

**Seminario taller para el monitoreo del  
ODS 7  
Proyecto del Observatorio Regional de Energías Sostenibles (ROSE)  
La Paz, Bolivia**



NACIONES UNIDAS



# INDICADORES DE EFICIENCIA ENERGETICA

Carmen Crespo  
Consultora CEPAL

# Contenido

- ***Conceptos básicos***
- Tipos de Indicadores de Eficiencia Energética por Concepto
- Indicadores de EE por nivel de Agregación
- Indicadores Agregados
- Indicadores para el Sector Energético
- Indicadores para Consumidores Finales de Energía

# Sector Energético

Incluye los ciclos completos de todos los energéticos hasta el disfrute del servicio energético.

## Sector Energético

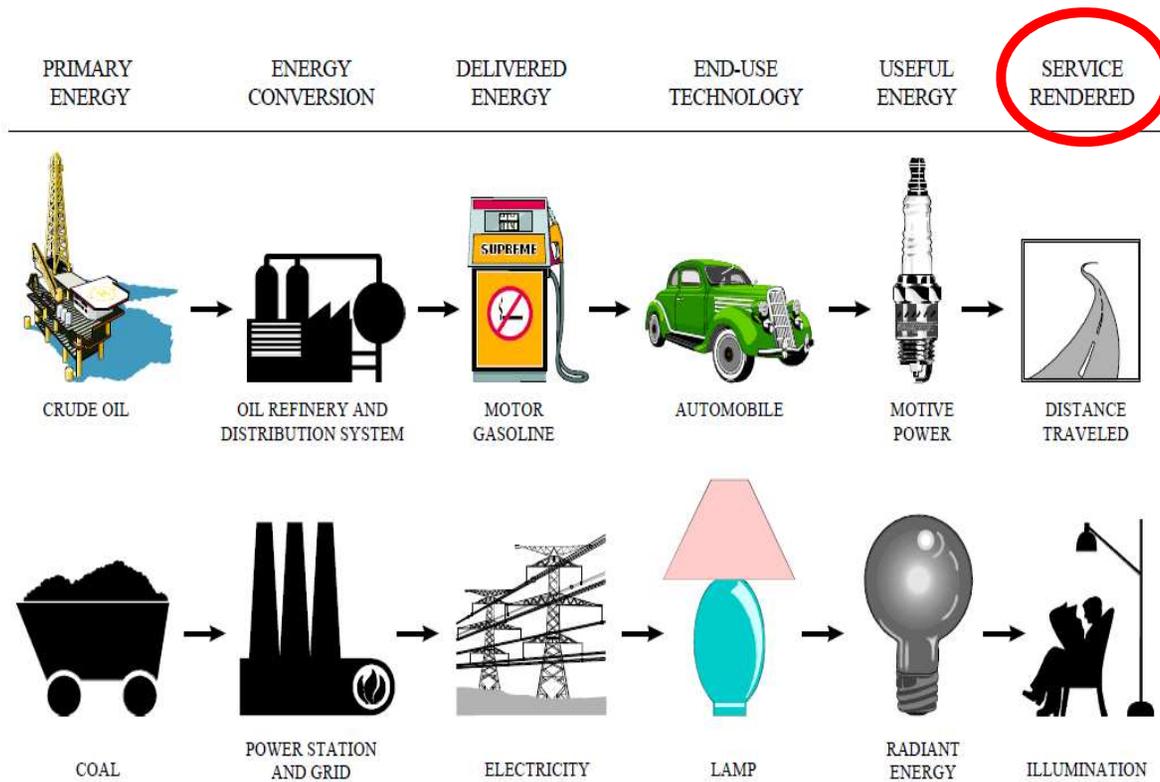
- Fuente primaria
- Transformación
- Almacenamiento
- Distribución
- Entrega a los consumidores finales de energéticos

+

Tecnologías de Uso final

*OJO: Los energéticos no son siempre sustituibles en el consumo final*

# Servicio Energético



# Sistema Energético

Ecosistema

Sistema económico

Minería

Industria

Etc.

