

Zeitschrift: Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

Herausgeber: Società Svizzera Ingegneri e Architetti

Band: - (1998)

Heft: 4

Artikel: Bilancio di un esperimento solare

Autor: Lombardi, Cristina / Implanto, Robert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-131441>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Bilancio di un esperimento solare

Progettisti: architetti Cristina Lombardi e Roberto Schira, Locarno
Impianto di riscaldamento: Lombardi SA, Ingegneri consulenti, Minusio

1. Introduzione

Lo stabile residenziale e amministrativo ubicato in Via Rinaldo Simen 19 a Minusio è stato oggetto di una dettagliata descrizione nel numero 10/93 della Rivista Tecnica.

Lo stabile presentava e tuttora presenta alcune particolarità per il carattere innovativo del sistema di sfruttamento dell'energia solare previsto a scopo di riscaldamento.

Degno di particolare nota è il fatto che sin dall'inizio lo stabile è stato concepito e progettato in tutti i suoi particolari nell'intento di raggiungere lo scopo menzionato nel migliore dei modi possibili, in considerazione delle vigenti disposizioni e nel rispetto di un accettabile bilancio economico. Dopo un breve richiamo delle caratteristiche dello stabile e dell'impianto di sfruttamento dell'energia solare si riferirà sui risultati dei primi anni di esercizio regolare, ottenuti da un rilevamento continuo dei dati di funzionamento dell'impianto. Ogni ricerca porta un effettivo bagaglio di conoscenze se viene verificata la concordanza fra previsioni e risultati. Operando in questo modo si può maturare l'esperienza necessaria per migliorare e integrare con nuovi concetti le soluzioni che staranno alla base di progetti successivi.

È in questo senso che vengono pubblicati oggi i risultati d'esercizio degli anni scorsi, naturalmente riassunti per ragioni di spazio, e limitati ai dati principali.

2. Descrizione sommaria dello stabile

Situazione

Il fondo si trova nel comune di Minusio (Via Simen). Il terreno di forma molto allungata, ha permesso la realizzazione di un lungo fronte rivolto a sud atto alla posa dei collettori solari.

Al momento della progettazione la Via Simen era caratterizzata da un forte traffico con conseguenti emissioni foniche.

Alcune scelte progettuali, soprattutto dal punto di vista dell'organizzazione interna dei locali, era-

Le principali ditte che sono intervenute negli impianti termici di riscaldamento sono:

Collettori massicci: Fapre Balerna
Impianto di riscaldamento: Lotti SA, Lumino
Termopompe: Termogamma, Biasca
Regolazioni: Landis e Gyr,
Ventilazioni: Sulzer Infra, Lugano



1 — Vista dell'edificio da sud

no state dettate anche da questa situazione, ancorché non siano superate dalla trasformazione di Via Simen da arteria principale a strada di quartiere, poiché sopportate anche da altri criteri, quali ad esempio la limitazione dell'irraggiamento diretto nei locali ufficio, onde evitare il surriscaldamento estivo e poter rinunciare ad un impianto di climatizzazione.

Programma

Nello stabile sono disposti 1'400 m² di uffici, organizzati su tre piani.

All'ultimo piano sono ubicati 400 m² di appartamenti che godono di una magnifica vista sul Lago Maggiore.

Il piano terreno, invece ospita diverse funzioni comuni a tutto lo stabile.

La necessità di avere grandi superfici di deposito per archivio, locali tecnici e rifugio hanno portato alla costruzione di due piani interrati per un totale di 800 m².

In facciata è leggibile la suddivisione delle funzioni interne, evidenziate da materiali e colori diversi.

Fattori energetici

Sin dall'inizio il progetto dello stabile è stato concepito per lo sfruttamento dell'energia solare, quindi per un fabbisogno energetico ridotto, in stretta collaborazione con gli ingegneri dell'impiantistica.

