

LA VENTILACIÓN
EN LOS EDIFICIOS
Y SUS CONSECUENCIAS
EN LA DEMANDA
DE ENERGÍA, LA ACÚSTICA
Y LA CALIDAD DEL AIRE.



Laboratorio de Control de Calidad en la Edificación
del Gobierno Vasco.
Agirrelanda, 10 · 01013 Vitoria-Gasteiz
21 de noviembre de 2011



DEPARTAMENTO DE VIVIENDA,
OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES
Dirección de Vivienda,
Innovación y Gestión
Laboratorio de Control de
Calidad de la Edificación



La ventilación en Europa. Estado actual de las normativas y perspectivas de Futuro.

El reto de la ventilación

Dr. Francis Allard

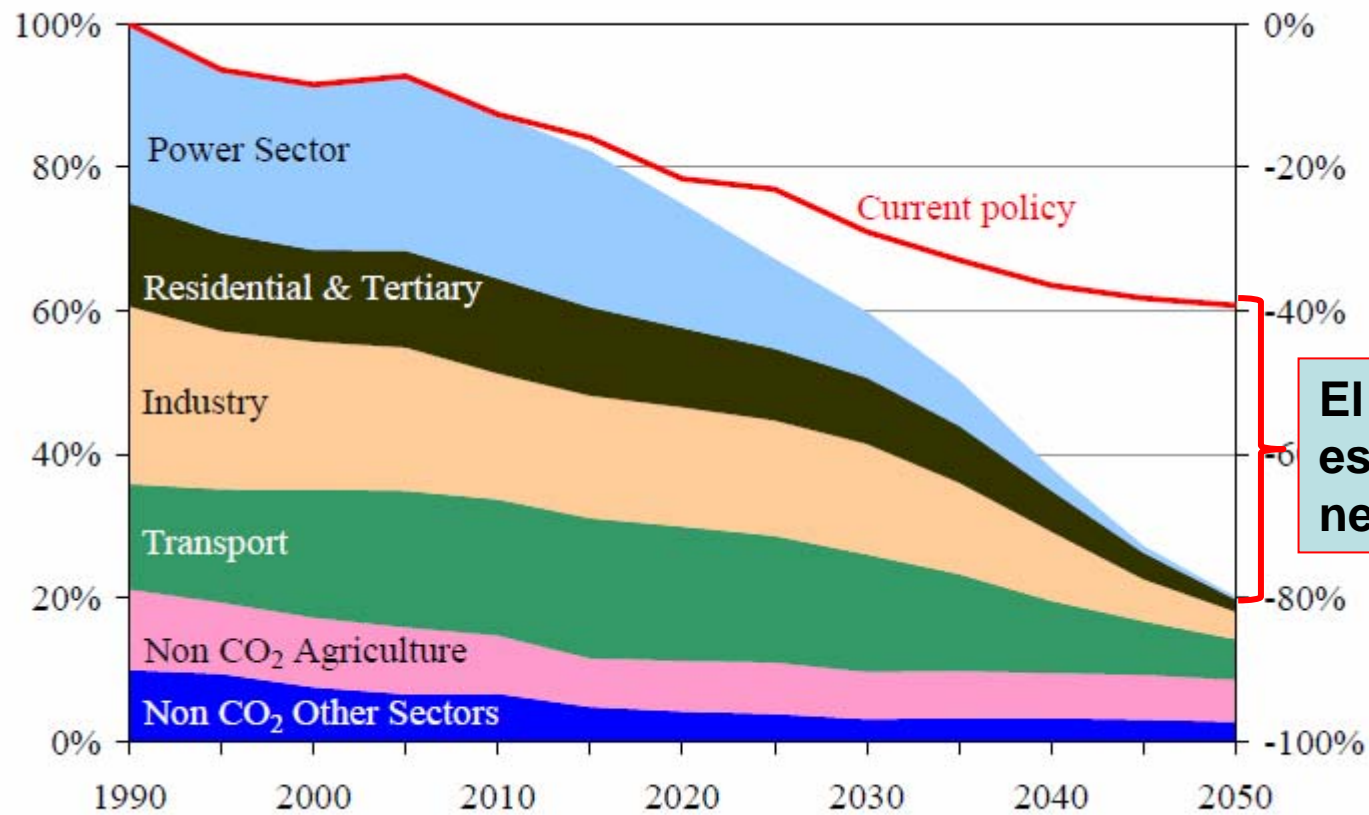
LEPTIAB, Universidad de La Rochelle

VITORIA-GASTEIZ 2011

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
EN LA EDIFICACION DEL GOBIERNO
VASCO

EUSKO JAURLARITZAREN ETXEGINTZAREN
KALITATEA KONTROLATZEKO
LABORATEGIA

El plan europeo para una economía bajo carbón



La «iniciativa europea contra el cambio climático», Diciembre 2008



20 % menos gases invernadero



20% más energía renovable



20% más eficiencia energética

Los planes nacionales de acción



F. Allard 21 de Noviembre 2011

	Share of energy from renewable sources in gross final consumption of energy, 2005	Target for share of energy from renewable sources in gross final consumption of energy, 2020
Belgium	2.2%	13%
Bulgaria	9.4%	16%
The Czech Republic	6.1%	13%
Denmark	17.0%	30%
Germany	5.8%	18%
Estonia	18.0%	25%
Ireland	3.1%	16%
Greece	6.9%	18%
Spain	8.7%	20%
France	10.3%	23%
Italy	5.2%	17%
Cyprus	2.9%	13%
Latvia	32.6%	40%
Lithuania	15.0%	23%
Luxembourg	0.9%	11%
Hungary	4.3%	13%
Malta	0.0%	10%
The Netherlands	2.4%	14%
Austria	23.3%	34%
Poland	7.2%	15%
Portugal	20.5%	31%
Romania	17.8%	24%
Slovenia	16.0%	25%
The Slovak Republic	6.7%	14%
Finland	28.5%	38%
Sweden	39.8%	49%
United Kingdom	1.3%	15%

El sector de la edificación en primera línea

- 41 % de la energía final utilizada
- 36 % de las emisiones de CO₂
- Fuerte potencial de ahorro energético: ~30 % en 2020
- 9 % del P.I.B europeo, 8 % de los empleos y 2 mil millones de €/año
- El sector más activo en términos de acción europea contra el cambio climático: Energy Performance of Buildings Directive (EPBD, 2002/91/EC) y “EPBD recast” (June 2010)

Unos objetivos ambiciosos

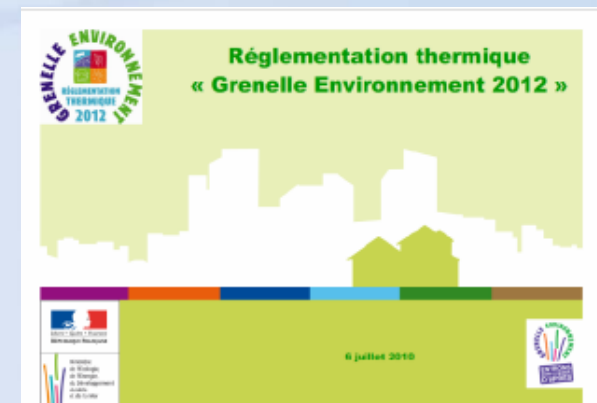
✚ Desarrollar un hábitat sano y sostenible

- Reducción de la demanda energética primaria
- Integración masiva de las energías renovables
- Mejora global de la calidad ambiental de los edificios y barrios

• Sin concesión a la calidad del aire (salud) o al bienestar de los usuarios.



F. Allard 21 de Noviembre 2011



Posición del problema de la CAI

- **Hasta poco tiempo:**
2 contaminantes



- **Desde hace pocos años,** redefinición de la problemática: 3 razones

Aire exterior contaminado → Contaminación posible por el aire exterior

Más fuentes interiores de contaminación identificadas → Los medios interiores están más contaminados que el exterior

→ Se necesita tomar en cuenta un número mayor de contaminantes

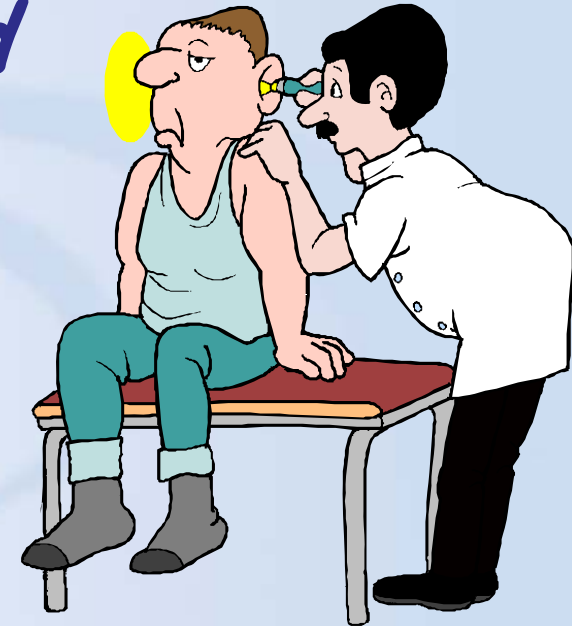
Tiempos de residencia interior más importantes → Peso más importante de la contaminación En el interior de los espacios cerrados

Los contaminantes de los medios interiores

- Gases no orgánicos
(CO, NO, NO₂, O₃, SO₂, ...)
- Metales pesados
- Radón
- Compuestos orgánicos volátiles
, semi - volátiles
- Partículas
(polvo, fibras)
- Bio- contaminantes
- Pesticidas

Evaluación de la calidad sanitaria del aire

Procedimiento clásico



Análisis de la dispersión de los contaminantes:
Mediciones o calculo de las concentraciones

Análisis de exposición:
Cantidad de contaminantes absorbidos

Análisis de la repuesta De los usuarios :

- *Calificación del riesgo sanitario*
- *Determinación del un índice de QAI*

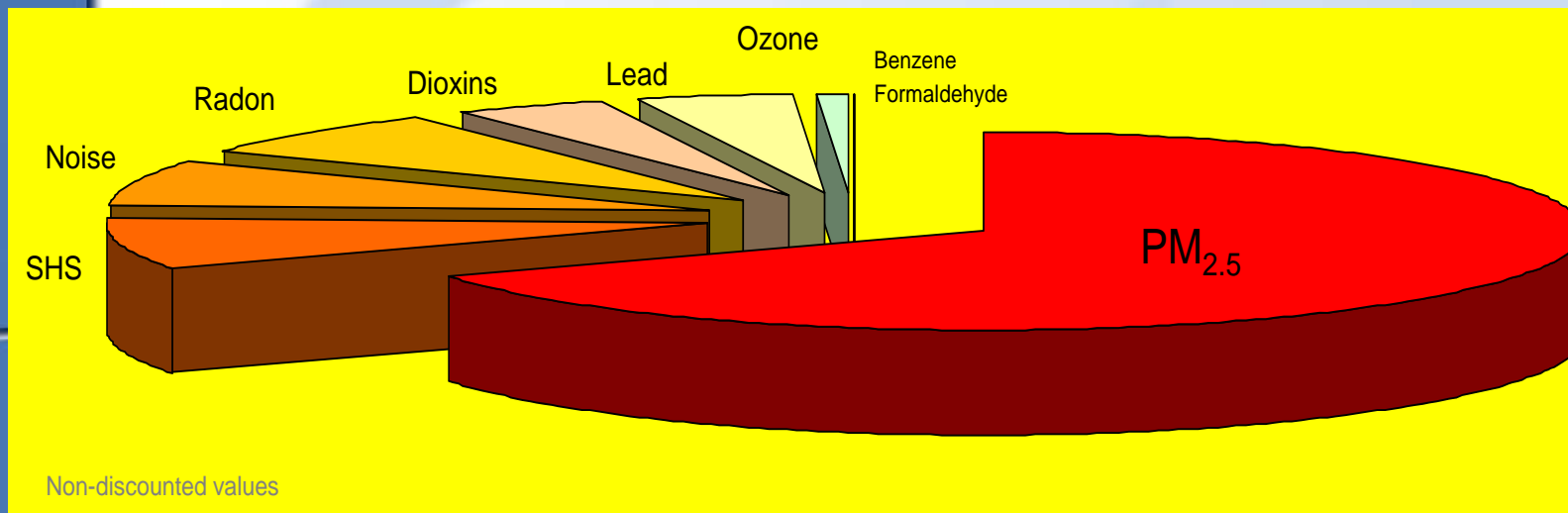
Esquemas de actividades de los usuarios

Valores limites de exposición

Valores límites de exposición

Contaminante	Valor / 1 h	Fuente
Monóxido de carbón, CO	25 ppm	OMS
Dióxido de carbón, CO ₂	10 000 ppm	
Dióxido de nitrógeno, NO ₂	0,2 mg/m ³	[OMS, 2005]
Dióxido de Sufre, SO ₂	0,66 mg/m ³	OEHHA_2008
Ozone	0.05 ppm/8h	CSHP
Formaldehido	0,05 mg/m ³	2h ; [Anses, 2007b]
Acetaldehido	0,47 mg/m ³	OEHHA_2010
Etilbenzeno	43,36 mg/m ³	ATSDR
Estireno	21 mg/m ³	OEHHA_2010
Tolueno	3,8 mg/m ³	ATSDR_2010
o- Xileno	8,7 mg/m ³	ATSDR_2010
Partículas 10 µm	50 µg/m ³	24h ; [Anses, 2010]
Partículas 2,5 µm	25 µg/m ³	24h ; [Anses, 2010]
Radón	400 Bq/m ³ /h	OMS

CAI y salud



Enfermedades identificadas en pacientes y atribuibles a la calidad de los entornos habitados (Hänninen & Knol, 2011).

