

Eficiencia energética,

***un camino sustentable hacia el
autoabastecimiento***

S. Gil

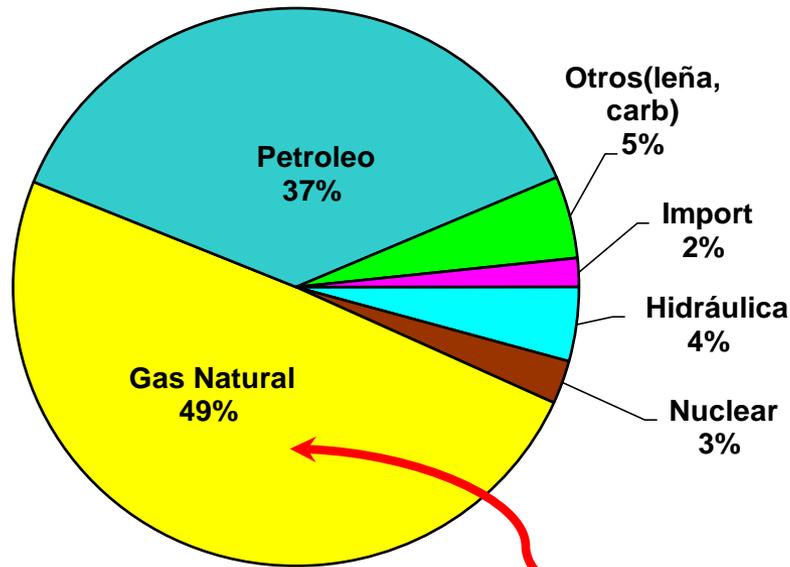
UNSAM - ENARGAS

Eficiencia energética, *un camino sustentable hacia el autoabastecimiento*

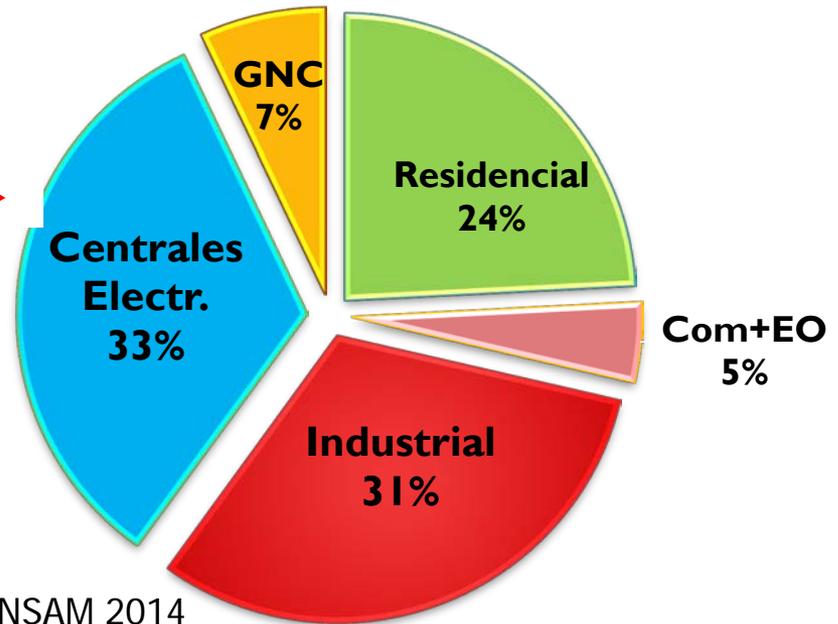
- + El gas en Argentina**
- + Uso eficiente de la energía y el gas en Argentina – Residencial+Com.+Ofic.**
- + Calentamiento de agua**
- + Etiquetado y equipos híbridos**
- + Calefacción de interiores-Termostatos**
- + Conclusiones**

Consumo de Gas Natural

Producción de Energía Primaria Año=2009

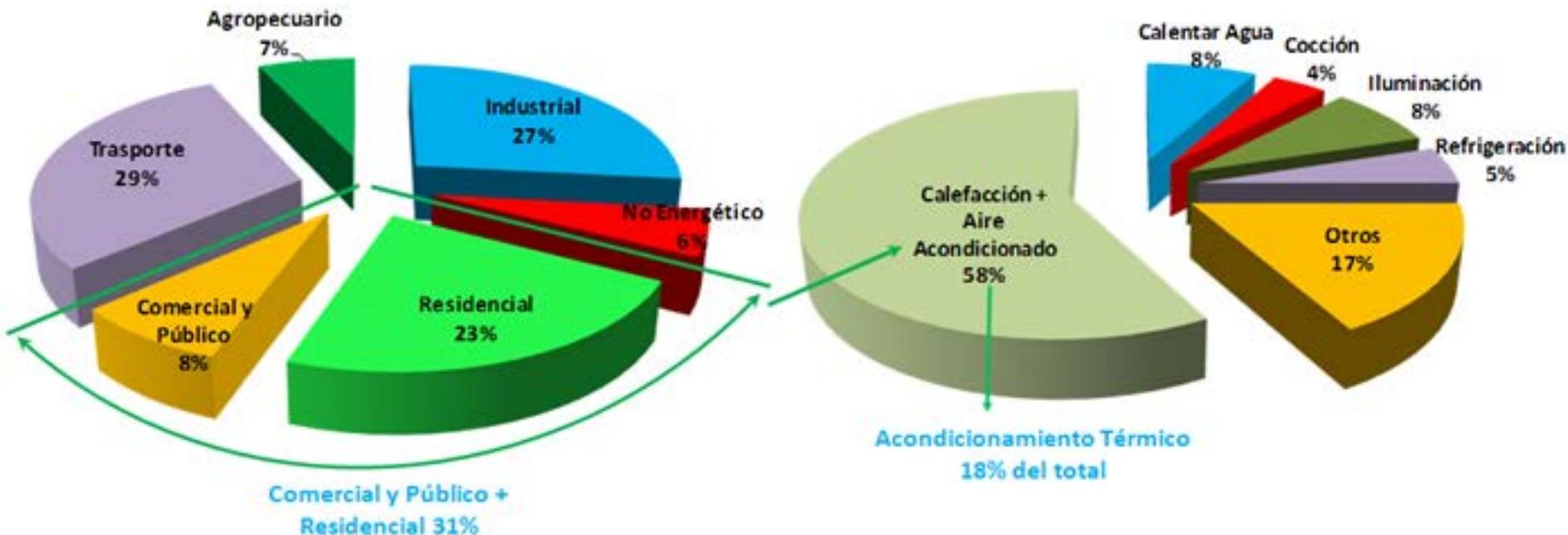


Consumo de Gas Nat - Año=2009



El Gas Natural es el principal insumo de nuestra matriz energética con una participación cercana al 50%

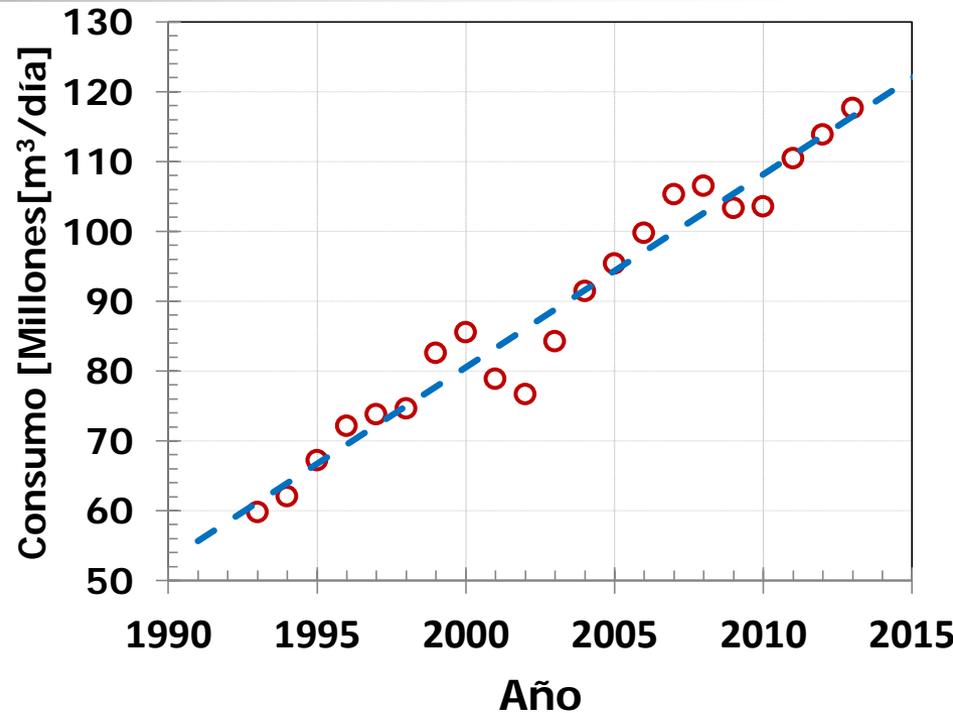
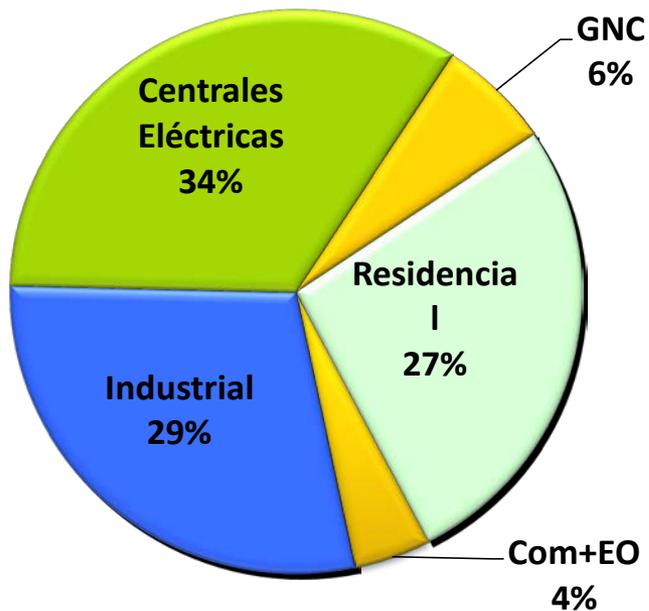
Acondicionamiento térmico de interiores



Aproximadamente el **18%** (igual 58% del 31%) del total de la energía se utiliza en acondicionamiento térmico de ambientes (calefacción y aire acondicionado).

Consumo de gas en Argentina

Consumo de gas natural - Año=2013

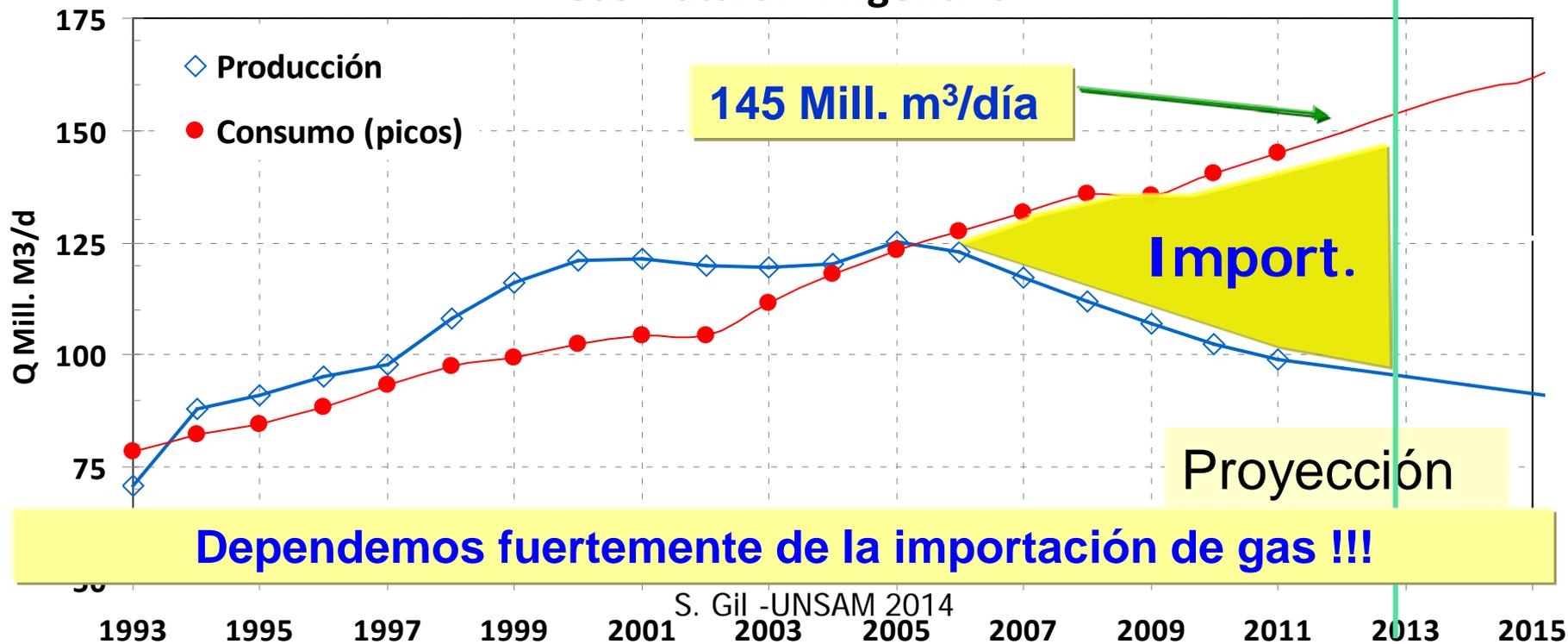


Crecimiento $\approx 3\%$ cada ≈ 20 años se duplica

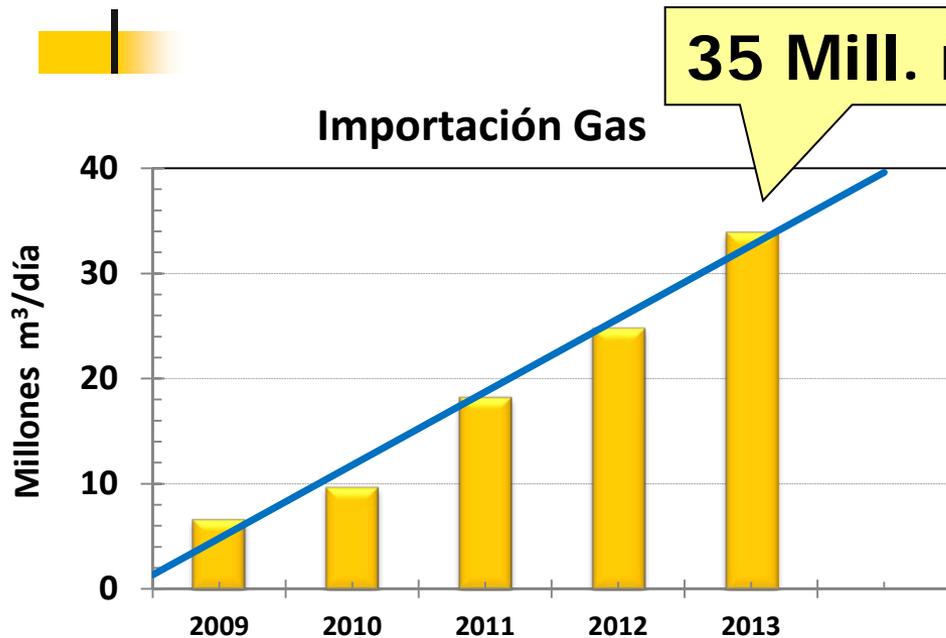
Consumo de gas natural (GN)

