



QUADERNO N. 1

Edifici a basso consumo energetico



XXIII WORLD CONGRESS OF ARCHITECTURE
TORINO 2008

AGGIORNATO A GIUGNO 2008

Distribuito dal CNAPPC



© 2008 – Il Sole 24 ORE Business Media Srl

Tutti i diritti sono riservati

È permessa la riproduzione del testo ai soli fini formativi. Ogni altra finalità è vietata

Sede legale e Amministrazione: Via Monte Rosa, 91 - 20149 Milano

Redazione: Via Girardo Patecchio, 2 – 20141 Milano

La presente guida è stata chiusa in redazione il 15 giugno 2008

Prima edizione: 20 giugno 2008

Gli autori

CORINNE BONNAURE

Dopo la laurea in ingegneria civile conseguita presso il Politecnico di Milano, segue il corso di perfezionamento per tecnici in acustica della Scuola di Acustica presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università degli Studi di Ferrara. Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano, svolge la libera professione in qualità di consulente in acustica ambientale, edilizia e architettonica. È autrice di alcune pubblicazioni sull'acustica e di un software per il calcolo previsionale dei requisiti acustici passivi degli edifici. Tiene dei seminari al Politecnico di Milano e partecipa a diversi convegni sull'acustica. È ideatrice e responsabile del portale www.infoacustica.it

DANIELE FORNI

Laureato in ingegneria al Politecnico di Torino, dal 2002 collabora con la Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia (www.fire-italia.org) Si occupa di efficienza energetica, studi di fattibilità e tecnologie efficienti (cogenerazione, pompe di calore ecc.) seguendo tematiche normative e legislative. Partecipa ad alcuni gruppi normativi, svolge l'attività di energy manager ed è docente dei corsi organizzati da Fire, Ises Italia, Kyoto Club e Smi.

MASSIMO GAMBA

Libero professionista, progettista di impianti elettrici e fotovoltaici, svolge diverse attività nell'ambito dell'ordine professionale dei Periti Industriali. Partecipa ai lavori del CEI Comitato Elettrotecnico Italiano come membro del CT 82 Sistemi Fotovoltaici e del CT 64C Impianti elettrici nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio. È membro del Comitato Tecnico della rivista Elettro ed autore di diversi articoli editi da Tecniche Nuove. È membro del Comitato di Redazione della rivista *Il Perito Industriale* edita da APIM - Associazione Periti Industriali Milano, ed autore della rubrica "Energia" pubblicata sulla stessa testata.

MASSIMO LEMMA

È docente di *Costruzioni Edili* presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università Politecnica delle Marche, dove svolge attività di ricerca all'interno del Dipartimento di Architettura, Costruzioni e Strutture (DACs). Nella stessa facoltà tiene inoltre i corsi di *Qualità e Sicurezza degli Edifici* e *Progettazione degli Elementi Costruttivi*. Svolge inoltre attività di consulenza occupandosi di edilizia di nuova costruzione e di recupero del patrimonio edilizio esistente. Collabora con enti accreditati per l'attività di verifica e validazione dei progetti.

MICHELE LIZIERO

Laureato in ingegneria edile presso il Politecnico di Milano nel 2006, con una tesi intitolata "Solar Cooling systems: energetic performances and market perspectives in Italy", collabora con il dipartimento di energetica del Politecnico occupandosi di impianti solari termici ed efficienza energetica degli edifici. Frequenta inoltre il dottorato di Sistemi e Processi Edilizi. Ha al suo attivo alcuni interventi su riviste tecniche e memorie a conferenze.

DAVIDE MANZONI

È Consulente Senior presso Rsi Tech del gruppo Altran. Da numerosi anni si occupa di progetti risparmio energetico ed energie rinnovabili per molte delle principali utilities, amministrazioni pubbliche ed Esco. È considerato un esperto internazionale di tematiche di efficienza energetica e negli ultimi anni ha lavorato come consulente tecnico per le principali aziende del settore energia (per esempio, Enel, Acea, Edf, Edison, Total, Abb, Foster Wheeler). Inoltre collabora con attori della grande distribuzione per progetti inerenti l'efficienza energetica degli elettrodomestici, ascensori e altre apparecchiature. In precedenza si è occupato di ricerca in Italia e all'estero (Zurigo) su tematiche ambientali legate al settore energia.

MARIO MOTTA

Ricercatore presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano, è docente di ingegneria solare termica e sistemi impiantistici e compatibilità ambientale. I settori su cui concentra i suoi sforzi di ricerca sono: ingegneria solare termica, trigenerazione e impianti per edifici a basso consumo energetico. È coordinatore del gruppo di lavoro "Solar Refrigeration" delle European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP); dal 2001 al 2004 ha partecipato come esperto alle attività del task 25 "Solar air-conditioning of Buildings" della IEA-SHC (International Agency for Energy Solar Heating and Cooling Program), mentre ora è coordinatore italiano e Subtask D leader del team di ricercatori che lavorano al Task 38 "Solar Air-conditioning and Refrigeration" della IEA SHC. È inoltre membro della CNES (Commissione Nazionale per l'Energia Solare) presso il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

RICCARDO PAOLINI

Dottorando di Ricerca presso il Dipartimento di Scienza e Tecnologia dell'Ambiente Costruito del Politecnico di Milano, si occupa da più quattro anni di un programma di valutazione sperimentale della durabilità di sistemi a cappotto ed è autore di diverse pubblicazioni in merito sia a livello nazionale che internazionale. È coinvolto in lavori pre-normativi di della commissione internazionale per lo studio di metodi di prova per la valutazione della vita utile di componenti edilizi (CIB W080).

DONATELLA RAVIZZA

Laureata nel 1990 in Architettura presso il Politecnico, ha lavorato per AEM, Comune di Milano, Sovrintendenza dei Monumenti e dei Beni Architettonici, Spazio: Ricerca & Design, Atelier Rogora, Osram. Dal 2003 segue, all'interno dei corsi di Bioarchitettura dell'Anab, cicli di lezioni sulle tecniche e i metodi per il controllo dell'illuminazione naturale e artificiale in architettura in vari atenei d'Italia. Dal 1996 al 2002 è stata docente del corso *Lighting Design* per l'Istituto Europeo di Design di Milano. Dal 1992 al 1997 è stata componente dell'Unità Operativa del CNR (Centro Nazionale Ricerche) per il Progetto Finalizzato Edilizia "Illuminazione del terziario" e per il Progetto Finalizzato Beni culturali "Illuminazione degli ambienti museali e degli spazi espositivi".

MARCO SCARASCIA

Laureato in ingegneria gestionale al Politecnico di Milano ha iniziato la sua attività presso la Federazione Anima dove è responsabile a livello politico e tecnico di alcune delle più importanti associazioni tra cui AVR - Associazione Nazionale dei costruttori di Valvole e rubinetteria. Attualmente è membro del Comitato Certificazione Ambientale di Icim. Partecipa in qualità di esperto tecnico alle commissioni Uni, Cen, Cei per l'elaborazione delle norme di prodotto per i settori di interesse. Esperto per le questioni relative ai materiali a contatto con acqua potabile, ha relazionato sull'argomento in diversi convegni presso le fiere di settore (MCE Milano, Tau Expo Milano) e presso i gestori delle risorse idriche (AMGA Genova, Servizi Idrici Novaresi). È autore di numerosi articoli sul tema ed in generale su problematiche di carattere ambientale.

DANIELE VERDESCA

Architetto, è attualmente direttore del Formedil, Ente nazionale bilaterale per la formazione nell'industria delle costruzioni. Docente ai master e dai corsi di formazione professionale per la sicurezza nei cantieri e gli aspetti economici del risparmio energetico, consulente per gli studi legali in materia di sicurezza negli appalti, è da anni autore di libri e articoli per *Il Sole 24 ORE*.

Sommario

1. Finanziaria 2008: rinnovabili e risparmio	6
1.1 Incentivi per le biomasse: più vantaggi per la “filiera corta”	9
1.2 Fotovoltaico: più incentivi agli enti pubblici	10
1.3 Gli incentivi alle “fonti assimilate” degli impianti non ancora avviati	11
1.4 Risparmio energetico e riduzione di CO ₂	12
1.5 Nuove detrazioni del 55% per il risparmio energetico in edilizia	13
1.6 Certificazione energetica anche per il permesso di costruire	14
1.7 Fondo per i “nuovi entranti” nel PNA sulla CO ₂	15
1.8 Conclusioni	16
2. Finanziaria 2008: sgravi fiscali e certificazione energetica	18
2.1 Riduzione dell’aliquota ICI	18
2.2 Proroga degli sgravi fiscali del 55%	19
2.3 Estensione della certificazione energetica e obbligo d’uso delle fonti rinnovabili	20
2.4 Impianti fotovoltaici e altre fonti rinnovabili	21
3. Risparmio e fotovoltaico	27
3.1 L’Agenzia delle Entrate amplia le agevolazioni	27
3.2 Agevolazioni per singolo edificio	27
3.3 Incentivi anche per l’energia fotovoltaica autoconsumata	29
3.4 Soluzione interpretativa prospettata dal contribuente	32
3.5 Parere dell’Agenzia delle Entrate	32
4. Valori energetici più stringenti per ottenere la detrazione del 55%	35
4.1 Strutture opache verticali e orizzontali	38
4.2 Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale	39
4.3 Il teleriscaldamento	40
5. Involucri ad alte prestazioni	41
5.1 La trasmittanza termica dei serramenti	42
5.2 Norme citate	47
6. Integrazione architettonica del fotovoltaico e tariffe del “conto energia”	48
6.1 Tipologia di interventi di integrazione architettonica	49
6.2 Conclusioni	53
7. Temperature e rumore a prova di norma	54
7.1 Tolleranze dimensionali	55
7.2 Stabilità dimensionale	58
7.3 Caratteristiche meccaniche	58
7.4 Assorbimento d’acqua	59
7.5 Trasmissione del vapor d’acqua	59
7.6 Resistenza al gelo-disgelo	59
7.7 Le norme citate	60
7.8 ETHICS - External thermal insulation composite systems - I sistemi compositi di isolamento termico per l’esterno	60
7.9 La posa in opera	61
8. Impianti fotovoltaici: caratteristiche, dimensionamento, progettazione e collaudo	63
8.1 Gli incentivi statali per lo sviluppo del settore fotovoltaico	64
8.2 Nuove tariffe incentivanti previste dal decreto 19 febbraio 2007	65
8.3 Progettazione e collaudo	65
8.4 Producibilità degli impianti fotovoltaici	66
8.5 Caratteristiche degli impianti fotovoltaici	66
8.6 Dimensionamento degli impianti fotovoltaici	67
8.7 Benefici ambientali	68
8.8 Convenienza economica per l’utente	68
8.9 E domani?	68
9. Solar cooling: energia solare per il raffrescamento	70
9.1 Stato dell’arte	71
9.2 Prestazioni e costi	73

9.3 Politiche d’incentivazione	74
10. Fonoisolamento e fonoassorbimento senza segreti	75
10.1 Riferimenti legislativi	75
10.2 Riferimenti normativi	76
11. Fonoisolamento	78
11.1 Isolamento dei divisori dal rumore emesso per via aerea	78
11.1.1 Rumore emesso per via aerea	78
11.1.2 Isolamento acustico e potere fonoisolante	78
11.2 Isolamento dei divisori dal rumore di calpestio	78
11.2.1 Rumore di calpestio (rumore impattivo)	78
11.2.2 Livello di rumore da calpestio	78
11.3 Fonoassorbimento	79
11.3.1 Materiali fonoassorbenti per la correzione acustica dei locali	79
11.3.2 Materiali fonoassorbenti porosi o fibrosi	79
11.3.3 Pannelli flessibili o vibranti	79
11.3.4 Pannelli risonanti (risonatori di Helmholtz)	79
12. Sistemi di isolamento termico a cappotto	81
12.1 Normativa di riferimento	81
12.2 Riferimenti per la progettazione e la posa in opera	82
12.3 Sistemi di isolamento a cappotto per miglioramento della prestazione termica di edifici esistenti	82
12.3.1 Progettazione	84
12.3.2 Esecuzione	84
12.3.3 Manutenzione	85
13. Sonde geotermiche e pompe di calore: il comfort viene dal suolo	86
13.1 I sistemi di scambio	88
13.1.1 Sistemi a circuito chiuso	88
13.1.2 Sistemi a circuito aperto	89
13.2 Le macchine	89
13.3 Normativa tecnica	90
13.4 Legislazione	90
14. Acqua: un bene da tutelare	91
14.1 Rubinetti	93
14.1.1 Considerazioni generali e normative	93
14.1.2 Regolatori di getto	94
14.1.3 -Tecniche alternative	95
14.2 Docce	96
14.3 Scarichi	96
15. Apparecchi illuminanti ed efficienza energetica	98
15.1 L’apparecchio e il rendimento	98
15.2 La sorgente e l’efficienza luminosa	99
15.2.1 Efficienza luminosa	99
15.2.2 Temperatura Colore	99
15.2.3 Indice di Resa Cromatica (R.a.)	100
15.2.4 Lampade a incandescenza.	100
15.2.5 Lampade fluorescenti	100
15.2.6 Lampade a scarica	101
15.3 I Led	101
15.4.L’elettronica nella gestione degli impianti d’illuminazione	101
15.5.Riferimenti normativi	102
15.6.Incentivi per ridurre i consumi	102

1. Finanziaria 2008: rinnovabili e risparmio

(A cura di Davide Manzoni)

Molte e di spessore le novità introdotte dalla legge 24 dicembre 2007, n. 244 (Finanziaria 2008) nel settore energetico. In sintesi:

- aumentata la durata degli incentivi e gli obblighi per i produttori, diversificandoli per tipo di fonte;
- introdotto un "conto energia" per tutte gli impianti sotto ad 1 MW;
- premiata maggiormente la biomassa da filiera "corta" (che proviene, cioè, da un'area di 70 km di raggio dal punto di utilizzo);
- aumentate le agevolazioni per il fotovoltaico negli enti pubblici;
- rivisti gli incentivi CIP 6 per gli impianti che avevano fatto domanda, anni fa, per accedere ai finanziamenti CIP/6 nei termini di legge, ma che, ancora oggi, sono in "corso d'opera" o addirittura solo "sulla carta";
- certificazione energetica anche per il permesso di costruire;
- nuove detrazioni del 55% per il risparmio energetico in edilizia; ulteriori iniziative per ridurre le emissioni di CO₂.

Con la legge Finanziaria 2008¹ cambierà drasticamente il sistema di incentivazione per i nuovi impianti che producono energia da fonti rinnovabili. Fino a oggi, infatti, tutta l'energia prodotta da fonti di energia rinnovabile (ovvero l'eolico, il geotermico, l'idroelettrico, le biomasse e i moti ondosi) veniva incentivata indistintamente rispetto alla fonte (con l'unica eccezione del fotovoltaico, per il quale vige da circa due anni il "conto energia"); dal 2008 non sarà più così e per i nuovi impianti gli incentivi verranno differenziati per tipo fonte.

A questo scopo, il sistema di incentivazione dei "certificati verdi" (CV), che era stato introdotto nel 1999, sarà da questo anno completamente modificato. Si ricorda che i certificati verdi – assegnati fino a oggi uno ogni 500 kWh di energia rinnovabile prodotta – sono conseguibili per 12 anni e sono rivendibili in un'apposita borsa gestita dal GME.

Gli acquirenti di CV sono i produttori di energia non rinnovabile che hanno l'obbligo di acquistare o auto-produrre il 3% di energia rinnovabile dei kWh totali che producono o importano.

I CV costituiscono, quindi, una fonte di profitto per gli impianti a energia rinnovabile, che si aggiunge agli incassi derivanti dalla vendita dell'energia elettrica. Nel 2007, il

¹ Legge 24 dicembre 2007, n. 244 «Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2008)» (in S.O. n. 285 alla Gazzetta Ufficiale del 28 dicembre 2007, n. 300).

valore dell'incentivo è stato di 0,11 euro/kWh e, sommato ai prezzi di vendita dell'energia elettrica, ha permesso ai produttori di energia rinnovabile di ottenere, in media per ogni kWh, ricavi doppi rispetto ai kWh convenzionale.

Le principali novità introdotte nella Finanziaria 2008 sono:

- il taglio minimo di energia che avrà diritto a un certificato verde sarà innalzato a 1 MWh;
- si innalza la percentuale annuale di aumento annuo degli obblighi;
- la durata dei certificati verdi verrà portata **da 12 a 15 anni** per tutti i tipi di fonte e di impianto;
- si introdurrà una **differenziazione degli incentivi per tipologia di fonti**;
- per gli impianti di taglia inferiore a 1 MW, in alternativa ai "certificati verdi" il produttore, se preferisce, potrà ottenere per ogni kWh prodotto **una tariffa incentivante onnicomprensiva** (con un meccanismo simile al "conto energia", già avviato per il fotovoltaico). Più nel dettaglio, varranno le seguenti nuove regole:
 - per gli **impianti di potenza maggiore di 1 MW**, i CV saranno calcolati moltiplicando i kWh prodotti per un coefficiente variabile secondo il tipo di fonte (si vedi la *Tabella 1.1*);
 - per gli impianti di **potenza < 1 MW** (in alternativa ai CV) le tariffe che si otterranno per ogni kWh prodotto saranno differenziate per fonte come indicato in *Tabella 1.2*. Anche in questo caso la durata sarà di 15 anni.

Per paragonare l'entità degli incentivi nei due sistemi, vecchio e nuovo, si può dire che:

- **per tutti i nuovi impianti ci sarà un aumento dei finanziamenti ricevuti**, dovuto all'allungamento del periodo di incentivazione da 12 a 15 anni;
- per gli impianti di taglia **superiore a 1 MW** vi sarà una leggera penalizzazione in termini di numero di CV per le fonti più consolidate (geotermico e il biogas) rispetto alle fonti ritenute più "immature" (biomasse, eolico *off - shore* e moti ondosi). Rimarrà invariata la situazione dell'idroelettrico ed eolico terrestre (*coeff. = 1* in *Tabella 1.1*);
- per gli impianti di taglia **inferiore a 1 MW** le tariffe onnicomprensive, anch'esse differenziate per fonte, saranno mediamente più vantaggiose rispetto alla situazione dei "vecchi CV" e, soprattutto, comporteranno maggiore certezza per i piccoli produttori che non dovranno più affrontare i rischi legati ai meccanismi di borsa dei CV.

La differenziazione per fonti del nuovo sistema risponde al criterio secondo cui alcune fonti di energia rinnovabile sono di per sé più convenienti e con tecnologie più consolidate e, quindi, necessitano di minor incentivazione, rispetto alle fonti che utilizzano tecnologie non ancora mature e che vanno maggiormente incoraggiate (per esempio, l'energia da moto ondoso è ancora sperimentale).

Gli impianti avviati prima del 2008 continueranno a beneficiare dei certificati verdi con il sistema vecchio; tuttavia, per tutti gli impianti nuovi e vecchi la taglia minima nel certificato verde sarà portata a 1 MWh.

Tabella 1.1 – COEFFICIENTI PER I CERTIFICATI VERDI

Fonte	Coefficiente
Eolica (>200KW)	1,00
Eolica <i>offshore</i>	1,10
Solare**	**
Geotermica	0,90
Moto ondoso e maremotrice	1,80
Idraulica	1,00
Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo	1,10
Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta*	*
Biomasse e biogas di cui al punto 7, alimentanti impianti di cogenerazione ad alto rendimento, con riutilizzo dell'energia termica in ambito agricolo*	*
Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente	0,80

* È fatto salvo quanto disposto a legislazione vigente in materia di produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da biomasse e biogas derivanti da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, ivi inclusi i sottoprodotti, ottenuti nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro ai sensi degli articoli 9 e 10, D.Lgs. n. 102/2005 oppure di filiere corte.

** Per gli impianti da fonte solare si applicano i provvedimenti attuativi dell'articolo 7, D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387.

Tabella 1.2 - LE NUOVE TARIFFE INCENTIVANTI PER IMPIANTI < 1MW

Fonte	Entità della tariffa (euro cent/kWh)
Eolica per impianti di taglia inferiore a 200 kW	30
Geotermica	20
Moto ondoso e maremotrice	34
Idraulica diversa da quella del punto precedente	22
Rifiuti biodegradabili, biomasse diverse da quelle di cui al punto successivo	22
Biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale da filiera corta*	*
Gas di discarica e gas residuati dai processi di depurazione e biogas diversi da quelli del punto precedente	18

* È fatto salvo quanto disposto a legislazione vigente in materia di produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da biomasse e biogas derivanti da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, ivi inclusi i sottoprodotti, ottenuti nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro ai sensi degli articoli 9 e 10, D.Lgs. 102/2005, oppure di filiere corte.

1.1 Incentivi per le biomasse: più vantaggi per la “filiera corta”

Le biomasse rappresentano l'unica tra le fonti di energia rinnovabile trattate sia nella Finanziaria sia nel decreto fiscale “collegato alla finanziaria”², probabilmente perché il Legislatore ha voluto distinguere le biomasse “prodotte da attività agricole da filiera corta” (nel decreto “collegato”) da tutte le altre.

La produzione elettrica (o di elettricità e calore) da biomasse di origine agricola otterrà un regime di incentivazione più favorevole, purché da “**filiera corta**”, ovvero se la biomassa proviene da un'area di **70 km di raggio dal punto di utilizzo** (e che quindi comporta minor emissioni di CO₂ per il trasporto).

Per gli impianti la cui biomassa è di origine “agricola” e “da filiera corta”, il coefficiente moltiplicativo per il calcolo dei certificati verdi sarà pari a 1,8 contro un coefficiente moltiplicativo da usarsi per tutti gli altri impianti a biomasse pari a 1,1. In altre parole, un impianto la cui biomassa è di origine “agricola” e da “filiera corta” **otterrà circa il 55% in più di certificati verdi** rispetto, per esempio, a un impianto con prodotti di scarto di una segheria o ad impianti di biomasse di origine agricola che provengano però da distanza maggiori di 70 km.

Anche nel caso di taglie < 1 MW varrà un principio simile; in altri termini, la tariffa incentivante per le biomasse sarà di 0,3 euro/kWh per gli impianti la cui biomassa è di origine “agricola da filiera corta”, contro 0,22 euro/kWh per tutti gli altri impianti a biomassa.

Più nel dettaglio, per rientrare nelle categoria “agricola” si dovranno rispettare le seguenti condizioni:

- le biomasse e il biogas devono derivare da prodotti agricoli, da allevamento e forestali, inclusi i sottoprodotti (per esempio, i residui delle colture, ramaglie e potature derivanti dall'attività agricola e selvicolturale, liquami zootecnici);
- questi prodotti devono essere ottenuti nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro così come disciplinati dagli articoli 9 e 10, D.Lgs. n. 102/2005, oppure, come detto, da filiere corte, cioè quelle in cui i prodotti sono ricavati entro un **raggio di 70 km dall'impianto** che li utilizza per generare elettricità.

Con apposito decreto dei Ministeri competenti saranno stabilite le modalità con le quali gli operatori della filiera di produzione e distribuzione di biomasse e biogas saranno tenuti a garantire la **tracciabilità e la rintracciabilità della filiera**, condizione necessaria per accedere agli incentivi.

Inoltre, i finanziamenti per gli impianti sopra saranno cumulabili con altri incentivi pubblici di natura nazionale, regionale, locale o comunitaria in conto capitale o conto interessi con capitalizzazione anticipata, purché non eccedenti il 40% del costo dell'investimento.

Infine, è prevista ancora la possibilità di conseguire certificati verdi da biomassa in co-combustione con altri combustibili, una pratica che è sempre più diffusa tra i grandi

² D.L. 1° ottobre 2007, n. 159, convertito dalla legge 29 novembre 2007, n. 222 recante «Interventi urgenti in materia economico-finanziaria, per lo sviluppo e l'equità sociale» (in Gazzetta Ufficiale del 30 novembre 2007, n. 279).

operatori, per esempio negli impianti a carbone. Sarà, tuttavia, necessario un apposito decreto per stabilire le modalità con cui si misura la frazione di combustibile che ha effettivamente diritto ai criticati verdi (appare molto importante dirimere questa questione soprattutto negli inceneritori di rifiuti, dove non è così facile determinare la frazione di rifiuto che si può veramente considerare rinnovabile; questa questione, peraltro, ha già causato alcune differenze di interpretazione tra l'Italia e la Comunità Europea).

1.2 Fotovoltaico: più incentivi agli enti pubblici

Per il fotovoltaico, continuerà a valere il conto energia del D.M. 20 febbraio 2007³ per gli impianti di qualsiasi taglia. In più, il comma 173 stabilisce una novità anche per questa fonte, nel senso che, per i nuovi impianti fotovoltaici che saranno gestiti da enti locali (ovvero i cui "soggetti responsabili" sono gli enti locali), verrà riconosciuta una maggiorazione della tariffa in conto energia, una volta installato l'impianto. Infatti, gli enti pubblici **beneficeranno sempre delle tariffe incentivanti previste dal conto energia per impianti "con integrazione architettonica", anche se posati a terra.**

Si ricorda che il D.M. 20 febbraio 2007 stabilisce che gli impianti fotovoltaici con «*integrazione architettonica*» possono ottenere una tariffa incentivante più alta del 20% rispetto agli impianti non integrati, ovvero posati a terra (si veda la *Tabella 1.3*).

Tabella 1.3 – CONFRONTO INCENTIVI PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Potenza nominale dell'impianto (kW)	Non integrati	Parzialmente integrati	Con integrazione architettonica
1 ≤ P ≤ 3	0,40	0,44	0,49
3 < P ≤ 20	0,38	0,40	0,46
P > 20	0,36	0,42	0,44

Inoltre, il comma 174 semplifica, sempre per gli enti locali, le procedure autorizzative anche nelle regioni dove sono richieste particolari procedure (per esempio, le valutazioni di impatto ambientale). Queste norme vanno incontro alle esigenze dei comuni, che stanno pianificando di produrre energia da un impianto fotovoltaico posato a terra (per esempio, un impianto da 1 MW può coprire i consumi elettrici 600 famiglie).

³ «*Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387*» (in *Gazzetta Ufficiale* del 23 febbraio 2007, n. 45). Si veda anche lo Speciale su *Ambiente&Sicurezza* n. 7/2007.

1.3 Gli incentivi alle “fonti assimilate” degli impianti non ancora avviati

È bene ricordare una disposizione della Finanziaria molto importante che riguarda le fonti «*assimilate alle energie rinnovabili*», che verranno limitati definitivamente per gli impianti non ancora costruiti. Si ricorda che gli incentivi alle fonti assimilate, originariamente denominati CIP 6, sono prelevati in bolletta elettrica tramite la componente A3 delle tariffe elettriche e, quindi, pagati direttamente dai singoli utenti. La dicitura presente in bolletta della componente A3 è per «*fonti rinnovabili e assimilate*». Tuttavia, negli anni scorsi **solo il 30% di questo prelievo in bolletta è andato alle fonti rinnovabili, mentre il 70% è stato assegnato a fonti assimilate**; si tratta di finanziamenti **per 2,8 miliardi di euro /anno**, una cifra ingente che forse in futuro potrebbe essere assegnata alle energie rinnovabili. Si tenga presente che con “fonti assimilate” si intendono quelle utilizzate in impianti che utilizzano per lo più residui di combustibili fossili, certamente non “puliti” rispetto alle emissioni inquinanti e, soprattutto, con alti tassi di emissioni di CO₂. La logica di incentivazione di questi impianti, introdotta negli anni '80, era basata sul fatto che si intendeva recuperare prodotti di scarto a scopo energetico in impianti allora ad alta efficienza. L'idea era anche di facilitare l'ingresso nel mercato di nuovi auto-produttori di energia elettrica e rinnovare efficienza media del “parco” termoelettrico esistente. Oggi, tuttavia, il contesto energetico nazionale è completamente cambiato; già da molti anni, infatti, l'efficienza degli impianti è ormai molto più elevata che negli anni '80 e oggi appare prioritario incentivare le fonti di energia “veramente rinnovabile” che non emettono gas “clima-alteranti”, in linea con le direttive europee; non a caso, la Comunità europea ha più volte ripreso l'Italia per aver incentivato in tutti questi anni impianti che non producono energia rinnovabile.

Tuttavia, la questione più delicata riguarda un consistente numero di impianti che aveva fatto domanda, anni fa, per accedere ai finanziamenti CIP/6 nei termini di legge, ma che, ancora oggi, sono in “corso d'opera” o addirittura solo “sulla carta”.

Per questi impianti, i finanziamenti, se confermati, potrebbero durare ancora almeno otto anni, perché partirebbero *ex novo*. La Finanziaria del 2007 aveva provato a interrompere l'incentivo per gli impianti non ancora avviati anche se questo non era apparso a tutti costituzionale.

Con i commi 136-138 si stabilisce che l'incentivo sia attribuito solo agli impianti già avviati; al contrario, **per quelli in corso d'opera dovrà essere il Ministero allo Sviluppo Economico a decretare entro tre mesi le modalità di accettazione o rifiuto di accesso al finanziamento.**

In conclusione, per quanto riguarda il CIP 6, si delega a un decreto del Ministero allo sviluppo economico la decisione più delicata, ma si stabilisce almeno che entro tre mesi ci sia un punto certo sugli impianti che devono essere definitivamente accettati o rifiutati per l'accesso ai finanziamenti.

1.4 Risparmio energetico e riduzione di CO₂

Nella legge Finanziaria 2008 sono presenti, ancor più dell'anno scorso, molte norme e stanziamenti che intendono ridurre le emissioni di gas "clima alteranti" e apportare migliorie al territorio.

Al di là della sopra citata novità legata ai "certificati verdi" per le energie rinnovabili, molte altre sono le disposizioni e gli stanziamenti per la riduzione dei consumi energetici e per le emissioni di CO₂ che vanno dai fondi presso il Ministero per l'ambiente e le Regioni, ai rinnovi delle detrazioni in edilizia del 55% fino all'introduzione di nuovi obblighi per i costruttori (si veda Tabella riassuntiva finale).

In particolare, è stato stanziato un fondo di 276 milioni di euro/annui per gli anni 2008 e 2009 che dovrà:

- in parte finanziare le energie rinnovabili e l'efficienza energetica «*al fine di ridurre le emissioni inquinanti*»;
- in parte risolvere problemi legati alla difesa del suolo (commi dal 321 al 347).

Le risorse del fondo saranno destinate così:

- *40 milioni/anno* serviranno per promuovere **energie rinnovabili ed efficienza** e, in particolare, anche **il solare termodinamico** (entro 5 mesi vi sarà un decreto, per stabilire le modalità di erogazione dei fondi);
- *20 milioni/anno* dovranno servire per **sviluppare sistemi di riduzione e riciclaggio dei rifiuti**;
- *10 milioni* per **dissesti idrogeologici** in comunità montane;
- *5 milioni* per potenziamento della **vigilanza costiera** e dei litorali;
- *10 milioni/anno* nel 2008 e 2009 per l'**ICRAM**, l'Istituto centrale per la ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare.

Il Legislatore ha evidentemente voluto aggregare in un unico fondo le tematiche sopra elencate, in realtà molto diversificate tra loro, considerando come denominatore comune il "cambiamento climatico".

Si stabilisce poi (nei commi 332-333) di costituire presso il Ministero dell'ambiente, un fondo di **50 milioni/anno per tre anni** che dovrà essere utilizzato per opere di **riforestazione e creazione di aree verdi** in ambienti urbani e peri-urbani (anche al fine di migliorare la qualità dell'aria nei comuni di maggior crisi ambientale). Una parte di questo fondo (2 milioni euro/anno) servirà per sviluppare un **sistema informativo per monitorare i "serbatoi di carbonio"**. Anche per i **progetti di ricerca** per la riduzione delle emissioni e per gli ridurre gli effetti sulla salute verranno destinati **500.000 euro** per ciascuno degli anni 2008, 2009 e 2010.

Sempre per ridurre le emissioni di gas climalteranti appare particolarmente innovativa la costituzione del fondo "**Un centesimo per il clima**", dall'importo potenzialmente illimitato (art. 2, commi 345-347). Il fondo dovrebbe consentire di finanziare politiche a favore della mobilità sostenibile, delle fonti energetiche rinnovabili e del contrasto ai cambiamenti climatici. La particolarità innovativa è che sarà finanziato grazie a **en-**

trate derivanti dalla contribuzione volontaria di un centesimo per ogni litro di carburante e per ogni 6 kWh di energia elettrica consumati dagli utenti finali. Più nel dettaglio:

- nel caso dei carburanti, il Ministero dell'ambiente, insieme all'unione dei petrolieri italiani, dovrà individuare le stazioni di servizio che aderiscono all'iniziativa mentre gli automobilisti saranno avvertiti con cartelloni e altro materiale informativo dell'adesione del benzinaio alla campagna;
- per quanto riguarda l'energia elettrica, i cittadini che vorranno potranno farsi addebitare sulla bolletta un centesimo di euro in più per ogni 6 kWh di energia elettrica consumata.

Il successo della misura dipenderà dal numero di rivenditori di combustibili e di elettricità che aderiranno all'iniziativa volontariamente e da quanti clienti finali sapranno coinvolgere. Per quel che riguarda l'energia domestica è stato stimato che potrebbe portare nelle casse del fondo in media 7 euro all'anno per famiglia. Nei prossimi tre mesi il Ministero dovrà costituire un "comitato di esperti" per stabilire le modalità con cui viene regolata questa contribuzione volontaria e come potranno essere attuate le campagne informative per le quali è stato stanziato 1 milione di euro.

Con un meccanismo simile si stabilisce, sempre presso il MAT, un fondo per garantire il "***Diritto all'acqua e per la riduzione dei consumi idrici***" anche allo scopo di tutelare il territorio e ridurre le emissioni di CO₂, spiega il testo di legge. A questo scopo il fondo preleverà **0,5 centesimi di euro per ogni bottiglia di acqua minerale venduta**.

1.5 Nuove detrazioni del 55% per il risparmio energetico in edilizia

Con i commi dal 20 al 24 dell'articolo 1 vengono **rinnovate fino al 2010** le detrazioni fiscali per il risparmio energetico in edilizia (previste, per la prima volta, nella Finanziaria 2007).

Si ricorda che la Finanziaria 2007 aveva introdotto per il 2007 la possibilità per il contribuente che esegue interventi di "riqualificazione energetica" su un edificio di sua proprietà, di detrarre il 55% delle spese che concorrono a migliorarne l'efficienza energetica. Questa possibilità viene ora prolungata fino al 2010; fino ad allora saranno, quindi, ancora sfruttabili le seguenti detrazioni:

- il 55% della spesa per misure specifiche come la sostituzione di caldaie, la sostituzione di doppi vetri, l'installazione di pannelli solari, l'isolamento delle coperture o delle pareti (purchè riducano sotto determinate soglie la trasmittanza totale dei muri e/o coperture);
- il 55% della spesa totale per diversi interventi di riqualificazione che, sommati, riducano i consumi totali dell'edificio di almeno il 20% rispetto ai limiti di legge.

Un'altra importante novità è che sarà possibile suddividere la detrazione delle spese sostenute su un numero maggiore di anni; dai tre previsti l'anno scorso si passa, in-

fatti, a un massimo di dieci (a discrezione del contribuente che può scegliere su quanti anni “spalmare” la detrazione da un minimo di tre ad un massimo di dieci). Si ricorda che le soglie massime detraibili sono quelle indicate in *Tabella 1.4*.

