

# M4

**Strategie di riduzione della domanda di energia: il potenziale nei nuovi edifici e nella ristrutturazione**



# INDICE

---

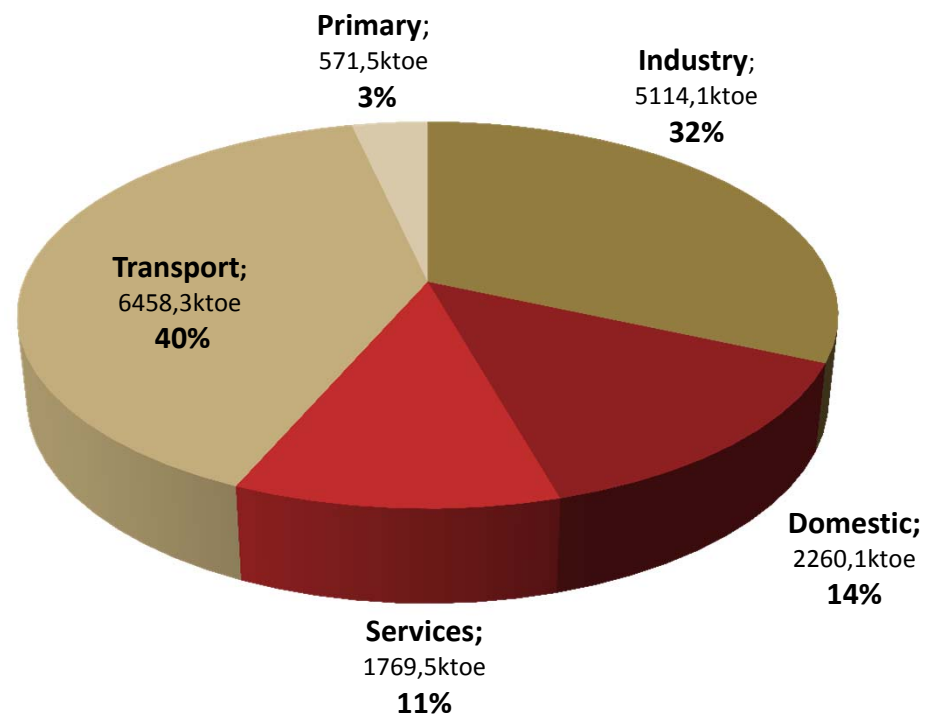
1. // Introduzione
  - 1.1. Consumo di energia nel settore edilizio
  - 1.2. Analisi del ciclo di vita – un approccio olistico
  - 1.3. Energia incorporata nei materiali da costruzione
2. // Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo
  - 2.1 La Direttiva Europea 2002/91/CE – modifica
  - 2.2 La Direttiva Europea 2010/31/CE – modifica
  - 2.3 livelli di qualità e certificazioni
3. // Parametri: consumo di energia degli edifici
  - 3.1. Passivo: inerzia termica / Isolamento / controllo solare / Ventilazione / illuminazione naturale
  - 3.2. ibrido: raffreddamento senza costi / recupero di calore / tubazione nel sottosuolo
  - 3.3. Attivo: installazioni di sistemi efficienti di produzione di energia
  - 3.4. gestione degli edifici e sistemi di controllo
4. // Misure dei progettisti urbani per promuovere il rinnovamento dell'energia negli edifici
  - 4.1. l'importanza di un'efficace ristrutturazione in relazione all'energia
  - 4.2. progettazione urbana innovativa prevista dalla legislazione

# 1. Introduzione

## 1.1. Consumo di energia nel settore edilizio

Contributo del settore edilizio al totale di emissioni di CO2 in Europa:

40%. [1]



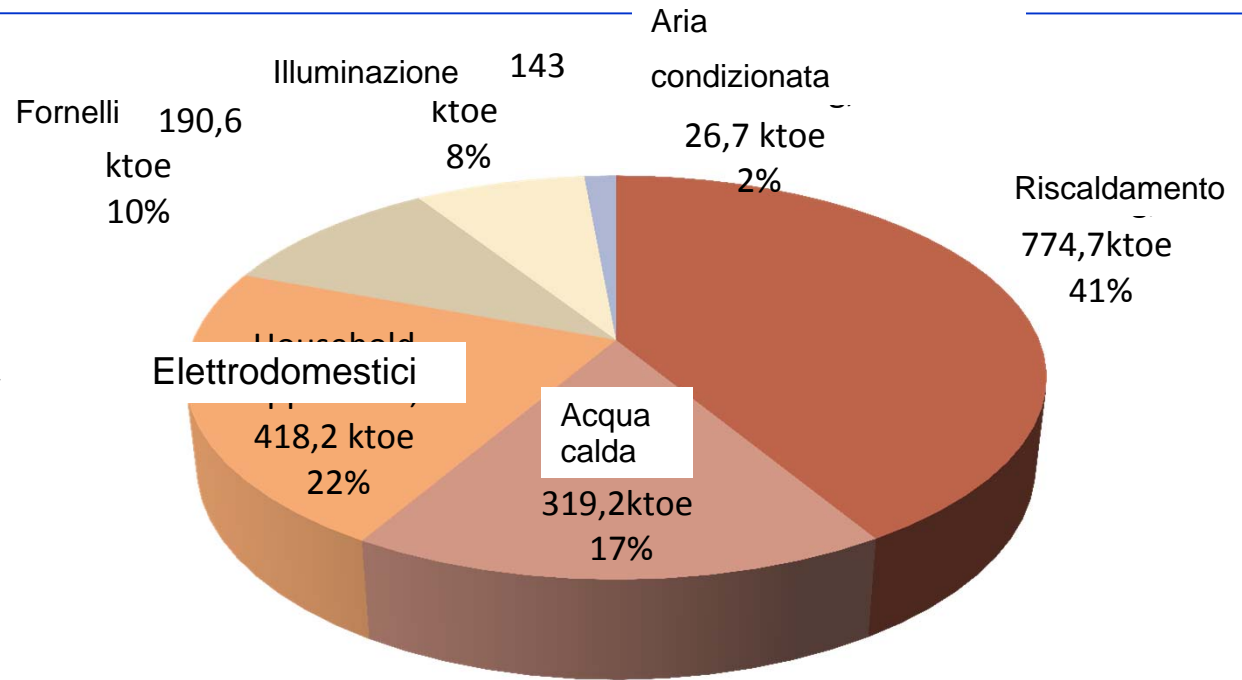
**Distribuzione dei consumi di energia finale per settori. Consumo totale di energia: 9714 ktep. Catalonia 2007, Fonte: ICAEN**

[1] EPBD - *Energy Performance Buildings Directive* 2002/91/EC 4th of January 2003  
*Official Journal of the European Communities*

# 1. Introduzione

## 1.1. Consumo di energia nel settore edilizio

Consumo di energia finale nel settore residenziale in Catalogna



Consumo di energia finale domestica/m <sup>2</sup> delle prime residenze nel 2007	Consumo di energia domestica	riscaldamento	Acqua calda domestica/ fornelli	elettrodomestici	illuminazione	raffreddamento
kWh/m <sup>2</sup>	83.0	34.3	22.9	18.5	6.4	1.2

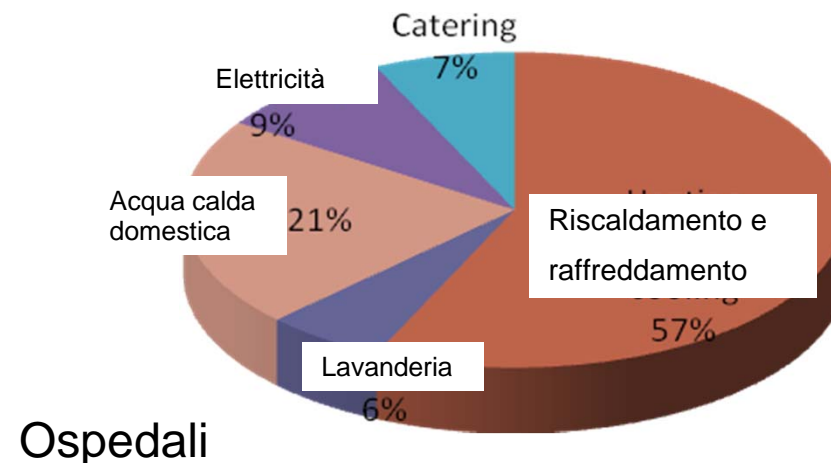
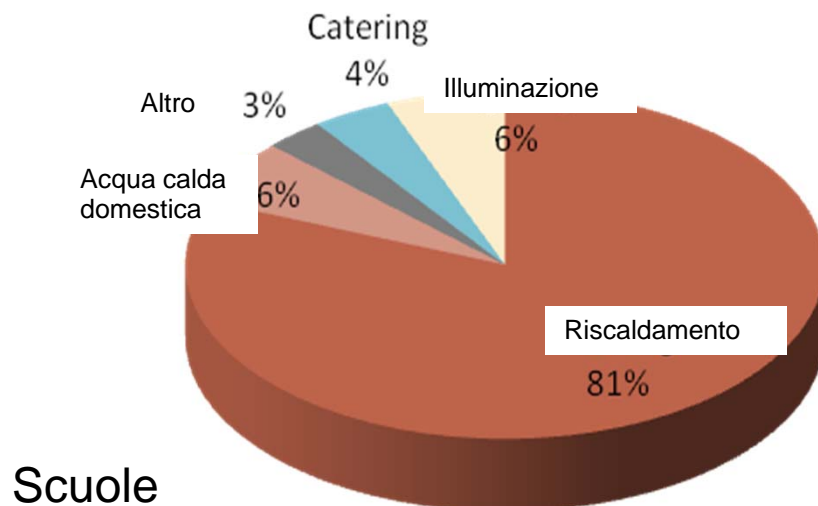
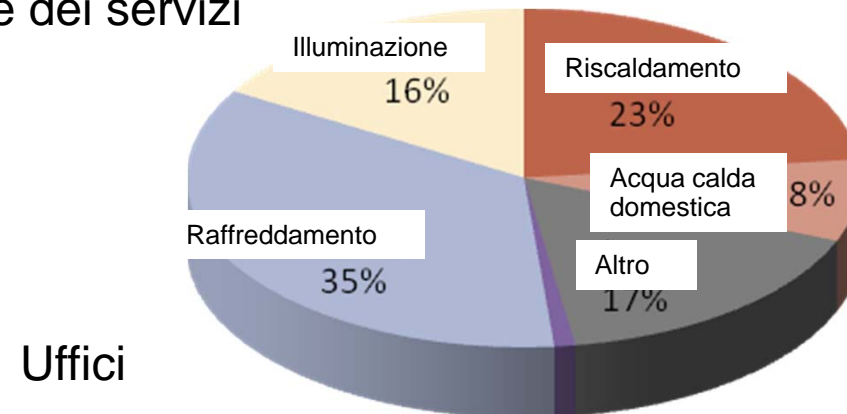
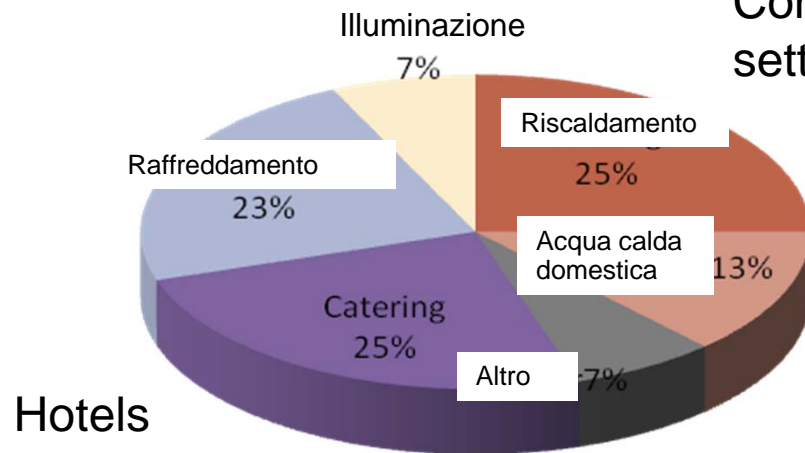
Source. Associació LIMA – Low Impact Mediterranean Architecture, “Regional Benchmark Analysis”, based on data from IDESCAT and ICAEN, elaborated in the frame of the MARIE project, 9/2011