En aproximadamente 14 años duplicamos nuestro consumo de GN

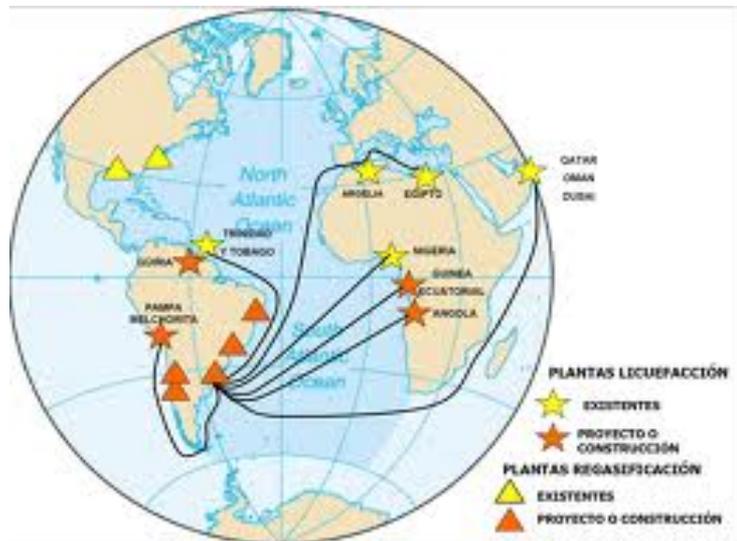
Gas Natural - Argentina



Importaciones de Gas



Importación Gas



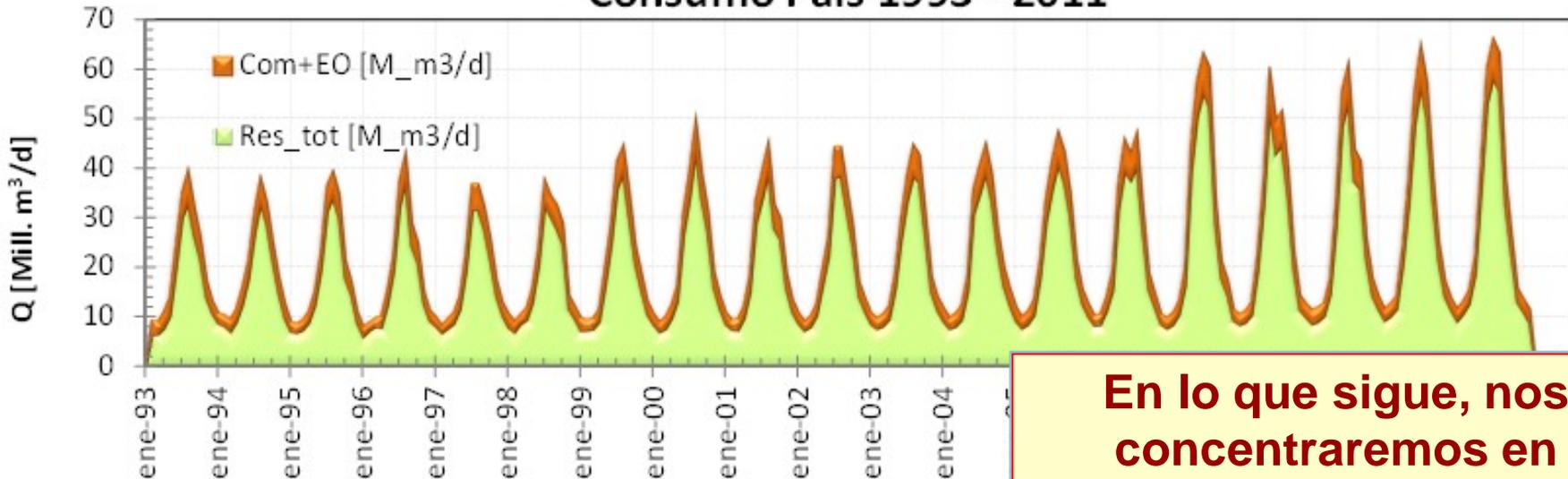
S.



Características del consumo

Residencial, Comercial y Oficial - RA

Consumo País 1993 - 2011

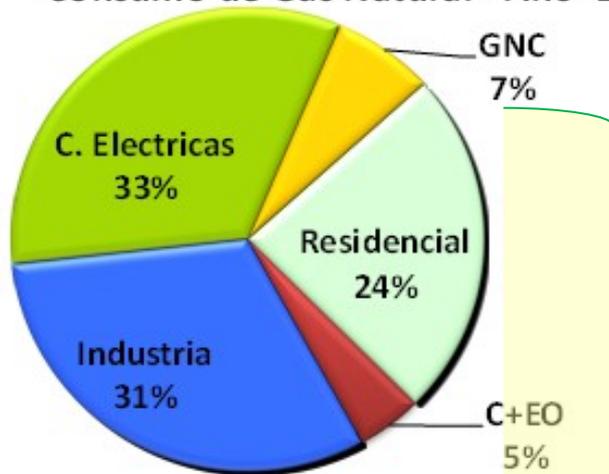


En lo que sigue, nos concentraremos en

Consumos Termo-dependientes

- ✓ Residencial
- ✓ Comercial
- ✓ Entes Oficiales

Consumo de Gas Natural - Año=2011

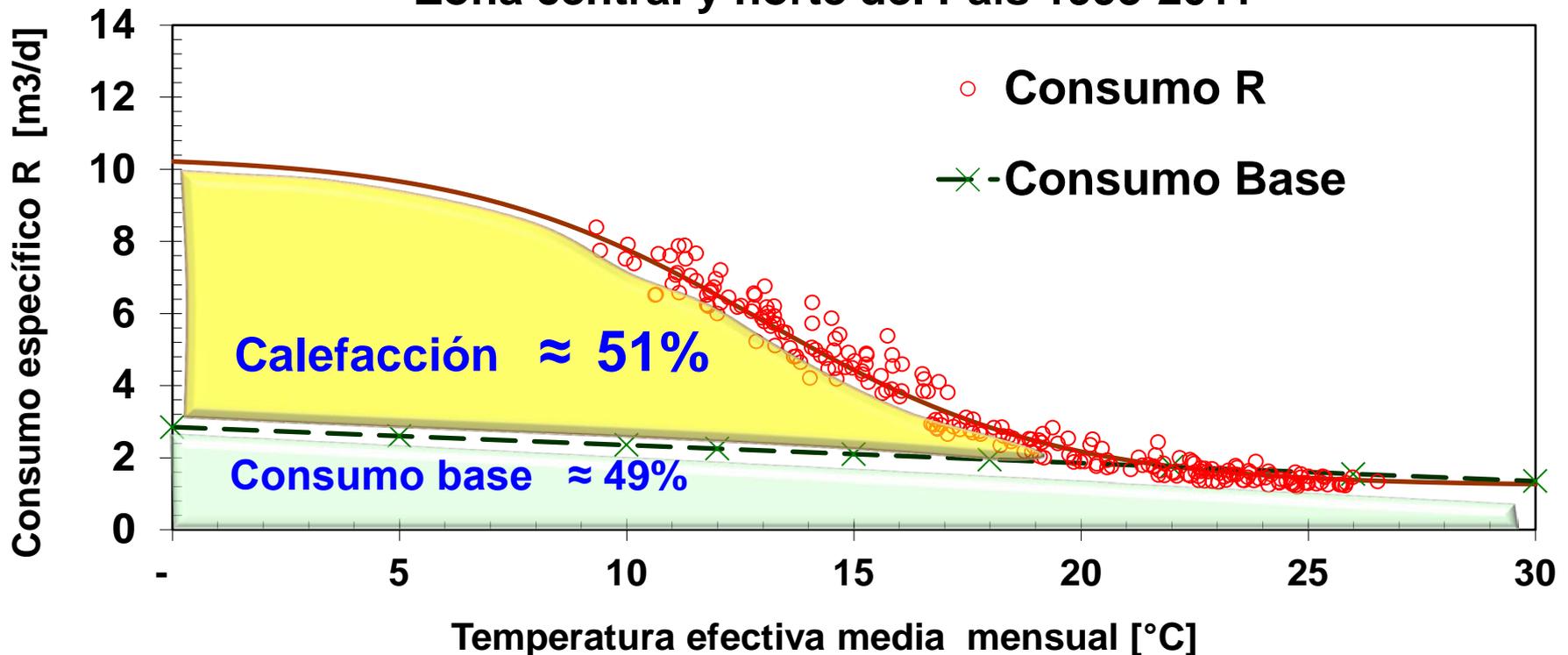


30% del consumo de gas

Características del consumo Residencial (R)

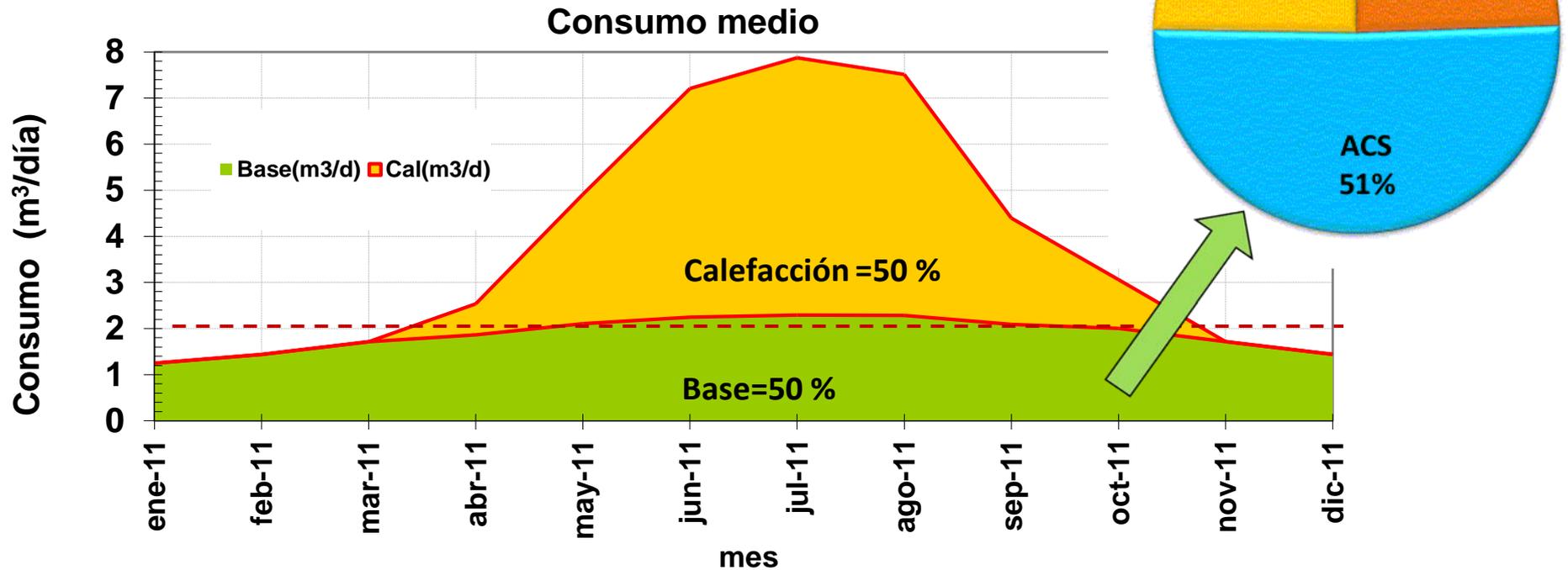
Consumo específico El consumo (R) diario por usuario, tiene un comportamiento muy similar y regular en casi todo el país. **51%** calefacción y **(49%)** es el consumo base.

Zona central y norte del País 1993-2011

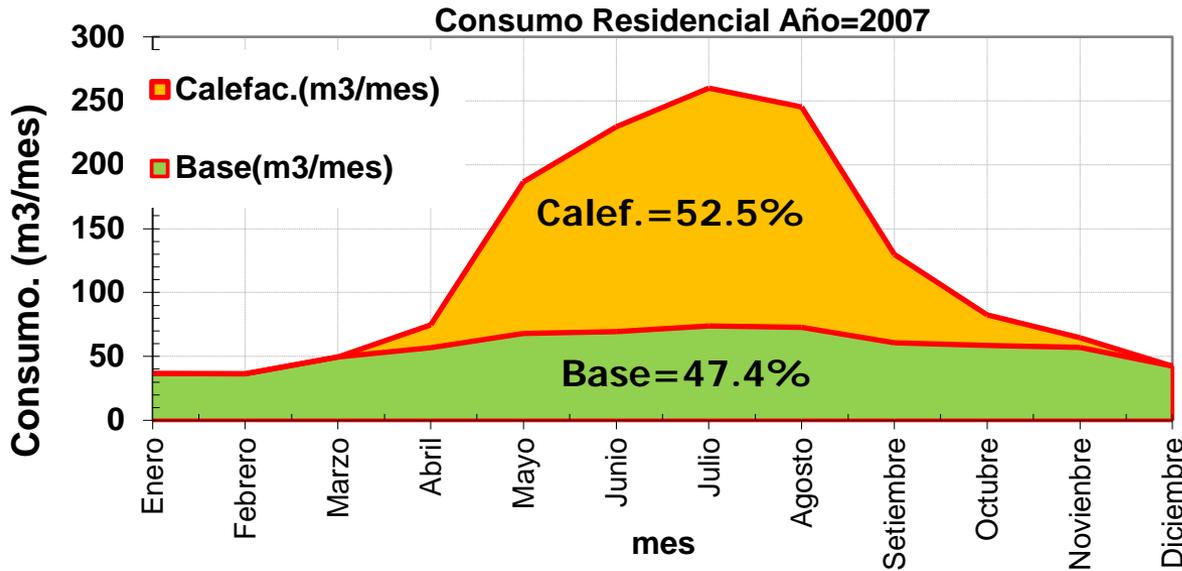


Consumo residencial de gas natural

Consumo Base=2.0 [m3]



Consumo de gas residencial



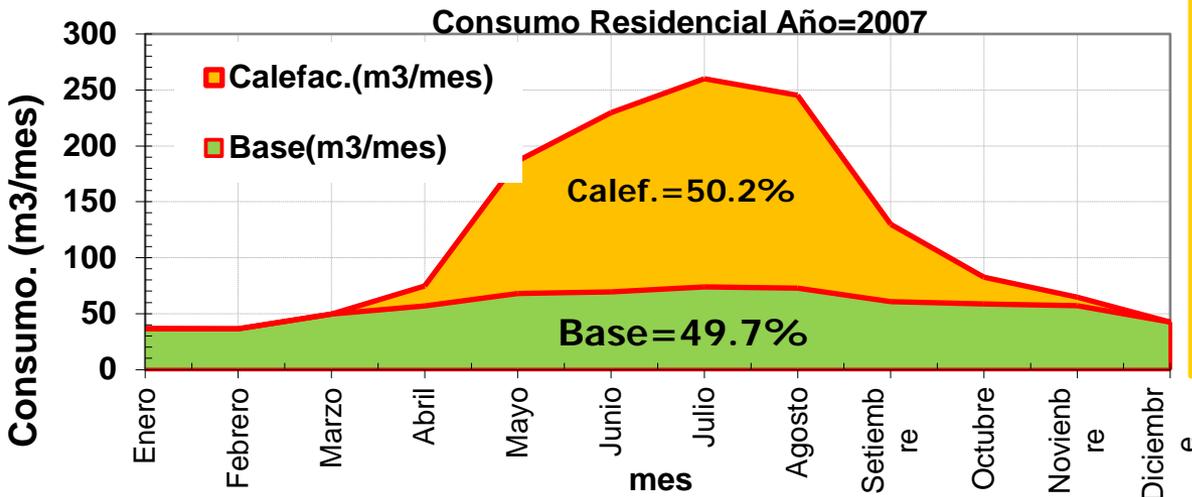
Aproximadamente
Consumo
Calefacción 52%

Calentamiento de
agua y cocción

47% =

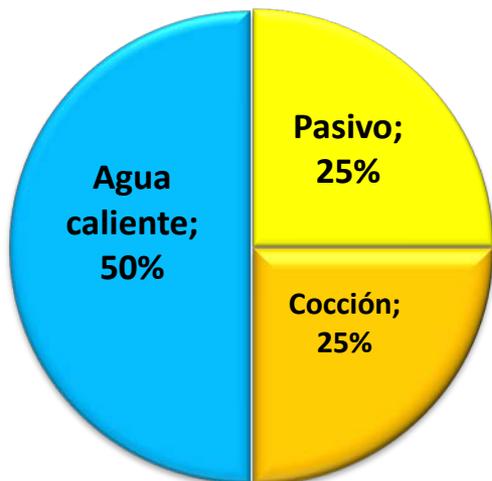
Consumo base

≈ 2 m³/día



Consumo base

Consumo base 2 m³/día



Base	2 m ³
Cocción	0,5 m ³
Calentamiento Agua	1 m ³
Cons. Pasivo (Piloto)	0,5 m ³

Usuarios de Gas Natural

7.7 millones

3.5 millones

11 millones

Comparable la energía que Atucha 1+Embase

O 1/4 de las Importaciones

= 5.5 Millones de m³ (Eq.)/día = 2,3 GW_T ≈ 1,2 GWe

NAG 313 – Los consumos pasivos están incluidos

$$\eta_{glob} = \frac{Q_{agua} (kcal)}{Q_{gas}^{(glob)} (kcal)}$$

$$Q_{gas}^{(glob)} = Q_{gas}^{(equipo)} + Q_{Piloto}$$

$$\eta_{equi} = \frac{Q_{agua}}{Q_{gas}^{equi}} = \frac{C_{agua} \cdot m_{agua} \cdot \Delta T}{H_{gas} \cdot V_{gas}}$$

$$\eta_{glob} = \eta_{equi} \cdot \frac{1}{1 + Q_{pil} / Q_{gas}^{equi}}$$

η_0 = Eficiencia asociada al quemador solamente (**convencional**)

η_{Glob} = **Eficiencia global** asociada al quemador y el piloto

Esta expresión relaciona ambas eficiencias y es lo que se intenta validar experimentalmente a través de ensayos.