CAI y salud



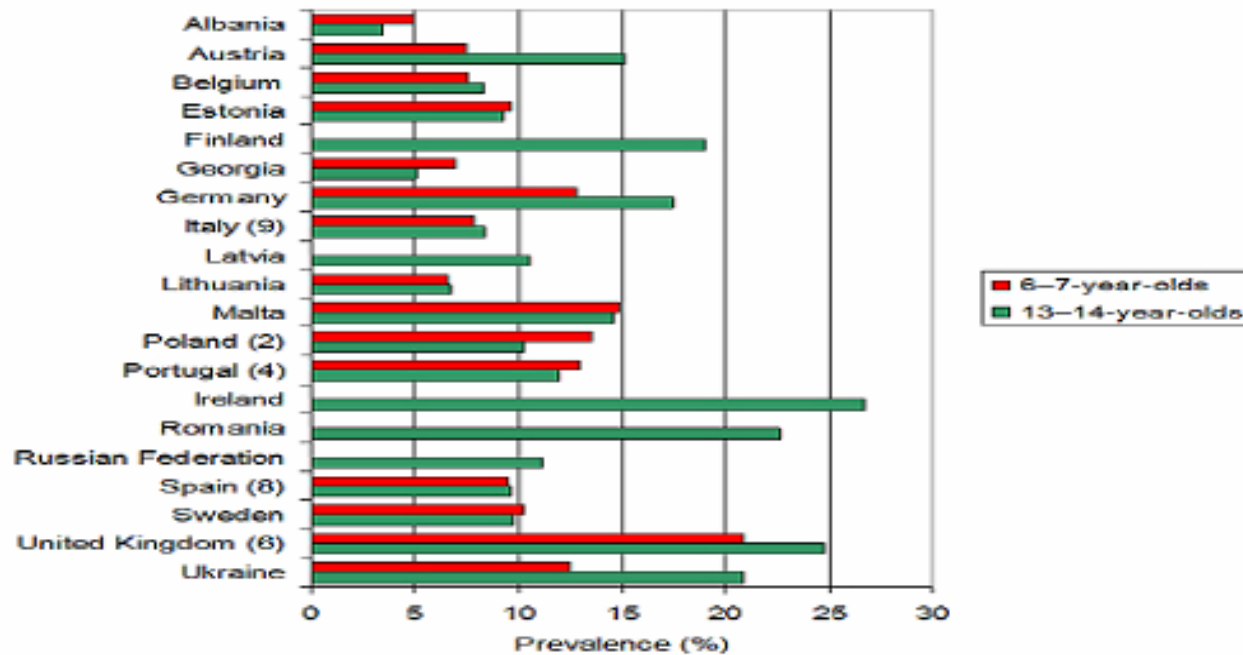
Directorate-General for
Health & Consumers

Giulio Gallo

European Commission-
DG SANCO

Significance of Health Effects

Prevalence of Asthma Symptoms



CAI y salud



EUROPEAN COMMISSION

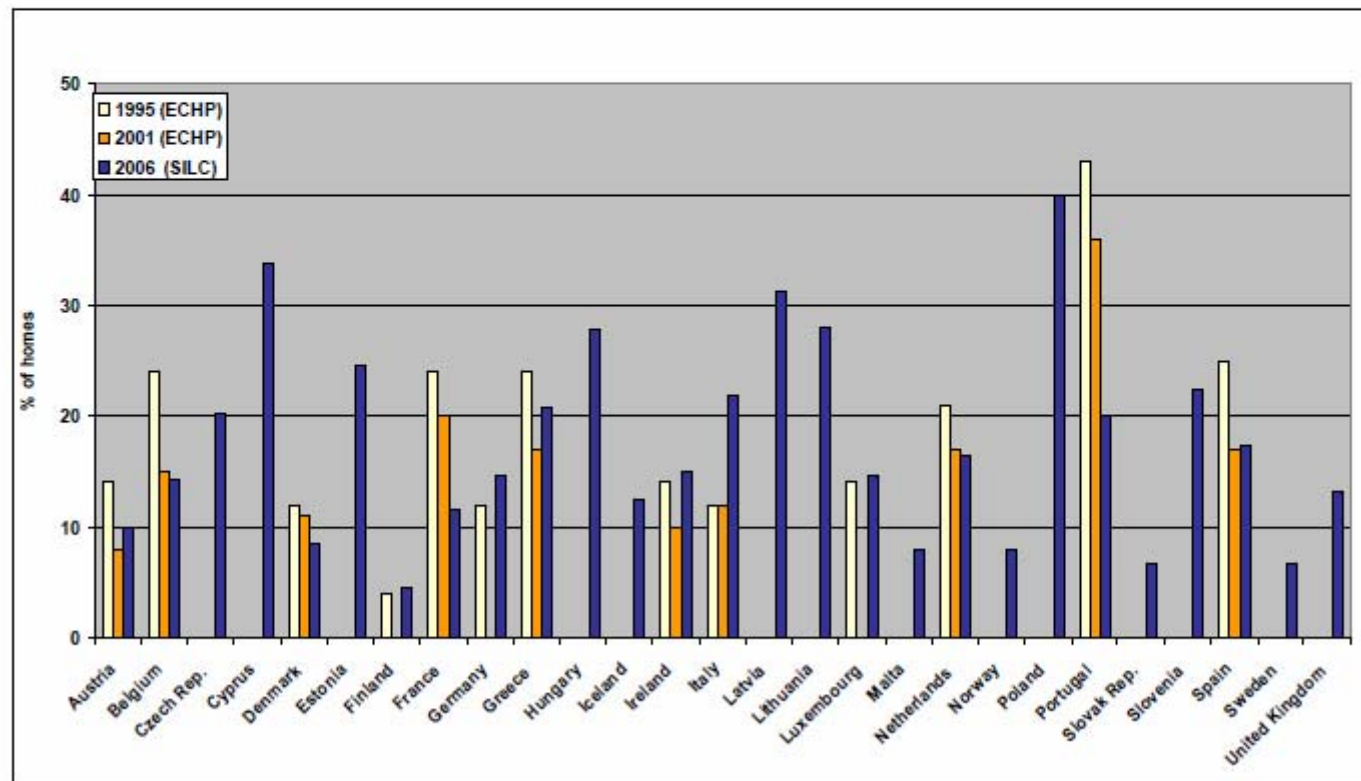


Directorate-General for
Health & Consumers

Giulio Gallo

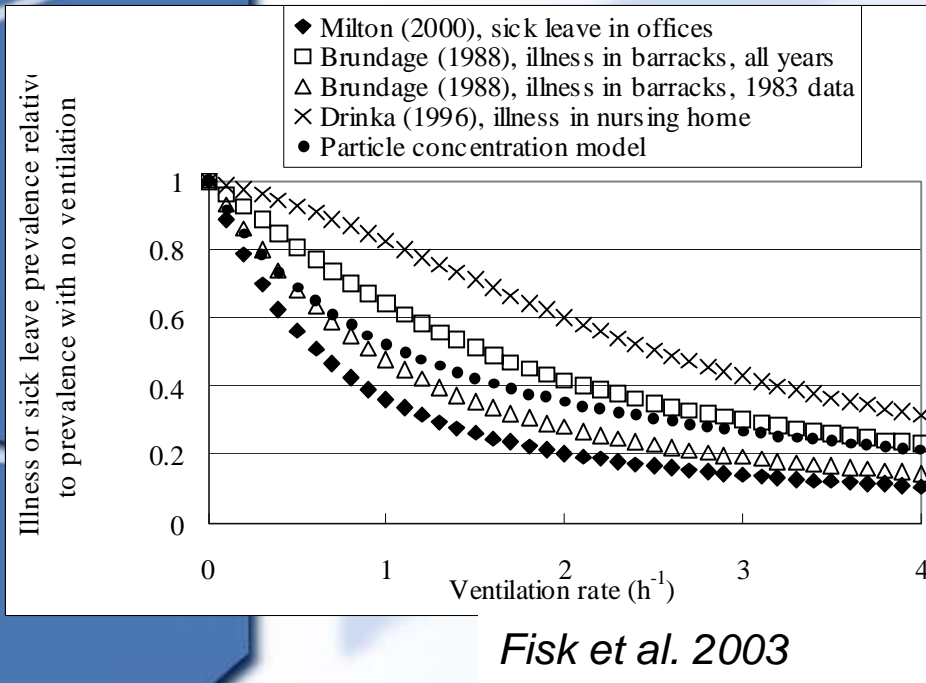
European Commission-
DG SANCO

Homes with dampness problems in European countries



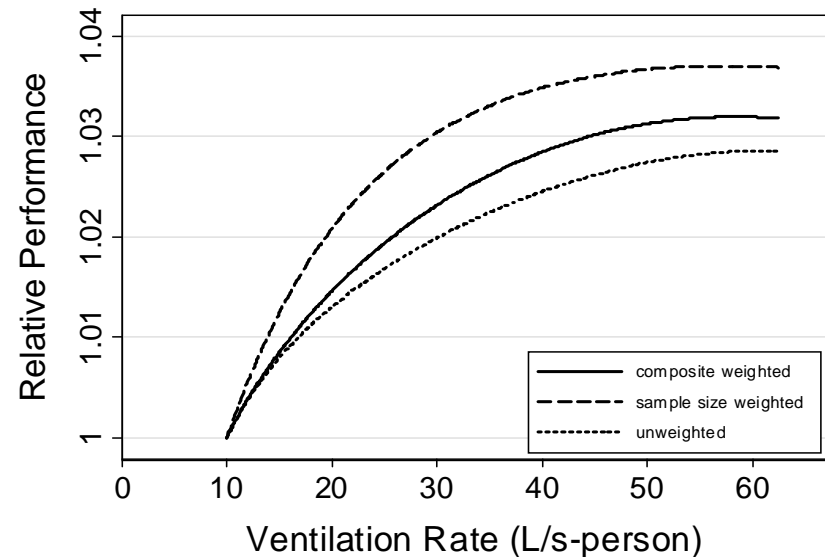
source: ENHIS May 2007

CAI y productividad



Paradas por enfermedad/CAI

Eficiencia /CAI

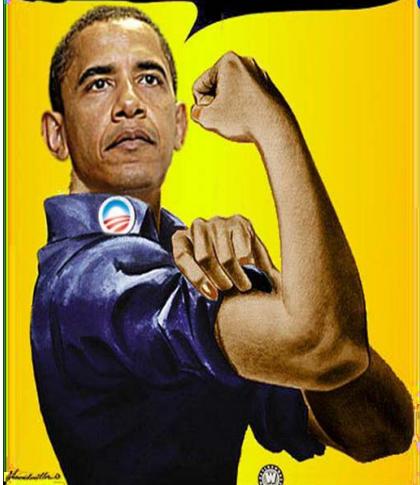


La ventilación tiene la llave

✚ Aspectos energéticos

- En una perspectiva de división por 4 de la demanda energética primaria del sector edificado, la renovación del aire interior llega a ser el puesto energético principal,
- Las potencias instaladas no justifican a priori el uso de redes de agua,
- La ventilación, es el primer modo de acondicionamiento en condiciones cálidas en nuestros climas,
- **« El aire es el principal vector energético »**

Yes, We Can!

