



# **Experiencias mexicanas con los modelos bottom-up**

**Lic. José Alberto Garibaldi Fernández**  
*Director General de Información y Estudios Energéticos*

*México, D.F., 21 de Noviembre de 2002*

# **Importancia del desarrollo de modelos para la SENER**

---

- Planeación del sector energético (instancias de formulación de política energética)**
- Evaluar el impacto de la política energética sobre el medio ambiente (desempeño y políticas)**
- Diseñar estrategias para reducir el consumo de combustibles fósiles mitigando las emisiones de GEI**
- Determinar la demanda y oferta de energía, los requerimientos de inversión y los costos de operación**

# **Importancia del desarrollo de modelos para la SENER**

---

**Desarrollar una visión integrada del impacto que distintas políticas energéticas tienen sobre las interacciones entre el medio ambiente y la economía**

**Proyección y escenarios de emisiones de GEI y lluvia ácida para diseñar propuestas de negociación internacional**

**Evaluar el impacto que diferentes escenarios de mitigación tendrían sobre la economía y la energía**

# Tipos de modelos

	<b>Características generales</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>p-Down</b>	<p>Las variables explicativas de la demanda energética son los indicadores económicos. No calculan costos de inversión, mantenimiento u operación.</p>	<p>Manejan información macroeconómica. Su desarrollo, mantenimiento y operación son sencillos.</p>	<p>Dan una visión macro de la demanda de energía. No consideran los costos de procesos.</p>
<b>Bottom-Up</b>	<p>Las variables explicativas son las demandas estructurales. Construyen la demanda de energía a partir de los usos finales de cada sector. Si calculan costos.</p>	<p>Dan una visión por sector y tipo de combustible. Calculan los costos de inversión, mantenimiento y operación.</p>	<p>Falta retroalimentación entre los sectores económicos y requieren mucha información del tipo ingenieril. Su desarrollo, mantenimiento y operación son complejos. Requieren programas, equipos y personal especializados.</p>
<b>Equilibrio general</b>	<p>Simulan un equilibrio general de la economía, considerando las interacciones entre los factores económicos y las cantidades y precios de los combustibles.</p>	<p>Consideran los impactos que sobre los bienes y servicios de la economía, la demanda y los precios de los combustibles, de un cambio en las variables que los interrelacionan.</p>	<p>Desarrollo, mantenimiento y operación más complejos. Requieren programas, equipos y personal especializados. Requieren mucha información que a veces no está disponible. Se pueden perder racionalidad y causalidades tecnológicas.</p>

# Modelos *Bottom-Up*

---

## Conceptualización

- Estiman la demanda sectorial de energía a partir de sus usos finales
- La demanda total es el agregado de las demandas sectoriales
- La oferta total se iguala a la demanda total
- La oferta total se desagrega por tipo de energético
- Con el consumo total de cada energético se calculan las emisiones

