



FEBBRAIO
2012

COMUNE DI FILATTIERA Provincia di Massa Carrara

REGOLAMENTO EDILIZIO ECOSOSTENIBILE

Allegato A

Linee guida e raccomandazioni progettuali per l'uso efficiente dell'energia e per la valorizzazione delle fonti energetiche rinnovabili e assimilate negli edifici, nelle nuove edificazioni e nelle ristrutturazioni





..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

SINDACO	DOTT. LINO MORI
ASSESSORE ALL' URBANISTICA (TRASPORTI – PROTEZIONE CIVILE)	SIG. GIOVANNI LONGINOTTI
UFFICIO TECNICO	GEOM. WILMO GIULI (RESPONSABILE) ARCH. STEFANO MILANO GEOM. PIETRO SIMONCINI GEOM. GIORGIO GABELLONI
SETTORE LAVORI PUBBLICI	GEOM. WILMO GIULI
REDATTORI R.E.:	ARCH. LINO GIORGINI ING. ENRICO TONDIN COLLABORATORI: DOTT. URB. ELISA BERTI DOTT. GEOL. ELISABETTA BOMPRESSI GEOM. LUIGI GUSSONI



I N D I C E

PREMESSA	3
APPENDICE 1 - ELEMENTI RELATIVI ALLA REDAZIONE DEI PROGETTI PER ACCEDERE ALLE AGEVOLAZIONI DI CUI AL TITOLO IX DEL REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE.....	8
APPENDICE 2 - VERIFICA OBBLIGATORIA DEL FABBISOGNO DI RAFFRESCAMENTO.....	11
APPENDICE 3 – STANDARD RACCOMANDATI DI EFFICIENZA ENERGETICA PER SISTEMI DI ILLUMINAZIONE.....	15
APPENDICE 4 - SCHEMI PROGETTUALI PER UNA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE (GEOMETRIA SOLARE, ENERGIA E MATERIALI)	17
APPENDICE 5 – SISTEMI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA E DEL CALORE: SISTEMI AD ALTA EFFICIENZA	51
APPENDICE 6 – SISTEMI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA E DEL CALORE: FONTI RINNOVABILI.....	60
APPENDICE 7 - SISTEMA DI ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI AI REQUISITI..	108



PREMESSA

A partire dalla “*Carta delle città europee per un modello urbano sostenibile*” (Aalborg, 1994), l’impegno per la realizzazione di edifici e insediamenti rispondenti ai criteri del costruire sostenibile è diventato un obiettivo concreto per un numero crescente di amministrazioni comunali, sancito ormai da numerosi indirizzi normativi regionali e nazionali.

Le esperienze pilota sviluppate nel nostro Paese e le azioni della Commissione Europea stanno delineando un futuro molto prossimo in cui il rispetto di codici per il risparmio energetico e la compatibilità ambientale saranno indispensabili per l’edilizia residenziale.

Il crescente interesse dell’opinione pubblica indica che questi stessi temi influenzeranno in modo significativo la presenza e la competizione sul mercato degli operatori dell’edilizia, nel quadro di una generale diffusione di procedure di certificazione della qualità del prodotto “casa”, a seguito delle indicazioni del D.Lgs. 192/2005 (e s.m.i.), il quale, in base alla Direttiva 2002/91/CE, attua e stabilisce i criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici.

A titolo esemplificativo si sottolinea che circa il 30% dei consumi energetici complessivi nel nostro Paese sono determinati dal settore residenziale: è evidente che intervenire per favorire un uso efficiente dell’energia e valorizzare le fonti energetiche rinnovabili e assimilate negli edifici, nelle nuove edificazioni e nelle stesse ristrutturazioni, significa contribuire in misura consistente alla riduzione delle pressioni esercitate dall’uomo sull’ambiente.

Sulla base di quanto premesso, la redazione del nuovo *Regolamento Edilizio Ecosostenibile* rappresenta il naturale compimento del percorso intrapreso e lo strumento principe attraverso il quale perseguire concretamente gli obiettivi di ottimizzazione dell’uso delle risorse sul territorio comunale, partendo proprio da quelle energetiche. Ciò, tuttavia, non deve essere inteso come un mero adeguamento alle indicazioni legislative e regolamentari della Regione Toscana, ma piuttosto come occasione di sensibilizzazione e di informazione/formazione della cittadinanza, in generale, e degli “addetti ai lavori”, in particolare, sulle tecniche e le tecnologie ad oggi disponibili per costruire in maniera sostenibile, rispondendo ad una domanda crescente di “ambiente” della Comunità locale.

L’approccio “sostenibile” sottende, infatti, l’introduzione di cambiamento, culturale prima, nelle prassi e nei comportamenti in seguito, obbligando i diversi operatori del processo edilizio ad acquisire linguaggi e strumenti che consentano di dialogare, operare, prendere decisioni in maniera realmente integrata, multidisciplinare e in un’ottica multiscalare.

In questo senso, con la pubblicazione della LL.RR. 1/2005, 39/2005 (e s.m.i.), la Regione Toscana ha inteso promuovere la sostenibilità energetico-ambientale nella realizzazione delle opere edilizie pubbliche e private, nel rispetto dell’ordinamento comunitario.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Conseguentemente i Comuni sono chiamati a dotarsi (ai sensi dell'art. 22, D.P.G.R. 9/2/2007, n. 2/R) di un nuovo Regolamento Edilizio volto a favorire l'uso razionale dell'energia e dell'uso di fonti energetiche rinnovabili, incentivando al contempo l'edilizia sostenibile (vedi Linee guida, D.G.R. 322/2005 e 218/2006), con riferimento sia al patrimonio edilizio esistente che al nuovo. Queste disposizioni non trovano riscontro, normalmente, negli strumenti urbanistici e regolamentari comunali.

In particolare, ai sensi dell'art. 24 del citato D.P.G.R. 9/2/2007, n. 2/R, i Comuni devono verificare che gli interventi urbanistico-edilizi, ivi compresi quelli riguardanti il patrimonio edilizio esistente, siano progettati secondo i criteri energetici e ambientali di seguito indicati:

- a) considerazione dei dati climatici locali;
- b) controllo dei consumi di energia, del ciclo delle acque, delle emissioni e dei rifiuti;
- c) utilizzo di prodotti ecocompatibili, materiali locali e tecnologie efficienti dal punto di vista energetico;
- d) considerazione degli spazi esterni come parte integrante e non complementare del progetto degli edifici;
- e) previsione di una cantierizzazione ispirata ai principi del risparmio energetico e della tutela dell'ambiente.

Le presenti intendono fornire utili indicazioni per rispondere efficacemente alle prescrizioni di cui sopra. In questo senso si sottolinea che la necessità di intervenire con rapidità nella diffusione di pratiche edilizie sostenibili, sia per la nuova edificazione che per gli edifici esistenti, è obiettivo primario nell'ambito della pianificazione territoriale, urbanistica ed edilizia della A.C. di Filattiera.

1. OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE “ENERGETICAMENTE ED AMBIENTALMENTE SOSTENIBILE”

La progettazione “energeticamente ed ambientalmente sostenibile”, schematicamente riportata nelle presenti linee guida, deve essere riferita prioritariamente agli edifici ricadenti in quelle aree in cui avverranno processi di trasformazione e/o riqualificazione di un certo rilievo e dove sono in gioco il contesto urbano circostante volumetrie edilizie consistenti.

Con l'entrata in vigore del D.M. 27/7/2005 questi criteri riguardano la progettazione edilizia sovvenzionata-convenzionata nonché quella pubblica e privata, sia di nuova costruzione sia nella ristrutturazione di edifici esistenti, come precisato nell'articolato del citato disposto normativo, a cui si rimanda.

Le presenti linee guida si sono poste come obiettivi strategici la pianificazione integrata delle risorse e la contemporanea diminuzione delle potenze installate assolute e specifiche (kW/mq), dei consumi energetici assoluti e specifici (GJ/mq/anno) e di conseguenza la riduzione delle emissioni in atmosfera, a parità o migliorando il servizio reso.

Inoltre le presenti, in accordo con le disposizioni regionali in materia di energia, fissano criteri generali tecnico-costruttivi, tipologici ed impiantistici atti a facilitare e valorizzare l'impiego di fonti energetiche rinnovabili ed assimilate per il



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

riscaldamento, il raffrescamento, la produzione di acqua calda sanitaria, l'illuminazione, la dotazione di apparecchiature elettriche degli edifici in relazione alla loro destinazione d'uso e rapporto con il tessuto urbano e territoriale circostante.

Si ricorda che il D.M. 2 aprile 1998 entrato in vigore a pieno titolo il 5/5/2000, che recepisce la succitata direttiva, obbliga progettisti, costruttori e installatori a impiegare solo materiali e prodotti certificati, i cui requisiti di risparmio energetico garantiscano la qualità dei componenti edilizi e degli impianti utilizzati. Inoltre è prescritto quanto contenuto nella direttiva Comunitaria sulla certificazione energetica degli edifici. DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia pubblicata sulla GUCE L1/65 del 4/01/03.

2. INTERVENTI SUL TESSUTO URBANO

Nel processo di progettazione energetica nelle aree sulle quali deve sorgere un nuovo complesso di edifici è essenziale ottenere una integrazione ottimale tra le caratteristiche del sito e le destinazioni d'uso finali degli edifici, al fine di recuperare energia, in forma attiva e passiva.

A tale scopo prima della fase di definizione della disposizione delle strade e degli edifici, deve essere redatta una relazione descrittiva del sito, contenente:

- a) caratteristiche fisiche del sito, come pendenze del suolo, vie di scorrimento dell'acqua, percorso del sole nelle diverse stagioni, etc.;
- b) contesto del sito: edifici e strutture adiacenti, relazione dell'area con strade esistenti, altre caratteristiche rilevanti (viste sul panorama circostante, orientamento dell'apezzamento..);
- c) le ombre prodotte dalle strutture esistenti sul sito o adiacenti;
- d) gli alberi sul sito o adiacenti, identificandone la posizione, la specie, le dimensioni e le condizioni;
- e) direzione, intensità, stagionalità dei venti prevalenti.

Sulla base dell'analisi precedente e così come descritto successivamente all'Appendice 4, il tracciato delle strade, dei lotti da edificare e dei singoli edifici dovrà tendere a:

- a) garantire un accesso ottimale alla radiazione solare per tutti gli edifici, in modo che la massima quantità di luce naturale risulti disponibile anche nella peggiore giornata invernale (21 dicembre);
- b) consentire che le facciate ovest degli edifici possano essere parzialmente schermate da altri edifici o strutture adiacenti per limitare l'eccessivo apporto di radiazione termica estiva, se ciò lascia disponibile sufficiente luce naturale;
- c) garantire accesso al sole per tutto il giorno per tutti gli impianti solari realizzati o progettati o probabili (tetti di piscine, impianti sportivi, strutture sanitarie o altre con elevati consumi di acqua calda sanitaria);
- d) trarre vantaggio dai venti prevalenti per strategie di ventilazione/raffrescamento naturale degli edifici e delle aree di soggiorno esterne (piazze, giardini..);
- e) predisporre adeguate schermature di edifici ed aree di soggiorno esterne dai venti prevalenti invernali.



3. DIMINUIRE L' EFFETTO "ISOLA DI CALORE": INTERVENTI SULL'ALBEDO E USO DEL VERDE

Dovranno essere studiate tutte le forme per ridurre l'effetto noto come "isola di calore" ⁽¹⁾. Alcuni di questi fattori possono essere mitigati con una certa efficacia per mezzo di un'adeguata progettazione delle aree circostanti gli edifici.

Il controllo dell'albedo (coefficiente di riflessione totale, cioè su tutte le lunghezze d'onda) della pavimentazione degli spazi pubblici (strade, marciapiedi, parcheggi, ecc...) permette di ridurre le temperature superficiali con effetti sul comfort esterno e sulla riduzione dei carichi solari nel condizionamento degli spazi chiusi. Le superfici chiare hanno un'albedo più alta delle superfici scure. La semplice scelta di materiali ad elevato albedo per la realizzazione delle superfici urbane dovrà essere effettuata nella direzione della riduzione delle temperature delle superfici (e quindi la quantità di energia che esse re-irraggiano) e sui carichi di raffrescamento garantendo nel contempo effetti sul comfort e benessere delle persone (evitare gli sbalzi termici freddo interno-caldo esterno).

Il ricorso al verde non soltanto ha un valore decorativo ma dovrà essere progettato e quantificato in modo da produrre effetti sul microclima dell'area mitigando i picchi di temperatura estivi grazie all'evapotraspirazione ed inoltre consentire l'ombreggiamento per controllare l'irraggiamento solare diretto sugli edifici e sulle superfici circostanti durante le diverse ore del giorno.

Per quanto riguarda gli edifici, è opportuno disporre la vegetazione o altri schermi in modo tale da massimizzare l'ombreggiamento estivo delle seguenti superfici (vedi successivo par. *Sistemi di protezione dal sole nel periodo estivo*, Appendice 4), in ordine di priorità:

- a) le superfici vetrate e/o trasparenti esposte a sud e sud ovest;
- b) le sezioni esterne di dissipazione del calore degli impianti di climatizzazione, i tetti e le coperture;
- c) le pareti esterne esposte a ovest, ad est ed a sud;
- d) le superfici capaci di assorbire radiazione solare entro 6,00 ml dall'edificio;
- e) il terreno entro 1,50 ml dall'edificio.

Le ore del giorno in cui, nella stagione estiva, l'effetto di schermatura consente maggiori risparmi, sono:

- per superfici esposte ad ovest: dalle 14.30 alle 19.30;
- per superfici esposte a est: dalle 7.30 alle 12.00;

⁽¹⁾ Tale fenomeno si esplica in termini generali in un aumento delle temperature medie dell'aria e della temperatura media radiante delle superfici.

Questa alterazione delle caratteristiche climatiche assume caratteri particolarmente notevoli nella stagione estiva, con differenze di temperatura fra città e campagna dell'ordine di qualche grado centigrado. Ciò comporta inevitabilmente un aumento della domanda di energia per il condizionamento estivo degli ambienti interni, oltre che condizioni di marcato discomfort negli spazi esterni.

Un altro effetto dell'isola di calore urbana è l'accentuazione delle condizioni favorevoli alla formazione di smog fotochimico ed in particolare alla formazione di ozono.

Fra le molteplici cause che generano un'isola di calore vi è la concentrazione di usi energetici (trasporti, produzione di calore), l'uso di materiali di finitura delle superfici con caratteristiche termofisiche sfavorevoli, la scarsa presenza di vegetazione e di specchi d'acqua.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- per superfici esposte a sud: dalle 9.30 alle 17.30;

Per ottenere un efficace ombreggiamento degli edifici occorre che gli alberi utilizzati vengano collocati a distanze calcolate secondo i criteri definiti nella successiva Appendice 4.

È consigliabile che anche le parti più basse delle pareti perimetrali degli edifici esposte a est ed ovest, vengano ombreggiate per mezzo di cespugli.

Anche l'uso di rampicanti sulle facciate consente buone riduzioni dell'assorbimento della radiazione solare in estate e una riduzione delle dispersioni per convezione in inverno.

Si consiglia inoltre, compatibilmente con vincoli di natura artistica ed architettonica, il ricorso al verde anche per le coperture. Tale scelta, se correttamente applicata (isolamento delle coperture, carichi strutturali, forme di manutenzione del verde ecc.) può avere il duplice effetto di miglioramento dell'inerzia termica estivo-invernale e di drenaggio del deflusso delle acque meteoriche.

La riduzione degli apporti solari estivi indesiderati è massima quando alberi, cespugli e copertura verde del terreno sono combinati opportunamente nella progettazione del paesaggio dell'area.

Ogni intervento di piantumazione dovrà prevedere l'uso di essenze che dimostrino un buon adattamento all'ambiente urbano, siano preferibilmente caratteristiche del luogo, abbiano solo in estate una chioma folta (in modo da consentire apporti solari invernali), particolarmente se disposte a sud del sito.

Per quanto riguarda l'ombreggiamento delle zone adibite a parcheggio o di altre zone stradali utilizzate per lo stazionamento dei veicoli risultati significativi vengono ottenuti attenendosi alle seguenti prescrizioni:

- a) almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio sia costituita di copertura verde;
- b) il numero di alberi piantumati garantisca che la superficie coperta dalla loro chioma sia almeno il 30% dell'area lorda;
- c) il perimetro dell'area sia delimitato da una cintura di verde di altezza non inferiore a 1,00 m e di opacità superiore al 75%.

Sarà, infine, necessario predisporre un adeguato piano di irrigazione e manutenzione di tutte le aree verdi previste.

Dovrà essere previsto un sistema di raccolta e di riutilizzo delle acque meteoriche e/o una loro dispersione negli spazi a verde attraverso un idoneo progetto di smaltimento. Tale progetto dovrà garantire la dispersione per processi lenti delle acque meteoriche, raccolta ed un loro impiego per usi non pregiati (irrigazione aree verdi, servizi igienici, ecc.) oltre ad un adeguamento delle reti idriche scolanti.



APPENDICE 1 - ELEMENTI RELATIVI ALLA REDAZIONE DEI PROGETTI PER ACCEDERE ALLE AGEVOLAZIONI DI CUI AL TITOLO X DEL REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE

Così come prescritto al Tit. X del Regolamento Edilizio, per usufruire delle agevolazioni finalizzate all'utilizzo della bioedilizia e all'efficienza energetica del patrimonio costruito, si dovranno predisporre idonei elaborati nei quali si descriveranno le strategie seguite per il perseguimento delle finalità contenute nel presente allegato, come precisato nella successiva Appendice 6.

In particolare il progettista dovrà evidenziare che per la progettazione/realizzazione dell'intervento per cui si chiede il rilascio delle agevolazioni anzidette ha tenuto in considerazione i seguenti aspetti:

FATTORI AMBIENTALI

- 1) **Studio delle caratteristiche dell'area (scala 1:2000 - 1:200), nelle quali si dovrà considerare:**
 - la morfologia del terreno;
 - l'area urbanizzata circostante specificando distanze ed altezze degli edifici;
 - la vegetazione esistente (specificare essenze e caratteristiche stagionali che facilitino l'ombreggiatura d'estate e l'irraggiamento d'inverno);
 - l'esistenza di corsi o specchi d'acqua;
- 2) **Condizioni climatiche locali** nelle diverse stagioni o mesi dell'anno (fonte: Regione Toscana, Statistiche meteorologiche, osservatori e stazioni locali), come di seguito rappresentato:

1- Temperatura (in °C)	minima	media	max
Mesi			
Stagioni			

2- Umidità relativa (in %)	ore 7	ore 13	ore 19
Mesi			
Stagioni			

3- Precipitazioni	quantità (mm)	Frequenza (giorni)	Max(mm)
Mesi			
Stagioni			

4- Venti al suolo	direzione di provenienza (frequenza e velocità media)										
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	varia b	calm a	max
Mesi											
Stagioni											



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

5- soleggiamento	Energia media giornaliera [MJ/mq]	ore di sole rilevate	% di ore di sole sul tot. max
Mesi			
Stagioni			

FATTORI TIPOLOGICI

(vedi successiva appendice 4):

- 1) **Studio delle caratteristiche tipologiche dell'insediamento e reciproca disposizione degli edifici** (calcolo ombre portate nelle giornate tipo: 21 dicembre, 21 marzo e 21 giugno);
- 2) **orientamento e relativa distribuzione delle unità abitative e dei singoli locali costituenti l'edificio con riferimento alla loro destinazione d'uso prevalente;**
- 3) **distribuzione, orientamento e sistemi di protezione delle superfici trasparenti**, loro rapporto rispetto alla superficie opaca, in relazione allo sfruttamento degli apporti solari diretti nel periodo invernale, al controllo dell'irraggiamento nel periodo estivo² e all'ottenimento di un adeguato livello di illuminazione naturale³ (valutare l'ombreggiamento);
- 4) **utilizzo di sistemi solari passivi** atti allo sfruttamento degli apporti solari in forma diretta o indiretti e relativa capacità di accumulo termico;
- 5) **azione dei venti dominanti sull'involucro edilizio e sui serramenti** come fattore d'infiltrazione e raffreddamento invernale e di raffrescamento estivo (specificare i ricambi orari in mc/h) ⁴;

²Per gli edifici assegnati alle categorie E1(1), E1(3), E2, E3 ed E7 secondo il DPR 412/93, il progettista al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva, o di contenere la temperatura raggiunta all'interno degli edifici verifica:

- a) la presenza di elementi di schermatura delle superfici vetrate, esterni ed interni, fissi o mobili, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare almeno al 30% del valore che si avrebbe in assenza di tali elementi; per gli elementi fissi esterni la verifica deve essere fatta per il giorno 21 giugno.
- b) che le strutture di copertura degli edifici a diretto contatto con gli ambienti sottostanti abbiano valori di trasmittanza U non superiori a quelli riportati in tabella in funzione della massa per unità di area frontale:

Tabella-Valori massimi di U per strutture di copertura				
M (kg/mq)	fino a 100	200	300	oltre 400
U (W/mq°C)	0,4	0,55	0,63	0,7

Per valori di massa frontale M intermedi si effettua l'interpolazione lineare. Qualora tra la struttura di copertura e l'ambiente sia presente una intercapedine la prescrizione suddetta non è operante purché venga garantita una adeguata ventilazione dell'intercapedine stessa e l'elemento a contatto con l'ambiente abbia trasmittanza U non superiore a 1W/mq°C.

³Al fine di ottenere adeguati livelli di illuminazione interna naturale il progettista verifica che il fattore di luce diurna medio risulti maggiore del 2% per l'ambiente meno illuminato, salvo i casi in cui il regolamento vigente non consenta la realizzazione di locali privi di illuminazione naturale o che prevedano valori più elevati di detto fattore.

⁴Per gli edifici assegnati alla categoria E1 secondo l'art.3 del DPR 412/93 il tasso di rinnovo dell'aria è fissato convenzionalmente pari a 0,5 volumi ambiente all'ora. Per edifici di altre categorie e nei casi in



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

FATTORI TECNICO-COSTRUTTIVI

(vedi successiva Appendice 4)

- 1) le caratteristiche delle strutture dell'edificio in relazione al suo comportamento in regime termico stazionario e variabile, volte a massimizzare il contenimento dei consumi energetici;
- 2) le caratteristiche delle strutture in relazione agli aspetti relativi alla condensazione superficiale ed interstiziale, alla presenza di ponti termici ed ai parametri di benessere quali la temperatura estiva interna, al fattore di luce diurna;
- 3) le caratteristiche specifiche dei materiali e dei componenti impiegati con particolare riferimento al loro comportamento termico (isolamento) e al loro impatto ambientale e sulla salute (bioarchitettura);
- 4) devono essere certificati i requisiti dei materiali biocompatibili utilizzati.

cui sussistono valori minimi di ricambio dell'aria imposte da norme igieniche e sanitarie, o dettati da altre normative, il valore del tasso di rinnovo è convenzionalmente fissato pari a 1,1 volte il valore minimo succitato.



APPENDICE 2 - VERIFICA OBBLIGATORIA DEL FABBISOGNO DI RAFFRESCAMENTO

Per gli edifici del terziario ed in particolare per quelli classificati ai sensi dell'art. 78 del Regolamento Edilizio nelle categorie ***E.2, E.3 (1) E.5 (2) Edifici adibiti ad uffici o assimilabili, supermercati o assimilabili, cinema, teatri e sale riunione*** che prevedono l'installazione di impianti di raffrescamento si rende obbligatoria una verifica del fabbisogno di raffrescamento.

A tale proposito i limiti da rispettare dall'edificio sono:

- SUPERFICIE ESTERNA (INVOLUCRO): le superfici esterne devono raggiungere i limiti di isolamento e impermeabilità, p.e. trasmittanze minime per pareti esterni, tetto e serramenti, tasso massimo di infiltrazione d'aria di 0,5 h-1;
- INERZIA TERMICA: l'edificio deve avere una inerzia termica garantita da una massa per unità di superficie superiore a 350 kg/mq (massa effettiva di stoccaggio/superficie calpestabile). Nel caso di controsoffittature ci deve essere una apertura di almeno 15% della superficie del controsoffitto in modo che sia possibile uno scambio convettivo con l'inerzia del soffitto;
- I GUADAGNI SOLARI: il coefficiente di trasmissione energetica delle superfici vetrate $[g = (\text{trasmissione} + \text{energia assorbita ed emessa verso l'interno}) / (\text{energia solare totale incidente})]$ deve essere inferiore a 0,15. Questo valore può solo essere raggiunto se le superfici vetrate esposte verso est, sud e ovest sono dotate di un sistema di ombreggiatura esterno (tapparelle, ...);
- USO: gli spazi da raffrescare devono essere minimizzati con misure tecnico-gestionali (concentrazione di apparecchiature ad elevato fabbisogno di freddo in spazi separati);
- CONTRIBUTI INTERNI: il carico elettrico interno (illuminazione, apparecchiature) non deve superare i limiti definiti in tabella A.
Se i limiti indicativi vengono superati, dovranno essere fornite informazioni dettagliate sui dispositivi elettrici utilizzati (potenza assorbita nelle diverse modalità di funzionamento, ore di uso) per contenere il più possibile il ricorso al raffrescamento.
Se tali apparecchiature non raggiungono i valori di tabella B non si giustifica il ricorso al raffrescamento per "causa apparecchiature";
- COMFORT: la temperatura interna accettabile varia tra 22 e 28°C, con una umidità relativa dell'aria di 30 - 65%. Altri limiti sono applicabili per casi particolari come supermercati per alimentari e altri prodotti delicati, o industrie con particolari condizioni di produzione.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

TABELLA 1- LIMITI PER IL CARICO ELETTRICO DI APPARECCHIATURE D'UFFICIO

Apparecchi	Attivi	Attesa	Spenti
PC	60 W	10 W	5 W
monitor	90 W	5 W	-
PC con monitor	150 W	15 W	5 W
stampante, laser	190 W	2 W	1 W
stampante, altre	20 W	2 W	1 W
Fotocopiatrici	1100 W	27 W + 3.23*cop./min.	1 W
fax, laser	80 W	2 W	-
fax, altri	20 W	2 W	-

TABELLA 2- LIMITI PER I CONTRIBUTI INTERNI DI CALORE

L'impianto di raffrescamento giustificato con la presenza di apparecchiature interne è ammesso solo se vengono superati i valori seguenti:

CONDIZIONI LOCALI	TOTALE CARICO/MQ	TEMPO USO GIORNALIERO
stanza senza finestre apribili	250 WH/MQ	12 ORE
	350 WH/MQ	24 ORE
stanza con finestre apribili	350 WH/MQ	12 ORE
	450 WH/MQ	24 ORE

	apparecchi			persone			illuminazione		frigoriferi		totale
	ore	potenza specifica	carico giornaliero	occupazione	potenza specifica	carico giornaliero	potenza specifica	carico giornaliero	potenza specifica	carico giornaliero	carico giornaliero (1)
	h	W/mq	Wh/mq	mq/P	W/mq	Wh/mq	W/mq	Wh/mq	W/mq	Wh/mq	Wh/mq
ufficio singolo, basso carico (1-2 pers.)	12	3	24	15	5	41	10	81			146
ufficio singolo, medio carico (1-2 pers.)	12	7	57	15	5	41	10	81			178
ufficio singolo, elevato carico (1-2 pers.)	12	10	81	15	5	41	10	81			203



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

ufficio , basso carico (3-6 pers.)	12	4	25	12	6	38	10	108			171
ufficio, medio carico(3-6 pers.)	12	8	50	12	6	38	10	108			196
ufficio, elevato carico (3-6 pers.)	12	13	82	12	6	38	10	108			228
grande ufficio, basso carico (>6 pers.)	12	5	27	10	7	38	10	108			173
grande ufficio, medio carico (>6 pers.)	12	10	54	10	7	38	10	108			200
grande ufficio, elevato ca- rico (>6 pers.)	12	15	81	10	7	38	10	108			227
sala riunioni	12	2	11	2.5	28	151	10	63			225
biglietteria	12	5	36	10	7	50	13	129			215
negozio alimentari	12		0	8	9	57	10	108	5	54	219
vendita al minuto non alimentare	12		0	8	9	57	10	108			165
supermarke t, alimentare	12		0	5	14	88	16	173	-10	-108	153
supermarke t, non alimentare	12		0	5	14	88	16	173		0	261
posta	12		0	3	23	166	16	173		0	338
aula scolastica	12		0	3	20	126	10	63		0	189
auditorium	12	2	14	0.8	88	634	10	72		0	720
mensa	12	1	5	1.2	58	157	6	43		0	205
ristorante	12	1	9	1.2	58	157	9	97		0	263
ristorante (alto livello)	12	1	10	2	35	95	14	151			256
ristorante, medio carico	24	180	1134		10	90	10	108			1332
ristorante, elevato carico	24	250	2250		10	117	10	153			2520
pensioni, cliniche, ambulatori	24		0	15	5	108	6	32			140
alberghi	24	2.5	54		7	63	10	36			153
grandi magazzini											0



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

(1) numeri in **neretto**: categorie edilizie con i requisiti per l'installazione di impianti di raffrescamento;
numeri normali: al di sotto delle condizioni standard (occupazione, utilizzo).
Queste categorie edilizie hanno un carico di calore interno al di sotto dei limiti per un impianto di raffrescamento.



APPENDICE 3 – STANDARD RACCOMANDATI DI EFFICIENZA ENERGETICA PER SISTEMI DI ILLUMINAZIONE

TABELLA 3- LAMPADE E POTENZA SPECIFICA INSTALLATA

Tipologia ambiente	Compito visivo o attività	Livello di illuminamento raccomandato (lux) (1)	Tipologia di lampade (2)	Standard raccomandato di potenza specifica installata (W/m) (3)
Abitazioni e Alberghi	Cucina/Camere	300	CFE	6-12
Scuole	Aule (lettura e scrittura)	500	FE/CFE	8-14 (PP)
	Auditori/Sale riunioni	200	FE/CFE	5-10 (PP)
	Corridoi/Scale	150	FE/CFE	4-10 (PP)
Biblioteche	Scaffali verticali	200	FE/CFE	4-8 (PP)
	Lettura	500	FE/CFE	8-14 (PP)
Strutture sanitarie	Camere	300	FE	6-10 (PP)
	Corsie (illuminazione generale)	100	FE	3-8 (PP)
Uffici	Scrivania	300	FE	6-10 (PP)
	Lavoro con videoterminali	200	FE	4-8 (PP)
Negozi e magazzini	Esposizione merci su banco/corsia	500	FE	10-15 (PP)
	Vetrina	750	CFE/IM	15-22 (PP)
Impianti sportivi	Palestre/Piscine	300	FE/IM	7-12
Industrie	Aree magazzino	200	FE/IM/S AP	4-8 (PP)
	Lavorazioni su macchine utensili o simili	500	FE/IM	6-15 (PP)
	Lavorazioni pericolose o di alta precisione	750-1000	FE/IM	15-30 (PP)
Illuminazione stradale (4)	Strade con traffico di veicoli e pedoni	25	SAP	1-5

(1) livelli medi di illuminamento raccomandati dalla CIE

(2) Le sigle vanno interpretate nel modo seguente:

FE: lampada a fluorescenza corredata di alimentazione elettronica

CFE: lampada a fluorescenza compatta integrata con alimentatore elettronico

IM: lampada a ioduri metallici

SAP: lampada a vapori di sodio ad alta pressione

(3) I valori di potenza specifica sono ricavati facendo riferimento all'assenza completa del contributo di luce naturale. L'indicazione di un intervallo di valori ha lo scopo di tener conto di differenze di geometria degli edifici/locali, così come delle tecnologie adoperate nell'impianto finale. Si noti che i risparmi apportati dagli attenuatori non riguardano l'abbassamento della potenza installata, ma piuttosto la potenza di effettivo utilizzo o il numero d'ore d'uso del sistema illuminante.

Le sigle indicate tra parentesi accanto ai valori di potenza installata raccomandata corrispondono alla fonte dei valori e vanno interpretate nel modo seguente:



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

PP: misure ottenute in progetti pilota o interventi di retrofit (pubblicazioni dell'UE sull'efficienza energetica nell'illuminazione, pubblicazioni dell'agenzia nazionale di energia svedese NUTEK, pubblicazioni statunitensi sull'efficienza energetica di edifici sottoposti a retrofit, risultati di esperienze italiane di retrofit illuminotecnici in scuole ed edifici adibiti ad uso ufficio)

(4) Per l'illuminazione stradale si tiene conto di apparecchi disposti in modo che la luce emessa non venga ostacolata da alberi o opere murarie.



APPENDICE 4 - SCHEMI PROGETTUALI PER UNA PROGETTAZIONE SOSTENIBILE (GEOMETRIA SOLARE, ENERGIA E MATERIALI)

La presente costituisce parte integrante ed esplicativa rispetto a quanto contenuto nel Regolamento Edilizio, con particolare riguardo alle disposizioni di cui al Tit. X, relativamente all'utilizzo dei principi propri dell'edilizia sostenibile.

A. CLASSIFICAZIONE DEL TERRITORIO IN ZONE CLIMATICHE

La **classificazione climatica** dei comuni italiani è stata introdotta dal D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993, tabella A e successive modifiche ed integrazioni: *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10*. Con tale classificazione il territorio nazionale è stato suddiviso nelle seguenti sei zone climatiche in funzione dei gradi-giorno⁵, indipendentemente dalla ubicazione geografica:

TABELLA 4- GRADI GIORNO.

Zona climatica	gradi giorno
Zona A	comuni che presentano un numero di gradi - giorno non superiore a 600
Zona B	comuni che presentano un numero di gradi - giorno maggiore di 600 e non superiore a 900
Zona C	comuni che presentano un numero di gradi - giorno maggiore di 900 e non superiore a 1.400
Zona D	comuni che presentano un numero di gradi - giorno maggiore di 1.400 e non superiore a 2.100
Zona E	comuni che presentano un numero di gradi - giorno maggiore di 2.100 e non superiore a 3.000
Zona F	comuni che presentano un numero di gradi - giorno maggiore di 3.000

In relazione alla zona climatica di appartenenza è fissata la durata del periodo di riscaldamento.

TABELLA 5- DURATA DEL PERIODO DI RISCALDAMENTO.

Zona climatica	Periodo di accensione	Orario consentito
Zona A	1° dicembre 15 marzo	6 ore giornaliere
Zona B	1° dicembre 31 marzo	8 ore giornaliere
Zona C	15 novembre 31 marzo	10 ore giornaliere
Zona D	1° novembre 15 aprile	12 ore giornaliere
Zona E	15 ottobre 15 aprile	14 ore giornaliere
Zona F	nessuna limitazione	nessuna limitazione

⁵ Per *gradi giorno* di una località s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il **grado giorno** (GG).



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Come si può dedurre dalle tabelle precedenti e da quella sottostante il Comune di Filattiera rientra nella zona climatica E con gradi giorno 2.191, alla quale corrispondono 14 ore giornaliere di riscaldamento nel periodo 15 ottobre-15 aprile.

TABELLA 6- ZONE CLIMATICHE - GRADI GIORNO. FONTE: ARCHIVIO CLIMATICO ENEA DBT.

Territorio	Provincia di Massa-Carrara	
Comune	Zona Climatica	Gradi giorno
Aulla	D	1.658
Bagnone	E	2.316
Carrara	D	1.601
Casola in Lunigiana	E	2.287
Comano	E	2.723
Filattiera	E	2.191
Fivizzano	E	2.283
Fosdinovo	E	2.687
Licciana Nardi	E	2.146
Massa	D	1.525
Montignoso	D	1.887
Mulazzo	E	2.365
Podenzana	E	2.280
Pontremoli	E	2.166
Tresana	D	1.848
Villafranca in Lunigiana	D	1.887
Zeri	F	3.136

B. SCHEMI PROGETTUALI PER GARANTIRE LA MIGLIORE CAPTAZIONE SOLARE

B.1 IL DIRITTO AL SOLE - DISTANZA MINIMA DAI CONFINI

La piena disponibilità della radiazione solare costituisce una preziosa fonte di energia per la climatizzazione invernale degli ambienti.

Nella realizzazione dei nuovi interventi edili si dovrà prestare particolare attenzione alla scelta delle esposizioni, alla forma degli edifici, al rapporto tra gli edifici ovvero le ombre riportate, al dimensionamento delle superfici vetrate secondo gli orientamenti ed altro ancora. A tal fine si predisporranno schemi progettuali per le nuove costruzioni, tenendo ovviamente conto dell'ambientazione dell'intervento.

I progettisti dei nuovi edifici dovranno tenere conto, oltre che degli aspetti tipologici, anche della verifica grafica **dell'involuppo delle ombre portate** tra le ore 9 e le ore 14 del periodo più sfavorevole dell'anno, cioè il 21 dicembre (solstizio d'inverno).

Ricordiamo che, dal punto di vista della geometria solare vera e propria, al 21 dicembre l'altezza de sole al 46° parallelo a mezzogiorno, produce lunghezze d'ombra considerevoli; è quindi molto importante la posizione dell'edificio sul terreno non tanto per l'edificio stesso e per il lotto su cui esso insiste, quanto piuttosto sugli effetti di ombreggiamento che una posizione casuale può provocare sugli edifici e sui lotti adiacenti. In tal caso si ostacolerebbe, per essi, l'utilizzazione dell'energia solare e si



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

creerebbero le premesse per una sorta di "servitù passiva", fonte di possibile contenzioso.

In tal senso il parametro "distanza minima dai confini", normalmente usato negli strumenti urbanistici non è più sufficiente; occorre quindi definire l'INVOLUCRO SOLARE, cioè il volume di involucro nel quale devono essere contenute le parti dell'edificio affinché non proiettino ombre sui lotti adiacenti.