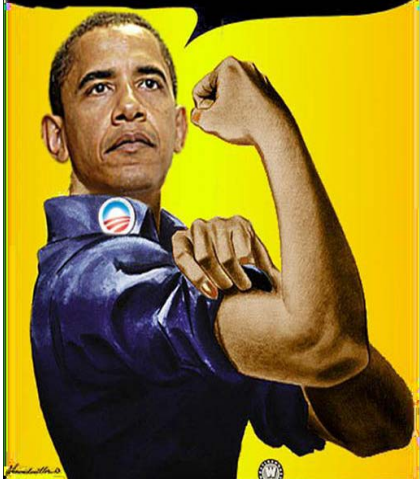


La ventilación tiene la llave

✚ Aspectos de CAI

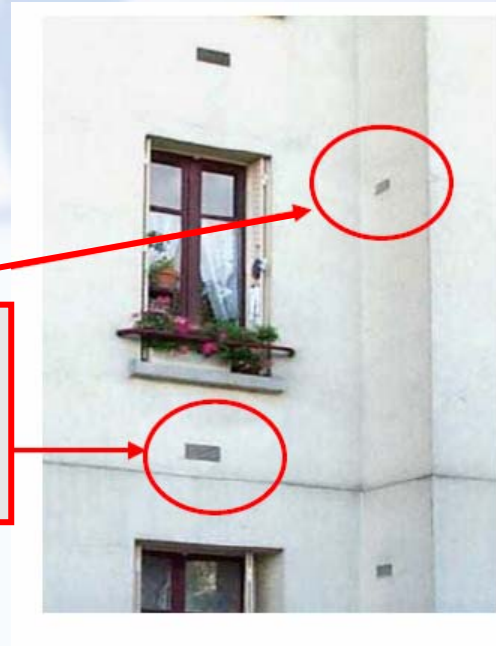
- El aire es también el principal **vector de contaminación** gaseosa, particular y biológica,
- En los edificios de baja demanda energética, las estrategias de control de la CAI y de purificación del aire interior serán necesarias
- La **Calidad del Aire Interior** depende del medio ambiente exterior, de los materiales, de la ocupación y de las actividades pero también de las estrategias de ventilación y de control de los flujos de aire interiores

Yes, We Can!



Las estrategias de ventilación

- Ventilación natural (sin sistema particular)

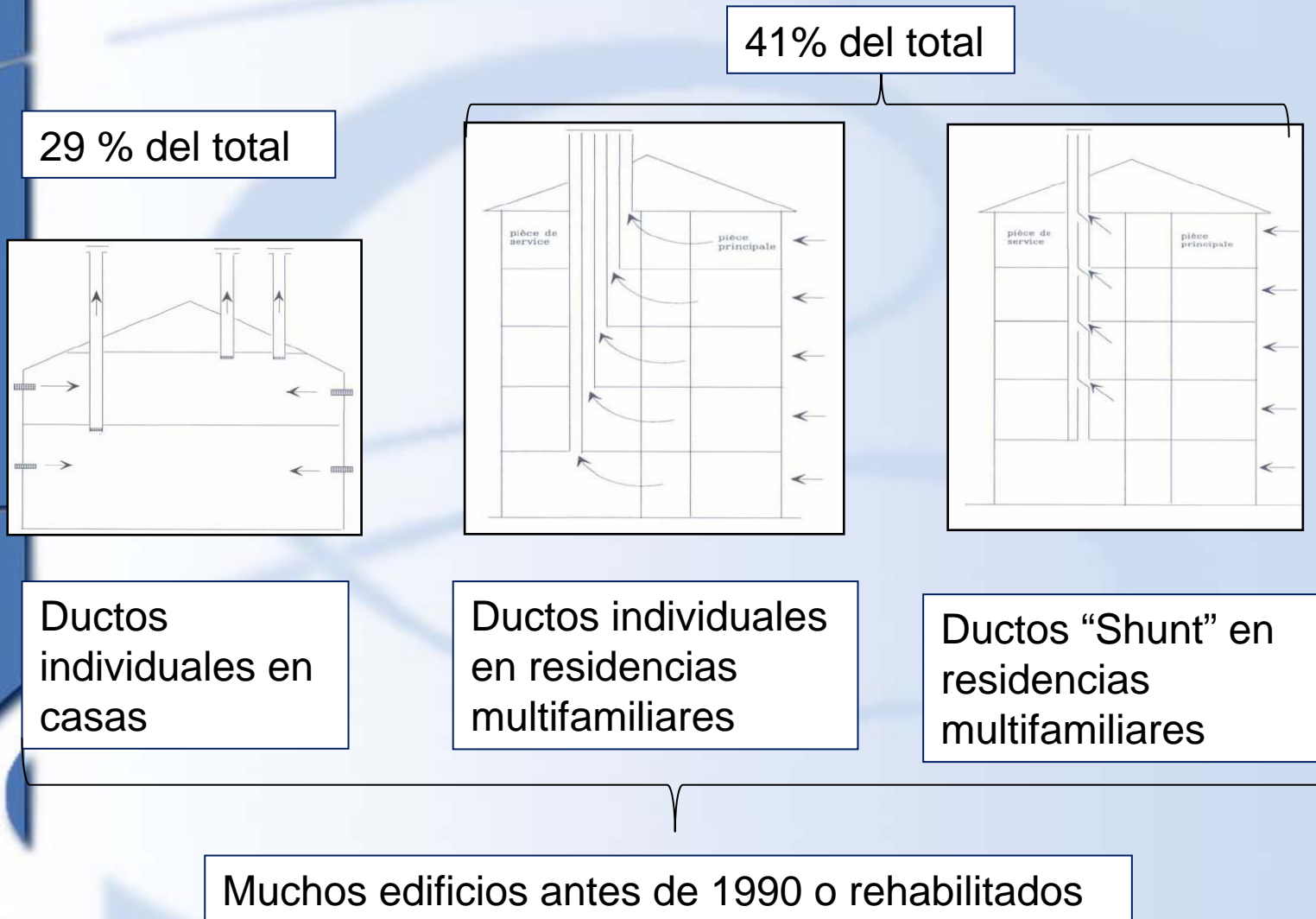


Aberturas
en las
fachadas



Ductos
(Shafts)

Las estrategias de ventilación



Las estrategias de ventilación

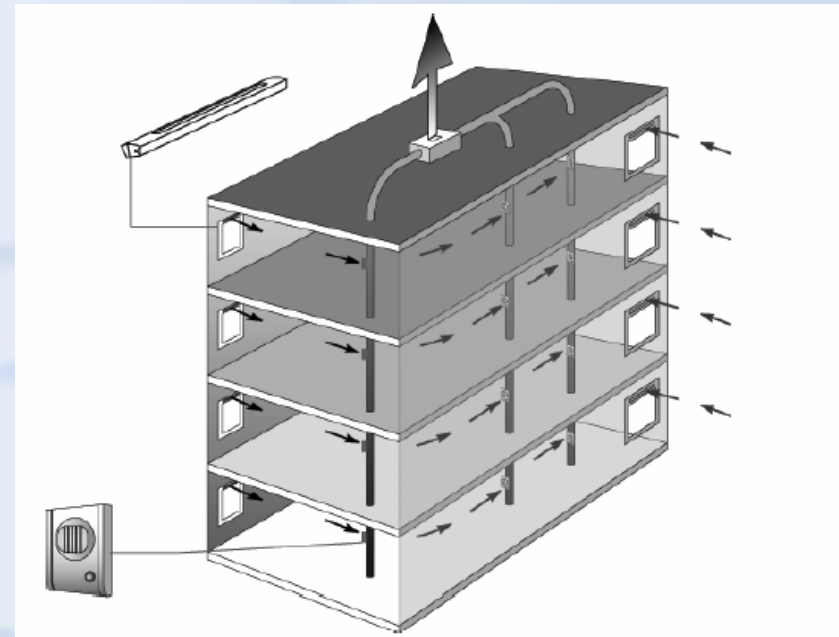
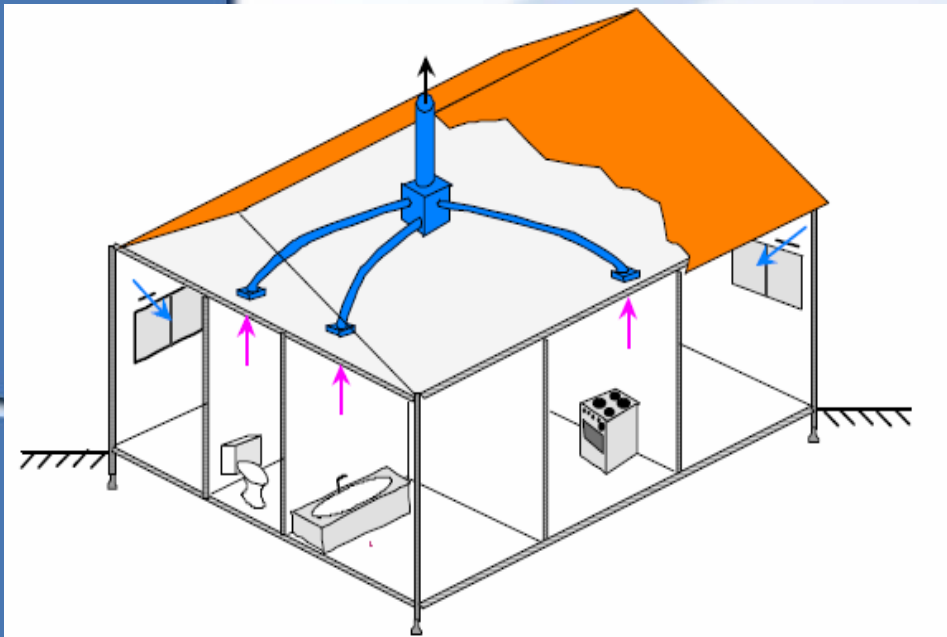
Ventilación mecánica descentralizada



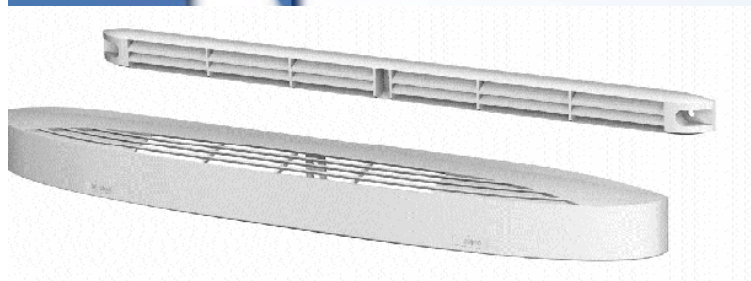
Ventilador en la ventana de una cocina

Las estrategias de ventilación

Ventilación mecánica centralizada (controlada)