Tabella 1.4 – SOGLIE MASSIME DETRAIBILI

Intervento	Max euro detraibili/ contribuente
Caldaie	30.000
Isolamenti e finestre	60.000
Solare termico	60.000
Riqualificazione	100.000

Inoltre, ai fini della detrazioni per la sola sostituzione di doppi vetri e per l'installazione di pannelli solari non sarà poi più necessario allegare un attestato di certificazione energetica. Il comma 286, infine, estende la detrazione del 55% prevista per le sole caldaie a condensazione anche alle **pompe di calore ad alta efficienza** e alla **geotermia a bassa entalpia**; per queste ultime misure viene stanziato un fondo di 2 milioni di euro e un successivo decreto stabilirà le modalità per le singole detrazioni.

1.6 Certificazione energetica anche per il permesso di costruire

Il comma 288 prevede che, da gennaio 2009, sia necessario presentare in comune la **certificazione energetica dell'edificio, prima di iniziare i lavori e per ottenere il permesso di costruire** (contestualmente, si dovrà anche allegare uno «studio sulle caratteristiche strutturali finalizzate al risparmio idrico e l'impiego delle acque meteoriche»). Precedentemente, il D.Lgs. n. 192/2005, nel caso di nuovi edifici, richiedeva che l'attestato energetico fosse necessario solo a fine lavori.

Nelle norme europee la classificazione energetica prevede 7 classi (dalla classe A alla classe G). Per esempio, un edificio, secondo la classificazione europea, rientra in “classe A” se consuma meno di 30 kWh/m², mentre, all'opposto, è in classe G se consuma più di 160 kWh/m². Tuttavia, la legislazione italiana dispone che le regioni possano recepire in maniera autonoma le indicazioni della direttiva europea, nel rispetto comunque delle disposizioni nazionali. Di conseguenza, molte regioni hanno già provveduto a emettere le proprie linee guida, senza attendere quelle nazionali che saranno redatte con il supporto dell'ENEA. In ogni caso, ogni amministrazione regionale dovrà confrontarsi con le linee guida nazionali che dovrebbero essere pronte a breve (recentemente è stata fatta circolare in via ufficiosa una bozza). Le **scadenze** di legge secondo il D.Lgs. n. 192/2005 e il D.Lgs. n. 311/2006 sono le seguenti:

- **dal 1° luglio 2007** per la compravendita di edifici di superficie > 1000 m²;
- **dal 1° luglio 2008** per la compravendita di edifici di superiore inferiore ai 1000 m², purchè “interi immobili”;
- **dal 1° luglio 2009** per la compravendita di singole unità immobiliari.

Anche per gli edifici nuovi, la certificazione è già obbligatoria; tuttavia, secondo il D.Lgs. n. 192/2005 la certificazione si deve presentare una volta ultimato l'edificio⁴. Sul punto, la legge Finanziaria 2008, con il comma 288, ha introdotto un vincolo in più per gli edifici nuovi, laddove si richiede che, a partire dal gennaio 2009, si presenti una certificazione energetica anche in fase di presentazione progetto e non semplicemente "ex post" a edificio ultimato, come previsto fino a oggi. Probabilmente, l'idea del Legislatore è che la certificazione possa anche costituire una stima dei consumi dei nuovi edifici "ex ante", al fine di permettere ai Comuni di verificare il rispetto dei piani energetici locali, prima che siano costruiti i nuovi edifici ed eventualmente poter correggere o inibire progetti non adeguati.

Inoltre, sempre a decorrere dal 1° gennaio 2009, sarà obbligatorio dotare i nuovi edifici di impianti di produzione di energia rinnovabile tali da coprire 1 kW per ciascuna unità abitativa e 5 kW ogni 100 m² in fabbricati industriali. Il comma 289 specifica, tuttavia, che questi obblighi valgono «*compatibilmente con la realizzabilità tecnica*», che sembra lasciare un margine di discrezionalità al costruttore.

1.7 Fondo per i "nuovi entranti" nel PNA sulla CO₂

I commi 554-557 stabiliscono che una parte dei fondi derivanti dalle "economie della legge 488" verrà utilizzata per finanziare un fondo per la "Riserva dei nuovi entranti", come previsto dalla direttiva europea sull'*emission trading* (2003/87/ CE).

Si ricorda che nell'ambito della direttiva, un «**nuovo entrante**» è definito come un «*impianto che ha ottenuto un'autorizzazione ad emettere gas serra o un aggiornamento della sua autorizzazione a seguito della notifica alla Commissione del Piano nazionale di allocazione*»; di conseguenza, il concetto del "nuovo entrante" non si riferisce esclusivamente a progetti *greenfield*. Ogni Stato è libero di decidere a sua discrezione come i "nuovi entranti" possano accedere alle quote necessarie per coprire eventuali emissioni.

La direttiva prevede soltanto che nel piano nazionale gli Stati membri debbano tenere conto della necessità di permettere ai nuovi entranti di accedere alle quote, ma non disciplina la modalità d'accesso alle quote. A questo riguardo esistono due possibilità:

- l'assegnazione di quote a titolo gratuito da parte dal governo;
- l'acquisto da parte del nuovo entrante di quote sul mercato.

Ovviamente, le due modalità hanno un impatto finanziario molto differente per il nuovo entrante. Nella bozza del nuovo PNA italiano è previsto che i nuovi entranti ricevano la loro assegnazione a titolo gratuito e, in funzione del settore di appartenenza, possano utilizzare le quote di un impianto esistente in chiusura; diversamente, ricevono un'assegnazione da una **riserva nuovi entranti**, basata sulle emissioni specifiche della *best available techniques* (BAT) e della produzione prevista.

⁴ In mancanza delle linee guida nazionali o regionali, secondo la legge è sempre possibile utilizzare il semplice «*attestato di qualificazione energetica*», calcolo semplificato il cui modello è allegato al D.Lgs. n. 192/2005.

A sua volta, il Governo dovrà acquistare sul mercato dei crediti le quote in più da destinare alla riserva, se queste superano i limiti previsti dal PNA. Ed è appunto a questo scopo che viene costituito il fondo qui descritto; entro 60 giorni i tre ministeri dell'ambiente, dell'economia e dello sviluppo economico stabiliranno congiuntamente le modalità di utilizzo del fondo con un decreto.

1.8 Conclusioni

I fondi e le disposizioni per il controllo delle emissioni e dei consumi energetici riguardano una grande varietà di interventi; appare, tuttavia, importante che vengano impiegati nelle modalità più efficienti ed efficaci e in tempi rapidi. Infatti, è quasi sempre necessario un successivo decreto attuativo per l'utilizzo degli stanziamenti e a causa di ciò alcuni fondi della Finanziaria 2007 per l'efficienza energetica e l'ambiente sono, tuttora, inutilizzati.

Tabella 1.4 – I COMMI DELLA FINANZIARIA 2008 DI INTERESSE ENERGETICO-AMBIENTALE

Art.	Commi	Argomento	Commento
1	6	Riduzione ICI -fonti rinnovabili	Riduzione dell'ICI sotto il 4 per mille del valore immobile per chi utilizza le rinnovabili nel 2009.
1	20-24	Proroga del 55%	Rinnovate fino al 2010 tutte detrazioni della Finanziaria 2007 per riqualificazione energetica.
1	286	Pompe di calore e geotermia con il 55%	Aggiunte pompe di calore a caldaie efficienti non a condensazione alle detrazioni.
1	288	Certificazione energetica obbligatoria del 2009 per nuovi edifici e ristrutturazioni	Certificazione energetica obbligatoria non più solo a edificio ultimato ma anche prima di costruire.
1	289	Obbligo fonti rinnovabili per nuovi edifici dal 2009.	Dal 2009 ogni nuovo edificio dovrà avere: <ul style="list-style-type: none"> • più di 1 kW per ciascuna unità abitativa; • più di 5 kW per i fabbricati industriali maggiori di 100 m².
2	40-45	Rinnovabili ed efficienza isole minori	Fondo per promozione di rinnovabili e efficienza su isole minori.
2	134	Fonti rinnovabili (appalti a cooperative montane)	Fondo per cooperative per rinnovabili in comunità montane.
2	136 138	Rinnovabili e CIP 6	
2	139-140	Quota minima biocarburanti	La quota minima per il 2009 di biocarburante da immettere sul mercato è fissata al 3%.
2	143-156	Riforma certificati verdi	
2	157-160	Rinnovabili	Nuove norme per allacciamento.
2	158-161	Fonti rinnovabili	Innalzamento soglia minimo per la semplice DIA.
2	162	Fondo per campagne informative per efficienza energetica	Fondo di 1 milione di euro per campagne informative con particolare riguardo all'avvio per la progressiva sostituzione delle lampadine a basso consumo, per l'avvio di misure atte al miglioramento dell'efficienza della pubblica illuminazione e vendita di elettrodomestici e motori efficienti.
2	164-172	Energia da fonti rinnovabili	Piani energetici regionali e obiettivi del 25% da fonti rinnovabili.
2	173-176	Impianti fotovoltaici	Agevolazioni per FV in enti pubblici.
2	178	Idrogeno	Fondo per ricerca idrogeno
2	250	Risparmio energetico ed emissioni inquinanti Trenitalia	20 milioni di euro per ridurre emissioni dei treni nel 2009 e del 2010.
2	281	Verifica energetica per edilizia scolastica, penitenziaria e sanitaria	Prima di ogni nuovo progetto e/o ristrutturazione di scuole ospedali penitenziari sarà obbligatorio eseguire analisi energetica.
2	321-347	Sviluppo sostenibile e tutela ambientale	Istituiti numerosi fondi presso il MAT: <ul style="list-style-type: none"> • efficienza e rinnovabili; • riforestazione; • dissesto idrogeologico; • difesa delle coste ricerca per riduzione emissioni; • "Fondo un centesimo per il clima".
2	554-557	Gas serra	Fondo per gli impianti nuovi entranti nel PNA delle emissioni di CO ₂
3	2	Tabella rinnovabili	Rif. art. 2, comma 144
3	3	Tabella rinnovabili	Rif. art. 2, comma 145

2. Finanziaria 2008: sgravi fiscali e certificazione energetica

(A cura di Daniele Verdesca)

La Finanziaria 2008 – legge n. 244/2007, pubblicata nel S.O. n. 285 della *Gazzetta Ufficiale* del 28 dicembre 2007, n. 300 – contiene numerose novità in materia di risparmio energetico, sgravi fiscali, certificazione energetica degli edifici e utilizzo delle fonti rinnovabili per il sistema dell'edilizia e delle costruzioni, con l'obiettivo primario di fornire continuità e correttezza tecnica alle disposizioni previste dalla precedente finanziaria. Rinnova e semplifica gli sgravi fiscali per le opere di riqualificazione energetica degli immobili e, in vista della scadenza degli obiettivi assunti dall'Italia con il Protocollo di Kyoto, vara strumenti finanziari per la crescita nel settore delle fonti rinnovabili.

2.1 Riduzione dell'aliquota ICI

La Finanziaria 2008 offre ai comuni la possibilità di assegnare, a partire dal 2009, una aliquota agevolata dell'imposta comunale sugli immobili (ICI), inferiore al 4 per mille, per le abitazioni che abbiano installato al proprio interno impianti a fonte rinnovabile, per la produzione di energia elettrica o termica, per uso domestico. La normativa specifica che la summenzionata aliquota comunale dovrà fare riferimento unicamente alle unità immobiliari oggetto dell'intervento e per un periodo limitato di tre anni per gli impianti termici solari, di cinque per tutti gli altri a fonti rinnovabili. Il godimento di questi benefici è stato esteso anche ai coniugi che, dopo la separazione o il divorzio, non risultino più assegnatari della casa coniugale. Il soggetto non più proprietario continuerà a godere della detrazione, purché non sia titolare di un diritto di proprietà (o altro titolo reale) su un immobile destinato ad abitazione e situato nello stesso comune della casa coniugale.

Per la copertura finanziaria agli enti locali, in compensazione a questi sgravi, la Finanziaria ha previsto un rimborso ai comuni a carico dello Stato, con l'obiettivo di compensare il minor gettito derivante dalla nuova detrazione ICI. Entro il 28 febbraio 2008, il Ministero dell'interno dovrà definire il modello attraverso cui i comuni potranno certificare il mancato gettito. Il suddetto modello dovrà essere compilato dagli enti locali che hanno concesso lo sgravio e inviato allo stesso ministero entro il 30 aprile di ogni anno.

È opportuno evidenziare come, relativamente alle modalità di fruizione dell'ICI agevolata, la Finanziaria lasci ampio spazio ai singoli comuni di deciderne i margini di applicazione (tempistica di installazione, tipologia di impianti, percentuale di riduzione ecc.). Non è del tutto improprio, perciò, prevedere una moltitudine di delibere consiliari tra di loro totalmente difformi e contraddittorie.

2.2 Proroga degli sgravi fiscali del 55%

All'articolo 1, commi dal 20 al 22 e comma 287, sono prorogate fino al 31 dicembre 2010 le agevolazioni fiscali previste nella legge Finanziaria 2007; ai commi 344, 345, 346, 347 in merito alla detrazione del 55% delle spese sostenute per la riqualificazione energetica di edifici, il miglioramento dell'isolamento termico di alcune parti del fabbricato, l'installazione di pannelli solari termici, la sostituzioni di impianti di riscaldamento con altri dotati di caldaie a condensazione; ai commi 353, 358, 359 in merito alla detrazione del 20% per la sostituzione di frigoriferi e congelatori e per l'installazione di motori elettrici o inverter ad alta efficienza.

La detrazione del 55%, inoltre, viene estesa alle spese di sostituzione di impianti di riscaldamento non a condensazione (se effettuate entro il 2009) e agli interventi di sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici a bassa entalpia.

La proroga delle scadenze di presentazione delle domande al 31 dicembre 2010 garantisce la possibilità di rientro certo per gli investimenti privati in materia di risparmio energetico, fornendo l'opportunità di programmare interventi di più ampio respiro, da eseguire nei prossimi tre anni. Le detrazioni fiscali, inoltre, possono ora essere ripartite in numero di quote annuali uguali da tre a dieci, a scelta irrevocabile del contribuente al momento della prima richiesta di detrazione. Mentre la Finanziaria 2007 predisponava un meccanismo di sgravio fiscale di breve durata (tre anni) per interventi di piccolo importo, la Finanziaria del 2008 introduce un'opzione di flessibilità (da tre a dieci anni), consentendo all'investitore di individuare la lunghezza del periodo a lui più congeniale, in base all'entità delle somme che è in grado effettivamente di mettere in campo, così come, per evitare il fenomeno dell'"incapienza" fiscale, si hanno detrazioni maggiori di quella che è l'effettivo ammontare annuale delle imposte.

Tabella 2.1 – SINTESI DEGLI SGRAVI FISCALI PER GLI EDIFICI ESISTENTI

Intervento	Spesa ammissibile	Detrazione	Obbligo
Riqualificazione energetica	181.818 €	100.000 €	Valore limite di fabbisogno inferiore al 20% di quelli definiti in Allegato C, comma 1, Tabella 1, D.Lgs 192/2005
Coibentazione coperture pavimenti ed infissi	109.090 €	60.000 €	Requisiti di trasmittanza predeterminati dalla Finanziaria 2008 e dal D.Lgs 192/2005
Pannelli solari	109.090 €	60.000 €	Garanzia di 5 anni dei pannelli e di 2 anni delle componenti e certificazioni di qualità conformi alle norme UNI 12975
Impianti di climatizzazione invernale	54.545 €	30.000 €	Valvole termostatiche su tutti i caloriferi, tranne nei casi di riscaldamento a pavimento (per le caldaie centralizzate da 100 kW in su, bruciatori di tipo modulante, centralina di regolazione che agisce sul bruciatore, pompa di tipo elettronico e giri variabili)

È opportuno segnalare, inoltre, come la nuova Finanziaria, all'articolo 1, comma 23, corregga finalmente la Tabella delle trasmittanze per le strutture opache orizzontali, prevista (in modo errato) dalla precedente finanziaria. Per un errore di trascrizione, infatti, la Tabella 3 (articolo 1, comma 345) allegata alla Finanziaria 2007, di fatto, non poteva essere applicata ai tetti perché i requisiti di trasmittanza termica delle strutture opache orizzontali – pavimenti e tetti – erano stati invertiti; il risultato tecnico era che i valori per i pavimenti erano bassissimi mentre, al contrario, quelli per i tetti raggiungevano livelli elevatissimi. Il decreto attuativo del 19 febbraio 2007, inoltre, conscio del problema, non menzionava in nessun modo gli interventi realizzati sulle strutture opache orizzontali, anche se esplicitamente richiamate nella Finanziaria.

Con le nuove disposizioni, invece, la Tabella viene riscritta con valore retroattivo al 1° gennaio 2007.

Tabella 2.2 – VALORI DI TRASMITTANZA TERMICA DELLA FINANZIARIA 2007

«Tabella 3 (Articolo 1, comma 345)

Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali		Finestre comprensive di infissi
		Coperture	Pavimenti	
A	0,72	0,42	0,74	5,0
B	0,54	0,42	0,55	3,6
C	0,46	0,42	0,49	3,0
D	0,40	0,35	0,41	2,8
E	0,37	0,32	0,38	2,5
F	0,35	0,31	0,36	2,2»

Ai fini del riconoscimento delle detrazioni fiscali, all'articolo 1, comma 24, lettera c) è previsto che non sia più necessario l'attestato di qualificazione (o certificazione) energetica per l'installazione di finestre comprensive di infissi in singole unità immobiliari e di pannelli solari termici. La norma mira a rimuovere gli ostacoli di natura burocratica e a ridurre gli oneri di progettazione a carico del privato cittadino, almeno per gli interventi di importo contenuto. Per la certificazione dei pannelli solari, questa norma, di concerto con il decreto del Ministero dell'economia e delle finanze del 26 ottobre 2007, attua un'ulteriore semplificazione, richiedendo esclusivamente la conformità dei pannelli alle norme UNI EN 12975 o UNI EN 12976, rilasciata da laboratorio accreditato, o da un organismo certificatore nazionale di un Paese membro dell'UE o della Svizzera.

Alla lettera a) del medesimo comma, viene previsto come, entro il 28 febbraio 2008, il Ministero per lo sviluppo economico, analogamente a quanto fatto nel 2007, dovrà stabilire i valori limite del fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale e quelli per la trasmittanza termica (Finanziaria 2007, comma 344, articolo 1 e comma 345, articolo 1).

2.3 Estensione della certificazione energetica e obbligo d'uso delle fonti rinnovabili

Una delle novità di maggior peso riguarda l'articolo 1, commi 288 e 289. In entrambi, il rilascio del Permesso di costruire viene vincolato stabilmente alle procedure di certificazione (attestazione) energetica e all'impiego stabile di impianti alimentati da fonti rinnovabili per una parte del fabbisogno energetico dell'edificio.

Relativamente al comma 1, a partire dal 1° gennaio 2009, il rilascio del Permesso di costruire – in ogni sua forma o modalità normativa – sarà vincolato alla "certificazione energetica" dell'edificio, così come stabilito dal D.Lgs 192/2005, articolo 6. Si precisa che, per la prima volta, il concetto di "certificazione energetica" viene spostato dalla fase *ex post* (a edificio realizzato) a quella *ex ante* (edificio in fase di progettazione); questa nuova disposizione rende ancora più complesso il tentativo di comprendere appieno cosa debba intendersi per "certificazione" e quali siano i modelli di stima, visto che i tecnici del settore e gli enti locali sono ancora in attesa dell'emanazione dei decreti attuativi in materia di calcolo della certificazione, previsti

sempre dallo stesso decreto all'articolo 4, comma 1 (solo la Regione Lombardia ha legiferato in questo campo). Il rilascio è subordinato non solo alla certificazione energetica, ma anche a non meglio precisate "caratteristiche strutturali" dell'immobile, ovverosia specifici interventi finalizzati al risparmio idrico e al reimpiego delle acque meteoriche.

Migliorativo è il comma 289 in materia di obbligo di installazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili. Anche in questo caso, a partire dal 1° gennaio 2009, per il rilascio del Permesso di costruire degli edifici di nuova edificazione, è obbligatorio che questi siano dotati di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, in modo tale da garantire una produzione energetica i cui valori siano quelli descritti nella *Tabella 2.3*.

Tabella 2.3 – OBBLIGO DELLA POTENZA DA INSTALLARE NELLE NUOVE COSTRUZIONI
(GENNAIO 2009)

Abitazioni civili	Produzione energetica non inferiore a 1 kW per ciascuna unità abitativa
Fabbricati industriali di estensione superficiale non inferiore a 100 m ²	Produzione energetica non inferiore a 5 kW

Il limite inferiore prefissato sulla potenza degli impianti domestici coincide, correttamente, con la taglia minima di incentivazione prevista nel "conto-energia" (D.M. 19 febbraio 2007). La prescrizione sulla potenza minima da installare sui nuovi fabbricati industriali (5 kW), invece, consente e favorisce la realizzazione di coperture con moduli fotovoltaici di silicio cristallino o di film sottile.

Per gli edifici di nuova costruzione questa Finanziaria 2008 corregge la precedente D.Lgs. 192/2005, che vincolava la produzione di energia elettrica da rinnovabili alla sola tecnologia del fotovoltaico. Il nuovo dispositivo, invece, non solo non richiede l'uso esclusivo della tecnologia fotovoltaica ma, con la frase «*compatibilmente con la realizzazione tecnica dell'intervento*» lascia intravedere molti margini decisionali per l'imprenditore edile. La genericità di questa disposizione potrebbe comportare una forte incertezza interpretativa sulla determinazione dei confini della "fattibilità tecnica", per svincolarsi dall'obbligo di produzione di energia elettrica rinnovabile per i nuovi edifici.

2.4 Impianti fotovoltaici e altre fonti rinnovabili

All'articolo 2, comma 173, la Finanziaria prevede che gli enti locali che installeranno superfici fotovoltaiche su edifici che sono di loro competenza (proprietà o gestione) potranno godere, in ogni caso, della maggiorazione dell'incentivo riservata dal "conto-energia" agli impianti in totale integrazione architettonica (*Tabella 2.4*).

Tabella 2.4 - TIPOLOGIA DI INTERVENTI DI INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA

Tipologia specifica 1	Sostituzione dei materiali di rivestimento di tetti, coperture, facciate di edifici e fabbricati con moduli fotovoltaici aventi la medesima inclinazione e funzionalità architettonica della superficie rivestita.
Tipologia specifica 2	Pensiline, pergole e tettoie in cui la struttura di copertura sia costituita dai moduli fotovoltaici e dai relativi sistemi di supporto.
Tipologia specifica 3	Porzioni della copertura di edifici in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano il materiale trasparente o semitrasparente atto a permettere l'illuminamento naturale di uno o più vani interni.
Tipologia specifica 4	Barriere acustiche in cui parte dei pannelli fonoassorbenti siano sostituiti da moduli fotovoltaici.
Tipologia specifica 5	Elementi di illuminazione in cui la superficie esposta alla radiazione solare degli elementi riflettenti sia costituita da moduli fotovoltaici.
Tipologia specifica 6	Frangisole i cui elementi strutturali siano costituiti dai moduli fotovoltaici e dai relativi sistemi di supporto.
Tipologia specifica 7	Balaustre e parapetti in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano gli elementi di rivestimento e copertura.
Tipologia specifica 8	Finestre in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano o integrino le superfici vetrate delle finestre stesse.
Tipologia specifica 9	Persiane in cui i moduli fotovoltaici costituiscano gli elementi strutturali delle persiane.
Tipologia specifica 10	Qualsiasi superficie descritta nelle tipologie precedenti sulla quale i moduli fotovoltaici costituiscano rivestimento o copertura aderente alla superficie stessa.

Il successivo comma 174, inoltre, prevede che l'intero processo autorizzativo per la costruzione e l'esercizio degli impianti fotovoltaici (D.Lgs 387/2003, comma 3, articolo 12), qualora questi ultimi siano di stretta competenza degli enti locali, potrà essere effettuato attraverso una "autorizzazione unica"; questo vale anche per il "complesso degli impianti", ovvero sia anche per una pluralità di impianti, anche se ubicati in luoghi diversi.

L'articolo 2, comma 150, lettera a), demanda al Ministero dello sviluppo economico e al Ministero dell'ambiente l'emanazione di un decreto congiunto che estenda lo "scambio sul posto" di energia elettrica a tutti gli impianti alimentati da fonti rinnovabili con potenza fino a 200 kW.

Il servizio di "scambio sul posto" (*net metering*), come chiarito dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas, si configura come modalità di "immagazzinamento" di un bene (l'energia elettrica) che, per le sue caratteristiche, non potrebbe essere conservato. Lo "scambio sul posto" consente all'utente di "immagazzinare" l'energia elettrica prodotta e non consumata e di prelevarla dalla rete in caso di necessità. Viene spostato, dunque, il limite di potenza ammissibile in *net metering* da 20 a 200 kW.

Questa misura è in grado di dare un forte impulso allo sviluppo della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, in quanto consente (entro i limiti di potenza previsti) di "vendere" l'energia in rete allo stesso prezzo con la quale viene acquistata presso il soggetto distributore (*Tabella 2.5*).

La differenza di remunerazione è notevole se si pensa che, al di fuori della disciplina dello "scambio sul posto", il prezzo riconosciuto per il ritiro dell'energia dal gestore di rete è di circa 0,096 euro/kWh (con adeguamento annuale pari al 40% dell'indice nazionale dei prezzi al consumo), mentre nel *net metering* il corrispettivo coincide con la tariffa di acquisto (in questo momento pari mediamente a 0,17 euro/kWh, con un andamento inflazionistico che segue da vicino gli incrementi internazionali del costo dell'energia).

Tabella 2.5 – TARIFFA INCENTIVANTE (EURO/KWH)

Potenza nominale (kW)	Impianto non integrato	Impianto parzialmente integrato	Impianto integrato architettonicamente
$1 \geq P \leq 3$	0,40	0,44	0,49
$3 \geq P \leq 20$	0,38	0,42	0,46
$P \geq 20$	0,36	0,40	0,44

Il limite di potenza di 200 kW favorisce economicamente l’installazione di impianti fotovoltaici di grande taglia sulle coperture degli stabilimenti industriali (notoriamente sede di notevoli consumi), e favorisce la realizzazione di piccoli impianti eolici.

Tabella 2.6 – FINANZIARIA 2008: RISPARMIO ENERGETICO, SGRAVI, CERTIFICAZIONE E FONTI RINNOVABILI

Articoli	Oggetto
Articolo 1, comma 6, lettera a)	ICI inferiore al 4% per utilizzo di fonti rinnovabili negli edifici.
Articolo 1, commi da 20 a 24	Proroga degli sgravi del 55% nelle loro diverse forme e limiti.
Articolo 1, comma 286	Estensione dello sgravio del 55% anche agli impianti con pompe di calore ad alta efficienza ed impianti geotermici a bassa entalpia.
Articolo 1, comma 288	Certificazione energetica obbligatoria dal 2009 per il permesso a costruire dei nuovi edifici.
Articolo 1, comma 288	Permesso a costruire, dal 2009, vincolato all’uso delle fonti rinnovabili per i nuovi edifici.
Articolo 2, comma 134	Fonti rinnovabili (appalti a cooperative montane per la produzione di calore da fonti agricolo-forestali).
Articolo 2, commi da 136 a 157	Risparmio energetico, fonti rinnovabili e certificati verdi (ex capo IX) + tab. 2 e 3 allegate + CIP 6, fonti rinnovabili e certificati verdi (ex capo IX) + tab. 2 e 3 allegate.
Articolo 2, commi da 158 a 161	Fonti rinnovabili.
Articolo 2, comma 162	Fondo per incentivare l’efficienza energetica e messa al bando di elettrodomestici energivori.
Articolo 2, comma 163	Divieto di commercializzare lampadine a incandescenza ed elettrodomestici senza dispositivo di disattivazione della funzione stand-by.
Articolo 2, comma da 164 a 169	Riforma della normativa in merito alle fonti rinnovabili.
Articolo 2, comma da 170 a 172	Coinvolgimento di enti locali e Autonomie nella promozione delle fonti rinnovabili.
Articolo 2, comma da 173 a 174	Energia da impianti fotovoltaici.
Articolo 2, comma 176	Incentivi per lo sviluppo dell’idrogeno.
Articolo 2, comma da 281 a 282	Verifiche energetiche per l’edilizia scolastica, penitenziaria e sanitaria.
Articolo 2, comma 322	Fondo per la promozione delle energie rinnovabili.
Articolo 2, commi da 344 a 347	Fondo “1 centesimo per il clima”.
Articolo 2, commi da 554 a 557	Riduzione dei “gas serra”.

Tabella 2.7 – FINANZIARIA 2008 E D.M. 26 OTTOBRE 2007 COORDINATI: SINTESI DELLE DISPOSIZIONI PER GLI SGRAVI FISCALI

Detrazione del 55% delle spese sostenute per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici esistenti prorogata fino al 31 dicembre 2010. art. 1, comma 20, legge 244/2007.

Possibilità di ripartire la detrazione in un numero di quote annuali di pari importo non inferiore a tre e non superiore a dieci, a scelta irrevocabile del contribuente all'atto della prima detrazione.

Estensione dell'agevolazione alle spese sostenute entro il 31 dicembre 2009 per la sostituzione, intera o parziale, dell'impianto di climatizzazione invernale non a condensazione, le cui modalità applicative saranno definite con decreto del Ministro dell'economia e delle finanze.

Estensione dell'agevolazione alle spese sostenute, fino al 31 dicembre 2010, per la sostituzione integrale dell'impianto di climatizzazione invernale con pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici.

Nel caso in cui siano effettuati più interventi di riqualificazione energetica sullo stesso edificio, agevolati con la detrazione del 55% (art. 1, commi 344-347, legge 296/2006), oltre all'asseverazione, anche l'attestato di certificazione/qualificazione energetica e la scheda informativa possono essere prodotti in forma unitaria, così da fornire le informazioni richieste in modo complessivo (nuovo art. 4, comma 2, D.M. 19 febbraio 2007).

Estesa la detrazione del 55% (art. 1, comma 346, legge 296/2006) anche con riferimento all'installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda, che presentino certificazione di qualità conforme sia alle norme UNI EN 12975 o UNI EN 12976 rilasciata da un laboratorio accreditato, oppure alle norme EN 12975 o EN 12976 recepite da un organismo certificatore nazionale di un Paese membro dell'UE o della Svizzera [nuovo art. 8, comma 1, lett. c), D.M. 19 febbraio 2007].

Il concetto di "tecnico abilitato" è esteso a tutti i professionisti autorizzati alla progettazione di edifici ed impianti, che risultino iscritti agli specifici ordini professionali (nuovo art. 1, comma 6, D.M. 19 febbraio 2007).

Per i pannelli solari realizzati in autocostruzione, non è più necessaria la certificazione di qualità relativa alle strisce assorbenti, che continua a essere richiesta unicamente per il vetro solare (nuovo art. 8, comma 2, del D.M. 19 febbraio 2007).

Sostituzione della Tabella 3, allegata alla legge 296/2006, con efficacia dal 1° gennaio 2007, che rende operativa l'agevolazione anche per gli interventi relativi alle strutture opache orizzontali degli edifici.

Ridefinizione, tramite decreto da emanare entro il 28 febbraio 2008, dei limiti di fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale, ai fini degli interventi di "riqualificazione globale". Il riferimento è all'art.1, comma 344, legge 296/2006 (finanziaria 2007) e dei valori di trasmittanza termica per gli interventi sulle strutture opache verticali, finestre comprensive di infissi e strutture opache orizzontali il riferimento è all'art. 1, comma 345, legge 296/2006 (finanziaria 2007).

Semplificazione per la sostituzione di finestre comprensive di infissi in singole unità immobiliari e per l'installazione di pannelli solari, per le quali non è più richiesta la certificazione/qualificazione energetica dell'edificio.

Tabella 2.8 – QUADRO SINOTTICO AGGIORNATO DEGLI ADEMPIMENTI PER L’OTTENIMENTO DEGLI SGRAVI FISCALI RELATIVI AL RISPARMIO ENERGETICO IN EDILIZIA

Intervento	Requisiti	Limiti	Adempimenti
Riqualificazione energetica globale di edifici esistenti (art.1, comma 344, legge 296/2006)	Rispetto dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20%, in relazione ai valori definiti da decreto da emanare entro il 28 febbraio 2008	100.000 euro Da 3 a 10 quote annuali di pari importo	<u>Documenti da acquisire:</u> - asseverazione - certificazione o qualificaz. energetica - scheda informativa <u>Documenti da inviare:</u> (entro 60 gg. dalla fine lavori) - certificazione o qualificazione energetica - scheda informativa
Interventi sull’involucro degli edifici esistenti, sue parti o unità immobiliari, riguardanti strutture opache verticali (art. 1, comma 345, legge 296/2006)	Rispetto dei valori di trasmittanza termica U, definiti con decreto da emanare entro il 28 febbraio 2008	60.000 euro Da 3 a 10 quote annuali di pari importo	<u>Documenti da acquisire:</u> - asseverazione - certificazione o qualificaz. energetica - scheda informativa <u>Documenti da inviare:</u> (entro 60 gg. dalla fine lavori) - certificazione o qualificazione energetica - scheda informativa
Interventi sull’involucro degli edifici esistenti, sue parti o unità immobiliari, riguardanti la sostituzione di finestre, comprensive di infissi (art. 1, comma 345, legge 296/2006)	Rispetto dei valori di trasmittanza termica U, definiti con D.M. da emanare entro il 28 febbraio 2008	60.000 euro Da 3 a 10 quote annuali di pari importo	<u>Documenti da acquisire:</u> - asseverazione - certificazione o qualificaz. energetica (non richiesta se l’intervento riguarda singole unità immobiliari) - scheda informativa <u>Documenti da inviare:</u> (entro 60 gg. dalla fine lavori) - certificazione o qualificaz. energetica (quando richiesta) - scheda informativa
Interventi sull’involucro degli edifici esistenti, sue parti o unità immobiliari, riguardanti strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti – art. 1, comma 345, legge 296/2006)	<u>1/1/07 – 31/12/07</u> Rispetto dei valori di trasmittanza termica U, definiti nella <i>nuova Tabella 3</i> , allegata alla legge 296/2006 (art. 1, comma 23, legge 244/2007) <u>1/1/08 – 31/12/10</u> Rispetto dei valori di trasmittanza termica U, definiti con decreto da emanare entro il 28 febbraio 2008	60.000 euro Da 3 a 10 quote annuali di pari importo	<u>Documenti da acquisire:</u> - asseverazione - certificazione o qualificaz. energetica - scheda informativa <u>Documenti da inviare:</u> (entro 60 gg. dalla fine lavori) - certificazione o qualificaz. energetica - scheda informativa

(Segue)

<p>Installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda per usi domestici o industriali e per la copertura del fabbisogno di acqua calda di piscine, strutture sportive, case di ricovero e cura, istituti scolastici ed università (art. 1, comma 346, legge 296/2006)</p>	<p>Rispetto delle caratteristiche tecniche previste dall'art. 8, D.M. 19 febbraio 2007, come modificato dal D.M. 26 ottobre 2007</p>	<p>60.000 euro Da 3 a 10 quote annuali di pari importo</p>	<p><u>Documenti da acquisire:</u> - asseverazione - scheda informativa <u>Documenti da inviare:</u> (entro 60 gg. dalla fine lavori) - scheda informativa</p>
<p>Sostituzione, integrale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale con caldaie a condensazione e contestuale messa a punto del sistema di distribuzione (art. 1, comma 347, legge 296/2006). L'art. 1, commi 20 e 21, della legge 244/2007 estende la detrazione del 55% per le spese sostenute entro il 31 dicembre 2009 per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti di climatizzazione non a condensazione, le cui modalità applicative verranno definite con decreto del Ministro dell'economia e delle finanze.</p>	<p>Rispetto delle caratteristiche tecniche previste dall'art.9, D.M. 19 febbraio 2007</p>	<p>30.000 euro Da 3 a 10 quote annuali di pari importo</p>	<p><u>Documenti da acquisire:</u> - asseverazione - certificazione o qualificazione energetica - scheda informativa <u>Documenti da inviare:</u> (entro 60 gg. dalla fine lavori) - certificazione o qualificazione energetica - scheda informativa</p>
<p>Sostituzione, integrale o parziale, di impianti di climatizzazione invernale con pompe di calore ad alta efficienza e con impianti geotermici a bassa entalpia (art. 1, comma 286, legge 244/2007)</p>	<p>Rinvio alle misure e alle condizioni previste dall'art.1, comma 347, legge 296/2006</p>	<p>30.000 euro Da 3 a 10 quote annuali di pari importo</p>	<p><u>Documenti da acquisire:</u> - asseverazione - certificazione o qualificazione energetica - scheda informativa <u>Documenti da inviare:</u> (entro 60 gg. dalla fine lavori) - certificazione o qualificazione energetica - scheda informativa</p>

3. Risparmio e fotovoltaico

(A cura di Daniele Verdesca)

3.1 L’Agenzia delle Entrate amplia le agevolazioni

I limiti massimi delle agevolazioni per gli interventi di risparmio energetico in edilizia possono essere riferiti autonomamente a ciascun fabbricato, anche se questo non costituisce un’autonoma entità catastale. Le agevolazioni previste dal “conto energia” per la promozione del fotovoltaico si applicano anche per quella parte che viene consumata direttamente dal produttore. Sono queste, in estrema sintesi, le principali novità apportate dall’Agenzia delle entrate nel settore del risparmio energetico per l’edilizia e della produzione di energia da fonti alternative (fotovoltaico). Con la *risoluzione 12 dicembre 2007, n. 365/E*, e la *circolare 6 dicembre 2007, n. 66/E*, infatti, la sezione “*normativa e contenzioso*” dell’Agenzia nazionale ha provveduto ad ampliare in modo significativo il raggio di azione degli sgravi fiscali e della tariffa incentivante a sostegno del rilancio concreto dell’“edilizia sostenibile” in Italia.