Particolare attenzione deve essere posta per garantire durante le giornate invernali l'esposizione al sole delle facciate a Sud, ed in seconda priorità, di quelle ad Est e poi ad Ovest.

Concretamente per poter determinare la lunghezza dell'ombra di un ostacolo di altezza nota su un piano orizzontale si può procedere tramite l'ausilio di idonea strumentazione software oppure con le procedure descritte di seguito.

Per esempio, affinché la facciata degli edifici che si fronteggiano lungo una strada sia esposta al sole, l'altezza degli edifici di fronte deve essere pari alla distanza esistente tra loro (uguale alla larghezza della strada) moltiplicata per la tangente dell'angolo α .

Precisamente:

L = distanza tra i fronti degli edifici;

h = altezza degli edifici;

α = angolo compreso tra i raggi solari alle ore 12 e il piano orizzontale altezza del sole alle ore 12;

$$h = L \times \operatorname{tg}\alpha.$$

Conseguentemente $L = h/\operatorname{tg}\alpha$.

L'angolo α (valore tabellare che varia per ogni latitudine, per ogni ora e per ogni giorno dell'anno) è detto **Angolo di elevazione del sole sopra il piano di orizzonte di un luogo**; è espresso in gradi sessagesimali e centesimali di grado sessagesimale ed è riferito con lo 0° esattamente sul piano di orizzonte.

Il calcolo anzidetto verrà effettuato alle ore 12 del 21 dicembre (quando il sole è più basso); questo criterio è naturalmente valido anche per altre ore del giorno e per altre date dell'anno.

Il calcolo anzidetto verrà effettuato alle ore 12 del 21 dicembre (quando il sole è più basso); questo criterio è naturalmente valido anche per altre ore del giorno e per altre date dell'anno.

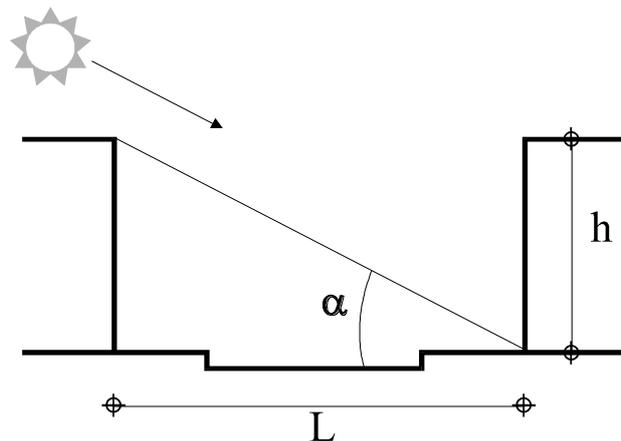
Per quanto riguarda Filattiera (latitudine $44^\circ 19' 51''$), di seguito si forniscono alcuni valori dell'angolo α per i periodi dell'anno più significativi:

⇒ **PRIMAVERA, 21 MARZO:**

- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 30^\circ 24'$;
- b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 45^\circ 59'$;
- c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 30^\circ 24'$;

⇒ **ESTATE, 21 GIUGNO:**

- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 47^\circ 98'$;





..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 69^{\circ}43'$;
 c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 47^{\circ}98'$;

⇒ **AUTUNNO, 23 SETTEMBRE:**

- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 19^{\circ}17'$;
 b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 32^{\circ}21'$;
 c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 19^{\circ}17'$;

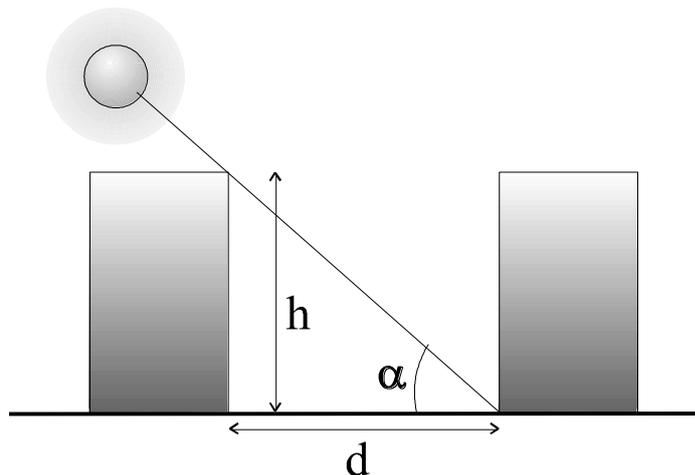
⇒ **INVERNO, 21 DICEMBRE:**

- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 11^{\circ}03'$;
 b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 22^{\circ}62'$;
 c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare $\alpha = 11^{\circ}03'$.

Facendo sempre riferimento all'esempio precedente, applicando questi concetti alla progettazione della rete stradale urbana, si potrà rilevare che la strada posta lungo la direzione Est-Ovest, dimensionata opportunamente come sopra, nelle ore più calde della stagione invernale:

- privilegia la facciata degli edifici rivolti a sud;
- penalizza la facciata degli edifici rivolti a nord;
- lascia in ombra il piano stradale e quindi elimina i fenomeni di riflessione e/o restituzione dell'energia termica.

Per migliorare le condizioni di eccessivo soleggiamento su percorsi pedonali a terra durante la stagione calda, possono essere adottati diversi accorgimenti che riguardano sia la configurazione della sezione stradale (filari di alberi con ampia chioma ed a foglia caduca) sia la forma degli edifici prospicienti (porticati, pensiline continue, corpi aggettanti sopra al piano terra).



Terreno pianeggiante

Quanto appena esposto è valido, ricordiamo, per terreni pianeggianti; per terreni in pendenza, invece, si opera nel seguente modo.

È opportuno premettere che la direzione delle linee di massima pendenza dei pendii, rispetto agli assi cardinali, determinano l'orientamento dei pendii stessi; quest'ultimo



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

può essere rilevato sia in forma analitica che sintetica, considerando l'angolo azimutale che le linee di massima pendenza formano con la direzione del Sud geografico.

In pratica:

con un azimut = 0° ci troviamo di fronte ad un pendio rivolto a Sud; con un azimut = 180° il pendio è rivolto a Nord.

I pendii rivolti a Sud offrono le migliori condizioni per l'insolazione degli edifici, in quanto limitano al massimo le ombre portate su quelli a Nord.

A parità di condizioni, le dimensioni delle ombre variano secondo la clivometria del pendio (pendenza media del terreno rispetto all'orizzonte).

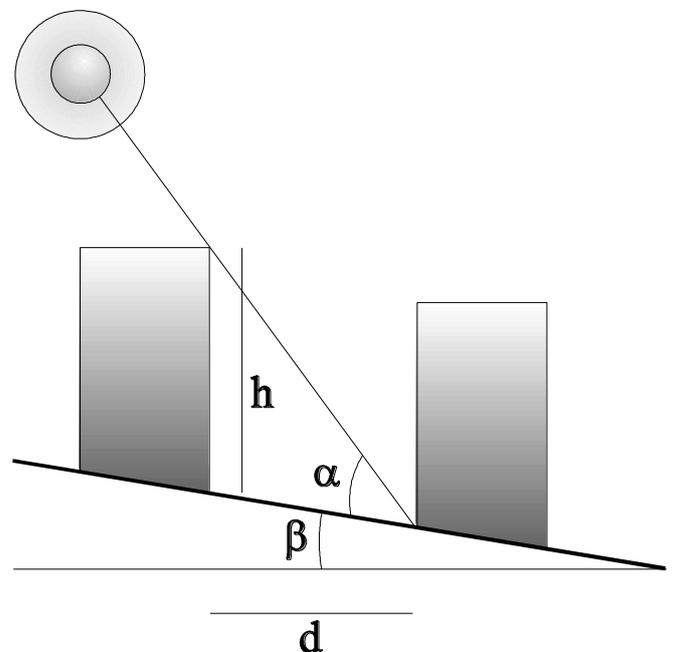
Concretamente in un pendio rivolto verso Nord la lunghezza dell'ombra si calcola nel seguente modo, in analogia con quanto descritto più sopra:

Pendio verso nord

α angolo compreso tra i raggi solari alle ore 12 e il piano orizzontale

β pendenza del terreno

$$d = h / (\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta)$$



Per un pendio verso Sud, invece, ci si comporterà nel seguente modo:

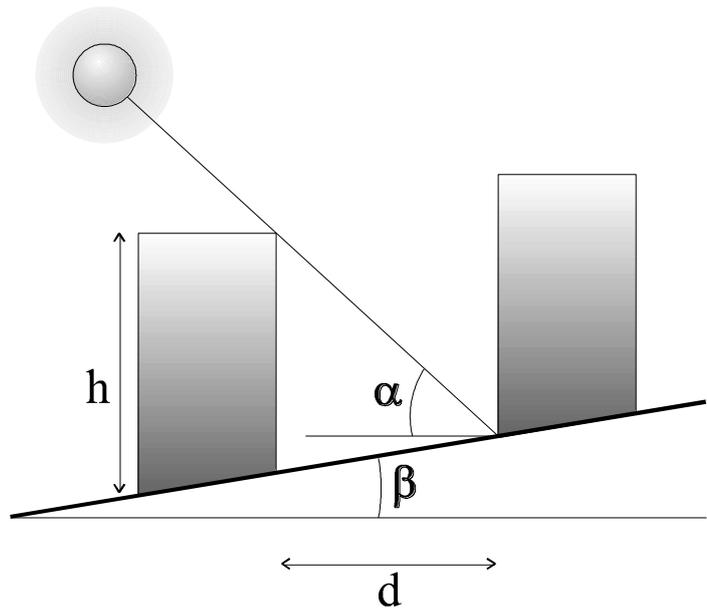


Pendio verso sud

α angolo compreso tra i raggi solari alle ore 12 e il piano orizzontale

β pendenza del terreno

$$d = h / (\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta)$$



Un altro metodo di calcolo consiste nella operazione di moltiplicazione dell'altezza dell'ostacolo (fabbricato) per il valore tabellare "**OMBRA.MH**" ottenendo così la lunghezza dell'ombra stessa, preso atto dell'esistenza dei valori tabellari anzidetti che variano in funzione della latitudine, giorno e ora dell'anno.

$$\text{Cioè: } L = h \text{ OMBRA.MH.}$$

Per esempio, se voglio calcolare la lunghezza dell'ombra sul piano orizzontale di una casa alta 6,00 ml, il giorno 21 dicembre alle ore 11,00, considerato che Filattiera si trova a 44° di Latitudine Nord, avremo che la lunghezza d'ombra sarà pari a: 6,00 ml x 2,57 (OMBRA.MH - valore tabellare) = **ml 15,42**. Lo stesso edificio il 21 di giugno, alla stessa ora avrà una lunghezza d'ombra pari a: 6,00 ml x 0,44 (OMBRA.MH) = **ml 2,64**.

Con questo criterio, di seguito si forniscono alcuni parametri utili per i progettisti, calcolati per il Comune di Filattiera:

⇒ **PRIMAVERA, 21 MARZO:**

- a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 1,71; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 10,26 ml;**
- b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 0,97; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 5,82 ml;**
- c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 1,71; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 10,26 ml;**

⇒ **ESTATE, 21 GIUGNO:**

- a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 0,90; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 5,40 ml;**
- b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 0,37; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 2,22 ml;**



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 0,90; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 5,40 ml;**

⇒ **AUTUNNO, 23 SETTEMBRE:**

a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 2,87; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 17,22 ml;**

b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 1,58; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 9,48 ml;**

c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 2,87; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 17,22 ml;**

⇒ **INVERNO, 21 DICEMBRE:**

a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 5,12; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 30,72 ml;**

b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 2,39; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 14,34 ml;**

c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 5,12; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 30,72 ml.**

Quanto sopra potrà essere utilizzato anche per collocare opportunamente le essenze vegetali affinché queste raffreschino gli edifici nel periodo caldo, oppure per dimensionare sistemi di protezione dai raggi solari estivi, così come descritto nel successivo par. *Sistemi di protezione dal sole nel periodo estivo.*

Dallo studio delle ombre portate si rileva che l'allineamento NORD-SUD è quello che permette la minima distanza fra i fabbricati di un sistema; l'ombra portata in tale direzione è infatti la più corta in confronto ad altri possibili allineamenti. È logico che tale indicazione non è sufficiente a definire categoricamente l'allineamento di un sistema edilizio, poiché devono essere aggiunte considerazioni di altra natura.

In definitiva, mantenendo la distanza nella direzione Nord-Sud uguale o maggiore di quella formata dall'ombra portata in quella direzione, al solstizio d'inverno, il fabbricato verso Sud **non impedirà in nessun periodo dell'anno** l'irraggiamento su quello più a Nord.

Ricordiamo anche la simmetria dell'irraggiamento solare caratteristica di tale orientamento, che permetterà di avere le pareti verso Est insolate al mattino e quelle verso Ovest (più calde) al pomeriggio.

B.2 GEOMETRIA DELL'EDIFICIO

È stato evidenziato che ogni edificio si pone in modo diverso rispetto allo spazio circostante; di conseguenza deve essere attentamente studiata la forma da utilizzare per l'involucro. È necessario perciò che le condizioni climatiche e ambientali del sito guidino la progettazione perché è da questa che derivano i requisiti che un edificio deve possedere per raggiungere condizioni di comfort ambientale.

L'adattamento della geometria dell'edificio al funzionamento energetico, perseguito in funzione del comfort ambientale e del risparmio, può essere studiato in modo sistematico e metodologico vedendo come le variabili - introdotte di volta in volta - modificano la geometria dell'edificio e incidono sulle prestazioni energetiche.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Si sottolinea che per contenere il consumo di energia occorre tendere a ridurre le dispersioni termiche e sfruttare al meglio l'apporto di calore della radiazione solare.

B.3 COMPATTEZZA PLANIMETRICA E VOLUMETRICA

I guadagni termici e le dispersioni di calore di un edificio variano al variare della sua forma. La condizione migliore si raggiunge utilizzando una forma più compatta; ciò si realizza quando ad una certa superficie corrisponde il minore perimetro, e ad un dato volume corrisponde la minima superficie esterna.

Ogni edificio o complesso di edifici è caratterizzato da un coefficiente di forma, dato dal rapporto tra superficie di involucro e volume, che indica la sua compattezza. Quanto minore è la superficie di involucro rispetto al volume compreso tanto maggiore è la compattezza.

Un basso rapporto superficie/volume comporta una minore superficie disperdente per unità di spazio utilizzabile.

Nel clima mediterraneo la forma più corretta di un edificio è quella parallelepipedica, le cui tre dimensioni sono funzione dei valori della trasmittanza delle superfici dell'involucro.

Da tutto ciò si suggeriscono al progettista "le forme più adatte per l'edificazione", tenendo in considerazione che:

- a) se si pone l'edificio con il lato più lungo ortogonale al sud geografico, si ottengono guadagni termici più elevati e si favorisce il rendimento energetico di sistemi di captazione solare installati sulla facciata a Sud;
- b) se le caratteristiche fisico-tecniche delle pareti sono uguali, essendo diverso l'apporto della radiazione solare su facce diversamente orientate, per avere un edificio equilibrato termicamente, si deve sviluppare la superficie a sud e ridurre quella a nord. Vanno inoltre differenziate le superfici est e ovest, in quanto le temperature più alte del pomeriggio penalizzano l'esposizione ovest rispetto a quella a est.

Le facciate orientate a sud sono quelle più soleggiate d'inverno e meno soleggiate d'estate, mentre quelle orientate ad ovest sono quelle più soggette al surriscaldamento estivo pomeridiano.

B.4 DESTINAZIONE D'USO E UBICAZIONE DEGLI SPAZI ABITATI

Le condizioni di comfort degli spazi abitati derivano dalla loro ubicazione nell'ambito dell'organismo architettonico, in relazione alle funzioni che in essi si svolgono ed alle condizioni climatiche esterne.

Con un processo interattivo le condizioni di comfort interno agiscono, a loro volta, in senso positivo o negativo sulle funzioni che si svolgono negli spazi abitati. Nell'ambito della forma planimetrica e volumetrica ottimale dell'intero edificio, l'ubicazione degli ambienti deve tenere conto delle rispettive esigenze di comfort termico, luminoso ed acustico.

Per quanto riguarda il comfort termico il fattore più importante riguarda



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

l'orientamento della parete esterna che delimita ogni singolo ambiente: dall'orientamento, infatti, dipende la quantità di radiazione solare incidente e la sua distribuzione nell'arco della giornata.

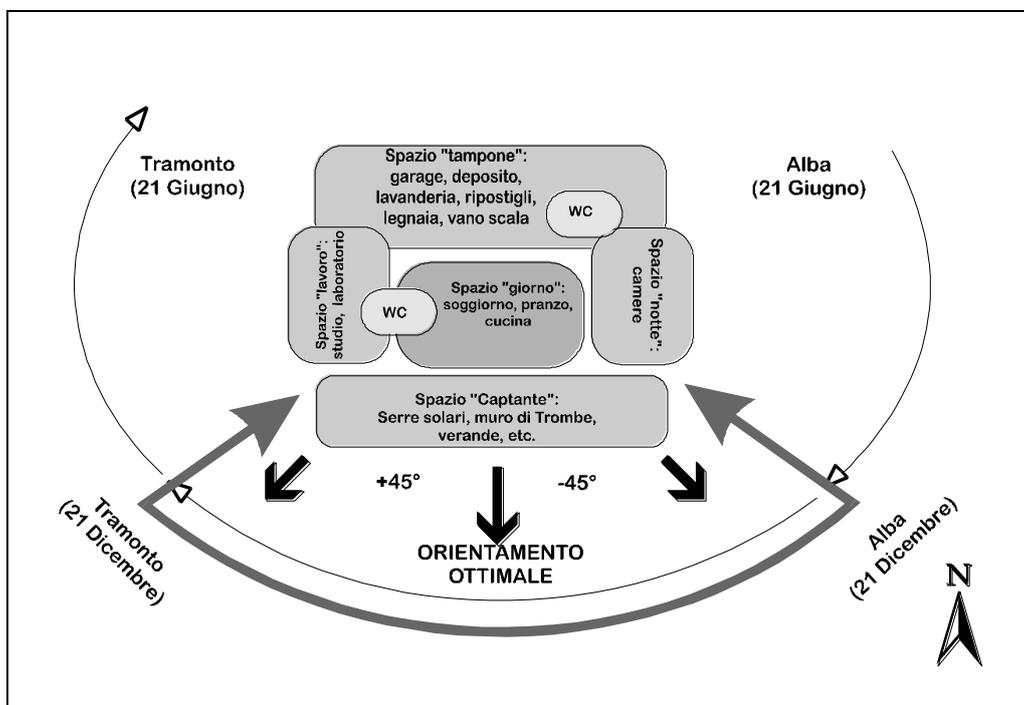
Com'è noto, l'orientamento a sud comporta il massimo guadagno energetico, l'orientamento a nord il minimo guadagno.

Nei **climi temperati**, con situazioni climatiche differenti fra estate e inverno, gli ambienti più usati nel corso della giornata saranno ubicati sul fronte sud mentre gli altri potranno trovare posto sul fronte nord.

È consigliabile mediare ancor di più il passaggio dalle zone calde a quelle fredde inserendo nella fascia centrale dell'edificio degli elementi di passaggio (corridoi, disimpegni, ripostigli) che non presentano particolari necessità di illuminazione naturale.

Anche gli elementi di comunicazione verticale (corpi scala e ascensori), essendo "corpi freddi", cioè non presentando particolari esigenze di tipo termico, possono essere collocati sul fronte nord dell'edificio, usando l'accortezza di introdurre degli spazi filtro di distribuzione verso l'ingresso degli alloggi.

Per la latitudine oggetto di studio è possibile quindi identificare gli orientamenti preferibili per i vani di una casa di abitazione. In virtù di quanto sopra esposto si propone il seguente schema-guida per i progettisti:





..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

TABELLA 7- TABELLA: ORIENTAMENTI OTTIMALI PER I VANI DI EDIFICI RESIDENZIALI

ORIENTAMENTO	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
camere da letto		x	x	x	x			
soggiorno				x	x	x	x	
pranzo			x	x	x	x	x	
cucina		x	x					x
lavanderia	x	x						x
ambienti pluriuso				x	x	x	x	
bagni	x	x						x
ripostiglio	x	x						x
terrazze			x	x	x	x	x	
corpi scala	x	x						x

B.5 SISTEMI DI CAPTAZIONE SOLARE

Rientrano in questo tipo di impostazione i cosiddetti **SISTEMI SOLARI PASSIVI** (artt. 102 e segg. del Regolamento Edilizio), che consentono uno sfruttamento dell'energia solare senza l'impiego di componenti impiantistiche, in quanto utilizzano per la raccolta e il trasporto del calore mezzi naturali, quali la conduzione, la convezione e l'irraggiamento. Concetto di base di tutti i sistemi passivi è che l'edificio stesso deve funzionare come elemento di captazione e di accumulo dell'energia solare e di distribuzione della stessa agli ambienti.

I sistemi solari passivi si distinguono essenzialmente in tre tipi che possono essere variamente integrati all'interno di uno stesso edificio fra di loro e con sistemi solari attivi; in particolare:

1. **SISTEMI A GUADAGNO DIRETTO** - dove la radiazione solare viene immessa direttamente nello spazio abitato e convertita in energia termica per assorbimento delle superfici interne degli oggetti che sono quindi esposti alla radiazione. Praticamente un edificio che adotta un sistema di questo genere non è altro che un manufatto dotato di ampie superfici finestrate collocate sulla parete esposta a sud e dotato altresì di una buona coibentazione termica disposta sulla faccia esterna delle altre pareti (verticali ed orizzontali). Per questi sistemi occorre prestare particolare attenzione ai seguenti fattori:

- a) la scelta della qualità della superficie vetrata della "finestra solare" influenza sensibilmente il livello di prestazione;
- b) l'area della superficie vetrata va posta in relazione al volume dell'ambiente servito (oppure, data l'altezza interna dell'ambiente, anche alla sua superficie di pavimento);

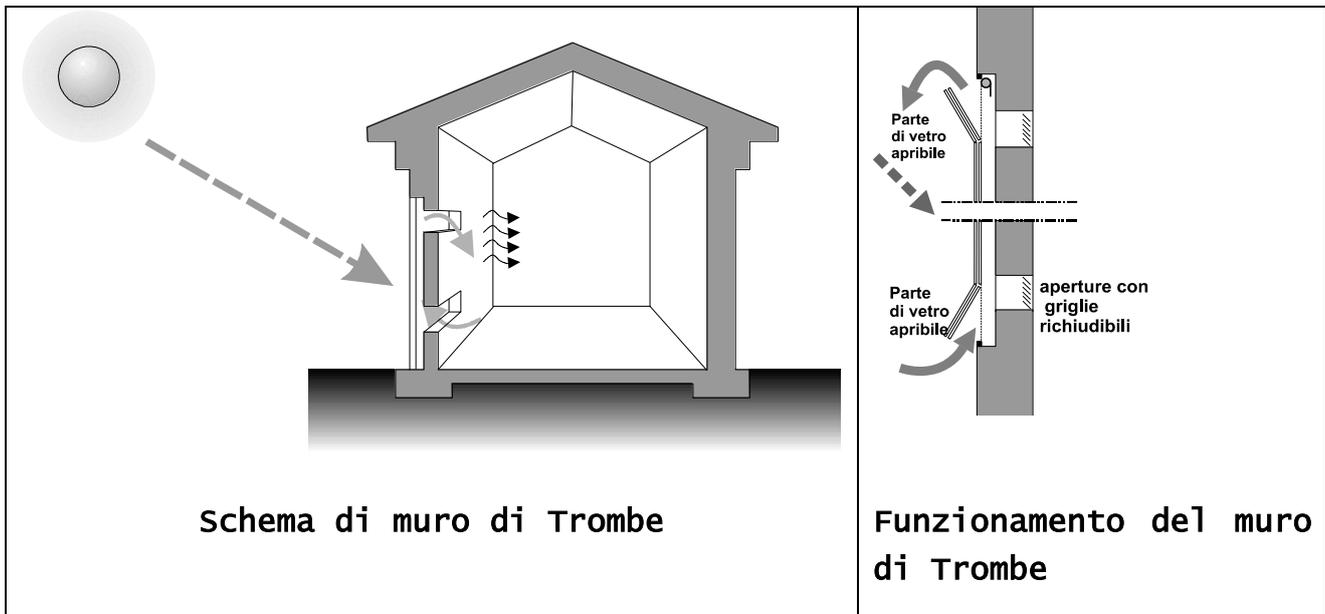


..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- c) la presenza nell'ambiente di elementi edilizi costituiti da materiali dotati di una buona capacità termica è condizione essenziale per accumulare il calore eccedente il fabbisogno durante il giorno (il quale viene restituito durante la notte) e per limitare quindi le oscillazioni di temperatura;
- d) è indispensabile assicurare un buon isolamento termico della finestra solare durante le ore notturne o comunque quando è nullo il contributo di energia termica del sole;
- e) è indispensabile dotare la finestra solare di schermi fissi (es. aggetti) o mobili (es. tende) che impediscano l'apporto solare nei mesi estivi;

2. **SISTEMI A GUADAGNO INDIRECTO** - dove la radiazione solare viene convertita in calore per assorbimento su una superficie esterna allo spazio abitato (in questo caso gli oggetti non sono esposti). Questo accumulatore termico fa parte dell'involucro che racchiude lo spazio interno, ed esso riceve direttamente la radiazione solare per restituirla poi allo spazio interno sotto forma di energia termica.

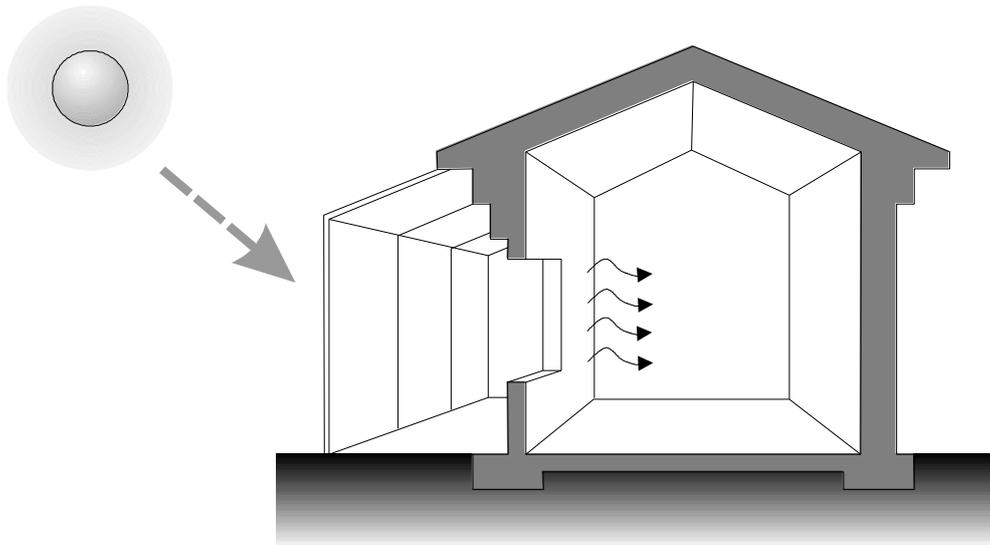
Fanno parte di questo sistema il *Muro Trombe*, il *Collettore-parete* ad aria con o senza canali d'aria nei solai, *Roof Pond*



3. **SISTEMI A GUADAGNO ISOLATO** - in cui a differenza dei precedenti lo scambio termico è mediato da un fluido termovettore (in genere l'aria) che può essere regolato. Fanno parte di questi sistemi il Sistema a termosifone, Serre solari.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Schema di serra solare

Naturalmente le serre solari devono essere dotate di infissi completamente apribili e/o smontabili nella stagione estiva per evitare surriscaldamenti agli edifici.

I sistemi passivi, dai più semplici ai più complessi, si basano su tre principi fondamentali:

- a. la casa deve essere un collettore solare. Deve fare entrare il sole per riscaldarla, ma deve anche lasciare entrare il fresco quando questo è richiesto. Ciò si ottiene principalmente orientando e progettando la casa secondo attenti calcoli;
- b. la casa deve essere un accumulatore termico. Essa deve accumulare calore per i periodi freddi e freddo per i periodi caldi. Le case costruite con "materiali pesanti" hanno maggiore inerzia termica e quindi svolgono questo compito efficacemente;
- c. la casa deve essere una buona trappola di calore.

Come si vedrà alla successive Appendice 6, le norme del R.E. contengono incentivi per l'utilizzazione di verande e serre solari addossate agli edifici; le loro forme, le loro dimensioni e la loro collocazione sui fronti orientati a SSE o SSO scaturirà da attenti calcoli.

È chiaro che queste “serre” devono essere progettate correttamente e devono essere inserite nella composizione complessiva dei prospetti e con le regole formali specificate di seguito e come definito dal Regolamento Edilizio all’art. 104. A questo proposito la morfologia e le dimensioni dei componenti dovranno scaturire dai seguenti dati:

⇒ **DATI RELATIVI AL GIORNO:**

- declinazione del sole;
- radiazione media giornaliera sul piano del vetro;
- ore di soleggiamento;

⇒ **DATI RELATIVI ALL'ORA:**

- angolo di elevazione del sole;
- angolo di azimut del sole;
- radiazione max al suolo;
- lunghezza ombra per metro di ostacolo verticale.

Per l'utilizzo delle serre si dovrà presentare una relazione, a firma di un tecnico abilitato, redatta ai sensi dell'art. 104 del Regolamento Edilizio, che attesti la rispondenza del progetto alle prescrizioni di legge.

B.6 SISTEMI DI PROTEZIONE DAL SOLE NEL PERIODO ESTIVO E SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO

Nelle nostre condizioni climatiche mediterranee, caratterizzate da una forte differenza stagionale di temperatura e quindi di comportamento energetico degli edifici, particolare attenzione deve essere posta al controllo della radiazione solare durante l'estate per evitare il surriscaldamento che potrebbe essere causato dalla maggiore superficie delle parti trasparenti previste per la captazione invernale. In questo caso bisognerà prevedere un posizionamento protetto delle vetrate stesse o un loro ombreggiamento artificiale con schermi o variazioni dei valori di riflessione delle vetrate (art. 100 del Regolamento Edilizio).

In sostanza per garantire condizioni di comfort all'interno di un edificio durante la stagione estiva è necessario:

- a. controllare gli apporti solari attraverso gli elementi trasparenti (*sistemi di controllo solare*);
- b. prevedere adeguati tassi di ventilazione (*ventilazione naturale*);
- c. controllare gli apporti solari attraverso le murature e le coperture (*inerzia termica nella stagione estiva*).

B.6.1 SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE

I sistemi di controllo solare sono utilizzati per limitare gli apporti solari durante l'estate. Le superfici trasparenti sono le maggiori responsabili dell'ingresso del calore all'interno degli edifici per cui è indispensabile utilizzare sistemi in grado di controllare gli apporti solari senza tuttavia limitare eccessivamente l'illuminazione all'interno degli alloggi.

Per quanto riguarda le disposizioni del Regolamento Edilizio, si veda quanto prescritto all'art. 100.

Il controllo degli apporti solari nella stagione estiva può essere ottenuto nei seguenti modi:

- a. utilizzare per le superfici vetrate vetri colorati o riflettenti;
- b. utilizzare sistemi di controllo solare.

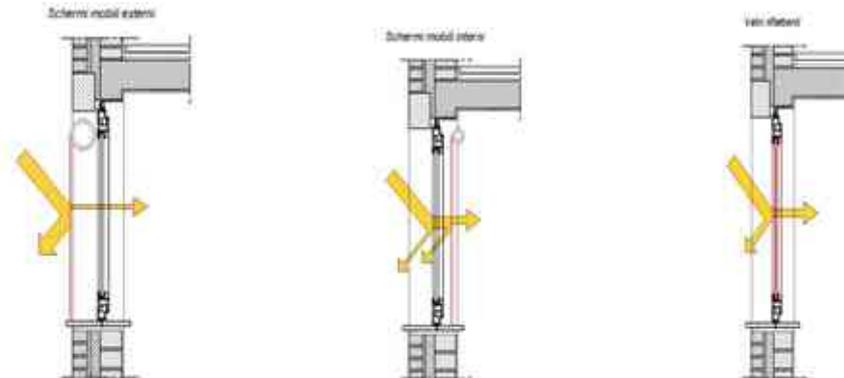
Questi ultimi si differenziano tra loro in relazione al fatto che siano interni o esterni alla superficie trasparente oppure in relazione alla loro giacitura e, in quest'ultimo caso, si distinguono in schermi verticali, orizzontali o combinati. Inoltre possono essere di tipo fisso oppure mobile in relazione alla possibilità di poter variare la loro



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

geometria ottimizzando le diverse esigenze di controllo dell'energia solare nel corso dell'anno o della giornata.

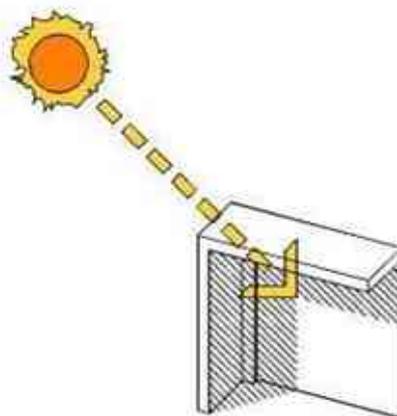
Nella immagine seguente si riportano alcuni **sistemi di controllo solare**.



Gli schermi rigidi sono aggetti orizzontali o verticali che integrati nell'edificio e posti al ridosso delle aperture, creano coni d'ombra che riducono conseguentemente il livello luminoso interno. Gli schermi flessibili comprendono un panorama di tende e di filtri estremamente diversificato per prestazione e tipologia di materiali impiegabili.

A tal fine occorre, tramite opportuni dati elio-geometrici del territorio su cui si opera, determinare e indirizzare la progettazione verso edifici con forme e con i sistemi appena citati che consentano:

- controllo delle radiazioni solari;
- controllo della luce naturale e della ventilazione;
- risparmio nei costi di riscaldamento e di aria condizionata.



Come si può constatare dal grafico di cui sotto e come già descritto precedentemente, i sistemi di controllo solare di tipo “fisso” sono costituiti da aggetti verticali e/o orizzontali la cui efficienza dipende sia dalle caratteristiche geometriche degli aggetti che dall'orientamento della superficie.

Per valutare l'efficienza di questi sistemi si utilizza lo schema grafico di cui sotto,

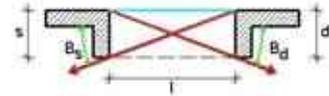
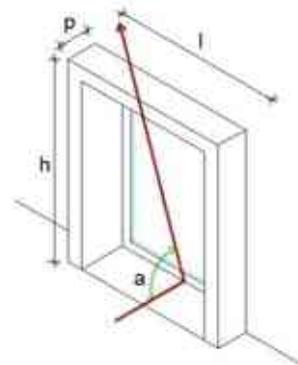


..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

oppure il metodo matematico di cui all'Appendice E della norma UNI 10344.

Come si noterà per poter dimensionare correttamente il sistema oscurante sotto indicato si utilizzeranno i seguenti parametri:

- latitudine 44° Nord;
- orientamento della superficie 45° Ovest;
- $a = 50$;
- $B_s = 30$;
- $B_d = 45$;
- $\text{tg } a = h/p$; $\text{tg } B_s = s/l$; $\text{tg } B_d = d/l$.



Una tipologia di tipo “mobile” utilizzabile è il **frangisole**, illustrato nelle successive immagini.





..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Altri sistemi di controllo solare possono essere rappresentati da “schermi verdi”. In questo senso è necessario che il progettista preveda, negli elaborati grafici allegati al progetto, anche l'adeguato posizionamento di alberi attorno ai fabbricati, tenendo in considerazione che la presenza di essenze a chioma folta consente di controllare l'ingresso del sole d'estate anche quando è basso sull'orizzonte, ma diminuisce anche l'apporto solare d'inverno. È pertanto necessario prevedere alberi caducifogli davanti alle serre o alle vetrate utilizzate come captatori solari e scegliere la specie da utilizzare in relazione alla caduta delle foglie, alla dimensione raggiungibile dagli esemplari adulti, alla densità della chioma e dell'ossatura, e, ultimo ma non meno importante, al tasso di crescita e quindi al tempo necessario per ottenere una schermatura adeguata.

Con gli stessi criteri con cui precedentemente sono state definite le lunghezze delle ombre portate dagli edifici, è possibile quindi stabilire anche la lunghezza dell'ombra prodotta dagli alberi e comunque da ogni tipo di “ostacolo”. Conseguentemente sarà possibile verificare quale sarà il luogo più adatto per piantumare un albero affinché questo proietti le ombre sull'edificio nel periodo caldo dell'anno. Analogamente potremmo altresì dimensionare correttamente i citati “sistemi di controllo solare”, quali aggetti, *brise soleil*, ecc. (fissi o mobili) affinché, anch'essi, proteggano dalle radiazioni solari estive e consentano il passaggio di quest'ultime durante la stagione fredda.

