



CITTA' DI TORINO

ALLEGATO ENERGETICO - AMBIENTALE

AL REGOLAMENTO EDILIZIO DELLA CITTÀ DI TORINO

NOTA BENE

In relazione all'utilizzo del parametro edilizio "SUL" presente nell'Allegato Energetico-Ambientale, si richiama l'articolo 27 bis "Disposizione transitoria" del Regolamento Edilizio, introdotto con deliberazione del Consiglio Comunale del 20 marzo 2006 (n. mecc. 2006 00286/038):

"Fino all'adeguamento previsto dall'art. 12, comma 5, della Legge Regionale 8 luglio 1999, n. 19, ai fini della verifica degli indici di edificabilità, in luogo della definizione di cui al precedente articolo 18 "Superficie utile lorda della costruzione (Sul)", continua ad essere vigente la definizione contenuta nel Piano Regolatore Generale relativa alla "Superficie lorda di pavimento (S.L.P.)" di cui all'art. 2 delle NUEA."

INDICE

REQUISITI COGENTI	3
Art. 1 - Predisposizione per impianto centralizzato / allacciamento alla rete di teleriscaldamento / installazione impianti solari per i nuovi edifici.....	3
Art. 2 - Isolamento termico ad alte prestazioni dell'involucro edilizio per gli edifici esistenti	4
Art. 3 - Installazione di caldaie a basse emissioni inquinanti (LOW Nox)	4
Art. 4 – Contabilizzazione individuale del calore	5
Art. 5 - Risparmio idrico.....	5
REQUISITI VOLONTARI INCENTIVATI	6
DESTINAZIONI D'USO	8
Isolamento termico dell'involucro edilizio	9
Inerzia termica dell'involucro edilizio.....	12
Illuminazione naturale – fattore medio di luce diurna	14
Ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti.....	19
Apporti solari passivi e attivi per il riscaldamento degli ambienti con sistemi specifici di captazione dell'energia solare.....	21
Preparazione acqua calda sanitaria mediante impianti solari termici	24
Impianto di ventilazione meccanica controllata	26
Impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti con sistemi radianti	28
Impianto di riscaldamento ambienti con caldaie a quattro stelle di efficienza energetica	29
Adozione di impianto di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma	30
Recupero acque piovane a fini irrigui	31
PUNTEGGI DI SINERGIA	33
APPENDICE – LINEE GUIDA E CONSIGLI PROGETTUALI	34

REQUISITI COGENTI

Art. 1 - Predisposizione per impianto centralizzato / allacciamento alla rete di teleriscaldamento / installazione impianti solari per i nuovi edifici

Ad integrazione della normativa sovraordinata in materia¹, si prevede che tutti i nuovi edifici (o integralmente ricostruiti) a carattere residenziale che abbiano almeno 4 unità abitative e terziario (min. 400 m² SUL) debbano prevedere almeno le predisposizioni atte a consentire l'allaccio al teleriscaldamento nonché la realizzazione di un impianto centralizzato di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria, ovvero:

- il possibile allaccio alla rete di teleriscaldamento;
- la possibile realizzazione di un impianto centralizzato di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria;
- la possibile installazione di un impianto solare termico e/o fotovoltaico sul manto di copertura dell'edificio.

Le suddette predisposizioni consistono in:

1. individuazione di una superficie di copertura dell'edificio orizzontale o inclinata (esposta verso i quadranti Sud-Est, Sud e Ovest), di dimensioni pari ad almeno il 25% della superficie coperta, ombreggiata per non più del 10% da parti dell'edificio stesso nei mesi più sfavoriti di Dicembre e Gennaio. Tale superficie dovrà essere mantenuta libera da elementi architettonici quali comignoli, abbaini, volumi tecnici, ecc. Sono ammesse superfici di dimensioni ridotte rispetto a quanto sopra indicato ove venga dimostrata l'impossibilità tecnica di ottemperarvi. Sono fatti gli salvi gli edifici ricadenti nella Zona Centrale Storica, come delimitata dal P.R.G. (in base alle indicazioni dell'art.39 bis del Regolamento Edilizio);

2 - realizzazione di un locale tecnico, di dimensioni e caratteristiche adeguate ad ospitare:

- una centrale termica a combustibile gassoso o, in alternativa, una sottostazione di scambio della rete di teleriscaldamento. La verifica dimensionale deve essere soddisfatta per entrambe le tipologie di fonte energetica. La potenzialità della suddetta centrale termica/sottostazione deve essere pari a quanto risultante dalla Relazione Tecnica di cui all'art. 8 del Decreto Lgs. 19 Agosto 2005, n. 192 e s.m.i., dimensionata sull'intero organismo edilizio con previsione di impianto centralizzato per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria.
- gli accumuli per un impianto solare termico nella misura di 50 litri per ogni m² di superficie disponibile per l'impianto solare come definita dal precedente punto 1.

3. un condotto di evacuazione fumi sfociante a tetto, di dimensioni e caratteristiche adeguate alla tipologia di generatore di calore previsto nel caso di impianto centralizzato per il riscaldamento degli ambienti e la produzione di acqua calda sanitaria, in accordo a quanto previsto dalle norme UNI vigenti.

¹ Vedasi le prescrizioni contenute nel D.L. n.192/2005 (allegato D) e s.m.i.

4. una canalizzazione collegante detto locale tecnico al suolo pubblico stradale, di dimensioni e caratteristiche adeguate ad ospitare, anche in un secondo tempo laddove se ne presenti, indifferentemente o le tubazioni di allacciamento alla rete di teleriscaldamento o le tubazioni di fornitura da rete del combustibile gassoso

5. un cavedio di collegamento tra il locale tecnico e il manto di copertura (in relazione alla superficie di cui al precedente punto 1) per il passaggio delle tubazioni di mandata e ritorno e del collegamento elettrico dei sensori di un possibile impianto solare termico, o delle linee elettriche di un possibile impianto fotovoltaico, dimensionato secondo le indicazioni della tabella "Dimensioni minime dei cavedi relativi alle opere di predisposizione all'utilizzo degli impianti di teleriscaldamento o centralizzati" allegata.

6. una serie di cavedi per la posa delle colonne montanti di distribuzione dell'acqua calda per il riscaldamento degli ambienti e per gli usi sanitari dimensionati secondo le indicazioni della tabella "Dimensioni minime dei cavedi relativi alle opere di predisposizione all'utilizzo degli impianti di teleriscaldamento o centralizzati" allegata.

7. una serie di cavedi per la posa delle diramazioni dalle colonne montanti di distribuzione dell'acqua calda per il riscaldamento degli ambienti e per gli usi sanitari ai collettori presenti all'interno delle singole unità immobiliari. Tali cavedi, dovranno avere lunghezza massima di 3 m e sezione minima di 15 cm per 15 cm.

Tutti i cavedi previsti dai commi precedenti dovranno presentare andamento il più possibile rettilineo e opportune aperture su spazi non privati dalle quali facilitare l'inserimento delle tubazioni.

Art. 2 - Isolamento termico ad alte prestazioni dell'involucro edilizio per gli edifici esistenti

Negli interventi edilizi su edifici esistenti (ad esclusione di immobili industriali a "tipologia capannone" o equivalenti destinati a lavorazioni industriali di tipo tradizionale) che prevedono la sostituzione dei serramenti esterni è fatto obbligo di installare esclusivamente serramenti dotati di un valore di trasmittanza termica U non superiore a $2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ (valore medio vetro/telaio). Tale limite potrà essere aumentato sino ad un massimo di $4,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ per i serramenti su fronte strada delle attività commerciali.

Negli interventi edilizi su edifici esistenti che prevedano la sostituzione o la rimozione ed il riposizionamento del manto di copertura è fatto obbligo di realizzare una trasmittanza termica equivalente U tra l'ultimo piano abitabile e lo spazio esterno non superiore a $0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$, dimostrabile mediante calcolo come da norma UNI EN 832.

I limiti di trasmittanza termica dettati dal presente articolo risultano vigenti salvo indicazioni più restrittive sancite da una normativa sovraordinata.

Art. 3 - Installazione di caldaie a basse emissioni inquinanti (LOW Nox)

In tutti i casi di sostituzione o di nuovo impianto del generatore di calore o del bruciatore è fatto obbligo di utilizzare generatori di calore con bruciatori ad emissione di $\text{NOx} < 120 \text{ mg/kWh}$ se alimentati a gasolio e $< 80 \text{ mg/kWh}$ se alimentati a metano o GPL.

Art. 4 – Contabilizzazione individuale del calore

Negli interventi edilizi su edifici esistenti costituiti da più unità immobiliari con impianto di riscaldamento centralizzato che prevedano indifferentemente la sostituzione del generatore o il rifacimento della rete di distribuzione del calore è fatto obbligo di applicare sistemi di regolazione e contabilizzazione del calore individuali per ogni unità immobiliare, così da garantire che i costi relativi possano venire ripartiti in quota parte sulla base dei consumi reali effettuati da ogni singola unità immobiliare. Gli strumenti di contabilizzazione dovranno essere in grado di assicurare un errore $< \pm 5\%$ (con riferimento alle norme UNI EN 1434 e UNI EN 834).

In ogni caso tutti gli edifici costituiti da più unità immobiliari con impianto di riscaldamento centralizzato dovranno prevedere l'adozione dei suddetti sistemi di contabilizzazione entro la data del 31/12/2010.

Art. 5 - Risparmio idrico

Tutti i nuovi edifici (o integralmente ricostruiti) a carattere residenziale e terziario devono prevedere l'utilizzo di sistemi individuali per ogni singola unità immobiliare di contabilizzazione del consumo di acqua potabile, così da garantire che i costi relativi vengano ripartiti in base ai consumi reali effettuati da singola unità immobiliare.

E' fatto inoltre obbligo di dotare i servizi igienici dei seguenti dispositivi per il contenimento dei consumi idrici:

- per le destinazioni d'uso non residenziali: temporizzatori che interrompono il flusso dopo un tempo predeterminato;
- per tutte le destinazioni d'uso: sciacquoni per WC a due livelli o con tasto di fermo per graduazione continua (un dispositivo comandabile manualmente che consenta in alternativa: la regolazione continua, in fase di scarico, del volume di acqua scaricata; la regolazione, prima dello scarico, di almeno due diversi volumi di acqua: il primo compreso tra 7 e 12 litri e il secondo compreso tra 5 e 7 litri). Sono vietati gli sciacquoni a rubinetto;
- per tutte le destinazioni d'uso: sistemi, installati in rubinetti e docce, che, mantenendo o migliorando le caratteristiche del getto d'acqua, riducano il flusso da 15-20 l/min. a 7-10 l/min.

E' inoltre consigliata, ove possibile, l'adozione di miscelatori dotati di limitatore meccanico di portata

Per gli edifici esistenti i provvedimenti di cui sopra si applicano nel caso di interventi di manutenzione straordinaria che interessino i servizi igienici.

REQUISITI VOLONTARI INCENTIVATI

Al fine di minimizzare i consumi energetici e gli impatti ambientali derivanti dalle costruzioni edilizie e migliorarne il comfort ambientale interno, sono stati individuati ulteriori requisiti prestazionali, non aventi carattere prescrittivo, ma incentivati con misure nell'ambito della disciplina degli oneri concessori:

Tali requisiti, descritti in singole schede esplicative, riguardano i seguenti aspetti:

- ❑ Isolamento termico dell'involucro edilizio;
- ❑ Inerzia termica dell'involucro edilizio;
- ❑ Illuminazione naturale – fattore medio di luce diurna;
- ❑ Ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti;
- ❑ Apporti solari passivi e attivi per il riscaldamento degli ambienti con sistemi specifici di captazione dell'energia solare;
- ❑ Preparazione acqua calda sanitaria mediante impianti solari termici;
- ❑ Impianto di ventilazione meccanica controllata;
- ❑ Impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti con sistemi radianti;
- ❑ Impianto di riscaldamento ambienti con caldaie a quattro stelle di efficienza energetica;
- ❑ Adozione di impianto di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma;
- ❑ Recupero acque piovane a fini irrigui;

Per ogni requisito vengono indicati obiettivi e parametri necessari per il controllo del soddisfacimento del requisito stesso.


I requisiti che verranno presi come riferimento per la progettazione dell'organismo edilizio potranno essere liberamente scelti tra quelli proposti dall'allegato.

Ogni requisito prevede uno o più punteggi correlati al grado di prestazione raggiunto. Inoltre, sono previsti tre bonus di sinergia, al fine di massimizzare i benefici derivanti dall'integrazione di diversi e complementari requisiti.

In appendice sono inoltre riportati consigli progettuali e bibliografia di riferimento quale contributo per l'approfondimento dei diversi requisiti.

Per quanto riguarda il rapporto tra i punteggi ottenibili e il relativo incentivo nell'ambito della disciplina degli oneri concessori, si rimanda al Regolamento Comunale in Materia di Disciplina del Contributo di Costruzione.

Il punteggio ed i relativi incentivi correlati al soddisfacimento dei requisiti volontari indicati nel presente Allegato potranno essere riferiti ai singoli organismi edilizi di riferimento. Per organismo edilizio di riferimento si intende un edificio o ambiente, indipendente o contiguo ad altre costruzioni od ambienti, purché sia da esse scorporabile agli effetti degli interventi relativi ai requisiti che si intendono soddisfare.



In sede di presentazione della domanda di incentivo nell'ambito della disciplina degli oneri concessori, il progettista dovrà asseverare che le opere sono progettate conformemente ai requisiti per i quali si richiede l'incentivo (vedi modello allegato).

Parallelamente, in sede di dichiarazione di fine lavori, il direttore dei lavori dovrà asseverare che le opere sono state eseguite conformemente ai requisiti per i quali si richiede l'incentivo (vedi modello allegato).

Gli incentivi di cui sopra risultano applicabili salvo l'introduzione di norme sovraordinate che rendano obbligatori i requisiti prestazionali contenuti nelle schede del presente Allegato.

DESTINAZIONI D'USO

Ai fini dell'applicazione dei requisiti previsti dal presente Allegato, per quanto riguarda gli ambiti di applicazione (destinazione d'uso degli edifici), si fa riferimento alle destinazioni d'uso previste dal DPR 412/93, riportate di seguito.

