



*I edizione*

**Forum Internazionale**  
**sulle energie intelligenti e lo sviluppo sostenibile della**  
**città e del porto**

## **Intelligent Building ed Edilizia Sostenibile**

Le tecnologie disponibili: efficienza energetica,  
fonti rinnovabili e integrazioni con gli edifici

CATTEDRA UNCSAAL  
E POLITECNICO DI MILANO



Progettazione dell'involucro edilizio

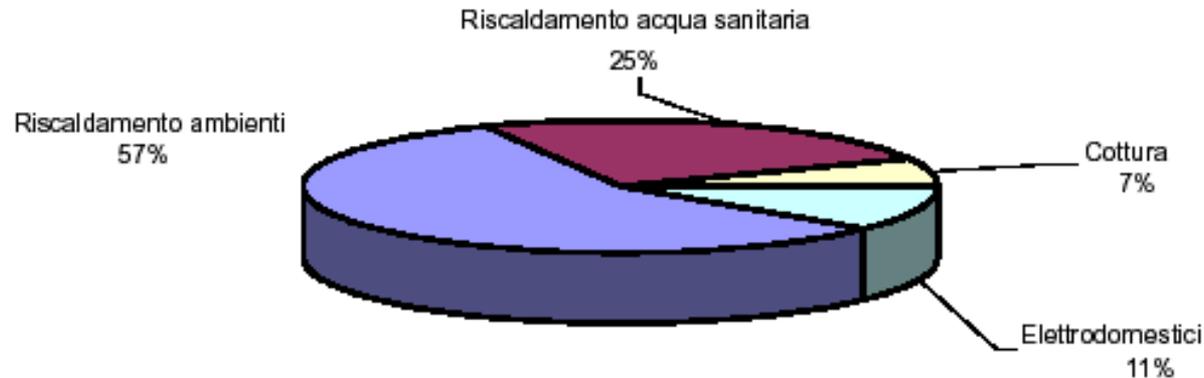
BEST  
*Dipartimento di Scienza e  
Tecnologie dell'Ambiente  
Costruito*  
Department  
Building Environment  
Science and Technology

**Genova**  
Venerdì 11 novembre 2011

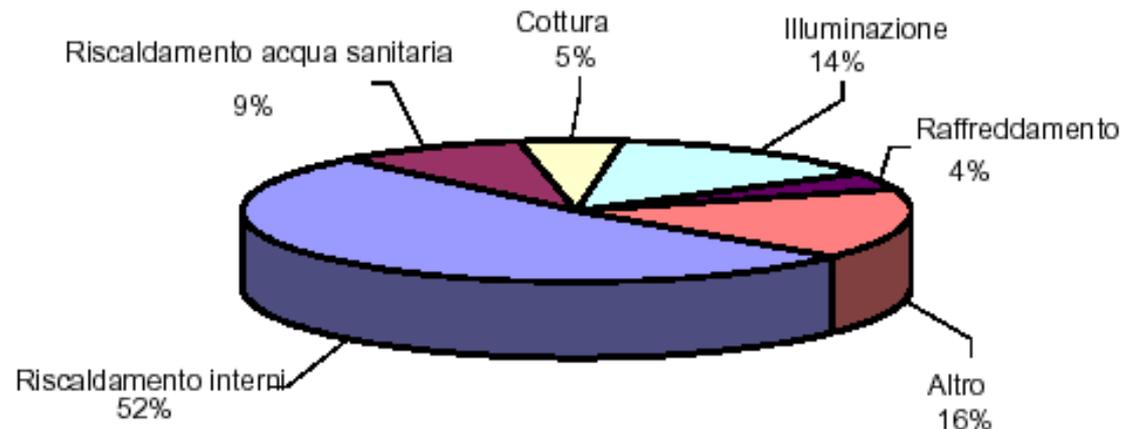
**Paolo Rigone**

# Edilizia e consumo energetico nell'UE

**Consumo energetico dell'utenza finale negli edifici residenziali dell'UE**



**Consumo energetico dell'utenza finale negli edifici del settore terziario dell'UE**



# Fabbisogno energetico finale nell'UE

Fabbisogno energetico finale per settore/ fabbisogno energetico finale per combustibile	Edifici (residenziale + terziario)	percentuale del fabbisogno energetico finale totale	Industria	Percentuale del fabbisogno energetico finale totale	Trasporti	percentuale del fabbisogno energetico finale totale	Totale	percentuale del fabbisogno energetico finale totale
Combustibili solidi	8,7	0,9%	37,2	4,0%	0,0	0,0%	45,9	4,9%
Petrolio	101	10,8%	45,6	4,9%	283,4	30,5%	430,1	46,2%
Gas	129,1	13,9%	86,4	9,3%	0,3	0,0%	215,9	23,2%
Elettricità (compreso 14% da fonti rinnovabili)	98	10,5%	74,3	8,0%	4,9	0,5%	177,2	19,0%
Calore derivato	16,2	1,7%	4,2	0,5%	0,0	0,0%	20,4	2,2%
Energie rinnovabili	26,1	2,8%	15,0	1,6%	0,0	0,0%	41,1	4,4%
<b>Totale</b>	<b>379,2</b>	<b>40,7%</b>	<b>262,7</b>	<b>28,2%</b>	<b>288,6</b>	<b>31,0%</b>	<b>930,5</b>	<b>100,0%</b>

(in milioni di tonnellate)

# In sintesi ...

## le conseguenze dell'attuale sviluppo

- I paesi sviluppati, pur comprendendo solo un quarto della popolazione mondiale, consumano l' 80% dei beni del mondo.
- I paesi in via di sviluppo consumano il loro ambiente e le loro risorse rinnovabili più rapidamente di quanto possano ricostituirlo.
- In area urbana l'industria delle costruzioni è responsabile:
  - di circa il 40% della distruzione dell'ozono dovuta a clorofluorocarburi,
  - del 30% delle emissioni di anidride carbonica
  - e del 25% dei rifiuti solidi urbani.

# Il quadro normativo di riferimento - 1

- **A livello “planetario”:**
  - Il protocollo di Kyoto: si tratta di un accordo internazionale, sottoscritto nel 1997 da 84 Paesi
- **A livello UE:**
  - ad esempio la direttiva 91/2002/CE “*EPD- Energy Performance of Buildings*”):
  - Il futuro Regolamento sui prodotti da costruzione, CPR, che sostituirà l’attuale CPD 89/106:
    - Introduce un nuovo requisito per le opere ed i prodotti da costruzione, “utilizzo sostenibile delle risorse naturali”
    - permette agli Stati Membri di prevedere disposizioni che permettano alle opere di essere progettate, costruite e demolite in modo da assicurare la sostenibilità dell’uso delle risorse naturali in termini di
      - » riciclabilità di opere, materiali e parti dopo demolizione;
      - » durabilità delle opere;
      - » impiego nelle opere di materie prime e secondarie compatibili con l’ambiente

# Il quadro normativo di riferimento - 2

- **Sempre a livello UE:**
  - Il **Green Public Procurement (GPP)**, direttiva 2004/18/CE del 31 marzo 2004, l'integrazione di considerazioni di carattere ambientale nelle procedure di acquisto della Pubblica Amministrazione, cioè è il mezzo per poter scegliere "quei prodotti e servizi che hanno un minore, oppure un ridotto, effetto sulla salute umana e sull'ambiente rispetto ad altri prodotti e servizi utilizzati allo stesso scopo" ;

# Il quadro normativo di riferimento - 3

- **Sempre a livello UE:**
  - La nuova **Direttiva 2008/98/EC**, introduce i criteri ambientali per i rifiuti da riutilizzare o riciclare, fissa regole specifiche sui tassi di riciclo entro il 2020, attualizza e chiarisce un complesso di definizioni su recupero dei rifiuti e la loro collocazione:
    - *entro il 2020 la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio e altri tipi di recupero di materiale, incluse operazioni di colmatazione che utilizzano i rifiuti in sostituzione di altri materiali, di rifiuti da costruzione e demolizione non pericolosi, sarà aumentata almeno al 70 % in termini di peso.*

# Il quadro normativo di riferimento - 4

- **La normazione tecnica CEN:**

- *CEN/TC 350 “Sustainability of construction work” per la standardizzazione nel campo delle prestazioni ambientali degli edifici.*
- *In particolare CEN/TC 350/WG 3 “Product level”, ha il compito di produrre nei prossimi anni gli standard europei relativi alla Dichiarazione Ambientale dei Prodotti da costruzione:*
  - la Norma “Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Product category rules” (su prodotti, processi o servizi), sulla base degli Standards ISO 21930 e ISO 14025
  - la Norma “Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Communication formats” sulla base degli Standards ISO 21930 e ISO 14025
  - il Rapporto Tecnico Sustainability of construction works – Environmental product declarations – Methodology and data for generic data” sulla base degli Standards ISO 14040 ed ISO 14044

# Il quadro normativo di riferimento - 5

- **A livello nazionale:**
  - Il DLGS. 192/05
  - Il DLGS. 311/06 e DPR 59/09
    - Impostato sul dualismo involucro-impianti
    - Maggiore attenzione al riscaldamento invernale piuttosto che al raffrescamento estivo
    - Impiego di schermature solari
    - Mancanza di decreti attuativi e di linee guida per la progettazione energeticamente orientata
    - Trasmittanze termiche minime per involucro, sia opaco che trasparente
- **A livello regionale:**
  - Una crescente “babele” normativa,
    - Regionie Province Autonome (Lombardia, Trento e Bolzano, Emilia Romagna ...) legiferano in modo indipendente ed in modo più severo del DLGS. 311/06
- **In specifico sul patrimonio esistente:**
  - Incentivi finanziari “55%” sulla sostituzione dei serramenti, manutenzione straordinaria dell’involucro , sostituzione dei vecchi impianti di riscaldamento
  - Incentivi, programmi di agevolazione, “conto energia” per l’utilizzo di fonti energetiche rinnovabili: solare termico e fotovoltaico