Sistema energético

Hidrocarburos  
Fósiles

Otras fuentes  
de energía

Energías  
secundarias

Consumo  
final

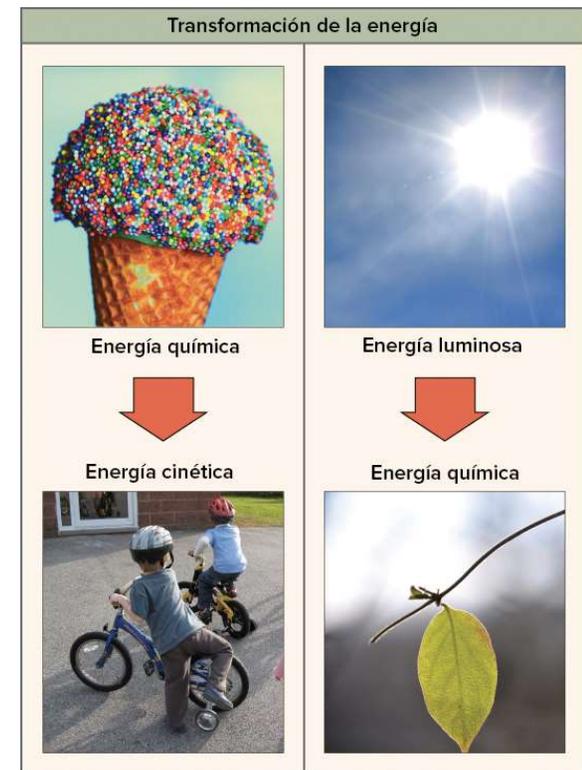
# Eficiencia Energética

*“La eficiencia energética de un equipo o sistema energético es el cociente entre los flujos energéticos útiles y deseables producidos y los flujos consumidos”*

*(Horta, 2010, pág. 15).*

# Termodinámica

- Ley 1: “La energía no se crea ni se destruye, se transforma”.
- Una parte se transforma en energía térmica: calor
- Formas no deseadas: pérdidas
- La transformación SIEMPRE implica pérdidas.
- La transformación es irreversible



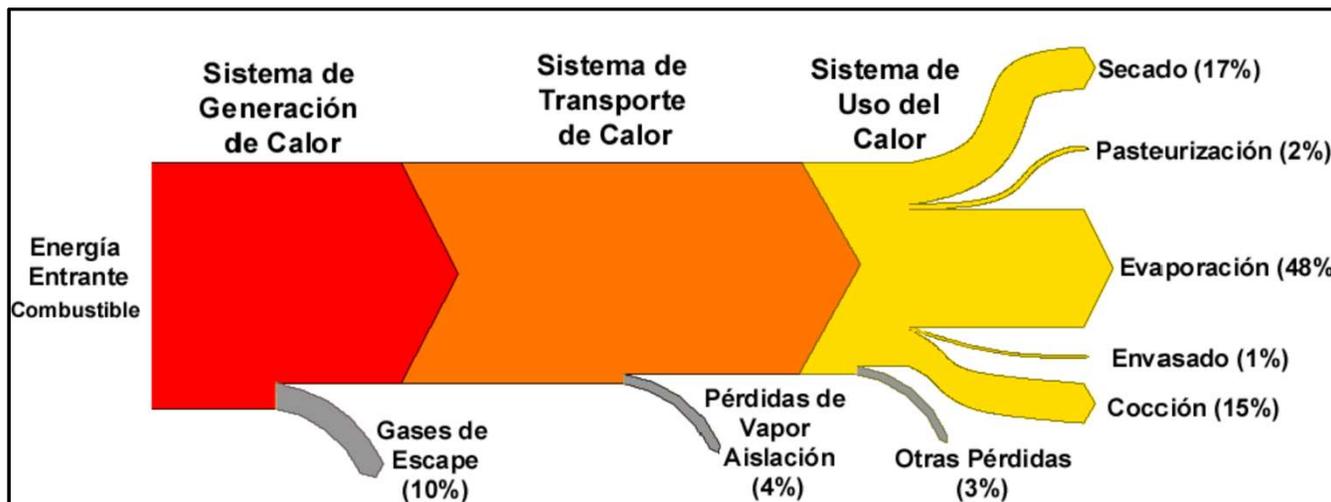
# Contenido

- Conceptos básicos
- ***Tipos de Indicadores de Eficiencia Energética por Concepto***
- Indicadores de EE por nivel de Agregación
- Indicadores Agregados
- Indicadores para el Sector Energético
- Indicadores para Consumidores Finales de Energía

# Eficiencia Energética

- Se sabe que  $Energía\ consumida = Energía\ aprovechada + Pérdidas$
- Pérdidas:  $\% Pérdidas = \frac{Pérdidas}{Energía\ consumida}$
- Eficiencia del proceso:  $Eficiencia\ del\ proceso = \frac{Energía\ aprovechada}{Energía\ consumida}$
- Entonces  $Eficiencia\ del\ proceso = 100\% - \% Pérdidas$

# Eficiencia Energética: Representación en Diagrama de Sankey



Ejemplo:  
uso de  
energía  
en una  
industria  
lácteos

# Consumo de Energía

Consumo específico: consumo por unidad de producto. Es la medida más exacta de consumo de energía. Cantidad de energía necesaria para producir una unidad de producto.