Secondo la classificazione adottata, gli edifici sono classificati in base alla loro destinazione d'uso nelle seguenti categorie:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1(1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1(2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

E.1(3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico;

E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili:

E.4(1) quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi;

E.4(2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;

E.4(3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:

E.6(1) piscine, saune e assimilabili;

E.6(2) palestre e assimilabili;

E.6(3) servizi di supporto alle attività sportive;

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;

E.8 Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

progetto di elementi di involucro edilizio caratterizzati da ridotta trasmittanza termica, al fine di limitare i consumi energetici per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

progettazione delle prestazioni di isolamento termico dei principali elementi dell'involucro edilizio (trasmittanza termica U di solai, pareti opache, serramenti, strutture di copertura, ecc.).

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

Nell'ambito della relazione di calcolo relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici dovrà risultare verificato il requisito inerente i valori relativi alla trasmittanza termica U degli elementi dell'involucro edilizio:

Livello 1:

- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{COPERTURA (PIANA E/O A FALDE)}} \leq 0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SOLAI VERSO SOTTOTETTI NON ABITABILI, VERSO AMBIENTI NON RISCALDATI}} \leq 0,40 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{PARETI ESTERNE}} \leq 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica globale $U_{\text{SERRAMENTI}} \leq 2,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{VERSO AMBIENTI RISCALDATI A TEMPERATURA INFERIORE}} \leq 0,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SISTEMA EDIFICIO TERRENO PER SOLAI ORIZZONTALI SUL SUOLO E SOLAI SU PILOTIS}} \leq 0,35 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Livello 2:

- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{COPERTURA (PIANA E/O A FALDE)}} \leq 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SOLAI VERSO SOTTOTETTI NON ABITABILI, VERSO AMBIENTI NON RISCALDATI}} \leq 0,30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{PARETI ESTERNE}} \leq 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica globale $U_{\text{SERRAMENTI}} \leq 1,70 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{VERSO AMBIENTI RISCALDATI A TEMPERATURA INFERIORE}} \leq 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SISTEMA EDIFICIO TERRENO PER SOLAI ORIZZONTALI SUL SUOLO E SOLAI SU PILOTIS}} \leq 0,25 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

Livello 3:

- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{COPERTURA (PIANA E/O A FALDE)}} \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
- ❑ trasmittanza termica $U_{\text{SOLAI VERSO SOTTOTETTI NON ABITABILI, VERSO AMBIENTI NON RISCALDATI}} \leq 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

- K;
- trasmittanza termica $U_{\text{PARETI ESTERNE}} \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
 - trasmittanza termica globale $U_{\text{SERRAMENTI}} \leq 1,40 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
 - trasmittanza termica $U_{\text{VERSO AMBIENTI RISCALDATI A TEMPERATURA INFERIORE}} \leq 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;
 - trasmittanza termica $U_{\text{SISTEMA EDIFICIO TERRENO PER SOLAI ORIZZONTALI SUL SUOLO E SOLAI SU PILOTIS}} \leq 0,15 \text{ W/m}^2 \text{ K}$.

I valori limite della trasmittanza termica U sopra indicati si devono considerare a ponte termico corretto, secondo la vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione di calcolo relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici dovrà risultare verificato il requisito inerente la trasmittanza U :

Ad esempio, per gli elementi opachi dell'edificio a contatto con l'aria esterna (pareti opache piane pluristrato), in regime statico:

$$U = 1 / R_T$$

dove:

R_T è la resistenza termica totale di un componente piano per l'edilizia, costituito da strati termicamente omogenei perpendicolari al flusso termico

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

dove:

R_{si} è la resistenza superficiale interna;

R_1, R_2, \dots, R_n sono le resistenze termiche utili di ciascuno strato;

R_{se} è la resistenza superficiale esterna.

Per la verifica della trasmittanza termica degli elementi opachi dell'edificio a contatto con l'aria esterna utilizzare la norma UNI EN ISO 6946;

Per la verifica della trasmittanza termica degli elementi in contatto termico con il terreno utilizzare la norma UNI EN ISO 13370;

Per la verifica della trasmittanza termica degli elementi trasparenti, utilizzare la norma UNI EN ISO 10077-1;

Per quanto riguarda le proprietà dei materiali opachi (conduttività termica o resistenza termica), se il produttore non certifica il valore utile di calcolo per il materiale in opera, queste andranno desunte dalla norma UNI 10351 o dalla norma UNI 10355.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore";

UNI 10355 "Murature e solai. Valore della resistenza termica e metodo di calcolo";

UNI EN ISO 6946 "Componenti ed elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo";

UNI EN ISO 10077-1 "Prestazione termica di finestre, porte, chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato";

UNI EN ISO 13370 "Prestazione termica degli edifici. Trasferimento di calore attraverso il terreno. Metodi di calcolo;

UNI EN ISO 13789 "Prestazione termica degli edifici. Coefficiente di perdita di calore per trasmissione. Metodo di calcolo;

UNI EN ISO 14683 "Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento";

Articolo 18, comma n) del Regolamento Edilizio della Città di Torino;

Decreto Legislativo 19 Agosto 2005, n. 192, "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se i valori di trasmittanza degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 1, il punteggio acquisibile è di 10 Punti;

se i valori di trasmittanza degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 2, il punteggio acquisibile è di 12 Punti;

se i valori di trasmittanza degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 3, il punteggio acquisibile è di 14 Punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Misurazione della temperatura dell'aria interna ed esterna e della potenza per unità di superficie dispersa con sistema integrato per componenti di involucro a campione e conseguente verifica dei valori di trasmittanza dichiarati.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento della qualità igienico – ambientale interna alle costruzioni; utilizzo della massa edilizia come volano termico per evitare condizioni di surriscaldamento o eccessivo raffreddamento all'interno dell'edificio.

Campo di applicazione:

progettazione delle chiusure opache dell'involucro edilizio in modo tale da garantire un'adeguata inerzia termica.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati, comunque nel solo caso in cui sia assente un sistema centralizzato di condizionamento estivo degli ambienti.

Requisito:

Posto che l'inerzia termica viene misurata dal coefficiente di sfasamento medio (ponderale) Δt_f delle chiusure opache che misura la capacità di accumulare calore e quindi di attenuare e ritardare gli effetti delle variazioni di temperatura esterna.

La verifica deve essere effettuata per le pareti perimetrali e per il solaio a copertura della superficie abitabile dell'ultimo piano.

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare verificato il requisito inerente i valori relativi allo sfasamento degli elementi dell'involucro edilizio:

Livello 1:

- coefficiente di sfasamento delle pareti perimetrali opache $\geq 9,0$ h;
- coefficiente di sfasamento del solaio orizzontale $\geq 10,0$ h.

Livello 2:

- coefficiente di sfasamento delle pareti perimetrali opache $\geq 10,0$ h;
- coefficiente di sfasamento del solaio orizzontale $\geq 11,0$ h.

Deve inoltre essere fornita apposita certificazione delle caratteristiche fisico tecniche dei materiali impiegati da parte di istituti riconosciuti dalla UE.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare verificato il requisito inerente il coefficiente di sfasamento:

come da norma UNI EN ISO 13786 "Prestazione termica dei componenti per edilizia: Caratteristiche termiche dinamiche; Metodo di calcolo",

coefficiente di sfasamento [ore] = $\Delta t_f = (T/2\pi) \times \arg(Z_{12})$

con:

T = periodo delle variazioni considerato (86400 s = 24 ore);

Z₁₂ = elemento₁₂ della matrice di trasferimento del componente edilizio.

NOTA: Il calcolo del coefficiente di sfasamento Δt_f dovrà essere effettuato mediante i fogli di lavoro Excel® in allegato.

Per quanto riguarda il valore relativo alla conduttività termica - resistenza termica dei materiali, se il produttore non certifica il valore utile di calcolo per il materiale in opera, queste andranno desunte dalla norma UNI 10351 o dalla norma UNI 10355.

Per quanto riguarda i valori relativi alla densità ρ e al calore specifico c dei materiali, si dovrà fare riferimento alle certificazioni rilasciate da Istituti accreditati dall'Unione Europea.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI 10351 "Materiali da costruzione. Conduttività termica e permeabilità al vapore";

UNI 10355 "Murature e solai. Valore della resistenza termica e metodo di calcolo";

UNI EN ISO 6946 "Componenti e elementi per l'edilizia. Resistenza termica e trasmittanza termica. Metodo di calcolo".

UNI EN ISO 13786 "Prestazione termica dei componenti per edilizia: Caratteristiche termiche dinamiche; Metodo di calcolo";

Articolo 18, comma n) del Regolamento Edilizio della Città di Torino.

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se i valori del coefficiente di sfasamento degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 1, il punteggio acquisibile è di 4 Punti;

se i valori del coefficiente di sfasamento degli elementi dell'involucro soddisfano le soglie del livello 2, il punteggio acquisibile è di 6 Punti.

Metodologia di controllo (fase di edificazione):

Controlli in sito sull'effettivo utilizzo dei materiali e delle stratigrafie dichiarati.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

Agevolare l'utilizzo appropriato dell'illuminazione naturale ovunque fattibile.

Campo di applicazione:

progettazione delle superfici trasparenti e controllo fattore medio di luce diurna.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne gli edifici a tipologia:

E.4 Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili: E.4(3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", per i quali la superficie utile sia prevalentemente distribuita al piano terreno.

Requisito:

Fattore medio di luce diurna $FLD_M \geq 3\%$ per principali spazi ad uso diurno (ad esclusione degli ambienti di servizio come ad esempio bagni, corridoi, ripostigli, cantine, garage, locali tecnici).

Nel caso di piani dell'edificio nei quali la superficie destinata ad uso diurno non superi il 30% del totale, non sarà applicato l'incentivo per l'intero piano considerato.

Il calcolo del FLD deve essere fatto considerando soltanto le superfici trasparenti che si affacciano direttamente all'esterno dell'edificio.

Nel caso in cui il valore del $FLD_M \geq 4\%$, il requisito si intende soddisfatto esclusivamente se risulta soddisfatto il requisito n. 5 relativo all'ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Fattore medio di luce diurna FLD_M :

$$FLD_M = \frac{A_F * t * \varepsilon}{S_{TOT} * (1 - r_M)} \psi$$

con:

A_F = superficie vetrata della finestra (considerabile in mancanza di dati più precisi = $0,75 * A_I$, con A_I = area lorda dell'infisso);

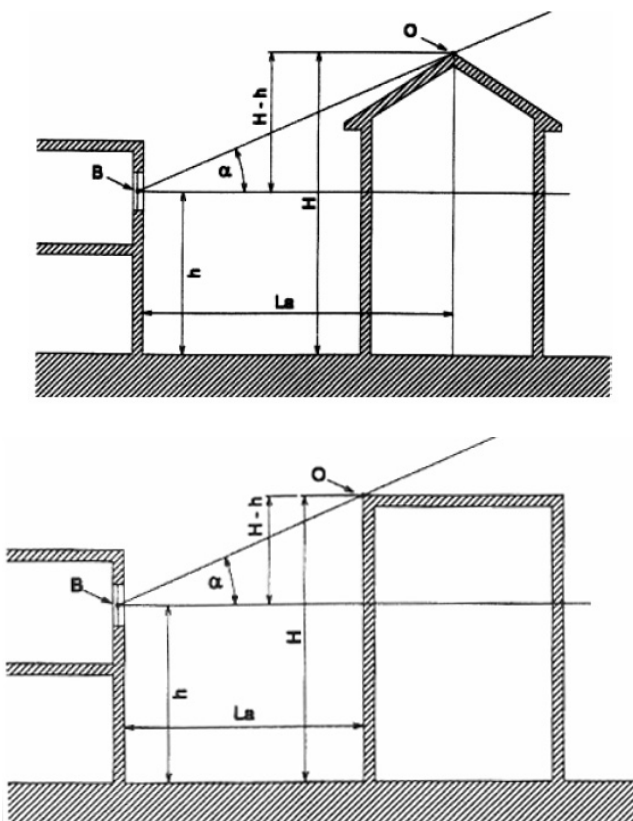
t = coefficiente di trasmissione luminosa del vetro:

Vetro semplice chiaro o stratificato chiaro	0,90
Vetrocamera trasparente normale	0,80
Vetrocamera bassoemissivo	0,70

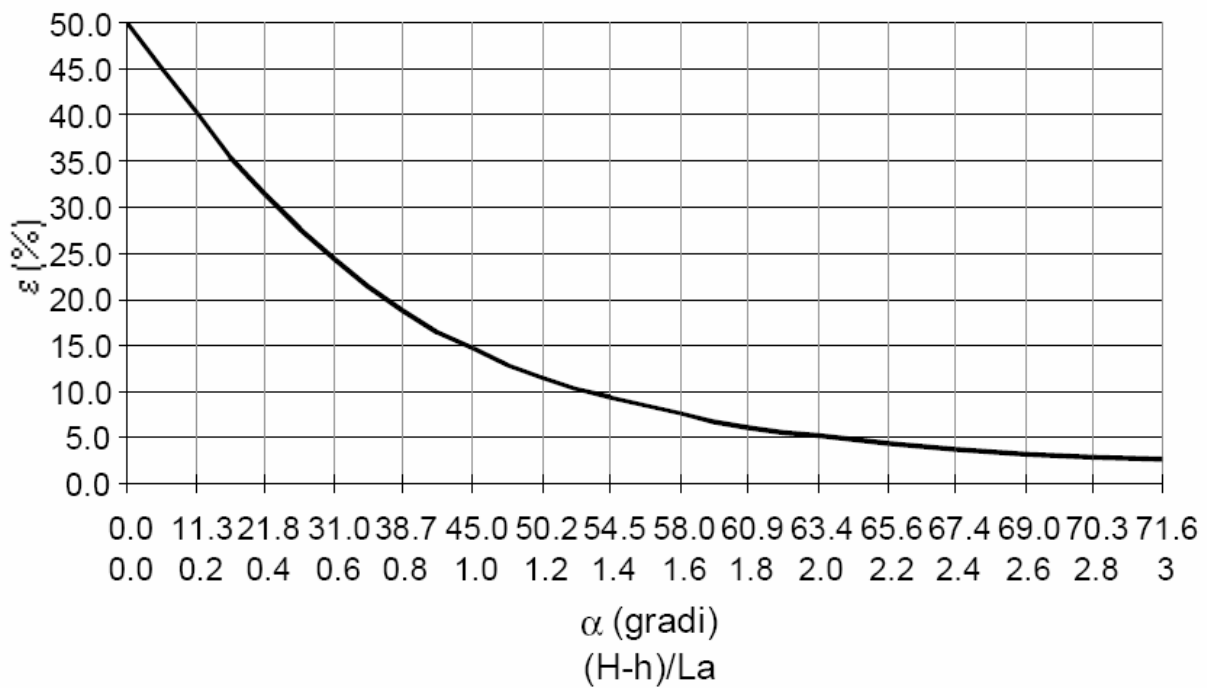
Per i sistemi di vetratura differenti, adottare il valore del coefficiente di trasmissione luminosa indicato dal produttore (specificare modello e produttore).

