

IEEM (Integrated Economic- Environmental Modelling) – Costa Rica: Descripción y Aplicación a la Evaluación de Proyectos de Inversión

Martín Cicowiez (CEDLAS-UNLP) y Onil Banerjee (BID)

2 de diciembre, 2019

Jornadas de Investigación Económica 2019

Las ideas aquí expresadas son de los autores y no necesariamente representan las del Banco Central de Costa Rica

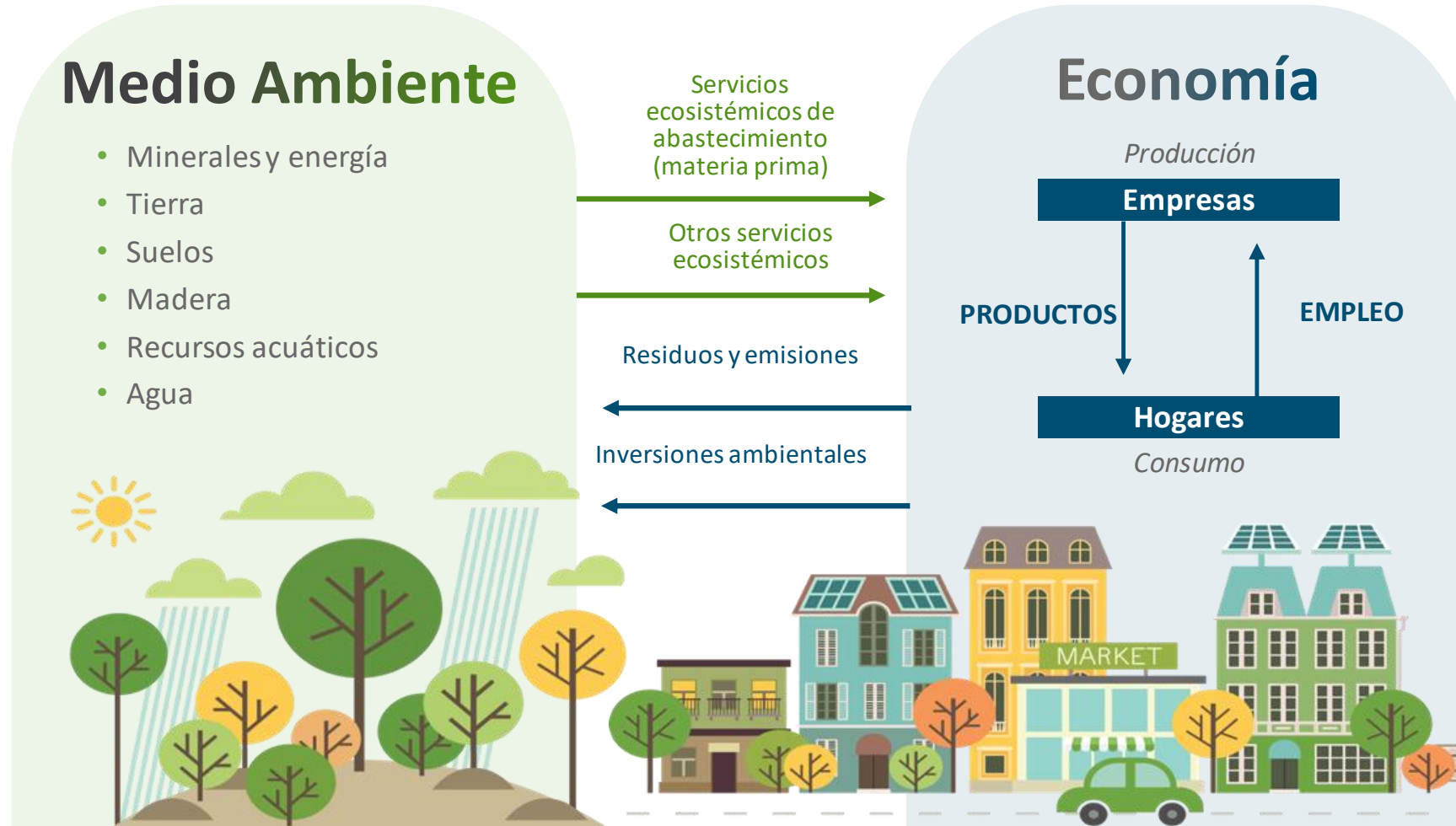
Contenido

- IEEM: Breve Introducción
 - Modelo de Equilibrio General Computable
 - Interacción Economía-Ambiente
 - Matriz de Contabilidad Social
- IEEM-Costa Rica:
 - Equilibrio Parcial vs. Equilibrio General en Evaluación de Proyectos de Inversión

¿Qué es IEEM?

- IEEM-Costa Rica desarrollado conjuntamente entre BCCR y Banco Interamericano de Desarrollo.
- IEEM = marco de análisis; entre sus componentes principales incluye Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC) dinámico recursivo nacional (o multi-regional)
 - captura la relación bilateral entre economía y ambiente
 - actividad económica depende del ambiente, como fuente de insumos y como destino de emisiones y residuos

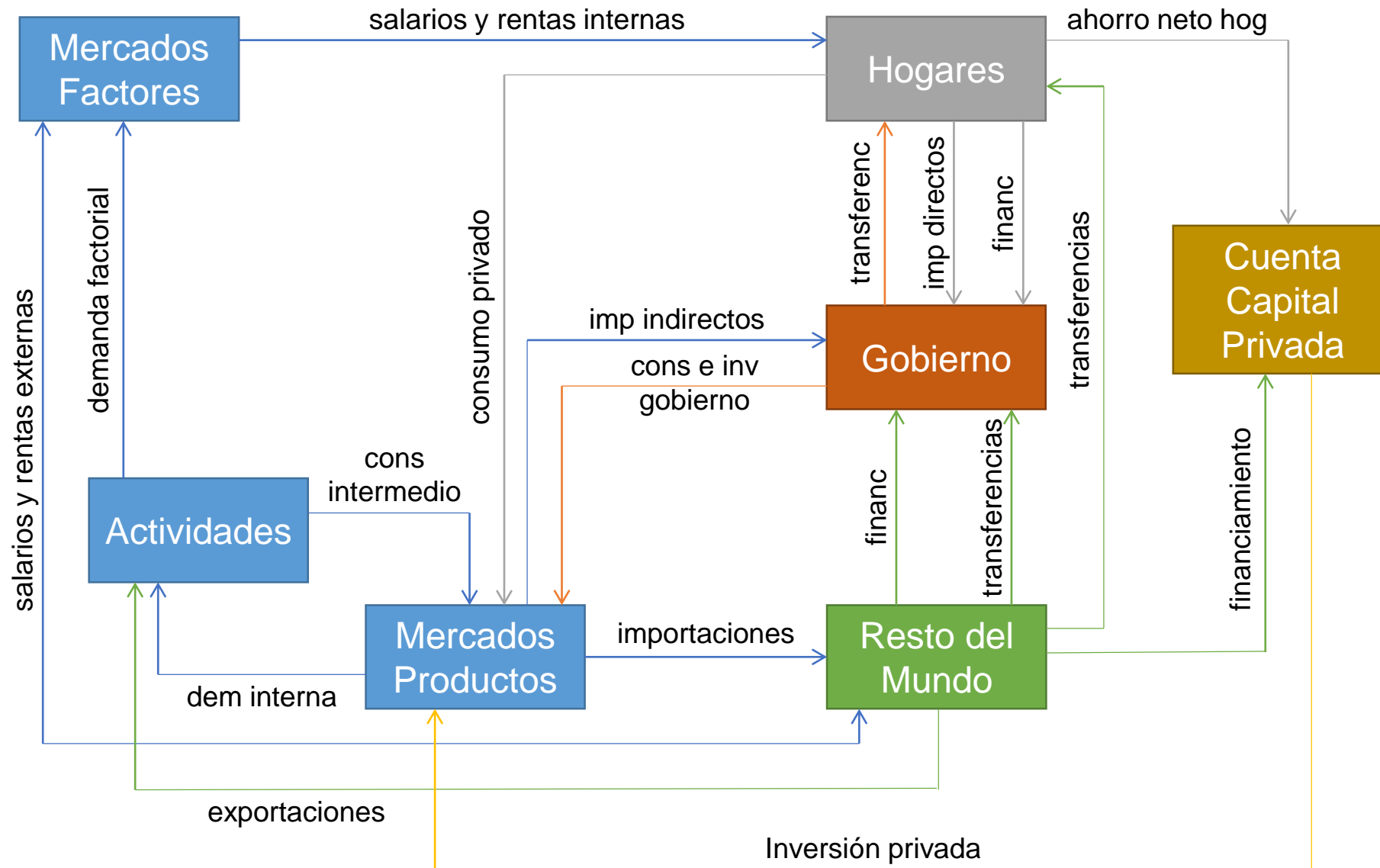
IEEM: Figura Resumen



¿Qué es un Modelo de Equilibrio General Computable (MEGC)?

- Es la contraparte computacional de una economía real
 - (múltiples) sectores productivos, factores, hogares, gobierno, y resto del mundo (BdP)
- Los agentes tienen reglas de decisión explícita; respeto de restricciones presupuestarias y de recursos; actúan en mercados.
- Típicamente, utilizados para análisis simulaciones ex-ante en distintas áreas.
- La principal fuente de información es Matriz de Contabilidad Social.

