



Proyecto

# Transporte Eléctrico de Carga: Análisis de los desafíos para su introducción en Uruguay





# Agenda

- Presentación del proyecto
- Monitoreo de camiones
- Calculadora TCO
- Conclusiones



# Colaboradores



AGENCIA NACIONAL  
DE INVESTIGACIÓN  
E INNOVACIÓN



Ministerio  
de Transporte  
y Obras Públicas



# Actividades del proyecto

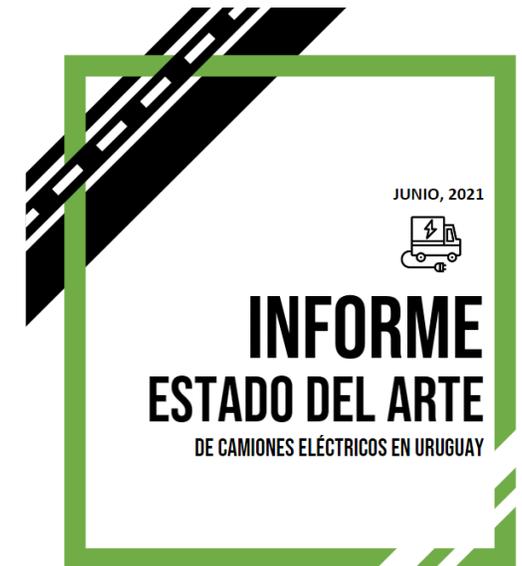
## Informe estado del arte



Objetivo: Informar al empresario con respecto a lo necesario para introducirse en el mundo de los camiones eléctricos

### Índice

1. Situación actual del sector transporte de carga por carretera
2. Objetivo de emisiones (Acuerdos para reducción de emisiones)
3. Legislación de emisiones y transporte de carga por carretera
4. Avances tecnológicos para el transporte de carga por carretera cero emisiones
5. Infraestructura de carga
6. Casos de éxito de introducción de camiones eléctricos y pilotos



Investigadores:  
María Sol Cavallieri  
Martín Levy  
Sebastián Rossi

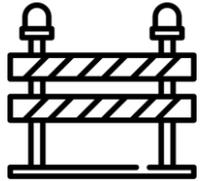
Responsables técnico-científicos:  
Dr. Ing. Martín Tanco  
Dr. Ing. Daniel Jurburg





# Actividades del proyecto

## Barreras y Oportunidades



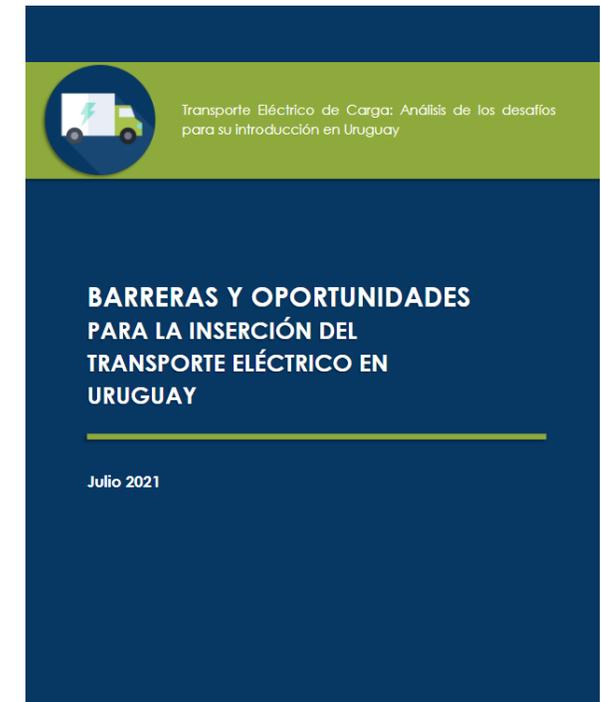
Objetivo: identificar las barreras y oportunidades para la inserción del transporte de carga eléctrico en Uruguay para los distintos actores