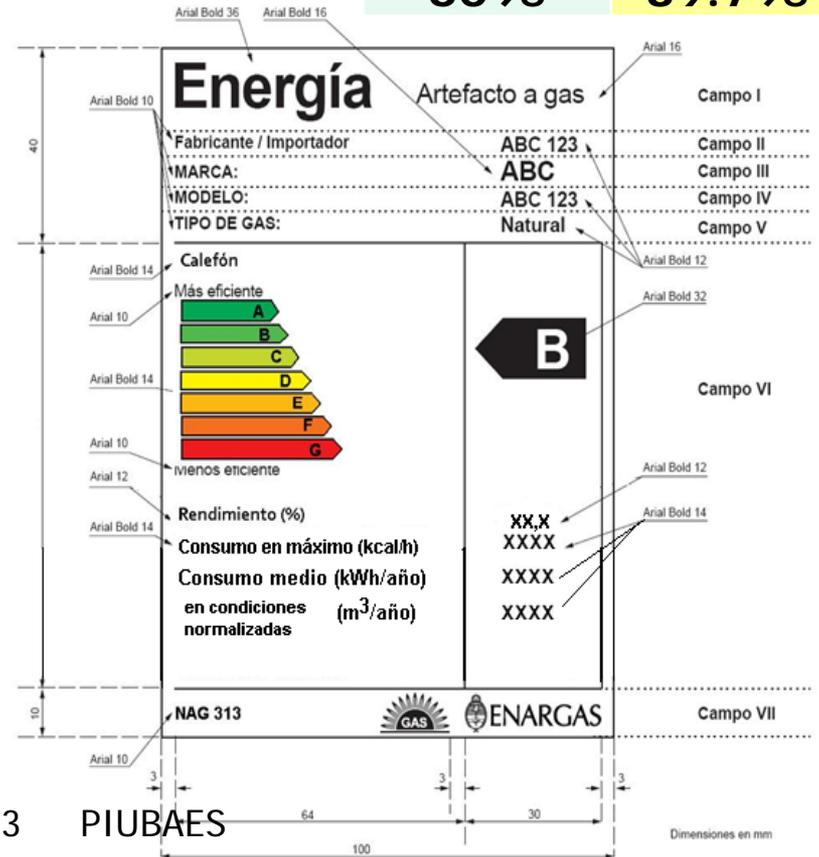
Eficiencia de calefones – En el calculo de la eficiencia **TODOS** los consumos

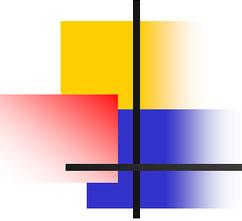
$$\eta_g = \eta_0 \frac{1}{1 + 1.019 \cdot \eta_0 \cdot P_{pas} (m^3 / d)}$$

Sin Piloto	Con Piloto
100%	66.2%
90%	59.6%
80%	53.0%
70%	46.4%
60%	39.7%

Clase de eficiencia energética	Rendimiento η (*) (%)
A	$\eta_g \geq 85$
B	$80 \leq \eta_g < 85$
C	$75 \leq \eta_g < 80$
D	$70 \leq \eta_g < 75$
E	$65 \leq \eta_g < 70$
F	$52 \leq \eta_g < 65$
G	$\eta_g < 52$

Con Piloto



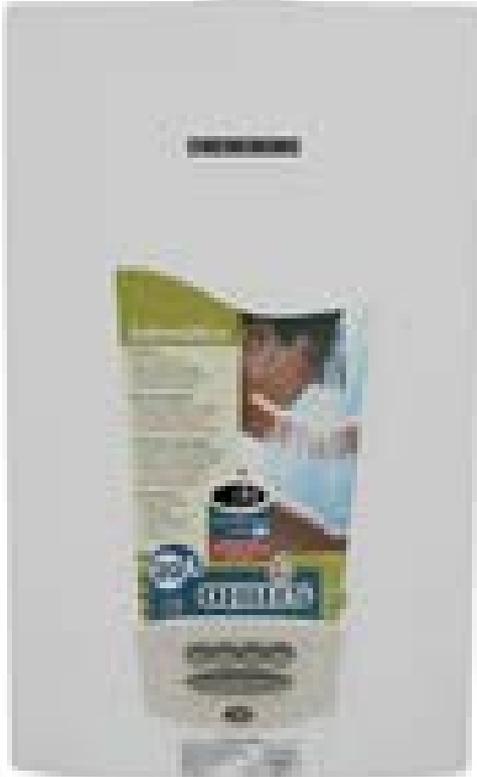


TERMOTANQUES

Aquí el ahorro proviene de mejoras en las aislación térmica del tanque.

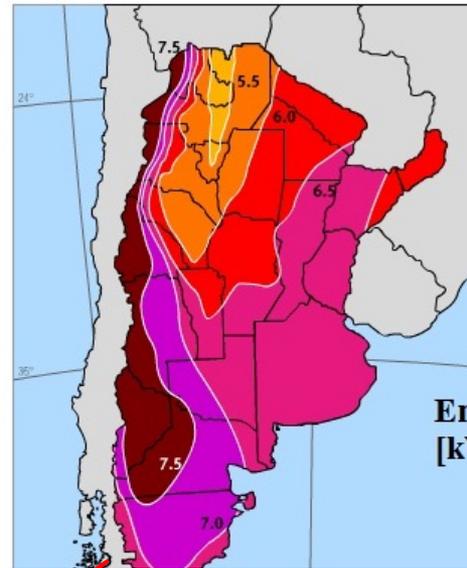
**Potenciales ahorros: al menos
0,5 m³/día**

Calefones sin Piloto



- ✓ Existen en el mercado modelos que poseen encendido electrónico que elimina el piloto
 - ✓ Costo del orden de **20 U\$S**
- Costo de mercado 400 U\$S**
- Diferencia de costo 100 U\$S**

Calentamiento de agua sanitaria



Un panel solar de **3,5 m²** de área, la energía solar equivale

≈ 1,5 m³ /día

Toda el agua caliente de una

✓ **Con un sistema híbrido, ahorros de ≈ 1 m³/día**

✓ **En 10 años el ahorro sería de 3 650 m³ (GN) x 0,6 U\$S/m³ ≈ 2 160 U\$S**

✓ **Aptas para zonas con población dispersa.**

Economizadores de agua o aireadores



Costo en Amazon : 10 a 20 U\$S

Ahorran entre el 30% a 60% de agua.

Se usan en EE.UU., EU, Canadá, Japón, etc.

Programa de recambio de equipos de calentamiento de agua.

Auspiciado por el estado nacional

Se subsidia a usuarios residenciales a cambiar:

11 millones de equipos

Calefón o termotanques (medio **400 U\$S/Usuario**)

O

Solar Híbrido (Subsidio medio **1100 U\$S/usuario**)

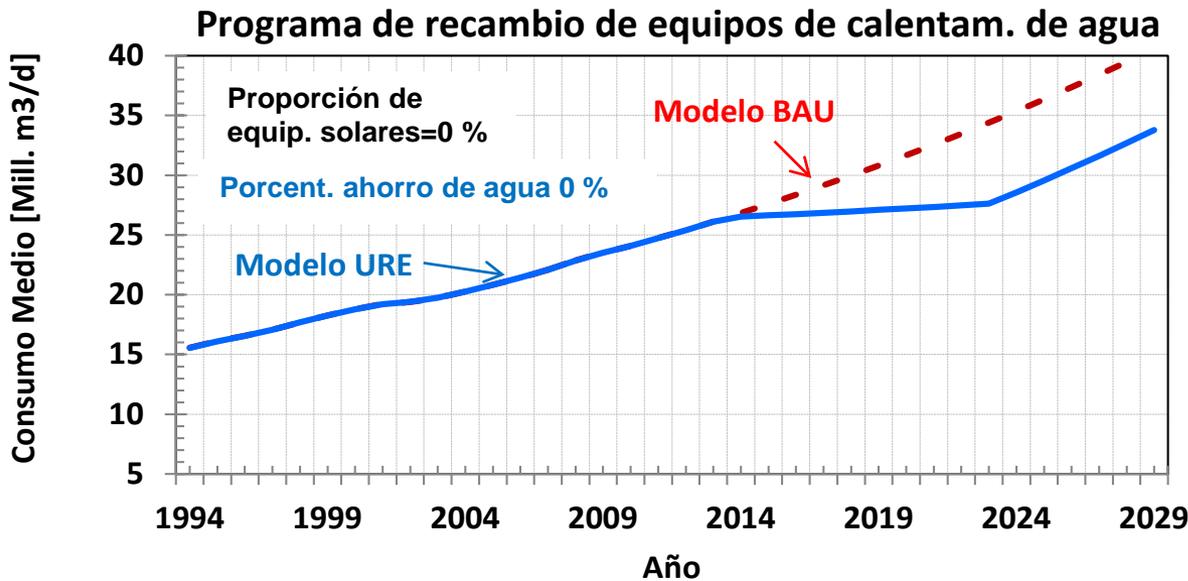
+

Economizadores de agua (**25 U\$S / usuario**)

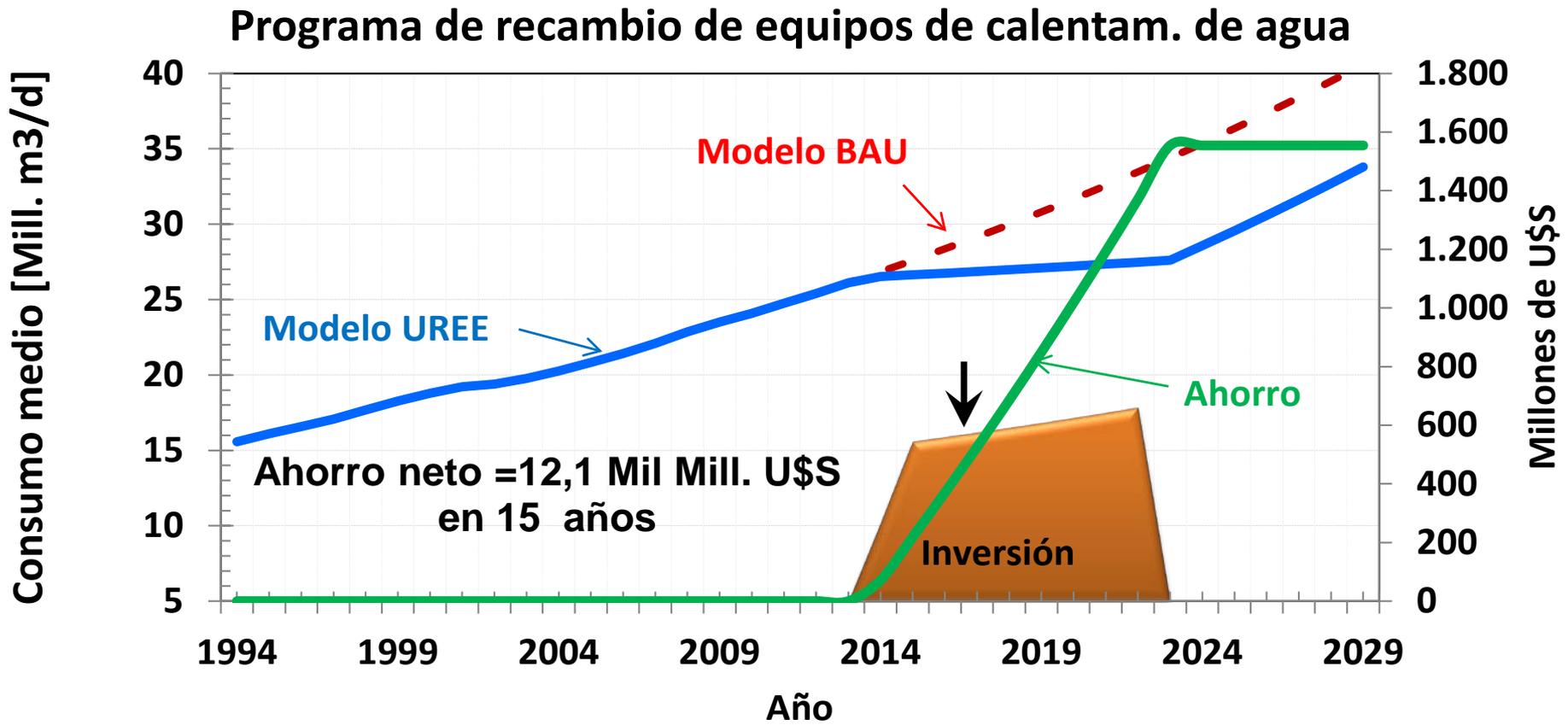
Duración del plan: **10 años** – Reemplazo total