Flujo de Pagos (Un Período)



Experimentación Computacional con MEGC Dinámico

1. Escenario Base

- proyección; BaU – permite imponer crecimiento PIB; tendencias variables exógenas nacionales e internacionales

2. Escenarios de Shocks

- modificar **instrumento de política** (e.g., tasas tributarias, inversión pública, etc.)
- u **otros parámetros** tales como precios mundiales, variables demográficas, TFP, etc.

3. Analizar y Validar

- explicar diferencias entre base y demás escenarios
- ajustar modelo (e.g., datos) y/o simulaciones

¿Qué es una Matriz de Contabilidad Social (MCS)?

- MCS registra todas las transacciones que ocurrieron en una economía en un año
 - contabilidad por partida doble
- MCS es matriz cuadrada con iguales cuentas en filas y columnas; **celdas muestran pagos desde columna hacia fila.**
- ¿Cómo se relaciona MEGC con MCS?
 - tiene misma desagregación que MCS
 - se “calibra” a MCS
 - “explica” pagos en MCS

Macro MCS (Simple) Costa Rica 2016 (% PIB)

	a-agr	a-nagr	c-agr	c-nagr	marg	f-lab	f-cap	tax-indir	tax-dir	hhd	ent	gov	row	sav-inv	total
a-agr			9.5	0.3											9.8
a-nagr			0.4	150.0											150.4
c-agr	1.0	5.1								1.7		0.0	4.0	0.4	12.2
c-nagr	3.7	58.6			13.8					62.5		17.2	27.6	18.0	201.4
marg			1.0	12.7											13.8
f-lab	2.7	44.7											0.1		47.5
f-cap	2.0	31.9													33.9
tax-indir	0.4	10.0	0.1	8.1											18.6
tax-dir										1.9	2.9	0.0	0.6		5.5
hhd						47.4	6.4	7.5			8.7	4.6	0.3		74.9
ent							27.2			0.6		0.1	0.0		27.8
gov							0.4	11.1	5.5	4.8	1.4		0.1		23.3
row			1.1	30.2		0.2		0.0			3.5	0.7			35.7
sav-inv										3.3	11.3	0.7	3.1		18.4
total	9.8	150.4	12.2	201.4	13.8	47.5	33.9	18.6	5.5	74.9	27.8	23.3	35.7	18.4	

MCS Costa Rica 2016

- MEGC se calibra con MCS Costa Rica 2016; construida empleando
 - COU y CEI 2016
 - ENIGH 2013 y ENAHO 2018
 - otras
- Dimensiones MCS
 - 138 actividades y 183 productos
 - 8 factores
 - 28 instituciones (**16 hogares**, ISFLSH, 2 empresas, 3 componentes gobierno, resto del mundo, **5 turistas**)

Otros Datos Además MCS

- Además, hacer operacional MEGC requiere
 - elasticidades (producción, consumo y comercio)
 - empleo sectorial y tasas desempleo
 - stocks (factores; deuda interna y externa)
- En la práctica, no toda la información es igualmente importante
 - en un marco de consistencia contable con restricciones de mercado y presupuestarias, resultados cualitativos son muchas veces insensibles a cambios en las elasticidades
 - sin embargo, analizar la sensibilidad de los resultados a cambios en elasticidades

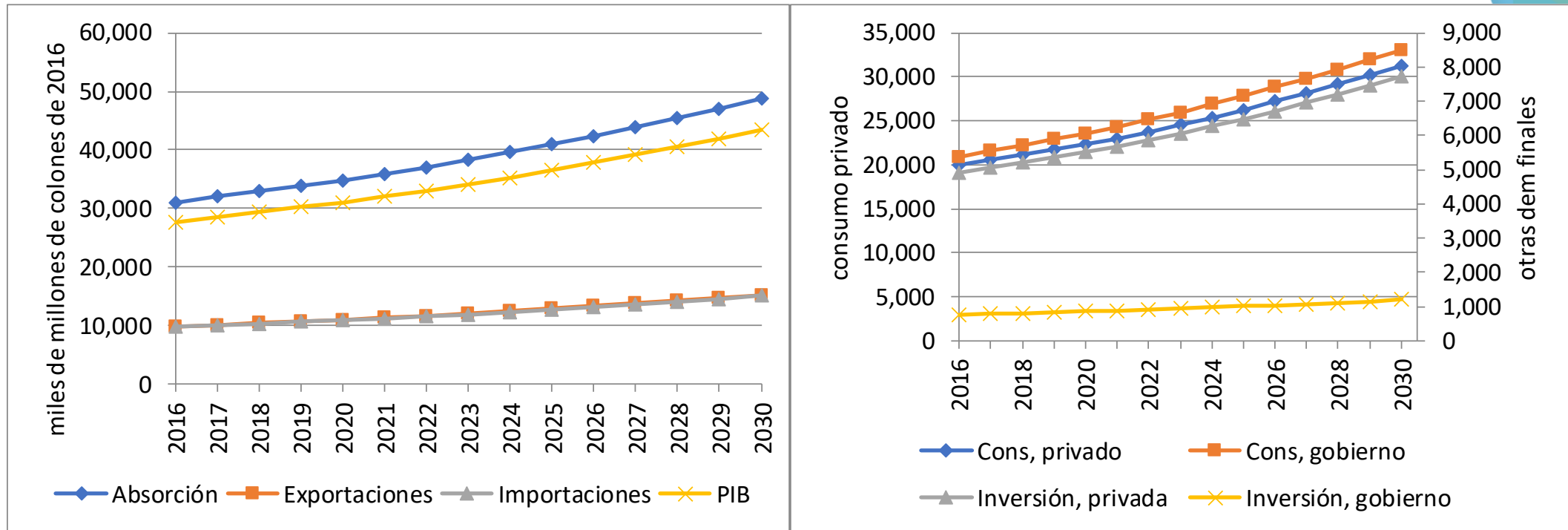
Principales Resultados que Reporta IEEM

- IEEM reporta la evolución en el tiempo de
 - consumo privado y público, inversión privada y pública, exportaciones, importaciones, valor agregado, **empleo**, e impuestos
 - todos los indicadores a nivel nacional o desagregados (por actividad, producto, y/o tipo de hogar)
 - varios **indicadores ambientales** (e.g., emisiones CO2, consumo de agua per cápita)
 - proxy ahorro genuino = ahorro contabilizando agotamiento recursos naturales, contaminación, e inversión en capital humano
 - stocks de deuda interna y externa
 - indicadores distributivos (**pobreza y desigualdad**)

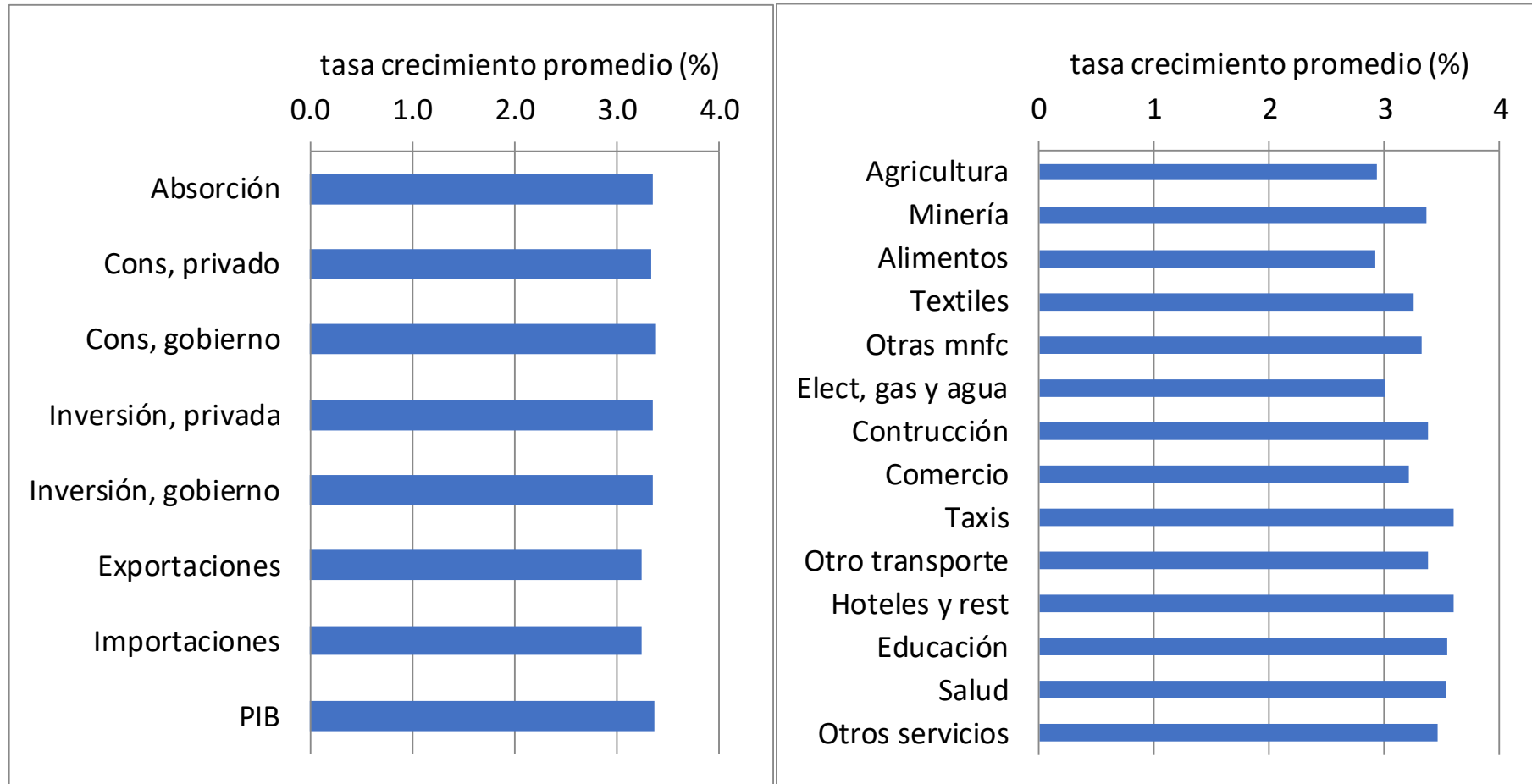
IEEM-Costa Rica: Análisis Costo-Beneficio de Inversiones Públicas en Equilibrio General

