

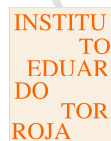
**Sessió de debat**

**Energia i edificació: la importància dels materials**

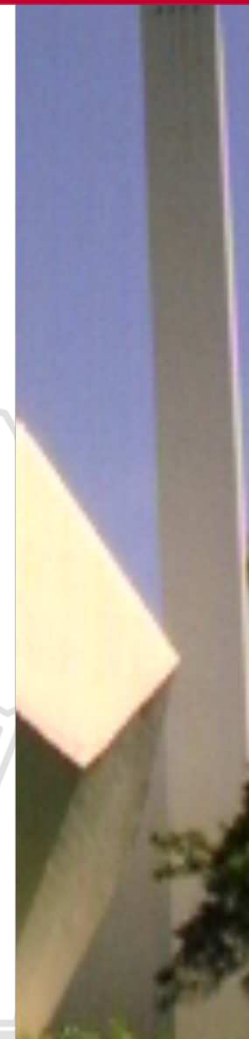
**Comportament energètic dels materials de construcció actuals i futurs:**

**Nova mirada als materials clàssics:**

José Antonio Tenorio Ríos  
Dr. Ingeniero de Caminos, canales y puertos.  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.  
Consejo Superior de Investigaciones Científicas. CSIC



