



NACIONES UNIDAS



cooperación  
alemana  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



UNIVERSIDAD  
SERGIO ARBOLEDA

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

# Jornadas sobre Perspectivas de Electromovilidad en Colombia y Bogotá

Bogotá, 12 al 14 de Septiembre 2022

## Modelación impactos

## Aplicación de electromovilidad: Caso Colombia

Jesús Morales



# Objetivo: Evaluación de impacto (Modelo DSGE)

---

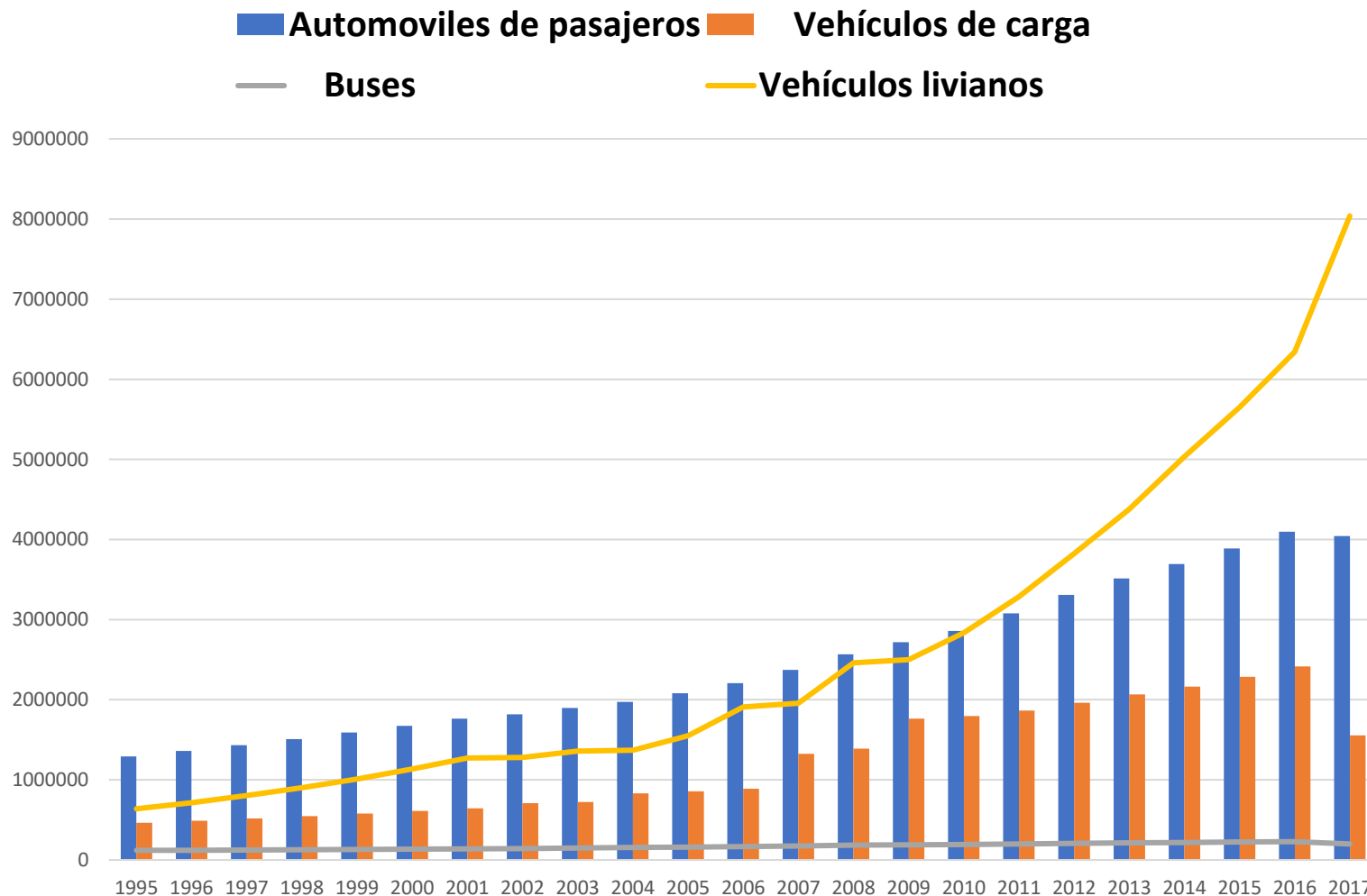
- **Analizar los impactos económicos de la aplicación de la electro movilidad en Colombia sobre:**
  - **Balanza comercial**
  - **Producto**
  - **Empleo**
- **Sectores claves: transporte, vehículos y autopartes, energía, combustibles, maquinarias y equipos.**

# ¿Cómo podemos medir el cambio hacia la electromovilidad?

---

- Identificar cuánto representa el **sector de transporte público** terrestre dentro del total del sector transporte.
- Estimar **el efecto sustitución** entre energía eléctrica y combustibles fósiles.
- Determinar el **tamaño del impacto**;
- La **senda temporal** del mismo.