# Interventi sul patrimonio esistente

- **In specifico sul patrimonio esistente:**
  - Incentivi finanziari “55%” sulla sostituzione dei serramenti, manutenzione straordinaria dell’involucro , sostituzione dei vecchi impianti di riscaldamento
  - Incentivi, programmi di agevolazione, “conto energia” per l’utilizzo di fonti energetiche rinnovabili: solare termico e fotovoltaico
- **L’uso delle risorse rinnovabili nell’edilizia esistente pone alcuni problemi:**
  - Si attendono azioni e proposte del Ministero per i Beni e le Attività Culturali finalizzate all’integrazione nei fabbricati esistenti e nel paesaggio dell’impiantistica che sfrutta le risorse energetiche di tipo rinnovabile
  - Il possibile connubio tra la tutela architettonica degli edifici esistenti e le azioni mirate al risparmio energetico all’interno dei centri storici (i vincoli previsti dalle leggi nazionali, le norme individuate dai regolamenti edilizi locali)

# Innovazione architettonica: quali strategie

- In tale contesto la scelta dei materiali da costruzione svolge un ruolo prioritario.
- Ciò comporta scelte progettuali che tengano conto sia dei fattori bio-climatici e ambientali che delle scelte costruttive in grado di favorire la qualità indoor e outdoor del costruito nel rispetto delle risorse

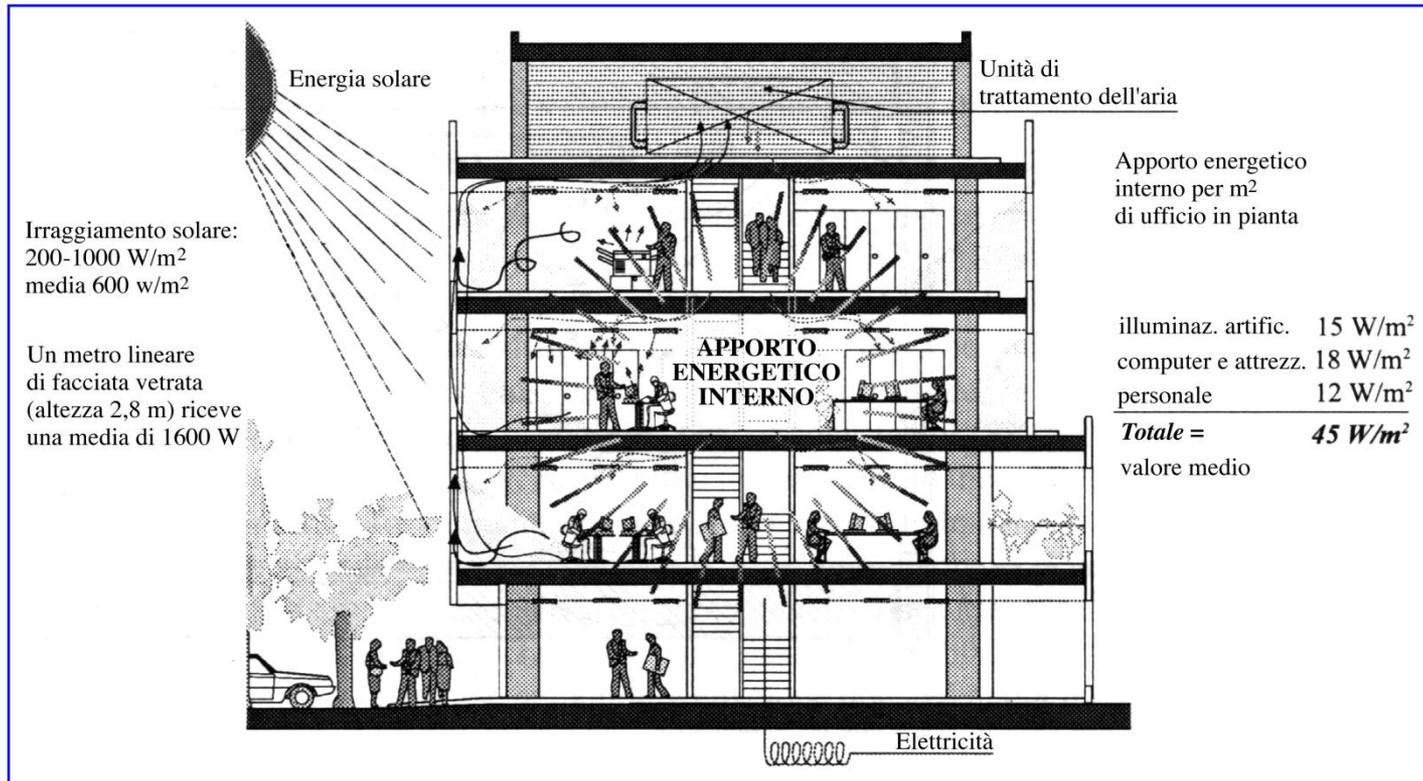
# Sostenibilità e ricadute nel settore delle costruzioni -1-

- Per ridurre l'impatto che il costruito ha sull'ambiente è necessario operare sia a livello di scelte dei materiali, degli impianti e delle tecniche costruttive sia a livello dei processi di gestione degli edifici, di combustione e di smaltimento dei rifiuti.
- Per quanto concerne i materiali le scelte "sostenibili" devono essere volte verso:
  - utilizzo di materiali da costruzione ricavate da materie prime rinnovabili;
  - riduzione degli sfridi e dei rifiuti di cantiere;
  - riutilizzo di materiali e componenti al termine del ciclo di vita;
  - riciclaggio del materiale di scarto e di demolizione;
  - utilizzo di materiali riciclati come materie prime seconde.

# Sostenibilità e ricadute nel settore delle costruzioni -2-

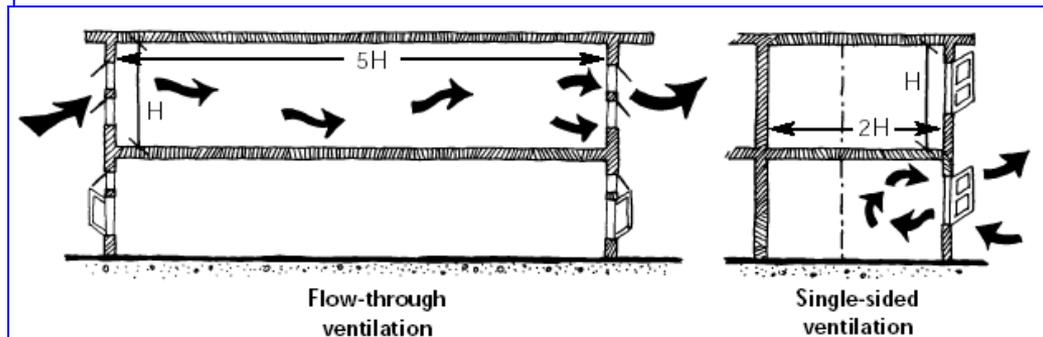
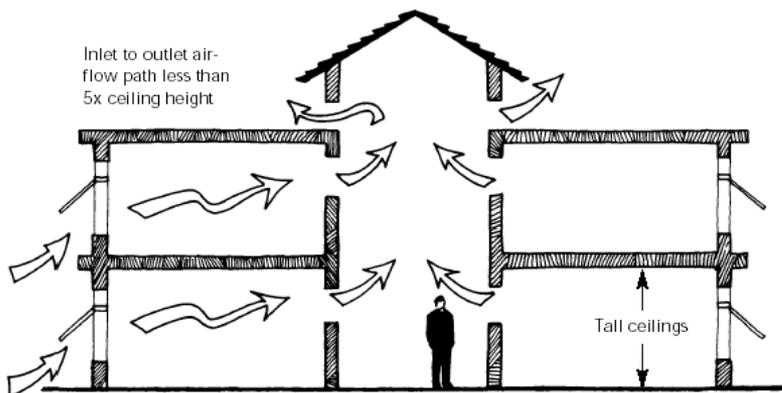
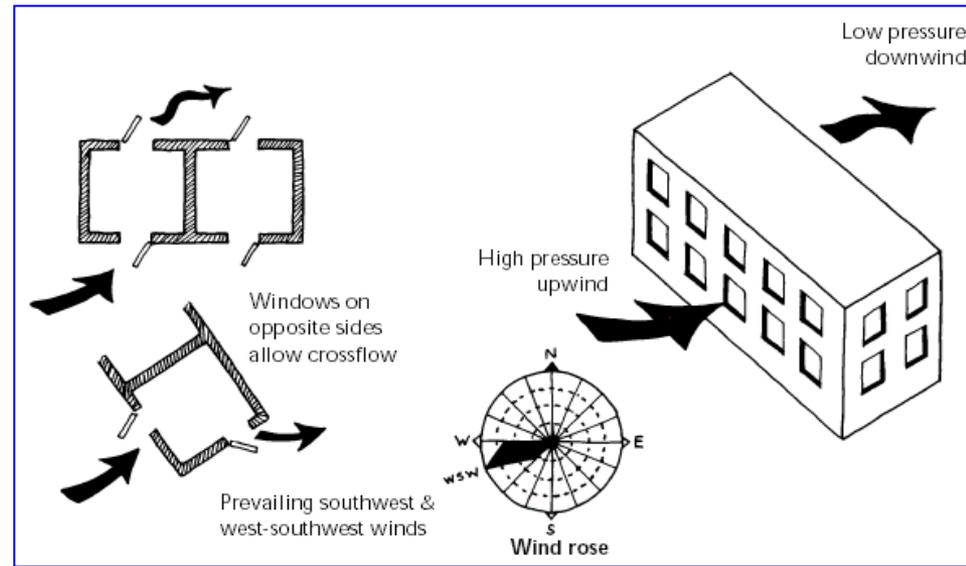
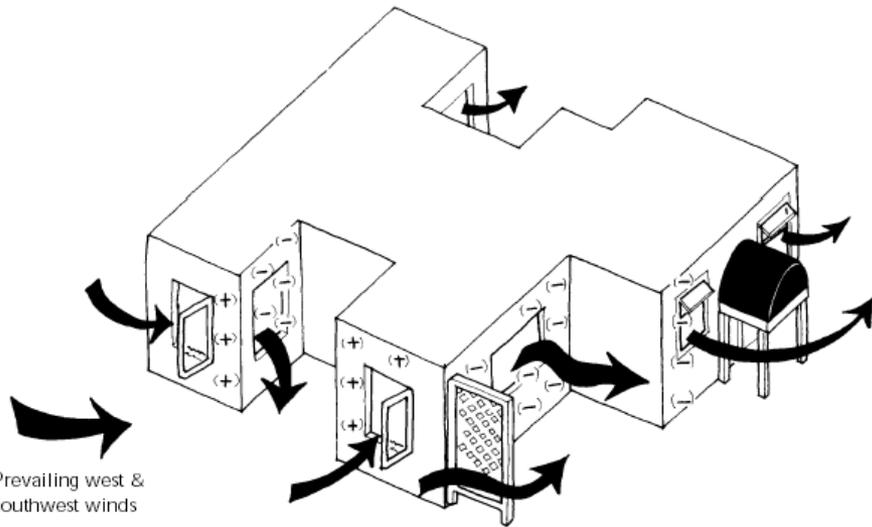
- Da punto di vista tecnico-costruttivo la compatibilità ambientale può essere ottenuta attraverso:
  - il potenziamento dell'efficienza energetica;
  - l'integrazione fra gli edifici e gli impianti;
  - il monitoraggio degli ambienti e degli edifici.
- Per quanto concerne le modifiche di processo queste riguardano soprattutto:
  - la razionalizzazione del processo di produzione e costruzione
  - la gestione dell'edificio;
  - il processo di combustione del riscaldamento;
  - lo smaltimento dei rifiuti;
  - la manutenzione.

