/2020