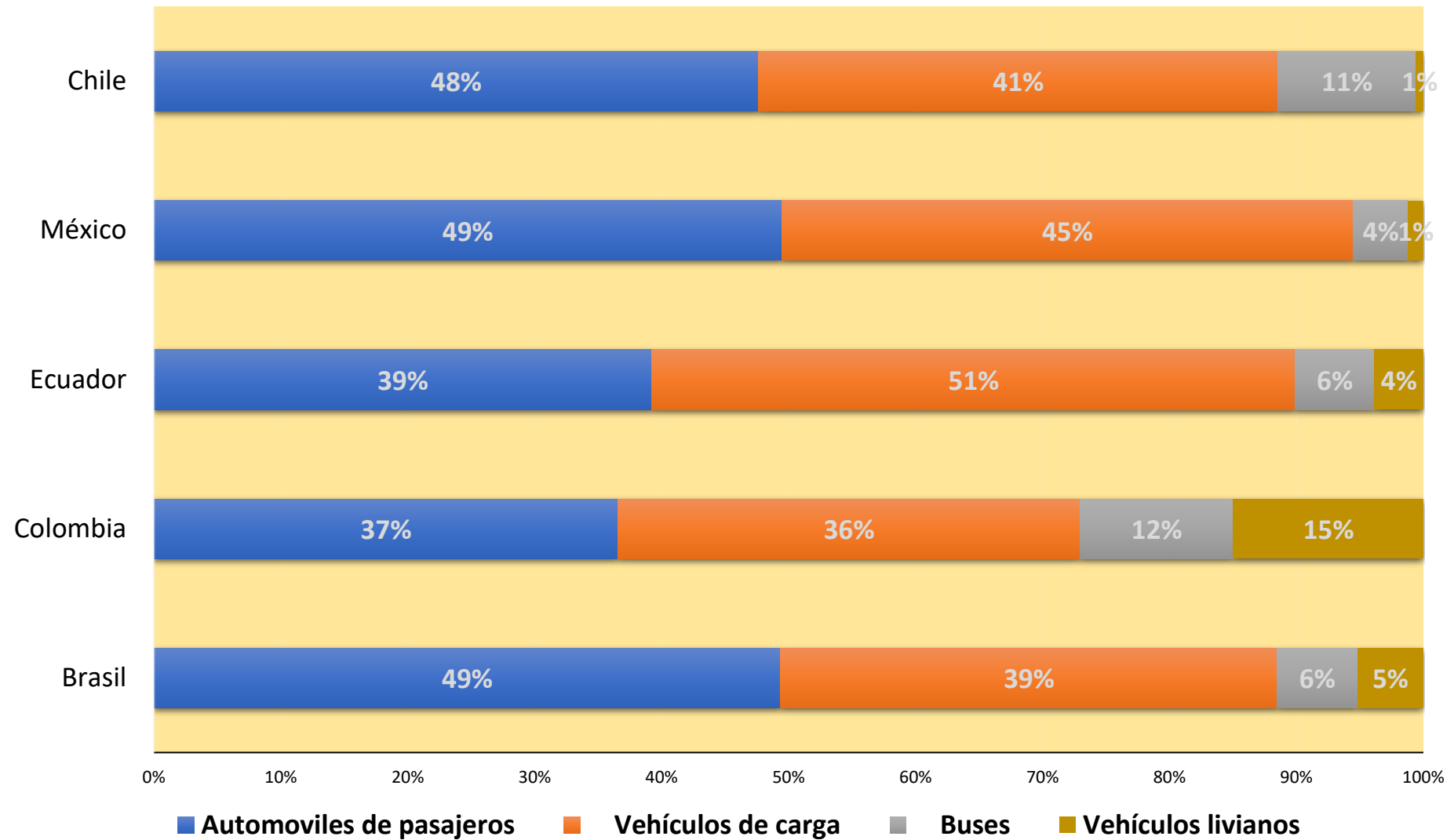
# STOCK DEL PARQUE VEHICULAR POR TIPO DE VEHÍCULO EN COLOMBIA



Los Buses representan el 1.4% del stock del parque automotor al 2017

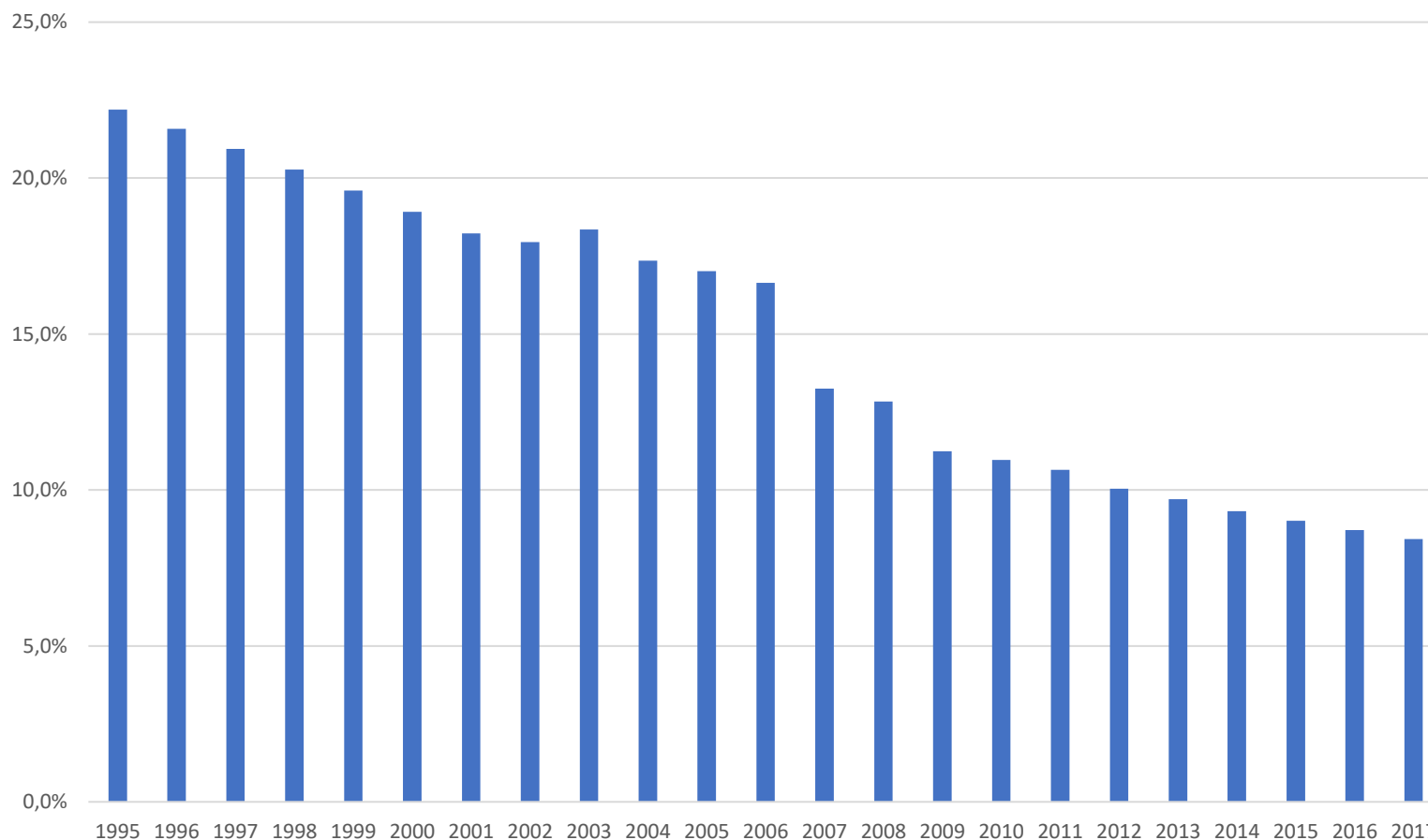
Fuente: Datos del DANE y elaboración propia. Unidades: número de vehículos.

# VALORACIÓN DEL STOCK DEL PARQUE VEHICULAR POR TIPO DE VEHÍCULO AL 2017



Fuente: Datos del DANE y elaboración propia. Unidades: porcentaje en valores. Año 2017

# % Valor del Stock de Buses en el Total de transporte (valores)



Los Buses representan el 8,4% del stock del parque automotor al 2017 en valor.

Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

<sup>a</sup> Nota. Elaboración propia. El stock de capital se valora en dólares.

# La electromovilidad en las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDCs) de los países

- En el año 2019, 13 países de la región mencionaron la movilidad eléctrica de manera específica dentro de sus compromisos internacionales.

	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Uruguay
<b>Objetivo nacional de mitigación de GEI de NDC (para 2030)</b>	-25% vs. BAU referencia	CO2/ PIB: -75% vs. 2005 nivel	CO2/ PIB -30% vs. 2007 nivel	<b>-51% vs. BAU referencia</b>	...	CO2/PIB: -40% vs. 2013 nivel	CO2/ PIB: -49% vs. 1990 nivel
<b>Participación del sector del transporte en el total CO2 emisiones (2014)</b>	24%	44%	31%	41%	42%	35%	55%

Fuente: Steer (2019) "GREEN YOUR BUS RIDE Clean Buses in Latin America Summary report". World Bank  
[https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.CO2.TRAN.ZS?name\\_desc=false&locations=CO-EC-AR-BR-CL-MX-UY](https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.CO2.TRAN.ZS?name_desc=false&locations=CO-EC-AR-BR-CL-MX-UY)

# Más países de la región buscan alcanzar la neutralidad de emisiones de carbono

- Cada vez son más los gobiernos de la región que impulsan la electromovilidad
- Aun resta mucho camino por recorrer para conseguir neutralidad de emisiones de CO2.
- En promedio, se espera alcanzar una alta penetración de buses eléctricos entre 2030 y 2050.

## Compromisos y metas en 10 países de América Latina



Fuente: CEPAL, sobre la base de Planes Nacionales y Estrategias e electromovilidad y cambio climático de los países. 8



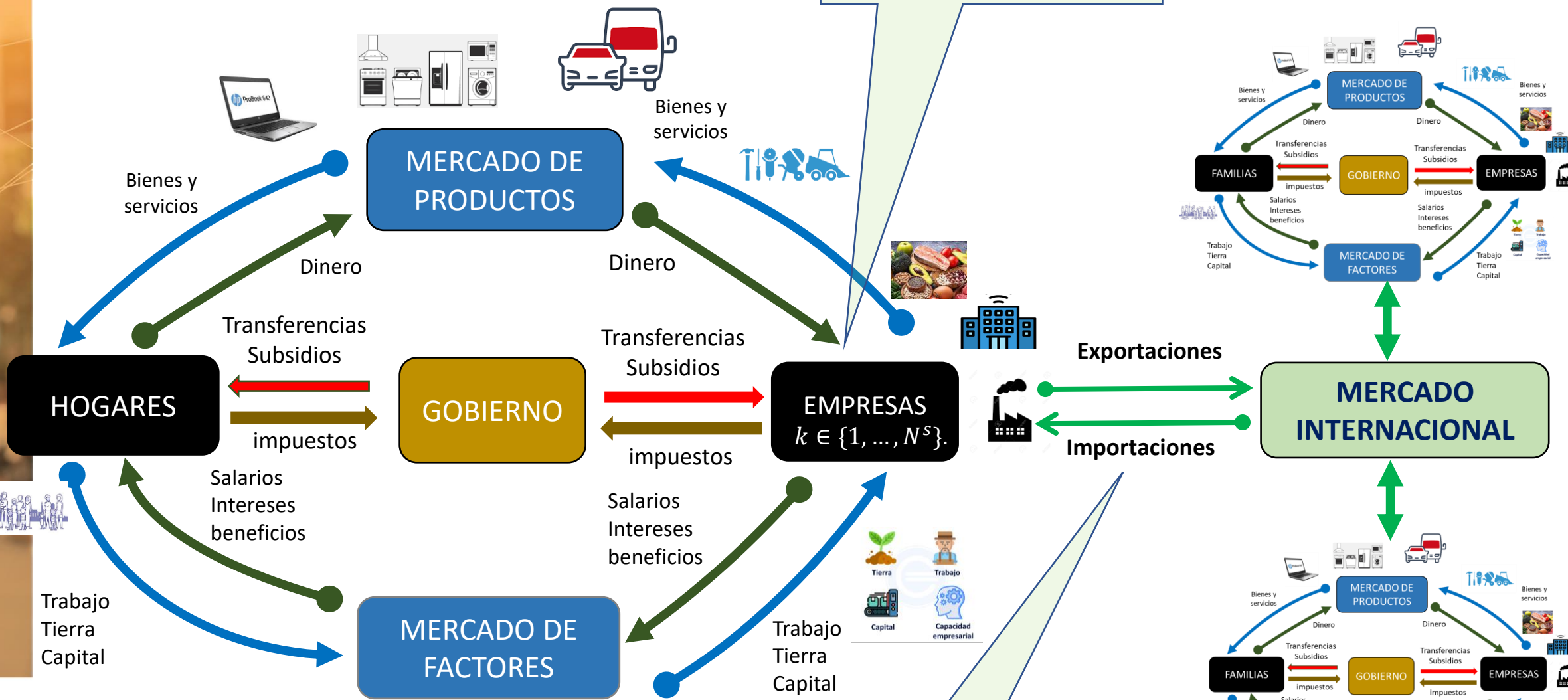
# Modelo a utilizar para las evaluaciones de impacto

- El modelo desarrollado para hacer las evaluaciones de impacto tiene las siguientes características:
  - ✓ Modelo dinámico y estocástico.
  - ✓ Incorpora varias fricciones y choques.
  - ✓ Tiene una desagregación sectorial, basada en las relaciones insumo-producto.
  - ✓ Interacciones desagregadas con el resto del mundo.

# PAÍS DE REFERENCIA

Las empresas tienen funciones de producción diferentes

# RESTO DEL MUNDO



El modelo se calibra con información de las matrices de insumo producto desarrolladas para el proyecto, datos de comercio, aranceles, (Xs, Ms). Se agregan un conjunto de parámetros (elasticidades de sustitución)

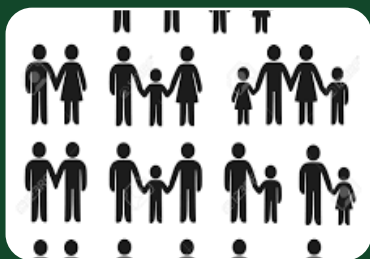


## Empresas (nacionales: $i; i'$ , extranjeras: $j; j'$ , $k$ =sectores)

- $y$  = producción
- $L$  = trabajo;  $K$  = capital;  $Z$  = insumos intermedios
- $a$  = shock de productividad;  $\varepsilon$  = innovación

