

Guía de Calidad del Aire Interior Sistemas de ventilación en viviendas. Medida de caudales y comportamiento energético.



moises.odriozola@ehu.eus
943 01 7152

Madrid, 1 de febrero de 2017



→ Grupo de Investigación de la UPV-EHU:

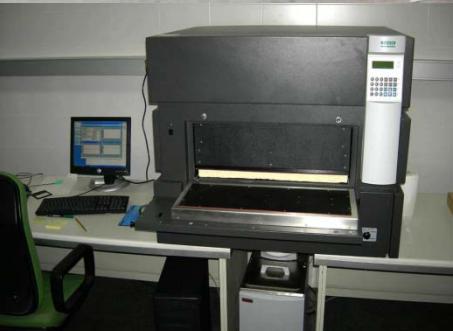
enediTHERM: Caracterización y análisis térmico de componentes de la envolvente de edificios.

enediMOIST: Caracterización y análisis higroscópico de componentes de la envolvente de edificios

enediMAT: Aplicación de PCMs en cerramientos de edificios.

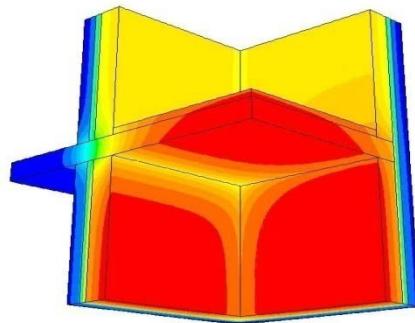
enediAIR: Ventilación y Calidad de aire interior en edificios.

enedisYST: Análisis de las instalaciones de los edificios.



EL ÁREA DE TÉRMICA DEL LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA EDIFICACION

Etxegintzaren Kalitatea Kontrolatzeko
Laborategia
Aguirrelanda, 10
01013 Vitoria-Gasteiz (Alava)
Tfno:945 268933
Fax: 945 289921
E-mail: termica@ej-gv.es



Código Técnico de la Edificación (2006)

- **Caudales mínimos de ventilación**
- Limitación de la demanda energética (renovado 2013)
- Limitación del consumo energético (renovado 2013)

Caudales mínimos	
Dormitorio	5 l/s por ocupante
Sala de Estar	3 l/s por ocupante
Cuartos de baño	15 l/s
Cocina	2 l/(s·m ²)

- ➡ ¿Cómo medir los caudales de ventilación?
- ➡ ¿Se alcanzan los caudales mínimos exigidos?
- ➡ Cuando no se alcanzan, ¿por qué no se alcanzan?
- ➡ ¿Qué sistema de ventilación es el más adecuado?
- ➡ Sistemas de ventilación bajo demanda.

- **Medida de caudales de ventilación**

→ Velocidad del aire en conductos o bocas.

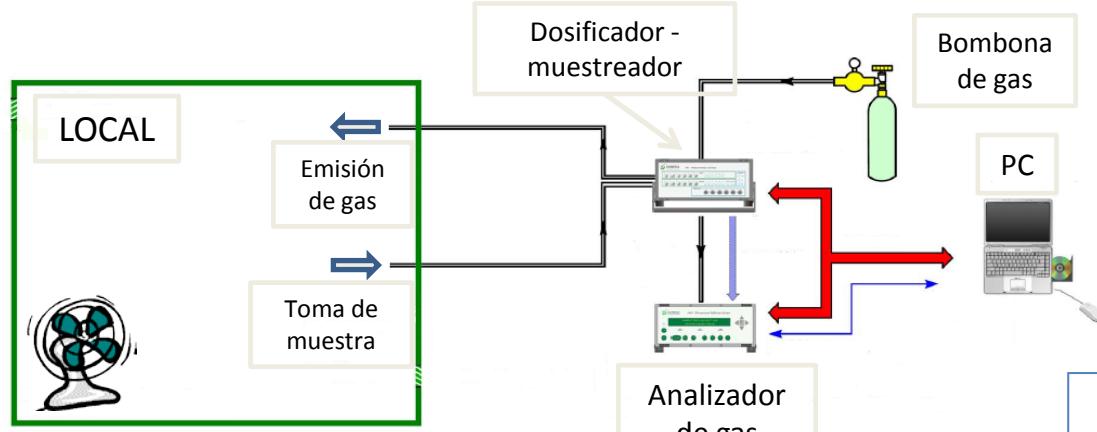


→ Campanas para la medida de caudales de ventilación.

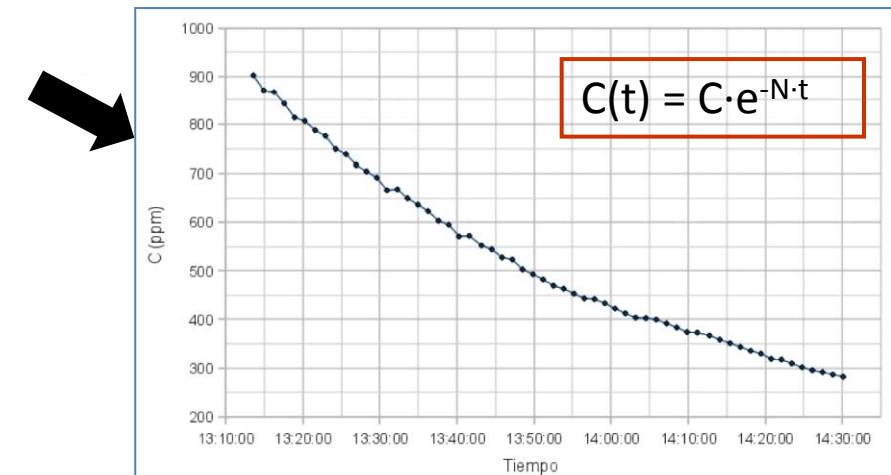


→ Técnica de gases trazadores (UNE EN ISO 12569)