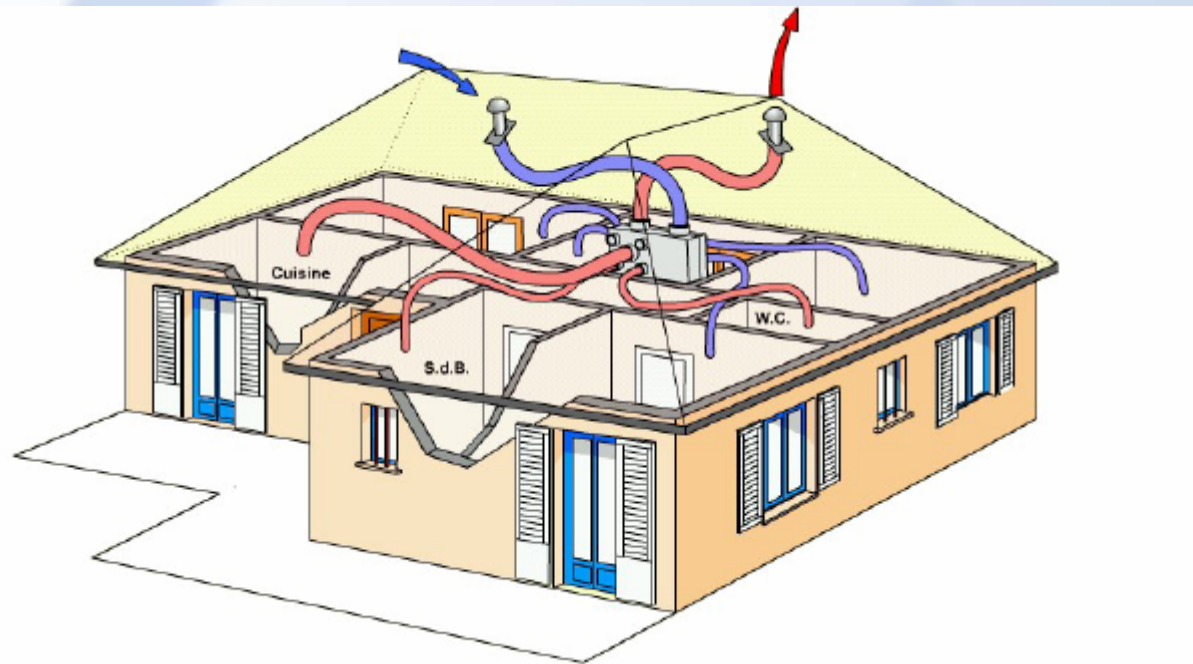


37,5 % de casas y 34% de las residencias



Las estrategias de ventilación

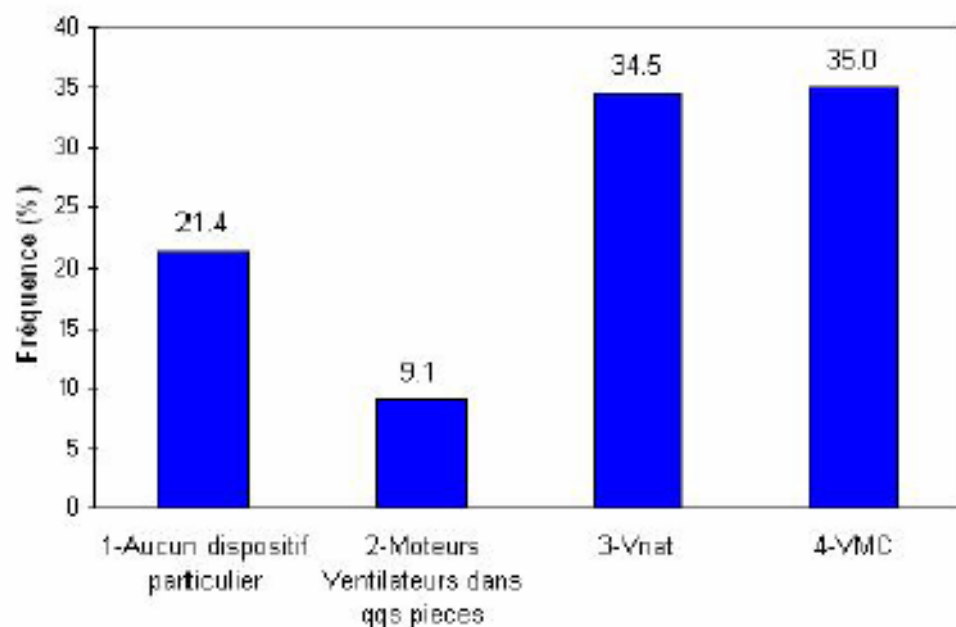
Ventilación mecánica centralizada con recuperación de calor (doble flujo)



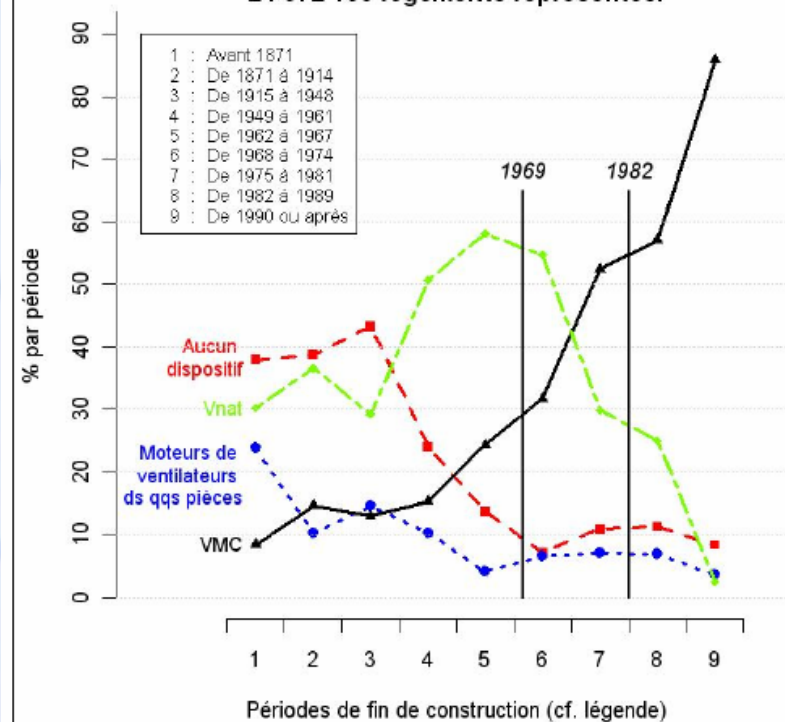
Menos de 1,1% del stock de edificios.

Reparto estadístico de las estrategias de ventilación

Type de ventilation
24 672 135 logements représentés



Evolution de la part de chaque dispositif dans les logements au cours des périodes de construction.
24 672 135 logements représentés.





Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

CAI en las viviendas

Campaña nacional (oct 2003- dec 2005)

567 viviendas
1 612 individuos
4 691 habitaciones

Datos
Ocupantes (estatus
socio-económico,
actividades, ...)

Datos Viviendas

Mediciones/Contaminantes (CO,
COV, radón, PM,
alérgenos, ácaros)

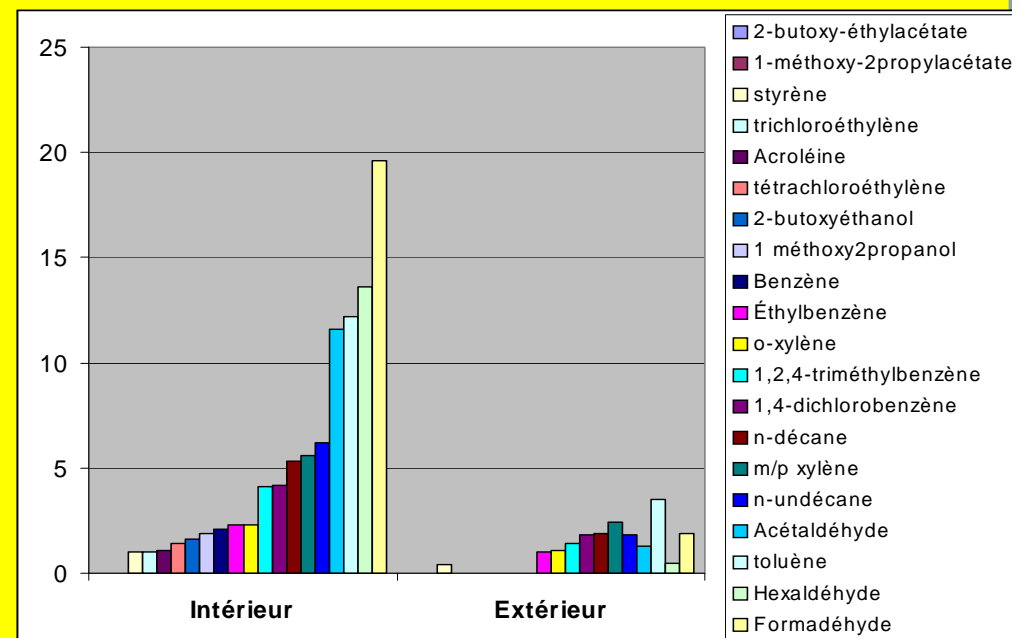




CAI en las viviendas

- **Múltiples contaminantes** (químicos, físicos, microbiológicos) presentes en la mayoría de las viviendas
- **Una contaminación interior específica y más fuerte que la exterior**
- **Una cierta desigualdad frente a la contaminación.**

Mediciones de concentraciones de COV

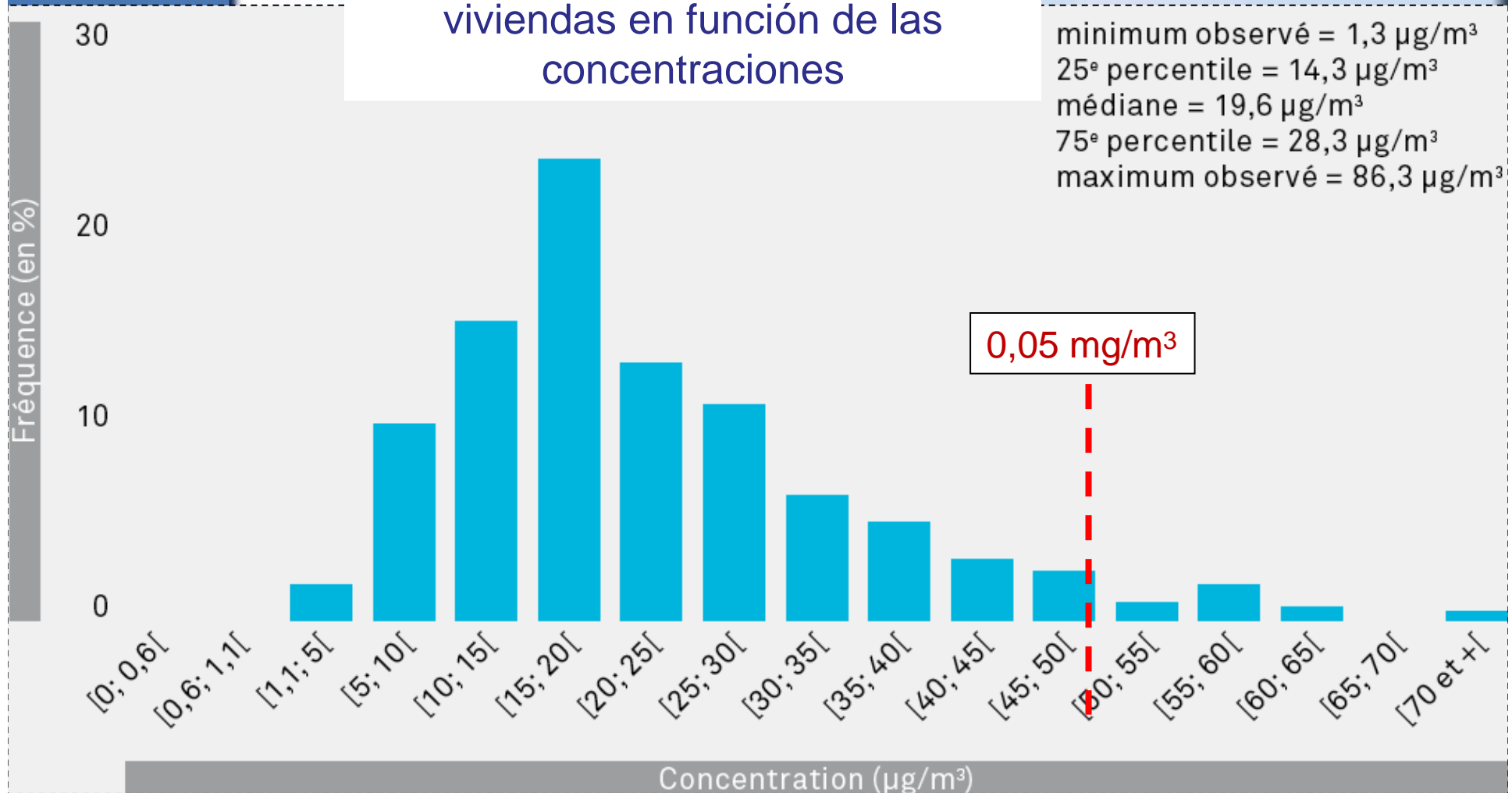




CAI en las viviendas

Distribución en frecuencias de las
viviendas en función de las
concentraciones

minimum observé = $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
25^e percentile = $14,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
médiane = $19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
75^e percentile = $28,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
maximum observé = $86,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$