3.2 Agevolazioni per singolo edificio

La risoluzione dell’Agenzia delle entrate n. 365/E, prende spunto da un interpello presentato da una società che intendeva sostenere per i suoi edifici produttivi specifici investimenti riguardanti le strutture verticali opache (finestre, comprensive di infissi), per ridurre la trasmittanza termica (U), a cui la Finanziaria 2007⁵ ed i successivi decreti attuativi attribuivano una detrazione massima di 60.000 euro.

Il nodo dell’interpello era però legato non tanto alla legittimità dell’intervento (venivano rispettati i requisiti di trasmittanza termica previsti dalla Tabella 3 della legge n. 296/2007), ma alla diversa configurazione degli edifici su cui si sarebbero dovute realizzare le sostituzioni. Questi ultimi, infatti, presentavano una situazione alquanto diversa a seconda che li si trattasse dal punto di vista amministrativo o fisico, poiché:

- per quel che riguarda gli estremi di accatastamento, gli edifici in oggetto risultavano essere due,
- relativamente al loro assetto funzionale, invece, venivano a configurarsi come 5 “torri”, di 2 e 4 piani, rispettivamente adibiti a mensa e produzione.

Poiché gli interventi da realizzare riguardavano tutte le strutture opache verticali degli edifici di proprietà aziendale, quest’ultima chiedeva un chiarimento all’Agenzia in merito al fatto per cui la detrazione prevista per legge dovesse applicarsi ai 2 edifici risultanti dall’accatastamento oppure alle 5 “torri” fisicamente riconoscibili ed utilizzare come “edifici”.

⁵ Legge 27 dicembre 2006, n. 296 «*Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge Finanziaria 2007)*» (in S.O. n. 244 alla *Gazzetta Ufficiale* del 27 dicembre 2006, n. 299). Si veda il n. 3/2007 di *Ambiente&Sicurezza*.

Per dare una chiara risposta all'interpello di cui sopra, l'Agenzia si è avvalsa di una dettagliata ricostruzione del frammentato quadro normativo che ha portato alla versione attuale degli sgravi fiscali così come sono conosciuti, per poi ricondurli a un unico alveare interpretativo che permettesse di identificare con chiarezza quali dovessero essere i riscontri conclusivi a cui far riferimento per delimitare le incertezze della risposta.

Il percorso dell'Agenzia parte dalla constatazione che le agevolazioni per gli interventi finalizzati al risparmio energetico nel settore dell'edilizia sono state introdotte nell'ordinamento tributario nazionale dalla Finanziaria 2007 (articolo 1, commi 344, 345, 346 e 347, legge n. 296/2006) e dal decreto interministeriale di attuazione 19 febbraio 2007, recante «*Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizia esistente*»⁶. Il beneficio, nella misura massima del 55% delle spese sostenute e da ripartire in tre rate annuali, è rivolto a tutti i soggetti residenti e non residenti, a prescindere dalla tipologia di reddito di cui essi siano titolari, a condizione che gli stessi possiedano o detengano gli "edifici", sulla base di un titolo idoneo (proprietà, nuda proprietà, diritto reale, contratto di locazione, anche finanziaria o di comodato). Gli interventi per i quali la nuova normativa ha riconosciuto la detrazione fiscale sono stati suddivisi in 4 categorie, per ciascuna delle quali è previsto un valore massimo di detrazione, sintetizzato nella *Tabella 3.1*.

Tabella 3.1 – VALORI MASSIMI DI DETRAZIONE

Tipologia intervento	Entità sgravio	Riferimento normativo
Riqualificazione energetica globale su edifici esistenti	100.000 euro	Finanziaria 2007, articolo 1, comma 344.
Interventi su strutture opache ed infissi	60.000 euro	Finanziaria 2007, articolo 1, comma 345.
Interventi di installazione di pannelli solari	60.000 euro	Finanziaria 2007, articolo 1, comma 346.
Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale	30.000 euro	Finanziaria 2007, articolo 1, comma 347.

Relativamente agli interventi oggetto dell'interpello, ovverosia quelli su "strutture opache verticali", già la stessa agenzia, con circolare 31 maggio 2007, n. 36/E, aveva precisato che essi sono realizzabili su "edifici" o "parti di edifici" o "unità immobiliari" esistenti; questi interventi, inoltre, dovevano far riferimento a lavori relativi a strutture verticali quali pareti (generalmente esterne) e finestre (comprehensive di infissi), purchè rispettassero i requisiti di trasmittanza termica (dispersione calore), evidenziati nella Tabella di cui all'Allegato D al già citato D.M. 19 febbraio 2007.

Ciò chiarito, il compito dell'Agenzia era quello di definire se il limite di detrazione stabilito per questa tipologia di interventi (60.000 euro) potesse essere calcolato autonomamente per ciascuno dei fabbricati descritti nell'interpello, nonostante gli stessi costituissero, invece, ai fini catastali, un'unica unità immobiliare. Era necessario, cioè, stabilire come dovesse essere intesa l'entità edilizia denominata dalla normativa come "edificio", a fronte dell'ambiguità che la classificazione funzionale e quella catastale portavano in sé.

Per sciogliere questo nodo, l'Agenzia delle entrate ha fatto riferimento diretto al comma 349 dell'articolo 1 della Finanziaria 2007, il quale, per delimitare l'ambito applicativo delle norme agevolative, impone di far riferimento alle definizioni del D.Lgs. n. 192/2005, concernente

⁶ In *Gazzetta Ufficiale* del 26 febbraio 2007, n. 47. Si veda lo Speciale sul n. 7/2007 di *Ambiente&Sicurezza*.

l'attuazione della direttiva europea sul rendimento energetico in edilizia (direttiva 2002/91/CE). L'articolo 2, comma 1, lettera a), decreto sopracitato, stabilisce che, quando si usi il termine "edificio", quest'ultimo debba intendersi come un sistema costituito:

- dalle strutture edilizia esterne che delimitano uno spazio di volume definito;
- dalle strutture interne che ripartiscono detto volume;
- da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovino stabilmente al suo interno.

Con maggiore dettaglio, poi, la normativa chiarisce che la superficie esterna che delimita l'"edificio" può confinare con tutti o con alcuni dei seguenti elementi:

- l'ambiente esterno;
- il terreno;
- altri edifici.

Il termine stesso, inoltre, può riferirsi:

- a un intero edificio;
- a parti di edificio,

comunque progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti.

Sulla base di questa definizione normativa, quindi, l'agenzia conclude che l'edificio oggetto di riqualificazione energetica, indipendentemente dalla tipologia di intervento che viene realizzata tra quelle previste dalla Finanziaria 2007, non debba essere individuato sulla base della connotazione catastale attribuita alla costruzione edilizia, bensì in base alle caratteristiche costruttive che lo individuano e ne delimitano i confini in relazione allo spazio circostante. Di conseguenza, ogni volta che si debba calcolare il limite spettante per i singoli interventi, questo possa essere autonomamente calcolato per ciascun fabbricato (così come definito dal D.Lgs. n. 192/2005), anche se poi, nella realtà, esso non costituisce una autonoma entità catastale. Ogni cittadino o società, pertanto, potrà beneficiare del limite massimo di detrazione in relazione a ciascuno degli edifici su cui realizza gli interventi di riqualificazione energetica, fermo restando, ovviamente, il rispetto delle condizioni e degli adempimenti ai quali la normativa subordina il riconoscimento del beneficio.

3.3 Incentivi anche per l'energia fotovoltaica autoconsumata

Altro fattore direttamente collegato con il concetto di edilizia sostenibile è sicuramente quello della produzione e del consumo dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, fotovoltaico in particolare. Visti gli ancora alti costi necessari per la produzione di questo tipo di energia, il Legislatore ha voluto dare un significativo contributo alla promozione di questa fonte alternativa a quelle tradizionali con il cosiddetto "conto energia", ovvero una tariffa incentivante per ogni kW prodotto con il fotovoltaico al fine di ridurre i tempi di rientro economico per l'investimento in pannelli ed impianto. La diretta connessione con l'edilizia deriva dal fatto che le tariffe previste per sostenere questa tecnologia, definite dal D.M. 19 febbraio 2007⁷ (uscito in contemporanea con quello per lo sgravio fiscale sul risparmio energetico trattato nel prece-

⁷ «Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387» (in Gazzetta Ufficiale del 23 febbraio 2007, n. 45). Si veda lo Speciale sul n. 7/2007 di Ambiente&Sicurezza.

dente paragrafo), sono proporzionali alla capacità di “integrare” pannelli e impianto nella struttura dell’edificio stesso. Le tariffe di maggior importo, infatti, sono previste per gli impianti di minore dimensione (< 3 kW), ma perfettamente integrati architettonicamente nell’edificio in cui sono installati. Per questa ragione, soprattutto per le abitazioni di nuova costruzione, la possibilità di ottenere il massimo rendimento per questa tipologia di impianto dipende da quanto strettamente quest’ultimo sia stato concepito come componente strutturale dell’edificio.

In questa ottica, uno degli elementi di incentivazione di particolare interesse era quello legato al cosiddetto “scambio sul posto”, ovvero la possibilità di autoconsumare l’energia elettrica fotovoltaica prodotta, rilasciando al mercato o al gestore locale solo la quantità di elettricità eccedente i fabbisogni interni.

Il “nodo” da sciogliere per coloro che intendevano usufruire dell’agevolazione tariffaria, a fronte di una normativa più volte variata in modo radicale in meno di tre anni, era relativo al fatto se la “tariffa *extra*” di sostegno all’impianto dovesse intendersi per la sola parte ceduta al mercato o alla rete o, se non alla totalità della produzione, indipendentemente dalla parte di autoconsumo.

Su questo tema, la stessa Agenzia delle entrate, con la circolare 19 luglio 2007, n. 46/E, forniva chiarimenti in merito al trattamento fiscale da riservare alla tariffa incentivante erogata a titolari di impianti fotovoltaici, in relazione all’energia prodotta annualmente.

Nello specifico, al paragrafo 2 della circolare sopra menzionata, l’Agenzia precisava che, relativamente agli impianti di potenza sino a 20 kW, era possibile accedere al cosiddetto servizio di “scambio sul posto” (detto anche, con termine anglosassone, *net metering*):

- facendone richiesta all’impresa distributrice competente per il territorio dove l’impianto era ubicato: in questo caso, precisava l’Agenzia, a fronte della funzione di scambio sul posto (elettricità prodotta e direttamente consumata nel luogo della sua origine), la tariffa incentivante doveva spettare al produttore solo ed esclusivamente in relazione all’energia prodotta e consumata dall’utente. Nel caso di energia prodotta in eccesso rispetto ai fabbisogni dell’edificio dove è installato l’impianto, invece, la tariffazione agevolante non avrebbe dovuto essere erogata poiché la stessa sarebbe stata assorbita dalla rete per poter poi essere successivamente ri-prelevata dal medesimo utente in caso di consumi superiori alla produzione;
- in alternativa, cedendo l’elettricità prodotta direttamente al gestore della rete elettrica nazionale perché ne potesse diversamente allocare la sua distribuzione (dispacciamento) e relativo uso: in questo caso, la tariffa agevolata sarebbe spettata per tutta la produzione, ai sensi di quanto previsto dal decreto “madre” per la promozione delle fonti rinnovabili in Italia (D.Lgs. n. 387/2003).

A fronte di questa presa di posizione dell’Agenzia delle entrate, però, riceveva dall’altro ente appositamente preposto al controllo e alla gestione del mercato elettrico e del gas – l’Agenzia per l’energia elettrica e il gas (AEEG) – segnalazione su come la tariffa incentivante non seguisse l’iter prospettato. Questo perché l’incentivo economico al fotovoltaico poteva considerarsi limitato alla sola energia elettrica prodotta e consumata *in loco* dall’utente (sempre nell’ambito della procedura di scambio sul posto), solo nei casi in cui gli impianti in oggetto fossero quelli incentivati sulla base di quanto disposto dalla precedente legislazione in materia (D.M. 28 luglio 2005, così come modificato dal D.M. 6 febbraio 2006).

Ben diversa la procedura, sottolinea l’Autorità per l’energia, se l’impianto rientra nelle more della ben più recente disciplina del nuovo “conto energia”, definita dal già citato D.M. 19 febbraio 2007. Quest’ultimo decreto, infatti, nel modificare il precedente decreto ministeriale, non prevedeva più per i nuovi impianti un trattamento differenziato per i soggetti che si dovessero

avvalere dello scambio sul posto; di conseguenza, anche a questi ultimi dovrà essere riconosciuta la tariffa incentivante per l'interrezza dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico, indipendentemente che sia poi auto-consumata o, in alternativa, immessa direttamente in rete (articolo 6 del decreto ministeriale ultimo). A fronte di questa netta precisazione dell'autorità, l'Agenzia delle entrate ne ha riconosciuto la fondatezza, modificando la sua posizione iniziale e precisando che quanto previsto dalla sua precedente circolare trovasse applicazione solo per gli impianti in estivati ai sensi del decreto ministeriale antecedente (D.M. 28 luglio 2005) e non invece per quelli rientranti nel decreto successivo (D.M. 19 febbraio 2007). La conseguenza pratica di questa decisione è che, **chiunque voglia progettare e realizzare una nuova installazione di impianti fotovoltaici, potrà beneficiare di una tariffa incentivante "piena", ovverosia per l'interrezza dell'elettricità prodotta, indipendentemente dal possibile autoconsumo che ne dovesse fare.**

RISOLUZIONE DELL'AGENZIA DELLE ENTRATE, DIREZIONE CENTRALE NORMATIVA E CONTENZIOSO, 12 DICEMBRE 2007, N. 365/E

Interpello 954-536/2007 - art. 11, legge 27 luglio 2000, n. 212. A. S.p.a Detrazione delle spese per interventi di risparmio energetico. Art. 1, comma 345, legge 27 dicembre 2006, n. 296

Con l'interpello specificato in oggetto, concernente l'interpretazione dell'art. 1 comma 345 della legge n. 296 del 2006, è stato esposto il seguente

Quesito

La A. S.p.A. intende sostenere - sui suoi edifici produttivi siti in

spese riguardanti strutture opache verticali (finestre, comprensive di infissi), cui la legge finanziaria per il 2007 (legge n. 296/2006, art. 1, comma 345) attribuisce una detrazione dall'imposta lorda per una quota pari al 55% degli importi rimasti a carico del contribuente, fino ad un valore massimo della detrazione di 60.000 euro.

Gli interventi in programma consentono di rispettare i requisiti di trasmittanza termica U, espressa in W/m²K, della Tabella 3 allegata alla legge n. 296/2006.

Gli edifici, oggetto dei menzionati interventi, sono censiti, rispettivamente, al Foglio 15, Particella 180, Categoria D/2 e Foglio 15, Particella 196, Subalterno 6, Categoria D/8 del Catasto Terreni e Fabbricati del Comune di (Allegato 1).

Si tratta, nel primo caso, di una palazzina adibita a mensa, per complessivi 2 piani di altezza e 485 mq di superficie.

Nel secondo caso, invece, l'accatastamento riguarda 4 edifici così strutturati: Palazzo A - 4 piani fuori terra, superficie totale calpestabile = ca. mq. 1.325; Palazzo B - 4 piani fuori terra, superficie totale calpestabile = ca. mq. 1.506; Palazzo C - 4 piani fuori terra, superficie totale calpestabile = ca. mq. 1.706; Palazzo D - 2 piani fuori terra, superficie totale calpestabile = ca. mq. 808.

Ciò premesso, la società istante chiede di conoscere se il limite massimo della detrazione (60.000 euro) stabilito dal comma 345 dell'art. 1 della legge n. 296/2006, possa essere autonomamente riferito ai 5 edifici elencati, ovvero debba essere collegato alle modalità di accatastamento degli immobili che evidenziano solo 2 compendi.

3.4 Soluzione interpretativa prospettata dal contribuente

Occorre preliminarmente ricordare che il comma 349 della legge n. 296 del 2006 stabilisce che trovano applicazione, in materia di benefici fiscali per le "ristrutturazioni energetiche" disciplinate dai commi precedenti, la definizione di cui al D.Lgs. n. 192/2005.

La circolare dell'Agenzia delle entrate n. 36/E del 31 maggio 2007, sul punto, richiama solo l'art. 1, punto 3, del D.M. 19 febbraio 2007, nel quale si afferma che «quelli previsti dal comma 345 della finanziaria 2007 sono interventi sull'involucro degli edifici» e si precisa che «per tali devono intendersi gli interventi su edifici esistenti, parti di edifici esistenti o unità immobiliari esistenti, riguardanti strutture opache verticali, finestre comprensive di infissi, delimitanti il volume riscaldato, verso l'esterno o verso vani non riscaldati, che rispettano i requisiti di trasmittanza U, espressa ...». Anche il citato documento di prassi ribadisce che «ai fini di quanto disposto dai commi da 344 a 350 (della finanziaria 2007) si applicano le definizioni di cui al D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192».

In particolare, all'art. 2 del richiamato decreto legislativo si definisce edificio «un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi; l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi ad un intero edificio ovvero a parti di edificio progettato o ristrutturato per essere utilizzate come unità immobiliari a sè stanti». Ciò detto, appare chiaro come i menzionati 5 edifici di proprietà della A. S.p.A. in rispondano alla richiamata definizione (di edificio) e, pertanto, possano ritenersi tali.

Di conseguenza, poichè il limite oggettivo di 60.000 euro di detrazione massima per gli interventi agevolati descritti al comma 345 dell'articolo unico della legge n. 296/06 si riferisce ai singoli edifici, secondo la definizione datane dal richiamato D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, nel caso oggetto del presente interpello, essi vanno identificati, singolarmente, nella palazzina mensa, palazzo A, palazzo B, palazzo C e palazzo D. Tutto ciò, a prescindere dalla tipologia di accatastamento degli edifici (un unico accatastamento per i palazzi A, B, C e D). Pertanto, la A. S.p.A. può beneficiare di una detrazione massima – per i lavori da eseguirsi sui richiamati 5 edifici, riconducibili alla definizione del comma 345 della legge n. 296/06 – di 300.000 euro. In conclusione, il sottoscritto ritiene che, alle condizioni sopra esposte, per gli interventi da eseguirsi sulla palazzina mensa, palazzo A, palazzo B, palazzo C e palazzo D di proprietà della A. S.p.A. – identificati secondo i dati catastali prima richiamati – la società possa beneficiare di una detrazione massima di 300.000 euro, atteso che il limite di 60.000 euro, previsto dal comma 345 della legge n. 296/2006 per gli interventi ivi menzionati, trova applicazione per singolo edificio (o parti di esso) secondo la definizione datane dal D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192.

3.5 Parere dell'Agenzia delle Entrate

L'agevolazione per gli interventi finalizzati al risparmio energetico è stata introdotta nel nostro ordinamento tributario dall'art. 1, commi 344, 345, 346 e 347, della legge 26 dicembre 2006, n. 296 – legge finanziaria 2007 – e disciplinata dal relativo decreto interministeriale di attuazione 19 febbraio 2007, recante le "Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente", emanato ai sensi del comma 349 dello stesso articolo 1 della legge n. 296 del 2006. L'agevolazione si sostanzia nel riconoscimento di

una detrazione dell'imposta lorda, stabilita, entro un limite massimo, nella misura del 55% delle spese sostenute entro l'anno d'imposta in corso al 31 dicembre 2007.

Il beneficio, da ripartire in tre rate annuali di pari importo, è rivolto a tutti i soggetti residenti e non residenti, a prescindere dalla tipologia di reddito di cui essi siano titolari, a condizione che gli stessi possiedano o detengano gli edifici sulla base di un titolo idoneo (proprietà o nuda proprietà, diritto reale o contratto di locazione, anche finanziaria, o di comodato).

Gli interventi per i quali è riconosciuta la detrazione sono stati suddivisi in n. 4 categorie per ciascuna delle quali è previsto un valore massimo di detrazione. In particolare è riconosciuta la detrazione dall'imposta, fino ad un importo massimo di:

- euro 100.000 per gli interventi di riqualificazione energetica globale su edifici esistenti, previsti dall'articolo 1, comma 344;
- euro 60.000 per gli interventi su strutture opache e su infissi, previsti dall'articolo 1, comma 345;
- euro 60.000 per gli interventi di installazione di pannelli solari, previsti dall'articolo 1, comma 346;
- euro 30.000 per la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale, previsti dall'articolo 1, comma 346.

Per quanto concerne gli interventi su "strutture opache verticali" riconducibili nell'ambito applicativo del comma 345, cui fa riferimento il quesito in esame, con circolare 31 maggio 2007, n. 36/E è stato precisato che essi sono realizzati su edifici o parti di edifici o unità immobiliari esistenti e che consistono in lavori relativi a strutture verticali quali pareti (generalmente esterne), finestre comprensive di infissi che presentino i requisiti di trasmittanza (dispersione di calore) U, espressa in W/m²K, evidenziati nella Tabella di cui all'allegato D del decreto ministeriale 19 febbraio 2007.

Ciò premesso, in relazione al quesito posto dall'istante, teso a conoscere se nel caso prospettato il limite di detrazione stabilito per gli interventi realizzati sulle strutture opache degli edifici (60.000 euro), possa essere calcolato autonomamente per ciascuno dei fabbricati descritti, nonostante gli stessi costituiscono ai fini catastali un'unica unità immobiliare, occorre stabilire come debba essere individuata la entità edilizia definita "edificio" che la norma considera al fine di valutare il conseguimento del risparmio energetico.

Al riguardo si richiama l'articolo 1, comma 349 della legge n. 296/2007 il quale, per delimitare l'ambito applicativo delle norme agevolative di cui ai precedenti commi da 344 a 350, impone di fare riferimento alle definizioni di cui al D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, concernente "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia", al quale fa riferimento la stessa società istante. L'articolo 2, comma 1, lettera a) di tale decreto stabilisce che ""edificio" è un sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti".

Sulla base di tale definizione, si deve ritenere che, ai fini delle disposizioni in esame l'edificio oggetto di riqualificazione energetica non deve essere individuato sulla base della connotazione catastale attribuita alla costruzione edilizia, bensì in base alle caratteristiche costruttive che lo individuano e ne delimitano i confini in relazione allo spazio circostante. Si ritiene, pertanto, che per gli interventi di cui al comma 345 il limite di detrazione spettante possa essere auto-

nomamente calcolato per ciascun fabbricato, individuato come tale in base alla definizione fornita dal richiamato D.Lgs. n. 192/2005, anche se esso non costituisce una autonoma entità catastale.

La società istante potrà, quindi, beneficiare del limite massimo di detrazione in relazione a ciascuno degli edifici su cui realizza gli interventi di riqualificazione energetica concernenti le strutture verticali e gli infissi, fermo restando, naturalmente il rispetto delle condizioni e degli adempimenti ai quali la normativa subordina il riconoscimento del beneficio.

CIRCOLARE DELL'AGENZIA DELLE ENTRATE, DIREZIONE CENTRALE NORMATIVA E CONTENZIOSO, 6 DICEMBRE 2007, N. 66/E

Tariffa incentivante art. 7, comma 2, del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387. Circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 - Precisazione

Con circolare n. 46/E del 19 luglio 2007, l'Agazia ha fornito chiarimenti circa il trattamento fiscale da riservare alla tariffa incentivante erogata a titolari di impianti fotovoltaici in relazione all'energia prodotta annualmente.

In merito alle modalità di erogazione della suddetta tariffa, nel paragrafo 2 della citata circolare è stato precisato che «(...) *Gli impianti di potenza fino a 20 kw, possono accedere al c.d. servizio di "scambio sul posto" (anche detto Net Metering), facendone richiesta all'impresa distributrice competente per il territorio ove l'impianto è ubicato o, in alternativa possono cedere al gestore della rete elettrica l'energia prodotta". Nel primo caso, la tariffa incentivante spetta solo in relazione all'energia prodotta e consumata in loco dall'utente, mentre l'energia prodotta in eccesso rispetto ai consumi è assorbita dalla rete per poter essere successivamente riprelevata dall'utente medesimo in caso di consumi superiori alla produzione. Nel secondo caso, la tariffa spetta per tutta la produzione, anche per l'energia eccedente i consumi dell'utenza e ceduta sia al mercato libero, sia al gestore di rete cui l'impianto è collegato ai sensi di quanto è previsto dall'art. 13, commi 3 e 4, del D.Lgs. n. 387 del 2003».*

Con riferimento al menzionato passaggio, l'Autorità per l'energia e per il gas ha tuttavia segnalato che la tariffa incentivante è limitata all'energia elettrica prodotta e consumata *in loco* dall'utente, nell'ambito della disciplina dello scambio sul posto, solo per gli impianti fotovoltaici che percepiscono l'incentivo ai sensi del D.M. 28 luglio 2005 (come modificato e integrato dal D.M. 6 febbraio 2006).

Il D.M. 19 febbraio 2007, infatti, nel modificare il precedente decreto ministeriale non prevede un trattamento differenziato per i soggetti che si avvalgono dello scambio sul posto e riconosce anche a questi ultimi, la tariffa incentivante su tutta l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico, indipendentemente dal fatto che sia auto-consumata o immessa in rete (articolo 6 del D.M. 19 febbraio 2007).

Al riguardo la scrivente, nel prendere atto della segnalazione fatta dal menzionato organo, precisa che quanto riportato nel paragrafo 2 della circolare n. 46/E del 19 luglio 2007 trova applicazione solo per gli impianti incentivati ai sensi del D.M. 28 luglio 2005 e non anche per gli impianti incentivati ai sensi del D.M. 19 febbraio 2007.

Detta precisazione non comporta conseguenze fiscali, pertanto, restano fermi i chiarimenti resi con la circolare in esame in ordine al trattamento fiscale della tariffa incentivante.

4. Valori energetici più stringenti per ottenere la detrazione del 55%

(A cura di Daniele Verdesca)

Il decreto del Ministero dello sviluppo 11 marzo 2008 «Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a), della legge 24 dicembre 2007, n. 244, per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della legge 27 dicembre 2006, n. 296» ha introdotto valori limite più severi per la climatizzazione invernale delle abitazioni come condizione necessaria per accedere alla detrazione fiscale del 55% sugli interventi realizzati e un ulteriore inasprimento degli stessi a partire dal 2010. Novità anche per strutture opache verticali, orizzontali e finestre, impianti di climatizzazione invernale e teleriscaldamento.

Valori limite più severi per la climatizzazione invernale delle abitazioni come condizione necessaria per accedere alla detrazione fiscale del 55% sugli interventi realizzati; ulteriore inasprimento degli stessi a partire dal 2010. Sono queste, in estrema sintesi, le principali novità apportate dal decreto del Ministero dello sviluppo 11 marzo 2008⁸ in materia di fabbisogno di energia primaria e trasmittanza termica.

Questo dispositivo, atteso in verità entro il 28 febbraio 2008, deriva da quanto disciplinato dalla Finanziaria 2008⁹ relativamente alla proroga al 31 dicembre 2010 della detraibilità delle spese sostenute per la riqualificazione energetica delle abitazioni esistenti (cosiddetto "55%"). Per quel che riguarda la climatizzazione invernale e la trasmittanza termica, in particolare, la summenzionata finanziaria poneva come condizione imprescindibile per accedere allo sgravio che gli interventi realizzati rispondessero a nuovi valori energetici, da definire, appunto, con uno specifico decreto ministeriale. Il riferimento era a:

- gli interventi di riqualificazione energetica totale degli edifici esistenti. In quel caso, per poter rientrare nell'ambito degli sgravi fiscali, il risultato finale delle azioni sostenute doveva essere un valore limite di fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20% rispetto a quanto riportato dal D.Lgs. n. 192/2005¹⁰;
- gli interventi su edifici esistenti¹¹ riguardanti le strutture opache verticali (muri), le strutture opache orizzontali (coperture e pavimenti) e le finestre (comprehensive di infissi). La detrazione era possibile a condizione che le azioni realizzate rispettassero i requisiti di trasmittanza termica "U" (espressa in W/m^2K)¹².

A fronte di questa indicazione normativa, il Ministero per lo sviluppo economico ha però dovuto tenere in considerazione due precisi indirizzi contrastanti:

⁸ «Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a), della legge 24 dicembre 2007, n. 244, per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della legge 27 dicembre 2006, n. 296» (in *Gazzetta Ufficiale* del 18 marzo 2008, n. 66).

⁹ Il riferimento è alla legge n. 244/2007 (legge Finanziaria 2008).

¹⁰ Il riferimento, nello specifico, è all'Allegato C, numero 1), Tabella 1 al D.Lgs 192/2005.

¹¹ La Finanziaria 2007 (legge n. 296/2006; si veda *Ambiente&Sicurezza* n. 3/2007), prevedeva, inoltre, di includere anche interventi che si riferissero non solo ad interi edifici, ma anche a parti di esso o a semplici unità immobiliari.

¹² I summenzionati valori di trasmittanza termica erano contenuti nella Tabella 3, legge n. 296/2006 (Finanziaria 2007).

- non andare in modo disgiunto rispetto a quanto già previsto dal D.Lgs. n. 192/2005 proprio in termini di valori minimi obbligatori per il fabbisogno di energia primaria annua per la climatizzazione invernale e la trasmittanza termica;
- stabilire parametri di fabbisogno e trasmittanza più stringenti di quelli previsti dal succitato decreto legislativo, in modo da far accedere agli sgravi fiscali solo quegli interventi effettivamente più significativi dal punto di vista del risparmio energetico.

Per risolvere questa doppia esigenza, la scelta è stata quella di:

- correggere i valori di fabbisogno e trasmittanza previsti dalla versione originale del D.Lgs. n. 192/2005 e renderli validi sino al 31 dicembre 2009;
- introdurre nuovi valori di fabbisogno e trasmittanza nel D.Lgs. n. 192/2005, molto più stringenti rispetto ai primi, da rispettare, però, solo dal 1° gennaio 2010.

Di conseguenza, nell'articolo 1, D.M. 11 marzo 2008, vengono stabiliti i nuovi limiti di fabbisogno di energia primaria annua per la climatizzazione invernale, ai fini del riconoscimento degli sgravi del 55% previsti in caso di riqualificazione globale dell'edificio. Nelle *Tabelle 4.1* e *4.2* è riportato il confronto tra i due diversi valori limite¹³ (in ogni caso sempre più restrittivi dei valori originali del D.Lgs. n. 192/2005).

Tabella 4.1 – EDIFICI RESIDENZIALI DELLA CLASSE E1¹⁴

(Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali; abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili; edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;) esclusi collegi, conventi, case di pena, caserme.

Tabella 4.1-a

Rapporto di forma dell'edificio (S/V) ¹⁵ < 0.2			
Zona climatica	Gradi Giorno (GG)	Sino al 2009 (kWh/m ²)	Dal 2010 in poi (kWh/m ²)
A	Fino a 600	8,5	7,7
B	601	8,5	7,7
	900	12,8	11,5
C	901	12,8	11,5
	1.400	21,3	19,2
D	1.401	21,3	19,2
	2.100	34	27,5
E	2.101	34	27,5
	3.000	46,8	37,9
F	Oltre 3.000	46,8	37,9

¹³ I valori limite riportati nelle tabelle sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata dall'articolo 2, D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, e dal rapporto di forma dell'edificio (S/V).

¹⁴ Il riferimento è alla classificazione prevista nell'articolo 3, D.P.R. n. 412/1993.

¹⁵ Per rapporto di forma dell'edificio si intende S/V, ovverosia:

- S, espressa in metri quadri, intesa come la superficie che delimita verso l'esterno (ossia verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento), il volume riscaldato;
- V, espresso in metri cubi, inteso come le parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Tabella 4.1-b

Rapporto di forma dell'edificio (S/V) ¹⁶ < 0.9			
Zona climatica	Gradi Giorno (GG)	Sino al 2009 (kWh/m ²)	Dal 2010 in poi (kWh/m ²)
A	Fino a 600	36	32,4
B	601	36	32,4
	900	48	43,2
C	901	48	43,2
	1.400	68	61,2
D	1.401	68	61,2
	2.100	88	71,3
E	2.101	88	71,3
	3.000	116	94
F	Oltre 3.000	116	94

Tabella 4.2 – TUTTI GLI ALTRI EDIFICI¹⁷

(E.2: Edifici adibiti a uffici e assimilabili. E.3: Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili. E.4: Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili. E.5: Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili. E.6: Edifici adibiti ad attività sportive. E.7: Edifici adibiti ad attività scolastiche. E.8: Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili).

Tabella 4.2-a

Rapporto di forma dell'edificio (S/V) ¹⁸ < 0.2			
Zona climatica	Gradi Giorno (GG)	Sino al 2009 (kWh/m ²)	Dal 2010 in poi (kWh/m ²)
A	Fino a 600	2,0	1,8
B	601	2,0	1,8
	900	3,6	3,2
C	901	3,6	3,2
	1.400	6	5,4
D	1.401	6	5,4
	2.100	9,6	7,7
E	2.101	9,6	7,7
	3.000	12,7	10,3
F	Oltre 3.000	12,7	10,3

¹⁶ Si veda la nota 8.

