



NACIONES UNIDAS



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



UNIVERSIDAD
SERGIO ARBOLEDA

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

Una matriz de insumo producto multirregional de Colombia 2018. Herramienta técnica para el análisis de políticas públicas nacionales y regionales

Bogotá, 14 y 15 de Noviembre 2023

Aplicaciones prácticas a desarrollar en segunda etapa del proyecto:
Fiscalidad, efectos macroeconómicos, empleo, emisiones de CO₂

Jesús Morales

Jesus.morales@usa.edu.co





Modelación de impactos: Aplicación de electromovilidad

- Para analizar los impactos en producto, empleo y comercio de la transición hacia la electromovilidad se desarrolló un modelo multi sectorial.
-

- **Características**

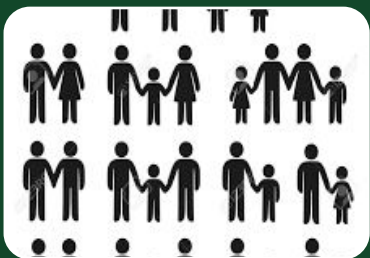
- Modelo dinámico y estocástico.
- Incorpora varias fricciones y choques.
- Tiene una desagregación sectorial, basada en las relaciones insumo-producto.
- Interacciones desagregadas con el resto del mundo.
- Expectativas.
- Aspectos monetarios.
- Ecuaciones de comportamiento agentes optimizadores.
- No linealidades (sustitución y rendimiento a escala).
- Enfoque coste beneficio.



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

- y = producción
 - L = trabajo; K = capital; Z = insumos intermedios
 - a = shock de productividad; ε = 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
Utilidad



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

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.

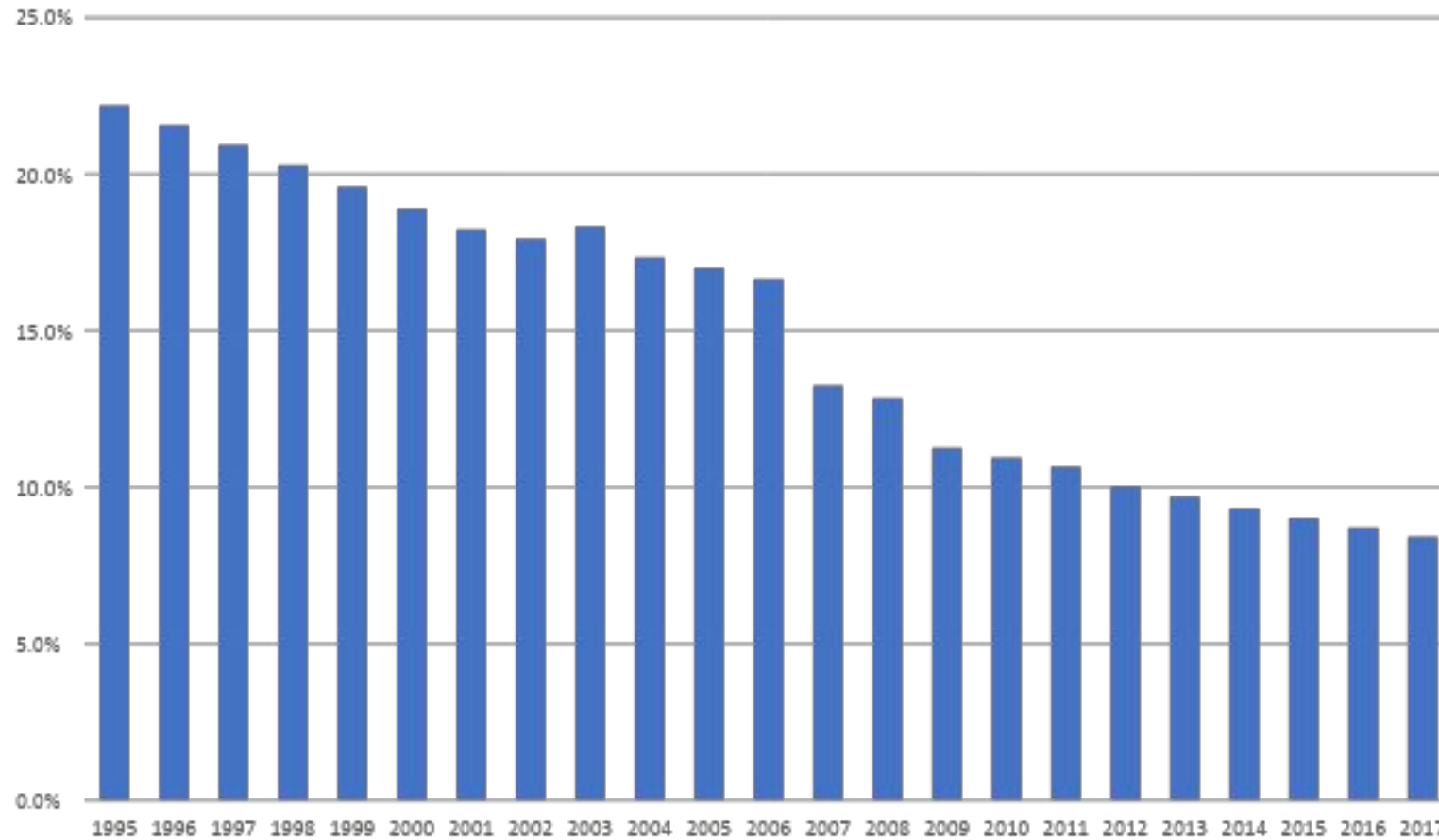


Determinar el **tamaño del impacto;**



La **senda temporal** del mismo.

