

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CONSUMO DE RECURSOS EN LOS HOGARES: LA PARADOJA DE JEVONS



Jaume Freire González

Ent, environment and management y Universitat Autònoma de Barcelona

*IV Encuentro de la Red de Economía Ecológica Española
Santiago de Compostela, 11 i 12 de junio de 2009*

Índice



1. Introducción

2. Tipos de efecto rebote

3. Evidencia empírica

4. Definiciones del efecto rebote directo

5. Estimaciones para Catalunya

6. Resultados

7. Conclusiones

Introducción



- Creencia:

Política de mejora de la eficiencia energética = ∇ consumo energético =
= ∇ emisiones contaminantes

- Hay un factor que no es tomado en cuenta: el denominado “**efecto rebote**”. Éste hace que el ahorro potencial de energía que produciría una mejora de la eficiencia energética no se haga efectivo (total o parcialmente).
- El denominado “**backfire**” sucede cuando una mejora de la eficiencia produce paradójicamente un aumento del consumo de energía.



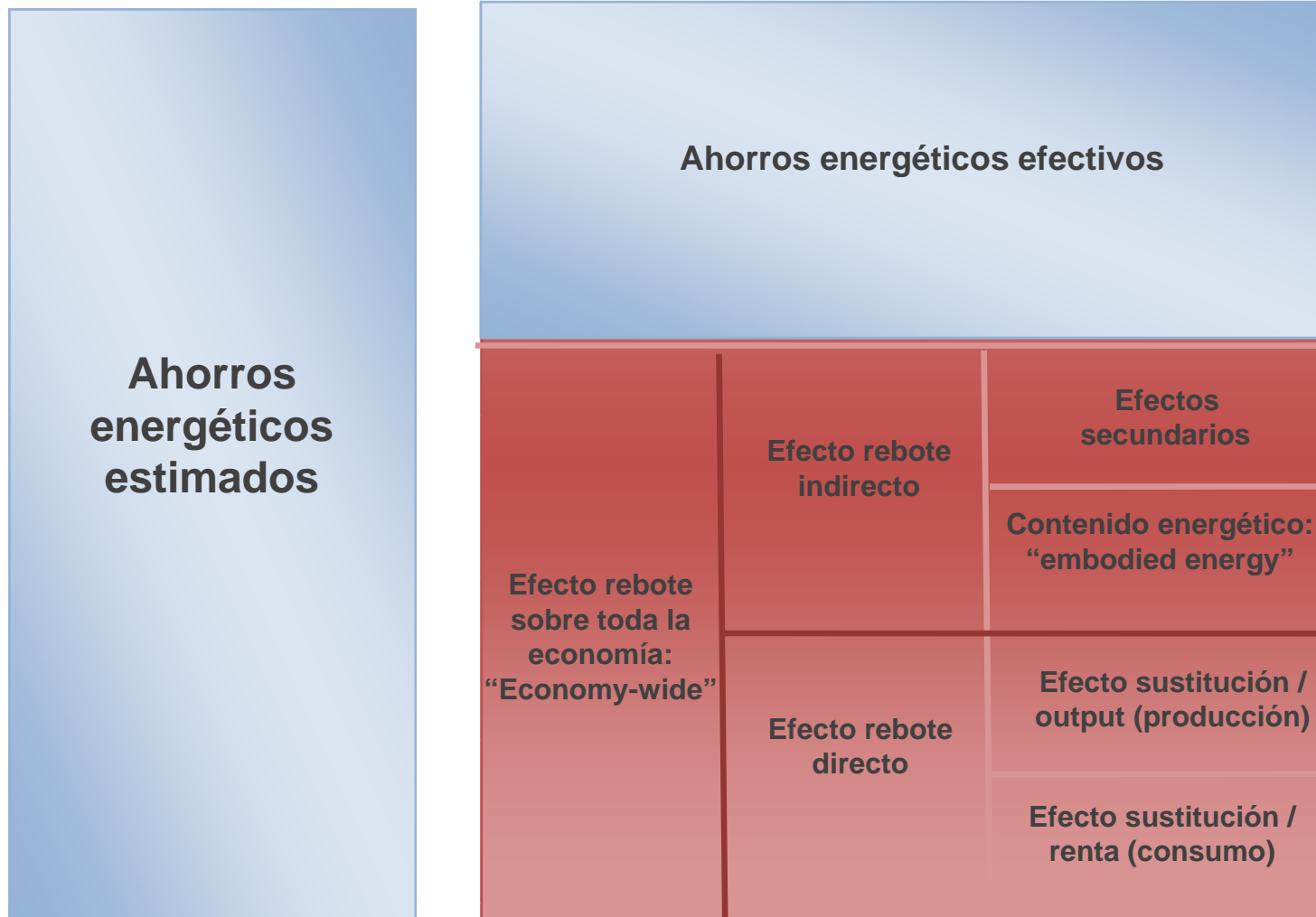
“PARADOJA DE JEVONS” (Jevons, 1865)