{ nacionales  
extranjeras

Max  
Beneficio



## Hogares

- $C$  = consumo;  $M$  = stock de dinero;  $n$  = horas trabajadas
- $P$  = precio doméstico;  $P^*$  = precio internacional  $t$  = tiempo;  $k$  = sectores
- $B$  = bono;  $s$  = acciones; intereses, salarios, dividendos, transferencias
- $s$  = tipo de cambio

Max  
Consumo



## Gobierno

- Emite dinero, recauda tributos
- Política Fiscal (transferencias)
- Política Monetaria (Emisión de dinero, tipo de interés)



## Sector externo

- Exportaciones, importaciones
- Aranceles
- Precio doméstico y precio internacional

# Demanda de electricidad promedio en las ciudades en estudio

- Una flota de  $\sim 5,000$  Buses eléctricos promedio basado en ruta actuales –resultado preliminar- requeriría unos  $\sim 1,6$  GWh (6 TJ) en total al día para el servicio de ingresos, o  $\sim 2$  kWh/km en promedio (incluyendo todos los tipos de buses eléctricos actuales)  $\rightarrow \sim 600$  GWh en un año (para condiciones 2020).
- Mientras que autobús urbano típico a diésel de un solo nivel en un ciclo de conducción urbano tiene una eficiencia media de combustible de alrededor de 40 a 50 L/100 km (incluido aire acondicionado y sujeto a las condiciones de conducción)  $\rightarrow 5-6$  kWh/km  $\rightarrow$  consume tres veces más energía que un bus eléctrico.

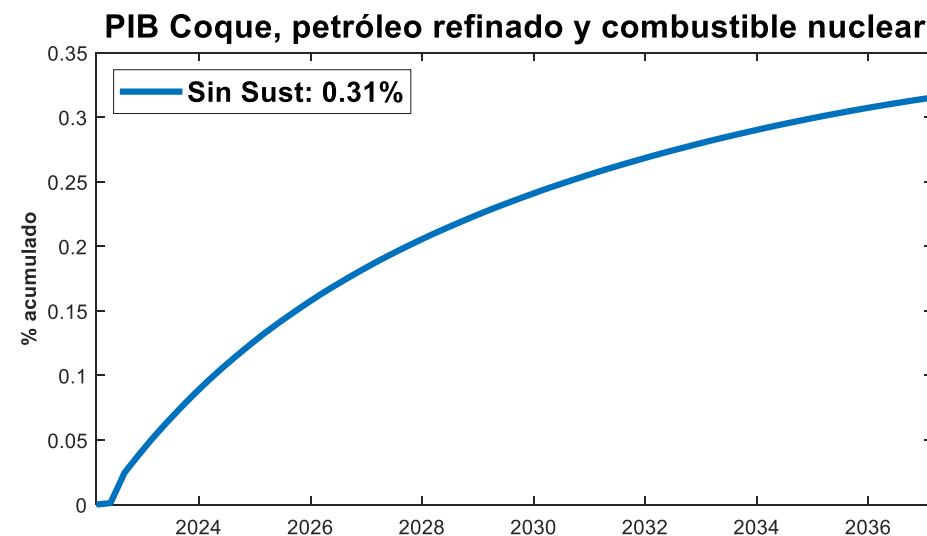
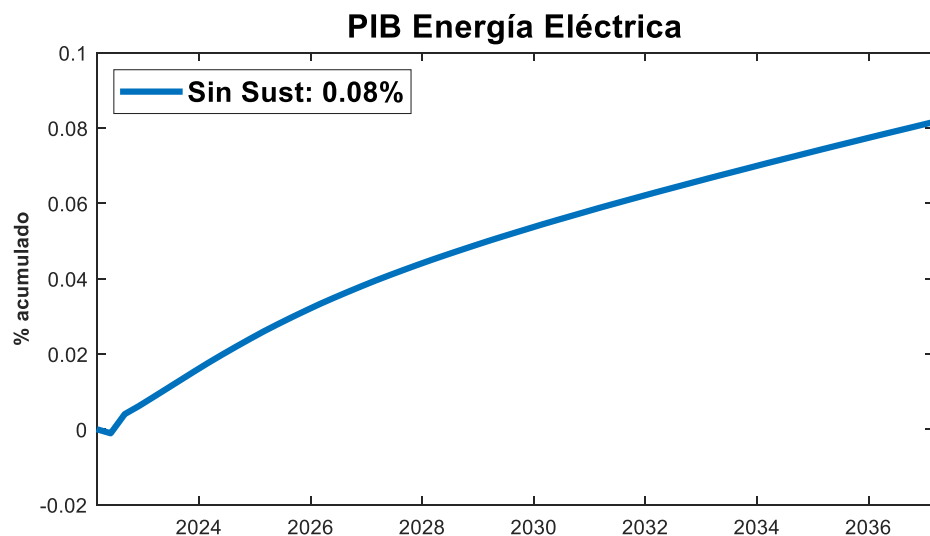
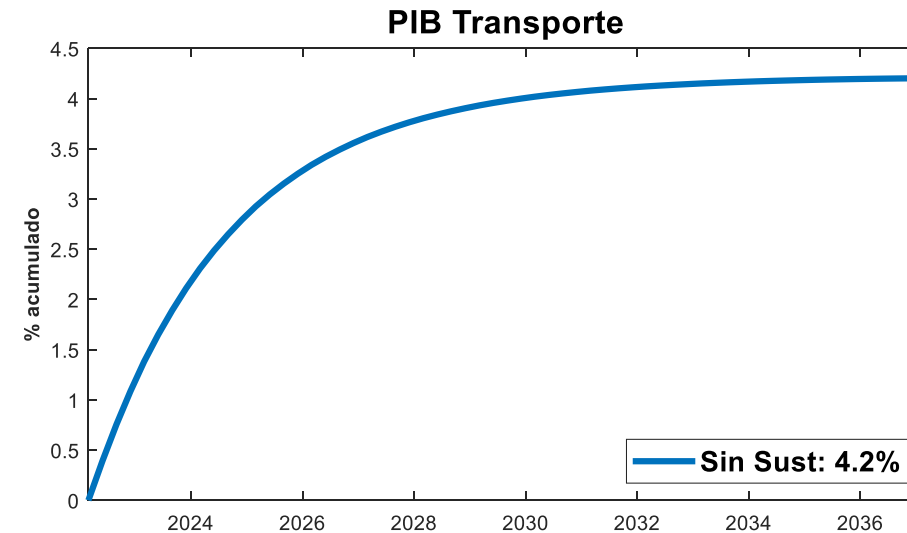
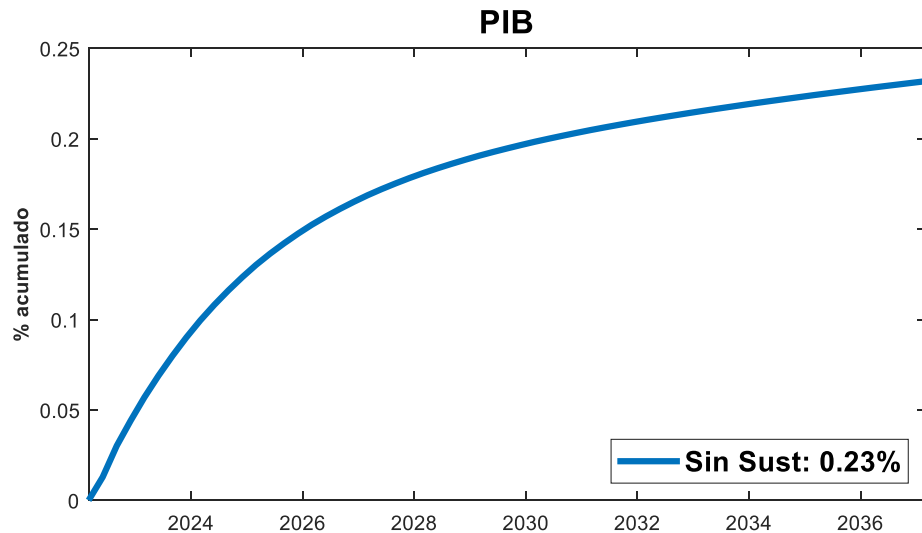