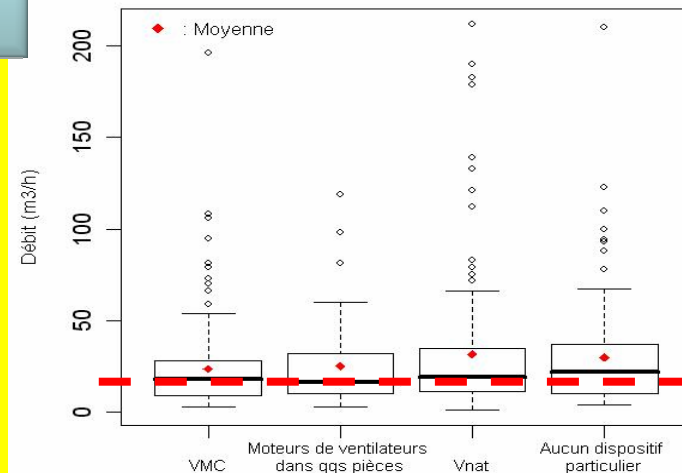


CAI en las viviendas

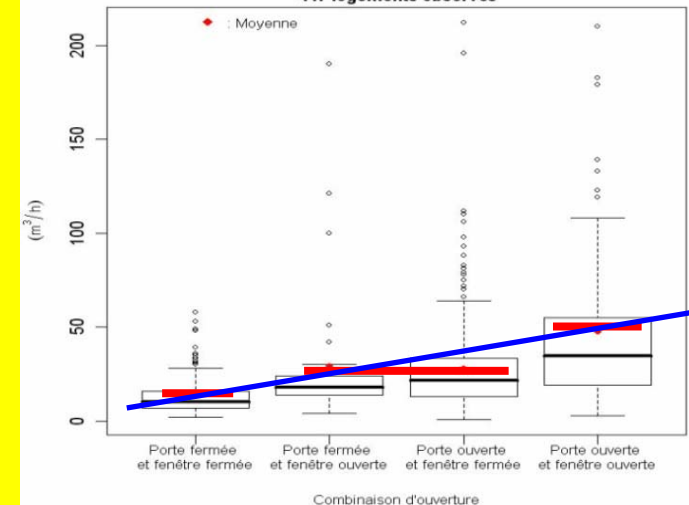
¿Eso puede cambiar
en los próximos años?

- En general, sobre el parque nacional, el tipo de sistema no influye sobre la renovación de aire.
- **El usuario** (comportamiento, usos, condiciones de vida) juega un papel más importante que las condiciones técnicas (tipo de sistema)

Distributions des RAn selon le type de ventilation.
447 logements observés



Distributions des RAn selon l'ouverture de la porte de la chambre expérimentée et des fenêtres en CHAMBRES la nuit.
447 logements observés



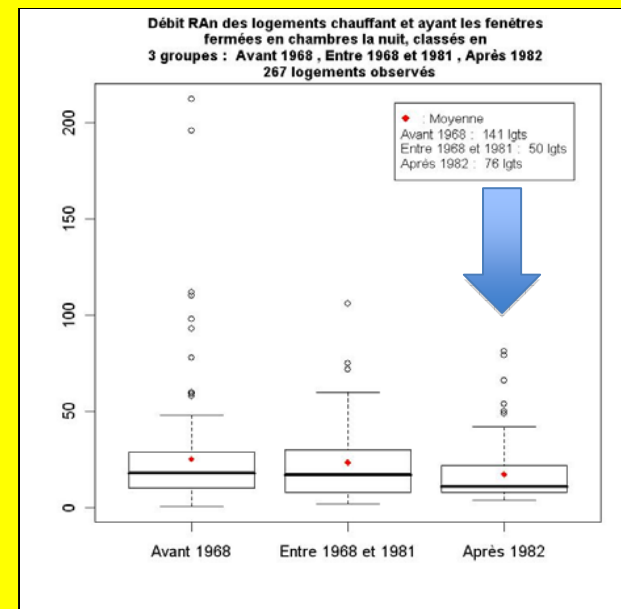


CAI en las viviendas

- La viviendas más recientes construidas demuestran un mejor control de la renovación de aire **gracias al uso de sistemas mecánicos**
- Los sistemas tienen muy a menudo problemas de mala utilización, de mantenimiento,....

Es necesario cumplir con todas las exigencias: CAI, confort, riesgos de condensación, combustión,...

Cuidado con el diseño, la instalación, el funcionamiento y el mantenimiento de los sistemas



Distributions observées du renouvellement d'air nocturne pour les 3 périodes choisies de fin de construction. 267 logements observés.



Observatoire de la qualité de
l'air intérieur

La calidad de construcción y uso mejora la calidad del aire en las viviendas.

Control de las fuentes de contaminantes



Edificio

garaje integrado,
materiales / productos
de decoración ,.....

Presencia y actividades

Densidad de ocupación,
fumadores, uso de
productos de
limpieza, velas,.....

Gestión del aire



Tasa de renovación
de aire, uso de las
ventanas,
mantenimiento de los
sistemas de
ventilación.

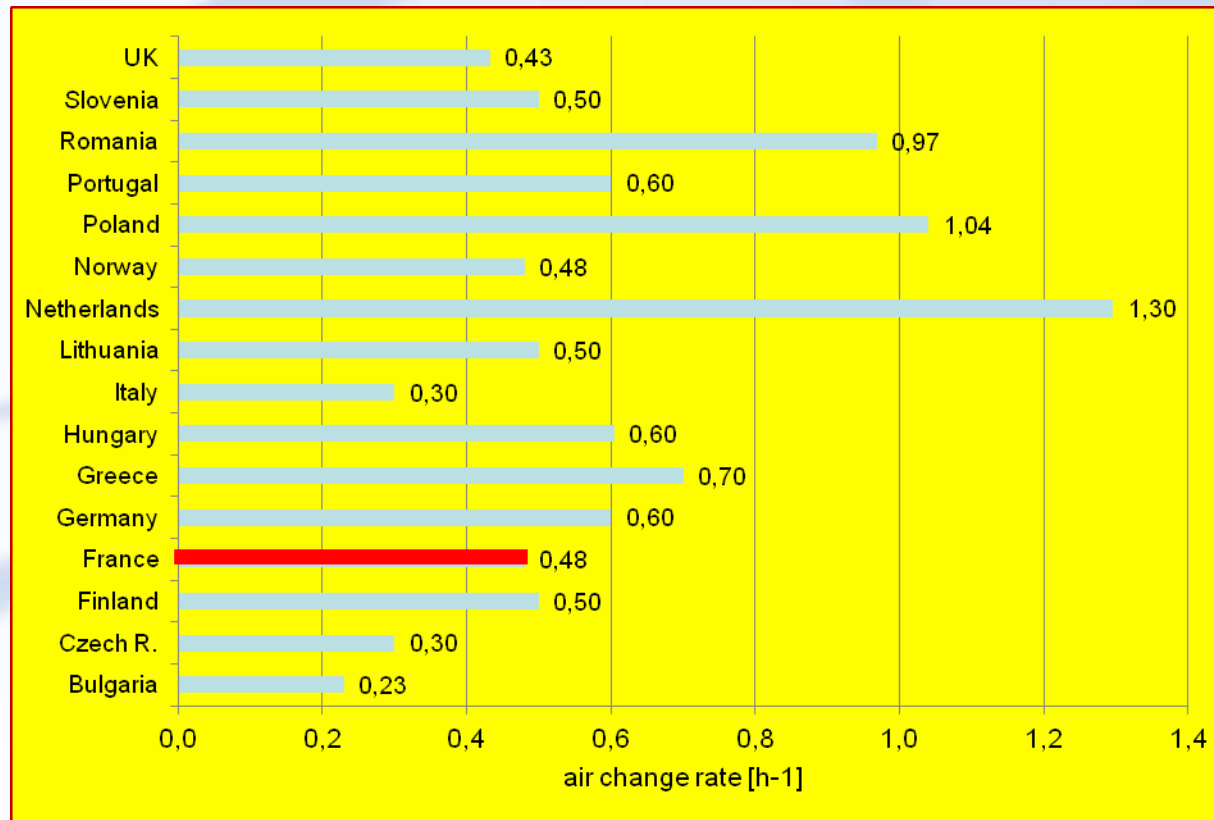
Exterior



Calidad de los
suelos, zonas
climáticas, densidad
urbana,....

Los niveles de contaminación dependen también de los niveles de vida

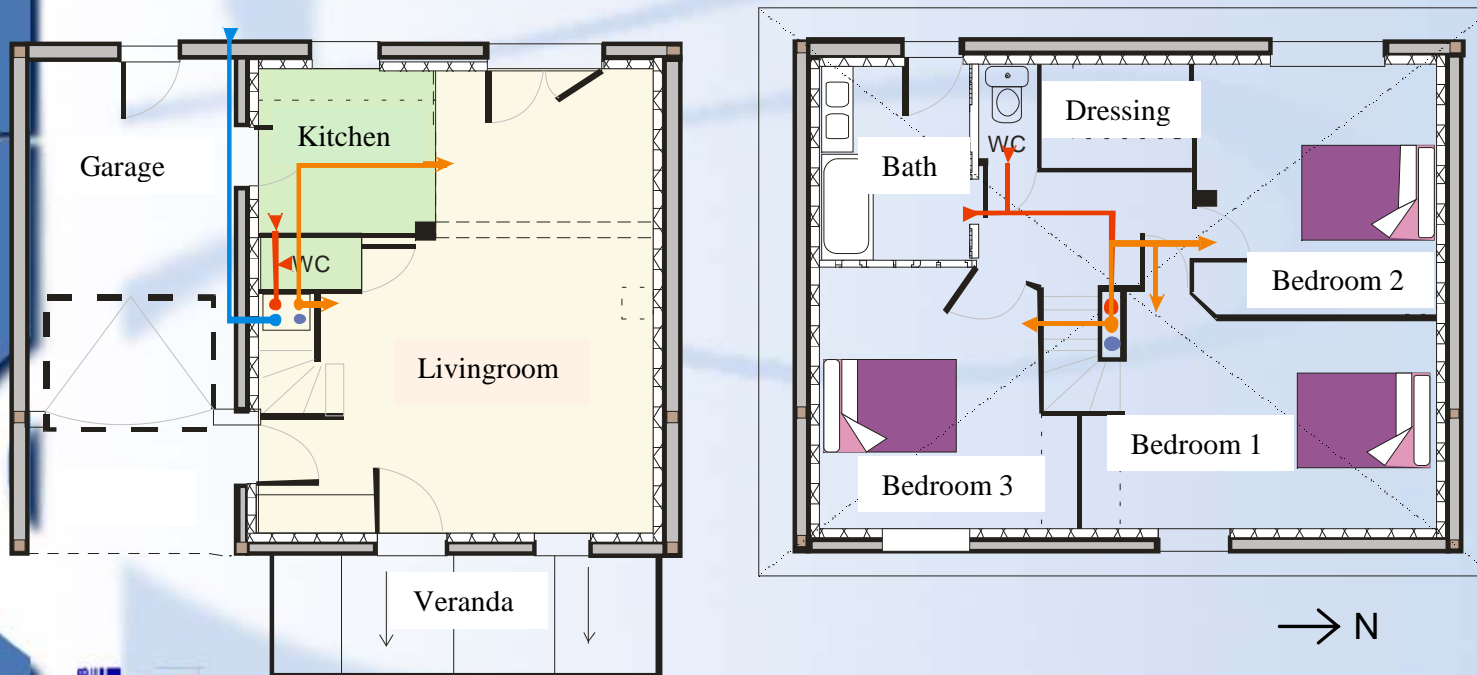
Cual seria el numero mágico de tasa de renovación del aire?



