

Utilização de Electricidade nos Serviços

Electricity end uses in services

evaluate
energy savings^{EU}

ADEME



Método desenvolvido por:  Enerdata

Cálculo das Economias de Energia através de uma análise TD

Identificar e seleccionar os *indicadores* e as *variáveis* relevantes para estimar as poupanças:

➤ **Indicadores** relevantes em edifícios para estimar as Poupanças:

- **Consumo de electricidade por empregado (kWh/empregado)**
- Consumo de electricidade por área (kWh/m²)
- Consumo de electricidade por unidade valor acrescentado (kWh/€)

✓ **Consumo de electricidade por empregado (kWh/empregado)**

- os indicadores físicos (kWh/empregado ou m²) são mais relevantes do que os económicos (kWh/€) porque a necessidade de energia está mais relacionada com as condições de trabalho do que com a produção.
- dados sobre o emprego são mais fiáveis do que dados sobre as dimensões dos edifícios, **apesar de estes serem mais relevantes para monitorizar a tendência dos consumos**

✓ **Níveis de análises para medir as Poupanças:**

- **Abordagem detalhada:** As economias totais são resultado da soma das economias dos diversos sub-sectores → melhor solução mas dados apenas disponíveis para alguns países
- **Abordagem agregada:** Avaliação das economias de energia a partir do consumo total no sector dos serviços.

Cálculo das poupanças através de uma análise TD

Variáveis relevantes para corrigir as economias totais de energia

➤ A mudança no consumo unitário de electricidade pode ser explicado através das seguintes variáveis:

- Evolução tecnológica
 - Preço da electricidade
 - Medidas de incentivo à eficiência energética (*Energy efficiency facilitating measures*) (subsídios, incentivos fiscais, VA, impostos)
- } **Define o *baseline* / referência**

Modelizar o baseline (Consumo de electricidade nos Serviços)

Seleção das variáveis relevantes para corrigir as economias totais de energia

➤ Identificar um **período** durante o qual as políticas de incentivos (medidas) **foram irrelevantes** ou tiveram um **impacto muito reduzido** → durante esse período as mudanças no consumo unitário de electricidade estão relacionadas principalmente com a evolução tecnológica, e com os preços da electricidade.

➤ Modelização do indicador através de uma regressão para o mesmo período com duas variáveis:

- Tempo para captar a evolução tecnológica
- Preço da electricidade

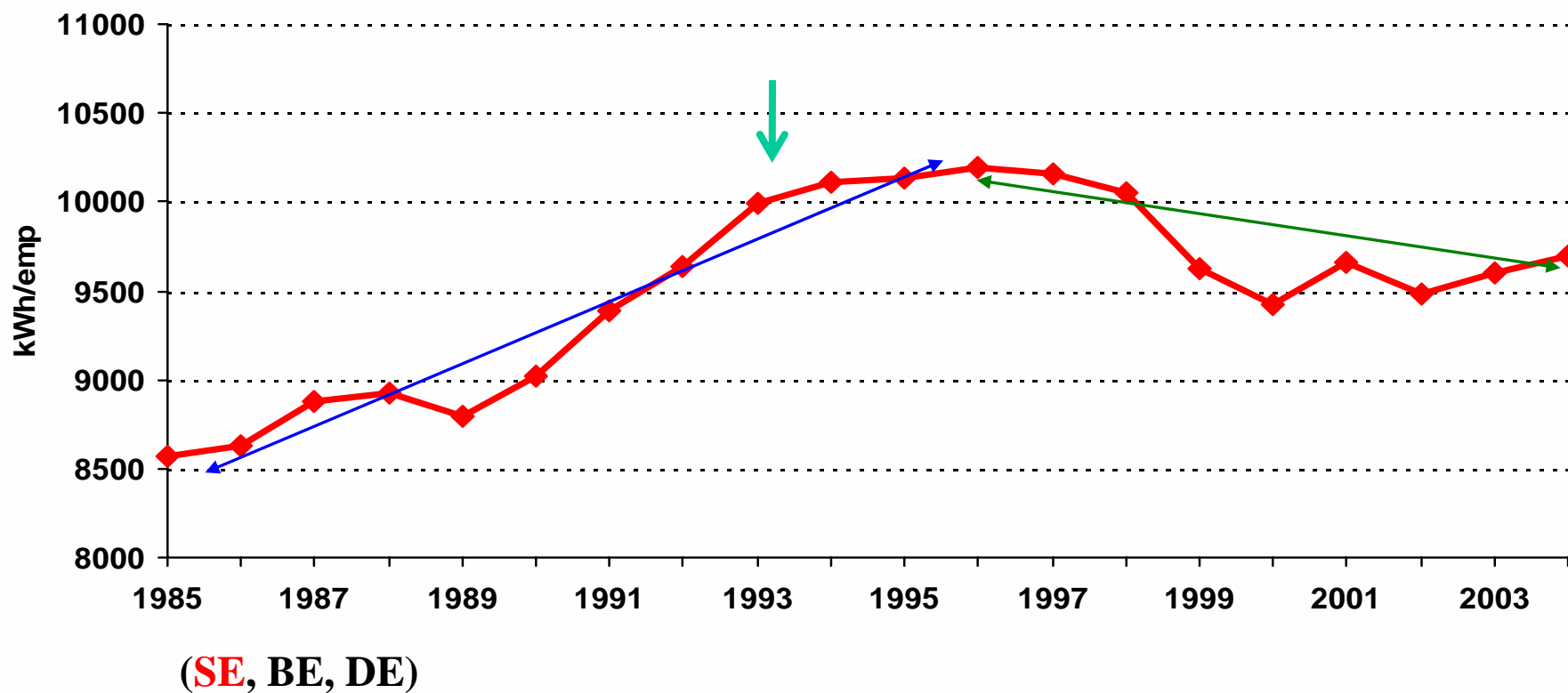
$$\ln(UC) = T \times t + A \times \ln(P) + K$$

- ✓ T: trend t: tempo
- ✓ A: price elasticity (<0) UC: Consumo unitario
- ✓ P: electricity price

➤ O efeito do preço não foi ainda validado pelos testes estatísticos, porque o preço da electricidade se tem mantido constante.

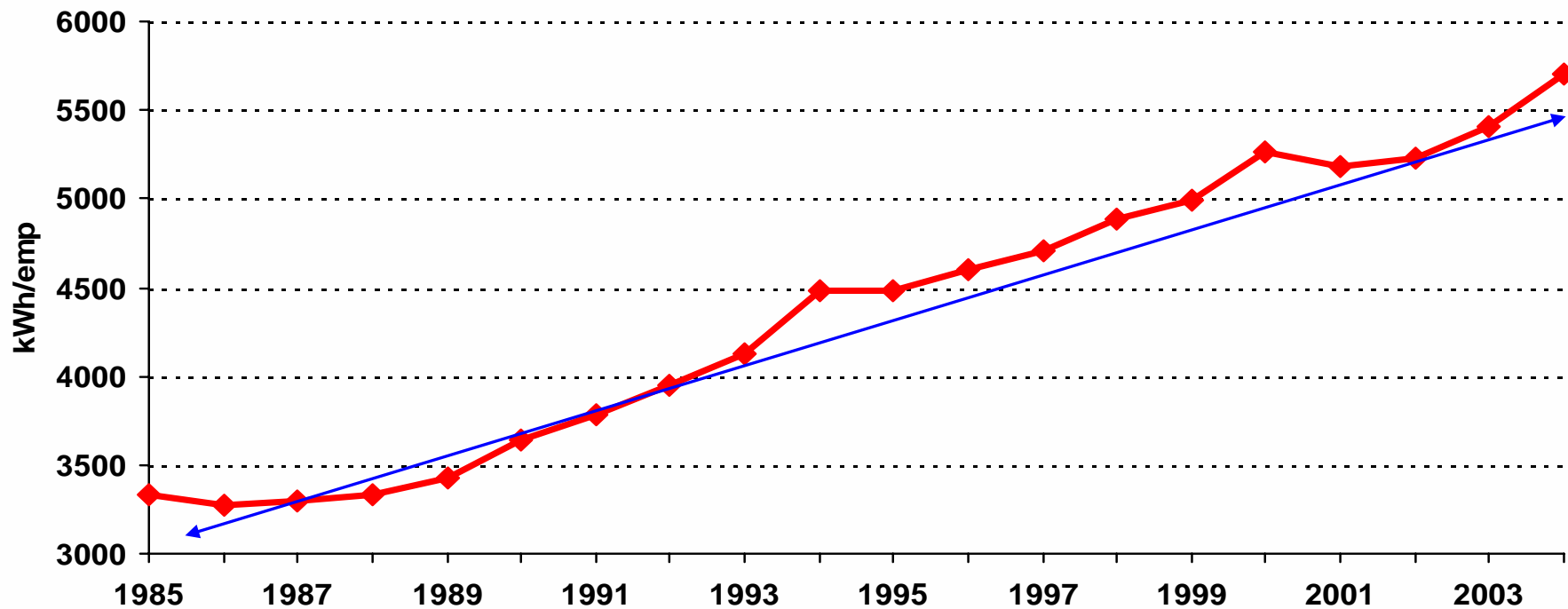
Países com medidas nacionais e um crescimento lento, estabilização ou mesmo diminuição do consumo unitário de electricidade após a implementação das medidas