Escenario 1: Equipos Clase A

Sin piloto o mejor aislación



Escenario 1: Equipos Clase A Sin piloto o mejor aislación

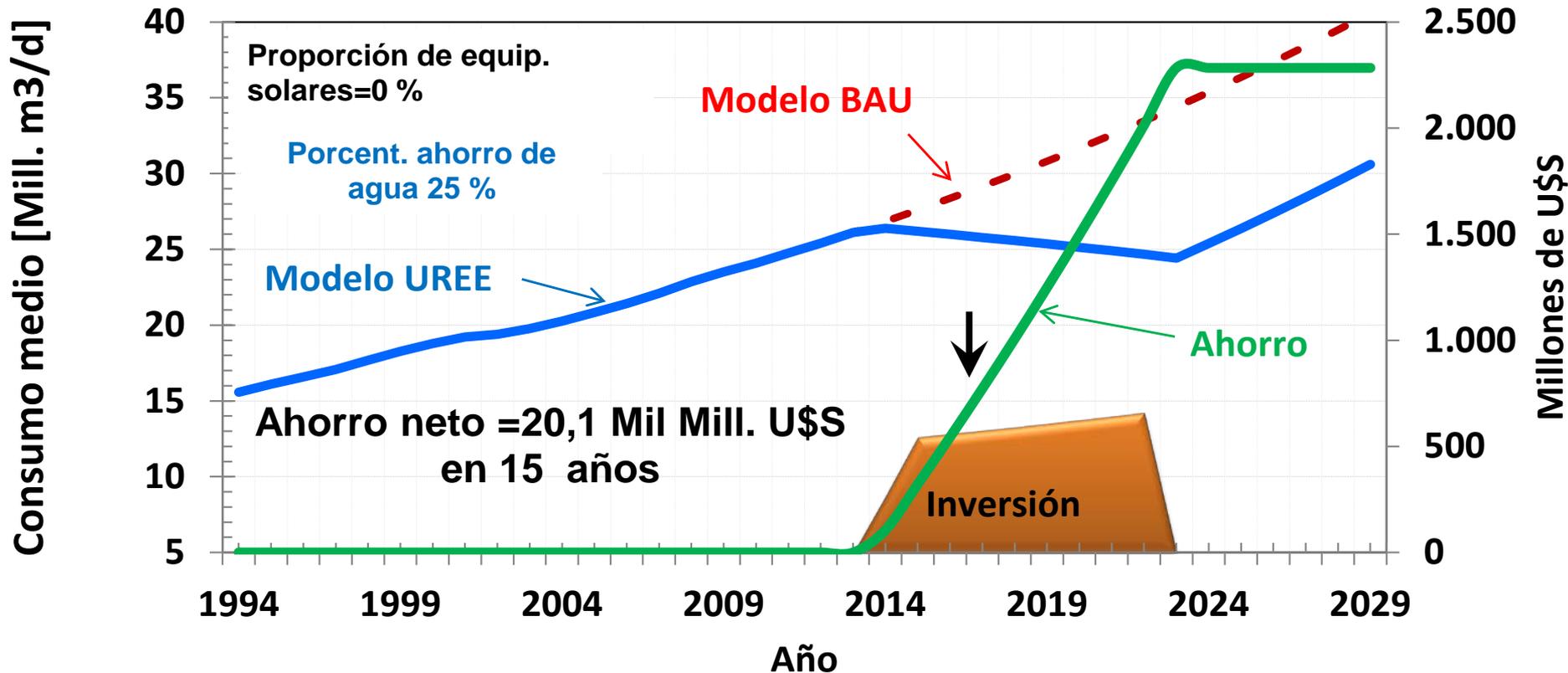


En cuatro años se recupera la inversión. *12.1 GU\$*

Escenario 2: Equipos Clase A

Sin piloto o mejor aislación + Economizadores

Programa de recambio de equipos de calentam. de agua

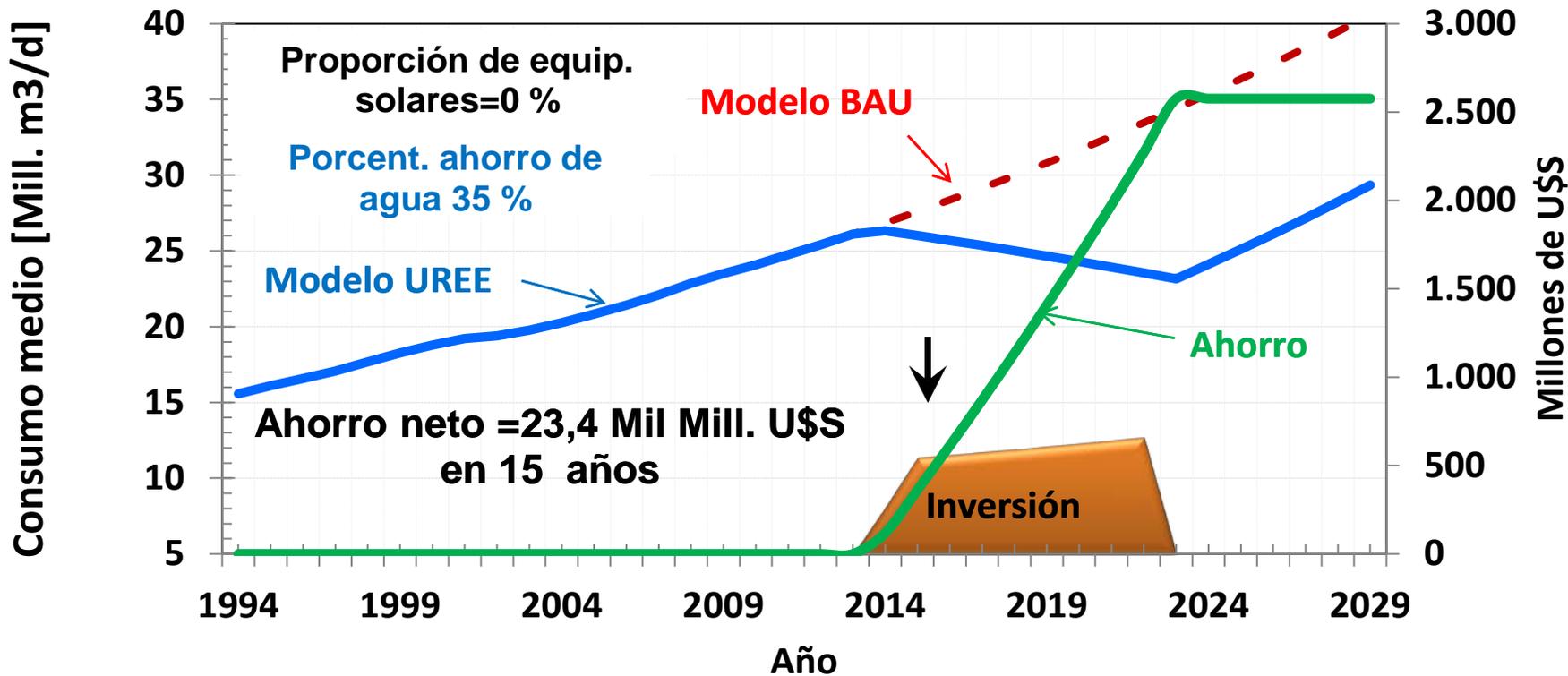


En tres años se recupera la inversión. *20.1 GU\$S*

Escenario 3: Equipos Clase A

Sin piloto o mejor aislación + Economizadores

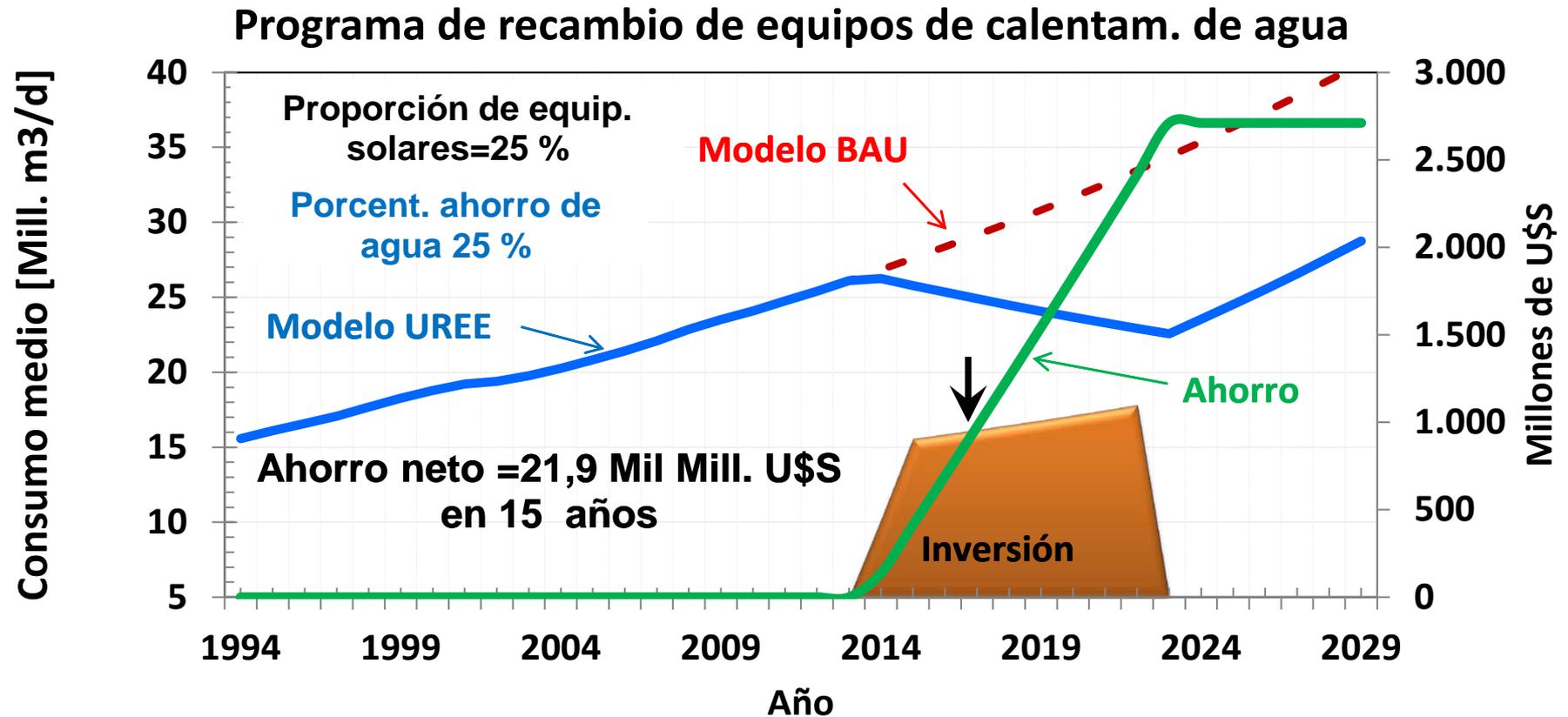
Programa de recambio de equipos de calentam. de agua



En dos años se recupera la inversión. **23,4 GU\$S**

Escenario 5: Equipos Clase A

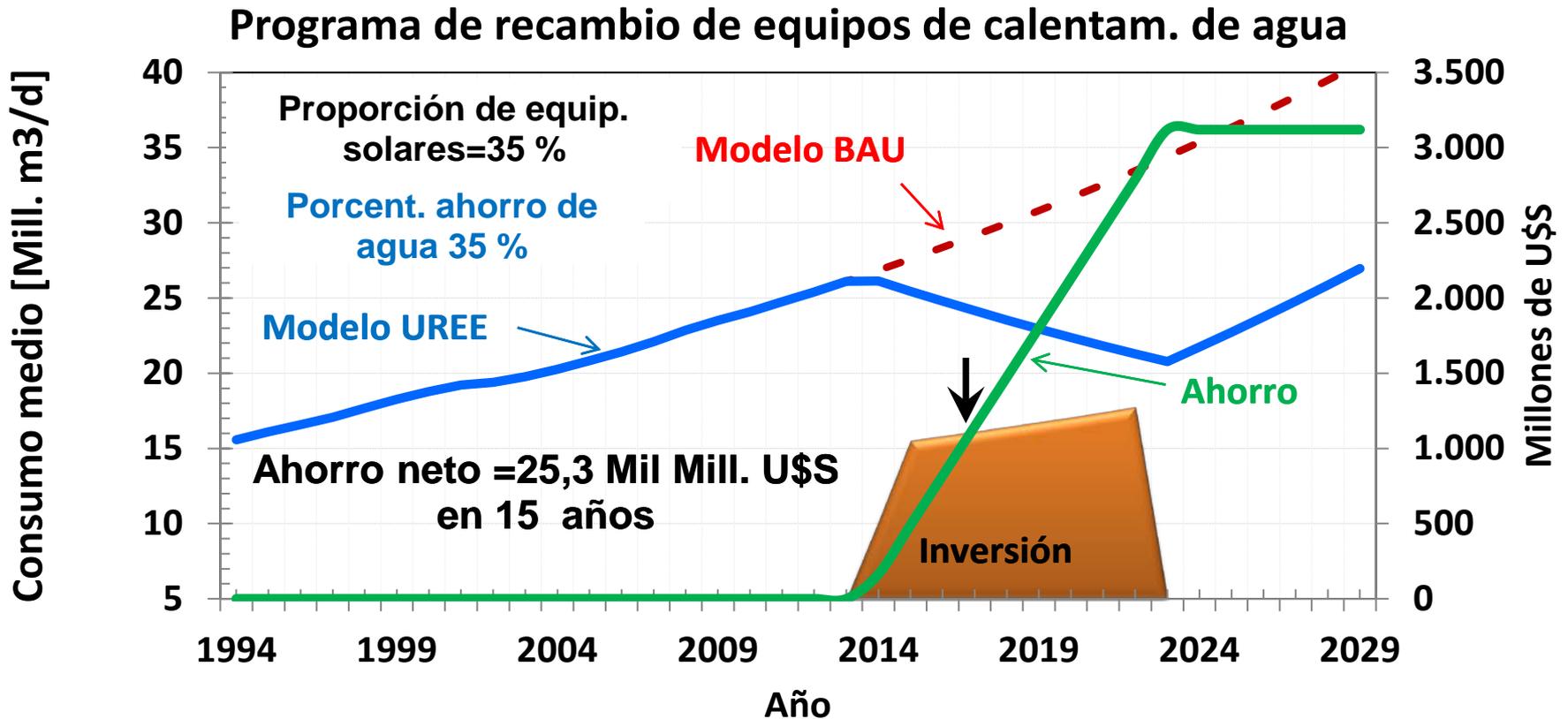
Sin piloto o mejor aislación + Economizadores+ Solares Híbridos (65%)



En tres años se recupera la inversión. **21.9 GU\$**

Escenario 6: Equipos Clase A

Sin piloto o mejor aislación + Economizadores+ Solares Híbridos



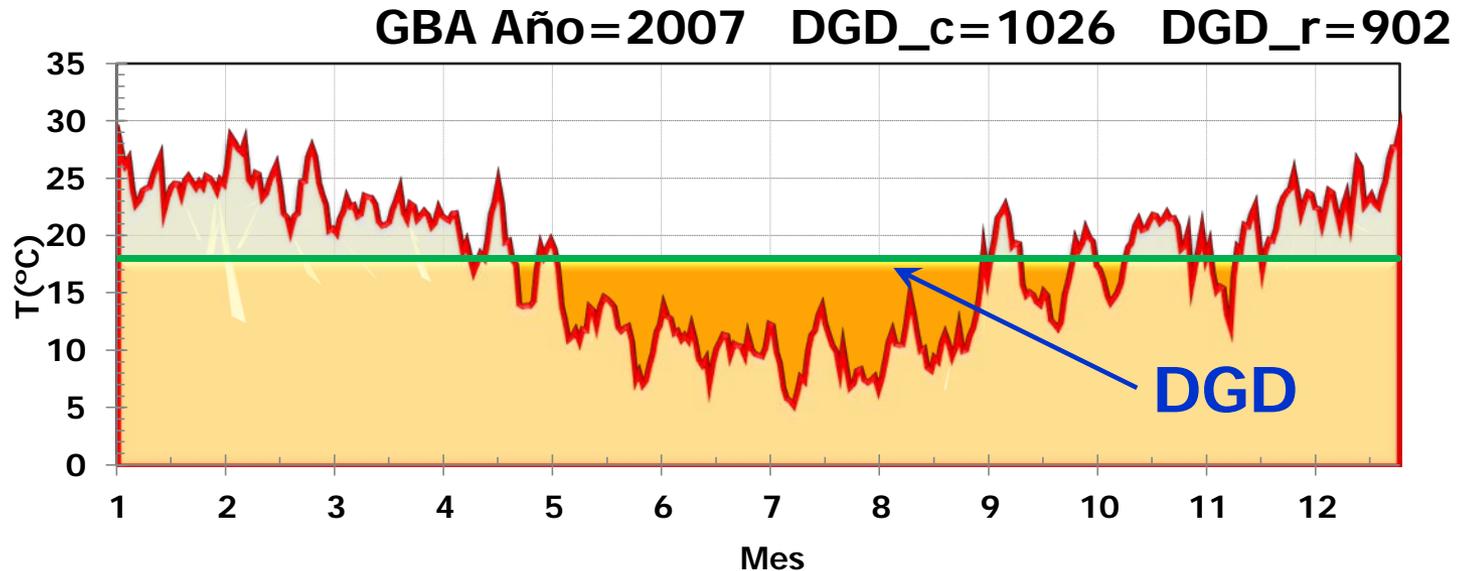
En tres años se recupera la inversión. *25.3 GU\$*