Si è optato per un'espressione architettonica che desse risalto ai collettori solari, utilizzati come elementi caratterizzanti di facciata. Contrariamente a quanto solitamente praticato, essi sono parti costituenti della facciata stessa, e non elementi applicati ad una struttura di facciata o di tetto convenzionale.

Il volume della costruzione è stato dettato dall'ottimizzazione di criteri energetici quali:

- compattezza per ridurre le perdite di trasmissione,
- volume stretto per favorire l'illuminazione naturale in tutti i locali e un utilizzo razionale dello spazio interno,
- grande fronte rivolto a sud per la captazione dell'energia solare per il riscaldamento mediante collettori massicci (in calcestruzzo)

Tutte le parti dell'involucro presentano un isolamento termico superiore alla media per garantire un dispendio energetico ridotto.

In corrispondenza dell'atrio-scale sud la facciata è costituita da una struttura metallica compren-



3 — Collettori solari per l'acqua calda sanitaria

dente elementi vetrati, tamponamenti, e collettori solari vetrati per la produzione di acqua calda sanitaria.

Collettori solari per il riscaldamento

La possibilità di lavorare con temperature relativamente basse e la grande superficie di facciata orientata a sud disponibile, hanno portato alla concretizzazione dell'idea di realizzare collettori solari massicci in calcestruzzo armato.

I vantaggi di questo tipo di collettori sono i seguenti:

- Estetici:

Permettono la più grande libertà di forma, espressione, dimensioni e colore. È stato scelto il colore grigio antracite (ottenuto utilizzando inerti neri) perché istintivamente associato all'energia solare. Qualsiasi colore sarebbe possibile, con un rendimento leggermente minore per le tinte chiare. La superficie è profilata da striature orizzontali, e bocciardata.

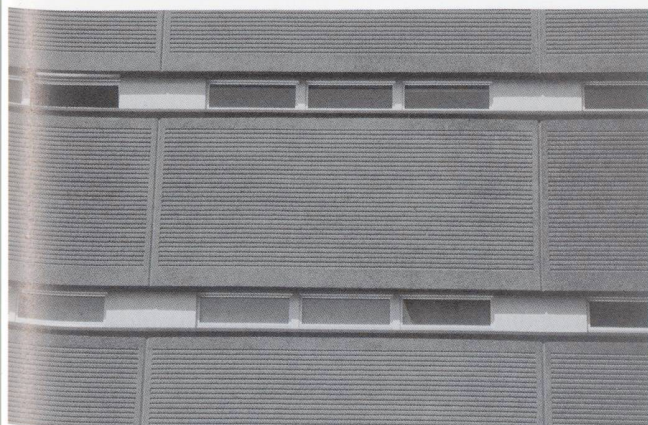
- Funzionali:

Malgrado un rendimento energetico inferiore rispetto ai collettori solari tradizionali, questa soluzione evita molti problemi di manutenzione, riparazione e pulizia.

- Economici:

Il costo dei collettori in calcestruzzo armato è paragonabile a quello di normali elementi di facciata prefabbricati in calcestruzzo armato isolati (comunemente utilizzati per i capannoni industriali). Il maggior costo si limita alla posa delle serpentine nell'elemento. Rispetto ai collettori solari vetrati, quelli in calcestruzzo armato hanno un costo specifico molto più contenuto, e richiedono un minor numero di collegamenti per la stessa resa, grazie alla loro grande superficie (m 2,50 x 5,20)

Il basso costo dei collettori permette di aumentarne la superficie e con ciò di compensare il loro minor rendimento.



2 — Collettori solari per il riscaldamento

Collettori solari per l'acqua calda sanitaria

La necessità di temperature alte rende indispensabile l'utilizzazione di collettori solari vetrati.

La vetrata del vano scale sud è stata studiata per integrare i pannelli solari vetrati. La soluzione tecnica, adottata per la prima volta in questo stabile, è stata proposta dalla ditta fornitrice.

Essa prevede un'intelaiatura in profili di alluminio che dà la possibilità di inserire a piacimento vetrate, pannelli ciechi, o collettori solari. Per questa facciata la ditta costruttrice ha vinto il «Premio Solare Svizzero 1992».