# Un ruolo determinante è giocato dall'involucro dell'edificio



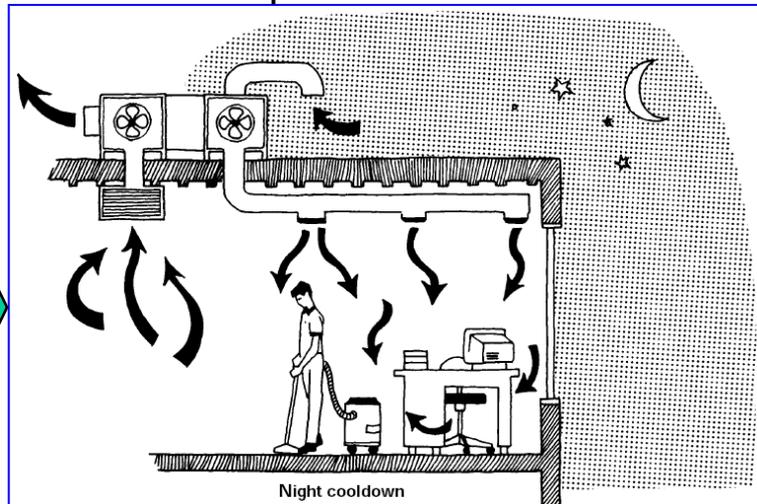
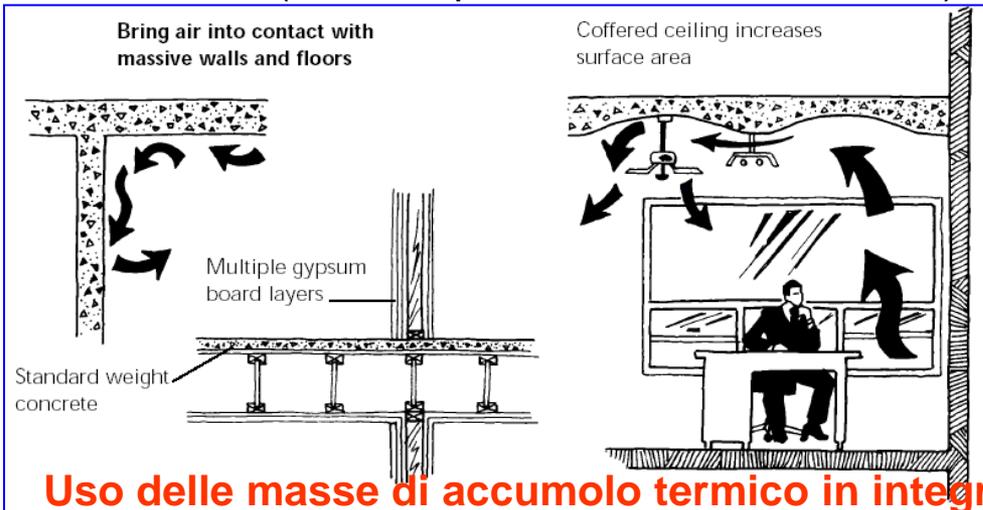
# Principi generali del progettare e costruire “sostenibile”

- **Progettare in rapporto al clima locale:** Si tratta di una misura che non comporta aumenti nei costi di costruzione, ma consente lo sfruttamento passivo degli apporti energetici solari e l'ottimizzazione dell'illuminazione e della ventilazione naturale, al fine di ottenere risparmio energetico ed comfort climatico all'interno dei locali.

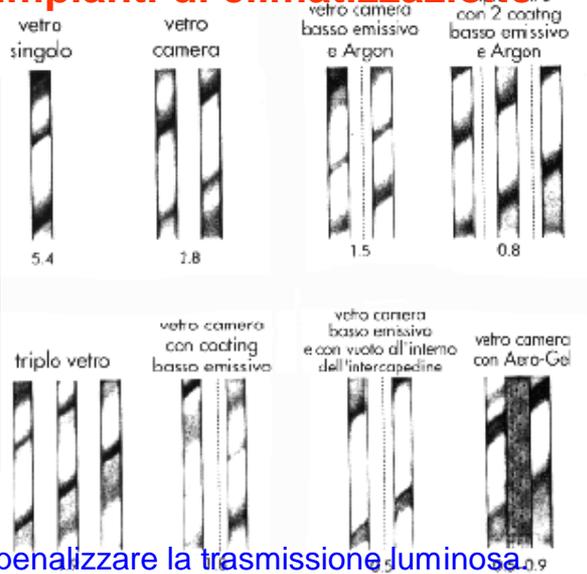
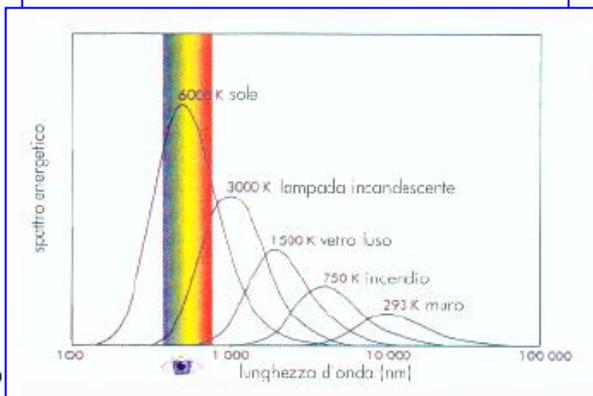
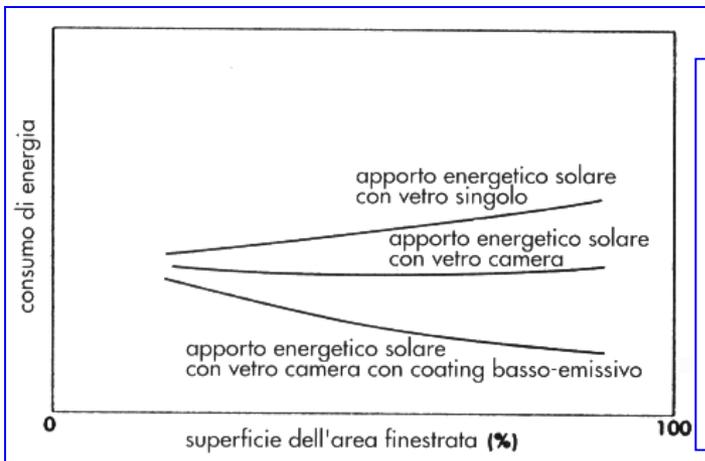


Atria & roof monitors promote buoyancy airflow

**Risparmiare energia:** risparmiare energia significa ottenere risparmi economici diretti. Importanti fattori per il risparmio energetico sono il rapporto tra superficie esterna e volumetria e l'isolamento termico dell'involucro. Non sempre superficie esterna e buon isolamento termico comportano meno perdite di calore, ma è anche importante l'utilizzo di prodotti ad elevato rendimento (ad esempio vetri a controllo solare).