Sistema de gases trazadores



➡ Método de la caída de la concentración



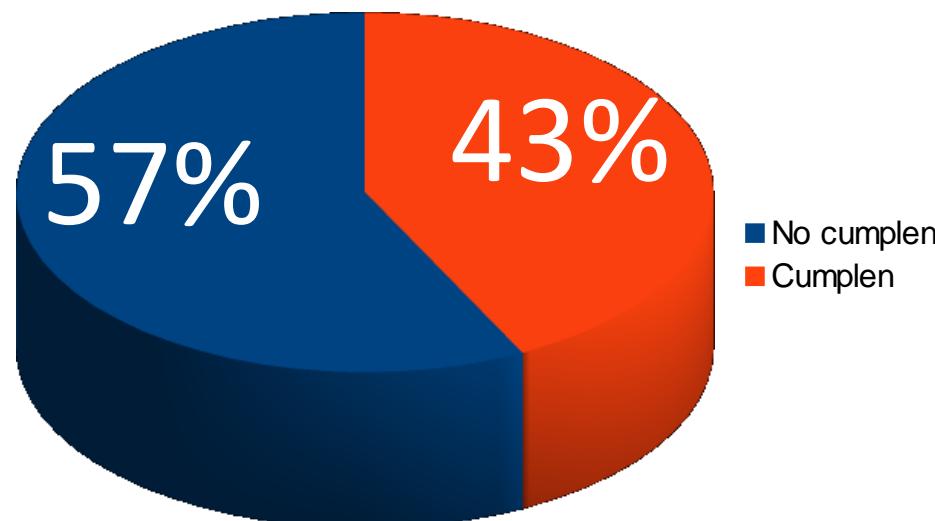


Metodología de ensayo

- ➔ Se ensaya cada local uno a uno.
- ➔ Todas las puertas y ventanas permanecen cerradas.
- ➔ Preferentemente se ensaya en la primera planta.
- ➔ El ensayo se realiza durante 1 o 2 días.

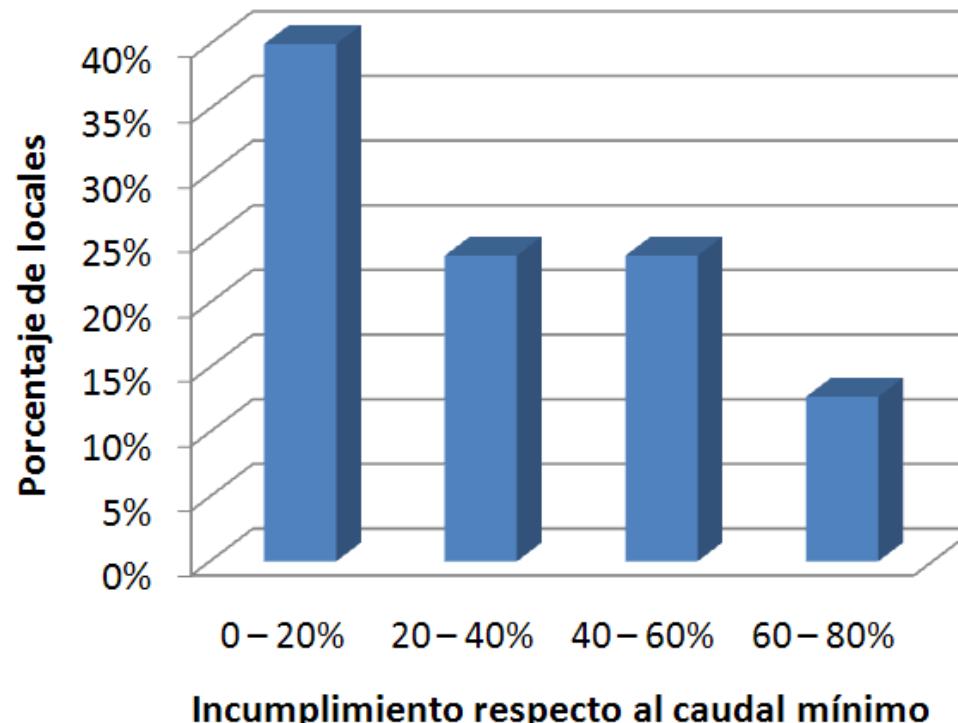
Resumen de los resultados

- 10 viviendas ensayadas, 62 locales.
- El 57% de los locales no cumple con los caudales mínimos exigidos.



Resumen de los resultados

➔ Grado de incumplimiento.