Caudales de renovación del aire calculados para el mismo apartamento de 50 m² con las normativas existentes en Europa (REHVA-2011).

Influencia sobre la demanda energética

- Vivienda unifamiliar BBC F4: 132 m²
 - 2 adultos y 2 niños
 - Permeabilidad : $I_4=0.6$ m³/h/m²



F. Allard 21 de Noviembre 2011

Escenario

- **Ocupación:** para cada habitación/
para cada día
- **Actividades:** cocina, duchas, lavado,
fumadores.....
- **Polución:** metabólica, actividades,
materiales ,...

Sistemas de Ventilación

		TYPE de SYSTEME		CONTROLE			
		VMC	Double Flux	PERMANENT	HUMIDITE	CO2	PRESENCE
MAISON INDIVIDUELLE	MI-0	X		X			
	MI-1		X	X			
	MI-2	X			X	X	
	MI-3	X				X	X
	MI-4		X				X

Evaluación de la CAI

- Índice de CAI

- Adición de efectos:
- Buena CAI para $I_{QAI} < 1$

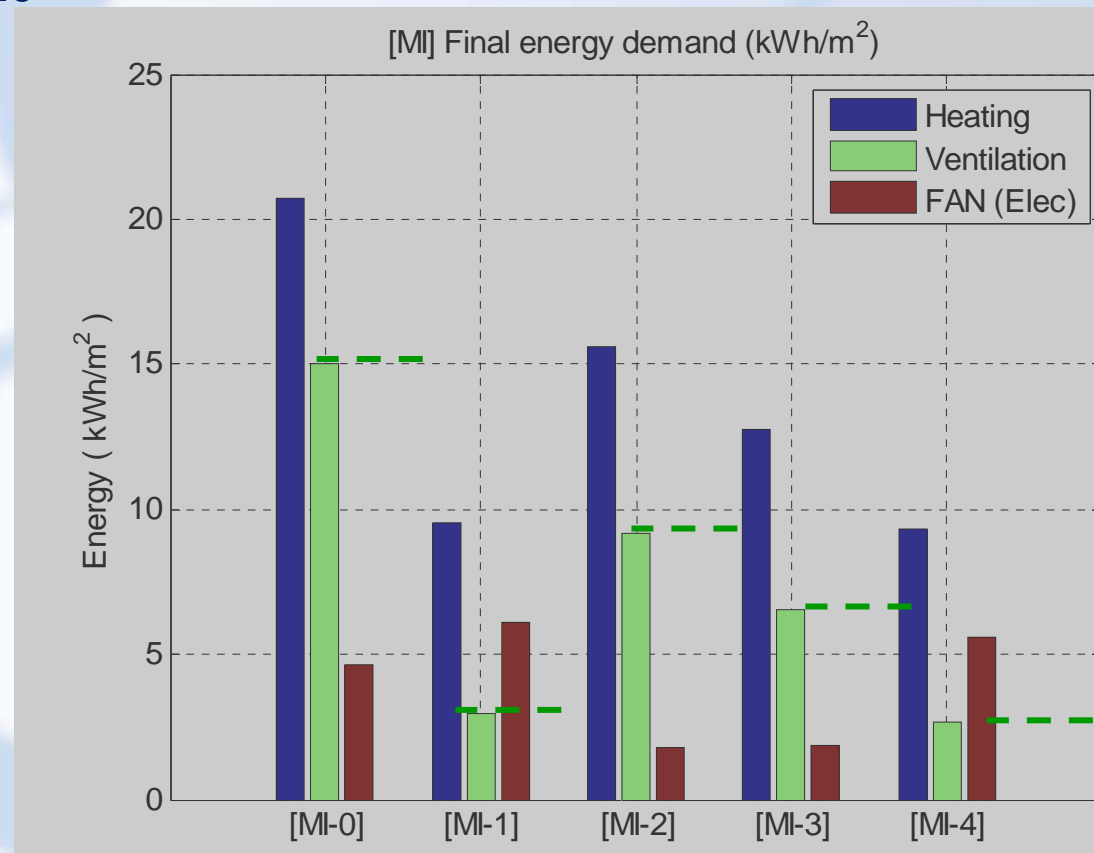
- 15 contaminantes / 4 categorías
- Valores guías

$$I_{QAI} = \sum_{p=1}^{Np} \left(\frac{C_p}{C_{lim,p}} \right)$$

CAT.	POLLUANT	1 h	unité
A	Carbon dioxide, CO2	10 000	ppm
B	Nitrogen dioxide, NO2	0,20 (OMS_2005)	mg/m3
	Sulfur dioxide, SO2	0,66 (OEHHA)	
	Ozone	0.12	
C	Carbon monoxide	30 (Anses)	mg/m3
	Formaldehyde	0,05/2h (Anses)	
	Acetaldehyde	0,470 (OEHHA)	
	Benzene	0,03/14 jours (Anses)	
	Ethylbenzene	43,36 (ATSDR)	
	Styrene	0,26 (OMS_2000)	
	Toluene	0,26 (OMS_2000)	
	o-Xylene	8,7 (ATSDR)	
	Acetone	31	
D	Particles 10 µm	50 (24h)	µg/m3
	Particles 2.5 µm	25 (24h)	

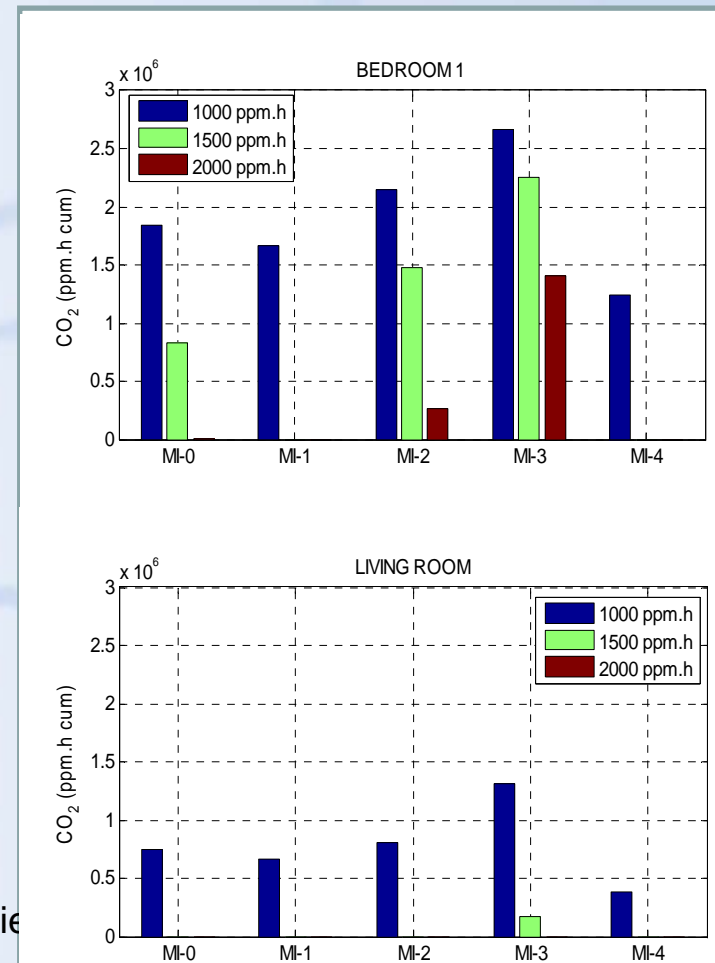
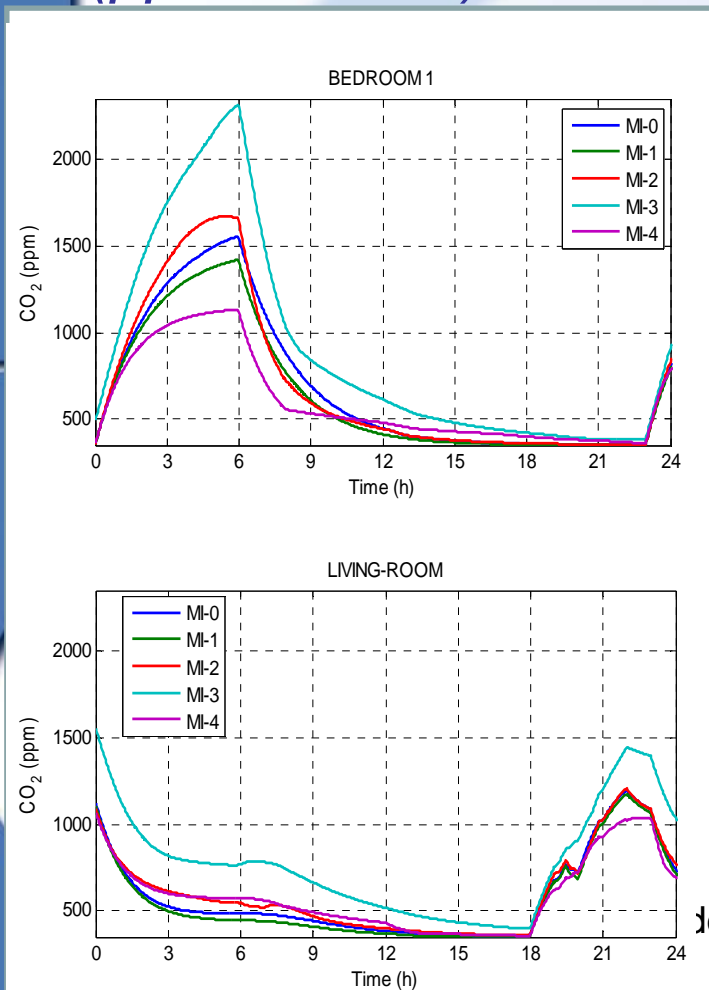
Demanda Energética

- Localización: Trappes: $T_{\text{set-up}} = 20^{\circ}\text{C}$
- Simulación: Oct. 1st – Sept. 30th ; Calefacción: Oct. 1st – May 20th