¹⁷ Il riferimento è sempre alla classificazione prevista nell'articolo 3, D.P.R. n. 412/1993.

¹⁸ Si veda la nota 8.

Tabella 4.2-b

Rapporto di forma dell'edificio (S/V) ¹⁹ < 0.9			
Zona climatica	Gradi Giorno (GG)	Sino al 2009 (kWh/m ²)	Dal 2010 in poi (kWh/m ²)
A	Fino a 600	8,2	7,4
B	601	8,2	7,4
	900	12,8	11,5
C	901	12,8	11,5
	1.400	17,3	15,6
D	1.401	17,3	15,6
	2.100	22,5	18,3
E	2.101	22,5	18,3
	3.000	31	25,1
F	Oltre 3.000	31	25,1

Come è possibile notare, al superare della soglia del 2010, i valori minimi obbligatori per accedere agli sgravi fiscali (e quindi anche alla certificazione energetica) divengono sensibilmente restrittivi, soprattutto nelle zone climatiche a maggiore richiesta di energia primaria. A solo titolo esemplificativo, per gli edifici residenziali (E1), con S/V < 0,9 e situati in zona E (3.000 GG) il fabbisogno di energia primaria passa dai 116 ai 94 kWh/m², con una riduzione di ben 12 kWh/m². Anche per gli "altri edifici" (da E2 a E8), con S/V < 0,2, posizionati nelle zone climatiche mediamente rigide (E con 3.000 GG), c'è una riduzione del kWh/m² consumato che passa dai 12,7 (sino al 2009) ai 10,3 (dal 2010 in poi). Ancora più drastica la riduzione per gli edifici sempre in zona E ma con fattore di forma < 0,9; in questo caso si passa dai 31 ai 25,1 kWh/m², ovvero una contrazione dei fabbisogni di energia primaria di ben 5,9 kWh per ogni metro quadro dell'abitazione; ciò equivale a una ristrutturazione veramente profonda dell'edificio, non soltanto in termini di cambio di impianto di climatizzazione.

4.1 Strutture opache verticali e orizzontali

Analoghe disposizioni, con la stessa staffetta temporale, sono date per tutti gli interventi sulle strutture opache verticali (muri) e orizzontali (tetti e pavimenti), così come per le finestre.

Anche in questo caso i valori di trasmittanza termici introdotti dal decreto ministeriale sono molto più restrittivi di quelli previsti inizialmente dal D.Lgs. n. 192/2005, soprattutto per quelli a partire dal 2010.

A titolo esemplificativo, nella *Tabella 4.3* è riportato il confronto tra i valori minimi, per tutte le tipologie di edifici, delle strutture opache verticali.

¹⁹ Si veda la *nota 8*.

Tabella 4.3 – STRUTTURE OPACHE VERTICALI (PER TUTTI GLI EDIFICI)

Zona climatica	Sino al 2009	Dopo il 2010
A	0.62	0.56
B	0.48	0.43
C	0.40	0.36
D	0.36	0.30
E	0.34	0.28
F	0.33	0.27

Tutti i valori della Tabella sono espressi in W/m² k

Anche in questo caso, è possibile notare come, soprattutto per le zone mediamente rigide (E), il valore della trasmittanza subisca una riduzione di ben 0,6 W al metro quadro; si tratta di un vero e proprio "salto tecnologico" per le strutture murarie dal punto di vista della capacità di "trattenere" il calore.

4.2 Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale

È di particolare importanza sottolineare come, in caso di intervento, il D.M. 11 marzo 2008 preveda la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con altri dotati di generatori di calore alimentati da rinnovabili²⁰ (biomasse combustibili in questo caso) e come questi ultimi debbano contestualmente rispettare ulteriori condizioni prestazionali, ossia:

- avere un rendimento utile nominale minimo conforme alla classe 3 della norma europea UNI-EN 303-5;
- rispettare i limiti di emissione²¹ previsti dal D.Lgs. n. 152/2006 sulle fonti rinnovabili²² e, in caso attive, le più restrittive legislazioni regionali;
- utilizzare solo le biomasse combustibili ammesse²³ dal summenzionato decreto legislativo²⁴.

In questo caso, ai soli fini dell'accesso alle detrazioni d'imposta (55%), per il calcolo dell'indice di prestazione energetica conseguente all'installazione di generatori di calore a biomasse (che rispettano i valori prestazionali prima elencati), il potere calorifico (PCI) della biomassa viene considerato pari a zero.

²⁰ Per "fonti energetiche rinnovabili" o "fonti rinnovabili" si intendono le fonti energetiche rinnovabili non fossili (eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas). In particolare, per biomasse si intende la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani (art. 2 «Definizioni» del D. Lgs n. 387/2003).

²¹ Questi valori devono essere riferiti a un'ora di funzionamento dell'impianto, nelle condizioni di esercizio più gravose, esclusi i periodi di avviamento, arresto e guasti. Il tenore di ossigeno di riferimento è pari all'11% in volume nell'effluente gassoso anidro. I valori limite sono riferiti al volume di effluente gassoso secco rapportato alle condizioni normali.

²² Il riferimento è a quanto previsto dall'Allegato IX, parte V, D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e succ. modd. e intt..

²³ Che comprendono: a) materiale vegetale prodotto da coltivazioni dedicate; b) materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico di coltivazioni agricole non dedicate; c) materiale vegetale prodotto da interventi selvicolturali da manutenzione forestale e da potatura; d) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di legno vergine e costituito da cortecce segatura trucioli *chip* refili e tondelli di legno vergine granulati e cascami di sughero vergine tondelli non contaminati da inquinanti; e) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli; f) sansa di oliva disoleata avente le caratteristiche riportate nella Tabella seguente ottenuta dal trattamento delle sansi vergini con n-esano per l'estrazione dell'olio di sansa destinato all'alimentazione umana e da successivo trattamento termico purché i predetti trattamenti siano effettuati all'interno del medesimo impianto; g) liquor nero ottenuto nelle cartiere dalle operazioni di lisciviazione del legno e sottoposto ad evaporazione al fine di incrementarne il residuo solido purché la produzione, il trattamento e la successiva combustione siano effettuate nella medesima cartiera e purché l'utilizzo di tale prodotto costituisca una misura per la riduzione delle emissioni e per il risparmio energetico individuata nell'autorizzazione integrata ambientale.

²⁴ In questo caso il riferimento è all'Allegato X, parte V, D.Lgs. n. 152/2006.

4.3 Il teleriscaldamento

Ultima notazione, sempre dal decreto ministeriale, per quel che riguarda il teleriscaldamento. Ai fini della determinazione del contributo alla riduzione dell'indice di prestazione energetica conseguente all'installazione di stazioni di scambio termico da allacciare a reti di teleriscaldamento, dal punto di vista del fattore di conversione dell'energia termica utile a quello di energia primaria, il D.M. 11 marzo 2008 permette di poter utilizzare quello direttamente impiegato nominalmente dal gestore stesso della rete di teleriscaldamento.

5. Involucri ad alte prestazioni

(A cura di Massimo Lemma)

Le trasparenze dell'architettura sono da tempo oggetto di dibattito e sperimentazione. I serramenti sono spesso considerati la parte debole dell'involucro, in quanto le loro prestazioni risultano inferiori a quelle delle parti opache, come emerge dall'analisi di diversi requisiti, quali la sicurezza contro intrusioni ed effrazioni, oppure l'isolamento acustico e termico. Il D.Lgs. 192/2005 determina i consumi massimi ammessi a partire dal 2009, ma i valori di CasaClima sono già molto più severi.

Le difficoltà tecniche connesse all'utilizzo dei serramenti non possono essere rimosse semplicemente rinunciandone all'impiego, ma affrontate, così da consentire ai progettisti libertà di scelta nella disposizione dei componenti vetrati, anche se di notevoli dimensioni. Le tecnologie costruttive e il mondo normativo, di carattere cogente e volontario, si muovono in questa direzione.

Prendendo come esempio le prestazioni riguardanti l'isolamento termico, con particolare riferimento alla fase invernale, e analizzando i provvedimenti di carattere cogente, si può riscontrare come essi siano orientati alla progressiva limitazione dei consumi energetici.

Nel D.Lgs. 192/2005 sono stati introdotti i valori limite per il consumo stagionale specifico degli edifici (*Tabella 5.1*), in relazione alle caratteristiche morfologiche (rapporto superficie/volume) e ai contesti climatici (rappresentati dai valori dei gradi giorno, intesi come somma, estesa a tutti i giorni di riscaldamento convenzionale, delle differenze giornaliere tra le temperature dell'ambiente interno e quelle esterne).

Sebbene questi standard siano ritenuti da alcuni operatori piuttosto severi, si registrano iniziative, come quella di **CasaClima** promossa dalla Provincia Autonoma di Bolzano, che si pongono come realistico obiettivo ulteriori drastiche riduzioni dei livelli di consumo energetico ammessi dalla normativa.

Gli standard di CasaClima (*Tabella 5.2*) hanno avuto grande risonanza e in poco tempo sono divenuti un punto di riferimento; essi evidenziano realisticamente come i minimi di legge contenuti nel D.Lgs. 192/2005 possano essere migliorati in maniera consistente, introducendo ulteriori livelli di complessità tecnica, senza compromettere la realizzazione delle opere.

Nonostante le località dell'Alto Adige siano caratterizzate da elevati valori dei gradi giorno (e quindi vadano a collocarsi nelle zone climatiche più severe), lo standard CasaClima prevede consumi massimi pari a 50 kW/mq (classe B) o 30 kW/mq anno (classe A). Se osserviamo che, già per valori di S/V intorno a 0,4 (caratteristico di molte costruzioni residenziali comuni) il D.Lgs. 192/2005 impone, nelle zone climatiche E ed F, limiti di circa 60-80 kW/mq anno, si nota che in Alto Adige le riduzioni sono così consistenti, da dimezzare in alcuni casi i flussi massimi previsti.

Si segnala, inoltre, che è prevista anche una classe di particolare pregio (CasaClima Oro) che limita a 10 kW/mq anno il consumo specifico stagionale.

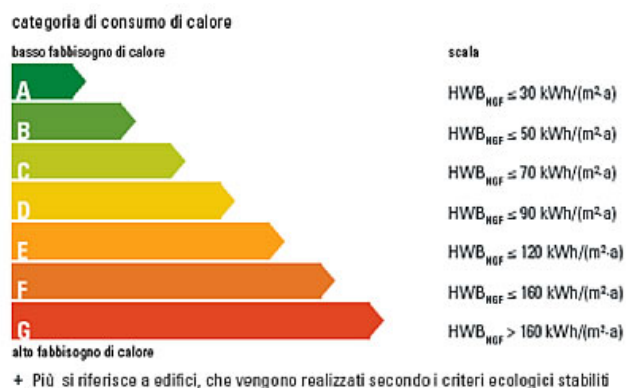
Non vi è dubbio che per raggiungere questi valori tutti i componenti dell'involucro debbano possedere prestazioni elevate ed essere quindi caratterizzati da valori ridotti di **trasmissione termica**, inclusi i serramenti, normalmente meno performanti delle parti opache.

Analizziamo di seguito le prestazioni realmente ottenibili dai componenti trasparenti, secondo le indicazioni che ci offre la normativa europea, e gli strumenti per valutarle correttamente in sede di progetto.

Tabella 5.1 – VALORI LIMITE PER IL FABBISOGNO ANNUO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE (KWH/M² ANNO - ALLEGATO C DEL D.LGS. 192/2005)

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica									
	A	B		C		D		E		F
	<i>fino a</i> 600 GG	<i>a</i> 601 GG	<i>a</i> 900 GG	<i>a</i> 901 GG	<i>a</i> 1400 GG	<i>a</i> 1401 GG	<i>a</i> 2100 GG	<i>a</i> 2101 GG	<i>a</i> 3000 GG	<i>oltre</i> 3000 GG
≤0,2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥0,9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Tabella 5.2 – STANDARD DELL'INIZIATIVA CASA CLIMA



5.1 La trasmittanza termica dei serramenti

Nell'allegato C del D.Lgs. 192/2005 sono riportate le trasmittanze termiche (U) massime attualmente ammesse e quelle che saranno ritenute accettabili per i serramenti assemblati e i pannelli vetrati a partire dal 2009 (Tabella 5.3).

Tabella 5.3 – TRASMITTANZE TERMICHE MINIME DI SERRAMENTI E PANNELLI VETRATI (TABELLE 4A E 4B, D.LGS. 192/2005)

Tabella 4a. Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m ² K		
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2009 U (W/m ² K)
A	5,5	5,0
B	4,0	3,6
C	3,3	3,0
D	3,1	2,8
E	2,8	2,5
F	2,4	2,2

Tabella 4b. Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri espressa in W/m ² K		
Zona climatica	Dall' 1 gennaio 2006 U (W/m ² K)	Dall' 1 gennaio 2009 U (W/m ² K)
A	5,0	5,0
B	4,0	3,0
C	3,0	2,3
D	2,6	2,1
E	2,4	1,9
F	2,3	1,6

È necessario individuare quali caratteristiche costruttive possono corrispondere agli standard minimi richiesti dalla legge e valutare se sono realisticamente ottenibili ulteriori riduzioni dei flussi, per soddisfare richieste più severe da parte dei committenti, riduzioni che, seguendo gli standard di CasaClima a cui si è appena accennato, portano le trasmittanze termiche massime accettate – certo indicative in quanto provenienti da valutazioni numeriche relative a singoli edifici – a 0,9/1,1/1,3 W/m²K per i pannelli vetrati (Classe A/B/C) e 1,3/1,5/1,6 W/m²K per i serramenti completi (con ulteriori diminuzioni per raggiungere la classificazione CasaClima Oro).

Indicazioni significative sono contenute nella norma UNI EN 10077-1, in cui viene illustrato un metodo di calcolo semplificato per prevedere la trasmittanza termica di un serramento, che può essere assunto come affidabile riferimento per i calcoli di progetto. Esso va posto in relazione con altri due metodi di calcolo, esposti nelle norme UNI EN 10077-2 (per i telai) e UNI EN 673 (per i pannelli in vetro).

Se osserviamo i valori di trasmittanza termica (U_g) accreditabili ai pannelli vetrati, presenti nell'Appendice C della norma UNI EN 10077-1 (Tabella 5.4) e calcolati in conformità con il metodo esposto nella norma UNI EN 673, possiamo fare le seguenti considerazioni.

Tabella 5.4 - VALORI DI TRASMITTANZA TERMICA DEI PANNELLI VETRATI UTILIZZABILI PER IL PROGETTO (UNI EN 10077-1)

Vetrata				Tipo di gas nell'intercapedine (concentrazione del gas ≥90%)			
Tipo	Vetro	Emissività normale	Dimensioni in mm	Aria	Argon	Krypton	SF6
Doppie vetrate	Vetri senza trattamento superficiale (vetro normale)	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0
			4-9-4	3,0	2,8	2,6	3,1
			4-12-4	2,9	2,7	2,6	3,1
			4-15-4	2,7	2,6	2,6	3,1
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,4	4-6-4	2,9	2,6	2,2	2,6
			4-9-4	2,6	2,3	2,0	2,7
			4-12-4	2,4	2,1	2,0	2,7
			4-15-4	2,2	2,0	2,0	2,7
			4-20-4	2,2	2,0	2,0	2,7
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,2	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3
			4-9-4	2,3	2,0	1,6	2,4
			4-12-4	1,9	1,7	1,5	2,4
			4-15-4	1,8	1,6	1,6	2,5
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,1	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1
			4-9-4	2,1	1,7	1,3	2,2
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3
			4-15-4	1,6	1,4	1,3	2,3
			4-20-4	1,6	1,4	1,3	2,3
Una lastra con trattamento superficiale	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0	
		4-9-4	2,0	1,6	1,3	2,1	
		4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,2	
		4-15-4	1,5	1,2	1,1	2,2	
		4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	
Triple vetrate	Vetri senza trattamento superficiale (vetro normale)	0,89	4-6-4-6-4	2,3	2,1	1,8	2,0
			4-9-4-9-4	2,0	1,9	1,7	2,0
			4-12-4-12-4	1,9	1,8	1,6	2,0
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,4	4-6-4-6-4	2,0	1,7	1,4	1,6
			4-9-4-9-4	1,7	1,5	1,2	1,6
			4-12-4-12-4	1,5	1,3	1,1	1,6
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,2	4-6-4-6-4	1,8	1,5	1,1	1,3
			4-9-4-9-4	1,4	1,2	0,9	1,3
			4-12-4-12-4	1,2	1,0	0,8	1,4
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,1	4-6-4-6-4	1,7	1,3	1,0	1,2
			4-9-4-9-4	1,3	1,0	0,8	1,2
			4-12-4-12-4	1,1	0,9	0,6	1,2
	Due lastre con trattamento superficiale	≤0,05	4-6-4-6-4	1,6	1,3	0,9	1,1
			4-9-4-9-4	1,2	0,9	0,7	1,1
			4-12-4-12-4	1,0	0,8	0,5	1,1

Nota I valori di trasmittanza termica del prospetto sono calcolati utilizzando la EN 673. Si riferiscono ai valori di emissività e alle concentrazioni di gas date. Per vetrate singole i valori di emissività e/o le concentrazioni di gas possono cambiare con il tempo. Procedure per valutare l'effetto dell'invecchiamento sulle proprietà termiche delle vetrate singole sono contenute nel prEN 1279-1 e nel prEN 1279-3.

A partire dal 2009, i valori minimi previsti per le zone climatiche più impegnative – 2,1 W/m²K per la zona D, 1,9 W/m²K per la zona E, 1,6 W/m²K per la zona F – sembrano raggiungibili con pannelli doppi, solo se assemblati con vetri a bassa emissività e provvisti di intercapedine d'aria di misure significative.

Se committente e progettista intendono perseguire standard più severi, le prestazioni richieste ai pannelli vetrati diventano realmente impegnative da raggiungere.

Dimezzare il flusso massimo previsto dal gennaio 2009 per la zona E è un obiettivo vicino ai limiti delle possibilità attese per un pannello triplo: $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ è infatti il valore di trasmittanza termica raggiungibile da un pannello 4/12/4/12/4 provvisto di 2 lastre con emissività minore o uguale a 0,05 e intercapedini riempite di gas argon. Se le lastre presentano valori di emissività superiori a questo valore (ma sempre inferiori a 0,2) solo l'inserimento di gas krypton sembra consentire il raggiungimento dell'obiettivo prefissato.

Le vetrate doppie (4/20/4 – intercapedine aria) non sono accreditate di valori di U_g migliori di $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, che arrivano a $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ se si impiega l'argon nell'intercapedine, oppure $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ se si utilizza il krypton (4/15/4).

La situazione di fatto non muta con l'impiego di lastre di maggiore spessore – 6 mm per esempio – e un semplice riscontro di calcolo è in grado di evidenziarlo.

A margine si può osservare come, alla luce delle modalità di calcolo previste dalla norma UNI EN 10077-1, la semplice previsione nei capitolati di vetri a bassa emissività non appaia essere più sufficiente, vista la variabilità della trasmittanza termica con il valore dell'emissività della lastra di vetro.

Anche il tipo di gas interposto andrebbe opportunamente indicato nelle specifiche, poiché le differenze di prestazione possono non essere marginali: di esempio è l'incidenza della presenza di krypton nelle piccole intercapedini, come nei pannelli doppi 4/6/4.

Vediamo a quali risultati porta questo metodo di calcolo per i serramenti completi. Nella *Tabella 5.5* sono riportati esempi di calcolo per serramenti i cui telai occupano un'area pari al 30%.

Per i vetri e i serramenti completi, una lettura in parallelo degli standard richiesti dal D.Lgs. 192/2005 ci mostra che, per i serramenti della *Tabella 5.4*, nelle zone F, E, D sono richiesti valori di trasmittanza termica dei telai pari a circa $3,0/3,4/3,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Questi non sono particolarmente difficili da ottenere e destinati a essere ancora meno severi se i telai presentano aree inferiori in valore percentuale.

Tabella 5.5 – VALORI DI TRASMITTANZA TERMICA DEI SERRAMENTI COMPLETI UTILIZZABILI PER IL PROGETTO (UNI EN 10077-1, AREA DEL TELAIO PARI AL 30% DELL'INTERA FINESTRA)

Tipo di vetrata	U_g W/(m ² ·K)	U_f W/(m ² ·K) Area di telaio 30%								
		1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Singola	5,7	4,3	4,4	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	6,1
Doppia	3,3	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4
	3,1	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3
	2,9	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,1
	2,7	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0
	2,5	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,0	3,1	3,9
	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	3,8
	2,1	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	3,6
	1,9	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5
	1,7	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
Tripla	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9
	2,3	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,7
	2,1	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,6
	1,9	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,4
	1,7	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	3,3
	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2
	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1
	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,9
	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8
0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,6	
0,5	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5	

Nota I calcoli sono stati eseguiti utilizzando valori di Ψ in conformità con l'appendice E. Per finestre con area del telaio non uguale al 30% del totale i valori devono essere calcolati utilizzando le equazioni riportate nel corpo principale della presente norma.

I dati informativi presenti nella norma sono valori di trasmittanza termica normalmente alla portata di profili di PVC con rinforzi metallici o di legno, oppure da telai di alluminio a taglio termico con distanza minima tra le sezioni opposte, separate dal profilo TT, nell'ordine di 6-16 mm.

Per raggiungere standard nell'ordine di quelli previsti dalle classi A/B/C di CasaClima, sono invece necessari valori dei telai di circa 1,8 W/m²K, destinati a scendere sino a 1,1/1,2 W/m²K per le applicazioni destinate alla classe CasaClima Oro.

Questi sono raggiungibili – secondo le indicazioni dell'appendice D della UNI EN 10077-1 – solo da telai di legno tenero con spessori di 70-140 mm (densità pari a 500 Kg/m³), o 95-170 mm se di legno duro (densità pari a 700 Kg/m³).

I valori sopraindicati, essendo legati ai metodi di calcolo individuati dalla normativa europea per la previsione delle caratteristiche di un serramento in sede di progetto, presentano un fondamento teorico che li rende affidabili come strumento per la valutazione delle prestazioni effettivamente raggiungibili dai componenti edilizi.

Tale valutazione potrà trovare naturalmente riscontro nelle prestazioni offerte dai singoli prodotti, comparazione che avrà valore solo se la determinazione in laboratorio dei valori di trasmittanza termica sarà stata condotta secondo i metodi indicati dalla normativa.

5.2 Norme citate

Numero	Titolo
UNI EN 410	Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate.
UNI EN 673	Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica (valore U) – Metodo di calcolo.
UNI EN 674	Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica (valore U) – Metodo della piastra calda con anello di guardia.
UNI EN 675	Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica (valore U) – Metodo dei termoflussimetri.
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato.
UNI EN ISO 10077-2	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo numerico per i telai.
UNI 10375	Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.
UNI EN 12412-2	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda – Telai.
UNI EN 12412-4	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda – Cassonetti per le chiusure avvolgibili.
UNI EN 12567-1	Isolamento termico di finestre e porte – Determinazione della trasmittanza termica con il metodo della camera calda – Finestre e porte complete.
UNI EN 13363-1	Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate – Calcolo della trasmittanza solare e luminosa – Metodo semplificato.
UNI EN 13791	Prestazione termica degli edifici – Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione – Criteri generali e procedure di validazione.
UNI EN 13792	Prestazione termica degli edifici – Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione – Metodi semplificati.

6. Integrazione architettonica del fotovoltaico e tariffe del “conto energia”

(A cura di Daniele Verdesca)

La produzione di energia mediante l'impiego di fonti alternative rispetto alle tradizionali risorse è, ormai da tempo, un importante obiettivo che le istituzioni internazionali, europee e nazionali tendono a incentivare introducendo misure atte a favorirne la diffusione. A tal fine il primo passo compiuto dal legislatore nazionale è stata l'emanazione del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387, in attuazione della direttiva comunitaria 2001/77/CE del 27 settembre 2001, concernente la promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. Il suddetto provvedimento è finalizzato a dare impulso alla produzione di energia elettrica attraverso *fonti rinnovabili*²⁵, definite come «le fonti energetiche rinnovabili non fossili (eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas)».

Rispetto a questo quadro-obiettivo, un primo incentivo per supportare questo cambiamento “produttivo” è quello previsto dall'articolo 7 del citato D.Lgs. n. 387/2003, rubricato con il titolo “Disposizioni specifiche per il solare”, e finalizzato a favorire lo sviluppo dell'elettricità generata per conversione fotovoltaica.

L'articolo del decreto, al comma 1, stabilisce che «Entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto, il Ministro delle attività produttive [...], adotta uno o più decreti con i quali sono definiti i criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica dalla fonte solare». Il successivo comma 2 del citato articolo, nell'individuare i criteri per l'erogazione degli incentivi, alla lettera *d*) precisa che essi consistono in una «[...] specifica tariffa incentivante, di importo decrescente e di durata tali da garantire una equa remunerazione dei costi di investimento e di esercizio». I criteri di erogazione della tariffa incentivante, differenziata a seconda della potenza dell'impianto fotovoltaico, furono definiti, *in primis*, dai decreti ministeriali 28 luglio 2005 e 6 febbraio 2006 e, da ultimo, dal D.M. del 19 febbraio 2007, pubblicato nella G.U. 23 febbraio 2007, n. 45.

Il meccanismo introdotto dai summenzionati decreti per la corresponsione di tale tariffa prevede che l'incentivo venga erogato – per un periodo di venti anni – in ragione dell'energia fotovoltaica prodotta annualmente dall'impianto medesimo, mentre la tariffa in parola non venga corrisposta quando l'impianto non produca energia. Ne deriva che la *ratio* di tale incentivo, denominato anche “Conto Energia”, non è tanto quella di favorire la realizzazione dell'investimento, bensì quella di sostenere la produzione di energia mediante lo sfruttamento dell'impianto fotovoltaico.

L'investimento iniziale, pertanto, non viene ridotto per effetto della corresponsione dei predetti incentivi, ma può solo essere recuperato nel tempo attraverso la produzione di energia che, come detto, viene “premiata” mediante l'erogazione di una somma pari alla tariffa incentivante, che varia in base alla potenza dell'impianto, moltiplicata per l'energia prodotta nell'anno.

²⁵ Le fonti rinnovabili si differenziano dalle fonti energetiche fossili (carbone, petrolio, gas), perchè sono sorgenti di energia non esauribili.

Una delle caratteristiche strategiche di questo sostegno alla produzione fotovoltaica, oltre agli aspetti dimensionali (più piccolo è l'impianto, maggiore è l'incentivazione), è quello legato all'effettiva integrazione architettonica del pannello(i) nell'edificio che lo ospita. Maggiore è il livello di integrazione (totale, parziale, nessuna), maggiore è il valore economico della tariffazione incentivante. Questo nuovo meccanismo progettuale-economico (più integrazione = più sostegno), ha posto ai progettisti ed agli impiantisti il problema di cosa voglia effettivamente significare il concetto di "integrazione", soprattutto in rapporto con gli edifici già esistenti. Una prima risposta a questa domanda la dà già lo stesso legislatore, attraverso una specifica Tabella che indica quelle che sono le tipologie di interventi ammissibili dal punto di vista del rapporto pannello-copertura-involucro esterno dell'edificio.

6.1 Tipologia di interventi di integrazione architettonica

Tabella 6.1 – TIPOLOGIA DI INTERVENTI DI INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA

Tipologia specifica 1	Sostituzione dei materiali di rivestimento di tetti, coperture, facciate di edifici e fabbricati con moduli fotovoltaici aventi la medesima inclinazione e funzionalità architettonica della superficie rivestita.
Tipologia specifica 2	Pensiline, pergole e tettoie in cui la struttura di copertura sia costituita dai moduli fotovoltaici e dai relativi sistemi di supporto.
Tipologia specifica 3	Porzioni della copertura di edifici in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano il materiale trasparente o semitrasparente atto a permettere l'illuminamento naturale di uno o più vani interni.
Tipologia specifica 4	Barriere acustiche in cui parte dei pannelli fonoassorbenti siano sostituiti da moduli fotovoltaici.
Tipologia specifica 5	Elementi di illuminazione in cui la superficie esposta alla radiazione solare degli elementi riflettenti sia costituita da moduli fotovoltaici.
Tipologia specifica 6	Frangisole i cui elementi strutturali siano costituiti dai moduli fotovoltaici e dai relativi sistemi di supporto.
Tipologia specifica 7	Balaustre e parapetti in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano gli elementi di rivestimento e copertura.
Tipologia specifica 8	Finestre in cui i moduli fotovoltaici sostituiscano o integrino le superfici vetrate delle finestre stesse.
Tipologia specifica 9	Persiane in cui i moduli fotovoltaici costituiscano gli elementi strutturali delle persiane.
Tipologia specifica 10	Qualsiasi superficie descritta nelle tipologie precedenti sulla quale i moduli fotovoltaici costituiscano rivestimento o copertura aderente alla superficie stessa.

Quelle prima elencate sono, però, solo delle indicazioni di massima di quella che può intendersi come "azione ammissibile" all'interno del concetto di "integrazione". Non ne definisce, invece, le discriminanti applicative per "riconoscere" quando un impianto è effettivamente integrato nell'edificio o nell'area urbana in cui insiste o, ancora più complesso, quando possa considerarsi "parzialmente integrato".

A dare un indirizzo chiarificatore in questa direzione ci ha pensato il Gestore dei servizi elettrici (GSE)²⁶, con l'emanazione di una specifica linea guida, adeguatamente corredata da schemi in-

²⁶ Il GSE, il cui azionista di riferimento è il Ministero dell'economia e delle finanze, è il soggetto capogruppo delle sue controllate, ovvero sia l'acquirente unico (AU) ed il gestore del mercato elettrico (GME). Il GSE gestisce, in qualità di "soggetto attuatore", il sistema di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici.

terpretativi e foto esplicative sui concetti applicati di “integrazione” (totale o parziale o nessuna).

In prima battuta il GSE, ancor prima di presentare le soluzioni operative, provvede a dare una chiara definizione dei concetti prima indicati. Per il Gestore, infatti, integrare totalmente il fotovoltaico nell’architettura significa riuscire ad equilibrare gli aspetti tecnici ed estetici dei componenti la tecnologia fotovoltaica con quelli dell’involucro edilizio, senza compromettere le caratteristiche funzionali di entrambi. Una corretta integrazione del fotovoltaico, perciò, deve riuscire a far coincidere la capacità di produzione di energia elettrica sul luogo della domanda stessa senza però inficiare la qualità estetica dello spazio che ospita (contiene) l’impianto. Le caratteristiche fisiche del modulo fotovoltaico, di conseguenza, possono divenire elementi di caratterizzazione dello spazio architettonico (forma, dimensione, colore, eventuale trasparenza), sia quando viene utilizzato come copertura (facciata o grande vetrata), sia quanto è utilizzato come elemento di arredo urbano (per esempio, un chiosco, una pensilina, una fermata dell’autobus, un lampione ecc.). In questi casi, il fotovoltaico viene interpretato e utilizzato come vero materiale edilizio, diventando parte inscindibile della costruzione. Sostituisce, cioè un materiale tradizionale, diventandone comunque un componente attivo, in grado di contribuire anche alla performance energetica dell’edificio stesso.

Diverso, invece, è il ragionamento fatto dal GSE per quel che riguarda l’integrazione parziale. I moduli fotovoltaici, infatti, possono essere montati su edifici ma anche su componentistica di arredo urbano come possono essere, per esempio, i chioschi, le pensiline, le barriere acustiche. Ed è questo che deve intendersi per “integrazione architettonica parziale”. È evidente, cioè, che per ottenere una composizione bilanciata tra il materiale fotovoltaico e quelli esistenti è necessario porre attenzione all’inserimento generale; valutandone poi il dimensionamento non solo dal punto di vista della produzione di energia elettrica, ma anche sulla base della congruità della sua allocazione, estensione, impatto visivo ed integrazione con la superficie del materiale con cui debba entrare in contatto. In altre parole, è indispensabile che nel suo inserimento il fotovoltaico non infici le caratteristiche estetiche e funzionali dell’edificio, in particolar modo per quanto afferente al rendimento energetico dello stesso. Edificio ed impianto rimangono, indubbiamente, due entità diverse, ma in stretta collaborazione funzionale e visiva; senza questa condizione, viene a mancare del tutto il concetto di integrazione.

Nonostante il GSE abbia cercato di chiarire i concetti, di particolare importanza è però il “portfolio” di immagini e soluzioni che propone per rendere concreta esperienza di quello che ha espresso in precedenza con semplici parole. Innanzi tutto propone la classificazione degli esempi portandosi ad un livello di dettaglio maggiore di quanto già previsto dal decreto legislativo. Nella *Tabella 6.2* è riportato lo schema di classificazione degli esempi elaborato dal GSE.

Tabella 6.2 – SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE DEGLI ESEMPI ELABORATO DAL GSE

Integrazione	Tipologia	Dettaglio
Parziale	Moduli fotovoltaici installati su tetti piani e terrazze	Installazioni su tetti piani e terrazze con elementi perimetrali alti fino a 50 cm
		Installazioni su tetti piani e terrazze con elementi perimetrali alti più di 50 cm
	Moduli fotovoltaici installati su tetti, facciate e balaustre in maniera complanare	Installazione su tetti in maniera complanare
		Installazioni su facciate in maniera complanare
Moduli fotovoltaici installati su elementi di arredo urbano, barriere acustiche, pensiline, pergole e tettoie in maniera complanare ²⁷	Esempi vari di installazioni	
Totale	Moduli fotovoltaici sostitutivi di materiali di rivestimento degli edifici	Installazioni generiche
		Sostituzione di una porzione del tetto
		Sostituzione totale del tetto
		Soluzioni progettuali industrializzabili
		Sostituzione di materiali di rivestimento delle coperture
		Sostituzione dei materiali di rivestimento delle facciate
	Moduli fotovoltaici integrati in pensiline, pergole e tettoie	Installazioni su pensiline
		Installazioni su tettoie
		Installazioni su pergole
	Moduli fotovoltaici in sostituzione di superfici trasparenti degli edifici	Coperture trasparenti
		Facciate inclinate trasparenti
	Moduli fotovoltaici integrati in barriere acustiche	Installazione su barriere antirumore
	Moduli fotovoltaici integrati in elementi di illuminazione ²⁸ e strutture pubblicitarie	Esempi vari
	Moduli fotovoltaici integrati ai frangisole	Frangisole sovrapposti alla facciata
Frangisole collegati alla facciata		
Frangisole integrati alle coperture piane		
Moduli fotovoltaici integrati in balaustre e parapetti	Esempi generici	
Moduli fotovoltaici integrati nelle finestre	Esempi generici	
Moduli fotovoltaici integrati nelle persiane	Esempi generici	
Moduli fotovoltaici installati come rivestimento o copertura	Esempi generici	
Non idonei	Tipologia 1	Tetto piano
		Tetto piano con balaustra perimetrale
		Barriera acustica
		Tetto a falda con copertura parziale

Alle immagini, poi, il GSE associa ulteriori definizioni tecniche che permettono di meglio delimitare il campo di approvazione (e quindi di tariffazione) degli interventi considerati.

