



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile



Discusión metodologías MRV – cambio climático

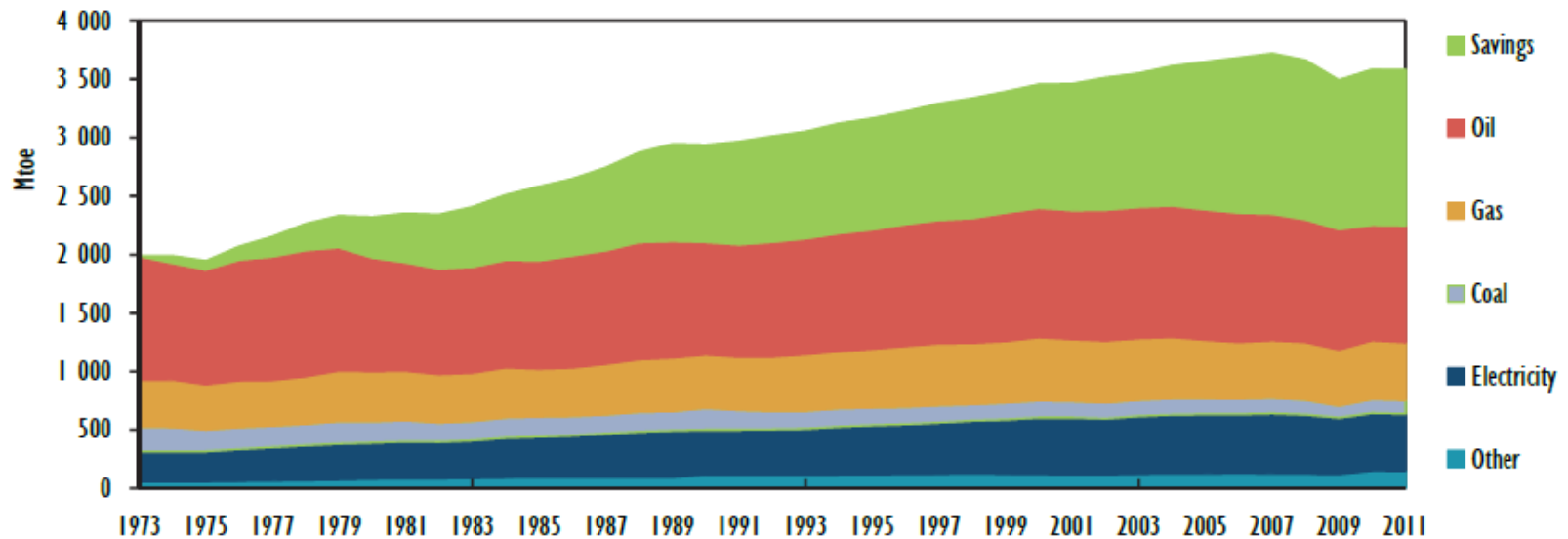
División de Eficiencia Energética
Hernán Sepúlveda C.



Objetivo:



Figure 1.1 Energy savings from energy efficiency and energy consumption by energy source in 11 IEA member countries, 1973-2011



Notes: The 11 countries evaluated are Australia, Denmark, Finland, France, Germany, Italy, Japan, the Netherlands, Sweden, the United Kingdom and the United States.

Ahorro de un 43% en el año 2011

La eficiencia energética (o los negawatts) es el “Primer combustible”



Seguimiento de programas EE



Seguimiento de Programas

✓ Nacional (top down):

Metodologías utilizadas: análisis de descomposición
uso de indicadores de la UE

✓ Programas (bottom up):

Metodologías utilizadas: UE (EMEEES)
protocolo MDL del IPCC



TOP DOWN: Industria y servicios



La principal variable que se mira para esta cuantificación de ahorros es la variación de la **intensidad de consumo**.

Por ejemplo, ahorro entre t0 y t1 para el sector industria y minería:

Intensidad t0 = 10 Tcal/\$

Intensidad t1= 5 Tcal/\$

Producción t1= 1000 \$

Ahorro entre t0 y t1 = (Intensidad_t0 – Intensidad_t1) * Producción_t1

Ahorro entre t0 y t1 = (10 – 5) [Tcal/\$]* 1000 [\$]