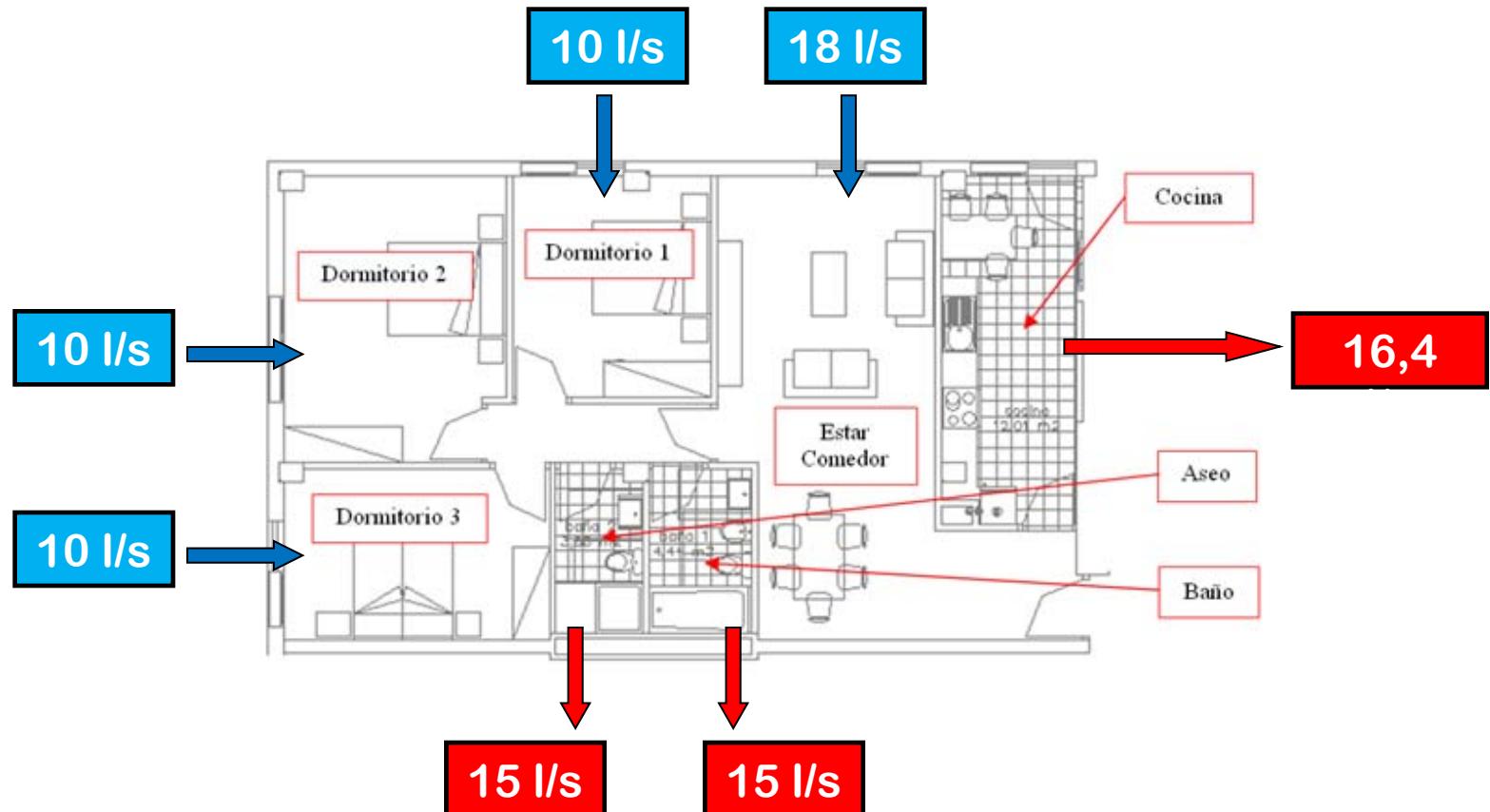


Conclusiones de los ensayos

- ➡ Caudales de admisión insuficientes.
- ➡ Se extrae el caudal exigido → INFILTRACIONES
 - ➡ Conducto de extracción de humos.
- ➡ Elementos mal colocados.

• Ejemplo de medida y solución de problemas

→ Plano de la vivienda ensayada.



Ejemplo de ensayo

- ➡ Sistema de admisión natural y extracción mecánica.
- ➡ El sistema trabaja de forma continua.
- ➡ Las admisiones de aire son fijas.
- ➡ Las aperturas de paso



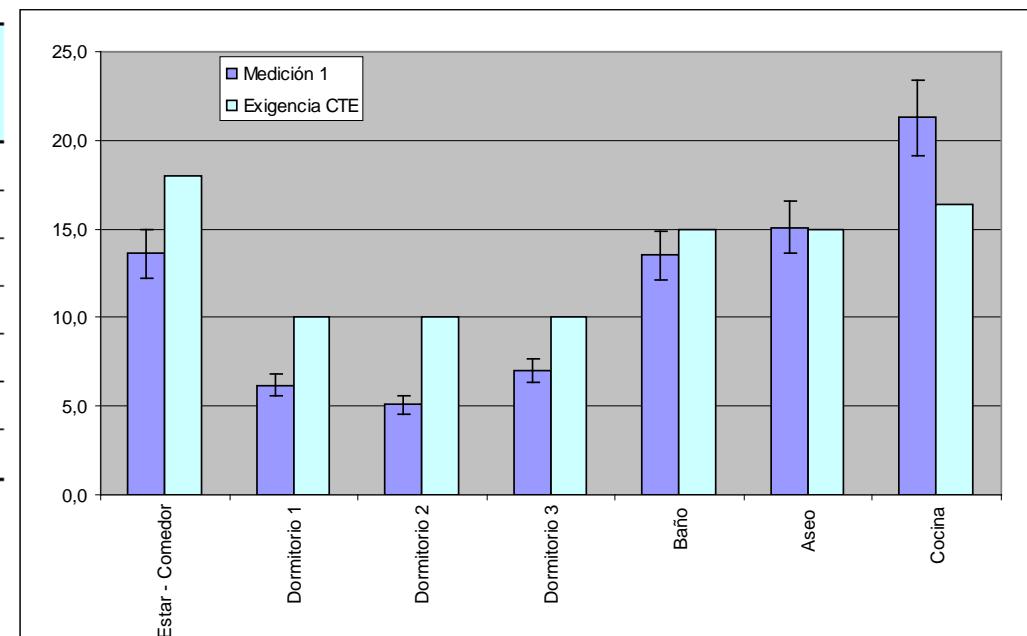
Ejemplo de ensayo

➡ Resultados del primer ensayo realizado en la vivienda.