A titolo esemplificativo, un dettaglio specifico viene delineato per quel che riguarda il concetto di “integrazione parziale” nel caso di moduli fotovoltaici installati su tetti piani e terrazze. In

²⁷ Il GSE intende per pergole quelle strutture per il giardino normalmente realizzate per sostenere tralici o piante. Nel caso specifico si pensano utilizzate per sostenere i moduli fotovoltaici. Vengono considerate, invece, pensiline o tettoie quelle strutture progettate per ombreggiare aree di terreno, parcheggi, percorsi pedonali ecc.. Entrambe le tipologie possono essere unite agli edifici o indipendenti. Il GSE, infine, riconosce come caso particolare gli impianti fotovoltaici installati su serre. Per serra fotovoltaica deve intendersi una struttura leggera di ferro o legno completamente trasparente, utilizzata per coltivazioni agricole o per floricoltura.

²⁸ Gli impianti devono essere collegati alla rete elettrica e la loro potenza non può essere inferiore ad 1 kWp. Pertanto, possono essere presentate domande che prevedano più oggetti collegati fra loro in stringa al fine di soddisfare la potenza minima richiesta.

prima battuta, il GSE definisce tipologicamente i concetti di tetti piani (*lastrici solari orizzontali non abitabili*) e di terrazze (superfici piane di copertura utilizzabili e praticabili); specificando, però, in riferimento alla UNI 8627²⁹, come verranno prese in considerazione tutti i tetti piani e le coperture orizzontali (e suborizzontali) con pendenza dell'elemento di tenuta fino al 5% (circa 3°).

Viene specificato, inoltre, che per avere il riconoscimento dell'integrazione parziale in presenza di elementi perimetrali³⁰ con altezza sino a 50 cm da terra, l'impianto potrà essere montato senza limitazioni di altezza del supporto dei moduli. In caso, invece, di presenza di elementi perimetrali con altezza superiore ai 50 cm da terra, l'altezza del modulo fotovoltaico (o della schiera dei moduli fotovoltaici), misurata da terra fino all'asse mediano degli stessi, non deve superare in altezza l'elemento perimetrale succitato, misurata nel suo punto più basso. In altre parole, il singolo modulo (o comunque la schiera di moduli fotovoltaici), non dovrà sporgere per più della metà della porzione più bassa dell'elemento perimetrale.

In ogni caso, precisa il GSE nelle sue linee guida, qualsiasi struttura realizzata per rendere piana la superficie d'appoggio dei moduli fotovoltaici non trasforma un tetto inclinato o curvilineo in un tetto "piano". Analoga esplicitazione viene effettuata per quel che riguarda l'integrazione parziale su tetti, facciate e balaustre in maniera complanare. In questo caso deve intendersi come quegli interventi in cui il modulo è appoggiato complanarmente alla superficie delle tipologie costruttive senza sostituire il materiale stesso di costruzione. I moduli, inoltre, per risultare complanari, dovranno essere montati mantenendo la stessa inclinazione della superficie che li accoglie. È necessario, ancora, che lo spessore del modulo e della struttura di supporto che emergerà dalla superficie esistente siano ridotti al minimo indispensabile; in ogni caso, i moduli non dovranno sporgere rispetto alla falda di copertura.

Analoghe indicazioni sono date dalle linee guida del GSE per quel che riguarda l'integrazione totale. Sempre a titolo esemplificativo, relativamente alla complessa tipologia dei moduli fotovoltaici in sostituzione di superfici trasparenti degli edifici, il gestore specifica come questa tipologia di interventi debba privilegiare la sostituzione di superfici trasparenti (vetro o materiali plastici, policarbonati ecc.). Nello specifico, per moduli trasparenti debbono intendersi quei moduli in cui le celle fotovoltaiche siano distanziate tra di loro e contenute tra due pannelli trasparenti affinché la luce naturale possa filtrare lo spazio architettonico. Lo stesso effetto di *texture* luminosa può essere ottenuto anche con la tecnologia del film sottile; in questo caso la pellicola fotovoltaica dovrà essere incisa per permettere la trasparenza richiesta.

Analogha indicazione viene data per l'integrazione totale nelle finestre e nelle persiane. Nel primo caso (finestre, porte finestre o grandi superfici vetrate, preferibilmente apribili), la superficie vetrata dovrà essere sostituita dai moduli fotovoltaici semitrasparenti, ossia quei moduli in cui le celle fotovoltaiche sono distanziate tra di loro e contenute tra due pannelli trasparenti, affinché la luce naturale possa continuare a filtrare nello spazio da illuminare. Nel secondo caso, invece, (persiane la cui funzione ombreggiante sia ottenuta con la sostituzione del materiale convenzionale con i moduli fotovoltaici), la struttura di sostegno dei moduli ed il loro meccanismo di movimentazione dovranno essere realizzati in modo da poter alloggiare correttamente le celle ed i cavi elettrici di servizio/connessione.

²⁹ UNI 8627: "Sistemi di copertura. Definizione e classificazione", paragrafo 7.1.2.

³⁰ Il GSE considera come elementi perimetrali dei tetti/terrazze piane: cornicioni, cordoli, balaustre o ringhiere.

6.2 Conclusioni

Le linee guida predisposte dal GSE, pur non pretendendo di essere esaustive, offrono comunque un panorama interessante delle soluzioni possibili, in ogni tipologia di integrazione – totale o parziale – prevista dalla normativa.

Oltre alle definizioni tecniche, infatti, il buon corredo di immagini esplicative dei concetti rende, di fatto, molto chiaro il criterio che il progettista dovrà seguire per realizzare una piena o parziale connessione tra l'impianto fotovoltaico e l'edificio interessato. Va però sottolineato come molti degli esempi riportati dalle linee guida facciano espresso riferimento a letteratura progettuale realizzata negli altri paesi europei, in particolare per le soluzioni di piena integrazione più complesse. Questo altro non è che un indicatore indiretto di come ancora non sia consolidata la cultura progettuale italiana in questo campo; non solo per quel che riguarda l'integrazione del fotovoltaico, ma in generale nel settore della piena connessione dei sistemi abitativi e dei suoi diversi fattori che li compongono (struttura, impianti, rifiniture, tecnologia).

La speranza è che questo nuovo incentivo per la redditività degli interventi (più integrazione = maggiore tariffa), possa essere uno stimolo fattivo perché gli analisti economici, gli impiantisti, i progettisti architettonici e le imprese esecutrici possano sviluppare una sempre maggiore trasversalità ed integrazione nei loro processi di analisi -> progettazione -> realizzazione.

7. Temperature e rumore a prova di norma

(A cura di Massimo Lemma)

La moltitudine dei materiali isolanti presenta delle caratteristiche peculiari che orientano il progettista nelle proprie scelte. I requisiti connotanti sono stati fissati, nel 2003, in un gruppo omogeneo di norme di specifica molte delle quali sono state modificate nel 2006. Inoltre, negli ultimi tre anni, una piccola serie di norme europee è stata dedicata alle problematiche degli isolamenti a cappotto (*External thermal insulation composite systems* - ETHICS). In particolare, due norme di specifica, sono state dedicate ai sistemi a base di polistirene espanso (UNI EN 13499) e ai sistemi a base di lana minerale (UNI EN 13500).

I materiali isolanti normalmente impiegati in edilizia, escludendo gli isolamenti per impianti e installazioni industriali, possono essere di vario tipo. Si utilizzano, infatti, lana minerale (MW), polistirene espanso (EPS) ed espanso estruso (XPS), poliuretano espanso rigido (PUR), resine fenoliche espanse (PF), vetro cellulare (CG), lana di legno (WW), perlite espansa (EPB), sughero espanso (ICB) o fibre di legno (WF).

Tabella 7.1 – ISOLANTI PER L'EDILIZIA

Tipologia	Sigla
Lana minerale	MW
Polistirene espanso	EPS
Polistirene espanso estruso	XPS
Poliuretano espanso rigido	PUR
Resine fenoliche espanse	PF
Vetro cellulare	CG
Lana di legno	WW
Perlite espansa	EPB
Sughero espanso	ICB
Fibre di legno	WF

Ognuno di questi materiali presenta delle caratteristiche peculiari che possono orientare il progettista nelle proprie scelte. I loro requisiti connotanti sono stati fissati, nel 2003, in un gruppo omogeneo di norme di specifica molte delle quali sono state poi modificate nel corso del 2006.

Alcuni requisiti sono soggetti, nelle norme di prodotto, solo a limiti minimi di prestazione; se questi ultimi vengono giudicati compatibili con la condizione di esercizio, il riferimento alla norma di specifica – nel capitolato – è da considerarsi sufficiente per il progettista.

Altre richieste di prestazione vanno, invece, rese esplicite, affinché sia garantita la coerenza con altri elaborati di progetto (relazioni tecniche, calcoli ecc.). Tra queste vanno segnalate la *resistenza termica* dei componenti (che deve essere dichiarata obbligatoriamente dal produttore mentre la conduttività è indicata ove possibile) che è utilizzata nelle valutazioni sulle prestazioni termiche degli elementi edilizi, e la classe di *reazione al fuoco*.

Altre prestazioni sono, infine, classificate e prevedono quindi livelli differenti di risposta; in questo caso è bene esprimere quale sia la classe richiesta. Cerchiamo di individuare quali sono

questi requisiti che, introducendo differenziazioni nelle prestazioni dei componenti, rappresentano oggetto di interesse nella stesura dei capitolati.

7.1 Tolleranze dimensionali

È questo un aspetto spesso ingiustamente trascurato e a cui è bene, invece, prestare attenzione. Infatti, in alcune applicazioni le irregolarità geometriche (non ortogonalità dei lati, difetti di planarità, variazioni di spessore ecc.) possono originare nello strato isolante delle discontinuità (ponti termici) e dare origine a decadimenti di prestazione rispetto alle previsioni di calcolo.

Esse possono essere quindi all'origine di ulteriori specifiche capitolari che riguardano le modalità previste, durante le fasi di posa in opera, per eliminare le conseguenze negative di tali irregolarità (prescrizioni che possono risultare utili anche per le discontinuità originate dalla presenza di ancoraggi o altri elementi edilizi). È bene perciò conoscere quali siano, per le diverse classi di materiale, le tolleranze da considerarsi in ogni caso accettabili e quali soggette a classificazione. Nelle *Tabelle 7.2-7.6* sono riassunte le prescrizioni normative riguardanti lunghezza, larghezza, spessore, ortogonalità e planarità.

Si può notare come le caratteristiche attese in un componente possano variare notevolmente sia tra prodotti di materiale diverso, che in ragione delle classi di tolleranza ammesse, ove previste. Inoltre per alcuni prodotti le tolleranze ammesse sono differenti al variare dei pannelli.

Tabella 7.2 – TOLLERANZE RELATIVE ALLA LUNGHEZZA

Tipo di prodotto	Classi previste	Limiti di tolleranza
MW	Nessuna classe	± 2%
EPS	2 classi (L1, L2)	Da ± 3 mm a ± 2 mm
XPS	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli < 1 m ± 8 mm Pannelli > 1 m ± 10 mm
PUR	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli < 1 m ± 5 mm Pannelli tra 1 e 2 m ± 7,5 mm Pannelli tra 2 e 4 m ± 10 mm Pannelli > 4 m ± 15 mm
PF	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli < 1,25 m ± 5 mm Pannelli tra 1,25 e 2 m ± 7,5 mm Pannelli tra 2 e 4 m ± 10 mm Pannelli > 4 m ± 15 mm
CG	Nessuna classe	± 2 mm per lastre non rivestite ± 5 mm per lastre rivestite
WW	3 classi (L1, L2, L3)	Da +5/-10 mm. a ± 1 mm
EPB	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli < 1,2 m ± 3 mm Pannelli > 1,2 m ± 5 mm
ICB	2 classi (L1, L2)	Da ± 5 mm a ± 3mm
WF	Nessuna classe	± 2% (non per rotoli, materassini, feltri)

Tabella 7.3 – TOLLERANZE RELATIVE ALLA LARGHEZZE

Tipo di prodotto	Classi previste	Limiti di tolleranza
MW	Nessuna classe	$\pm 1,5\%$
EPS	2 classi (W1, W2)	Da ± 3 mm a ± 2 mm
XPS	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli < 1 m ± 8 mm Pannelli > 1 m ± 10 mm
PUR	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli < 1 m ± 5 mm Pannelli tra 1 e 2 m $\pm 7,5$ mm Pannelli tra 2 e 4 m ± 10 mm Pannelli > 4 m ± 15 mm
PF	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli $< 1,25$ m ± 3 mm Pannelli tra 1,25 e 2 m $\pm 7,5$ mm
CG	Nessuna classe	± 2 mm
WW	2 classi (W1, W2)	Da ± 3 mm a ± 1 mm
EPB	Nessuna classe. Varia con la misura del prodotto	Pannelli $< 1,2$ m ± 3 mm Pannelli $> 1,2$ m ± 5 mm
ICB	2 classi (W1, W2)	Da ± 3 mm a ± 2 mm
WF	Nessuna classe	$\pm 1,5$ mm

Tabella 7.4 – TOLLERANZE RELATIVE ALLO SPESSORE

Tipo di prodotto	Classi previste	Limiti di tolleranza
MW	5 classi (T1, T2, T3, T4, T5)	Da +15mm a +3mm (T1 senza limitazione in eccesso) Da -5 mm a -1mm
EPS	2 classi (T1, T2)	Da ± 2 mm a ± 1 mm
XPS	3 classi (T1,T2,T3). In classe T1 i limiti variano con lo spessore	Da -2/+2-8 (T1) a ± 1 mm (T3)
PUR	3 classi (T1,T2,T3) in cui i limiti variano con lo spessore	Da ± 6 mm (T1, $S > 75$ mm) a $\pm 1,5$ mm (T3, $S < 50$ mm)
PF	2 classi (T1,T2) in cui i limiti variano con lo spessore	Da -2/+5mm (T1, $S > 100$ mm) a $\pm 1,5$ mm (T2, $S < 50$ mm)
CG	Nessuna classe	± 2 mm
WW	2 Classi (T1,T2) per spessori < 100 mm e 2 Classi (T3,T4) per spessori > 100 mm	Da -3/+4 mm a ± 1 mm
EPB	Nessuna classe. I limiti variano con lo spessore	Da ± 1 mm per spessori < 35 mm a ± 4 mm per spessori > 120 mm
ICB	2 classi (T1,T2) in cui i limiti variano con lo spessore	± 1 mm (S compreso tra 20 e 50 mm) a ± 2 mm ($S > 50$ mm)
WF	4 classi (T1, T2, T3, T4)	Da -5/+15 mm a -1/+3 mm

Tabella 7.5 – TOLLERANZE RELATIVE ALLA ORTOGONALITÀ

Tipo di prodotto	Classi previste	Limiti di tolleranza
MW	Nessuna classe	± 5 mm/metro
EPS	2 classi (S1, S2)	Da ± 5 mm/metro a ± 2 mm/metro
XPS	Nessuna classe	± 5 mm/metro
PUR	Nessuna classe	± 6 mm/metro
PF	Nessuna classe	± 10 mm
CG	Nessuna classe	± 2 mm
WW	3 classi (S1, S2, S3)	Da ± 6 mm/metro a ± 2 mm/metro
EPB	Nessuna classe	± 3 mm/metro
ICB	Nessuna classe	± 4 mm/metro
WF	Nessuna classe	± 5 mm/metro

Tabella 7.6 – TOLLERANZE RELATIVE ALLA PLANARITÀ

Tipo di prodotto	Classi previste	Limiti di tolleranza
MW	Nessuna classe	Non superiore a 6 mm
EPS	4 classi (P1, P2, P3, P4)	Da ± 30mm a ± 5 mm
XPS	Nessuna classe. Varia con la misura lineare dei pannelli	Da 7 mm (pannelli < 1 m) a 35 mm. (>4 m)
PUR	Nessuna classe. Varia con la superficie dei pannelli	Da 5 mm (pannelli <0,75 m ²) a 10 mm (pannelli >0,75 m ²)
PF	Nessuna classe. Varia con lo spessore dei pannelli	Da 10 mm (pannelli < 50 mm) a 5 mm. (>100 mm)
CG	Nessuna classe	Non superiore a 2 mm
WW	2 classi (S1, S2)	Da ± 6 mm/metro a ± 3 mm/metro
EPB	Nessuna classe. Varia con la misura lineare dei pannelli	Da 7 mm (pannelli < 1,2 m) a 5 mm. (>1,2 m)
ICB	Nessuna classe	Non superiore a 2 mm
WF	Nessuna classe	Non superiore a 6 mm

7.2 Stabilità dimensionale

La stabilità dimensionale è un requisito che introduce problematiche simili alle tolleranze dimensionali a cui si è accennato.

Generalmente questa grandezza viene misurata in condizioni normali di laboratorio (48 h a 23 ± 2 °C e $50 \pm 5\%$ di umidità relativa), mentre per usi specifici può essere valutata in particolari condizioni di temperatura e umidità, da porre in relazione con le condizioni del contesto in cui il componente sarà posto in opera (temperature comprese tra -40 ± 3 °C e 70 ± 2 °C e valori di umidità relativa sino al 90%).

Va tenuto conto che si possono avere variazioni dimensionali che vanno dallo 0,2% al 5%. In conseguenza di questo aspetto sono state introdotte, per alcuni prodotti, differenti classi.

Per gli EPS – per esempio – sono previste due classi per il comportamento a temperatura ambiente e quattro classi per il comportamento a 70 °C mentre, per i PUR, sono previsti 12 livelli di prestazione. I prodotti MW sono limitati all'1% di variazione dimensionale in qualsiasi condizione, mentre per gli XPS il limite varia dal 2% (misurato a 23 °C) al 5% (misurato a 70 °C).

7.3 Caratteristiche meccaniche

Una delle caratteristiche di maggiore criticità, in caso di giaciture orizzontali (in cui sia magari prevista la pedonabilità), è il comportamento a compressione.

I prodotti da isolamento possono essere caratterizzati sia per i livelli di deformazione in specifiche condizioni di carico e temperatura (per esempio, un EPS *DLT(3)5* è un prodotto di polistirene espanso con deformazione <5% sotto un carico di 80kPa a 60 °C) sia per i livelli sopportabili di carico a compressione al 10% di deformazione, per cui le resistenze previste, e classificate, per i diversi prodotti passano dai 5 ad oltre 1600 kPa.

Sono poi previsti limiti per il comportamento in caso di applicazione di carichi concentrati: alcuni prodotti – come gli MW – vengono classificati in ragione del carico che induce la deformazione massima di 5 mm (su un'area di 50 cm²) mentre per altri sono previste diverse classi di comportamento (per esempio, per i CG 4 livelli di prestazione per deformazioni – sotto un carico di 1000 N – variabili da 0,5 a 2 mm).

Per altri ancora, si fa riferimento alla sola sollecitazione a compressione al 10% di deformazione.

Ulteriore interesse può rivestire il valore, dichiarato dal produttore in relazione a determinati carichi, di scorrimento viscoso a compressione, che offre indicazioni sul comportamento a lungo termine di un prodotto.

Sono poi classificati i livelli di resistenza a trazione perpendicolare alle facce: normalmente per usi normali, e quindi, ai soli fini di manipolazione in cantiere, i prodotti devono possedere resistenze in grado di sostenere il doppio del peso del prodotto nelle dimensioni di fornitura. Per usi particolari possono essere classificati (classi TR) per resistenze sino a oltre 900 kPa (per esempio, TR200).

Anche i livelli di resistenza a flessione sono oggetto di dichiarazione del produttore. Per applicazioni normali sono prescritti valori minimi per garantire l'integrità durante le fasi di manipolazione. In alcuni casi (si veda, per esempio, la *Tabella 7.7*), i valori crescono per le diverse classi di prodotto.

Tabella 7.7 – VALORI MINIMI DELLA RESISTENZA A FLESSIONE DEGLI EPS PER I DIVERSI TIPI DEL PRODOTTO

Tipo	Sollecitazione a compressione al 10% di deformazione kPa	Resistenza a flessione kPa
EPS S	-	50
EPS 30	30	50
EPS 50	50	75
EPS 60	60	100
EPS 70	70	115
EPS 80	80	125
EPS 90	90	135
EPS 100	100	150
EPS 120	120	170
EPS 150	150	200
EPS 200	200	250
EPS 250	250	350
EPS 300	300	450
EPS 350	350	525
EPS 400	400	600
EPS 500	500	750

7.4 Assorbimento d'acqua

Vengono caratterizzati i livelli di assorbimento d'acqua sia nel breve che nel lungo periodo (per immersione totale o per diffusione). I valori accettabili sono molto variabili (per esempio da 0,5 Kg/m² – EPS, lungo periodo, immersione parziale – sino a 3 Kg/m² – MW o PF, lungo periodo).

Alcuni prodotti sono, inoltre, classificati in relazione a questo parametro. Per esempio, per gli XPS sono previste, a lungo periodo, tre livelli di prestazione per immersione totale e due livelli diffusione. Per alcuni prodotti (PUR, per esempio) viene misurata – e classificata – la planarità dopo bagnatura di una sola faccia del pannello.

7.5 Trasmissione del vapor d'acqua

Il valore μ viene dichiarato dal produttore. Nelle norme di specifica viene in qualche caso riportato un valore di riferimento per il tipo di prodotto utilizzato utilizzabile nelle valutazioni di progetto.

7.6 Resistenza al gelo-disgelo

Può essere verificato, per usi specifici, il comportamento del prodotto ai cicli di gelo-disgelo, che prevede, tra l'altro, una limitazione (in genere 10%) alle cadute di prestazione relative alla resistenza a compressione. Alcuni materiali vengono classificati in relazione alla quantità di as-

sorbimento d'acqua manifestata durante la prova di gelo-disgelo. Per esempio, per gli XPS, sono previsti due livelli di prestazione (FT1, FT2).

7.7 Le norme citate

Numero	Titolo
UNI EN 13162	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13163	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di polistirene espanso ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13164	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di polistirene espanso estruso ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13165	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di poliuretano espanso rigido ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13166	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di resine fenoliche espanse ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13167	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di vetro cellulare ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13168	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di lana di legno ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13169	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di perlite espansa ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13170	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di sughero espanso ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13171	Isolanti termici per edilizia – Prodotti di fibre di legno ottenuti in fabbrica – Specificazione.
UNI EN 13499	Isolanti termici per edilizia – Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETHICS) a base di polistirene espanso – Specifica.
UNI EN 13500	Isolanti termici per edilizia – Sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno (ETHICS) a base di lana minerale – Specifica.

7.8 ETHICS - External thermal insulation composite systems I sistemi compositi di isolamento termico per l'esterno

Negli ultimi tre anni, una piccola serie di norme europee è stata dedicata alle problematiche degli isolamenti a cappotto (*External thermal insulation composite systems* – ETHICS). In particolare, due norme di specifica sono state dedicate ai sistemi a base di polistirene espanso (UNI EN 13499) e ai sistemi a base di lana minerale (UNI EN 13500).

In esse vengono introdotti i livelli minimi di prestazione per la resistenza alle sollecitazioni di trazione dovute ai fenomeni di depressione da vento sulle facciate dell'edificio, e più specificamente la capacità di resistenza a trazione dell'adesivo e del rivestimento di base al materiale isolante (per i sistemi incollati al substrato) e la capacità di resistenza allo strappo (per i sistemi collegati con fissaggi meccanici).

Sono poi indicate le proprietà meccaniche per le reti porta-intonaco di fibra di vetro e le proprietà degli isolanti (EPS o MW) che possono essere utilizzati con specifiche ulteriori riguardo alla loro permeabilità al vapore e agli agenti liquidi.

Sono, infine, espresse le prestazioni minime (in relazione a metodi di prova che non hanno ancora lo status di norma definitiva), a garanzia dell'adesione e della durabilità dello strato di finitura esterno.

Ovviamente i valori indicati nelle norme vanno intesi come limite minimo di prestazione; il progettista potrà optare per prescrizioni più severe ove il contesto lo richieda.

Tra le caratteristiche che sono, invece, oggetto di classificazione, e per le quali va indicata una opzione nel capitolato, si possono segnalare:

- la *resistenza all'impatto*: le classi I2 e I10 garantiscono l'integrità per urti corrispondenti alla caduta di una biglia di acciaio rispettivamente di 500 g (da 40,8 cm di altezza) e 1000 g (da 1,02 m di altezza);
- la *resistenza alla penetrazione*: le classi PE 200 e 500 testimoniano le resistenze dei sistemi all'azione di un indentore pari rispettivamente a 200 e 500 N.

7.9 La posa in opera

Nelle normative europee non sono, per ora, presenti indicazioni relative alla posa in opera degli ETICS. Trattandosi di un aspetto certamente critico per il buon comportamento in opera di questi sistemi, vale la pena di segnalare l'esistenza di un documento francese, redatto dal CSTB - *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment*, www.cstb.fr (*cahier* n. 3035/1998, modificato con il n. 3399/2002) in cui viene affrontato il tema della posa in opera dei sistemi a cappotto di polistirene estruso.

Numerose sono le indicazioni utili riportate; esse riguardano, per esempio, la preparazione delle superfici e le condizioni climatiche consigliabili per la posa dei sistemi incollati. Diversi particolari sono dedicati alla posa in opera delle reti (*Figura 7.1* o *Figura 7.2*), oppure agli attacchi a terra dei sistemi (*Figura 7.3*). Ulteriori indicazioni riguardano infine il collaudo dei sistemi già posti in opera.

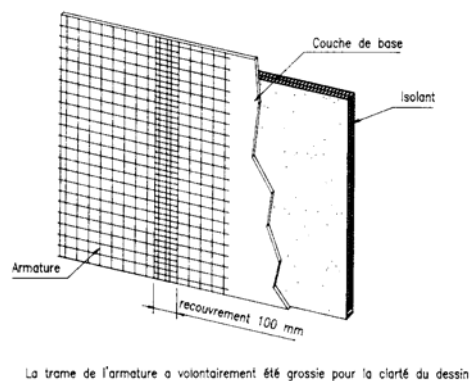


Figura 7.1 – Le giunzioni.

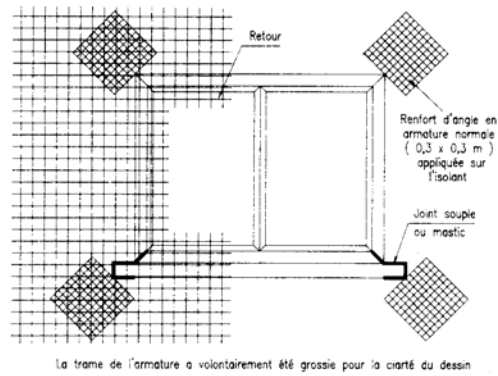


Figura 7.2 – Rinforzi negli spigoli.

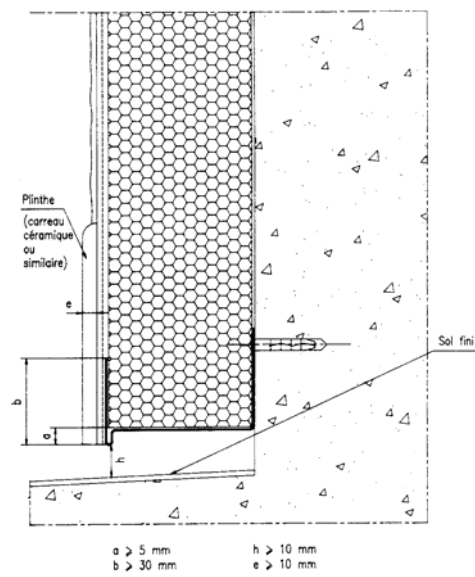


Figura 7.3 – Attacchi a terra dei sistemi.

8. Impianti fotovoltaici: caratteristiche, dimensionamento, progettazione e collaudo

(A cura di Massimo Gamba)

Il protocollo di Kyoto, sottoscritto nel 1997 su base volontaria, è diventato vincolante in ciascun Paese dell'Unione europea dal 15 febbraio 2005 e rappresenta il primo passo di una strategia internazionale per la riduzione progressiva delle emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera, allo scopo di contrastare l'effetto serra e i conseguenti cambiamenti climatici in atto.

Inoltre, la recente decisione del Consiglio Europeo impone obiettivi ancora più ambiziosi quali il raggiungimento del 20% della produzione di energia da fonti rinnovabili, la diminuzione del 20% di gas climalteranti e l'aumento del 20% dell'efficienza energetica.

Per quanto riguarda il nostro Paese, l'obiettivo del 20% della produzione di energia da fonti rinnovabili richiederà un impegno notevolissimo nei settori eolico, solare termico, fotovoltaico, delle biomasse e dei biocombustibili, perché il settore idroelettrico già costruito nel secolo scorso presenta marginali possibilità di sviluppo.

Gli impianti fotovoltaici offrono il grande vantaggio di generare energia elettrica quando sono esposti all'irraggiamento solare: una fonte gratuita, rinnovabile che possiamo considerare come inesauribile rispetto ai combustibili di origine fossile.

Promuovere lo sviluppo degli impianti fotovoltaici rappresenta quindi una scelta responsabile, per noi stessi come pure per le generazioni future, considerato che permettono di evitare di bruciare gas metano, olio combustibile o carbone nelle centrali termoelettriche, riducendo l'immissione in atmosfera di molti elementi inquinanti e soprattutto dell'anidride carbonica, ritenuta tra i principali responsabili dell'effetto serra.

Per ogni kWh di energia elettrica prodotto da fonte fotovoltaica si può stimare una riduzione delle emissioni di anidride carbonica CO₂ di circa 0,56 kg, considerando il mix di combustibili fossili utilizzati in Italia come fonte energetica primaria nelle centrali termoelettriche.

Inoltre gli impianti fotovoltaici garantiscono una lunga durata di vita e trascurabili costi di manutenzione, perché in genere sono statici, senza alcuna parte in movimento.

Recenti studi effettuati in Giappone hanno stabilito che gli attuali moduli fotovoltaici sono in grado di funzionare senza problemi per circa 50 anni: installare un impianto fotovoltaico significa quindi acquistare in anticipo l'energia elettrica che si utilizzerà nei prossimi decenni.

Per contro gli impianti fotovoltaici necessitano di grandi aree per l'installazione e il prezzo di acquisto iniziale è molto superiore rispetto ai sistemi convenzionali in grado di produrre la medesima quantità di energia elettrica sfruttando le fonti fossili non rinnovabili quali petrolio, gas, carbone ecc.

Perseguendo la logica economica del guadagno, tutte le Aziende del mondo produttrici di energia elettrica, hanno scelto finora di non investire denaro negli impianti fotovoltaici, salvo alcune centrali sperimentali tra le quali le più importanti sono state realizzate in passato dall'ENEL nel Sud Italia.

Dal punto di vista della collettività occorre considerare che l'inquinamento ambientale presenta dei costi indiretti per la salvaguardia ambientale e per l'ospedalizzazione e le cure delle malattie indotte. Recenti valutazioni del Ministero dell'ambiente hanno quantificato questi costi in circa 8 miliardi di euro all'anno.

Lo "sviluppo sostenibile" non è un concetto astratto: dipende da scelte concrete che tutti noi possiamo fare.

8.1 Gli incentivi statali per lo sviluppo del settore fotovoltaico

Sulla base di queste considerazioni, l'IVA sugli impianti fotovoltaici è stata ridotta dal 20% al 10% e nel 2001 è stato varato il Programma nazionale 10.000 Tetti Fotovoltaici con l'obiettivo di agevolare mediante contributi a fondo perduto lo sviluppo "decentralizzato" degli impianti fotovoltaici sui tetti degli edifici privati e pubblici già esistenti.

Inoltre, la legge 13 maggio 1999 n. 133, all'articolo 10 comma 7 ha prescritto che l'energia elettrica prodotta dagli impianti fotovoltaici di potenza fino a 20 kWp non sia sottoposta ad alcuna tassazione quali l'imposta erariale e le relative addizionali.

Attualmente gli incentivi sono disposti dal decreto 19 febbraio 2007: "Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387", pubblicato sulla *Gazzetta Ufficiale* n. 45 del 23 febbraio 2007, che ha semplificato l'iter burocratico per ottenere gli incentivi eliminando i limiti annuali di potenza stabiliti dai precedenti decreti del 28 luglio 2005 e 6 febbraio 2006.

Il decreto 19 febbraio 2007 prevede un obiettivo di 3000 MWp installati entro il 2016, dei quali 1200 MWp incentivabili da subito e il resto sulla base di provvedimenti successivi.

Gli incentivi sono rivolti indistintamente alle famiglie, ai condomini, alle aziende private e alle amministrazioni pubbliche. Gli incentivi saranno concessi in conto energia e sono stati preferiti a quelli in conto capitale, in accordo con gli operatori del settore fotovoltaico, alla luce del successo che hanno riscontrato in Germania dove si installano ogni anno nuovi impianti fotovoltaici per una potenza di circa 600 MWp.

In pratica, lo Stato Italiano "premia" per 20 anni, mediante una tariffa incentivante ventennale, ogni kWh prodotto da fonte fotovoltaica al fine di garantire nel tempo una congrua remunerazione dell'investimento fatto dalla persona fisica o giuridica che ha realizzato l'impianto fotovoltaico. Si nota che gli incentivi in Italia sono migliori rispetto alla Germania, perché si ottiene una duplice valorizzazione: le tariffe incentivanti si sommano al risparmio sull'energia elettrica che non viene più consumata o che viene immessa nella rete pubblica ("Scambio sul posto" secondo la delibera AEEG n. 28 del 2006), o ai ricavi per la vendita dell'energia elettrica ceduta alla rete ("Officina Elettrica" secondo la Delibera AEEG n. 34 del 2005).

In sintesi ora si procede in questo modo: si richiedono le autorizzazioni per realizzare l'impianto fotovoltaico (DIA e/o VIA) e si trasmette il progetto preliminare al Distributore elettrico, per esempio l'ENEL, che entro 30 giorni dovrà eseguire un sopralluogo per concordare la posizione dei contatori di energia. Quando l'impianto è installato e collaudato, si trasmette all'ENEL la comunicazione di fine lavori con le relative dichiarazioni di legge. L'ENEL installa i contatori e l'impianto entra in esercizio. Entro 60 giorni dall'entrata in esercizio si trasmettono al GSE tutti i documenti previsti (vedere sito www.gsel.it). Il GSE comunicherà all'utente, definito Soggetto responsabile, i codici identificativi per accedere al "conto energia".

Tabella 8.1

Potenza nominale dell'impianto P (kW)	Impianti non integrati/terra	Impianti parzialmente integrati	Impianti integrati
$1 \leq P \leq 3$	0,40	0,44	0,49
$3 < P \leq 20$	0,38	0,42	0,46
$P > 20$	0,36	0,40	0,44

8.2 Nuove tariffe incentivanti previste dal decreto 19 febbraio 2007

Si nota che gli incentivi variano a seconda della categoria, che prevede impianti non integrati (cioè a terra o esterni agli edifici e strutture), parzialmente integrati (sui tetti, complanari all'asse della falda) e impianti integrati (che sostituiscono componenti degli edifici e delle strutture) e a seconda della potenza: da 1 a 3 kW; da 3 a 20 kW; oltre i 20 kW.

Hanno diritto alle suddette tariffe incentivanti gli impianti fotovoltaici che entreranno in esercizio entro il 31 dicembre del 2008. Dal 1° gennaio 2009 le tariffe saranno ridotte del 2%.

È stata rivolta una particolare attenzione agli impianti fotovoltaici realizzati su scuole, ospedali e piccoli comuni, ai quali sarà riconosciuto un incentivo maggiorato del 5%;

È previsto un ulteriore aumento dell'incentivo, anche fino al 30%, per i piccoli impianti che alimentano le utenze di edifici sui quali gli interessati effettuano interventi di risparmio energetico adeguatamente certificati.