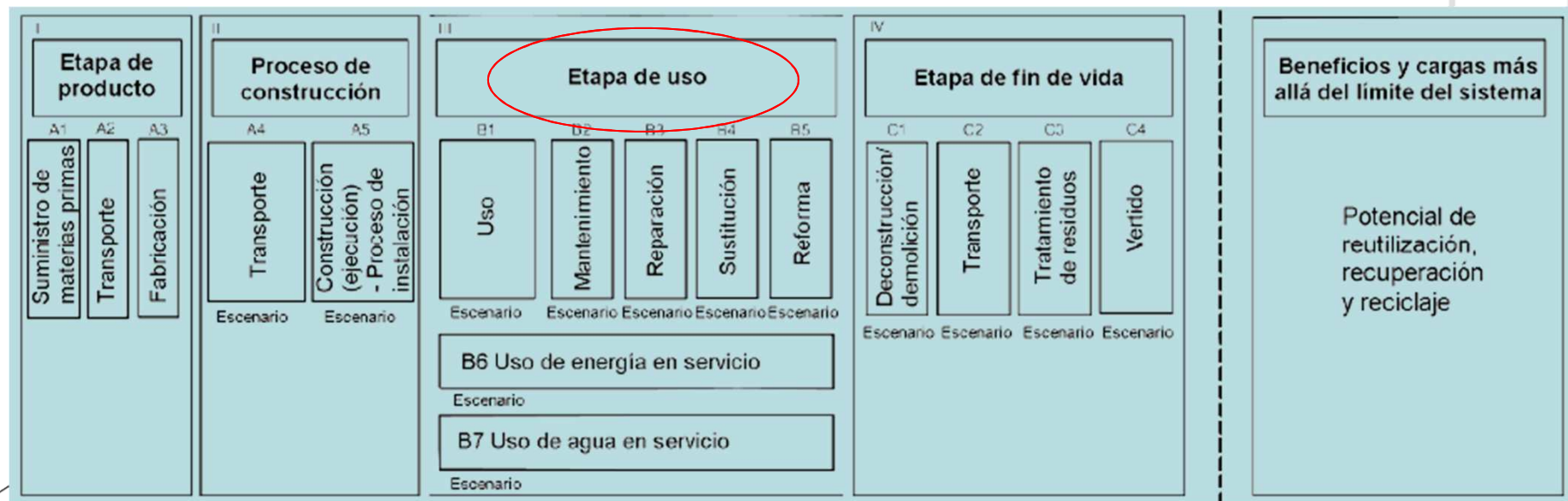
Barcelona  
18 de novembre de 2014





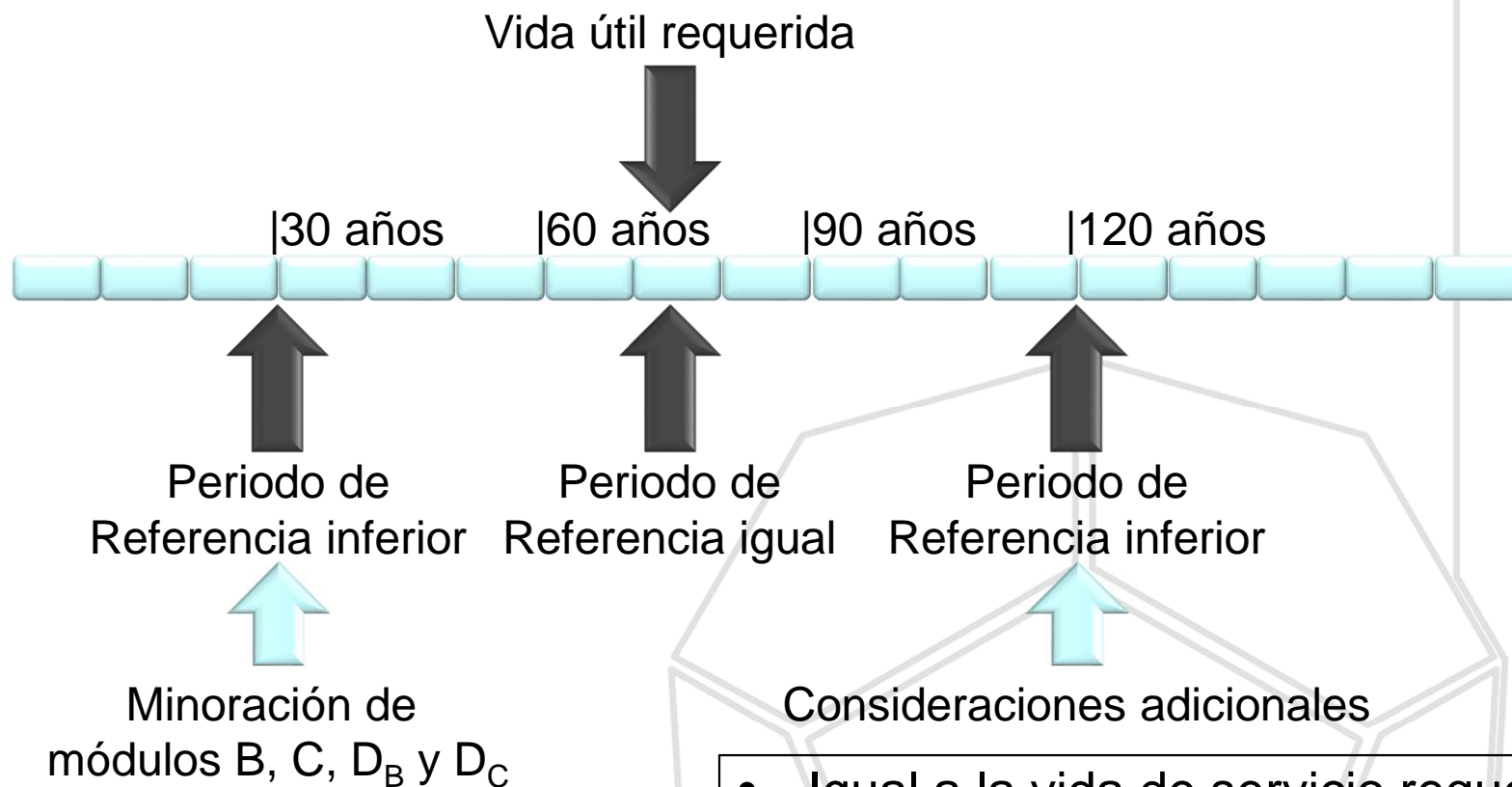
# Sostenibilidad vs. Energía

- Enfoque por módulos



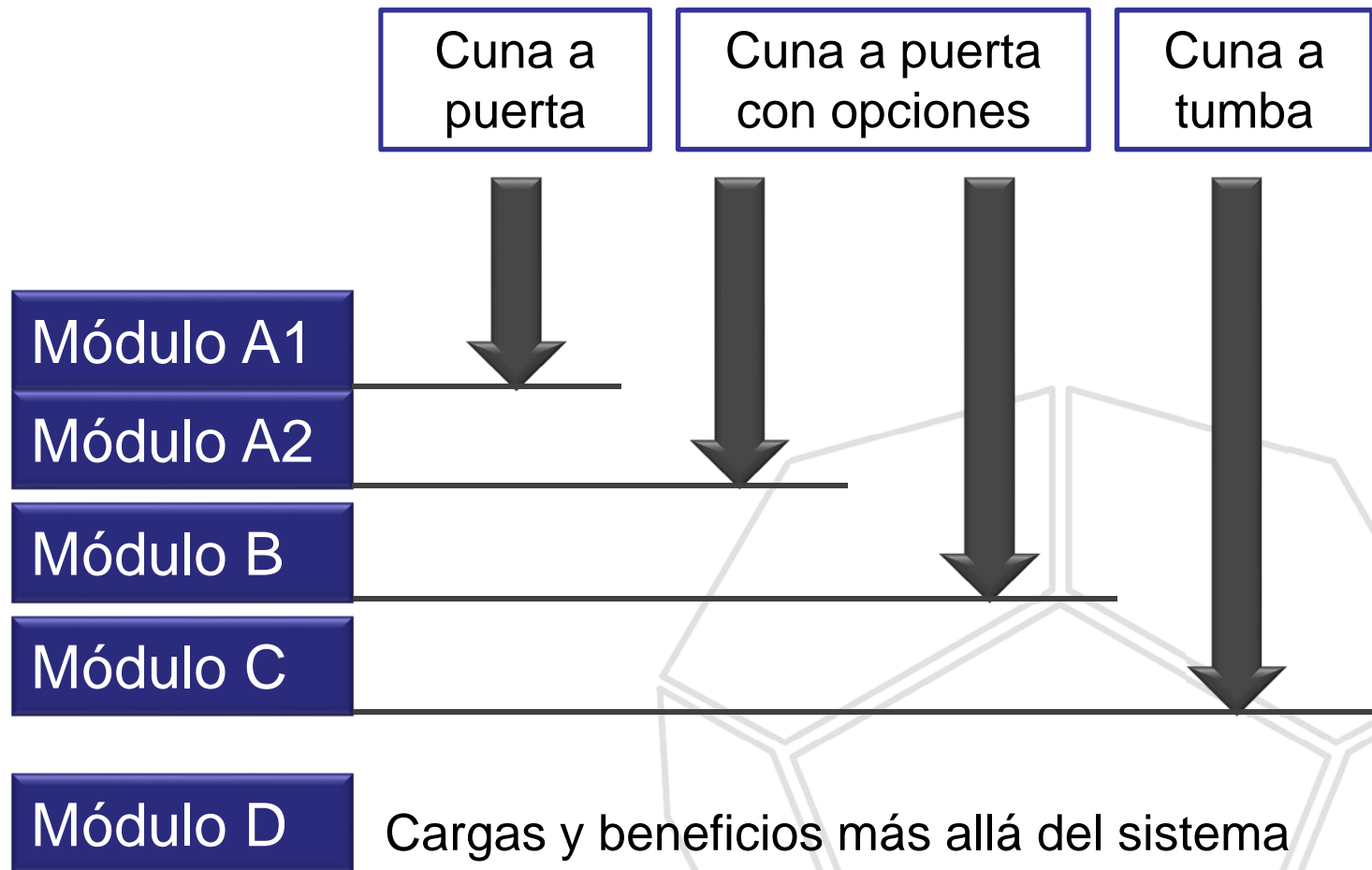
**IEA Energy in Buildings and Communities Programme Implementation Annex 57 'Evaluation of Embodied Energy and Carbon Dioxide Emissions for Building Construction'**

# Período de estudio de referencia



- Igual a la vida de servicio requerida
- Si es menor deben reducirse proporcionalmente los impactos, beneficios y cargas.

# Datos (DAPs)



# Energía edificios

## Consumo de energía

$$C = \frac{\text{DEMANDA ENERGÉTICA}}{\text{RENDIMIENTO MEDIO DEL SISTEMA}}$$

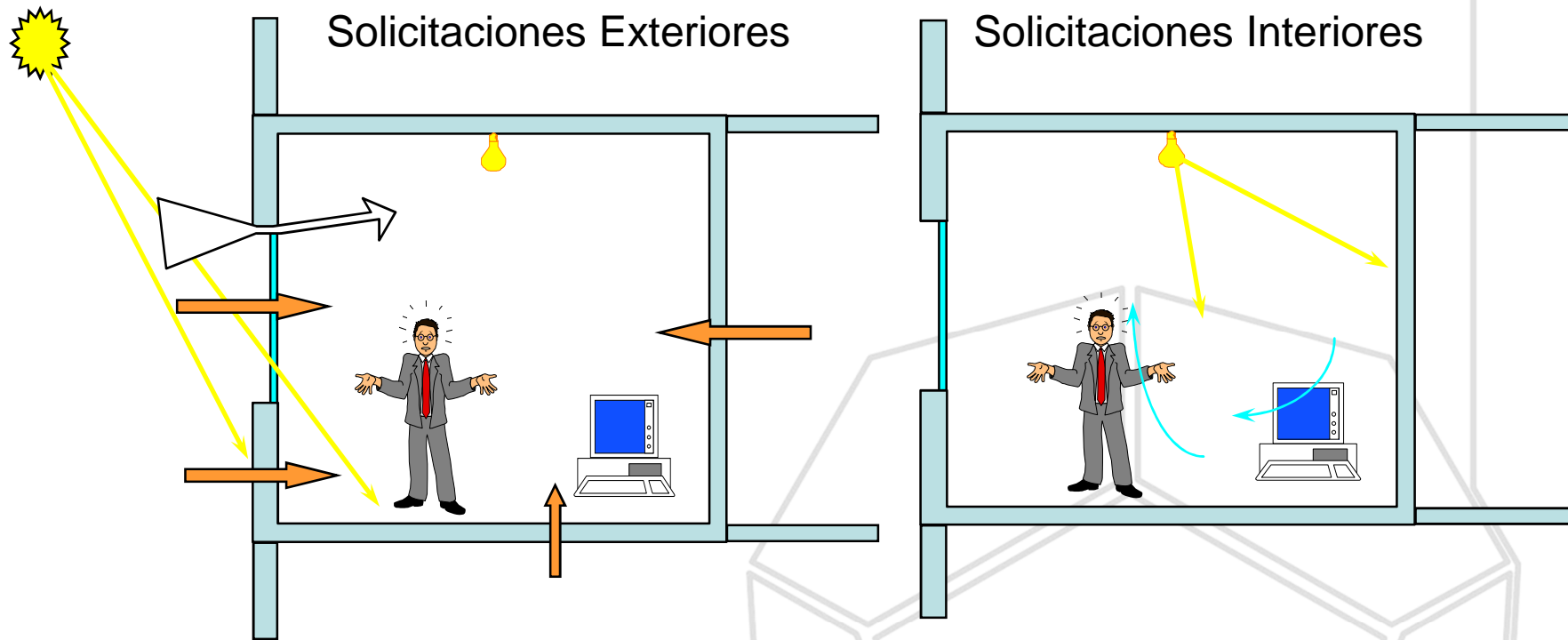
Calefacción  
Refrigeración  
ACS  
Iluminación

### Estrategias:

- ➔ Reducción de la demanda
- ➔ Aumento del rendimiento en sistemas convencionales
- ➔ Uso de sistemas alternativos (energías renovables))