Local	Exigencia (l/s)	Medición 1 (l/s)
Estar - Comedor	18	13,6
Dormitorio 1	10	6,2
Dormitorio 2	10	5,1
Dormitorio 3	10	7,0
Baño	15	13,5
Aseo	15	15,1
Cocina	16,4	21,3

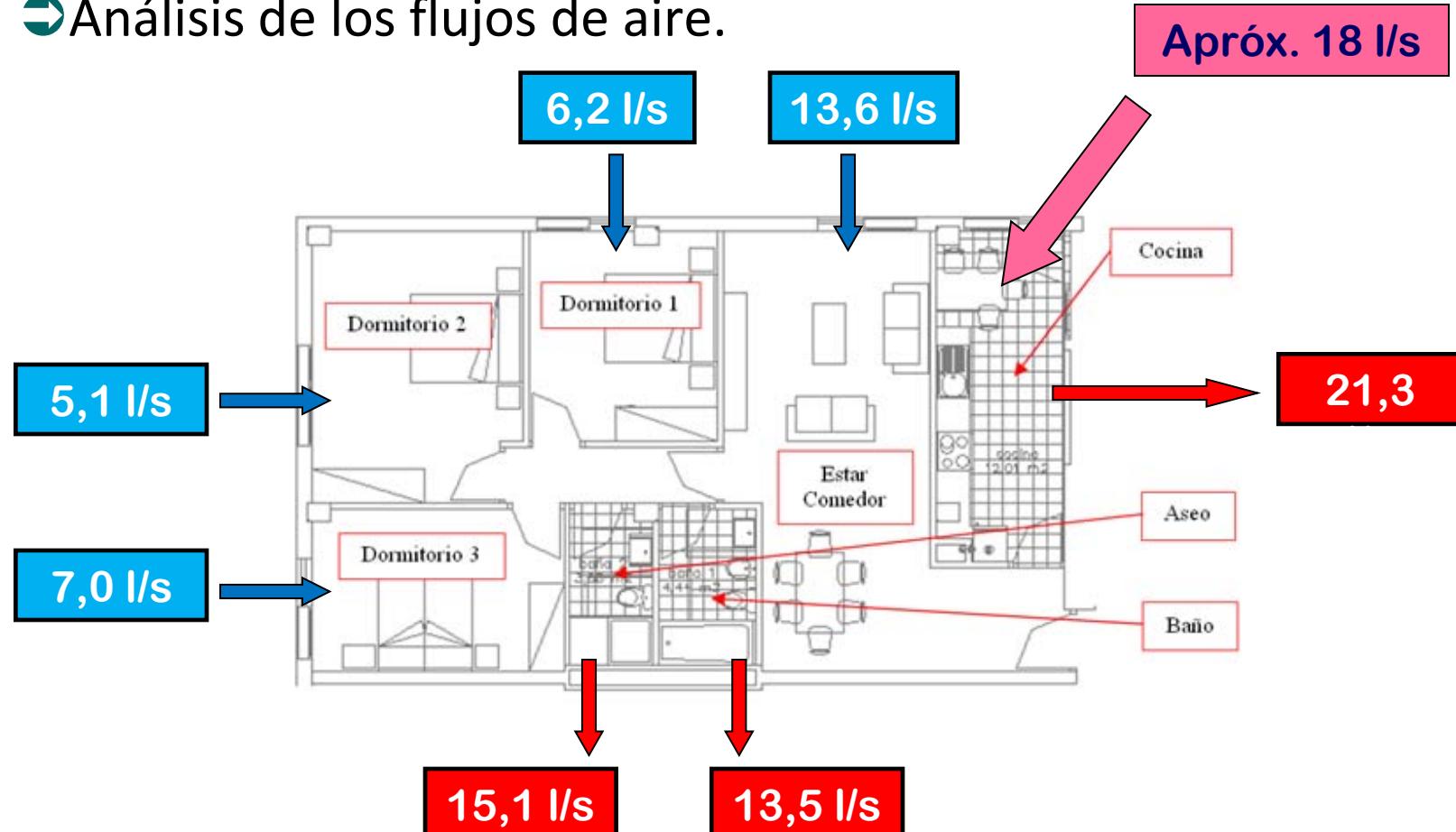
Sale Entra

$49,9 - 31,9 = 18 \text{ l/s}$



Ejemplo de ensayo

→ Análisis de los flujos de aire.

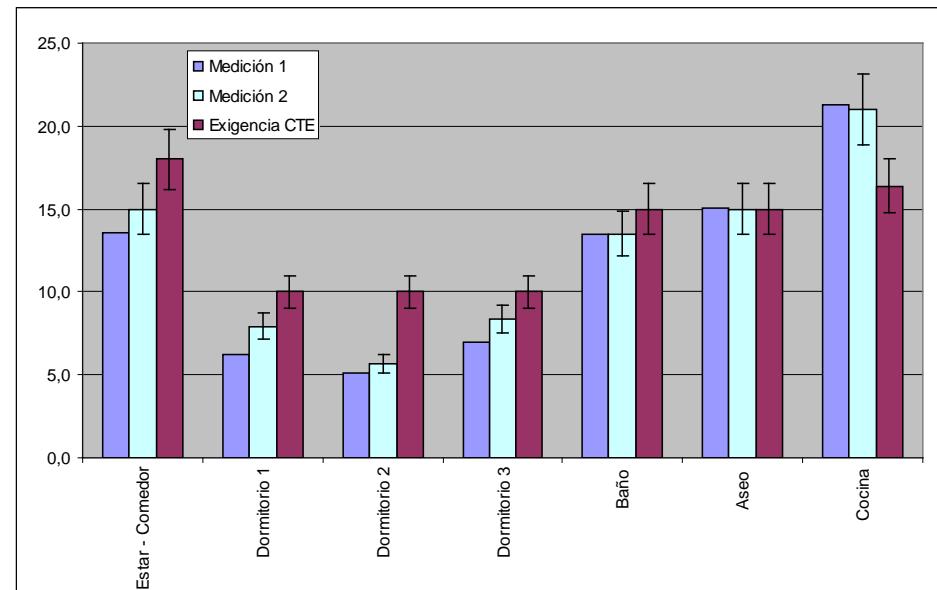


Ejemplo de ensayo

→ Medidas adoptadas: Corrección de campana extractora.