Il nuovo decreto è divenuto pienamente operativo dopo la pubblicazione delle delibere dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas n. 88, 89 e 90 in data 13 aprile 2007.

Il nuovo decreto garantisce la certezza di accesso alle tariffe incentivanti, perché quando sarà raggiunto il limite di 1.200 MW di potenza immediatamente incentivabile, saranno ammessi alle tariffe incentivanti tutti gli impianti completati dai soggetti privati entro i successivi 14 mesi, o entro i successivi 24 mesi se realizzati da soggetti pubblici. Inoltre, il decreto non esclude la possibilità di definire uno specifico incentivo per le tecnologie innovative, anche a seguito di un accurato monitoraggio del settore, che sarà avviato in tempi brevi.

8.3 Progettazione e collaudo

Il decreto del 19 febbraio 2007 prescrive l'obbligo di progettazione e di verifica delle prestazioni degli impianti fotovoltaici.

In particolare, per $I > 600 \text{ W/m}^2$ devono risultare soddisfatte le condizioni seguenti:

- a) $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I/I_{stc}$,
dove:
 - P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$, P_{nom} e' la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
 - I e' l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
 - I_{stc} , pari a 1000 W/m^2 , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
- b) $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$,
dove:

- Pca è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione (inverter), con precisione migliore del 2%;
- c) Qualora nel corso delle verifiche venga rilevata una temperatura sulla faccia posteriore dei moduli fotovoltaici superiore a 40 °C è ammessa la correzione in temperatura della potenza misurata.

8.4 Producibilità degli impianti fotovoltaici

L'energia solare, che è la fonte primaria di energia di un impianto fotovoltaico, risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile: in pratica, possiamo fare affidamento su una quantità di energia prodotta in modo discontinuo in un dato periodo di tempo, ma non possiamo assolutamente contare sulla generazione di una determinata potenza istantanea, cioè su una quantità di energia generata uniformemente nel tempo.

Cioè, non possiamo considerare che i moduli fotovoltaici forniscano continuamente durante le ore di sole la potenza dichiarata dal costruttore in targhetta, perché questa è la potenza massima di picco che possono erogare solo in determinate condizioni di radiazione solare, stabilita per convenzione in 1000 W/m². Premesso che quest'ultimo è in pratica il valore massimo della radiazione solare sulla superficie terrestre, in condizioni ottimali di giornata serena e sole a mezzogiorno, risulta evidente che la potenza istantanea erogata dai moduli fotovoltaici risulterà di gran lunga diversa a seconda del luogo di installazione, dell'ora, della stagione e delle condizioni meteorologiche.

Pertanto, si deve valutare la "producibilità" di un impianto fotovoltaico in base ai valori della irradiazione solare media mensile sul piano orizzontale riportati nel prospetto VIII della Norma UNI 10349: per esempio, a Milano l'energia solare complessiva annuale incidente sul piano orizzontale risulta 4706,1 MJ/m² pari a circa 1307 kWh per metro quadrato.

Applicando i criteri di calcolo della Norma UNI 8477, parte 1, considerato l'azimut dell'installazione (scostamento rispetto al SUD), l'inclinazione rispetto al piano orizzontale e la presenza di eventuali ombre, si calcola il coefficiente di correzione per determinare l'energia solare annuale utile, incidente sul piano dei moduli fotovoltaici.

Infine, si calcola l'energia elettrica che l'impianto fotovoltaico può produrre in un anno, in base alla superficie complessiva occupata dai moduli fotovoltaici, al rendimento dei moduli fotovoltaici e al rendimento globale del sistema (esclusi i moduli) considerato in genere cautelativamente circa 75-80%.

Indicativamente si può considerare che un impianto solare fotovoltaico da 1 kWp occupa circa 8-9 m² e può produrre circa 1.000-1.100 kWh all'anno nel Nord Italia e 1.400-1.500 kWh all'anno nel Sud Italia.

Si nota che i moduli fotovoltaici al silicio normalmente in commercio (esclusi quindi i tipi speciali per impiego in missioni nello spazio extraterrestre) non contengono materiali tossici e che l'energia consumata nei processi per costruirli, viene "restituita" nell'arco di 1-4 anni, a seconda delle caratteristiche del silicio se film sottile, policristallino o monocristallino.

8.5 Caratteristiche degli impianti fotovoltaici

Gli impianti fotovoltaici devono essere collegati in parallelo alla rete elettrica di distribuzione pubblica secondo le norme tecniche CEI 11-20, CEI 64-8 sezione 712 e le specifiche ENEL

DK5940 o simili del Distributore locale, in modalità monofase a 230 V per potenza nominale di picco fino a 6 kWp e in modalità trifase 400 V nel caso di potenze superiori.

Gli impianti fotovoltaici collegati in parallelo alla rete (senza batterie di accumulatori) offrono il vantaggio di lavorare in regime di interscambio di energia con la rete del Distributore locale (ENEL, AEM, ACEA ecc). In pratica, nelle ore di luce l'utente consuma l'energia elettrica prodotta dal proprio impianto solare, mentre quando la luce non c'è o non è sufficiente, oppure se l'utente richiede più energia di quanta l'impianto solare è in grado di fornire, sarà la rete elettrica pubblica che garantirà l'approvvigionamento dell'energia necessaria (come una virtuale batteria di accumulatori di capacità infinita).

Se accade che l'impianto solare produce più energia di quella richiesta dall'utente, tale energia può essere immessa nella rete pubblica; in questo modo si utilizza davvero l'impianto solare al massimo delle prestazioni e ogni kWh prodotto sarà sfruttato, mentre con le batterie di accumulatori non sarebbe possibile.

Poiché i moduli solari fotovoltaici producono energia elettrica sotto forma di tensione e corrente continua, mentre la rete pubblica presenta una tensione alternata alla frequenza di 50 Hz, è necessario installare tra i moduli fotovoltaici e la rete un gruppo di conversione di tensione e frequenza (inverter) idoneo per la connessione a rete.

L'impianto deve pertanto disporre di tutti i dispositivi di interfaccia e sicurezza che garantiscano non solo una cessione alla rete di energia elettrica di qualità tale da non originare alcun disturbo alla rete stessa (è necessario garantire la forma d'onda sinusoidale e rispettare i valori di tensione e frequenza), ma che evitino anche il funzionamento "in isola", che si verificherebbe se l'inverter continuasse a funzionare anche quando manca la tensione di rete, generando situazioni di pericolo, soprattutto per gli operatori che stanno in quel momento intervenendo sulla rete.

La configurazione elettrica prevista sul lato corrente alternata sarà obbligatoriamente quella del Distributore pubblico, cioè il sistema TT se l'utente è alimentato in bassa tensione a 230/400 V (in questo caso sarà vietato collegare a terra il conduttore di Neutro), oppure il sistema TN se l'utente ha una propria cabina di trasformazione ed è alimentato in Media Tensione.

La norma CEI 64-8 sezione 712 raccomanda di realizzare il lato in corrente continua come sistema IT isolato rispetto al potenziale del terreno, cioè né il polo positivo né il negativo devono essere connessi all'impianto di terra.

Pertanto, l'impianto sul lato corrente continua dovrà essere dotato di dispositivo di controllo dell'isolamento. Inoltre, nel caso di impianti fotovoltaici di potenza superiore a 20 kW si dovrà prevedere un trasformatore di isolamento, in pratica un normale trasformatore a 50 Hz a due avvolgimenti separati metallicamente in modo da garantire la separazione galvanica tra il lato in corrente continua e il lato in corrente alternata. Tale trasformatore può essere incorporato nell'inverter.

8.6 Dimensionamento degli impianti fotovoltaici

Dal punto di vista tecnico, il dimensionamento della taglia di potenza dell'impianto fotovoltaico dipende dalla quantità di energia che l'utente consuma mediamente in un anno, compatibilmente con la superficie a disposizione per realizzare l'installazione sul tetto o a terra, tenuto conto dell'esposizione e di eventuali zone d'ombra.

Dal punto di vista economico si nota che la massima convenienza offerta dagli incentivi statali ventennali in conto energia si verifica per gli impianti fotovoltaici connessi a rete di potenza fino a 20 kWp scegliendo l'opzione di scambio sul posto dell'energia, quando la produzione del sistema solare è minore o uguale al consumo annuale tipico dell'utenza. Se, invece, il sistema fotovoltaico è "esuberante" rispetto al consumo abituale annuale, i kWh prodotti in eccesso da fonte fotovoltaica non potranno essere "scontati" dalle bollette del Distributore locale di energia elettrica (è previsto di mantenere i kWh a credito dell'utente per un periodo di 3 anni, dopo vengono annullati).

Si ricorda che per impianti fotovoltaici di potenza superiore a 20 kWp non si può applicare l'opzione di scambio sul posto dell'energia elettrica ed è obbligatorio possedere la Partita IVA relativa all'attività di "Officina elettrica"; inoltre, se l'utente immette nella rete pubblica solo in parte l'energia prodotta, è necessario presentare anche la denuncia all'UTF Ufficio Tecnico della Finanza.

8.7 Benefici ambientali

Per esempio, nel caso di un impianto fotovoltaico di potenza circa 20 kWp installato in provincia di Milano, orientato verso SUD con un'inclinazione di circa 30° del piano dei moduli, sulla base dei dati di irraggiamento del luogo ricavati dalla norma UNI 10349, si stima una produzione energetica annua di circa 22.000 kWh/anno, corrispondenti a una riduzione delle emissioni di anidride carbonica pari a circa 12.300 kg/anno. Si ricorda che per ogni kWh di energia elettrica prodotto da fonte fotovoltaica si può stimare una riduzione delle emissioni di anidride carbonica CO₂ di circa 0,56 kg, considerando il mix di combustibili fossili utilizzati in Italia come fonte energetica primaria nelle centrali termoelettriche.

8.8 Convenienza economica per l'utente

Il tempo di ritorno del capitale, cioè il tempo necessario per incassare la somma spesa, dovrebbe essere calcolato tenendo conto degli aumenti praticamente certi che subirà il costo dell'energia elettrica nei prossimi anni, dei costi di manutenzione e di assicurazione, delle perdite di producibilità dei moduli fotovoltaici nel tempo, degli interessi persi sul capitale iniziale non investito diversamente.

Si ricorda che un impianto fotovoltaico da 20 Kwp costa "chiavi in mano" all'utente finale da un minimo di 5.500 fino a un massimo di 6.500 euro oltre IVA, per ogni kWp installato, a seconda della qualità dei componenti scelti e delle difficoltà di montaggio.

Al termine del periodo degli incentivi ventennali, l'utente beneficerà sempre della quota di risparmio consentito dall'autoproduzione dell'energia elettrica dalla fonte fotovoltaica.

8.9 E domani?

Il fotovoltaico offre vantaggi ambientali innegabili, che possono diventare significativi per l'intera collettività solo mediante una larga diffusione.

Gli incentivi statali permettono alle Aziende del settore di svilupparsi e investire in nuove tecnologie per produrre a costi inferiori i moduli fotovoltaici tradizionali con fette più sottili (circa 180 micron) di silicio policristallino e monocristallino.

Inoltre, sono già disponibili moduli a film sottile di 1-2 micron di spessore costruiti vaporizzando sul vetro materiali alternativi quali il telloruro di cadmio o il CIS (rame, indio e selenio).

In Italia nell'immediato futuro è previsto l'obbligo del fotovoltaico (almeno 0,2 kW per unità abitativa) per ottenere il permesso di costruire nuovi edifici.

A livello mondiale, considerando il progressivo aumento del costo dei combustibili fossili ed escludendo il carbone, si prevede che entro 20-30 anni il settore fotovoltaico sarà competitivo e potrà fare a meno degli incentivi governativi.

9. Solar cooling: energia solare per il raffrescamento

(A cura di Michele Liziero e Mario Motta)

A fronte di un notevole sviluppo del mercato degli impianti solari per la produzione d'acqua calda sanitaria, uno dei principali ostacoli a una più vasta applicazione dei collettori solari termici (soprattutto nei paesi a dominante richiesta di raffrescamento estivo) è lo sfasamento stagionale fra la domanda di calore e la disponibilità di energia solare. Il calore prodotto, infatti, durante la stagione invernale, può essere utilizzato per il riscaldamento degli ambienti. Di difficile l'impiego è, invece, l'energia termica prodotta nel periodo estivo, con la conseguente riduzione della convenienza dell'investimento. Il *Solar Cooling*, o climatizzazione elioassistita, consiste nella produzione di acqua o aria refrigerate tramite l'utilizzo di calore prodotto con l'ausilio di collettori solari termici.

Negli ultimi dieci anni, la crescente importanza data alla questione ambientale unita allo sforzo costante nella ricerca e nello sviluppo di nuovi prodotti sono stati alla base della veloce espansione del mercato europeo dei sistemi solari termici, che è cresciuto a un tasso di oltre il 25% l'anno nel 2005 e nel 2006. In Italia, una recente analisi di mercato ha reso noto che l'ammontare complessivo degli impianti installati nel 2006 è di circa 130 MWth, vale a dire 186.000 m². La crescita prevista dagli stessi operatori per il 2007 è superiore al 50%, ma si tratta di un dato da valutare con cautela, in quanto l'incremento effettivo è legato alla reale applicabilità di alcune nuove norme, prima tra tutte la detrazione fiscale del 55% prevista dalla legge Finanziaria. L'Italia rappresenta, così, il quinto mercato del solare termico in Europa (dopo Germania, Austria, Grecia e Francia), anche se il livello di installato totale *pro capite* è ancora estremamente basso e notevolmente al di sotto del nostro potenziale.

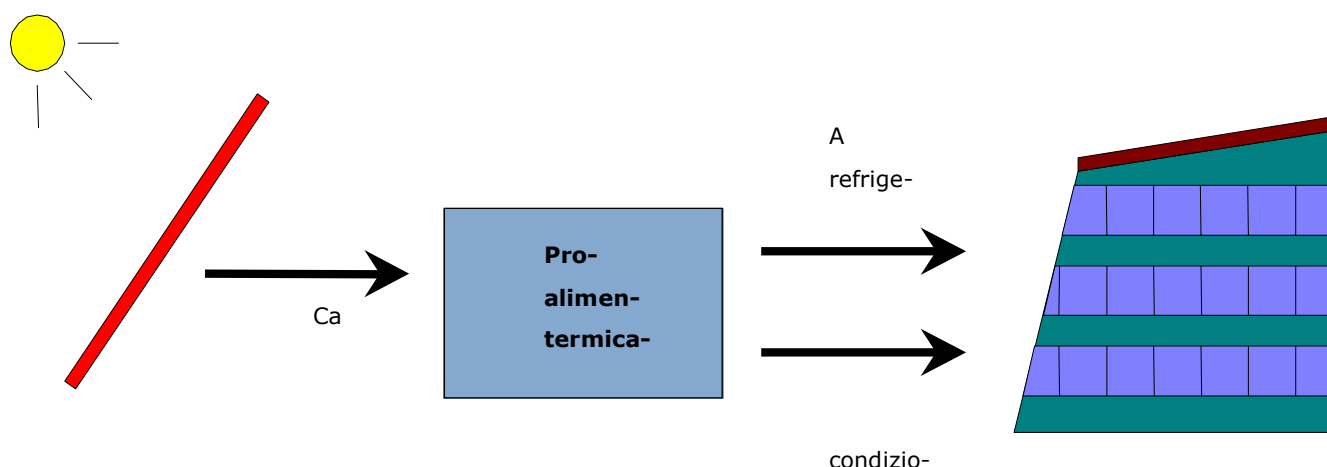


Figura 9.1 – Schema semplificato di un sistema di Solar Cooling.

Le prime significative applicazioni di *climatizzazione elioassistita* sono comparse in attività sperimentali concorrenti alla prima diffusione dei sistemi solari termici, negli anni '80.

A oggi, nel mondo, sono presenti un numero stimabile tra i 150 e i 200 impianti funzionanti. Questi sono applicati a utenze molto diversificate e hanno capacità frigorifere molto differenti tra loro.

Una percentuale consistente è costituita da impianti pilota su cui sono state implementate attività di ricerca di sistema o prove su nuovi componenti.

9.1 Stato dell'arte

Le tecnologie attualmente utilizzabili consistono sostanzialmente in sistemi *ad assorbimento*, *ad adsorbimento* e macchine *a raffreddamento evaporativo*, il cui potenziale è incrementato dall'utilizzo di materiali dissecanti ("Desiccant and Evaporative Cooling" – DEC).

L'energia motrice di questi sistemi è costituita da calore prodotto da collettori solari termici ad aria o ad acqua, pertanto, i sistemi così costituiti limitano l'impiego di energia elettrica alle sole funzioni ausiliarie, generando, quindi, una riduzione dei consumi di energia primaria.

Le macchine *ad as/adsorbimento*, che utilizzano materiale assorbente rispettivamente in forma solida o liquida, producono acqua refrigerata da utilizzare nelle reti di distribuzione del freddo che servono l'utenza.

Per entrambi i sistemi, poche sono le macchine disponibili per applicazioni di piccola taglia (ossia con capacità inferiore ai 20 kW), e rari sono i sistemi con capacità inferiore ai 100 kW.

Sia le macchine *ad adsorbimento*, che le più diffuse tra quelle *ad assorbimento* (a singolo effetto), sono spesso adatte all'utilizzo con impianti solari termici di tipo convenzionale, date le basse temperature a cui deve essere fornito il calore (tra i 60 °C e i 95 °C).

Le macchine DEC, infine, sono impiegate direttamente per il condizionamento dell'aria, senza l'utilizzo di fluidi intermedi (per esempio acqua), e per questo motivo possono essere impiegate solo in edifici dove sia previsto un sistema di ventilazione.

Il calore richiesto per il funzionamento deve essere fornito a livelli di temperatura che si aggirano tra i 45 °C e i 95 °C, che sono altamente compatibili con la maggior parte delle tecnologie solari di tipo convenzionale.

Le macchine DEC non sono applicabili a sistemi di piccola capacità (inferiore a 3.000 m³/ora); al momento i sistemi disponibili sul mercato utilizzano solo materiali adsorbenti in forma solida, tipicamente fissati su scambiatori rotativi.

Sistemi che utilizzano assorbenti liquidi, potenzialmente molto adatti all'uso del calore proveniente da sistemi solari termici, sono attesi sul mercato nel prossimo futuro.

La *Tabella 9.1* riassume le tecnologie disponibili.

Tabella 9.1 – SISTEMI IN USO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA ELIOASSISTITA

	Cicli chiusi Produzione acqua refrigerata		Cicli aperti Condizionamento aria diretta	
	Solido	Liquido	Solido	Liquido
Tipo di sorbente	Solido	Liquido	Solido	Liquido
Tipici materiali in uso	Acqua – Silica gel Ammoniaca – Sali A.	Acqua – LiBr Ammoniaca – Acqua	Acqua – Silica Gel Acqua – Cl di Litio	Acqua – Cl di Calcio Acqua – Cl di Litio
Tecnologie disponibili sul mercato	Macchine ad adsorbimento	Macchine ad assorbimento	Raffrescamento Evaporativo con ad/assorbimento	–
Potenza frigorifera	7 kW - 430 kW	4,5 kW fino > 5 MW	20 kW – 350 MW (pro Modul)	–
Produttori	2 giapponesi	USA, Asia, pochi piccole capacità	Ca. 5 produttori di ro-tori; molti UTA	–
Efficienza (COP)	0,3-0,7	0.6-0.75 (1 effetto) < 1.2 (2 effetto)	0.5 fino > 1	fino > 1
Temperature tipiche di alimentazione	60-95 °C	80-110 °C (1 effetto) 130-160 °C (2 effetto)	45-95 °C	45-75 °C
Tecnologie collettori solari	Piani, sottovuoto	Sottovuoto	Piani, ad aria	Piani, ad aria

Come i sistemi convenzionali, quelli di *Solar Cooling* necessitano di una accurata progettazione, che coniughi la migliore integrazione impiantistica con il contenimento dei costi di gestione e installazione.

Anche su questo fronte, le attività di ricerca e le aziendali stanno raccogliendo risultati e sviluppando strumenti, principalmente *software*, necessari al corretto dimensionamento dell'impianto e alla verifica delle prestazioni ottenibili.

Per le utenze di piccola capacità (residenziale mono o bi-familiare) di seguito è fornita una panoramica dei sistemi che si apprestano a entrare sul mercato.

La ricerca e lo sviluppo in questo settore si concentrano, quindi, su sistemi pre-ingegnerizzati che non richiedano progettazione dell'integrazione, e che coniughino al raffrescamento, il riscaldamento e la produzione di ACS, condizione necessaria per incrementare la redditività dell'impianto grazie a un aumento della producibilità dei collettori e alla condivisione dei componenti e delle tubazioni.

Le nuove frontiere del Solar Cooling sono applicazioni di grande capacità o speciali (per esempio, ad alto intervallo di temperatura utile).

Quelle di refrigerazione industriale rientrano spesso in questa categoria di impianti.

Task 38 IEA SHC

Nell'ottobre 2006 si è formato, in seno al "Solar heating and Cooling programme" della "International Energy Agency", il Task 38 "Solar Air-conditioning and Refrigeration", nuovo gruppo di lavoro che riunisce ricercatori provenienti da diciassette paesi. La missione del nuovo task consiste nel colmare le lacune di ricerca e sviluppo individuate durante le precedenti attività e stimolare la penetrazione sul mercato dei sistemi di climatizzazione elioassistiti.

Il task 38 suddivide le sue azioni in quattro attività principali:

- subtask A: sistemi pre-ingegnerizzati per utenze residenziali e piccole applicazioni commerciali;
- subtask B: sistemi particolari per applicazioni non residenziali di grossa taglia ed applicazioni industriali;
- subtask C: modellazione matematica ed analisi dei fondamenti;
- subtask D: attività di diffusione e trasferimento al mercato.

Presso il Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano sono in svolgimento attività connesse con i subtask A, B e D.

TASK 38 IEA:
www.iea-shc.org/task38

9.2 Prestazioni e costi

Le applicazioni migliori per questi impianti sono quelle che garantiscono continuità di fabbisogno per lunghi periodi dell'anno (come nel caso di refrigerazione di processi industriali).

Per ciò che concerne gli impianti in uso per la climatizzazione estiva degli edifici, le applicazioni integrano sempre il riscaldamento e/o la produzione di acqua calda sanitaria, permettendo di sfruttare il campo collettori durante tutto l'anno.

Per migliorare il rendimento sia dell'impianto solare che della macchina frigorifera, è meglio accoppiare questi sistemi a reti di distribuzione radianti (sia per il riscaldamento sia per il raffrescamento). Per le utenze che richiedono reti di distribuzione ad aria, risulta più conveniente utilizzare sistemi DEC.

Da un'analisi del parco esistente di impianti di climatizzazione elioassistiti si evince che per applicazioni quali uffici e residenze, l'area di collettori solari termici necessaria è pari a 0,1-0,3 m² per ogni m² di area climatizzata. In media sono necessari circa 3 m² di superficie captante per ogni kW di potenza frigorifera installata (produzione acqua refrigerata) e circa 8 m² per ogni 1.000 m³/h per sistemi DEC (Tabella 9.2).

Tabella 9.2 – RAPPORTI DIMENSIONALI RELATIVI AL PARCO DI IMPIANTI INSTALLATO AL 2005

Tecnologia	Area di collettori/ Capacità frigorifera	Valore medio
Dessicante (DEC)	5-20 m ² /(1000 m ³ /h)	8.2 m ² /(1000 m ³ /h)
Assorbimento/Adsorbimento	1-6 m ² /kW _{freddo}	2,5-3,4 m ² /kW _{freddo}

Per quanto riguarda la riduzione di consumi di energia primaria, e quindi la riduzione di emissioni di CO₂, è necessario considerare i differenti casi:

- i sistemi con *back-up* elettrico (*chiller*) danno sempre luogo a riduzione dei consumi in termini di energia primaria, anche con basse frazioni solari;
- i sistemi con *back-up* termico (caldaia) devono essere attentamente valutati, la frazione solare ottenuta deve oltrepassare certi valori perché il bilancio sia positivo.

In linea di massima, rispetto a una tecnologia convenzionale che usa sistemi a compressione, si possono ottenere tra il 30 e il 60% di risparmi in termini di energia primaria per sistemi che producono acqua refrigerata e tra il 20 e il 40% di risparmi per sistemi DEC.

Per quanto riguarda i costi, i sistemi di Solar Cooling hanno un costo stimabile tra 1,5 e 2,5 volte quello di un impianto convenzionale. Allo stato attuale, perciò, un investimento va valutato attentamente per ottenere tempi di ritorno all'interno della vita utile dei componenti. I costi annuali (incluso quello del capitale investito) sono quindi circa del 20-40% più elevati per sistemi di piccole dimensioni (potenza frigorifera inferiore ai 50 kW) e del 10-20% per sistemi di grandi dimensioni.

Le attività di ricerca e di industrializzazione in atto porteranno molto probabilmente a una riduzione dei costi d'impianto nel giro di pochi anni.

9.3 Politiche d'incentivazione

Attualmente, in Europa e in Italia, non ci sono specifiche politiche di incentivazione per impianti di *Solar Cooling*. La Federazione Europea del Solare Termico (ESTIF) nel "Solar Thermal Action Plan for Europe" ribadisce la necessità di favorire l'incentivazione di impianti dimostrativi, di creare strumenti di progettazione, di attivare specifiche politiche di finanziamento e di inserimento nell'attuale legislazione, specialmente quella legata alla applicazione della direttiva EU 2002/91/CE.

Nonostante nella applicazione della direttiva in Italia non siano finora stati presi in considerazione i consumi energetici dovuti alla climatizzazione estiva, si ravvisa possibile in futuro l'inclusione di questi sistemi tra quelli citati ora nel D.Lgs. 311/2006 per la copertura dei fabbisogni d'acqua calda sanitaria.

Sembrerebbe opportuno, inoltre, ragionare sull'elaborazione di un sistema di incentivi che preveda di remunerare il kWh elettrico risparmiato attraverso l'utilizzo dell'energia solare (cioè attraverso l'uso di impianti di *Solar cooling*) in modo paritetico rispetto al kWh elettrico prodotto dallo sfruttamento dell'energia solare (Conto energia per gli impianti fotovoltaici).

10. Fonoisolamento e fonoassorbimento senza segreti

(A cura di Corinne Bonnaure)

Negli edifici, isolamento e assorbimento acustico sono a lungo stati sottovalutati da committenti, progettisti, imprese di costruzione e direttori dei lavori. Recentemente, la maggiore sensibilità agli standard di comfort abitativo degli utenti finali ha, però, costretto i diversi attori del processo edilizio a progettare e costruire edifici silenziosi e, soprattutto, conformi ai requisiti di legge.

La progettazione acustica in edilizia garantisce il comfort abitativo, nel rispetto dei requisiti relativi a:

- l'isolamento acustico delle partizioni verticali e orizzontali (pareti divisorie, solai, facciate esterne, coperture) dai rumori emessi per via aerea;
- l'isolamento acustico dei solai dai rumori di calpestio (rumori d'urto o rumori impattivi);
- l'ottimizzazione dei tempi di riverberazioni dei locali (aule scolastiche, mense, palestre, uffici);
- l'isolamento dai rumori e dalle vibrazioni generati dagli impianti tecnologici (ascensori, caldaie, gruppi refrigeratori, impianti idrosanitari).

Questo articolo tratterà i primi tre argomenti (isolamento acustico e controllo dei tempi di riverberazione), rimandando a una futura rassegna i materiali relativi all'isolamento degli edifici dalla rumorosità prodotta da impianti e macchinari.

10.1 Riferimenti legislativi

Edilizia scolastica

- CIR M. 22 maggio 1967, n. 3150, «*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici*»
- D.M. 18 dicembre 1975, «*Norme tecniche aggiornate relative alla edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica*»

Edilizia sovvenzionata

- CIR M. 30 aprile 1996, n. 1769, «*Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici nelle costruzioni edilizie*»

Tutte le costruzioni edilizie

- D.P.C.M. 5 dicembre 1997, «*Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici*»

Alloggi e residenze per studenti universitari

- D.M. 9 maggio 2002, n. 118, «*Standard minimi dimensionali e qualitativi e linee guida relative ai parametri tecnici ed economici concernenti la realizzazione di alloggi e residenze per studenti universitari di cui alla legge 14 novembre 2000 n. 338*»

10.2 Riferimenti normativi

Metodi di calcolo degli indici di valutazione

- UNI EN ISO 11654:1998 Acustica – Assorbitori acustici per l'edilizia – Valutazione dell'assorbimento acustico
- UNI EN ISO 717-1:2007 Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea
- UNI EN ISO 717-2:2007 Acustica – Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio

Metodi di calcolo previsionale dell'isolamento acustico

- UNI EN 12354-1:2002 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti
- UNI EN 12354-2:2002 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
- UNI EN 12354-3:2002 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea
- UNI EN 12354-4:2003 Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Trasmissione del rumore interno all'esterno
- UNI EN 12354-6:2006 – Acustica in edilizia – Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti – Assorbimento acustico in ambienti chiusi
- UNI/TR 11175:2005 Acustica in edilizia – Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici – Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale

Metodi di misura dell'isolamento acustico in laboratorio

- UNI EN 20140-2:1994 Acustica – Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Determinazione, verifica e applicazione della precisione dei dati
- UNI EN 20140-9:1998 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e in elementi di edificio – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea da ambiente a ambiente coperti dallo stesso controsoffitto
- UNI EN ISO 140-1:2006 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Requisiti per le attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale
- UNI EN ISO 140-3:2006 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio
- UNI EN ISO 140-6:2000 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai
- UNI EN ISO 140-8:1999 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edificio – Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato
- UNI EN ISO 140-11:2005 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio leggero normalizzato
- UNI EN ISO 140-12:2001 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato
- UNI EN ISO 140-16:2006 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazione in laboratorio dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimento addizionale
- UNI EN ISO 140-18:2007 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazione in laboratorio del rumore generato da pioggia battente su elementi di edificio
- UNI EN ISO 10848-1:2006 Acustica – Misurazione in laboratorio della trasmissione laterale, tra ambienti adiacenti, del rumore emesso per via aerea e del rumore di calpestio – Parte 1: Documento quadro
- UNI EN ISO 10848-2:2006 Acustica – Misurazione in laboratorio della trasmissione laterale, tra ambienti adiacenti, del rumore emesso per via aerea e del rumore di calpestio – Parte 2: Prova su elementi leggeri nel caso di giunti a debole influenza
- UNI EN ISO 10848-3:2006 Acustica – Misurazione in laboratorio della trasmissione laterale, tra ambienti adiacenti, del rumore emesso per via aerea e del rumore di calpestio – Parte 3: Prova su elementi leggeri nel caso di giunti a forte influenza

Metodi di misura dell'isolamento acustico in opera

- UNI EN ISO 140-4:2000 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti

- UNI EN ISO 140-5:2000 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate
- UNI EN ISO 140-7:2000 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Misurazioni in opera dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai
- UNI EN ISO 140-14:2004 Acustica – Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Linee guida per situazioni particolari in opera
- UNI EN ISO 10052:2005 Acustica – Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea, del rumore da calpestio e della rumorosità degli impianti – Metodo di controllo

Metodi di misura dell'assorbimento acustico in opera

- UNI 10844:1999 Acustica – Determinazione della capacità di fonoassorbimento degli ambienti chiusi

Metodo di misura del tempo di riverberazione

- UNI EN ISO 3382:2001 Acustica – Misurazione del tempo di riverberazione di ambienti con riferimento ad altri parametri acustici

Determinazione delle proprietà di materiali isolanti utilizzati in edilizia

- UNI EN 29052-1:1993 Acustica – Determinazione della rigidità dinamica. Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali
- UNI EN 29053:1994 Acustica – Materiali per applicazioni acustiche – Determinazione della resistenza al flusso d'aria
- UNI EN ISO 11654:1998 Acustica – Assorbitori acustici per l'edilizia – Valutazione dell'assorbimento acustico
- UNI EN 1604:1999 Isolanti termici per edilizia – Determinazione della stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e di temperatura
- UNI EN 12431:2000 Isolanti termici per edilizia – Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti
- UNI EN ISO 10534-1:2001 Acustica – Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza – Metodo con le onde stazionarie
- UNI EN ISO 10534-2:2001 Acustica – Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza acustica in tubi di impedenza – Metodo della funzione di trasferimento
- UNI EN ISO 354:2003 Acustica – Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante.

11. Fonoisolamento

11.1 Isolamento dei divisori dal rumore emesso per via aerea

11.1.1 Rumore emesso per via aerea

Il suono emesso dalle sorgenti di rumore (voci, musica, televisione, radio ecc.) si propaga nell'aria sino a incontrare l'elemento di separazione tra due ambienti (parete o solaio). L'elemento divisorio entra in vibrazione e invia energia sonora al ricettore. Il divisorio si comporta come un mezzo *passivo* e condiziona, attraverso le sue proprietà, la trasmissione del rumore.

11.1.2 Isolamento acustico e potere fonoisolante

Esistono due grandezze che, in maniera differente, definiscono la capacità di una struttura di abbattere il rumore aereo: l'isolamento acustico D e il potere fonoisolante R .

L'*isolamento acustico D* (in inglese *Noise Reduction – NR*) rappresenta la differenza in dB dei livelli di rumore misurati nell'ambiente in cui si origina il rumore e nell'ambiente ricevente. Questa grandezza dipende, quindi, dalle caratteristiche degli ambienti in cui si effettuano le misure acustiche (dimensioni del locale, potere fonoassorbente delle superfici ecc.).

Il *potere fonoisolante R* (in inglese *Transmission Loss – TL*), invece, è una proprietà intrinseca della struttura, indipendente dalle dimensioni e dalle caratteristiche dei locali. Questa grandezza, quindi, risulta utile per confrontare le prestazioni acustiche di varie strutture.

Più il valore di D o R è elevato, maggiormente la struttura abbatte il rumore.

11.2 Isolamento dei divisori dal rumore di calpestio

11.2.1 Rumore di calpestio (rumore impattivo)

Il suono è generato dall'urto tra due corpi solidi di cui uno è l'elemento di separazione tra due ambienti (per esempio: *percussioni* dovute a passi, caduta di oggetti, colpi di martello; *vibrazioni* causate al funzionamento di macchine; *attrito* prodotto dallo spostamento di mobili). L'elemento divisorio, sollecitato meccanicamente, genera rumore verso il ricettore. Il divisorio si comporta in modo *attivo*, essendo esso stesso la sorgente di rumore.

11.2.2 Livello di rumore da calpestio

La grandezza di riferimento per definire quanto un solaio isola dal rumore impattivo è il *livello di rumore da calpestio L* .

Questa grandezza caratterizza il rumore percepito al piano sottostante, una volta che viene attivata la macchina per il calpestio normalizzata sul solaio in esame.

Più il valore di L è basso, più è elevata è la capacità del solaio di smorzare il rumore d'impatto.

11.3 Fonoassorbimento

11.3.1 Materiali fonoassorbenti per la correzione acustica dei locali

I materiali fonoassorbenti sono impiegati nei trattamenti acustici degli ambienti per controllare le riflessioni indesiderate, la riverberazione e il rumore.

I materiali fonoassorbenti possono essere suddivisi in tre categorie:

- materiali fonoassorbenti porosi o fibrosi;
- pannelli flessibili o vibranti;
- pannelli risonanti.