3. L'impianto tecnico

Siccome la radiazione solare presenta un'energia assai diffusa e che di conseguenza la sua captazione richiede una superficie relativamente importante, è necessario rispettare i seguenti criteri nell'intento di raggiungere un bilancio energetico accettabile:

- Limitare il consumo di energia calorica, ciò che nel caso presente è stato ottenuto mediante un'ottima coibentazione dell'edificio e l'installazione di un impianto di ventilazione con un sostanziale recupero del calore richiesto a questo scopo.
- Mantenere i livelli di temperatura di mandata al minimo possibile, per aumentare il grado di efficienza degli impianti
- Ne consegue l'imperativa condizione di separare gli impianti di riscaldamento da quelli di produzione dell'acqua calda sanitaria.
- Un'ovvia considerazione è che sia opportuno integrare gli elementi tecnici necessari alla produzione di calore nella costruzione dell'edificio e non semplicemente di aggiungerli ad una costruzione progettata secondo altri criteri.

La riduzione dei consumi è un dato ottenuto, da un lato con un'ottima coibentazione dell'edificio che conduce a un consumo specifico di 135 MJ/m²anno, rispetto a un valore mirato raccomandato dalla norma SIA 380/1 di 190 MJ/m²anno. Il minor consumo di ca. 30% rispetto alla norma è dovuto anche al recupero dell'energia calorica della ventilazione che avviene con un'efficienza dell'ordine del 60-70%.

I livelli di temperatura sono stati mantenuti bassi grazie a un riscaldamento a pavimento che permette, data la grande superficie del «corpo riscaldante», di operare con temperature intorno ai 30°. Dal canto suo, la temperatura dell'acqua calda sanitaria è stata fissata a 45°C con gli ulteriori vantaggi che ciò comporta (ad eccezione delle cucine).

L'integrazione degli elementi dell'impianto ter-

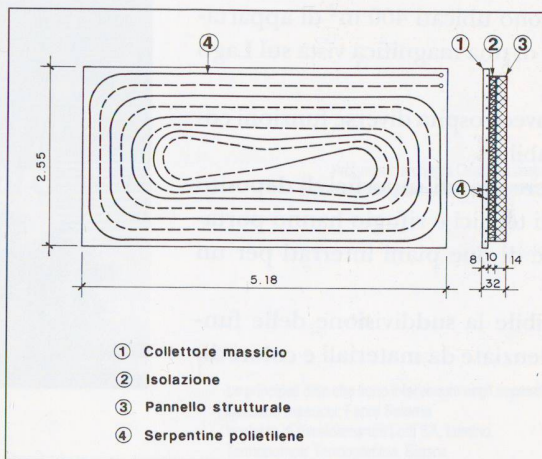


Figura 1

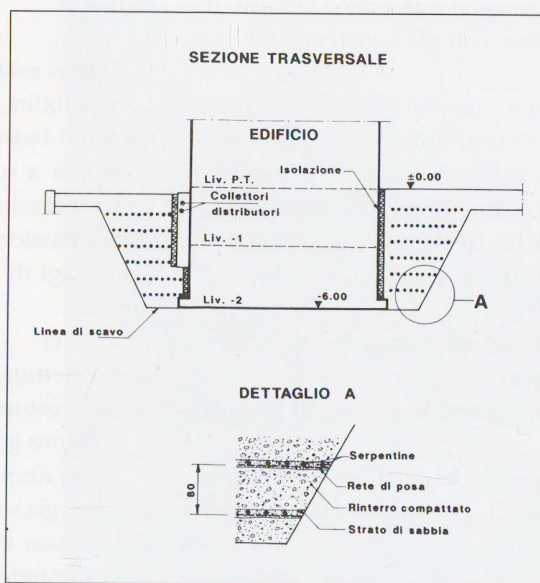
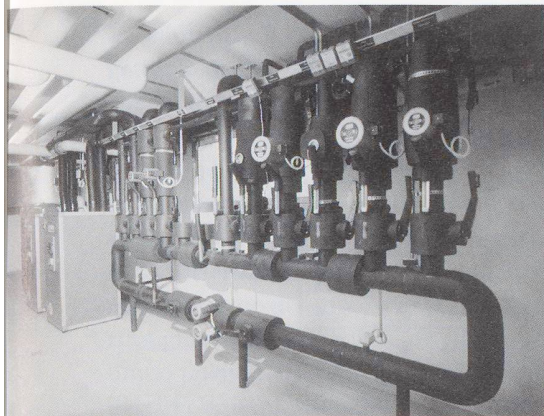


