

Maria Concetta Perazzo



Dario Flaccovio Editore

Il certificatore energetico

Come acquisire le competenze per il rilascio della certificazione



- Progettazione bioclimatica e dell'isolamento ✓
- Impianti di riscaldamento, biomasse e teleriscaldamento ✓
- Ventilazione, trattamento dell'aria e recupero energetico ✓
- Energia rinnovabile, domotica, contabilizzazione e misura dell'energia ✓

MARIA CONCETTA PERAZZO

Il certificatore energetico

**Come acquisire le competenze
per il rilascio della certificazione**



Dario Flaccovio Editore

Ai sacrifici dei miei genitori, all'energia dei miei figli

Maria Concetta Perazzo

IL CERTIFICATO ENERGETICO – Come acquisire le competenze per il rilascio della certificazione

ISBN 978-88-579-0076-6

© 2011 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686

www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: aprile 2011

Perazzo, Maria Concetta <1967->

Il certificato energetico : come acquisire le competenze per il rilascio della certificazione /

Maria Concetta Perazzo. - Palermo : D. Flaccovio, 2011.

ISBN 978-88-579-0076-6

1. Edifici – Impianti tecnici – Certificazione.

697 CDD-22

SBN Pal0232655

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, marzo 2011

RINGRAZIAMENTI:

Si ringraziano le seguenti aziende per la gentile concessione delle immagini:

Aldes Spa – Alfa Laval spa – Aliva Srl – Ambrotecno Italia Srl – Atag Italia Srl – Celenit Spa – Cened – Daikin Air Conditioning Italy Spa – E.GEO Spa – Eta Italia Srl – Finstral Spa – Freudenberg Politex Group – Geberit Italia Sa – Hoval Italia Srl – Internorm Italia Srl – Kloben – Lilli System Srl – Metra Spa – Mitsubishi Electric Europe – Riello Spa – Robur Spa – Sabiana Spa – Siamesi Riombra Industrie Riunite Srl – System Service Srl – Tepco Srl – Watts Industries Italia Srl – winDirect Srl

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

SERVIZI GRATUITI ON LINE

Questo libro dispone dei seguenti servizi gratuiti disponibili on line:

- le risposte degli autori a quesiti precedenti
- eventuali aggiornamenti e/o errata corrige

INDICE

Premessa

1. Edifici ad alto risparmio energetico

1.1. Certificazione energetica	pag.	1
--------------------------------------	------	---

2. Progettazione bioclimatica

2.1. Generalità.....	»	9
2.2. I sistemi solari.....	»	9
2.2.1. Sistemi solari attivi	»	9
2.2.2. Sistemi solari passivi	»	9
2.2.2.1. Sistemi solari passivi a guadagno diretto	»	10
2.2.2.2. Sistemi solari passivi a guadagno indiretto	»	11
2.2.2.2.1. Il muro Trombe.....	»	11
2.2.2.2.2. Il muro d'acqua.....	»	11
2.2.2.2.3. Roof pond	»	11
2.2.2.3. Sistemi solari passivi a guadagno isolato	»	13
2.2.2.3.1. Sistemi a termosifone	»	13
2.2.2.3.2. Schermi solari comuni	»	13
2.2.2.4. Scelta dei sistemi di oscuramento.....	»	15
2.2.2.4.1. Persiane, avvolgibili e frangisole.....	»	15
2.2.2.4.1.1. Persiane.....	»	15
2.2.2.4.1.2. Frangisole tipologie per un'efficace schermatura solare	»	17
2.2.2.5. Raffrescamento passivo.....	»	19

3. Progetto dell'isolamento

3.1. Conoscere gli isolanti.....	»	21
3.2. Isolare termicamente.....	»	22
3.2.1. Isolamento delle pareti.....	»	22
3.2.2. Isolamento delle murature esposte su zone non riscaldate	»	24
3.2.3. Isolamento delle murature esposte all'esterno.....	»	26
3.2.4. Isolamento terrazzi e balconi e coperture inclinate	»	26
3.2.4.1. Copertura piana.....	»	26
3.2.4.2. Isolamento del tetto e delle coperture.....	»	27
3.2.4.2.1. Il tetto caldo.....	»	27
3.2.4.2.2. Il tetto rovescio	»	27
3.2.4.2.3. Controsoffitto interno	»	27
3.2.4.2.4. Il tetto verde.....	»	28
3.2.4.2.5. Copertura a falde	»	30
3.2.4.2.5.1. Sottotetto abitabile.....	»	30
3.2.4.2.5.2. Sottotetto non abitabile.....	»	31
3.2.5. Isolamento delle strutture in c.c.a	»	33
3.2.6. Isolamento delle fondazioni e delle murature controterra	»	35
3.3. Scelta delle finestre	»	35
3.3.1. Tipologie.....	»	36
3.3.1.1. Classificazione in base alla tipologia costruttiva.....	»	36
3.3.2. Vetrate isolanti	»	39
3.3.3. Monoblocco finestra prefabbricati	»	40
3.3.3.1. Cassonetti isolati.....	»	41
3.3.4. Sistemi di facciate esterne	»	43
3.3.4.1. Facciata con vetrata ventilata a doppia pelle.....	»	43
3.3.4.2. Facciata continua	»	44
3.3.4.3. Facciata ventilata	»	47

4. Impianti di riscaldamento

4.1. Sistemi radianti a bassa temperatura	»	49
4.1.1. Sistema radiante a pavimento	»	49
4.1.2. Parete radiante	»	52
4.1.3. Soffitto radiante	»	54
4.1.4. Riscaldamento a battiscopa	»	55
4.2. Sistemi ad alta temperatura.....	»	55
4.2.1. Riscaldamento a radiatori	»	55
4.2.1.1. Radiatori	»	55
4.2.1.2. Valvola termosifone, valvola di sfiato e detentore.....	»	57
4.2.1.3. Installazione.....	»	57
4.2.1.4. Sistemi di regolazione	»	57
4.2.2. Riscaldamento a ventilconvettori	»	58
4.2.3. Impianti a diffusione mista	»	58
4.3. Tipologie di centrali termiche.....	»	59
4.3.1. Impianti centralizzati	»	59
4.3.2. Impianti individuali	»	60
4.3.3. Coibentazione	»	60
4.4. Caldaie	»	61
4.4.1. Classificazione delle caldaie ai fini energetici.....	»	61
4.4.1.1. Classificazione delle caldaie secondo l'efficienza.....	»	61
4.4.1.2. Classificazione delle caldaie secondo il tipo di installazione	»	61
4.5. Scambiatori di calore	»	64
4.5.1. Scambio termico tra i fluidi	»	65