Ahorro entre t0 y t1 = 5000 Tcal



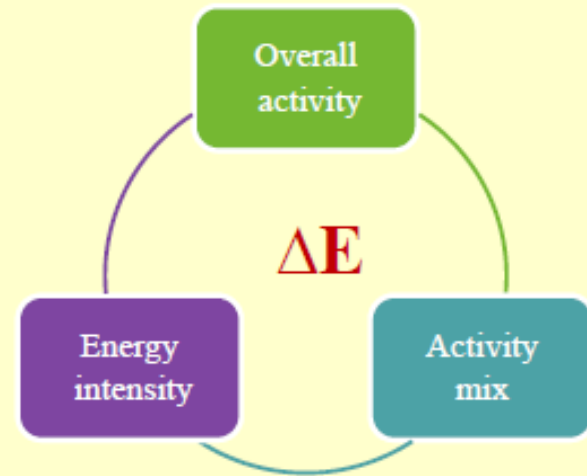
Métodos de análisis de descomposición

Observed aggregate energy consumption:

| | | |
|---------------------|-----|------|
| Consumption in 2005 | 140 | Mtoe |
| Consumption in 2010 | 160 | Mtoe |
| ΔE (Total) | 20 | Mtoe |

Decomposition results:

| | | |
|---------------------------------|-----|------|
| ΔE (Overall activity) | 50 | Mtoe |
| ΔE (Activity structure) | -10 | Mtoe |
| ΔE (Energy intensity) | -20 | Mtoe |



Result interpretation:

Energy efficiency (EE) improvement contributed to a reduction of 20 Mtoe.

Activity structure change led to a reduction in energy consumption.

No EE improvement \rightarrow Consumption would have been 180 Mtoe in 2010.

Métodos de análisis de descomposición

Table A.1 • Comparison of different decomposition analysis methods

| Index | Perfect decomposition* | Sub-sectors additive | Time reversible | Easy to understand |
|--|------------------------|----------------------|-----------------|--------------------|
| LMDI I | Yes | Yes | Yes | Moderately |
| Refined Laspeyres | Yes | Yes | No | Moderately |
| LMDI II | Yes | No | Yes | Moderately |
| Fischer Ideal | Yes | No | Yes | Moderately |
| Simple average/ arithmetic mean/ divisia (Törnqvist) | No | No | Yes | Moderately |
| Adjusted PMD I and II | No | Yes | Yes | Difficult |
| Paasche | No | Yes | No | Very easy |
| Simple Laspeyres | No | Yes | No | Very easy |

* No residual term

Fuente: Energy Efficiency Indicators: Essentials for policy making, IEA.

TOP DOWN: Industria y servicios

$$E_t - E_0 = \sum_{ij} w_{ij} \cdot \ln\left(\frac{Q_t}{Q_0}\right) + \sum_{ij} w_{ij} \cdot \ln\left(\frac{S_i^t}{S_i^0}\right) + \sum_{ij} w_{ij} \cdot \ln\left(\frac{I_i^t}{I_i^0}\right) + \sum_{ij} w_{ij} \cdot \ln\left(\frac{M_{ij}^t}{M_{ij}^0}\right)$$

Donde:

w_{ij} : Función peso

$$w_{ij} = \frac{c_{ij}^t - c_{ij}^0}{\ln\left(\frac{c_{ij}^t}{c_{ij}^0}\right)}$$

TOP DOWN: Minería

No es posible usar para los cálculos la variable de intensidad de consumo, ya que ésta va aumentando en el tiempo, por variables externas como son endurecimiento de la roca, aumento de la distancia de acarreamiento y el deterioro de la ley de minerales.

En este caso, se optó por utilizar indicadores de consumo desarrollados por Cochilco, en los que se aísla del consumo de energía las variables externas.

| Proceso | Indicador de intensidad de uso |
|------------------|---|
| Mina Rajo | $\Delta E_{\text{minería } 1} = \frac{\text{Energía combustibles}}{\text{Ton material movido} \cdot \text{km eq.}}$ |
| | $\Delta E_{\text{minería } 2} = \frac{\text{Energía eléctrica en chancado}}{\text{Ton mineral chancado}}$ |
| Mina Subterránea | $\Delta E_{\text{minería } 3} = \frac{\text{Energía eléctrica}}{\text{Ton mineral extraído}}$ |
| Concentradora | $\Delta E_{\text{minería } 4} = \frac{\text{Energía eléctrica}}{\text{Ton mineral tratado}}$ |
| LXSXEW | $\Delta E_{\text{minería } 5} = \frac{\text{Energía eléctrica } Sx\text{Ew}}{\text{Ton Cu fino en cátodos EO}}$ |

Fuente: Comisión Chilena del Cobre, 2014

$$\Delta E = (I_{M,0} - I_{M,t}) \cdot \text{Variable}$$

TOP DOWN: Transporte terrestre

En países con buenas fuentes de información, los análisis de este sector, se hacen en función al parque de vehículos, en función de los pkm y de los tkm.