- 1993: Implementação de acordos voluntários. Tendência (antes/após 93)? (Saturação do progresso tecnológico?)



Países com medidas nacionais e um crescimento estável do consumo unitário de electricidade, apesar das medidas

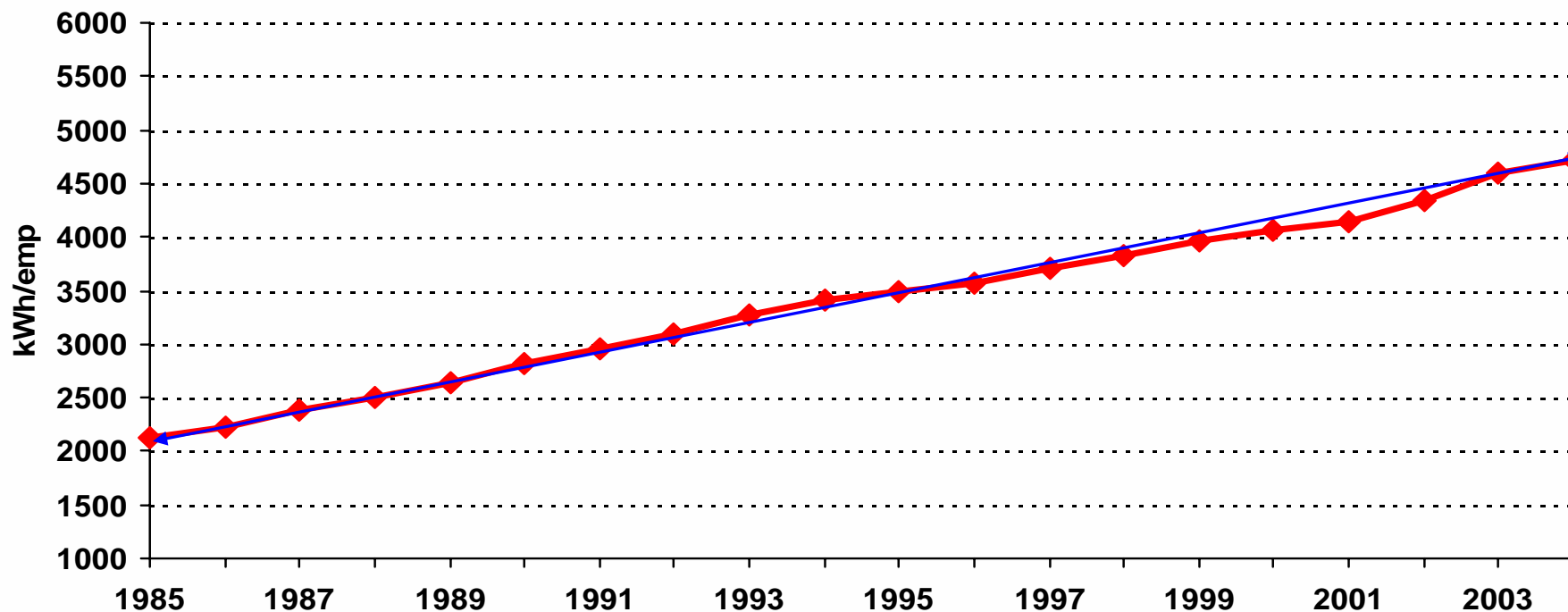
➤ Fácil de captar a tendência. O impacto das medidas não é muito visível → **medidas de baixo impacto** → qualquer desvio no futuro pode ser relacionado com as medidas.



(ES, FR, FI)

Países sem medidas nacionais e um crescimento estável do consumo unitário de electricidade

➤ Fácil captar a tendência → qualquer desvio comparado com a tendência no futuro, pode ser relacionado com as medidas

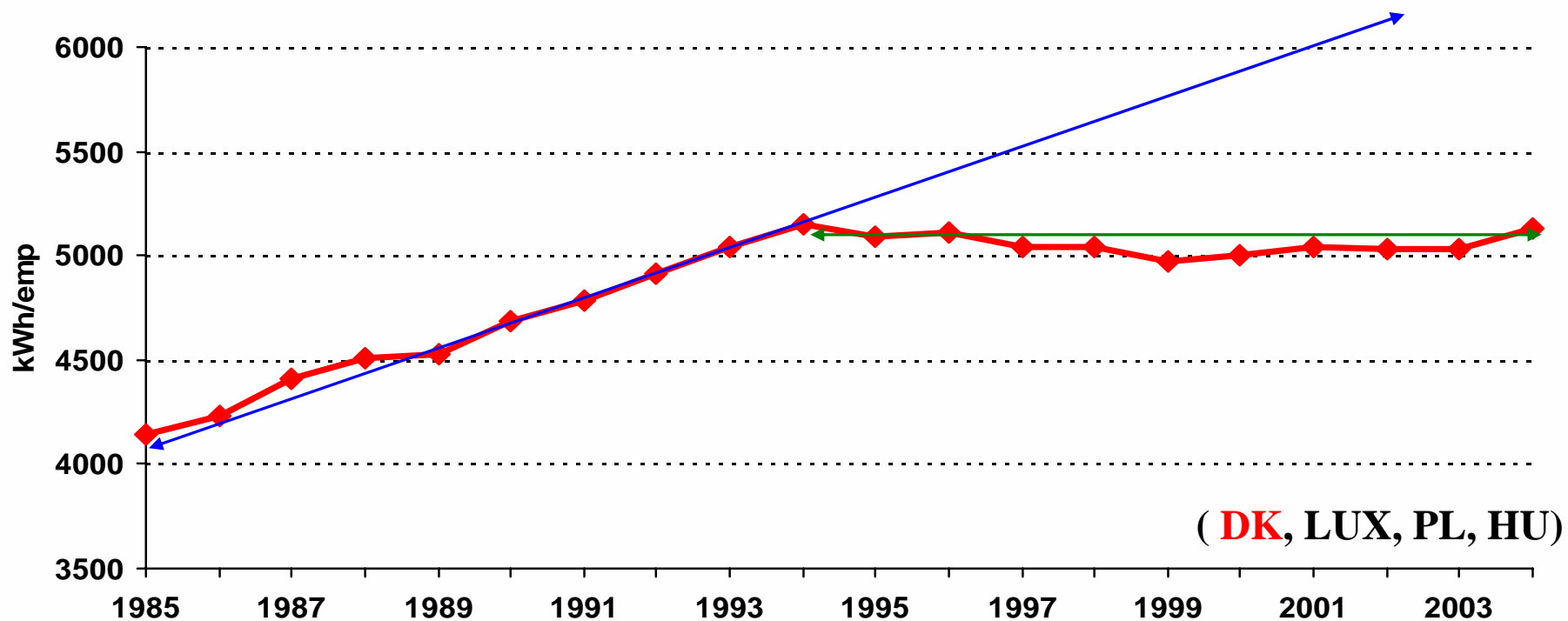


(IT, PT, AU, GR, NL, BU,CY, CZ, EST, EST, LT, LA, SL, SK)