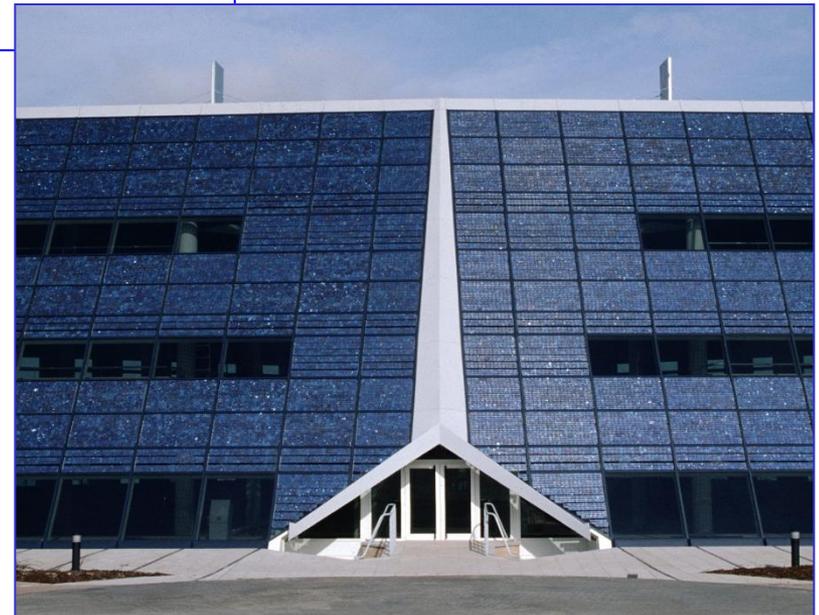
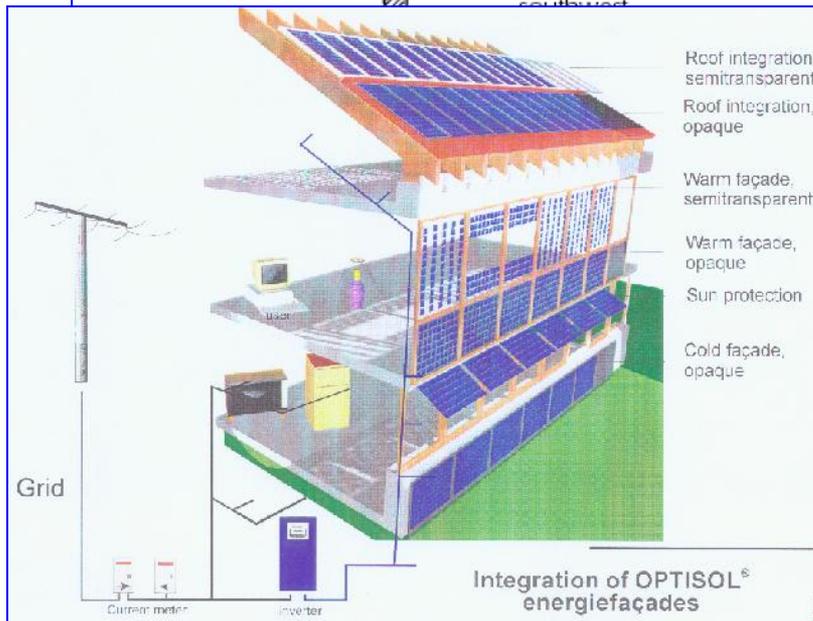
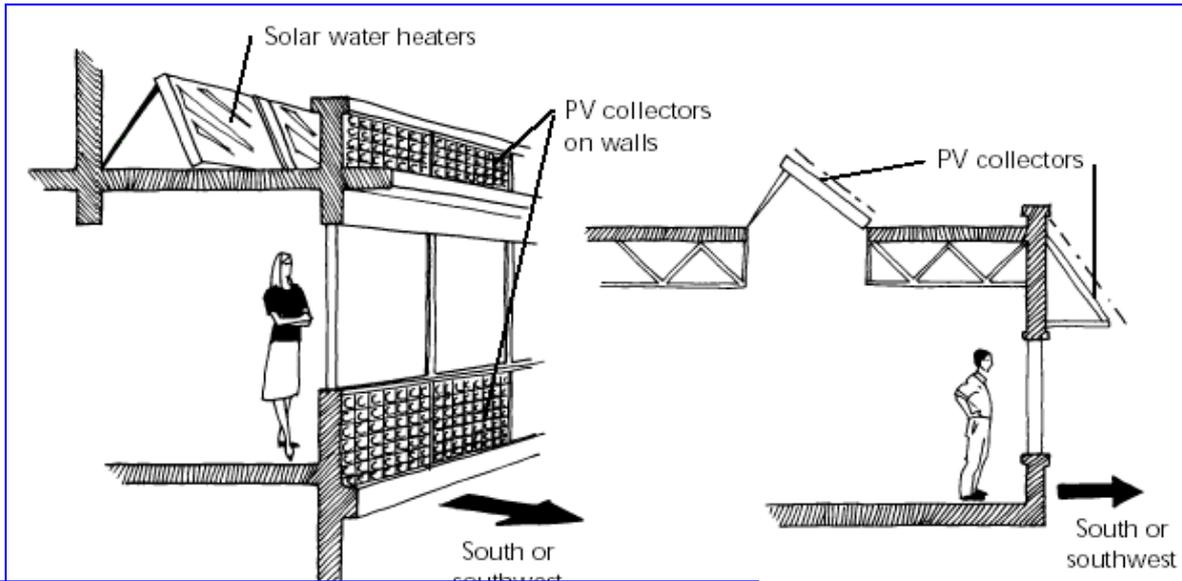


**Uso delle masse di accumolo termico in integrazione con gli impianti di climatizzazione**

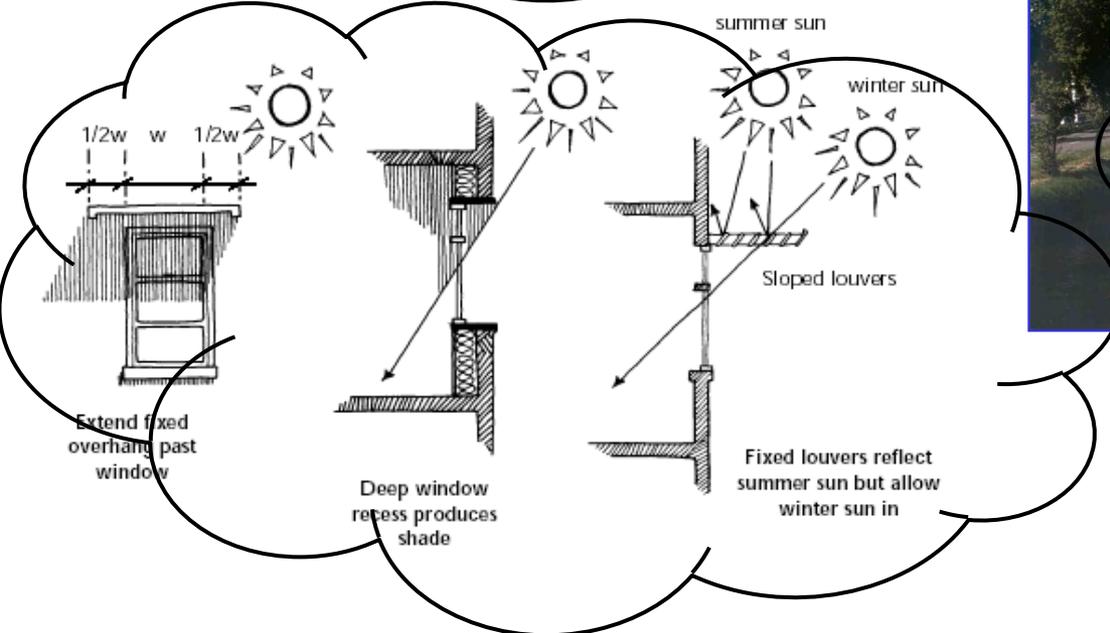
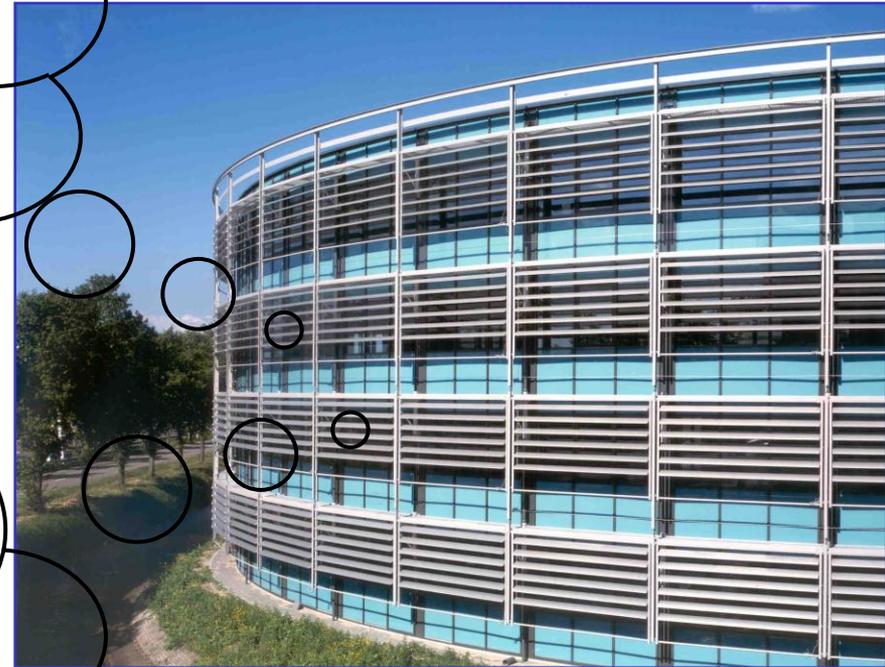
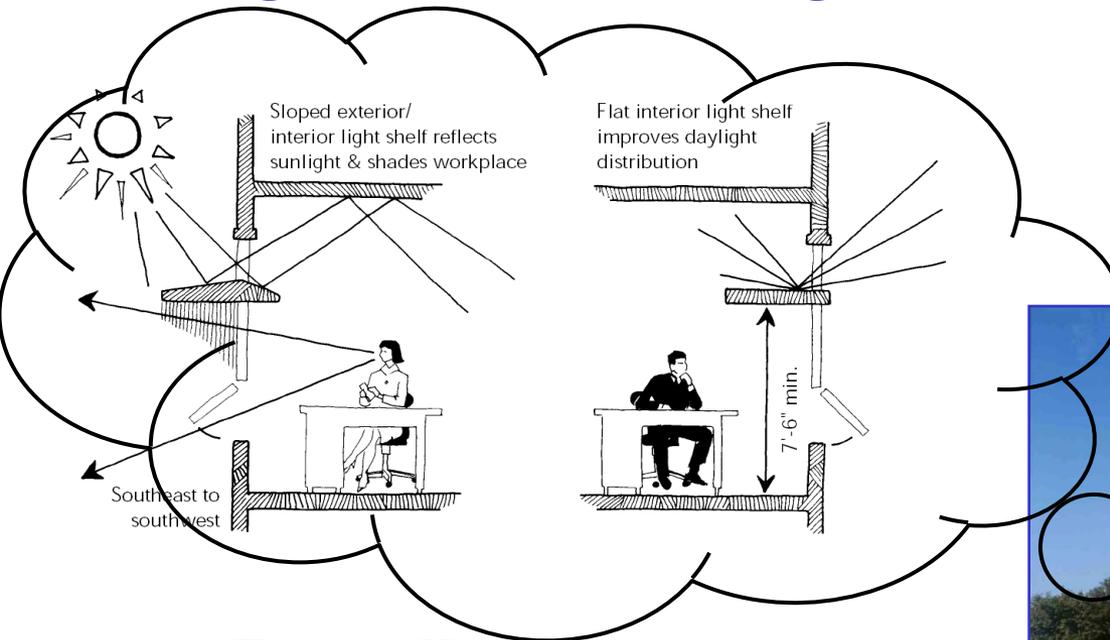