$$CE = \frac{\text{Consumo final de Energía (UE)}}{\text{Total de Unidades Producidas (UF o UP)}}$$

Donde

- UE: Unidades Energéticas (kWh, Cal, Joule, BEP, etc.)
- UF: Unidades Físicas (volumen o masa)
- UP: Unidades de medición de la producción de un servicio (ejemplo: toneladas/km de carga transportada)

# Consumo de Energía

- El consumo de energía puede ser de un energético o de varios.
- Productividad Media de la Energía: Cantidad de producto que se puede obtener, en promedio, con una unidad de energía.

$$PMeE = \frac{\text{Total de unidades producidas (UF)}}{\text{Consumo final de Energía (UE)}}$$

- Entonces  $PmeE = \frac{1}{CE}$

## COMPARACIÓN DE INDICADORES

VARIABLE	EFICIENCIA DEL PROCESO	PÉRDIDAS	CONSUMO ESPECÍFICO	PRODUCTIVIDAD MEDIA DE LA ENERGÍA
Concepto	EP = Energía Aprovechada / Energía consumida	P = Pérdidas / Energía consumida	CE = Consumo de energía / Unidades producidas de bien o servicio	PMeE = Unidades producidas de un bien o servicio / Consumo de energía
Unidades	%	%	UE/UP	UP / UE
Relación	100% - P	100% - EP	1/ PMeE	1 / CE
Preferencia	Más alto	Más bajo	Más bajo	Más alto
Interpretación	Respecto del proceso más eficiente	Respecto del proceso más eficiente	Histórico	Histórico
Agregación	Procesos (como sucesiones de operaciones unitarias)	Procesos (como sucesiones de operaciones unitarias)	Sí	Sí

# Contenido

- Conceptos básicos
- Tipos de Indicadores de Eficiencia Energética por Concepto
- ***Indicadores de EE por nivel de Agregación***
- Indicadores Agregados
- Indicadores para el Sector Energético
- Indicadores para Consumidores Finales de Energía

# Indicadores para Agregados

Nivel de Agregación	Aplicación	Indicador	Unidades
Operación Unitaria		EP – P - CE	% - UE/UF
Proceso		EP – P - CE	% - UE/UF
Unidad Económica	Un producto	CE	UE /UP
	Varios productos	CE	UE / UM (\$)
	Un energético	CE	UE específicas / UP
	Varios energéticos	CE	UE comunes / UP
Rama de Actividad	Un energético	CE	UE específicas / UM
	Varios energéticos	CE	UE comunes / UM
Sector Económico	Un energético	Intensidad _____ Sectorial (CE)	UE específicas / UM
	Varios energéticos	Intensidad Energética Sectorial (CE)	UE comunes / UM
Economía en su conjunto	Un energético	Intensidad _____ (CE)	UE específicas / UM
	Varios energéticos	Intensidad Energética (CE)	UE comunes / UM

# Contenido

- Conceptos básicos
- Tipos de Indicadores de Eficiencia Energética por Concepto
- Indicadores de EE por nivel de Agregación
- ***Indicadores Agregados***
- Indicadores para el Sector Energético
- Indicadores para Consumidores Finales de Energía

# Intensidad Energética

$$IE (\text{consumo final}) = \frac{\text{Consumo final de Energía (UE)}}{\text{PIB (UM)}}$$

$$IE (\text{producción energía primaria}) = \frac{\text{Producción Energía Primaria (UE)}}{\text{PIB (UM)}}$$

$$IE (\text{primaria}) = \frac{\text{Oferta de Energía Primaria (UE)}}{\text{PIB (UM)}}$$

# Intensidad Energética

- Es el indicador más común de eficiencia energética agregada
- Interpretación no es simple
  - Eficiencia en el consumo de energía
  - Condiciones climáticas
  - Grado de industrialización / composición de la economía
  - Tamaño del país
  - Tamaño de la población

# Contenido

- Conceptos básicos
- Tipos de Indicadores de Eficiencia Energética por Concepto
- Indicadores de EE por nivel de Agregación
- Indicadores Agregados
- ***Indicadores para el Sector Energético***
- Indicadores para Consumidores Finales de Energía

# Indicadores para el Sector Energético

## Sector Hidrocarburos

- Upstream
  - Energía consumida por m<sup>2</sup> de sísmica
  - Energía consumida por m de perforación
- Transporte por ductos
  - Energía consumida por MPC/m transportado
  - Energía consumida por Bbl/m transportado
- Refinerías
  - CE de la instalación
  - Pérdidas del proceso

# Indicadores para el Sector Energético

## Sector Hidrocarburos

- Plantas de gas
  - CE de la instalación
  - Pérdidas del proceso
- Distribución de gas natural por redes
  - Energía consumida por MPC entregados
  - Pérdidas
  - Pérdidas del proceso