Países com medidas nacionais e ruptura da tendência do consumo unitário de electricidade

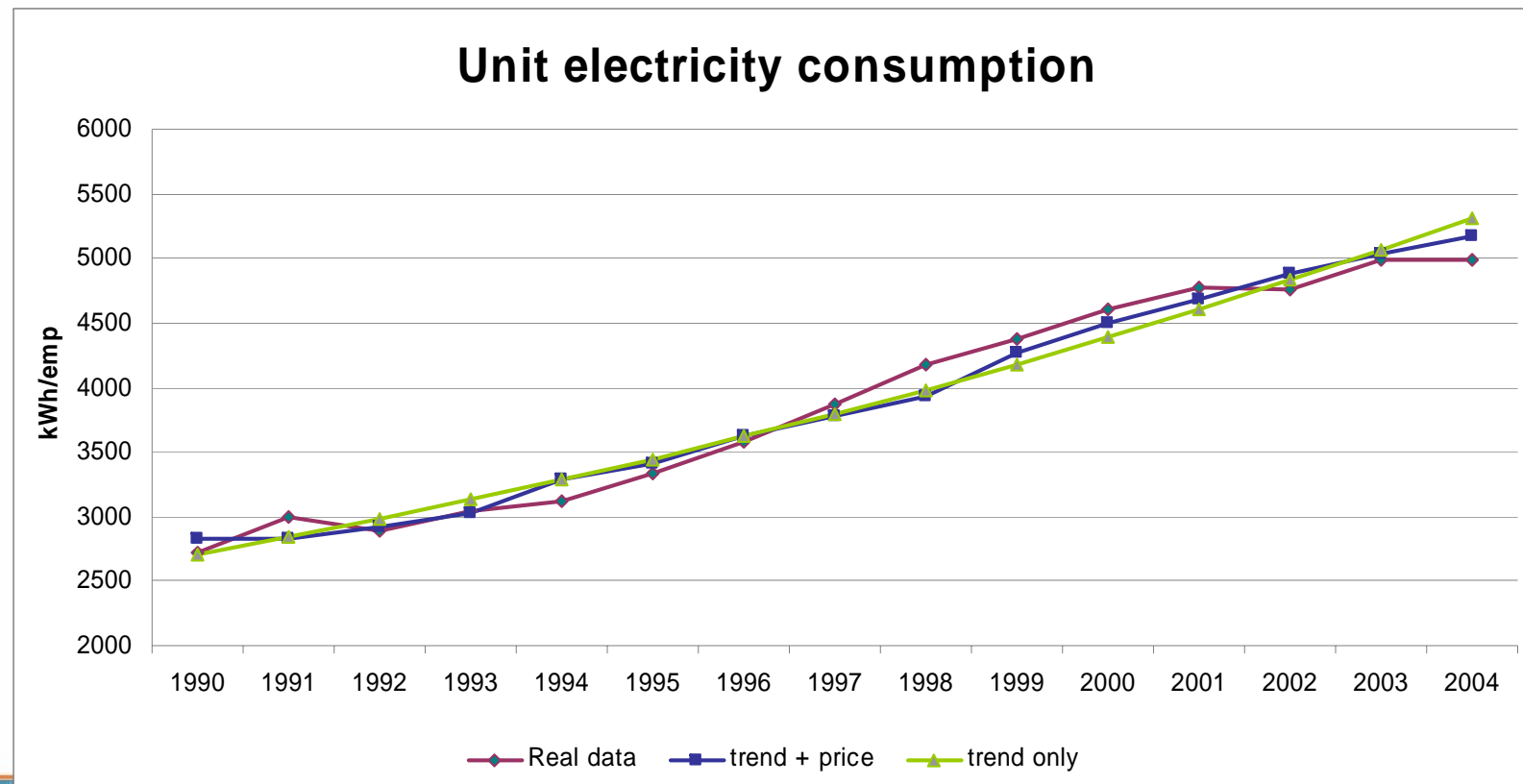
DK (DSM since 1995 and Elec. Saving Trust since 1996)

- Tendência para calcular as economias de energia?
 - ✓ 1985-1994
 - ✓ 1994-2004?
 - ✓ Or somewhere in between? (Saturação do progresso tecnológico?)



Modelização do Indicador (Consumo unitário de electricidade nos serviços) -> Portugal

- $\ln(UC) = 0.05 \times t + 7,86$ (regressão com a tendência, durante o período **1990-2004**)
- $\ln(UC) = 0,05 \times t - 0,62 \times \ln(P) + 9,5$ (regressão com tendência e preço, 1990-2004)
- O impacto do preço apenas é significativo quando os preços aumentam; Preços têm vindo a decrescer => este coeficiente não é significativo => considerar apenas o efeito da tendência para definir o Baseline.



Cálculo das Economias de Energia (ESD)

➤ Abordagem agregada

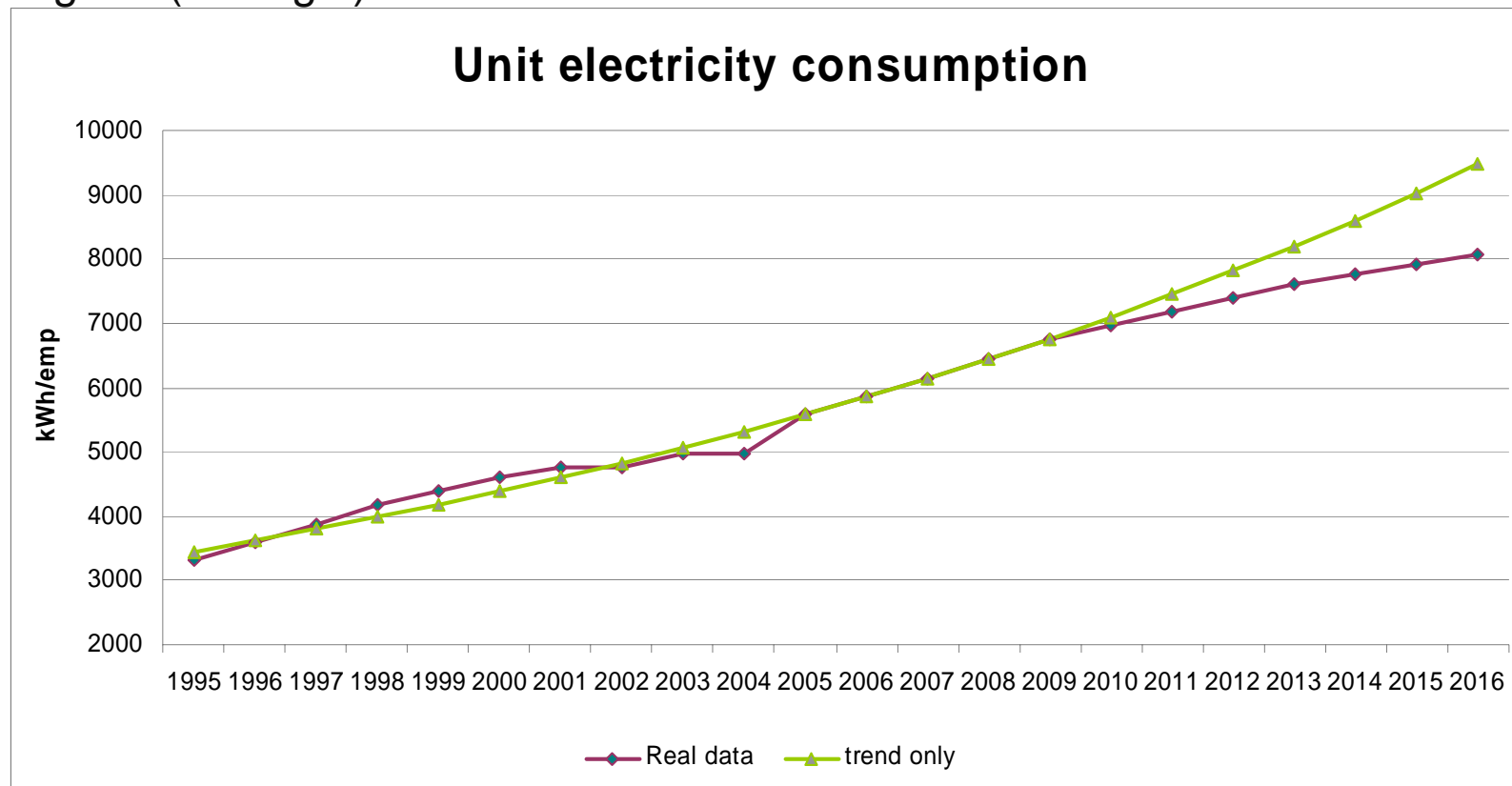
- **etapa 1** : Calculation of the trend-related electricity consumption per employee
- **etapa 2** : Calculation of the trend-related total electricity consumption
- **etapa 3** : ESD energy savings calculated by difference between the actual total electricity consumption and the trend-related total electricity consumption