Tipos de efecto rebote I



- 1. Efecto rebote directo:** una mejora de la eficiencia de un servicio energético produce una reducción del coste efectivo del servicio, lo que impulsa su propia demanda.
- 2. Efecto rebote indirecto:** el menor coste efectivo del servicio energético puede comportar cambios en las demandas de otros bienes, servicios y factores productivos que requieren energía para su producción.
- 3. Efecto rebote sobre toda la economía “*economy-wide effects*”:** una reducción del coste efectivo de un servicio energético reduce el precio de los bienes intermedios y finales llevando a una serie de ajustes en precios y cantidades sobre toda la economía. Las mejoras reducirían los precios de la energía lo que impulsaría el crecimiento económico e incrementaría de nuevo el consumo energético.

Tipos de efecto rebote II

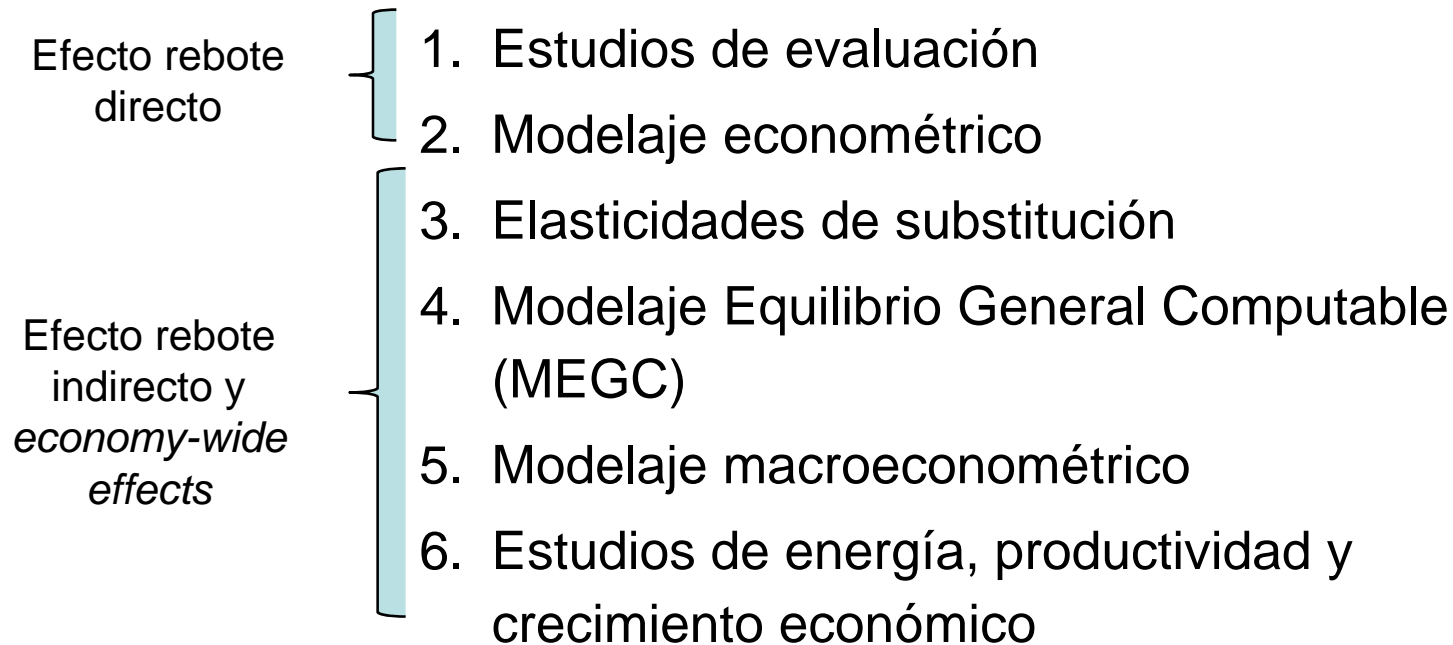


Fuente: elaboración propia a partir de Sorrell (2007).