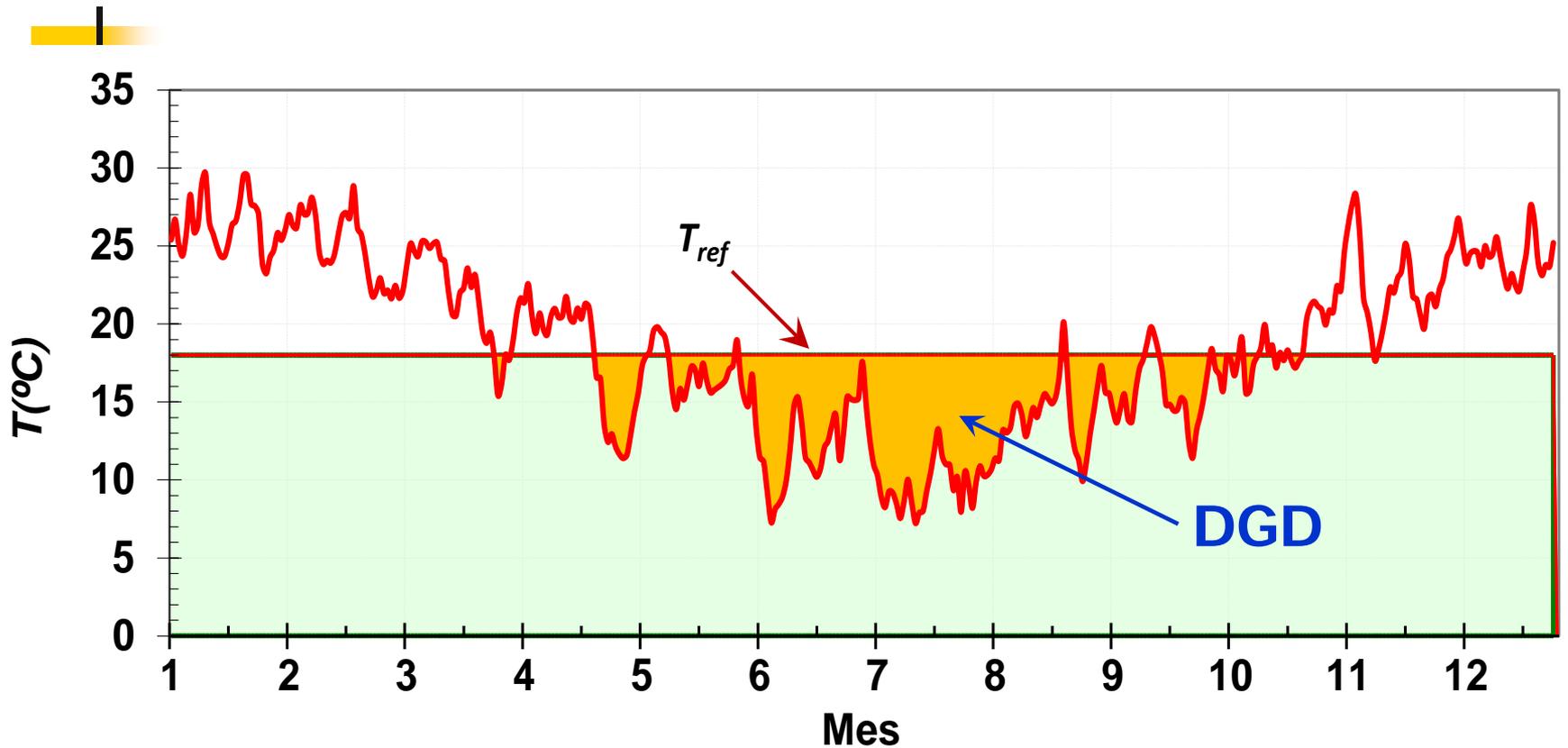
Ahorro en Calefacción

- + **Aislación térmica de paredes, techo y aberturas**
- + **Diseño bioclimático**
- + **Ventilación controlada y la reducción de las infiltraciones de aire a través de grietas.**
- + **Equipos de alta eficiencia, uso de bombas de calor**
- + **Sistemas geotérmicos**
- + **Ahorro por ajuste apropiado del termostato**, disminuyendo un par de grados en invierno como incrementando su valor en verano.
- + **ETC**

Consumo de gas para calefacción

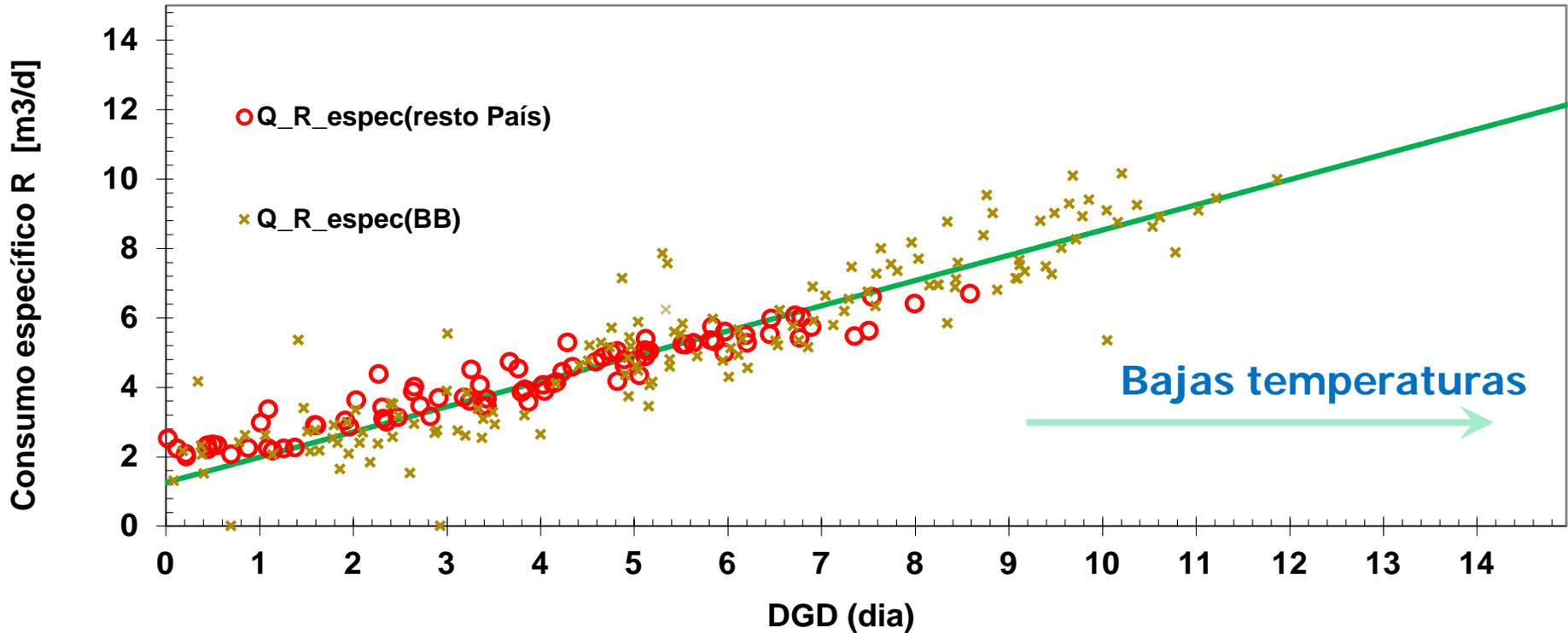
- Hipótesis, el consumo para calefacción es proporcional al Déficit Grado Día (DGD)
- O sea el área entre la curva de temperatura efectiva (roja) y la temperatura de Ref. línea Verde





Representación de la temperatura media diaria a la largo de un año, la línea horizontal, representa la temperatura de $T_{ref}=18^{\circ}\text{C}$, la **DGD**_a viene dada por el área sombreada de esta gráfico.

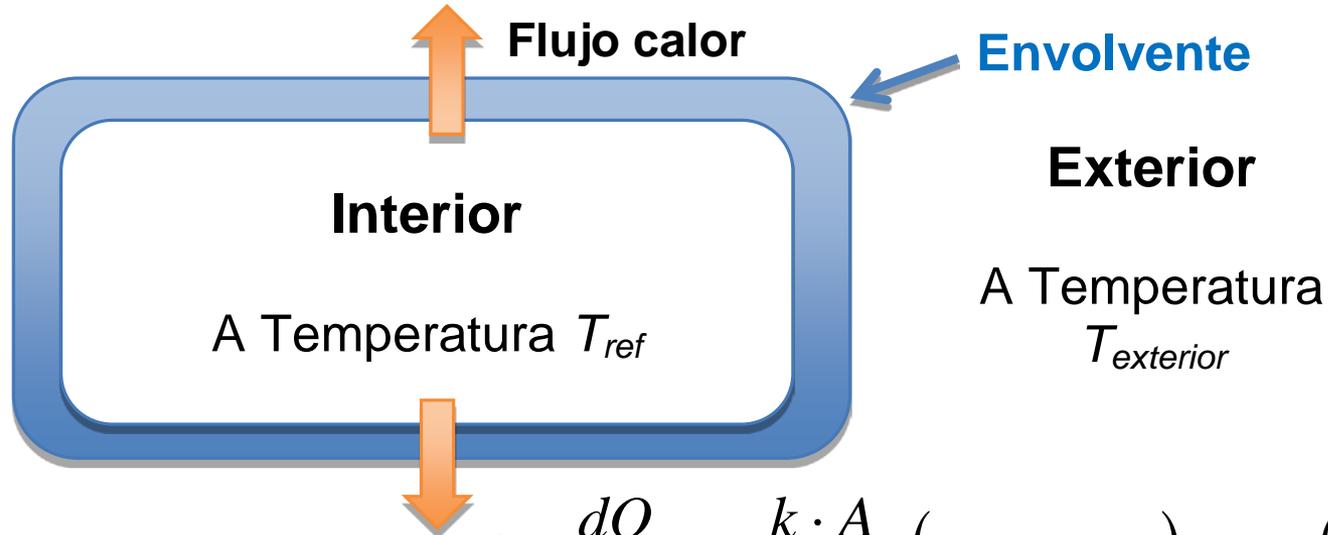
Antecedentes



Variación del consumo específico residencial como función de la *Deficiencia Grado Día* (DGD_d). Ajuste a los datos de la zona centro-norte del país.

Se observa que consumo es proporcional a la DGD.

Por qué el consumo es proporcional a la DGD?



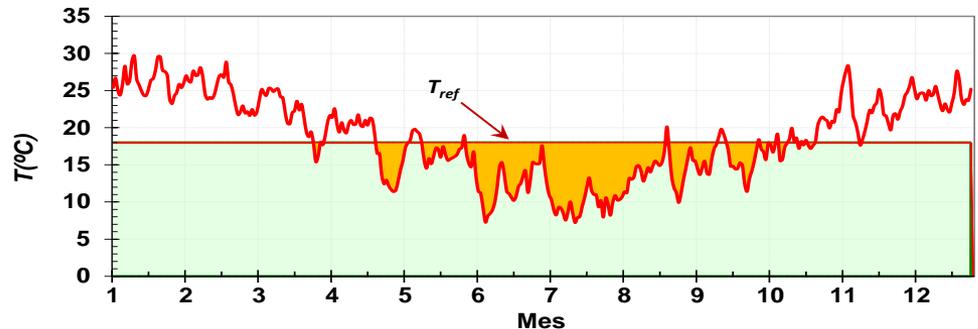
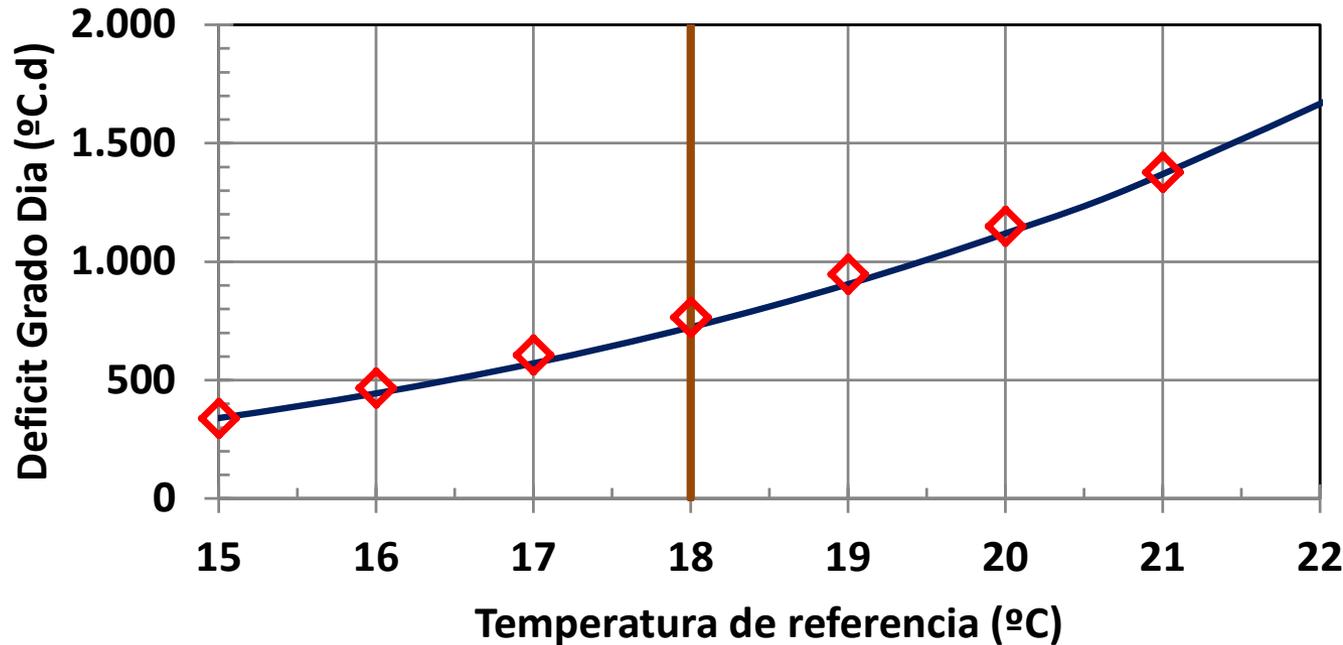
$$P = \frac{dQ}{dt} = -\frac{k \cdot A}{l} \cdot (T_{Ref} - T_{Ext}) = K \cdot (T_{Ref} - T_{Ext})$$

$$Q_{cal} \approx k \cdot DGD \cdot a$$

$$Q_{cal} = K \cdot \sum_{dias} (T_{Ref} - T_{Ext}(t_i))$$

Variación de Déficit Grado Día con la Temperatura de Referencia

Buenos Aires Calefacción 2013

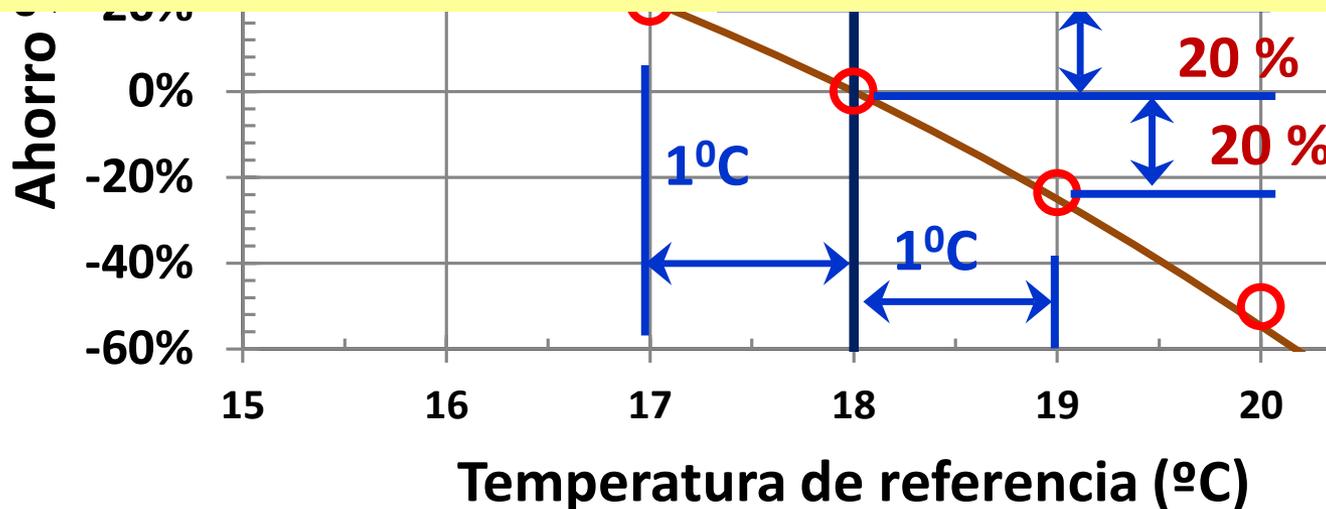


Consumo es proporcional al DGD

Podemos estimar el ahorro en función de la Temperatura de Referencia

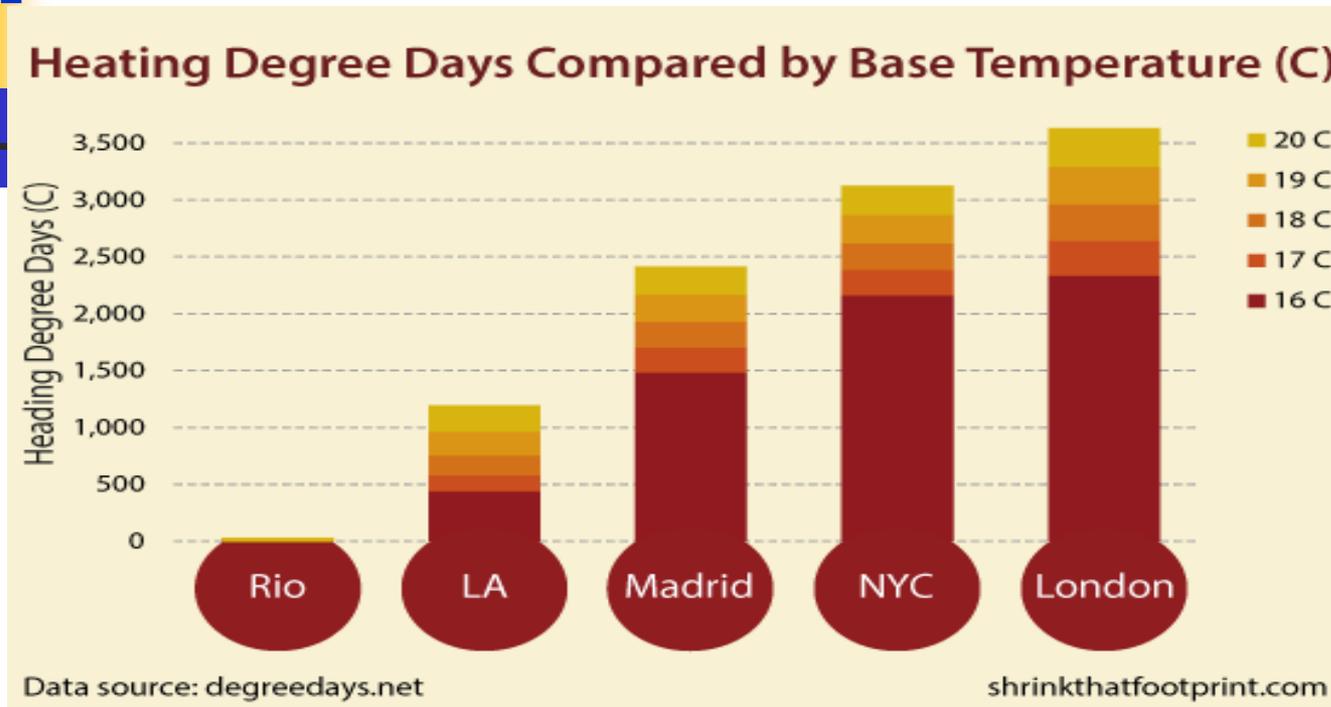
Buenos Aires Calefacción

En invierno, en los días más fríos (picos) el consumo de calefacción es de 50 Mill. m³/día. 10% de este consumo son 5 Mill. m³/día.