➤ Abordagem Detalhada

- **etapa 1** : Calculation of the trend-related electricity consumption per employee for each activity subsector
- **etapa 2** : Calculation of the trend-related electricity consumption of each subsector
- **etapa 3** : Calculation of the trend-related total electricity consumption by summing the subsectors
- **etapa 4** : ESD energy savings calculated by difference between the actual total electricity consumption and the trend-related total electricity consumption

Economias de Energia ESD

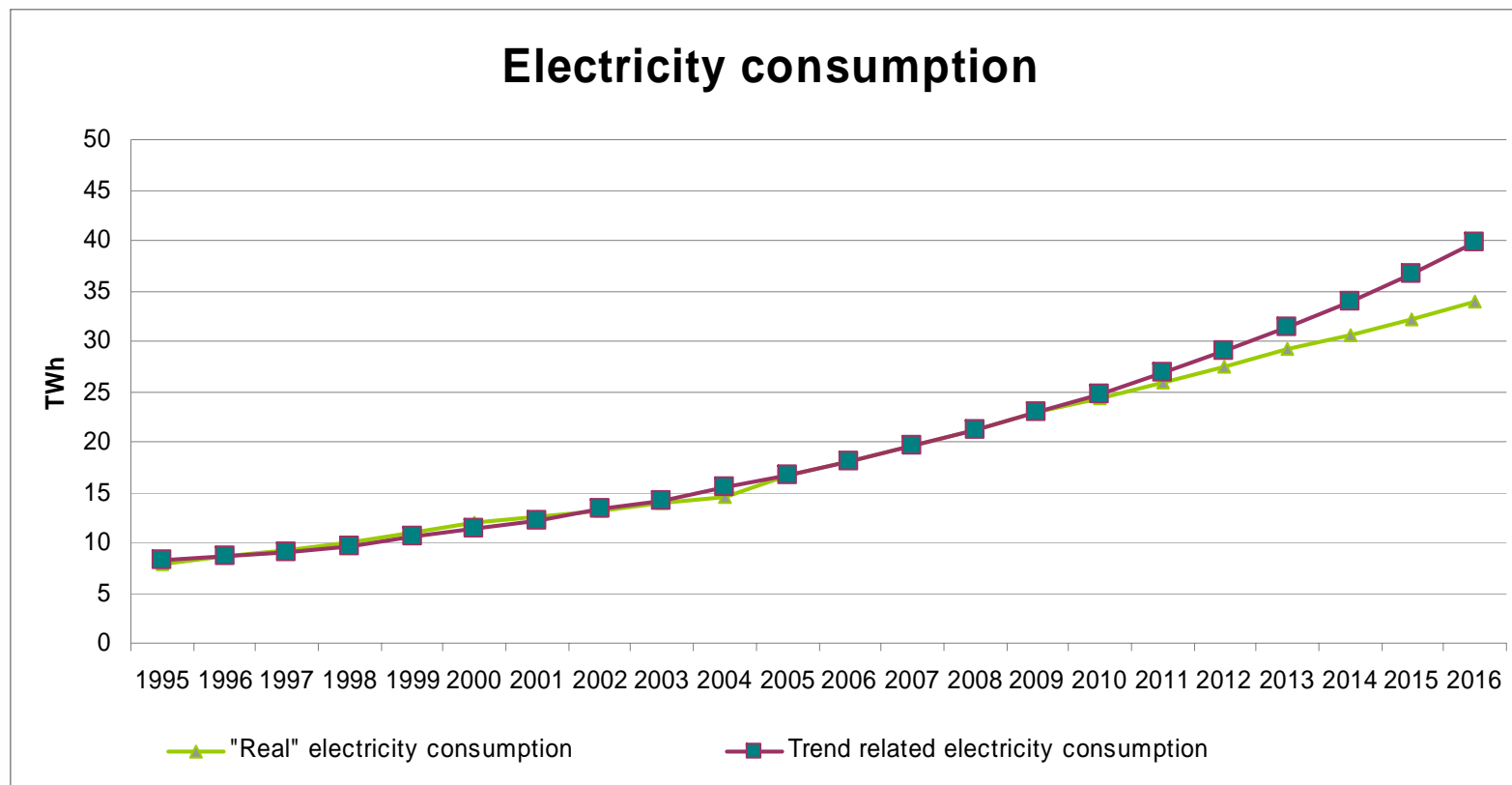
➤ **Etapa 1** : Calcular a evolução da tendência do consumo de electricidade por empregado (Portugal)



“Real” unit electricity consumption are obtained by assuming the implementation of a first policy in 2008 which slow down the increase of the unit electricity consumption from 2010

Cálculo das Economias de Energia (ESD)

- **Etapa 2** : Calcular a evolução da tendência do consumo total de electricidade
- **Etapa 3** : Economias de Energia (ESD) = Consumo “real” – consumo de electricidade de referência (tendência)



Conclusões

- A melhor abordagem TD: **método detalhado** , mas só pode ser usado em poucos países
- Difícil medir o efeito do preço da energia no cálculo das poupanças, os preços de electricidade não têm variado muito no passado
- Selecção da **baseline** para avaliar as economias de energia:
 - ✓ Tendência mais recente?
- O caso Português mostra que é preciso considerar uma curva logistica para estimar o consumo unitário de referência em 2016 (cerca de 9500 kWh/emp para o consumo unitário, sendo necessário considerar um nível de saturação).