ε = fattore finestra = $(1 - \sin \alpha) / 2$

con α = angolo piano di altitudine che sottende la parte ostruita di cielo (per ostruzioni poste di fronte alla finestra del locale considerato):



h = altezza del baricentro B della finestra al piano stradale;
 H = altezza del fabbricato contrapposto dal piano stradale;
 L_a = distanza tra il fabbricato contrapposto (o ostacolo) e la finestra.

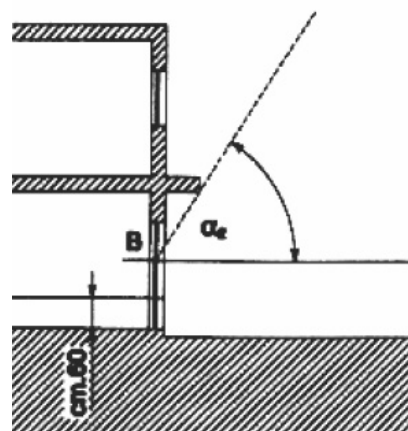


oppure

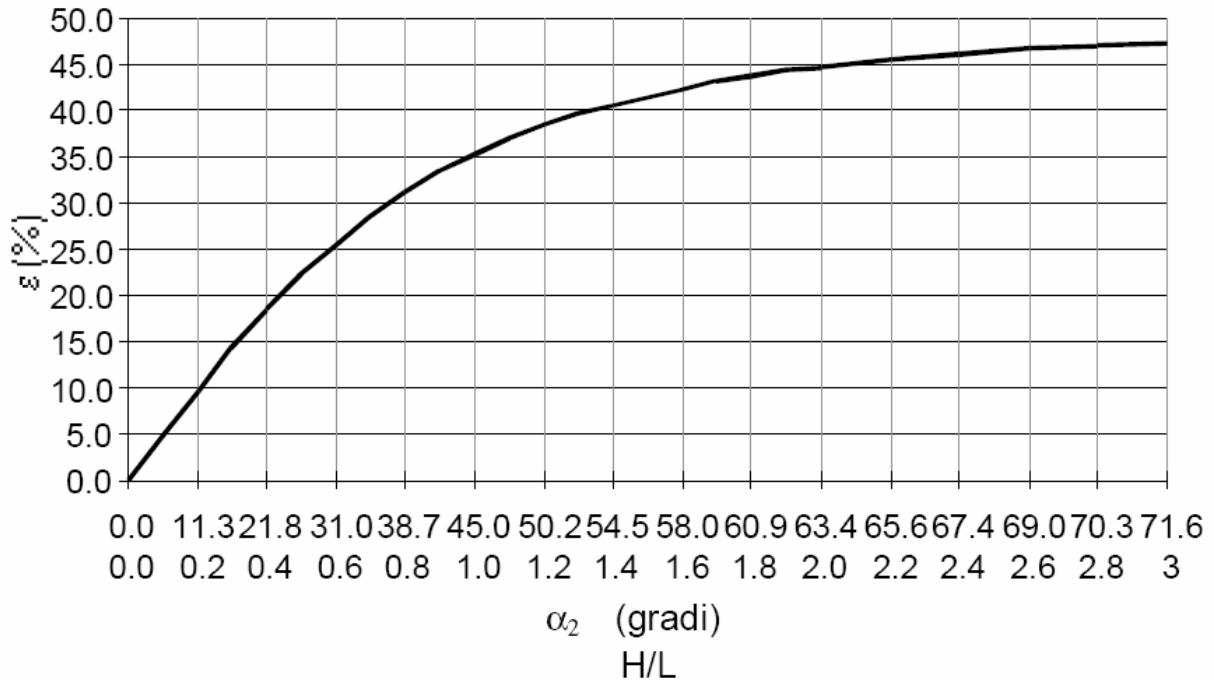
$$\epsilon = \text{sen } \alpha_2 / 2$$

con α_2 = angolo piano che sottende la parte visibile del cielo (per ostruzioni a "loggia"):

**OSTRUZIONE
NELLA PARTE SUPERIORE**



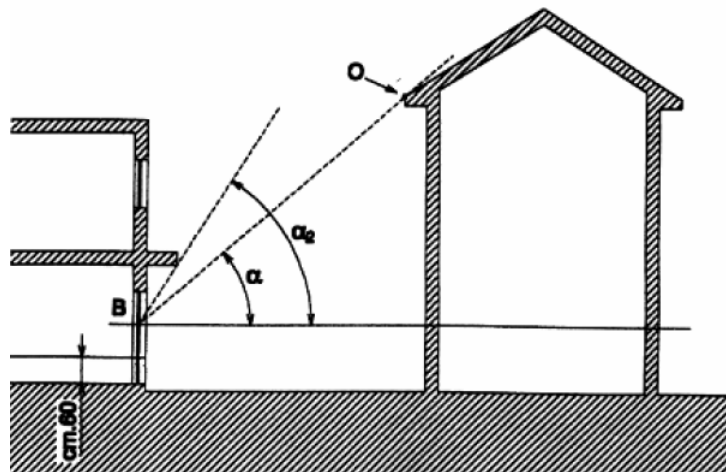
Porta finestra con parte inferiore opaca (h parte opaca = 60 cm)



In caso di presenza di entrambe le ostruzioni:

$$\epsilon = (\text{sen } \alpha_2 - \text{sen } \alpha) / 2$$

OSTRUZIONE NELLA PARTE SUPERIORE E FRONTALE

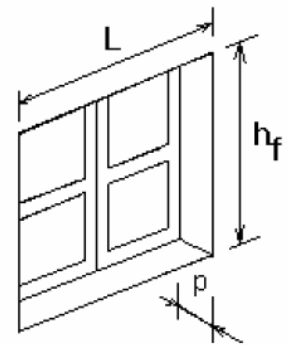
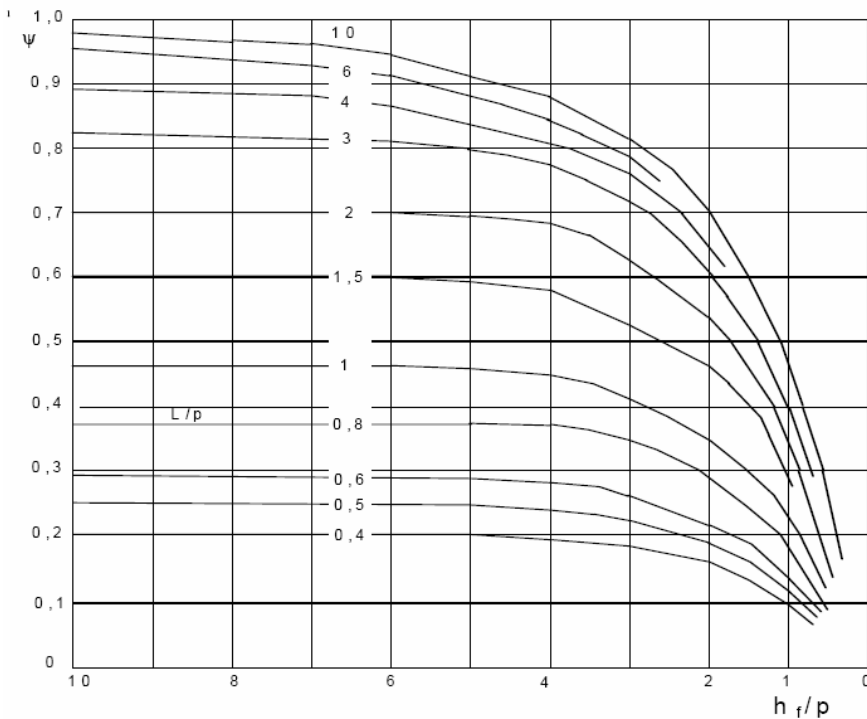


Porta finestra con parte inferiore opaca (h parte opaca = 60 cm)

S_{TOT} = totale delle superfici che delimitano l'ambiente interno (compresa la superficie trasparente);

r_M = coefficiente medio pesato di riflessione luminosa delle superfici interne (assumere un valore di calcolo uguale a 0,7).

ψ = coefficiente di riduzione del fattore finestra



ascisse: h_f / p

ordinate: ψ

curve: L / p

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il valore del FLD_M è $\geq 3\%$, il punteggio acquisibile è di 3 punti
se il valore del FLD_M è $\geq 4\%$, il punteggio acquisibile è di 5 punti

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Verifica in sito: misurazione con luxmetro dei valori di illuminamento interno E_I (in tre punti ad altezza 0,90 metri dal pavimento ed allineati ad una distanza di 1,50 metri dalle pareti contenenti le finestre e superiore a 0,60 metri dalle pareti laterali) ed esterno E_E (su piano orizzontale scoperto e senza irraggiamento diretto del sole); $FLD_M = E_{IM} / E_{EM}$ con:

E_{IM} = media dei valori di illuminamento interno;

E_{EM} = media dei valori di illuminamento esterno

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

ottimizzazione dell'ombreggiamento delle chiusure esterne trasparenti per limitare gli apporti solari nel periodo estivo.

riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento ambientale, basandosi sull'utilizzo di apporti solari passivi.

Campo di applicazione:

progettazione volumetrica; progettazione delle superfici trasparenti dell'involucro edilizio; definizione della configurazione geometrica delle schermature solari (aggetti, schermature).

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

Tutti gli elementi trasparenti verticali, presenti nei quadranti di orientamento Est, Sud e Ovest, i quali presentano un ombreggiamento uguale o superiore al 70% nel periodo estivo il *21 Luglio* alle ore 11, 13, 15, 17 (*ora solare*) ed inferiore al 30% nel periodo invernale il *21 Dicembre* alle ore 10, 12, 14 (*ora solare*), generano un incentivo sulla Superficie Utile Lorda servita.

La verifica va effettuata mediante la definizione delle maschere di ombreggiamento relative alle schermature solari poste in corrispondenza di tutti gli elementi trasparenti che rispettano il requisito (vedi istruzioni, diagramma solare polare e il goniometro di ombreggiamento solare in allegato).

Le schermature solari dovranno essere presenti su tutte le superfici trasparenti degli spazi principali (ad esclusione degli ambienti di servizio come ad esempio bagni, ripostigli, cantine, garage, locali tecnici, ecc.).

Nel caso esistano elementi trasparenti posti sulle facciate dell'edificio ombreggiati a causa di ostacoli interni o esterni al lotto il 21 Luglio alle ore 11, 13, 15, 17 (*ora solare*), tali elementi non potranno generare un incentivo sulla superficie servita.

Nel caso di destinazione d'uso E.1 "Edifici adibiti a residenza ed assimilabile" o E.3 "Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici", il soddisfacimento del requisito di ombreggiamento delle superfici trasparenti presenti in un ambiente genera un potenziale incentivo sulla SUL dell'ambiente stesso.

In tutte le altre destinazioni d'uso ammesse, il soddisfacimento del requisito di ombreggiamento delle superfici trasparenti presenti in un ambiente genera un potenziale incentivo sulla SUL dell'ambiente

stesso, con un massimo di 7 m² di SUL per ogni m² di superficie trasparente.

Negli ambienti dotati di più di una superficie trasparente, nel caso solo una parte di esse soddisfi il requisito, il potenziale incentivo viene calcolato su di una quota della SUL proporzionata all'incidenza della superficie dei serramenti che soddisfano il requisito rispetto alla superficie totale delle superfici trasparenti presenti nell'ambiente.

Sono ammessi i seguenti sistemi di schermatura:

- ❑ oggetti verticali od orizzontali dell'involucro edilizio;
- ❑ persiane a lamelle orientabili;
- ❑ tende esterne ad oggetto;
- ❑ frangisole esterni a lamelle orientabili o non, verticali o orizzontali.

Non sono ammesse all'incentivo sistemi a "tapparella", tende interne e persiane a lamelle non orientabili.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Alla relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovranno essere allegati gli elaborati grafici descrittivi della conformazione geometrica delle superfici trasparenti (prospetti, piante e sezioni) dei sistemi di schermatura solare adottati e delle relative maschere di ombreggiamento.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici";

UNI EN 13363-1 "Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate. Calcolo della trasmittanza solare e luminosa. Metodo semplificato".

Punteggio assegnato per soddisfacimento edificio:

Se il requisito è integralmente soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 10 punti.