# Demanda energética en los edificios

## ¿Por qué un edificio demanda energía?



**Los flujos de calor no conducen de manera espontánea a una situación de confort**

# Demanda energética en los edificios

## ¿Qué aspectos condicionan la demanda?

**DEMANDA = f (clima, ubicación, envolvente, uso y utilización)**

**Clima** temperatura y radiación

**Ubicación** orientación y acceso solar

**Envolvente** forma, % acristalamiento y características constructivas

**Utilización** ocupación, hora de uso, periodos de uso



# Demanda energética en los edificios

## Estrategia general de limitación de la demanda

EN INVIERNO: DEMANDA = PÉRDIDAS – GANANCIAS

- ✓ Limitar pérdidas (aislamiento)
- ✓ Promover ganancias (orientación ventanas, inercia)

EN VERANO: DEMANDA = GANANCIAS – PÉRDIDAS

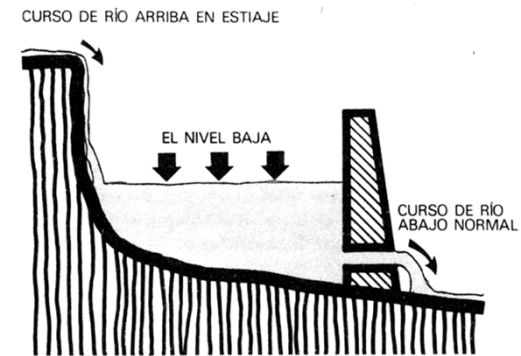
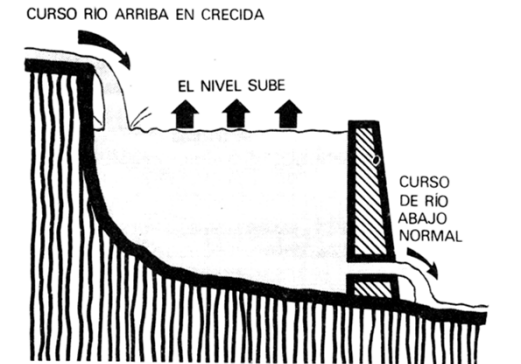
- ✓ Limitar ganancias (control solar, inercia)
- ✓ Promover pérdidas (ventilación)

# Hormigón + Energía = Inercia térmica

La inercia térmica es la capacidad que tienen las masas de almacenar energía térmica. Calor.

- La inercia térmica de un material depende de su masa y su calor específico.
- El efecto de la inercia en los edificios produce dos fenómenos:
  - **retardo** (de la temperatura interior respecto a la temperatura exterior)
  - **amortiguación** (la variación interior de temperatura no es tan grande como la variación exterior).

Los edificios de alta inercia térmica tienen variaciones térmicas más estables.



Analogía hidráulica de la influencia de la capacidad.

**La inercia térmica hay que activarla**



# Inercia térmica



## Hormigón=masa y superficie

Es determinante la capacidad de almacenaje del material que constituye la **superficie captora**, y que se puede cuantificar a través de su **masa térmica**, resultado del producto de su calor específico por su masa.

### Material                      Calor específico (Kcal/Kg °C)

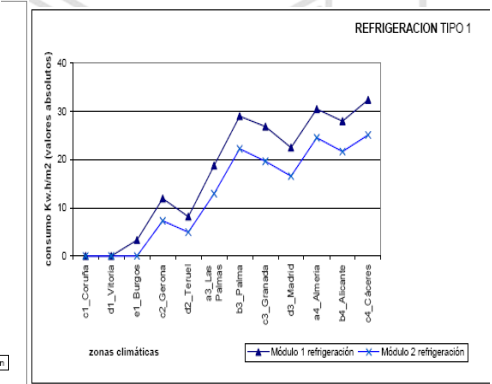
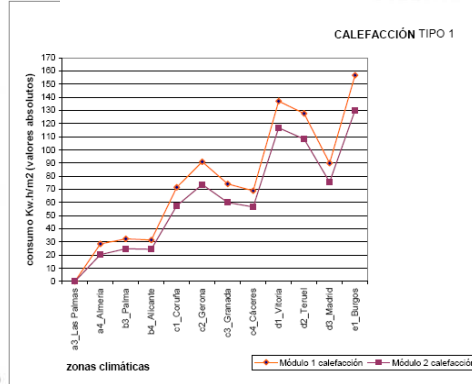
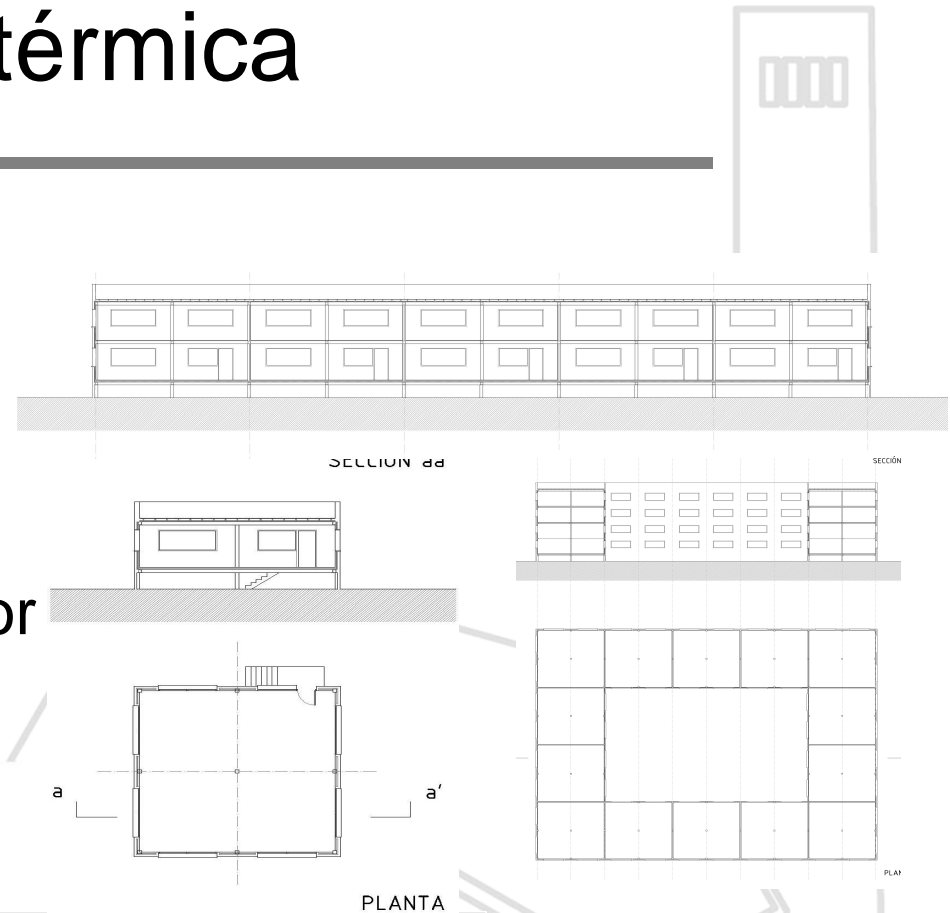
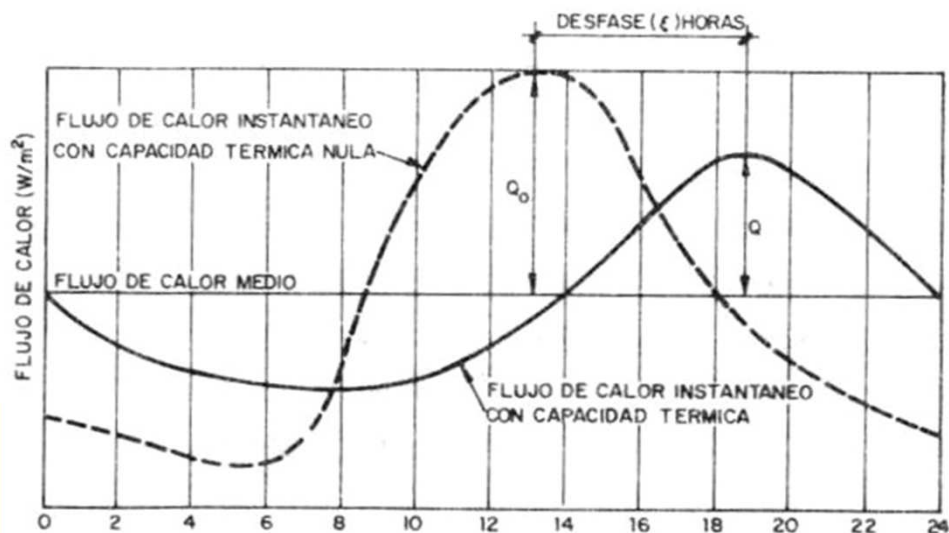
Agua a 4°C	1,00
Hierro	0,87
Madera	0,65
Roca	0,30
Hormigón	0,22