Exemplos de Métodos Top Down (Cálculos Agregados)

Solar Térmico



ADEME



Método desenvolvido por:  Enerdata

Cálculo das Economias de Energia

Identificar e seleccionar os *indicadores* e as *variáveis* relevantes para estimar as poupanças de energia:

➤ **Indicador para medir as poupanças de energia:** Penetração de colectores solares, **stock instalado em m²**

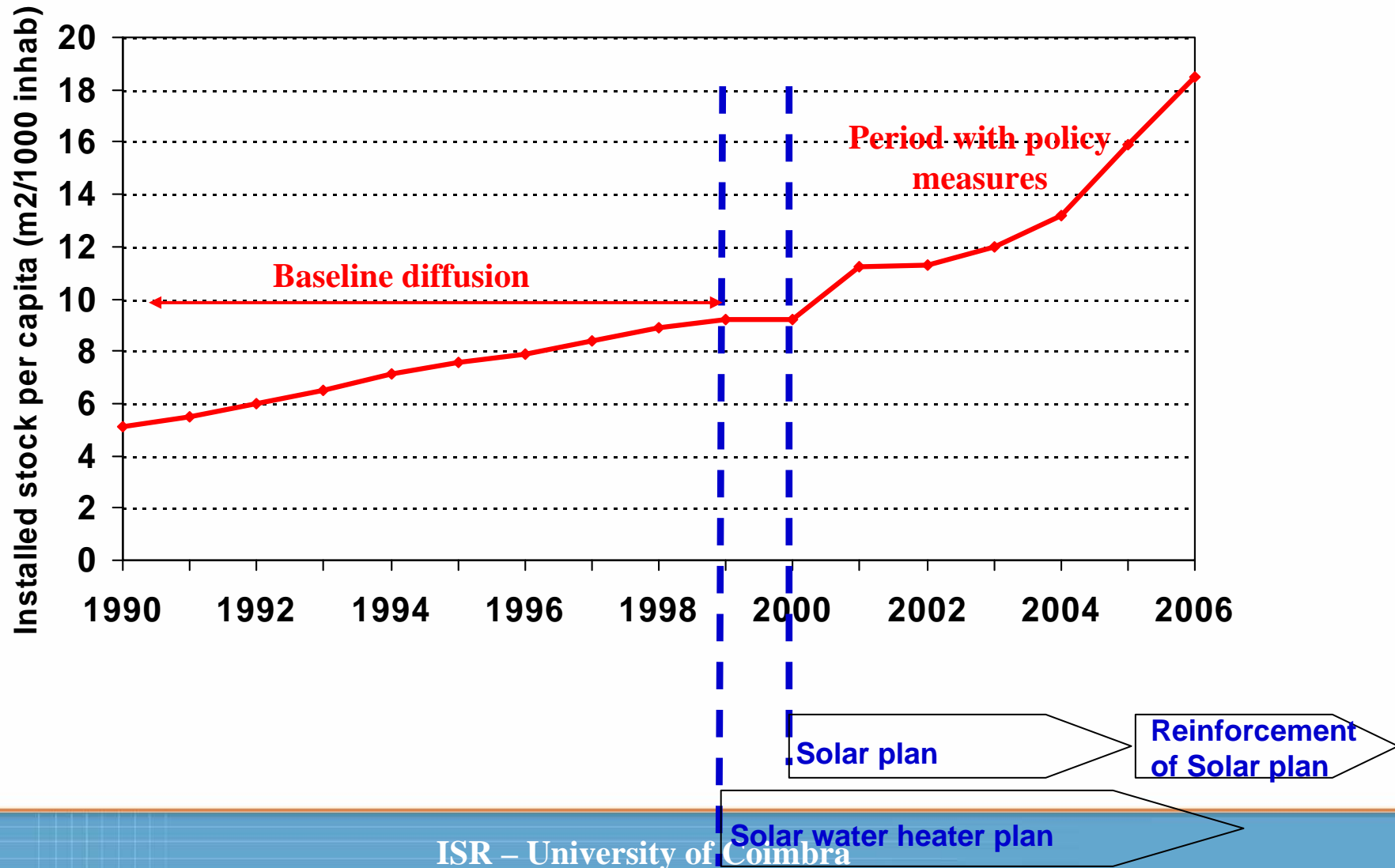
➤ **variáveis** que influenciam a penetração dos colectores solares:

- Evolução tecnológica
 - preço da energia
 - Custo dos colectores solares
 - Políticas de incentivo à eficiência energética (e.g., subsídios, créditos fiscais)
- } **Definem o baseline**

➤ Na prática, tendo em conta os dados disponíveis, a penetração dos colectores solares (*baseline*), na ausência de políticas, pode ser modelizada com duas variáveis:

- Tempo necessário para obter a evolução tecnológica
- Preço médio da energia para aquecimento de água, que permite medir o impacto do preço da energia nesta medida

Exemplo: Caso de França



Modelização do *baseline diffusion* (referência)

Identificar em cada país o período que nos permite definir a tendência

- **Captar a tendência e o efeito do preço =>** regressão, durante um período em que as políticas de incentivo foram desprezáveis ou tiveram um impacto reduzido.
- A evolução tecnológica e a **elasticidade** do preço são calculadas durante esse período através de regressão com duas variáveis:
 - Tempo para captar a evolução tecnológica
 - preço médio da energia, que permite medir o impacto do preço

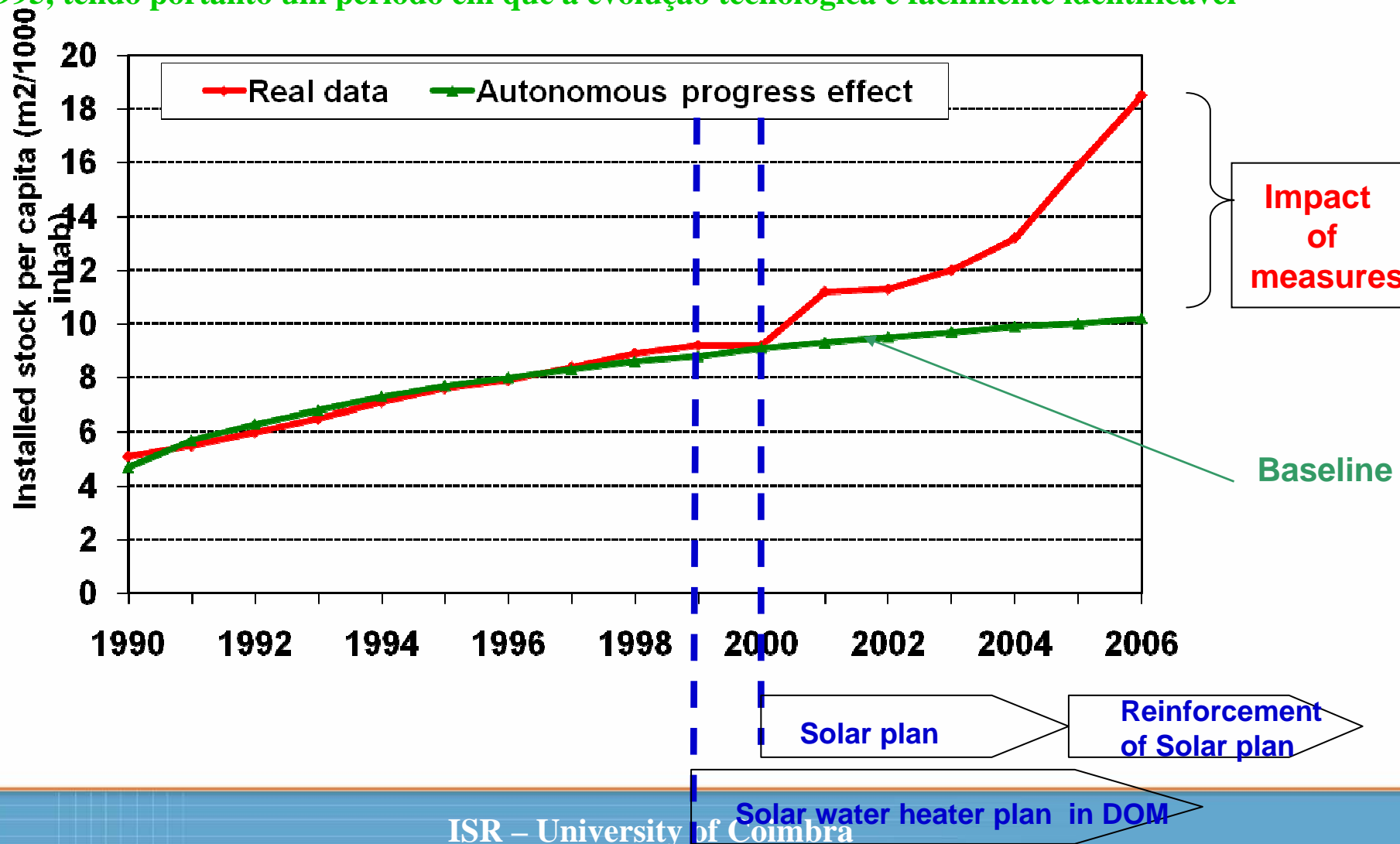
$$\ln (IC) = T \times \ln (t) + A \times \ln (P) + K$$