Vetri selettivi, capaci di assorbire la radiazione solare nella fascia dell'infrarosso, senza penalizzare la trasmissione luminosa.

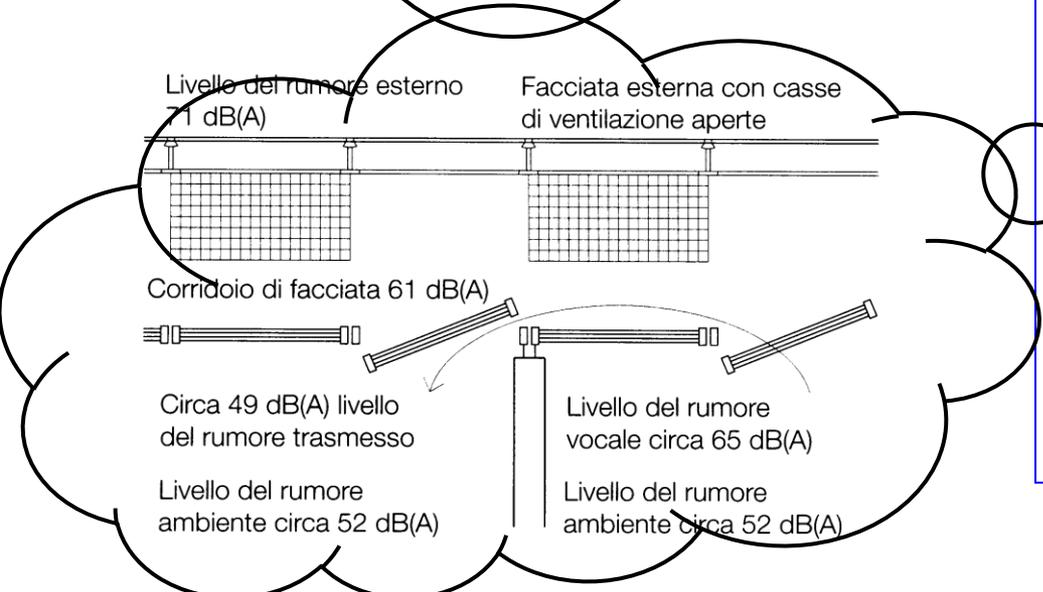
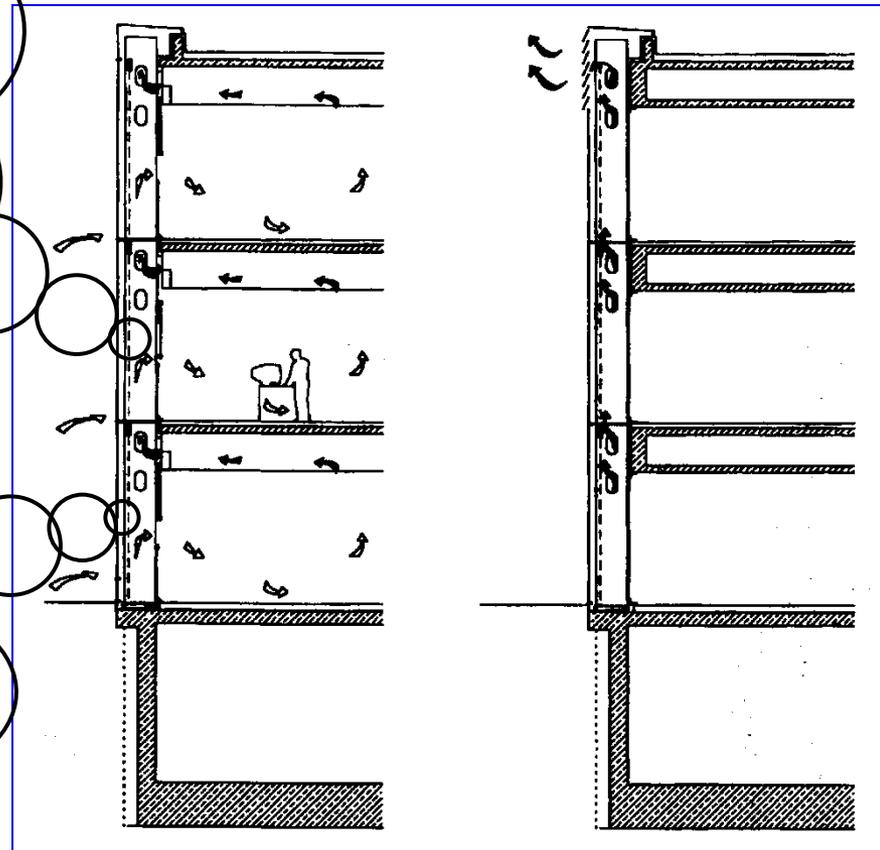
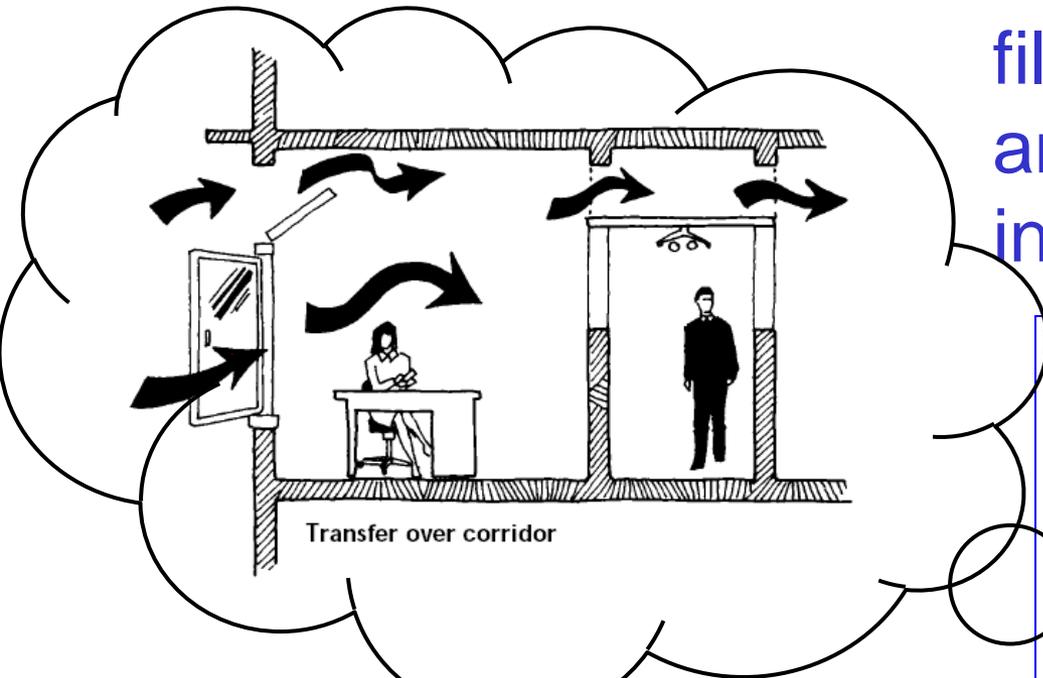
# L'integrazione edilizia della tecnologia del fotovoltaico e del solare-termico