Figura 2

mico nella costruzione ha avuto luogo essenzialmente con l'inserimento dei pannelli assorbenti nella facciata dell'edificio e con lo sfruttamento di una parte dello scavo di costruzione per l'inserimento dell'accumulatore di calore stagionale.

La Figura 1 mostra il dettaglio del pannello che forma la facciata Sud dell'edificio. L'elemento collettore termico è rappresentato da una lastra di 8 cm di calcestruzzo di colore scuro, nel quale sono inserite le serpentine per la circolazione dell'acqua. Il complesso formato dal predetto collettore, dall'isolamento e da un pannello strutturale interno forma semplicemente l'elemento di facciata per una superficie totale di ca. 320 m².

Nella Figura 2, è indicato il sistema di accumulazione termica nel terreno che si sviluppa sulla metà Nord Est dell'edificio.



4 — Schema idraulico semplificato

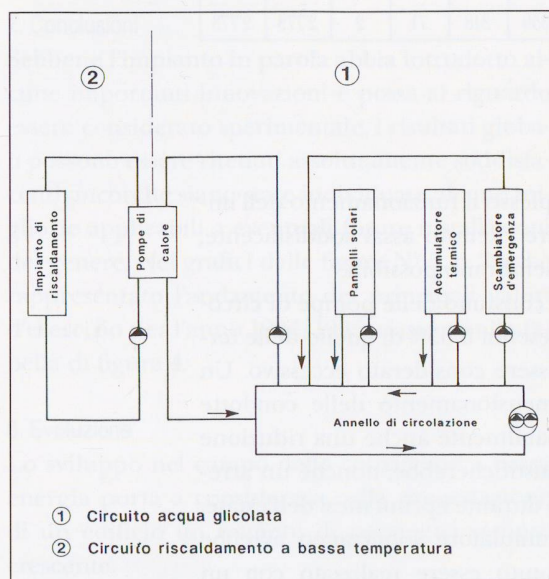


Figura 3

Lo schema idraulico semplificato dell'impianto di riscaldamento risulta dalla Figura 3. Su di un anello di circolazione vengono inseriti secondo precise regole i pannelli solari, l'accumulatore termico e l'alimentazione di emergenza che tuttavia sinora non è mai stata utilizzata. Sullo stesso anello sono inserite due termopompe che prelevano calore dal circuito primario ① e a fornirlo a un livello di temperatura leggermente più elevato al circuito secondario di riscaldamento a pavimento ②. La potenza elettrica di ogni termopompa di 8.4 kW permette di fornire una potenza termica totale di 67 kW, mentre il fabbisogno massimo dell'edificio è dell'ordine di 48 kW. La buona efficienza delle termopompe è dovuta al debole gradiente termico inferiore a 20 K tra i due circuiti appena menzionati.

Il concetto di regolazione è particolarmente semplice in quanto ognuno degli elementi del sistema comporta una sua pompa di circolazione che vie-

ne attivata sulla base di una misura differenziale di temperatura.

Si rinuncia in questa sede alla descrizione dell'impianto di produzione d'acqua calda sanitaria in quanto in uno stabile essenzialmente amministrativo esso assume un'importanza assai relativa, inoltre si tratta di un impianto a collettori termici vetrati piani, sistema già da lungo utilizzato e collaudato in molteplici edifici.