Precedentemente è stato descritto come si calcolano le ombre portate se si dispone dei dati eliometrici. A questo proposito, visto che l'angolo α , ovvero l'**Angolo di elevazione del sole sopra il piano di orizzonte di un luogo** è un dato conosciuto (vedi precedente cap. sulle lunghezze delle ombre), si opererà – anche in questo caso - nel seguente modo:

- a. **CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELL'OMBRA PORTATA DA UN ALBERO** (ovvero calcolo della altezza dell'albero). Come si evince dalla figura seguente per calcolare la lunghezza dell'ombra prodotta dall'albero si procederà nel seguente modo:

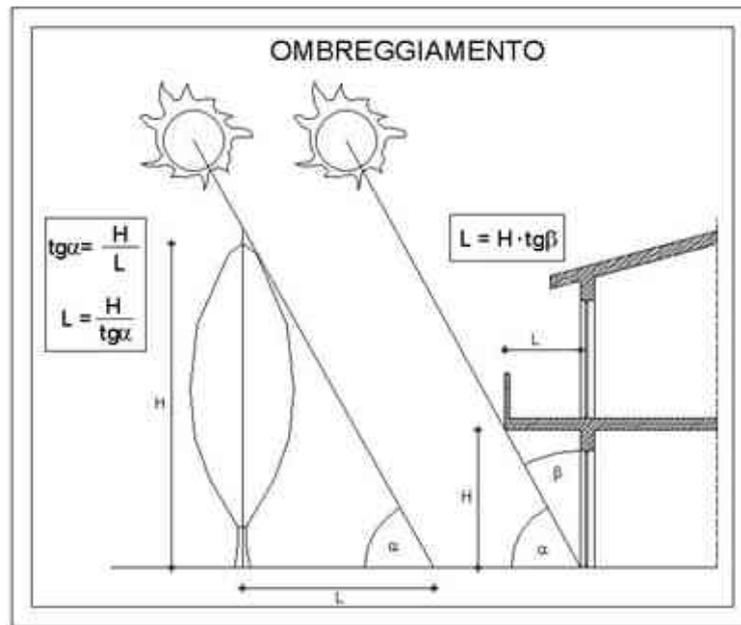
- a.1) noti l'altezza dell'albero H e noto l'angolo α , per conoscere la lunghezza dell'ombra L calcolerò: $L = H/\text{tg } \alpha$.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Per esempio. $H = 10$ ml; $\alpha = 22^\circ 62'$ (Filattiera, giorno 21/12, ore 12,00); $L = 23,52$ ml;

a.2) noto il parametro OMBRA.MH che per Filattiera il 21/12 alle ore 12,00 è = 2,39; nota H albero = 10,00 ml; $L = 23,90$ ml.



Come si può constatare la lunghezza dell'ombra calcolata nei due modi è pressoché identica (differisce di pochi centimetri);

- b. **CALCOLO DELLA LUNGHEZZA DELLO SCHERMO DI PROTEZIONE SOLARE.** Dalla figura precedente si deduce che per calcolare la lunghezza dell'oggetto (fisso o mobile) atto a proteggere dalle radiazioni solari (che nel caso rappresentato si configura come l'oggetto del balcone, ma potrebbe essere anche l'oggetto di gronda e così via) si procederà nel seguente modo:

Noto l'angolo α è facilmente calcolabile anche l'angolo $\beta = (90^\circ - \alpha)$. **Quindi la lunghezza dell'oggetto (lunghezza del balcone in figura) L sarà data da H (altezza da terra del balcone) moltiplicata per $\text{tg } \beta$.**

Per esempio. $H = 3$ ml; $\alpha = 69^\circ 43'$ (Filattiera, 21/6, ore 12,00), conseguentemente $\beta = 20^\circ 57'$; $L = \text{tg } 20^\circ 57' \times 3,00 \text{ ml} = 1,14 \text{ ml}$.

Quindi è sufficiente avere un oggetto lungo 1,14 ml per far sì che la radiazione solare non entri a mezzogiorno all'interno della superficie vetrata posta al piano terreno del fabbricato considerato in figura.

Per quanto riguarda Filattiera (latitudine 44°), sono stati precedentemente forniti alcuni valori dell'angolo α per i periodi dell'anno più significativi a cui si rimanda per i calcoli di cui sopra.

Il dimensionamento delle superfici vetrate, il tipo delle aperture, la composizione delle finestre, la distribuzione della luce all'interno degli spazi e l'integrazione con la luce



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

artificiale sono tutte considerazioni che devono intervenire in fase progettuale e non come condizionamenti a parametri già fissati da consegnare a tecnici impiantisti come quotidianamente avviene.

Un ulteriore caso in cui il controllo solare risulta essere una esigenza ineludibile è quello degli edifici terziari, in cui le attività svolte possono richiedere condizioni di illuminamento preferibilmente di tipo naturale o comunque non eccessive.

A questo riguardo si può segnalare che ormai anche nel nostro ordinamento - il D.L. 626/94 e s.m.i recepisce alcune prescrizioni europee sulla sicurezza e il benessere negli ambienti di lavoro non industriale - viene imposta l'adozione di una serie di accorgimenti atti a evitare fenomeni di abbagliamento nei confronti di lavoratori impiegati al videoterminale.

Questi sistemi di schermatura possono essere sia di tipo flessibile che rigido (come descritto precedentemente).

B.6.2 SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE

Un sistema efficace per mitigare le condizioni climatiche all'interno degli alloggi nella stagione estiva è costituito dalla ventilazione naturale. L'efficienza di questa strategia dipende dalla corretta disposizione delle aperture e dalle resistenze che il flusso incontra durante il suo percorso all'interno dell'alloggio.

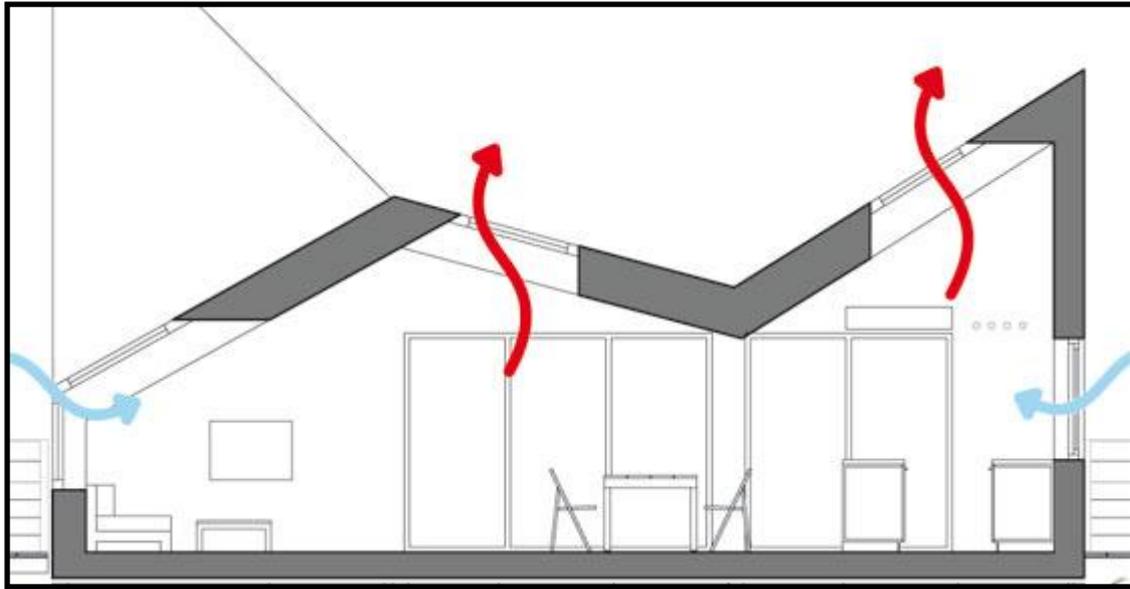
Per garantire la ventilazione naturale, è sufficiente prevedere **sbocchi d'aria in alto ed ingressi d'aria in basso** (vedi, per esempio il Muro di Trombe, precedente par. A.5). Quanto detto è essenzialmente dovuto a due motivi:

- **Effetto camino:** l'aria calda è meno densa di quella fresca e tende a salire verso l'alto. Il fenomeno è così chiamato perché i camini sono progettati proprio sfruttando il principio per cui i fumi caldi tendono a salire verso l'alto e sono pertanto facilmente incanalabili per essere condotti all'esterno;
- **Ventilazione incrociata:** a causa della circolazione del vento, sui due lati opposti dell'edificio si crea una differenza di pressione che, se sono presenti finestre, provoca movimento d'aria. La ventilazione naturale è fondamentale in estate quando il movimento d'aria, aumentando lo scambio di calore tra il corpo umano e l'ambiente, fornisce una sensazione di benessere.

Per quanto riguarda l'effetto camino si precisa quanto segue. La più **antica "macchina termica"** costruita dall'uomo è il camino, il quale presta il proprio nome ad un fenomeno noto nell'**architettura bioclimatica** proprio come **effetto camino**, connesso alla **ventilazione naturale** di un edificio. Molto spesso, infatti, i nostri edifici si comportano come dei giganteschi camini, al cui interno l'aria circola in funzione delle **differenze di pressione**. Tali differenze, sono **responsabili della ventilazione naturale** dell'edificio, fondamentale per il **ricambio d'aria** degli ambienti ed il **benessere termigrometrico** degli occupanti.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

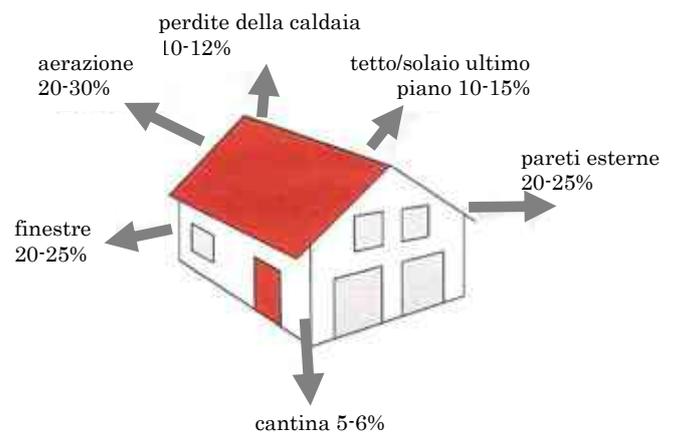
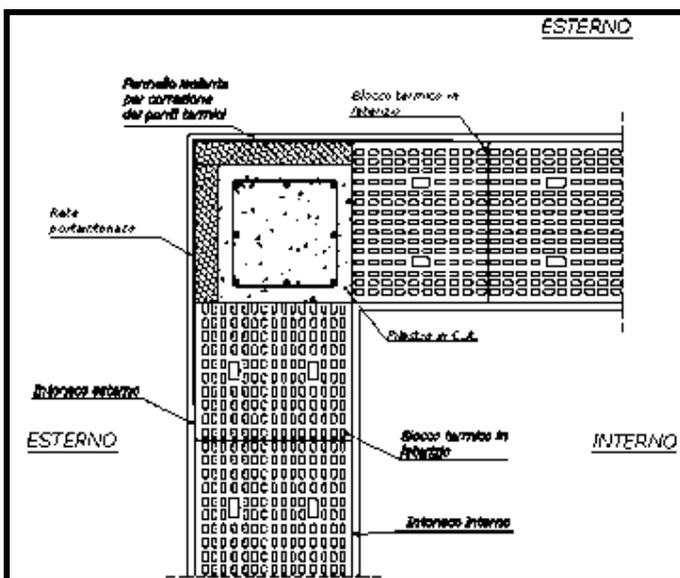


B.6.3 INERZIA TERMICA DEGLI EDIFICI

L'inerzia termica conferisce all'edificio la capacità di sfasare (cioè ritardare nel tempo) e di smorzare l'onda termica incidente (cioè di diminuirne la quantità).

All'interno degli alloggi è possibile controllare le condizioni climatiche mediante l'utilizzo di materiali che abbiano un'elevata capacità termica e siano efficacemente combinati alla ventilazione naturale.

Le normative toscane (art. 146, comma 2, L.R. 1/2005) facilitano la costruzione di edifici con spessori murari consistenti perché questi migliorano sensibilmente le caratteristiche di inerzia termica (vedi grafico sottostante).



Perdite di calore di una casa "tradizionale"



C. TECNICHE PER LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

Come precisato nel Regolamento Edilizio (vedi Tit. VI), le norme contengono elementi che consentono e indirizzano verso una progettazione energeticamente corretta, orientata cioè a conseguire - tramite opportune scelte sia tipologiche, sia tecnologiche che di materiali - il massimo contenimento dei costi energetici in fase di gestione dell'edificio.

L'involucro dell'edificio - pareti esterne, tetto e solaio di calpestio in prossimità del terreno - deve essere realizzato in modo da garantire la massima coibentazione termica, in misura superiore ai minimi prescritti dalle vigenti normative.

Di seguito vengono riportate alcune delle più comuni soluzioni tecniche per l'isolamento dei vari elementi costituenti l'involucro edilizio.

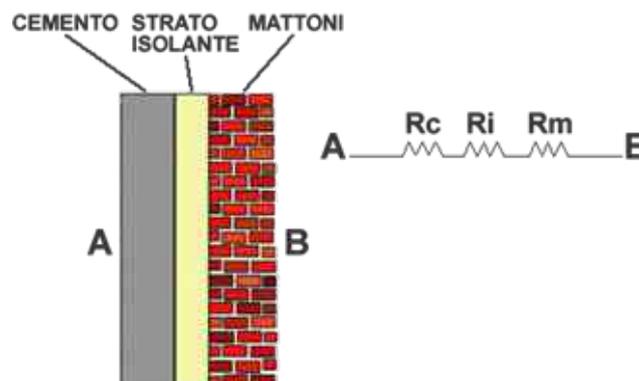
Strutture opache

Resistenza termica R

L'entità con cui un materiale trasferisce il calore dipende non solo dal valore di conduttività termica (λ), ma anche dal suo spessore (d).

Un materiale più è spesso, più si oppone al passaggio di calore. Il numero che identifica la maggiore o minore capacità isolante di un materiale di opporsi al passaggio di calore è definito *resistenza termica R*.

Il valore di resistenza termica di un materiale è proporzionale allo spessore del materiale e inversamente proporzionale alla sua conduttività termica, secondo la seguente relazione:



Coperture

Tetti ventilati

Infissi

Vetri camera, telai a taglio termico

Ponti termici

Aggetti: terrazze

Colonne d'angolo



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

D. INFLUENZE SUL COMFORT ACUSTICO E TERMICO DEI "FILTRI VERDI"

Per schermare le zone di nuova espansione edilizia, oppure per proteggere le abitazioni esistenti da fonti di inquinamento sonoro, quali una strada con forte traffico o uno stabilimento industriale (livelli di densità sonora da 90 a 100 dB), nella eventualità che non si possa intervenire direttamente sulla sorgente del rumore, appare molto utile la collocazione di barriere acustiche che possono essere vegetali o artificiali.

Le ultime sono generalmente poco gradevoli sia per l'aspetto, sia perché ostacolano la vista ed il paesaggio; le barriere vegetali, invece, soprattutto quando sono ampie e fitte, sono molto efficaci, le foglie attenuano la pressione del suono e lo diffondono, diminuendone l'intensità.

Da un punto di vista puramente tecnico il "verde" e in definitiva il giardino è dunque un valido strumento di protezione della casa contro i rumori perché li filtra e li attenua.

Per le ragioni di cui sopra, di seguito si riportano alcune essenze adatte e consigliate per realizzare barriere acustiche:

TABELLA 8- TABELLA: ESSENZE ARBOREE E ARBUSTIVE PER BARRIERE ACUSTICHE

ESSENZE ARBOREE	ESSENZE ARBUSTIVE
Arbutus unedo	Amelanchier alnifolia
Carpinus betulus	Amelanchier x spicata
Cupressus spp	Berberis buxifolia
Eleagnus ebbingei	Berberis x stenophylla
Gleditschia triacanthos	Buxus sempervirens
Laurus nobilis	Colutea arborescens
Magnolia grandiflora	Cotoneaster(varietà)
Pinus nigra	Daphne pontica e mezereum
Quercus ilex	Hamamelis vernalis
Quercus pubescens	Hypericum calcynum
Quercus robur	Kerria japonica
Taxus baccata	Ligustrum spp
Tilia tormentosa	Lonicera (varietà)
	Nerium oleander
	Philadelphus microphyllus
	Pittosporum tobira
	Prunus laurocerasus
	Pyracantha spp



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Si veda, in questo senso, quanto disposto dalla *D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno* e il *D.P.C.M. 22/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici degli edifici"*.

Un aspetto che riveste notevole importanza è il fatto che il giardino svolge - tramite effetti microclimatici - azione di benessere abitativo. Abbiamo appena accennato al fatto che se gli alberi sono piantati in modo da realizzare una fitta barriera riducono in modo consistente i rumori; ricordiamo anche che la vegetazione fornisce alla casa altri importanti benefici, tra i quali il più rilevante è quello termico.

D'inverno una barriera di piante sempreverdi riduce l'effetto dei venti gelidi da Nord; d'estate offre un effetto ombreggiante e rinfrescante. Le piante d'alto fusto a foglia caduca e le pergole di rampicanti sono particolarmente adatte a tale scopo.

Se vogliamo intervenire sulle condizioni climatiche interne agli edifici è opportuno – tra le altre cose – ridurre le superfici riflettenti (effetto albedo) poste attorno ai fabbricati. Per esempio, una casa prospiciente una strada, d'estate, sarà colpita oltretutto dall'irraggiamento diretto del sole anche dal riverbero dell'asfalto e l'aria riscaldata dalla superficie scura della strada creerà condizioni veramente poco piacevoli.

Sulle superfici orizzontali infatti il sole incide più del doppio che su quelle verticali. Un prato verde riflette da 4 a 10 volte meno di una strada lastricata.

Un secondo effetto è quello dell'evaporazione. Il terreno umido e le piante, per effetto del sole, rilasciano acqua sotto forma di vapore. La vaporizzazione dell'acqua avviene con assorbimento di calore; con questo meccanismo le piante si rinfrescano. L'aria che circola tra le piante si rinfresca a sua volta e ventilando opportunamente la casa si può sfruttare tale benefico effetto.

Anche attraverso queste semplici regole si può influenzare il comfort abitativo.

E. PERMEABILITA' DEI TERRENI E PIANTUMAZIONE DI ESSENZE ARBOREE

Per migliorare la qualità ecologica dell'area utilizzata a fini edilizi e cioè per ritrovare all'interno di essa la capacità di compensazione ambientale, in primo luogo, è fondamentale l'applicazione dei nuovi standards relativi alla permeabilità dei suoli e alla piantumazione di essenze arboree (vedi art. 16 e segg. D.P.G.R. 9/2/2007, n. 2/R), calcolati per garantire la rigenerazione ambientale del sistema urbano.

Le modalità d'intervento sul potenziale ecologico e ambientale consistono essenzialmente nel mantenimento e nell'accrescimento della copertura vegetale dell'area e quindi del suo livello di permeabilità, tutelando al contempo l'integrità del suolo.

Un'area fortemente permeabile e densamente alberata garantisce i massimi livelli di potenziale ecologico-ambientale: per la rigenerazione della risorsa acqua (con il ravvenamento costante delle falde), per la purificazione dell'aria (con il processo di fotosintesi), ma anche per la determinazione di un microclima equilibrato per temperatura e umidità, per la risorsa suolo e per la sua tutela.

Questi standards dovranno assicurare che una quota maggioritaria delle aree di intervento sia destinata a verde permeabile.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

L'elevata permeabilità ridurrà le superfici pavimentate e riflettenti, influenzando positivamente sia il microclima urbano che il sistema idrogeologico, ravvenando meglio le falde sotterranee e le acque superficiali (si veda il par. *"Influenze sul comfort acustico e termico dei filtri verdi"*).

Per le zone (soprattutto urbane) caratterizzate da livelli di altissima impermeabilità (aree asfaltate e/o pavimentate con materiali impermeabili) si dovranno prevedere interventi relativi alle infrastrutture di raccolta e smaltimento delle acque piovane, per evitare il sovraccarico dell'attuale sistema fognario.

I nuovi interventi relativi agli insediamenti e ai servizi dovranno essere caratterizzati da elevate quote di superfici permeabili, configurando così una sostanziale crescita della permeabilizzazione, essenziale per le considerazioni di cui sopra.

F. MODALITA' DI CALCOLO DELLE VOLUMETRIE EDILIZIE PER IL PERSEGUIMENTO DI MAGGIORI LIVELLI DI COIBENTAZIONE TERMOACUSTICA O DI INERZIA TERMICA E DI RISPARMIO ENERGETICO

Gli studi recenti circa l'isolamento termico degli edifici conducono a considerevoli spessori degli isolanti termici e/o delle murature, simili a quelli degli edifici costruiti nel passato.

A tale proposito si sottolinea che le disposizioni normative toscane favoriscono sia l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia per la climatizzazione degli edifici e sia la realizzazione di edifici con forte inerzia termica (vedi art. 145 e segg. L.R. 1/2005 – L.R. 39/2005 e s.m.i.).

G. REALIZZAZIONE DI EDIFICI IN MURATURA PORTANTE

Occorre incentivare, per la costruzione degli edifici da adibire a civile abitazione, l'utilizzo di murature portanti in laterizio e di pari passo disincentivare l'utilizzo di telai in c.a. per una serie di motivazioni, tra le quali:

- a. in genere gli edifici da realizzare ex novo non superano i tre piani di altezza fuori terra;
- b. non è mai o quasi mai verificata la provenienza, la composizione chimica e la lavorazione dei calcestruzzi;
- c. il calcestruzzo, lentamente ma progressivamente, si disgrega con la conseguente "messa a nudo" dei ferri di armatura. Ciò comporta onerosi interventi di restauro;
- d. il cemento è fortemente igroscopico e subisce notevoli azioni di ritiro. Per ovviare a questi inconvenienti si ricorre ad additivi chimici certamente non innocui per la nostra salute;
- e. occorre isolare perfettamente le parti in c.a. per evitare i "ponti termici" che si creano nei punti di contatto con i tamponamenti e con le altre parti dell'edificio;
- f. i telai in c.a. generano una "gabbia" la quale, per la forte presenza dei ferri di armatura, altera il Campo Elettromagnetico naturale terrestre ed induce correnti elettriche all'interno dell'edificio.

Ricordiamo che in Italia ogni anno "trova posto" sul nostro territorio una montagna



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

artificiale di calcestruzzo di centoventi milioni di metri cubi (120.000.000 mc), l'equivalente di un massetto cementizio dello spessore di 5 cm in grado di coprire una superficie pari a quella della Lombardia.

Tali quantitativi, se rapportati alla popolazione residente, danno una produzione procapite di cls superiore ai 2 mc all'anno, un vero primato mondiale. In un Paese in cui la predominanza nell'utilizzo di tale risorsa è così evidente ci si aspetterebbe allora di ritrovare nelle opere realizzate con tale tecnologia un livello qualitativo medio, in termini di caratteristiche prestazionali e di durabilità, decisamente elevato, fatto che non trova assolutamente corrispondenza nella realtà del costruito.

Le fondazioni e i cordoli perimetrali dovranno però continuare ad essere realizzati in c.a., secondo quanto disposto dalla normativa antisismica per gli edifici in muratura portante.

I laterizi o gli altri materiali per le murature portanti dovranno essere realizzati con materiali di origine sicura e controllata, senza additivi chimici ed eventualmente "porizzati" con materiali naturali. Un muro di mattoni ben calibrato costituisce un notevole volano termico ed un ottimo isolamento acustico e, perciò, non necessita di setti di isolamento di nessuna natura.

H. REALIZZAZIONE DI SOLAI DI PIANO E DI COPERTURA IN LEGNO

Proporre oggi solai in legno può apparire anacronistico per la diffidenza ancora diffusa nei riguardi di questo materiale impiegato nelle costruzioni. Diffidenza non giustificata poiché la realizzazione mista di costruzioni in muratura con solai e copertura in legno è una soluzione costruttiva dalle ampie possibilità, sostenuta da una profonda esperienza e tradizione culturale.

Appare superfluo ricordare che la realizzazione in legno di solai di copertura è parte integrante della nostra tradizione che occorre riproporre con vigore nell'edilizia, soprattutto residenziale. Inoltre l'uso combinato di travi in legno massiccio, legno lamellare, pannelli derivati dal legno e leggere solette in cls armato permette la realizzazione di interessanti soluzioni costruttive con ottimali prestazioni superiori a quelle dei solai tradizionali.

L'impiego strutturale del legno - tra i suoi innumerevoli vantaggi - **comporta inoltre un costo energetico di produzione inferiore rispetto agli altri materiali**; per esempio, la produzione di una trave in calcestruzzo armato ha un costo energetico 5 volte superiore - a parità di prestazioni - rispetto a quello di una trave lamellare.

Inoltre una corretta programmazione tesa ad aumentare il nostro patrimonio forestale comporterebbe anche l'aumento del personale addetto alla sorveglianza, alla manutenzione, al taglio controllato.

A tale proposito si rimanda alla pubblicazione "*Linee guida per l'edilizia in legno in Toscana*", redatta nel 2009 dalla Regione Toscana in collaborazione con la Facoltà di Ingegneria di Firenze e il C.N.R. (Istituto per la valorizzazione del legno e delle specie arboree), la quale contiene importanti indicazioni per la costruzione di edifici "sostenibili" in legno.



I. MATERIALI BIOECOCOMPATIBILI PER LE COSTRUZIONI

Per ottenere gli incentivi di cui al Tit. X del Regolamento Edilizio si prescrive l'utilizzo di materiali "sani" per le costruzioni. La scelta di questi materiali non dovrà più essere soltanto o prevalentemente condizionata da parametri estetici, ma soprattutto da requisiti di sicurezza per la nostra salute.

Occorre pertanto utilizzare materiali che non inquinano, che non necessitano di onerose manutenzioni, che vengano prodotti senza arrecare danni all'ambiente e che possano essere riutilizzabili nel tempo e facilmente smaltibili qualora gli edifici dovessero venire ristrutturati e/o demoliti.

Occorre inoltre prediligere materiali provenienti da filiera corta.

È purtroppo sotto gli occhi di tutti l'esempio negativo più eclatante relativo all'utilizzo dell'amianto o del cemento-amianto nelle costruzioni e i problemi ad esso conseguenti soprattutto per lo smaltimento.

È necessario valutare globalmente il costo dei materiali per il loro intero "ciclo vitale" anche in termini di costo-salute.

Quindi verranno adoperati materiali derivanti dal legno, dalla terra, dalle erbe, dalle fibre naturali se non sottoposte a trattamenti alteranti le peculiarità originarie.

Le caratteristiche che comunque dovrà avere un materiale da costruzione sono le seguenti:

- a. **disponibilità di materie prime:** utilizzare prodotti provenienti da materie prime abbondantemente disponibili e/o rigenerabili. Evitare l'utilizzo di materiali ottenuti da risorse fossili;
- b. **energia consumata durante il ciclo produttivo:** utilizzare materiali ottenuti con un basso consumo di energia;
- c. **inquinanti emessi durante il ciclo produttivo:** utilizzare prodotti ottenuti con processi di produzione e lavorazione a basso contenuto inquinante e con bassi rischi per la salute dei lavoratori;
- d. **nocività per i fruitori:** utilizzare prodotti che non emettono, durante il loro esercizio, sostanze inquinanti, dannose per la salute degli occupanti degli edifici;
- e. **emissioni in caso d'incendio:** utilizzare prodotti che non emettono, nella eventualità di un incendio, sostanze velenose (diossine, ecc.);
- f. **comportamento a lungo termine:** usare materiali che sono durevoli e che non devono quindi essere sostituiti nel giro di breve tempo;
- g. **smaltimento e riciclaggio:** utilizzare materiali che non creino rifiuti speciali e che possano essere riutilizzati e/o smaltiti senza causare rischi per l'ambiente.

Per questa ragione si raccomanda l'utilizzo di materiali testati e certificati dagli enti e/o associazioni legalmente accreditati.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche a cui dovranno sottostare i materiali utilizzati per le costruzioni, i quali dovranno essere descritti nella Scheda per ottenere gli incentivi di cui al Tit. X del Regolamento.



H.1 LE MURATURE

I muri, assieme ai solai, costituiscono l'ossatura dell'edificio; ad essi sono affidati i compiti di coibentazione e di traspirazione.

Le caratteristiche richieste ad una muratura "sana" sono le seguenti:

- non deve essere inquinante. Deve essere fatta con materiale naturale senza additivi e non deve aver subito processi chimici alteranti le sue caratteristiche biochimiche (per es. mattoni porizzati con materie di sintesi);
- deve costituire un ottimo volano termico, ciò favorirà un microclima interno relativamente costante e un notevole risparmio energetico;
- deve essere traspirante, così da permettere uno scambio "climatico" con l'esterno in termini di umidità, radiazioni e campi elettromagnetici naturali;
- deve essere elettrostaticamente neutra, fonoassorbente e priva di emanazione radioattiva e di polveri.

H.2 IL CEMENTO

Sono già state descritte alcune caratteristiche negative del calcestruzzo armato. Questo, in verità, ha rivoluzionato i metodi costruttivi per la sua plasmabilità non ottenibile con altri materiali costruttivi; se si unisce ciò alla sua facilità di messa in opera che consente maggiori guadagni per i costruttori si comprende perché esso ha avuto la diffusione che tutti conosciamo.

In definitiva, per non ripetere ciò che è già stato descritto precedentemente, il calcestruzzo armato deve essere utilizzato con parsimonia e deve essere reso più innocuo possibile; sono necessarie, quindi, analisi del cemento usato che assicurino l'assenza di prodotti chimici derivanti anche da residui industriali, sia di rifiuti di qualsiasi genere.

H.3 GLI INTONACI

Gli intonaci devono essere costituiti da malte di calce e sabbia nella giusta proporzione senza l'utilizzo del cemento.

È possibile utilizzare la calce eminentemente idraulica naturale, la quale è un ottimo coibente termico e regolatore igrometrico; è altresì possibile l'utilizzo di calce spenta e pozzolana.

H.4 VERNICI, COLORI, PITTURE

È fondamentale, per non vanificare tutti gli sforzi fatti per rendere sani i locali, che anche le pareti, i serramenti e gli arredi vengano finiti con velature, coprenti e colori ricavati da materie prime naturali.

Tra le varie sostanze componenti si possono annoverare l'olio di lino e di soia, le resine di larice e la colofonia, la cera d'api e la carnauba, la caseina, la ceralacca e - tra i coloranti - le terre e i gessi.

H.5 IMPIANTI PER LE COSTRUZIONI



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Unitamente alle indicazioni sopra esposte occorre indirizzare e favorire l'utilizzo di materiali e tecnologie "sani" per le costruzioni.

Anche gli impianti concorrono a modificare il microclima degli "ambienti confinati" in funzione al loro grado di ecocompatibilità e possono influenzare la qualità del benessere abitativo e la sua percezione.

H.6 IMPIANTO ELETTRICO

Conduttori, elettrodomestici, anche se non utilizzati ma collegati alla rete elettrica, possono influenzare la qualità del benessere abitativo.

Per ottenere un microclima sicuramente favorevole è indispensabile utilizzare impianti ed apparecchi elettrici che non modifichino sostanzialmente le caratteristiche elettriche ed elettrostatiche degli ambienti.

Tali presupposti si ottengono utilizzando vari accorgimenti, tra i quali:

- la rete di distribuzione deve realizzare circuiti aperti non costituenti anelli o dipoli per non perturbare gli ambienti con un comportamento assimilabile ad antenne;
- installazione di disgiuntori bipolari nelle camere da letto;
- i conduttori devono essere schermati e con guaina metallica o tubo metallico collegato alla messa a terra;
- utilizzo di impianti a "bassa tensione" ed a corrente continua. Questi sono i più ecologici sia perchè non generano campi disturbatori patogeni, sia per la possibilità di venire alimentati con sorgenti alternative quali celle fotovoltaiche, microcentrali idrauliche o eoliche.

H.7 IMPIANTO TERMICO

Gli edifici devono essere progettati secondo i principi della bioclimatica; queste costruzioni si identificano per la presenza di una notevole Filattiera strutturale, per l'utilizzo dell'effetto serra e per le tecnologie sopra descritte.

Occorre utilizzare per il riscaldamento caldaie a bassa temperatura pressurizzata e possibilmente a condensazione, funzionanti con combustibili gassosi (metano, biogas, ecc).

Gli impianti e gli apparecchi per l'utilizzazione del calore sono descritti al Tit. VI del Regolamento Edilizio.

H.8 IMPIANTO IDROSANITARIO

Adottando alcuni accorgimenti è possibile ridurre drasticamente il consumo di acqua potabile ottimizzando i consumi, riciclando l'acqua e utilizzando quella meteorica e freatica; soprattutto nei mesi estivi, per la presenza di numerosi turisti, questa è una esigenza ineludibile.

Esistono oggi innovativi sistemi di recupero e utilizzo delle acque piovane. Ridurre gli sprechi d'acqua, infatti, comporta un considerevole risparmio annuo. Tale recupero consente di avere a disposizione un'acqua di qualità non pregiata a costi quasi nulli per tutte quelle utenze che ne ammettano l'utilizzo.

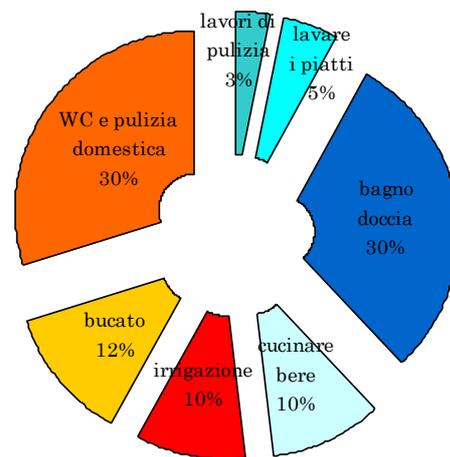


INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

L'acqua piovana risulta meno portatrice di sostanze disciolte rispetto a quella proveniente dalle sorgenti o pozzi, in quanto non viene a contatto con il suolo e le rocce e non scioglie i sali e i minerali in essi presenti; essa, quindi, è indicata per soddisfare gran parte delle esigenze di uso non pregiato in campo civile e industriale.



Consumo giornaliero pro capite di acqua potabile



 Sostituibile con acqua piovana

La tecnologia, allo stato attuale, consente l'impiego di sistemi che svolgono le seguenti funzioni:

- separazione automatica delle acque meteoriche di prima pioggia, che sono solitamente contaminate, dalle acque piovane di medio periodo e loro allontanamento in fogna o depurazione;
- recupero delle acque piovane prive di sostanze inquinanti e loro trasporto in vasca di accumulo previo ulteriore trattamento di filtrazione con griglie micrometriche;
- utilizzo, mediante elettropompa sommersa, delle acque recuperate per l'alimentazione dei servizi idrici che non richiedono uso potabile:
 - acque per impianti di irrigazione,
 - acque antincendio,
 - acque per risciacquo servizi igienici,
 - acque industriali per il raffreddamento di macchinari,
 - lavanderie,
 - autolavaggi,
 - e, a livello domestico: cassette di scarico dei wc, alimentazione della lavatrice, lavaggio auto, irrigazione del giardino, etc.

H.9 FITODEPURAZIONE

La fitodepurazione rappresenta la depurazione naturale delle acque reflue, attuata mediante la biodegradazione della sostanza organica (scarico) fatta da parte di batteri demolitori - aerobi e o anaerobi - i quali trasformano attraverso processi biochimici la



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

sostanza organica in inorganica, cioè in sali minerali, successivamente assimilabili dalle piante che svolgono una azione finale di assorbimento.

Questa tecnologia deve essere considerata come un sistema integrativo o alternativo ai depuratori tradizionali.

Tra i numerosi vantaggi possiamo elencare:

- bassi costi energetici, in quanto sfrutta l'energia solare;
- qualità ambientale (integrazione fra il costruito e il paesaggio);
- eliminazione dei fanghi di sperpero;
- utilizzazione del liquame come risorsa (i laghetti di finissaggio possono essere utilizzati per colture idropiniche, acquacoltura, itticoltura, florocoltura, algocoltura);
- restauro o riqualificazione del territorio (riutilizzo di cave, aree dismesse, canali agricoli).

Occorre precisare che la fitodepurazione "consuma" dai 2,00 ai 4,00 mq di territorio per abitante servito; quindi può essere utilizzata per insediamenti medio-piccoli, soprattutto in aree collinari non servite dalla rete fognaria.

Un impianto di fitodepurazione, il cui schema di flusso prevede un separatore statico di oli e grassi, una vasca di decantazione-digestione-chiarificazione, uno o più letti di fitodepurazione e di assorbimento e una eventuale vasca di accumulo finale delle acque depurate, può essere applicato anche ad un singolo edificio monofamiliare.

L'impiego di tali letti di fitodepurazione libera pertanto l'utilizzatore dall'obbligo di immettere le acque domestiche di rifiuto nella rete fognaria riutilizzandole invece per l'irrigazione e/o per le cassette dei water, raggiungendo quindi una condizione di "scarico zero".

H.10 IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO DOMESTICO

Per la preparazione del compost domestico possono essere utilizzati gli scarti della potatura, gli sfalci d'erba, gli alimenti scaduti e comunque tutti i residui di origine biologica.

Da recenti indagini risulta che un terzo dei rifiuti prodotti da una persona è composto da rifiuti organici che possono perciò essere reinseriti nei cicli della natura. Ogni pasto al ristorante produce da 250 a 300 grammi di scarti organici e il peso dei rifiuti organici generati in ambito territoriale rappresenta il 30% del totale.

Il compostaggio dei rifiuti organici della cucina e dell'orto è la soluzione più naturale per smaltire questi rifiuti e produrre al tempo stesso dell'ottimo humus da restituire alla terra.

Un compost di qualità distribuito alla dose di 300 quintali per ettaro, può produrre un terreno fertile paragonabile a quello assicurato da 400-500 quintali di letame per ettaro, senza contare che il compost è meno costoso della torba di importazione.