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

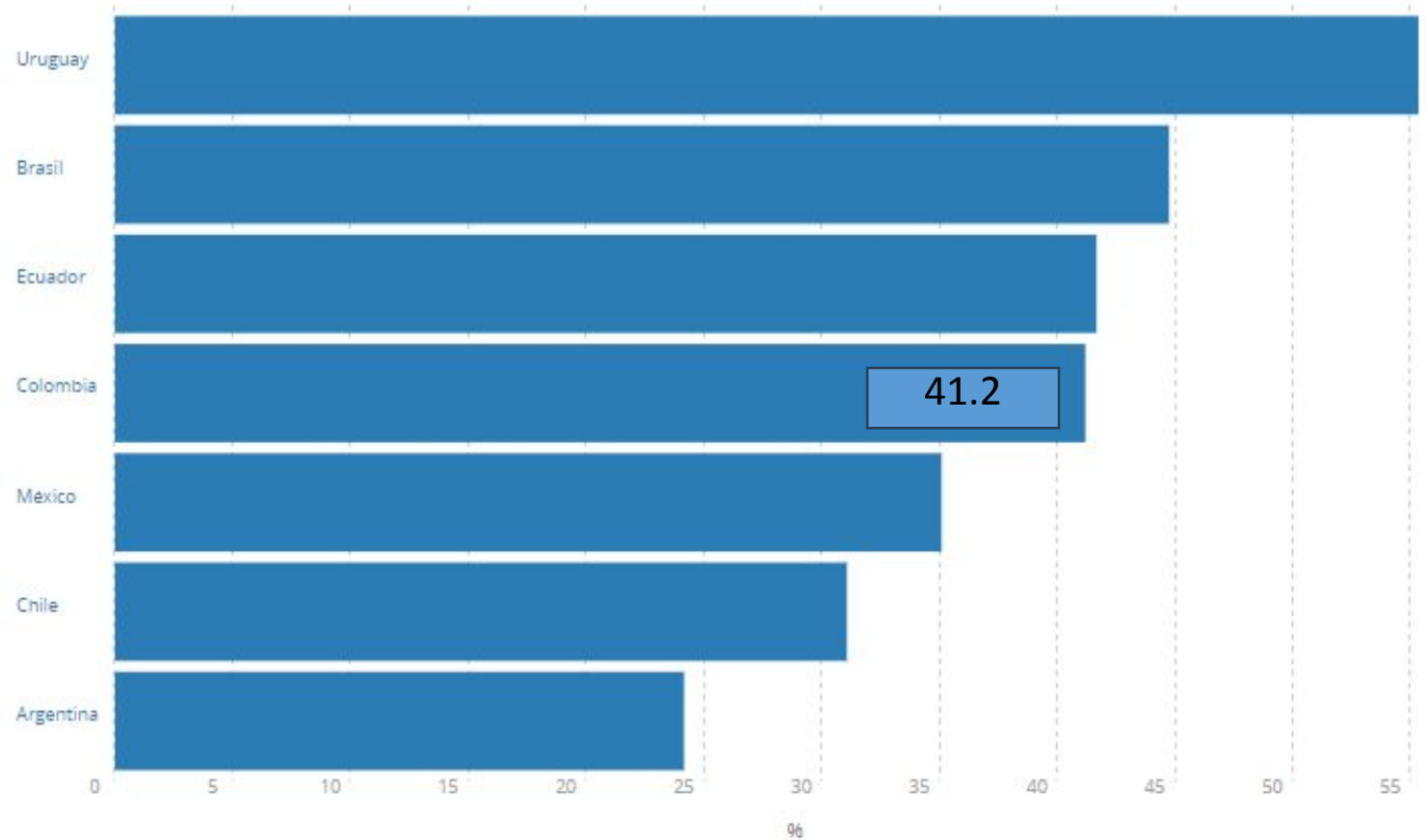


Los Buses representan el 8,4% del stock del parque automotor al 2017 en valor.

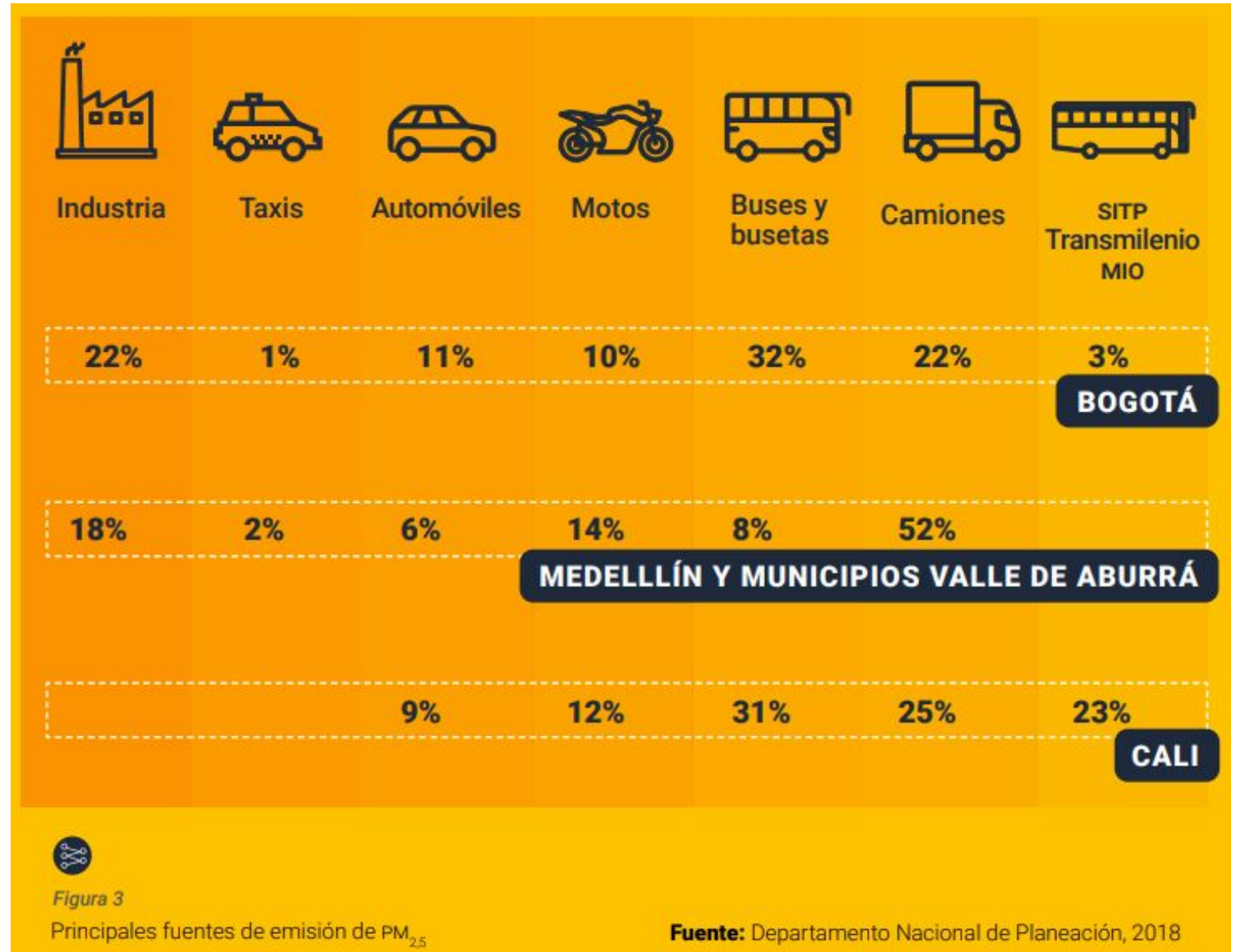
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

^a Nota. Elaboración propia. El stock de capital se valora en dólares.

Emisiones de CO2 originadas por el transporte (% del total de la quema de combustible) - Colombia, Ecuador, Argentina, Brasil, Chile, México, Uruguay para el 2014



Principales fuentes de emisiones de PM2.5



Comparación de Consumo de Energía: Autobuses Eléctricos vs. Diésel

- Flota de ~5,000 Buses Eléctricos promedio basado en rutas actuales.
- Resultados preliminares indican que requerirían **~1.6 GWh al día** (~2 kWh/km en promedio).
- Esto equivale a ~600 GWh en un año (condiciones 2020).
- En contraste, un autobús diésel típico consume 5-6 kWh/km en un ciclo de conducción urbano.
- El autobús diésel **consume tres veces más energía que un bus eléctrico**.
- Eficiencia del autobús diésel: 40-50 L/100 km (incluyendo aire acondicionado y condiciones de conducción).