Material	Espesor centímetros	Retraso Horas
Piedra	20	5,5
	35	8,0
	41	10,5
	61	15,5
Hormigón sólido	5	1,1
	10	2,5
	15	3,8
	20	5,1
	30	7,8
	40,6	10,2
Ladrillo común	10	2,3
	20	5,5
	30	8,5
	40,6	12,0
Aplacado de ladrillo	10	2,4
Madera	1,25	0,17
	2,5	0,45
	5	1,3
Panel aislante	1,25	0,08
	2,5	0,23
	5	0,77
	10	2,7
	15	5,0

# Inercia térmica

## Energía solar pasiva:

- Captación de radiación solar
- Acumulación y desfase de la energía térmica
- Transferencia del calor al interior



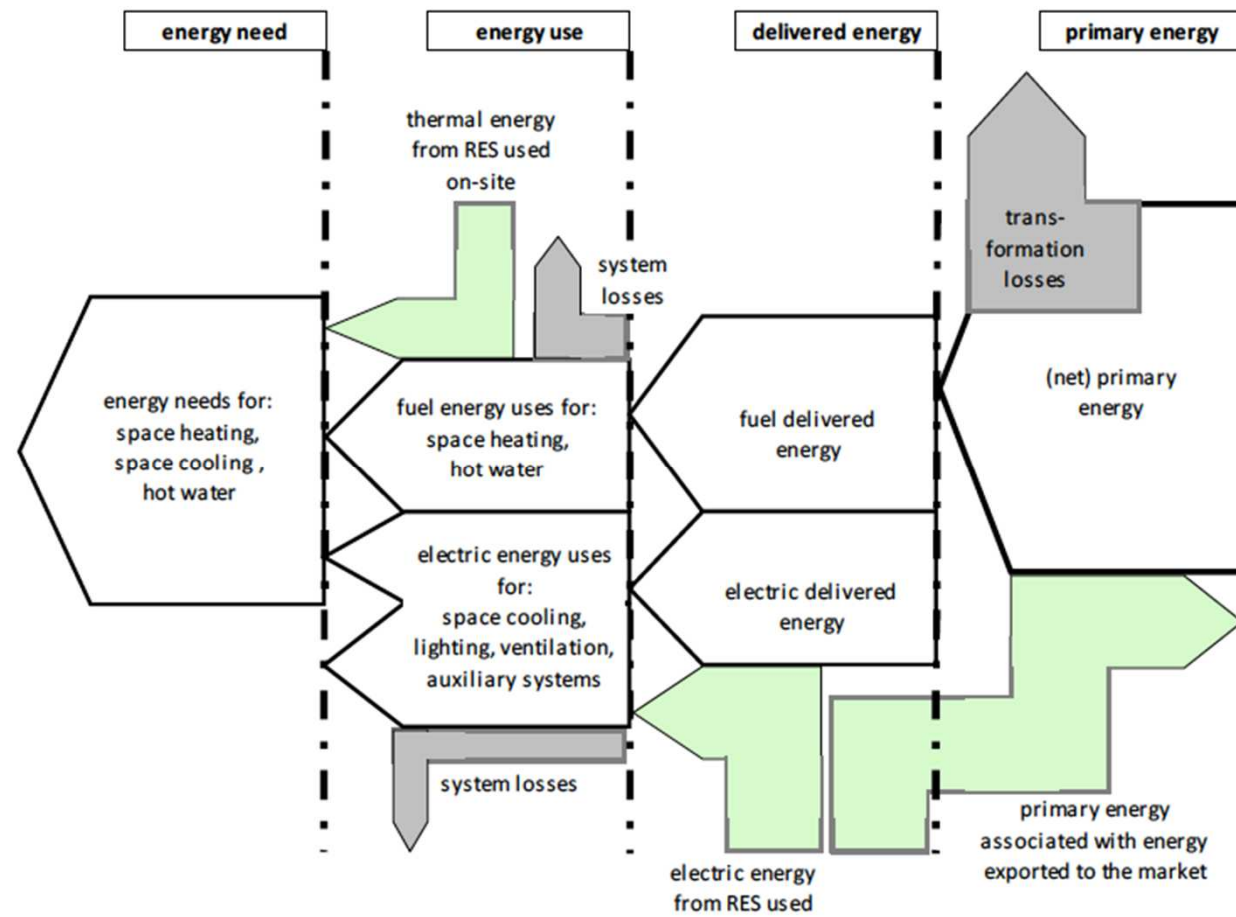
# Inercia térmica

## ¿Buena o mala, desde el punto de vista de la demanda?

Depende...