Estimación VPN en EG

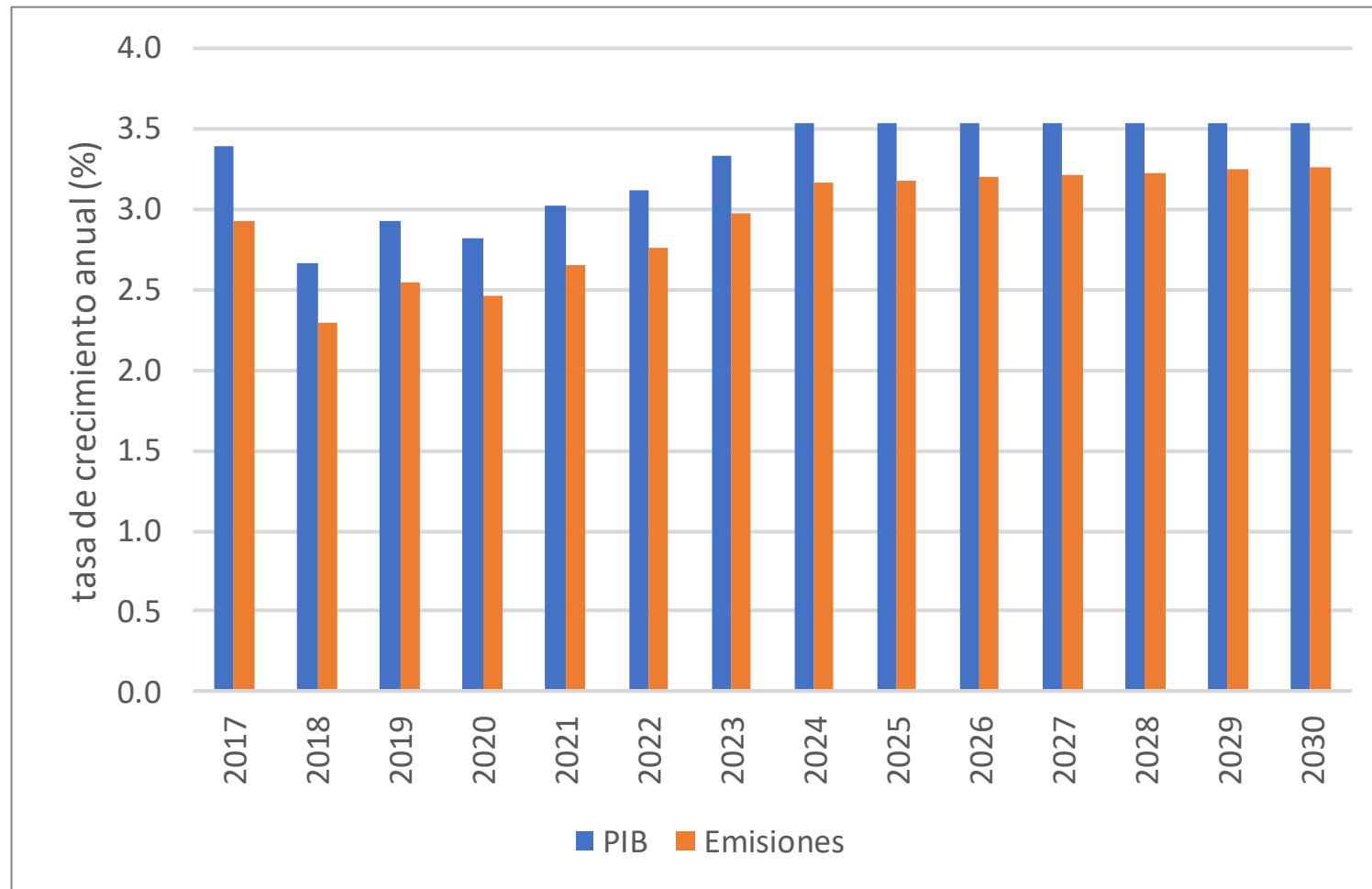
Escenario Base: Agregados Macro (miles de mill de colones 2016)



Escenario Base: Resultados Macro y Sectoriales (tasa crecimiento promedio anual 2020-2030)



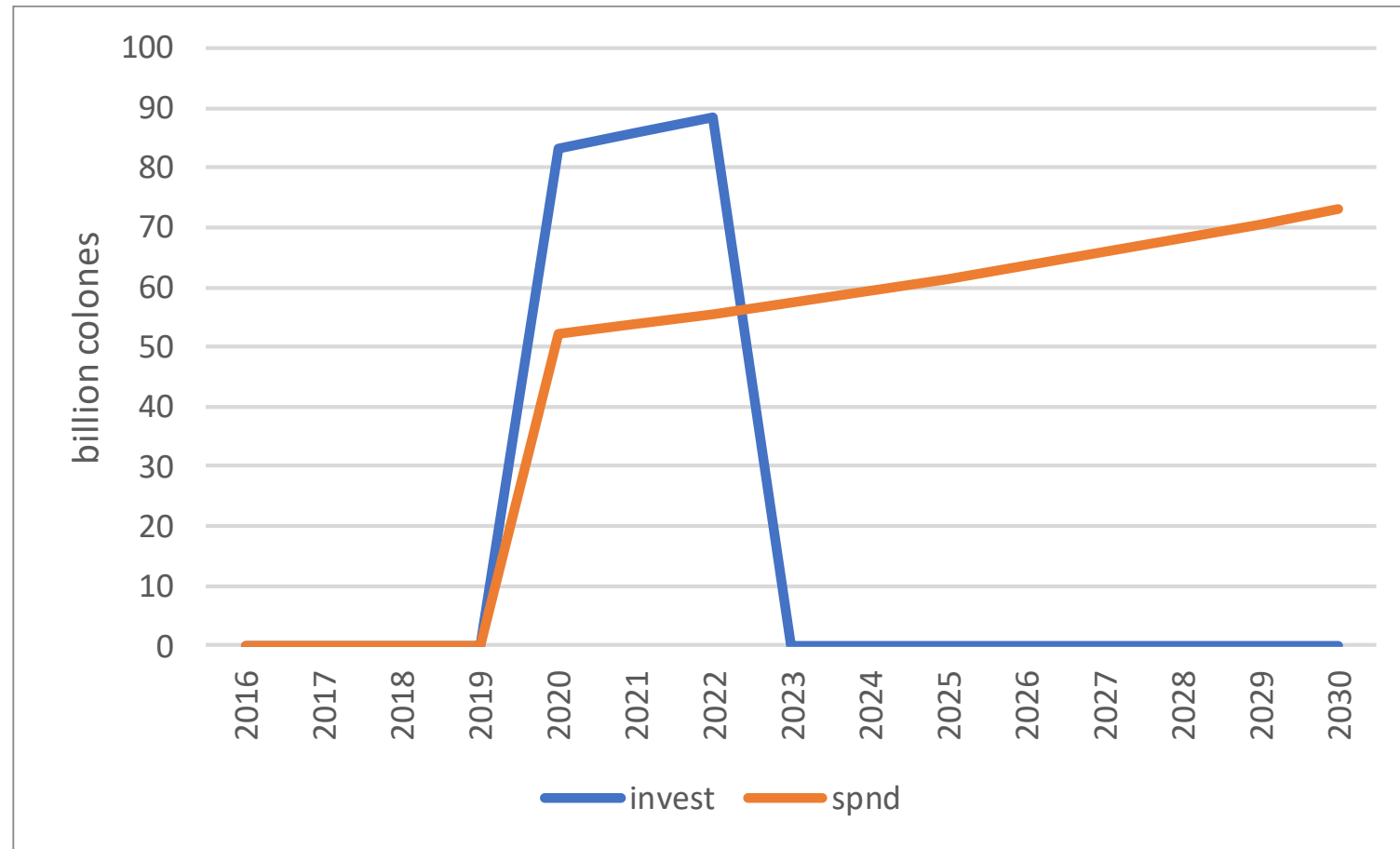
Escenario Base: PIB y Emisiones (tasa crecimiento anual)