equivale a 20% de variación en el consumo

Experiencia Internacional

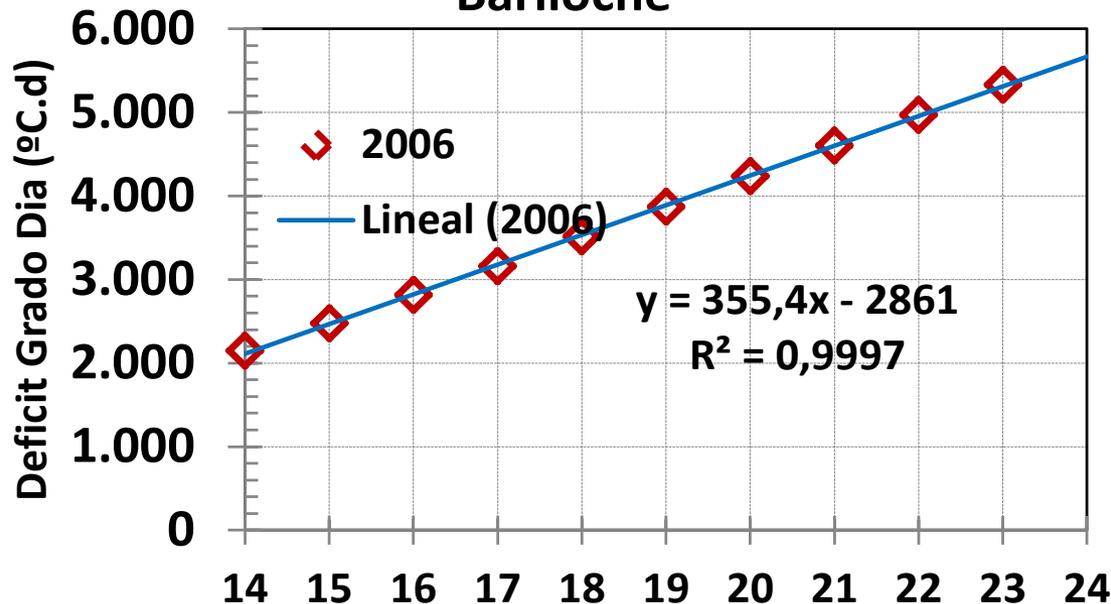


EE.UU. Y Gran Bretaña: "Have you ever heard that 'reducing your thermostat setting by 1°C (1.8°F) can cut your heating bill by 10%.'"

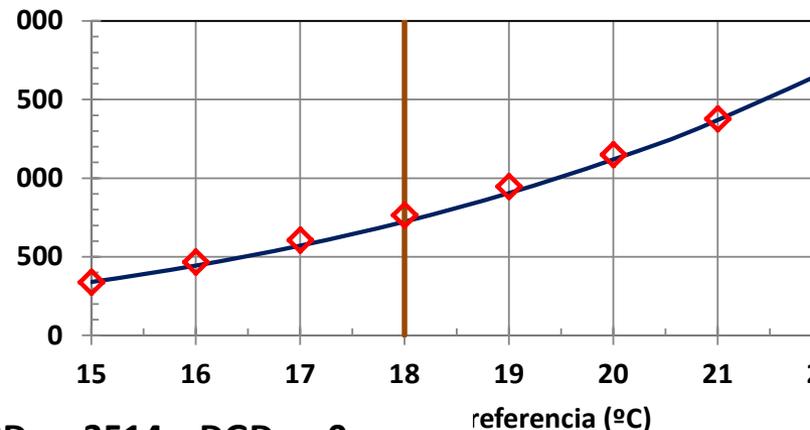
Una variación de 1 °C equivale a 5% a 10% de variación en el consumo. Por qué difiere?

Variación del DGD con la Temperatura de Referencia Bariloche

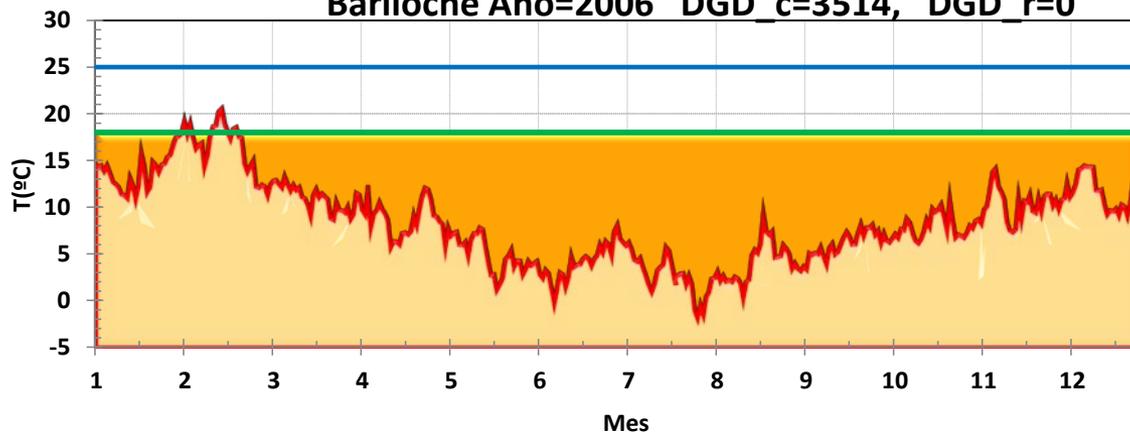
Bariloche



Buenos Aires Calefacción 2013



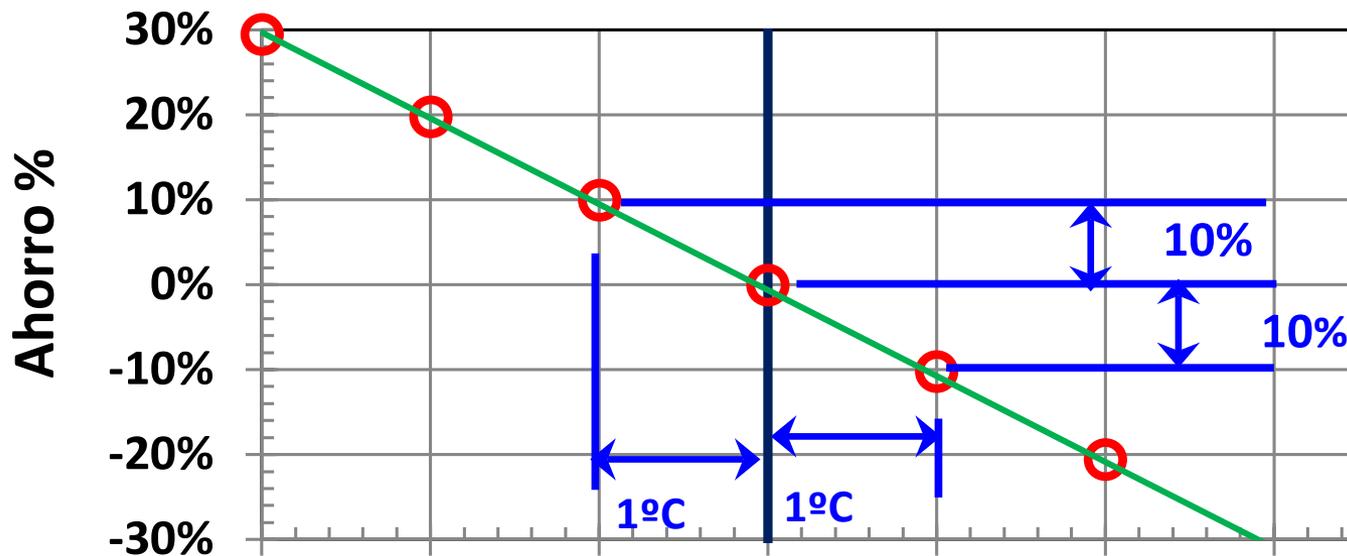
Bariloche Año=2006 DGD_c=3514, DGD_r=0



Consumo es proporcional al DGD

Podemos estimar el ahorro en función de la Temperatura de Referencia

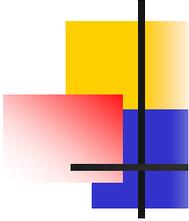
Bariloche



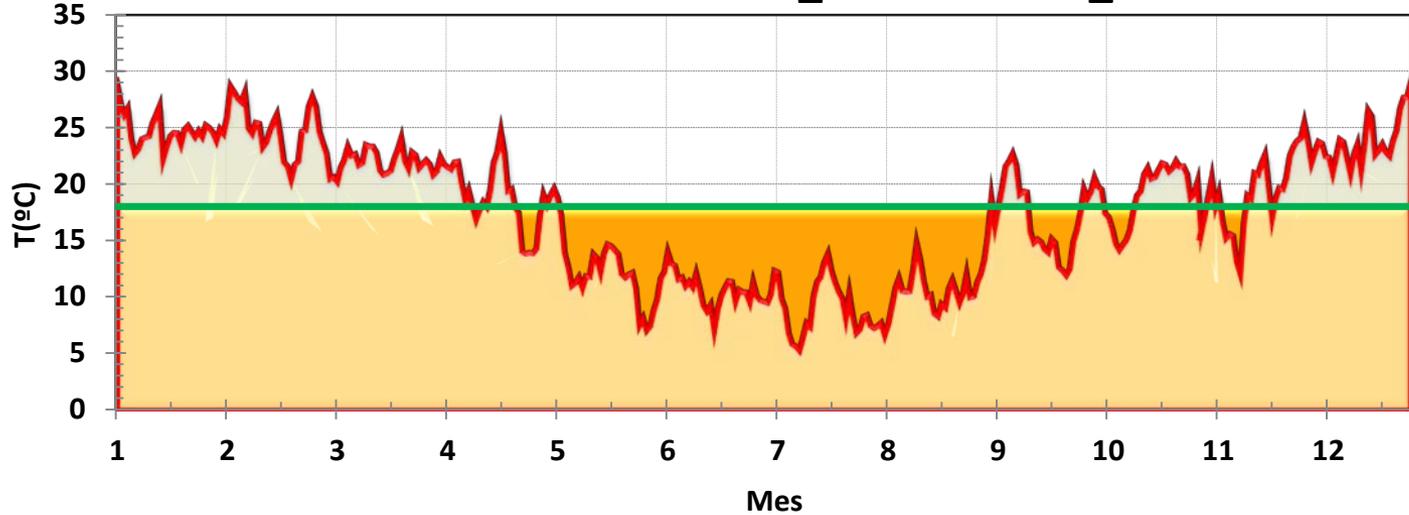
Una
variación de
1 °C
equivale a
10% de
variación en
el consumo

Coincidente con la experiencia
internacional

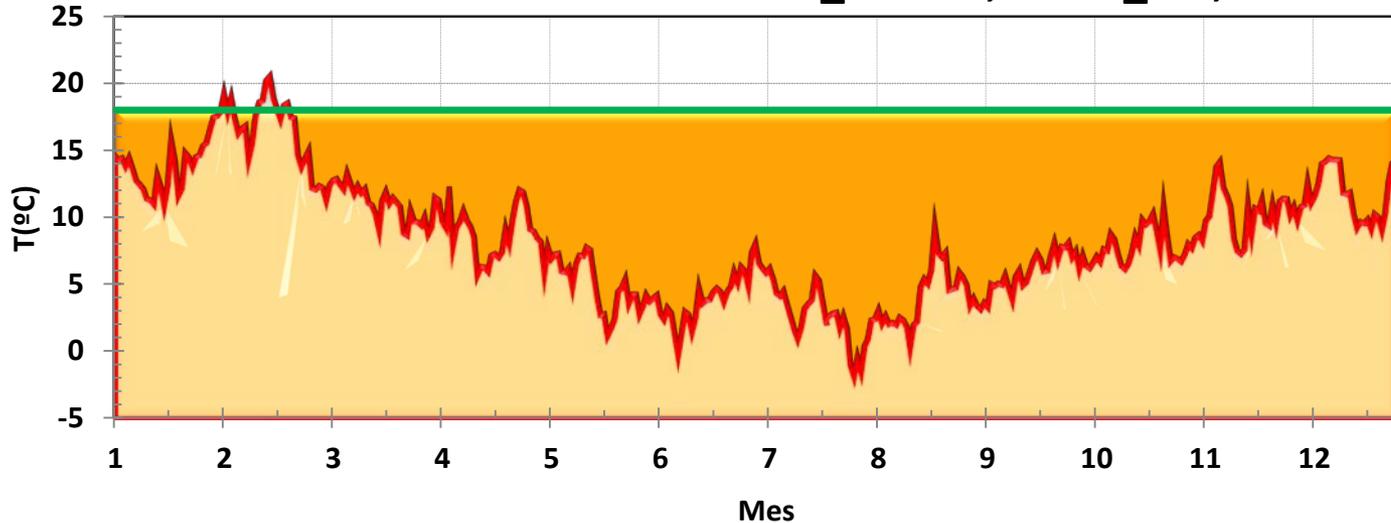
Zonas frías y templadas



GBA Año=2007 DGD_c=1026 DGD_r=902



Bariloche Año=2006 DGD_c=3514, DGD_r=9,75



Conclusión

- Por cada grado que se aumenta la temperatura de seteo de la calefacción el consumo aumenta en 10 % al 20%
- Sería importante hacer un estudio de "campo" Intervenir en uno o más edificios (Públicos?), y monitorear el consumo de calefacción y refrigeración, a lo largo de 1 año con variaciones en el seto de los termostatos.
- De comprobarse cierto estas predicciones, incorporar en la normativa la obligatoriedad de termostatos en artefactos y edificios.
- Educar a los usuarios a un uso eficiente de los mismos

Conclusiones

- ✓ No subsidiar el consumo, **si la eficiencia**
- ✓ **Un programa de recambio de equipos de calentamiento de agua se amortiza en 2 o 3 años y a lo largo de su vida útil genera ahorros muy significativos en importación.**
- ✓ **Promover y educar** a los usuarios en el uso responsable de la energía
- ✓ Hacer mandatorio el **etiquetado artefactos y viviendas. Bajar el costo de la eficiencia.**
- ✓ Importancia de los termostatos
- ✓ Invertir más en el **desarrollo e investigación en eficiencia energética.**