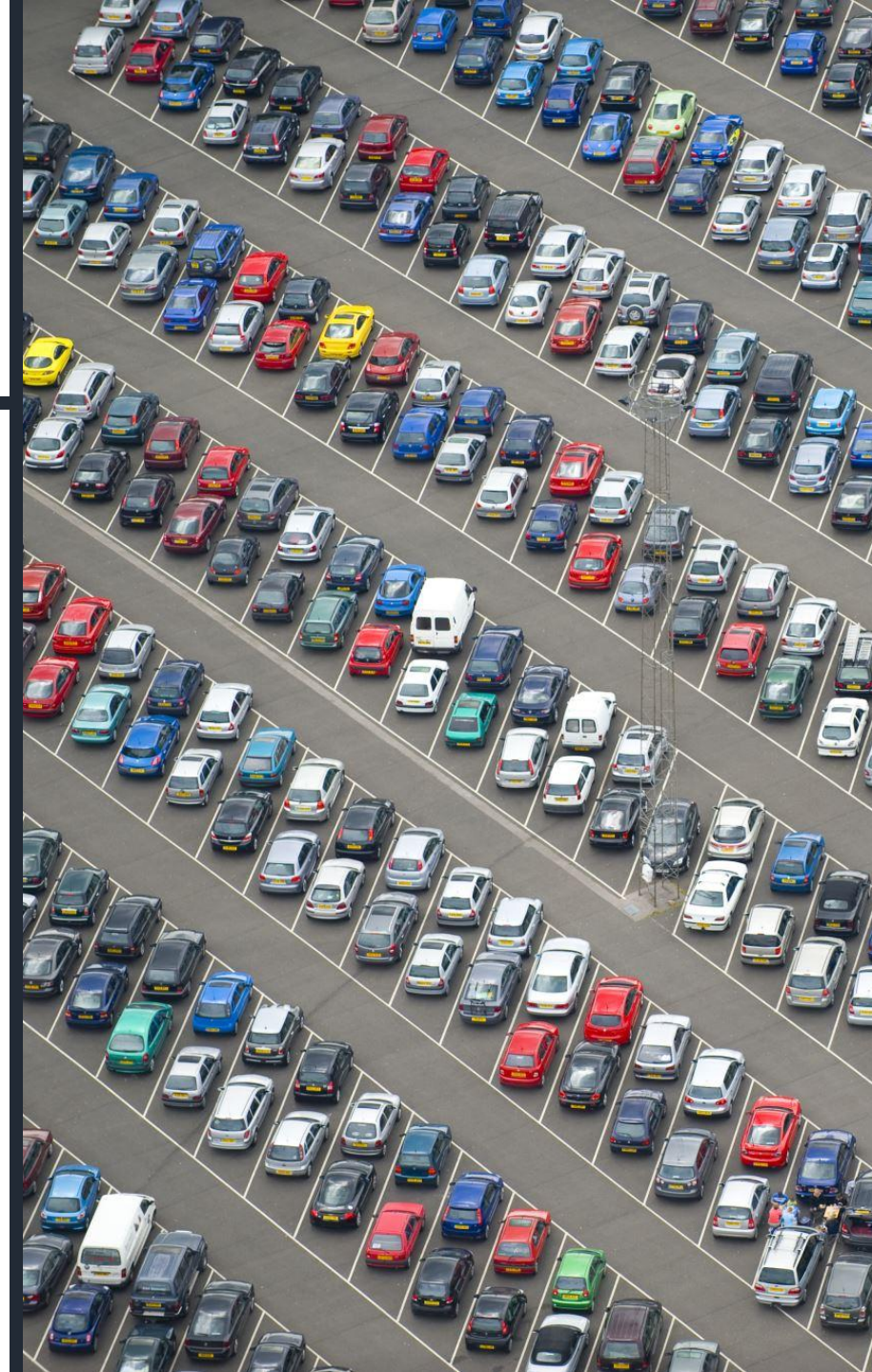


Simulación

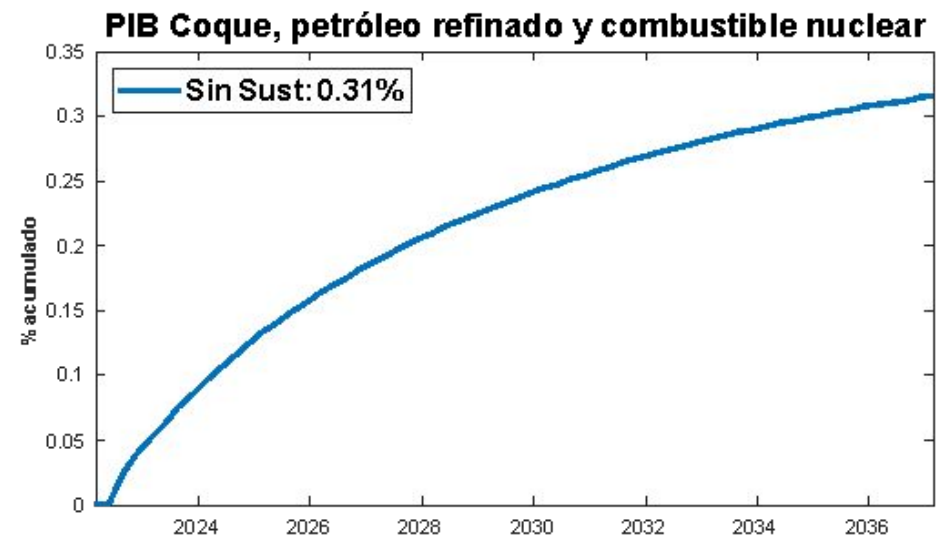
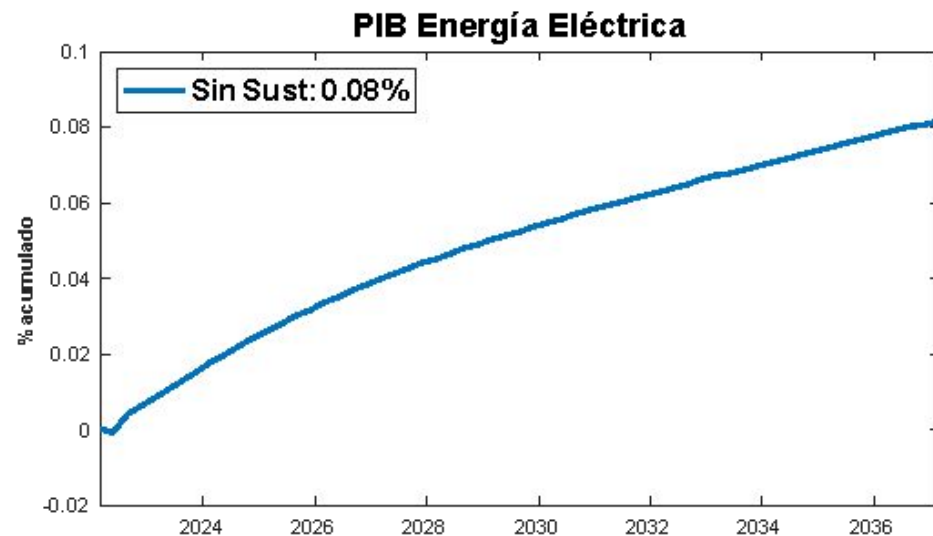
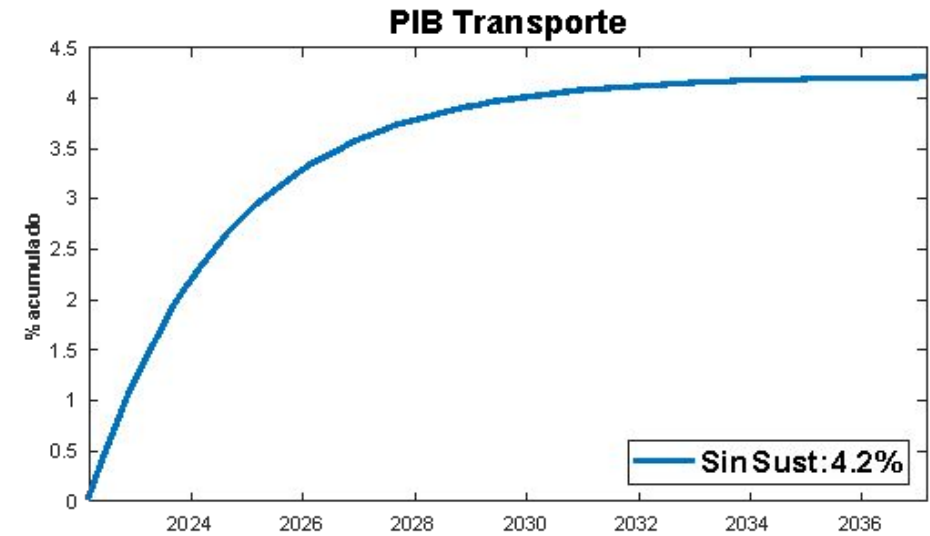
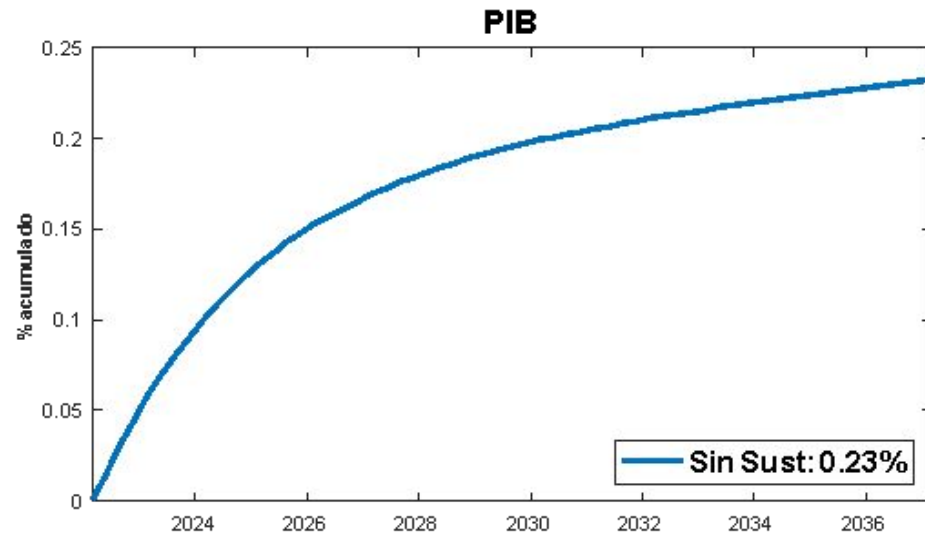
- Modelo calibrado con la matriz de insumo producto de la CEPAL y 35 sectores.
- Se consideran 11 socios comerciales.
- Se obtienen resultado para Colombia
- Aumentar la PTF del sector transporte para que el PIB del sector aumente en **4.2 % (50% cambio de flota)** y en un **8.4% (100% cambio de flota)**
- **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.