Nel caso in cui venga soddisfatto il solo requisito inerente l'ombreggiamento estivo verrà riconosciuto un punteggio pari a 7 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controllo in sito.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

riduzione del fabbisogno di riscaldamento ambientale, basandosi sull'utilizzo di apporti solari passivi e di specifici sistemi di captazione solare passiva;
adozione, per il riscaldamento degli ambienti, di impianti che utilizzano parzialmente energia solare, al fine di limitare i consumi energetici per il riscaldamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

a) progettazione dell'involucro edilizio con integrazione di specifici sistemi di captazione dell'energia solare: adozione di serre solari ad incremento diretto ed ad accumulo, pareti solari ventilate (muro di Trombe-Michel), pareti opache con isolamento trasparente, pareti esterne ventilate;
definizione del fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio in presenza del sistema integrato e confronto con il fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio senza il sistema integrato.

b) progettazione dell'impianto di climatizzazione degli ambienti: adozione di sistemi integrati di tipo "Solarwall®", sistemi solari ad aria o ad acqua con collettori vetrati per il riscaldamento degli ambienti;
definizione del fabbisogno di energia per il riscaldamento dell'edificio e calcolo quota percentuale di energia stagionale prodotta dall'impianto solare.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

- per gli elementi integrati nell'involucro edilizio (elementi di tipo a):

$(Q_{ho} - Q_{hs})/Q_{ho} \geq 10\%$; con:

Q_{ho} fabbisogno di energia [MJ] per il riscaldamento dell'organismo edilizio di riferimento, calcolato in assenza del sistema di captazione solare, valutata in regime di funzionamento continuo e globalmente richiesta nel corso della stagione di riscaldamento per mantenere negli ambienti interni una temperatura di 20°C, per tutte le destinazioni d'uso tranne che la categoria E(8), per la quale dovrà essere assunta una temperatura minima di 16°C;

Q_{hs} fabbisogno di energia [MJ] per il riscaldamento dell'organismo edilizio di riferimento, tenendo conto della presenza del sistema di captazione solare, valutata in regime di funzionamento continuo e globalmente richiesta nel corso della stagione di riscaldamento per mantenere negli ambienti interni una temperatura di 20°C, per tutte le destinazioni d'uso tranne che la categoria E(8), per la quale dovrà essere assunta una temperatura minima di 16°C;

NOTA - organismo edilizio di riferimento: edificio, indipendente o contiguo ad altre costruzioni, purché sia da tali costruzioni scorporabile agli effetti dell'isolamento termico, per il quale si vuole ottenere

l'incentivazione mediante l'installazione di specifici dispositivi di captazione.

La verifica del valore della differenza ($Q_{ho} - Q_{hs}$) dovrà essere svolta secondo la norma UNI EN 832.

- per gli elementi impiantistici (elementi di tipo b):

$Q_s/Q_h \geq 20\%$; con:

Q_s quantità di energia [MJ] prodotta dall'impianto solare, calcolata per il periodo di riscaldamento, al netto del fabbisogno di energia per la preparazione dell'acqua calda sanitaria eventualmente coperta dall'impianto solare nel periodo di riscaldamento;

Q_h fabbisogno di energia [MJ] per il riscaldamento, valutata in regime di funzionamento continuo e globalmente richiesta nel corso della stagione di riscaldamento per mantenere negli ambienti interni una temperatura di 20°C, per tutte le destinazioni d'uso tranne che la categoria E(8), per la quale dovrà essere assunta una temperatura minima di 16°C;

La verifica del requisito per i sistemi tipo Solarwall® dovrà essere svolta utilizzando il software di dimensionamento in allegato.

La verifica del requisito per i sistemi solari termici ad aria o ad acqua potrà essere effettuata secondo la norma UNI 8477-2. Il progettista potrà tuttavia utilizzare altri metodi, purchè tratti dalla specifica letteratura scientifica riconosciuta a livello nazionale o internazionale, oppure da normative consensuali nazionali o internazionali motivandone il loro uso nella relazione di progetto.

Per i sistemi solari ad acqua, la temperatura massima dell'acqua di mandata ai terminali dell'impianto di riscaldamento, non dovrà essere superiore a 50°C.

Certificazioni di Istituti accreditati dall'Unione Europea per le prestazioni dei componenti.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare il soddisfacimento delle suddette condizioni.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI 5364 "Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo";

UNI EN ISO 9488 "Energia solare – Vocabolario";

UNI 8211 "Impianti di riscaldamento ad energia solare. Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici";

UNI 9711 "Impianti termici utilizzando energia solare. Dati per l'offerta, ordinazione e collaudo";

UNI 8477-1 "Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

UNI 8477-2 "Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi".

UNI EN 832 "Prestazione termica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento. Edifici residenziali";

UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici".

UNI 10379 "Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica";

DPR 412/93 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10" e successive integrazioni;

Articolo 58 del Regolamento Edilizio della Città di Torino.

Articolo 39 bis del Regolamento Edilizio della Città di Torino.

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 5 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controllo in sito.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

riduzione del fabbisogno energetico da fonte non rinnovabile per il riscaldamento dell'acqua per usi igienico-sanitari, basandosi sull'utilizzo dell'energia solare.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto per la preparazione dell'acqua calda sanitaria; definizione del consumo annuale di energia per il riscaldamento di acqua igienico sanitaria e calcolo quota di energia utilizzata prodotta da impianto solare.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte.

Requisito:

copertura del fabbisogno di riscaldamento dell'acqua igienico sanitaria media annuale con energia solare $\geq 70\%$ del fabbisogno di riferimento.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione di calcolo relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici e del progetto dell'impianto solare termico allegato dovrà risultare verificato il requisito inerente la copertura di almeno il 70% fabbisogno energetico annuale di riferimento per il riscaldamento dell'acqua igienico sanitaria con energia solare.

Il fabbisogno energetico annuale di riferimento dovrà essere determinato secondo la destinazione d'uso e il profilo di occupazione dell'edificio e non dovrà risultare inferiore ai seguenti valori:

E.1(1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali:
fabbisogno termico di riscaldamento dell'acqua igienico-sanitaria [MJ / anno] = 125 [MJ / m² anno] x superficie SUL edificio [m²]

E.1(1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali collegi, conventi;

E.1(3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.3 Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici:

fabbisogno termico di riscaldamento dell'acqua igienico-sanitaria [MJ / anno] = 225 [MJ / m² anno] x superficie SUL edificio [m²]

E.2 Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico: fabbisogno termico di riscaldamento dell'acqua igienico-sanitaria [MJ / anno] = 40 [MJ / m² anno] x superficie SUL edificio [m²]

E.7 Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili: fabbisogno termico di riscaldamento dell'acqua igienico-sanitaria $[MJ / \text{anno}] = 100 [MJ / \text{m}^2 \text{ anno}] \times \text{superficie SUL edificio} [m^2]$

Per le altre destinazioni d'uso, il fabbisogno termico di riscaldamento dell'acqua per uso igienico-sanitario dovrà essere definito e asseverato dal progettista in apposita valutazione.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI EN ISO 9488 "Energia solare – Vocabolario";

UNI 8211 "Impianti di riscaldamento ad energia solare. Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l'integrazione negli edifici";

UNI 9711 "Impianti termici utilizzando energia solare. Dati per l'offerta, ordinazione e collaudo";

UNI 8477-1 "Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

UNI 8477-2 "Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi".

UNI 10389 "Generatori di calore. Misurazione in opera del rendimento di combustione"

Certificazioni di Istituti accreditati dall'Unione Europea per le prestazioni dei componenti;

Raccomandazione UNI-CTI R3/03 SC6 "Prestazioni energetiche degli edifici. Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda sanitaria per usi igienico-sanitari".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 7 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controllo in sito.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento della qualità igienico - ambientale interna alle costruzioni; riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento ambientale; tale obiettivo si raggiunge mediante una ventilazione meccanica controllata che permette di ottenere una migliore qualità dell'aria interna e una riduzione dei consumi energetici nel periodo invernale connessa alla eliminazione della necessità di ventilare gli ambienti mediante l'apertura delle finestre.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto termico dell'edificio.

Destinazioni d'uso interessate:

E.1(1) limitatamente alle abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali;

E.1(2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili.

Requisito:

Presenza dell'impianto di ventilazione meccanica controllata. Le tipologie di impianti ammessi sono le seguenti:

- Impianto di ventilazione meccanica controllata a semplice flusso e ingressi aria igroregolati;
- Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore statico.

Gli impianti dovranno essere dimensionati per garantire le portate minime di aria esterna e di estrazione indicate dalla norma UNI 10339.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare la presenza dell'impianto di ventilazione meccanica controllata con elencazione delle principali caratteristiche tecniche ed elaborati grafici progettuali relativi all'impianto.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI 10339 "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'ordine e la fornitura";

DPR 412/93 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10" e successive integrazioni.

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

Impianto di ventilazione meccanica controllata a semplice flusso e ingressi aria igroregolati: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 3 punti;

Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore statico condominiale con $\eta > 50$ %: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 4 punti;

Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatori di calore statici individuali (uno per ogni unità immobiliare) con $\eta > 75$ %: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 5 punti;

Impianto di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recuperatore di calore statico condominiale con $\eta > 70$ %: se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 5 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

Controlli in sito sull'effettiva presenza e funzionamento dell'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

miglioramento della qualità igienico - ambientale interna alle costruzioni; contenimento delle risorse energetiche dedicate al riscaldamento e raffrescamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto termotecnico; uso di sistemi radianti: pannelli radianti integrati nei pavimenti, nelle pareti o nei soffitti dei locali da climatizzare che sfruttano l'effetto radiativo di grandi superfici di scambio permettendo di lavorare con temperature dell'acqua più basse in inverno e più alte in estate con notevole aumento dell'efficienza dell'impianto di riscaldamento e raffrescamento.

Destinazioni d'uso interessate:

Tutte; per la categoria E.6(1) - piscine, saune e assimilabili - non si considera la superficie delle vasche per la definizione della superficie totale climatizzata.

Requisito:

almeno il 90% della superficie dei locali climatizzati deve essere dotata esclusivamente di sistemi radianti.

Il sistema radiante dovrà essere alimentato, in fase di riscaldamento ambienti, da acqua con temperatura massima di 50°C.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione di calcolo e del progetto dell'impianto di riscaldamento e/o di raffrescamento relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici dovrà risultare verificato il requisito inerente la superficie dei locali dotati di sistemi radianti:

Sup. LOCALI CLIMATIZZATI DOTATI DI SISTEMI RADIANTI > 90% superficie totale climatizzata

Ai fini della verifica si considerano le superfici nette dei locali.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI EN 1264-1 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Definizioni e simboli";

UNI EN 1264-2 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Determinazione della potenza termica";

UNI EN 1264-3 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Dimensionamento";

UNI EN 1264-4 " Riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti. Installazione".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 3,5 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio): Controllo in sito durante il periodo di riscaldamento.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

miglioramento dell'efficienza di produzione del calore, al fine del contenimento delle risorse energetiche dedicate al riscaldamento degli ambienti.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto per il riscaldamento degli ambienti; uso di caldaie a quattro stelle di efficienza energetica ed alte prestazioni ambientali, che garantiscono un rendimento energetico superiore alle usuali caldaie e una minore emissione di sostanza inquinanti; adozione di una bassa temperatura di mandata dell'impianto di riscaldamento.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte tranne E.8 "Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili", ad esclusione degli ambienti di tale tipologia destinati esclusivamente ad uffici o assimilati.

Requisito:

Adozione di generatore di calore con caratteristiche di rendimento energetico a 4 stelle**** secondo i limiti di rendimento fissati dall'Allegato II del DPR 15 novembre 1996, n. 660.

Valutazione della temperatura dell'acqua di mandata $T_{ACQUA\ MANDATA}$ in corrispondenza della temperatura esterna minima di progetto.

Il bruciatore integrato nel generatore di calore dovrà rispettare i seguenti limiti di emissioni:

- emissione di NOx < 120 mg/kWh se alimentati a gasolio;
- emissione di NOx < 80 mg/kWh se alimentati a metano o GPL.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione di calcolo e del progetto dell'impianto di riscaldamento relativi alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici dovrà risultare la presenza di caldaia a quattro stelle di efficienza energetica con indicazione della temperatura dell'acqua di mandata $T_{ACQUA\ MANDATA}$.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI EN 677 "Caldaie di riscaldamento centrale alimentate a combustibili gassosi - Requisiti specifici per caldaie a condensazione con portata termica nominale non maggiore di 70 kW";
DPR 15 novembre 1996, n. 660 "Attribuzione delle marcature di rendimento energetico".

Punteggio acquisibile per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, e i generatori sono caratterizzati da una temperatura acqua di mandata $T_{ACQUA\ MANDATA} > 55^{\circ}\text{C}$, il punteggio acquisibile è di 1 punto;

se il requisito è soddisfatto, e i generatori sono caratterizzati da una temperatura acqua di mandata $T_{ACQUA\ MANDATA} \leq 55^{\circ}\text{C}$, il punteggio acquisibile è di 1,5 punti;

Metodologia di controllo (fase di esercizio): Controllo in sito

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Risparmio energetico e ritenzione del calore.

Obiettivo:

miglioramento dell'efficienza globale dell'impianto di riscaldamento degli ambienti e dell'acqua calda sanitaria, dal punto di vista dei rendimenti energetici, delle emissioni di inquinanti e dei costi di gestione.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto di riscaldamento, ai sensi della vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici.

Destinazioni d'uso interessate:

E.1(1) - abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, E.1(2) - abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria.

Requisito:

Presenza di impianto di riscaldamento centralizzato, per il riscaldamento ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria, con sistema di distribuzione a zone, che permetta termoregolazione e contabilizzazione separata per ciascuna unità immobiliare.

presenza di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione relativa alla vigente normativa inerente il risparmio energetico degli edifici, dovrà risultare la verifica del requisito.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

UNI EN 1434 "Contatori di calore".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 1 punto.

Metodologia di controllo:

controllo in sito.

Esigenza (art. 31 del Regolamento Edilizio):

Tutela dell'igiene, della salute e dell'ambiente.

Obiettivo:

riduzione del consumo di acqua potabile negli edifici per fini non primari; riduzione dell'impatto idraulico sulle strutture di scarico fognarie.

Campo di applicazione:

progettazione dell'impianto idraulico, di smaltimento delle acque meteoriche e delle sistemazioni esterne; predisposizione di sistemi di captazione, filtro e accumulo delle acque meteoriche, provenienti dal coperto degli edifici, per consentirne l'impiego per irrigazione delle aree verdi e predisposizione di una rete di adduzione e distribuzione idrica delle stesse acque all'esterno dell'organismo edilizio.

Destinazioni d'uso interessate:

tutte.

Requisito:

presenza dei sistemi di captazione e riutilizzo delle acque meteoriche a fini irrigui.