Paper científico



Informe de barreras y oportunidades



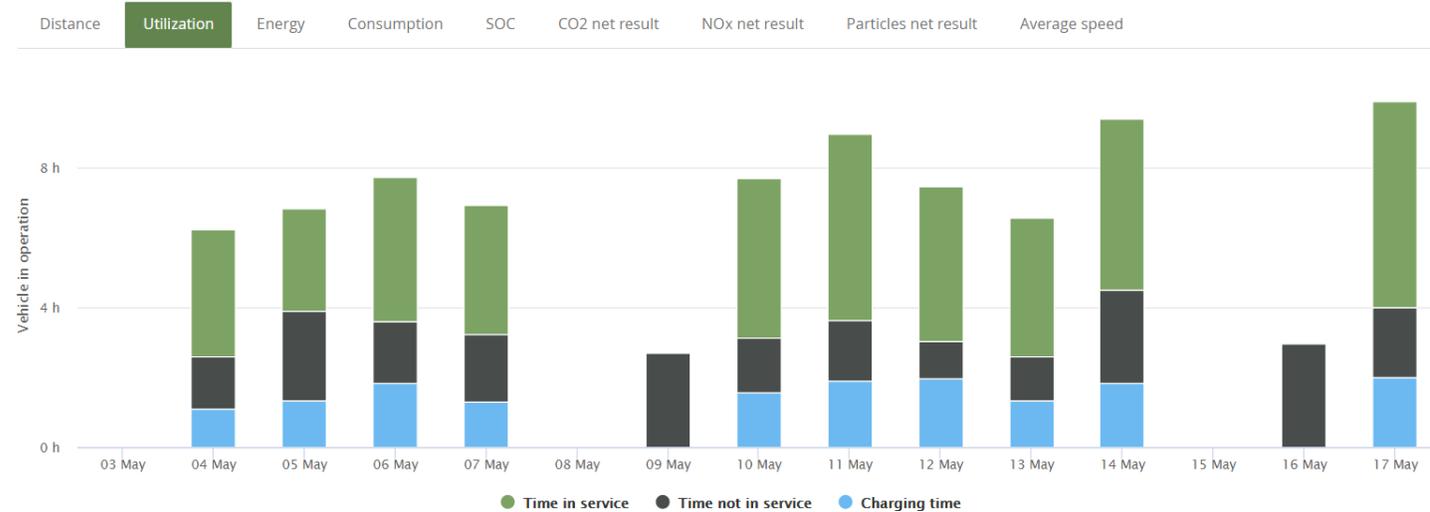


# Actividades del proyecto

## Relevamiento de Datos



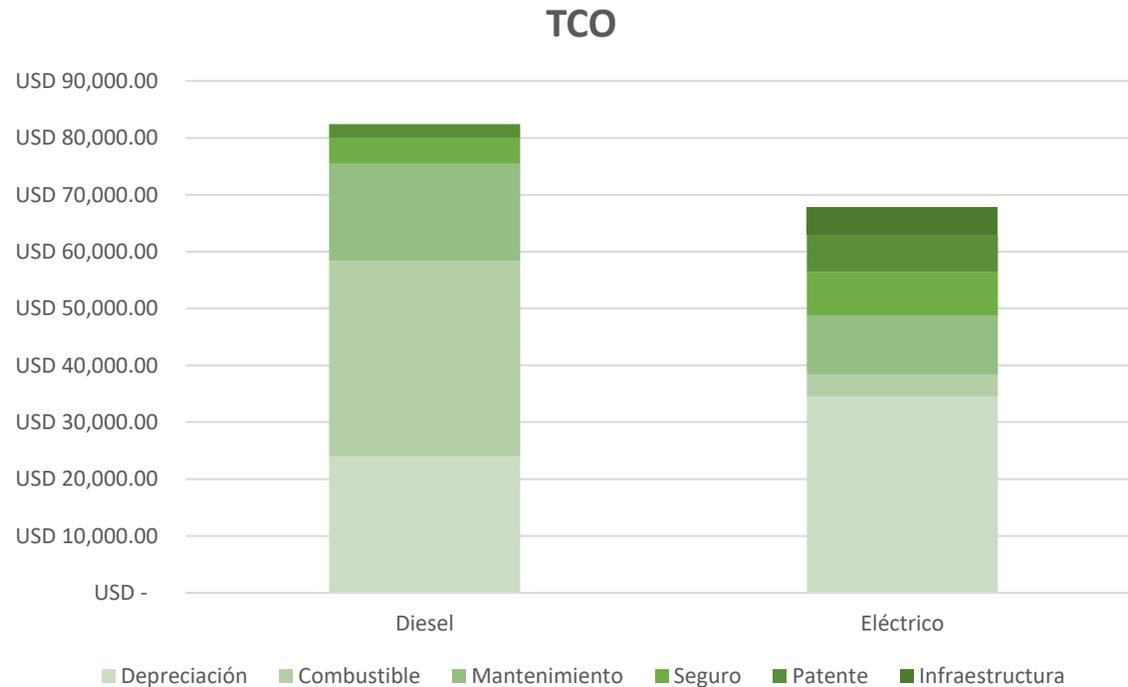
Statistics over the last two weeks





# Actividades del proyecto

## Calculadora TCO



Objetivo: brindar una herramienta de cálculo que facilite la toma de decisiones



# Actividades del proyecto



## Calculadora TEO

- Análisis comparativo de emisiones de vehículos de carga de combustión y eléctricos para distintos segmentos de carga



## Página Web informativa

- Información y asesoramiento sobre aspectos a considerar a la hora de realizar un cambio de flota

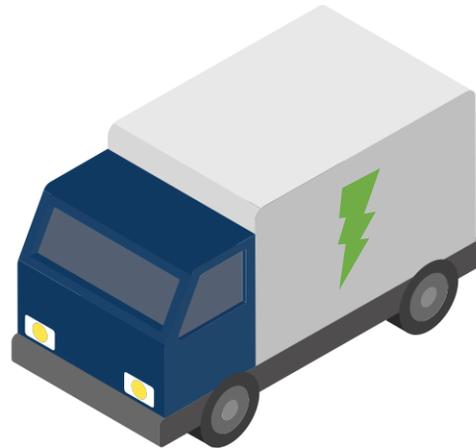


# Relevamiento de datos: Caracterización

Empresa distribuidora de alimentos

Empresa A

Distribución  
urbana

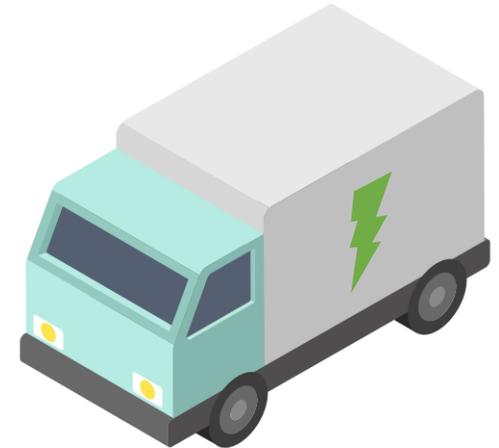


- BYD T6A
- Peso bruto: 7490kg
- Carga útil: 3390kg
- Capacidad de la batería: 105kWh
- Tipo de batería: LFP

Empresa transportista

Empresa B

Distribución  
sub-urbana



- BYD T6
- Peso bruto: 7490kg
- Carga útil: 3400kg
- Capacidad de la batería: 120kWh
- Tipo de batería: NCM



# Relevamiento de datos: Parámetros principales

Parámetro	Empresa A		Empresa B	
Cantidad de días analizados	68		230	
Distancia recorrida total (km)	4932		47219	
Distancia recorrida por día (km)	Prom. 78	Máx. 153	Prom. 142	Máx. 284
Potencia motor máxima (kW)	170		151	
Velocidad (km/h)	Prom. 32	Máx. 94	Prom. 41	Máx. 102
Rendimiento diario (km/kWh)	Prom. 1,92	Máx. 2,36	Prom. 2,06	Máx. 2,45
Energía eléctrica cargada por día promedio (kWh)	46		70	
Autonomía estimada según rendimiento (km)	Prom. 201	Máx. 248	Prom. 247	Máx. 295