5. Pompe di calore, condizionamento e climatizzazione

5.1. Generalità	»	69
5.2. Tipologie.....	»	69
5.3. Riscaldamento degli ambienti in inverno	»	72
5.4. Dimensionamento	»	73
5.5. Climatizzazione degli ambienti in estate.....	»	73
5.6. Installazione della pompa di calore	»	74

6. Impianti di condizionamento e climatizzazione

6.1. Generalità	»	75
6.2. Tipologie.....	»	76
6.2.1. Condizionatori e pompe di calore.....	»	76
6.2.2. Alimentazione e funzionamento	»	76
6.3. Norme per consumi energetici.....	»	77
6.4. Aspetto esteriore.....	»	78
6.5. Funzionamento e composizione	»	78
6.6. Prodotti disponibili sul mercato.....	»	79
6.6.1. Sistemi multisplit.....	»	79
6.6.1.1. Sistemi multisplit a volume di refrigerante variabile	»	79
6.6.2. Sistemi VRF.....	»	81

7. Ventilazione, trattamento aria e recupero energetico

7.1. Generalità	»	83
7.2. I sistemi di ventilazione controllata.....	»	83
7.3. Unità trattamento aria (UTA) e recupero di calore	»	84
7.3.1. Batteria di scambio termico e sezione umidificante	»	84
7.3.2. Ventilatore.....	»	84
7.3.3. Filtro elettrostatico.....	»	87
7.3.3.1. Principio di funzionamento del filtro elettrostatico e del filtro carboni attivi.....	»	88
7.4. Schema tipo dell'impianto di ventilazione	»	89

8. Impianti a energia rinnovabile

8.1. Generalità	»	95
8.2. Pannelli fotovoltaici.....	»	95
8.2.1. Tecnologie di costruzione.....	»	96
8.2.2. Tecnologie di impiantistica.....	»	97
8.2.3. Prove sui moduli.....	»	97
8.2.4. Certificazioni	»	98
8.2.5. Inseguitore solare.....	»	98
8.2.5.1. Classificazione.....	»	98
8.3. Pannelli solari	»	100
8.3.1. Tecnologie impiantistiche.....	»	100
8.4. Impianti geotermici.....	»	103
8.4.1. Tipologie di impianti geotermici	»	103
8.4.2. Circuiti idraulici dell'impianto geotermico	»	103
8.4.3. Pompe di calore geotermiche	»	103
8.5. Energia eolica	»	110
8.6. Energie alternative.....	»	110
8.6.1. Cogenerazione	»	110
8.6.2. Trigenerazione	»	110
8.6.3. Biomasse.....	»	110

9. Biomasse e teleriscaldamento

9.1. Generalità	»	113
9.2. Biomasse e caldaie o stufe.....	»	114
9.2.1. Caldaie, stufe a pellets	»	114
9.2.2. Caldaie, stufe a legna.....	»	115
9.2.3. Caldaie, stufe a gassificazione	»	115
9.2.3.1. Principio di funzionamento	»	116
9.2.4. Caldaie, stufe a cippato.....	»	116
9.2.5. Caldaie, stufe a funzionamento combinato.....	»	117
9.2.6. Confronto dei costi/consumi di riscaldamento e combustibili	»	118

10. Bilanciamento, pressurazione impianti

10.1. Generalità	»	119
10.2. Bilanciamento delle valvole termostatiche in ingresso ai radiatori.....	»	120
10.3. Valvole di bilanciamento: requisiti	»	121
10.4. La pressurizzazione idrica mirata al risparmio energetico	»	122
10.5. Bilanciamento con pompa a velocità variabile.....	»	123
10.5.1. Bilanciamento manuale	»	123
10.5.2. Bilanciamento proporzionale.....	»	123
10.5.3. Bilanciamento con autoflow	»	123
10.5.4. Bilanciamento al piede delle colonne.....	»	123
10.6. Posizionamento delle valvole di bilanciamento	»	123
10.7. Bilanciamento ad ogni terminale.....	»	125

11. Domotica, contabilizzazione e misura dell'energia termica negli impianti

11.1. Domotica	»	127
12.1.1. Cosa è possibile gestire.....	»	127
11.2. Misura dell'energia termica.....	»	128
11.2.1. Tipi di misurazione	»	128
11.3. Contabilizzazione	»	130
11.3.1. Applicazione pratica della contabilizzazione.....	»	132

Appendice normativa.....	»	135
---------------------------------	---	-----

PREMESSA

Senza dubbio la difficoltà più grande introdotta dalla certificazione energetica in Italia è rappresentata sicuramente dal fatto di inserirsi in un contesto di costruzioni civili che, per abitudine e tradizione, vedono l'edificio come costituito da due grandi parti: l'architettura e la struttura.

Diversi organi specialisti autorevoli del settore energetico e impiantistico, già da qualche anno, lamentano una mancanza fondamentale che è quella di integrare l'impiantistica e l'isolamento termico nelle due grandi braccia dell'edificio. Sebbene le leggi aiutino l'integrazione, forzando i tempi, spesso rischiano di non consentire il giusto recepimento e l'opportuna applicazione nel settore. Infatti, chi arriva primo a realizzare le cose, di solito, prepara un percorso che non sempre risulta il migliore da perseguire.

Il professionista si trova dunque a dover applicare una mole di normative senza però essere messo in condizione di conoscerle tutte o quanto meno non possedendo gli strumenti adatti per comprendere quali siano le trappole che si nascondono dietro l'applicazione di una legge che, come questa, richiede una formazione prettamente specialistica.

Questo manuale quindi vuole proporsi come valido aiuto per tutti quei professionisti e operatori del settore edilizio che non hanno mai eseguito un progetto energetico di un edificio applicando i criteri guida della Legge 10/91 sul risparmio energetico o che non hanno mai progettato un impianto, anche dei più semplici.

Il presente lavoro è stato concepito proprio per tutti quelli che non si sono mai occupati di progettare un isolamento e che, per la prima volta, si trovano a ragionare concretamente sui valori della trasmittanza, resistività, permeabilità al vapore, ecc. Si rivolge a tutti quelli che non sanno a cosa serve una valvola termostatica e/o di bilanciamento o quanti non sanno il perché un radiatore, anche se costituito da dieci elementi, renda come se fosse da cinque.