Posibilidades de ahorro de gas

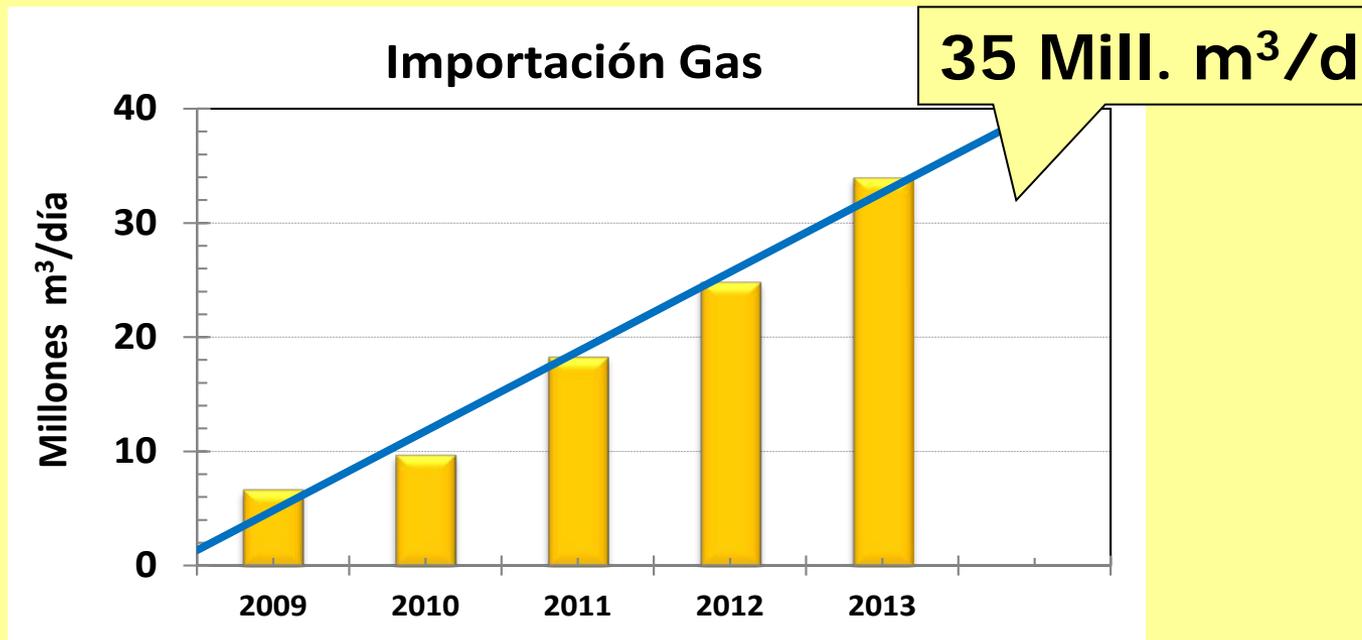
Acciones

Potencial Ahorro

Implementación parcial
($\approx 50\%$)

Implementación
completa

Comparable a las importaciones de gas



Solar -gas

2,5

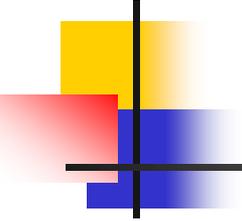
5

TOTAL (Millones m³/día)

≈ 17

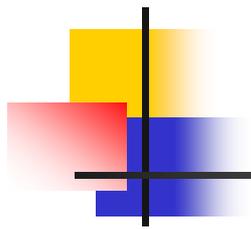
≈ 33

S. Gil - UNSAM 2014

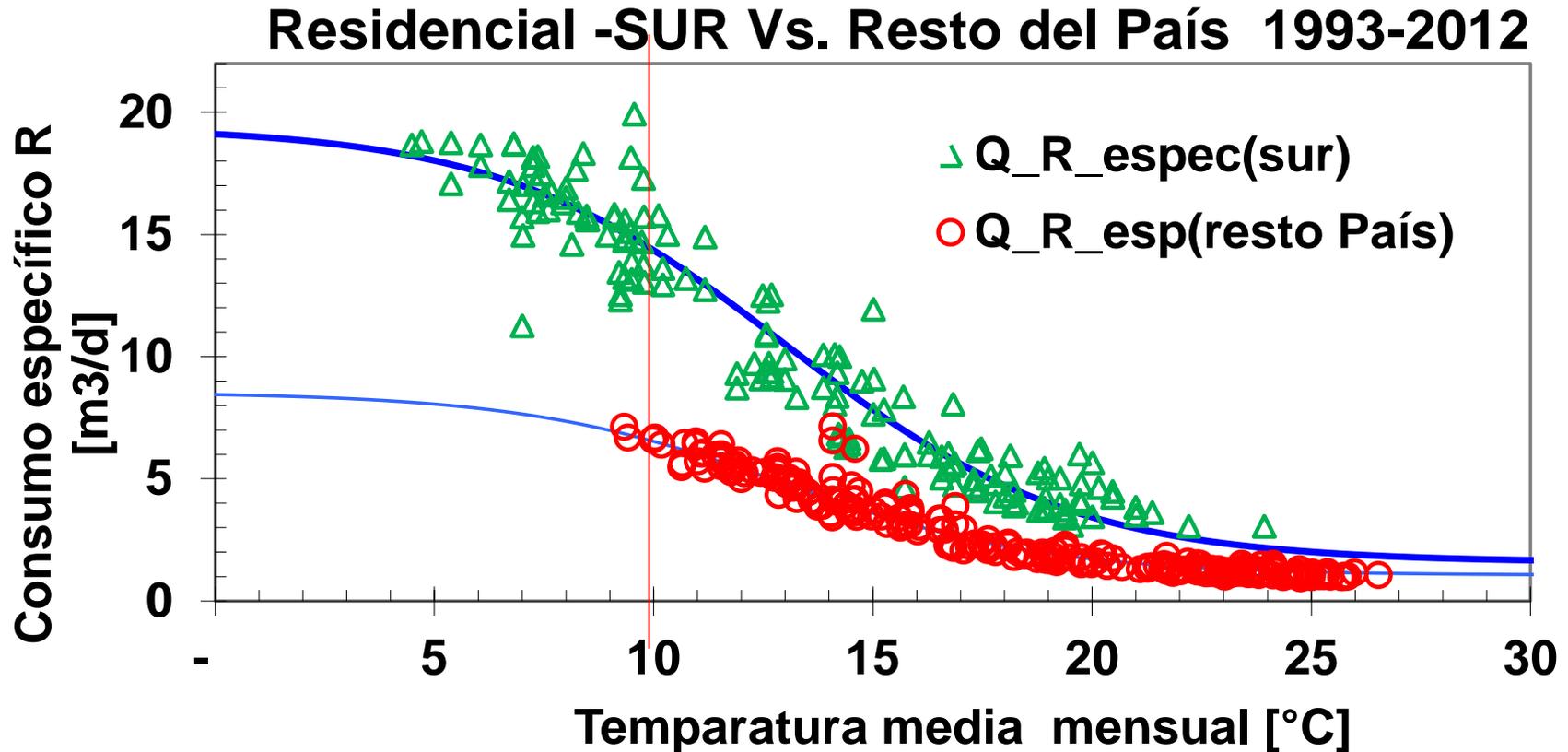


Muchas Gracias

*La energía más limpia y barata...
es la que no se consume*

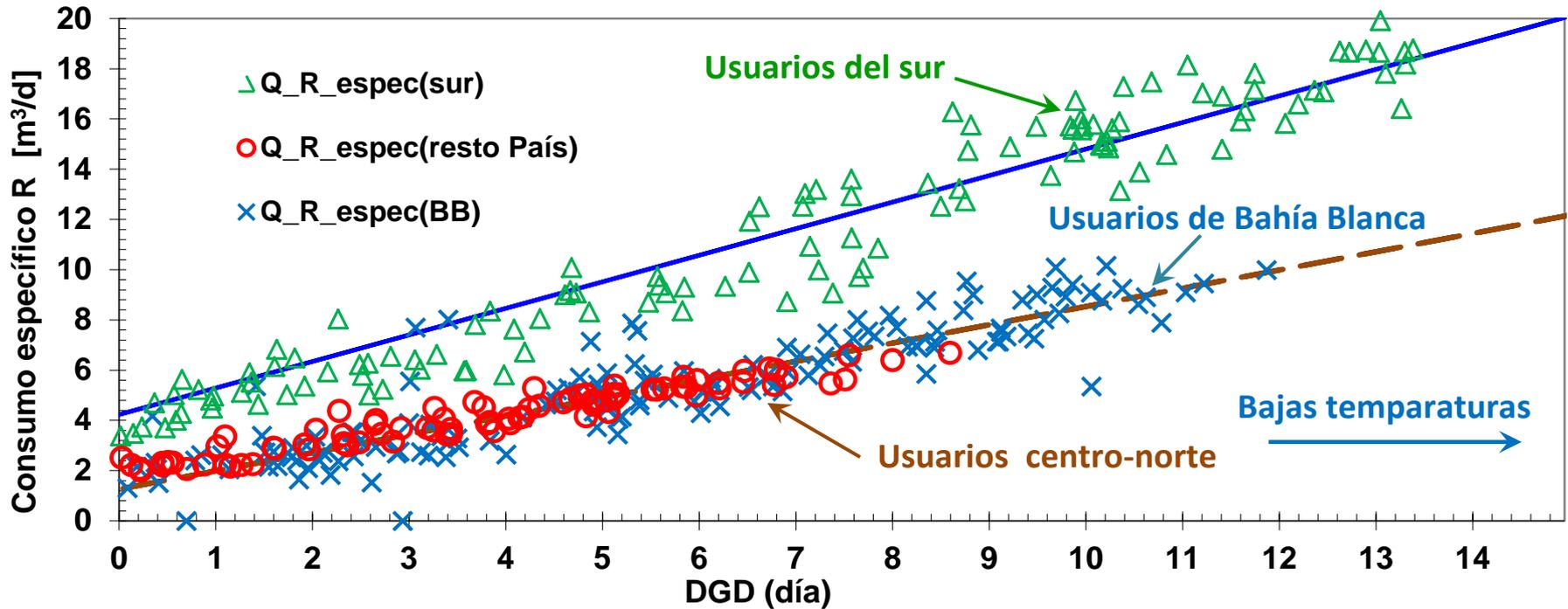


Características de consumo Residencial en el sur



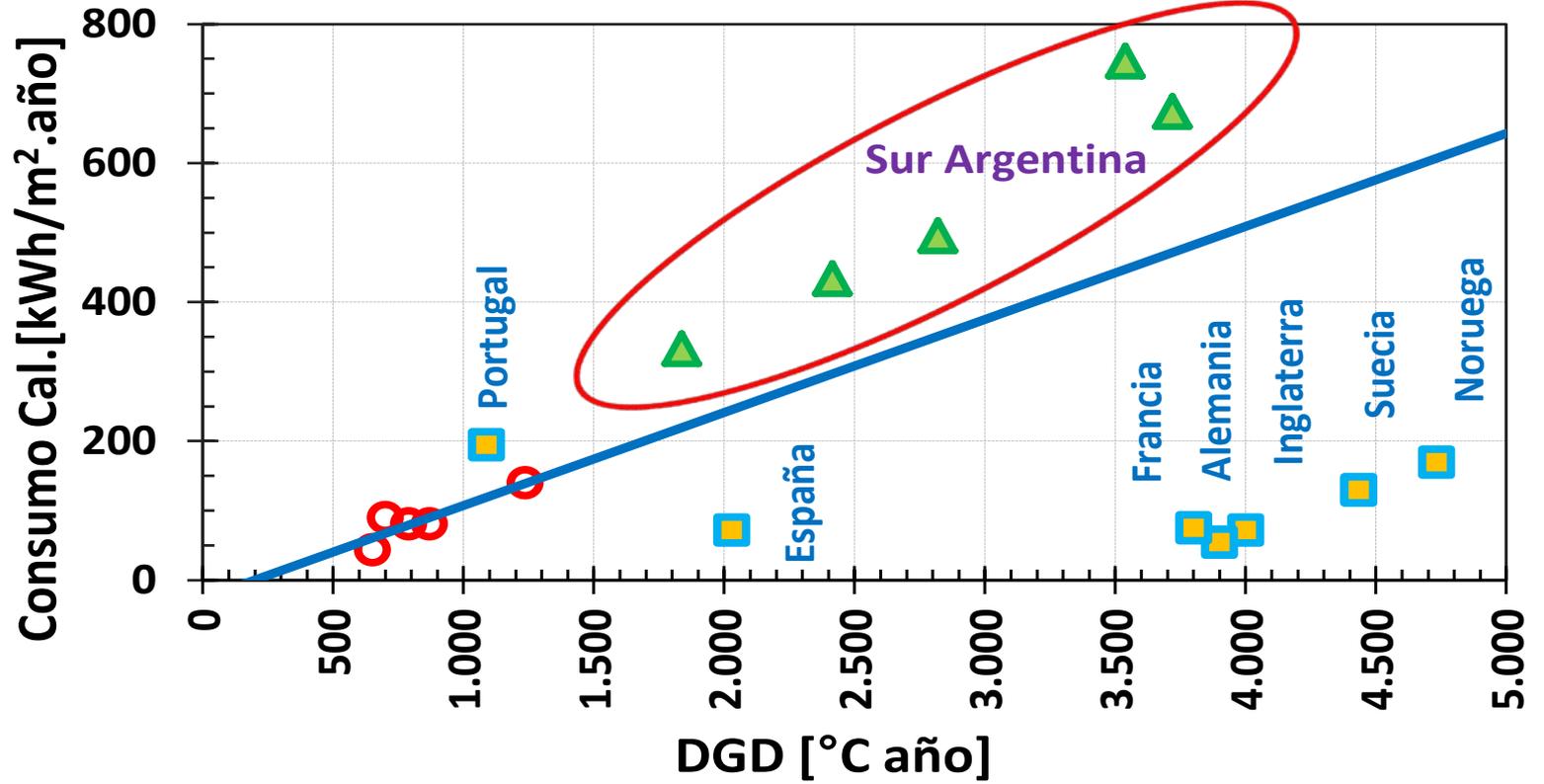
A una misma temperatura, el consumo por usuario en el sur es el doble que en el resto del País

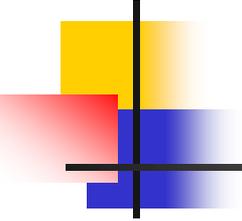
Consumo residencial y Temperatura



$$Q_{R_{mediana}} \left[\frac{m^3}{año} \right] \approx 0,639 \cdot DGD_a + 532$$

La distribución de usuarios, sin factura mínima, en Argentina sigue una distribución log-normal.