# Relevamiento de datos: Valores declarados VS medidos

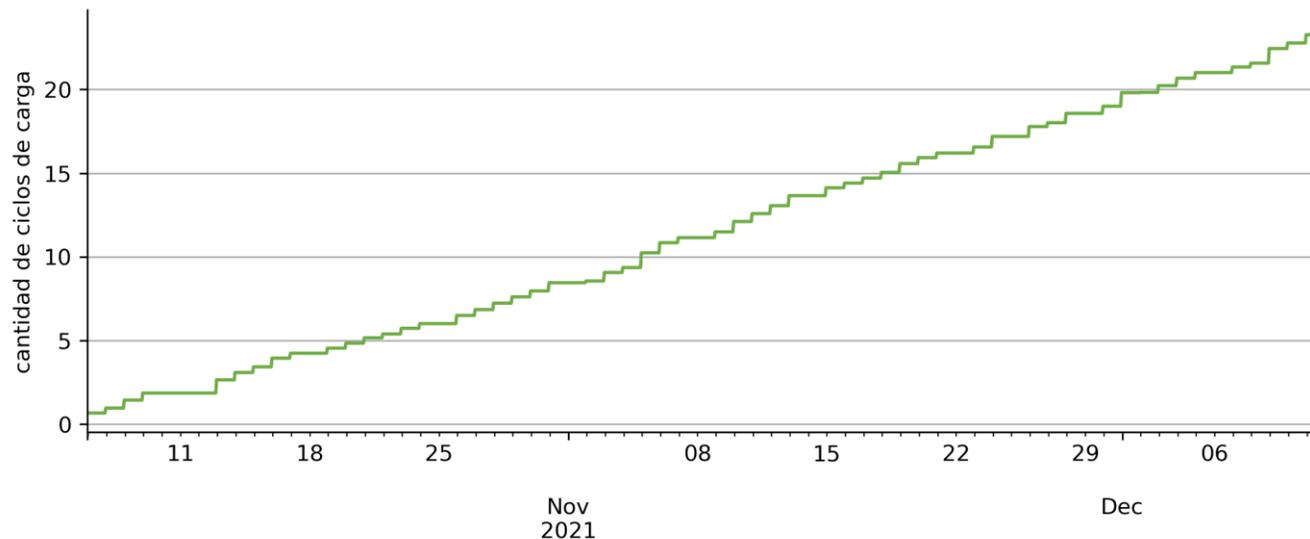
Parámetro	Empresa A		Empresa B	
	Valor declarado	Valor medido	Valor declarado	Valor medido
Velocidad máxima	≥90	94	≥90	102
Autonomía (km)	≥200	201	240	247
Potencia motor máxima	150	170	150	151
Tipo de batería	LFP		NMC	
Capacidad de la batería (kWh)	105		120	



# Los ciclos diarios de la batería determinan los años de vida útil de la batería

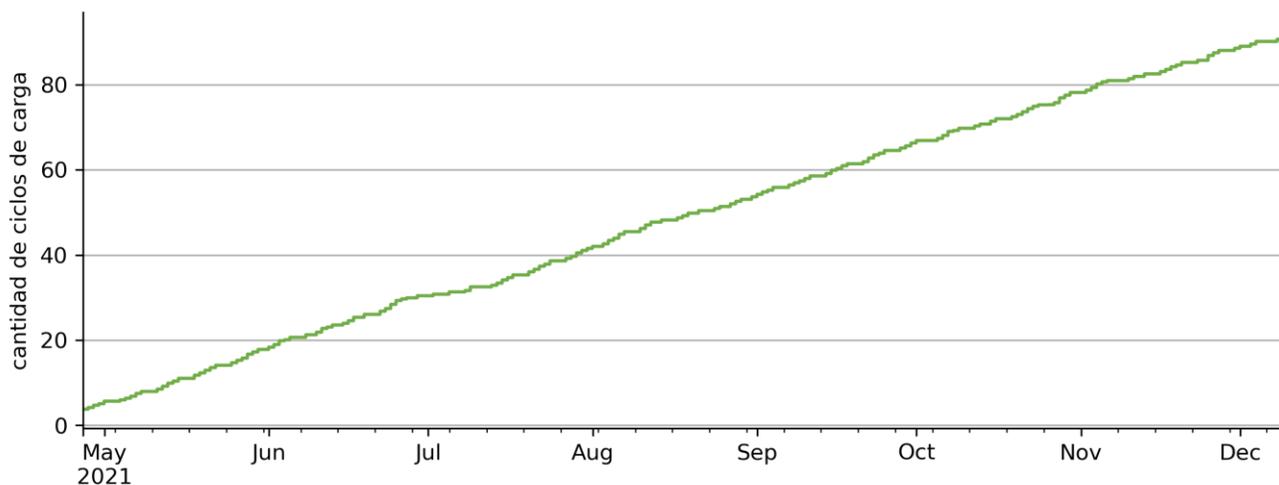
## Empresa A

23,6 ciclos  
68 días  
0,34 ciclos/día  
10 años: 1241 ciclos  
2000 ciclos en 16 años



## Empresa B

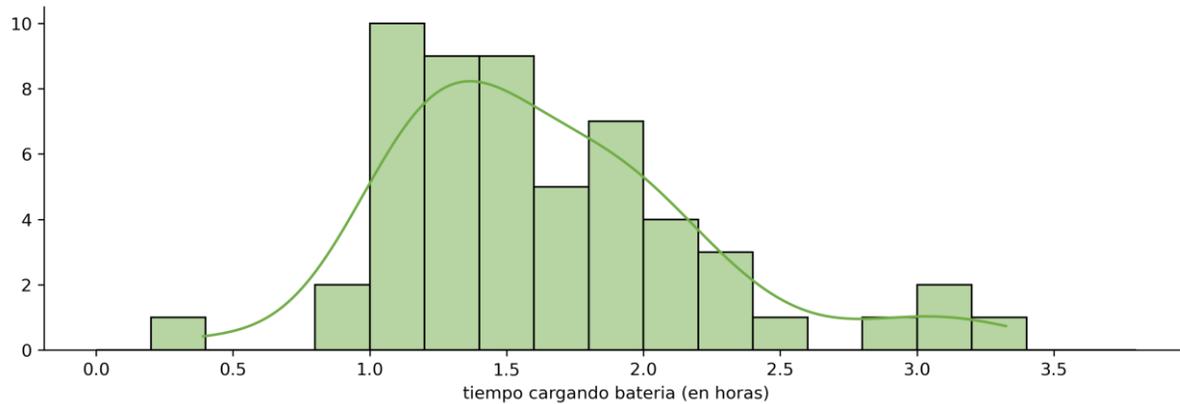
92,6 ciclos  
230 días  
0,40 ciclos/día  
10 años: 1460 ciclos  
2000 ciclos en 13,4