# 1. Introduzione

## 1.1. Consumo di energia nel settore edilizio

Consumo di energia finale in Catalogna nel settore dei servizi

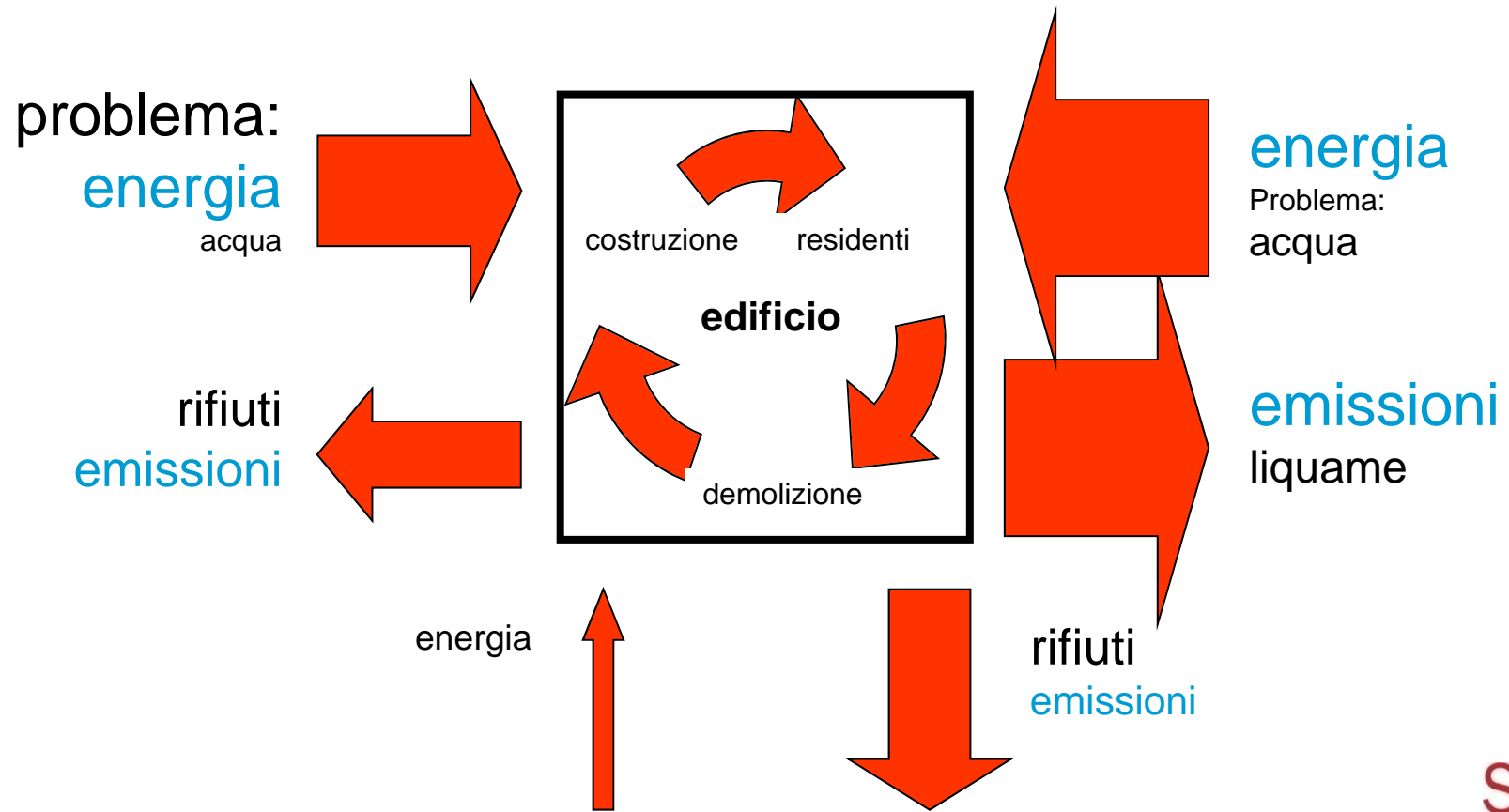


ICAEN (2004): Dades de consums i comportament energètic per a diferents sectors consumidors Projecte Ciutat Sostenible. Fòrum Barcelona 2.004

# 1. Introduzione

## 1.2. Analisi del ciclo di vita – un approccio olistico

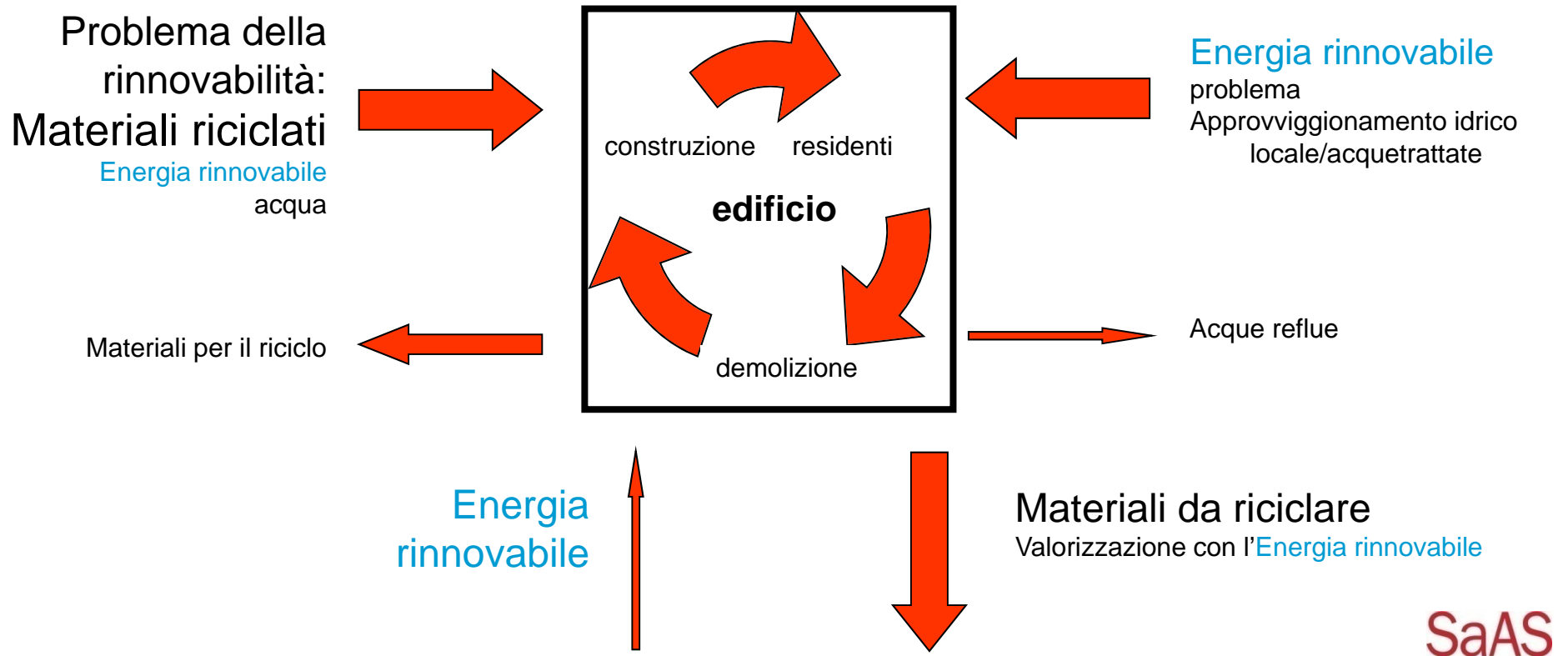
### Modello reale del ciclo delle risorse



# 1. Introduzione

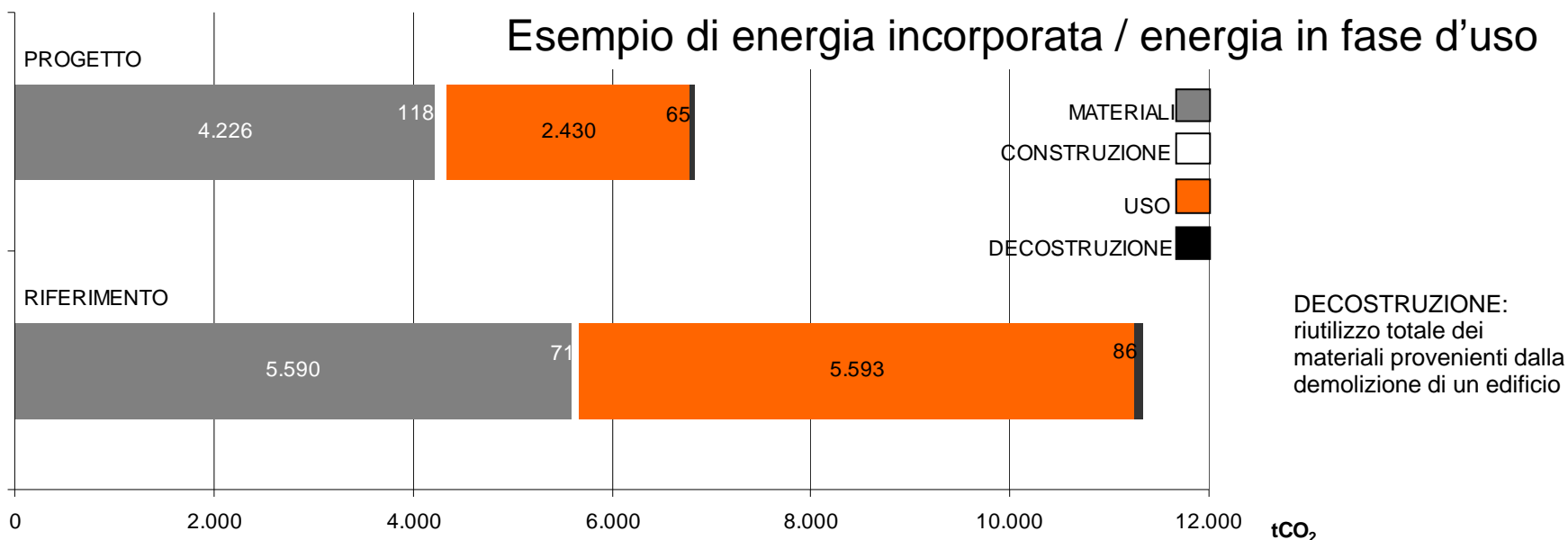
## 1.2. Analisi del ciclo di vita – un approccio olistico

### Obiettivo del ciclo delle risorse



# 1. Introduzione

## 1.2. Analisi del ciclo di vita – un approccio olistico



Fase del ciclo di vita	Consumo di energia			Emissioni di CO <sub>2</sub>		
	Riferimento MWh	Progetto MWh	Riduzione %	Riferimento t CO <sub>2</sub>	Progetto t CO <sub>2</sub>	Riduzione %
Materiali	16.333	12.589	23%	5.590	4.226	24%
Costruzione	167	289	-73%	71	118	-66%
Fase d'uso	23.388	10.162	57%	5.593	2.430	57%
Demolizione	251	194	23%	86	65	24%
<b>Totale</b>	<b>40.139</b>	<b>23.234</b>	<b>42%</b>	<b>11.340</b>	<b>6.839</b>	<b>40%</b>