- ✓ T: tendência IC: Installed Collectors
- ✓ A: elasticidade (>0 com o aumento do preço, a penetração de painéis solares deve aumentar)
- ✓ P: preço da energia

- O efeito do preço não foi validado pelos testes estatísticos ou não é relevante do ponto de vista económico (a elasticidade do preço é positiva, em vez de negativa
→ pode ser desprezável para definir o baseline.

Exemplo para França: modelizar o baseline

Exemplo de um *Policy Pushed Market*: países onde foram implementadas políticas de incentivo após 1995, tendo portanto um período em que a evolução tecnológica é facilmente identificável



- **“Policy pushed markets”**: países onde foram implementadas políticas depois de 1995, e portanto há um período sem políticas bem visível que permite determinar a tendência: 1990-2000 (há um rápido take off a partir de um determinado ano)
 - **FR, BE, IT, FI, IR, NL, SP, UK, HU, SW, PT**

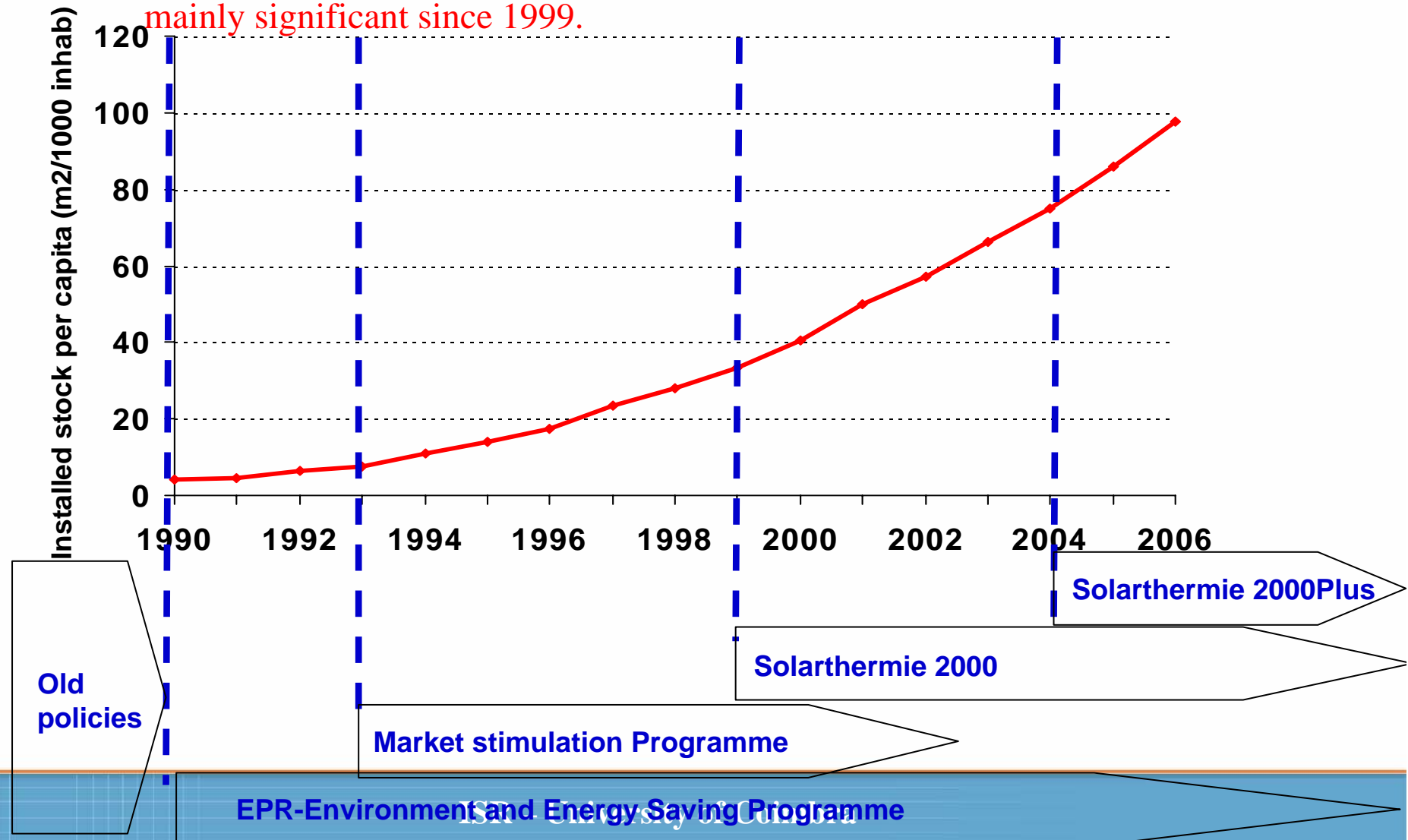
- **“New Markets”**: Políticas implementadas muito recentemente, situação semelhante à de cima mas a penetração começou a zero nos anos anteriores.
 - **Novos países membros**

- **“Mature markets”** : Países já com uma elevada penetração de painéis solares, resultado de políticas antigas implementadas antes de 1995. A autonomous trend é difícil de definir: o que é tendência e o que é resultado da política?....
 - **DE, AU, CY, GR, SL, DK**