# Progettare ed integrare le schermature solari



# Il doppio involucro come filtro dinamico tra ambiente esterno ed interno

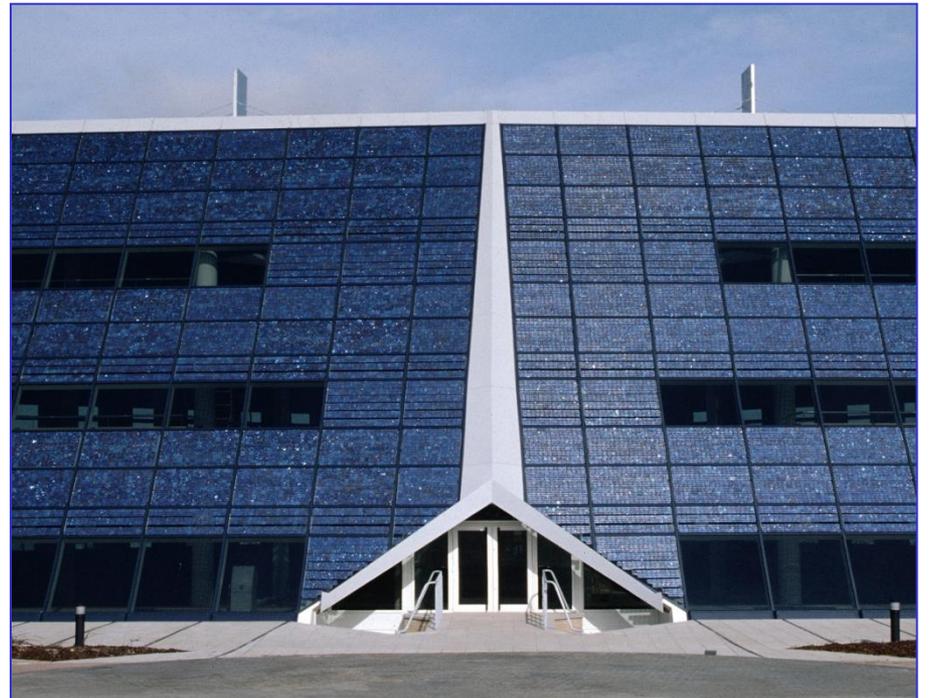


# Alcuni esempi



Facciate fotovoltaiche

Progettare ed integrare le schermature solari



# Involucro a doppia pelle

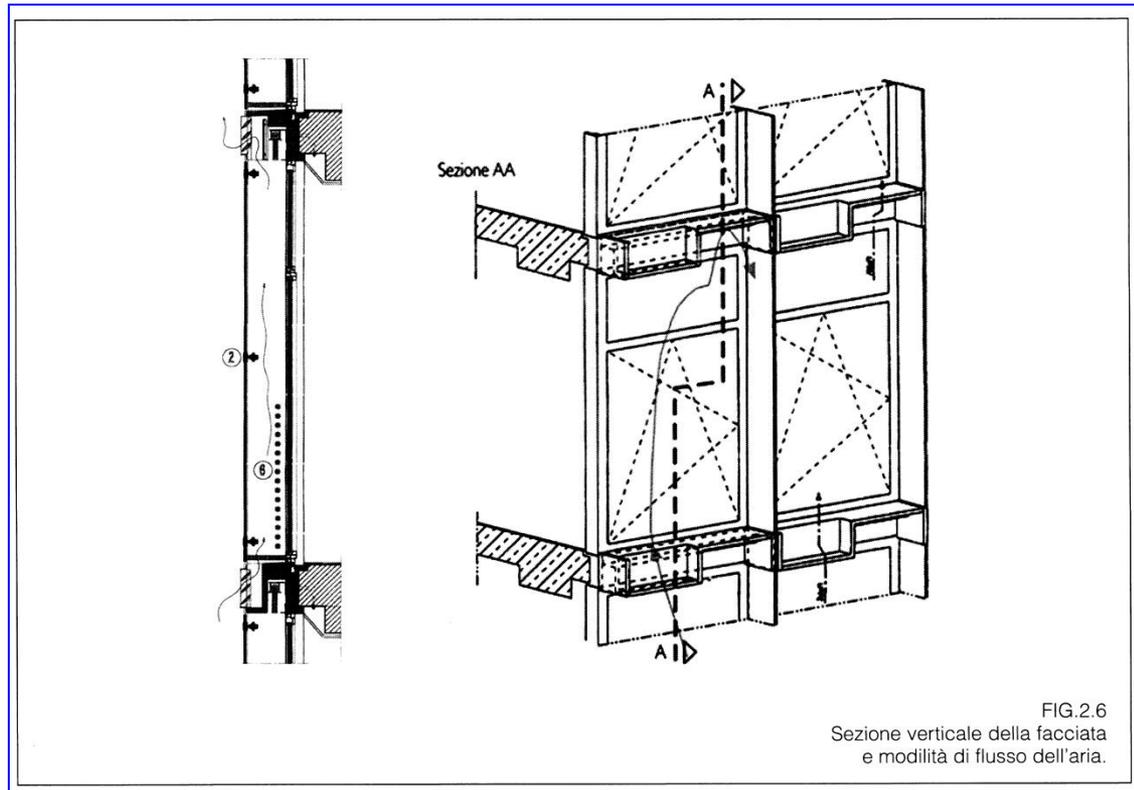
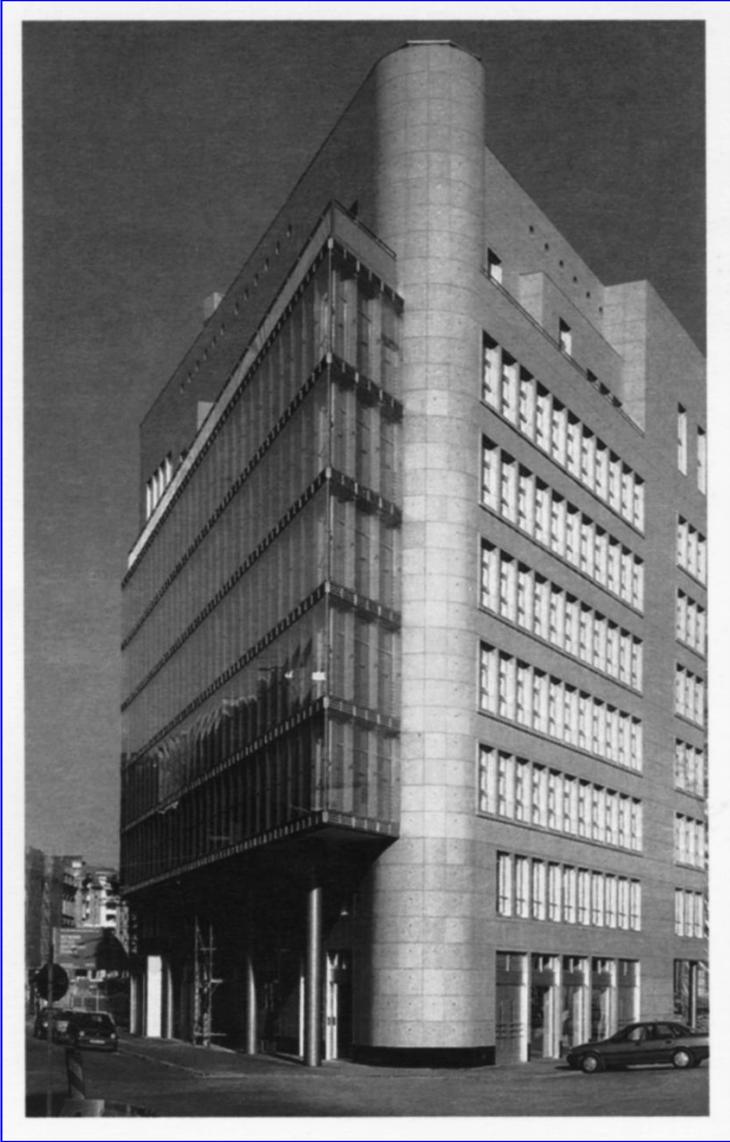
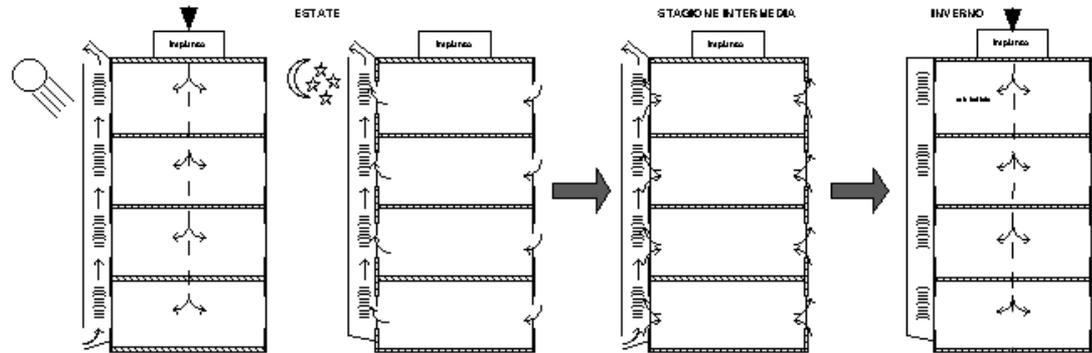
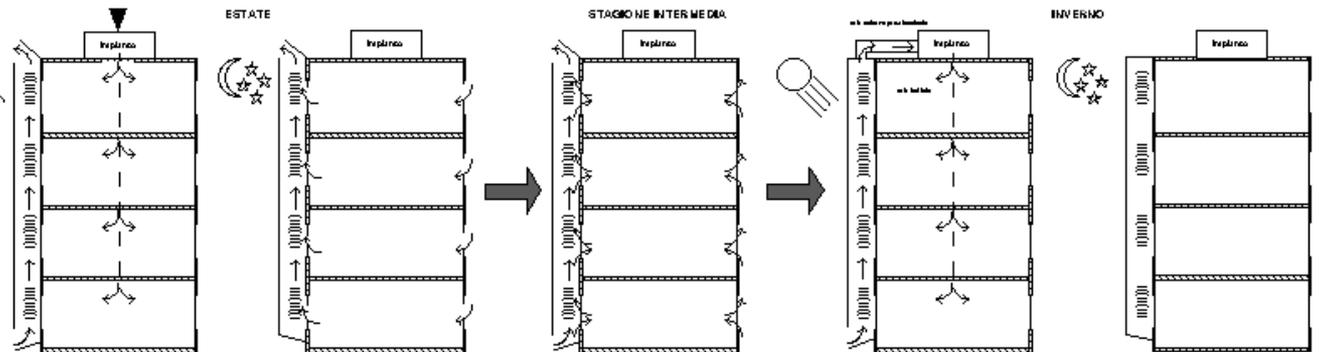


FIG.2.6  
Sezione verticale della facciata  
e modalità di flusso dell'aria.