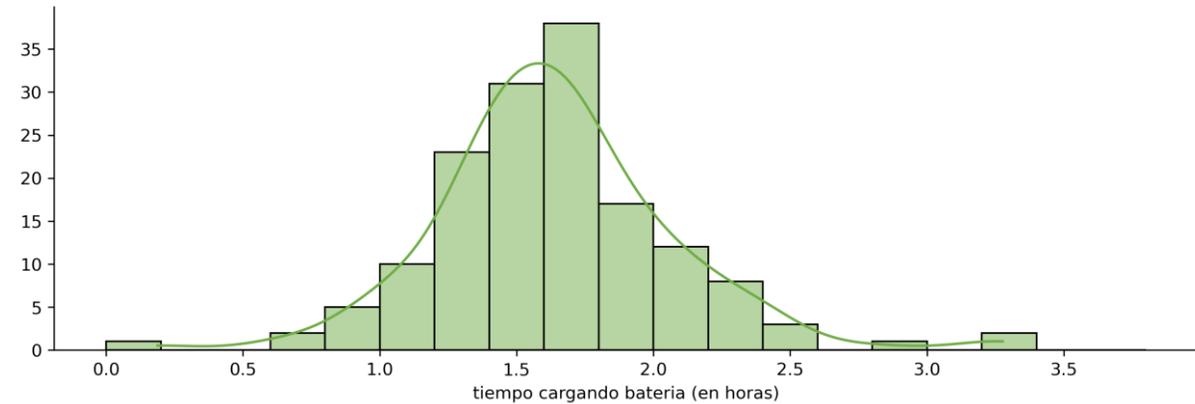


# Un bajo tiempo de carga de la batería aporta flexibilidad a la empresa

Empresa A



Empresa B





# Al igual que el camión a diésel, el rendimiento del camión eléctrico es mayor cuando la distribución es por carretera con pocas paradas

Empresa A

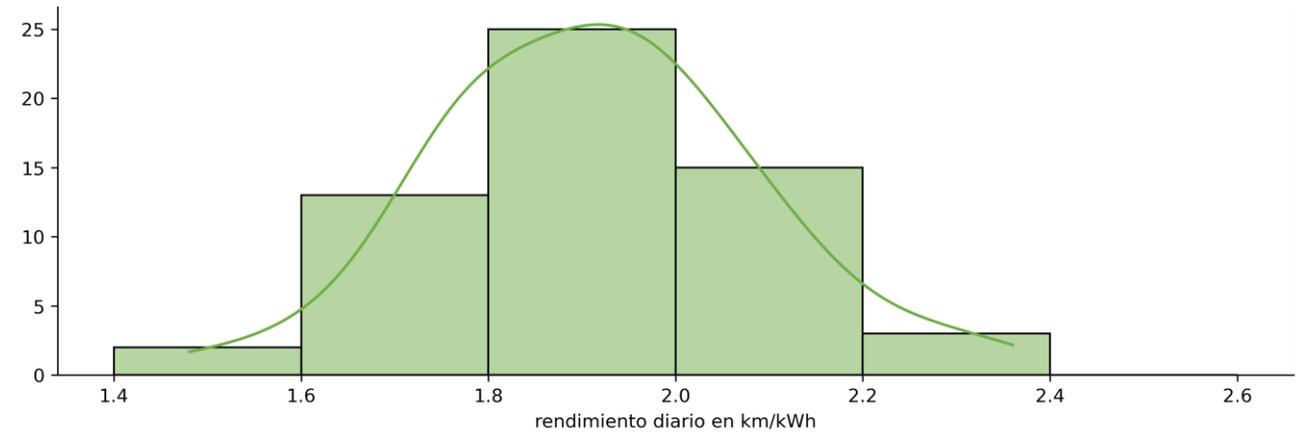
Distribución urbana

1,85 km/kWh

≈

1,11 \$/km

Mediano consumidor 2, horario valle



Empresa B

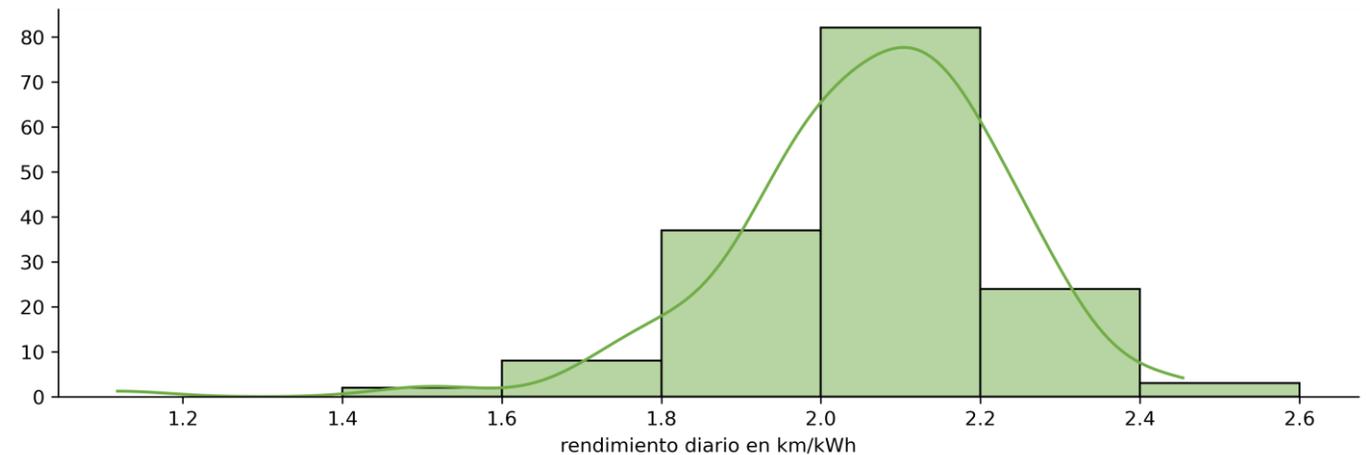
Distribución sub-urbana

2,26km/kWh

≈

0,91 \$/km

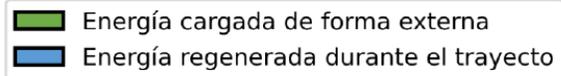
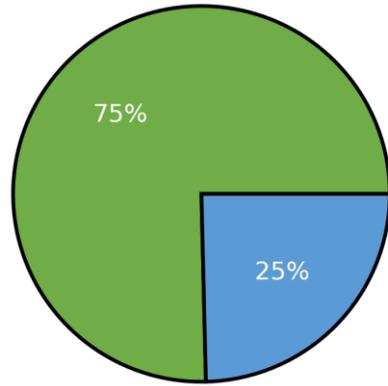
Mediano consumidor 2, horario valle