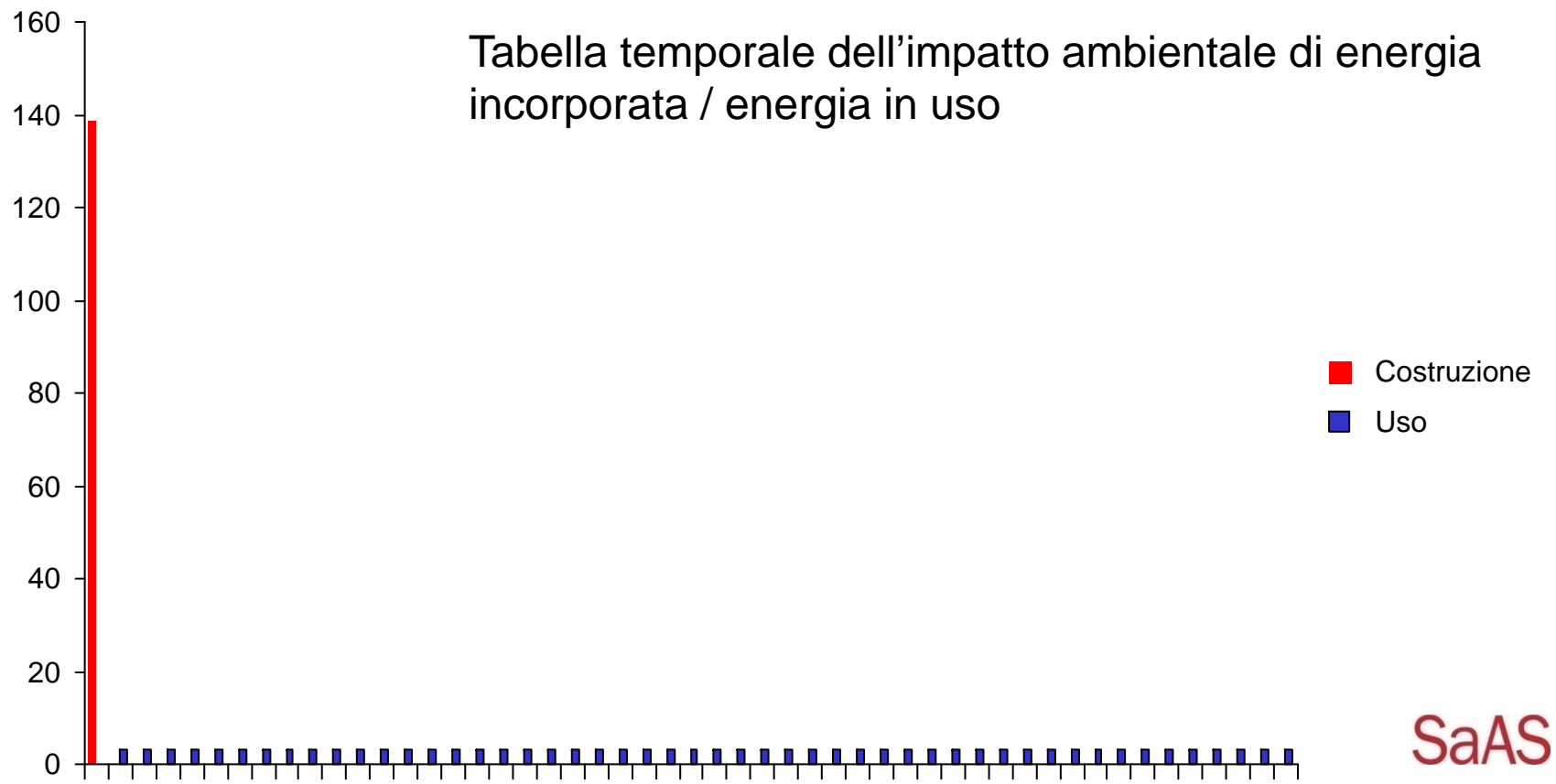
SaAS

Analisi del ciclo di vita di un edificio di edilizia popolare con 60 appartamenti, riferimento e progetto, SaAS 2007



# 1. Introduzione

## 1.2. Analisi del ciclo di vita – un approccio olistico



Emissioni in ton eq di CO<sub>2</sub> per un appartamento di 100 m<sup>2</sup> nell'arco di 50 anni

SaAS

# 1. Introduzione

## 1.3. Energia incorporata nei materiali di un edificio



Lana di pecora: 0,043 W/m·K (12% fibra di poliestere)



Fonte: Victermofitex



cellulosa: 0,040 W/m·K (10% Borato di sodio, ignifugo e fungicida)



Fonte: CLIMACELL, Christoph Peters

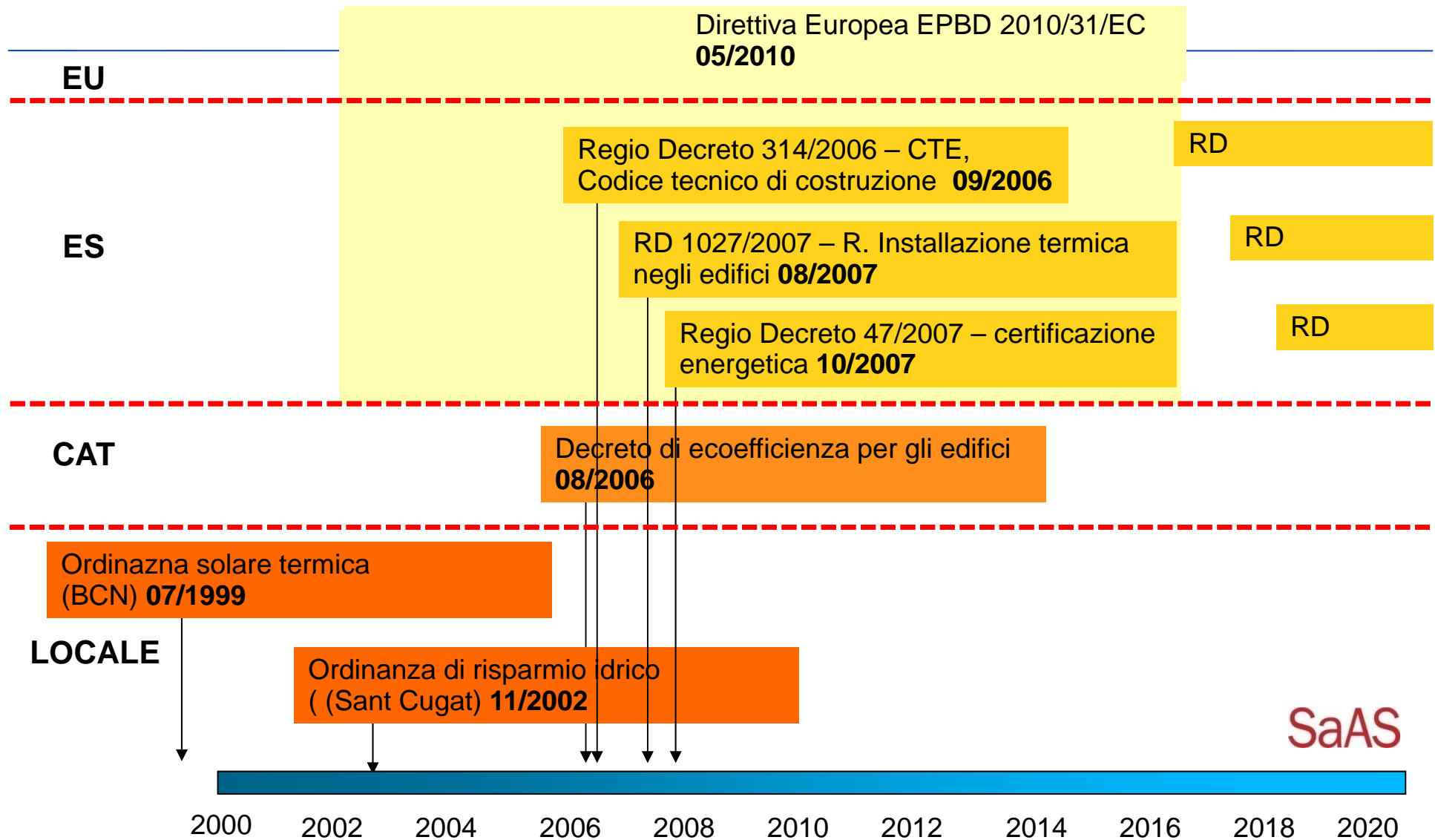
# 1. Introduzione

## 1.3. Energia incorporata nei materiali da costruzione

<b>Materiale isolante</b>	<b>Energia primaria (MJ/kg)</b>	<b>Emissioni (kgCO<sub>2eq</sub>/kg)</b>	<b>Costo (Euro/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Fonte MJ - kgCO<sub>2eq</sub></b>
Polistirolo estruso	92,4	9,580	107	EMPA
Polistirolo espanso	105,0	4,120	65	EMPA
Poliuretano PUR	100,0	4,210	136	EMPA
Lana di vetro	45,1	1,490	26	EMPA
Lana di roccia	21,7	1,480	115	EMPA
Vetro cellulare	16,5	0,600	295	PROVEIDOR
Lana di pecora	14,7	0,045	108	PASSIVHAUS
sughero	25,0	0,021	402	EMPA
Fibra di legno	13,7	-0,183	224	PROVEIDOR
Cellulosa	7,2	-0,907	90	PASSIVHAUS



## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

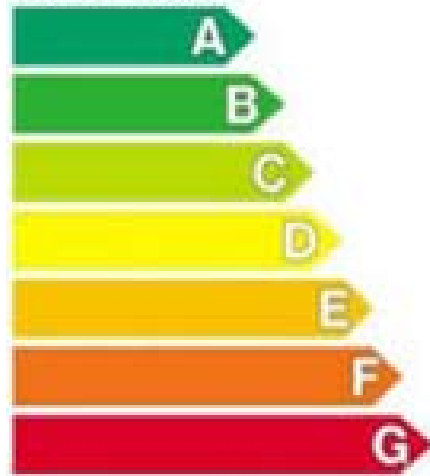


SaAS

## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

### 2.1. La Direttiva Europea 2002/91/CE – EPBD

Più efficiente



Meno efficiente

La Direttiva stabilisce dei parametri per quanto riguarda:

- L'impostazione generale della metodologia per il calcolo delle prestazioni di energia integrata negli edifici;
- L'applicazione degli standard minimi della resa energetica relativa ai nuovi edifici;
- L'applicazione degli standards minimi di resa energetica relativa ai grandi edifici già esistenti, soggetti a grandi interventi di riaménagemento;
- Certificazione energetica degli edifici;
- Controllo regolare delle caldaie e degli impianti di condizionamento negli edifici e inoltre una valutazione dell'installazione degli impianti di riscaldamento laddove le caldaie siano più vecchie di 15 anni.

## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

### 2.2 La Direttiva Europea 2010/31/CE – modifica

18.6.2010

IT

Gazzetta ufficiale dell'Unione europea

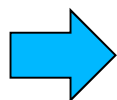
**DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO**

**del 19 maggio 2010**

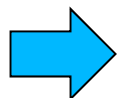
**sulla prestazione energetica nell'edilizia  
(modifica)**

*Articolo 9*

**Edifici ad energia quasi zero**



dopo il **31 Dicembre 2018** i nuovi edifici occupati o di proprietà di enti pubblici dovranno rientrare nella categoria di edifici ad energia quasi zero



dopo il **31 Dicembre 2020** tutti i nuovi edifici dovranno essere edifici ad energia zero

## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

### 2.2. La Direttiva Europea 2010/31/CE – modifica

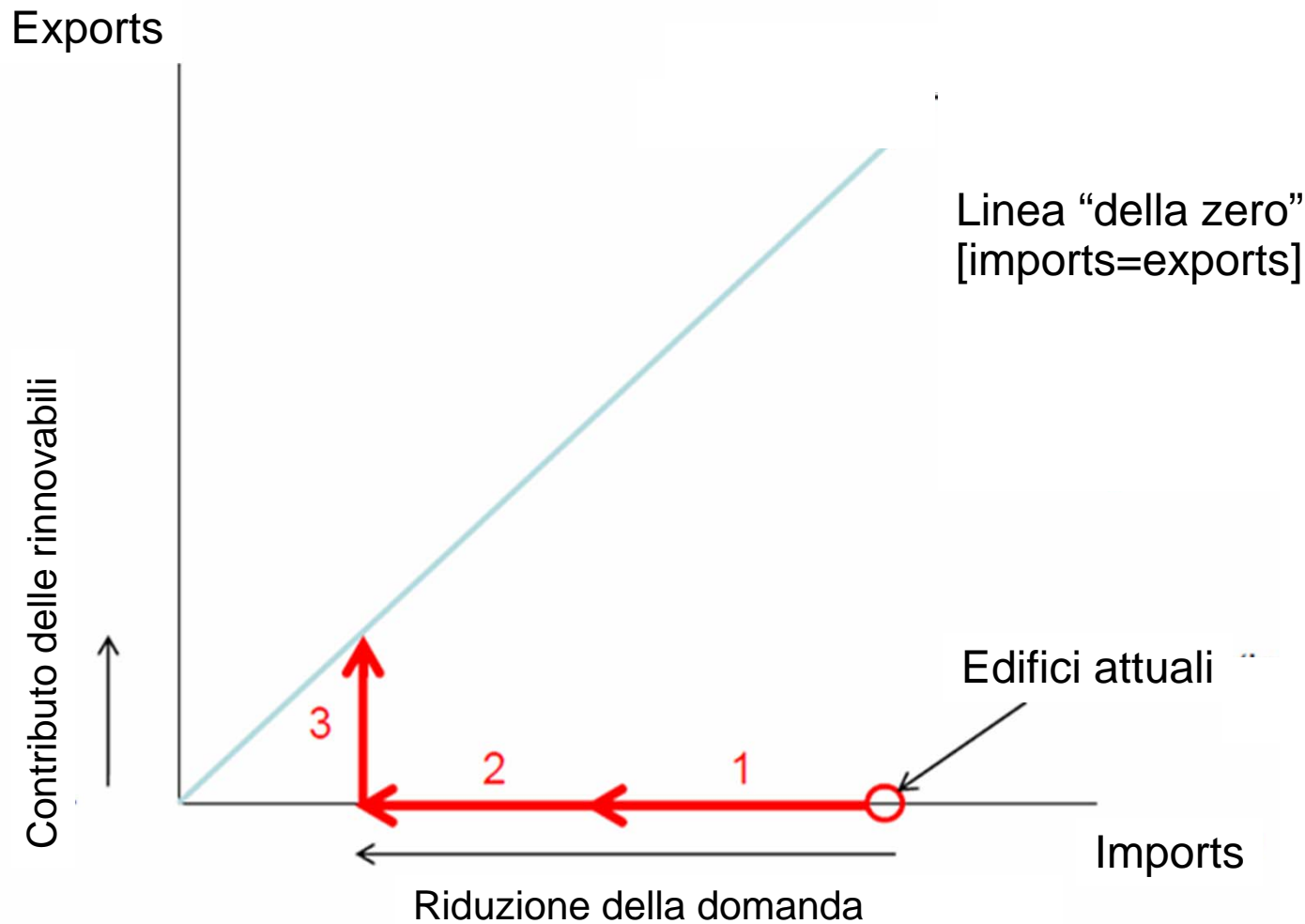
Si intende per “**Edifici ad energia quasi zero**” edifici con alte prestazioni energetiche. Il quasi zero o l'ammontare molto basso di energia richiesta dovrebbe essere garantito per la maggior parte da fonti rinnovabili di energia rinnovabile, inclusa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze.

Piani nazionali per aumentare il numero degli edifici ad energia quasi zero:

- obiettivi intermedi per migliorare la resa energetica entro il 2015
- indicatore numerico comune dell'uso primario di energia espresso in kWh/m<sup>2</sup>·anno
- diffusione della certificazione di resa energetica
- efficienza energetica delle installazioni
- introduzione delle fonti di energia rinnovabile, cogenerazione, teleriscaldamento e teleraffreddamento (DH e DC), pompe di calore, monitoraggio

## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

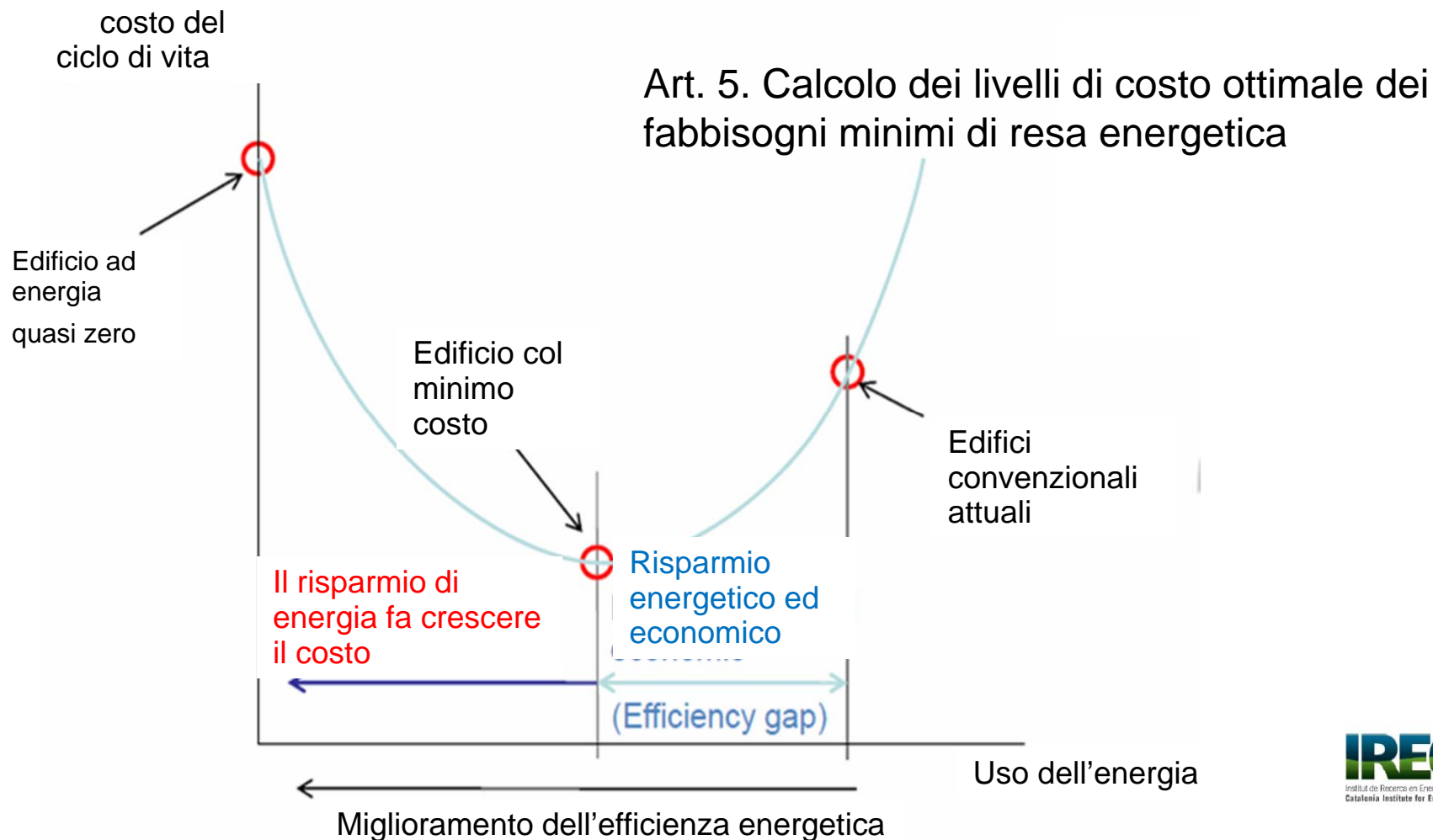
### 2.2 La Direttiva Europea 2010/31/CE – modifica





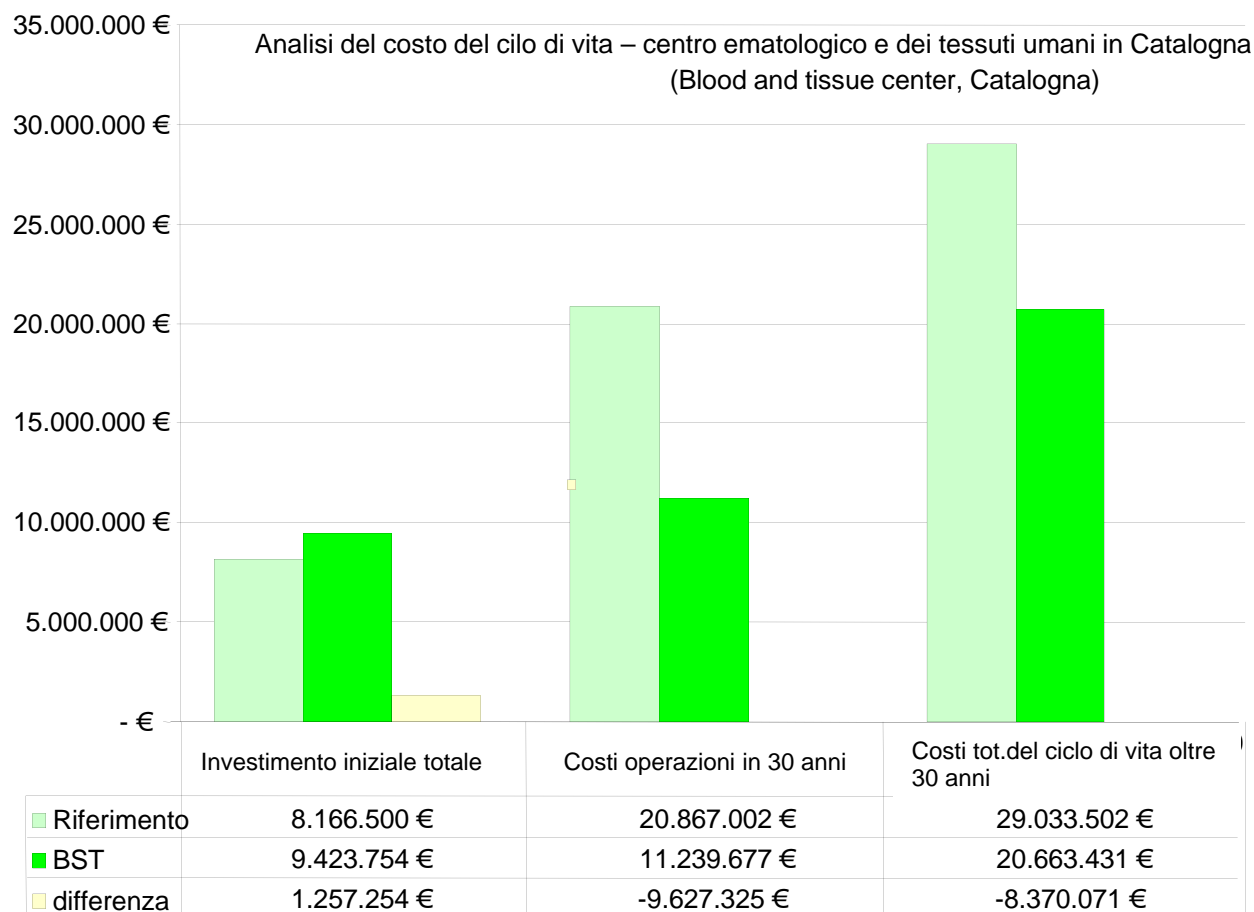
## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

### 2.2 La Direttiva Europea 2010/31/CE – modifica



## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

### 2.2 La Direttiva Europea 2010/31/CE – modifica



L'analisi dettagliata dei costi e delle operazioni di investimento di un edificio progettato in accordo col modello descritto, fornisce i seguenti risultati:

Differenza nell'investimento 1.2 M€  
 Differ. nell'operazione 9.6 M€  
 Differenza tot (30 anni) 8.4 M€

Benefici aggiuntivi d'investimento  
 Oltre 30 anni 800%  
 annualmente 26%

In base a questi dati e all'attuale valore economico del denaro, i risultati sono rendimenti annuali del 20% circa.