Con la raccolta differenziata dei rifiuti organici e il loro compostaggio non si produce solo un ottimo concime per le piante, ma si ha la possibilità di dare un contributo attivo alla salvaguardia dell'ambiente concimando in modo ecologico senza ricorrere a



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

concimi a chimici, producendo meno rifiuti da conferire a smaltimento, consumando meno torba e contribuendo così a preservare le torbiere che sono preziosi biotopi.

Se si considera poi l'enorme costo per la P.A. relativo allo smaltimento dei R.S.U., occorre incentivare l'utilizzo di questa "tecnologia" per i ristoranti e per gli edifici residenziali, soprattutto laddove questi dispongano di spazi all'esterno dell'abitazione.

In generale si possono compostare quasi tutti i resti vegetali e animali, ovvero tutto ciò che un tempo è stato vivente e che i microrganismi possono “digerire”. La decomposizione dei materiali organici è un processo “vivo” al quale prende parte un numero inimmaginabile di organismi viventi (batteri, funghi, lombrichi, insetti, etc.).

I rifiuti organici che si possono "compostare" :

- avanzi vegetali di cucina, resti di ortaggi e frutta;
- avanzi di carne, pesce, salumi e formaggi (pur essendo rifiuti organici, si può decidere di non compostarli per evitare il problema dell'avvicinamento di animali indesiderati);
- filtri di tè e fondi di caffè;
- gusci d'uova tritati, gusci di molluschi, pane rafferma o ammuffito;
- scarti del giardino e dell'orto;
- legno di potatura, cortecce, sfalci dei prati, foglie secche;
- fiori recisi, piante anche con pane di terra;
- piatti e bicchieri in bio-plastica (biodegradabili e compostabili);
- carta non patinata, cartone a piccoli pezzi, fazzoletti di carta, carta da cucina, salviette;
- segatura e trucioli provenienti da legno non trattato, paglia, resti di lana, capelli.

In piccole quantità si possono aggiungere anche:

- piante resistenti alla degradazione, come foglie di magnolia, lauroceraso, aghi di conifere;
- bucce di agrumi, lettiere per cani e gatti;
- cenere di legna (max 2-3 kg per metro cubo);
- escrementi di piccoli animali.

I rifiuti che non si possono "compostare" :

- alimenti liquidi, grassi e olii;
- plastica, gomma, materiali sintetici, tessuti;
- vetro, ceramica, metalli e lattine;
- cartone plastificato, riviste, stampe a colori, carta opatinata in genere;
- fuliggine, cenere di carbone,
- filtri e sacchetti dell'aspirapolvere;
- ossa, pile scariche, farmaci;
- scarti di legname trattato con prodotti chimici (solventi, vernici);
- mozziconi di sigaretta;
- qualsiasi rifiuto di natura non organica (assorbenti, pannolini, ecc.).

Le erbacce con semi e i resti di piante malate vanno eventualmente posti al centro del cumulo dove i semi e i germi patogeni potranno essere inattivati dalle alte



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

temperature che si sviluppano durante il processo di decomposizione, oppure compostati a parte. Le erbacce come la gramigna che si propagano per parti di rizomi non vanno messe nel compost.

E' bene tener presente che alcuni materiali che possono presentarsi in abbondanti quantità, come ad esempio l'erba sfalciata del prato o le foglie secche, si prestano ottimamente anche alla pacciamatura delle piante ornamentali, degli arbusti e degli alberi da frutto, l'erba seccata va bene anche per pacciamare gli ortaggi tra le file. I vantaggi della pacciamatura organica sono notevoli e il materiale organico distribuito in strati non troppo spessi si decompone comunque, apportando humus ed elementi nutritivi al terreno. Pertanto in alternativa al compostaggio, l'erba sfalciata e le foglie secche, si possono utilizzare per la copertura del terreno.

Per ottenere un ottimo humus è fondamentale garantire agli organismi viventi che prendono parte al processo di decomposizione una nutrizione equilibrata, pertanto quanto più vario e meglio miscelato il materiale da compostare, tanto più equilibrata sarà la sua composizione e più facile il processo di decomposizione dei materiali.

A questo proposito bisogna tener presente che i materiali organici possono essere suddivisi in due gruppi:

- sostanze organiche secche e ricche di carboidrati (C = carbonio) come foglie, paglia, residui di patate, carta, materiali legnosi (C/N = 40-100)
- sostanze organiche umide e ricche di proteine (N = azoto) come rifiuti della cucina, erba verde, letame, parti verdi di piante (C/N = 2-25).

Affinché gli organismi viventi possano trasformare facilmente i residui organici in buon humus, il rapporto C/N (carbonio/azoto) deve essere compreso tra 20:1 e 30:1. E' importante di conseguenza miscelare materiali con caratteristiche diverse (ad esempio materiali verdi e umidi con materiali secchi e legnosi) proprio per equilibrare il rapporto C/N. Se vi è troppo carbonio i batteri avranno in proporzione poco azoto, necessario alla loro riproduzione; rimarranno dunque pochi e il processo di compostaggio sarà estremamente lento. Viceversa, se vi è troppo azoto, gran parte di questo sarà reso inutile perché eccedente le necessità, andrà sprecato il valore fertilizzante e si produrranno cattivi odori in quanto l'azoto viene generalmente liberato in forma ammoniacale.

Un modo semplice per garantire un buon equilibrio è quello di miscelare sempre scarti più umidi con meno umidi. Possibilmente dando la prevalenza agli scarti umidi. La "miscelazione" si può ottenere in realtà più facilmente mediante la "stratificazione" alternata dei due gruppi (strati di 2-5 cm di spessore), con il rivoltamento poi si garantirà una perfetta ed intima miscelazione dei diversi materiali.

E' consigliabile diminuire la pezzatura dei rifiuti che devono essere compostati, aiutando così il processo di trasformazione dei rifiuti stessi in terriccio.

Per coloro che posseggono un giardino le metodologie di compostaggio più idonee sono il cumulo, la cassa o la buca di compostaggio, che consentono una migliore aerazione e la possibilità di rivoltare agevolmente il materiale in fermentazione per favorire l'ossigenazione del materiale e velocizzare il processo di compostaggio. In altri casi il processo può essere svolto con l'ausilio del **composter**, ossia un contenitore aerato, progettato per eseguire il compostaggio in giardini di ridotte dimensioni riducendo le emissioni di odori ed evitando di attirare animali indesiderati. Il composter è disponibile in vari modelli da quello economico, costituito da una



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

semplice rete metallica rivestita, fino a compostiere più complesse con struttura in plastica rigida

Onde evitare ristagni cumulo o cassa devono poggiare direttamente sul terreno, mai su un fondo impermeabile come cemento o asfalto. Sia il cumulo sia la cassa non devono essere troppo grandi (max. 1 m³) per evitare un eccessivo compattamento del materiale e una scarsa aerazione.

Nel caso di cumuli e cassoni aperti il compost deve sempre essere coperto e protetto con uno strato di materiale permeabile come erba sfalciata, paglia, vecchie stuoie o sacchi di juta. La copertura è necessaria per:

- limitare l'irradiazione di calore viene limitata
- impedire che il cumulo si inzuppi d'acqua
- impedire il dilavamento delle sostanze nutritive
- limitare il disseccamento degli strati superficiali

Come si ottiene il compostaggio domestico

Nell'esecuzione del compostaggio domestico, per ottenere un compost di qualità migliore ed evitare problemi quali cattivi odori o la presenza di animali indesiderati, è indispensabile seguire alcune semplici regole:

- disporre il cumulo (o posizionare la cassa o il composter) in un luogo ombreggiato, per esempio sotto un albero;
- evitare zone fangose con ristagno d'acqua;
- predisporre per il fondo un drenaggio con materiale di sostegno (ramaglie, trucioli, torsoli di cavolo, ecc.);
- apportare in maniera alternata i rifiuti di cucina e gli sfalci del giardino;
- rimescolare e rivoltare frequentemente il materiale per apportare ossigeno. L'assenza di ossigeno impedisce alla sostanza organica di trasformarsi in humus, favorendo i processi di marcescenza e la conseguente diffusione di cattivi odori;
- annaffiare il materiale nei periodi di prolungata siccità e in estate, il materiale da compostare deve mantenere una giusta umidità.

Il tempo di maturazione del materiale cioè la trasformazione in una buona terra con il tipico odore di terriccio di bosco, varia a seconda della stagione e della varietà del materiale immesso. Si avrà una maturazione direttamente proporzionale alla temperatura esterna, quindi accelerata in estate e rallentata in inverno. Se il compostaggio viene condotto correttamente, seguendo le regole sopra esposte, il compost prodotto può essere utilizzato già dopo 4-6 mesi e solitamente è "maturo" dopo 8-12 mesi.

Il valore nutritivo del composto cambia notevolmente in relazione al suo grado di maturazione:

- dopo 2/4 mesi, il compost è ancora in corso di trasformazione biologica. È un prodotto ancora ricco di elementi nutritivi fondamentali per la fertilità del suolo e la nutrizione delle piante, grazie alla facilità con cui può rilasciare tali elementi nel corso delle ulteriori trasformazioni cui deve sottostare. Si può impiegare nell'orto ad una certa distanza di tempo dalla semina o dal trapianto della coltivazione. E' da evitare l'applicazione a diretto contatto con le radici;



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- dopo 5/7 mesi il compost è pronto per la fertilizzazione dell'orto, del giardino, delle aiuole e dei terrapieni, subito prima della semina o del trapianto, dato che trascorso questo tempo possiede un effetto concimante meno marcato.
- dopo 8/12 mesi l'effetto concimante del compost si è ulteriormente ridotto e diventa un vero e proprio terriccio di colore scuro/nero con caratteristiche idonee al contatto diretto con le radici e i semi, anche in periodi vegetativi delicati (germinazione, radicazione ecc.). In questo stadio il compost è indicato soprattutto come terriccio per migliorare le caratteristiche del terreno, per la preparazione di terricci per le semine e per le piante in vaso o fioriere, per la risemina e il rinfoltimento dei prati e per l'impianto di arbusti o alberi.

H.11 RADIOATTIVITÀ DA GAS RADON

Il Radon è un gas radioattivo incolore e inodore, più leggero dell'aria, prodotto dal decadimento del Radio-226 e del Torio-232, generato continuamente da alcune rocce: in particolare lave, tufi, pozzolane, alcuni graniti; può essere presente inoltre nelle falde acquifere ed in alcuni materiali da costruzione.

Questo gas rappresenta uno dei principali agenti inquinanti che si rinviene negli ambienti chiusi e presenta particolari caratteristiche: la sua concentrazione è molto variabile in funzione di numerosi parametri (microclima, ventilazione, ecc.), non può essere completamente eliminato ma, con opportuni interventi, è possibile ridurre la sua concentrazione a livelli ritenuti accettabili.

La conoscenza delle sorgenti del radon indoor è essenziale per poter intraprendere eventuali azioni di rimedio. Il suolo, i materiali da costruzione, la presenza di falde acquifere contribuiscono in proporzioni diverse alla concentrazione che si rinviene negli ambienti chiusi. Generalmente quando si è in presenza di concentrazioni elevate, il suolo costituisce la sorgente più importante: la sua natura geologica, la granulometria, la permeabilità, la presenza di faglie e di falde acquifere sono fattori importanti.

Le azioni di rimedio a questo problema si sviluppano in tre direzioni principali:

- eliminazione del radon dall'aria interna;
- ventilazione/miscelazione con aria esterna;
- riduzione dell'ingresso di radon.

Molto brevemente si precisa che:

- a. per eliminare il radon dall'aria interna si deve introdurre apparecchi all'interno degli edifici, quali precipitatori elettrostatici, generatori di ioni, ventilatori e sistemi di filtrazione che sono in grado di ridurre la concentrazione dei prodotti di decadimento del radon, i quali sono i principali responsabili degli effetti sanitari;
- b. la concentrazione di radon presente nell'aria esterna è molto minore della concentrazione di radon negli ambienti chiusi. Un aumento del numero di ricambi d'aria, ottenuto sia con una ventilazione naturale che forzata, è in grado di ridurre la concentrazione di questo gas;



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- c. per quanto riguarda la riduzione dell'ingresso del gas all'interno dell'abitazione si può sigillare le vie d'ingresso, pressurizzare l'edificio, ventilare le fondamenta e le murature o depressurizzare il suolo.

I riferimenti normativi, per quanto riguarda la legislazione regionale toscana, sono le Deliberazioni di Giunta Regionale n. 1243 del 19/12/2005 e n. 38 del 30/01/2006.



APPENDICE 5 – SISTEMI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA E DEL CALORE: SISTEMI AD ALTA EFFICIENZA

A. CALDAIE A CONDENSAZIONE

Le caldaie a condensazione rappresentano il sistema più innovativo ed ecologico di produzione di calore tramite combustione. Il limite maggiore allo sfruttamento dell'energia liberata tramite la combustione di un liquido era rappresentato dall'impossibilità tecnica di recuperare il calore latente di evaporazione del vapore acqueo contenuto nei fumi di scarico. Ciò era legato alla natura acida della condensa risultante. Le caldaie a condensazione superano questo problema permettendo di recuperare parte dell'energia contenuta nel vapore acqueo e liberando fumi di scarico a temperature più basse riducendo ulteriormente gli sprechi energetici.

Le caldaie di questo tipo funzionano al meglio in impianti a bassa temperatura come quelli a pannelli radianti; raggiungono inoltre i massimi rendimenti se funzionano a carico parziale; aspetto che rende queste macchine particolarmente adatte all'installazione in civile abitazione.

Per garantire le migliori prestazioni è bene inserire la caldaia in un impianto a portata variabile in grado di garantire sempre i valori minimi di temperatura dell'acqua di ritorno anche in caso di sfruttamento parziale.

Rispetto a una caldaia normale è necessario adottare degli accorgimenti tecnici legati alla natura acida dei fumi e alla loro bassa temperatura:

- il sistema di estrazione dei fumi deve essere a ventilazione forzata in quanto la bassa temperatura degli stessi non permette lo sfruttamento dell'effetto camino;
- i condotti di scarico fumi devono essere in grado di funzionare ad umido ed essere resistenti alla corrosione;
- deve essere implementato un sistema di scarico condensa, anch'esso adeguatamente resistente all'azione corrosiva delle condense acide.

L'installazione di una caldaia di questo tipo è, infine, soggetta alla detrazione IRPEF del 55%.

Il Decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 1993 divide il territorio nazionale in fasce a seconda delle loro condizioni climatiche e stabilisce per ciascuna il periodo (nell'arco dell'anno) e l'orario massimo (nell'arco del giorno) di accensione del riscaldamento.

La nostra zona rientra nella fascia E per cui l'accensione del riscaldamento è prevista nel periodo 15 Ottobre - 15 Aprile e per un massimo di 14 ore giornaliere.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Carta geografica d'Italia con la suddivisione delle zone climatiche secondo la tabulazione del decreto legislativo DPR 412/1993.

TABELLA 9- ZONE CLIMATICHE		
ZONA CLIMATICA	PERIODO DI ACCENSIONE	ORARIO CONSENTITO
A	1°dicembre – 15 marzo	6 ore giornaliere
B	1°dicembre – 31 marzo	8 ore giornaliere
C	15 novembre – 31 marzo	10 ore giornaliere
D	1° novembre – 15 aprile	12 ore giornaliere
E	15 ottobre – 15 aprile	14 ore giornaliere
F	nessuna limitazione	nessuna limitazione

B. POMPE DI CALORE

La pompa di calore è sostanzialmente una macchina termica che, analogamente a una macchina frigorifera, tramite un ciclo termodinamico inverso, è in grado di “pompare” calore da una sorgente fredda a una calda.

Un dispositivo di questo tipo è impiegabile sia nel riscaldamento che nella climatizzazione degli ambienti nonché per la produzione di acqua calda sanitaria.

L'energia che permette di effettuare il ciclo può essere di tipo elettrico/meccanico o termico, a seconda del tipo di energia utilizzata si distinguono pompe di calore:

- Elettriche a compressione
- Ad assorbimento

L'efficienza di funzionamento delle pompe di calore è differente per il funzionamento in refrigerazione o riscaldamento in quanto l'effetto utile è diverso. Esistono due parametri principali per misurarne e valutarne il rendimento: il COP e l'EER.

Riscaldamento: $COP = Q_1/L$

Raffrescamento: $EER = Q_2/L$

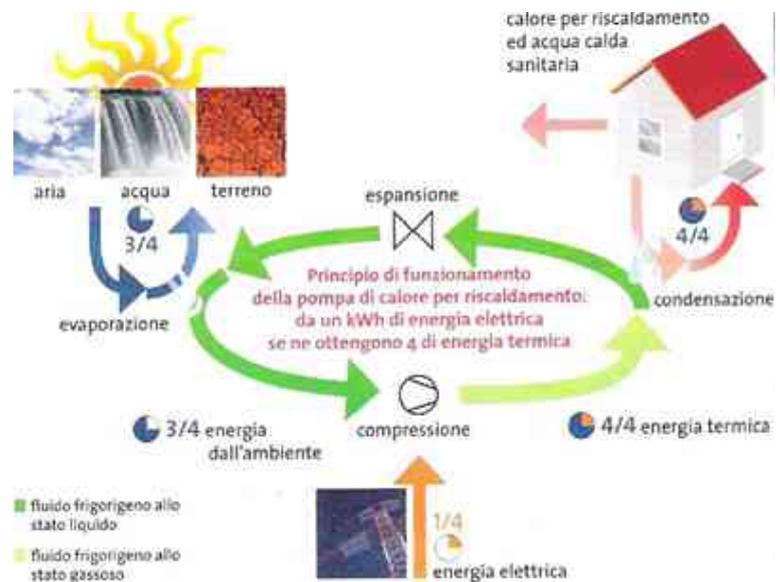
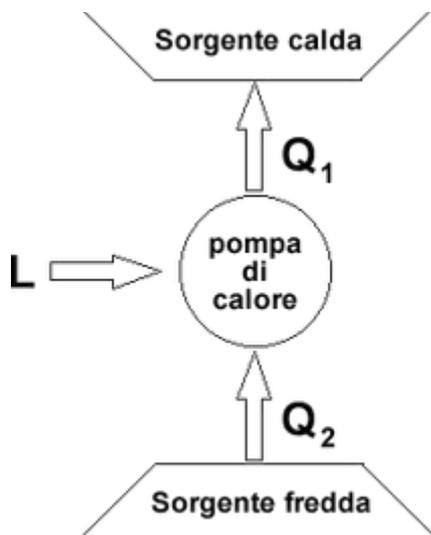
COP = Coefficient Of Performance, indica l'efficienza elettrica di una pompa di calore mentre funziona in riscaldamento

EER = Energy Efficiency Ratio, indica l'efficienza elettrica di una pompa di calore mentre funziona in raffreddamento.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Q = Energia resa
 L = Energia consumata



Con una pompa di calore a compressione si può sfruttare il calore presente nell'ambiente (acqua, aria, terreno) per il riscaldamento degli edifici.

L'aspetto fondamentale alla base dell'efficienza delle pompe di calore è che queste macchine, a differenza delle caldaie, non producono calore ma lo “pompano” da una sorgente fredda a una calda; a prescindere dalla tecnologia impiegata una pompa di calore sarà tanto più efficiente quanto più le temperature delle due sorgenti saranno vicine; la scelta della sorgente fredda, in relazione alle condizioni climatiche del luogo risulta quindi determinante.

Le sorgenti fredde comunemente utilizzate sono:

- ⇒ Aria esterna
- ⇒ Aria di recupero
- ⇒ Acque superficiali
- ⇒ Terreno
- ⇒ Acque di falda

La pompa quindi preleva il calore dall'ambiente, lo eleva di qualità tramite un ciclo termodinamico, e lo immette in un ambiente più caldo. Questa energia termica è tratta generalmente dall'ambiente esterno o da effluenti considerati non più idonei ad ulteriore recupero termico. Quindi una quota dell'energia termica resa disponibile dalla pompa di calore si può considerare di fonte rinnovabile.

L'Allegato VII alla Direttiva Europea 2009/28/CE afferma:

“La quantità di energia aerotermica, geotermica o idrotermica catturata dalle pompe di calore da considerarsi energia da fonti rinnovabili ai fini della presente direttiva, ERES, è calcolata in base alla formula seguente:”



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

$$ERES = Q_{usabile} \left(1 - \frac{1}{SPF}\right)$$

Il Seasonal Performance Factor (SPF) deve essere abbastanza elevato da risultare:

$$SPF > 1,15 \cdot \frac{1}{\eta}$$

“ η è il rapporto tra la produzione totale lorda di elettricità e il consumo di energia primaria per

la produzione di energia e sarà calcolato come media a livello UE sulla base dei dati Eurostat.”

Secondo il DM 07/04/2008 un intervento di installazione di una pompa di calore è, inoltre, soggetto a detrazione IRPEF del 55% se rispetta i valori di COP e EER riportati nell'allegato H del medesimo provvedimento legislativo.

Nelle tabelle seguenti si riportano valori relativi alle pompe di calore elettriche.

TABELLA 10- VALORI LIMITE DEI COP DELLE POMPE DI CALORE PER TIPOLOGIA DI SORGENTE FREDDA

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno °C	Ambiente interno °C	COP	
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entra:7 Bulbo umido all'entrata: 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entrata: 15	3,8	3,9
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entra:7 Bulbo umido all'entrata: 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita :35	3,9	4,1
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento > 35 kW	Bulbo secco all'entra:7 Bulbo umido all'entrata: 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita :35	3,7	3,8
salamoia/aria	Temperatura entrata = 0	Bulbo secco all'entrata:20 Bulbo umido all'entrata: 15	4,0	4,3
salamoia/acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita :35	4,0	4,3
acqua/aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura	Bulbo secco all'entrata:20 Bulbo umido	4,3	4,7



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

	uscita:12	all'entrata: 15		
acqua/acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita :35	4,4	5,1

TABELLA 11- VALORI LIMITE DEGLI EER DELLE POMPE DI CALORE PER TIPOLOGIA DI SORGENTE FREDDA

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno °C	Ambiente interno °C	EER	EER
			2008-2009	2010
aria/aria	Bulbo secco all'entra:35 Bulbo umido all'entrata: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	3,3	3,4
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entra:35 Bulbo umido all'entrata: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita :18	3,4	3,8
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento > 35 kW	Bulbo secco all'entra:35 Bulbo umido all'entrata: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita :18	3,1	3,2
salamoia/aria	Temperatura entrata = 30 Temperatura uscita:35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita :18	4,2	4,4
salamoia/acqua	Temperatura entrata = 30 Temperatura uscita:35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita :18	4,2	4,4
acqua/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita:35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entrata: 19	4,2	4,4
acqua/acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita:35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita :18	4,6	5,1

C. IMPIANTI DI RISCALDAMENTO A BASSA TEMPERATURA



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Per garantire il migliore sfruttamento, sia delle caldaie a condensazione che delle pompe di calore, è opportuno far funzionare l'impianto di riscaldamento a bassa temperatura; per fare ciò è necessario adottare corpi scaldanti che offrano elevate superfici di scambio.

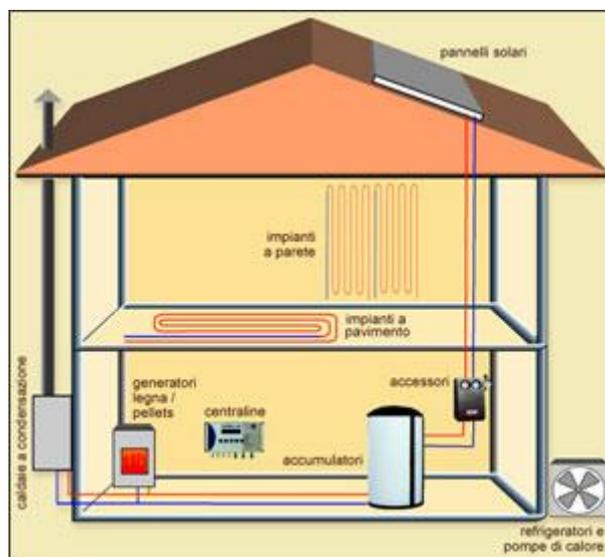
Un metodo semplice ed efficace è quello di sovradimensionare i radiatori in modo che possano garantire la copertura dei carichi degli ambienti con livelli di temperatura media più ridotti.

Un impianto così congeniato ha sicuramente un contenuto d'acqua maggiore e, consecutivamente, sarà meno rapido nel seguire le condizioni variabili dei carichi termici. Un'adeguata progettazione del sistema di regolazione potrà comunque ovviare a questo inconveniente.

D. IMPIANTI RADIANTI

Gli impianti più adatti a funzionare con acqua a bassa temperatura sono comunque gli impianti a pannelli radianti. Questa tipologia di impianto sfrutta le grandi superfici garantite da pavimenti, soffitti o pareti, per cedere calore direttamente agli oggetti, le persone e gli altri elementi strutturali, direttamente per irraggiamento. I corpi scaldati scambieranno poi calore con l'ambiente innalzando la temperatura dell'aria.

Per non compromettere il comfort degli utenti questi impianti devono garantire temperature superficiali non superiori a 29°C, è quindi adatto ad essere abbinato a pompe di calore.



È un sistema che riduce i costi d'esercizio. Risulta una riduzione di consumi di gas nell'ordine del 30-40% (ovviamente a seconda delle peculiarità di installazione e tipologia di ambienti). I costi ed i consumi si riducono ulteriormente accoppiando il sistema ad una moderna caldaia a condensazione.

Con delle opportune modifiche, l'impianto a pannelli radianti a pavimento o a parete può anche fungere da impianto per la refrigerazione estiva degli ambienti. In questo caso nelle tubazioni viene fatta circolare dell'acqua fredda a circa 10°C che garantisce



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

un ottimo refrigerio dei locali, senza dover installare condizionatori d'aria o ventilatori a soffitto, risparmiando in termini di volume e di rumore ed acquistando in termini di comfort abitativo. Per evitare la formazione di condensa e di eccessiva umidità negli ambienti è necessario però installare un sistema integrato di deumidificazione.

E. VENTILAZIONE MECCANICA

La ventilazione degli ambienti è una necessità non solo legata al comfort abitativo ma anche, e soprattutto, alle condizioni sanitarie cui vengono sottoposti i fruitori. I fattori che vanno tenuti presenti quando si parla di ventilazione sono:

- Umidità relativa;
- Concentrazione di CO₂;
- Presenza di inquinanti.

L'umidità relativa ottimale in una stanza è di circa 40-60%.

Problemi con umidità troppo bassa < 30% :

- irritazione delle vie respiratorie;
- la polvere in casa aumenta;
- il clima nelle stanze diventa molto “secco”;
- il pericolo di infezioni aumenta.

Disturbi con umidità troppo alta <70% :

- formazione di condensa nelle parti fredde della casa;
- formazione di muffa;
- problemi di odori;
- danni costruttivi.

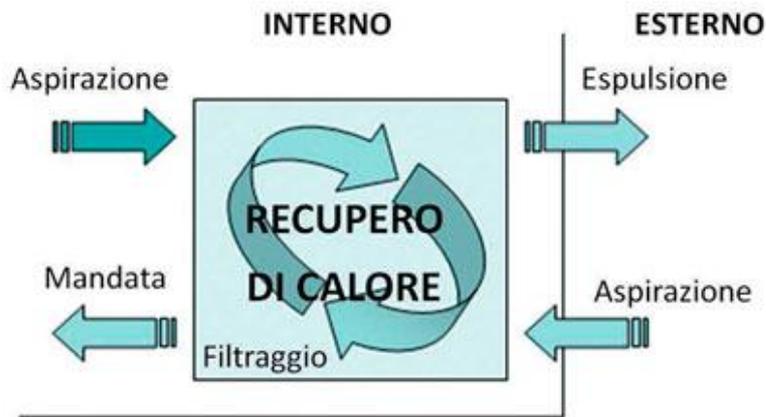
I nuovi isolamenti, le tecniche costruttive e i serramenti hanno ridotto in modo estremo l'infiltrazione naturale a scapito della qualità dell'aria interna, quindi in ambienti chiusi si ottengono, sul medio periodo, condizioni di salubrità dell'aria non accettabili.

La ventilazione naturale consiste, generalmente, nell'apertura delle finestre da parte dell'utente quando questi percepisce una riduzione nelle proprie condizioni di comfort, in una casa costruita secondo standard di efficienza energetica elevata, i consumi legati alla ventilazione naturale mantengono livelli elevati andando a ricoprire un'importanza sempre maggiore. I principali svantaggi legati alla ventilazione naturale sono:

- Scambio d'aria non controllato;
- Inquinamento dell'aria;
- Comfort termico molto basso;
- Qualità dell'aria in ambiente dipende dall'utente;
- Nessun recupero del calore;
- Nessun filtraggio;
- Formazione di muffa.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Il sistema VMC preleva l'aria esterna e la fa passare attraverso il recuperatore che, oltre a raffrescarla (in estate) o riscaldarla (in inverno), la filtra. L'aria viziata viene aspirata dall'interno ed espulsa all'esterno passando prima attraverso il recuperatore, che permette ai flussi di aria in entrata e in uscita di scambiarsi calore senza entrare in contatto.

Assicurando il ricambio di aria pulita, la VMC permette di eliminare gli odori e limitare polveri ed umidità senza dover aprire le finestre, evitando così scambi indesiderati di calore verso l'esterno.

La ventilazione meccanica controllata, meglio conosciuta come VMC, è una soluzione tecnologica con la quale viene garantita una portata d'aria di ripresa, di immissione o di entrambi con l'ausilio di ventilatori. Il settore della ventilazione meccanica controllata si può dividere in più sistemi, i quali hanno i loro vantaggi e svantaggi:

- Ventilazione a singolo flusso;
- Ventilazione a doppio flusso;
- Ventilazione con recupero del calore sensibile;
- Ventilazione con recupero del calore sensibile e latente.

Uno degli aspetti più interessanti della ventilazione meccanica è la possibilità di recuperare il calore dell'aria viziata per pre-riscaldare l'aria immessa dall'esterno riducendo così i consumi legati al condizionamento degli ambienti.

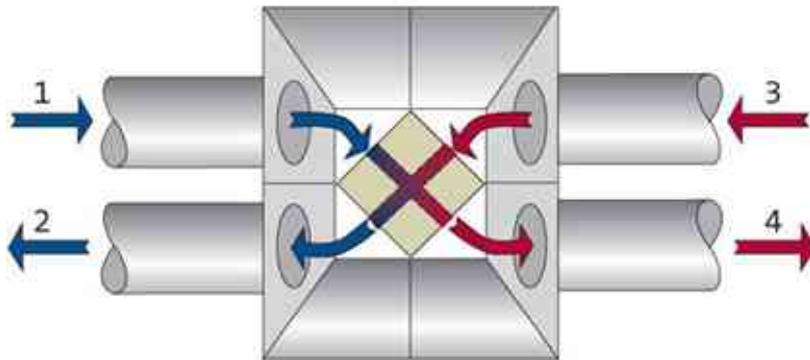
F. SCAMBIATORE DI CALORE A FLUSSO INCROCIATO

Uno scambiatore di calore a flusso incrociato scambia energia termica da una corrente d'aria ad un'altra in unità di trattamento dell'aria (AHU). Uno scambiatore di calore a flusso incrociato viene usato in un impianto di raffreddamento o ventilazione che richiede il trasferimento di calore da una corrente d'aria ad un'altra. Uno scambiatore di calore a flusso incrociato è realizzato da sottili pannelli metallici, solitamente in alluminio. L'energia termica viene scambiata attraverso i pannelli. Un tipico scambiatore di calore a flusso incrociato presenta una sezione trasversale quadrata. Presenta un'efficienza termica di 40–65%. Se sono richieste efficienze termiche maggiori (solitamente fino a 75–85 %) si possono utilizzare scambiatori di calore a controflusso o a flusso incrociato doppio.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

In alcuni tipi di scambiatore, l'aria umida può raffreddarsi fino al punto di gelo, formando ghiaccio. Il tipo a flusso incrociato è solitamente meno caro di altri tipi di scambiatori di calore. È normalmente usato quando i requisiti igienici richiedono che le due correnti d'aria siano mantenute separate l'una dall'altra. È spesso usato in recuperatori di calore in grandi mense, ospedali e nell'industria alimentare. A differenza di uno scambiatore di calore rotativo, uno scambiatore di calore a flusso incrociato non scambia l'umidità.



- 1 Aria fresca fredda
- 2 Aria viziata fredda
- 3 Aria viziata calda
- 4 Aria fresca riscaldata



APPENDICE 6 – SISTEMI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA E DEL CALORE: FONTI RINNOVABILI

Le fonti rinnovabili che possono trovare pratico impiego nell'edilizia residenziale sono soprattutto il **solare termico** e **fotovoltaico**, anche se vi può essere un impiego in certi casi anche dell'**eolico** e della **geotermia**. Le **biomasse** possono essere utilizzate, se disponibili, con alcune apparecchiature con attento controllo delle possibili emissioni inquinanti.

A. SOLARE FOTOVOLTAICO

A.1 GENERALITA'

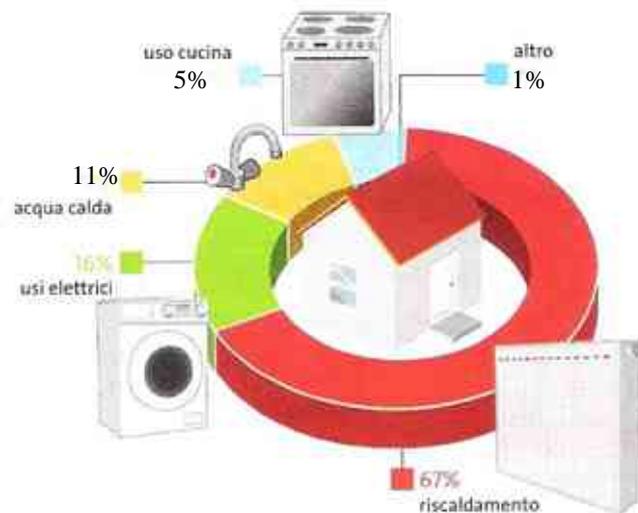
Il dispositivo elementare che è alla base della tecnologia fotovoltaica è la cella fotovoltaica costituita da un materiale semiconduttore (in genere silicio) opportunamente trattato.

Un impianto fotovoltaico è costituito da uno o più campi fotovoltaici, dai convertitori di corrente continua in corrente alternata (inverter) e dai componenti di protezione e controllo da situare in base alle normative vigenti.

Un insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o in parallelo costituisce il modulo fotovoltaico. Più moduli, connessi elettricamente fra loro in serie costituisce una stringa, più stringhe collegate in parallelo, infine, compongono un campo fotovoltaico.

Si riconoscono più tipologie di moduli fotovoltaici caratterizzati da diversi costi, rendimenti⁶ e capacità produttive raggruppabili in due tipologie principali:

- Moduli cristallini;
- Moduli a film sottile.



Consumi energetici delle abitazioni

⁶ Quando si parla di rendimento di un impianto fotovoltaico si intende la potenza generata da tale impianto per unità di superficie; la producibilità è invece la quantità di energia generabile per kW installato e dipende dall'irraggiamento medio della superficie che alloggia il pannello e dalle specifiche tecniche caratteristiche del pannello stesso.

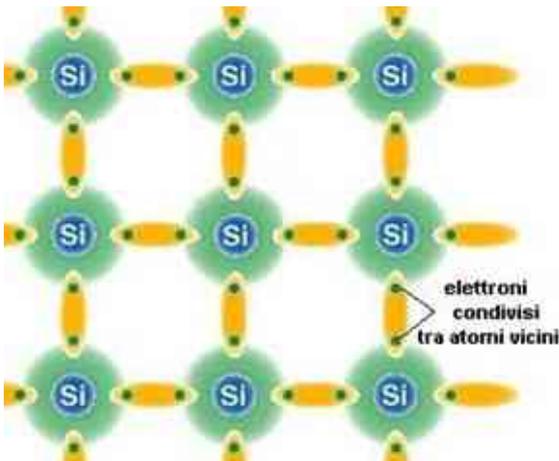


in Italia

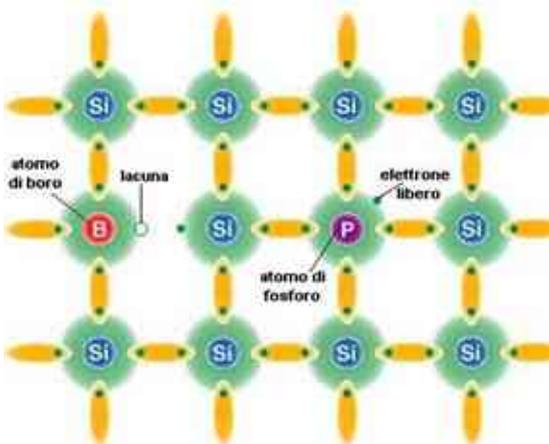
Moduli Cristallini

I moduli in silicio mono o policristallino rappresentano la maggior parte del mercato. Sono tecnologie costruttivamente simili e prevedono che ogni cella fotovoltaica sia cablata in superficie con una griglia di materiale conduttore che ne canalizzi gli elettroni. Ogni singola cella viene connessa alle altre mediante nastri metallici, in modo da formare opportune serie e paralleli elettrici. La necessità di silicio molto puro attraverso procedure di purificazione dell'ossido di silicio (SiO_2 , silice) presente in natura fa salire il costo della cella fotovoltaica.