Scopo dell'autrice è offrire la possibilità di certificare un edificio anche a questi professionisti, fornendo loro gli strumenti per calcolare le prestazioni energetiche del sistema edificio-impianto. Questo libro pertanto vuole proporsi come una prima guida, una sorta di piccolo *vademecum* che illustri man mano le tematiche strettamente necessarie da considerare. Preme sottolineare che per un approfondimento degli argomenti trattati si rimanda alla letteratura di settore, a cui il presente manuale non intende sostituirsi. Questo libro viene caldamente consigliato anche ai neodiplomati e neolaureati in discipline inerenti l'edilizia, in quanto spesso accade che la scuola e la formazione accademica forniscano unicamente basi scientifiche e prettamente teoriche, tralasciando invece gli aspetti pratici, indispensabili per dare vita a una pratica edilizia volta a una reale sensibilizzazione in tema di risparmio energetico nella progettazione degli edifici.

1. EDIFICI AD ALTO RISPARMIO ENERGETICO

1.1. Certificazione energetica

In primo luogo bisogna chiedersi cosa vuol dire certificare una prestazione energetica. Sicuramente non basta inserire i dati in un programma, distribuito gratuitamente dai più grandi enti di accreditamento alla certificazione energetica, per ottenere la classe energetica di appartenenza dell'edificio. Sarebbe auspicabile che in Italia oggi si avesse la sensibilità e l'apporto di tutti quanti i professionisti per promulgare e diffondere il concetto di *risparmio energetico* proprio a partire dall'introduzione della legge sulla certificazione energetica. Infatti, applicare il risparmio energetico non significa soltanto contribuire alla diminuzione dell'inquinamento, ma anche e soprattutto introdurre nell'edilizia il concetto di qualità e comfort delle abitazioni e di tutti quegli immobili che, diversi dalla residenza, devono costituire un ambiente di lavoro e, in particolare, gestire l'efficienza energetica di un edificio di questo genere significa analizzare tutti gli aspetti che, combinati nella maniera ottimale, contribuiscono a creare sinergismi volti al risparmio energetico e a ottenere una casa a basso consumo di energia primaria: tutto ciò si traduce nell'avere, di ritorno, bassi costi di manutenzione ed elevato comfort abitativo o lavorativo.

Per prima cosa, va chiarito e considerato che l'edificio e l'impianto hanno due cicli di vita diversi tra loro. Quando si costruisce un edificio, è necessario valutare bene l'involucro edilizio, studiando con accuratezza tutti i particolari costruttivi e, ai fini del risparmio energetico, è necessario considerare attentamente l'isolamento più adeguato all'immobile che si sta progettando. Quando si analizza un progetto architettonico, è necessario comprendere tutte le sue peculiarità. Di importanza rilevante è comunque attribuire quale peso, in termini di dispersioni di calore, abbiano le componenti opache esterne (pavimenti contro terra o su spazi non riscaldati, pareti esterne e coperture) oppure quelle trasparenti (finestre, porte-finestre).

Dalla figura 1.1 si possono osservare, riassunti e combinati tra di loro, i componenti impiantistici impiegati per ottenere un elevato risparmio energetico, il recupero delle materie prime o l'utilizzo di fonti rinnovabili. Sul tetto sono rappresentati due pannelli solari e due pannelli fotovoltaici, considerati impianti a energia rinnovabile perché sfruttano rispettivamente l'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria e energia elettrica, come si vedrà più in dettaglio nel capitolo 8. L'impianto

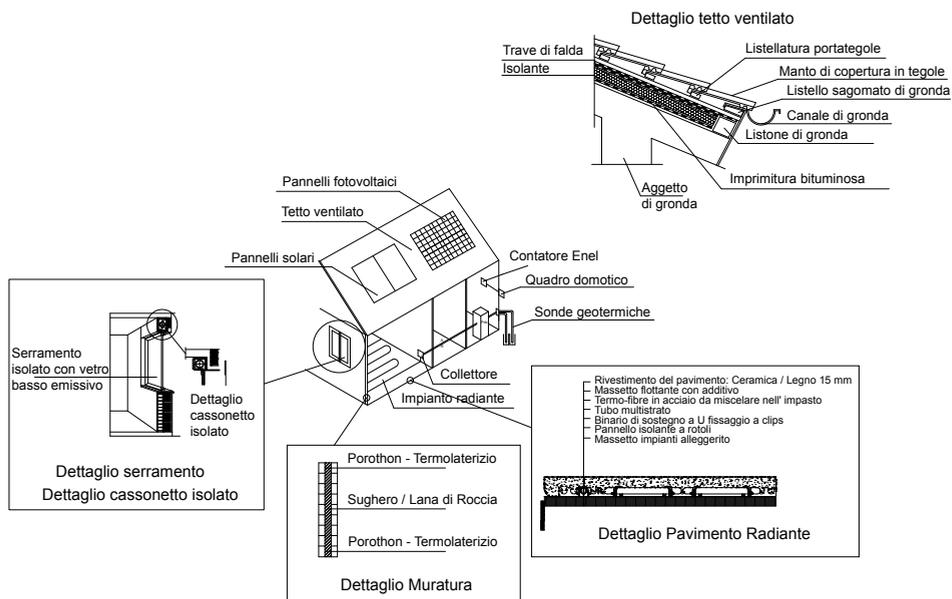


Figura 1.1. La casa a basso consumo energetico (nostra riproduzione CAD)

di riscaldamento (figura 1.1) è a pannelli radianti a pavimento, alimentati tramite energia geotermica di profondità e di superficie, così come è integrata una serra solare per la captazione dell'energia solare e un impianto di recupero dell'acqua piovana. A questi fondamentali elementi è necessario aggiungere anche un efficace sistema di ventilazione meccanica controllata e di regolazione e bilanciamento di tutti gli impianti presenti a servizio dell'involucro.