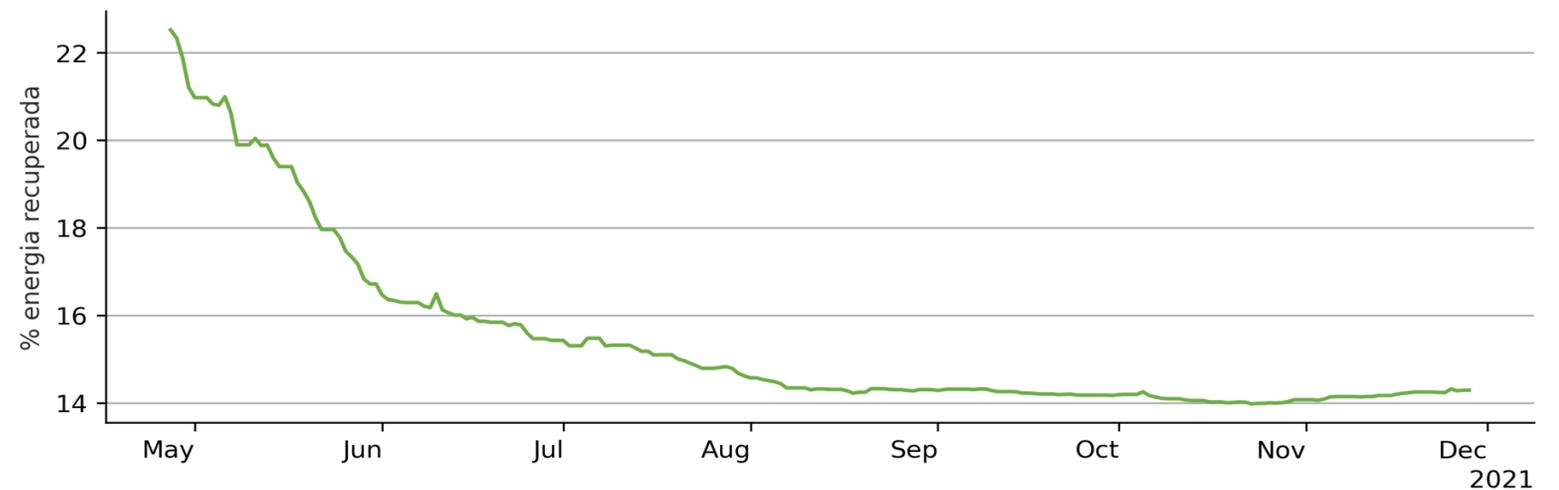
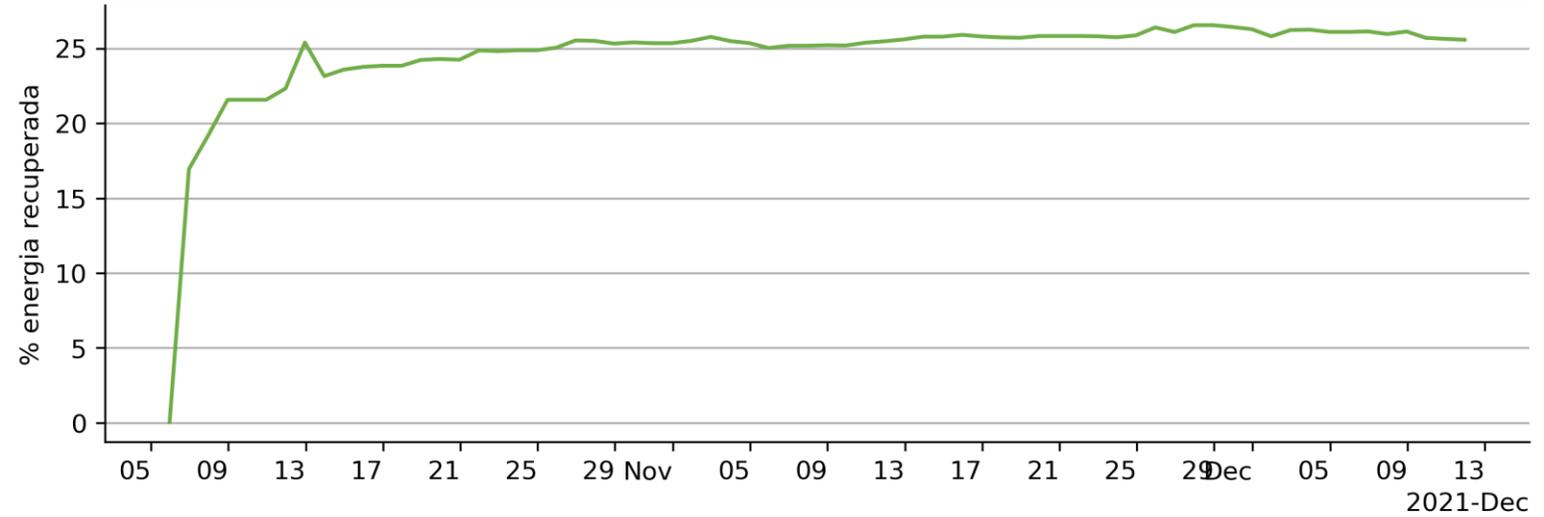
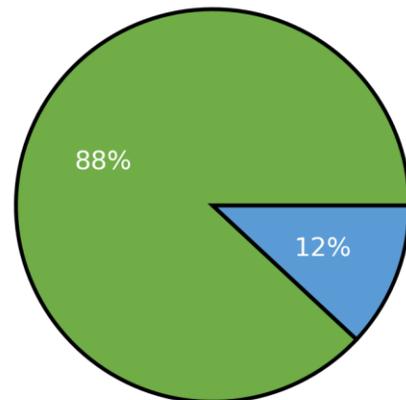


# El porcentaje de energía regenerada es multicausal

Empresa A



Empresa B





¿Y si analizamos los costos...?