En base a la disponibilidad de nuestra información optamos por utilizar un indicador básico de la UE para estimar estos ahorros para todo el parque terrestre.

| Energy efficiency indicator | Type | Formula for indicator | Formula for calculating savings compared to the base year 2007 | Definition |
|---|------|--------------------------------|--|---|
| Energy consumption of road vehicles in toe per car equivalent | M5 | $\frac{E^{RV}}{S^{RV^{CAeq}}}$ | $\left(\frac{E_{2007}^{RV}}{S_{2007}^{RV^{CAeq}}} - \frac{E_t^{RV}}{S_t^{RV^{CAeq}}} \right) * S_t^{RV^{CAeq}}$ | <p>E_{2007}^{RV}, E_t^{RV} = Energy consumption of road vehicles (cars, trucks and light vehicles, motorcycles, buses) in 2007 and in year t</p> <p>$S_{2007}^{RV^{CAeq}}$, $S_t^{RV^{CAeq}}$ = Stock of road vehicles in car equivalent in 2007 and in year t</p> <p>With: 1 truck or light vehicle = 4 cars equivalent 1 bus = 15 car equivalent 1 motorcycle = 0.15 car equivalent</p> |

TOP DOWN: Residencial

En el sector residencial no es posible trabajar con la variable intensidad de consumo por vivienda, ya que esta variable va en continuo aumento.

Para este sector en particular se procedió a calcular ahorros de forma bottom up con ahorros en:

- Calefacción por viviendas nuevas post 2007 (por mejora OGUC 2007)
- Reacondicionamiento térmico en sectores vulnerables
- Etiquetado/meps de refrigeradores
- Etiquetado/meps de lámparas
- Instalación de colectores solares