Il grafico di figura 1.2 rappresenta le percentuali tipiche di consumo delle fonti

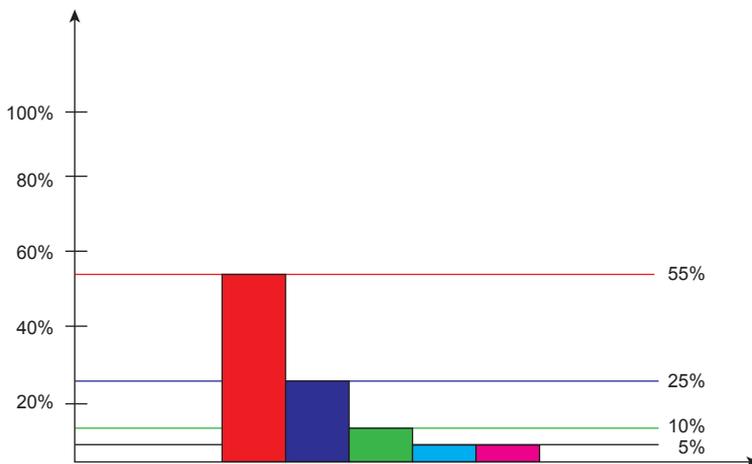


Figura 1.2. Consumo energetico

di energia primaria rispettivamente in rosso per la produzione di riscaldamento in inverno, per il condizionamento in estate (in blu), per la produzione di acqua calda sanitaria tutto l'anno (in verde), per il consumo di energia elettrica per illuminazioni (ciano) e per i consumi di forze motrici elettriche (in magenta).

Si sottolinea che l'utilizzo combinato delle fonti primarie di energie combustibili/elettricità contribuiscono a rendere il sistema impianto tale da garantire il necessario apporto energetico a un edificio senza inutili sprechi di energia, limitando conseguentemente le immissioni di inquinamento diretto (per esempio l'inquinamento atmosferico) e indiretto (per esempio l'impatto sulle acque di approvvigionamento). Alla luce di questa considerazione, appare chiaro quanto sia importante, per ogni immobile, studiare la perfetta situazione energetica. Per questo è sempre necessario, partendo da un progetto architettonico, calcolare le dispersioni che si verificano in quell'edificio. Progettare il giusto isolamento dell'involucro, unitamente al giusto impianto da installare, permette il raggiungimento di un elevato livello di comfort che ogni casa o ambiente di lavoro dovrebbe possedere. Sebbene il concetto di comfort sia molto soggettivo, è possibile con un diagramma rappresentarlo indicativamente in funzione delle temperature dell'aria e delle temperature superficiali delle pareti (figura 1.3): la zona rossa

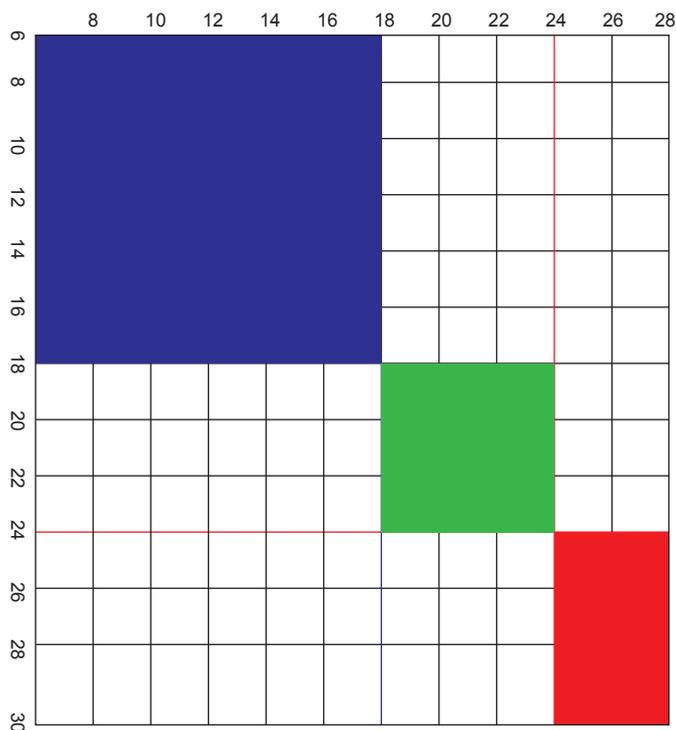


Figura 1.3. Condizione di benessere/malessere a seconda della temperatura ambiente

indica una situazione di disagio per il troppo caldo, la zona verde indica quella di benessere e quella blu indica il disagio per il troppo freddo.

I primi due dati importanti da conoscere e da cui partire per impostare il risparmio energetico sono:

- località geografica dove si realizza la costruzione, rappresentata dai gradi giorno, dall'altitudine e da altri parametri geografici quali temperatura dell'aria esterna;
- rapporto tra tutte le superfici dell'edificio che disperdono calore alle date temperature e il volume lordo dell'edificio da riscaldare che viene definito coefficiente di forma S/V .

I progettisti architettonici dell'edificio hanno il compito di effettuare prioritariamente un progetto che sia conforme alle normative nazionali e regionali e che rispettino anche tutte le norme tecniche relative al comune ove si intende costruire l'edificio. Pertanto, è facile comprendere come non risulti facile progettare ad hoc un edificio dal punto di vista energetico quando sono imposte le volumetrie, le distanze dai confini, ecc.

Dal punto di vista energetico, orientare favorevolmente un edificio significa infatti fare in modo che d'inverno si possa sfruttare il calore dell'irraggiamento solare; d'estate, però, è necessario realizzare opportune schermature solari che creino ombreggiature efficaci all'azione del sole, altrimenti si renderebbe necessario raffrescare l'immobile mediante l'uso di climatizzatori notevolmente energivori. Un buon isolamento dell'edificio contribuisce a contenere il calore prodotto

all'interno dell'involucro edilizio in inverno e limita l'irraggiamento e il passaggio di calore estivo dall'esterno.

Se si osserva la figura 1.4, si può capire quanto possa essere diverso il fattore di forma (o coefficiente di forma) a seconda dei casi. Di conseguenza, un edificio che ha molte più parti esposte verso l'esterno, ha una necessità maggiore di essere scaldato d'inverno e raffrescato d'estate.

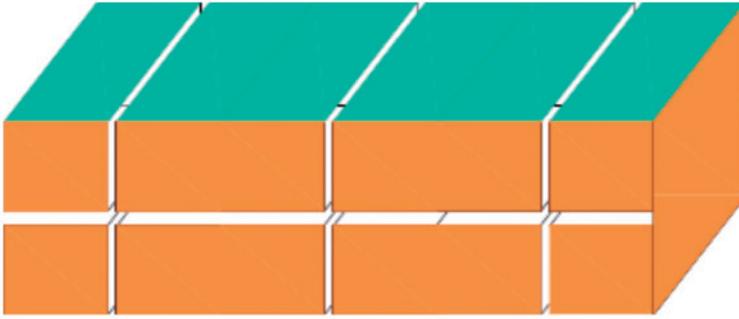
È possibile affermare che il comportamento energetico di un involucro è funzione delle seguenti variabili:

- permeabilità all'aria;
- isolamento termico;
- capacità termica;
- interramento;
- vicinanza di altri edifici;
- passaggio della luce.