CAI

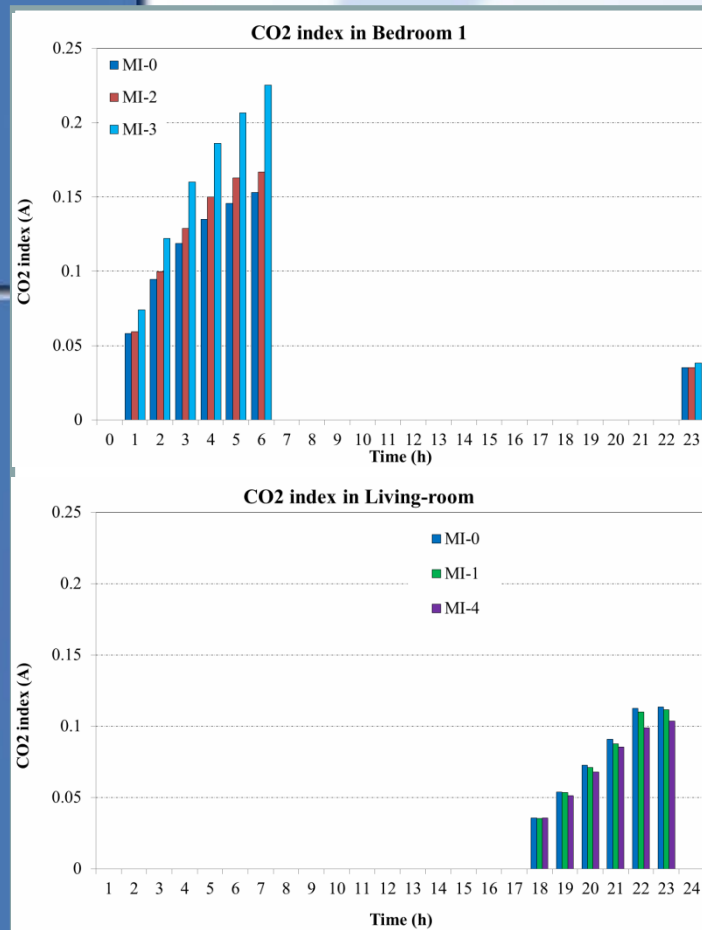
CO₂ : Concentración X duración de exposición
(ppm x horas)



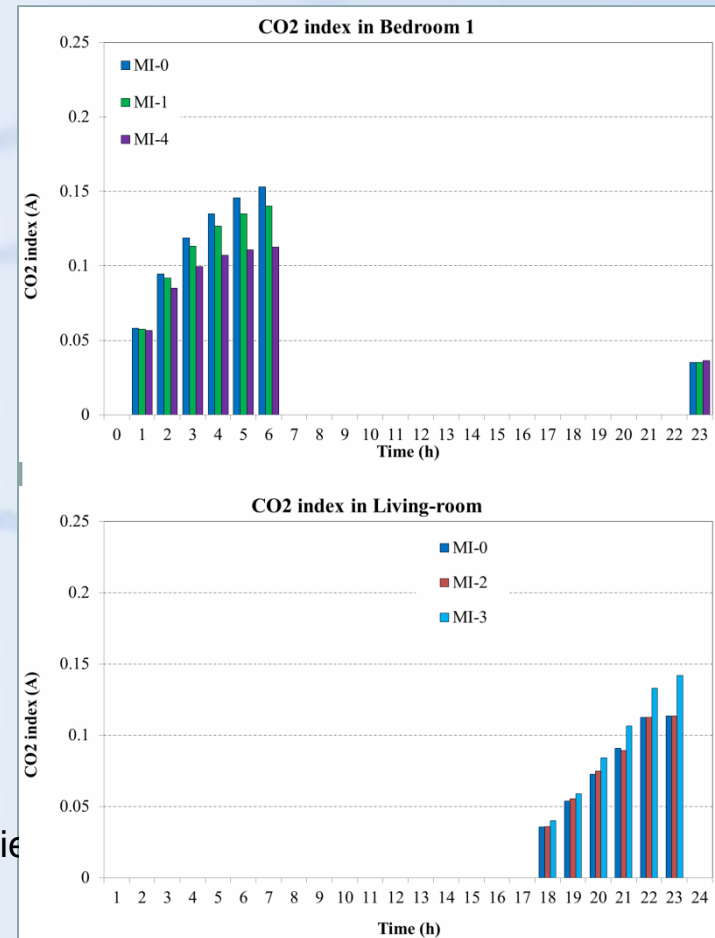
CAI

- CAI índice A (CO₂)

MI-0 vs. VMC

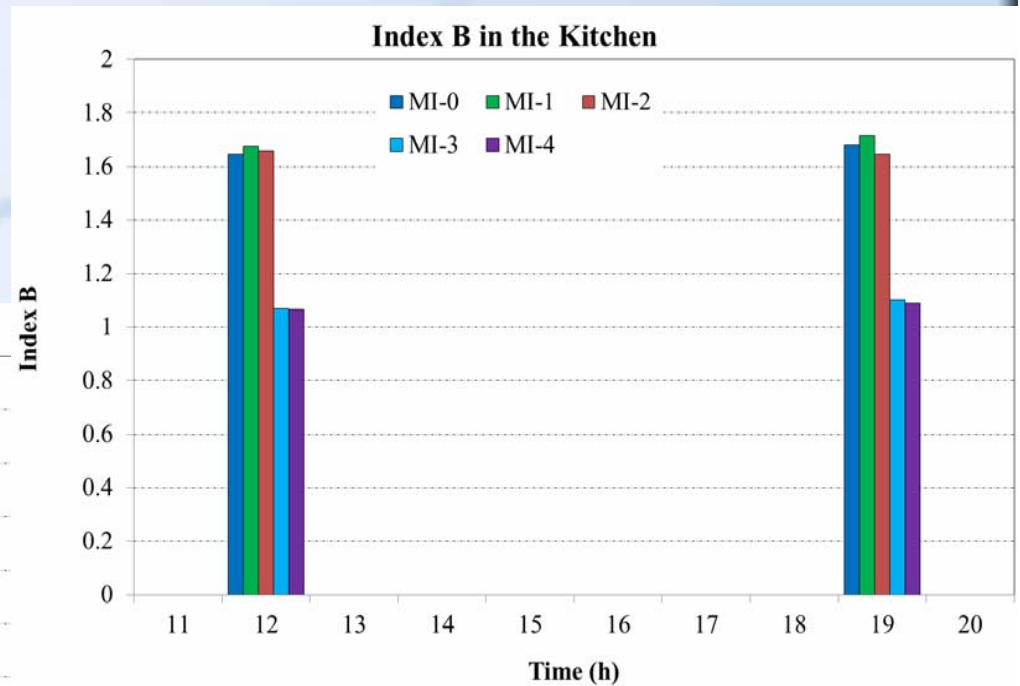
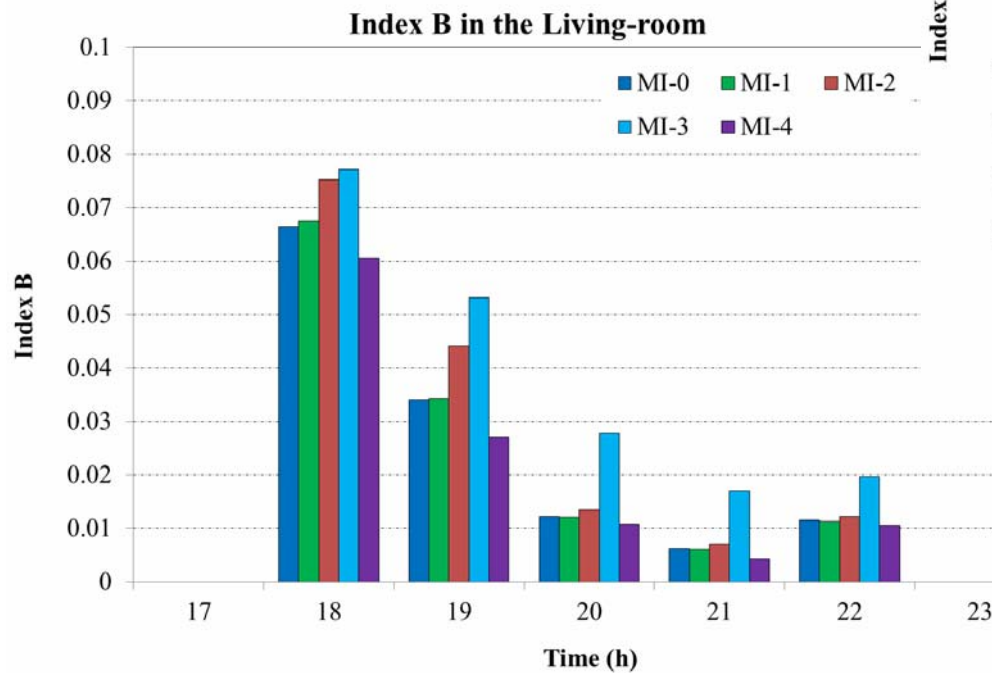


MI-0 vs. Double flux



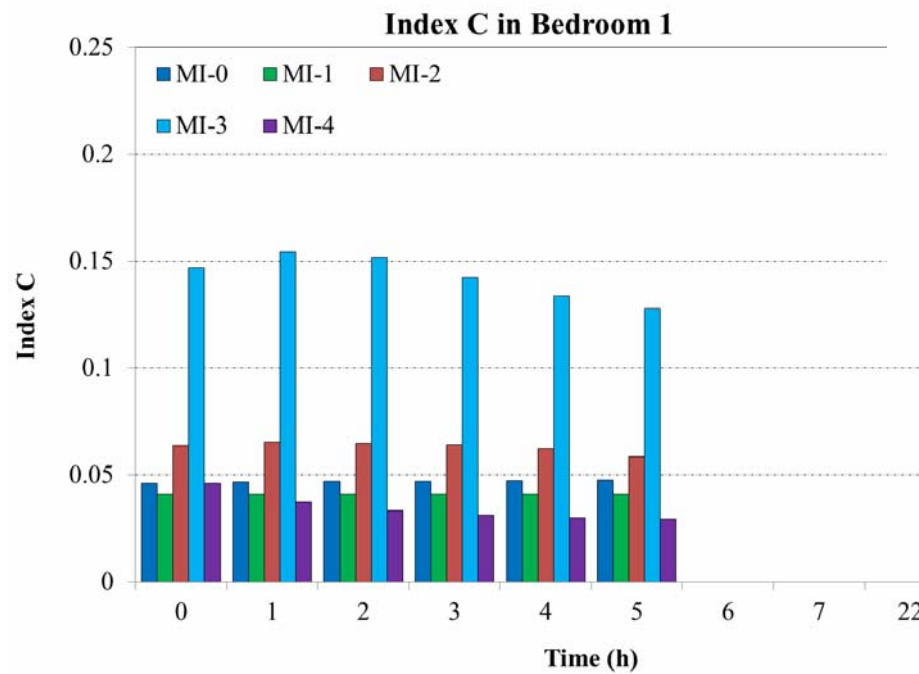
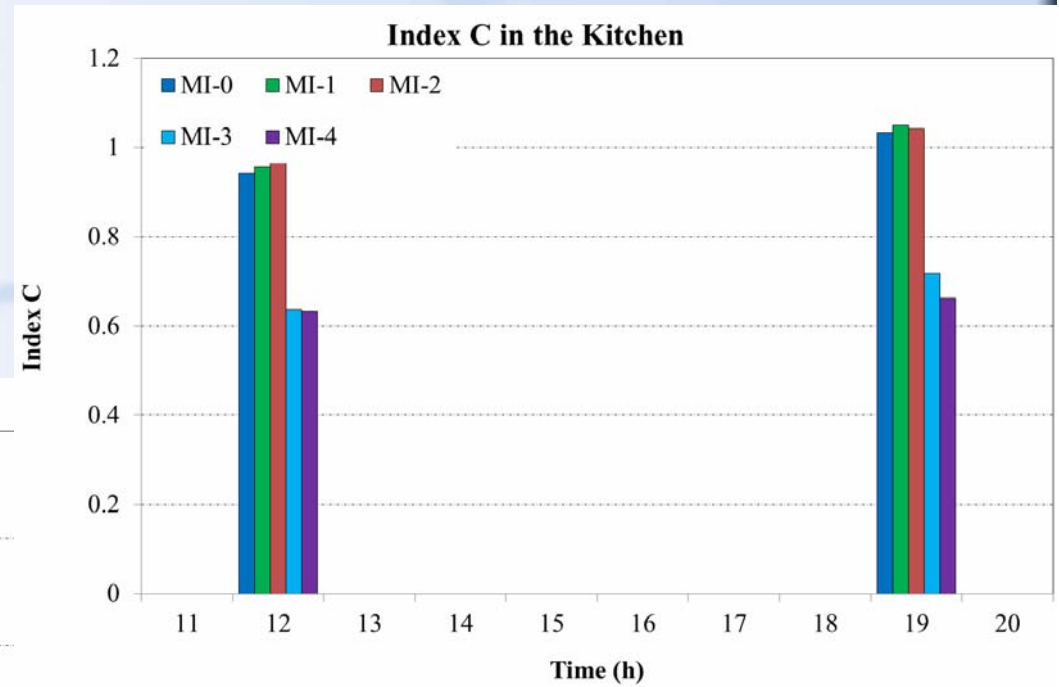
CAI