# Simulación

---

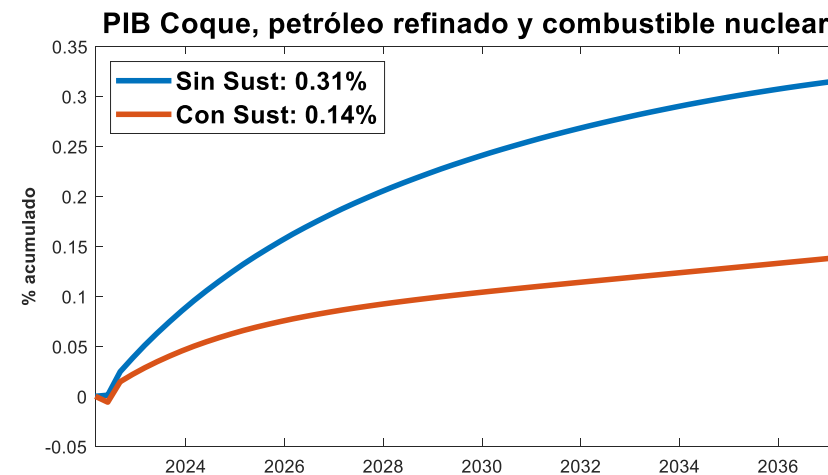
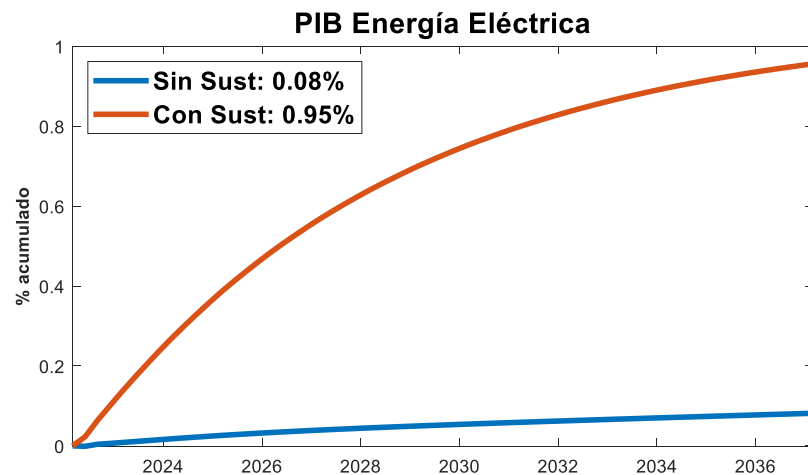
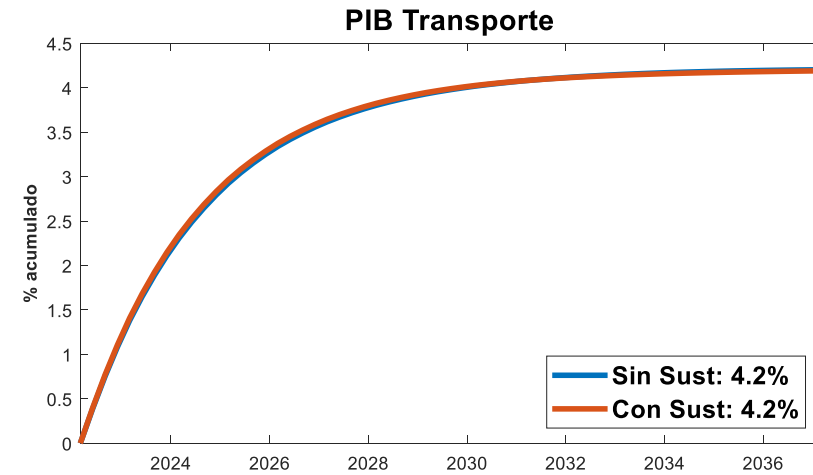
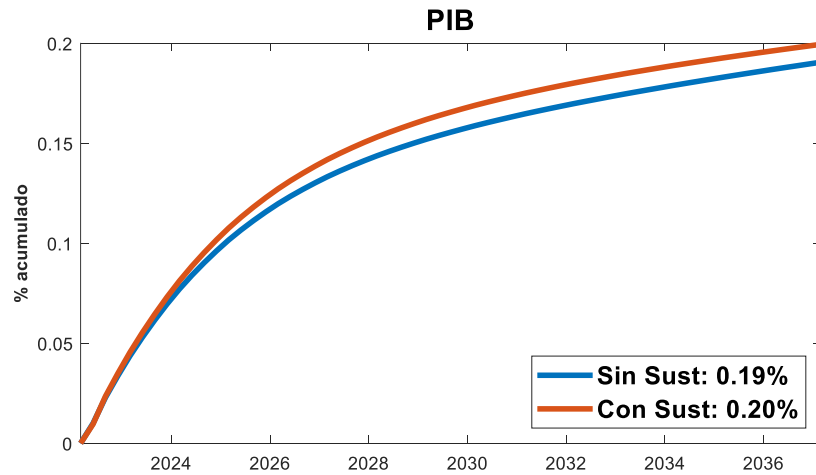
- Modelo calibrado con la matriz de insumo producto de la CEPAL y 35 sectores.
- Se consideran 11 socios comerciales.
- Se obtienen resultado para Colombia
- Aumentar la PTF del sector transporte para que el PIB del sector aumente en **4.2 % (50% cambio de flota)** y en un **8.4% (100% cambio de flota)**
- **Escenario 1:** No hay sustitución entre el sector de combustibles fósiles y el sector de energía eléctrica
- **Escenario 2:** Hay sustitución entre el sector de combustibles fósiles y el sector de energía eléctrica, que reduce el aumento del consumo de combustibles fósiles en 2/3.