Edificio isolato

Figura 1.4. Rapporto S/V molto alto sfavorevole energeticamente



Edificio in linea

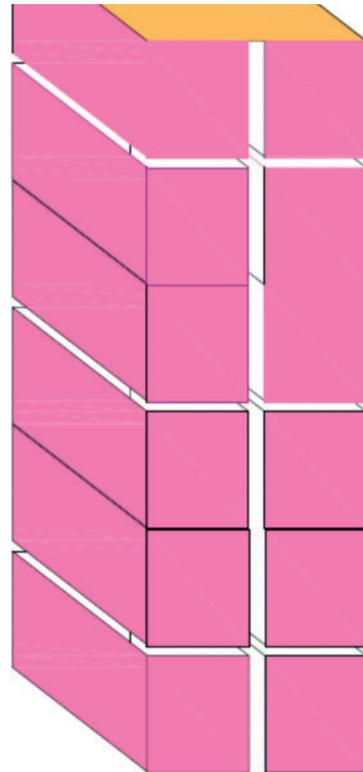
Figura 1.5. Rapporto S/V mediamente sfavorevole energeticamente

Va considerato che il rapporto S/V varia a seconda della conformazione architettonica dell'edificio in progetto. Rappresenta quindi un dato strettamente soggettivo dell'edificio, una sorta di carta d'identità che indica quanto disperde energeticamente. Si possono individuare tre tipologie, più interessanti dal punto di vista termico, illustrate nelle figure 1.5+1.6: il primo il caso (figura 1.4) rappresenta il caso di un edificio isolato, il secondo (figura 1.5) di un edificio in linea e il terzo (figura 1.6) di un edificio a torre.

Se l'esposizione geografica, la forma e la suddivisione interna sono ben curate, è necessario che lo sia anche e soprattutto lo studio dell'involucro; ecco perché è necessario studiare bene il tipo di isolamento, il tipo di impermeabilizzazione, perché l'edificio abbia la possibilità di autoregolarsi al variare della temperatura esterna e al variare di questa possa continuare a garantire le condizioni di comfort interno negli ambienti abitativi o di lavoro. Il concetto è quello di isolare bene lasciando però respirare l'edificio.

Al giorno d'oggi esistono in commercio infinite tipologie di materiali che si prestano bene allo scopo, così come svariate sono le combinazioni di soluzioni applicabili all'edificio stesso.

Va chiarito in primo luogo che il ciclo di vita dell'edificio è diverso da quello dell'impianto:



Edificio a torre

Figura 1.6. Rapporto S/V più favorevole energeticamente

infatti, l'edificio viene realizzato per primo e non capita di ristrutturarlo più di una volta ogni venticinque-trent'anni. Per questo è fondamentale intervenire in fase di costruzione o al momento della ristrutturazione totale per creare un edificio che sia il meno possibile *energivoro*.

Infatti, tutto quello che si investe economicamente nell'edificio viene recuperato e risparmiato nell'investimento dell'impianto che si andrà successivamente a realizzare, poiché la qualità e il buon funzionamento dell'impianto è funzione del tipo di fabbisogno energetico dell'involucro in cui si installa. Per esempio, isolare bene l'edificio si traduce sia nel sottodimensionare le grandezze delle macchine di condizionamento da installare sia nel progettare una caldaia di minore potenza per il riscaldamento invernale. Tutte le conseguenze sono ravvisabili sul comfort dell'ambiente creato e sul risparmio non solo di fonti energetiche primarie, ma anche delle spese di investimento iniziale e successivamente di manutenzione dell'opera realizzata.

Osservando i dati riportati in tabella 1.1, si può notare quanto, dal punto di vista delle perdite di flusso di calore, incidano i vari elementi costituenti l'involucro. Da un buono studio energetico si può capire immediatamente da cosa partire per effettuare un percorso di riqualificazione energetica dell'edificio, nel caso di ristrutturazione di edifici esistenti, oppure di intervento energetico su progetti da realizzare *ex novo*. Spesso, nel caso di ristrutturazioni, poiché non è sempre possibile effettuare un intervento mirato alla globalità dell'involucro pertanto, è necessario analizzare tutte le singole componenti ed effettuare un intervento di riqualificazione energetica mirata e programmata.

Elementi dell'involucro dell'edificio	Perdite di flusso di calore
Tetto	15%
Pareti non finestrate	25%
Pareti finestrate	35%
Solaio controterra	5%
Ponti termici	5%
Ventilazione	15%

Tabella 1.1. Dispersioni per trasmissione e ventilazione attraverso l'involucro di un'abitazione media

Attuare il risparmio energetico significa prima di tutto partire dal redigere un progetto energetico. Il progetto energetico di un edificio di nuova costruzione o in ristrutturazione comporta l'esecuzione di un bilancio di energia sia nella stagione invernale sia in quella estiva. Per effettuare questo bilancio di energia è necessario capire, a seconda della strutture di cui si compone l'edificio, quali sono le diverse capacità di queste ultime nel disperdere calore. Le dispersioni di calore dall'involucro edilizio vengono classificate in due grandi categorie:

- perdite attraverso le sue superfici opache;
- perdite dalle superfici trasparenti.

Si disperde calore, come si vedrà nel capitolo 3, nei seguenti modi:

- da superfici opache:
 - pareti, soffitti e pavimenti esposti verso l'esterno;
 - pareti, soffitti e pavimenti esposti verso zone chiuse che non siano riscaldate;
 - pareti, soffitti e pavimenti a contatto con il terreno e altri grandi masse fredde;
 - pareti, soffitti e pavimenti a contatto con altre zone riscaldate da diverse centrali termiche;
- da superfici trasparenti:
 - finestre e porte-finestre, lucernai esposti verso l'esterno;
 - finestre e porte-finestre, lucernai esposti verso volumi o zone non riscaldate.

Altre due componenti che costituiscono una grande perdita di calore sono:

- le infiltrazioni;
- la ventilazione.