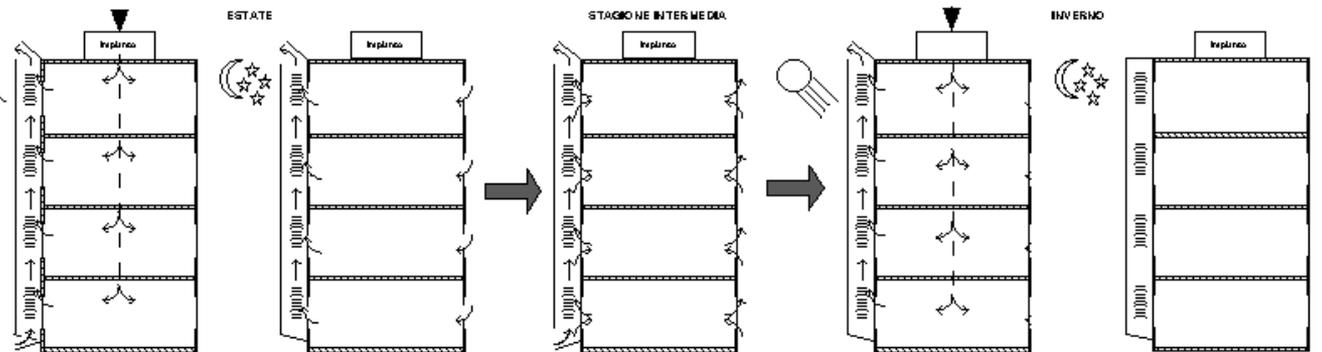
# L'esigenza di un funzionamento integrato



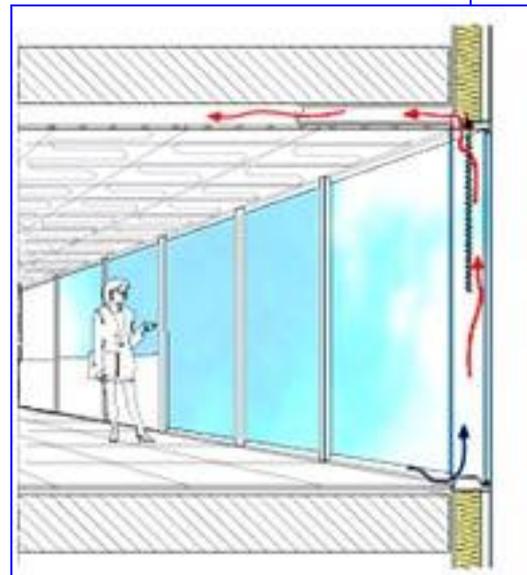
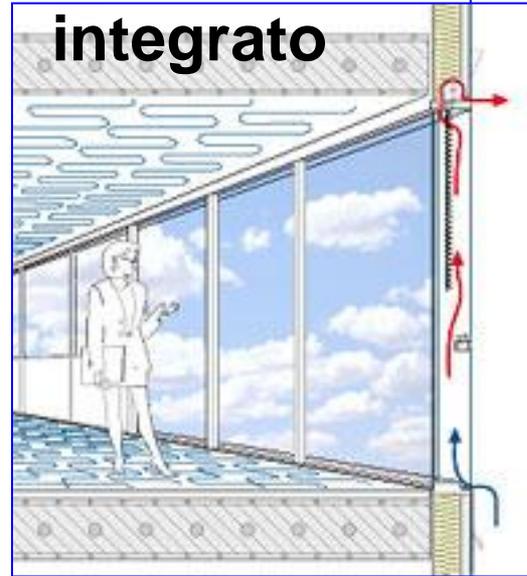
DOPPIO INVOLUCRO A FUNZIONAMENTO NATURALE



DOPPIO INVOLUCRO A FUNZIONAMENTO MISTO

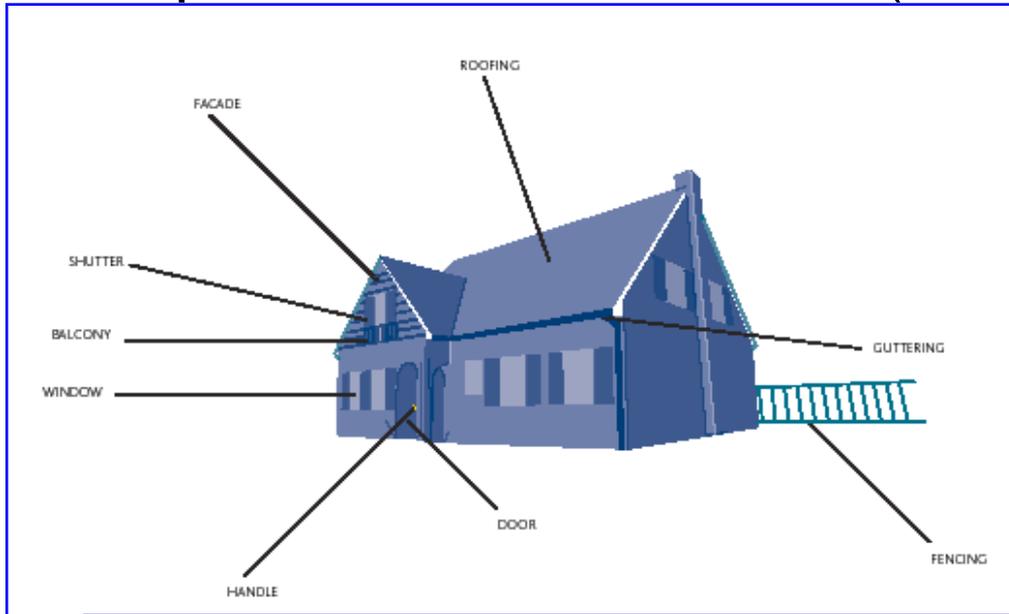


DOPPIO INVOLUCRO A FUNZIONAMENTO INTEGRATO



- ***Utilizzare materiali riciclabili:*** L'utilizzo di materiali riciclabili prolunga la permanenza delle materie nei cicli ecologici ed economici e di conseguenza si riduce anche il consumo di materie prime e la quantità dei rifiuti.
- ***Gestire ecologicamente i rifiuti:*** Per poter gestire ecologicamente i rifiuti provenienti da demolizioni e ristrutturazioni si deve diminuirne la quantità e la varietà, nonché raccogliarli in maniera tale da facilitare il loro recupero e riciclaggio o il loro smaltimento suddividendoli per categorie. Questo principio vale anche per i rifiuti da cantiere che risultano dalla costruzione di nuovi edifici.

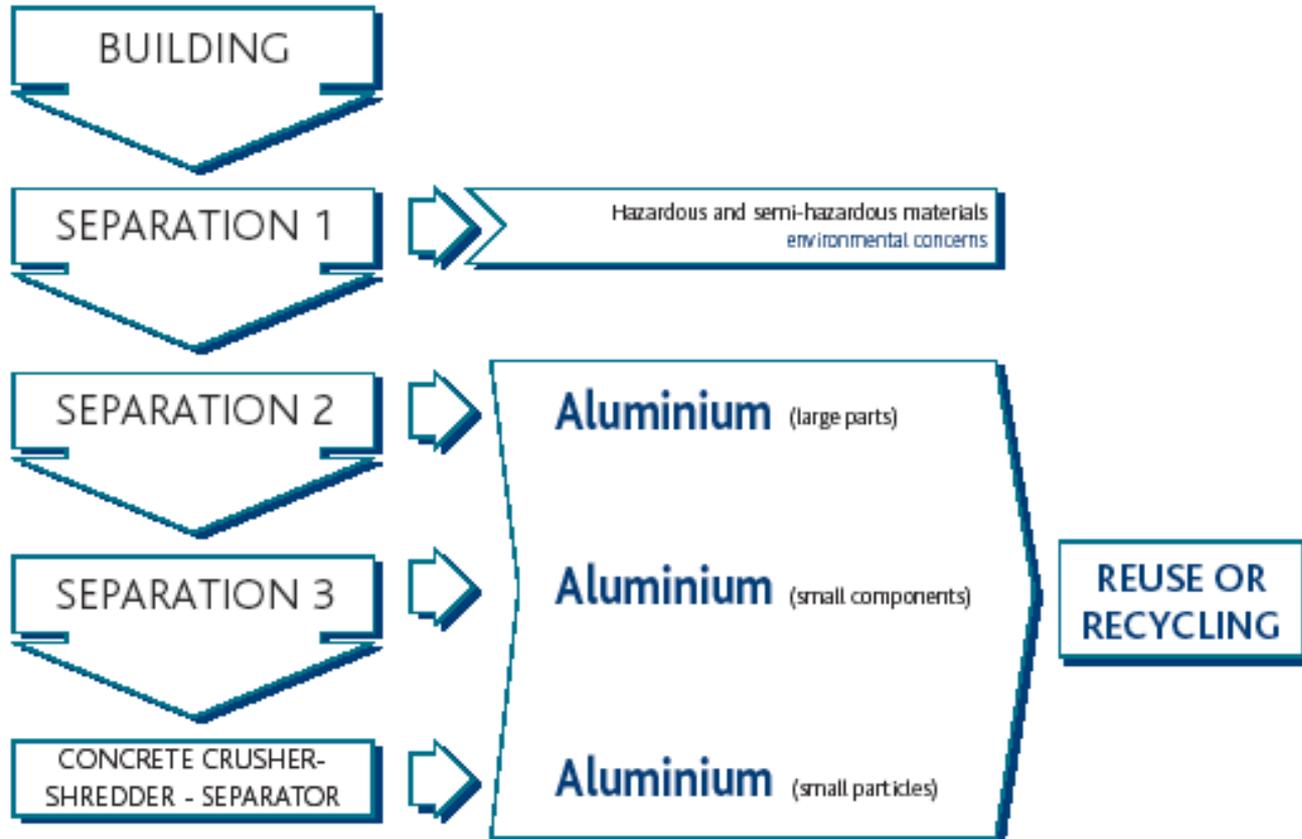
- E' il caso dell'alluminio riciclabile in edilizia in percentuali elevatissime (circa il 95%).