Local	Exigencia (l/s)	Medición 1 (l/s)	Medición 2 (l/s)
Estar - Comedor	18	13,6	15,0
Dormitorio 1	10	6,2	7,9
Dormitorio 2	10	5,1	5,7
Dormitorio 3	10	7,0	8,4
Baño	15	13,5	13,5
Aseo	15	15,1	15,0
Cocina	16,4	21,3	21,0

Sale Entra
 $49,5 - 37,0 = 12,5 \text{ l/s}$



Ejemplo de ensayo

➡ Medidas adoptadas para el tercer ensayo.

- ❖ Se reduce la pérdida de carga de las rejillas de admisión.
- ❖ Se sustituye la boca de extracción de la cocina por una de menor capacidad.

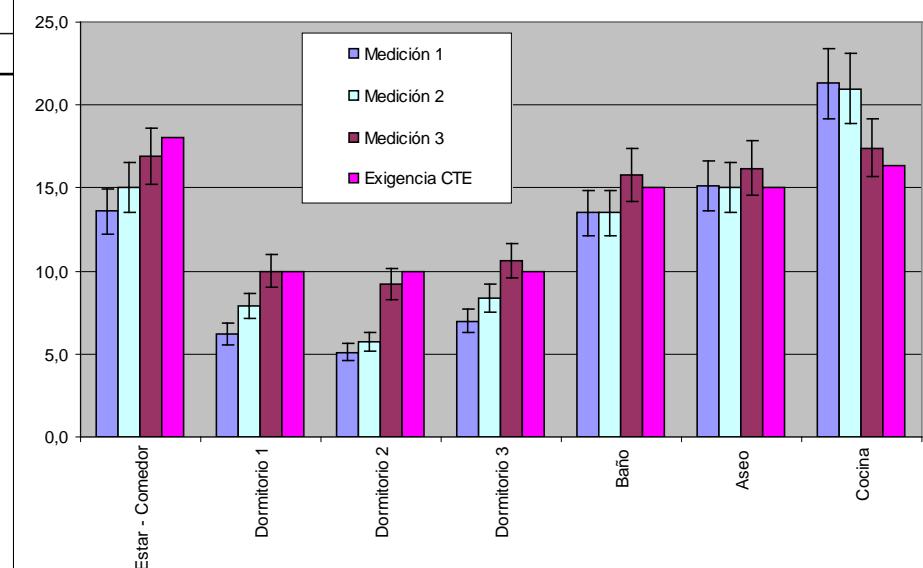
Ejemplo de ensayo

Resultados de las mediciones del tercer día

Local	Exigencia (l/s)	Medición 1 (l/s)	Medición 2 (l/s)	Medición 3 (l/s)
Estar - Comedor	18	13,6	15,0	16,9
Dormitorio 1	10	6,2	7,9	10,0
Dormitorio 2	10	5,1	5,7	9,2
Dormitorio 3	10	7,0	8,4	10,6
Baño	15	13,5	13,5	15,8
Aseo	15	15,1	15,0	16,2
Cocina	16,4	21,3	21,0	17,4

Sale Entra
 $49,4 - 46,7 = 2,7 \text{ l/s}$

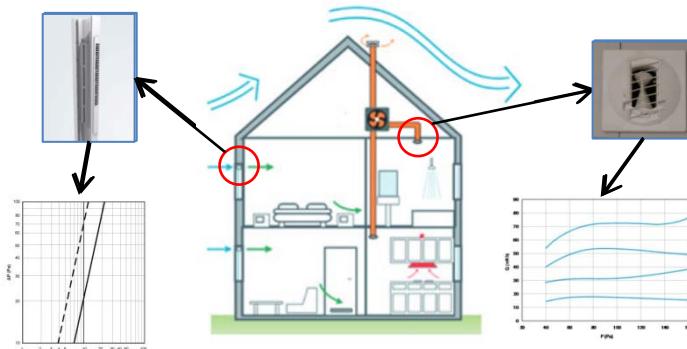
- ➡ Extracciones: Cumplen con el mínimo exigido por la norma.
- ➡ Las medidas adoptadas hacen alcanzar los caudales exigidos.
- ➡ Esto se debe a que se reducen los pasos de aire no deseados.



• Principales sistemas de ventilación

Sistemas de ventilación

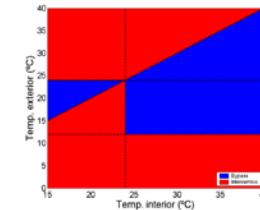
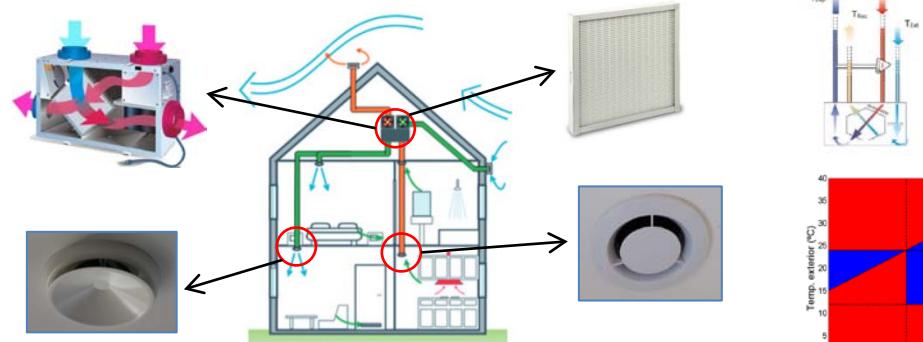
FS extracción continua