# **Desarrollos previos: modelo STAIR-MEEEM**

---

## **Principales características**

**•Calcula la demanda energética para siete sectores**

**•La penetración de un electrodoméstico en el mercado depende solo de su vida media**

**•La estructura de la oferta, transformación y demanda de energía son insumos del modelo**

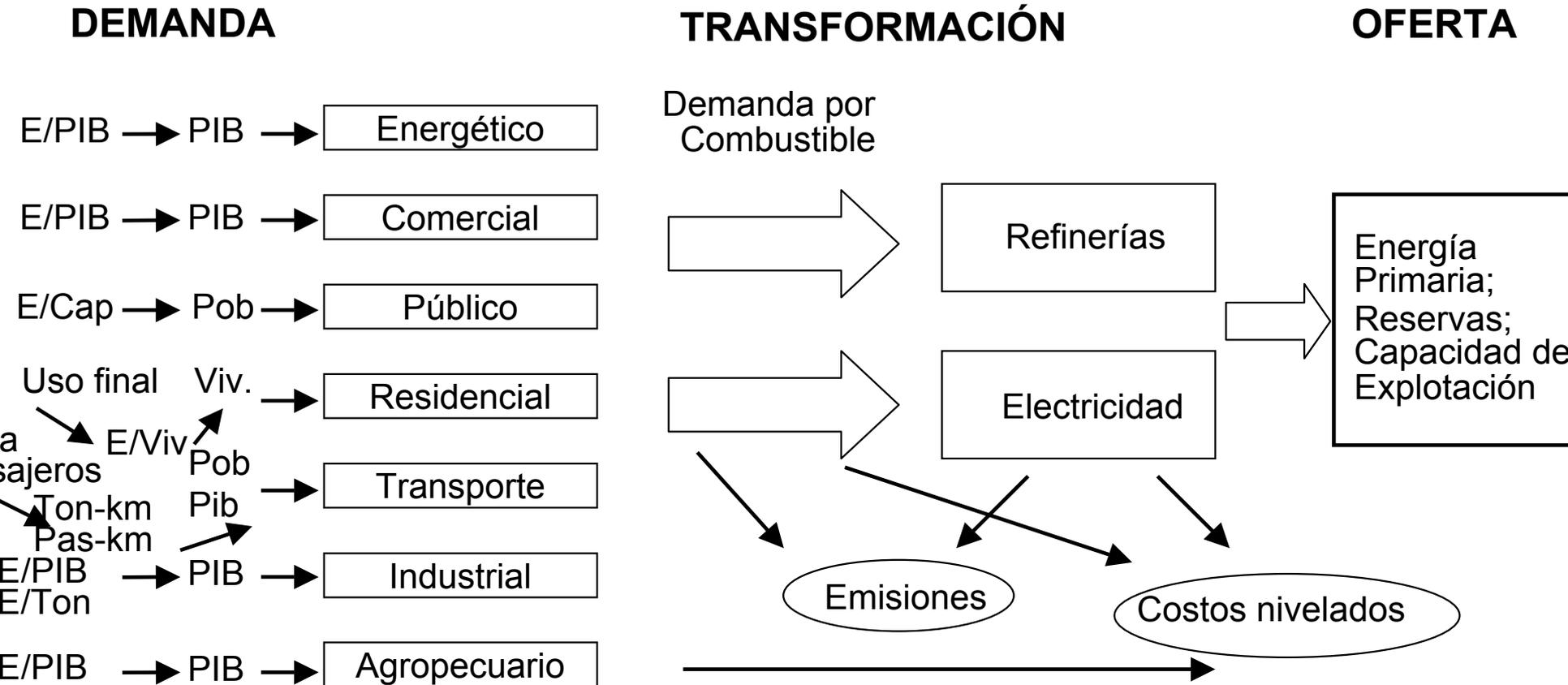
**•Si la capacidad instalada es insuficiente, añade más capacidad y considera la importación de hidrocarburos**

**•Simula la refinación como una refinería y 15 opciones de generación de electricidad considerando la fuente primaria**

**•Proporciona los costos financieros de inversión, operación y mantenimiento y las emisiones totales al ambiente**

# Desarrollos previos: modelo STAIR-MEEEM

Modelo de Escenarios de Energía y Emisiones para México



# Desarrollos previos: modelo LEAP

---

## Principales características

La demanda energética depende de variables directrices que poseen elasticidades constantes con el consumo

Los sectores de consumo son iguales a los usados en el Balance nacional de energía más el propio sector energía

Su base de datos posee las tecnologías comerciales o en vías de serlo y sus factores de emisión asociados