- Moduli monocristallini: in cui ogni cella è realizzata a partire da un wafer la cui struttura cristallina è omogenea (monocristallo), opportunamente drogata in modo da realizzare una giunzione p-n. Sono le celle con il miglior rendimento, circa il 15%, ma sono in grado di assorbire solo la radiazione diretta.
- Moduli policristallini: in cui il wafer di cui sopra non è strutturalmente omogeneo ma organizzato in grani localmente ordinati. Sono caratterizzati da un rendimento inferiore ai moduli monocristallini, circa il 13%, ma sono producibili da materia prima riciclata garantendo costi di produzione ridotti. Come i moduli monocristallini non sono in grado di convertire la radiazione diffusa.



L'atomo di silicio possiede 14 elettroni, quattro dei quali sono elettroni di valenza, che quindi possono partecipare alle interazioni con altri atomi, sia di silicio sia di altri elementi. In un cristallo di silicio puro ogni atomo è legato ad altri quattro atomi. Quando un cristallo di silicio è colpito dalla luce, qualcuno degli elettroni condivisi può "saltare" lasciando una lacuna.

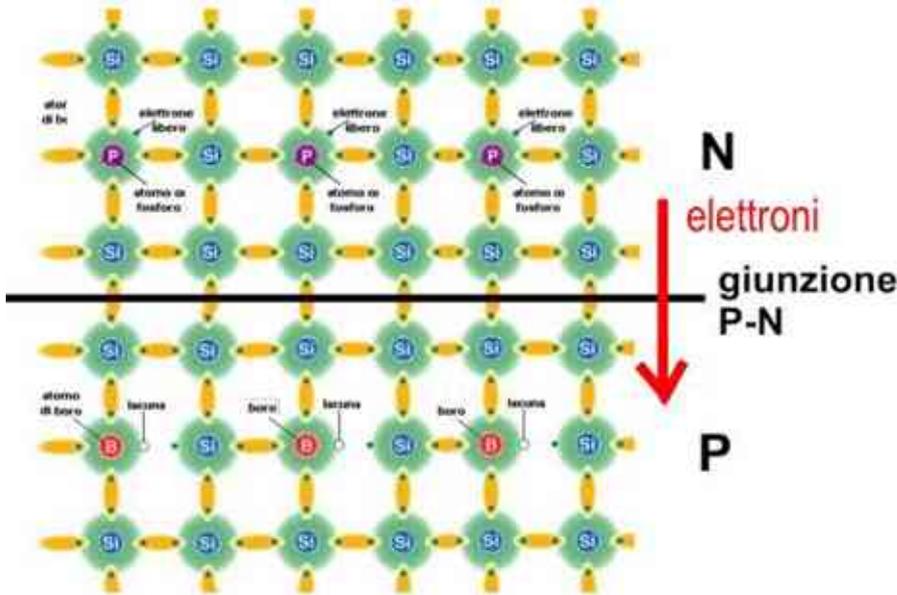


Per drogare il silicio si inseriscono nel reticolo del cristallo atomi appartenenti al terzo o al quinto gruppo del sistema periodico degli elementi, in modo da ottenere due strutture differenti, una con un numero di elettroni insufficiente, l'altra con un numero di elettroni eccessivo.

Generalmente si utilizzano il **boro** ed il **fosforo**.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Un atomo di boro dispone di soli tre elettroni di valenza, quindi nel punto dove viene inserito si forma una lacuna (manca un elettrone di legame). Un atomo di fosforo invece dispone di cinque elettroni di valenza, quindi nel punto dove viene inserito ci sarà un elettrone libero che non riesce a legarsi a nessun atomo di silicio. Il silicio drogato con boro (con eccesso di lacune) viene chiamato di **tipo p**, mentre quello drogato con fosforo (con eccesso di elettroni) viene chiamato **tipo n**.

Moduli a film sottile

I moduli fotovoltaici a film sottile hanno la caratteristica di riuscire ad avere buone rese anche in condizioni di luce diffusa, inoltre i costi di produzione sono inferiori rispetto alla tecnologia con celle in silicio cristallino.

- Silicio amorfo: gli atomi di silicio vengono depositi chimicamente in forma amorfa, ovvero strutturalmente disorganizzata, sulla superficie di sostegno. Questa tecnologia impiega quantità molto esigue di silicio (spessori dell'ordine del micron). I moduli in silicio amorfo mostrano in genere una efficienza meno costante delle altre tecnologie rispetto ai valori nominali, pur avendo garanzie in linea con il mercato. A parità di potenza installata forniscono una maggiore produzione annua in quanto sono in grado di sfruttare anche la radiazione diffusa.
- Tellururo di cadmio (CdTe): viene utilizzato principalmente per la costruzione delle celle solari: si tratta di un semiconduttore con caratteristiche simili all'arseniuro di gallio o silicio ma meno costoso. L'efficienza è dell'ordine 15% (max), su moduli 10%. Si deposita uno strato semiconduttore di tellururo di cadmio tra due sottili lastre di vetro che vengono poi sigillate ermeticamente.

Il materiale CdTe è, a temperatura ambiente, stabile. La pericolosità sta nell'inalazione che può avvenire solo in determinati momenti dell'attività produttiva o durante le fasi di smaltimento. Nell'ambito del campo fotovoltaico, si garantisce l'incapsulamento del materiale anche in caso di incendio grazie alle lastre di vetro che ne eliminano la possibilità di dispersione. È un materiale altamente riciclabile se usato nel campo del PV.

Tecnologie avanzate



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Lo sviluppo della tecnologia fotovoltaica sta andando nella direzione di ridurre la limitazione legata alla selettività delle proprietà di assorbimento dei semiconduttori di cui sono costituiti i pannelli. Le celle a multi giunzione permettono, tramite la sovrapposizione di più strati diversi, di combinare i benefici legati ai moduli cristallini e a quelli a film sottile. Contemporaneamente sono in studio moduli costituiti da materiali organici caratterizzati da ridotti costi di produzione e buone prestazioni di conversione.

Esposizione e installazione dei moduli FV

La corretta esposizione all'irraggiamento solare dei moduli fotovoltaici rappresenta un fattore chiave ai fini della prestazione dell'impianto.

La decisione in merito alla fattibilità tecnica si basa sull'esistenza nel sito d'installazione dei seguenti requisiti, che dovranno essere verificati dal progettista/installatore in sede di sopralluogo:

- disponibilità dello spazio necessario per installare i moduli (occorre uno spazio netto di circa 8 - 10 m² per ogni kWp di potenza, se i moduli sono installati in maniera complanare alle superfici di pertinenza di edifici; occorre uno spazio maggiore se l'impianto è installato in più file successive su strutture inclinate collocate su superfici piane);
- corretta esposizione ed inclinazione dei moduli.

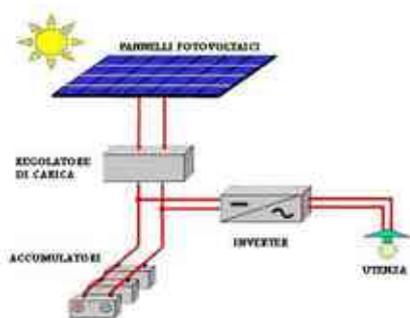
Le condizioni ottimali per Filattiera sono:

- esposizione SUD (accettata anche SUD-EST, SUD-OVEST, con limitata perdita di produzione);
- inclinazione 30-35° gradi, ma anche 15° e 45° con limitata perdita di produzione;
- assenza di ostacoli in grado di creare ombreggiamento.

Nella valutazione della tecnologia migliore da scegliere è importante tenere presente che l'impianto dovrà essere dimensionato in modo da coprire quanto possibile i consumi annui di energia dell'utenza a cui sarà allacciato; in condizioni di orientamento non ottimale può essere preferibile l'installazione di moduli a film sottile in grado di garantire, a fronte di una minore potenza di picco, una maggiore produzione annua.

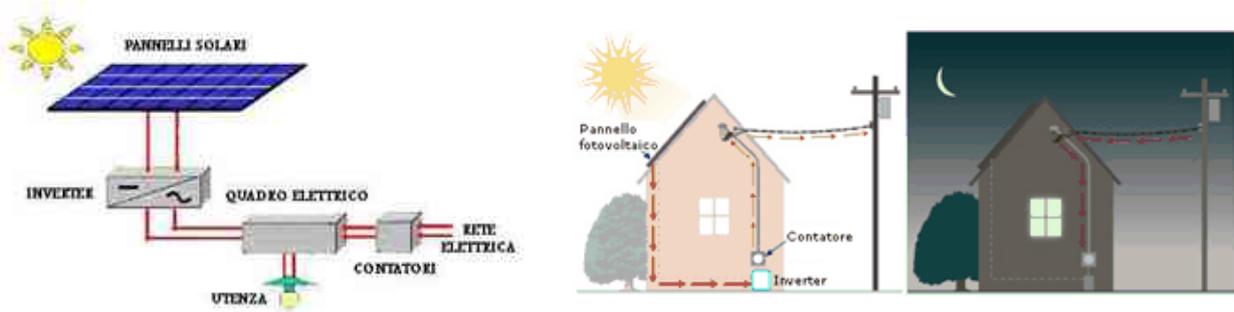
Sistemi isolati e sistemi connessi alla rete

In base alla distanza dalla rete l'impianto fotovoltaico può funzionare a isola o connesso alla rete.





Sistema isolato (stand alone)



Sistema in rete (grid connected)

Il primo sistema lo troviamo in utenze isolate e lontane dalla rete elettrica. In questo caso avremo quindi il sistema fotovoltaico che genera corrente elettrica ed una batteria o accumulatore che servirà appunto per l'accumulo dell'energia elettrica prodotta.

Il sistema fotovoltaico in rete invece non necessita di batteria in quanto l'energia prodotta viene direttamente convogliata nella rete elettrica che funziona virtualmente da accumulatore infinito.

Un impianto fotovoltaico per poter funzionare correttamente ha bisogno dell'installazione di una serie di dispositivi, elettrici ed elettronici, di trasformazione ed adattamento; le parti che costituiscono un impianto fotovoltaico sono le seguenti: generatore, cablaggi, connessioni, diodi, dispositivi di sicurezza, sezionatore di circuito, accumulatori (nel caso di impianti isolati).

Ciascuno di questi componenti introduce delle perdite nel sistema nel loro complesso chiamate BOS (Balance Of System), diverse a seconda del tipo di applicazione del sistema fotovoltaico (per i tipici impianti impiegati in edilizia è possibile assumere che le perdite dovute al BOS siano pari al 15% circa).

L'inverter

Un componente fondamentale dell'impianto fotovoltaico è costituito dall'inverter. Il generatore fotovoltaico produce, infatti, corrente continua con valori di tensione variabili in funzione delle condizioni in cui l'impianto opera; è necessario quindi anteporre all'immissione in rete dell'energia sviluppata un inverter che converta la corrente continua in corrente alternata a 50Hz e tensione adeguata al punto di immissione. L'inverter garantisce inoltre il funzionamento dell'impianto alle condizioni di massima potenza erogata.

Gli inverter dedicati alle applicazioni fotovoltaiche devono rispondere a requisiti che ne attestino l'elevata affidabilità ed efficienza, il basso costo e dimensioni e peso contenuti. La maggior parte degli inverter di ultima generazione impiega semiconduttori di tipo IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) oppure MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor). La tecnologia di realizzazione dei dispositivi si basa quasi esclusivamente su gruppi a commutazione forzata, che utilizzano la tecnica di modulazione degli impulsi (PWM, Pulse Width Modulation). Oltre all'inseguimento del punto di massima potenza (MPPT) è importante che nei sistemi connessi alla rete ci sia sincronizzazione con la frequenza di rete. Inoltre, nel



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

caso la rete pubblica venga disalimentata, per esempio per un guasto o per manutenzione programmata, l'impianto deve escludersi automaticamente, per evitare che la rete stessa venga mantenuta in tensione dall'impianto fotovoltaico. Per questo, la normativa tecnica prescrive l'installazione di un set omologato di protezioni di minima e massima tensione e frequenza denominate **protezioni di interfaccia**.

Riferimenti normativi

Il Conto Energia è il programma che incentiva in conto esercizio l'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici connessi alla rete elettrica.

Questo sistema di incentivazione è stato introdotto in Italia nel 2005, con il Decreto Ministeriale del 28 luglio 2005 (*Primo Conto Energia*) ed è attualmente regolato dal Decreto Ministeriale del 05 maggio 2011 (*Quarto Conto Energia*). Il Quarto Conto Energia si applica agli impianti che entrano in esercizio in data successiva al 31 maggio 2011 e sino al 31 dicembre 2016.

Il meccanismo di incentivazione consiste nell'erogazione di una tariffa incentivante proporzionale all'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza minima di 1 kW collegati alla rete elettrica. La tariffa incentivante, differenziata a seconda della potenza e della tipologia dell'impianto, è riconosciuta per un periodo di 20 anni.

Per impianti che entrano in esercizio entro il 31 dicembre 2012, il meccanismo di incentivazione prevede la remunerazione della totalità dell'energia elettrica prodotta e la possibilità di valorizzare l'energia elettrica immessa nella rete elettrica attraverso lo Scambio sul Posto, il Ritiro Dedicato o la vendita attraverso il Mercato elettrico.

A decorrere dal primo semestre 2013 le tariffe incentivanti assumeranno valore onnicomprensivo sull'energia immessa nella rete elettrica. Sulla quota di energia autoconsumata sarà attribuita una tariffa specifica.

Possono beneficiare del Conto Energia le persone fisiche, le persone giuridiche, i soggetti pubblici, gli enti non commerciali e i condomini di unità abitative e/o di edifici.

Viene incentivata l'architettura sostenibile e sono premiati con incentivi maggiorati gli interventi di bonifica, l'incremento dell'efficienza e il risparmio energetico negli edifici pubblici e privati di qualsiasi destinazione d'uso.

Il Gestore dei Servizi Elettrici (GSE), attraverso la "*Guida alla richiesta degli incentivi per gli impianti fotovoltaici*" e la "*Guida alle applicazioni innovative per l'integrazione architettonica del fotovoltaico*", ha stabilito dei criteri affinché l'impatto estetico derivante dall'utilizzo di questa tecnologia possa essere ridotto al minimo, cercando l'integrazione armoniosa nel costruito e rispettando gli equilibri estetici e compositivi dell'architettura.

Il Decreto definisce una classificazione semplificata degli impianti fotovoltaici, prevedendo la distinzione tariffaria tra due sole tipologie di intervento:

- impianti fotovoltaici "sugli edifici", comprende tutte le tipologie di installazione precedentemente ricadenti nelle tipologie relative alla parziale e alla totale integrazione;
- impianti su pergole o tettoie;



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

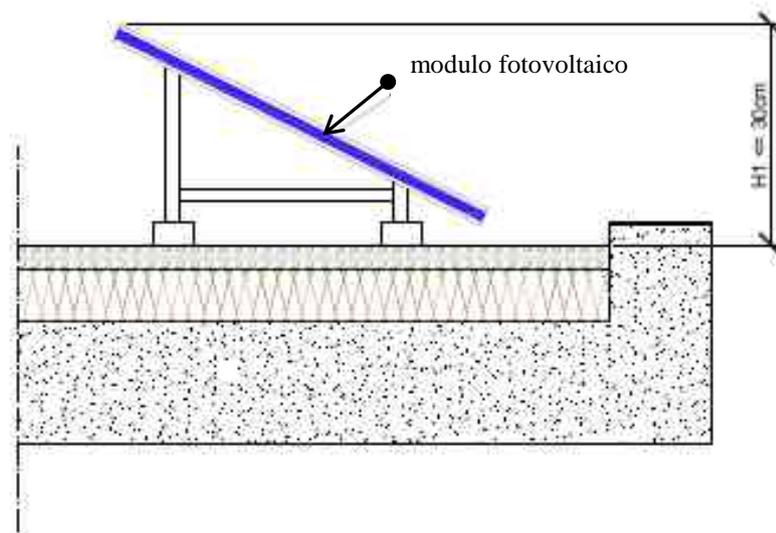
- “altri impianti”, ovvero tutti gli impianti fotovoltaici non ricadenti nella precedente tipologia, ivi inclusi gli impianti a terra;
- impianti fotovoltaici integrati con caratteristiche innovative.

A.2 IMPIANTI FOTOVOLTAICI SUGLI EDIFICI

Moduli fotovoltaici installati su tetti piani ovvero su coperture con pendenze fino a 5°.

In questa modalità di installazione rientrano gli impianti fotovoltaici installati su tetti piani (cioè i lastrici solari orizzontali non abitabili), su terrazze (cioè le superfici piane di copertura utilizzabili e praticabili) e su superfici di copertura sub orizzontali con pendenza dell'elemento di tenuta fino a 5°.

Qualora non sia presente una balaustra perimetrale l'altezza massima dei moduli rispetto al piano non deve superare i 30 cm.



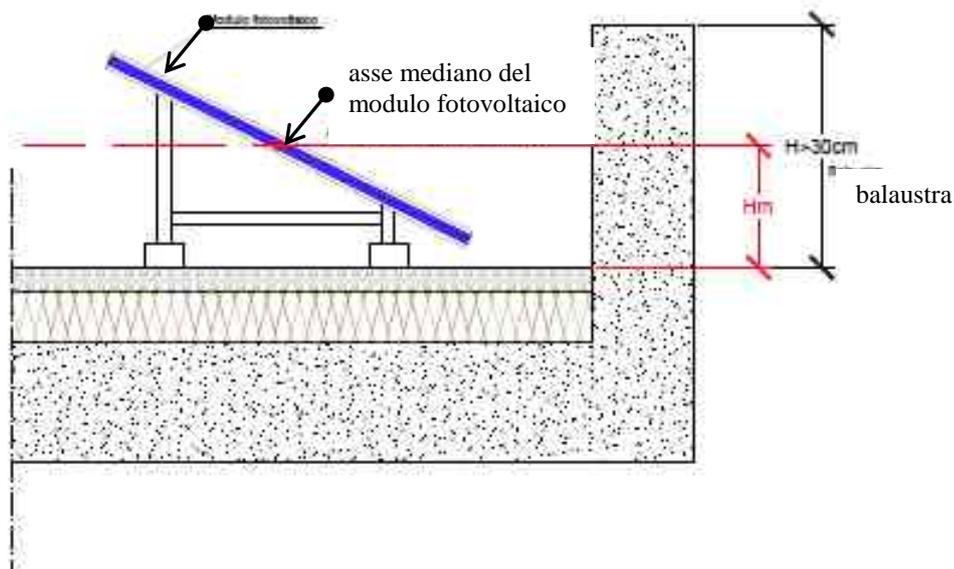
Caso 1, $H \leq 30$ cm – Schema esemplificativo di un'installazione idonea alla classificazione dell'impianto fotovoltaico nella categoria “su edifici”.

In caso di presenza di una balaustra, l'altezza H_m del modulo fotovoltaico o della schiera dei moduli fotovoltaici, misurata da terra fino all'asse mediano degli stessi, non deve superare l'altezza della balaustra perimetrale misurata nel suo punto più basso (Figura sotto).

modulo fotovoltaico



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Caso 2, $H > 30 \text{ cm}$ – Schema esemplificativo di un'installazione idonea alla classificazione dell'impianto fotovoltaico nella categoria "su edifici".



Esempi di coperture piane con installazioni di pannelli fotovoltaici

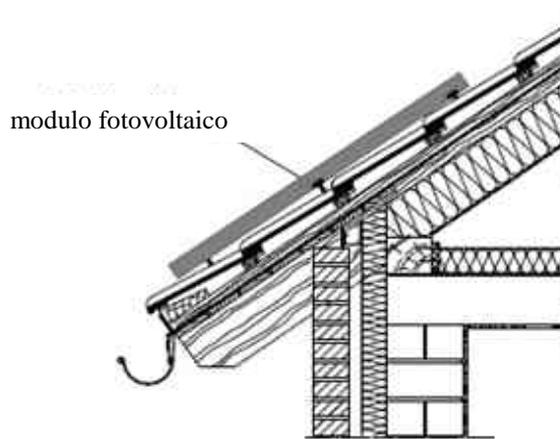
Moduli fotovoltaici installati su tetti a falda.

I moduli devono essere installati in modo complanare alla superficie del tetto con o senza sostituzione della medesima superficie.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

I moduli, al fine di risultare complanari, dovranno essere montati mantenendo la stessa inclinazione della superficie che li accoglie; è necessario, inoltre, che la distanza tra la superficie dei moduli e la superficie di copertura sia ridotta al minimo indispensabile. In ogni caso, i moduli non dovranno sporgere rispetto alla falda di copertura.



Esempio di schema costruttivo di un impianto fotovoltaico installato su tetto a falda classificabile nella categoria “su edifici”.





..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Esempi di coperture a falde inclinate con moduli fotovoltaici installati in modo complanare alla superficie del tetto senza sostituzione della medesima superficie.





INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Esempi di coperture a falde inclinate con moduli fotovoltaici installati in modo complanare alla superficie del tetto con sostituzione della medesima superficie.

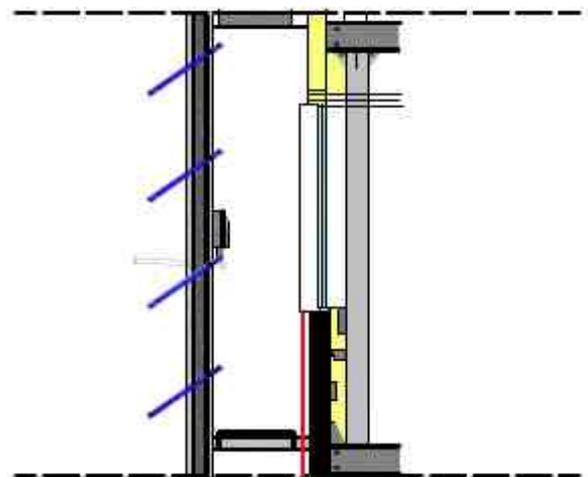
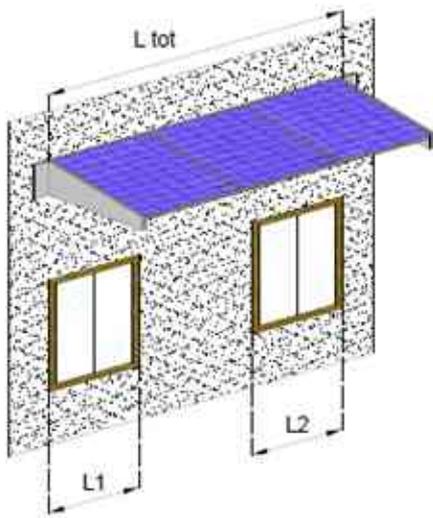
Moduli fotovoltaici installati in qualità di frangisole.

I moduli sono collegati alla facciata al fine di produrre ombreggiamento e schermatura di superfici trasparenti.

Con riferimento alla figura sottostante e in conformità alla definizione del capitolo 2, dovrà essere rispettata la seguente relazione:

$$L_{tot} \leq 2 \sum_{i=1}^n L_i$$

Dove n è il numero di superfici trasparenti sottese al frangisole fotovoltaico e L_{tot} la lunghezza dell'impianto.



Parametri geometrici per il rispetto delle regole per il frangisole fotovoltaico

Schema costruttivo di un frangisole fotovoltaico



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Frangisole sovrapposti alle facciate - Il frangisole fotovoltaico ha la duplice funzione di regolare luminosità e temperatura all'interno degli ambienti e di trasformare direttamente l'energia solare in energia elettrica.

In questa categoria rientrano tutti quegli elementi schermanti il cui design sia stato studiato opportunamente per l'alloggio dei moduli e il percorso dei cavi elettrici.

L'inserimento dovrà risultare armonioso in relazione alla forma complessiva dell'edificio.

Moduli fotovoltaici installati su tettoie o pensiline

Perché un impianto fotovoltaico possa essere considerato installato su una tettoia o una pensilina i pannelli devono costituire elementi costruttivi della stessa; inoltre, il punto più basso di detta struttura deve essere almeno alto 2m.





Esempi di impianti fotovoltaici installati su tettoie e pensiline.

Impianto fotovoltaico integrato con caratteristiche innovative:

Impianto fotovoltaico che utilizza moduli e componenti speciali, sviluppati specificatamente per sostituire elementi architettonici, e che risponde ai requisiti costruttivi e alle modalità di installazione indicate nella “*Guida alle applicazioni innovative finalizzate all’integrazione architettonica del fotovoltaico*” pubblicata dal GSE sul proprio sito internet.

Al fine di accedere agli incentivi di cui sopra, gli impianti fotovoltaici dovranno utilizzare moduli e componenti con le seguenti caratteristiche:

1. moduli e componenti speciali, sviluppati specificatamente per integrarsi e sostituire elementi architettonici di edifici, quali:

- a) coperture degli edifici;
- b) superfici opache verticali;
- c) superfici trasparenti o semitrasparenti;
- d) superfici apribili e assimilabili quali porte, finestre e vetrine anche se non apribili comprensive degli infissi.

2. moduli e componenti che abbiano significative innovazioni di carattere tecnologico;

3. moduli progettati e realizzati industrialmente per svolgere, oltre alla produzione di energia elettrica, anche funzioni architettoniche fondamentali quali:

- a) protezione e regolazione termica dell’edificio;
- b) tenuta all’acqua e impermeabilizzazione della struttura edilizia sottesa;
- c) tenuta meccanica comparabile con l’elemento edilizio sostituito.

I moduli, inoltre, dovranno essere installati secondo le seguenti modalità:

- i moduli devono sostituire componenti architettonici degli edifici;
- i moduli devono comunque svolgere una funzione di rivestimento di parti dell’edificio, altrimenti svolta da componenti edilizi non finalizzati alla produzione di energia elettrica.

Nella presente si è cercato di semplificare l’identificazione delle tipologie ammesse agli incentivi con schemi grafici tipologici. Conseguentemente chi utilizzerà la tecnologia



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

fotovoltaica dovrà seguire le indicazioni/prescrizioni di cui sopra, se vorrà ottenere le agevolazioni di cui al Tit. X del Regolamento Edilizio.



Esempio di pareti e lucernari costruiti con pannelli fotovoltaici

B. SOLARE TERMICO

B.1 GENERALITA'

La tecnologia solare termica consente di sfruttare la radiazione solare per produrre energia termica attraverso il riscaldamento di un fluido. I pannelli (o collettori) termici trasformano l'energia solare in calore, che può essere sfruttato, ad esempio, per attivare turbine di speciali centrali elettriche, oppure per eseguire trattamenti industriali e agricoli, oppure più semplicemente per produrre acqua calda sanitaria e riscaldare ambienti.

Le principali applicazioni in edilizia riguardano la produzione di acqua calda sanitaria (acs) a cui si può affiancare, in alcuni casi, l'integrazione del riscaldamento.

I principali componenti di un impianto solare termico al servizio di un'abitazione o di un edificio civile in genere sono:

- collettori solari;
- circuito di circolazione;
- bollitore.

In particolare l'art. 23, comma 2 della L.R. 39/2005, come successivamente modificata, prescrive che per i nuovi edifici e per le ristrutturazioni urbanistiche vi è obbligo di installare impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria pari ad almeno il 50% del fabbisogno annuale, fatto salvo documentati impedimenti tecnici.

ABITAZIONI CIVILI	
Comfort elevato	75 l/(persona/giorno)
Comfort medio	50 l/(persona/giorno)
Comfort basso	35 l/(persona/giorno)
Lavatrice	10-20 l/(1 lavaggio)



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

	giorno)
Lavastoviglie	10-20 l/(1 lavaggio giorno)
PENSIONI E AGRITURISMO	
Livello elevato	75 l/(persona/giorno)
Livello medio	50 l/(persona/giorno)
HOTEL E RISTORANTI	
Comfort elevato	75 l/(persona/giorno)
Comfort medio	50 l/(persona/giorno)
Comfort basso	35 l/(persona/giorno)
TABELLA 12- FABBISOGNO GIORNALIERO DI ACQUA CALDA A 45 °C	

Collettori solari

I collettori solari andranno dimensionati per garantire almeno il soddisfacimento dei requisiti minimi di copertura dei consumi prescritti dalla normativa.

Italia Nord	1,2 m ²	per fabbisogno 50 l/giorno
Italia Centro	1,0 m ²	per fabbisogno 50 l/giorno
Italia Sud	0,8 m ²	per fabbisogno 50 l/giorno
Nota: Per pannelli a tubi sottovuoto, le superfici sopra riportate possono essere ridotte del 20%		
TABELLA 13- SUPERFICI NETTE PANNELLI PIANI CORRELATE AL FABBISOGNO GIORNALIERO DI ACQUA CALDA A 45°C		

L'ambiente circostante può indurre ombre sui pannelli, riducendo in tal modo la loro resa. Pertanto, prima di decidere dove installare i pannelli, bisogna verificare l'esistenza di ostacoli in grado di impedire o limitare l'irraggiamento diretto: ostacoli, ad esempio, costituiti da edifici, muri, alture o anche da vegetazione d'alto fusto.

I pannelli solari devono essere installati su superfici in grado di garantire una buona insolazione, un ancoraggio sicuro e un'adeguata manutenzione. Per ottenere una buona insolazione sono tre gli aspetti da considerare:

1. la formazione di possibili zone d'ombra;
2. l'angolo di orientamento dei pannelli;
3. il loro angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale.

Le principali tipologie di collettori solari sono:

- collettore solare piano
- collettore solare a tubi sotto vuoto

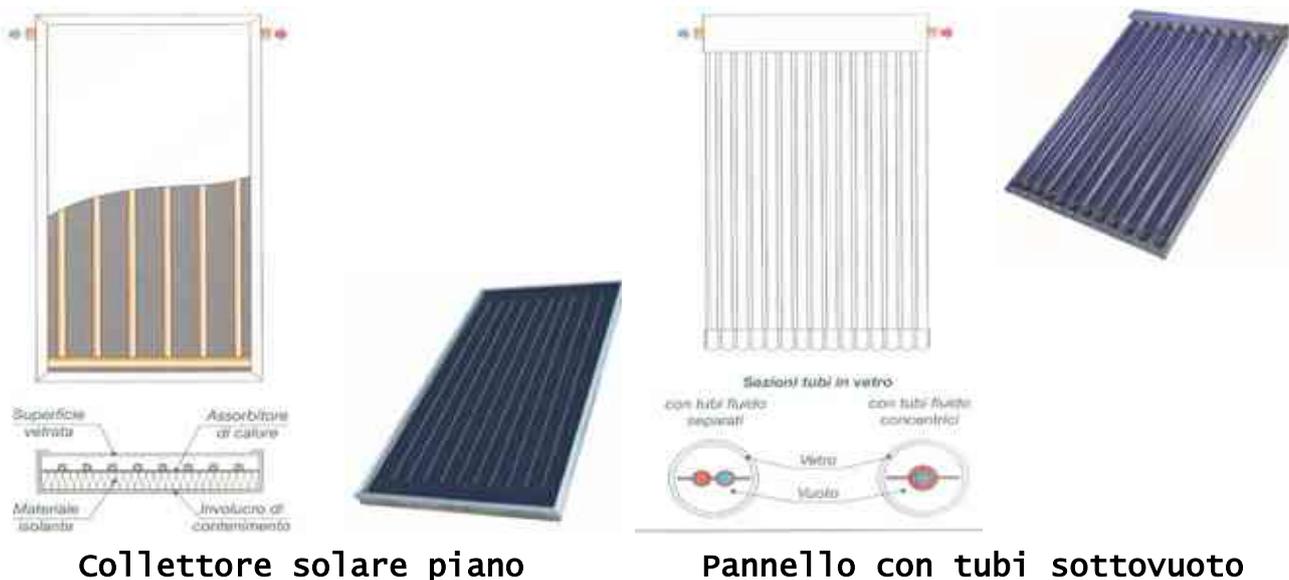
Il collettore solare piano è il prodotto più diffuso ed è costituito da:



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- un **assorbitore metallico** (in rame, alluminio o acciaio) che incorpora anche i tubi di passaggio del fluido vettore;
- una **lastra in vetro o in plastica** con buona trasparenza alle radiazioni emesse dal sole ed elevata opacità a quelle emesse dall'assorbitore;
- un **pannello di materiale isolante**, posto sotto l'assorbitore;
- un **involucro di contenimento** per proteggere i componenti di cui sopra e limitare le dispersioni termiche del pannello.

Il **collettore solare a tubi sottovuoto** è costituito da una serie di tubi in vetro sottovuoto all'interno dei quali sono posti assorbitori. È una tecnica costruttiva che consente di limitare le dispersioni termiche dei pannelli ottenendo così migliori prestazioni in termini di produzione di acqua calda ma è sottoposto al rischio di surriscaldamento durante la stagione estiva se installato in climi temperati



Circuito di circolazione

Il circuito di circolazione è costituito dall'insieme di componenti idraulici capaci di far fluire il fluido vettore all'interno dei pannelli e di portare il calore al bollitore. L'energia termica viene poi ceduta all'acqua nel serbatoio generalmente tramite una serpentina. Il fluido vettore può essere costituito da acqua addizionata a glicole o da semplice acqua, nel secondo caso l'impianto deve prevedere dei meccanismi che impediscano il congelamento dell'acqua durante la stagione invernale.

La circolazione del fluido vettore può essere di tipo naturale o forzata.

La **circolazione naturale** avviene senza aiuto di pompe. Il fluido vettore, riscaldandosi all'interno dei pannelli, diventa più leggero del fluido contenuto nei serbatoi. Naturalmente affinché una simile circolazione possa avvenire i serbatoi di accumulo devono essere posti più in alto dei pannelli, come indicato nei due schemi sotto riportati.

La **circolazione forzata** avviene, invece, con l'aiuto di pompe che si innescano quando nei pannelli il fluido vettore si trova ad una temperatura più elevata rispetto a quella dell'acqua contenuta nei serbatoi d'accumulo. Ovviamente in questi impianti non ci



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

essere applicate anche alla progettazione e installazione di pannelli solari termici. Anche in questo caso saranno valide le indicazioni di carattere visivo e costruttivo; ciò significa che i pannelli dovranno essere installati in modo armonico con l'edificio oggetto dell'intervento, e che tutti i sistemi tecnologici di supporto (cavi, tubi e serbatoi) dovranno essere posizionati in modo ottimale senza pregiudicare il pregio estetico dell'edificio.



Pannelli solari rispettivamente piano e a tubi sottovuoto installati in modo complanare alla copertura. Questo tipo di installazione presuppone un sistema a circolazione forzata oppure un sistema a circolazione naturale con serbatoio di accumulo posizionato nel sottotetto ad una quota più alta rispetto al pannello stesso.



Pannelli solari del tipo sottovuoto installati su supporto inclinato.

Pannelli solari piani a circolazione naturale con serbatoio di accumulo esterno.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Installazioni a terra su supporto inclinato rispettivamente di un collettore piano e di un pannello a tubi sottovuoto, entrambi a circolazione naturale.



Installazione a terra su supporto inclinato di un sistema di pannelli del tipo sottovuoto.

Esempio di tetto con installati sia un impianto solare fotovoltaico che un impianto solare termico.

Alla luce di quanto sopra, in relazione alla modalità di attribuzione dei punteggi, di cui alla successiva Appendice 6, si veda quanto segue:

- a. chi utilizzerà la tecnologia solare termica non integrata architettonicamente (vedi Guida GSE, sopra citata - *Casi studio ritenuti non idonei per la tariffa incentivante richiesta*) otterrà 1 punto;
- b. chi utilizzerà la tecnologia solare termica parzialmente integrata otterrà 2 punti;
- c. chi utilizzerà la tecnologia solare termica integrata totalmente otterrà 3 punti.

C. GENERATORI EOLICI

Caratterizzazione anemometrica del Comune di Filattiera

Per la caratterizzazione anemometrica del Comune di Filattiera si dispone della mappa desunta dall'atlante del CESI Università di Genova e delle carte estratte dal sistema *WIND-GIS per la valutazione del potenziale eolico della Regione Toscana*,



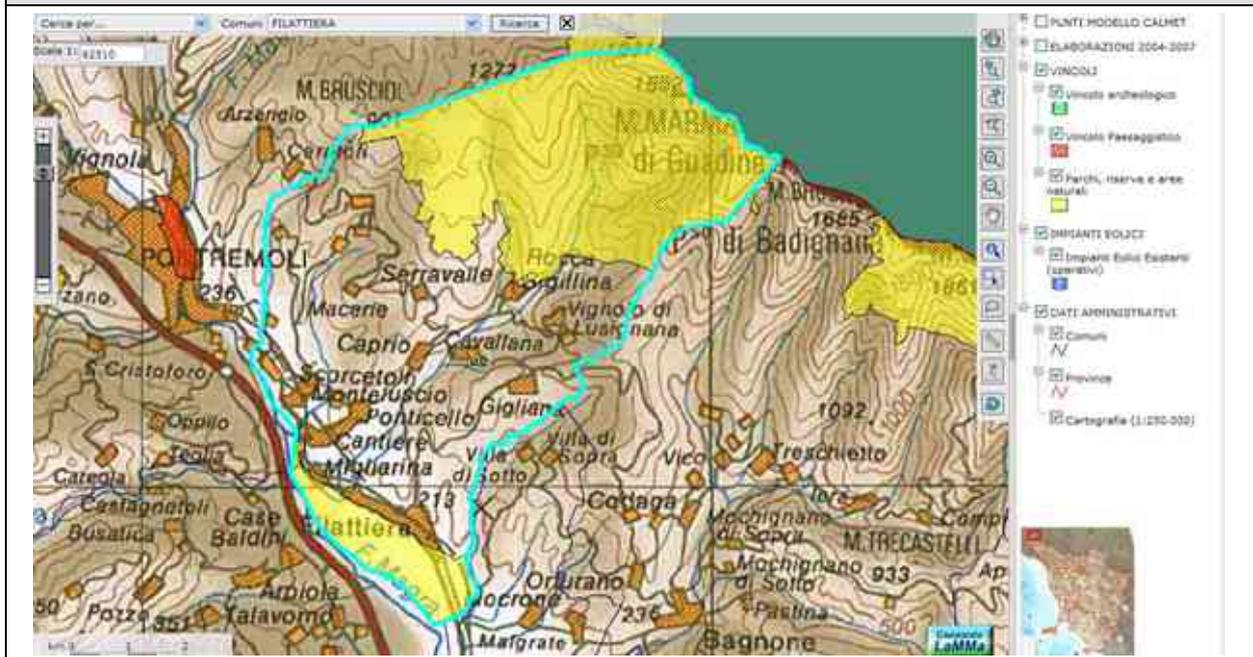
INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

realizzato dal Consorzio LaMMA (Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica ambientale per lo sviluppo sostenibile) su commissione della Regione Toscana – Settore Miniere ed Energia.