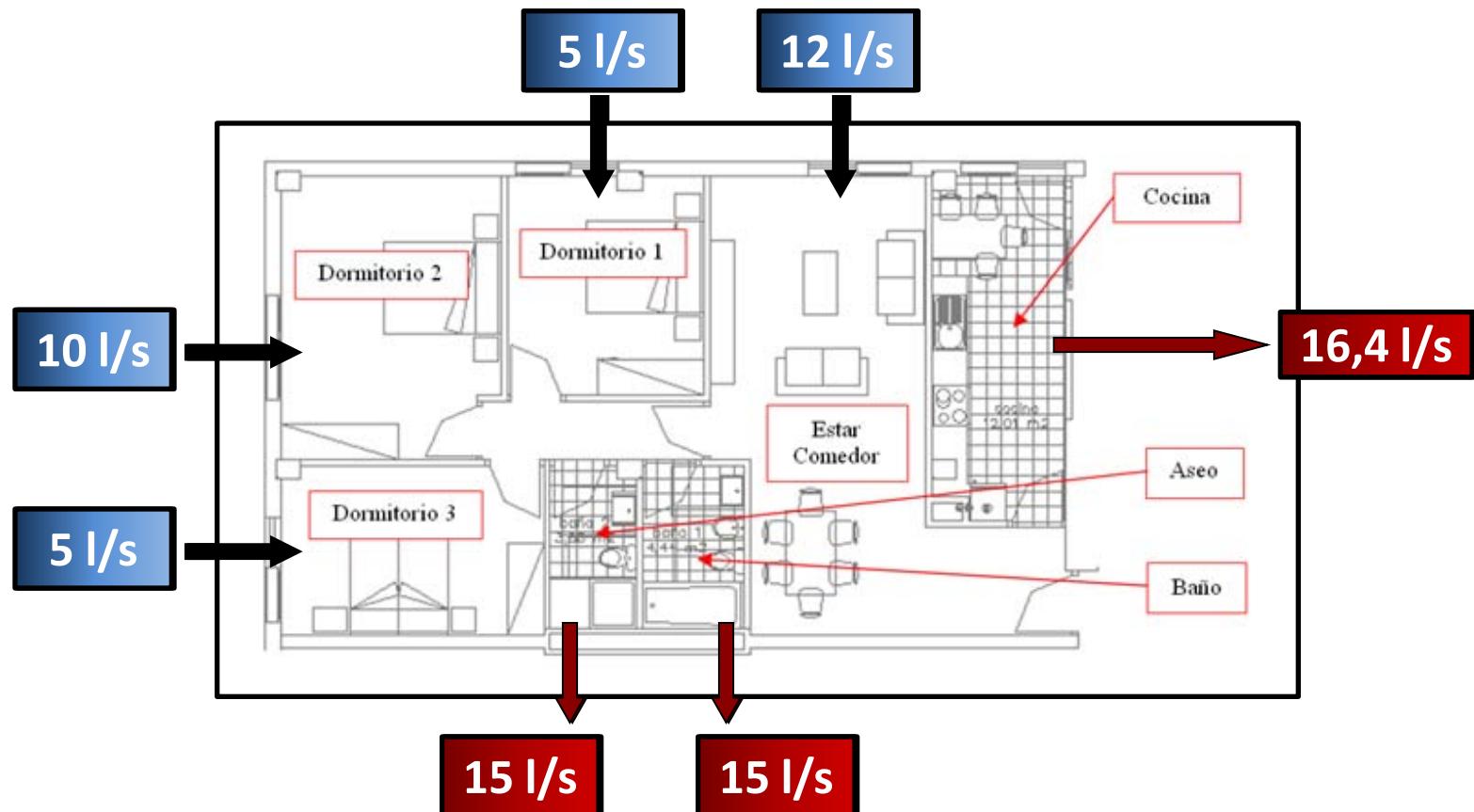
FS higrorregulable



DF recuperación calor



Definición del caso: Caudales mínimos



Características del caso

- ➡ Simulaciones → CONTAM – TRNSYS
- ➡ Vitoria – Gasteiz, Bilbao, Donostia
- ➡ Orientación → Norte y sur
- ➡ Envolvente térmica según CTE.
- ➡ 4 personas (3 adultos y un menor de edad)

Características del caso

➡ Sistema de calefacción

- 20 °C
- Rendimiento 92%

➡ Sistema de ventilación con recuperación

- Recuperador de calor 85%

➡ Contribución solar mínima

- 30%
- 28 litros por persona a 60 °C

Limitaciones DB HE

- ➔ Limitación de la demanda de calefacción



Zona climática de invierno						
	α	A	B	C	D	E
D _{cal,base}	15	15	15	20	27	40
F _{cal,sup}	0	0	0	1000	2000	3000

$$D_{cal,lím} = D_{cal,base} + \frac{F_{cal,sup}}{S} \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot año} \right]$$