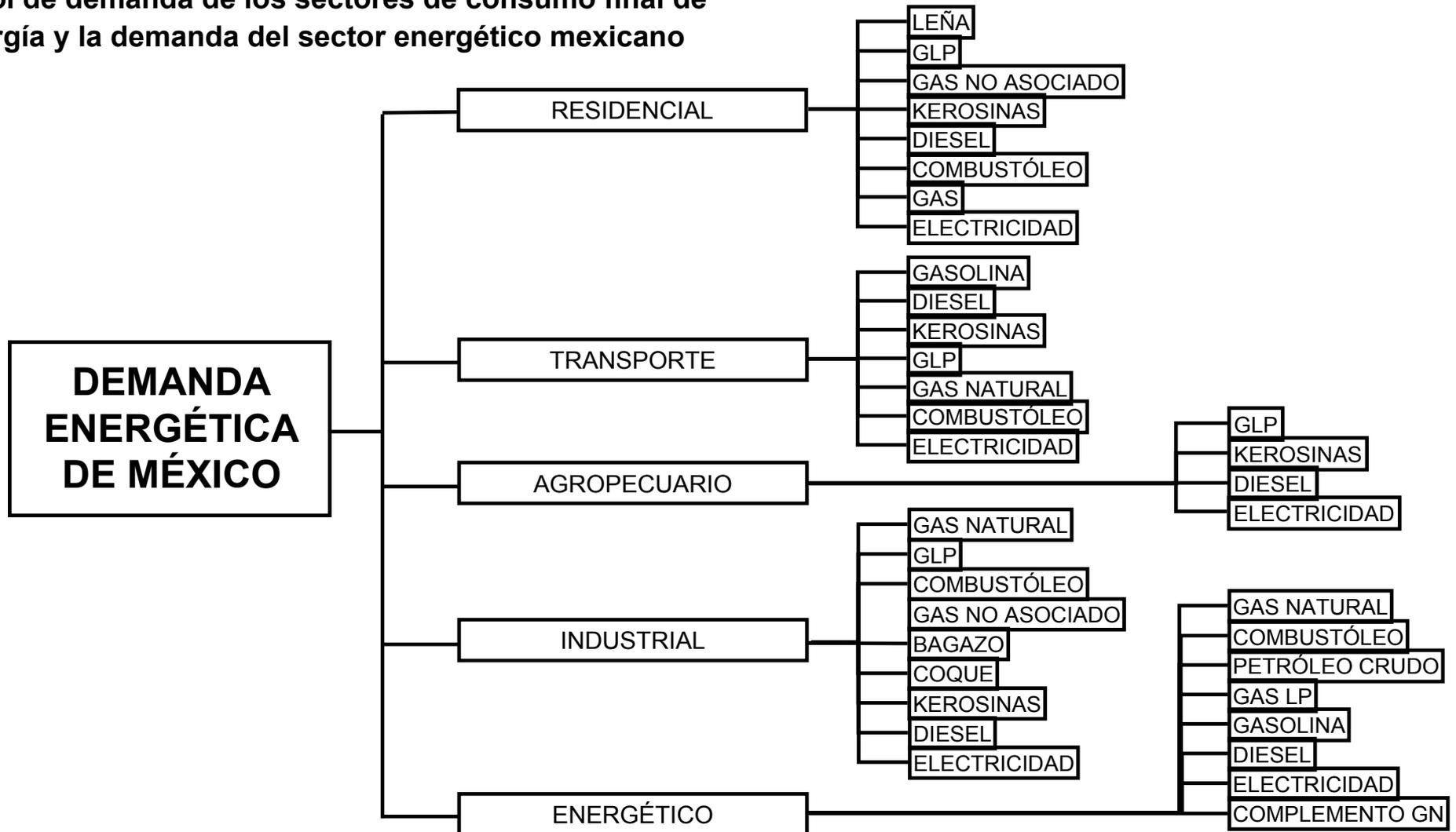
Si no hay equilibrio oferta-demanda, puede añadir capacidad y considera la importación y exportación de combustibles

Incluye las fases de extracción, transformación, distribución y uso final de los combustibles

Proporciona los costos de inversión, operación y mantenimiento y las emisiones totales al ambiente

# Desarrollos previos: modelo LEAP

Modelo de demanda de los sectores de consumo final de energía y la demanda del sector energético mexicano



# **Desarrollos previos: modelo BRUS II-M**

---

## **Principales características**

**Calcula la demanda energética para los sectores residencial, servicios, agropecuario e industria y transporte**

**Supone que la demanda de energía está determinada por el crecimiento económico y demográfico**

**La oferta está descrita por tres subsectores: plantas generadoras de electricidad, refinerías y plantas de gas**

**Con el modelo MOSDEC se derivan la oferta y producción óptimas, si la demanda no corresponde a la oferta, logra el balance con importaciones o exportaciones de combustibles**