Considerate quindi tali perdite di calore, dall'altra parte è necessario esaminare anche i guadagni di calore, comunemente chiamati, *apporti gratuiti*. Va considerato che in un involucro edilizio senza impianto di riscaldamento o condizionamento funzionante ci sono sempre apporti di calore costituiti da cucine in funzione, illuminazione interna, computer, acqua calda a uso sanitario, elettrodomestici vari che, utilizzando energia elettrica, producono di conseguenza calore. Analizzando tutti questi componenti dell'edificio e la loro capacità fisica di condurre il calore nelle varie maniere verso l'esterno è possibile calcolare quanta energia bisogna fornire all'edificio per poterlo mantenere nella situazione ideale di temperatura sia in inverno che in estate.

Il primo vero bilancio energetico dell'edificio in Italia è stato introdotto con l'entrata in vigore della Legge 10/91. Va sottolineato che tale legge è stata molto sottovalutata da tanti operatori del settore, sebbene il livello di isolamento richiesto non fosse estremamente restrittivo. Nella redazione di questo bilancio energetico – che nell'ambito degli addetti ai lavori è noto come *fare la legge 10* – hanno costituito un valido aiuto le norme tecniche UNI elencate in tabella 1.2. Si evidenzia che tali norme sono riportate unicamente per offrire un quadro completo di quali siano le basi su cui fondano le attuali norme di riferimento. Per le normative in vigore attualmente in materia di risparmio energetico si rimanda all'appendice relativa alla normativa di riferimento.

Vecchie norme tecniche	Nuove norme tecniche
UNI 10347/93 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante. Metodo di calcolo.	UNI TS 11300 – 2 : 2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2 – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
	UNI EN ISO 15316-2-3 : 2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.

UNI 10348/93 – Riscaldamento degli edifici – Rendimenti dei sistemi di riscaldamento – Metodo di calcolo.	UNI TS 11300 – 2 : 2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria. UNI EN ISO 15316-2-1: 2008 – Impianti di riscaldamento degli edifici – Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto – Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti.
UNI 10379/05 – Riscaldamento degli edifici – Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato – Metodo di calcolo e verifica.	UNI TS 11300 – 1 : 2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1 – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
UNI EN 832/01 – Fabbisogno termico.	UNI EN ISO 13790: 2008 – Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.
Raccomandazioni CTI 03 – Prestazioni energetiche degli edifici – Certificazione energetica – Esecuzione della certificazione energetica – Dati relativi all'edificio.	UNI TS 11300 – 1 : 2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1 – Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
	UNI TS 11300 – 2 : 2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2 – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

Tabella 1.2. Confronto tra vecchia normativa tecnica e nuova corrispondente

2. PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA

2.1. Generalità

Come si accennava in precedenza, la progettazione è bene che tenga conto della situazione climatica in cui si troverà l'edificio. È opportuno conoscere quindi la meteorologia della località per comprendere il movimento delle masse d'aria e dei venti, nonché per fissare delle idonee schermature solari, siano esse a protezione esterna che a protezione integrata, ossia (inglobata in parti dell'edificio) in elementi trasparenti oppure opachi. Questa progettazione si fonda sui principi dell'architettura bioclimatica che cerca di approfondire tutti quegli aspetti, connessi al comfort e al benessere ambientale interno, utilizzando il meno possibile soluzioni impiantistiche che comportano l'utilizzo di sistemi energivori.

2.2. I sistemi solari

I sistemi solari sfruttano l'energia solare per intrappolare calore. Si classificano in due grandi categorie:

- sistemi solari attivi;
- sistemi solari passivi.

2.2.1. Sistemi solari attivi

I sistemi solari attivi sono quelli che sfruttano l'energia solare per trasformarla in energia primaria elettrica, attraverso impianto fotovoltaico, oppure in energia termica, attraverso impianto solare. Per la trattazione dettagliata di queste specifiche tipologie di impianto si rimanda al capitolo 8.

2.2.2. Sistemi solari passivi

I sistemi solari passivi esposti al sole sfruttano il suo calore per irraggiamento e di conseguenza lo trasmettono per conduzione e successivamente per convezione

all'ambiente circostante da scaldare o da ombreggiare. Si evidenzia che queste tipologie non sfruttano l'aspetto impiantistico per funzionare, ma sono realizzati in modo da catturare calore utilizzando le grandi masse come acqua o materiale inerte di diversa natura, come si vedrà più avanti.

Possono essere definiti e classificati in:

- sistemi solari a guadagno diretto;
- sistemi solari a guadagno indiretto;
- sistemi solari a guadagno isolato.

2.2.2.1. Sistemi solari passivi a guadagno diretto

I sistemi solari passivi a guadagno diretto sono definiti anche *serre solari*. Sostanzialmente, si creano degli involucri vetrati esposti a sud che captano direttamente l'energia solare e la trasmettono alle strutture e agli ambienti circostanti. Proprio per evitare dispersioni del calore assorbito, è importante che le altre parti dell'edificio siano opportunamente isolate. Inoltre, in assenza di sole, è l'ambiente che funge successivamente da volano termico.