Per avere una valutazione delle condizioni di ventosità del Comune di Filattiera, di seguito si riporta una serie di carte estratte dal suo citato sistema WIND-GIS. Sulla base anemologica costituita dai dati dell'archivio meteorologico, il sistema fornisce alla quota di 75 m dal suolo le mappe di sintesi delle grandezze anemologiche ed energetiche per il territorio della Toscana ed un'analisi di dettaglio sui punti del dominio di studio, effettuata con una risoluzione di 2 Km. La base anemologica copre un periodo di 4 anni (dal 01/01/2004 al 31/12/2007). Essa è costituita dalle stime orarie del modello prognostico WRF alla risoluzione di 10 Km, di seguito riscalate a quella di 2 Km attraverso il modello diagnostico CALMET.

La cartografia seguente mostra una prima caratterizzazione del territorio comunale in relazione ai vincoli presenti sul territorio e alle condizioni di ventosità.

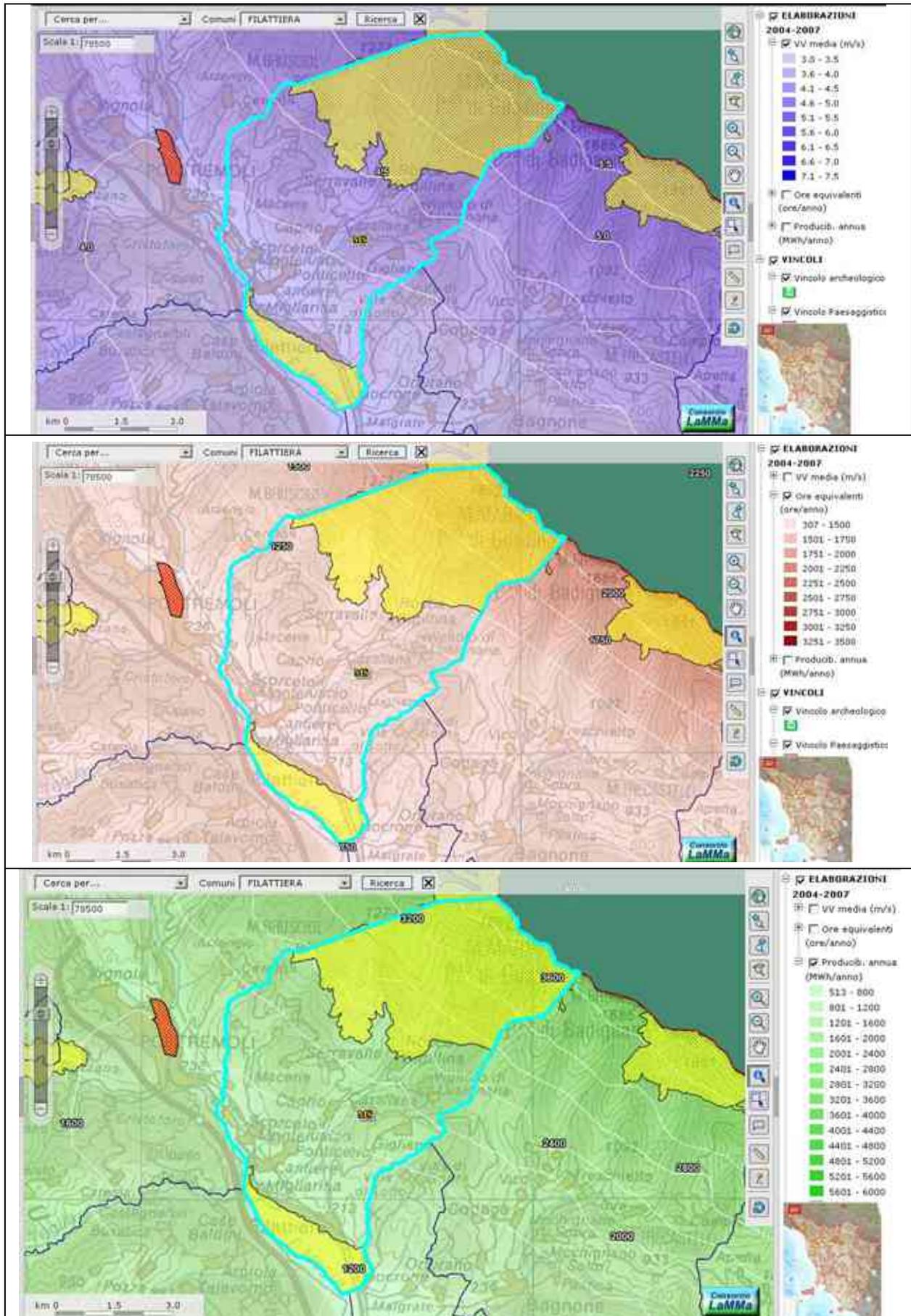
COMUNE DI FILATTIERA – In sequenza: Carta dei vincoli, Carta della velocità media del vento (m/s), Carta delle ore equivalenti (ore/giorno), Carta della producibilità annua (MWh/anno). Fonte: Sistema WIND-GIS per la valutazione del potenziale eolico della Regione Toscana - Consorzio LaMMA



La carta dei vincoli evidenzia due zone parco, quella più grande in posizione nord-orientale (superficie=1088,3 ha), appartiene al Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano, mentre quella più piccola sud-occidentale è l'ANPIL (Area Naturale Protetta di Interesse Locale) del Fiume Magra ed ha un'estensione di 311 ha.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO





INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Mentre la carta della velocità media del vento deriva da un'analisi di tipo anemologico, le carte delle ore equivalenti e della producibilità annua risultano da un'analisi della producibilità eolica. In particolare le *ore equivalenti annue a potenza nominale* sono il numero di ore annue di funzionamento dell'impianto alla potenza nominale, mentre la *producibilità energetica annua* è la stima dell'energia producibile in un anno dalla turbina, nota la sua curva di potenza e la curva di probabilità delle velocità del vento.

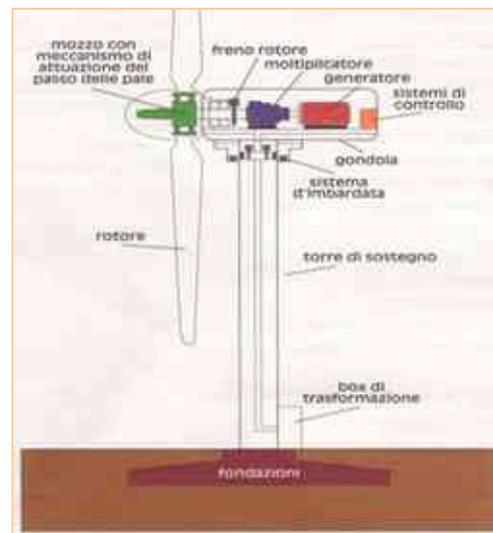
Dall'esame delle carte sopra riportate risulta che il territorio del Comune di Filattiera, sia per la presenza di zone a vincolo parco di estensione importante sia per le caratteristiche delle condizioni di ventosità, non appare adatto alla realizzazione di impianti eolici di grandi dimensioni. Resta invece interessante l'ipotesi di utilizzo di impianti di piccole dimensioni (impianti di piccola taglia, mini-eolico).

Di seguito si espone una descrizione della tecnologia eolica.

I sistemi eolici sfruttano l'energia cinetica del vento per trasformarla in energia motrice che può essere sfruttata direttamente (come nel caso dei tradizionali mulini a vento oppure per il pompaggio dell'acqua o ancora per applicazioni industriali) oppure essere a sua volta convertita in energia elettrica attraverso un aerogeneratore.

Per determinare l'energia eolica potenzialmente sfruttabile in una data zona bisogna conoscere la conformazione del terreno e l'andamento nel tempo della direzione e della velocità del vento.

La conformazione di un terreno influenza la velocità del vento; più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più il vento incontrerà ostacoli che ridurranno la sua velocità.



Per definire la conformazione di un terreno sono state individuate quattro classi di rugosità:

Classe di rugosità 0 →	suolo piatto come il mare, la spiaggia e le distese nevose.
Classe di rugosità 1 →	suolo aperto come terreni non coltivati con vegetazione bassa e aeroporti.
Classe di rugosità 2 →	aree agricole con rari edifici e pochi alberi.
Classe di rugosità 3 →	suolo rugoso in cui vi sono molte variazioni di pendenza del terreno, boschi e paesi.

In generale la posizione ideale di un aerogeneratore è in un terreno appartenente ad una bassa classe di rugosità e che presenta una pendenza compresa tra i 6 e i 16 gradi. Il vento deve superare la velocità di almeno 5,5 metri al secondo e deve soffiare in modo costante per gran parte dell'anno. Mentre i migliori siti eolici offshore sono quelli



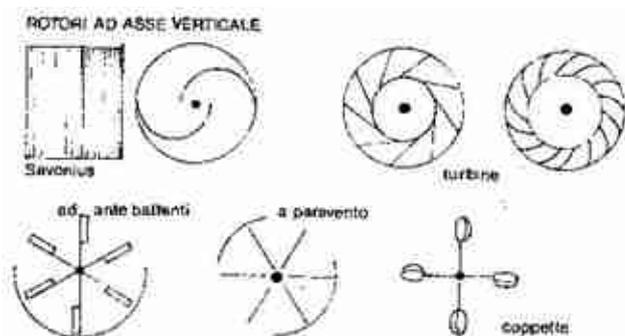
INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

con venti che superano la velocità di 7-8 metri al secondo, che hanno bassi fondali (da 5 a 40 metri) e che sono situati ad oltre 3 chilometri dalla costa.

Il funzionamento di un aerogeneratore (o generatore eolico o turbina eolica) è legato alla presenza di masse d'aria in movimento che fanno girare le pale di un elica; queste sono collegate ad un generatore che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. Le pale del generatore eolico sono fissate su un elemento meccanico chiamato mozzo, assieme al quale vanno a formare l'elemento dell'aerogeneratore chiamato rotore. A seconda della posizione dell'asse attorno a cui ruota questo meccanismo, si distinguono rotori ad asse orizzontale e rotori ad asse verticale. La combinazione delle due tecnologie, di sviluppo più recente, ha dato vita ai cosiddetti rotori ibridi.

La forza del vento può essere indicata o con la misura della sua velocità, e cioè in nodi, che corrispondono alle miglia orarie (1 nodo = 1 miglio orario = 1,85 chilometri orari), o attraverso la scala proposta da Francis Beaufort.

Nei sistemi ad **asse verticale** il rotore gira con un asse perpendicolare alla direzione del vento, mentre le pale si muovono nella stessa direzione. Hanno il notevole vantaggio di non doversi orientare secondo la direzione del vento. La ridotta quantità di parti mobili presenti nella struttura conferisce inoltre a tali aerogeneratori un'alta resistenza alle forti raffiche di vento e a condizioni di elevata turbolenza. Il rendimento dei sistemi ad asse verticale inferiore a quello proprio dei rotori ad asse orizzontale ne ha limitato l'impiego; le migliorie apportate negli ultimi tempi li hanno però resi più competitivi fino ad arrivare allo sviluppo di alcuni prototipi che, funzionando per un numero maggiore di ore all'anno rispetto alle turbine ad asse orizzontale, forniscono un rendimento complessivo maggiore.



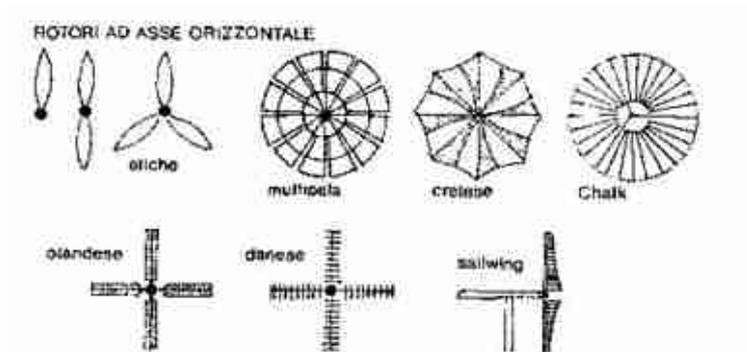
Esempi di sistemi ad asse verticale

Negli aerogeneratori ad **asse orizzontale**, l'asse del rotore è parallelo alla direzione del vento ed il rotore ruota su un piano perpendicolare alla direzione del vento. Si possono avere turbine ad elica o turbine multipala: attualmente sono utilizzati i rotori ad elica soprattutto per grandi sistemi e rotori multipala per sistemi da pochi kW di potenza. Le elevate velocità di rotazione che si raggiungono con i sistemi ad elica si traducono in un alto coefficiente di potenza. I sistemi multipala riescono ad entrare in funzione anche a basse velocità del vento. I sistemi ad asse orizzontale, per garantire un rendimento costante ed elevato, devono poter seguire la direzione del vento in modo da mantenere l'allineamento tra la direzione del vento e l'asse del rotore; sono utilizzati a



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

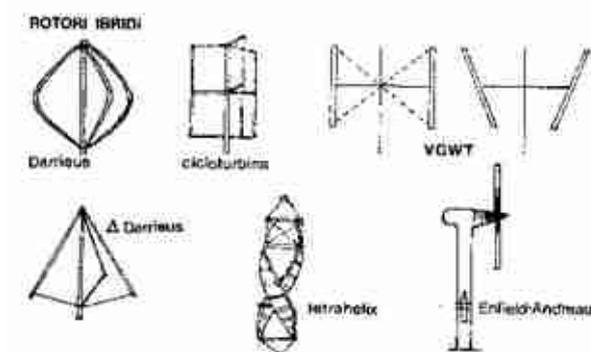
tal fine sistemi di regolazione meccanici o aerodinamici. Richiedono un'attenta progettazione.



Esempi di sistemi ad asse orizzontale

I **sistemi ibridi** sono il frutto degli sviluppi della tecnologia eolica in cui si è cercato di riunire in un'unica soluzione i vantaggi propri sia dei sistemi ad asse orizzontale sia di quelli ad asse verticale.

I rotori ibridi si presentano solitamente come sistemi che hanno delle pale aerodinamiche (derivate dalle eliche) che si muovono su un asse verticale; coniugano il vantaggio di raggiungere elevate velocità di rotazione e di non doversi allineare alla direzione del vento.



Esempi di sistemi ibridi

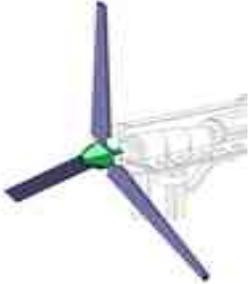
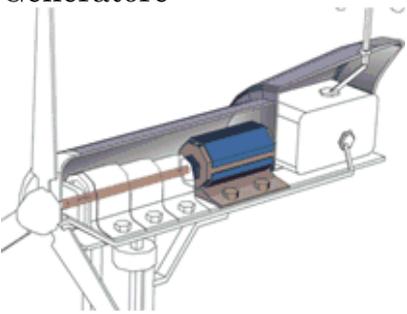
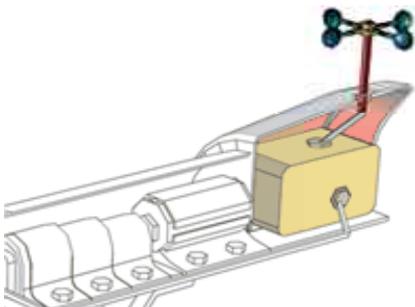
Gli aerogeneratori ad oggi più diffusi sono quelli ad asse orizzontale (i cui specifici componenti sono descritti nella tabella seguente), disponibili a partire da apparecchiature di piccola potenza per applicazioni domestiche di autoproduzione di elettricità fino ad arrivare a impianti di grandi dimensioni utilizzabili per realizzare vere e proprie centrali elettriche. I generatori eolici ad asse verticale, invece, trovano attualmente maggior applicazione per sistemi di piccola taglia, pur essendo giunti anch'essi, grazie agli sviluppi tecnologici, a prestazioni elevate che ne rendono



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

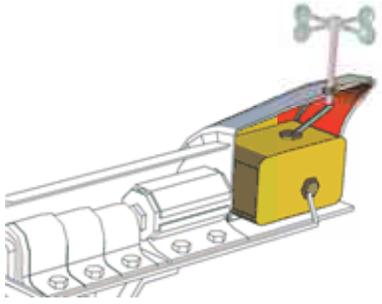
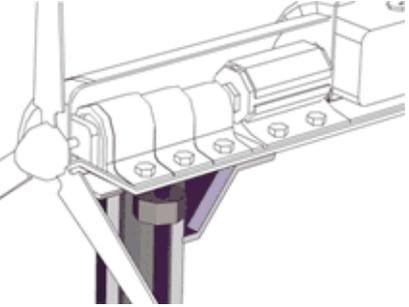
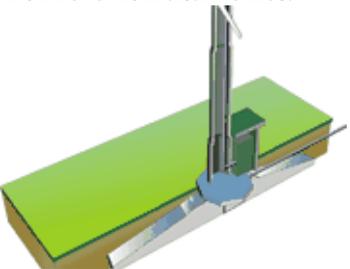
possibile un impiego molto versatile, dall'uso domestico alla produzione centralizzata di grandi quantitativi di energia.

TABELLA 14- ELEMENTI CHE COMPONGONO UN GENERATORE EOLICO

Componente	Funzione
<p>Rotore</p> 	<p>Composto dal mozzo su cui sono fissate le pale, è il meccanismo che viene messo in movimento ad opera del vento. Il numero delle pale è variabile (da 1 equilibrata con contrappeso alle numerose presenti nei cosiddetti “mulini multipala”); i sistemi più diffusi sono a 2 o 3 pale. Le pale più diffuse sono in fibra di vetro.</p>
<p>Moltiplicatore di giri</p> 	<p>Serve per trasformare la rotazione lenta delle pale, ovvero per aumentare il numero di giri compiuti dal rotore, in una rotazione più veloce grado di far funzionare il generatore di elettricità e migliorarne il rendimento.</p>
<p>Generatore</p> 	<p>Trasforma l'energia meccanica in energia elettrica.</p>
<p>Stazione anemometrica</p> 	<p>Rileva le variazioni del vento ed è collegata al sistema di controllo della navicella.</p>



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

<p>Sistema di controllo</p> 	<p>Gestisce il funzionamento dell'aerogeneratore nelle diverse operazioni di lavoro e attiva il dispositivo di blocco in caso di problemi (malfunzionamento o sovraccarico prodotto da velocità del vento eccessive).</p>
<p>Navicella e sistema di imbardata</p> 	<p>La navicella è la cabina in cui sono contenuti tutti i componenti precedentemente descritti (moltiplicatore, generatore, sistemi di controllo e frenata) ad eccezione del rotore che deve mantenersi libero di ruotare. Essa può girare di 180° attorno all'asse verticale che ne attraversa il baricentro in modo da mantenere allineato l'asse del rotore alla direzione del vento (movimento di imbardata). Negli aerogeneratori di maggiori dimensioni questo movimento di allineamento viene garantito da un servomeccanismo detto sistema di imbardata in cui un sensore (la banderuola) indica lo scostamento dell'asse del rotore dalla direzione del vento e attiva un motore che riallinea la navicella; nei sistemi più piccoli è invece sufficiente l'impiego di una pinna direzionale per garantire l'allineamento.</p>
<p>Torre e fondamenta</p> 	<p>La torre è il supporto che sostiene la navicella e il rotore; può essere tubolare o a traliccio e in diversi materiali (legno, cemento armato, acciaio, fibre sintetiche). Le fondamenta, solitamente completamente interrato e in cemento armato, ancorano la torre al terreno in modo da garantire che la struttura resista alle oscillazioni e alle vibrazioni prodotte dal vento.</p>
<p>Pala</p> 	<p>Il materiale costituente le pale di un Aerogeneratore è una fibra di vetro rinforzata da una resina epossidica.</p>



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Gli impianti eolici possono essere installati sia come generatori di elettricità isolati dalla rete di distribuzione (e quindi direttamente a servizio di una specifica utenza) sia in collegamento con la rete elettrica (sia questa la rete centrale o una rete isolata).

Nel caso delle utenze isolate la turbina eolica è connessa con una batteria che accumula l'energia elettrica prodotta per renderla disponibile al momento del bisogno e vengono impiegati altri tipi di generatori elettrici (da tradizionali gruppi elettrogeni che utilizzano combustibili fossili a sistemi alternativi come pannelli fotovoltaici o altro) per garantire che il fabbisogno elettrico sia sempre soddisfatto anche in condizioni di assenza di vento. La presenza di reti elettriche isolate si ha su piccole isole o in aree remote e l'installazione di aerogeneratori supporta la produzione di elettricità erogata dalle altre centrali che alimentano la rete: tipicamente si hanno sistemi ibridi diesel-eolici dove il contributo di elettricità fornito dai generatori eolici riduce lo sfruttamento del combustibile fossile che alimenta la centrale termoelettrica. Sono realizzabili sistemi ibridi che sfruttano, invece che le fonti fossili, solo fonti rinnovabili (ovvero, oltre all'energia eolica, anche l'energia solare, le biomasse o altro).

L'allacciamento degli impianti eolici alla rete elettrica centrale può essere fatto sia per vere e proprie centrali eoliche (le cosiddette "wind-farm" costituite da più aerogeneratori collegati tra loro), sia per singole turbine di potenza medio-grande, ma anche per impianti di piccola taglia destinati ad una produzione elettrica di autoconsumo: in questo caso l'elettricità prodotta dalla turbina viene immessa nella rete elettrica che funge da accumulatore di capacità illimitata e da essa prelevata al momento del bisogno.

Per poter immettere in rete l'elettricità prodotta da un impianto eolico sono necessari, oltre al generatore che sfrutta l'energia del vento per produrre l'elettricità, i seguenti componenti:

- piccola rete locale controllata elettronicamente (usando degli inverter) cui è direttamente collegato il generatore eolico da cui viene erogata corrente con una frequenza soggetta a grande variabilità (in conseguenza della variabilità intrinseca nella sorgente eolica)⁷;
- convertitore da corrente alternata (che, avendo una frequenza variabile, non può essere immessa nella rete pubblica) a corrente continua;
- inverter che converte nuovamente la corrente in corrente alternata, ma con frequenza esattamente uguale a quella della rete.

La gamma degli aerogeneratori disponibili sul mercato è molto vasta e va da mini-turbine con potenze anche inferiori a 1 kW (per l'alimentazione di apparecchiature poste in luoghi isolati, come ripetitori radio, rilevatori, impianti di segnalazione, ecc.) a sistemi in grado di erogare elevate quantità di energia utilizzabili per realizzare delle vere e proprie centrali elettriche. Più nel dettaglio, la classificazione comune degli

⁷ I giri al minuto dell'aerogeneratore sono molto variabili come lo è la velocità del vento; ma la frequenza di rete deve essere costante a 50 hertz, perciò i rotori vengono collegati a una serie di inverter prima di immettere l'energia in rete.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

impianti eolici in funzione della loro “taglia”, ovverosia della grandezza dei componenti e della potenza erogabile, è la seguente⁸:

- Turbine di piccola taglia – rientrano in questo primo gruppo tutti gli impianti fino a 50 – 100 kW, impiegati sia in connessione alla rete elettrica che in applicazioni isolate. Il cosiddetto minieolico concerne generatori di altezza inferiore ai 30 m con una dimensione delle pale che parte da mezzo metro;
- Turbine di media taglia – si tratta di impianti di potenza compresa tra i 100 e i 900 kW. Ad oggi l'aerogeneratore da 600 kW è quello più diffuso (si tratta di un generatore eolico con torre alta tra i 60 e i 100 m, con due o tre pale lunghe circa 20 m, in grado di soddisfare il fabbisogno elettrico giornaliero medio di circa 500 famiglie);
- Turbine di grande taglia - riguardano impianti di potenza superiore ai 900 kW. La potenza che caratterizza i sistemi più utilizzati è pari a 1 – 1,5 MW ma sono stati realizzati generatori in grado di erogare anche picchi di 3 MW di potenza. Nel caso di turbine ad asse orizzontale la realizzazione di impianti di maggior potenza si traduce in un aumento delle dimensioni dei componenti (diametro del rotore e altezza della torre) che si scontra con limiti di fattibilità tecnica ed economica⁹. Il ricorso a generatori eolici di grande potenza permette di realizzare centrali elettriche che, a parità di energia erogata, richiedono l'installazione di un numero inferiore di impianti.

Di seguito sono riportate alcune foto di esempi applicativi di impianti eolici.



Sistema ad asse verticale

Potenza nominale [kW]: 3

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete, generazione energia elettrica, stand alone, integrazione con fotovoltaico



Sistema ad asse verticale

Potenza nominale [kW]: 4,2

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete, generazione energia elettrica, stand alone, integrazione con fotovoltaico

⁸ La tecnologia dei generatori eolici si è costantemente migliorata nel tempo e continua a farlo, con conseguenti miglioramenti in termini di rendimento ottenibile. I valori di potenza ad oggi raggiunti e presentati sono da ritenersi provvisori.

⁹ All'aumentare delle dimensioni dell'impianto è necessario adeguare le caratteristiche delle fondamenta e adottare efficaci soluzioni di ricovero in caso di improvvise raffiche di vento troppo forte.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Sistema ad asse verticale

Potenza nominale [kW]: 3,5

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete



Sistema ad asse verticale

Potenza nominale [kW]: 1

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete, generazione energia elettrica, stand alone; integrazione con fotovoltaico



Sistema ad asse orizzontale

Potenza nominale [kW]: 6

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete, generazione energia elettrica, stand alone; integrazione con fotovoltaico



Sistema ad asse orizzontale

Potenza nominale [kW]: 0,12

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, stand alone, piccole utenze in abitazioni isolate, barche, sistemi di misura



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Sistema ad asse orizzontale

Potenza nominale [kW]: 0,35

Utilizzi principali: piccole utenze in abitazioni isolate, barche, sistemi di misura



Sistema ad asse orizzontale

Potenza nominale [kW]: 0,3

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, stand alone, piccole utenze in abitazioni isolate, barche, sistemi di misura



Sistema ibrido

Potenza nominale [kW]: 1

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete, integrazione con fotovoltaico



Sistema ibrido

Potenza nominale [kW]: 0,1

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete, integrazione con fotovoltaico



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Sistema ibrido

Potenza nominale [kW]: 4

Utilizzi Principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete e stand alone



Sistema ibrido - rotore con ala a delta

Potenza nominale [kW]: 1

Utilizzi principali: generazione energia elettrica, connessa alla rete, integrazione con fotovoltaico



Un esempio di pala verticale installata sul nostro territorio: Genova, Palazzo Selex Communications (Finmeccanica).



C.1 SPECIFICHE TECNICHE PER L' INSTALLAZIONE E LA MANUTENZIONE

L'energia elettrica erogata da un aerogeneratore è funzione dell'energia cinetica contenuta nel vento la quale, a sua volta, dipende dalla sua velocità (misurata in m/s o in km/h). Il legame tra la velocità del vento e la potenza elettrica erogata è rappresentato dalla *curva di potenza*.

Esistono due soglie, una minima e una massima, entro le quali l'aerogeneratore eolico è in grado di produrre energia elettrica:

- per l'avviamento del rotore è necessaria una velocità minima, variabile a seconda del tipo specifico di generatore eolico ma comunque generalmente attorno a 3 m/s (pari a circa 11 km orari). Tale velocità minima definisce la soglia cosiddetta di *cut in*;
- quando il vento raggiunge velocità tali da poter generare danni alla turbina (ovvero superiori a 25 m/s pari a 90 km orari), entrano in funzione i dispositivi di sicurezza che mettono l'impianto fuori servizio. Oltre a questa soglia superiore, detta di *cut off*, l'aerogeneratore non produce energia elettrica. La velocità di cut off per miniturbine eoliche è attorno a 14 m/s.

La potenza nominale (o di progetto) che viene dichiarata per ogni turbina eolica è quella che il sistema fornisce con condizioni di vento pari a 12-15 m/s per gli impianti di taglia medio-grande e pari a 10 m/s per i sistemi di minieolico.

La potenza che il vento può cedere ad una turbina eolica è proporzionale al cubo della velocità del vento e alla superficie descritta dal rotore nel suo movimento. In ragione di ciò, per incrementare la potenza ottenibile da un aerogeneratore occorre:

- innalzare l'altezza della torre che sostiene il rotore (dato che la velocità del vento aumenta spostandosi dall'altezza del suolo verso l'alto);
- aumentare la superficie dell'elemento che funge da ostacolo al moto del vento (ovvero la dimensione delle eliche o delle pale).

Fissata l'altezza della turbina e la sua dimensione, esiste però un limite fisico alla trasformazione dell'energia cinetica, trasferita dal vento al rotore, in energia elettrica da parte dell'impianto eolico: la potenza massima utilizzabile dall'aerogeneratore per produrre energia elettrica è infatti pari al 59,3% della potenza cinetica del vento¹⁰.

Il rendimento complessivo del sistema dipende poi dall'efficienza di trasformazione, legata all'insieme di perdite che si verificano nella catena di trasformazione dell'energia meccanica in energia elettrica (perdite per dissipazioni che interessano il rotore, per la presenza di depositi – di ghiaccio o detriti - sulle pale, per fenomeni di attrito delle parti in movimento, per il rendimento dell'alternatore e degli inverter e per situazioni di fermo impianti). In relazione a tutti questi aspetti un aerogeneratore

¹⁰ Limite di Betz – Quando si interpone un ostacolo al moto di una massa d'aria (come nel caso del rotore di una turbina eolica), questa, nel superare l'ostacolo stesso, gli cede parte della sua energia cinetica; indipendentemente dalla forma dell'ostacolo, la massima energia che la massa d'aria in movimento può cedere all'ostacolo è pari a 16/27 (ovvero al 59,3%) dell'energia cinetica posseduta dall'aria prima dell'ostacolo.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

con un rendimento compreso tra il 40% al 50% viene considerato ottimo. A parità di condizioni, le turbine a rotazione orizzontale, con elica a tre pale, sono oggi le più efficienti.

Sono stati messi a punto rotor con pale mobili che variano la loro inclinazione al variare della velocità del vento, permettendo di mantenere costante la quantità di elettricità prodotta dal generatore. Altri sviluppi tecnologici hanno introdotto sistemi con configurazione a velocità variabile del rotore, soluzione che consente di estrarre maggiore energia dal vento, soprattutto nei siti a bassa ventosità.

Il primo passaggio per l'installazione di un impianto eolico consiste nella valutazione delle caratteristiche di ventosità del sito in cui si intende mettere a dimora l'impianto (valutazione che deve considerare sia la velocità mediamente presente, la direzione dominante e la durata annua in cui si ha mediamente un vento "utile", sia gli eventuali fenomeni "di picco" che portano allo spegnimento del generatore). In base a questa analisi (che richiede registrazioni, dei vari parametri di interesse, sistematiche e per periodi abbastanza lunghi) e in funzione del fabbisogno energetico che si intende soddisfare con l'aerogeneratore, si potrà successivamente verificare quale modello e quale assetto specifico sono in grado di sfruttare il potenziale del sito per erogare la corrente richiesta dall'utenza¹¹.

Nella scelta del luogo dove installare gli impianti vanno valutati anche gli aspetti relativi all'impatto ambientale e alla sicurezza (il movimento delle pale non deve infatti essere fonte di pericolo per le strutture e le persone circostanti). Particolare attenzione deve essere posta all'ancoraggio dell'impianto da cui dipende la sua capacità di resistere alle sollecitazioni esercitate dal vento. La struttura portante, oltre a resistere all'impatto del vento, deve inoltre sopportare senza cedimenti il peso della turbina e le sollecitazioni prodotte dal moto delle pale. Le strutture di sostegno devono infine essere dotate di dispositivi che permettano un accesso sicuro alle parti del generatore che possono essere oggetto di manutenzione.

Le esigenze di manutenzione di un generatore eolico sono molto ridotte, grazie al fatto che il moto del sistema è caratterizzato da bassi attriti e conseguente assenza di surriscaldamento (situazione che non richiede la presenza di sostanze refrigeranti).

C.2 CAMPO DI APPLICABILITÀ E CONVENIENZA

Il ricorso ad aerogeneratori per la produzione di energia elettrica presuppone necessariamente la presenza di una adeguata risorsa eolica da sfruttare, ovvero venti con sufficiente intensità, la cui energia non venga ridotta dalla presenza di ostacoli, e di durata piuttosto costante (almeno 6 ore al giorno). La tecnologia si sta però sviluppando in modo da offrire soluzioni impiantistiche che possono trovare conveniente applicazione anche in siti a bassa ventosità, grazie all'incremento dell'efficienza dei sistemi. L'identificazione dei siti ove installare impianti eolici deve avvenire tenendo conto anche della compatibilità paesaggistica e ambientale delle

¹¹ Ogni impianto eolico ha la propria curva di potenza da cui si ricava l'energia elettrica erogata nelle varie condizioni di vento; sapendo la durata annua di ogni situazione di ventosità si deriva l'ammontare complessivo di energia elettrica ottenibile dall'impianto.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

turbine con il territorio circostante e dei vincoli eventualmente fissati dalle autorità locali.

Le migliori collocazioni delle turbine eoliche di taglia medio-grande sono vicino alle coste, lungo i crinali montuosi o in aree interne con bassi valori di rugosità del terreno, ovvero in ampi spazi con una bassa presenza di rilievi e ostacoli¹². Sulla terra ferma la posizione ottimale di un aerogeneratore è su un suolo aperto (come terreni non coltivati con bassa vegetazione o aeroporti) con pendenza compresa tra 6 e 16 gradi¹³. La velocità del vento deve essere almeno pari a 5,5 m/s e il vento deve soffiare con costanza per gran parte dell'anno. Nelle applicazioni in mare aperto (offshore) le condizioni migliori corrispondono a venti con velocità superiore a 7-8 m/s e con fondali piuttosto bassi (da 5 a 40 m), con una messa a dimora delle turbine a circa 3 km dalla costa.

Gli impianti di mini-eolico sono invece caratterizzati dalla possibilità di operare economicamente con condizioni di vento medie, ovvero regimi inferiori a quelli richiesti dai sistemi di taglia superiore, e trovano una adeguata collocazione sia in ambienti agricoli che presso insediamenti artigianali e industriali. Le miniturbine eoliche possono essere installate su tetti o terrazzi degli edifici oppure a terra con o senza strutture di sostegno (torri o tralicci): i sistemi ad asse orizzontale devono necessariamente essere collocati in alto, sfruttando una struttura di sostegno, sia per questioni di prestazione che di sicurezza, mentre i sistemi ad asse verticale rendono meglio se posti in alto ma possono anche poggiare sul terreno. La tipologia architettonica tipica degli edifici artigianali o industriali solitamente permette una buona captazione del vento, rendendo così di particolare interesse l'impiego di miniturbine eoliche (che possono anche essere affiancate ad altri dispositivi che producono energia elettrica da fonte rinnovabile come i pannelli fotovoltaici).

Il minieolico è nato per soddisfare il fabbisogno di utenze isolate, accoppiato a batterie o generatori diesel, ma negli ultimi anni si sta diffondendo anche in utenze connesse alla rete, principalmente per autoconsumo. Questo tipo di tecnologia è quello più idoneo per il territorio di Filattiera.

Nelle applicazioni degli impianti eolici per produzioni in larga scala, l'intermittenza (o "aleatorietà") della potenza elettrica prodotta, causata dalla natura incostante del vento¹⁴, fa sì che il funzionamento dei sistemi non possa essere controllato per adattare l'energia prodotta alla richiesta delle utenze, almeno finché non saranno sviluppate tecnologie di immagazzinamento dell'energia largamente sfruttabili e convenienti. Ciò comporta l'impossibilità di creare reti elettriche alimentate esclusivamente con centrali eoliche.

¹² Più un terreno è rugoso, cioè presenta variazioni brusche di pendenza, boschi, edifici e montagne, più sono gli ostacoli al moto del vento che ne riducono la velocità.

¹³ Per quanto riguarda i rilievi montuosi, si è constatato che, mentre i pendii ripidi creano turbolenze pericolose per la stabilità e negative per il rendimento del generatore eolico, quelli più gradualmente favoriscono la concentrazione del vento.