Resultados de las simulaciones para Colombia

- El impacto estimado es positivo en el PIB, pero bajo (0,2% si la sustitución es del 50% de la flota de transporte público)
- El mayor impacto lo recibe el sector energía eléctrica.
- En todos los casos se reduce la dependencia de combustibles fósiles.
- Para el caso del empleo, las alzas simuladas son marginales, con mayor dinámica en transporte mismo y en energía eléctrica.
- 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.

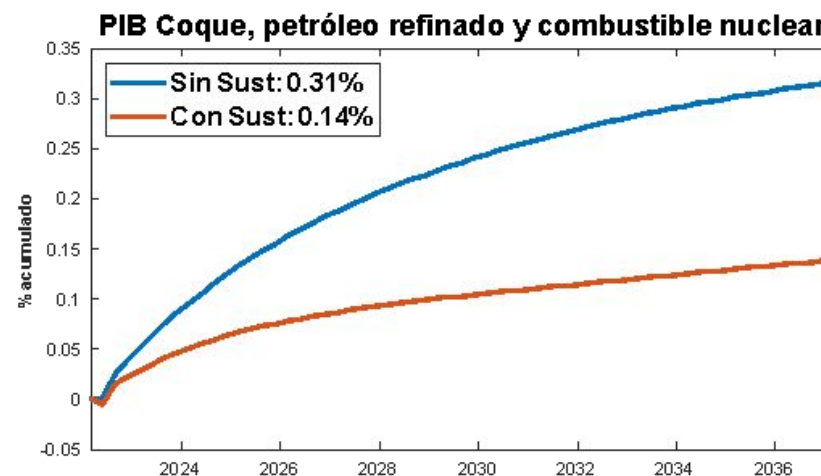
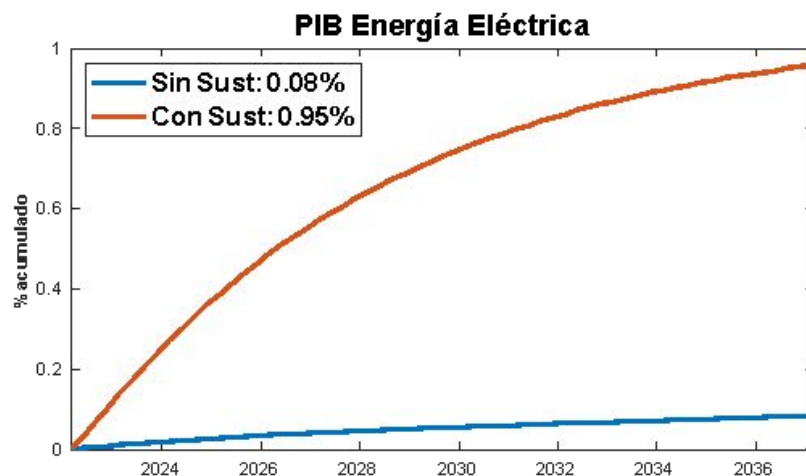
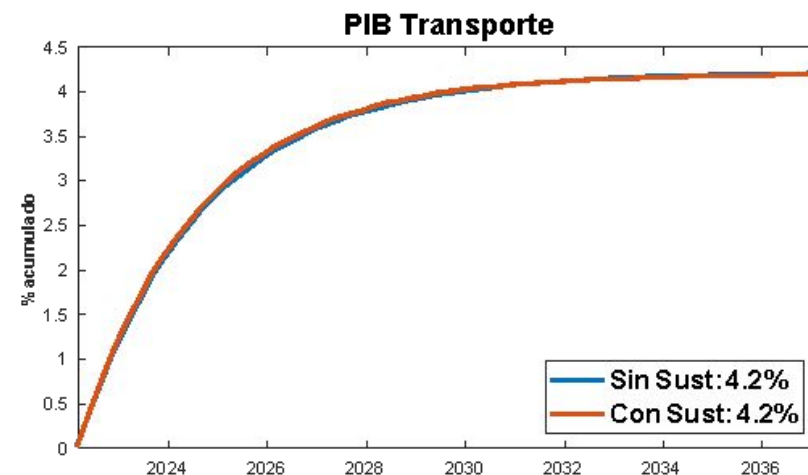
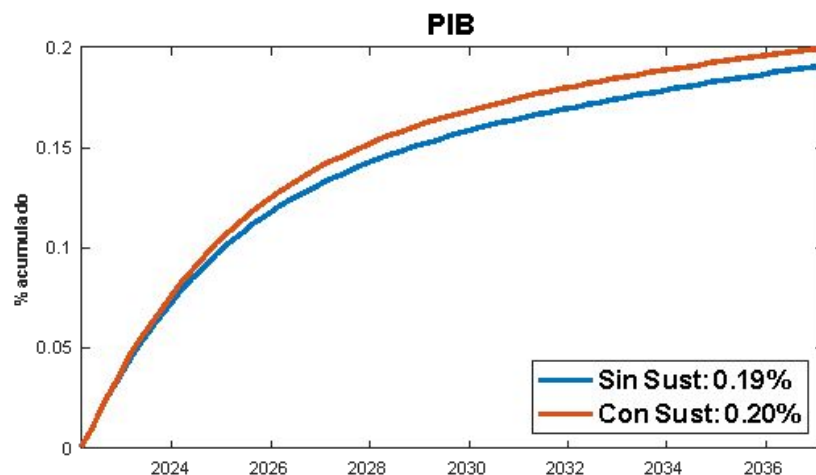


Escenario 1: No hay sustitución entre el sector de combustibles fósiles y el sector de energía eléctrica.