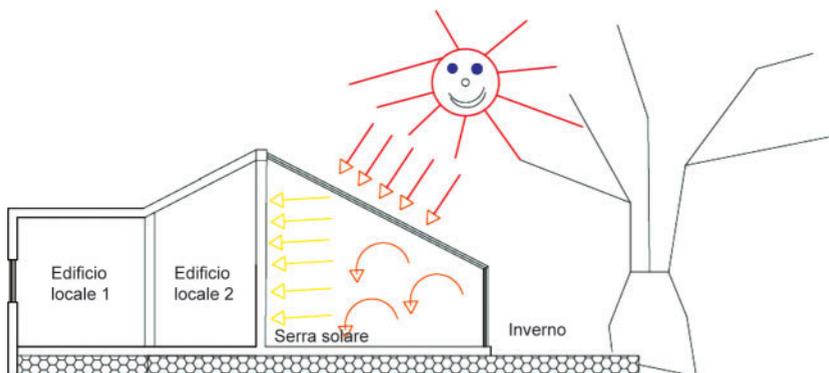


Figura 2.1. Comportamento della serra solare in inverno

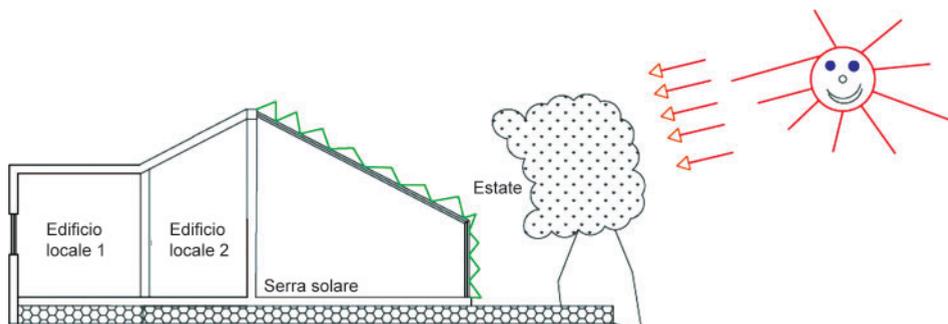


Figura 2.2. Comportamento della serra solare in estate

2.2.2.2. Sistemi solari passivi a guadagno indiretto

Nei sistemi solari passivi, nel caso in cui è l'ambiente che riceve il calore, l'accumulo del calore avviene a *guadagno indiretto*. Esempi di sistemi solari passivi a guadagno indiretto sono il cosiddetto *muro di Trombe* e il *muro d'acqua* che funzionano con lo stesso principio.

2.2.2.2.1. Il muro Trombe

Il muro Trombe è un muro costituito da mattoni, calcestruzzo o pietra che si riscalda per effetto dell'irraggiamento solare, poi, per conduzione, l'energia termica intrappolata nella struttura del muro viene richiamata nell'ambiente circostante per irraggiamento e convezione. Nel realizzare questo tipo di sistema solare è importante studiare attentamente la trasmissione del calore nel muro, ma soprattutto l'onda di sfasamento del calore per sfruttare al meglio il fenomeno in questione. I vantaggi di realizzare questa tipologia di sistema è che non si generano riflessioni di luce nello spazio interno, che all'interno dei locali si verificano bassi gradienti di temperatura e che si verificano degli sfasamenti dell'onda di calore. Un inconveniente da segnalare è che di solito si possono verificare, a causa di temperature superficiali piuttosto alte, dei bassi rendimenti.

2.2.2.2.2. Il muro d'acqua

Il muro d'acqua si basa sullo stesso principio di funzionamento del muro Trombe, con la differenza che la funzione di accumulatore termico in questo caso viene svolta da uno o più serbatoi d'acqua. Va notato che, rispetto al precedente, entra più velocemente a regime e c'è minore dispersione di calore nelle fasi notturne.

2.2.2.2.3. Roof pond

Il sistema *roof pond* sfrutta la massa di accumulo termico generato posizionando, durante l'inverno, delle masse d'acqua sul tetto (per tale ragione è detto anche *tetto ad acqua*): in tale maniera il tetto durante la stagione invernale accumula il calore dei raggi solari trasmettendolo per convezione e conduzione al locale da riscaldare (figura 2.3).

Durante l'estate, invece, sfruttando il cosiddetto *effetto camino*, il calore che viene intrappolato si disperde all'esterno (figura 2.4).

Si possono così schematizzare i più importanti effetti positivi dell'adottare il *roof pond*:

- consente una climatizzazione sia durante la stagione fredda sia durante quella calda;

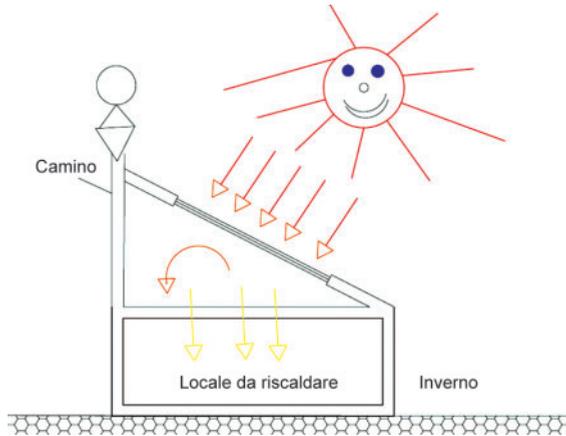


Figura 2.3. Comportamento *roof pond* in inverno

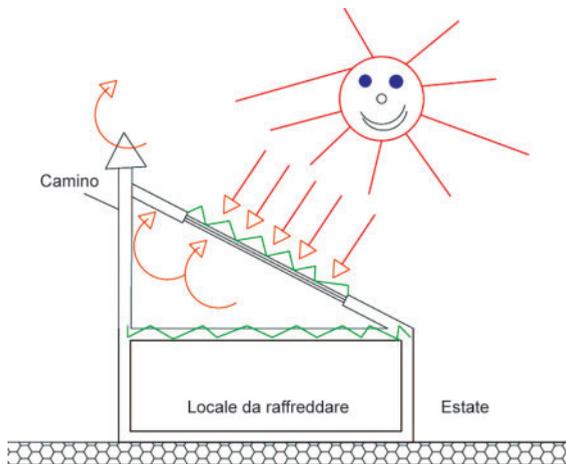


Figura 2.4. Comportamento *roof pond* in estate

- la temperatura degli spazi abitativi è distribuita uniformemente;
- il sistema può essere usato indipendentemente dall'orientamento dell'edificio.

Invece, i maggiori effetti negativi sono:

- la climatizzazione risulta ottimale per un solo piano di edificio;
- non si può impiegare ad alte e medie latitudini, vale a dire nei casi in cui durante l'inverno la radiazione solare crea un angolo molto piccolo con il piano orizzontale;
- a causa delle modalità costruttive è possibile impiegare soltanto alcune tipologie di solai di copertura, dove, ad ogni modo, la massa d'acqua arreca condizioni di carico notevoli. Inoltre, non è opportuno impiegare il sistema in località soggette a frequenti nevicate.

2.2.2.3. Sistemi solari passivi a guadagno isolato

2.2.2.3.1. Sistemi a termosifone

Il sistema a termosifone è un sistema che consente di ventilare l'immobile in maniera naturale, quindi senza contributo dell'impiantistica. Il fenomeno avviene in quanto l'aria calda, essendo meno densa di quella fredda, tende a salire richiamando nelle zone sottostanti l'aria fredda. Questo sistema si dice *a termosifone* perché si realizza una sorta di collettore che di notte disperde calore verso l'esterno e pertanto è necessario isolarlo. Il fenomeno è simile a quello del *roof pond*.