4. Esperienze di esercizio

Dopo quasi 5 anni di esercizio, è lecito affermare che l'impianto ha dato perfetta soddisfazione. Non si sono registrati guasti importanti, salvo la riparazione di perdite nel circuito idraulico, dovute purtroppo alla fornitura di elementi di congiunzione non perfettamente adeguati allo scopo. La messa a punto del sistema di regolazione ha richiesto qualche tempo, come d'altronde preventivato, ma non ha presentato difficoltà di principio. L'esercizio risulta difatti assai semplificato rispetto ad un riscaldamento tradizionale. Viene a mancare l'intervento dello spazzacamino, la revisione dei bruciatori e delle cisterne, nonché il relativo rischio di inquinamento del terreno o della falda. Grazie alla elevata coibentazione dell'edificio e alla relativa inerzia del riscaldamento a pavimento, periodi di grandi freddi vengono facilmente superati, inoltre sia il riscaldamento che la ventilazione possono essere interrotti durante il fine settimana senza alcuna difficoltà.

Le esperienze di esercizio possono considerarsi particolarmente positive.

5. Bilanci energetici

Dalla seguente tabella (figura 4) risultano i bilanci energetici durante l'esercizio giugno 1994 a maggio 1995 a titolo di esempio con valori espressi in MWh. Notasi che la radiazione solare indicata è quella di un anno medio calcolata sulla superficie dei pannelli esposti a sud. Dall'esame della tabella risultano alcuni dati interessanti.

L'energia captata durante l'anno di 90.7 MWh corrisponde a un rendimento teorico di 25.5% durante l'anno. Durante il periodo di riscaldamento da settembre a maggio il rendimento è stato leggermente più alto di 26.5%. Si nota che il rendimento è particolarmente basso nei mesi di agosto a ottobre con un valore dell'ordine di 10%. Questo scarso rendimento è dovuto alla temperatura nell'accumulatore del terreno di oltre 30°. Di fatto, elementi assorbenti come quelli previsti vedono il loro rendimento cadere e annullarsi praticamente per una temperatura di pochi gradi superiore ai 30°. A causa delle perdite per radiazione verso

	1994							1995					Totale Anno	Totale
	Giù.	Luglio	Agosto	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Gen.	Febb.	Marzo	Aprile	Maggio Sett.- magg.		
Radiazione solare (media) [MWh]	26.2	30.2	32.5	33.8	33.3	32.4	27.1	29.6	29.0	34.7	29.8	26.9	266.6	355.5
Energia solare captata [MWh]	6.8	7.7	5.9	3.0	4.4	5.1	8.6	10.6	10.6	12.6	7.8	7.6	70.3	90.7
Energia accumulata [MWh]	6.8	7.7	5.9	2.8	1.1	1.0	2.4	4.7	7.1	9.0	7.5	7.6	43.2	63.6
Prelevata da accumulatore [MWh]	-	-	-	0.4	2.8	7.3	11.2	6.9	4.0	3.8	1.8	0.1	38.2	38.2
Bilancio energia solare [MWh]	-	-	-	0.6	6.1	11.4	17.4	12.8	7.5	7.4	2.1	0.1	65.4	65.4
Motori pompe [MWh]	0.3	0.4	0.3	0.2	0.4	0.7	1.0	1.4	0.8	0.8	0.5	0.4	6.7	7.2
Termopompe [MWh]	-	-	-	0.2	0.9	3.5	5.2	4.8	2.5	2.4	0.7	0.1	20.3	20.3
Temperatura accumulatore terreno inizio mese [°C]	22°	27°	31°	32°	28°	22°	11°	5°	5°	9°	16°	19°	-	-
Ore funzionamento delle due termopompe [h]				11	101	478	736	705	350	318	71	2	2'773	2'773

Figura 4. Bilancio energetico esercizio Giugno 1994 - Maggio 1995 in MWh

l'ambiente il rendimento dell'accumulatore del terreno risulta nell'arco dell'anno di ca. 60% (38.2 MWh / 63.6 MWh).