Resultados análisis Top Down

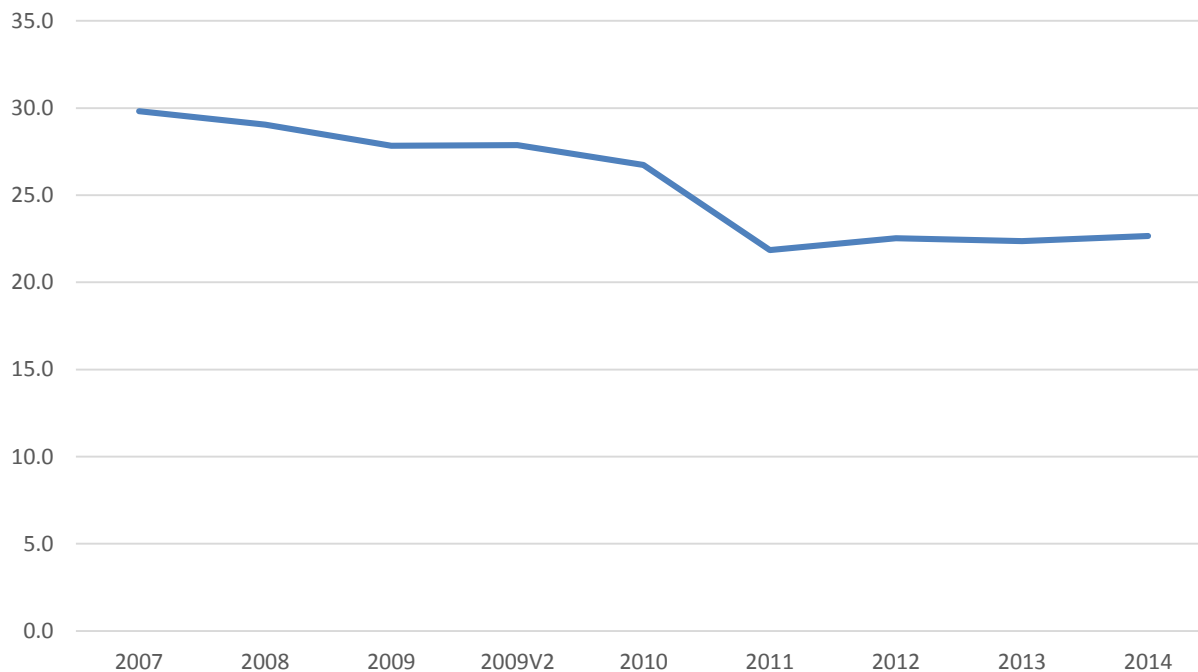


| Sector | Subsector | Metodología | Driver | Consumo 2014 [Tcal] | Ahorro al 2014 [Tcal] | % reducción al 2014 |
|---------------------|--------------------|--|--|---------------------|-----------------------|---------------------|
| Transporte | Terrestre | Indicador M5, UE, con corrección de segundo vehículo | Parque transporte terrestre | 96,434 | 6,149 | 6.0% |
| Industria y Minería | Industria | Divisia | PIB sector manufactura, pesca, agricultura, construcción y EGA | 62,638 | 6,164 | 9.0% |
| Industria y Minería | Minería | Indicadores corregidos (Cochilco) | Producción para los procesos: mina rajo, mina subterránea, concentradora y lixiviación | 44,247 | 0 | 0.0% |
| Servicios | Comercio y Público | Divisia | PIB sectores: comercio, restaurantes y hoteles, comunicaciones, servicios financieros, servicios empresariales, servicios de vivienda, servicios personales | 15,244 | 198 | 1.3% |
| Residencial | | Bottom up | Número de viviendas construidas anuales (post OGUC 2007), viviendas del programa RTV, ventas anuales de refrigeradores y de lámparas eficientes e instalación de colectores solares. | 59,995 | 2,412 | 3.9% |
| | | | Total | 278,557 | 14,924 | 5.1% |



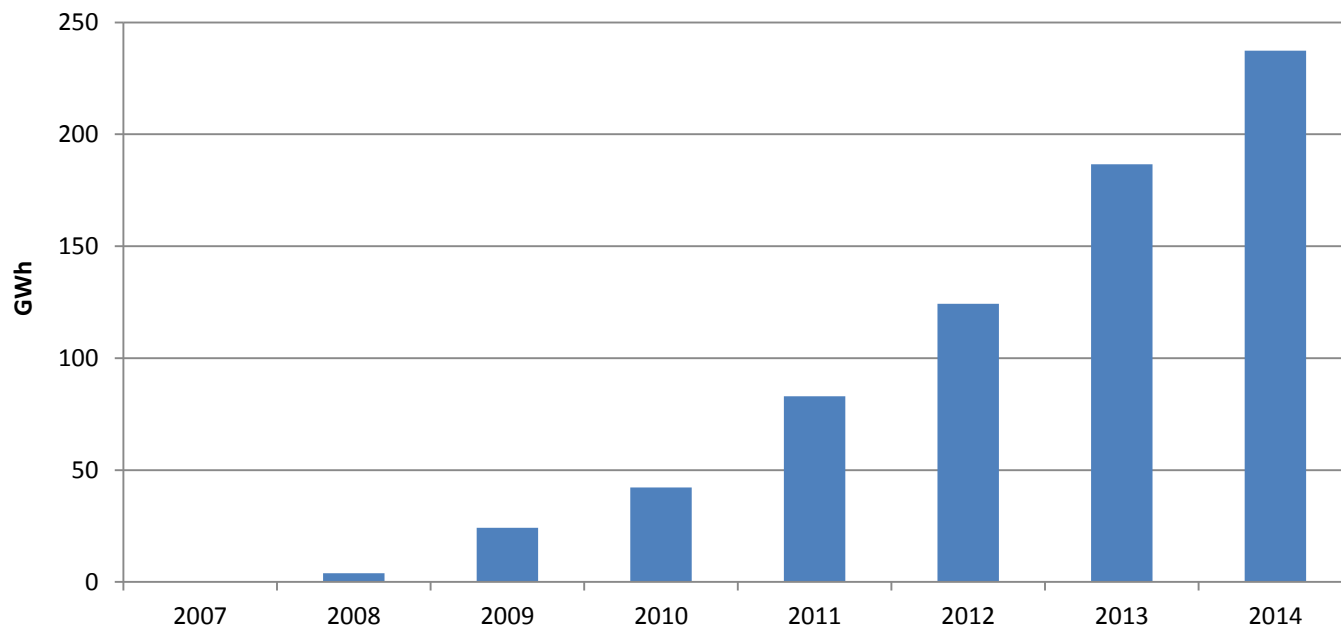
Bottom Up: Etiquetado/meps refrigeradores

Rendimiento promedio de ventas anuales de refrigeradores (kWh/mes) :



$$\text{Ahorro } t = (R_{2007} - R_t) * \text{Ventas}_t$$

Bottom Up: Etiquetado/meps refrigeradores



$$\text{Ahorro } t = (R_t - R_{2007}) * \text{Ventas}_t$$

Dificultades encontradas:



Las principales dificultades encontradas fueron:

- Dificultad en la elección metodológica para los cálculos.
Revisar: dificultad de los cálculos, precisión, representatividad de las variables elegidas
- Revisar la disponibilidad de la información
- Qué hacer frente a cambios metodológicos en las fuentes de información (BNE)



Ayudas a este trabajo:

- El trabajo conjunto que se está haciendo “BIEE” en conjunto con CEPAL, y con el apoyo de ODYSEE, ya que se quiere comenzar a sentar una metodología estandarizada para calcular los ahorros de energía en los balances energéticos de los países.