# Indicadores para el Sector Energético

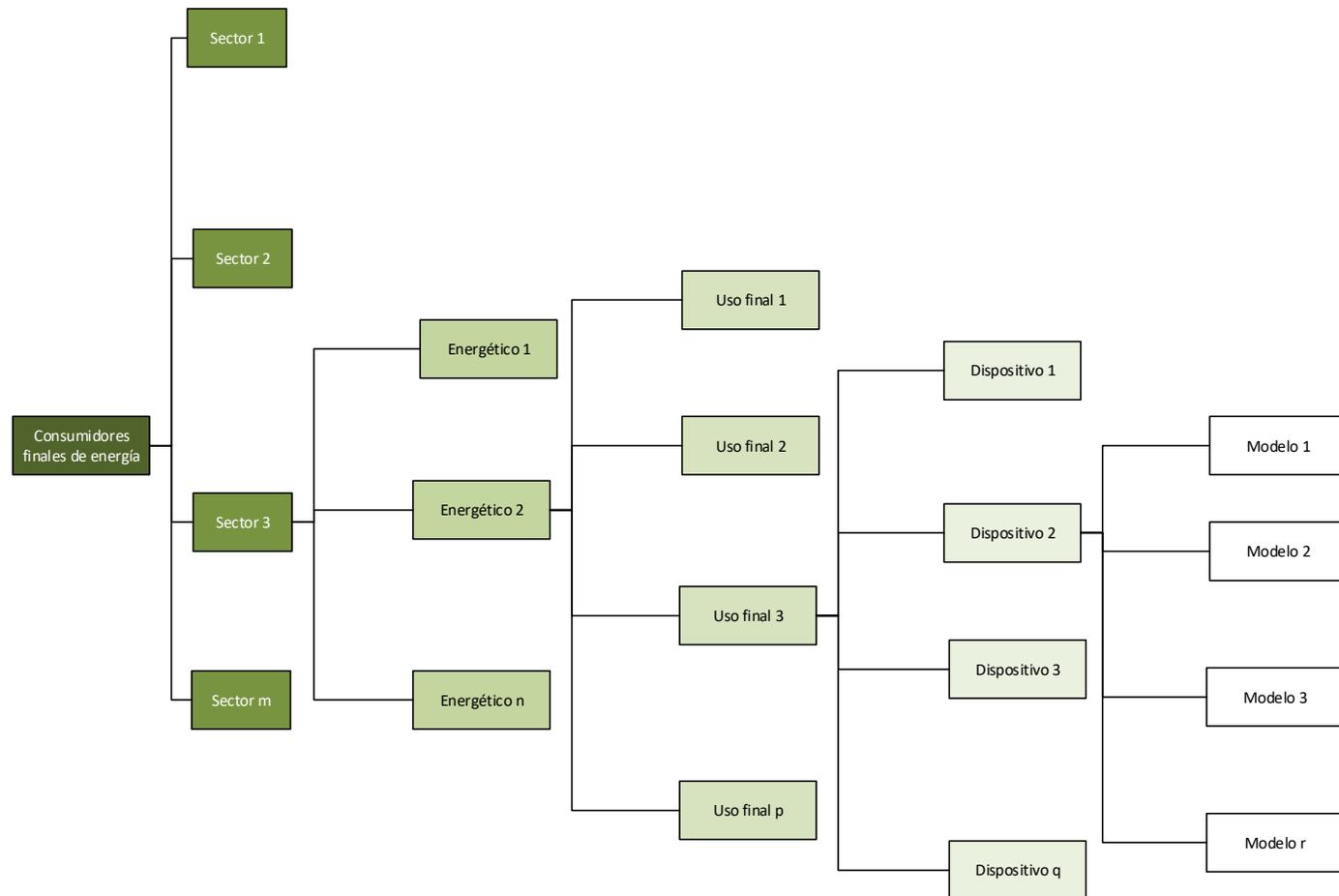
## Sector Eléctrico

- Generación
  - Consumo propio
  - Eficiencia de las instalaciones
- Transporte y Distribución
  - Pérdidas

# Contenido

- Conceptos básicos
- Tipos de Indicadores de Eficiencia Energética por Concepto
- Indicadores de EE por nivel de Agregación
- Indicadores Agregados
- Indicadores para el Sector Energético
- ***Indicadores para Consumidores Finales de Energía***

# Indicadores para Consumidores Finales de Electricidad



# Caso Especial: Sector Residencial

Intensidad Energética: no es posible

“Consumo por familia

- Agregado
- Por energético
- Consumo per cápita
  - Agregado
  - Por energético
- Consumo por uso final

Gracias.....