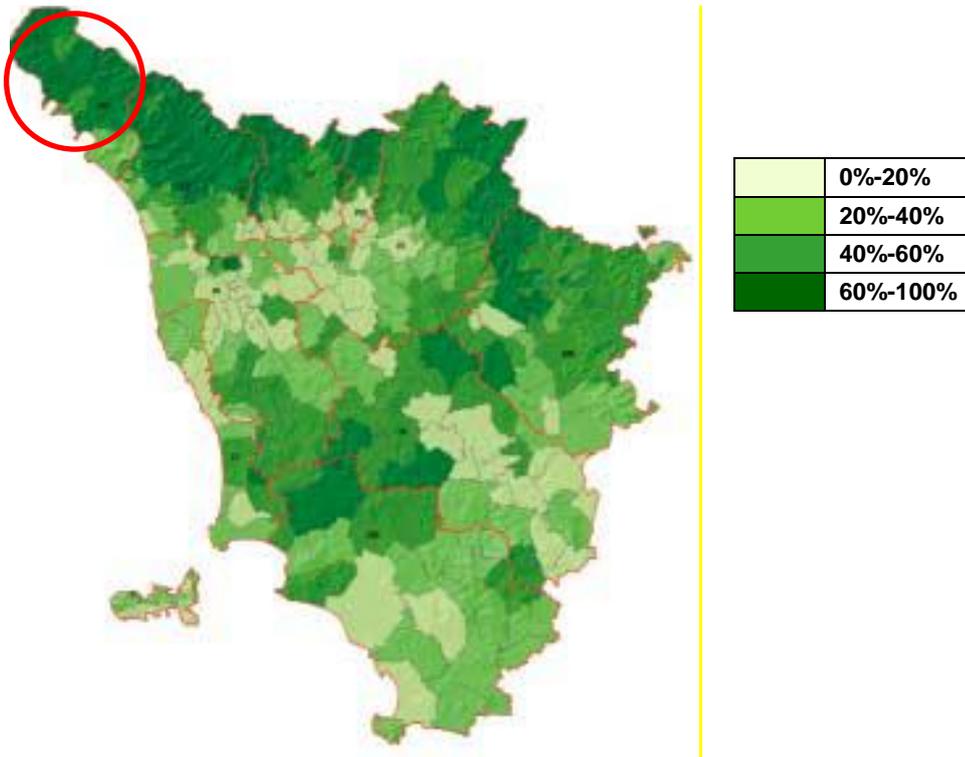
¹⁴ A differenza degli impianti che sfruttano la radiazione solare, presente solo nella fase diurna di una giornata, la risorsa utilizzata dagli aerogeneratori - il vento - può essere presente tanto di giorno quanto di notte ma pur sempre in maniera incostante.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Poiché lo sfruttamento dell'energia eolica è iniziato ormai diverso tempo fa, la tecnologia ha raggiunto livelli tali da consentire oggi lo sfruttamento economicamente vantaggioso di questa risorsa rinnovabile. Il costo di installazione di un aerogeneratore è relativamente basso se raffrontato ad altre tecnologie energetiche "pulite" di sviluppo più recente, come ad esempio il fotovoltaico.

D. BIOMASSA



Densità delle aree boschive produttive espressa come rapporto tra la superficie dei boschi produttivi e la superficie Comunale. *FONTE: Quaderno ARSIA 6/2004.*

La figura sopra riportata restituisce in forma grafica il rapporto tra la superficie coperta da boschi "produttivi" (come espressione ISTAT) e il totale della superficie comunale; la sua valenza come indicatore è quella di fornire una misura dell'attività nel settore forestale di un dato territorio, se non altro per il riutilizzo delle varie tipologie di residui forestali. In questo caso l'intero territorio della Provincia di Massa Carrara presenta una densità boschiva produttiva elevata.

Per quanto riguarda invece l'utilizzo del territorio del Comune di Filattiera per l'avviamento di una filiera bioenergetica, ovvero per impiantare colture destinate alla produzione di energia, considerando che vanno escluse dal computo le aree urbane, quelle boscate e quelle agricole per le quali non appare ipotizzabile un cambiamento dell'attuale destinazione d'uso, in quanto attualmente destinate a coltivazioni che "a priori" risultano economicamente e/o agronomicamente più valide (ortive, fruttiferi, vite, olivo ecc.) rispetto alle colture da biomassa, considerando inoltre le caratteristiche orografiche del territorio comunale - occorre escludere dal computo delle aree ritenute



..... **INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO**

agibili per l'eventuale introduzione delle colture da energia, tutte quelle caratterizzate da pendenze medie maggiori del 15%; poiché queste si ritengono "a priori" non conciliabili con un adeguato livello di meccanizzazione delle operazioni colturali necessarie per le produzioni di cui trattasi -, si può concludere che il territorio comunale di Filattiera non appare idoneo all'avvio di una filiera bioenergetica.

Resta invece interessante considerare la possibilità dell'avvio di una filiera di raccolta del legno. Si può parlare di una **filiera bosco-legno**, dove si individua una fase di raccolta effettuata dalle ditte di utilizzazione boschiva, una prima trasformazione che comprende le segherie (produzioni di travi e tavole), le imprese del comparto dei pannelli a base di legno e l'industria della carta ed infine una seconda lavorazione sostanzialmente formata dall'industria del mobile, da falegnamerie artigianali ed industriali e dalle altre produzioni in legno, e di una **filiera legno-energia** per la produzione di biomasse ligneocellulosiche (cippato, pellet, briquets/legna in ceppi) da utilizzare in successivi dispositivi di conversione energetica. La risorsa-legno non è reperibile solamente in bosco, ma abbondantemente anche da scarti di altri comparti produttivi (residui legnosi dell'agricoltura e della gestione del verde urbano, industria).

La tabella seguente offre un quadro della distribuzione, all'interno del territorio comunale, della SAU (Superficie Agricola Utilizzata), in riferimento alla SAT (Superficie Agricola Totale) e alla STT (Superficie Totale Territoriale).

COMUNE DI FILATTIERA		
SAU - Superficie Agricola Utilizzata (Ha)	seminativi	141,3
	legnose agrarie	317,3
	prati	429,1
	TOT. SAU	887,8
Arboricoltura da legno (Ha)		19,3
Boschi (Ha)		985,7
Superficie agraria non utilizzata (Ha)		527,3
Altra superficie (Ha)		1,1
SAT - Superficie Agricola Totale (Ha)		2421,3
STT - Superficie Totale Territoriale (Ha)		4894
% SAT sulla STT		49,5

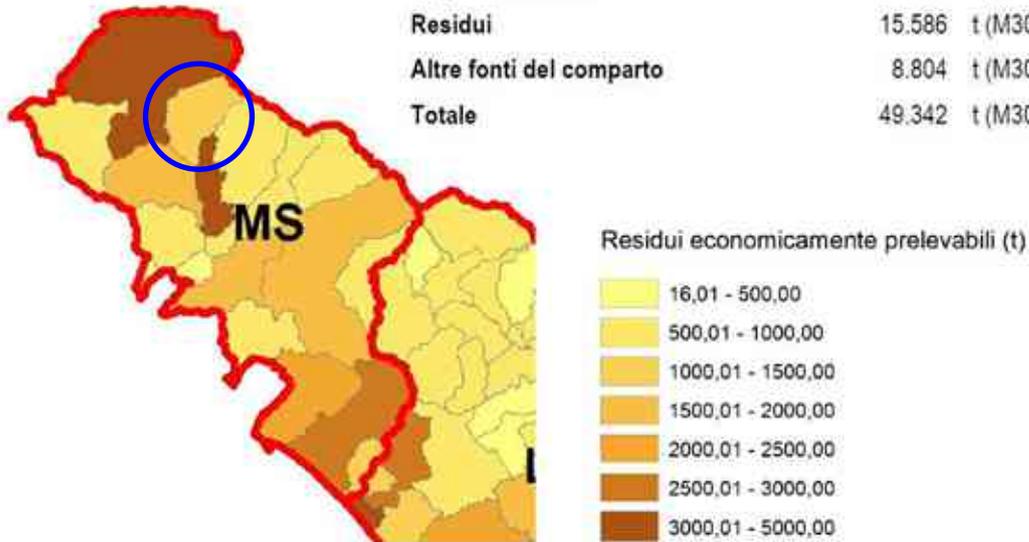
TABELLA: STT, SAU E SAT SUDDIVISE PER CATEGORIA DI COLTURA. FONTE: ISTAT: V CENSIMENTO GENERALE AGRICOLTURA 2000, PIANO LOCALE DI SVILUPPO RURALE DELLA PROVINCIA DI MASSA CARRARA 2007-2013.

Dalle carte che si presentano di seguito, tratte da studi specifici di *Bernetti et al., CREAR, Arsia 2009*, riguardanti l'intero territorio della provincia di Massa Carrara, si possono trarre una serie di utili informazioni relative alle potenzialità del territorio comunale di Filattiera per quel che concerne la produzione di biomasse legnose.



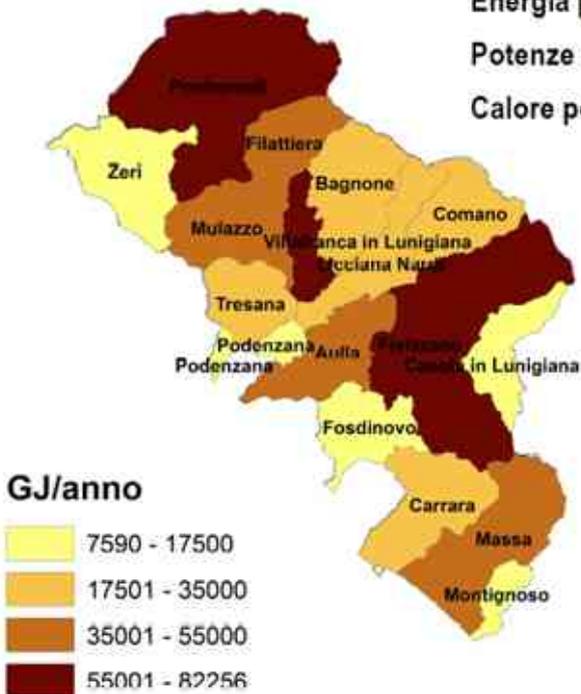
INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Superficie boscata utilizzabile	24.752	ha
Legname da opera	11.546	ha
Altro legname	11.281	ha
Boschi misti	1.925	ha
Legna da Ardere	24.928	t (M30)/anno
Residui	15.586	t (M30)/anno
Altre fonti del comparto	8.804	t (M30)/anno
Totale	49.342	t (M30)/anno



Carta: Residui economicamente prelevabili. Il territorio di Filattiera rientra nella classe 1500,01-2000,00 tonnellate di residui economicamente prelevabili che non comprendono la legna da ardere.

Energia primaria	617.000	GJ/anno
Potenze elettriche installabili	3.9	MWe
Calore potenziale	155.000	MWh/ann



GJ/anno

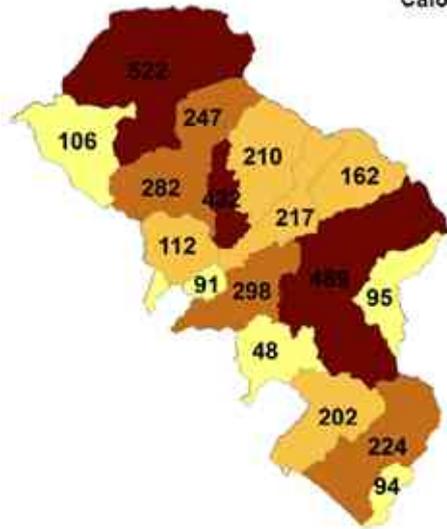
Carta: energia primaria. In base al dato di cui alla carta precedente, l'energia



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

primaria producibile utilizzando i residui economicamente prelevabili, fa ricadere il Comune di Filattiera nella classe 35.001-55.000 GJ/anno.

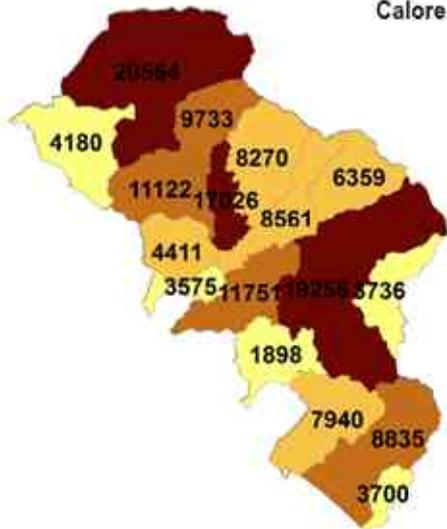
Energia primaria	617.000	GJ/anno
Potenze elettriche installabili	3.9	MWe
Calore potenziale	155.000	MWh/anno



kWe

Carta: potenza elettrica installabile. La potenza elettrica installabile risulta per il comune di Filattiera pari a 247 kWe.

Energia primaria	617.000	GJ/anno
Potenze elettriche installabili	3.9	MWe
Calore potenziale	155.000	MWh/anno



MWh termici

anno

Carta: calore potenziale. Il calore potenziale ottenibile per il Comune di Filattiera, utilizzando soltanto i residui, è pari a 9.733 MWh/anno.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Di seguito si espone una breve trattazione sulle tecnologie a biomasse per il riscaldamento di piccole e medie utenze.

La biomassa vegetale è la materia che costituisce le piante.

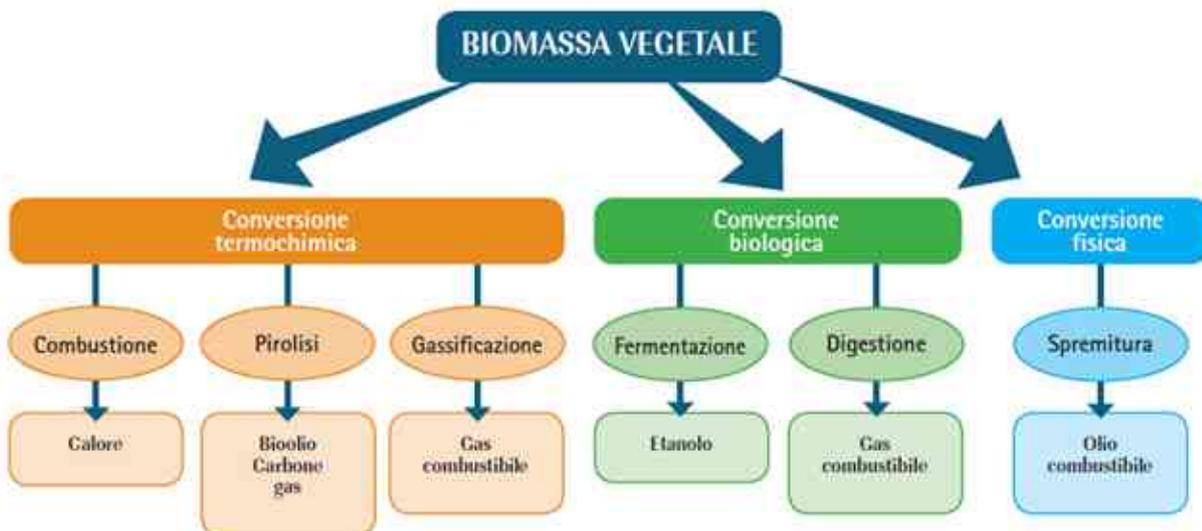
L'energia in essa contenuta è energia solare immagazzinata durante la crescita per mezzo della fotosintesi clorofilliana. Per questo motivo le biomasse, se utilizzate all'interno di un ciclo continuo di produzione-utilizzazione, sono una risorsa energetica rinnovabile e rispettosa dell'ambiente.

Brucciando gas o gasolio per riscaldarsi si trasferisce e si accumula nell'atmosfera carbonio prelevato dalle profondità del sottosuolo, contribuendo in tal modo all'effetto serra.

Viceversa, la combustione di biomassa non da alcun contributo netto all'effetto serra, perché il carbonio che si sprigiona bruciando il legno proviene dall'atmosfera stessa e non dal sottosuolo.

Secondo uno studio condotto dall'ENEA, attualmente le biomasse contribuiscono in Italia a meno del 2% del fabbisogno energetico primario.

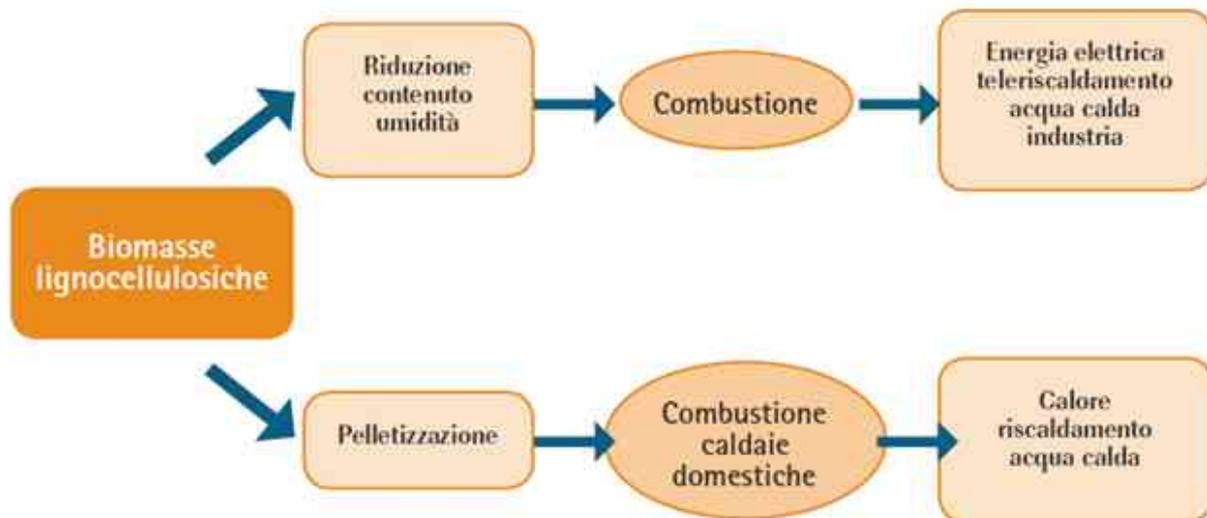
Tale contributo è largamente al di sotto del potenziale disponibile, ed è in gran parte dato da legna da ardere utilizzata in caminetti e stufe, spesso obsoleti e poco efficienti.



L'energia contenuta nelle biomasse vegetali può essere convertita adottando processi termochimici, biologici o fisici. Il risultato finale, a parte che per la combustione diretta, è un prodotto ad alta densità energetica, utilizzabile con maggior facilità e flessibilità in successivi dispositivi di conversione energetica.



INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO



Il processo di combustione, che è il processo più tradizionale, per essere efficiente richiede un materiale di partenza a bassa umidità. Pertanto le biomasse vegetali (cippato, residui vegetali) che inizialmente presentano il 60-70% di umidità vanno portate al 10-12% di umidità. Si ottiene così un prodotto a più alta densità energetica. La pellettizzazione, ovvero il processo di compressione e spremitura meccanica consente di ottenere un prodotto a peso specifico più elevato (0.8 kg/dm³) e con umidità del 10-12%. Tale prodotto può essere utilizzato in caldaie di piccola taglia per uso domestico.

Le tecnologie per l'utilizzazione dei combustibili vegetali in impianti di riscaldamento domestici hanno segnato negli ultimi anni grandi progressi, e hanno raggiunto buoni livelli di efficienza, affidabilità e comfort.

Le principali tipologie di caldaie per la combustione di biomasse per il riscaldamento di piccole e medie utenze sono fondamentalmente tre, sulla base delle tre principali categorie di combustibili vegetali:

- legna da ardere in ciocchi;
- legno sminuzzato (cippato);
- pastiglie di legno macinato e pressato (pellet).

35	cippato
42	pellets
55	briketts/legna in ceppi
249	gas metano
263	gas liquido (GPL)
303	olio combustibile leggero
647	corrente elettrica

TABELLA 15- EMISSIONI DI CO₂ DI DIVERSI VETTORI ENERGETICI IN GRAMMI PER CHILOWATTORA.



D.1 CALDAIE A LEGNA IN CIOCCHI

Data la necessità di carica manuale dei ciocchi, le caldaie a legna hanno una potenza limitata a qualche decina di kW, e trovano l'impiego ottimale per il riscaldamento di case isolate comprendenti uno o pochi appartamenti.

Un impianto basato su tecnologie avanzate è costituito dai seguenti componenti:

- Caldaia a fiamma inversa;
- Accumulatore inerziale del calore;
- Bollitore per acqua calda sanitaria;
- Centralina di controllo.

Le caldaie a fiamma inversa sono così chiamate per la posizione della camera di combustione, situata al di sotto del vano nel quale viene caricata la legna.

Si tratta generalmente di caldaie provviste di una ventola per la circolazione forzata dell'aria comburente.

L'inversione della fiamma consente di ottenere una combustione progressiva della legna, che non prende totalmente fuoco nel vano di carico ma brucia solamente quando giunge in prossimità della griglia. Questo fa sì che la potenza erogata dalla caldaia sia più stabile nel tempo, e che la combustione possa essere meglio controllata, aumentando considerevolmente il rendimento e riducendo le emissioni inquinanti.

I modelli più avanzati si avvalgono di sistemi di regolazione a microprocessore, e raggiungono rendimenti termici oltre il 90%.

Tra le innovazioni più significative, presenti anche in modelli di piccola potenza, vi è la regolazione dell'aria di combustione in base al fabbisogno di ossigeno, misurato nei fumi con apposita sonda (sonda lambda).

La regolazione lambda consente di aggiustare e ottimizzare costantemente la quantità di aria durante l'intero ciclo di funzionamento della caldaia a legna, dall'accensione iniziale fino all'esaurimento del combustibile.

La produzione di acqua calda sanitaria mediante combustione della legna può essere attuata con diverse modalità.

Il sistema più semplice consiste nell'utilizzare un bollitore con scambiatore interno e collegare questo all'impianto mediante una pompa e un termostato.

Il sistema può essere attuato sia in impianti dotati di accumulatore inerziale, sia in impianti privi di questo.

Un accumulatore inerziale termicamente ben isolato consente durante l'estate di ricaricare più volte il bollitore sanitario senza dover riaccendere la caldaia.

Negli impianti privi di accumulatore inerziale il bollitore sanitario dovrebbe avere la capacità di almeno 300 litri.

La legge italiana prevede che le caldaie a legna possono essere installate soltanto in impianti dotati di vaso di espansione aperto. Questo obbligo risale a molti decenni fa, ed era motivato da ragioni di sicurezza, a causa della relativa facilità con cui le caldaie a legna possono raggiungere la temperatura di ebollizione.

Il vaso di espansione aperto deve essere posto nel punto più alto dell'impianto di riscaldamento (tipicamente nel solaio) e collegato direttamente alla caldaia da un



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

tubo, denominato tubo di sicurezza, il cui percorso non deve presentare alcun tratto in discesa. In caso di emergenza il tubo di sicurezza deve consentire al vapore sviluppatosi in caldaia di fluire liberamente senza incontrare ostacoli fino al vaso di espansione aperto.

D.2 CALDAIE A CIPPATO

Le caldaie a cippato utilizzano legno vergine ridotto in piccoli pezzi della dimensione di qualche centimetro, caricato automaticamente per mezzo di appositi dispositivi meccanici. Il combustibile è costituito da materiali di diversa origine, quali potature sminuzzate, scarti di segheria o biomasse derivanti dalle attività selvicolturali (taglio del bosco ceduo, diradamenti, tagli di conversione, ecc.).



Gli impianti a cippato sono totalmente automatizzati e non hanno limiti dimensionali, potendo raggiungere potenze anche di diversi MW termici. I rendimenti e il comfort sono gli stessi delle caldaie a gas/gasolio. Per le caratteristiche di automazione e risparmio di esercizio, gli impianti a cippato sono particolarmente indicati per il riscaldamento di edifici di dimensioni medie o grandi, quali alberghi, scuole, condomini, ospedali e centri commerciali.

Un impianto di riscaldamento a cippato è costituito dai seguenti componenti:

- Caldaia;
- Contenitore o apposito locale (silo) per lo stoccaggio del cippato;
- Sistema di movimentazione del combustibile;
- Centralina di regolazione;
- Eventuale accumulatore inerziale e bollitore per acqua sanitaria;

Poiché il caricamento del combustibile in caldaia avviene in modo automatico, è necessario che accanto al locale caldaia venga predisposto un locale (silo) per lo stoccaggio del combustibile.

Al fine di facilitare le operazioni di scarico del cippato dai mezzi di trasporto, il silo è situato spesso al di sotto del piano stradale. Dal silo di alimentazione il cippato viene estratto automaticamente e convogliato, per mezzo di una coclea dosatrice, nella caldaia, dove avviene la completa combustione mediante l'immissione di aria primaria e secondaria.

La combustione avviene in caldaie a griglia che può essere:

- fissa, per bruciare materiali fini e a basso contenuto di umidità;
- mobile, per bruciare combustibili a pezzatura grossolana e ad alto contenuto di ceneri ed umidità (fino al 50% in peso di acqua), quali le biomasse forestali fresche di taglio.

Nei sistemi più avanzati il flusso di cippato e la combustione sono regolati in continuo da un microprocessore in base alla richiesta di energia dell'utenza e alla temperatura e concentrazione di ossigeno dei fumi (regolazione lambda).



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Per il dimensionamento degli impianti di riscaldamento a cippato possono essere seguiti criteri simili a quelli relativi ad impianti convenzionali a gas/gasolio. Nel caso in cui si preveda di installare o di mantenere in esercizio una caldaia a gas/gasolio con funzione di scorta o emergenza, la caldaia a cippato può essere dimensionata intorno al 70% della potenza di picco stimata.

Questo consente di risparmiare sui costi di acquisto e di installazione. Poiché i picchi di fabbisogno di potenza sugli impianti di riscaldamento sono generalmente di breve durata, e limitati ad alcuni giorni del mese più freddo, con questo accorgimento si riesce a comunque a coprire con l'energia da bioFilattiera oltre il 90% del fabbisogno totale di calore.

D.3 CALDAIE A PELLETS

Il pellet è un combustibile costituito da legno vergine essiccato e pressato in piccoli cilindretti, senza alcuna aggiunta di additivi. Il peso specifico del pellet sfuso è di circa 6-700 kg/m³, molto più elevato di quello di altri combustibili legnosi non pressati (cippato, trucioli). Il potere calorifico raggiunge le 4.200 kcal/kg, con una densità energetica di 3.000 – 3.400 kWh/m³.



A causa della forma cilindrica e liscia e delle piccole dimensioni, il pellet tende comportarsi come un fluido, il che agevola la movimentazione del combustibile e il caricamento automatico delle caldaie. Il trasporto può avvenire con autobotti, dalle quali il pellet viene pompato direttamente nel serbatoio di stoccaggio dell'impianto.

L'elevata densità energetica e la facilità di movimentazione rendono il pellet il combustibile vegetale più indicato per impianti di riscaldamento automatici di tutte le dimensioni. Il pellet di legno può essere utilizzato nelle caldaie a cippato oppure in caldaie appositamente progettate.

E' anche possibile utilizzare il pellet in alcuni modelli di caldaie a gasolio, per mezzo di speciali bruciatori.

Un impianto di riscaldamento a pellets è costituito dai seguenti componenti:

- Caldaia;
- Serbatoio del pellet;
- Sistema di alimentazione del pellet;
- Centralina di regolazione
- Eventuale accumulatore inerziale e bollitore per acqua sanitaria

Anche le caldaie a pellets, come quelle a cippato, richiedono un contenitore per lo stoccaggio del combustibile situato in prossimità della caldaia. Da qui una coclea lo preleva e lo trasporta in caldaia, ove avviene la combustione.

I bruciatori per pellet da utilizzare in caldaie a gasolio si applicano sulla parte anteriore della caldaia. Essi vengono alimentati dall'alto e bruciano il pellet



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

sviluppano una fiamma orizzontale che si proietta nella caldaia, al pari di quanto avviene negli impianti a gasolio.

In tutti i casi l'accensione è automatica e molto rapida, per mezzo di una resistenza elettrica. Nei sistemi più avanzati la regolazione dell'aria comburente e del flusso di combustibile vengono effettuate automaticamente ad opera di un microprocessore.

Anche le caldaie a pellets sono soggette all'obbligo del vaso di espansione aperto, per il quale valgono gli stessi accorgimenti già descritti per le caldaie a legna.

Le prescrizioni di legge per il locale caldaia sono le stesse che riguardano le caldaie a legna.

Le caldaie a pellets di piccola potenza sono dotate di un serbatoio per il combustibile di capacità generalmente limitata a qualche centinaio di litri. Nei sistemi più semplici questo contenitore viene caricato a mano svuotandovi sacchetti di pellet.

L'autonomia di funzionamento è in questi casi di qualche giorno.

E. GEOTERMIA

La risorsa geotermica è costituita dal calore immagazzinato nel terreno o in depositi di acqua o vapore siti in profondità. In edilizia tale risorsa viene sfruttata tramite impianti di riscaldamento e raffrescamento a pompa di calore che estraggono il calore o direttamente dal sottosuolo o prelevando acqua dalle falde acquifere.

Questi impianti, vantaggiosi principalmente nei climi freddi, traggono vantaggio dalla temperatura relativamente costante del sottosuolo durante tutto l'anno (10-12°C)

Lo stesso identico sistema, con opportuni accorgimenti impiantistici, potrà provvedere anche al condizionamento estivo, in questo caso il ciclo viene invertito ed il sistema cede al terreno il calore estratto dall'ambiente interno raffrescandolo.

In generale per il condizionamento estivo si è costretti al raffreddamento delle macchine frigorifere con l'aria, la cui temperatura di riferimento estiva è di 32°C.

Utilizzando le sonde geotermiche, la temperatura di riferimento è invece di circa 14°C-16°C, il salto di temperatura nelle macchine che devono produrre acqua refrigerata a 7°C, si riduce drasticamente, aumentando notevolmente la resa e riducendo, di conseguenza, in modo rilevante i consumi di energia ed i costi di gestione.

A questo si aggiunge il vantaggio di poter effettuare anche un preraffreddamento dell'aria utilizzando direttamente il fluido circolante nelle sonde geotermiche, mentre l'acqua refrigerata viene usata solo per la deumidificazione raffreddando l'aria sotto il punto di rugiada.

Con le pompe di calore si ha quindi il vantaggio di sfruttare una sola macchina, che grazie ad una valvola diventa reversibile poiché presenta la possibilità di invertire le funzioni dell'evaporatore e del condensatore, fornendo così aria fredda in estate e aria calda in inverno. L'inversione tra i due sistemi, riscaldamento e raffrescamento, può avvenire o con un'inversione sul ciclo o con un'inversione sull'impianto.

Esistono quindi due tipologie di impianto a pompa di calore geotermica:

- Closed loop;



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- Open loop.

Pompe di calore closed loop

Lo scambio di calore con il terreno avviene tramite la sonda di captazione, installata con una perforazione del diametro di pochi centimetri, in un foro scavato accanto all'edificio, invisibile dopo la costruzione.

Il numero delle sonde geotermiche e la profondità d'installazione (da 50 a 150 metri) variano in funzione dell'energia termica richiesta.

Ogni sonda è formata da due moduli ciascuno dei quali costituito da una coppia di tubi in polietilene uniti a formare un circuito chiuso (un tubo di "andata" e uno di "ritorno") all'interno dei quali circola un fluido glicolato (miscela di acqua e anticongelante non tossico).

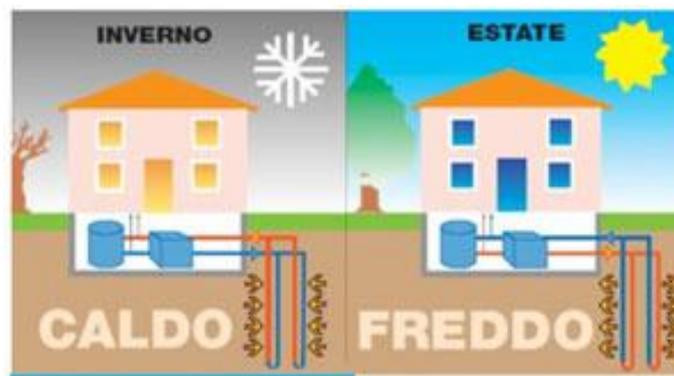
I tubi delle sonde sono collegati in superficie ad un apposito collettore connesso alla pompa di calore.

Durante l'inverno il terreno ha una temperatura generalmente superiore a quella esterna, il fluido glicolato scendendo in profondità attraverso le sonde sottrae energia termica al terreno; ritornato in superficie ad una temperatura maggiore, provoca l'evaporazione del refrigerante che circola nel sistema della pompa di calore, il liquido si espande ed assorbe calore dalla sorgente esterna, ovvero, tramite le sonde geotermiche, dal terreno.

All'uscita dell'evaporatore il fluido, ora allo stato gassoso, viene aspirato all'interno del compressore che, azionato da un motore elettrico, fornisce l'energia meccanica necessaria per comprimere il fluido, determinandone così un aumento di pressione e conseguentemente di temperatura.

Il fluido viene così a trovarsi nelle condizioni ottimali per passare attraverso il condensatore (scambiatore). In questa fase si ha un nuovo cambiamento di stato del fluido, che passa dallo stato gassoso a quello liquido CEDENDO CALORE all'aria o all'acqua che sono utilizzate come fluido vettore per il riscaldamento degli ambienti o per la produzione di acqua sanitaria.

Il ciclo termina con la sua ultima fase dove il liquido passa attraverso una valvola di espansione trasformandosi parzialmente in vapore e raffreddandosi, riportandosi così alle condizioni iniziali del ciclo.



Le sonde possono essere predisposte principalmente in due modi:

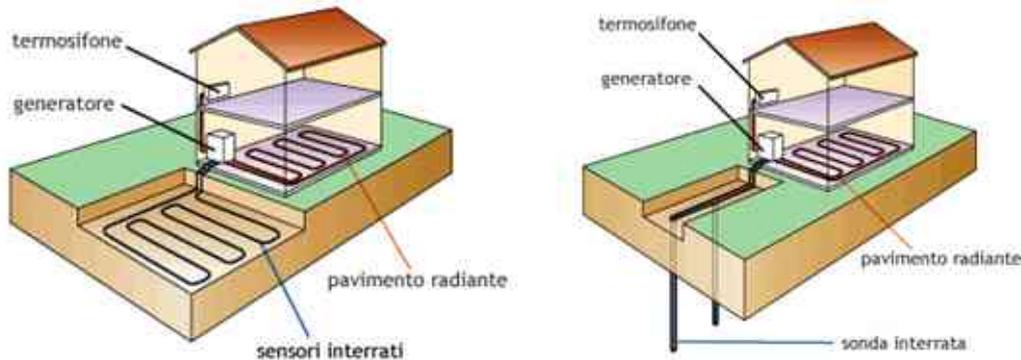


INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- **sonde orizzontali** (vedi immagine di cui sotto), che vengono predisposte a bassa profondità, nel primo strato di suolo che è quindi ancora influenzato dai cambiamenti climatici esterni.

Quindi la loro resa è modesta. Inoltre occorre una area piuttosto vasta per la loro installazione, a titolo di esempio per una casa di 100mq sono necessari circa 120m² - 150m² di superficie di captazione.

Tra i vantaggi di questa tecnica c'è il costo, inferiore rispetto alla tipologia a sonde verticali.



Sistema a sonde orizzontali Sistema a sonde verticali

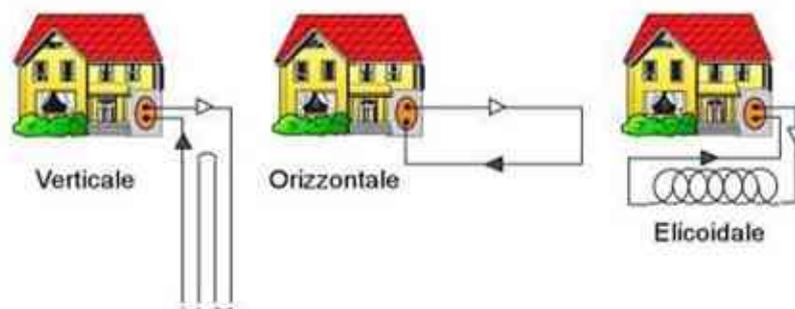
- **sonde verticali** (vedi immagine di cui sopra), sono tubi in cui scorre il fluido scambiante, hanno forma tipicamente a U e arrivano a profondità variabili, quindi nella zona che non risente degli sbalzi climatici della superficie e che rimane a temperatura costantemente maggiore della media esterna.

Vengono inseriti nei pozzi trivellati, e una volta posati si procede al riempimento del pozzo con malta, rendendo l'impianto inaccessibile.

Questo tipo di sonde utilizza come fluido vettore acqua o glicole.

In ogni caso il sistema di riscaldamento/raffrescamento deve utilizzare un fluido vettore che rilascia calore a temperatura massima di 30-35° C per il riscaldamento .

Pompe di calore collegate al terreno
(sistemi a circuito chiuso)





INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Pompe di calore open loop

Quando è possibile è preferibile utilizzare, come sorgente fredda, direttamente l'acqua presente nelle falde acquifere. I sistemi open loop pompano direttamente l'acqua della falda, che si mantiene a una temperatura compresa tra i 10 e i 15°C durante tutto l'anno, fino in superficie. L'acqua viene, quando possibile, alimentata direttamente alla pompa di calore o altrimenti a uno scambiatore di calore. Vien infine re-immessa nell'ambiente. In funzione della modalità di re-immersione si riconoscono diverse tecnologie:

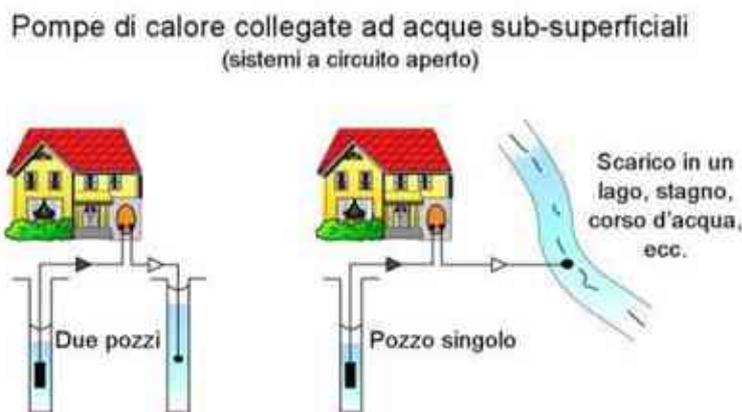
- attraverso un pozzo di iniezione
- attraverso uno scarico in superficie
- nello stesso pozzo di estrazione

In condizioni ideali sono i più economici fra tutti i sistemi geotermici a pompa di calore, pur avendo senz'altro i più elevati costi di pompaggio e i conseguenti problemi legati alle rotture delle pompe.