Dall'esame dell'energia immessa nell'accumulatore e di quella prelevata risulta, oltre al trasferimento da un mese all'altro, un notevole effetto di compensazione durante ogni mese.

Con ciò l'accumulatore del terreno, malgrado il suo rendimento globale relativamente modesto, svolge un'importante funzione nel compensare le variazioni di fabbisogno giornalieri, settimanali e mensili oltre che stagionali.

È interessante notare che il consumo di energia elettrica delle pompe di circolazione con 7.2 MWh raggiunge ben il 35% di quello delle termopompe ed è perciò da considerarsi notevole.

Il bilancio annuo si presenta come segue:

- Fabbisogno del riscaldamento 74.6 MWh
- Consumo termopompe 20.2 MWh
- Consumo delle pompe di circolazione 7.3 MWh
- Consumo totale energia elettrica 27.5 MWh

da cui risulta un'efficienza delle termopompe di 3.7 (74.6 / 20.2), mentre l'efficienza totale dell'impianto risulta di 2.7 (74.6 MWh/termico / 27.5 MWh/elettrico).

6. Migliorie possibili

Sebbene nel complesso il funzionamento dell'impianto possa essere ritenuto assai soddisfacente, alcune migliorie sembrano possibili.

In primo luogo il consumo delle pompe di circolazione che rappresenta il 35% di quello delle termopompe, può essere considerato eccessivo. Un più generoso dimensionamento delle condotte idrauliche o probabilmente anche una riduzione delle portate si giustificerebbe, nonché un arresto dell'accumulo durante i primi mesi dell'estate. D'altro lato, l'accumulatore sotterraneo avrebbe probabilmente potuto essere realizzato con un maggior volume rispetto ai 1500 m³ effettivi, ciò che sarebbe stato possibile sfruttando per intero lo scavo della costruzione. Si sarebbe così potuto evitare di scendere nei mesi di gennaio e febbraio a temperature dell'ordine di 5°, ciò che ovviamente diminuisce l'efficienza delle termopompe. Inoltre, la resa dell'accumulatore termico avrebbe potuto essere notevolmente migliorata prevedendo un'isolamento verso l'esterno e non solo verso lo stabile.

I pannelli assorbenti raggiungono un grado di efficienza relativamente basso ma che corrisponde alle aspettative.

Se si tiene conto che l'anno preso come esempio non è stato uno dei più favorevoli dal punto di vi-

Elemento	Previsione teorica	Effettivo anno 1994/1995
Fabbisogno calorico	70 MWh	74.6 MWh
Consumo termopompe	16.6 MWh	20.2 MWh
Consumo pompe di circolazione	6.7 MWh	7.3 MWh
Efficienza globale dell'impianto	3.0	2.7

sta climatico, il confronto con le previsioni progettuali risulta globalmente assai soddisfacente, come illustrato dalla seguente tabella.

Notasi tuttavia che nell'anno precedente il consumo di energia elettrica era stato dello stesso valore, mentre il fabbisogno era di 70.4 MWh. Fra un esercizio e l'altro, è risultato un miglioramento dell'efficienza di ca. 6% dovuto in gran parte alla messa a punto del sistema di regolazione. Ulteriori migliorie della regolazione dell'impianto sembrano possibili in particolare fermando le pompe di circolazione durante alcuni mesi estivi ad esempio giugno e luglio.

7. Conclusioni

Sebbene l'impianto in parola abbia introdotto alcune importanti innovazioni e possa al riguardo essere considerato sperimentale, i risultati globali possono essere ritenuti assolutamente soddisfacenti ancorché siano state individuate alcune migliorie applicabili a eventuali future installazioni del genere. Nei grafici delle figure N° 5, 6, 7 e 8 è rappresentato l'andamento dei principali valori d'esercizio per l'anno 1994/1995, riassunti alla tabella di figura 4.

8. Evoluzione

Lo sviluppo nel campo delle costruzioni a bassa energia porta a considerare nella progettazione di un edificio un numero di parametri sempre crescente.