# Escenario 1: No hay sustitución entre el sector de combustibles fósiles y el sector de energía eléctrica.



ESCENARIO MODERADO. 4,2% PTF en 15 años

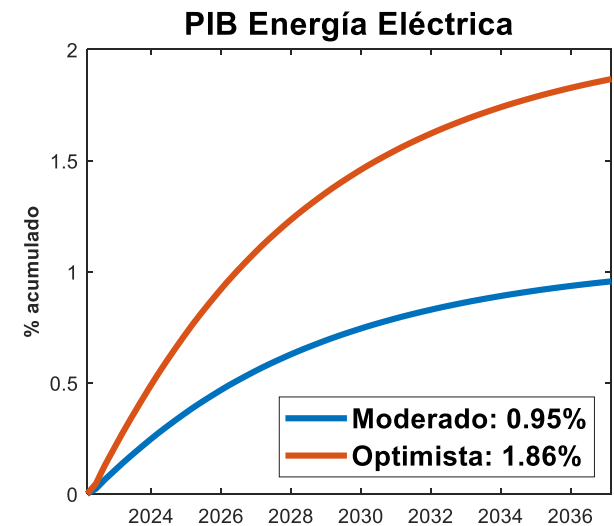
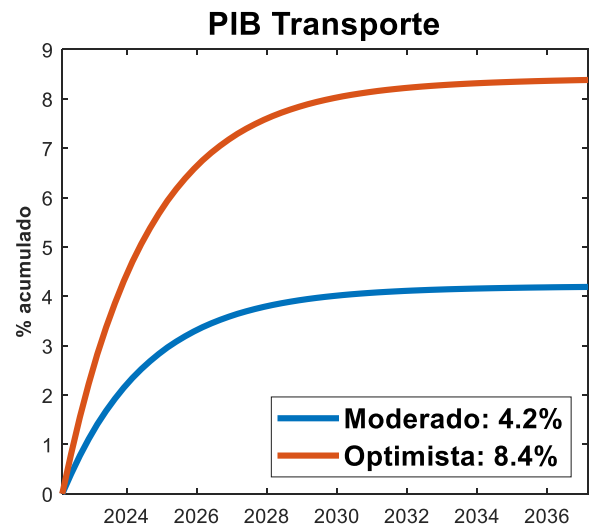
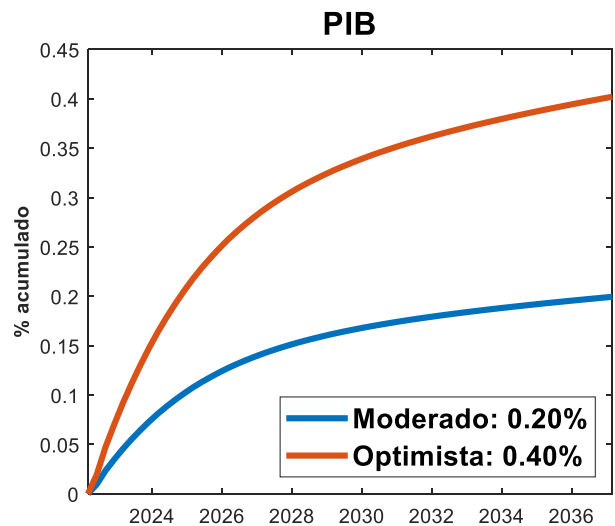
# Escenario 2: El mayor impacto lo recibe el sector energía eléctrica. En todos los casos se reduce la dependencia de combustibles fósiles.



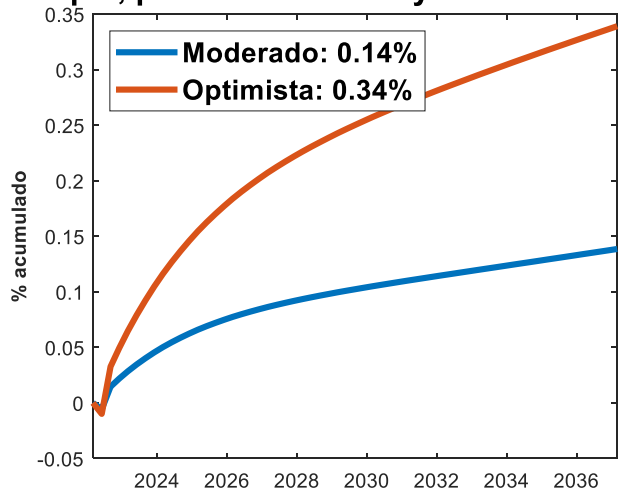
ESCENARIO MODERADO. 4,2% PTF en 15 años

# Escenario moderado (50% FLOTA) vs optimista (100% FLOTA)

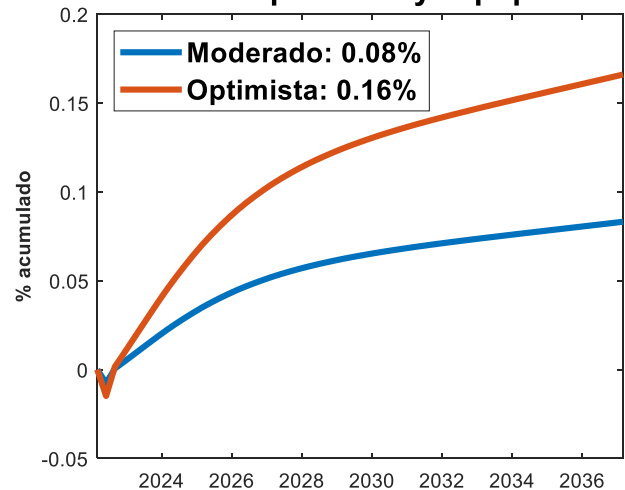
ESCENARIO OPTIMISTA. 8,4% PTF en 15 años