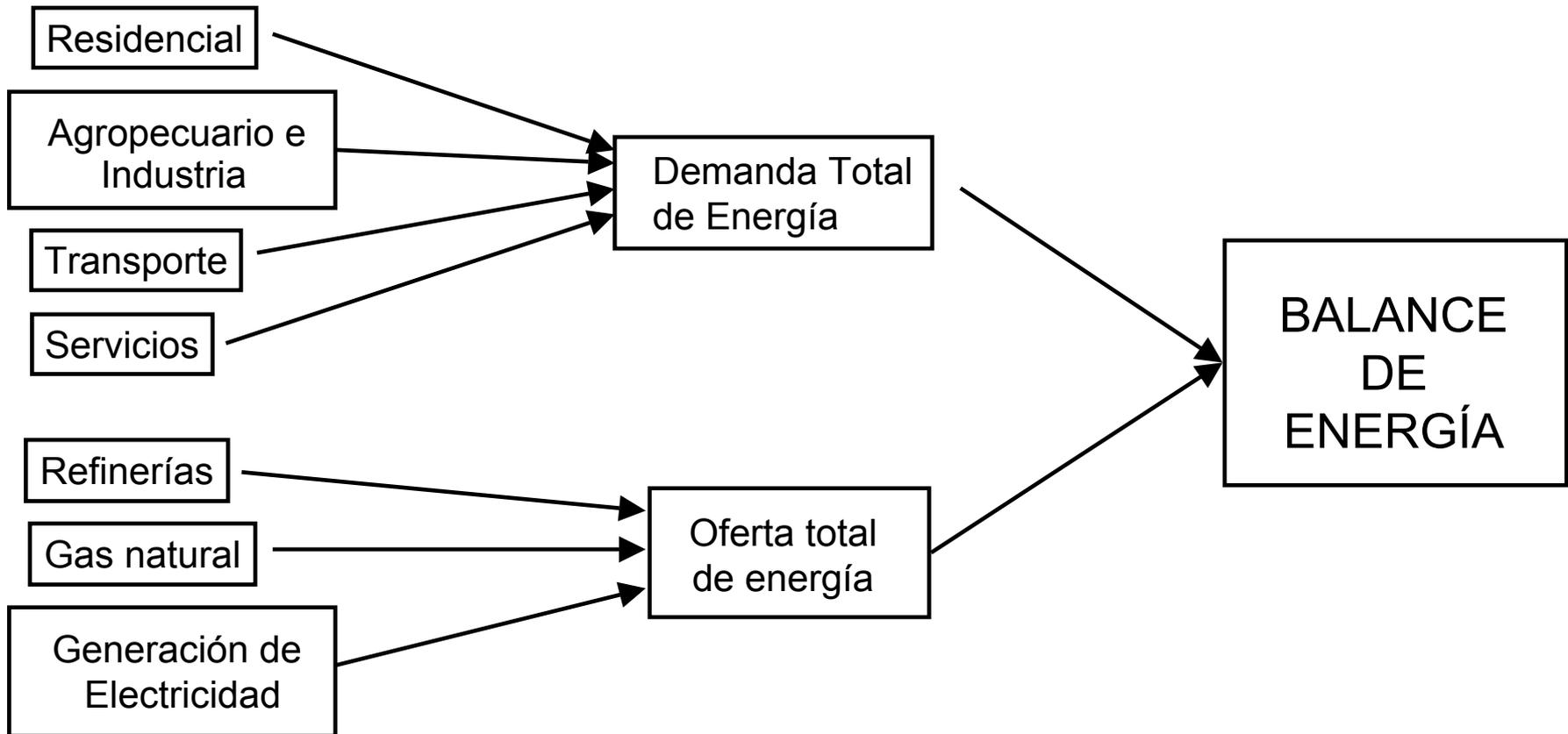
**Proporciona los requerimientos de inversión, los costos de operación y mantenimiento y las emisiones totales al ambiente**