Oltre alle considerazioni più evidenti legate all'ottimizzazione

- dell'isolamento termico e della forma dell'involucro
- dell'utilizzo dell'energia solare attiva e passiva
- del recupero energetico

si tende sempre più a valutare il consumo energetico e il carico ambientale di uno stabile nella sua globalità; energia necessaria:

- alla costruzione (energia grigia dei materiali, provenienza e messa in opera)
- alla manutenzione e alle ristrutturazioni nel tempo

alla demolizione e allo smaltimento o al recupero dei materiali.

Non si devono inoltre tralasciare aspetti non direttamente legati all'edificio stesso, ma alla sua ubicazione e ai suoi utenti:

- distanza, ad esempio, abitazione - luogo di lavoro
- distanza da mezzi di trasporto pubblici.

L'accrescimento della complessità delle tematiche legate alle costruzioni a bassa energia rende sempre più necessario operare sin dall'inizio della progettazione tenendo conto dell'obiettivo da raggiungere, sviluppando un concetto energetico chiaro, in stretta collaborazione con gli specialisti. Solo la verifica dei risultati ottenuti con i progetti precedenti può portare ad una ottimizzazione delle soluzioni da adottare nelle costruzioni successive.

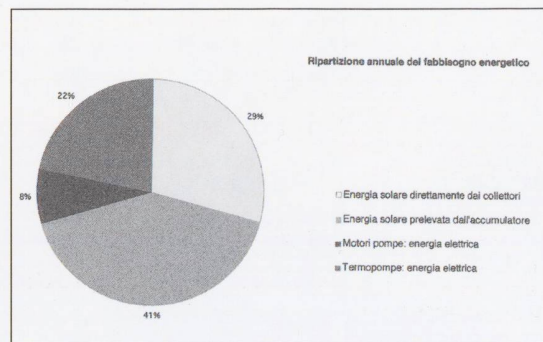
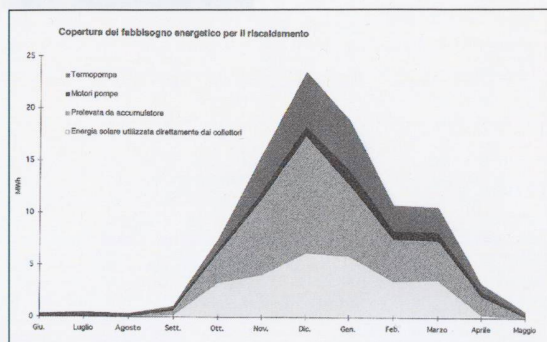
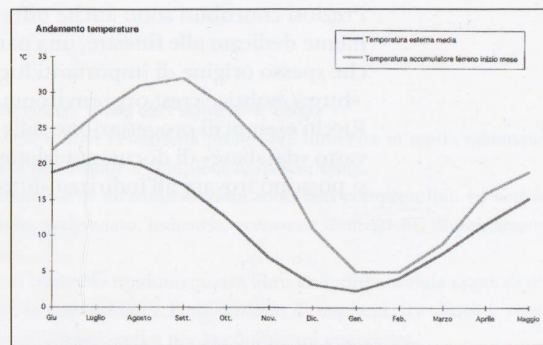
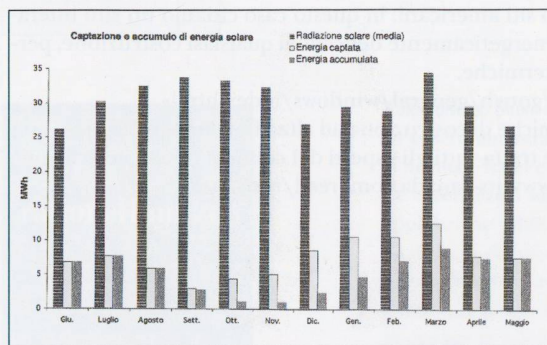


Figura 7

Figura 8