La quota di SUL che potrà beneficiare del potenziale incentivo, non potrà superare la superficie di captazione in copertura strettamente necessaria a soddisfare il fabbisogno idrico correlato all'edificio Fab_{ACQUA} , calcolata secondo la formula sottoindicata.

Metodologia di verifica (fase di progettazione):

Nell'ambito della relazione tecnica allegata alla domanda per l'ottenimento degli incentivi dovrà risultare soddisfatto il requisito inerente il recupero delle acque meteoriche, con un impianto comprendente il sistema di raccolta delle acque piovane, filtri, sistema di pompaggio e un serbatoio di accumulo della capacità minima V calcolata come segue:

$$V [l] = Pot_{inst} [l] \times 0,0625$$

dove:

$Pot_{inst} [l]$ = Potenzialità di recupero derivante dal sistema di captazione e di recupero delle acque meteoriche installato.

$Pot_{inst} = Pot_{max}$ se $Fab_{ACQUA} > Pot_{max}$;

$Pot_{inst} \geq Fab_{ACQUA}$ se $Fab_{ACQUA} < Pot_{max}$;

$Fab_{ACQUA} [l]$ Fabbisogno idrico correlato all'edificio = $100 l/m^2 \times Area\ a\ verde [m^2]$

Pot_{max} = Potenzialità massima di recupero delle acque meteoriche derivante dall'intera copertura dell'edificio;

$Pot_{max} [l] = Area\ della\ copertura [m^2] \times 800 l/m^2 \times Coeff_{Copertura}$

con:

Coeff_{Copertura} = 0,80 per copertura in tegole e assimilabili;

Coeff_{Copertura} = 0,45 per copertura a "tetto verde";

Il sistema di filtrazione e convogliamento delle acque meteoriche verso il serbatoio di accumulo dovrà essere dotato di idonei dispositivi per l'eliminazione dell'acqua di prima pioggia.

Normativa di riferimento (aggiornata al 01/02/2006):

Legge 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche.

UNI 9182 "Impianti di alimentazione e distribuzione di acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo, gestione".

Punteggio assegnato per soddisfacimento requisito:

se il requisito è soddisfatto, il punteggio acquisibile è di 2 punti.

Metodologia di controllo (fase di esercizio):

controllo in sito.

PUNTEGGI DI SINERGIA

Nel caso siano soddisfatti i requisiti di sinergia, vengono inoltre conteggiati i seguenti punteggi:

Punteggi legati al soddisfacimento dei requisiti di sinergia	
Requisito di sinergia	Punteggio aggiuntivo
Soddisfacimento contemporaneo del requisito n. 1 (Isolamento termico dell'involucro edilizio) e del requisito n. 2 (Inerzia termica dell'involucro edilizio)	4 punti
Soddisfacimento contemporaneo del requisito n. 3 (Illuminazione naturale – fattore di luce diurna) e del requisito n. 4 (Ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti)	4 punti
Soddisfacimento contemporaneo del requisito n. 8 (Impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti con sistemi radianti) e del requisito n. 9 (Impianto di riscaldamento ambienti con caldaie a quattro stelle di efficienza energetica)	2 punti

APPENDICE – LINEE GUIDA E CONSIGLI PROGETTUALI

Un corretto approccio al risparmio energetico nel settore edilizio deve prevedere l'analisi dell'intero sistema costituito dall'edificio e dagli impianti tecnologici ad esso correlati. Dal punto di vista dei consumi energetici, tale sistema può essere così rappresentato:

- l'involucro edilizio (pareti esterne verticali, infissi esterni, copertura, interfaccia con il terreno o gli spazi interrati);
- l'impianto di riscaldamento;
- l'impianto di condizionamento o di climatizzazione;
- l'impianto per la produzione e distribuzione dell'acqua calda sanitaria;
- l'impianto elettrico, e in particolare, di illuminazione;
- le apparecchiature elettriche di servizio (della cucina, di lavoro, ecc.);
- l'effetto del comportamento degli utenti della struttura.

Al fine di massimizzare l'efficacia derivante dall'implementazione delle soluzioni per il risparmio energetico e per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia, è consigliabile seguire un approccio di implementazione graduale delle diverse opportunità di risparmio energetico, a partire dalle più semplici azioni correlate alla gestione e alla manutenzione del costruito, per giungere all'integrazione di soluzioni tecnologiche per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia.

Si tratterebbe, quindi di adottare, in progress, le seguenti opportunità di risparmio energetico:

- definizione delle prestazioni termo-igrometriche degli elementi dell'involucro edilizio (isolamento termico, inerzia termica, permeabilità all'aria, ecc.);
- ottimizzazione energetica dell'involucro edilizio;
- installazione di sistemi impiantistici (riscaldamento, climatizzazione, acqua calda sanitaria, ecc.) ad elevata efficienza energetica;
- installazione di sistemi impiantistici per lo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia (solare termico, fotovoltaico, biomassa, ecc.);
- pianificazione di idonee azioni di manutenzione programmata e migliorativa dell'edificio e dei suoi impianti.

Di seguito verranno indicati alcuni consigli progettuali, correlati ad alcune delle opportunità sopra elencate, in riferimento ai requisiti volontari proposti all'interno dell'Allegato Energetico Ambientale al Regolamento Edilizio.

Isolamento termico dell'involucro edilizio:

Le dispersioni di calore attraverso l'involucro edilizio possono essere ridotte adottando componenti (opachi e vetrati) a bassa trasmittanza termica e riducendo al massimo le dispersioni attraverso eventuali ponti termici.

Per quanto riguarda i componenti di involucro opachi, i fattori da prendere in considerazione sono:

- definizione di una strategia complessiva di isolamento termico (isolamento concentrato o ripartito, struttura leggera o pesante, facciata ventilata tradizionale, facciata ventilata "attiva", copertura ventilata, ecc.);

- scelta del materiale isolante e del relativo spessore, tenendo conto delle caratteristiche di conduttività termica, permeabilità al vapore, comportamento meccanico (resistenza e deformazione sotto carico), compatibilità ambientale (in termini di emissioni di prodotti volatili e fibre, possibilità di smaltimento, ecc.);
- posizionamento degli strati isolanti e della eventuale barriera la vapore ai fini della verifica di condensa interstiziale;
- comportamento del componente in regime termico variabile nel tempo ("inerzia termica"), in relazione al profilo di utilizzazione dell'edificio (continuo o discontinuo), alla tipologia di impianto termico (a radiatori, a pannelli radianti, a ventilconvettori, a tutt'aria, ecc.) e alle logiche di regolazione (riscaldamento continuo, riscaldamento con attenuazione notturna, riscaldamento discontinuo con spegnimento notturno, ecc.).

Per quanto riguarda i componenti vetrati, i fattori da prendere in considerazione sono:

- trasmittanza termica della vetratura: evoluzione dal vetro camera ordinario al vetro camera basso-emissivo, vetrate speciali (con intercapedini d'aria multiple realizzate con pellicole, con intercapedine riempita con gas a bassa conduttività, con materiali isolanti trasparenti, ecc.);
- trasmittanza termica del telaio: le diverse prestazioni del telaio metallico senza e con taglio termico, in PVC, in legno, in materiali misti;
- isolamento termico del cassonetto porta-avvolgibile ed eventuale apposizione di prese d'aria per ventilazione naturale o meccanizzata;
- riduzione dei ponti termici esistenti a livello di interfaccia tra serramento ed involucro edilizio;
- caratteristiche dei sistemi di oscuramento e degli schermi operabili.

Particolare attenzione dovrà inoltre essere prestata a:

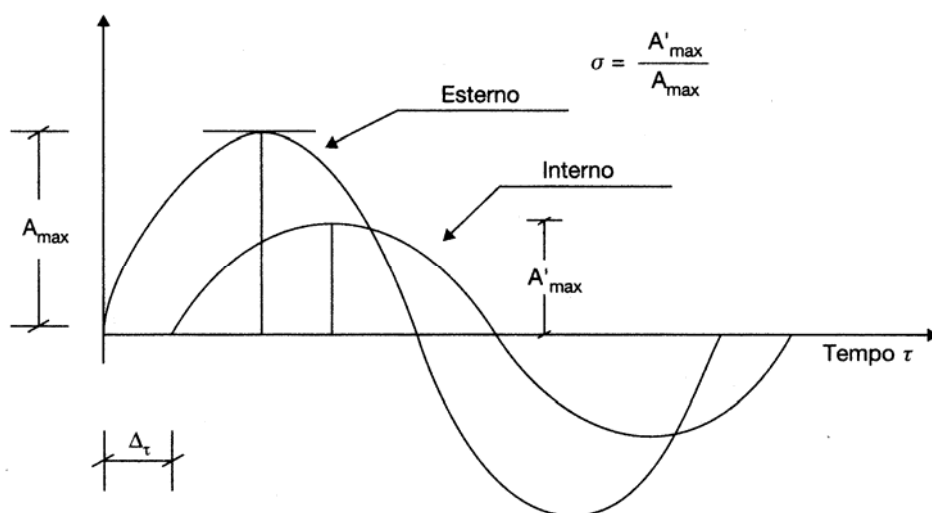
- caratteristiche di fonoisolamento del serramento;
- caratteristiche di permeabilità all'aria;
- proprietà ottiche del vetro, nei confronti dell'illuminazione naturale.

Inerzia termica dell'involucro edilizio:

Nell'analizzare il bilancio termico di un edificio, allorché si considera la temperatura esterna costante, si ipotizza di operare in *regime stazionario*. In realtà la temperatura esterna può variare sensibilmente anche nell'arco della stessa giornata per effetto dell'irraggiamento solare: normalmente il sistema edificio-impianto si trova quindi ad operare in *regime variabile*.

Per valutare il comportamento di un edificio in regime variabile non è più sufficiente riferirsi alla sola trasmittanza termica delle pareti, ma occorre introdurre il concetto *d'inerzia termica* ovvero della capacità di accumulare calore (capacità termica C) e quindi di attenuare e ritardare gli effetti delle variazioni di temperatura esterna.

Se si rappresenta schematicamente l'andamento della variazione della temperatura sulla faccia esterna di una parete con una sinusoidale (onda termica), gli effetti dell'inerzia termica di una struttura possono essere rappresentati con l'attenuazione e lo sfasamento temporale delle variazioni di temperatura che si verificano sulla faccia interna della parete stessa, in corrispondenza delle variazioni di temperatura che si manifestano sulla faccia esterna.



Attenuazione e sfasamento dell'onda termica per effetto dell'inerzia termica di una parete

Mentre la diminuzione della trasmittanza termica limita la quantità di calore che attraversa una parete, l'incremento dell'inerzia termica ha quindi due effetti:

- riduce il rapporto σ fra l'ampiezza dell'oscillazione della temperatura interna A'_{max} e l'ampiezza dell'oscillazione della temperatura esterna A_{max} (attenuazione o smorzamento);
- aumenta l'intervallo di tempo $\Delta\tau$ con cui si manifestano all'interno le variazioni della temperatura esterna (ritardo o sfasamento dell'onda termica).

I suddetti parametri sono fondamentali al fine di giudicare l'efficacia di una struttura ad opporsi alle variazioni climatiche esterne e quindi il tener conto dei loro effetti diviene indispensabile per poter progettare componenti in grado di assicurare condizioni di benessere con il minimo dispendio energetico. Lo smorzamento e il ritardo dell'onda termica non sono definibili con formule di calcolo semplici per componenti multistrato; essi dipendono in modo complesso dalla suddetta capacità di accumulo termico di ciascun componente (a sua volta funzione della conducibilità, del peso specifico e del calore specifico), dalla sua resistenza termica e infine dalla disposizione degli strati, con particolare riferimento alla posizione dell'eventuale strato isolante.

Si osserva peraltro che una parete ben isolata (bassa trasmittanza termica e bassa capacità di accumulo) è caratterizzata da uno smorzamento elevato, mentre ritardi sensibili sono propri di pareti pesanti (alta capacità di accumulo e alta trasmittanza termica).

Generalmente elevati valori di smorzamento e di ritardo dell'onda termica non sono compresenti in uno stesso materiale, poiché in genere i materiali isolanti hanno bassa densità (e quindi bassa capacità termica) e viceversa i materiali con elevata densità, per questo la scelta dell'accoppiamento di materiali aventi proprietà diverse si rende sempre necessaria.

La scelta della disposizione degli strati dipenderà poi dalle esigenze da soddisfare, e soprattutto dalla necessità che le soluzioni adottate non comportino il rischio elevato di formazione di condensa superficiale e/o interstiziale.

Per quanto concerne le sole prestazioni relative all'inerzia termica, il posizionamento dell'isolamento termico all'esterno della parete comporta il massimo sfruttamento dell'inerzia termica della stessa. Ciò è vantaggioso nei casi in cui si voglia massimizzare la capacità della parete di accumulare calore, magari in certe ore del giorno, per poi cederle in un momento successivo. Inoltre,

una elevata inerzia termica permette di smorzare i picchi di temperatura che si possono avere nelle ore più calde del periodo estivo. Tale configurazione risulta ottimale per le destinazioni d'uso che implicano l'occupazione degli ambienti lungo tutte le 24 ore, rendendo superflua, in molti casi, l'installazione di sistemi di raffrescamento alimentati da energia elettrica dal forte impatto ambientale.

Il posizionamento dell'isolamento termico sul lato interno della parete, invece, consente di rendere l'ambiente molto più "reattivo" nei confronti dei cambiamenti di temperatura. Questo può risultare vantaggioso per gli ambienti con occupazione saltuaria (locali ad uso diurno o sporadico) che possono essere riscaldati, o raffreddati, in breve tempo con l'attivazione dell'impianto di riscaldamento/raffrescamento (ad aria, con ventilconvettori).