Caso de um *Mature Market*: Germany

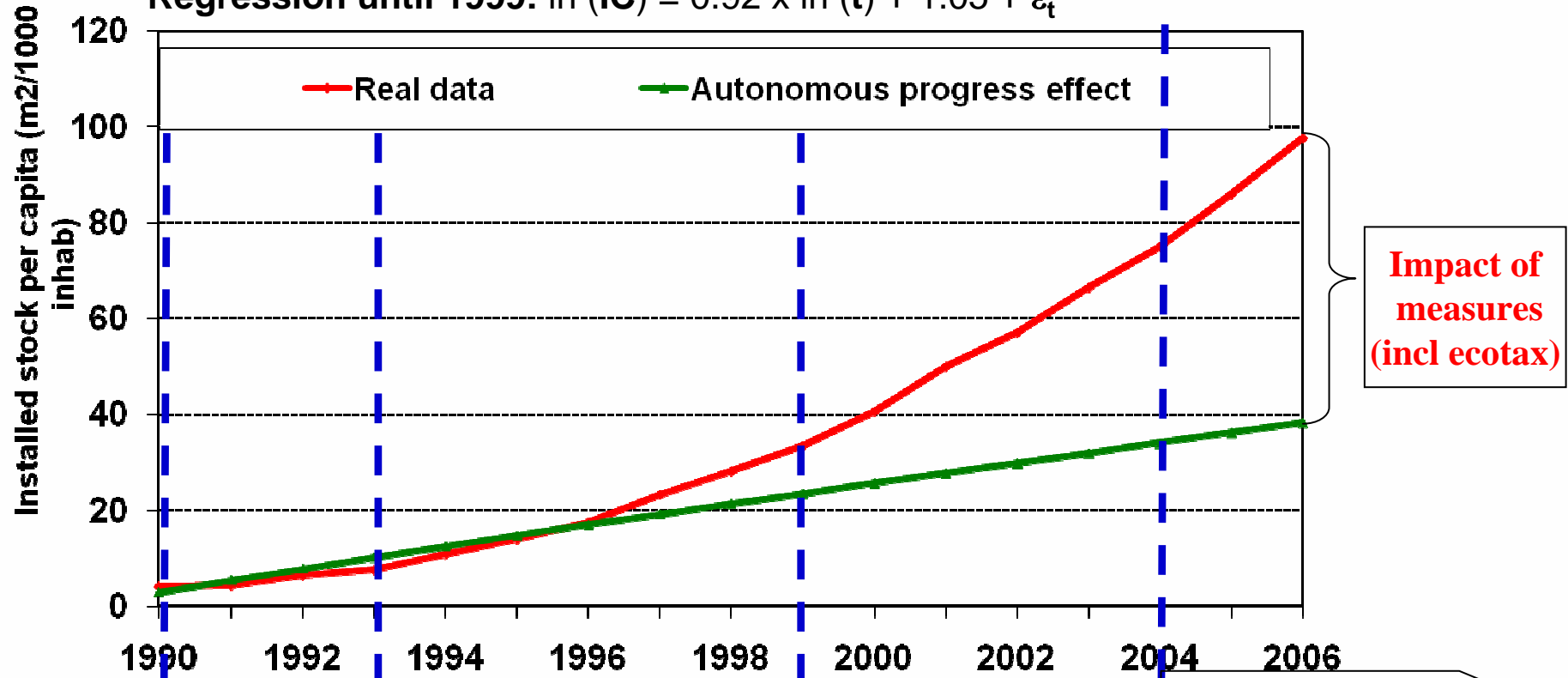
Historical development

Several policies implemented for solar water heaters (1993, 1995, 1999), plus ecological tax in 1999. Over which period do we do the regression? The diffusion mainly significant since 1999.



Example of Germany: modelling of the baseline

Regression until 1999: $\ln(IC) = 0.92 \times \ln(t) + 1.05 + \varepsilon_t$



Impact of measures (incl ecotax)

Old policies

Market stimulation Programme

Solarthermie 2000

Solarthermie 2000Plus

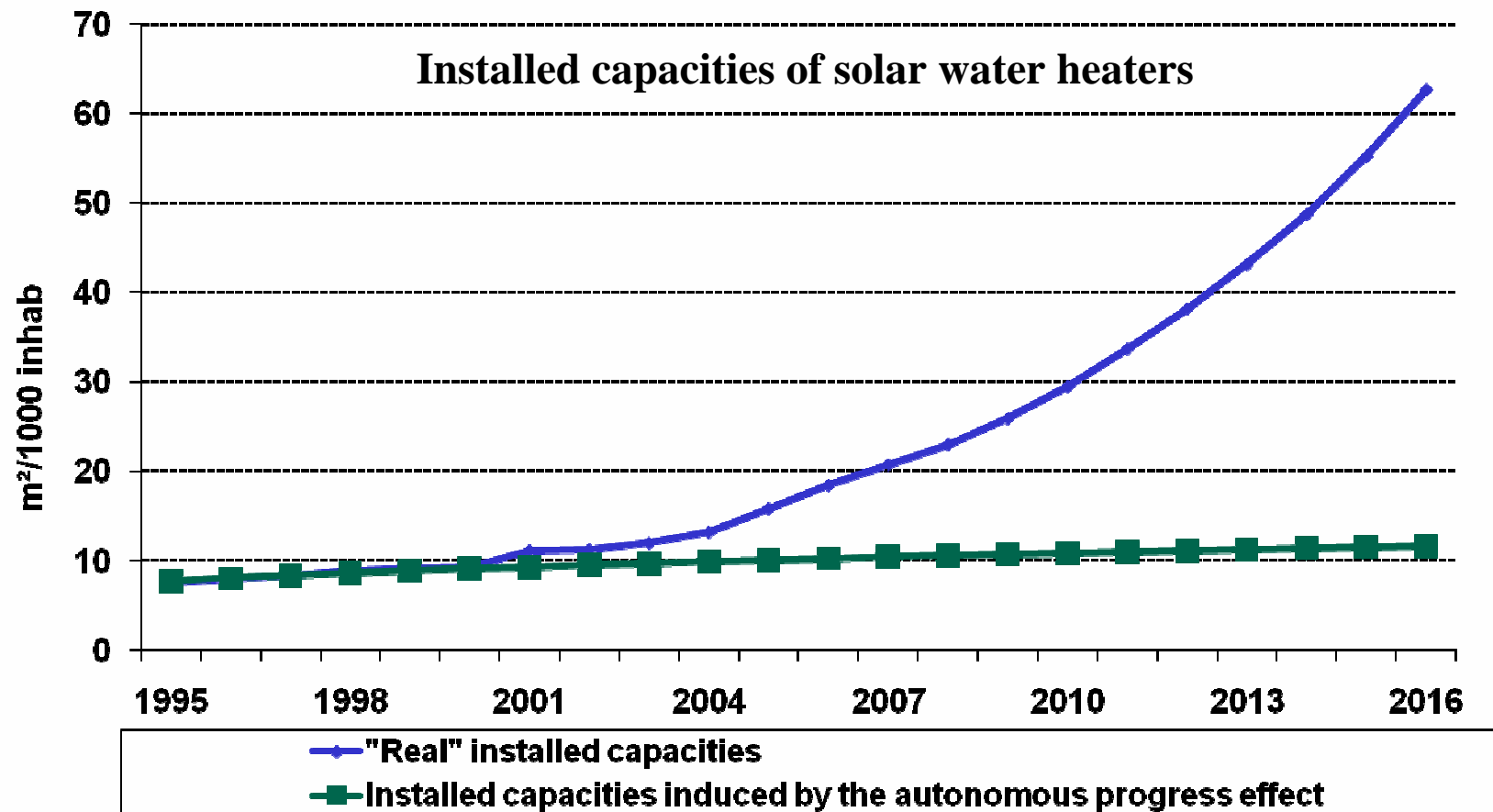
EPR-Environment and Energy Saving Programme

Cálculo das poupanças (ESD Energy Savings)

- **etapa 1** : Com base em análise econométrica (regressão) estimar a evolução da capacidade instalada (tendência específica de cada país)
- **etapa 2** : Calcular as poupanças totais, multiplicando o número de m2 instalados por um valor de poupança por m2, que é específico para cada país
- **etapa 3** : A poupança é dada pela diferença entre a poupança total e a poupança dada pela curva da tendência.

Cálculo das Poupanças de Energia (exemplo)