## CALCULADORA TCO

*TCO: Total Cost of Ownership – Costo Total de Propiedad*

- Fácilmente adaptable a los datos operativos disponibles
- Recopila todos los modelos de camiones eléctricos en Uruguay
- Incluye cálculos para camión con **celda de hidrógeno**
- Próximamente disponible online de forma gratuita





## Consideraciones previas

- La herramienta está ideada para ayudar en la toma de decisiones de compra de vehículos eléctricos
- Sin embargo, solamente toma en cuenta aspectos de costos para esta ayuda en la decisión
- A la hora de tomar una decisión de compra se deben tomar en cuenta más aspectos que solamente el costo





## Transporte de carga eléctrico



### Sobre el proyecto

Información general del proyecto



### Calculadora TCO

Comparativa entre camión diesel y camión eléctrico



### Preguntas y respuestas

13 preguntas que debes hacerte si estás considerando comprarte un camión eléctrico



## Marque las tecnologías que le interese comparar y complete los datos



DATOS



SUPUESTOS



RESULTADOS



### Camión a combustión interna



#### Camión

Peso bruto \*

6.3 ton

Tara \*

2,419 ton

Cambio flota \*

10 años

#### Operación

Kilómetros diarios \*

150 km/día

Rendimiento \*

5 km/lt

No disponible

Velocidad media \*

40 km/h

No disponible

Transporte \*

Urbano

Días operativos \*

309 días

#### Economía

Costo gasoil \*

49,94 \$/lt

Costo mantenimiento

USD/año

No disponible

Costo seguro \*

27000 \$/año

No disponible

Precio camión \*

32000 USD



DATOS



SUPUESTOS



RESULTADOS



### Camión a batería eléctrica



#### Camión

Peso bruto \*

7,49 ton

Tara \*

4,09 ton

Batería \*

99 kWh

No disponible

#### Operación

Tarifa UTE \*

MC2 ▾

Potencia contratada \*

300 kW

Horario carga \*

Valle ▾

Horas de carga necesarias \*

2,15 horas

#### Economía

Costo seguro \*

45000 \$/año

No disponible

Precio camión \*

87000 USD

No disponible

Descuento COMAP



### Camión a hidrógeno



#### Camión

Peso bruto \*

#### Operación

Costo hidrógeno \*

#### Datos adicionales

Descuento COMAP



# Comparación de modelos con herramienta TCO

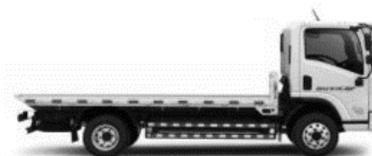
## >>> Modelos a comparar



VW DELIVERY 6.160



BYD T45C01



FARIZON E200M



JAC 1063 EV1



# Comparación de modelos con herramienta TCO

## >>> Características de los camiones

Característica	VW DELIVERY 6.160	BYD T45C01	FARIZON E200M	JAC 1063 EV1
Peso bruto (ton)	6,3	6,495	5,9	6,49
Tara (ton)	2,419	2,8	2,47	3,35
Carga útil (ton)	3,881	3,695	3,43	3,14
Capacidad de la batería (kWh)	-	99	81,14	96,77
Tipo de batería	-	LFP	LFP	LFP
Horas de carga diarias	0	1,2	2,5	3
Autonomía (km)	-	210	200	200
Ciclos de la batería	0	2000	2000	2000
Garantía camión	0	3 años o 150.000km	-	-
Garantía batería	-	5 años o 500.000km	8 años o 150.000km	8 años o 150.000km
Precio (USD)	32000	87000	52250	49900



# Comparación de modelos con herramienta TCO

## Variables financieras y operativas

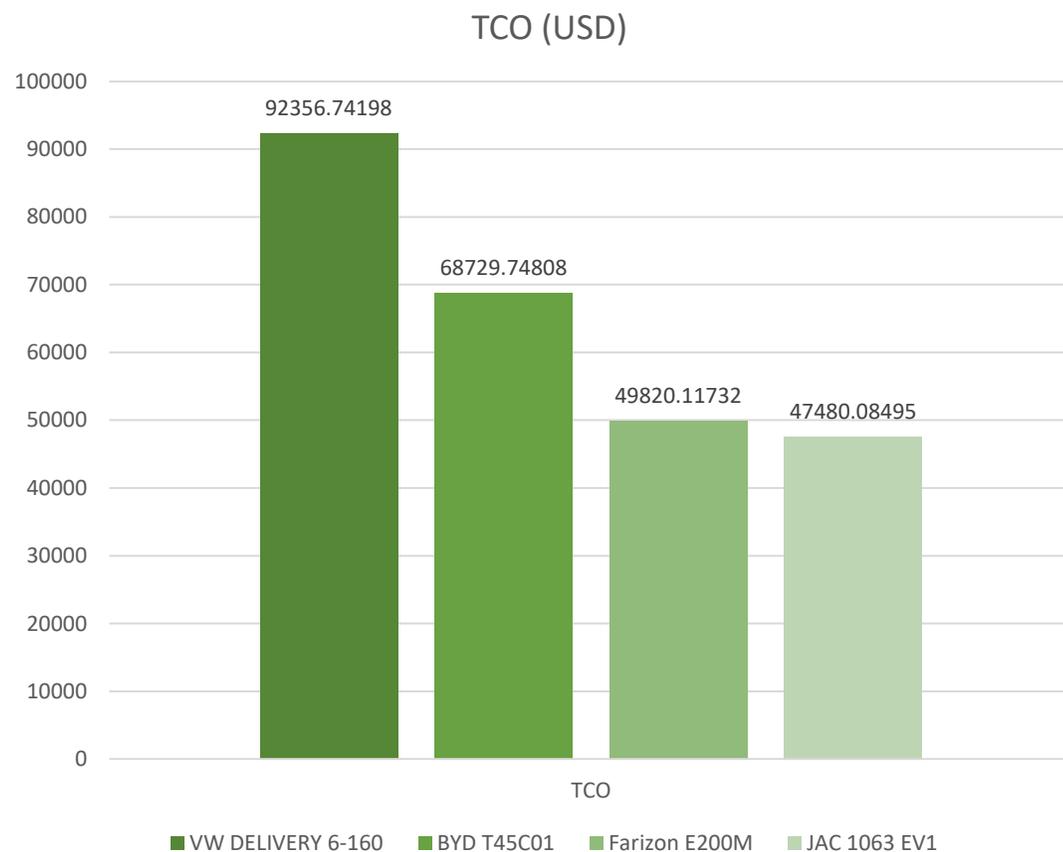
VARIABLES FINANCIERAS	Valor
USD	44
Tasa de descuento	8%
Porcentaje descuento COMAP	0,46
Costo gasoil (\$/lt)	49,94
Inflación	9%
Vida útil camión diésel (años)	15
Vida útil camión eléctrico (años) – sin batería	10
Cambio de flota (años)	8