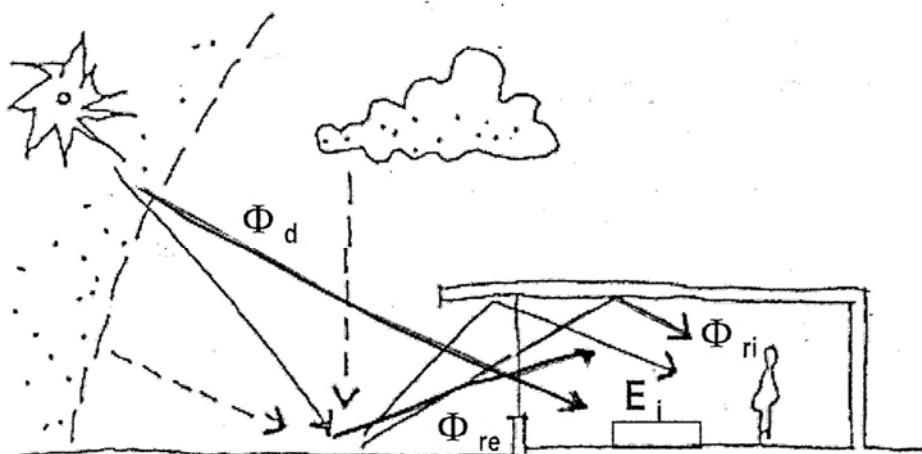
L'isolamento termico e l'inerzia termica di una parete devono comunque risultare bilanciate in relazione alla destinazione d'uso dell'ambiente e del sistema impiantistico utilizzato per la sua climatizzazione.

Operativamente, la cosiddetta "costante di tempo" dell'impianto termico, dipendente dalla sua regolazione e dal tipo di terminale impiegato (pannello radiante, radiatore, ventilconvettore, ecc.) dovrebbe essere correttamente correlata alla "costante di tempo" delle parti edilizie, dipendente questa dalla capacità termica e dalla trasmittanza degli elementi costitutivi.

Illuminazione naturale – fattore di luce diurna

L'utilizzo di ampie superfici vetrate permette di ottenere alti livelli di illuminazione naturale. E' importante però dotarle di opportune schermature per evitare problemi di surriscaldamento estivo.

Le superfici vetrate devono essere disposte in modo da ridurre al minimo l'oscuramento dovuto ad edifici o altre ostruzioni esterne e in modo che l'apertura riceva luce direttamente dalla volta celeste.



L'illuminamento naturale in un punto di un ambiente interno E_i è determinato:

- dal flusso diretto proveniente dalle sorgenti primarie esterne Φ_d (sole e volta celeste);

- dal flusso luminoso riflesso proveniente dalle ostruzioni e dalle superfici esterne Φ_{re} (terreno, edifici adiacenti);
- dal flusso luminoso indiretto generato dalle riflessioni multiple che si verificano sulle superfici interne dell'ambiente Φ_{ri} .

$$E_i = E_d + E_{re} + E_{ri}$$

Il Fattore di Luce Diurna (FLD) è definibile come il rapporto:

$$E_i / E_{eh}$$

dove:

E_i = illuminamento in un punto interno all'ambiente;

E_{eh} = illuminamento su un piano orizzontale esterno, dovuto all'intera volta celeste, escludendo il contributo della radiazione solare diretta.

In pratica, il Fattore di Luce Diurna, espresso in percentuale, è il risultato della somma dei contributi delle componenti dell'illuminamento:

$$FLD [\%] = SC + ERC + IRC$$

dove:

- $SC = E_d / E_{eh}$ = componente diretta;
- $ERC = E_{re} / E_{eh}$ = componente riflessa esternamente;
- $IRC = E_{ri} / E_{eh}$ = componente riflessa internamente.

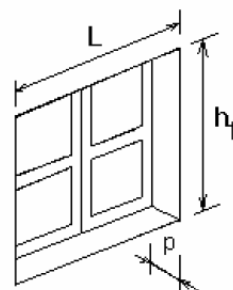
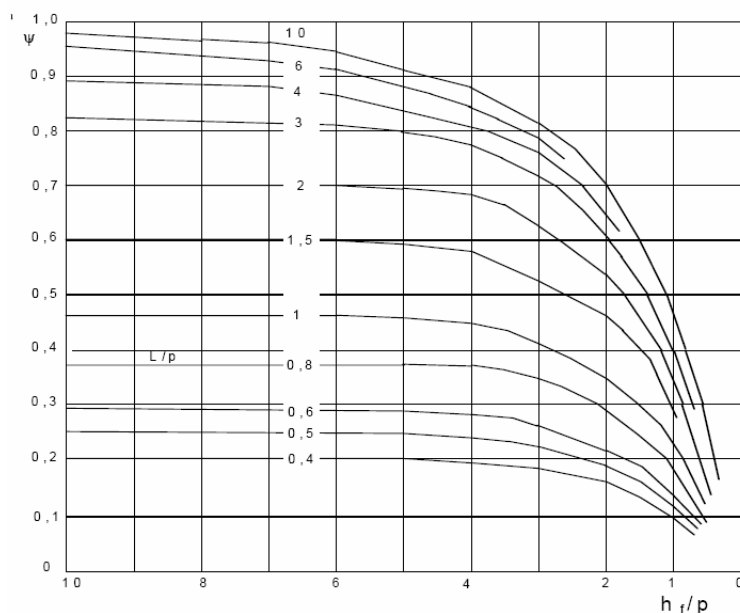
Secondo la normativa italiana, il FLD è calcolabile con la seguente formula:

$$FLD_M = \frac{A_F * t * \varepsilon}{S_{TOT} * (1 - r_M)} \psi$$

per il calcolo corretto del Fattore di Luce Diurna si procede nel seguente modo:

- determinare il coefficiente di trasmissione luminosa del vetro t in funzione del tipo di vetro (vedi scheda relativa al requisito);
- calcolare la superficie vetrata della finestra A_F in funzione del tipo di telaio da installare;
- calcolare S_{TOT} come area delle superfici interne (pavimento, soffitto e pareti comprese le finestre) che delimitano lo spazio;
- calcolare r_M come media pesata dei coefficienti di riflessione delle singole superfici interne dello spazio (è importante utilizzare colori chiari per le superfici interne in modo da incrementare il contributo di illuminazione dovuto alla riflessione interna, si ritiene accettabile convenzionalmente un valore di 0,7 per superfici chiare);

- calcolare il coefficiente di riduzione del fattore finestra ψ previa determinazione dei rapporti hf/p e di L/p .



ascisse: hf/p

ordinate: ψ

curve: L/p

- individuare sull'asse delle ascisse del grafico il valore hf/p ; quindi tracciare la retta verticale fino ad incontrare il punto di intersezione con la curva corrispondente al valore di L/p precedentemente determinato. Da quest'ultimo punto si traccia la retta orizzontale che individua sull'asse delle ordinate il valore del coefficiente di riduzione ψ ;
- calcolare il fattore finestra ε secondo il tipo di ostruzione eventualmente presente.

Al fine di ottimizzare la progettazione dell'illuminazione naturale, i fattori da considerare comprendono:

- la componente trasparente dell'involucro edilizio;
- la componente schermante dell'involucro edilizio;
- la componente di conduzione della luce (mediante appositi dispositivi come camini e guide di luce, in grado di assicurare la penetrazione della luce naturale anche all'interno di ambienti non direttamente dotati di finestre sull'esterno).

Tale fattori permettono, se considerati in modo organico:

- il controllo delle condizioni di luce in ambiente (illuminamento, uniformità di illuminamento, resa del contrasto e direzionalità della luce, resa cromatica);
- il controllo della radiazione solare diretta (abbagliamento);
- il controllo della luminanza delle superfici trasparenti (distribuzione delle luminanze in modo decrescente dall'alto verso il basso come ottimale per la percezione visiva);
- il controllo del colore della luce naturale in ambiente.

Tali parametri risultano fondamentali per ottenere un adeguato confort luminoso degli ambienti interni.

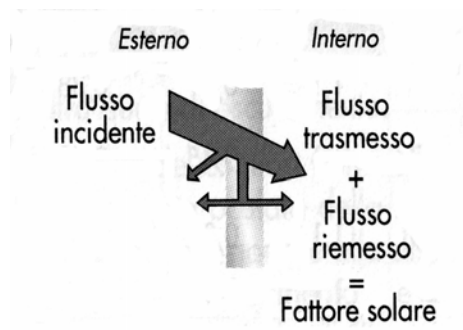
Per quanto concerne la componente trasparente dell'involucro edilizio, gli elementi vetrati si comportano come captatori della radiazione solare e contribuiscono in modo significativo al bilancio energetico dell'edificio nel riscaldamento invernale e nel raffrescamento estivo. L'energia scambiata è la somma del contributo imputabile alla conduzione, a causa della differenza di temperatura tra l'aria interna e l'aria esterna, e all'apporto della radiazione solare incidente. Il primo, rilevante nel periodo invernale a causa della maggiore differenza di temperatura tra l'aria interna e l'aria esterna, deve essere sempre ridotto al minimo, mentre il secondo rappresenta un guadagno energetico in inverno e un carico da eliminare in estate.

I principali fattori da considerare, ai fini di una corretta scelta dei sistemi di vetratura, sono:

- ❑ Il fattore di trasmissione luminosa T_l ;
- ❑ Il fattore solare g ;
- ❑ La trasmittanza termica U .

Il fattore di trasmissione luminosa T_l di un vetro, espresso in percentuale, rappresenta il rapporto tra il flusso luminoso trasmesso e il flusso luminoso incidente sulla superficie esterna del vetro.

Il fattore solare g , di una vetrata, espresso in percentuale, rappresenta il rapporto tra l'energia solare totale trasmessa nell'ambiente interno e l'energia solare incidente sulla superficie esterna della vetrata. Questa energia totale è, a sua volta, costituita dalla somma dell'energia solare introdotta nell'ambiente interno per trasmissione diretta e dell'energia ceduta dal vetro all'ambiente interno in seguito al suo riscaldamento per assorbimento energetico.



La trasmittanza termica U , espressa in $W/m^2 \text{ } ^\circ K$, indica la potenza termica dispersa dal sistema di vetratura, per ogni m^2 di superficie e per ogni grado di differenza di temperatura tra l'esterno e l'ambiente interno.

Si riportano di seguito alcuni valore indicativi relativi a diversi di superfici trasparenti di tipo vetrocamera, caratterizzati da diversi abbinamenti di lastre vetrate.

Sistema di vetratura			Spessore [mm]	T _v [%]	g [%]	U [W/m ² °K]	
n.	Vetro esterno	Vetro interno				aria	argon
1	Vetro chiaro	Vetro chiaro	6 (12) 6	79	72	2.8	2.6
2	Vetro chiaro	Vetro bassoemissivo	4 (16) 4	79	60	1.4	1.1
3	Vetro chiaro	Vetro bassoemissivo ad alte prestazioni	4 (16) 4	70	53	1.3	1
4	Vetro extra chiaro	Vetro bassoemissivo ad altissime prestazioni	4 (16) 4	80	75	1.5	1.3
5	Vetro colorato verde	Vetro chiaro	6 (12) 6	65	46	2.8	-
6	Vetro a controllo solare riflettente	Vetro chiaro	6 (12) 6	61	59	2.8	-
7	Vetro colorato verde	Vetro bassoemissivo ad alte prestazioni	6 (15) 6	63	39	-	1.1
8	Vetro a controllo solare riflettente	Vetro bassoemissivo ad alte prestazioni	6 (16) 6	59	49	-	1.1

In sintesi, queste tipologie possono essere così raggruppate:

- n. 1 – vetrocamera tradizionale;
- n. 2, 3, 4 – vetrocamera bassoemissivo per isolamento termico (livello di prestazione ottimo per il periodo invernale: alto fattore solare e bassa trasmittanza termica);
- n. 5, 6 – vetrocamera per controllo solare (livello di prestazioni buono per il periodo estivo: basso fattore solare);
- n. 7,8 – vetrocamera bassoemissivo a controllo solare (livello di prestazione ottimo per il periodo estivo e livello di prestazione buono per il periodo invernale: basso fattore solare e bassa trasmittanza termica).

Confrontando le diverse soluzioni, si possono effettuare le seguenti considerazioni:

- Nella stagione invernale i sistemi più efficienti sono le vetrate bassoemissive per isolamento termico, specialmente per l'esposizione Sud e sul piano orizzontale. Il confronto tra diverse località evidenzia che al diminuire della disponibilità di energia solare, il parametro U assume un peso maggiore di g;
- Nella stagione di raffrescamento i sistemi più efficienti sono le vetrate bassoemissive per il controllo solare. Le prestazioni dipendono prevalentemente dal fattore solare g e poco dalla trasmittanza U. La peggiore esposizione è quella Orizzontale seguita nell'ordine da Est/Ovest, Sud e Nord.
- Considerando le condizioni climatiche di Torino, risulta ottimale l'utilizzo di un vetrocamera bassoemissivo a controllo solare (tipologie 7 e 8).

Ombreggiamento estivo e irraggiamento invernale delle superfici trasparenti

Al fine di minimizzare gli apporti solari estivi indesiderati, che possono causare situazioni di surriscaldamento degli ambienti interni, ma nello stesso tempo massimizzare gli apporti di calore da irraggiamento invernale, è necessario controllare:

- le ombre portate da ostacoli interni o esterni al lotto sull'area di edificazione ed in particolare sulle facciate e sulla copertura dell'edificio
- la posizione, la dimensione e le caratteristiche tecnologiche delle chiusure trasparenti;
- la posizione, la dimensione e le caratteristiche degli aggetti esterni dell'organismo edilizio e degli elementi di ombreggiamento esterni anche mobili (tende e schermi frangisole);
- la posizione, la dimensione e le caratteristiche di eventuali elementi di vegetazione interni al lotto

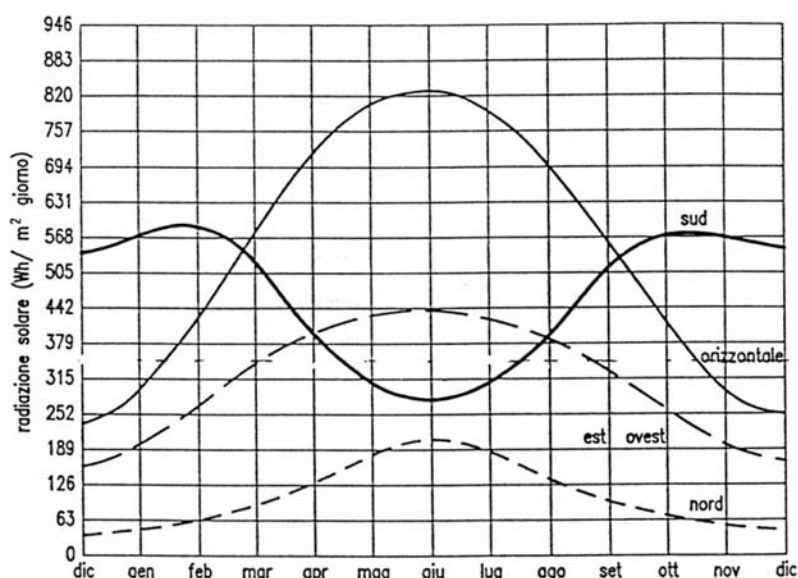
Per quanto riguarda i sistemi schermanti, le schermature si distinguono:

- dal punto di vista della geometria, in orizzontali e verticali;
- dal punto di vista della posizione, in esterne e interne;
- dal punto di vista della gestione, in fisse e operabili.