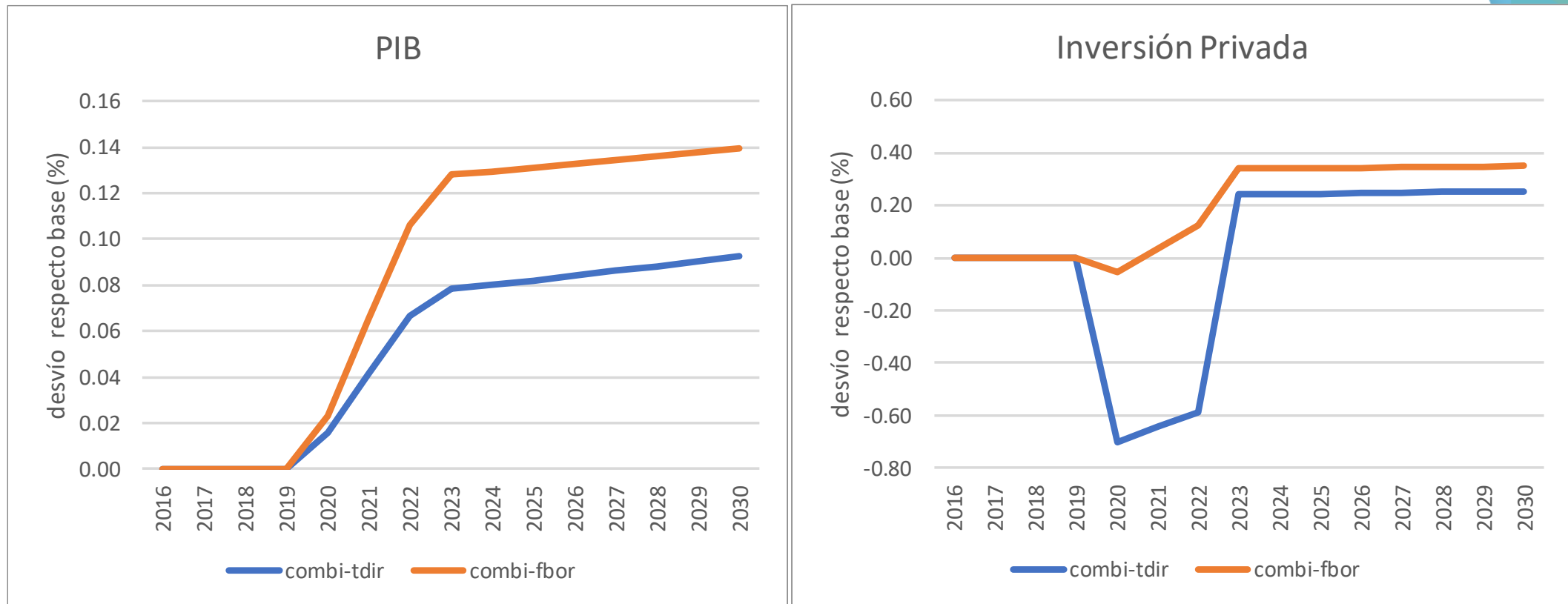
Escenarios Turismo: Inversión Pública y Turismo Receptivo

- **invest-tdir**: inversión pública en turismo de 0,25% PIB durante 2020-2022 con financiamiento impuestos directos.
- **spnd**: aumento gasto turistas internacionales de 0,15% PIB durante 2020-2030.
- **combi-tdir**: **invest** + **spnd**.
- **invest-fbor**: similar **invest-tdir** con financiamiento deuda externa.
- **combi-fbor**: **invest-fbor** + **spnd**.
- **combi-fbor-rp**: **combi-fbor** + repago crédito.

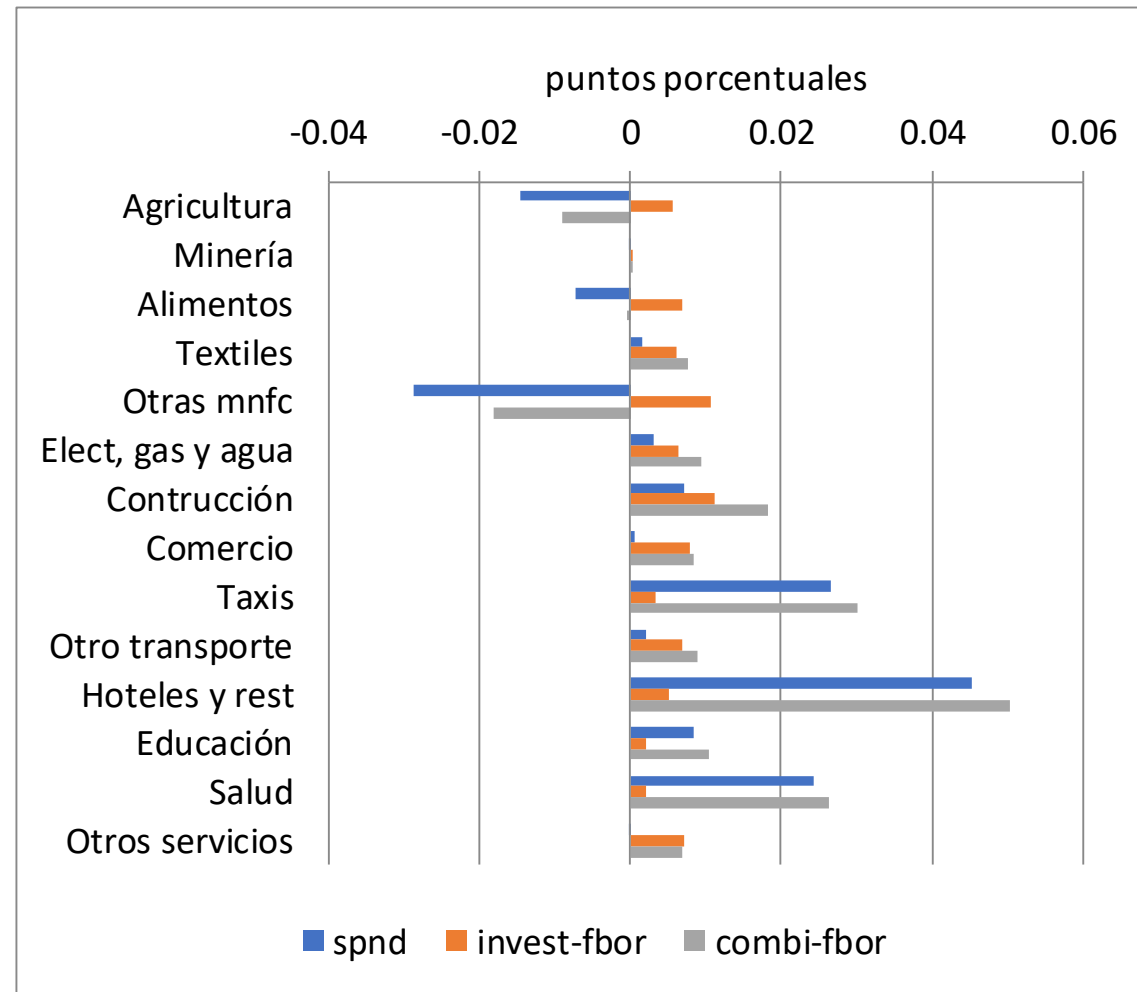
Definición Escenarios e Insumos para Cálculo VPN en Equilibrio Parcial (miles de mill colones)



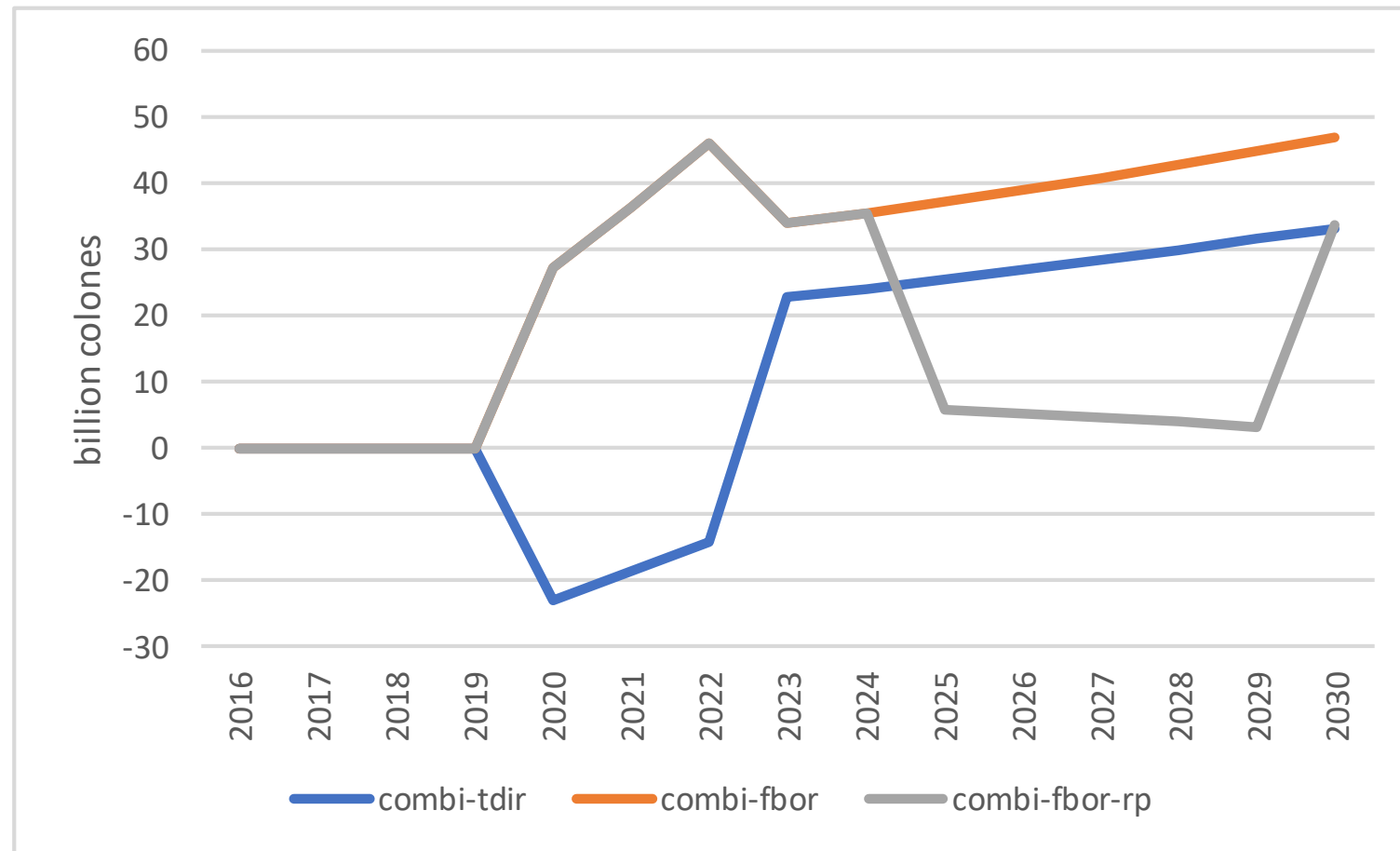
Resultados Macro Escenarios **combi-tdir** y **combi-fbor** (desvío% respecto base)