Evidencia empírica I



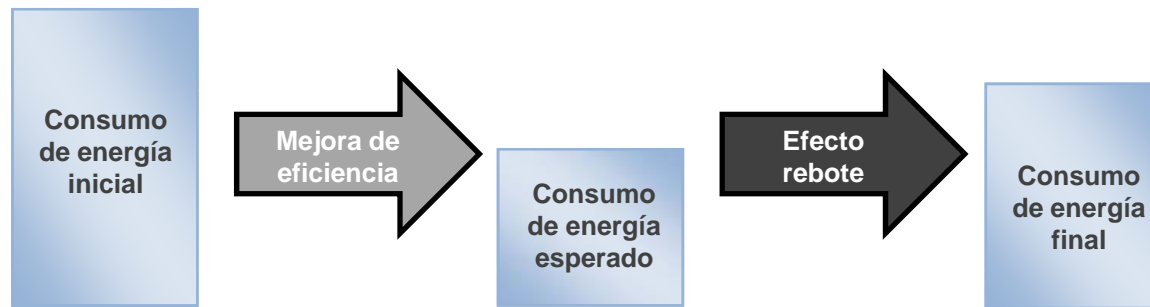
- La literatura empírica sobre el efecto rebote se resume en **seis tipologías** básicas de estudios:



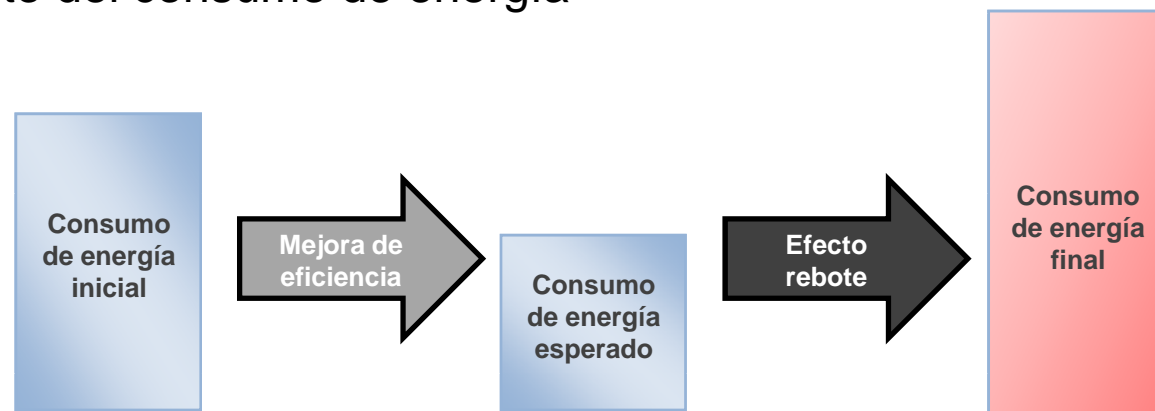
Evidencia empírica II

Hay consenso entre economistas de la energía en cuanto a la existencia del efecto rebote, pero no en cuanto a su magnitud. Dos posiciones confrontadas:

- **Efecto rebote < 100%** - La mejora de la eficiencia produce ahorro de energía



- **Efecto rebote > 100%** “backfire” – La mejora de la eficiencia produce un aumento del consumo de energía



Evidencia empírica III



- Por qué existe hay discrepancias sobre la magnitud?
 1. Los diversos autores utilizan **diferentes definiciones del efecto rebote**, con diferentes definiciones sobre las cuestiones asociadas, como los límites relevantes del sistema.
 - 2 . La evidencia empírica del efecto rebote es suficientemente **escasa, ambigua y inconclusa** como para estar abierta a una amplia variedad de interpretaciones.
 - 3 . Los supuestos fundamentales sobre **como opera la economía** están en discusión. Estos pueden afectar de manera substancial a las estimaciones que se realicen sobre el efecto rebote.

Evidencia empírica IV



- Claves para las estimaciones del efecto rebote directo:
 1. Identificación y medición de la **variable dependiente**: “trabajo útil”
 2. Identificación y medición de las **variables independientes**: dificultad en la obtención de datos sobre eficiencia energética.

“Ecuación de Khazzoom” \Rightarrow Precio del servicio energético (o de la energía) como variable clave
 3. **Atributos** del servicio energético: no se reduce el coste pero aumentan los atributos.
 4. **Consumidores marginales**: consumidores que antes de la mejora de eficiencia no podían permitirse el servicio energético
 5. Efecto **saciación**: el efecto rebote será mayor cuanto más lejos se encuentren los consumidores del nivel máximo de confort
 6. Mejora de la eficiencia sobre el **resto de costes**: el efecto rebote será menor si los aparatos más eficientes son más costosos (y a la inversa).
 7. **Irreversibilidad** de las mejoras de eficiencia. Cuando los precios de la energía incrementan, consumidores y productores invierten en aparatos más eficientes que perduran en periodos posteriores.