11.3.2 Materiali fonoassorbenti porosi o fibrosi

Si tratta di materiali porosi o fibrosi (per esempio, fibre minerali di vetro o di roccia) che presentano una struttura nella quale le microcavità sono finalizzate alla dissipazione per attrito dell'energia sonora che penetra al loro interno (l'energia sonora incidente viene ceduta all'aria contenuta nei pori e trasformata in calore).

Questa soluzione viene scelta per interventi mirati alla correzione di suoni con *frequenze medio-alte*.

11.3.3 Pannelli flessibili o vibranti

Sono lastre rigide di materiale non poroso (per esempio, lastre di gesso rivestito) fissate rigidamente sulla superficie da trattare, in modo da formare un'intercapedine d'aria. I pannelli dissipano l'energia sonora che li colpisce per effetto delle vibrazioni flessionali; l'assorbimento acustico di questi pannelli è funzione della loro elasticità.

Vengono impiegati per la correzione di suoni con *basse frequenze*.

11.3.4 Pannelli risonanti (risonatori di Helmholtz)

Sono pannelli di materiale non poroso sui quali vengono praticati fori di opportune dimensioni (per esempio lastre di gesso rivestito perforate) e che vanno montati a una certa distanza della superficie da trattare. Ogni foro costituisce, in questo modo, un risonatore di Helmholtz che "in-trappola" il rumore a una determinata frequenza.

Sono adatti per interventi mirati alla correzione di suoni con *frequenze medie*.

La rassegna presenta tre tipologie di materiali:

- *fonoisolanti per l'isolamento delle pareti dal rumore aereo*: indice di valutazione del potere fonoisolante R_w (in dB) misurato secondo UNI EN ISO 140-3 e valutato secondo UNI EN ISO 717-1;
- *anticalpestio per l'isolamento dei solai dal rumore d'urto*: indice di valutazione del livello di rumore di calpestio L_n (in dB) e valore di attenuazione del livello di rumore dal calpestio ΔL_n in dB misurati secondo UNI EN ISO 140-6 e valutati secondo UNI EN ISO 717-2; rigidità dinamica s' e rigidità dinamica apparente s'_t (in MN/m^3) misurati secondo UNI EN 29052-1 e UNI EN 29053; comprimibilità d_L , d_F e d_B (in mm) misurata secondo UNI EN 12431.

- *fonoassorbenti per la correzione acustica dei locali*: coefficienti di assorbimento acustico α_s per bande di terzi di ottava misurati secondo UNI EN ISO 354, oppure UNI EN ISO 11654 o UNI EN ISO 10534-1 o UNI EN ISO 10534-2; coefficiente di assorbimento acustico ponderato α_w calcolato secondo UNI EN ISO 11654; NRC (*Noise Reduction Coefficient*) calcolato come media dei coefficienti di assorbimento acustico alle quattro frequenze di 250, 500, 1000 e 2000 Hz.

12. Sistemi di isolamento termico a cappotto

(A cura di Riccardo Paolini)

Affrontare le tematiche che riguardano i sistemi a cappotto richiede una trattazione ampia e articolata che consenta di evidenziare anche quegli aspetti poco noti di una tecnologia diffusa, che possono comportare problemi rilevanti. L'obiettivo è fornire indicazioni e riferimenti normativi per il sistema di isolamento termico a cappotto completo, anche alla luce delle recenti direttive in materia.

Le recenti modifiche del complesso legislativo (dalla direttiva europea 2002/91/EC al D.Lgs. 311/2006 e suoi aggiornamenti) in tema di efficienza energetica degli edifici utilizzano, come strumenti di contenimento dei consumi, prescrizioni concernenti il controllo delle dispersioni attraverso l'involucro edilizio (limiti in termini di fabbisogno per la climatizzazione invernale e limiti sulla trasmittanza termica dei componenti edilizi).

Per quanto concerne l'involucro, la tendenza degli aggiornamenti va nella direzione di abbassare sempre di più i valori di trasmittanza prescritti. Abbassandosi il valore limite ammissibile si abbassa anche la tolleranza su tale valore e per questo motivo è necessario considerare se le approssimazioni, che erano ammissibili nei modelli di calcolo e nelle tecniche di misura dei dati in ingresso, siano ancora accettabili oppure sia necessario adottare tecniche più raffinate. Occorre, inoltre, curare alcuni aspetti della progettazione, della costruzione e della manutenzione che, se poco controllati, con richieste prestazionali meno stringenti solo in casi particolari comportavano il mancato rispetto dei termini di legge, mentre ora possono risultare determinanti. Si sottolinea inoltre come, ogni volta che vi è una modificazione dei requisiti (per richiesta legislativa o dell'utenza) e questa si traduce nella modificazione della tecnologia e dei materiali utilizzati, si riscontrano anche, inevitabilmente, numerose patologie che prima non si presentavano per quella data classe di componente edilizio.

Fra i diversi sistemi di isolamento termico di chiusure opache verticali uno fra i più diffusi, specie nei casi di adeguamento energetico di edifici esistenti, vi sono sicuramente i sistemi di isolamento termico esterno a cappotto (noti in Europa come ETICS o in America come EIFS). Si tratta dell'applicazione di pannelli di isolante, mediante tasselli e/o adesivo, a un supporto nuovo o esistente, che vengono protetti con uno strato di malta rasante nella quale è integrata una rete in fibra di vetro apprettata. Sulla malta rasante viene poi applicata una finitura con un rivestimento a spessore detto RPAC (Rivestimento Plastico ad Applicazione Continua) o con una idropittura. Risulta, però, essere un sistema che può presentare diversi problemi di inefficienza e di affidabilità legati alla scelta dei materiali, alla fase di costruzione e alla manutenzione, che comportano frequenti entrate in stato di guasto e scostamento fra prestazione attesa in fase di progetto e prestazione effettivamente erogata dal componente edilizio.

12.1 Normativa di riferimento

Per quanto concerne la normativa specifica esistono le guide ETAG per il rilascio del benestare tecnico europeo di prodotti innovativi (ETA), che hanno valore di norma di prodotto per il sistema testato. La guida ETAG 004 descrive per il sistema completo i metodi di prova per quan-

to concerne tenuta all'acqua, resistenza suzione per depressione dovuta a carico del vento, permeabilità al vapore acqueo, resistenza allo shock termico ecc. La guida ETAG 014 descrive invece il complesso di prove per i tasselli che fissano l'isolante al supporto.

In generale, le guide ETAG, definiscono dei metodi di prova di caratterizzazione del comportamento iniziale di un componente (ITP – Initial Type Test), oltre che a definire il controllo in produzione, ma non si può dire che la ETAG 004 sia una procedura di valutazione della durabilità del componente. I requisiti minimi di un sistema di isolamento a cappotto sono invece fissati dalle norme UNI EN 13499 per i cappotti con polistirene espanso e la UNI EN 13500 per i cappotti con lane minerali.

Per quanto riguarda i sistemi di finitura, esiste una norma di prodotto (UNI 10997) che definisce procedimenti di conforme realizzazione di cicli di pitturazione e di realizzazione di rivestimenti protettivi nella quale sono fornite indicazioni per la progettazione e l'esecuzione.

12.2 Riferimenti per la progettazione e la posa in opera

Per quanto riguarda la progettazione del sistema a cappotto esistono diversi riferimenti (i più interessanti sono la guida riportata nei Cahiers del CSTB e il testo di N. Tubi) che presentano i dettagli costruttivi, oltre ai manuali dei produttori. Spesso i sistemi completi vengono realizzati in totale subappalto (progetto del sistema, materiali e manodopera), pertanto il progettista non interviene minimamente nella progettazione dei dettagli costruttivi, che vengono realizzati secondo l'esperienza delle squadre specializzate.

L'unico mezzo che il progettista dell'intero organismo edilizio possiede, per governare la qualità iniziale e nel tempo di quanto prescrive debba essere realizzato, è l'unione di progetto e capitolato prestazionale che il progettista deve sapere utilizzare come strumento prescrittivo efficace. Proprio perché il progettista delega una parte di progettazione deve conoscere bene l'influenza delle varie opzioni sulla qualità finale del componente edilizio ed essere in grado di scegliere in maniera consapevole i materiali, il sistema completo e indicare quali controlli eseguire in cantiere durante la costruzione e, a opera eseguita, per controllarne la qualità.

12.3 Sistemi di isolamento a cappotto per miglioramento della prestazione termica di edifici esistenti

I sistemi di isolamento termico dall'esterno a cappotto vengono spesso utilizzati in casi di adeguamento energetico di edifici esistenti, poiché consentono di non interrompere la fruizione da parte dell'utenza, per economicità, perché non riducono i volumi interni degli ambienti e risultano essere uno strumento meno "invasivo" di altri.

Bisogna però essere coscienti che, applicare un isolamento concentrato all'esterno di una parete perimetrale verticale esistente significa alterarne il comportamento termico in maniera sostanziale e cambiarne il modello funzionale. In altre parole, oltre ovviamente a ridurre la termotrasmissione, si modifica il comportamento della parete in regime variabile, sia estivo sia invernale. In regime estivo aumentando l'isolamento all'esterno si diminuisce l'ampiezza dell'onda di energia termica che entra nell'ambiente attraverso il componente opaco, mentre diviene più difficile smaltire apporti termici indesiderati entrati in ambiente. In regime invernale, la massa termica del supporto del cappotto interagisce quasi solo con l'ambiente interno.

Un altro aspetto da tenere in conto è il contenuto d'acqua nel supporto prima dell'applicazione di un sistema a cappotto.

Nella *Figura 12.1* si presenta il risultato di simulazioni eseguite con un software igrotermico (che consente la valutazione del trasporto accoppiato di umidità ed energia termica considerando come forzanti dati climatici su base oraria fra cui anche la pioggia battente). È stato simulato l'accumulo di acqua in una muratura a cassetta (doppio tavolato con intercapedine d'aria) per 25 anni ed è quindi stato applicato, in diversi periodi a seguire o meno di eventi piovosi, un rivestimento a cappotto con polistirene espanso come isolante e come finitura o RPAC o idropittura. Si può vedere come a parità di sistema a cappotto la scelta del periodo di applicazione possa influire di circa il 12% sulla trasmittanza termica e anche in più di quattro anni il surplus di acqua contenuto non venga smaltito. Da ciò si vede come la scelta del periodo di applicazione del cappotto sia rilevante per la prestazione termica a lungo termine e come l'utilizzo di un ponteggio con telo durante la posa sia preferibile.

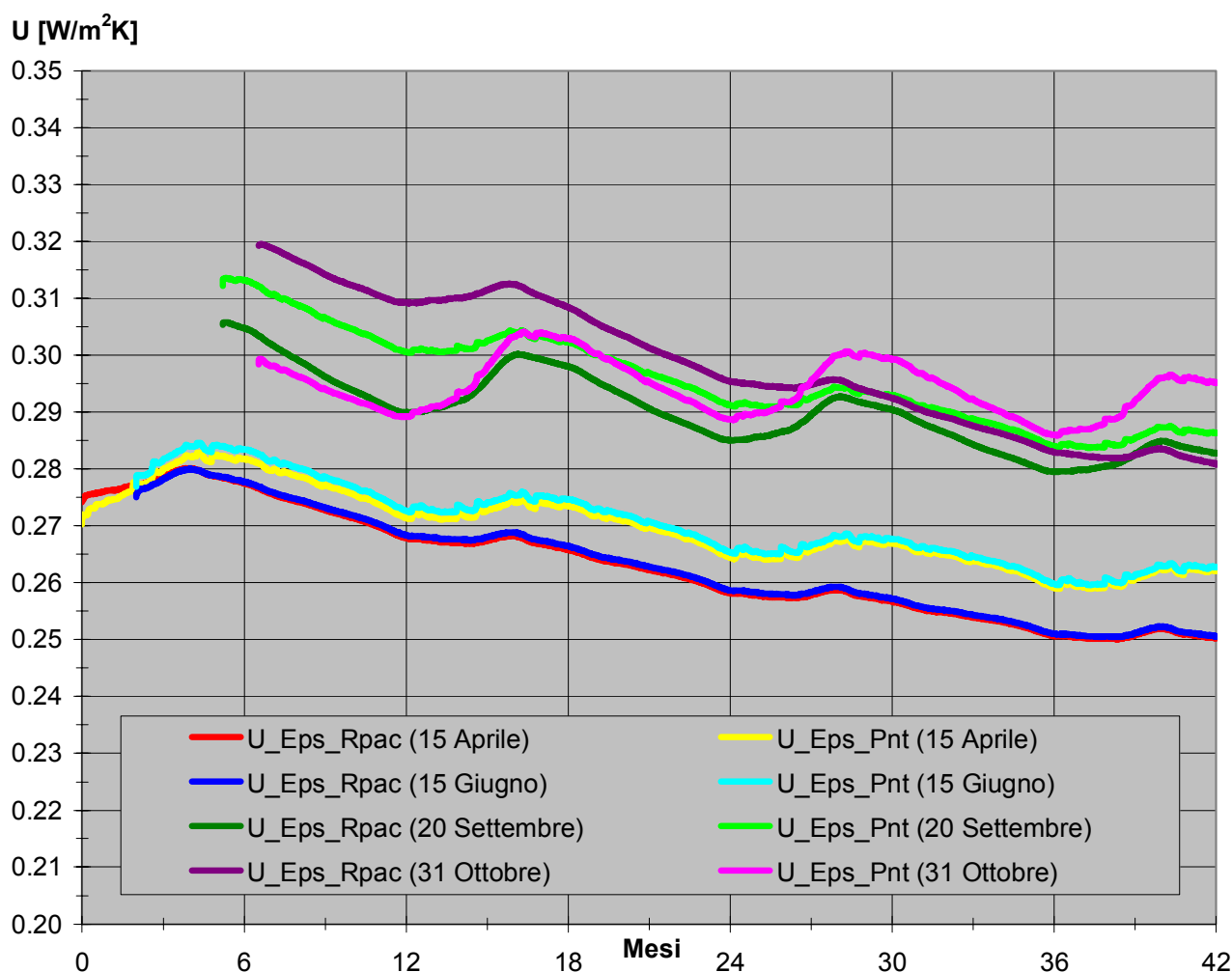


Figura 12.1 – Andamento nel tempo della trasmittanza di una parete perimetrale verticale con doppio tavolato ed intercapedine d'aria sulla quale è stato applicato un sistema a cappotto.

Spunti progettuali

Una trattazione completa di tutte le problematiche connesse ai sistemi a cappotto risulterebbe estremamente ampia e dovrebbe comprendere sia aspetti di fisica della costruzione, sia di resistenza meccanica delle malte e dei singoli componenti, sia dell'influenza della conformazione dei dettagli costruttivi sulle singole prestazioni. Si presentano, pertanto, solo alcuni spunti in merito ad alcuni aspetti che, attraverso l'intero processo edilizio, influenzano la prestazione iniziale e nel tempo dei sistemi a cappotto.

12.3.1 Progettazione

- **Supporto:** è importante la regolarità e la planarità. Tipicamente si parla di questo aspetto per quanto riguarda la posa in opera, ma è importante che il progettista comprenda se nel caso che sta studiando sia applicabile una soluzione a cappotto, oppure, in ragione di forti irregolarità della facciata, sporgenze e forti scostamenti dalla planarità, sia preferibile ricorrere ad un'altra tecnologia.
- **Composizione della malta rasante:** è preferibile scegliere malte rasanti con aggiunte in resine che consentono di ottenere buona lavorabilità, bassi rapporti acqua/legante e uniformità della distribuzione e della dimensione dei pori. Ciò migliora sia la prestazione meccanica che la tenuta all'acqua della malta.
- **Spessore della malta rasante:** è opportuno predisporre uno spessore di malta rasante non inferiore ai 4 mm al fine di garantire una buona resistenza a trazione e compressione della finitura esterna durante le dilatazioni e contrazioni dovute a variazioni di temperatura e umidità.
- **Cura dei dettagli costruttivi:** è importante garantire la continuità della prestazione.
- Meglio utilizzare una idropittura che RPAC: un rivestimento a spessore è maggiormente poroso e assorbe una maggiore quantità d'acqua. Possiede inoltre una maggiore rugosità superficiale, caratteristiche che in determinate condizioni facilita lo sviluppo di muffe e specie biologiche.
- Prescrivere spessore adeguato della malta rasante.
- Prescrivere controlli durante l'esecuzione e a opera avvenuta (specie in caso di notevoli superfici rivestite dal sistema a cappotto)

12.3.2 Esecuzione

- Proteggere sempre i pannelli di isolante dall'acqua in cantiere (con teli di plastica) ed evitare di lasciarli esposti. Evitare inoltre l'esposizione di pannelli polimerici ai raggi UV (non lasciare stoccati in cantiere per lungo periodo).
- Limitare il contenuto d'acqua nel supporto (limitando l'acqua di costruzione e scegliendo un periodo opportuno) e preferire la protezione con telo durante la posa in opera e la maturazione della malta.
- Cura dettagli costruttivi: in particolar modo sovrapposizione della rete.
- Curare taglio (con filo scaldato) e accostamento dei pannelli.

12.3.3 Manutenzione

- Curare la manutenzione della finitura e soprattutto controllarne l'assorbimento d'acqua, poiché da questo strato dipendono fortemente le prestazioni dell'intero sistema.
- Non sempre controlli visivi sono sufficienti: spesso un aumento dell'assorbimento d'acqua può non essere manifesto e, in caso di ampie superfici l'utilizzo di tecniche diagnostiche, quali la termografia all'infrarosso, può essere adeguato (in combinazione con il monitoraggio dei consumi dell'impianto di riscaldamento).

13. Sonde geotermiche e pompe di calore: il comfort viene dal suolo

(A cura di Daniele Forni)

Gli impianti a pompa di calore con scambio termico con il suolo e con le acque consentono di ottenere elevate efficienze nel condizionamento ambientale invernale ed estivo, riducendo le emissioni, o eliminandole a livello locale nel caso di pompe di calore elettriche. Le diverse tipologie dei sistemi di scambio e delle macchine permettono di utilizzarli in una vasta gamma di applicazioni, dalla villetta ai grandi edifici, fino alle reti di riscaldamento urbano.

Gli impianti per il condizionamento ambientale, che vengono comunemente definiti geotermici, nella maggior parte dei casi andrebbero più propriamente chiamati impianti a pompa di calore con scambio con il suolo e/o con le acque. Questi sono di solito indicati con gli acronimi anglosassoni GHP e GWSHP (rispettivamente Ground Source Heat Pump e Ground and Water Source Heat Pump). L'energia geotermica ha un contributo normalmente parziale o trascurabile rispetto al contributo diretto e indiretto (attraverso piogge e fenomeni atmosferici) dell'energia solare. È il contributo dell'energia solare che mantiene la temperatura degli strati superficiali del sottosuolo e delle acque sotterranee a valori prossimi alla temperatura media annuale dell'aria. Il gradiente geotermico medio determina un aumento di temperatura del sottosuolo di circa 3K ogni 100 m e, anche in caso di fenomeni geotermici, se non si superano i 30-40 °C, il calore non è utilizzabile localmente in modo diretto, ma richiede l'utilizzo di una pompa di calore.

Nella pompa di calore, il ciclo termodinamico percorso da un fluido di lavoro permette di riqualificare il calore, prelevato a una temperatura inferiore dalla sorgente fredda e fornito alla sorgente calda a una temperatura superiore, a spese dell'energia necessaria a far compiere il ciclo. Il lavoro del fluido si va ad aggiungere all'energia "riqualificata" fornita alla sorgente calda (vedi *Figura 13.1*).

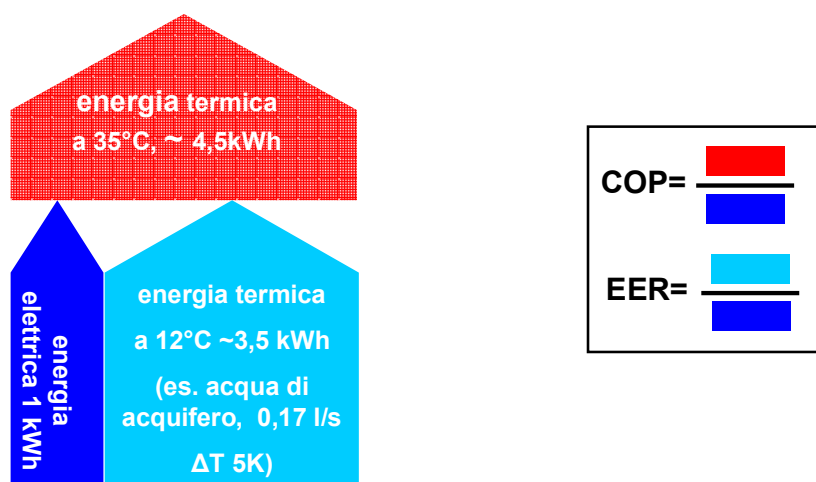


Figura 13.1 – Pompa di calore con COP 4,5.

Tanto più è alta la differenza tra le temperature, tanto più elevata sarà l'energia richiesta per compiere il ciclo e, quindi, la potenza assorbita a parità di potenza termica fornita, diminuendo il COP.

COP Coefficient Of Performance (W/W)

È il rapporto tra la potenza termica fornita alla sorgente calda e la potenza elettrica assorbita dalla macchina. La potenza termica fornita alla sorgente calda comprende anche l'equivalente termico della potenza fornita alla macchina per compiere il ciclo.

Si usa un diverso coefficiente per le prestazioni in raffreddamento, lo EER, Energy Efficiency Ratio (W/W), rapporto tra la potenza frigorifera fornita e la potenza elettrica consumata (libera traduzione delle definizioni della UNI EN 14511-1 2004)

N.B. nel mondo anglosassone lo EER è espresso in Btu/Wh e non in W/W.

Al fine di utilizzare al meglio il "riscaldamento termodinamico", come veniva definito negli anni '30 e '40 all'epoca delle prime grosse realizzazioni in ambito civile, si deve cercare di avvicinare le temperature della sorgente fredda e della sorgente calda. Se si utilizzano sistemi di distribuzione-emissione a bassa temperatura, come superfici radianti, ventil convettori o sistemi ad aria, con temperatura di mandata di 35 °C e 45 °C, i COP sono interessanti (vedi *Figura 13.2*); con alcune pompe di calore si possono utilizzare anche i radiatori (65 °C), accettando una diminuzione del COP; discorso analogo vale per l'acqua calda sanitaria.

La sorgente esterna dovrà avere la temperatura più alta possibile nei periodi di maggior utilizzo del sistema; quindi, risultano più interessanti dell'aria, che d'inverno ha temperature prossime o inferiori a 0 °C, gli strati superficiali del suolo, le acque superficiali (canali, fiumi, laghi, mare) e sotterranee e i recuperi di calore (industriali, cicli delle acque ecc.). Utilizzando queste sorgenti, si possono raggiungere COP dell'ordine di 4 o 5 per le sole pompe di calore vedi (vedi *Figura 13.2*) mentre, per il COP del sistema, vanno presi in considerazione anche gli ausiliari che possono avere un peso non trascurabile.

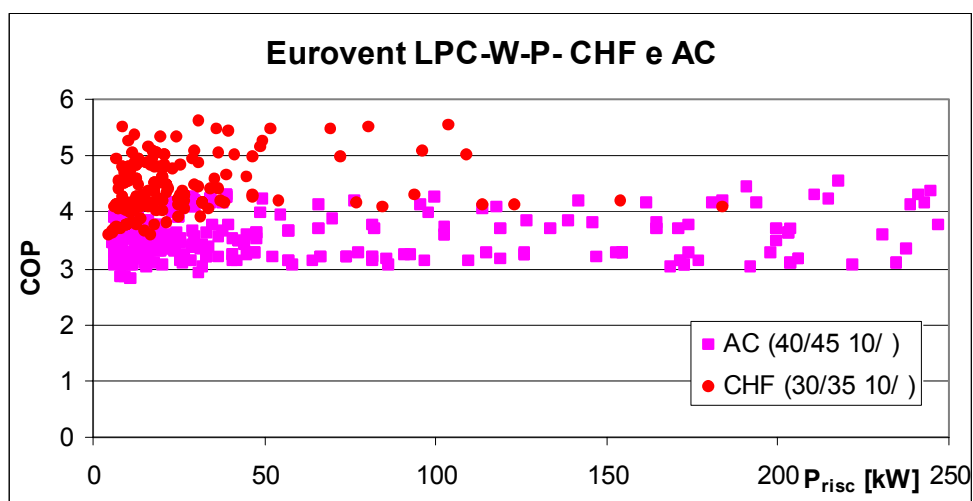


Figura 13.2 – Dati di prova di macchine con marchiatura Eurovent con potenza di riscaldamento fino a 250 kW termici. COP con temperatura di mandata 35 °C (superfici radianti) e 45 °C (ventilconvettori) e temperatura della sorgente esterna di 10 °C.

Questi sistemi hanno un costo superiore a uno tradizionale, ma il divario diminuisce considerando che possono sostituire il sistema di raffrescamento e/o climatizzazione estiva. Il funzionamento estivo e invernale riduce i tempi di ritorno dell'investimento, che con funzionamento solo invernale possono rivelarsi lunghi.

13.1 I sistemi di scambio

I sistemi di scambio con la sorgente esterna si dividono in *circuiti chiusi*, nei quali circola un fluido termovettore, e *aperti*, in cui l'acqua viene pompata nello scambiatore di calore e poi scaricata.

I circuiti chiusi possono essere orizzontali (interrati di solito tra 0,6-0,8 m, comunque al di sotto della zona di congelamento, o del pelo libero di corpi idrici superficiali), verticali (posati previa trivellazione a profondità variabili di solito tra 30 e 200 m) o obliqui.

Le tubazioni sono generalmente di PE o PEX (polietilene reticolato) e il fluido termovettore ha temperatura di congelamento inferiore a 0 °C, ottenuta con l'aggiunta di anticongelanti, per permettere di sfruttare anche il calore latente di solidificazione dell'acqua presente nel terreno.

La manutenzione è praticamente nulla e si riduce a un controllo del livello del fluido termovettore e alla sua temperatura di congelamento.

13.1.1 Sistemi a circuito chiuso

I *sistemi orizzontali* hanno bisogno di una superficie non coperta dell'ordine di 1,5-2 volte quella da riscaldare (a seconda delle caratteristiche del suolo ecc.), nel caso di collettori rettilinei, che si riduce notevolmente con collettori sovrapposti, a spirale, a siepe, caratterizzati, però, da maggiori complessità di posa e costi.

La superficie dove interrare il sistema deve essere priva di manufatti sotterrati, reti di distribuzione o radici profonde, dai quali i collettori devono mantenere una distanza di 1,5-2 m, e potrà essere successivamente coperta con manto erboso o siepi.

Meno diffusi sono i *sistemi orizzontali a espansione diretta*, con tubi di rame rivestiti, nei quali ha luogo la fase di espansione del ciclo termodinamico. Il COP aumenta perché si elimina lo scambio termico con il fluido termovettore, ma è richiesta una maggior carica di refrigerante e più attenzione nella realizzazione.

Le *sonde verticali* richiedono una superficie in pianta modesta, ma vanno, comunque, rispettate distanze di 5-6 m da fondazioni, manufatti, confini della proprietà ecc. I maggiori costi sono legati alla trivellazione.

Noto il carico termico, il dimensionamento (lunghezza e numero di sonde) dipende dalle caratteristiche geologiche e idrogeologiche.

Sistemi verticali possono anche essere inseriti nelle palificazioni di fondazione.

I *collettori orizzontali* sono più economici e non richiedono pratiche autorizzative, come per le sonde o i circuiti aperti, ma raggiungono temperature inferiori durante l'inverno, quindi COP inferiori del sistema, e richiedono una grossa superficie a disposizione.

La temperatura dei sistemi a circuito chiuso diminuisce durante la stagione invernale, in modo dipendente dalle caratteristiche geologiche e idrogeologiche e dal dimensionamento del sistema.

L'energia termica sottratta al terreno dai sistemi interrati a circuito chiuso viene reintegrata naturalmente in parte più o meno consistente. A questa azione si può aggiungere l'immissione di calore nel periodo estivo se l'impianto opera per raffrescamento o proveniente da fonti esterne (pannelli solari termici, scambiatori con l'aria ecc.); in questo modo, si può ridurre il dimensionamento del circuito di scambio, abbassando i costi dell'impianto.

Il bilancio termico annuale deve essere rispettato; se il sistema non viene rigenerato, a causa di un errato dimensionamento o utilizzo, può ridurre man mano le prestazioni fino a entrare in crisi.

13.1.2 Sistemi a circuito aperto

Il funzionamento si basa sulla disponibilità di una sufficiente portata d'acqua ($0,2 \div 0,3 \text{ m}^3/\text{h kW}$) con la quale possa avvenire lo scambio termico. Si preferisce, di solito, utilizzare uno *scambiatore di calore intermedio a piastre ispezionabile*, per facilitare la manutenzione e preservare lo scambiatore della pompa di calore. Lo scambiatore di calore intermedio viene scelto in base alle caratteristiche delle acque utilizzate (falda, mare ecc.).

In generale, i costi del sistema sono inferiori rispetto a quelli a circuito chiuso verticali. La profondità di trivellazione è, generalmente, inferiore a quella delle sonde, ma vanno previsti due pozzi, per presa e scarico, o un pozzo e altre opere per lo scarico nelle acque superficiali o nella fogna.

La temperatura del corpo idrico sotterraneo è piuttosto costante e può permettere COP superiori della pompa di calore, ma vanno presi in considerazione i consumi della pompa di emungimento e i costi e tempi degli interventi di manutenzione del sistema di scambio, che dipendono dalle caratteristiche delle acque e dalla realizzazione del pozzo.

Non va dimenticata l'eventualità di cambiamento delle caratteristiche del corpo idrico, non solo quelle chimico-fisiche, che possono richiedere modifiche ai sistemi di filtrazione e scambio, ma anche una riduzione della portata che può compromettere il funzionamento dell'impianto.

13.2 Le macchine

Le *pompe di calore a compressione elettriche* hanno compressori scroll per le piccole taglie, salendo si incontrano in successione macchine con compressori alternativi (rari), a vite e centrifughi. I fluidi che compiono il ciclo sono R410A (per alcuni scroll), R407C e R134A per tutte le macchine e il solo R134A per i centrifughi. Questi fluidi non hanno effetti dannosi per l'ozono, ma hanno un elevato potenziale di riscaldamento globale, un migliaia di volte quello della CO_2 calcolato a 100 anni. Le quantità utilizzate nelle macchine di piccola taglia sono comunque piuttosto modeste.

La macchina elettrica evita qualsiasi tipo di emissione locale, ma bisogna considerare le emissioni medie del mix di produzione e/o importazione dell'energia elettrica consumata.

Le *pompe di calore ad assorbimento* sfruttano calore disponibile ad alta temperatura ($>90 \text{ }^\circ\text{C}$) o la combustione di gas all'interno della macchina stessa, per compiere il ciclo termodinamico. Vengono utilizzate miscele di acqua e ammoniaca o bromuro di litio.

L'efficienza di utilizzo del gas (rapporto tra la capacità termica della macchina su quella del combustibile entrante) $\sim 1,5$ è superiore a quella delle caldaie a condensazione, permettendo un minor consumo di gas.

13.3 Normativa tecnica

Sono presenti varie norme, direttive o linee guida per il dimensionamento e la realizzazione del sistema di scambio, le più note sono quelle nordeuropee o nordamericane (VDI 4640, SIA, CSI 448, ÖEWAV). Attualmente è in bozza la norma europea EN 15450, che tratta anche i sistemi di scambio con il suolo e le acque, riprendendo le VDI. Le pompe di calore ricadono nelle norme armonizzate secondo le "direttive nuovo approccio" (PED, CEM ecc.).

Le caratteristiche prestazionali sono di solito determinate secondo la UNI EN 14511 e alcuni fabbricanti partecipano ai programmi di certificazione Eurovent.

13.4 Legislazione

Gli impianti con sonde verticali o di scambio con acque superficiali o sotterranee richiedono procedure autorizzative di solito Provinciali o Regionali. Al momento, sono completamente o parzialmente codificate solo da un esiguo numero di EELL (Provincia di Bolzano, Regione Lombardia, Regione Toscana ecc.).

Qualsiasi perforazione sotto i 30 m dal piano campagna richiede sempre la comunicazione all'APAT (legge 464/1984 e successive modifiche e integrazioni).

Il libretto di impianto, già previsto dal D.P.R. 412/1993 per impianti a pompa di calore è oggi disponibile e riguarda anche le prescrizioni dei regolamenti europei sui gas dannosi per l'ozono (2037/2000, D.P.R. 147/2006), e gas fluorati (842/2006).

14. Acqua: un bene da tutelare

(A cura di Marco Scarascia)

L'acqua potabile è un bene limitato. In Italia, solo di recente, l'opinione pubblica si è resa conto della portata del problema. Le tubazioni ormai vecchie delle reti di distribuzione sono tra le principali cause di dispersione dell'acqua destinata al consumo umano. Anche il singolo cittadino, però, può contribuire al risparmio idrico scegliendo soluzioni innovative per i prodotti sanitari, senza penalizzarne la funzionalità.

Carenza di risorse idriche, basso livello delle falde acquifere e conseguenti disagi per la collettività: questa è la situazione generale che coinvolge diversi luoghi del mondo e che assumerà una rilevanza sempre maggiore in futuro. Tra i possibili rimedi si parla sempre più della necessità, con opportune campagne di comunicazione e promozione, di una maggiore sensibilizzazione della opinione pubblica ai temi del risparmio idrico e dell'uso corretto dell'acqua, risorsa preziosa e limitata.

Tabella 14.1 – CONSUMI MEDI DI ACQUA POTABILE

NAZIONE	CONSUMO PRO CAPITE (litri/ab/giorno)	TARIFFA MEDIA ACQUA POTABILE (euro/m ³)	TARIFFA MEDIA SERVIZI IDRICI
Norvegia	704	0,47	1,39
Italia	340	0,27	0,62
Svezia	203	0,64	1,73
Svizzera	190	1,04	2,75
Finlandia	178	0,69	1,78
Ungheria	175	0,3	0,63
Austria	150	1,31	2,63
Francia	135	1,35	2,02
Gran Bretagna	135	1,28	1,28
Danimarca	132	1,01	2,22
Germania	128	1,76	4,24
Spagna	128	0,64	1,01
Belgio	127	1,39	1,81

Dati Federgasacqua elaborati da AAMT di Torino (2004)

Dalla lettura della *Tabella 14.1* emergono dati interessanti sulle abitudini dei cittadini. In Germania, dove il costo di 1.000 litri d'acqua potabile è di 1,76 euro, si verifica un consumo pro-capite al giorno di 128 litri, mentre, in Italia, dove la tariffa media scende a 0,27 euro, si superano tranquillamente i 220 litri per persona al giorno.

Ne consegue che occorre assumere comportamenti di consumo consapevoli, evitando inutili sprechi. La *Tabella 14.2* evidenzia le ingenti quantità d'acqua che vengono utilizzate in Italia per svolgere le attività quotidiane.