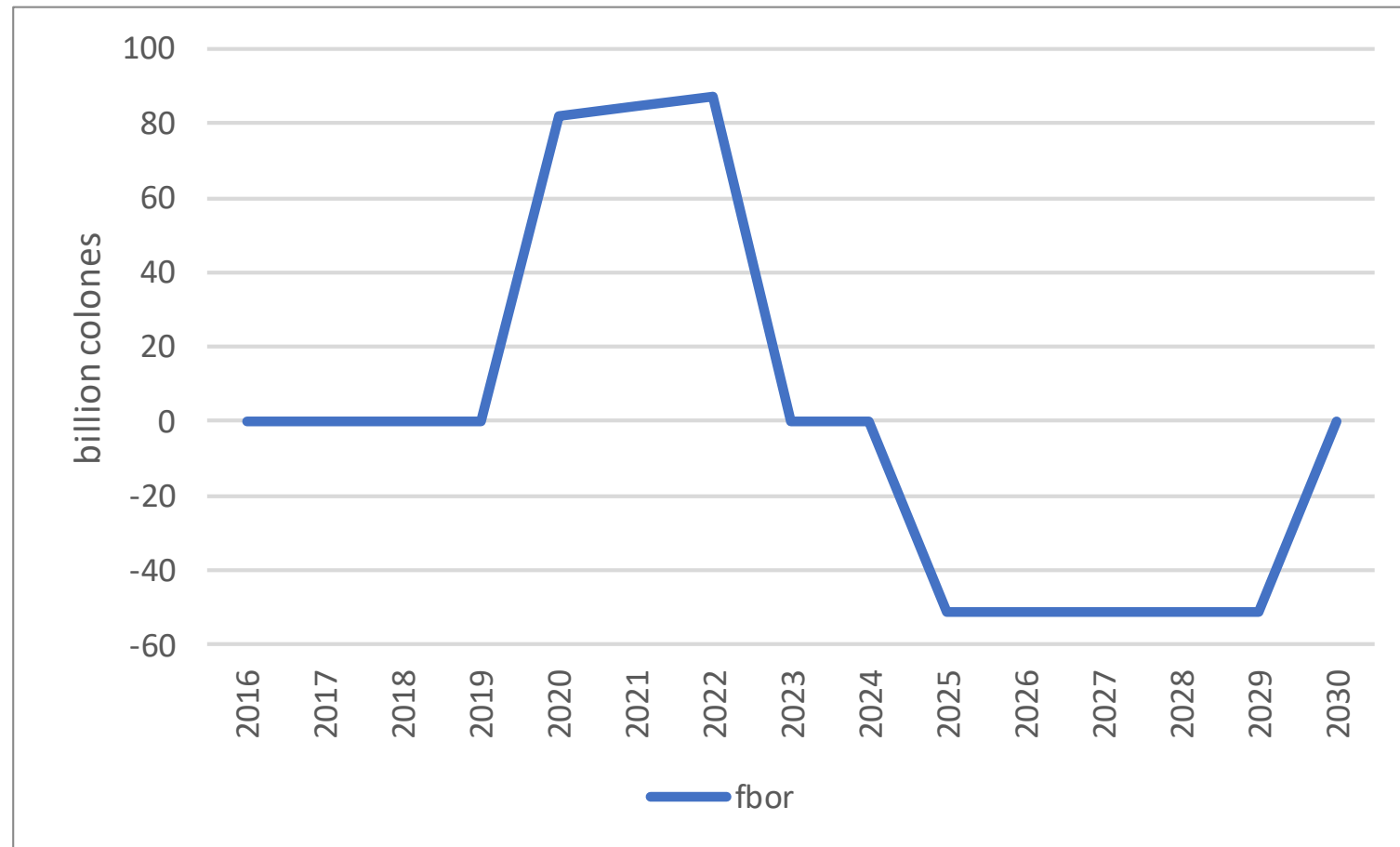
Resultados Sectoriales Escenarios **spnd**, **invest-fbor** y **combi-fbor** (tasa crecimiento promedio anual 2020-2030; desvío pp respecto base)



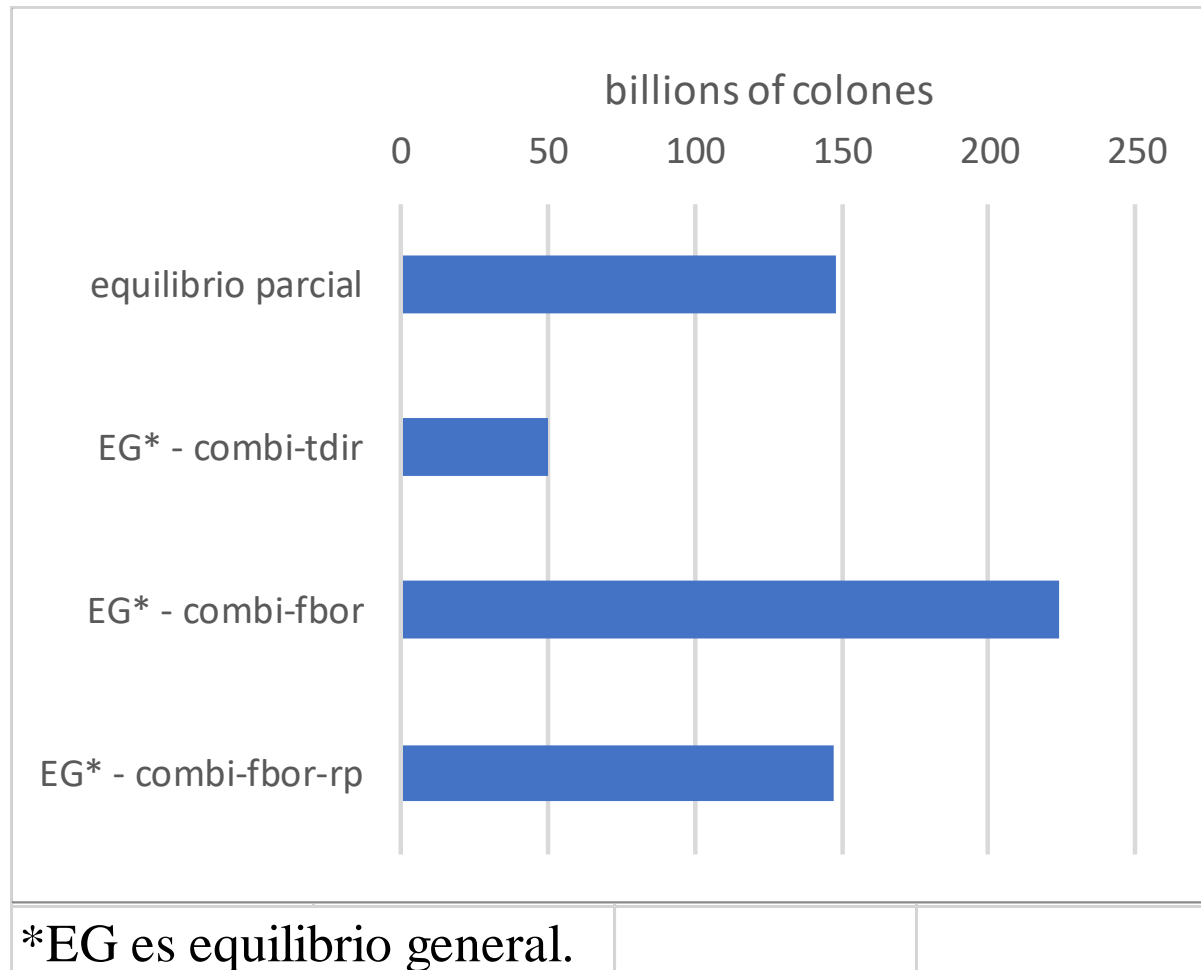
Variación Equivalente (Δ Bienestar) para Cálculo VPN en Equilibrio General (miles mill colones)



Cambio en Endeudamiento Externo y Repago Crédito (miles mill colones)



Análisis Costo-Beneficio: Equilibrio Parcial vs. Equilibrio General (miles mill colones)