Evidencia empírica V



Estimaciones del efecto rebote directo para uso final del sector doméstico en los EEUU

Uso final	Efecto rebote	Número de estudios revisados
Transporte vehículos	10-30%	22*
Calefacción	10-30%	26**
Refrigeración	0-50%	9***
Calefacción de agua	<10-40%	5***
Iluminación	5-12%	4***
Otros electrodomésticos	0%	2***

* Estos estudios están hechos con un número de diferentes métodos que proveen una buena correspondencia de las estimaciones.

** Estos estudios están hechos con solo un número moderado de diferentes métodos que muestran alguna variabilidad en las estimaciones.

*** Estos estudios están hechos con solo uno o dos métodos diferentes y son inconclusivos en los resultados.

Fuente: Greening *et al.* (2000).

Definiciones de efecto rebote directo I



- De la literatura se desprenden varias definiciones del efecto rebote directo, útiles para realizar estimaciones econométricas:

Definición de efecto rebote directo	Formalización matemática
1. Definición matemática –de la ingeniería–	$\eta_{\varepsilon}(E) = \eta_{\varepsilon}(S) - 1$
2. Definición “económica”	$\eta_{\varepsilon}(E) = -\eta_{P_S}(S) - 1$
3. Primera aproximación –a través del precio de la energía–	$\eta_{\varepsilon}(E) = -\eta_{P_E}(S) - 1$
4. Segunda aproximación –a través del precio de la energía y la demanda de energía–	$\eta_{\varepsilon}(E) = -\eta_{P_E}(E) - 1$

Nota: el símbolo η representa la elasticidad, ε es la eficiencia energética, E es la demanda de energía, S es la demanda de trabajo útil, P_S es el precio del trabajo útil, P_E es el precio de la energía.

Fuente: adaptación de Sorrell (2007).

Definiciones del efecto rebote directo II



- Para llegar a estas definiciones hay que realizar dos hipótesis importantes:
 1. **Simetría:** los consumidores responden del mismo modo a decrementos de los precios energéticos que a incrementos en la eficiencia energética.
 - **Realista**, ya que una mejora de la eficiencia energética equivale a una reducción del coste energético
 2. La eficiencia energética **no se ve afectada** por cambios en los precios energéticos :

$$(\eta_{P_E}(\varepsilon) = 0)$$

- **Realista** en periodos de estabilidad o decrecimiento de los precios de la energía
- **No realista** en periodos de crecimiento de los precios energéticos donde se ha demostrado que los precios impulsan mejoras de la eficiencia

Estimaciones para Catalunya I



- **Variables y datos utilizados:**

1. **Consumo de energía eléctrica** en los hogares
2. **Consumo de energía eléctrica para refrigeración** en los hogares
3. **Precios de la energía eléctrica**
4. **Variables climáticas:** grados-día de calefacción y refrigeración
5. **Renta** de las familias

- **Dos tipos de datos:**

1. **Datos agregados** para toda Catalunya del período 1991 a 2003
2. **Panel de datos** de 43 municipios catalanes del período 1991 a 2002

Estimaciones para Catalunya II



- Modelos econométricos estimados:
 1. Estimación del **efecto rebote para el conjunto de servicios energéticos que utilizan energía eléctrica** en los hogares (datos agregados Catalunya):

$$\ln E_{Elec_t} = \mu + \beta_1 \ln P_{E_t} + \beta_2 \ln RFDB_t + \beta_3 \ln HDD_t + \beta_4 \ln E_{Elec_{t-1}}$$

Donde E_{Elec_t} es el consumo de energía, μ es el término independiente, P_{E_t} es el precio marginal de la electricidad doméstica, $RFDB_t$ es la renta familiar disponible bruta, HDD_t son los grados-día calefacción y $E_{Elec_{t-1}}$ es el consumo de energía del periodo anterior.

2. Estimación del **efecto rebote para refrigeración** en los hogares (datos agregados Catalunya):

$$\ln E_{R_t} = \mu + \beta_1 \ln P_{E_t} + \beta_2 \ln RFDB_t + \beta_3 \ln CDD_t + \beta_4 \ln E_{R_{t-1}}$$

Dónde E_{R_t} es el consumo de energía para refrigeración y CDD_t son los grados-día de refrigeración.