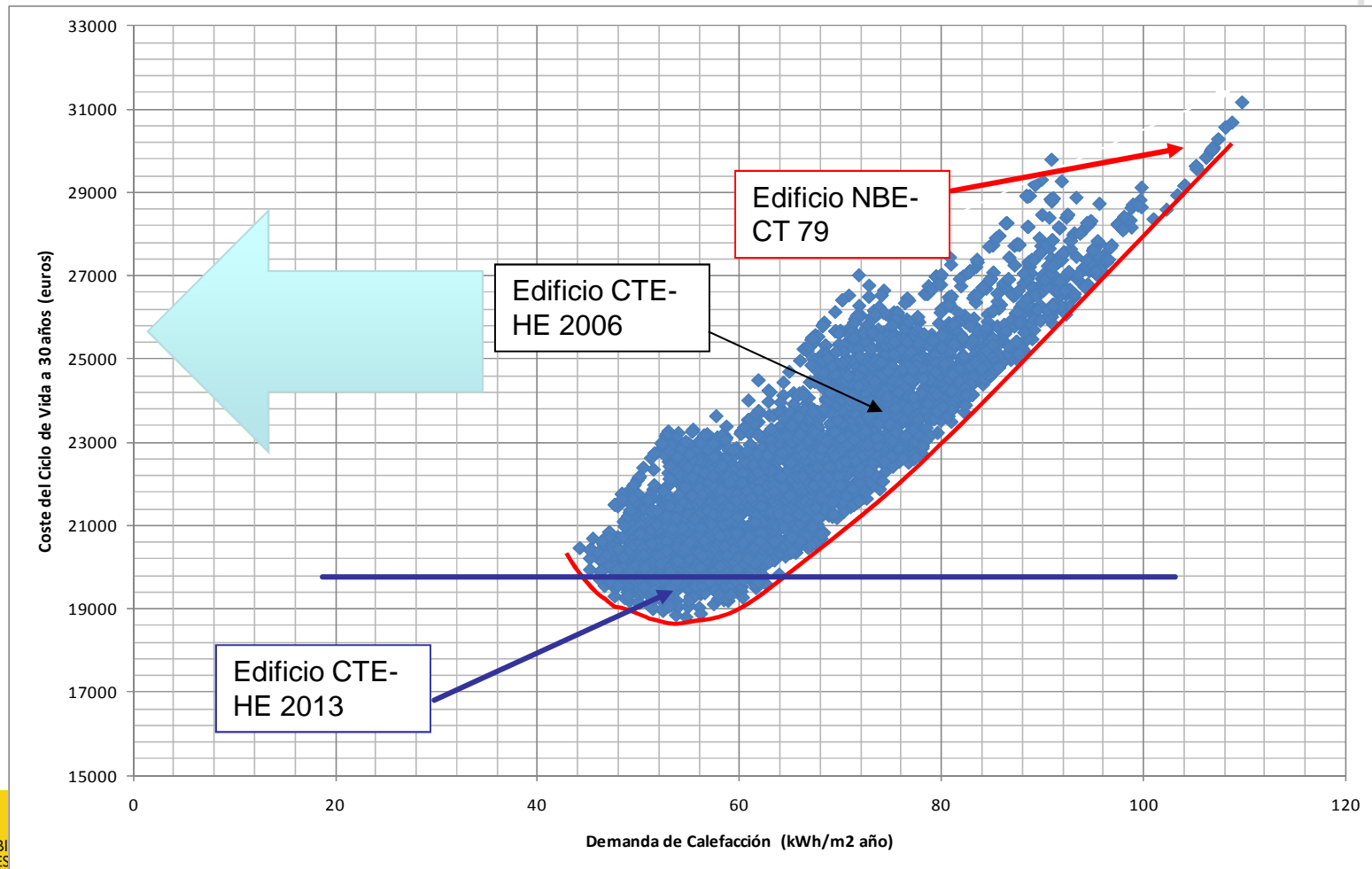
- Clima
  - Uso del edificio
- En general a igualdad de aislamiento la inercia térmica tiene un efecto favorable sobre la demanda.
  - Siempre es buena cuando las fuentes y sumideros de calor son gratuitos. La inercia interior debe recibir el sol (en invierno) y enfriarse por ventilación nocturna (verano)
  - En cualquier caso la inercia es un factor a tener en cuenta nada despreciable. Mejora además el confort...

# Esquema energía edificios



Guidelines accompanying Commission Delegated Regulation

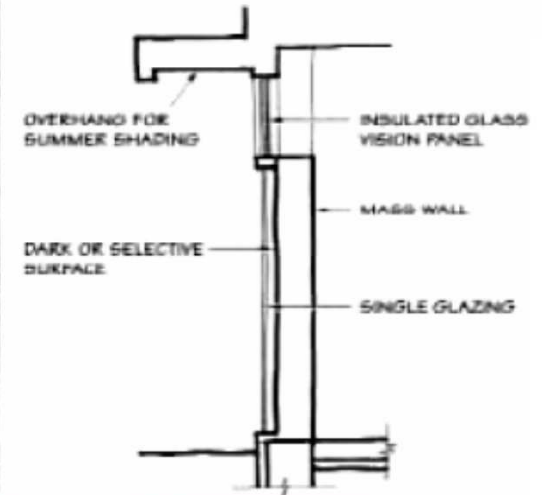
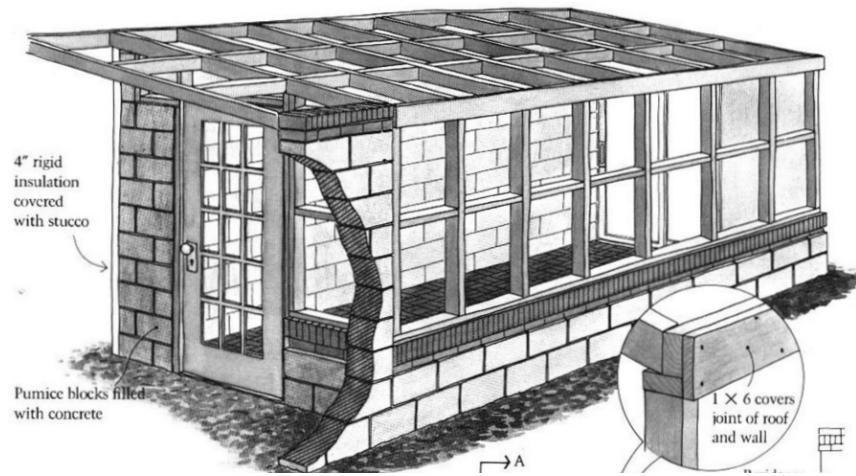
# Hacia edificios de consumo casi nulo



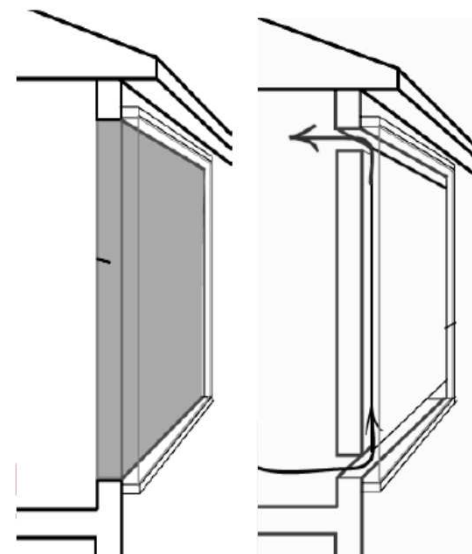
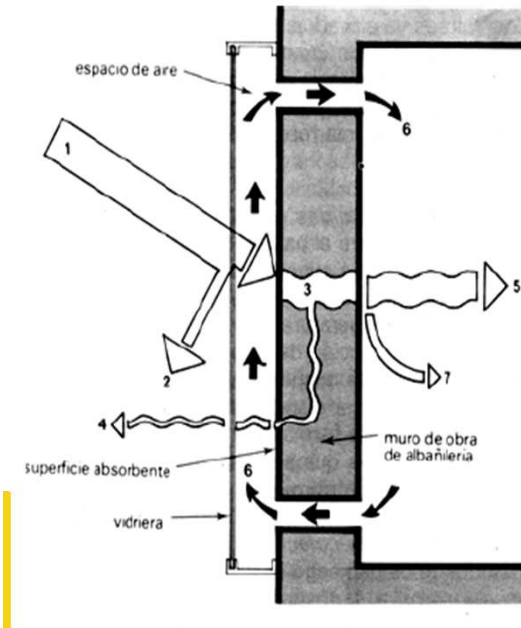