VARIABLES OPERATIVAS	Valor
km diarios	100
Rendimiento diésel (km/lt)	5
Velocidad media (km/h)	30
Días operativos	309
Transporte	Urbano
Tarifa UTE	MC2
Potencia contrada (kW)	300
Horario de carga	Valle



# Comparación de modelos con herramienta TCO

## TCOs

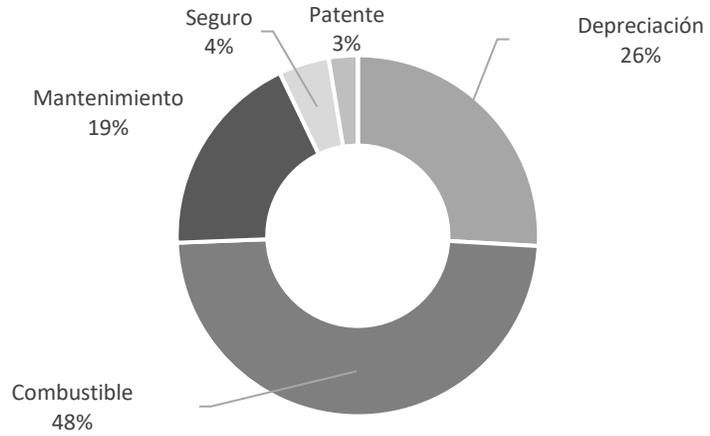


Categoría (USD)	VW DELIVERY 6-160	BYD T45C01	Farizon E200M	JAC 1063 EV1
<b>Precio</b>	USD 32.000,00	USD 87.000,00	USD 52.250,00	USD 49.900,00
<b>Descuentos</b>	USD 0,00	-USD 40.020,00	-USD 24.035,00	-USD 22.954,00
<b>Combustible</b>	USD 44.767,19	USD 4.879,50	USD 4.879,50	USD 4.879,50
<b>Mantenimiento</b>	USD 17.104,30	USD 10.348,10	USD 10.348,10	USD 10.348,10
<b>Valor residual camión</b>	-USD 8.068,02	-USD 7.796,08	-USD 4.330,69	-USD 3.823,43
<b>Valor residual batería</b>	USD 0,00	-USD 3.438,43	-USD 1.793,35	-USD 3.016,26
<b>Seguro</b>	USD 4.162,67	USD 6.657,20	USD 3.998,15	USD 3.818,33
<b>Patente</b>	USD 2.390,60	USD 6.499,45	USD 3.903,40	USD 3.727,84
<b>Infraestructura</b>	USD 0,00	USD 4.600,00	USD 4.600,00	USD 4.600,00
<b>TCO</b>	<b>USD 92.356,74</b>	<b>USD 68.729,75</b>	<b>USD 49.820,12</b>	<b>USD 47.480,08</b>