Estimaciones para Catalunya II



- Modelos econométricos estimados:
3. Estimación **del efecto rebote para el conjunto de servicios energéticos** que utilizan energía eléctrica en los hogares (panel de municipios). *Modelo de efectos fijos:*

$$C_{it} = \mu_i + \beta_1 P_{it} + \beta_2 RFDB_{it} + \beta_3 HDD_{it} + u_{it}$$

Para los efectos a largo plazo y asegurar la cointegración de las series se ha especificado el siguiente Modelo de Mecanismo de Corrección de Error (MCE) en diferencias:

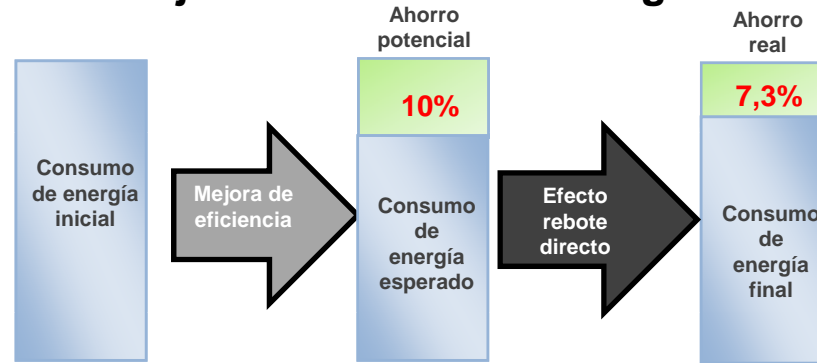
$$\Delta C_{it} = \delta_1 \Delta P_{it} + \delta_2 \Delta RFDB_{it} + \delta_3 \Delta HDD_{it} + \delta_4 \Delta C_{it-1} + \tau u_{it-1} + \varepsilon_{it}$$

Resultados

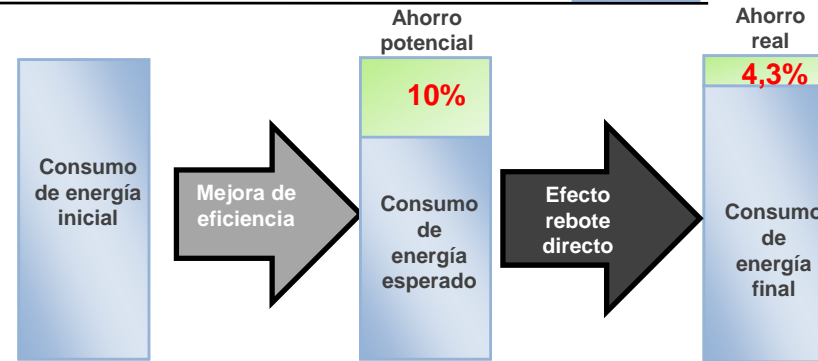


1. Efecto rebote directo estimado para el conjunto de servicios energéticos que utilizan energía eléctrica en el hogar:

- A corto plazo del **27%** →

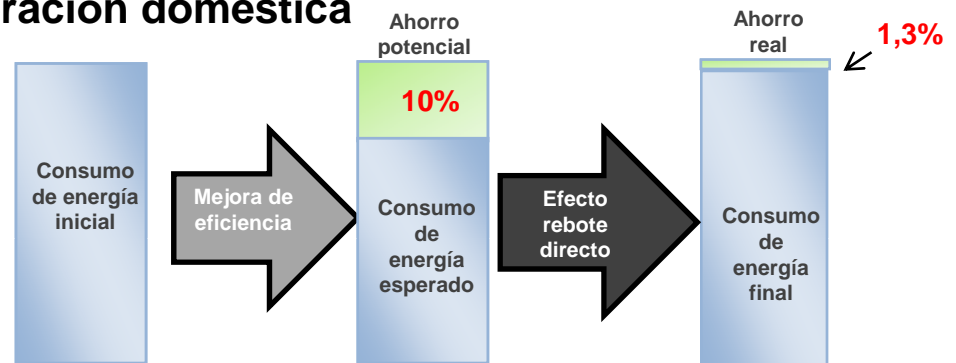


- A largo plazo del **57%** →



2. El efecto rebote estimado para la refrigeración doméstica

- A largo plazo del **87%** pero menor cantidad de observaciones restando robustez a las estimaciones. →



Conclusiones



1. Hay consenso que existe un efecto rebote que compensa parte de los ahorros potenciales de energía. La discusión se centra en su magnitud.
2. Los efectos directos serían menores del 100% (aunque a largo plazo aumentan).
3. Los efectos indirectos y sobre toda la economía podrían superar el 100% - *backfire*.
4. La política energética debería considerarlo.
5. Fiscalidad ambiental.



Jaume Freire González

jfreire@ent.cat

www.ent.cat