Il periodo di ritorno degli investimenti è stimato intorno a 4-5 anni.

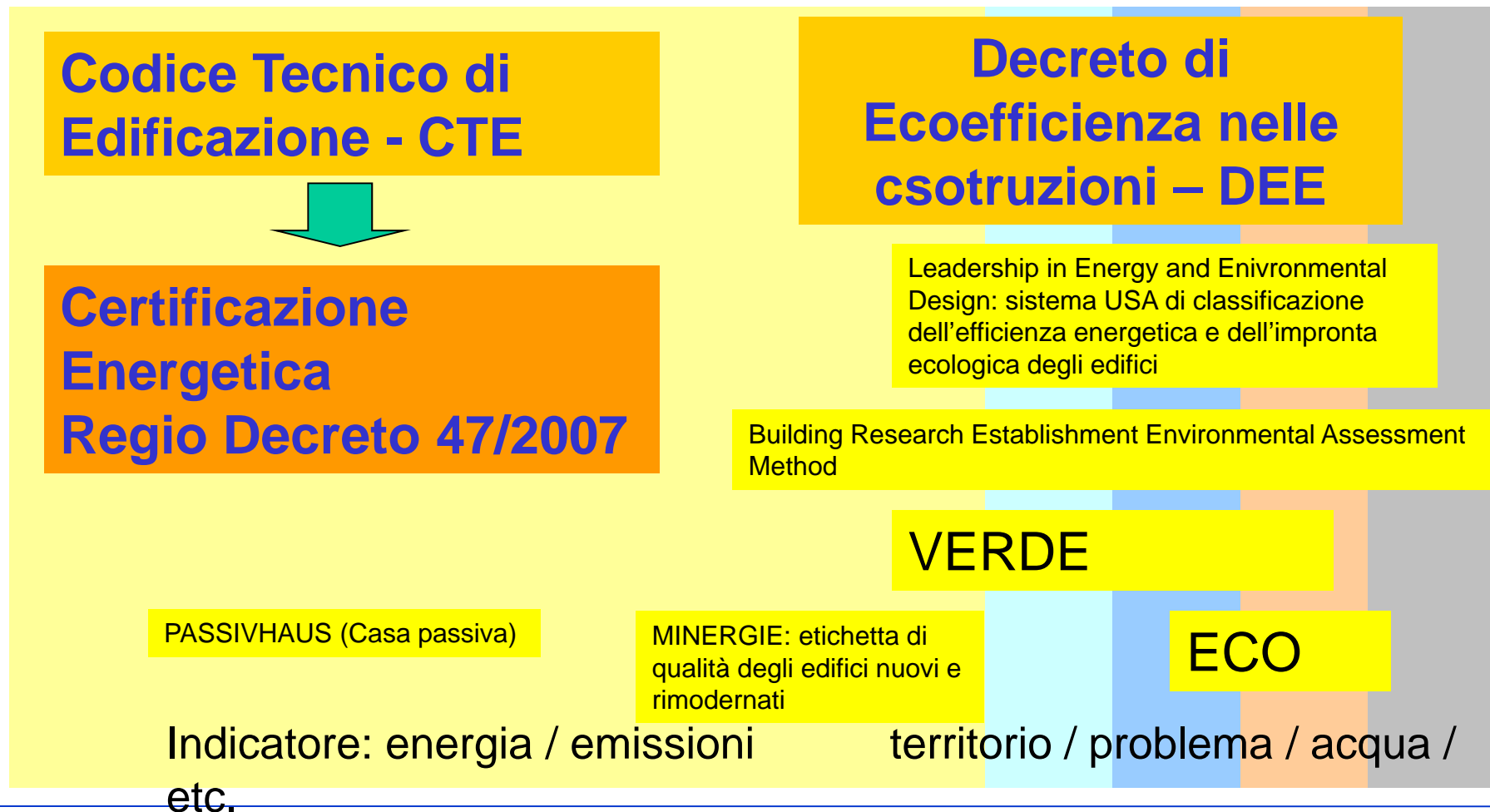
SaAS

Studio elaborato all'interno del progetto b\_EFIEN, promosso dalla Fondazione b\_TEC, con la partecipazione di aziende di ingegneria e di gestione finanziaria, SaAS, grupo JG, et.al.

Barcellona 2009

## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

### 2.3. livelli di qualità e certificazioni



## 2. Energia nell'uso degli edifici: quadro legislativo

### 2.3. livelli di qualità e certificazioni

#### Aree principali delle analisi nelle certificazioni

Ambiente	densità urbana mobilità protezione del suolo spazi verdi	Salute e comfort	qualità dell'aria interna campi elettromagnetici emissioni radioattive comfort termico, visivo ed acustico
Materiali	Impatti disponibilità conoscenza del territorio rifiuti	Socio-economico	costo dei miglioramenti consapevolezza dell'utente training dei professionisti integrazione nelle reti
Energia	domanda di energia distribuzione di energia resa delle installazioni energie rinnovabili	Gestione	progetti integrati piani di manutenzione intervallo delle revisioni Monitoraggio
acqua	fabbisogno idrico acqua di pioggia acque grigie trattamento delle acque reflue	altro	



Innovative Responsible Housing  
for the Mediterranean

## 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

3.1. Passivo: inerzia termica / Isolamento / controllo solare / Ventilazione / illuminazione naturale

---

**Inerzia termica:** capacità di immagazzinamento del calore di un corpo. La principale strategia nel clima mediterraneo con una ampia escursione termica ed un forte uso di materiali minerali nella costruzione

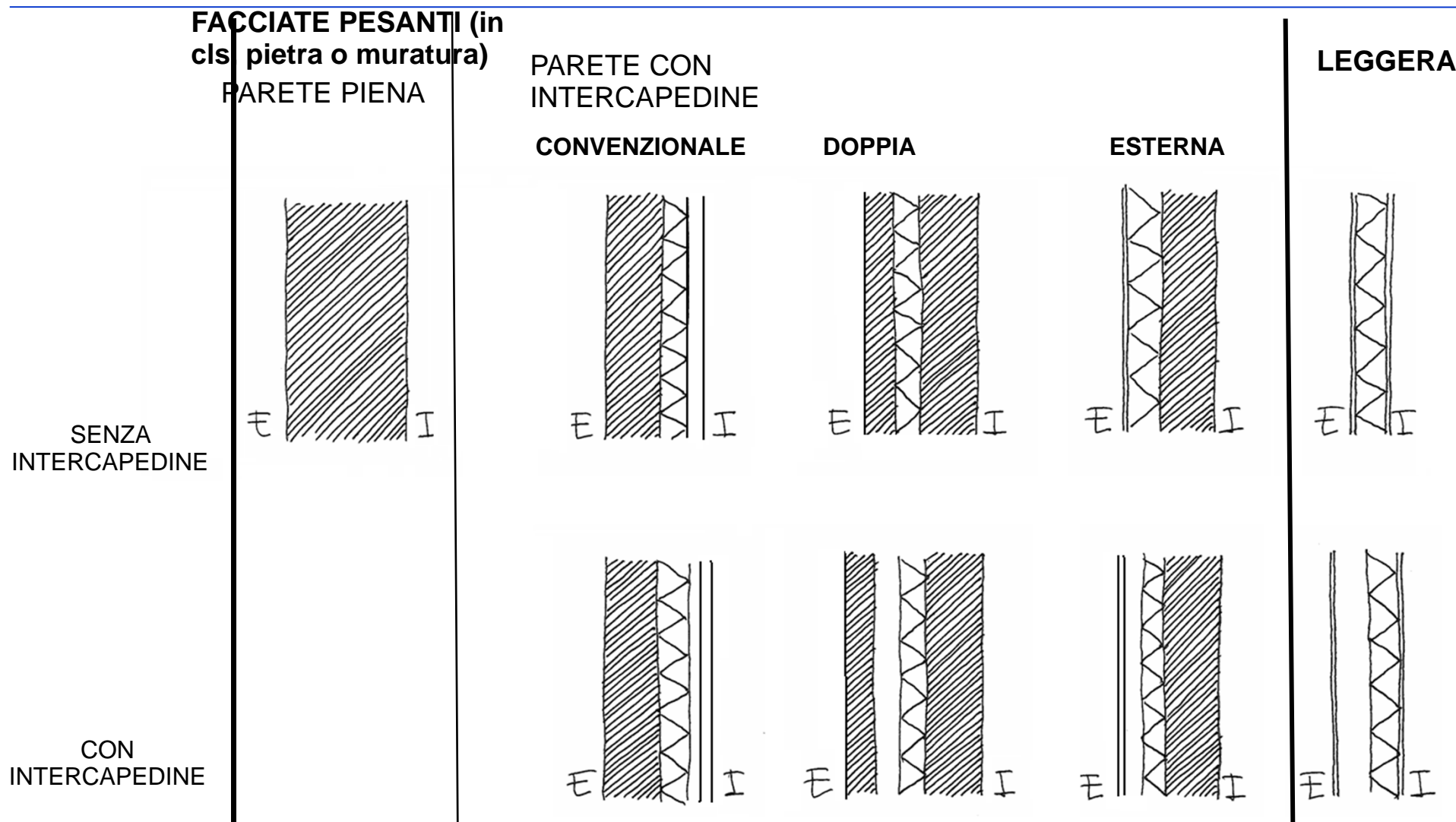
**Isolamento:** controllo della resistenza al trasferimento di calore da un punto ad un altro attraverso la conduzione o la convezione, grazie alla sostituzione di materiali o modifica del loro spessore. Facciate multistrato e materiali speciali.

**Controllo solare:** attraverso la realizzazione di barriere per la radiazione solare o modificando le caratteristiche dei vetri delle finestre, il guadagno in termini di radiazione solare può essere incoraggiato o limitato per trarre vantaggio delle radiazioni solari in inverno ed evitare il surriscaldamento in estate.

**Ventilazione:** la ventilazione ha due effetti: favorisce il ricambio d'aria con l'ambiente e facilita il processo naturale di raffreddamento evaporativo. Questo meccanismo è da prediligere negli ambienti caldi e negli edifici con una bassa massa termica.