Le schermature orizzontali (a soletta o a doghe) sono efficaci se di dimensioni opportune e collocate sulla facciata Sud dell'edificio; in tal caso impediscono la penetrazione della radiazione diretta nelle ore centrali delle giornate estive, consentendo l'apporto solare invernale.

Le schermature verticali (a parete o a doghe) sono efficaci, invece, con orientamenti est e ovest. In particolare alla latitudine di Torino gli schermi verticali a parete (ad esempio, le fiancate di una loggia incassata) sono utili negli orientamenti S-SE e S-SW, mentre quelli a doghe (possibilmente ad inclinazione variabile) funzionano bene negli orientamenti SW-NW e SE-NE.

Particolare attenzione dovrà essere posta all'ombreggiamento delle superfici trasparenti poste sulla copertura, poiché nel periodo estivo la copertura risulta la porzione di involucro edilizio che riceve la massima quota di irraggiamento rispetto alle altre superfici (facciate verticali comunque esposte).



Apporto solare per superfici variamente orientate nell'arco dell'anno, alle nostre latitudini

Le schermature esterne sono molto più efficaci di quelle interne come strumento di controllo solare, in quanto respingono la radiazione solare prima che raggiunga la superficie del vetro, evitando che

questo si riscaldi e si inneschi un microeffetto serra tra superficie dello schermo e vetro (come può accadere se lo schermo è interno).

Il re-irraggiamento nel campo dell'infrarosso, inoltre, prodotto dalla superficie dello schermo, quando riscaldata dai raggi solari (riducibile, ma mai annullabile, utilizzando superfici a bassa emissività), viene disperso se la posizione dello schermo è esterna, mentre contribuisce ad incrementare la temperatura dell'ambiente in cui è collocata la finestra, se lo schermo è posto all'interno.

Nella localizzazione degli edifici, il rapporto di confrontanza (in questo caso, il rapporto tra la distanza, tra la facciata est, sud ed ovest di un edificio e un ostacolo posto nel semicerchio d'orizzonte antistante, e l'altezza della facciata stessa), sia rispetto agli edifici esistenti, sia rispetto agli edifici in progetto (nel caso di complesso residenziale composto da più unità edilizie), deve essere tale da consentire un sufficiente irraggiamento dell'involucro edilizio nel periodo invernale.

Forma e tipi edilizi devono essere scelti in modo da garantire il soddisfacimento di tale requisito, evitando, nel caso di rientranze e aggetti, ombre proprie portate dall'edificio stesso sulle chiusure esterne trasparenti delle facciate irraggiate.

Per quanto riguarda la vegetazione, si dovrà porre particolare attenzione a non collocare essenze arboree sempreverdi nel semicerchio d'orizzonte antistante la facciata Sud dell'edificio. Nel caso di essenze caducifoglie, si dovrà considerare il periodo di caduta delle foglie, evitando essenze in cui questo si prolunghi fino ad inverno inoltrato.

Per quanto riguarda le superfici esterne degli edifici, il colore delle stesse ha un significato energetico in quanto correlato con il coefficiente di assorbimento e di emissione delle superfici stesse. Un basso coefficiente di emissione collegato ad un elevato coefficiente di assorbimento determina un comportamento passivo della parte che tende a riscaldarsi al sole e trasmette parte di questa energia termica verso l'interno. Anche la rugosità delle superfici esterne influenza lo scambio termico che diminuisce con il crescere della rugosità superficiale.

Apporti solari passivi e attivi per il riscaldamento degli ambienti con sistemi specifici di captazione dell'energia solare

I sistemi solari passivi sono composti da elementi tecnici dell'involucro edilizio che, oltre a svolgere funzioni non energetiche (come supporto strutturale, protezione, vista), forniscono un apporto termico gratuito aggiuntivo rispetto agli elementi tecnici ordinari, tramite il trasferimento, all'interno degli edifici, di calore generato per effetto serra (determinato dall'impiego combinato del vetro, di un volume d'aria e di superfici ad elevato coefficiente di assorbimento solare). Il trasferimento avviene per irraggiamento diretto attraverso il vetro, per conduzione attraverso le pareti, e per convezione, nel caso siano presenti aperture di ventilazione. In relazione al tipo prevalente di trasferimento del calore ed al circuito di distribuzione dell'aria (nel caso di sistemi convettivi), si differenziano sistemi ad incremento diretto, indiretto ed isolato. I principali tipi di sistemi solari passivi utilizzabili in edifici residenziali sono:

- ❑ serra a incremento diretto e ad accumulo;
- ❑ pareti solari ventilate (muro di Trombe - Michel);
- ❑ pareti opache con isolamento trasparente;
- ❑ pareti esterne ventilate.

In fase di progettazione è necessario tenere conto di possibili effetti di surriscaldamento: per ovviarvi, è necessario progettare in modo opportuno sistemi di oscuramento e di ventilazione manovrabili e

variabili al variare delle caratteristiche meteorologiche. Sono anche da considerare le interazioni con i requisiti di illuminamento naturale.

I sistemi solari attivi sono composti da un subsistema di captazione, uno di distribuzione ed uno di accumulo. Il trasferimento del calore, generato dall'effetto serra prodotto dall'impiego combinato nell'elemento captante di vetro, intercapedine d'aria e superfici ad elevato coefficiente di assorbimento solare, avviene per convezione tramite un fluido termoreattore, che può essere sia liquido (acqua o miscela acqua e antigelo), sia gassoso (aria).

La scelta tra sistemi solari ad aria e ad acqua deve essere effettuata in relazione al tipo d'uso finale del calore e alle caratteristiche temporali dell'utenza.

Un sistema solare attivo ad acqua è consigliabile nelle destinazioni d'uso residenziali permanenti, dove può essere associato all'utilizzo di acqua calda per usi igienico - sanitari e/o a sistemi di riscaldamento ad alta inerzia e bassa temperatura, quali i sistemi radianti, a pavimento, a soffitto o a parete.

Un sistema ad aria può essere utilizzato in destinazioni d'uso sia residenziali che terziarie. I sistemi ad aria richiedono minore manutenzione dei sistemi ad acqua ma al contempo posseggono una resa minore e richiedono maggiori spazi per posa pannelli e canalizzazioni.

I principali tipi di sistemi solari attivi utilizzabili in edifici residenziali sono:

- ❑ sistema a collettori piani e circolazione forzata (fluido termovettore: acqua o aria);
- ❑ sistemi con collettore sotto vuoto (fluido termovettore liquido)

Preparazione acqua calda sanitaria mediante impianti solari termici

L'Italia offre condizioni meteorologiche molto buone per l'utilizzo dell'energia solare. Il valore dell'insolazione medio alla latitudine di Torino si attesta a circa 1300 kWh/m² anno, risultando maggiore del fabbisogno annuo pro capite di calore necessario per il riscaldamento di acqua ad uso sanitario nel settore residenziale. Circa il 75% della quantità di energia irradiata è da ascrivere ai mesi estivi, da aprile a settembre.

A queste condizioni un impianto solare standard consente di risparmiare fino all'80% dell'energia necessaria per il riscaldamento di acqua ad uso sanitario (ACS).

I fattori essenziali da considerare al fine di una corretta integrazione, in un edificio, di un impianto solare termico, sono:

- ❑ superficie disponibile per l'installazione del campo collettori;
- ❑ orientamento della superficie;
- ❑ ombreggiamenti portati da ostacoli interni od esterni al lotto;
- ❑ integrazione architettonica e strutturale tra il campo collettori e gli elementi dell'edificio eventualmente scelti per l'installazione del campo collettori;
- ❑ agevole accesso della superficie per agevolare una regolare manutenzione;
- ❑ vani tecnici per ospitare i collegamenti idraulici ed elettrici tra il campo collettori e il locale tecnico;
- ❑ dimensioni del locale tecnico e dei suoi accessi;

La somma della radiazione incidente su una superficie orizzontale viene definita radiazione globale. E' costituita dalla radiazione diretta, che arriva direttamente dalla direzione del sole, e dalla radiazione diffusa, che dopo una o più deviazioni arriva da tutte le direzioni del cielo. In Italia la parte di radiazione diffusa copre al nord il 40% della radiazione incidente durante tutto l'anno.

Il valore di radiazione globale dipende essenzialmente dall'orientamento della superficie (angolo sull'orizzontale e orientamento cardinale). La somma di radiazione massima si ottiene su una superficie orientata a sud con un angolo di inclinazione di circa 30°. Una superficie con angolo 45° con orientamento a sud-est o a sud-ovest registra una diminuzione della radiazione globale media annua inferiore al 5%.

orientamento Sud: 0° Est/Ovest: 90°	angolo di inclinazione						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
0	0,89	0,97	1	0,99	0,93	0,83	0,69
15	0,89	0,96	1	0,98	0,93	0,83	0,69
30	0,89	0,96	0,99	0,97	0,92	0,82	0,70
45	0,89	0,94	0,97	0,95	0,9	0,81	0,70
60	0,89	0,93	0,94	0,92	0,87	0,79	0,69
75	0,89	0,91	0,91	0,88	0,83	0,76	0,66
90	0,89	0,88	0,87	0,83	0,78	0,71	0,62

Fattori di correzione per l'orientamento dei collettori (fonte: Ambiente Italia)

L'angolo di inclinazione ottimale dipende tuttavia anche dal tipo di impiego previsto. Per lo sfruttamento dell'energia solare per la preparazione dell'acqua calda sanitaria durante tutto l'anno, l'inclinazione ottimale dei collettori solari è di circa 30°-40°. Per le strutture caratterizzate da un fabbisogno energetico per ACS concentrato nei mesi estivi (ad esempio strutture ricettive), si può scegliere un'inclinazione del campo collettori minore (20°-30°).

Per un pre dimensionamento di massima, si può considerare che, per un orientamento ottimale (sud, inclinazione 30°), per il nord Italia, sono necessari circa 1,2 m² di collettori piani per soddisfare il fabbisogno giornaliero di acqua calda (50 l/giorno, destinazione residenziale). Se si utilizzano collettori sotto vuoto, è sufficiente una superficie di circa il 70% di quella indicata. Un impianto così dimensionato potrebbe garantire la copertura di circa il 50-80% del fabbisogno annuale di energia per la preparazione di ACS (il 100% nei mesi estivi).

Orientamento rispetto al Sud	Angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
Sud	12%	3%	0%	1%	8%	20%	45%
Sud-Est Sud-Ovest	12%	6%	3%	5%	11%	23%	43%
Est Ovest	12%	14%	15%	20%	28%	41%	61%

Incrementi della superficie dei collettori per condizioni non ottimali (fonte: Ambiente Italia)

Per quanto riguarda il pre dimensionamento del volume di accumulo, si può considerare una capacità del serbatoio di circa 50-70 l per ogni m² di superficie di collettori piani.

Impianto di ventilazione meccanica controllata

Un impianto di ventilazione meccanica controllata, permette, nell'ambito civile, di ottenere innumerevoli vantaggi, tra i quali:

- ❑ riduzione delle dispersioni energetiche e miglioramento del confort igrotermico per l'assenza di repentine variazioni di temperatura degli ambienti, entrambi correlati all'apertura intermittente delle finestre;
- ❑ controllo di alcuni inquinanti immessi negli ambienti interni;
- ❑ limitazione dei rumori esterni che possono creare discomfort acustico;

Le tipologie di impianto integrabili, e le rispettive prestazioni sono essenzialmente riassumibili in tre varianti:

- ❑ a semplice flusso con prese d'aria autoregolabili per una portata d'aria costante;
- ❑ a semplice flusso con prese d'aria igroregolabili;
- ❑ a doppio flusso, con recupero del calore estratto dagli ambienti serviti.

La prima tipologia di sistemi è la più elementare, ma è sconsigliabile e quindi non incentivata, perché non minimizza in alcun modo le dispersioni energetiche del sistema di ventilazione.

La tipologia a semplice flusso con prese d'aria igroregolabili permette di regolare il flusso di aria entrante in funzione dell'umidità degli ambienti e della effettiva presenza di utenti.

Nel caso di impianti di ventilazione meccanica controllata a semplice flusso, le prese d'aria esterna (da integrare nella murature perimetrali o negli infissi esterni) dovrebbero essere del tipo a protezione acustica.

La tipologia a doppio flusso, con recupero del calore dall'aria estratta dagli ambienti, permette di contenere sensibilmente le dispersioni energetiche per ventilazione ma richiede una doppia canalizzazione di immissione ed estrazione. Il recupero del calore, nel caso del settore residenziale, può essere effettuato per ogni unità immobiliare – con scambiatori indipendenti – o a livello centralizzato, mediante unità di ventilazione centralizzate.

Un impianto a doppio flusso con recupero del calore, può essere convenientemente utilizzato, opportunamente integrato, anche per il riscaldamento degli ambienti.

Impianto di riscaldamento e raffrescamento ambienti con sistemi radianti

La caratteristica principale del sistema di climatizzazione radiante consiste nel fatto che lo scambio termico tra il vettore e l'ambiente, avviene attraverso superfici estese e quindi con una temperatura di mandata dell'acqua dell'impianto di distribuzione minore (massimo 38°C) rispetto ai sistemi tradizionali (circa 75 °C). Inoltre il trasferimento del calore o del freddo dal pavimento all'ambiente si realizza in gran parte per irraggiamento, per cui non è necessario utilizzare interamente l'aria quale veicolo di trasporto come invece avviene negli impianti di climatizzazione tradizionali.