Tabella 14.2 – CONSUMI PER ATTIVITÀ QUOTIDIANE IN ITALIA

Preparazione alimenti	10 l/persona
Lavaggio biancheria a mano	40/80 l/kg di biancheria
Lavatrice	20/40 l/kg di biancheria
Lavaggio piatti	5 l
Pulizie domestiche	10 l
Doccia (3 minuti)	50 l
Bagno in vasca	100/300 l
Sciacquone	10/20 l/cascata
Lavaggio automobile	200/300 l/auto
Condizionamento casa di 8 piani	3.000.000 l/giorno
Consumi pubblici	
Latrine a getto continuo	5.000 l/giorno
Innaffiamento strade	2 l/mq
Lavaggio fognature	20 l/m per giorno
Acqua erogata dall'acquedotto	
68% Uso domestico	
15% Attività produttive in area urbana	
9% Non domestico (negozi, alberghi, uffici ecc.)	
8% Impianti e consumi	

Dati Smat (Società metropolitana Acque Torino).

In Italia, oltre alle tariffe basse, gli obblighi legislativi in materia sono oggettivamente blandi e generici. L'unico riferimento legislativo per il risparmio idrico è al Capo I, punto 5, legge 36/1994, «Disposizioni in materia di risorse idriche», detta anche legge Galli (vedi Box sotto).

**Capo I, punto 5, legge 36/1994, «Disposizioni in materia di risorse idriche»
5. Risparmio idrico**

1. Il risparmio della risorsa idrica è conseguito, in particolare, mediante la progressiva estensione delle seguenti misure:

- a) risanamento e graduale ripristino delle reti esistenti che evidenziano rilevanti perdite;*
- b) installazione di reti duali nei nuovi insediamenti abitativi, commerciali e produttivi di rilevanti dimensioni;*
- c) installazione di contatori in ogni singola unità abitativa nonché di contatori differenziati per le attività produttive e del settore terziario esercitate nel contesto urbano;*
- d) diffusione dei metodi e delle apparecchiature per il risparmio idrico domestico e nei settori industriale, terziario ed agricolo.*

2. Entro un anno dalla data di entrata in vigore della presente legge, con decreto del Ministro dei lavori pubblici, emanato ai sensi dell'articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, è adottato un regolamento per la definizione dei criteri e del metodo in base ai quali valutare le perdite degli acquedotti e delle fognature. Entro il mese di febbraio di ciascun anno, i soggetti gestori dei servizi idrici trasmettono al Ministero dei lavori pubblici i risultati delle rilevazioni eseguite con la predetta metodologia.

14.1 Rubinetti

È risaputo che gran parte delle perdite e degli sprechi d'acqua sono dovuti a cause più a monte del rubinetto e che sfuggono al controllo del cittadino; in particolare, si possono citare le perdite che si verificano nelle reti degli acquedotti.

Anche un rubinetto che gocciola, comunque, può portare perdite di 4.000-5.000 litri d'acqua all'anno. Una scelta oculata del rubinetto da parte dell'utilizzatore finale può dare dei risultati quantificabili in un risparmio di 1.000-2.000 litri acqua anno.

Le strade possono essere diverse: limitare le perdite, ridurre la portata utile o renderla disponibile per un tempo limitato.

14.1.1 Considerazioni generali e normative

La conformità dei prodotti alle normative volontarie UNI EN per la rubinetteria sanitaria, di cui segnaliamo le principali nella *Tabella 14.3*, garantisce, innanzitutto, il rispetto di alcuni requisiti di qualità del rubinetto relativi alla tenuta e alla durata meccanica. Questi requisiti conferiscono al prodotto caratteristiche di efficienza e durata nel tempo che influiscono direttamente sulle perdite.

Tabella 14.3 – PRINCIPALI NORME UNI EN PER LA RUBINETTERIA SANITARIA

UNI EN 200:2005	Rubinetti singoli e miscelatori (PN 10)
UNI EN 817:1999	miscelatori meccanici (PN10)
UNI EN 15091:2007	Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica
UNI EN 1111:2000	Miscelatori termostatici (PN 10)
UNI EN 816:1998	Rubinetti a chiusura automatica (PN 10)

A livello indicativo si possono fare alcune considerazioni generali.

La scelta della tipologia del rubinetto può comportare a priori un risparmio d'acqua.

Il miscelatore meccanico porta sicuramente a un maggior utilizzo d'acqua, in quanto si deve miscelare l'acqua proveniente da due condotte fino la raggiungimento della temperatura desiderata.

I miscelatori termostatici, invece, hanno una perfetta regolazione di temperatura con evidente riduzione non solo dei consumi di acqua, ma anche di quelli energetici.

14.1.2 Regolatori di getto

La maggior parte dei rubinetti, di qualunque tipologia si parli, sono equipaggiati con uno speciale regolatore di getto economizzatore d'acqua, in conformità alla norma UNI EN 246, «*Specifiche generali per i regolatori di getto*».

Questi dispositivi sono installati sulla bocca di erogazione del rubinetto, per regolarne il getto.

Si distingue tra regolatori di getto senza aspirazione d'aria, in caso di funzionamento senza aerazione dell'acqua, e con aspirazione d'aria, in caso di aerazione dell'acqua.

I primi non fanno altro che sezionare la portata d'acqua in altri getti più piccoli; i secondi, preferibili come prestazione ai primi, miscelano acqua e aria, lasciando il getto ugualmente efficace e confortevole, ma riducendo l'erogazione d'acqua anche oltre il 30%.

I regolatori di getto sono classificati in conformità alla loro portata nominale a una pressione dinamica di 0,3 MPa (3 bar). Il fabbricante del rubinetto è responsabile della selezione della classe (*Tabella 14.4*).

Tabella 14.4 – CLASSI DI PORTATA PER REGOLATORI DI GETTO

Classe Portata	Valore nominale (l/s)
Z	0,15
A	0,25
S	0,33
B	0,42
C	0,50
D	0,63

I regolatori di getto conformi alla norma devono essere marcati in modo permanente e visibile sulla loro superficie esterna con:

- il marchio o il nome del fabbricante;
- il gruppo acustico e la classe di portata.

La classe di portata deve essere marcata sulla superficie esterna del bordo della gabbia a griglia, se si tratta di un dispositivo smontabile di tipo intercambiabile.

Per distinguere i regolatori di getto con aspirazione d'aria da quelli senza, è necessario che siano marcati anche con una X sulla superficie esterna. I regolatori di getto con portate al di fuori delle classi specificate non sono conformi alla norma e pertanto non possono essere classificati.

I dispositivi conformi alla norma UNI EN 246 sono standardizzati e compatibili con le dimensioni dei rubinetti costruiti e fabbricati secondo le rispettive norme di prodotto UNI EN (*Tabella 14.3*).

Inoltre, per ottenere la conformità alla norma UNI EN 246 devono affrontare e superare i seguenti test:

- *Valutazione visiva della formazione del getto.* Per un dispositivo senza aerazione all'uscita dal regolatore, il getto deve avere la direzione dell'asse di quest'ultimo e deve fluire in modo continuo per una lunghezza di 150 mm alla portata nominale prevista per ogni classe; non devono verificarsi appiattimenti, strozzature o dispersioni tali da provocare spruzzi. Per un dispositivo con aerazione, il getto deve risultare regolare e compatto e, all'esame visivo, deve presentare un'aerazione regolare e adeguata per una lunghezza di 150 mm;
- *Prova meccanica.* La prova è effettuata per garantire che il regolatore di getto in tutte le sue parti, quando esposto alternativamente ad acqua calda e fredda e ad alte pressioni, non si deformi, funzioni correttamente e possa essere smontato e riassembleato con facilità. Dopo la prova, non deve essere presente alcuna deformazione visibile del regolatore di getto né alcun deterioramento nel funzionamento per quanto riguarda la portata e la formazione del getto;
- *Prova per le caratteristiche acustiche.* Una prova a 0,3 MPa (3 bar) è utilizzata per determinare il gruppo acustico dei regolatori di getto e conseguentemente il livello di rumorosità.

14.1.3 - Tecniche alternative

Oltre alle soluzioni suggerite dalle normative, ve ne sono altre alternative ideate e brevettate dalle aziende produttrici.

Per i rubinetti monocomando sono presenti sul mercato sistemi meccanici creati in modo da generare nella leva/dispositivo di comando del rubinetto un'azione frenante nell'apertura tarata per i più comuni utilizzi giornalieri. Passando questo punto di resistenza si arriva all'erogazione massima dell'acqua.

Le più moderne tecnologie hanno permesso la diffusione di rubinetti temporizzati che, mediante l'utilizzo di sistemi meccanici, elettronici e idraulici rendono l'erogazione dell'acqua disponibile per un certo numero di secondi, sufficiente agli utilizzi previsti.

Il risparmio d'acqua per i rubinetti, in generale, è agevolato dalla presenza sull'impianto idrico di riduttori di pressione conformi alla norma UNI EN 1567:2002, «*Valvole per edifici - Riduttori di pressione d'acqua e riduttori di pressione d'acqua combinati - Requisiti e metodi di prove*».

Questi sistemi garantiscono una pressione costante all'ingresso dei rubinetti (regolando la pressione dell'acqua proveniente dal sistema di distribuzione): in questo modo, la pressione costante non provoca variazioni di portata indesiderate.

14.2 Docce

Per le docce esistono soluzioni analoghe a quelle per i rubinetti. I riduttori per doccia, inseriti tra la rubinetteria e i flessibili per doccia, contengono un sistema di riduzione del flusso a circa 8 l/min, contro i 20-25 l/min di una normale doccia o doccetta. Il riduttore di flusso mantiene una portata costante anche al variare della pressione attraverso un sistema di regolazione del flusso e, spesso, oltre alla funzione di risparmio idrico, svolge quella di valvola di non ritorno, contro il rischio di riflusso dell'acqua nelle tubazioni.

In commercio, si trovano doccette che miscelano direttamente acqua e aria, aspirando l'aria attraverso un ugello, e che garantiscono un risparmio d'acqua del 50% a parità di comfort.

Anche per le docce, il risparmio è facilitato dalla presenza di riduttori di pressione integrati a monte.

Inoltre, la conformità alle principali norme UNI EN per docce riportate in *Tabella 14.5* garantisce al prodotto caratteristiche di tenuta e durata che, come per i rubinetti, riducono i rischi di perdite.

Tabella 14.5 – PRINCIPALI NORME UNI EN PER DOCCE

UNI EN 1112:1998	Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10)
UNI EN 1113:1998	Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria (PN 10)
UNI EN 13904:2004	Dispositivi uscita doccia a bassa resistenza per rubinetteria sanitaria
UNI EN 13905:2004	Flessibili doccia a bassa resistenza per rubinetteria sanitaria
UNI 11148:2005	Rubinetteria sanitaria - Doccette per rubinetteria da lavello

14.3 Scarichi

Anche gli scarichi possono contribuire al risparmio idrico.

Per WC è innanzi tutto preferibile la soluzione a flussometro piuttosto che la più tradizionale a passo rapido. Nel primo caso è infatti previsto un pulsante con un dispositivo con molla di ritorno che chiude l'erogazione.

Nel caso tradizionale, molto diffuso in Italia nei condomini, vi è un rubinetto che può essere lasciato aperto a piacimento.

Ancora migliore risulta il sistema con cassetta. Con questi dispositivi, peraltro, si realizza un risparmio nel dimensionamento delle tubazioni dell'impianto.

Le cassette sfruttano l'energia potenziale dell'acqua e erogano una quantità d'acqua predefinita.

Sul mercato esistono cassette con due pulsanti per erogare diverse quantità di acqua a seconda delle necessità.

Esistono anche sistemi elettronici ad allontanamento che gestiscono autonomamente lo scarico dell'acqua sempre con quantità di acqua prestabilite.

Per gli orinatoi sono diffusi analoghi sistemi elettronici ad allontanamento oppure i sistemi a "risciacquo a secco" che di fatto non utilizzano acqua. In questi casi esiste un tappo elettromagnetico che si chiude per evitare ritorni di cattivi odori.

Per WC e orinatoi, visto che può essere adoperata acqua non potabile, stanno prendendo piede sistemi di recupero dell'acqua piovana.

15. Apparecchi illuminanti ed efficienza energetica

(A cura di Donatella Ravizza)

Con l'introduzione della "certificazione energetica", voluta dalla direttiva 2002/91/CE, nel calcolo del rendimento degli edifici oltre agli aspetti legati al riscaldamento, condizionamento e ventilazione, entrano in gioco i consumi dovuti all'illuminazione artificiale. Questo costituisce una leva efficace per promuovere la qualità illuminotecnica e soluzioni progettuali in grado di migliorare le prestazioni dei singoli componenti.

La necessità di un corretto uso delle risorse, di un costo d'esercizio limitato e di una manutenzione semplice dell'impianto porta alla scelta di apparecchi di alta qualità, di sorgenti ad alta efficienza e di lunga durata.

L'efficienza complessiva del sistema illuminazione, intesa come rapporto tra energia in entrata e energia in uscita, dipende da diversi fattori interagenti: la sorgente luminosa, l'apparecchio che l'ospita con il suo gruppo ottico, l'alimentatore e il sistema di controllo.

Lampade miniaturizzate e ottiche performanti garantiscono una maggiore possibilità di controllo del flusso luminoso ed un elevato rendimento dell'apparecchio. La corretta distribuzione fotometrica è uno strumento estremamente efficace per mettere in evidenza l'oggetto di mira e contenere la dispersione luminosa verso superfici non interessanti, con conseguente diminuzione del pericolo di spreco energetico e, in caso di applicazione in esterno, di dispersione verso il cielo (il cosiddetto inquinamento luminoso).

L'elettronica infine svolge un ruolo determinante in chiave prestazionale nell'assicurare alto comfort e ridotti costi di esercizio, attraverso dispositivi di alimentazione e controllo.

15.1 L'apparecchio e il rendimento

La qualità illuminotecnica dipende in gran parte dalla fonte con cui si equipaggia l'apparecchio e dall'ottica capace di convogliare nel modo corretto il flusso luminoso e dare forma alla luce. Compito dell'apparecchio è quello di ridistribuire il flusso luminoso emesso dalla lampada nelle direzioni desiderate (rendimento fotometrico), indirizzandolo verso angoli utili e schermato contemporaneamente la luce che può provocare abbagliamento.

La forma morfologica del riflettore (profilo a parabola, a ellisse, a cerchio, a iperbole) e la riflettanza della superficie sono fattori decisivi. I dati fotometrici, la spartizione spaziale della luce e le curve di intensità luminosa emesse su un piano, cambiano a secondo del tipo di ottica adottata.

La costruzione degli apparecchi deve essere adeguata alle condizioni dell'ambiente esterno, avere indici di protezioni che, secondo il tipo di installazione previsto, garantiscono sicurezza e resistenza a tutti gli influssi ambientali, quali umidità, polveri e sbalzi termici. Importante è poi la rispondenza dell'apparecchio alle disposizioni di legge e, nel caso di apparecchi per esterno, ai requisiti per il controllo dell'inquinamento luminoso (che prevede che la sorgente sia schermata e recessa nel vano ottico).

Classe di isolamento, indice di protezione e distribuzione fotometrica

L'apparecchio deve assolvere principalmente a tre funzioni:

1) elettrica: servire da collegamento tra rete e lampada

La normativa Europea CEI 34-21 distingue 4 classi di isolamento e di protezione contro le tensioni di contatto:

- Classe 0: isolamento semplice senza messa a terra
- Classe I: isolamento semplice con messa a terra
- Classe II: doppio isolamento senza messa a terra
- Classe 3: alimentazione a bassissima tensione;

2) meccanica: protezione da agenti esterni: intemperie, polveri, colpi, corrosione

La normativa Europea CEI 70-1 distingue un indice di protezione, indicato dal prefisso IP, seguito da due cifre significative, di cui la prima indica l'impermeabilità ai corpi solidi e alle polveri, la seconda ai liquidi. In caso di classificazione per un solo tipo di penetrazione, l'altra cifra è sostituita da una X.

3) fotometrica:

ripartizione dell'emissione luminosa uscente dall'apparecchio (diretto concentrato, indiretto ecc.) e rappresentata dalle curve fotometriche (tracciata generalmente come diagramma polare).

15.2 La sorgente e l'efficienza luminosa

Le sorgenti luminose vanno selezionate prendendo in considerazione sia le loro principali caratteristiche di qualità (spettro di emissione, temperatura colore, indice di resa cromatica), sia le loro principali caratteristiche operative (potenza, flusso luminoso, efficienza luminosa, vita media, caratteristiche di funzionamento).

Per gli interni domestici, in generale, la scelta ricade su incandescenti, alogene o fluorescenti, le altre sorgenti a scarica, molto diffuse negli esterni per la loro alta efficienza, non risultano indicate per la loro scarsa resa dei colori o per le loro caratteristiche tecnologiche e di funzionamento (quelle ad alta pressione per esempio richiedono qualche secondo per accendersi e qualche minuto per essere riaccese a caldo).

15.2.1 Efficienza luminosa

Nel passaggio da energia elettrica ad energia luminosa il grado di conservazione e di degradazione dell'energia dipende molto dal tipo di sorgente utilizzata. L'efficienza luminosa è il rapporto tra flusso luminoso (Φ) emesso da una sorgente, espresso in lumen (lm) e potenza elettrica (P) consumata, espressa in watt (w). $\eta = \text{lm/w}$

15.2.2 Temperatura Colore

La temperatura colore indica la cromaticità della luce emessa da una sorgente luminosa. La temperatura colore, espressa in Kelvin (K), è un parametro utilizzato per individuare e catalogare in modo oggettivo, il colore della luce di una sorgente luminosa confrontata con la sorgente campione – corpo nero (Tabella 15.1).

Tabella 15.1 – Temperatura correlata del colore, secondo la norma UNI 12464/1

• calda (W): inferiore a 3300 K;
• intermedia (I): da 3300 K a 5300 K;
• fredda (C): superiore a 5300 K.

15.2.3 *Indice di Resa Cromatica (R.a.)*

Per fornire un'indicazione obiettiva delle proprietà di resa del colore di una sorgente luminosa, è stato introdotto l'indice di resa del colore Ra, il cui valore massimo è 100.

La norma UNI EN 12464-1, riporta i valori limite di Ra per diversi ambienti, compiti ed attività. Le sorgenti luminose con un indice di resa del colore minore di 80 non devono essere utilizzate in interni, dove le persone lavorano e permangono per lunghi periodi.

15.2.4 *Lampade a incandescenza.*

Le lampade a incandescenza tradizionali, nonostante la scarsa efficienza (circa 10-15 lumen/watt), l'elevata emissione termica e la ridotta vita media (circa 1.000 ore), sono ancora le più diffuse nelle abitazioni. Vengono preferite per il ridotto prezzo d'acquisto, la loro colorazione calda (temperatura colore di 2.700-2.800K) e l'ottima resa dei colori (Ra=100, sebbene, in realtà, un poco svilente per i toni freddi).

Le incandescenti alogene hanno prestazioni superiori alle tradizionali, arrivano a circa 20-25 lumen/watt, hanno vita media di 2.000-3.000 ore, temperatura colore di 3.000-3.200K, Ra=100 e una migliore resa anche dei toni freddi.

15.2.5 *Lampade fluorescenti*

Per ridurre i consumi nel residenziale si punta sulle fluorescenti, in particolare sulle compatte che possono sostituire per attacco e forma le incandescenti, con un'efficienza di circa 4 o 5 volte maggiore (circa 50-80 lm/watt, secondo il tipo) e una vita media superiore alle 6.000 ore. Contrariamente al diffuso equivoco che le associa a una luce fredda poco gradevole, le lampade fluorescenti sono oggi disponibili in diverse tonalità di colore (quelle da 2.700 K hanno una colorazione calda, molto simile alle normali lampade ad incandescenza) e con una resa dei colori che arriva, nelle multifosforo, a 90.

L'alimentatore elettronico integrato genera una luce priva di sfarfallio e ne permette l'accensione immediata, rendendole adatte non solo in aree che hanno bisogno di luce per molte ore, ma anche per applicazioni temporizzate con ridotti cicli di accensione/spegnimento (per esempio nelle zone distributive come scale, pianerottoli, cantine, garage, vialetti).

L'alimentatore elettronico integrato nell'apparecchio consente:

- *accensione immediata, senza sfarfallio;*
- *luce stabile, senza oscillazione;*
- *assenza di rumori e ronzi;*
- *maggior durata della lampada;*
- *minore decadimento del flusso luminoso emesso;*
- *potenza assorbita ridotta con conseguente risparmio di energia di funzionamento.*

15.2.6 Lampade a scarica

In esterni le sorgenti a scarica sono le più diffuse per l'alta efficienza, la lunga durata e le quantità rilevanti di flusso luminoso. L'evoluzione tecnologica continua porta a lampade con una gamma di temperatura colore e potenza sempre più differenziata per potere rispondere alle richieste progettuali. Alcune tipologie stanno mutando il proprio caratteristico spettro a "righe", con una configurazione più ricca e bilanciata che si traduce in tonalità di colore più naturale e in una migliore resa cromatica. Gli alogenuri metallici, per esempio, apprezzati per ottenere elevati illuminamenti e colori vividi nel settore commerciale ed espositivo, possono essere adeguate anche per l'illuminazione di spazi collettivi e semi pubblici residenziali. Quelle da 3.000 K rappresentano una valida alternativa all'alogeno con i vantaggi di una maggiore efficienza (circa 70-90 lm/W), una durata più elevata (6.000-9.000 ore) e una dispersione termica molto inferiore. Allo stesso modo, le lampade al sodio ad alta pressione che trovano ampio impiego nell'illuminazione urbana, nelle potenze più piccole possono prestarsi convenientemente all'illuminazione di viali d'accesso, parcheggi ecc. quando si vogliono ridurre i consumi e la resa cromatica dei colori non sia fondamentale.

15.3 I Led

Tecnologia in costante e rapidissima evoluzione, durata elevata (50.000 ore), efficienze luminose in continuo progresso, alimentazione in bassissima tensione di sicurezza, sono le caratteristiche principali dei LED (acronimo di Light Emitting Diode: diodo ad emissione di luce).

La lunga durata e la mortalità trascurabile hanno favorevoli ripercussioni sull'economia d'esercizio, riducendo i costi di manutenzione sostitutiva rispetto alle sorgenti convenzionali, rendendoli adatti in quelle applicazioni dove risulta difficoltosa la sostituzione della sorgente

Le dimensioni ridotte e la flessibilità d'installazione, possono essere montati anche su nastri molto sottili, consentono di conformare a piacere la superficie illuminante.

I LED consentono di ottenere qualsiasi colore con un elevato livello di saturazione e si configurano come la soluzione ideale per la luce dinamica (secondo il modello RGB).

15.4. L'elettronica nella gestione degli impianti d'illuminazione

Un rapido processo evolutivo si sta registrando in tutti i settori applicativi, perfino nel più tradizionale ambito domestico. Ottiche dalle alte prestazioni, sistemi di gestione della luce e l'innovazione colorata introdotta dai sistemi LED RGB permettono la creazione di regie luminose e configurazioni mutevoli.

La flessibilità è ottenuta con lo sviluppo di tecnologie elettroniche di supporto e con sistemi modulari, che, come strumenti aperti, sono in grado di calibrare le intensità luminose, assicurare una distribuzione adatta, per qualità e quantità, all'uso desiderato, evitando inutili sprechi.

Maggiore efficienza e risparmio energetico si ottengono con l'uso di tecnologie elettroniche e digitali e con un'adeguata gestione della luce, tramite sensori di movimento e di luminosità, che assicurano che l'illuminazione artificiale venga attivata quando effettivamente necessaria, come richiesto dalle ultime normative, che prevedono, nel calcolo del rendimento energetico dell'edificio, di tenere conto degli eventuali apporti gratuiti dovuti all'illuminazione naturale (fattore che incentiva, di fatto, l'utilizzo di sistemi di controllo e integrazione centralizzati).

15.5. Riferimenti normativi

Dall'estensione della valutazione del rendimento energetico degli edifici all'illuminazione con la DIRETTIVA 2002/91/CE, tutte le norme e disposizioni legislative comunitarie e nazionali puntano essenzialmente a un unico scopo: il funzionamento razionale degli impianti illuminotecnici e l'uso accorto dell'energia.

Tra quelle specifiche del settore ricordiamo la normativa UNI EN 12464-1 "Illuminazione dei luoghi di lavoro in interni", (che sostituisce il principale riferimento per l'illuminazione d'interni: la precedente UNI 10380), che ha particolare rilievo nella spinta all'ottimizzazione della luce naturale e la norma europea EN 15193-1 "Valutazione energetica di edifici – Requisiti energetici dell'illuminazione", che contiene le basi per calcolare il consumo energetico dell'illuminazione.

Le ultime relative ai prodotti rispondono all'esigenza, molto urgente nel mercato globale, di dare parametri uguali in tutti gli stati europei, per permettere il libero scambio e stabilire valori minimi di qualità prestazionale ed efficienza.

Tra queste ricordiamo la UNI EN 13032 "Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione", che impone procedure di misure coerenti e scambi di dati in un unico formato (basti pensare ai programmi per il calcolo illuminotecnico), e la direttiva 2005/32/CE "Energy using Products", nota come direttiva "ecodesign" che fissa un quadro di riferimento generale per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che utilizzano energia, apparecchi d'illuminazione compresi.

Essa riguarda l'energia utilizzata nel ciclo di vita e stabilisce valori minimi di efficienza energetica da rispettare.

15.6. Incentivi per ridurre i consumi

La legge 24 dicembre 2007 n. 244 "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato", la cosiddetta "Finanziaria 2008", proroga gli incentivi per il risparmio energetico già previsti dalla Finanziaria 2007 (come deduzione dei costi sostenuti per interventi di efficienza energetica per l'illuminazione e per la sostituzione, nel settore commerciale, di apparecchi illuminanti e lampade a incandescenza con altri/e ad alta efficienza e installazione di regolatori di flusso luminoso) sino a tutto il 2010 e ne introduce di nuovi.

In particolare, istituisce un fondo «finalizzato al finanziamento di campagne informative sulle misure che consentono la riduzione dei consumi energetici per migliorare l'efficienza energetica, con particolare riguardo all'avvio di una campagna per la progressiva e totale sostituzione delle lampadine a incandescenza con quelle a basso consumo, per l'avvio di misure atte al miglioramento dell'efficienza della pubblica illuminazione».

Principali riferimenti normativi per l'illuminazione d'interni

UNI EN 12464-1/2004 "Illuminazione dei Luoghi di Lavoro" in interni

UNI 12665/2004 Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici.

UNI 11222/2006 "Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo".

UNI 11165/ 2005 Luce e illuminazione - Illuminazione di interni - Valuta: dell'abbagliamento molesto con il metodo UGR

UNI EN 13032 Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione

Principali riferimenti normativi per l'illuminazione d'esterni

UNI EN 13201/2004: Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali

UNI 11248/2007: Illuminazione stradale-Selezione delle categorie illuminotecniche

UNI 10819/1999: Inquinamento luminoso

Leggi Regionali sull'inquinamento luminoso

Raccolta delle disposizioni nazionali e regionali in materia di certificazione energetica

a cura della Banca Dati Repertorio di Urbanistica ed Edilizia - Il Sole 24 ORE
www.repertoriourbanisticaedilizia.ilsole24ore.com

NAZIONALE

D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192. Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia. (*G.U.* 23 settembre 2005, n. 222, s.o.)

Circolare del Ministero dello Sviluppo Economico 23 maggio 2006. Chiarimenti e precisazioni riguardanti le modalità applicative del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, di attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

legge 27 dicembre 2006, n. 298. Bilancio di previsione dello Stato per l'anno finanziario 2007 e bilancio pluriennale per il triennio 2007-2009. Art. 1, commi 344-352. (*G.U.* 28 dicembre 2006, n. 300, s.o.)

D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311. Disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione alla direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia. (*G.U.* 1° febbraio 2007, n. 26, s.o.)

D.M. 19 febbraio 2007. Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del D.Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387. (*G.U.* 23 febbraio 2007, n. 47)

Circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 36/E del 31 maggio 2007. Detrazione d'imposta del 55% per gli interventi di risparmio energetico previsti dai commi 344 - 345 - 346 e 347 della legge 27 dicembre 2006 n. 296 (legge finanziaria per il 2007)

Circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 46/E del 19 luglio 2007. Articolo 7, comma 2, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 - Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici.

Circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 244 del 11 settembre 2007. Richiesta di parere sull'applicazione della detrazione fiscale del 55 per cento per interventi di risparmio energetico.

DM. 26 ottobre 2007. Disposizioni in materia di detrazioni per le spese di riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente, ai sensi dell'art. 1, comma 349, della legge 27 dicembre 2006, n. 296.

Risoluzione dell'Agenzia delle Entrate n. 365/E del 12 dicembre 2007. (Interpello: definizione di "edificio" ai fini delle detrazioni previste dal comma 345 della Finanziaria 2007).

Legge 24 dicembre 2007 n. 244. "Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato" pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 285 della *Gazzetta Ufficiale* n. 300 del 28/12/07.

Circolare dell'Agenzia delle Entrate n. 12/E del 19 febbraio 2008. (Estratto: aliquota iva 10% sulle manutenzioni ordinarie e straordinarie; rateazione della detrazione per il risparmio energetico; esonero dall'a.q.e/a.c.e.).

Risoluzione dell'Agenzia delle Entrate n. 33/E del 5 febbraio 2008. (Interpello: impossibilità da parte dei Comuni di fruizione delle detrazioni fiscali del 55%).

Decreto ministero dello sviluppo economico del 11 marzo 2008. Attuazione dell'articolo 1, comma 24, lettera a) della legge 24 dicembre 2007, n. 244, per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della legge 27 dicembre 2006, n. 296.

REGIONALE

Legge regionale Abruzzo 16 settembre 1998, n. 80 (Artt. 2, 3, 4). Norme per la promozione e lo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia e del risparmio energetico.

Legge regionale Basilicata 28 dicembre 2007, n. 28 (Art. 11). Disposizioni per la formazione del bilancio di previsione annuale e pluriennale della Regione Basilicata - legge finanziaria 2008.

Legge provinciale Bolzano 11 agosto 1997, n. 13 (Art. 127). Legge urbanistica provinciale.

- Legge regionale Calabria 14 luglio 2003, n. 10 (Art. 35).** Norme in materia di aree protette.
- Emilia Romagna. Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici (Parte prima).**
- Legge regionale Friuli Venezia Giulia 21 luglio 2006, n. 12 (Art. 4, commi 38-40).** Assestamento del bilancio 2006 e del bilancio pluriennale per gli anni 2006-2008 ai sensi dell'articolo 18 della legge regionale 16 aprile 1999, n. 7.
- Legge regionale Lazio 28 dicembre 2007, n. 26 (Art. 19).** Legge finanziaria regionale per l'esercizio 2008.
- Legge regionale Liguria 29 maggio 2007, n. 22 (Artt. 12, 26, 27).** Norme in materia di energia.
- Delibera Giunta regionale Lombardia 31 ottobre 2007, n. 8/5773 (Disposizioni inerenti all'efficienza energetica in edilizia).** Certificazione energetica degli edifici - Modifiche ed integrazioni alla Delibera Gr n. 8/5018 del 2007.
- Legge regionale Lombardia 28 dicembre 2007, n. 33 (Art. 12).** Disposizioni legislative per l'attuazione del documento di programmazione economico-finanziaria regionale, ai sensi dell'articolo 9-ter della legge regionale 31 marzo 1978, n. 34 (Norme sulle procedure della programmazione, sul bilancio e sulla contabilità della Regione) - Collegato 2008.
- Legge regionale Marche 28 ottobre 2003, n. 20 (Art. 12).** Testo unico delle norme in materia industriale, artigiana e dei servizi alla produzione.
- Legge regionale Piemonte 28 maggio 2007, n. 13 (Capo I, Artt. 1, 2, 3; Capo II, Artt. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11; Capo IV, Artt. 12, 13, 14, 15, 16, Capo V, Artt. 17, 18, 19; Capo VI, Art. 20; Capo VII, Artt. 21, 22, 23; Capo VIII, Artt. 24, 25, 26).** Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia.
- Legge regionale Puglia 19 febbraio 2008, n. 1 (Art. 27).** Disposizioni integrative e modifiche della legge regionale 31 dicembre 2007, n. 40 (Disposizioni per la formazione del bilancio di previsione 2008 e bilancio pluriennale 2008-2010 della Regione Puglia) e prima variazione al bilancio di previsione per l'esercizio finanziario 2008.
- Legge regionale Sardegna 29 maggio 2007, n. 2 (Artt. 15, comma 7, 24, comma 1).** Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione (legge finanziaria 2007).
- Legge regionale Toscana 24 febbraio 2005, n. 39 (Art. 22).** Disposizioni in materia di energia.
- Legge provinciale Trento 4 marzo 2008, n. 1 (Art. 86).** Pianificazione urbanistica e governo del territorio.
- Legge regionale Umbria 28 novembre 2003, n. 23 (Art. 17).** Norme di riordino in materia di edilizia residenziale pubblica.
- Legge regionale Valle d'Aosta 3 gennaio 2006, n. 3 (Art. 5).** Nuove disposizioni in materia di interventi regionali per la promozione dell'uso razionale dell'energia.
- Legge regionale Veneto 9 marzo 2007, n. 4 (Artt. 5, 6).** Iniziative ed interventi regionali a favore dell'edilizia sostenibile.

OPERE REALIZZATE

Selezione a cura de *Il Sole 24 ORE Arketipo*

www.arketipo.ilsole24ore.com

Massimo Marazzi ed Elio Ostinelli
Edifici della dogana a Chiasso, Svizzera, anno 2003

Luca Lancini, Fuji Arquitectura por Naturaleza
Casa unifamiliare a El Escorial, Madrid, Spagna, 2005

Feilden Clegg Bradley Architects

Sede Centrale National Trust, Swindon, Gran Bretagna, 2005

Georg W. Reinberg

Quartiere residenziale Gneiss Moss, Salisburgo, Austria, 2000

Rau Architects

Sede Amministrativa WWF, Zeist, Olanda, 2006

Aiace Srl

Casa per minori – Fondazione Don Leandro Rossi, Lodi, Italia, 2007

Designinc

Council House 2, Melbourne, Australia, 2007

Deamicis Architetti

Edificio per uffici a Milano, Italia, 2006

Wilkinson Eyre Architects, Arup Façade Engineering (*Future*)

20 Blackfriars Road, Londra, Gran Bretagna

Hamonic + Masson

Casa dimostrativa la Parco della Villette, Parigi, Francia, 2004

Studio Tamassociati

Banca Popolare Etica, Padova, Italia, 2007

Team Baukraft, Georg Rubner, Gerd Bergmeister, Domenik Rieder

Sede Rubner, Chienes, Italia, 2006

Cepezed Architects

Studio di architettura Cepezed, Delft, Olanda, 1999

Bucholz & Macevoy Architects

Call centre Sap, Galway, Irlanda, 2004

Rina Agostino,

Ampliamento scuola elementare a Buccinasco, Milano, Italia, 2004

Alessandro Contavalli

Scuola d'infanzia a Ponticelli, Imola, Italia, 2006

Selezione a cura di Area

www.area-arch.it

Sauerbruch Hutton architekten,
Innovation and development centre for Sedus, Dogern, Germania, 2003

Ateliers Jean Nouvel,
Agbar Tower, Barcellona, Spagna, 2000-2005

24H Architecture
House extension, Övre Gla, Ärjäng, Svezia, 2003

Cloud9
Villa Bio, Figueres, Spagna, 2005

Bernard Tschumi
Concert Hall, Limoges, Francia, 2006

Steven Holl
Linked Hybrid, Beijing, Cina, 2003/2008