Comentarios Finales

- IEEM es modelo de EGC multi-propósito que puede capturar relación economía-ambiente
 - analizar shocks considerando efectos directos e indirectos
 - e.g., evaluar Plan de Descarbonización, políticas de empleo, otros.
 - actualmente, desarrollando IEEM-Costa Rica multi-regional
- MEGC permite análisis costo-beneficio considerando efectos directos e indirectos y de corto y mediano/largo plazo en los costos y beneficios de una inversión pública (e.g., turística) o privada
 - además, incluimos el repago del crédito externo

IEEM Video y Referencias

- English: <https://vimeo.com/240348050>
- Spanish: <https://vimeo.com/243498201>
- O. Banerjee, M. Cicowiez and A. Moreda. 2019. Evaluating the economic viability of public investments in tourism. *Journal of Benefit-Cost Analysis*. Forthcoming.
- O. Banerjee, M. Cicowiez, J. M. Horridge and R. Vargas. 2019. Evaluating synergies and trade-offs in achieving the SDGs of zero hunger and clean water and sanitation: An application of the IEEM Platform to Guatemala. *Ecological Economics* 161: 280–291.
- O. Banerjee, M. Cicowiez, J. M. Horridge and R. Vargas. 2019. The SEEA-based Integrated Economic-Environmental Modelling framework: an illustration with Guatemala's forest and fuelwood sector. *Environmental and Resource Economics* 72 (2): 539–558.
- O. Banerjee, M. Cicowiez, J. M. Horridge and R. Vargas. 2016. A conceptual framework for integrated economic-environmental modelling. *Journal of Environment & Development* 25 (3): 276–305.

JORNADAS DE INVESTIGACIÓN ECONÓMICA

Departamento de Investigación Económica

Diciembre, 2019

Diapositivas Adicionales

Análisis Costo-Beneficio EP y EG

$$NPV = -I_0 + \frac{C_1}{1+r} + \frac{C_1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1+r)^T}$$

$$NPV = \sum_{t=2019}^{T=2030} \frac{EV_t}{(1+r)^{t-2019}}$$

donde

EV: variación equivalente

$r=12\%$

$t=\{2019, \dots, 2030\}$.

Otros Datos Además MCS

- Además, para calibrar IEEM
 - emisiones CO2 por actividad
 - utilización de agua por actividad
 - usos de la tierra (e.g., hectáreas)
 - número de ocupados por actividad
 - tasas de subutilización del trabajo
 - stocks iniciales de capital y deuda
 - elasticidades de producción, consumo, comercio, migración factorial
 - MP capital en infraestructura

ISIM: Una Interfaz para IEEM

The screenshot displays the ISIM software interface. At the top, there is a green title bar with the text "Exer.xlsx - Guardado" and the user name "Martin Cicowiez". Below the title bar is a ribbon menu with tabs for "Archivo", "Inicio", "Insertar", "Disposición de página", "Fórmulas", "Datos", "Revisar", "Vista", "Ayuda", "Foxit PDF", and "ISIM". The "ISIM" tab is active, showing a ribbon with various icons for simulation and data management, including "New", "Change Profile", "Setup Parameters", "Run Setup", "Scenario Manager", "Sim Parameters", "Run Sim", "Navigation Tree", "Files", "Reports", "Dataset Manager", "Model Manager", "Configuration", "Interface User Guide", "Model Documentation", and "About".

Below the ribbon, the application area shows a data table with the following content:

Element	Description
a-arroz	Arroz
a-otragr	Otros agricultura
a-banano	Banano
a-pinia	Piña
a-cafeenfrut	Café en fruta
a-for	Silvicultura

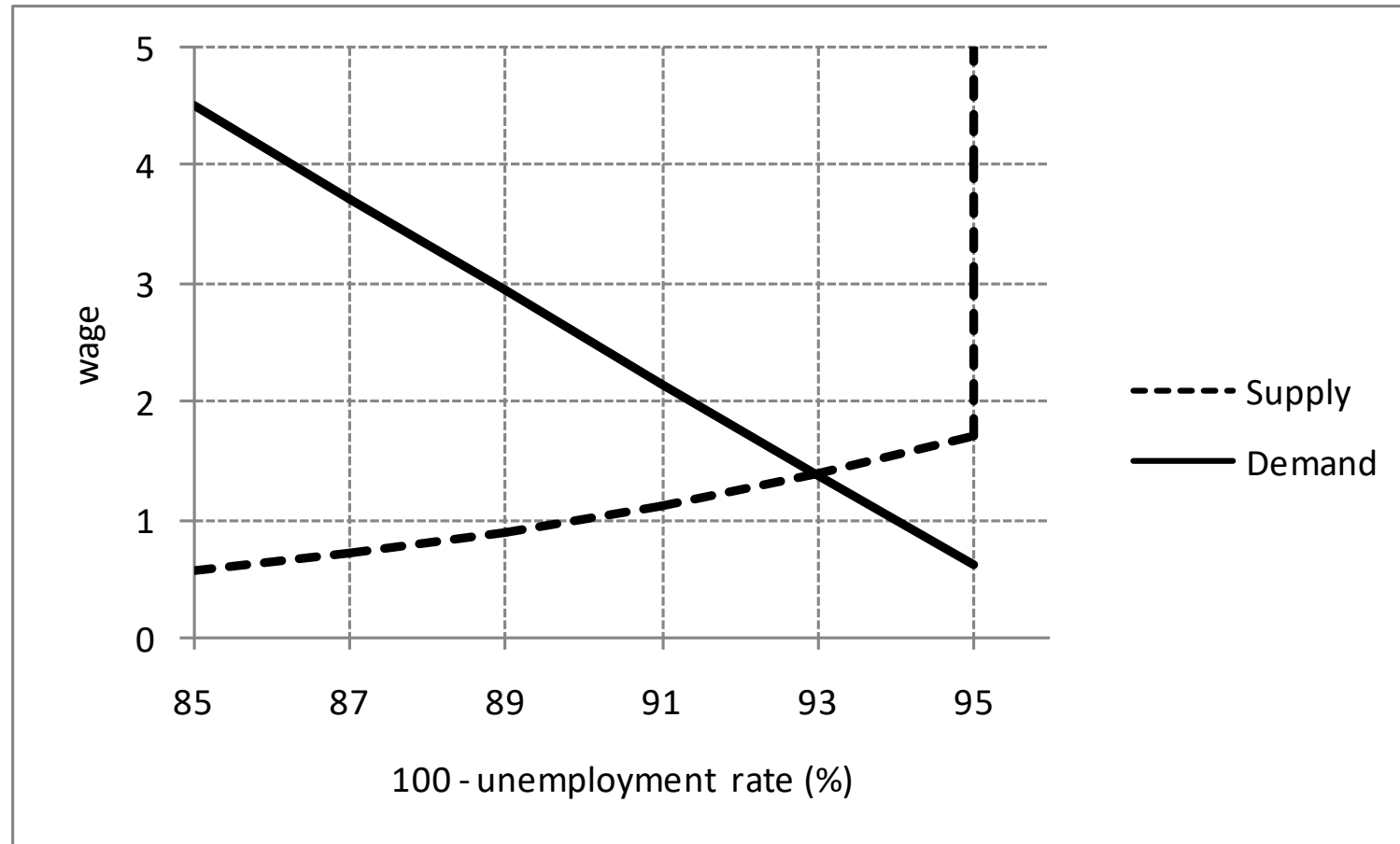
IEEM como Modelo Estándar

- El modelo IEEM está codificado como modelo “estándar” → separación entre teoría del modelo y datos para calibración
 - conjunto de archivos con código GAMS (General Algebraic Modeling System)
 - archivos de Excel que contienen datos y definen simulaciones; típicamente, referidos a un país
 - todo lo que no está vinculado a una aplicación, forma parte del código del modelo
 - si se quiere hacer una modificación, se hace sólo una vez – en archivos modelo

IEEM como Modelo Estándar – cont.

- El código está escrito de manera que “capture” lo que encuentra en la base de datos que está almacenada archivo en Excel
 - desagregación/agregación flexible
 - alternativas para algunos supuestos claves
 - módulos ambientales
 - regla de cierre macro
 - reglas para los ingresos y el gasto del gobierno
 - reglas para los pagos del sector no gobierno
 - presencia/ausencia de desempleo
 - presencia/ausencia de sectores regulados
 - otros

Mercados Factoriales con Desempleo/Capacidad Ociosa



Otras Extensiones, Análisis Dist e Interacción con Mod Ser Ecosistémicos

- Para el sector forestal, algunas alternativas:
 - deforestación exógena/endógena
 - transición desde tierra forestal a tierra agrícola/ganadera
 - desagregación tala legal/ilegal; renta del recurso
- Para análisis distributivo; enfoque “top-down” relativamente simple pero extremadamente relevante desagregación hogares en MCS.
- Además, enfoque “top-down” para interacción con modelos de servicios ecosistémicos.

IEEM Multi-Regional

- IEEM multi-regional extiende versión nacional para considerar dos o más regiones de un país
 - “commuting” entre regiones
 - transferencias entre regiones
 - federalismo fiscal
 - transacciones “supra-nacionales”; e.g., cuenta capital
 - más requerimientos de información; procedimiento para generar base de datos

Instrumentos de Política Gobierno

- IEEM identifica varios instrumentos para implementar políticas públicas.
 - Gastos:
 - corrientes
 - capital (inversión); infraestructura y resto
 - Ingresos (financiamiento):
 - impuestos; “impuestos verdes”
 - transferencias desde el resto del mundo
 - endeudamiento (interno y/o externo)
- Además, flexibilidad para diseñar escenarios; regla de cierre macro.