# Hacia edificios de consumo casi nulo

## INVERNADERO ACRISTALADO



## MURO SOLAR MURO TROMBE

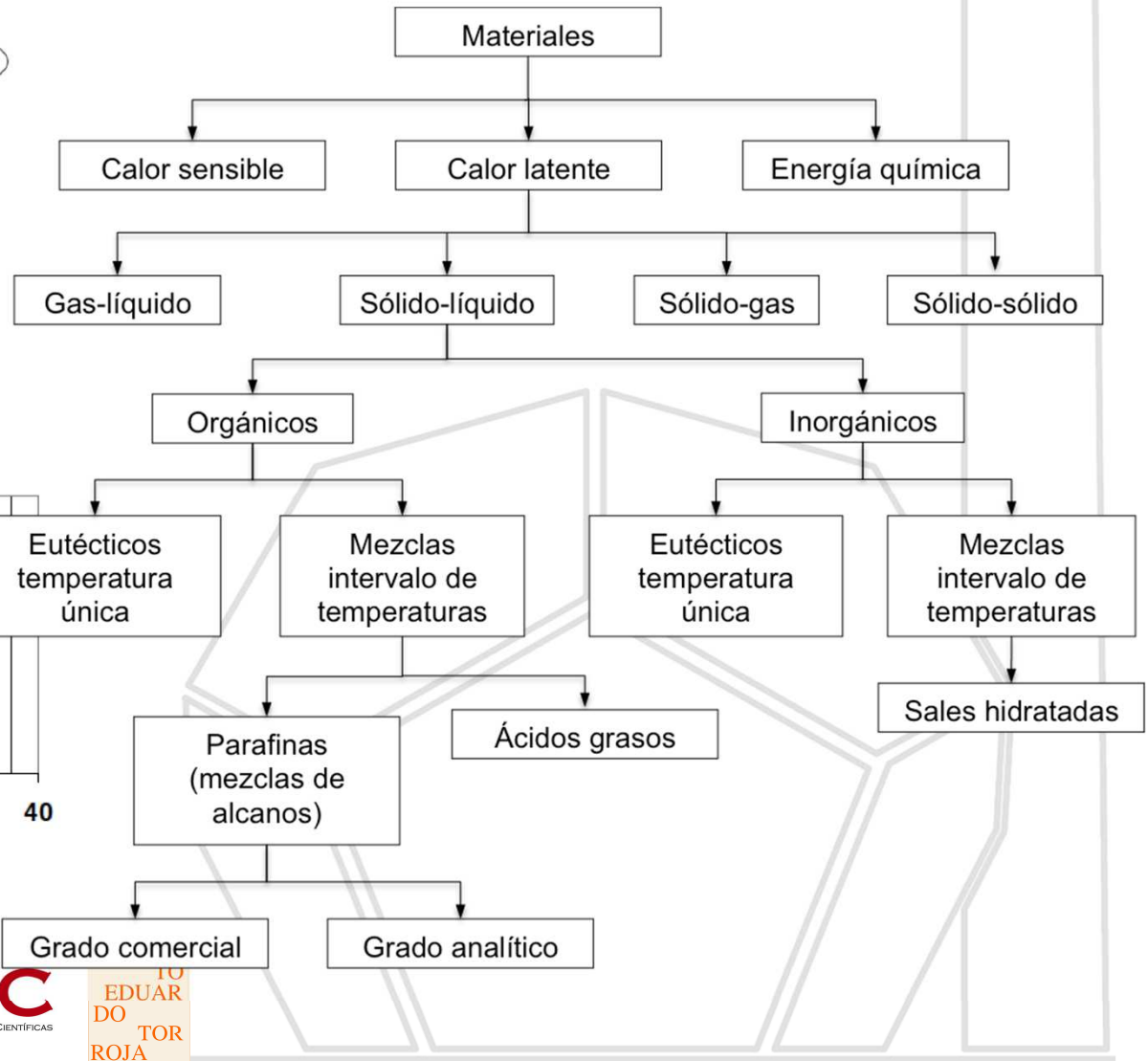
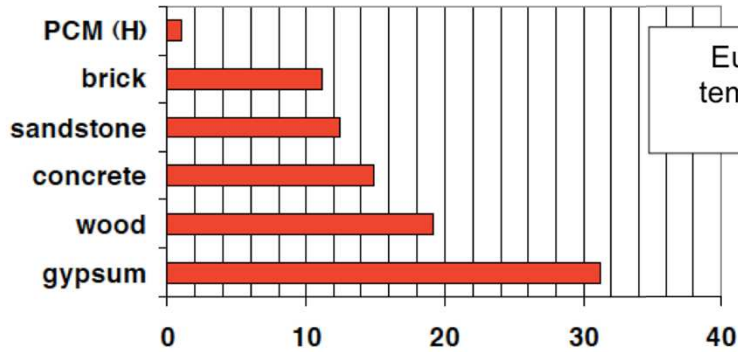
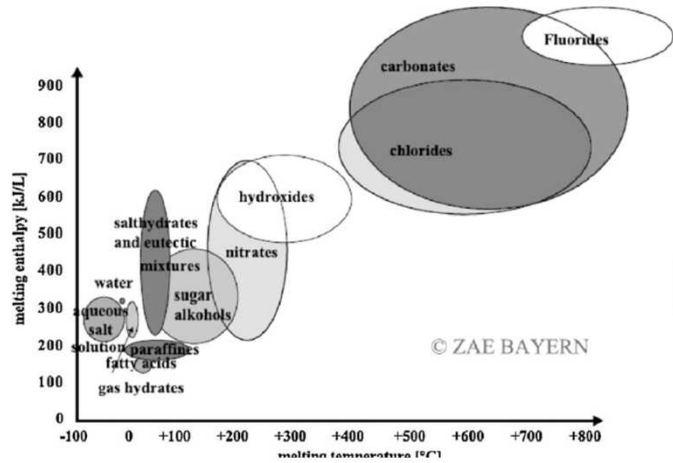
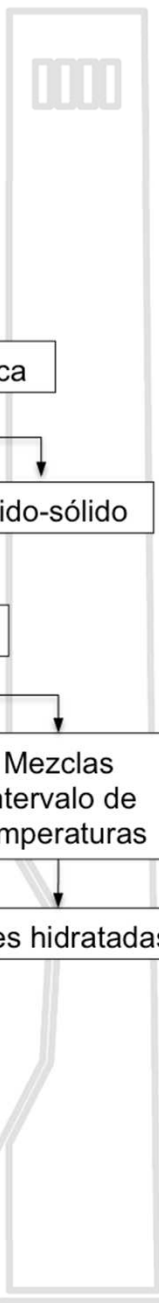


Muros Trombe en la fachada sur del Albergue Juvenil en Windberf. Arquitecto Tomas Herzog

# Cambio de fase



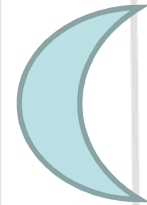
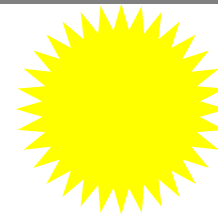
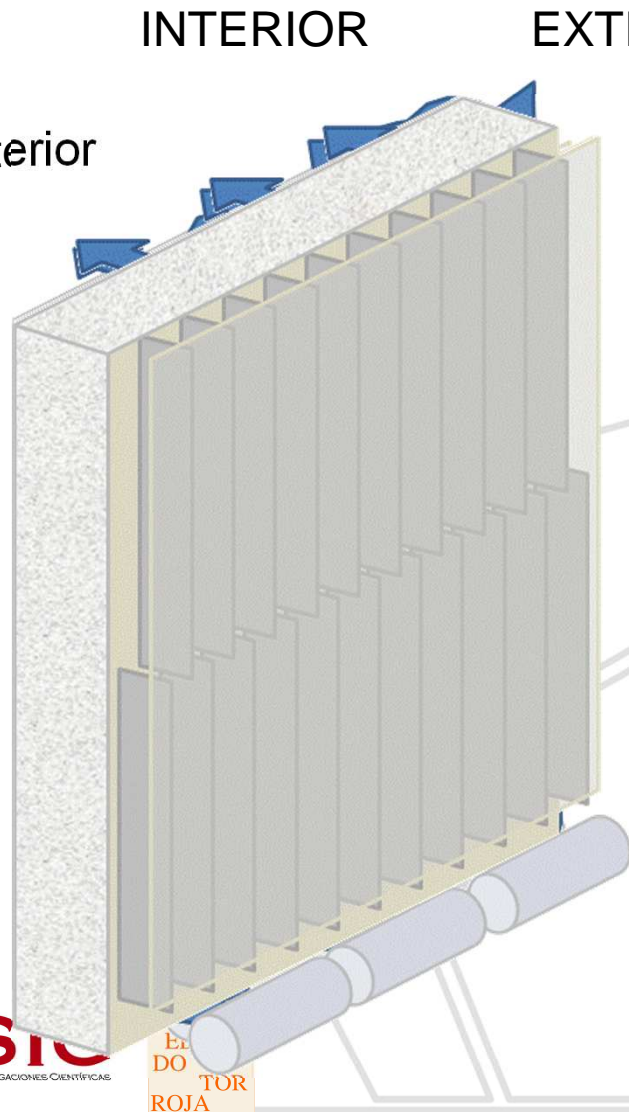
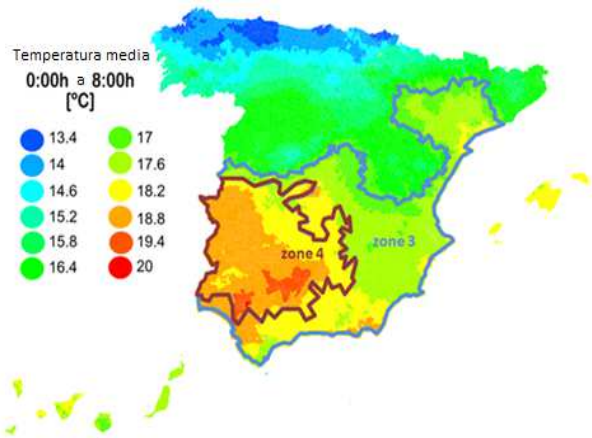
# Almacenamiento de energía