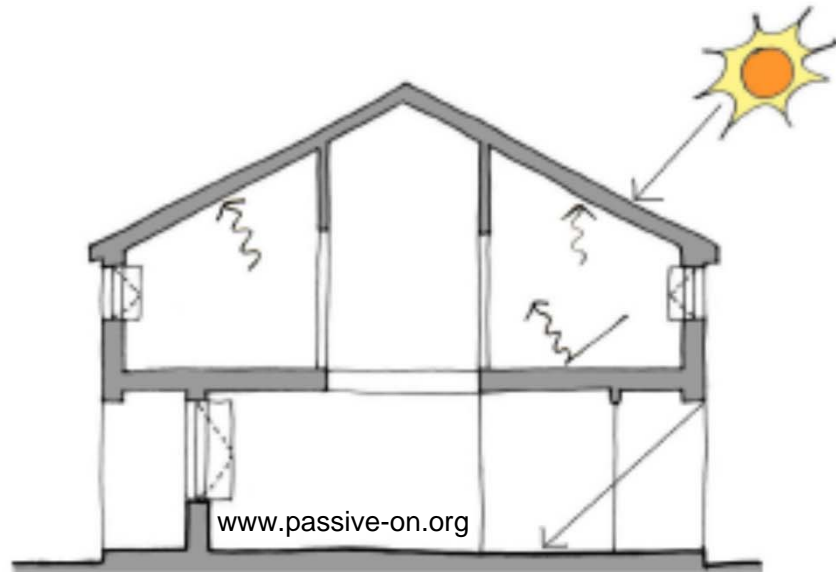
# 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

## 3.1. Tipologie di costruzione delle pareti di un edificio



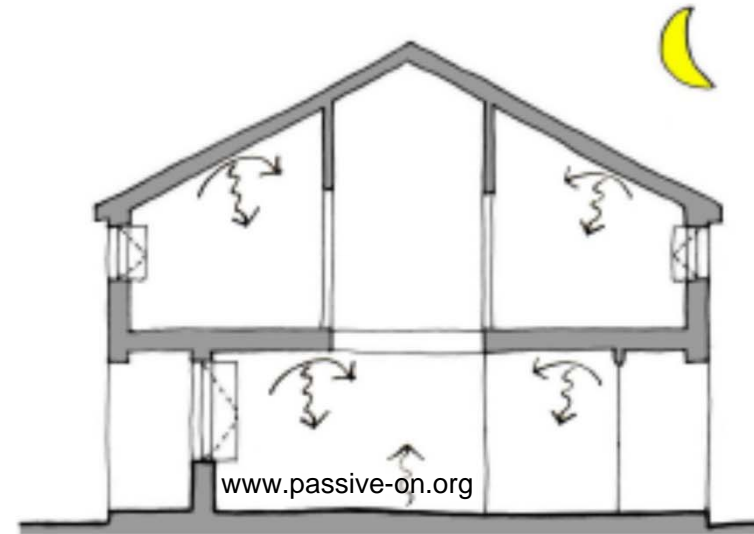
# 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

## 3.1. Passivo: inerzia termica



La massa termica immagazzina calore durante il giorno

Tipica casa di campagna dell'area settentrionale del Mediterraneo, basata sull'inerzia termica



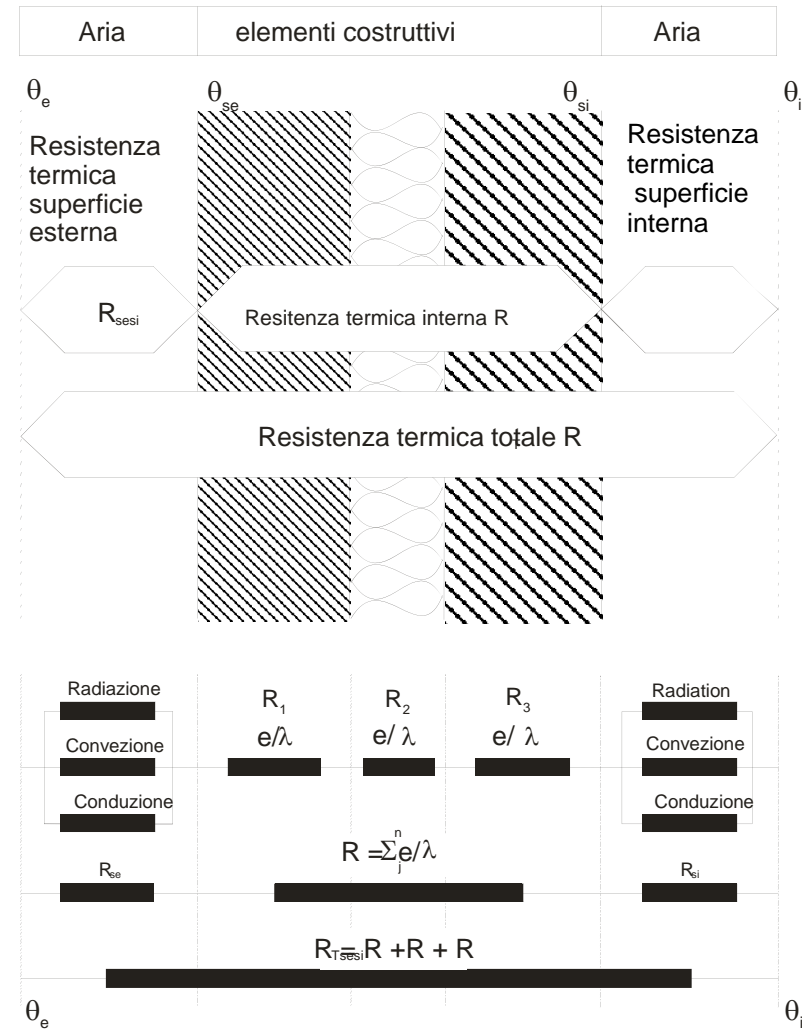
Il calore immagazzinato durante il giorno viene rilasciato durante le ore notturne più fredde

Tradizionale cortile del sud nel Mediterraneo basato sull'inerzia termica



# 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

## 3.1. Passivo: isolamento



$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T [W]$$

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{\lambda}{e} \left[ \frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$



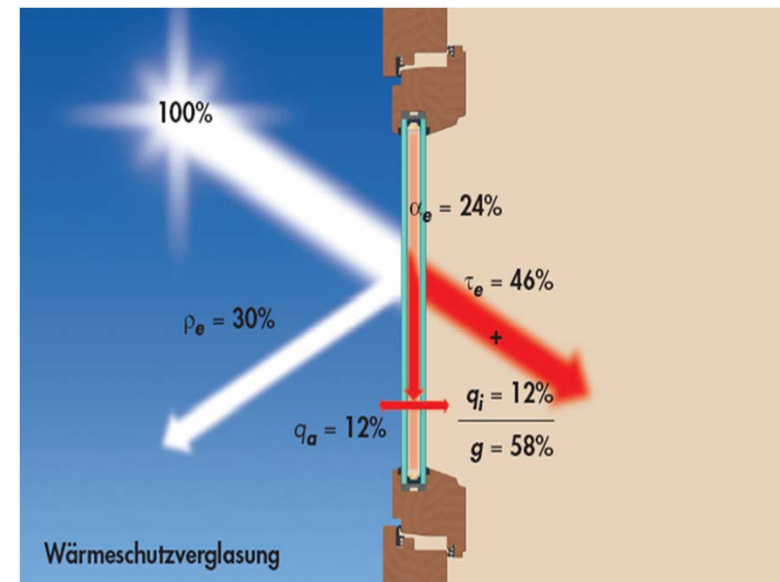
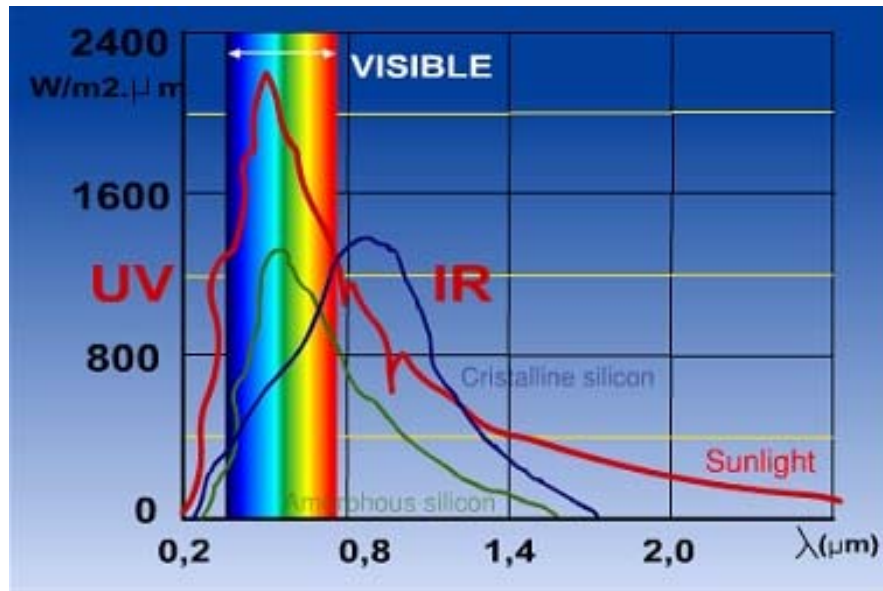
# 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

## 3.1. Passivo: controllo solare

L'ottimo tra i vantaggi legati al sole e la protezione solare in relazione all'uso dell'edificio, all'orientamento, etc.

Fattori principali: trasmittanza termica, fattore solare, luce visibile

Dispositivi di ombreggiatura, Dispositivi di ombreggiatura con trasporto di luce naturale



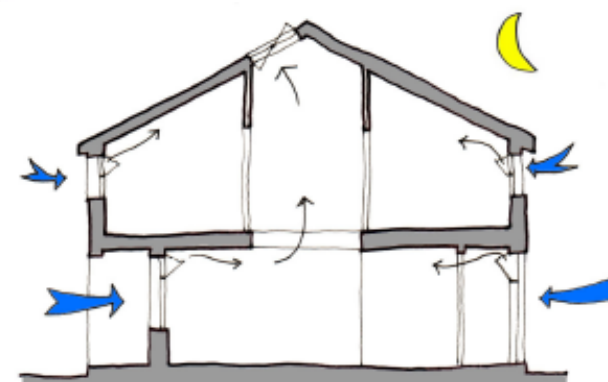
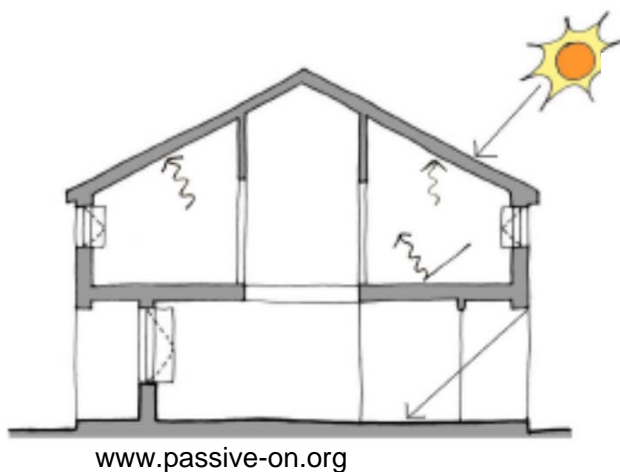
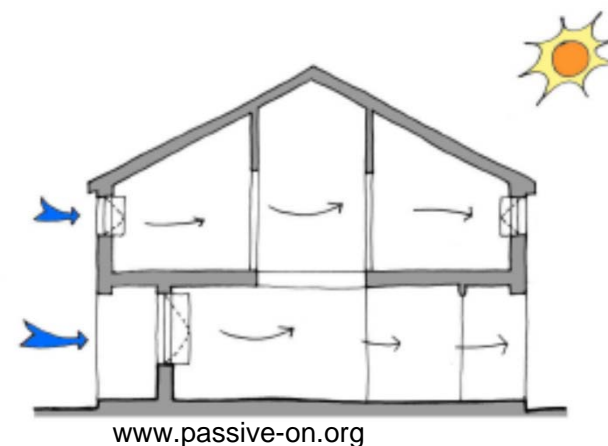
## 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

### 3.1. Passivo: ventilazione

Areazione incrociata: il progetto dell'edificio (ad esempio la distribuzione degli edifici ) per permettere la circolazione d'aria tra le opposte facciate per aumentare la ventilazione naturale.