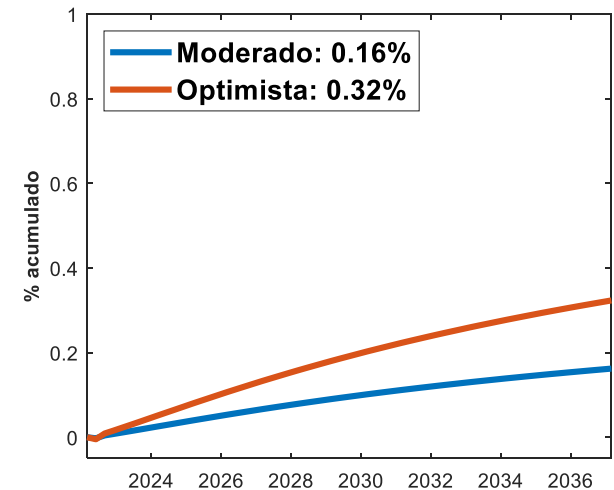
PIB Coque, petróleo refinado y combustible nuclear



PIB Maquinarias y Equipos



PIB Minería

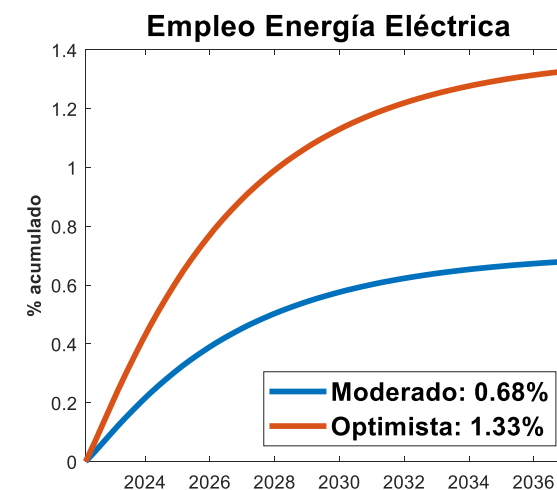
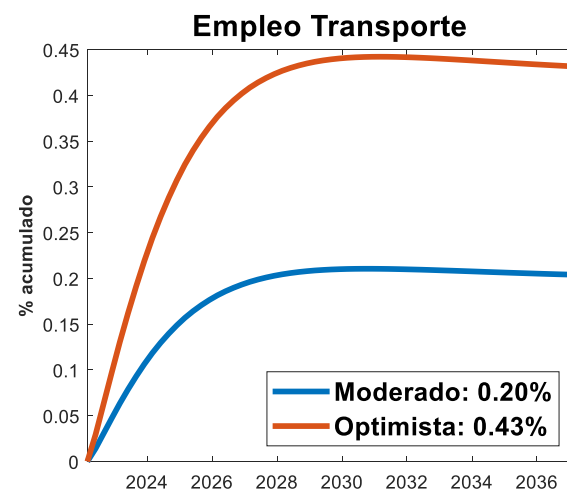
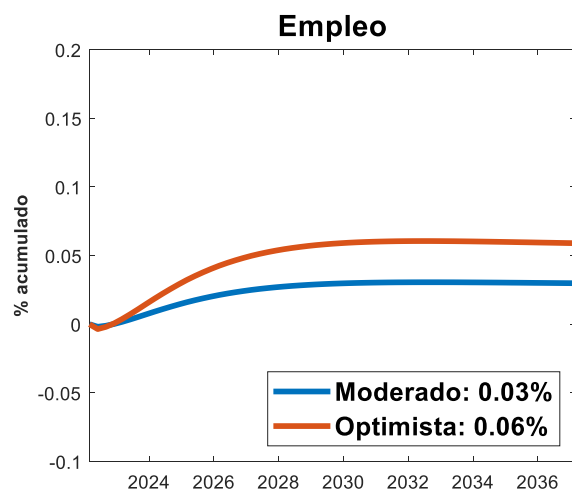


ESCENARIO MODERADO. 4,2% PTF en 15 años

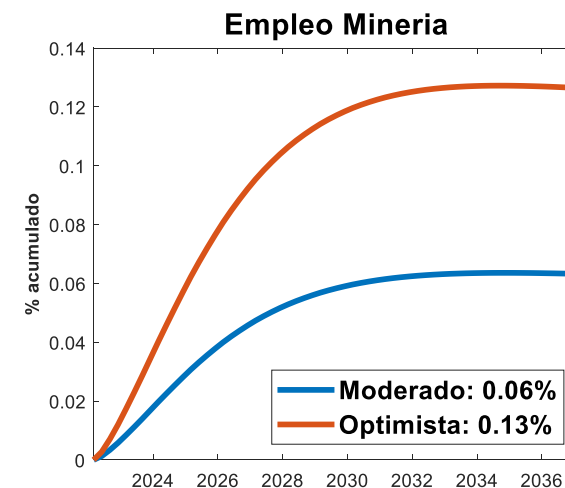
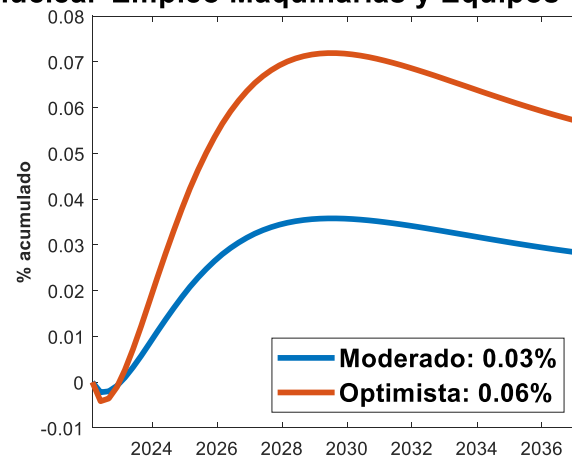
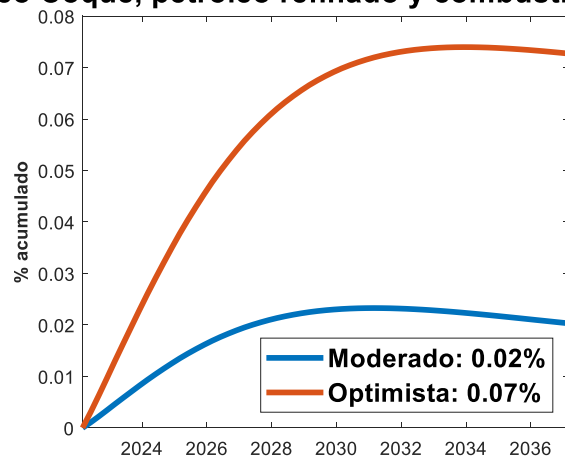


# Escenario moderado (50% FLOTA) vs optimista (100% FLOTA)

Para el caso del empleo, las alzas simuladas son marginales, con mayor dinámica en transporte mismo y en energía eléctrica