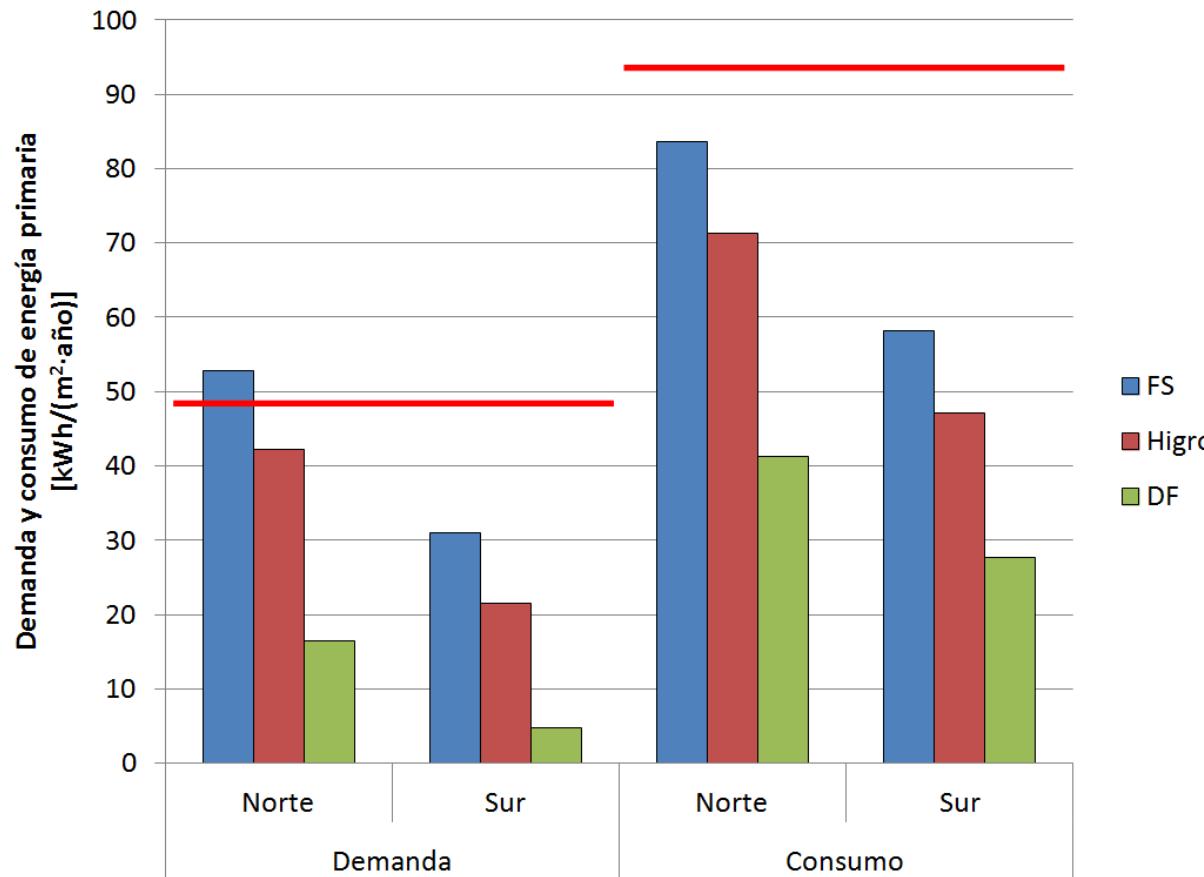
- ➔ Limitación del consumo:
Calefacción + ACS



Zona climática de invierno						
	α	A	B	C	D	E
C _{cal,base}	40	40	45	50	60	70
F _{cal,sup}	1000	1000	1000	1500	3000	4000

$$C_{ep,lím} = C_{ep,base} + \frac{F_{ep,sup}}{S} \left[\frac{kWh}{m^2 \cdot año} \right]$$