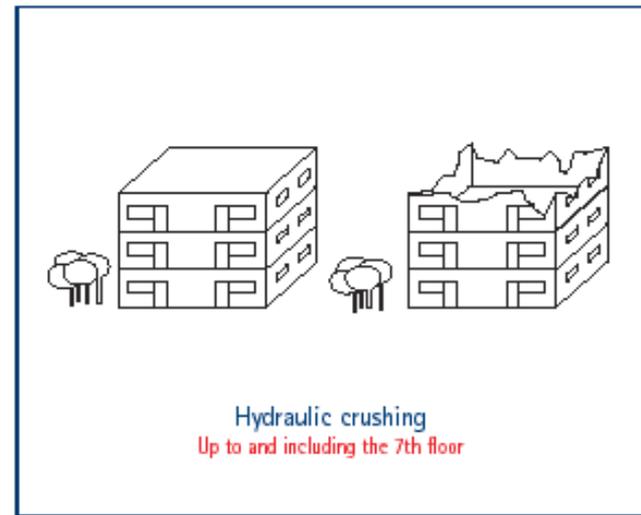
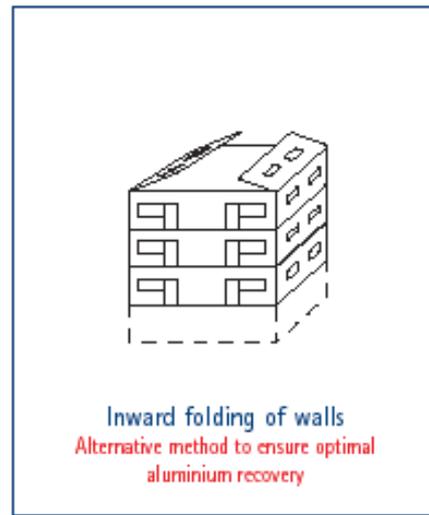
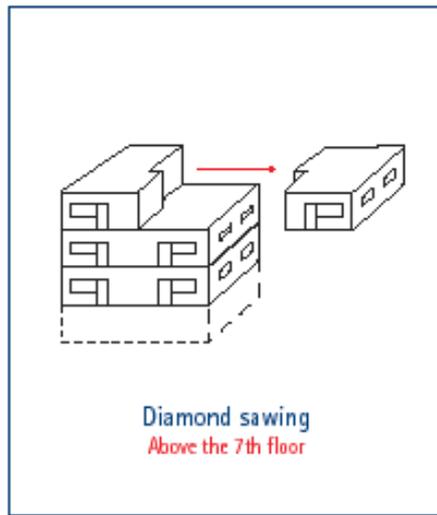
DEMOLITION DATA ON ALL BUILDINGS INVESTIGATED

Case study	Mass of building [tonnes]	Aluminium identified [kg]	Aluminium share [grammes per tonne]	Collection rate [%]
Pau - Elf Aquitaine office building (F)	10 659	6 826	640	92
Le Mans - apartment buildings (F)	9 243	165	18	31
Wuppertal - courthouse (D)	10 188	76 414	7 500	98
Frankfurt - department store (D)	12 000	21 000	1 750	98
Milan - Pirelli factory and offices (I)	142 753	61 384	430	94
Ridderkerk - apartment buildings (NL)	32 700	1 034	32	95
Eindhoven - terraced houses (NL)	37 500	1 853	49	95
Madrid - BNP Paribas bank (E)	23 000	92 000	4 000	95
London - Wembley Stadium (UK)	34 918	213 000	6 100	96
Average collection rate (%) for buildings investigated				95.7

- La raccolta dell'alluminio nella fase di demolizione di un edificio



# Un ruolo importante lo gioca il metodo di demolizione dell'edificio



# Un esempio: le vecchie officine Pirelli a Milano



*Pirelli building prior to demolition*



*Aluminium pipes and office windows in the Pirelli building*

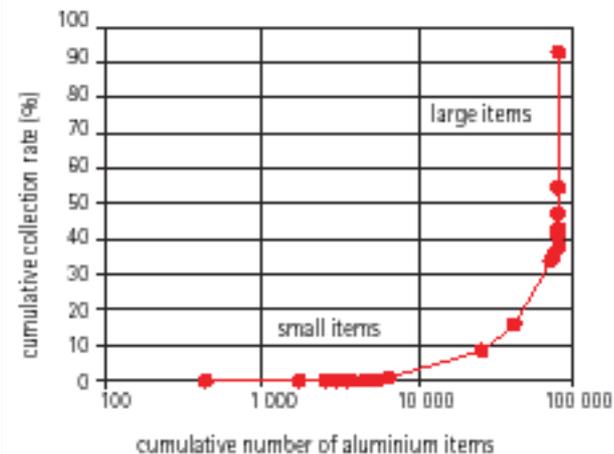


*Square aluminium ceiling plates stacked and ready for transportation*



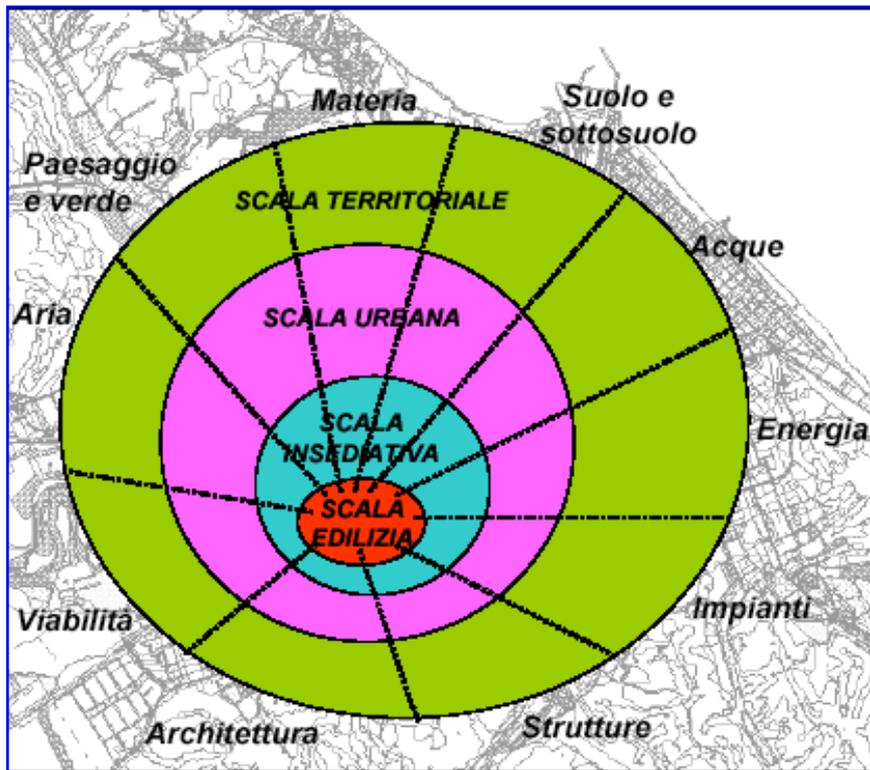
*Aluminium ceiling strips in the Pirelli building*

**COLLECTION RATES OF PIRELLI BUILDING  
REPRESENTATIVE OF GLOBAL STUDY OBSERVATIONS**



# sostenibilità in un processo edilizio integrato

- scelte progettuali che tengono conto sia dei fattori bio-climatici e ambientali che delle scelte costruttive in grado di favorire la qualità indoor e outdoor del costruito nel rispetto delle risorse implicano:



la necessità di un'integrazione di metodo e di approccio che investa i diversi operatori del processo:

- Pianificatori a scala urbana ed insediativa;
- Esperti in materia di viabilità, paesaggio e verde, suolo e sottosuolo, uso delle risorse (acqua e aria);
- Progettisti architettonici
- Tecnologi delle costruzioni
- impiantisti

***E tutto ciò deve avvenire fin dalle prime fasi di progetto (briefing)***