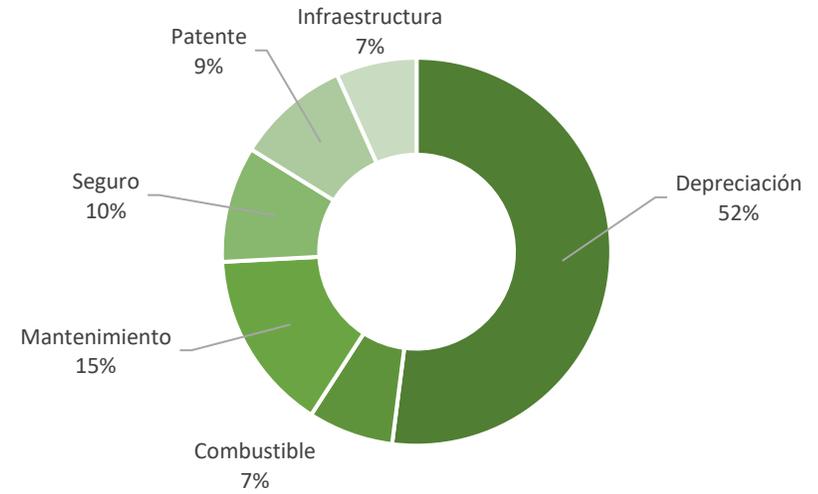


# Distribución de costos

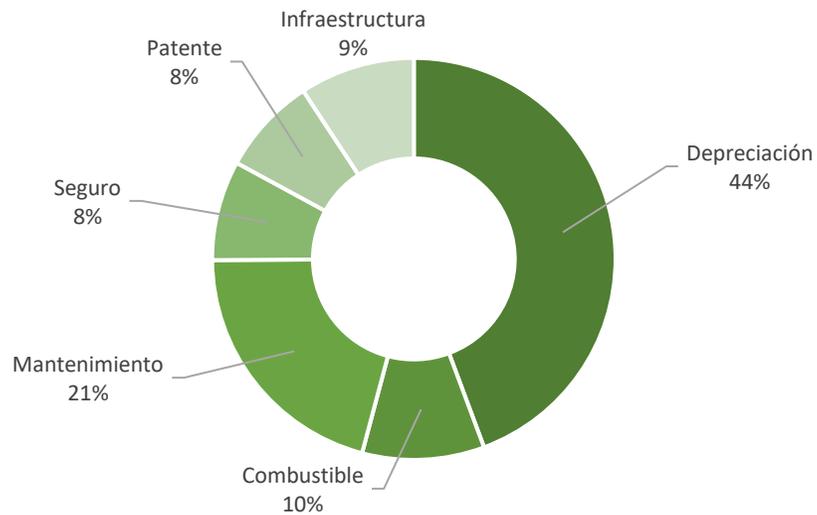
### VW DELIVERY 6-160



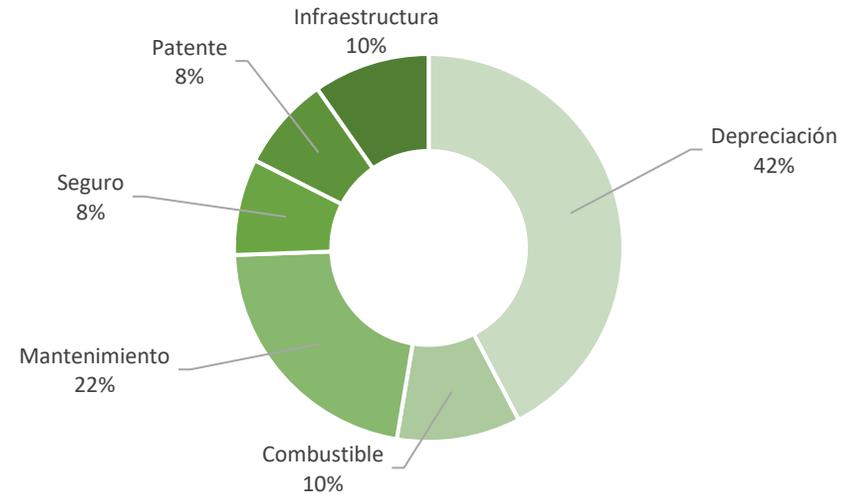
### BYD T45C01



### Farizon E200M



### JAC 1063 EV1





# Descuentos COMAP

»»» Los descuentos de la COMAP hacen la diferencia

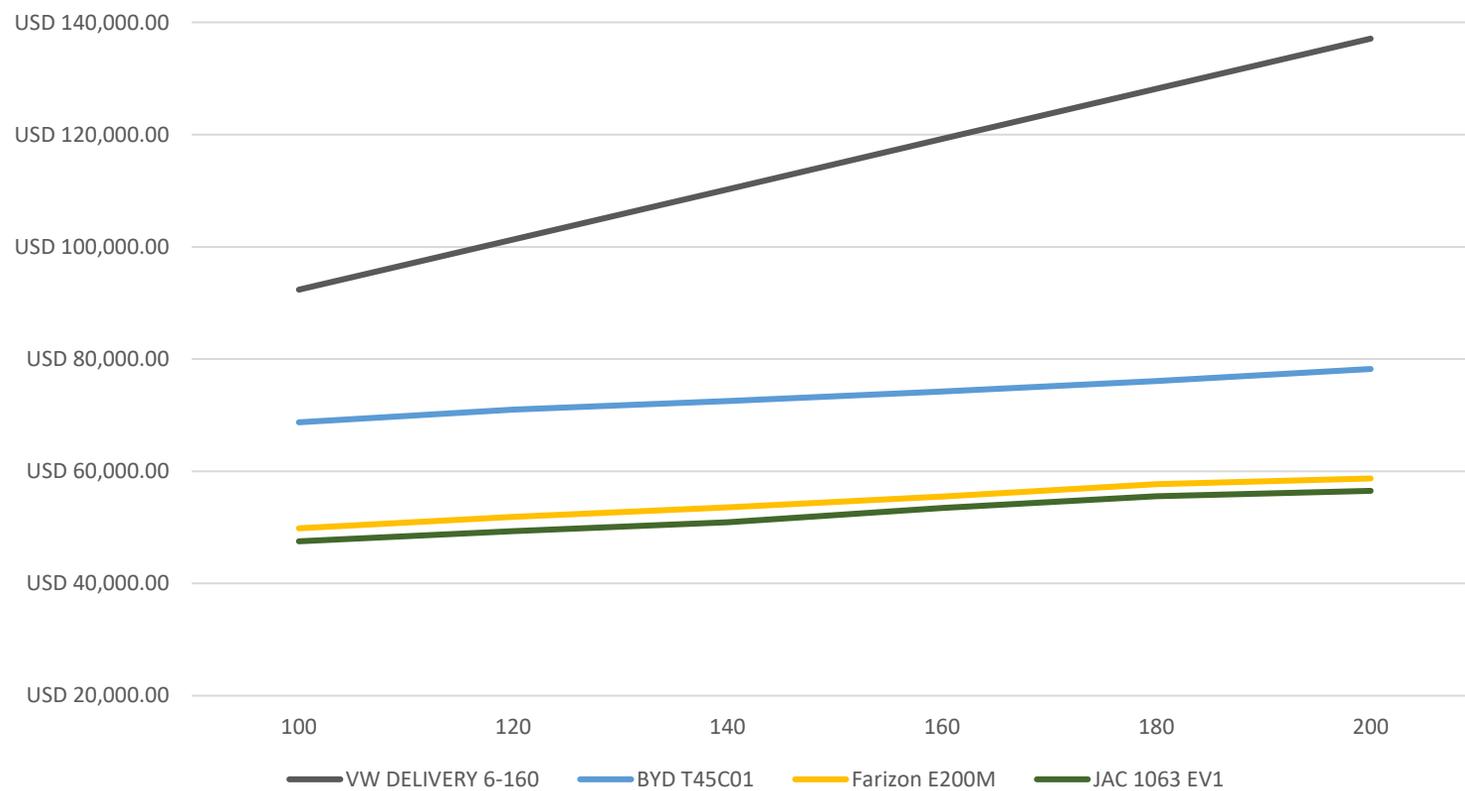


\*Descuento utilizado: 46%



# TCO según km diarios recorridos

TCO según km diarios





# Vida útil de las baterías

## >>> Análisis de ciclos

	Capacidad de la batería (kWh)	Ciclos totales	Años
<b>BYD T45C01</b>	99	1165,087654	14
<b>Farizon E200M</b>	81,14	1421,539041	11
<b>JAC 1063 EV1</b>	96,77	1191,936321	13

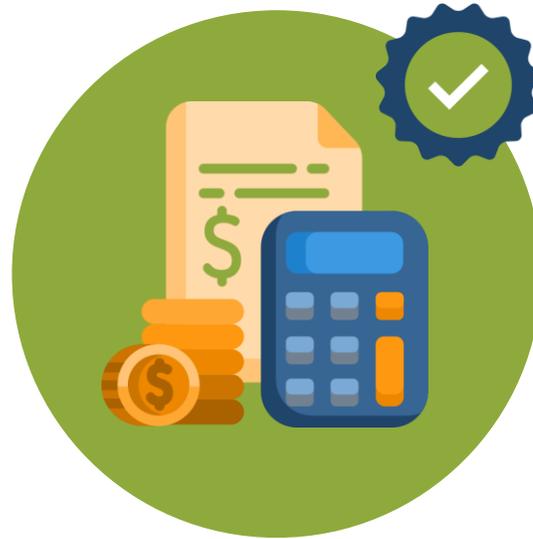


# Conclusiones

## Funcionalidad



## Costos



## Beneficio ambiental



# ¡MUCHAS GRACIAS!



[cinoi@um.edu.uy](mailto:cinoi@um.edu.uy)



**CINOI**  
Centro de Innovación en  
Organización Industrial