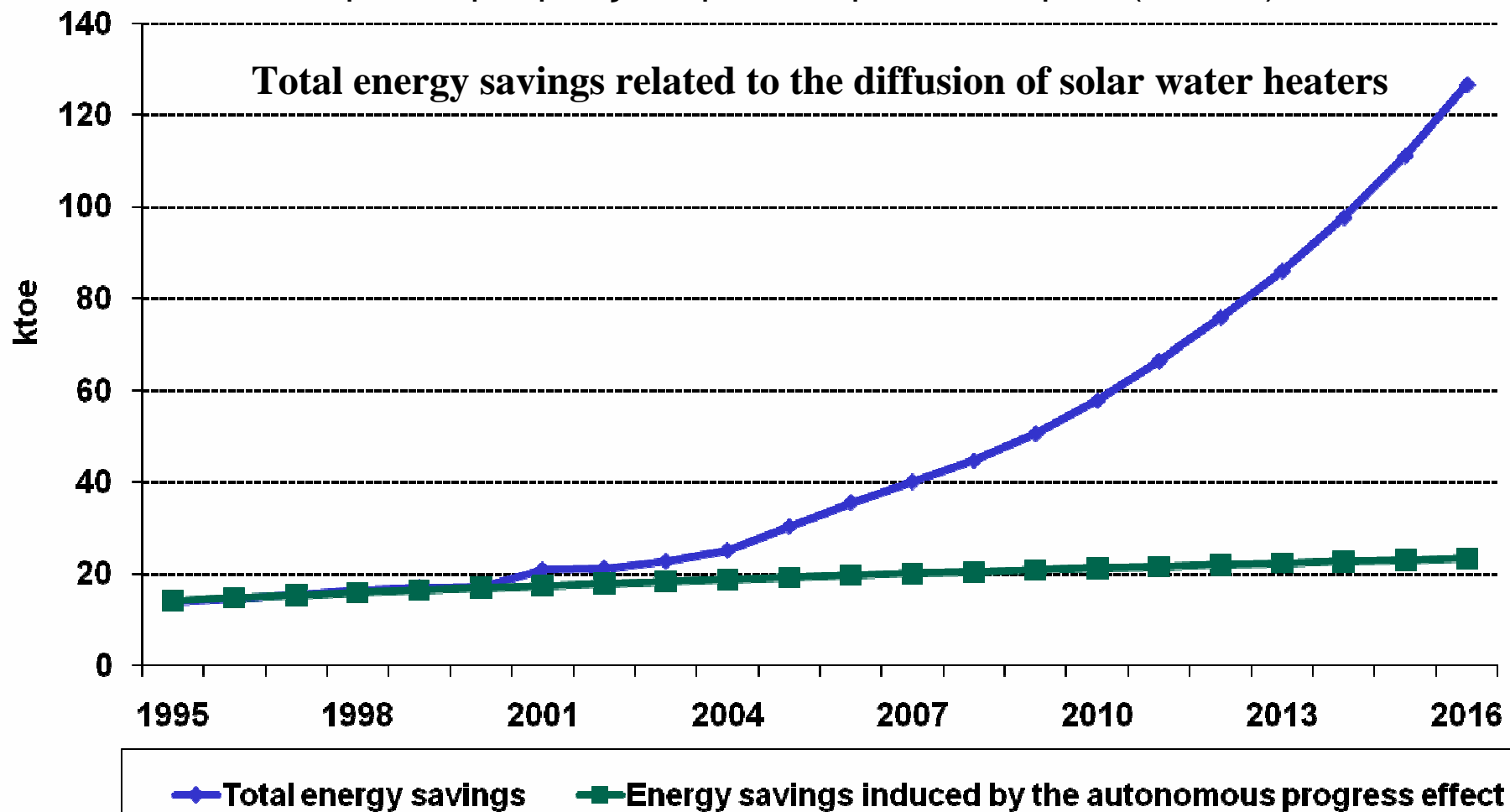
➤ **etapa 1** : estimativa da evolução da capacidade instalada induzida pela evolução tecnológica



A capacidade instalada (real) é obtida assumindo o mesmo ritmo de crescimento do período 2001-2006

Cálculo das Poupanças (ESD) (exemplo)

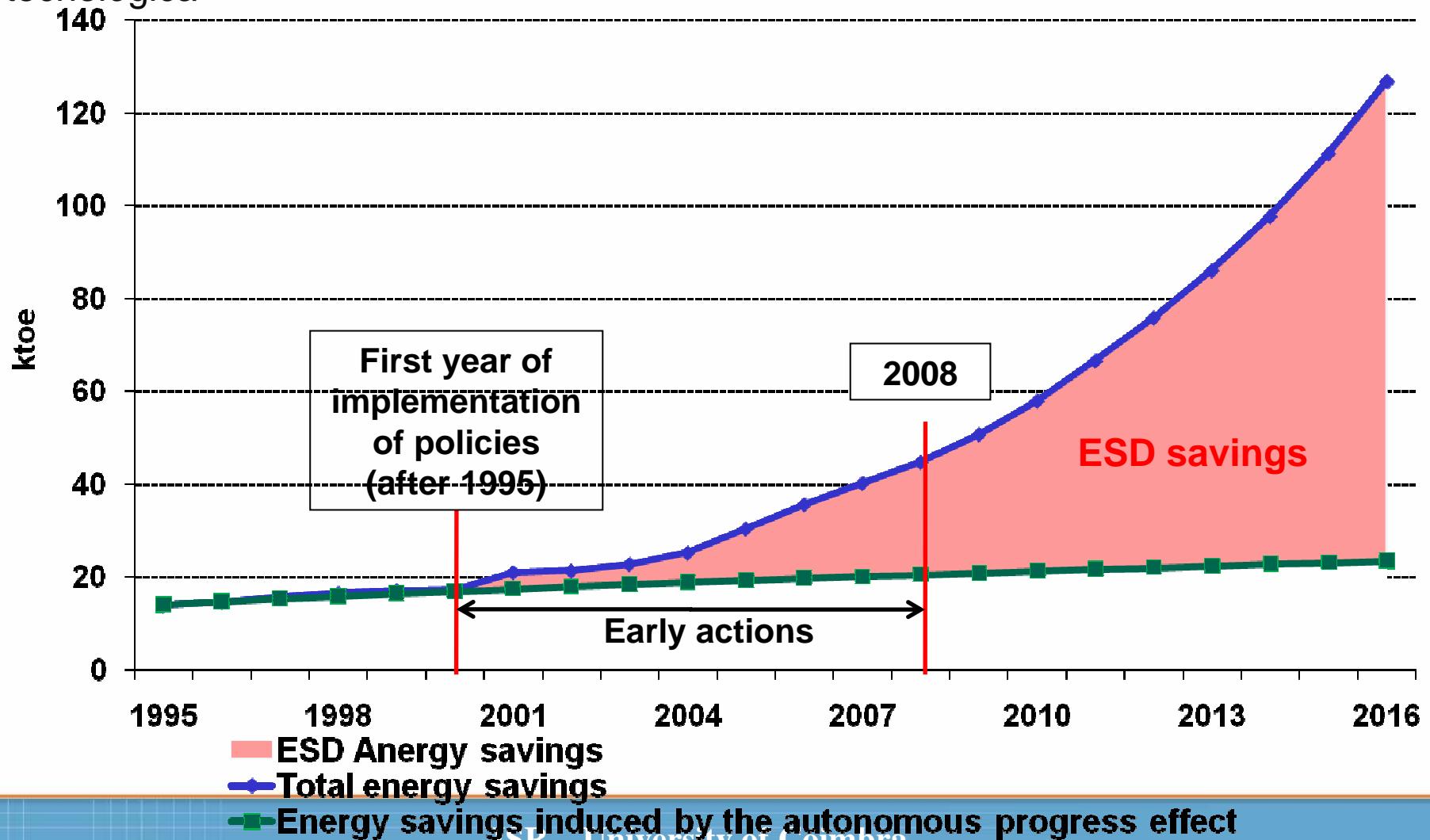
➤ **etapa 2** : Cálculo das poupanças, a partir da área de painéis instalados, m², vezes o valor de referência para a poupança específica para cada país (toe/m²)



“toe/m²” – energia útil fornecida pela energia solar

Cálculo das Poupanças (ESD) (exemplo)

➤ **etapa 3** : Poupança ESD = Poupança total – Poupança devido à evolução tecnológica



Conclusões

- Definição da tendência ou *baseline*:
 - ✓ fácil para países com rápido arranque (*take off*) devido à implementação de medidas (“Policy Pushed Markets”)
 - ✓ difícil em países com um mercado maduro

- Com base nas análises econométricas feitas, o papel do **preço da energia não é relevante**:
 - ✓ a qualidade da estimativa da elasticidade do preço da energia é questionável uma vez que consideramos **um período para a regressão curto**, durante o qual **o preço não variou**
 - ✓ Assim o efeito do preço parece ser desprezável

- Necessário obter um coeficiente específico para cada país representativo da radiação solar (koe/m² or kWh/m² do painel solar)