Principales Resultados

- IEEM reporta la evolución en el tiempo de
 - consumo privado y público, inversión privada y pública, exportaciones, importaciones, valor agregado, **empleo**, e impuestos
 - todos los indicadores a nivel nacional o desagregados (por actividad, producto, y/o tipo de hogar)
 - varios **indicadores ambientales** (e.g., consumo de agua per cápita)
 - proxy ahorro genuino = ahorro contabilizando agotamiento recursos naturales, contaminación, e inversión en capital humano
 - stocks de deuda interna y externa
 - indicadores distributivos (**pobreza y desigualdad**)

Preguntas que Pueden Realizarse – cont.

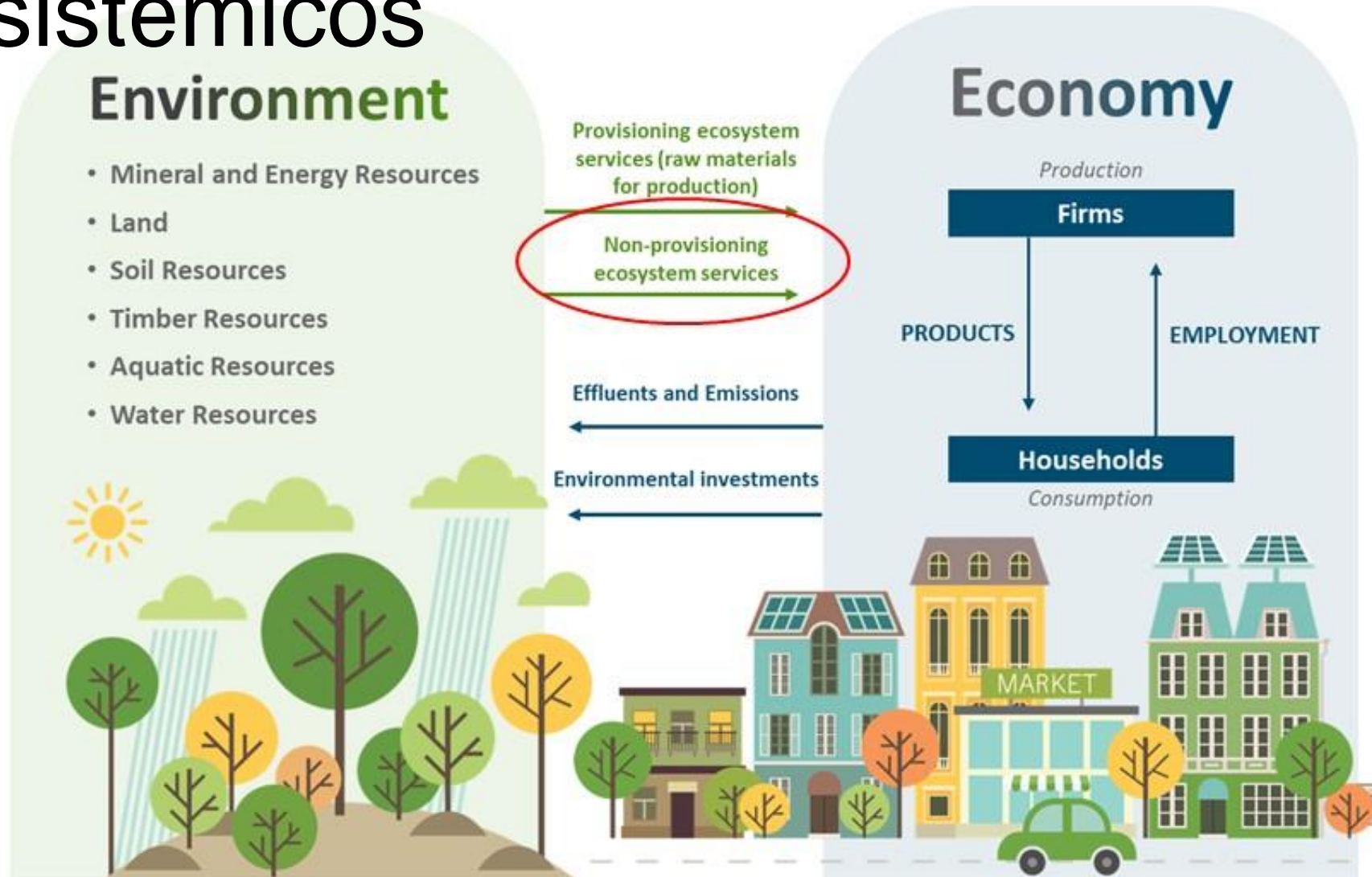
- ¿Qué pasaría si...
 - cambios en disponibilidad de agua?
 - cambios en eficiencia consumo de energía?
 - cambios en deforestación?
 - cambios en política tributaria?
 - cambios en precios mundiales de exportación/importación?
 - alivio deuda externa?
 - cambios en la tasa de crecimiento poblacional con/sin cambios en la estructura etaria de la población?
 - patrones alternativos de crecimiento de la productividad en sectores privados?

Preguntas que Pueden Realizarse

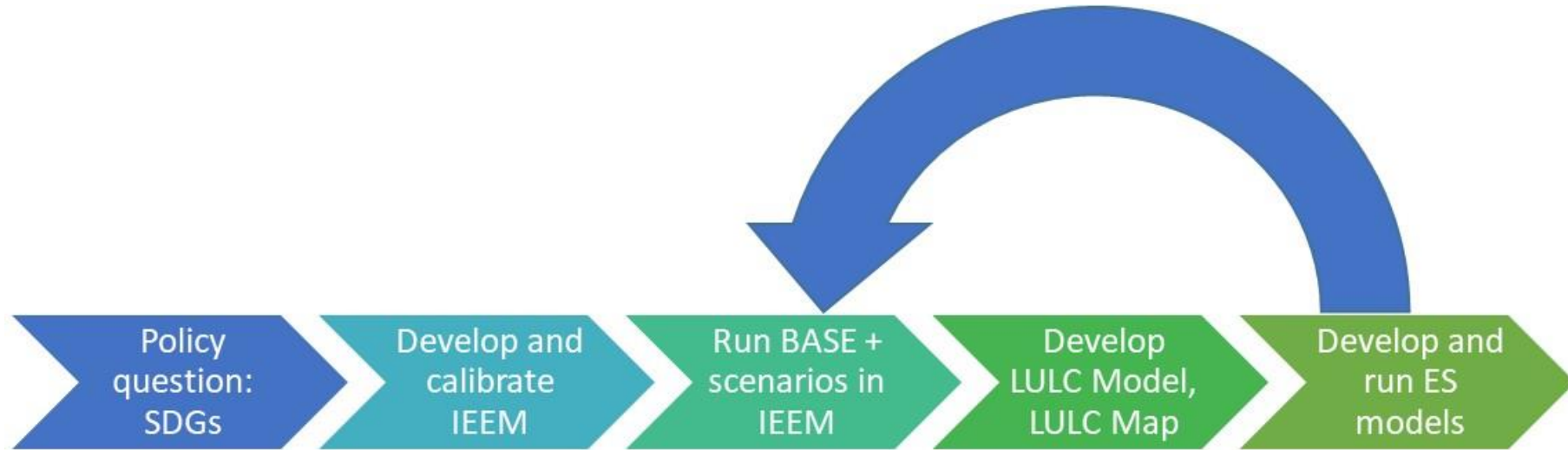
- ¿Qué pasaría si el gobierno...
 - expande la provisión de uno o más servicios financiado con
 - ayuda externa
 - impuestos
 - endeudamiento doméstico/externo?
 - se achica en un área y se agranda en otra sin modificaciones en el “espacio fiscal”?
 - se vuelve más/menos productivo, ajustando uno o más tipos de gasto y/o financiamiento como respuesta?