# Fachada ventilada con PCM

Descarga de PCM: interior-interior  
Funcionamiento diurno

Carga PCM: exterior-exterior  
Funcionamiento nocturno

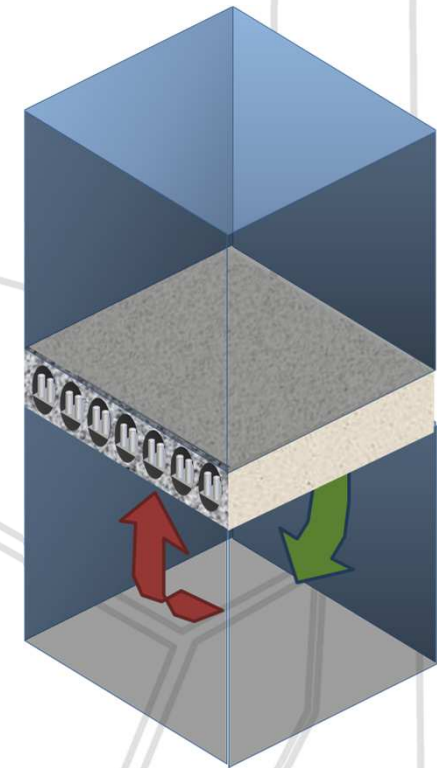
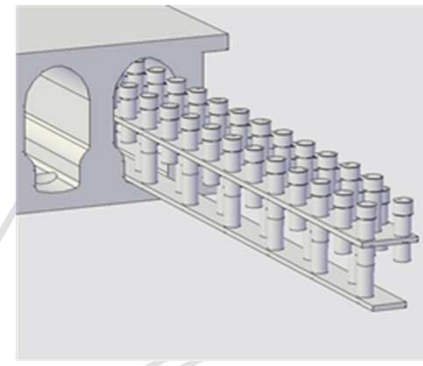
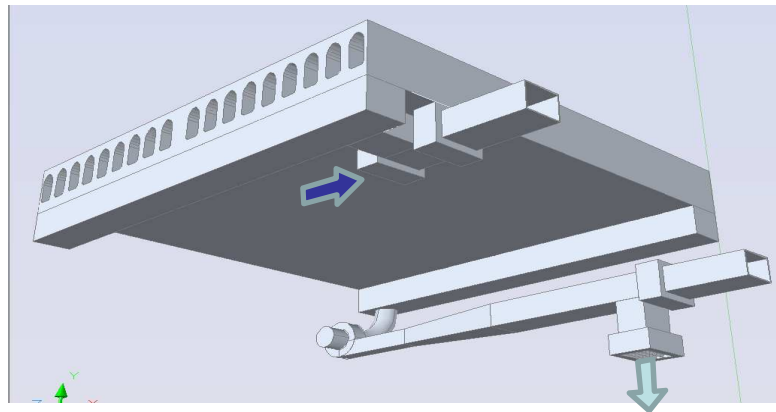
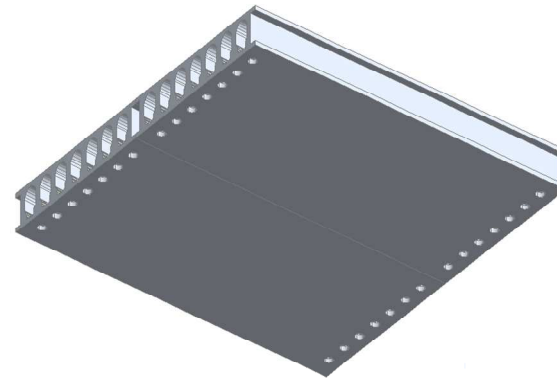
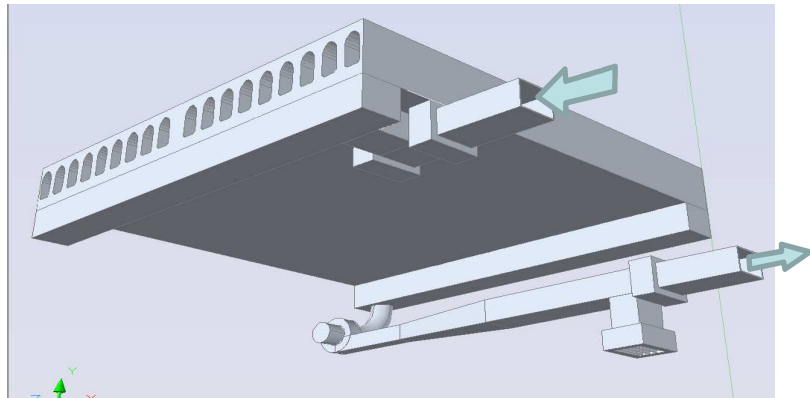


Carga PCM con  
free-cooling:  
Exterior-interior

Periodo inactivo:  
Sin ventilación



# Forjado ventilado con PCM



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y COMPETITIVIDAD



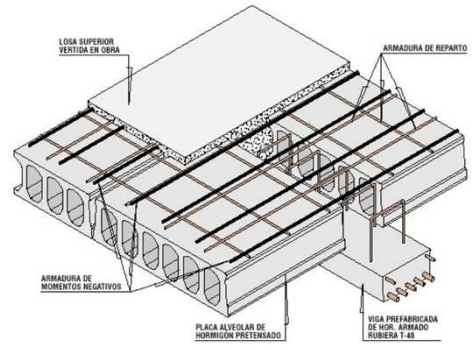
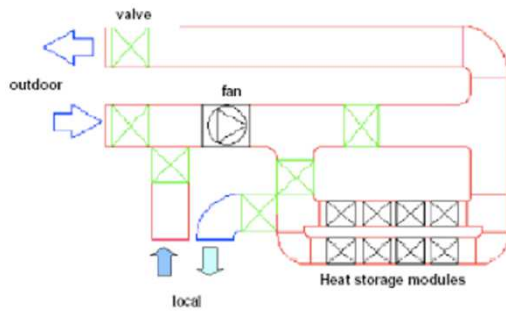
CSIC  
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITUTO EDUARDO TORROJA