ESCENARIO MODERADO. 4,2% PTF en 15 años

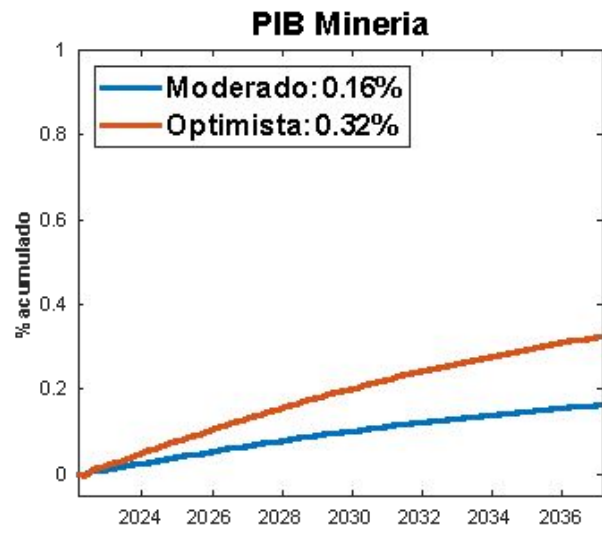
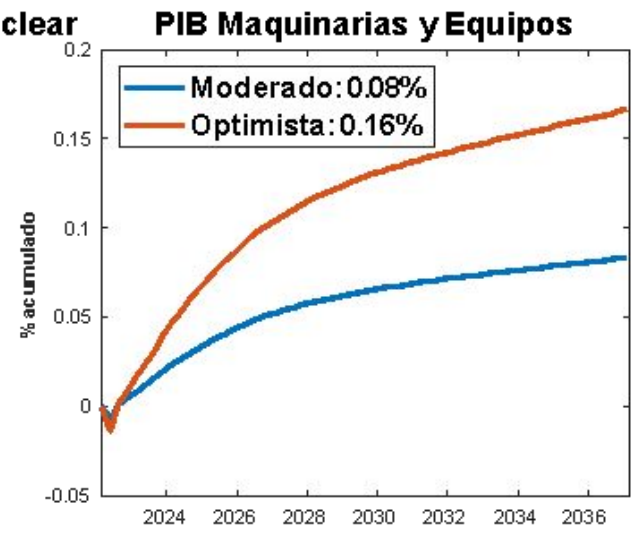
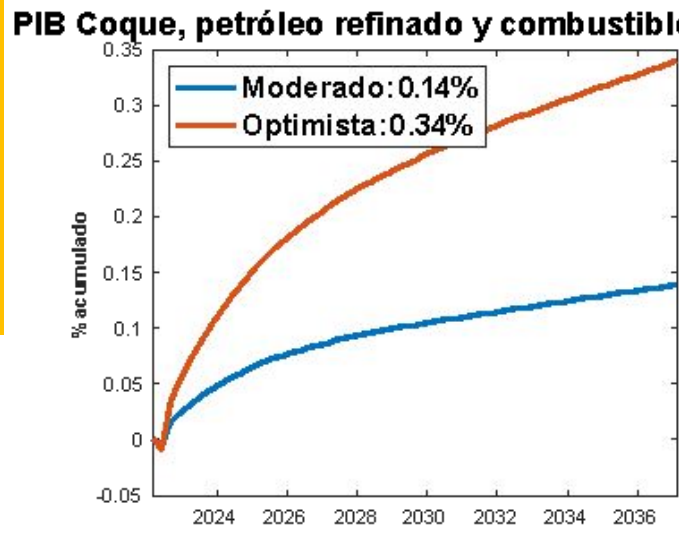
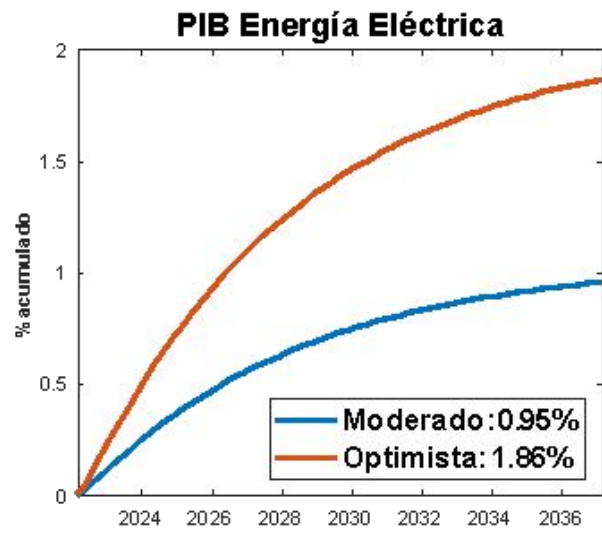
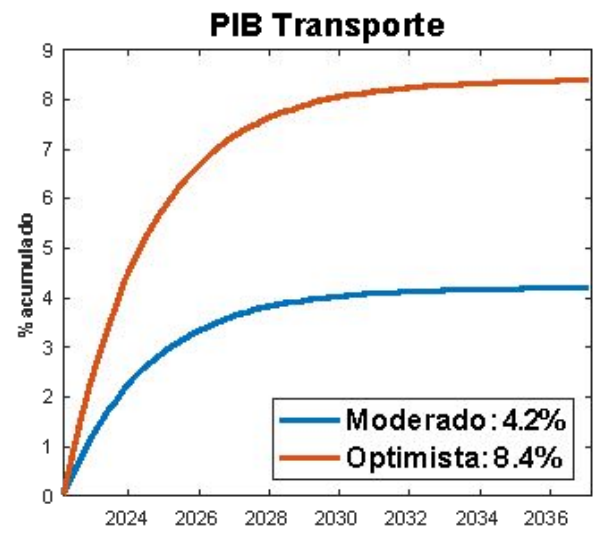
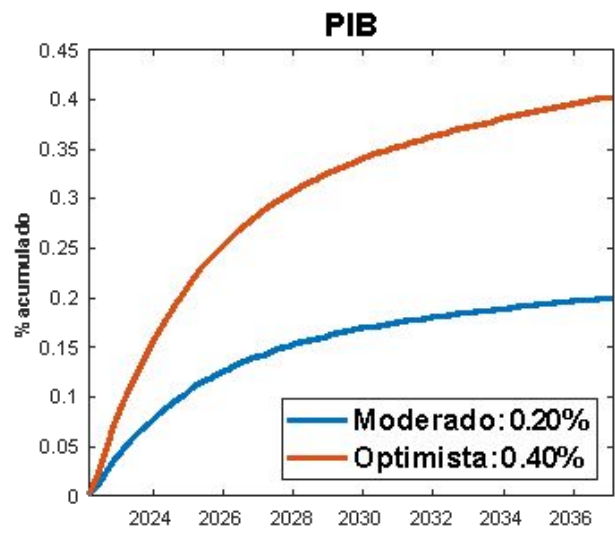
Escenario 2: El mayor impacto lo recibe el sector energía eléctrica. En todos los casos se reduce la dependencia de combustibles fósiles.



ESCENARIO MODERADO. 4,2% PTF en 15 años

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

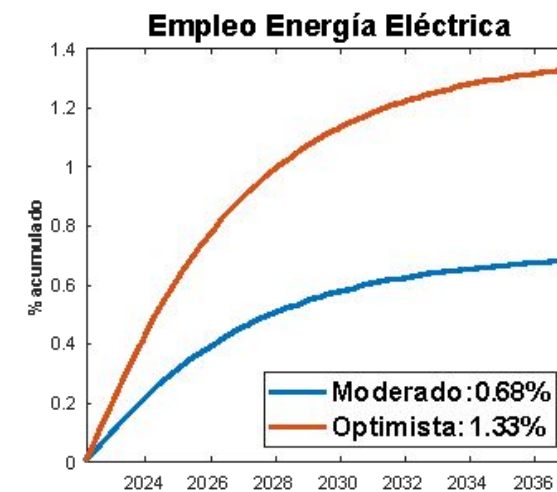
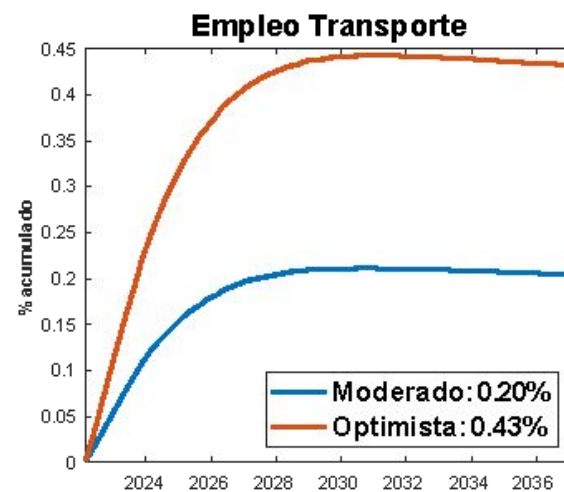
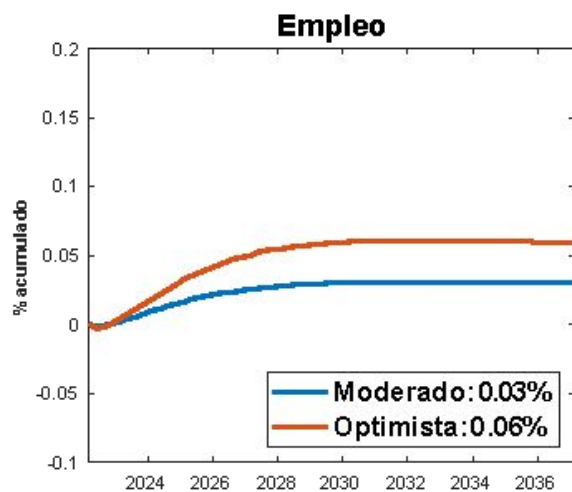
ESCENARIO OPTIMISTA. 8,4% PTF en 15 años