- QAI índice B (productos de combustión)



CAI

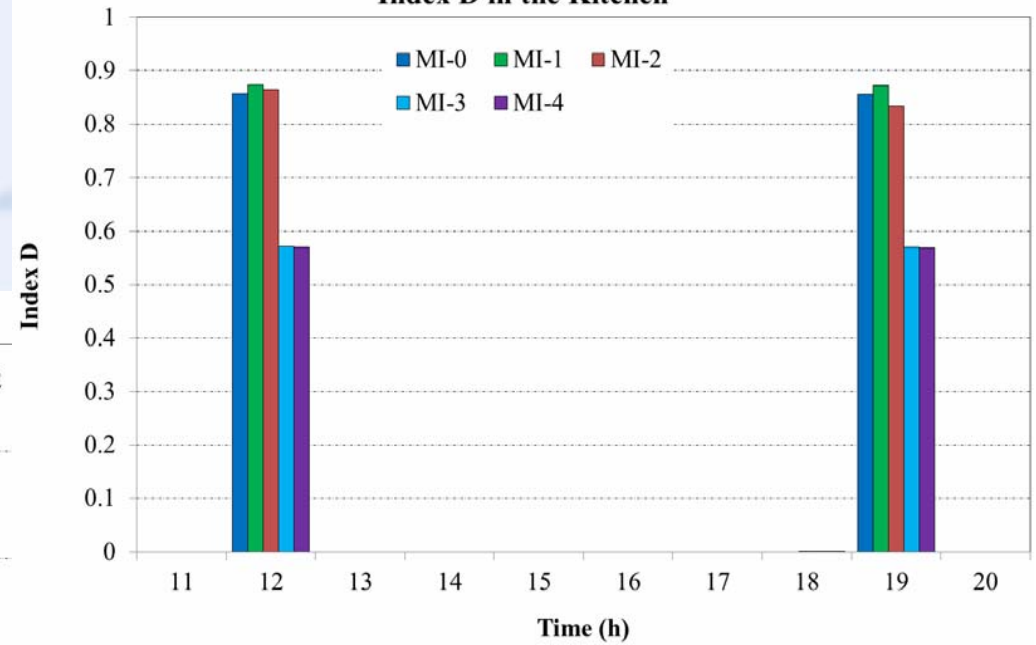
- CAI índice C (COV)



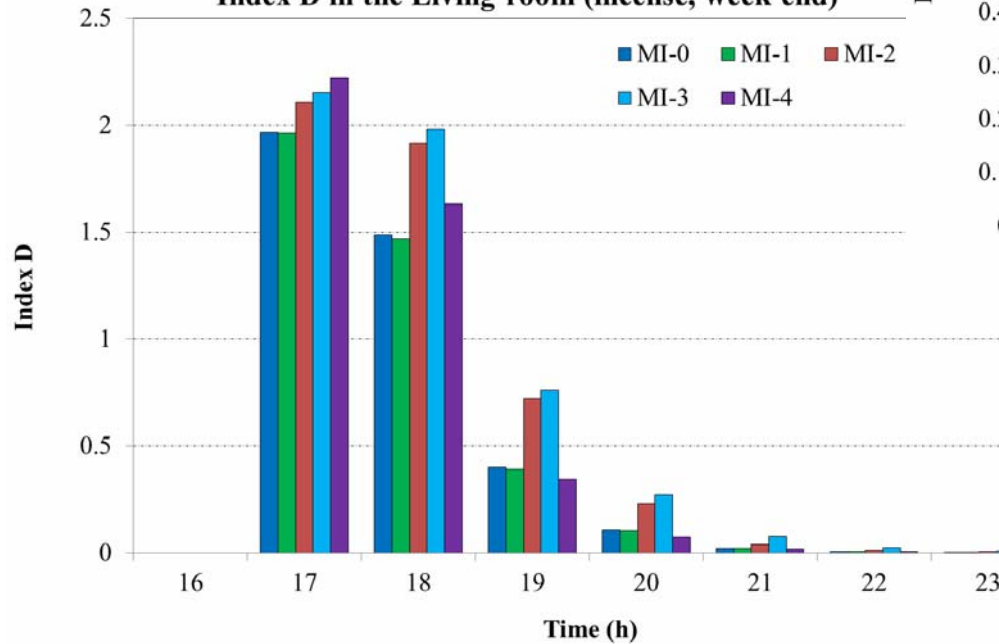
CAI

- CAI índice D (Partículas)

Index D in the Kitchen



Index D in the Living-room (incense, week-end)



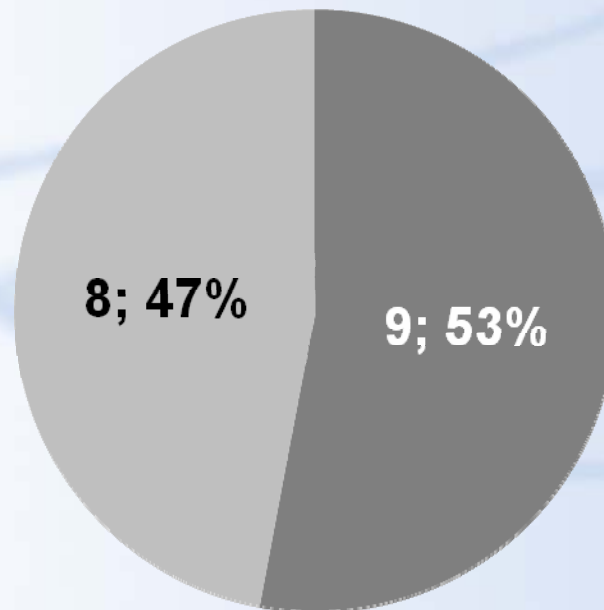
"REHVA questionnaire": respuestas de expertos europeos con respecto a normativas nacionales

- Se espera un crecimiento de los problemas de CAI en el futuro
- La mayoría piensa que las normativas se tienen que revisar pronto
- La permeabilidad de los edificios debe mejorar mucho
- 90% piensa que la CAI se va a incluir en las próximas normativas
- Ventilación mecánica es cada vez más común

Respuestas de los expertos

Q1) Problems related to IAQ to increase or decrease with recast EPBD?

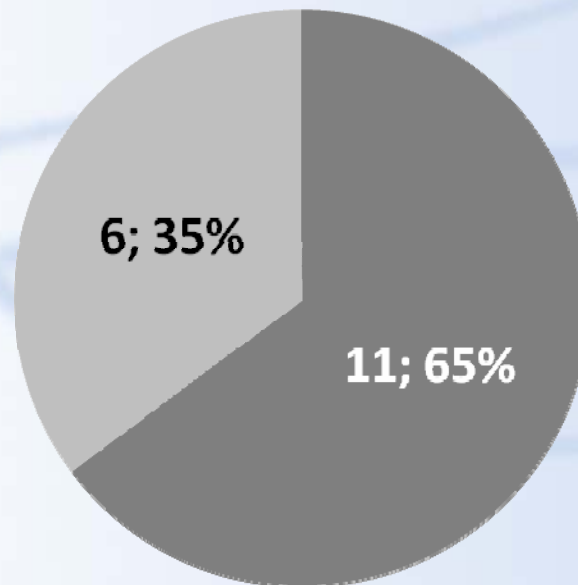
■ increase ■ decrease



Respuestas de los expertos

Q2) Regulations on ventilation will be revised to become more stringent, stay as they are?

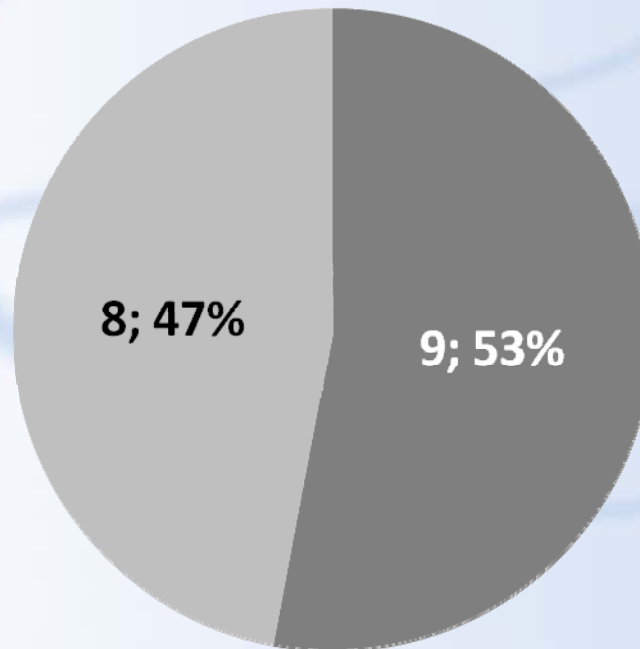
■ Regulations will be revised ■ Regulations stay as before



Respuestas de los expertos

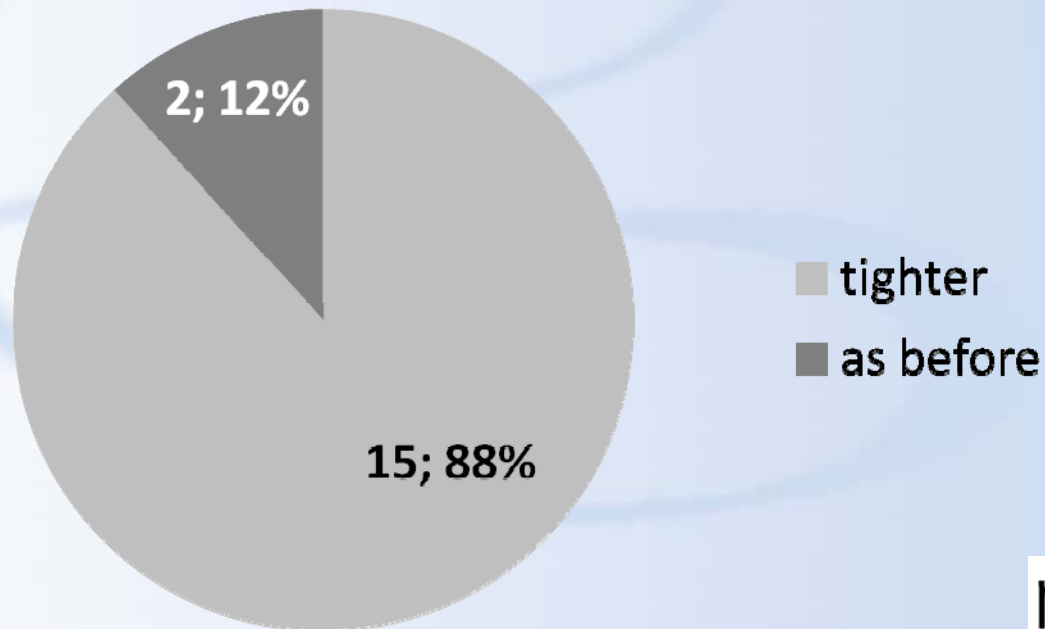
Q3) Regulations will be enforced more, less, as before?

■ more ■ as before



Respuestas de los expertos

Q5) Envelope of the building will become more airtight or more leaky?



Respuestas de los expertos

Q4) The following change will take place in ventilation systems:

■ no ■ yes ■ maybe



Conclusión

- La calidad de la ventilación aparece como una de las llaves del éxito de las políticas energéticas en Europa
- No existe un número mágico de tasa de renovación de aire
- La mejora de la calidad de las envolventes mejora el funcionamiento global de los sistemas de ventilación
- No existe un sistema mágico, se necesita una evaluación real de eficiencia de las estrategias de ventilación