IEEM+ESM

IEEM+ESM: IEEM+Modelado Servicios Ecosistémicos

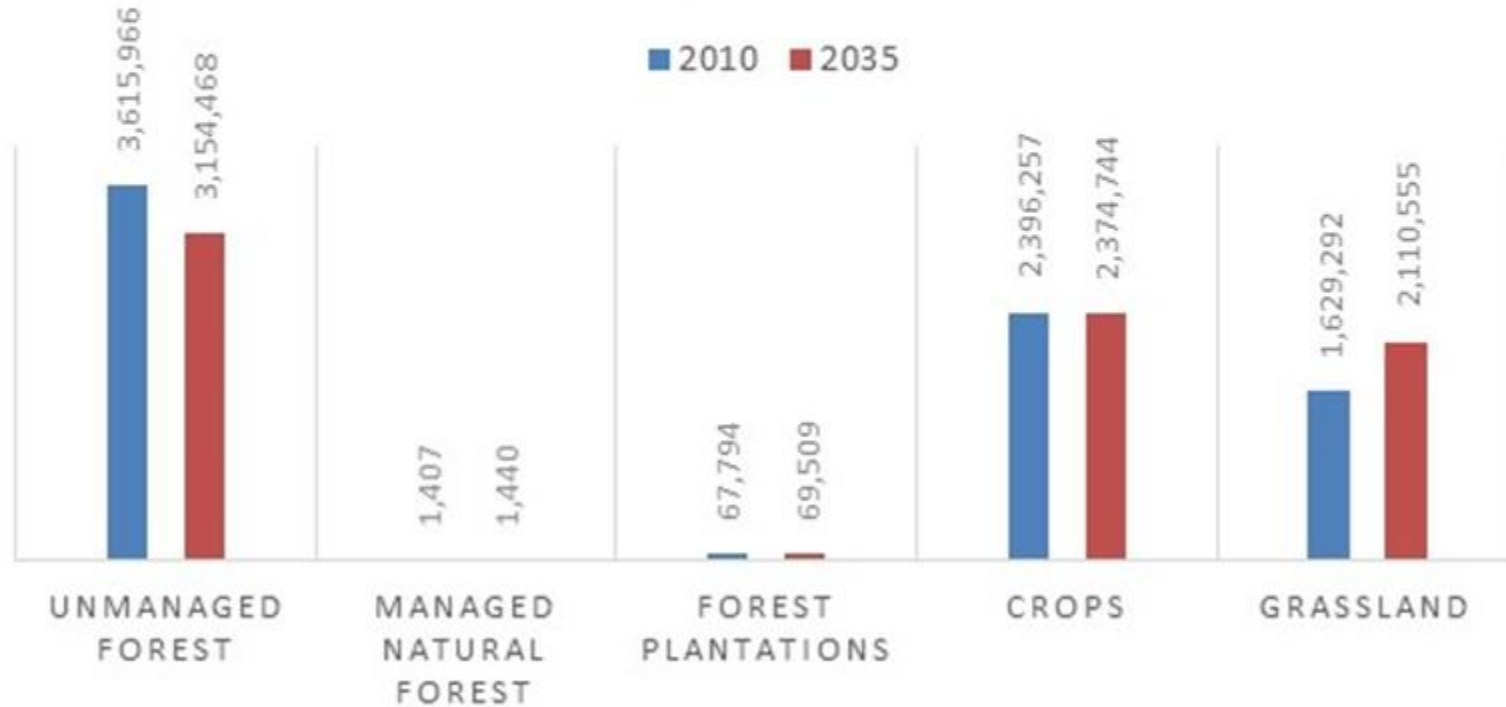


La Interacción IEEM+ESM

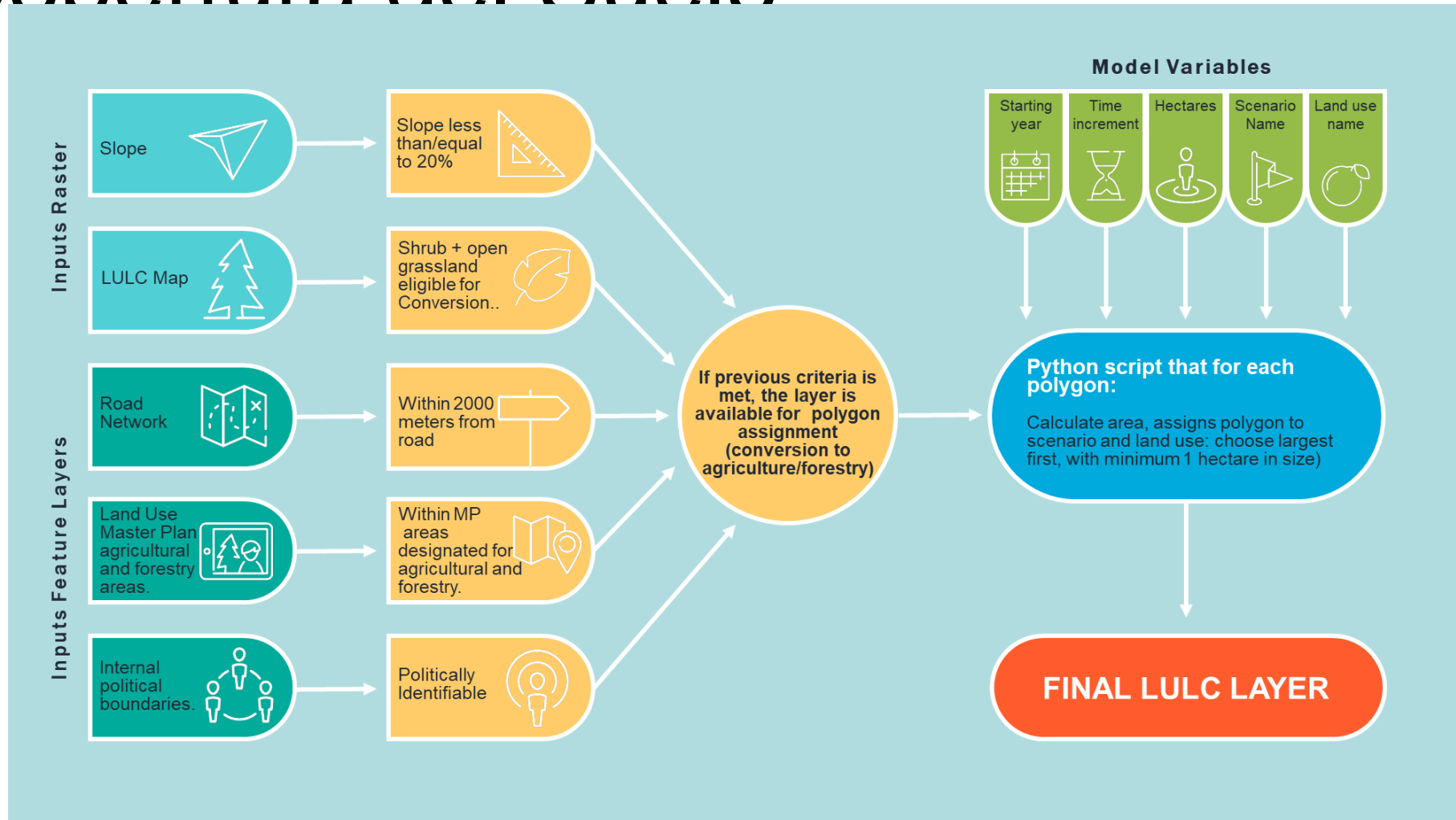


Paso 1: Generar Escenario Base con IEEM

IEEM BASE LAND USE PROJECTIONS (HA)



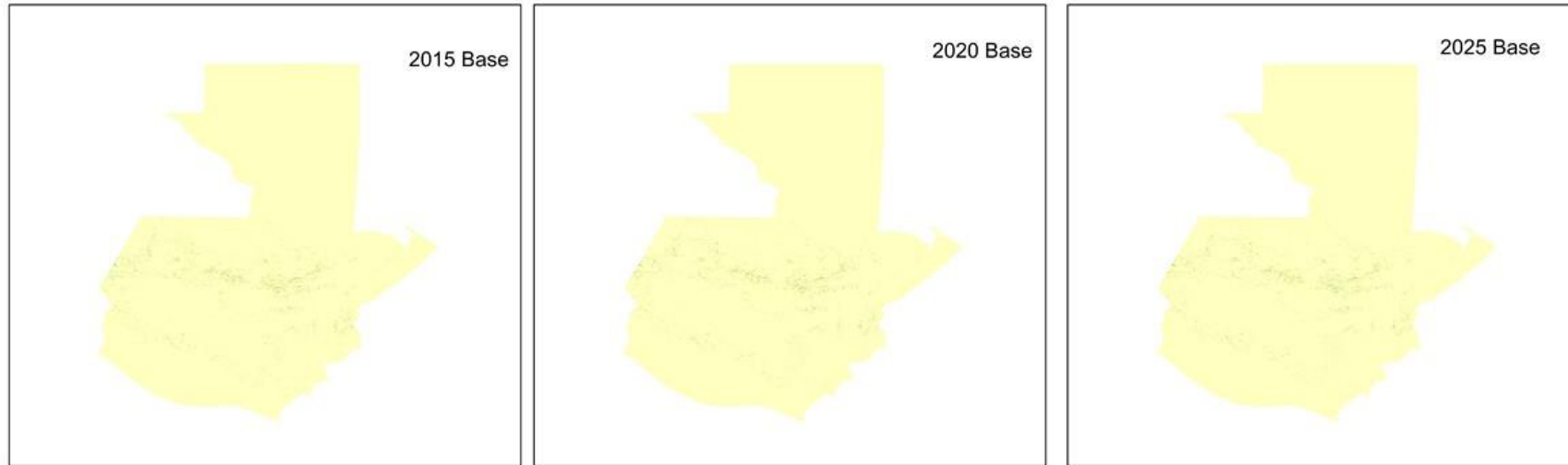
Paso 2: Desarrollar y Correr Modelo Uso y Cobertura del Suelo



Paso 3: Parametrizar y Correr Modelos Servicios Ecosistémicos

- Por ejemplo, **InVEST** Sediment Delivery Ratio Model
 - $USLE_i = R_i \cdot K_i \cdot LS_i \cdot C_i \cdot P_i$
donde
 - $USLE_i$ = annual soil loss on pixel i
 - R_i = rainfall erosivity
 - K_i = soil erodibility
 - LS_i = slope length-gradient
 - C_i = crop-management factor
 - P_i = support practice factor
- En la práctica, erosión severa cuando $USLE > 11$ tons/ha/yr.

Paso 3: Parametrizar y Correr Modelos Servicios Ecosistémicos – cont.



Paso 4: Vincular Erosión con Variable Exógena/Parámetro IEEM

- Por ejemplo, cambios en productividad agrícola por cambios en erosión del suelo – 8% de pérdida de productividad agrícola si erosión severa (Panagos et al. 2018).



Paso 5: Iteración Shocks IEEM+ESM

- Finalmente, incorporar valor del cambio en servicios ecosistémicos (e.g., mitigación erosión) en análisis costo-beneficio.