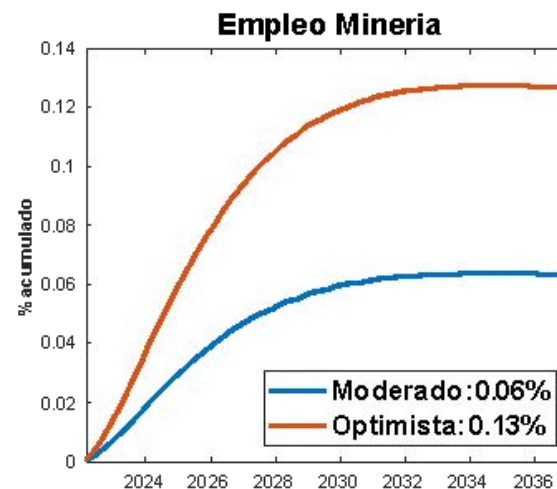
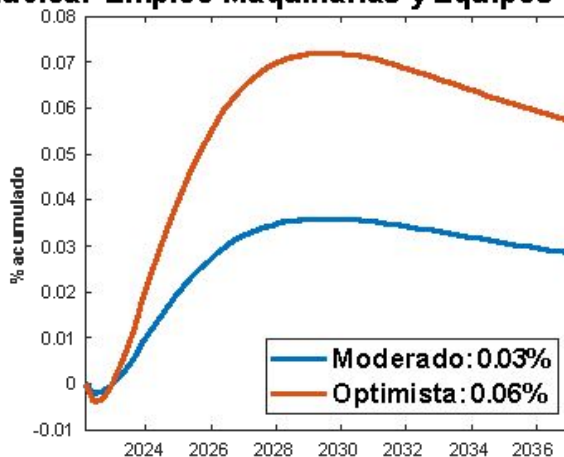
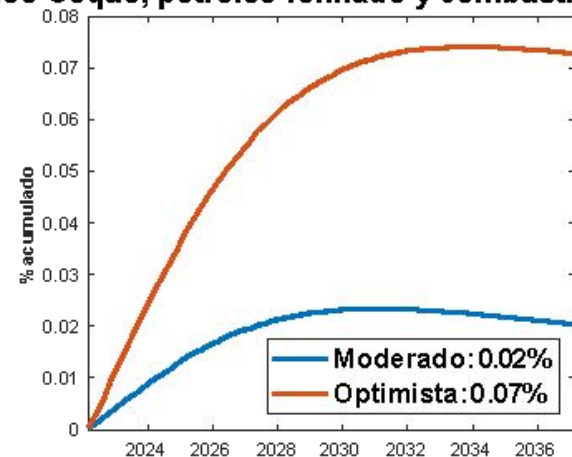
ESCENARIO MODERADO. 4,2% PTF en 15 años

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

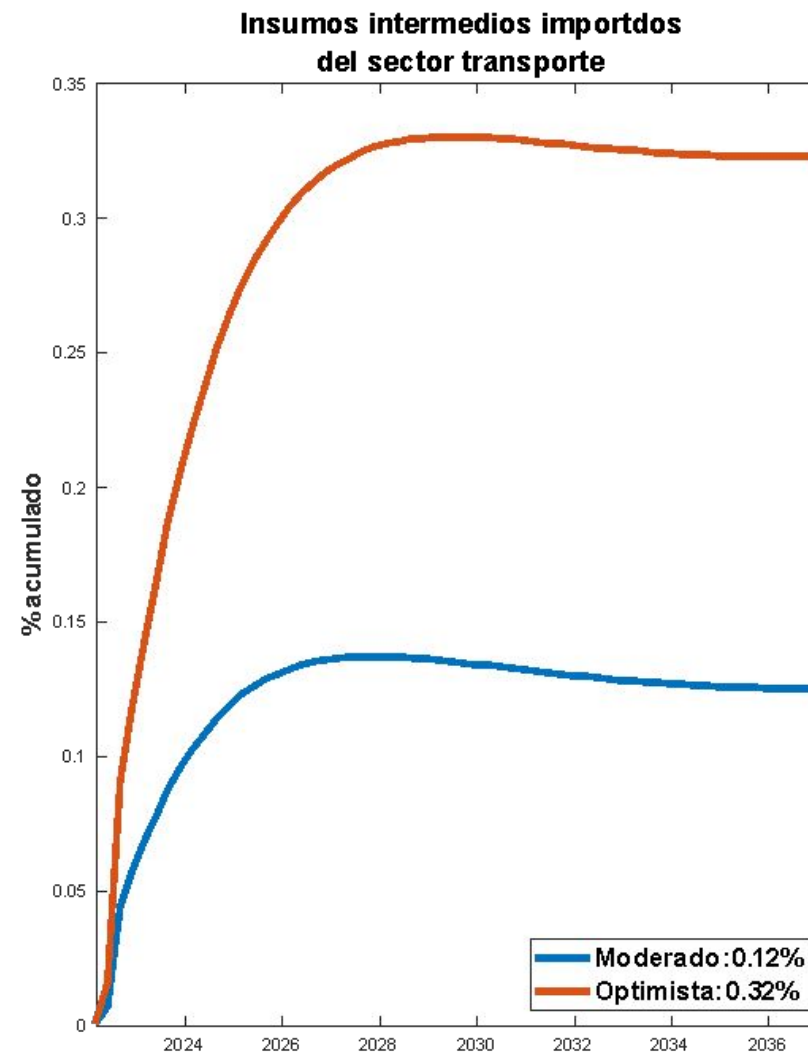
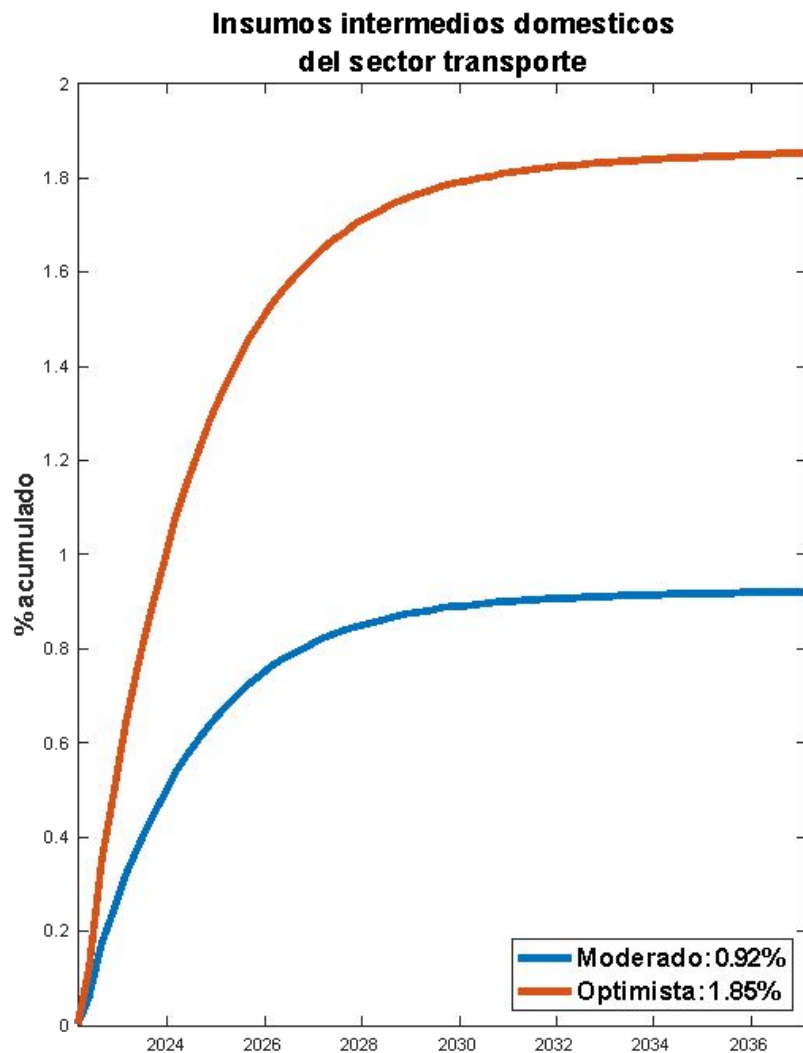