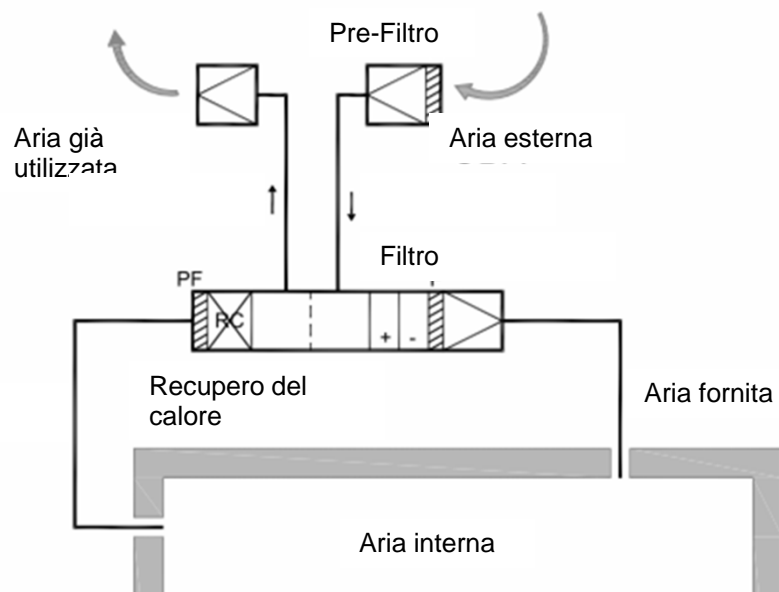
Areazione notturna: aumento del tasso di ricambio d'aria durante le notti estive più fresche onde ridurre il calore immagazzinato durante il giorno e la massa termica dell'edificio. Soltanto nelle zone con clima temperato questa strategia sarà sufficiente per evitare un sistema di aria condizionata, ma in ogni caso servirà a ridurre la domanda di energia per il raffreddamento.

Il tasso di ventilazione notturna è di 4 ore, spesso con l'ausilio di un sistema di ventilazione meccanico per assicurare un alto rendimento energetico.



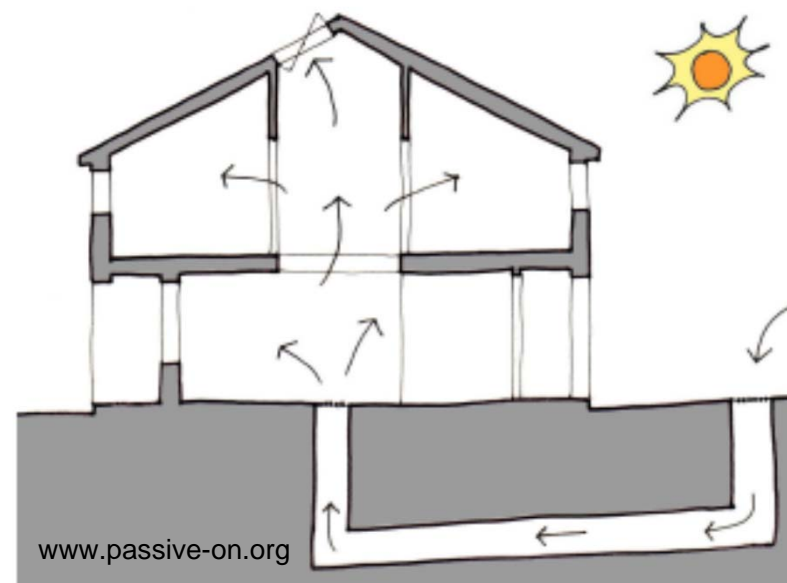
### 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

#### 3.2. ibrido: raffreddamento senza costi / recupero di calore / tubazione nel sottosuolo



Raffreddamento senza costi: quando l'uso o l'aumento del flusso d'aria richiesto per raffreddare un locale avviene tramite l'aria esterna che è più fresca di quella interna

Recupero di calore: il pre-riscaldamento dell'aria fornita attraverso il recupero del calore dall'aria già utilizzata per mezzo di uno scambiatore di calore aria-aria

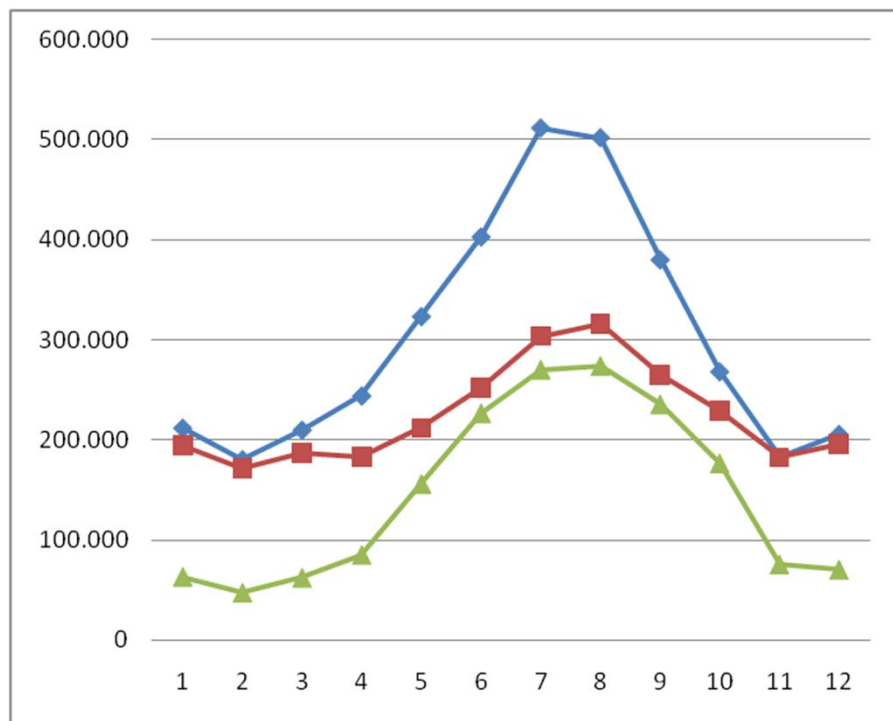


Scambiatore di calore nel sottosuolo o con fonte di calore proveniente dal sottosuolo: Si trae vantaggio da una moderata temperatura del suolo; l'aria in ingresso viene convogliata attraverso dei tubi interrati con un'alta capacità di scambio termico per ottenere una fornitura d'aria più vicina alle condizioni di comfort, raggiungendo alti coefficienti di resa.

### 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

#### 3.2. ibrido: raffreddamento senza costi / recupero di calore / tubazione nel sottosuolo

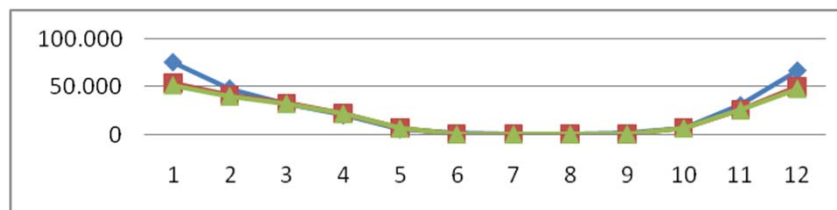
Banca del sangue e del tessuto umano, Catalogna, 2010



- 100% FACCIATA CONTINUA
- FACCIATA CON MATERIALI PESANTI, SENZA RECUPERO
- FACCIATA CON MATERIALI PESANTI, RAFFREDDAMENTO SENZA COSTO E RECUPERO

Riduzione della domanda di energia del 41%!

SaaS



Domanda di energia per il raffreddamento (kWh)

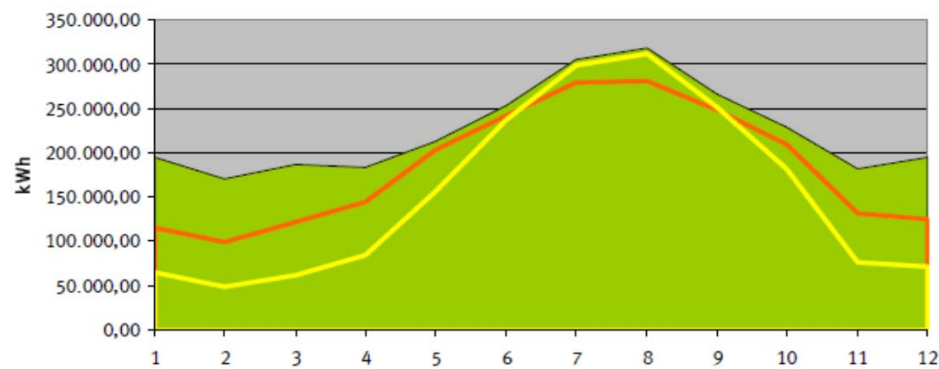
Domanda di energia per il riscaldamento (kWh)

Domanda energetica per la climatizzazione (kWh), JG Ingenieros, julio 2008 / Herramienta de cálculo: CARRIER Hourly Analysis Program v 4.12b

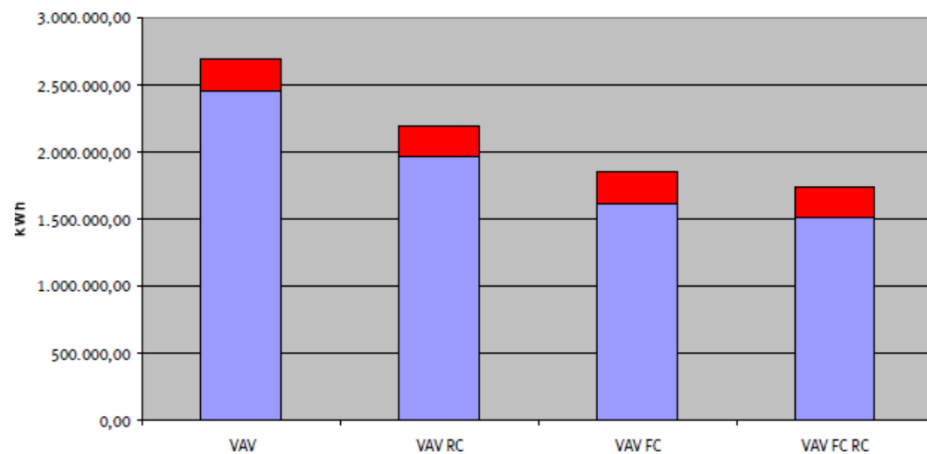
# 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

## 3.2. ibrido: raffreddamento senza costi / recupero di calore / tubazione nel sottosuolo

Banca del sangue e del tessuto umano, Catalogna, 2010



Monthly heating and cooling energy demand (kWh), grupoJG Engineers, January 2008



- VAV (Volume di Aria Variabile) condizionatori con Volume di Aria Variabile senza recupero di calore
- VAV + RC (recovery cooling=recupero del freddo) condizionatori con Volume di Aria Variabile con recupero di calore
- VAV + FC ( ) condizionatori con Volume di Aria Variabile con raffreddamento senza costi
- VAV + FC + RC condizionatori con Volume di Aria Variabile con raffreddamento senza costi e recupero di calore
- Domanda di riscaldamento
- Domanda di raffreddamento

**SaaS**

Simulation: CARRIER Hourly Analysis Program v 4.12b

Annual energy demand for heating and cooling

grupoJG Engineers

## 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

### 3.3. Attivo: installazioni di sistemi efficienti di produzione di energia

Moduli fotovoltaici solari e termico-solare installati sul tetto del LIMA (Low Impact Mediterranean Architecture prototype building)- edificio prototipo di architettura mediterranea a basso impatto, Barcellona.

Grazie al clima mediterraneo, 1 kW installato di energia fotovoltaica (8m<sup>2</sup> di pannelli solari – come da foto) fornisce circa 1,200kWh<sub>e</sub>/anno, corrispondenti a circa un terzo del consumo elettrico medio di un'abitazione.



# 3. Parametri: consumo di energia degli edifici

## 3.4. gestione degli edifici e sistemi di controllo

I sistemi di gestione e controllo rivestono un ruolo sempre più importante nell'ottimizzazione del consumo energetico, in particolare negli edifici del settore terziario (uffici, hotels e supermercati).