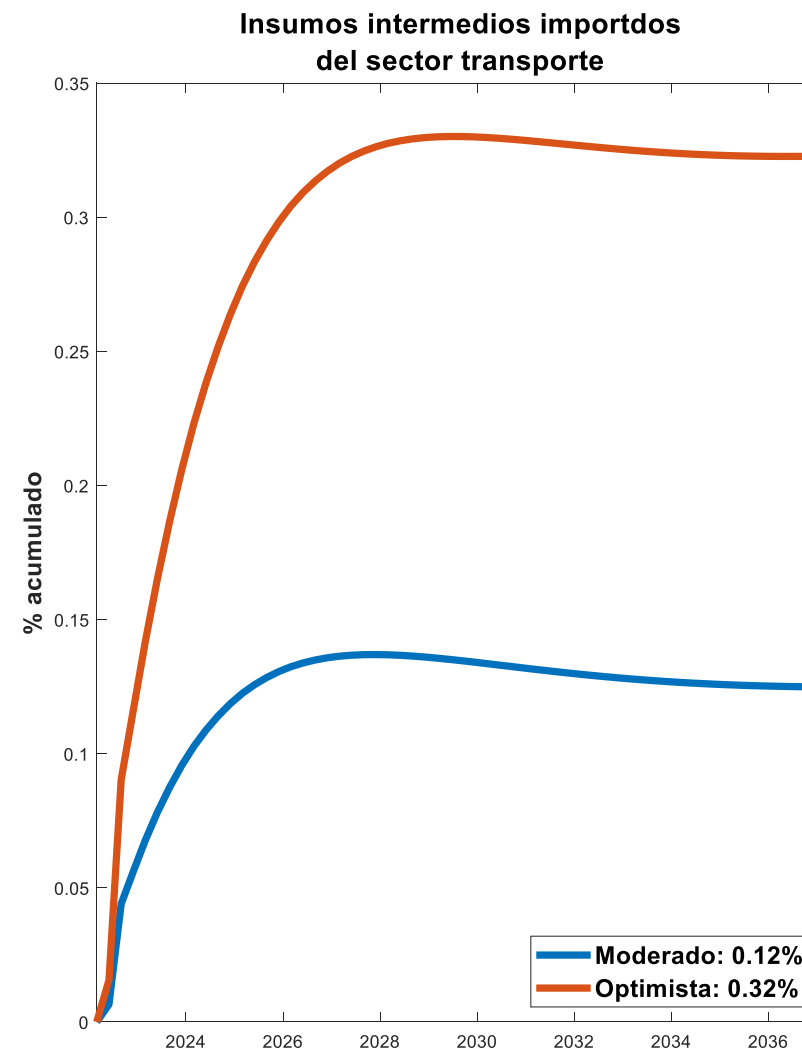
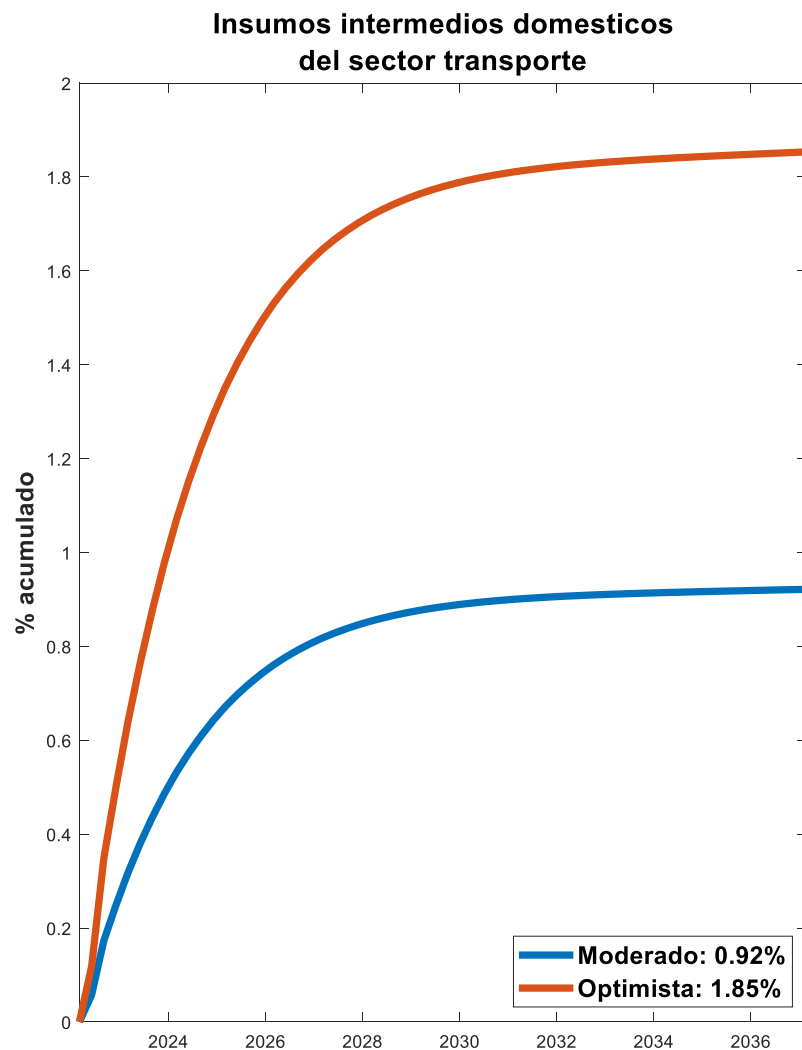


## Empleo Coque, petróleo refinado y combustible nuclear    Empleo Maquinarias y Equipos



# Escenario moderado (50% FLOTA) vs optimista (100% FLOTA)

Los aumentos porcentuales en las importaciones de insumos intermedios domésticos son comparativamente más altos



# Conclusiones

- Simulaciones de aumentos de PTF y sustitución de combustibles fósiles por energía en el transportes público arrojó
  - Impacto positivo en el PIB y el empleo total, aunque cambios leves a este nivel;
  - Aumentos significativos se producen en transporte y energía
  - Estimulo de las relaciones intrarregionales (con competencia con China y Estados Unidos como origen de insumos intermedios)
- Para obtener cambios sustanciales en el producto y el empleo es necesario incluir a los vehículos de carga y livianos dentro del plan de electromovilidad.



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación  
alemana  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



UNIVERSIDAD  
SERGIO ARBOLEDA

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

¡Muchas Gracias!

Síguenos en:



<https://www.cepal.org/es>



[https://twitter.com/cepal\\_onu](https://twitter.com/cepal_onu)



[https://www.facebook.com/cepal\\_onu](https://www.facebook.com/cepal_onu)



<https://www.youtube.com/user/CEPALONU>



<https://www.flickr.com/photos/cepal>