Pertanto tali sistemi risultano più energeticamente efficienti nell'emissione termica e nella distribuzione del fluido rispetto ai tradizionali sistemi ad alta temperatura.

I sistemi radianti a bassa temperatura sono efficacemente integrabili con sistemi solari termici, che solitamente sono in grado di produrre anche grandi quantità di acqua calda ma, in stagione invernale, ad una temperatura non sufficiente ad essere utilizzata su sistemi tradizionali ad alta

temperatura.

La regolazione termica realizzabile su ciascun circuito permette di controllare in maniera più precisa la temperatura delle singole zone.

Su una superficie radiante è preferibile posare un rivestimento ad alta conducibilità termica ed evitare la posa di elementi schermanti (tappeti sui pavimenti, arredo e quadri sulle pareti).

Nel caso di impianto che produce anche raffrescamento è opportuno affiancare al sistema radiante un deumidificatore controllato da un umidostato, che riesca a mantenere l'umidità dei locali ad un livello accettabile, al fine di evitare il rischio di condensa sulle superfici radianti.

Impianto di riscaldamento ambienti con caldaie a quattro stelle di efficienza energetica

Le caldaie a quattro stelle di efficienza energetica sono rappresentate, allo stato attuale delle tecnologie per il riscaldamento, dalla tipologia di generatori cosiddetti "a condensazione", così definite perchè sono caratterizzate dal fatto che in esse viene recuperato il calore latente dei fumi abbassandone la temperatura fino a 30-50°C (condensazione dei fumi). Il rendimento complessivo di questi apparati è superiore rispetto a quello di caldaia standard, raggiungendo valori fino al 107% (maggiore del 100% in quanto nel sistema di valutazione attuale non si tiene conto del potenziale apporto energetico recuperabile dal vapore).

Le prestazioni di tale tipologia di caldaia aumentano con la riduzione della temperatura di ritorno dell'impianto di distribuzione del calore e di conseguenza è preferibile associare questa soluzione alla scelta di un sistema di distribuzione del calore a bassa temperatura.

I generatori a condensazione necessitano, visto il contenuto acido dei fumi prodotti, di camera di combustione e canne fumarie realizzate in materiali altamente resistenti alla corrosione. La condensa prodotta deve essere evacuata tramite apposito sistema di scarico idrosanitario.

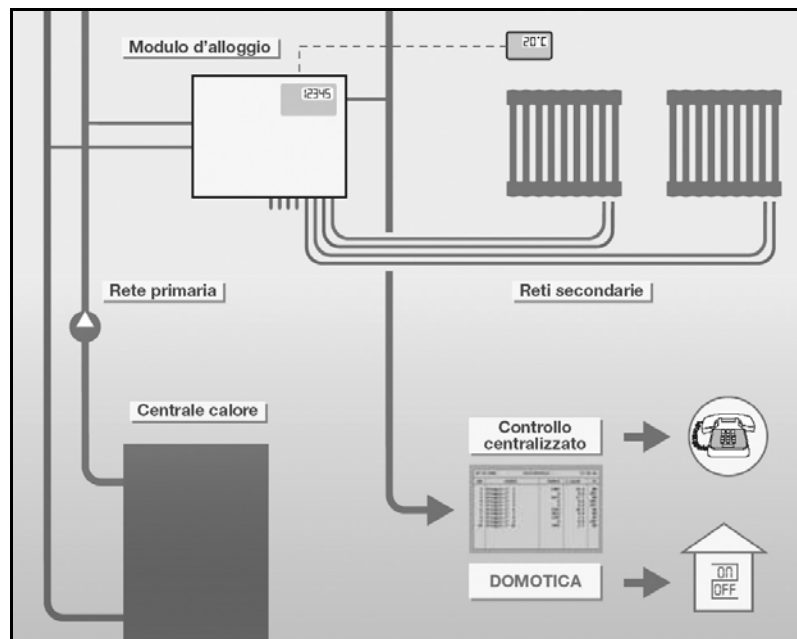
Adozione di impianto di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma

Le principali soluzioni tecnologiche adottabili per integrare in un nuovo edificio un impianto di riscaldamento centralizzato a gestione autonoma comprendono uno o più generatori di calore (o sottostazione termica, nel caso del teleriscaldamento) per la produzione di acqua calda e un sistema di distribuzione e di regolazione a livello di singola unità immobiliare (moduli di zona o satelliti di utenza), che permettono in pratica di realizzare le funzioni tipiche di un impianto autonomo (regolazione individuale, contabilizzazione, eventuale produzione di acqua sanitaria) pur mantenendo la produzione centralizzata del fluido termovettore primario (acqua calda per riscaldamento).

Tali sistemi si differenziano tra loro essenzialmente per la modalità scelta per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS). Questa può essere prodotta a livello centralizzato, con idoneo serbatoio di accumulo posto nella centrale termica o mediante i moduli di zona installati a livello di singola unità immobiliare.

I principali componenti di un sistema così configurato sono individuabili nelle seguenti sezioni:

- ❑ le centrali o sottostazioni termiche;
- ❑ le reti primarie (reti che servono a portare il fluido caldo dalle centrali ai moduli d'alloggio);
- ❑ i moduli d'alloggio, che servono a regolare e a contabilizzare il calore ceduto ad ogni utenza;
- ❑ le reti secondarie (reti che servono a distribuire il fluido all'interno degli alloggi);
- ❑ il possibile controllo centralizzato dei consumi termici.

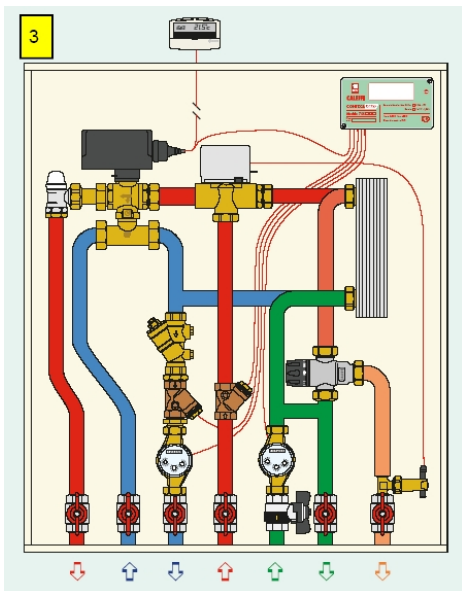
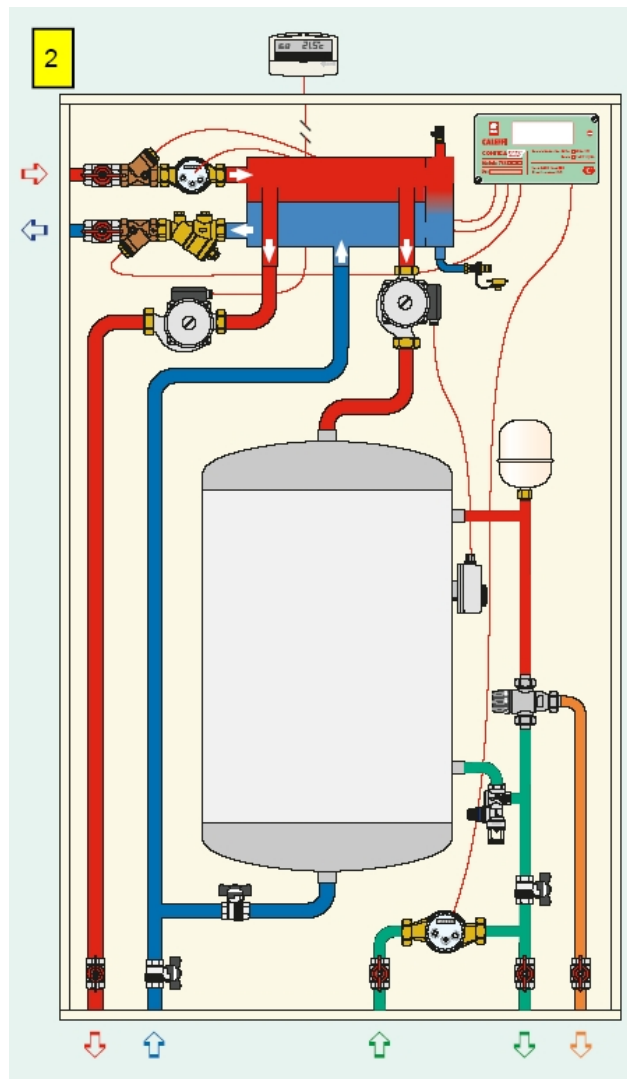
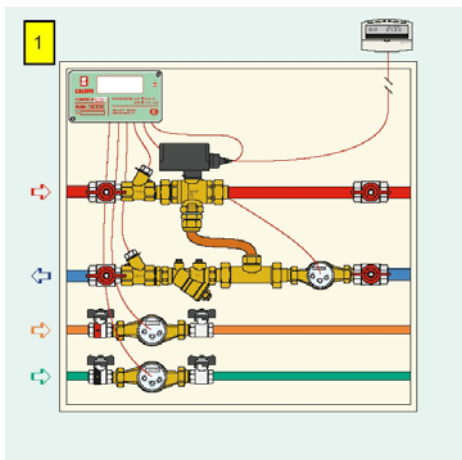


Per quanto concerne i moduli di zona (satellite di utenza), le tipologie che hanno un maggior interesse pratico si possono suddividere in tre gruppi:

- ❑ Moduli per solo riscaldamento (l'ACS viene prodotta a livello centralizzato con serbatoio di accumulo);
- ❑ Moduli per riscaldamento e produzione ACS ad accumulo per ogni unità immobiliare;
- ❑ Moduli per riscaldamento e produzione ACS istantanea per ogni unità immobiliare.

I moduli per solo riscaldamento ospitano generalmente anche i contatori e gli attacchi diretti alle reti di acqua fredda e calda sanitaria, eventualmente integrati da miscelatori termostatici antiscottatura. Per quanto riguarda la parte dedicata al riscaldamento ambienti, il modulo può essere configurato secondo le esigenze:

- ❑ Moduli con valvole di regolazione di zona a 2 vie;
- ❑ Moduli con valvole di regolazione di zona a 3 vie;
- ❑ Moduli con separatore idraulico (permette rendere idraulicamente indipendente il circuito secondario di ogni unità immobiliare, che dovrà essere alimentato da una pompa secondaria);
- ❑ Moduli con sepcoil (permette di alimentare, per ciascuna unità immobiliare, diverse zone con diversi tipologie di terminali – ad esempio radiatori e pannelli radianti).



*Tipologie di satelliti di utenza: n. 1 – solo riscaldamento con regolazione mediante valvola a 3 vie;
 n. 2 – riscaldamento e produzione di ACS con accumulo integrato su specchi;
 n. 3 – riscaldamento e produzione istantanea ACS con scambiatore a piastre.*

I moduli per riscaldamento e produzione ACS ad accumulo possono comprendere un bollitore interno o gli attacchi per un bollitore esterno.

I moduli per riscaldamento e produzione ACS istantanea, comprendono uno scambiatore a piastre per la produzione diretta di ACS. Tale soluzione impiantistica richiede potenze termiche specifiche più elevate, con il rischio che, per edifici residenziali con meno di 20-25 unità immobiliari, la maggior potenza termica richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria istantanea, comporti un notevole sovradimensionamento del generatore di calore, e quindi condurre a rese termiche complessive non adeguate.

Inoltre, è necessario considerare che, per poter produrre acqua calda sanitaria con i moduli d'alloggio è necessario che il fluido scaldante in ingresso al modulo di utenza non scenda mai al di

sotto del valore necessario (in genere 65÷70°C). Tale soluzione può contrastare con l'adozione di generatori di calore a bassa temperatura.

Le dimensioni dei moduli di utenza variano secondo le diverse tipologie, e possono essere comprese indicativamente, per le varianti ad incasso senza serbatoio di accumulo, tra i 50 – 80 cm di altezza, 60 – 90 cm di larghezza ed una profondità di circa 15 cm.

Recupero acque piovane a fini irrigui:

Vista la limitatezza della risorsa, l'acqua potabile sarebbe da utilizzarsi esclusivamente per gli usi alimentari e di igiene personale; per usi differenti come l'irrigazione del verde, il lavaggio delle parti comuni e private, l'alimentazione degli scarichi dei bagni, il lavaggio delle automobili potrebbe derivare da acqua di recupero piovana. Con tali accorgimenti si viene inoltre a diminuire il carico di lavoro del sistema fognario in caso di forti precipitazioni.

E' consigliabile la costruzione di una vasca per l'accumulo della acqua piovana recuperata; la realizzazione della vasca è preferibile che venga prevista nella fase di costruzione delle strutture di fondazione dell'edificio sfruttando spazi interrati non diversamente utilizzabili (ad esempio per parcheggi, depositi).

Oltre al recupero delle acque piovane per fini irrigui, come indicato nella relativa scheda inerente il requisito incentivato, è possibile adottare efficacemente il recupero delle acque piovane per riutilizzarli all'interno degli edifici per alimentare gli scarichi dei WC ed eventualmente le lavatrici. Per tale impiego è necessario dotare l'edificio di una doppia rete di distribuzione dell'acqua (acqua potabile / acqua piovana recuperata).

Al fine di minimizzare i consumi di acqua potabile, è anche tecnicamente possibile recuperare le acque grigie derivanti dagli scarichi degli apparecchi sanitari (lavabi, docce, ecc,) mediante idonei sistemi di filtrazione, depurazione e pompaggio.

E' inoltre fortemente consigliata l'adozione di sistemi di riduzione del consumo di acqua potabile:

- ❑ uso di rubinetti monocomando;
- ❑ uso di rubinetti dotati di frangigetto;
- ❑ uso di scarichi dotati di tasto interruttore o di doppio tasto;
- ❑ adozione di miscelatori dotati di limitatore meccanico di portata.