Empleo Coque, petróleo refinado y combustible nuclear Empleo Maquinarias y Equipos



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

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





Cambio hacia la electromovilidad

- El cambio hacia la electromovilidad se concentra en algunas ciudades importantes del país como Cali, Medellín y Bogotá.
- Los efectos del cambio hacia la electromovilidad a nivel de ciudades pueden ser muy importante.
- La modelación hecha no nos permite decir mucho para el caso de las ciudades o regiones.
- La metodología se puede modificar para ajustarse a matrices con mayor desagregación subregional.

Formulación con matrices subregionales

Producto sector k , de la región r :

CES

Cobb-Douglas

Insumos intermedios:

Capital:

Trabajo:

CES

Domésticos:

Importados:

CES

Región 1:

Región N:

Modelo similar desarrollado para un estudio de un posible acuerdo comercial entre ALADI y China

Sectores: 1, ..., N_s

Sectores: 1, ..., N_s

Sectores: 1, ..., N_s

CES

Importancia del enfoque subnacional

- Si los efectos de la electromovilidad se concentran en algunas ciudades, los impactos sobre producto y empleo podrían ser mucho más importantes que los estimados a nivel nacional.
- La demanda de infraestructura y energía eléctrica serían mucho más elevadas.
- Los efectos sobre las emisiones serían más relevantes a nivel de ciudades o regiones.
- Los estudios de políticas públicas orientados hacia ciudades podrían enriquecerse mucho si se cuenta con matrices I-P sub-regionales.

Segunda aplicación: Inversiones en movilidad y ocupación del suelo en áreas metropolitanas: El caso de Bogotá Colombia.