Effetti positivi importanti sono:

- l'installazione del sistema è indipendente dall'orientamento dell'edificio;
- ha basse dispersioni notturne.

Effetti negativi importanti sono:

- poiché si utilizza l'aria calda invece che la radiazione solare diretta, l'accumulo di energia termica risulta meno efficace;
- bisogna collocare il collettore a una quota più bassa dell'accumulatore termico.

2.2.2.3.2. Schermi solari comuni

Gli schermi solari comuni si possono classificare in:

- fissi;
- mobili;
- interni;
- esterni;
- frangisoli;
- tapparelle;
- persiane.

Le schermature solari ideali sono quelle che garantiscono versatilità entro tutto l'anno solare. Durante l'inverno devono consentire il passaggio dei raggi solari e nel contempo favorire una buona illuminazione naturale affinché si utilizzi il meno possibile l'energia elettrica. Durante la stagione estiva viceversa devono impedire ai raggi solari di surriscaldare l'edificio e allo stesso modo favorire un'illuminazione naturale priva di abbagliamenti.

Gli schermi si possono disporre all'esterno dell'involucro edilizio trasparente e all'interno oppure nell'intercapedine delle superfici vetrate. È necessario tenere presente che il sistema più efficace è quello che ombreggia dall'esterno intercettando al di fuori dell'ambiente abitato i raggi solari. Gli schermi solari possono essere sia fissi che mobili (per esempio le tende, gli schermi veri e propri, le veneziane, le persiane, gli scuri e le tapparelle avvolgibili). La mobilità di uno

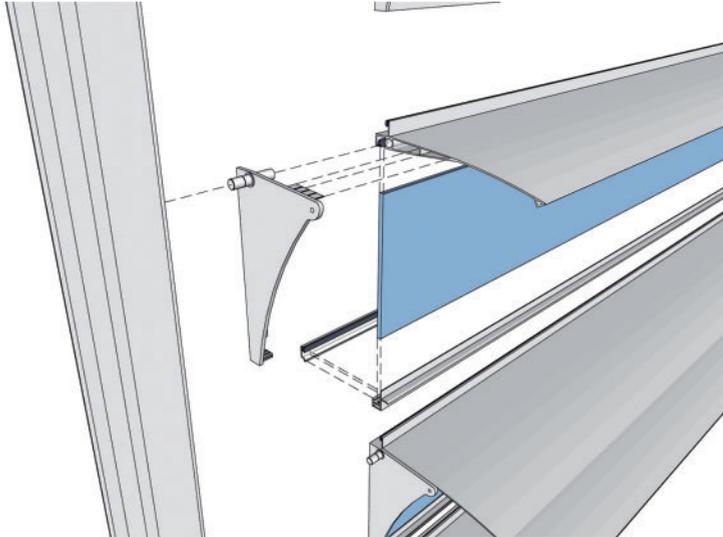


Figura 2.5. Immagine schermature ventilate esterne sistema Sun-shade (fonte: Lilli System)

schermo infatti garantisce un migliore irraggiamento della superficie vetrata nel periodo invernale e proprio per la sua versatilità rappresenta una soluzione ideale. Tuttavia, va sottolineato che lo svantaggio della schermatura interna è che risulta meno efficace, rispetto a quella esterna, nello smorzare l'onda di calore, come illustrato in figura 2.5, in quanto il serramento svolge la funzione *effetto serra*. Per quanto riguarda, invece, la schermatura intermedia appare comprensibile come sia meno flessibile a soddisfare la contemporanea richiesta di luce-ombra.



Figura 2.6. Foto schermature integrate nel sistema vetrato (fonte: Lilli System)

Analogamente, si possono realizzare sistemi di ombreggiatura integrati nel sistema vetrato come illustrati in figura 2.6. Questa scelta dipende molto dal tipo di edificio in cui ci si trova a operare, dalla sua esposizione e dall'ampiezza necessaria alle superfici schermanti. Va aggiunto, infine, che oltretutto, a seconda

dell'esposizione (se a sud oppure a est-ovest), è necessario creare diversi sistemi di ombreggiatura.

2.2.2.4. Scelta dei sistemi di oscuramento

2.2.2.4.1. Persiane, avvolgibili e frangisole

Le persiane, avvolgibili e frangisole, sono le nuove strutture di avvolgibili isolate che, in estate, quando vengono chiuse contribuiscono a proteggersi dall'irraggiamento esterno. I moderni avvolgibili o *tapparelle* sono costituiti internamente da isolanti e rivestiti da alluminio come si può osservare in figura 2.7.

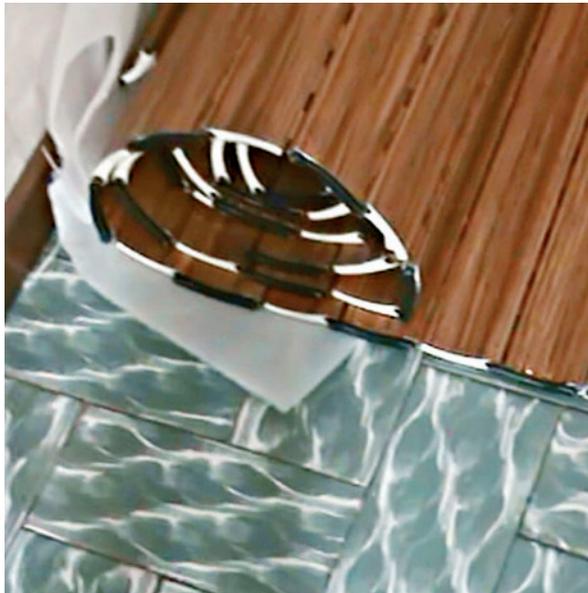


Figura 2.7. Avvolgibili isolati (foto di un mio cantiere)

2.2.2.4.1.1. Persiane

Con l'impiego della persiana lo stacco termico è immediato e più semplice da realizzare e risulta più facile ottenere un miglior isolamento perché, una volta isolata correttamente la parete esterna, è importante focalizzare la propria attenzione unicamente sulla scelta di una finestra che garantisca le migliori prestazioni termiche. La persiana poi risulta essere importante, durante la stagione estiva, quando contribuisce, insieme al sistema vetro-serramento, alla protezione dai raggi solari: in questo modo è possibile ridurre e fornire carichi più bassi per la climatizzazione estiva.