Resultados y conclusiones



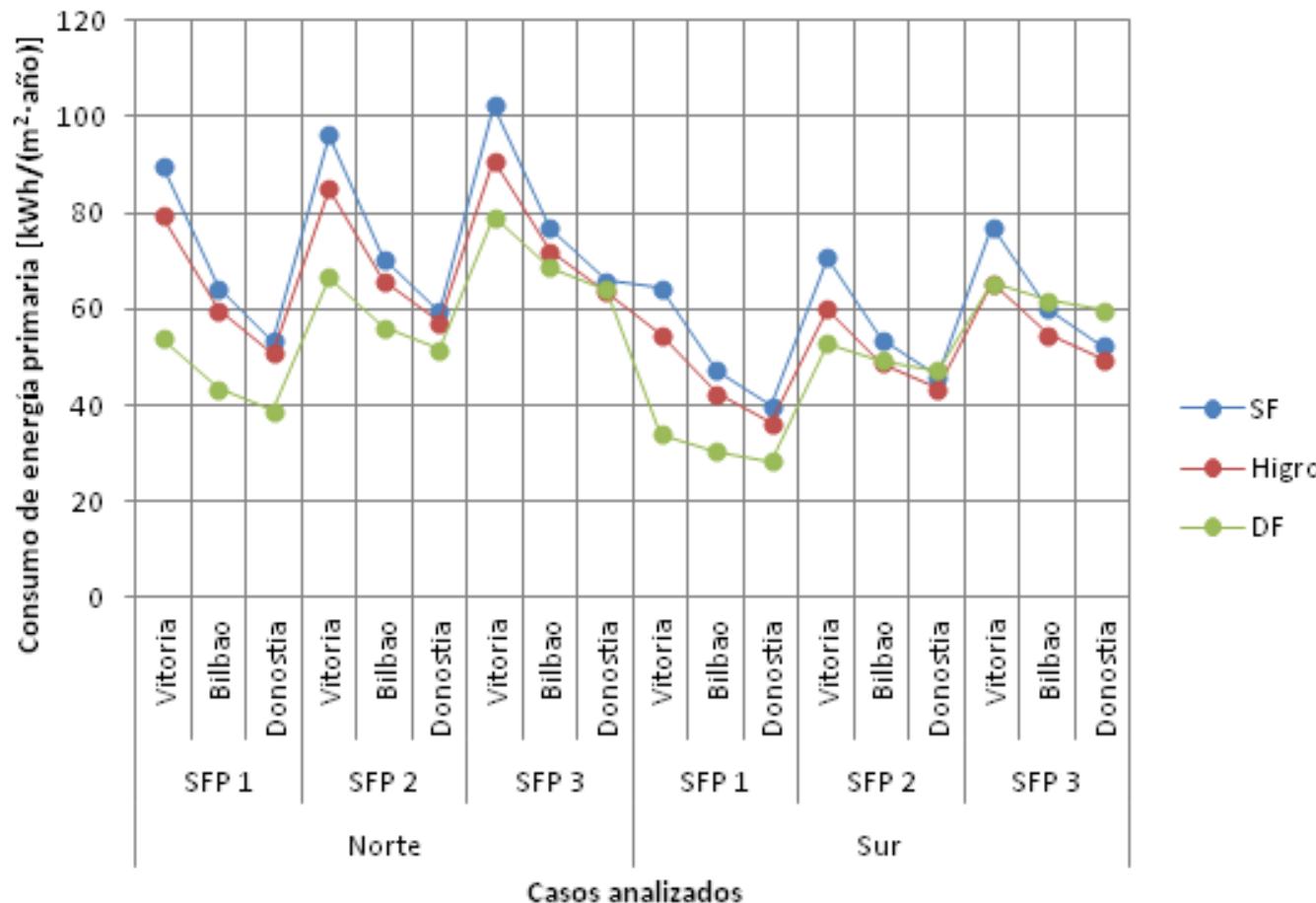
- Parámetros fundamentales

Demanda y Consumo: Parámetros

- ➡ Sistema de ventilación
- ➡ Orientación de la vivienda
- ➡ Localización
- ➡ Consumo de los ventiladores

$$\left\{ \begin{array}{l} SFP = 0,15 \frac{W}{m^3/h} \\ SFP = 0,3 \frac{W}{m^3/h} \\ SFP = 0,45 \frac{W}{m^3/h} \end{array} \right.$$

Demanda y Consumo: Parámetros



Demanda y Consumo: Parámetros

➡ Specific Fan Power ($\frac{W}{m^3/h}$)

Vitoria

	Norte	Sur
FS	1,00	0,73
Higro	0,70	0,45

Bilbao

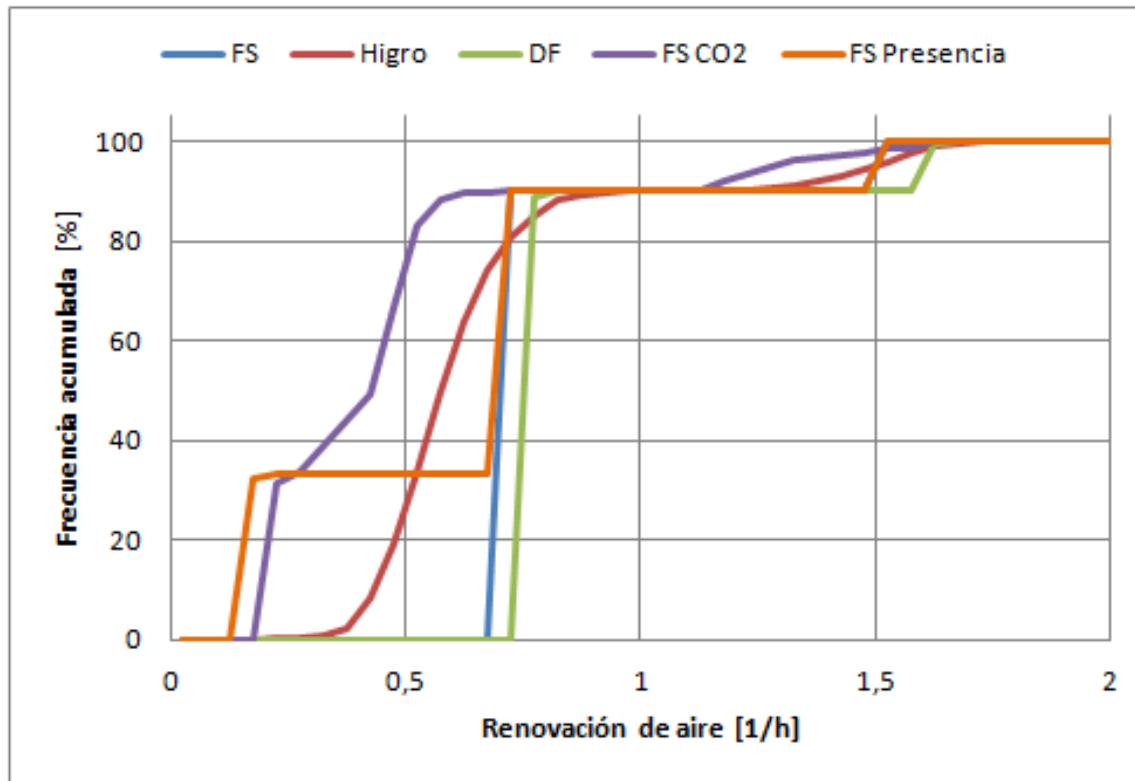
	Norte	Sur
FS	0,64	0,40
Higro	0,52	0,29

Donostia

	Norte	Sur
FS	0,49	0,27
Higro	0,44	0,21

Demanda y Consumo: Parámetros

➡ Sistemas de ventilación bajo demanda



Demanda y Consumo: Parámetros

➡ Sistemas de ventilación bajo demanda

<i>Sistema de ventilación</i>	<i>Demandas de calef.</i> $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot año} \right]$	<i>Consumo de calef.+ ACS</i> $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot año} \right]$	<i>Operación</i> $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot año} \right]$	<i>Consumo total</i> $\left[\frac{kWh}{m^2 \cdot año} \right]$	<i>Ahorro</i> [%]
FS	52,8	83,6	6,3	89,9	-
Higro	44,4	73,8	5,7	79,5	11,5%
DF	16,5	41,3	12,6	54,0	40,0%
CO ₂	36,3	64,4	3,7	68,1	24,3%
Presencia	44,3	73,7	4,9	78,6	12,5%

Gracias por su atención
Eskerrik asko zuen arretagatik



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

<http://www.ehu.eus/enedi/>



moises.odriozola@ehu.eus

943 01 7152