1. Evaluar la dinámica espacial y temporal de Bogotá y 17 municipios de Cundinamarca.

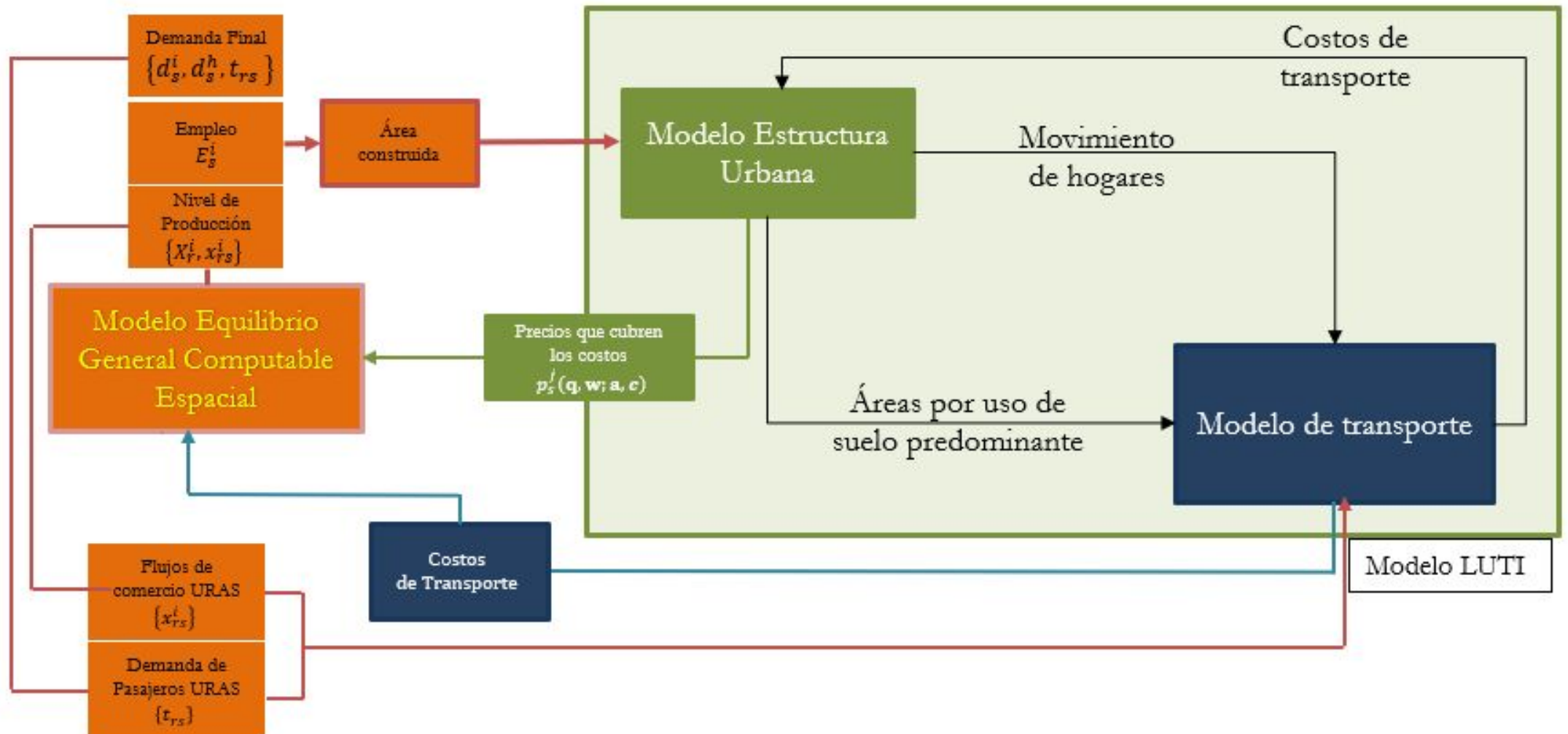


2. Utilizar un método integral que incluya el pronóstico de áreas de construcción y relaciones de dependencia espacial.

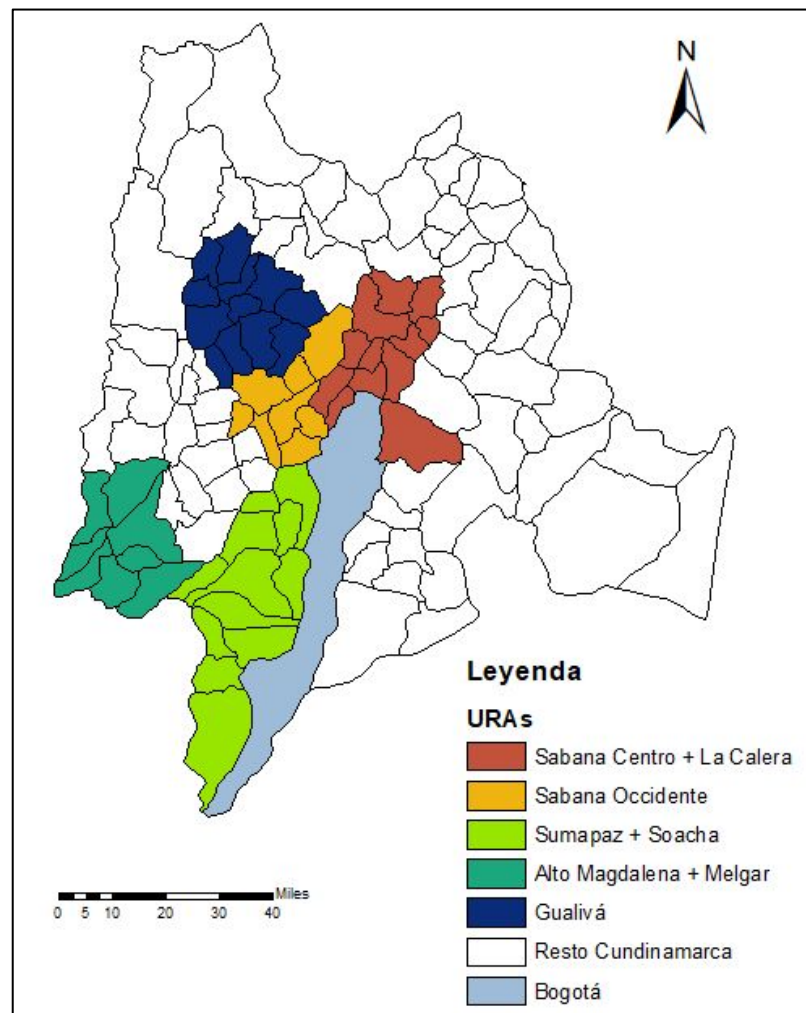


3. Proponer medidas institucionales para impulsar un cambio estructural en el patrón de urbanización de la región.

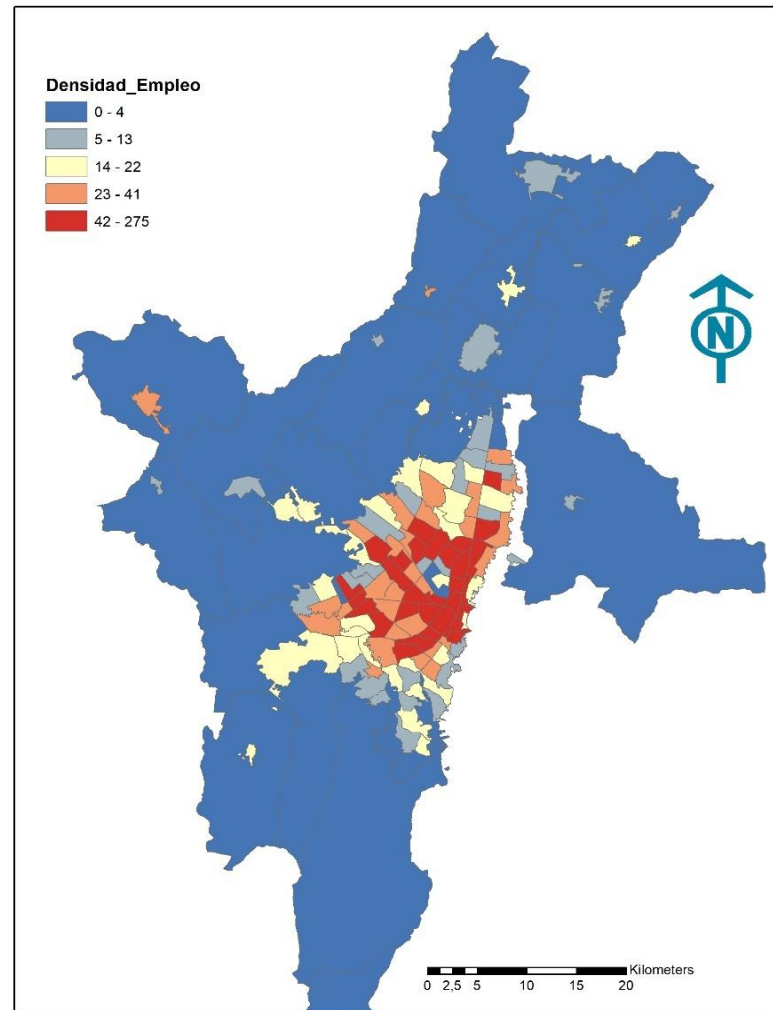
Esquema de relaciones del Simulador



Unidades Regionales de Análisis (URA)



Densidad de empleo en Bogotá y 17 municipios



Fuente: Cálculos propios con información de la EEE-BR (2017) y metodología de imputación de empleo Dirección de Estudios Macro.

Matriz de trabajo Regional

• Fuentes de información

- GEIH
- Encuesta Multipropósito (EM)
- Cálculo de los Trabajos Equivalentes de Tiempo Completo (TETC) a partir del coeficiente Horas de trabajo a la semana sobre 48.
- Cálculo de salarios promedio por rama de actividad
- Cálculo de la conmutación a partir de GEIH y EM

Región	Actividad Económica	Total TETC Independientes (miles de personas)	Origen del TETC						
			1-Bogotá D.C.	2-Sabana Centro	3-Sabana Occidente	4-Soacha + Sumapaz	5-Alto Magdalena	6-Gualiva	7-Resto del país
1-Bogotá	Rama 1	6.973	6.696	26	49	201	0	0	1
1-Bogotá	...	1.290.238	1.249.782	8.443	7.536	22.613	0	0	1.865
1-Bogotá	Rama 15	132.870	126.897	131	110	5.702	0	0	29
2-Sabana Centro + La Calera	Rama 1	16.439	572	15.487	302	0	0	0	78
2-Sabana Centro + La Calera	...	76.279	6.352	68.603	558	0	0	0	766
2-Sabana Centro + La Calera	Rama 15	1.740	98	1.590	14	0	0	0	39
3-Sabana Occidente	Rama 1	29.782	376	314	29.092	0	0	0	0
3-Sabana Occidente	...	56.039	1.837	1.353	52.848	0	0	0	0
3-Sabana Occidente	Rama 15	1.406	29	32	1.345	0	0	0	0
4-Soacha + Sumapaz	Rama 1	59.065	727	257	0	58.081	0	0	0
4-Soacha + Sumapaz	...	61.061	2.255	1.112	0	57.694	0	0	0
4-Soacha + Sumapaz	Rama 15	22.873	453	27	0	22.392	0	0	0
5-Alto Magdalena + Melgar	Rama 1	6.275	18	0	0	0	6.257	0	0
5-Alto Magdalena + Melgar	...	16.042	261	0	0	0	15.781	0	0
5-Alto Magdalena + Melgar	Rama 15	4.259	20	0	0	0	4.239	0	0
6-Gualiva	Rama 1	8.889	66	0	0	0	0	8.810	13
6-Gualiva	...	3.440	78	0	0	0	0	3.255	107
6-Gualiva	Rama 15	428	5	0	0	0	0	417	6
7-Resto país	Rama 1	1.820.533	1.356	256	31	72	208	0	1.818.610
7-Resto país	...	5.420.268	5.876	1.241	75	42	176	0	5.412.857
7-Resto país	Rama 15	546.091	98	26	3	9	29	0	545.926
Total País		9.580.990	1.403.853	98.898	91.964	166.807	26.690	12.482	7.780.296

Análisis Crítico de la Dinámica Territorial: Desafíos y Propuestas para la Región Bogotá y Cundinamarca

1. Reforzamiento de tendencias en producción y ocupación del suelo, con un aumento de la población migrante de Bogotá.
2. Predicción de que la ciudad prevalecerá sobre otros municipios en la región.
3. Análisis de resultados financieros divergentes, destacando la importancia de entender la economía política de las intervenciones.
4. Impulso para que la región más rica financie sus propias inversiones, enfatizando beneficios para todos.
5. Explicitar la tributación sobre el suelo como parte clave para cambiar la forma de gravar la propiedad en el modelo.



NACIONES UNIDAS

CEPAL



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



UNIVERSIDAD
SERGIO ARBOLEDA

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

¡Muchas Gracias!

**Transitando desde un enfoque nacional a
un enfoque subnacional**

Jesús Morales

Jesus.morales@usa.edu.co

Síguenos en:



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



https://twitter.com/cepal_onu



<https://www.facebook.com/cepalonu>



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



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