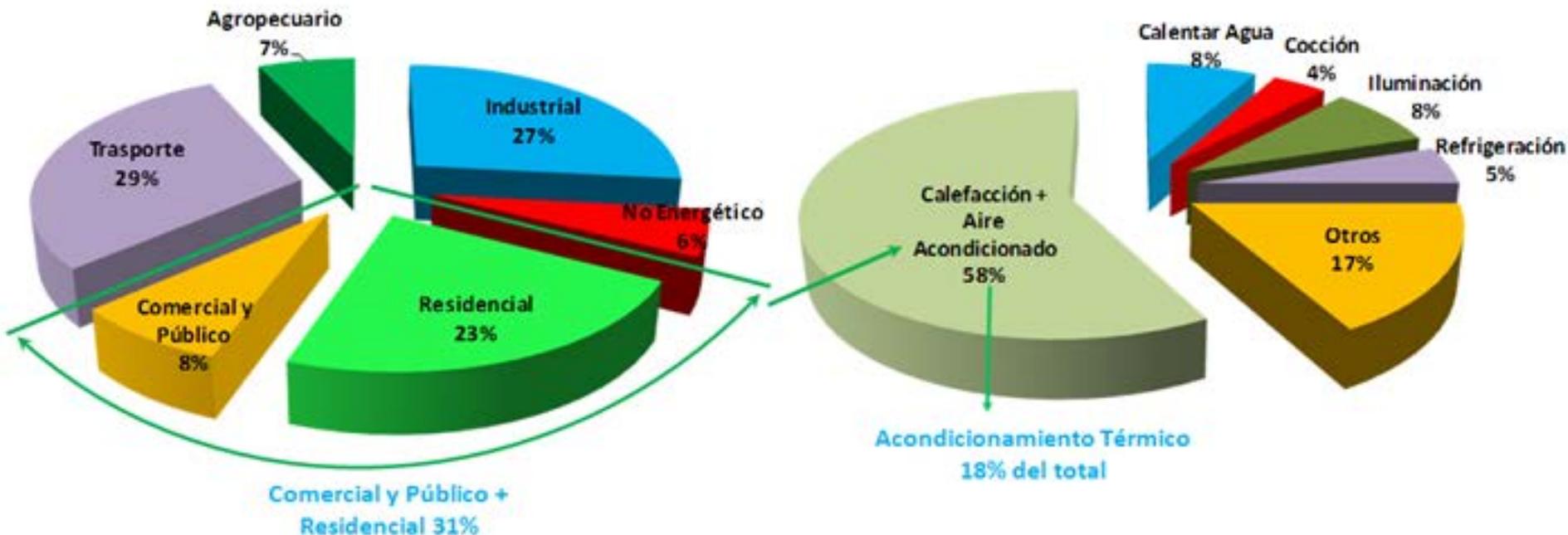


Fin de la presentación

Muchas Gracias

Eficiencia Energética es una fuente de energía de bajo costo que no contamina,

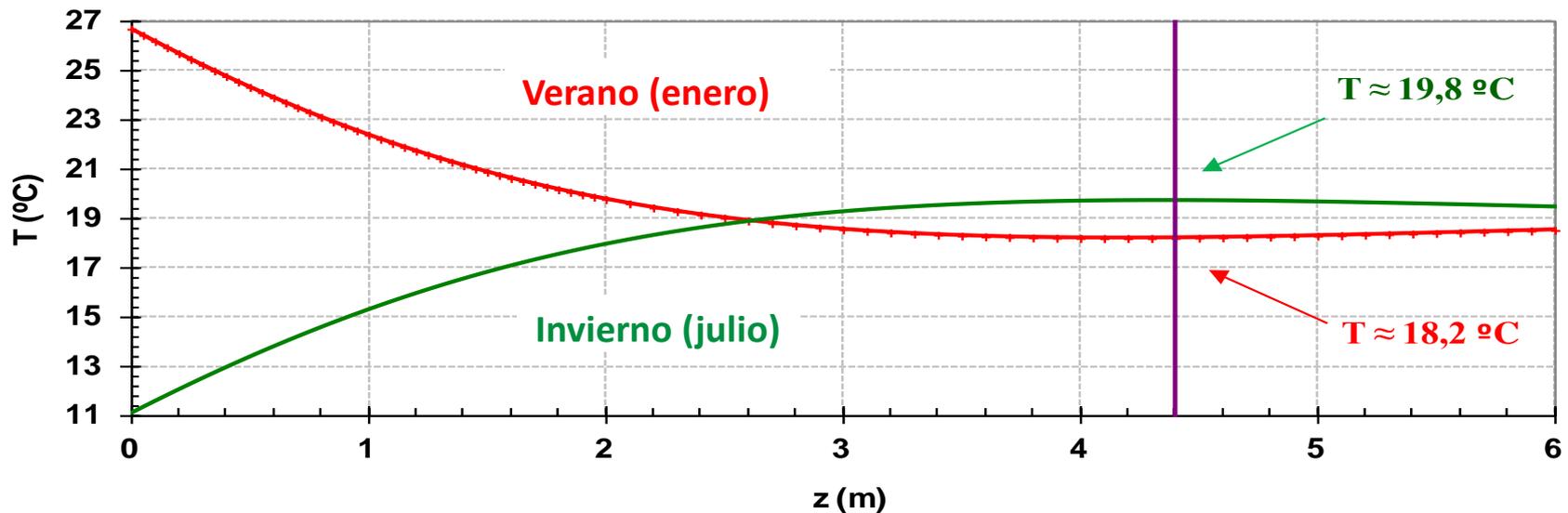
Acondicionamiento térmico de interiores



Aproximadamente el **18%** (igual 58% del 31%) del total de la energía se utiliza en acondicionamiento térmico de ambientes (calefacción y aire acondicionado).

Temperaturas Tierra - Buenos Aires

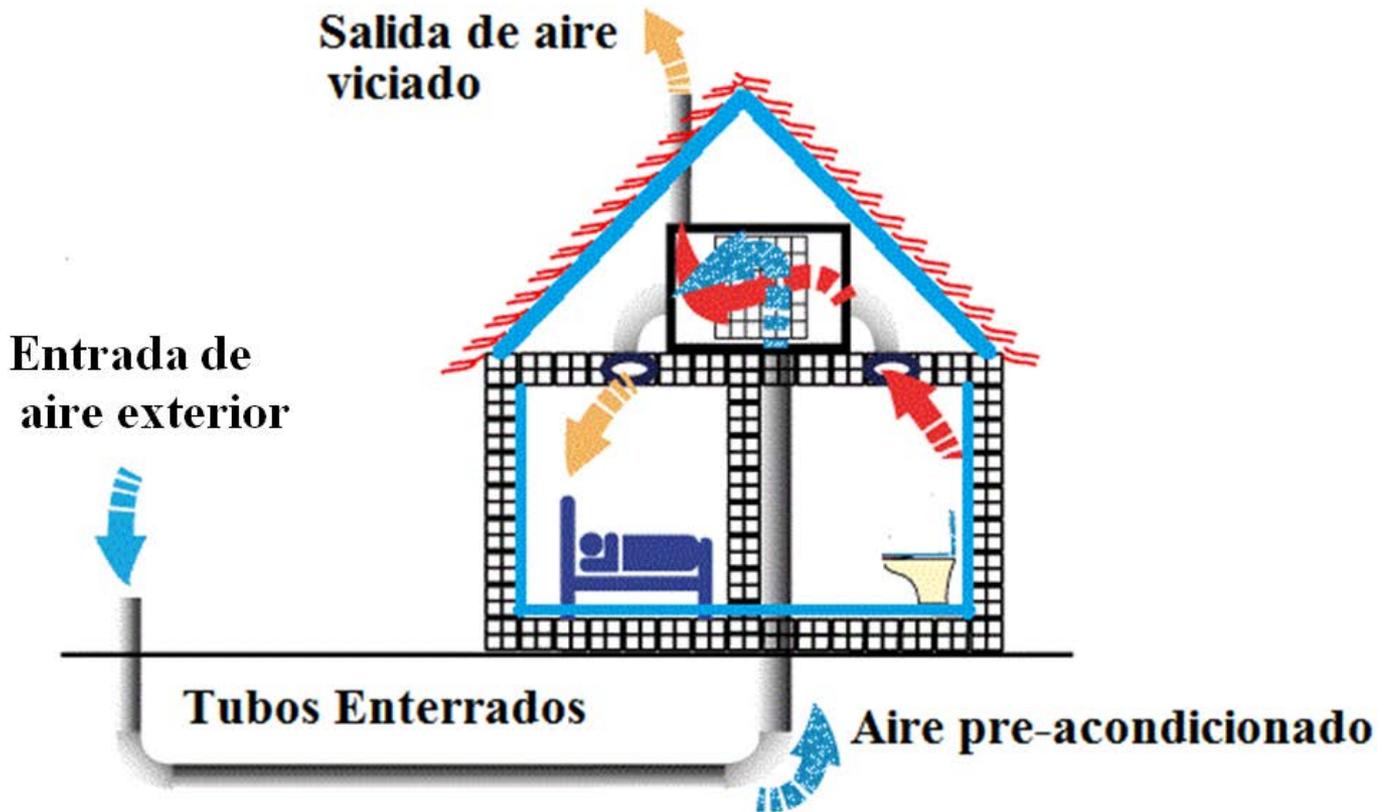
Información inferida a partir de los datos medidos



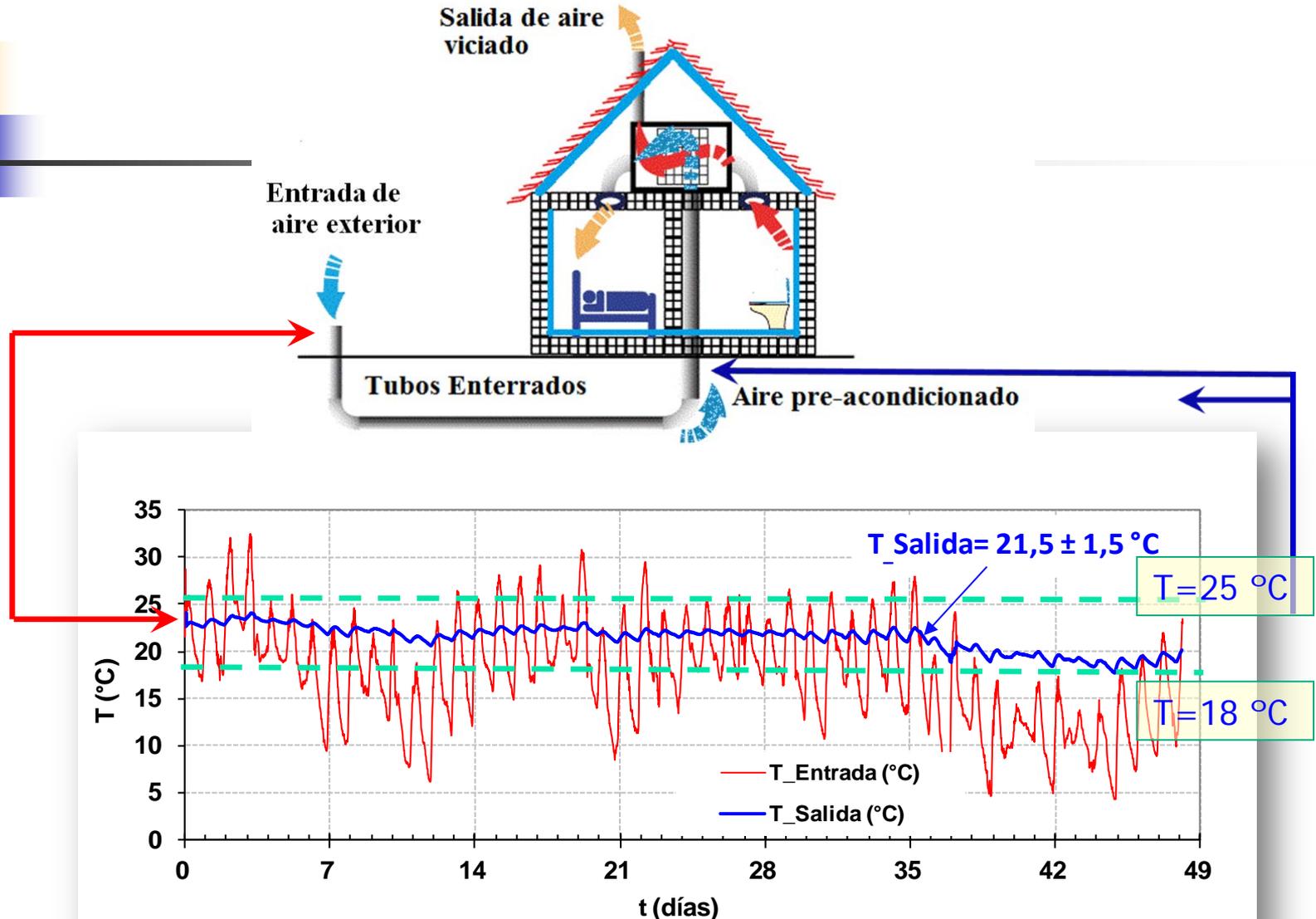
A una profundidad $\approx 1 - 5$ m, la T del suelo es muy próxima a la T de confort todo el año.

Vivienda con tubos enterrados

Acondicionamiento Térmico



Experimento CasaE de BASF



Las temperaturas de salida del tubo están siempre en la zona de confort (18 °C a 25 °C)!!!

Potenciales ahorros de Energía

DGD_R, DGD_C y DGD_{total}

Buenos Aires

	2010	2011	2012	Promedio	Porcentaje
DGD_R	259	205	289	251	21%
DGD_C	959	1000	951	970	79%
DGD_{total}	1218	1205	1240	1221	100%

← Refrigeración Calefacción

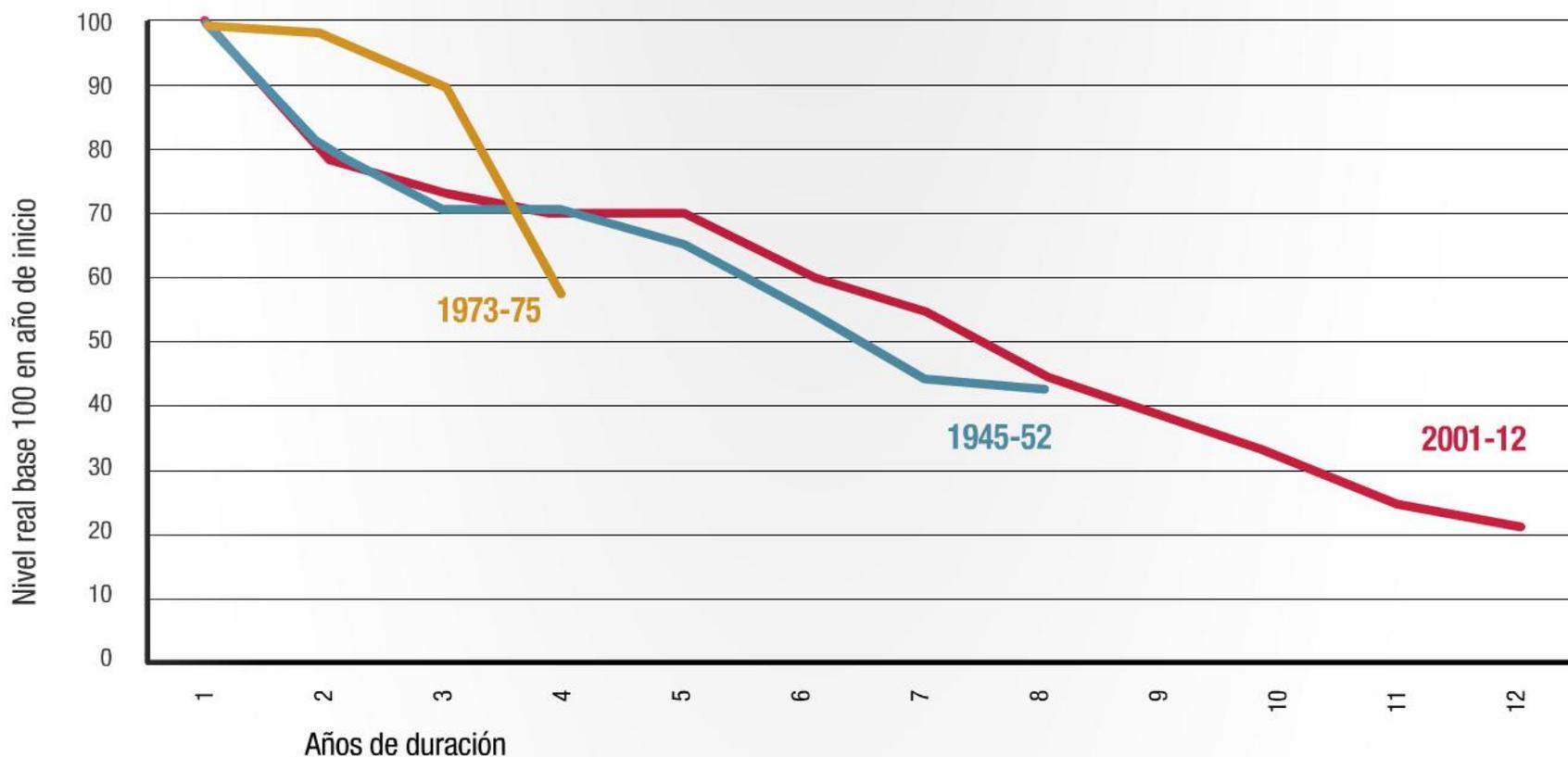
	Exterior	Tubos	Factor de Ahorro
DGD_R	56	5,5	90%
DGD_C	1002	332	67%
DGD_{total}	1058	338	68%

← Refrigeración Calefacción Ahorro

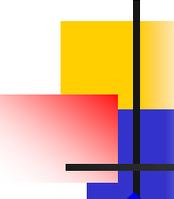
16/03/12 hasta 23/11/12

Precios de la Energía en Argentina

Figura 1 Los tres ciclos de caída real más largos de las tarifas residenciales de electricidad en la Argentina 1945-2012

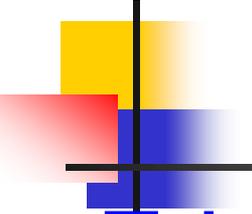


Ref: Los precios del gas y la electricidad. Proyectos Energéticos, P. 14, Octubre 2013



Decreto 140/2007

- ❖ Declaró de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía y puso en vigencia el Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONURE).
- ❖ Las acciones a desarrollar en el corto plazo es de iniciar las gestiones conducentes al establecimiento de un régimen de **etiquetado de eficiencia energética** para ser aplicados a la producción, importación y/o comercialización de equipos consumidores de energía.



Decreto 140/2007

Etiquetado de Eficiencia Energética

Establecer niveles máximos de consumo específico de energía, o **mínimos de eficiencia energética**, de máquinas y/o artefactos consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país, basado en indicadores técnicos pertinentes.