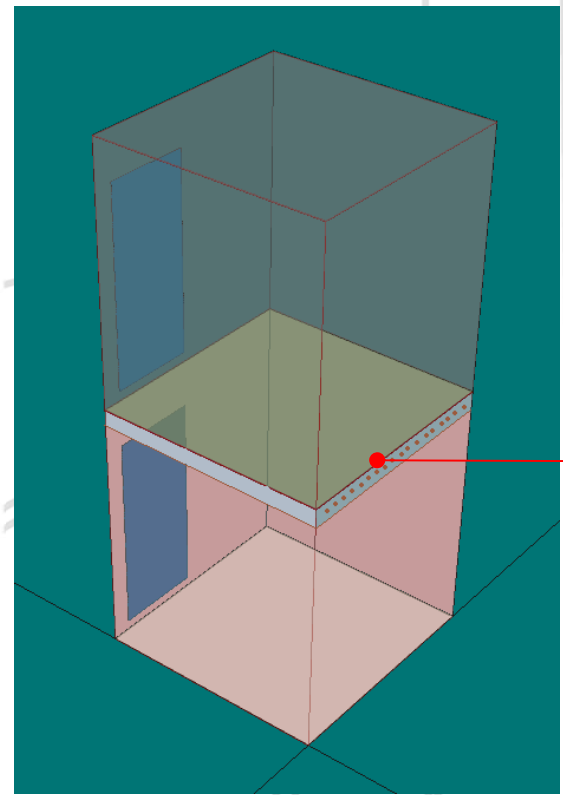
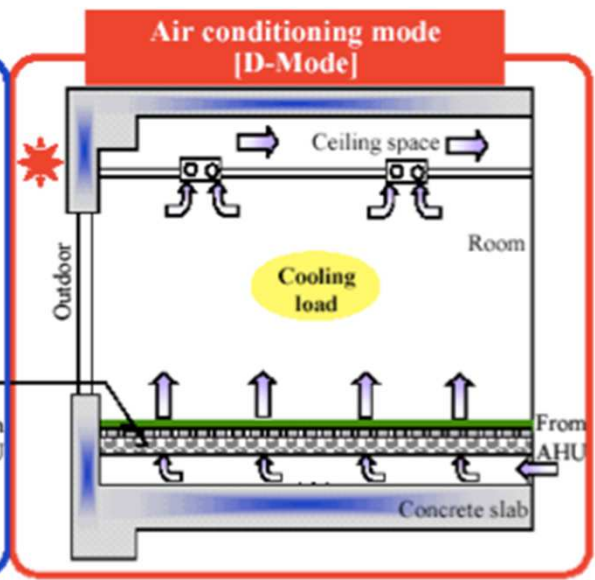
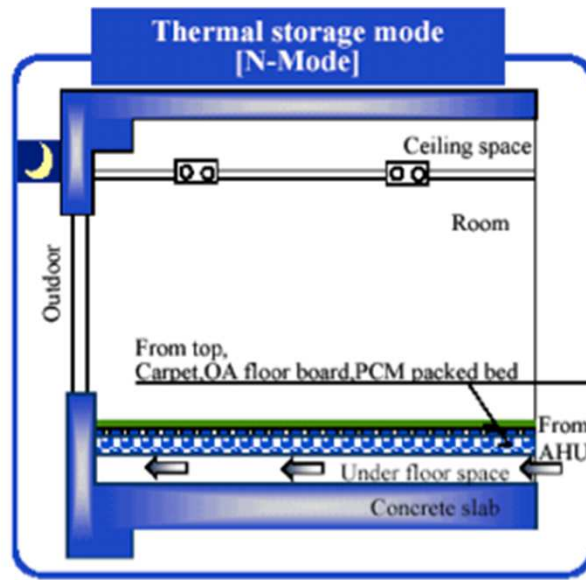


GRUPO TERMOTECNIA

# Utilización en edificios



Forjado ventilado con PCM



# Hormigón prefabricado. Potencial energético

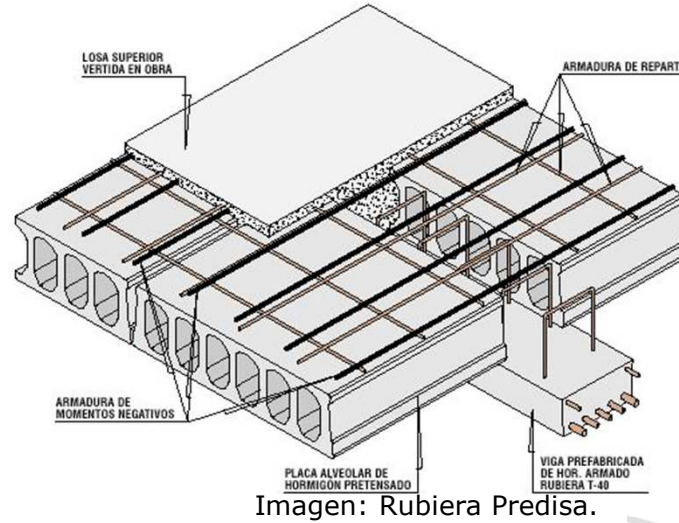
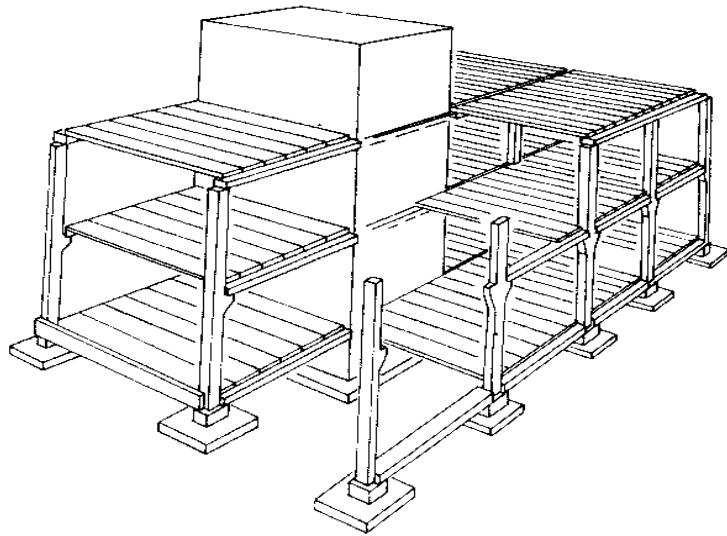


Imagen: Rubiera Predisa.

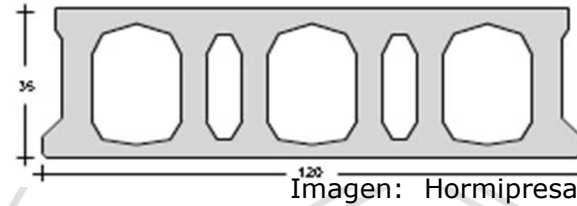
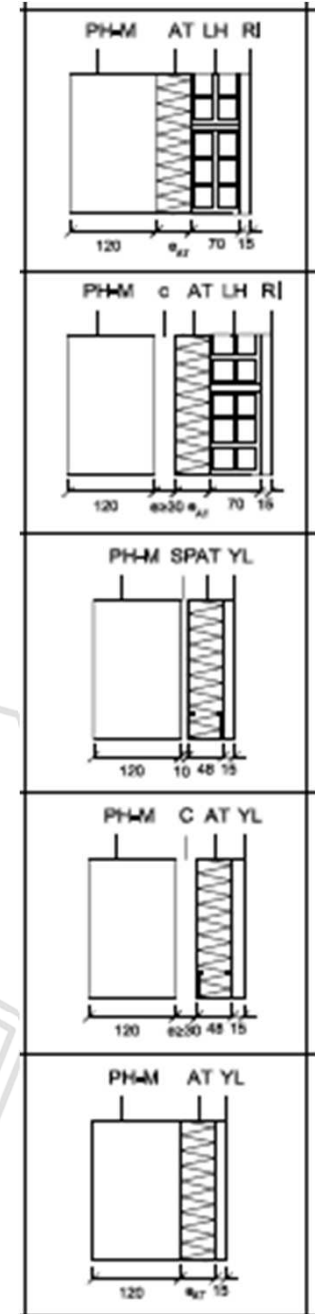


Imagen: Hormipresa.



# Prestaciones

- Comportamiento al fuego
  - Resistencia y reacción
- Comportamiento frente al ruido
  - Aislamiento
- Almacenamiento de energía térmica
  - Inercia



---

Gracias