**En las proyecciones solo calcula tres años: el año base (1996), un año intermedio (2004) y uno final (2010)**

# Desarrollos previos: modelo BRUS II-M

---

## Estructura del modelo



# **Desarrollos previos: DECADES**

---

**Es un proyecto interagencias sobre bases de datos y metodologías para la evaluación comparativa de diferentes fuentes de energía para la generación de electricidad**

**Posee bases de datos con información técnica, económica y ambiental de las cadenas energéticas que utilizan combustibles fósiles, nucleares y fuentes renovables para la generación de electricidad**

**Los programas analíticos acceden las bases de datos para el análisis de costos y cargas ambientales a nivel de planta de generación, cadena energética y sistema eléctrico**

# Desarrollos previos: DECADES

---

**Determina la solución óptima de diferentes planes alternativos de expansión al incorporar interactivamente los resultados del modelo ValorAgua**

**El modelo ValorAgua determina la estrategia óptima de operación para un sistema energético mixto, tomando en cuenta las restricciones físicas y operacionales y las condiciones aleatorias de la operación del sistema**

**El módulo de análisis de decisiones permite agregar, evaluar y desplegar las soluciones óptimas de los diferentes planes de expansión**

# En desarrollo: modelo ENPEP

---

## Principales características

Está formado por los módulos: MACRO-E, PC-VALOR AGUA, LOAD, WASP IV, GTMax, ICARUS, MAED, DAM, IMPACTS Y BALANCE

El módulo BALANCE es un marco integrado de todo el sistema energético, que es modelado como una red compuesta por nodos y arcos

El marco integrado revela los efectos cruzados entre los sectores y permite evaluar su retroalimentación

Los nodos representan actividades o procesos de la energía, tales como recursos, transformaciones, transporte, distribución y demandas de uso final de la energía

Los arcos de la red conducen los flujos de energía y combustible y los costos asociados entre las actividades energéticas específicas

# **En desarrollo: modelo ENPEP**

---

## **Principales características**

**Supone que el sector energía está compuesto por productores autónomos de energía y consumidores que optimizan sus objetivos individuales**

**Modela curvas de función de costos de la oferta de los recursos renovables y no renovables**

**Considera la aplicación de impuestos, subsidios y regulaciones de política energética y de importación – exportación**

**Determina el equilibrio futuro de todas las formas de oferta y todos los usos de la energía, considerando la estructura del sistema y las cantidades y precios de los energéticos**

**Puede calcular los costos de la energía y los costos ambientales**

# En desarrollo: modelo MOEEMA-1

---

## Principales características

Es un modelo tipo *top-down*

Es un modelo matemático que parte de identidades e incorpora coeficientes y parámetros estimados económicamente

Lo componen cinco bloques: macroeconómico; consumo nacional de energía; oferta, demanda e importaciones de los principales energéticos; emisiones de CO<sub>2</sub> y precios de los energéticos

Los bloques se vinculan recursivamente y la solución es simultánea al interior de cada bloque

Horizonte de previsión de corto y mediano plazo

Parámetros ajustados con información del período 1993-2001

# En desarrollo: modelo MOEEMA-1

---

## Principales características

El PIB calculado en el bloque macroeconómico no se desagrega en los sectores principales de la economía

La intensidad energética no se determina por sector productivo y tipo de consumo, sino globalmente

No considera funciones de oferta-producción para petróleo crudo, condensados y gas natural asociado

Los límites o ampliaciones en capacidad instalada en la capacidad instalada en la transformación de energía primaria a secundaria se establecen exógenamente

Estima las emisiones totales de CO<sub>2</sub> por la combustión de productos energéticos y no energéticos

No calcula, en ésta etapa, costos y requerimientos de inversión del sector

# CONCLUSIONES

---

**Se cuenta con experiencia en la especificación y desarrollo de modelos *bottom-up* y *top-down***

**Se tiene capacidad técnica y metodológica para uso regular de los modelos, pero se encuentra desagregada**

**Falta información específica sobre costos regionales de procesos y de transporte para alimentar los modelos**

**Se requiere crear capacidad institucional para continuar el desarrollo de modelos**