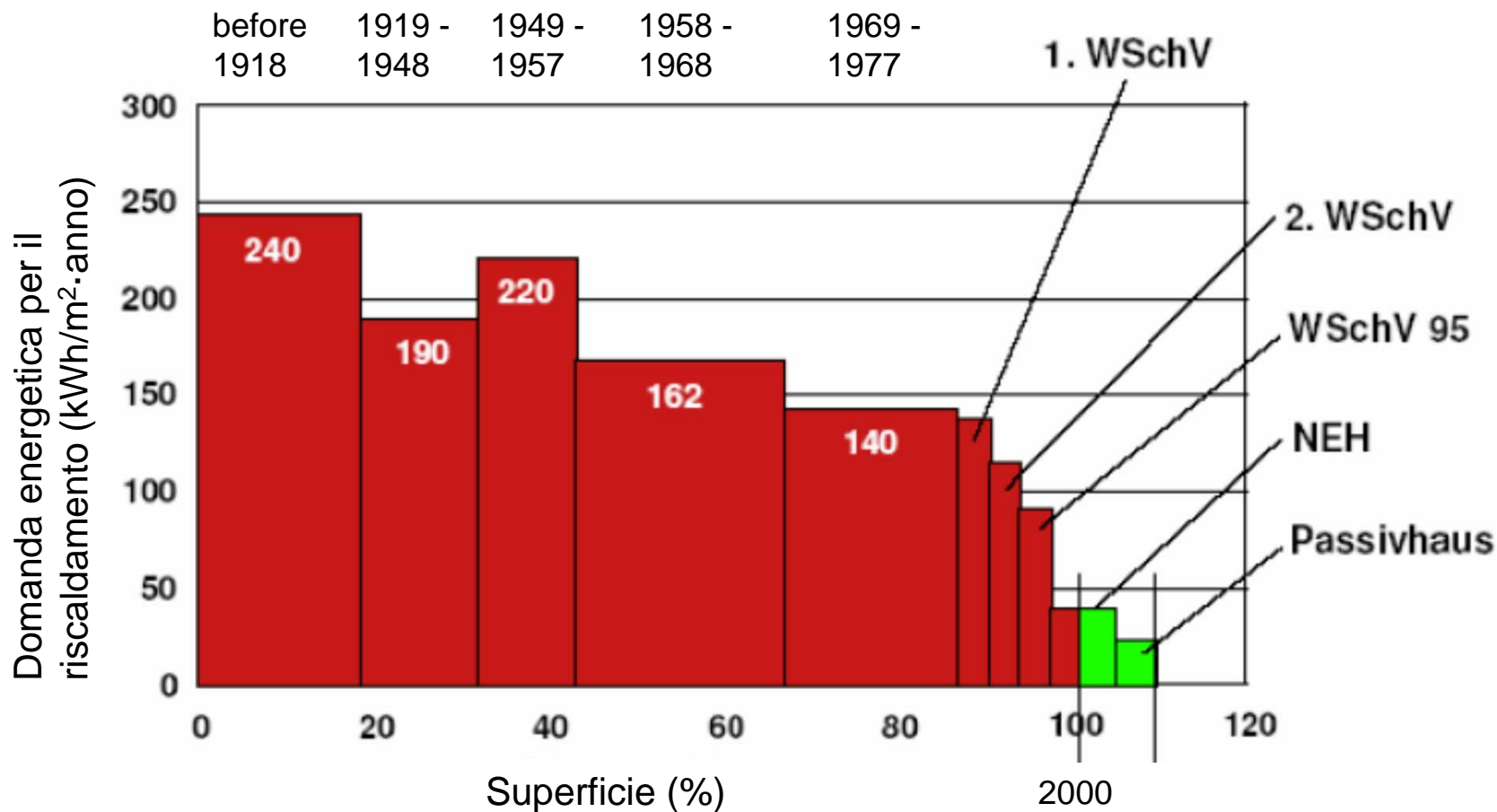
Sulla base delle singole misurazioni dei consumi di energia (in particolare riscaldamento, ventilazione, aria condizionata ed anche illuminazione) specifiche apparecchiature regolano i parametri principali (temperatura, rinnovo dell'aria, luminanza, etc.) nel rispetto di un modulo stabilito o di precise condizioni al contorno.

Un controllo centralizzato tramite un'interfaccia grafica permette un facile accesso al personale addetto alla manutenzione per i dati registrati e gli indicatori di controllo della resa, oltre al rilevamento di apparecchiature non perfettamente funzionanti e l'invio di un segnale di allarme attraverso il GPRS.



# 4. Misure dei progettisti urbani per promuovere il rinnovamento dell'energia negli edifici

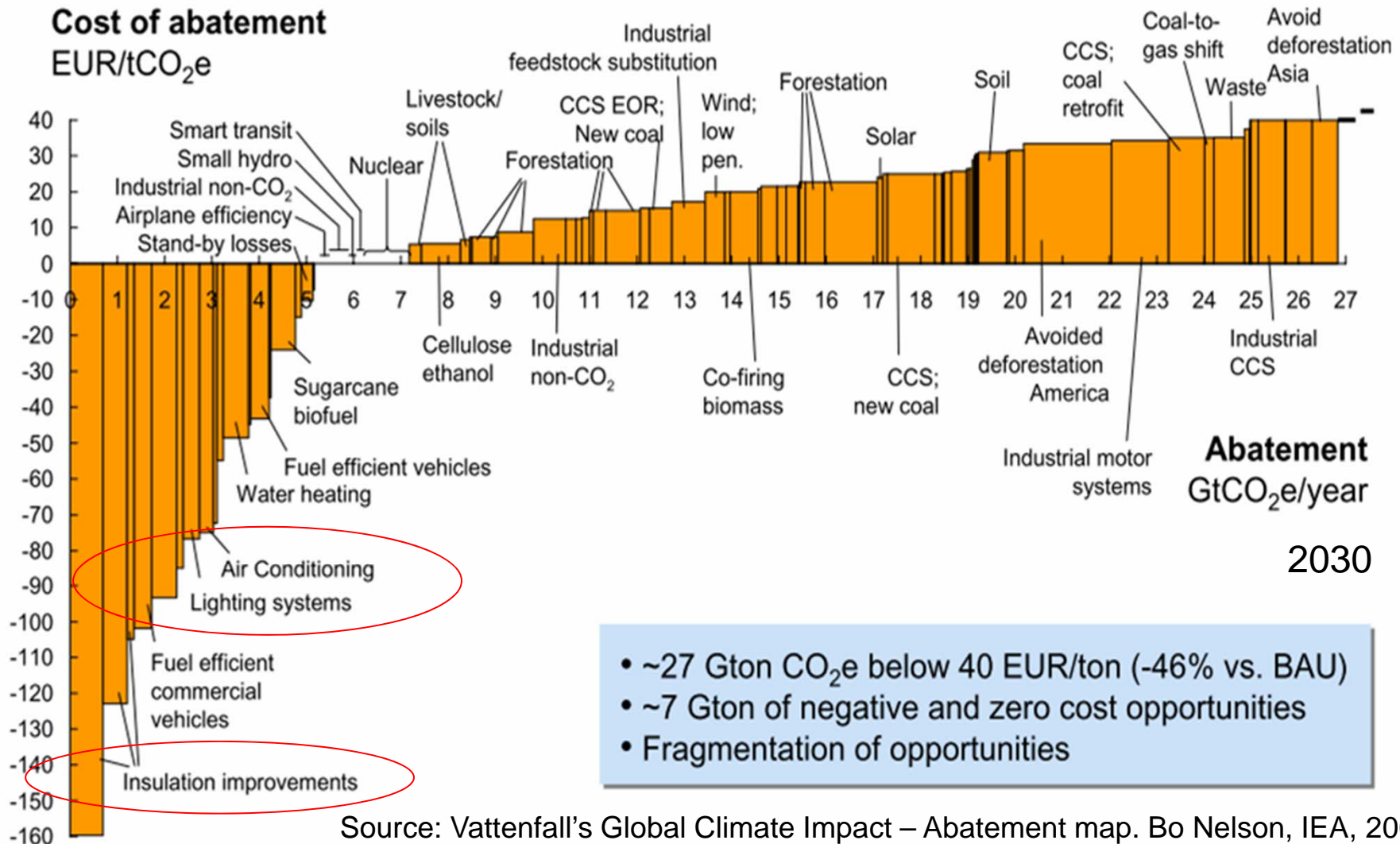
## 4.1. l'importanza di un'efficace ristrutturazione in relazione all'energia





# 4. Misure dei progettisti urbani per promuovere il rinnovamento dell'energia negli edifici

## 4.1. l'importanza di un'efficace ristrutturazione in relazione all'energia



## 4. Misure dei progettisti urbani per promuovere il rinnovamento dell'energia negli edifici

### 4.1. l'importanza di un'efficace ristrutturazione in relazione all'energia

Ristrutturazione efficiente in materia di energia	Aiuti pubblici	Risparmio di energia finale	Risparmio di Energia primaria	Emissioni evitate
	M€	ktep	ktep	ktCO <sub>2</sub>
Involucro edilizio	<b>111,5</b>	<b>22</b>	<b>42</b>	<b>89</b>
Servizi dell'edificio	<b>145,5</b>	<b>61</b>	<b>116</b>	<b>244</b>
illuminazione	<b>22,5</b>	<b>30</b>	<b>74</b>	<b>150</b>
elettrodomestici	<b>282,3</b>	<b>81</b>	<b>204</b>	<b>412</b>

Source: IDAE (2011) Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020

Ristrutturazione efficiente in materia di energia	Durata stimata della misurazione	aiuti pubblici/risparmio di energia primaria	aiuti pubblici/emissioni evitate	Emissioni evitate / aiuti pubblici
	a	€/kWh	€/kgCO <sub>2</sub>	kgCO <sub>2</sub> /€
Involucro edilizio	<b>30</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>23,95</b>
Servizi dell'edificio	<b>15</b>	<b>0,01</b>	<b>0,04</b>	<b>25,15</b>
illuminazione	<b>6</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>40,00</b>
elettrodomestici	<b>10</b>	<b>0,01</b>	<b>0,07</b>	<b>14,59</b>

## 4. Misure dei progettisti urbani per promuovere il rinnovamento dell'energia negli edifici

### 4.2. progettazione urbana innovativa prevista dalla legislazione



#### Specifiche legislazioni per:

- Facilitare la ristrutturazione permettendo un aumento della superficie/area edificata per isolare l'edificio
- Definire l'edificabilità nel rispetto della superficie interna così da non penalizzare lo spessore dei muri
- Promuovere l'uso di tetti verdi
- Promuovere l'inserimento di spazi intermedi sia per il guadagno dell'irradiazione solare che per la protezione (verande, pergole, etc.) così come terrazze, balconi etc.

# The UP-RES Consortium

Per questo modulo contatta l'istituzione: **SaAS**



- **Finland : Aalto University School of science and technology**  
[www.aalto.fi/en/school/technology/](http://www.aalto.fi/en/school/technology/)



- **Spain : SaAS Sabaté associats Arquitectura i Sostenibilitat**  
[www.saas.cat](http://www.saas.cat)



- **United Kingdom: BRE Building Research Establishment Ltd.**  
[www.bre.co.uk](http://www.bre.co.uk)



- **Germany :**  
**AGFW - German Association for Heating, Cooling, CHP**  
[www.agfw.de](http://www.agfw.de)



**UA - Universität Augsburg** [www.uni-augsburg.de/en](http://www.uni-augsburg.de/en)



**TUM - Technische Universität München** <http://portal.mytum.de>



- **Hungary : UD University Debrecen**  
[www.unideb.hu/portal/en](http://www.unideb.hu/portal/en)