Una preliminare valutazione circa la fattibilità di sistemi open loop ci sono almeno tra fattori da considerare:

- Qualità dell'acqua e sue caratteristiche chimiche (concentrazione di Fe e batteri)
- Quantità di acqua disponibile
- Scarico dell'acqua utilizzata

E' infine possibile utilizzare le acque superficiali come sorgente termica anche se ciò è generalmente di difficile applicazione





Pompe di calore collegate ad acque superficiali



La tecnica di prelevare calore con una sonda geotermica o dalle acque di falda è altamente affidabile e fa ormai parte dei modi convenzionali di riscaldamento, ben conosciuta e sfruttata in tutto il Nord Europa e negli Stati Uniti.

A titolo di esempio, una pompa di calore collegata ad una sonda geotermica inserita a circa 100 m di profondità estrae dal suolo una potenza geotermica sufficiente per riscaldare un'abitazione unifamiliare standard.

Vantaggi:

- risparmio sui costi di gestione;
- riduzione delle emissioni in atmosfera;
- minima manutenzione;
- riscaldamento e raffrescamento;
- assenza della canna fumaria;

Svantaggi:

- costi più elevati rispetto un impianto tradizionale (ripagati però in un tempo relativamente breve);
- necessità di opere di trivellazione o sbancamento;
- necessità di verificare se il sottosuolo o le acque sotterranee sono sottoposte a vincoli;
- necessità di un'analisi preliminare del suolo per capire i costi della trivellazione.



APPENDICE 7 - SISTEMA DI ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI AI REQUISITI

A. GENERALITÀ E MODALITÀ ESEMPLIFICATIVE

Il Tit. X del R.E. definisce incentivi di carattere economico ed urbanistico finalizzati alla realizzazione di edifici sostenibile; a tale proposito si precisa quanto segue:

- il comma 3 dell'art. 146 della L.R. 1/2005 stabilisce che i Comuni possono applicare incentivi di carattere edilizio/urbanistico mediante la previsione negli strumenti urbanistici di un incremento fino al 10 % della **superficie utile ammessa** per gli interventi di nuova edificazione, di ristrutturazione urbanistica, di sostituzione e di ristrutturazione edilizia, compatibilmente con i caratteri storici ed architettonici degli edifici e dei luoghi;
- l'art. 7 e segg. del D.P.G.R. 9/2/2007, n. 3/R precisa che, per quanto riguarda il dimensionamento degli insediamenti contenuto sia nei P.S. che nei R.U., questo deve essere espresso (per ogni funzione) in mq di **superficie utile lorda**.

Conseguentemente gli incentivi di carattere dimensionale previsti dal RE saranno espressi in termini di Superficie utile lorda (S.U.L., come definita dall'art. 39 del R.E.) e non potranno essere superiori al 10% delle dimensioni massime ammissibili (ex art. 146, comma 3, L.R. 1/2005, di cui sopra) e, in termini di parti degli edifici non comprese nella S.U.L. che non potranno essere superiori al 20% delle dimensioni massime ammissibili.

Più precisamente vengono previste le seguenti tipologie di incentivi:

a) incentivi di carattere economico:

- a.1) Sconto oneri di urbanizzazione sino al 70%;
- a.2) Sconto su tasse comunali da definire e sino al 30% e per i 10 anni decorrenti dall'abitabilità/agibilità;

b) incentivi di carattere edilizio/urbanistico:

- b.1) incremento fino al 10% della S.U.L., come definita dall'art. 39 del R.E.

A titolo propedeutico si ribadisce che gli edifici dovranno essere progettati e realizzati secondo quanto disposto dalle presenti *Linee-guida* e dalle norme di Regolamento. In questo senso la progettazione dovrà privilegiare l'adozione dei criteri propri della bioarchitettura, finalizzati all'utilizzo di materiali naturali, all'oculato uso delle risorse e al contenimento dei consumi energetici.

Per ottenere gli incentivi e le agevolazioni di cui sopra e riferibili al Tit. X del Regolamento Edilizio, volti al perseguimento degli obiettivi di cui all'art. 1 dello stesso, i quali consistono essenzialmente nella riqualificazione architettonica, paesaggistica, ambientale generale dell'intero territorio comunale, nello sviluppo della bioedilizia, nell'incentivazione dell'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili per la climatizzazione/riscaldamento degli immobili e nella tutela delle risorse del territorio, è necessario sottostare agli adempimenti di seguito specificati.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Sistemi di valutazione delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici

A base del sistema di valutazione delle prestazioni energetico-ambientali degli edifici vengono posti due sistemi di verifica in funzione del quantitativo di incentivi richiesti:

- A. il primo basato sulla **certificazione ESIT** e quindi sul protocollo ITACA 2011 da utilizzare per incentivi richiesti a partire dal 30% di sconto sulle opere di urbanizzazione e un incremento di S.U.L. a partire dal 3 % e questo per punteggi di prestazioni di efficienza energetico-ambientale ottenute, relativamente al protocollo ITACA 2011, superiori o uguali al punteggio 1,5 (Discreto);
- B. il secondo basato su una **metodologia di verifica semplificata** evidenziata di seguito, per richieste di incentivo inferiori a quelle prima indicate.

A – Certificazione ESIT: segue specifiche e incentivi ottenibili in funzione dei punteggi

Per quanto riguarda la “Certificazione Esit” preliminarmente si precisa quanto segue.

IiSBE Italia, chapter di iiSBE Internazionale, è un’associazione no-profit finalizzata a promuovere e agevolare l’adozione di politiche e strumenti per favorire un ambiente costruito sostenibile. In particolare, iiSBE Italia è membro e responsabile scientifico, insieme a ITC-CNR, dello *Steering Committe* del protocollo ITACA, ed è soggetto autorizzato da ITACA ad emettere certificati Protocollo ITACA.

ESIT® è il marchio registrato da ITC-CNR e iiSBE Italia, per la certificazione Italiana di valore internazionale per l’edilizia sostenibile: riferimento unico a livello Italiano per la valutazione della qualità energetico-ambientale degli edifici.

In particolare, IiSBE Italia, attraverso la propria struttura operativa, fornirà al Comune di Filattiera il servizio di attestazione e certificazione degli interventi edilizi che, secondo quanto previsto al Tit. X del Regolamento edilizio - “Incentivi per la promozione dell’edilizia sostenibile e dell’efficienza energetica”, prevedono l’applicazione del Protocollo ITACA nazionale 2011 edifici residenziali e del terziario per l’ottenimento di agevolazioni di carattere economico e edilizio/urbanistico.

Gli strumenti di valutazione per la determinazione delle prestazioni energetico-ambientale interventi edilizi sono: il Protocollo ITACA nazionale 2011 edifici residenziali e il Protocollo ITACA nazionale 2011 edifici del terziario, applicabile sia alle nuove costruzioni, sia alle ristrutturazioni. Ulteriori strumenti di valutazione potranno essere adottati a seguito del loro rilascio ufficiale da parte di ITACA. In particolare: Protocollo IITACA edifici commerciali, Protocollo ITACA edifici industriali, Protocollo ITACA edifici scolastici.

Per poter accedere agli incentivi e alle agevolazioni previsti dal RE di Filattiera, sopra richiamati, si dovranno seguire le seguenti procedure:

a) il proprietario dell’immobile o avente titolo, attraverso il professionista incaricato ad effettuare la valutazione:

- esegue i calcoli di verifica degli indicatori previsti da ogni criterio dello strumento di valutazione;



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

- effettua il calcolo del punteggi e predispone la documentazione tecnica richiesta;

b) iiSBE Italia, acquisita la documentazione tecnica di cui al punto a), provvede:

- all'avvio della procedura di validazione. In relazione alle evidenze tecniche risultanti, potrà essere trasmessa al professionista la richiesta di integrazione e/o revisione dei documenti tecnici forniti;

- a revisionare, se necessario, la documentazione tecnica integrativa ed effettuare la validazione finale;

- all'emissione dell'Attestato Protocollo ITACA per la Fase di Progetto Esecutivo;

c) il proprietario dell'immobile o avente titolo, allega alla richiesta del titolo abilitativo edilizio, comunque denominato, da inoltrare al Comune di Filattiera, l'attestato rilasciato da iiSBE Italia;

d) all'atto del rilascio del Permesso di costruire o della consegna della S.C.I.A., il proprietario dell'immobile o avente titolo dovrà produrre una polizza fideiussoria a garanzia del valore degli incentivi previsti, conformemente a quanto previsto dall'art. 161 del Regolamento edilizio "Adempimenti per l'inizio dei lavori";

e) il proprietario dell'immobile o avente titolo, attraverso il professionista incaricato ad effettuare la valutazione, predispone il cronoprogramma dei lavori a la documentazione tecnica richiesta nelle varie fasi di realizzazione delle opere;

f) iiSBE Italia, acquisita la documentazione tecnica di cui al punto e), provvede:

- ad avviare la procedura di validazione, fissando le visite in cantiere secondo il cronoprogramma stabilito;

- ad effettuare le visite ispettive di controllo in cantiere: una in fase di costruzione, una a fine lavori (collaudo). Il numero di visite in cantiere potrà essere superiore a due in ragione della complessità dell'opera;

- a trasmettere il verbale di visita con eventuali evidenze di non conformità;

- a verificare gli adeguamenti alle non conformità rilevate;

- ad effettuare la validazione a edificio realizzato in fase di collaudo finale;

- all'emissione del Certificato finale Protocollo ITACA.

iiSBE Italia emetterà il certificato finale solo se il punteggio dichiarato in fase di progetto esecutivo sarà confermato od eventualmente migliorato in fase di edificio costruito;

g) il Comune di Filattiera, acquisito il certificato finale, unitamente alla dichiarazione di fine lavori, restituirà al proprietario dell'immobile o avente titolo, la polizza fidejussoria, secondo le modalità fissate dall'art. 162 del Regolamento edilizio "Adempimenti per la fine lavori".

In caso di richiesta di varianti in corso d'opera che modifichino le prestazioni dell'edificio in riferimento a uno o più criteri del Protocollo di valutazione, il proprietario dell'immobile o avente titolo, dovrà presentare a iiSBE Italia la documentazione tecnica aggiornata di cui al punto a).



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

IiSBE Italia, espletate le procedure di validazione di cui al punto b), emetterà un Attestato Protocollo ITACA aggiornato per la Fase di Progetto Esecutivo. Le proposte di varianti dovranno necessariamente dimostrare l'equivalenza o il miglioramento del punteggio del Protocollo di valutazione rispetto a quanto determinato nel progetto iniziale, conformerete a quanto previsto dall'art. 163 Regolamento edilizio "Varianti".

A supporto della compilazione e delle schede ITACA per la valutazione dei progetti edilizi, IiSBE Italia fornirà agli operatori:

- il software per il calcolo del punteggio di ciascun criterio e del valore della valutazione complessiva, ovvero il punteggio finale;
- il modello di relazione tecnica necessaria a raccogliere, elaborare e sintetizzare l'insieme dei documenti richiesti e organizzarli con un preciso ordine e formato;
- il manuale d'uso, attraverso il quale vengono definite le modalità operative da seguire per la corretta applicazione del protocollo di valutazione, illustrando nel dettaglio le procedure di calcolo per la definizione di ciascuno degli indicatori di prestazione richiesti.

B - Metodologia di verifica semplificata

Questa metodologia di verifica è da utilizzare per ottenere incentivi pari ad un incremento di S.U.L. sino al 3 % e uno sconto sulle opere di urbanizzazione pari al 30%.

Le agevolazioni previste si riferiscono ai seguenti criteri:

- migliore prestazione energetica degli edifici;
- utilizzo di sistemi tecnologici che sfruttano le fonti energetiche rinnovabili;
- utilizzo di dispositivi bioclimatici;
- utilizzo di sistemi tecnologici per l'uso efficiente dell'energia elettrica;
- utilizzo di sistemi tecnologici per la riduzione dell'inquinamento luminoso;
- utilizzo di tecnologie per il risparmio idrico e il recupero/riutilizzo delle acque meteoriche per usi non pregiati;
- utilizzo di materiali da costruzione "sani", dotati di idoneo certificato;
- abolizione delle barriere architettoniche sia per quanto concerne gli spazi esterni sia per gli spazi di relazione.

Per verificare la qualità e la quantità degli incentivi da erogare a fronte di questa metodologia semplificata, il Comune di Filattiera predisporrà una apposita scheda suddivisa in aree tematiche, la quale dovrà essere elaborata da parte dei richiedenti:

Area A: Efficienza Energetica;

Area B: Fonti rinnovabili;

Area C: Gestione della risorsa idrica;

Area D: Requisiti acustici passivi;

Area E: Sostenibilità dei materiali;



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Area F: Qualità dell'ambiente interno.

Per ogni area tematica sono puntualmente definiti i criteri, le tecnologie e i materiali che verranno utilizzati affinché i nuovi interventi siano conformi alle finalità sopra ricordate, così da poter accedere agli incentivi. Questi ultimi sono attribuiti in misura “premiata” in funzione della quantità e della qualità degli interventi e delle migliorie apportate agli edifici.

Per poter stabilire quanto un intervento rispetti le finalità sottese dal presente elaborato è necessario attribuire dei punteggi affinché ad essi corrispondano proporzionati “benefici”.

La qualità del progetto in termini di risparmio energetico e sostenibilità ambientale sarà valutata tramite schede pertinenti a ciascun ambito specifico e suddivise in **SEI AREE** concernenti rispettivamente (vedi sopra): **il risparmio energetico, lo sfruttamento delle fonti rinnovabili, il risparmio idrico, l'isolamento acustico, la scelta dei materiali e la qualità complessiva dell'ambiente interno.**



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

VALUTAZIONE DEL PROGETTO IN RIFERIMENTO AL RISPARMIO ENERGETICO E SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

RISPARMIO ENERGETICO		PUNTEGGIO	
A Prestazione energetica invernale degli elementi di involucro opachi		10	
B Prestazione energetica estiva degli elementi di involucro opachi		5	
C Prestazione energetica invernale degli elementi di involucro trasparenti		5	
D Sistemi di ombreggiamento/controllo solare dell'involucro trasparente nel periodo invernale		5	
E Sistemi di ombreggiamento/controllo solare passivo dell'involucro trasparente nel periodo estivo		5	
F Tipologia di tendaggio nel periodo estivo		5	
G Rendimento globale medio stagionale dell'impianto di riscaldamento		10	45
FONTI RINNOVABILI			
H Produzione di ACS con sistemi alimentati da fonti rinnovabili		7	
I Produzione di energia elettrica tramite impianti alimentati da fonti rinnovabili		8	15
GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA			
L Permeabilità delle superfici		5	
M Riutilizzo delle acque piovane		5	10
REQUISITI ACUSTICI PASSIVI			
N Isolamento acustico standardizzato di facciata (D2m,nT)		5	
O Livello di rumore per calpestio normalizzato (L'n,w)		5	10
SOSTENIBILITA' DEI MATERIALI UTILIZZATI			
P scelta di materiali ecosostenibili		10	10
QUALITA' DELL'AMBIENTE INTERNO			
Q Illuminazione naturale degli ambienti		5	
R Ventilazione degli ambienti		5	10

100

Incentivi previsti con la metodologia di verifica semplificata e relativi punteggi da conseguire

Con questa metodologia di verifica è possibile ottenere i seguenti incentivi:

incrementi di S.U.L. pari al 3 %:

A. il punteggio da conseguire minimo è pari a punti 45 ottenibili su una o più aree tematiche a scelta del richiedente

incrementi di S.U.L. pari al 3 % e sconti su oneri di urbanizzazione pari al 30%

B. il punteggio da conseguire minimo è pari a punti 60 ottenibili su una o più aree tematiche a scelta del richiedente



B. AREE TEMATICHE OGGETTO DI STUDIO

Come descritto precedentemente il progettista – mediante idonei elaborati – dovrà evidenziare quali strategie intende intraprendere per ottenere un edificio “energeticamente virtuoso” e sostenibile affinché vengano concessi i benefici di cui al Tit. X del Regolamento Edilizio.

A tale proposito, di seguito sono esplicitati gli studi che devono essere condotti per la corretta compilazione della scheda e dei citati elaborati di cui sopra, secondo le aree tematiche anzidette.

⇒ RISPARMIO ENERGETICO

A PRESTAZIONE ENERGETICA INVERNALE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO OPACHI

Per la compilazione della prima sottoarea sarà necessario inserire il valore della superficie coperta dallo specifico componente opaco, il foglio di calcolo calcolerà così il peso relativo del componente rispetto alla superficie disperdente complessiva. Inserendo un valore di superficie diverso da zero sarà possibile inserire il valore della trasmittanza che sarà confrontato con il limite di legge.

Verrà quindi calcolata la riduzione percentuale del valore della trasmittanza che sarà poi moltiplicata per il peso della superficie e ne sarà fatta una media.

In funzione del valore della riduzione percentuale media sarà assegnato un punteggio. Sarà possibile ottenere il punteggio massimo dimezzando il valore della trasmittanza di riferimento per ciascun componente; per riduzioni inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.

AREA A - PRESTAZIONE ENERGETICA INVERNALE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO OPACHI - punteggio massimo 10

N°	Elemento di involucro	Superficie(m2)	Sel/Stot	Uprog (W/m2K)	Urif (W/m2K)	Rid.percentuale	Rid.pesata
A1	Parete esterna 1	100,00	27%	0,22	0,36	39%	11%
	Parete esterna 2 (se presente)	40,00	11%	0,25	0,36	31%	3%
	Parete esterna 3 (se presente)	0,00	n. p.				
A2	Pavimento 1	110,00	30%	0,36	0,36	0%	0%
	Pavimento 2 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			
	Pavimento 3 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			
A3	Copertura 1	90,00	25%	0,20	0,36	44%	11%
	Copertura 2 (se presente)	25,00	7%	0,16	0,36	56%	4%
	Copertura 3 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			

Superficie tot. involucro riscaldato: 365,00

Riduzione percentuale media: 29%

PUNTEGGIO AREA A:

5,75

Allegati obbligatori richiesti

A1 Stratigrafie degli elementi di involucro opachi.

A2 Verifiche termogrometriche degli elementi di involucro opachi.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

A3 Schede tecniche dei materiali utilizzati.

A4 Schema di posizionamento degli elementi di involucro considerati con il calcolo delle rispettive superfici.

Nota bene:

1 I requisiti minimi previsti dalla legge sono indicati in colore giallo.

2 Nel caso di sottotetti non riscaldati per copertura si intende il pavimento del sottotetto.

3 Sono da considerare fra le pareti esterne anche le pareti verso ambienti non riscaldati.

4 In presenza di cantine/garage non riscaldati per pavimento si intende il soffitto della cantina/garage

5 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

B PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO OPACHI

Per la compilazione della seconda sottoarea sarà necessario inserire il valore della superficie coperta dallo specifico componente opaco, il foglio di calcolo calcolerà così il peso relativo del componente rispetto alla superficie disperdente complessiva. Inserendo un valore di superficie diverso da zero sarà possibile inserire il valore dello sfasamento che sarà confrontato con il limite di legge.

Verrà quindi calcolato l'incremento percentuale del valore dello sfasamento che sarà poi moltiplicata per il peso della superficie e ne sarà fatta una media.

In funzione del valore dell'incremento percentuale medio sarà assegnato un punteggio. Sarà possibile ottenere il punteggio massimo raddoppiando il valore dello sfasamento di riferimento per ciascuno dei componenti; per incrementi inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.

AREA B - PRESTAZIONE ENERGETICA ESTIVA DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO OPACHI - punteggio massimo 5

N°	Elemento di involucro	Superficie(m2)	Sel/Stot	Sprog (h)	Srif (h)	Incr.percentuale	Incr.pesato
B1	Parete esterna 1	100,00	39%	12,00	8,00	50%	20%
	Parete esterna 2 (se presente)	40,00	16%	10,00	8,00	25%	4%
	Parete esterna 3 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			
B2	Copertura 1	90,00	35%	16,00	8,00	100%	35%
	Copertura 2 (se presente)	25,00	10%	11,00	8,00	38%	4%
	Copertura 3 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			

Superficie tot. involucro esposto: 255,00

Incremento percentuale medio: 63%

PUNTEGGIO AREA B:

3,13

Allegati obbligatori richiesti

B1 Stratigrafie degli elementi di involucro opachi.

B2 Calcolo degli sfasamenti degli elementi di involucro opachi.

B3 Schede tecniche dei materiali utilizzati.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Nota bene:

- 1 I requisiti minimi previsti dalla legge sono indicati in colore giallo.
- 2 Nel caso di sottotetti non riscaldati per copertura si intende il pavimento del sottotetto.
- 3 Sono da considerare fra le pareti esterne anche le pareti verso ambienti non riscaldati.
- 4 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

C PRESTAZIONE ENERGETICA INVERNALE DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO TRASPARENTI

Per la compilazione della terza sottoarea sarà necessario inserire il valore della superficie coperta dallo specifico componente trasparente, il foglio di calcolo calcolerà così il peso relativo del componente rispetto alla superficie finestrata complessiva. Inserendo un valore di superficie diverso da zero sarà possibile inserire il valore della trasmittanza che sarà confrontato con il limite di legge.

Verrà quindi calcolata la riduzione percentuale del valore della trasmittanza che sarà poi moltiplicata per il peso della superficie e ne sarà fatta una media.

In funzione del valore della riduzione percentuale media sarà assegnato un punteggio. Sarà possibile ottenere il punteggio massimo dimezzando il valore della trasmittanza di riferimento per ciascun componente; per riduzioni inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.

AREA C - PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI ELEMENTI DI INVOLUCRO TRASPARENTI - punteggio massimo 5

N°	Elemento di involucro	Superficie(m2)	Sel/Stot	Uprog(W/m2K)	Urif(W/m2K)	Rid.percentuale	Rid.pesata
C1	Vetro 1	25,00	83%	1,20	1,90	37%	31%
	Vetro 2 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			
	Vetro 3 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			
C2	Infisso 1	5,00	17%	1,50	2,40	38%	6%
	Infisso 2 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			
	Infisso 3 (se presente)	0,00	n. p.	n. p.			

Superficie tot. involucro trasparente: 30,00

Riduzione percentuale media: 37%

PUNTEGGIO AREA C:

3,70

Allegati obbligatori richiesti

- C1 Schede tecniche dei vetri utilizzati.
C2 Schede tecniche degli infissi utilizzati.

Nota bene:

- 1 I requisiti minimi previsti dalla legge sono indicati in colore giallo.
- 2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

D SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE NEL PERIODO INVERNALE

La sottoarea relativa al controllo solare durante la stagione invernale valuterà la capacità dell'edificio di accogliere gli apporti solari tramite un corretto orientamento e un'adeguata disposizione degli elementi trasparenti. Nella compilazione della scheda sarà necessario indicare la superficie vetrata insolata durante il solstizio di inverno a mezzogiorno. Questo valore sarà confrontato con il valore complessivo della superficie vetrata dell'edificio e ne sarà tratta una percentuale. Questo valore sarà poi incrementato tramite un coefficiente correttivo se verranno scelti vetri basso-emissivi in grado di intrappolare il calore entrato nell'edificio senza riemmetterlo verso l'esterno. Il massimo punteggio sarà ottenuto con una superficie insolata del 100%, per valori inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.

AREA D - SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE NEL PERIODO INVERNALE - punt. massimo 5

D1	Superfici trasparenti insolate alle ore 12h del 21.12 (mq)	16
D2	Superficie totale dell'involucro trasparente (mq)	25
	La percentuale delle superfici insolata alle ore 12 del 21.12	64%
D3	Coef. correttivo in base alla tipologia di vetri utilizzata: vetri basso-emissivi (1.2), altri vetri (1)	1,2

PUNTEGGIO AREA D:

3,84

Allegati obbligatori richiesti

D1 Schede tecniche dei vetri utilizzati.

D2 Schema grafico di individuazione delle superfici trasparenti insolate alle ore 12h del 21.12.

Nota bene:

1 Per la redazione dello schema grafico indicato vedi quanto descritto nelle presenti.

2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

E SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE NEL PERIODO ESTIVO

La sottoarea relativa al controllo solare durante la stagione estiva valuterà la capacità dell'edificio di schermare i raggi solari tramite un corretto orientamento e un'adeguata disposizione degli aggetti. Nella compilazione della scheda sarà necessario indicare la superficie vetrata ombreggiata durante il solstizio d'estate a mezzogiorno. Questo valore sarà confrontato con il valore complessivo della superficie vetrata dell'edificio e ne sarà tratta una percentuale. Questo valore sarà poi incrementato tramite un coefficiente correttivo se verranno scelti a controllo solare in grado di far entrare selettivamente solo la radiazione visibile della luce. Il massimo punteggio sarà ottenuto con una superficie in ombra del 100%, per valori inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

AREA E - SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE IN PERIODO ESTIVO - punt. massimo 5

E1	Superfici trasparenti ombreggiate alle ore 12h del 21.06 (mq)	18
E2	Superficie totale dell'involucro trasparente (mq)	25
	La percentuale delle superfici insolata alle ore 12 del 21.06 (%)	72
E3	Coef. correttivo in base alla tipologia di vetri utilizzata: vetri a controllo solare (1.2), altri vetri (1)	1,2

PUNTEGGIO AREA E:

4,32

Allegati obbligatori richiesti

E1 Schede tecniche dei vetri utilizzati.

E2 Schema grafico di individuazione delle superfici trasparenti in ombra alle ore 12h del 21.06.

Nota bene:

1 Per la redazione dello schema grafico indicato vedi quanto descritto nelle presenti.

2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

F SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE NEL PERIODO ESTIVO

In questa sottoarea saranno valutati i sistemi di schermatura adottati per ombreggiare le finestre esposte a est sud e ovest. La scheda prevede 5 tipologie di sistemi di schermatura ai quali viene attribuito un punteggio crescente in base alla capacità degli stessi di impedire l'accesso alla radiazione solare nelle ore più calde. I punteggi da 1 a 4 verranno attribuiti a sistemi di schermatura posizionati dal più interno al più esterno. Per ottenere il punteggio massimo sarà necessario adottare sistemi di schermatura motorizzati a controllo avanzato che siano in grado di garantire il miglior compromesso tra le necessità di schermatura e di illuminazione degli ambienti.

AREA F - SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE NEL PERIODO ESTIVO - punt. massimo 5

Categorie dei sistemi di ombreggiamento / controllo solare		Punt. attrib.
F1	Superfici trasparenti senza sistemi di ombreggiamento	0
F2	Sistemi di ombreggiamento realizzati con tende/veneziane interne	1
F3	Sistemi di ombreggiamento realizzati con veneziane interposte fra le lastre di vetro	2
F4	Sistemi di ombreggiamento esterni: persiane, frangisoli, avvolgibili, tendaggi esterni	3
F5	Sistemi di ombreggiamento esterni dotati di sistemi di controllo domotico	5

PUNTEGGIO AREA F:

3,00

Allegati obbligatori richiesti

F1 Schede tecniche dei vetri utilizzati.

F2 Documentazione tecnica per illustrare i sistemi di controllo solare utilizzati.

Nota bene:

1 Per i vetri a controllo solare si intendono vetri con fattore solare inferiore a 0,50.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

G SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE DELL'INVOLUCRO TRASPARENTE NEL PERIODO ESTIVO

Per valutare la bontà dell'impianto di climatizzazione installato, verrà preso a riferimento il rendimento medio stagionale calcolato come prescritto dalla norma UNI-TS 11300-2. Si dovrà definire il mezzo di produzione del calore che potrà essere una caldaia o una pompa di calore e, inserito il rendimento del mezzo di produzione scelto, sarà possibile inserire i rendimenti dei vari sottosistemi. Il valore del rendimento ottenuto sarà confrontato con un valore base limite di 80 e il punteggio sarà attribuito in funzione dell'incremento che si andrà ad ottenere.

Il punteggio massimo si avrà con un rendimento medio stagionale superiore a 1,2; per rendimenti inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.

AREA G - RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO - punteggio massimo 10

N°	Sistema di riscaldamento	Produzione	Distrib.	Regolazione	Emissione	Rend. GMS	Miglior. Per.
G1	Caldaia	1,08	0,97	0,98	0,95	97,53	21,91
G2	Pompa di Calore	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Rendimento GMS di riferimento: **80,00**

Riduzione percentuale pesata totale: **21,91**

PUNTEGGIO AREA G:

4,38

Allegati obbligatori richiesti

G1 Relazione tecnica ai sensi della "Legge 10/1991" e s.m.i.

G2 Schede tecniche dei materiali/sistemi utilizzati.

Nota bene:

1 I requisiti minimi previsti dalla legge sono indicati in colore giallo..

2 Nel caso di utilizzo di pompe di calore i rendimenti sono da moltiplicare con 0,46 (rendimento del parco elettrico nazionale).

2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

⇒ RINNOVABILI

H PRODUZIONE DI ACS CON SISTEMI ALIMENTATI DA FONTI RINNOVABILI

Per la compilazione della scheda sarà necessario indicare il fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria e l'energia prodotta dall'impianto alimentato da fonti rinnovabili che contribuirà alla copertura del fabbisogno.

Il punteggio massimo sarà ottenuto con una copertura del 75%. Per valori di copertura inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

AREA H - PRODUZIONE DI ACS CON SISTEMI ALIMENTATI DA FONTI RINNOVABILI - punt. massimo 7

H1	Fabbisogno energetico per la produzione di ACS (kWh)	4700
H2	Produzione impianto solare termico (kWh)	3000
	Copertura percentuale	64%

PUNTEGGIO AREA D:

3,87

Allegati obbligatori richiesti

H1 Schema di posizionamento, orientamento e inclinazione dei pannelli.

H2 Schede tecniche dei pannelli solari termici utilizzati.

H3 Relazione di calcolo della produzione energetica dell'impianto.

Nota bene:

1 I requisiti minimi previsti dalla legge prevedono una copertura del 50% del fabbisogno energetico per ACS da fonti rinnovabili.

2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

I PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA TRAMITE IMPIANTI ALIMENTATI DA FONTI RINNOVABILI

La scheda attribuirà un punteggio in funzione del valore del rapporto tra la superficie utile dell'edificio e la potenza fotovoltaica installata in integrazione architettonica sull'edificio oggetto della procedura di valutazione.

Il parametro posto a riferimento è definito in accordo con il Decreto Legislativo recante attuazione della direttiva 2009/28/CE allegato 3 e s.m.i.

Il punteggio massimo sarà ottenuto con un valore di S/P maggiore o uguale a 40. Per valori minori o uguali a 80 il punteggio attribuito sarà zero mentre per valori intermedi il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.

AREA I - PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA TRAMITE IMPIANTI ALIMENTATI DA FONTI RINNOVABILI - punt. massimo 8

I1	Superficie utile dell'edificio (mq)	290
I2	Potenza installata (kW)	6
	Rapporto S/P	48,33

PUNTEGGIO AREA D:

6,33

Allegati obbligatori richiesti

I1 Schema di posizionamento, orientamento e inclinazione dei pannelli.

I2 Schede tecniche dei pannelli fotovoltaici utilizzati e degli inverter utilizzati.

I3 Relazione di calcolo della produzione energetica dell'impianto.

Nota bene:

1 Con S si indica la superficie in mq dell'unità abitativa considerata.

2 I requisiti imposti dalla legge prevedono l'installazione di un impianto FV di potenza minima pari a S/80.

3 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

⇒ **GESTIONE DELLA RISORSA IDRICA**

L PERMEABILITA' DELLE SUPERFICI

Nella scheda relativa all'area L andranno inseriti i valori in metri quadri della superficie permeabile, delle eventuali coperture verdi e dalla pertinenza totale.

Il foglio calcolerà quindi il valore percentuale di superficie permeabile sulla superficie di pertinenza totale. L'adozione di coperture verdi sarà premiata conteggiando il doppio della superficie coperta dagli stessi nel computo delle superfici permeabili.

Punteggio pari a zero sarà attribuito al valore minimo del 25% mentre sarà possibile ottenere punteggio massimo con una superficie permeabile pari al 100% della superficie totale.

AREA L - PERMEABILITA' DELLE SUPERFICI - punt. massimo 5		
L1	Area delle superfici esterne permeabili (mq)	22
L2	Area della coperture / terrazzi verdi (se presenti) (mq)	12
L3	Area della superficie esterna totale di pertinenza del sito considerato (mq)	97

Rapporto (sup.permeabile + 2*sup.tetti verdi) / sup.totale di pertinenza	47,42
---	--------------

PUNTEGGIO AREA L:	2,37
--------------------------	-------------

Allegati obbligatori richiesti

L1 Schema planimetrico con indicazione delle superfici permeabili.

L2 Relazione descrittiva dei materiali utilizzati nelle sistemazioni esterne.

L3 Relazione di calcolo della percentuale di superfici permeabili con divisione in aree geometriche essenziali opportunamente quotate.

Nota bene:

1 Il rapporto richiesto è quello tra l'area delle superfici esterne permeabili e l'area esterna di pertinenza del sito

2 La superficie delle coperture/terrazzi verdi viene raddoppiata nel calcolo ai fini di incentivarne la scelta

M RIUTILIZZO DELLE ACQUE PIOVANE

La scheda riporterà più soluzioni impiantistiche caratterizzate da un livello crescente di capacità di recupero delle acque piovane.

Il riutilizzo delle acque meteoriche è legato non solo alla capacità del serbatoio di accumulo ma anche alla quantità di sottoservizi che sono in grado di sfruttare l'acqua raccolta. Maggiore punteggio sarà quindi attribuito ai sistemi che sfruttano le acque recuperate anche per lo scarico dei WC.

Il punteggio massimo sarà raggiungibile però solo con sistemi di irrigazione avanzati in grado di generare economie nell'utilizzo delle acque stesse.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

AREA M - RIUTILIZZO DELLE ACQUE PIOVANE - punt. massimo 5

M1	Edifici senza presenza di sistemi di raccolta delle acque piovane	0
M2	Edifici dotati di un sistema non conforme ai minimi previsti - giustificato dalla non fattibilità tecnica	1
M3	Sistema di raccolta delle acque per l'irrigazione delle aree verdi	2
M4	Sistema di raccolta delle acque l'irrigazione delle aree verdi e alimentazione WC	4
M5	Presenza di sistemi di irrigazione avanzati in base alle condizioni climatiche - coef. Correttivo	1,25

PUNTEGGIO AREA M:

2,50

Allegati obbligatori richiesti

M1 Schema planimetrico con indicazione della posizione e dei volumi delle vasche di raccolta delle acque piovane.

M2 Relazione tecnica descrittiva dell'impianto (tubazioni, filtri, pompe) di raccolta e riutilizzo delle acque piovane.

M3 Schede tecniche dei materiali/sistemi utilizzati.

Nota bene:

1 La realizzazione di cisterne di raccolta delle acque piovane presenta un obbligo per le nuove costruzioni come precisato all'art. 124 del R.E.

2 E' possibile andare in deroga alle prescrizioni del regolamento esclusivamente nel caso in cui viene dimostrato con apposita relazione tecnica che la realizzazione di tali sistemi provocherebbe gravi problematiche strutturali, realizzative o estetiche nel caso di edifici sottoposti a vincoli ambientali.

⇒ **REQUISITI ACUSTICI PASSIVI**

N ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA

La scheda valuterà la bontà dell'isolamento acustico dell'involucro esterno in funzione del valore dell'isolamento acustico standardizzato di ciascuna parete.

Per la compilazione della scheda sarà necessario inserire il valore della superficie coperta dallo specifico componente opaco, il foglio di calcolo calcolerà così il peso relativo del componente rispetto alla superficie complessiva. Inserendo un valore di superficie diverso da zero sarà possibile inserire il valore dell'isolamento acustico che sarà confrontato con il limite di legge.

Verrà quindi calcolato l'incremento percentuale del valore dell'isolamento che sarà poi moltiplicato per il peso della superficie e ne sarà fatta una media.

In funzione del valore dell'incremento percentuale medio sarà assegnato un punteggio. Sarà possibile ottenere il punteggio massimo con un incremento del 25% rispetto al valore limite per ciascun componente; per incrementi inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

AREA N - ISOLAMENTO ACUSTICO STANDARDIZZATO DI FACCIATA - punteggio massimo 5

N°	Parete considerata	Superficie(m2)	Sel/Stot	(D2m, nTw)prog	(D2m, nTw)lim	Migl.per.	Migl.pesato
N1	Parete 1 (idicare locale e esp.)	100,00	22%	48,00	40,00	20%	4%
N2	Parete 2 (idicare locale e esp.)	40,00	9%	48,00	40,00	20%	2%
N3	Parete 3 (idicare locale e esp.)	20,00	4%	48,00	40,00	20%	1%
N4	Parete 4 (idicare locale e esp.)	80,00	18%	48,00	40,00	20%	4%
N5	Parete 5 (idicare locale e esp.)	55,00	12%	48,00	40,00	20%	2%
N6	Parete 6 (idicare locale e esp.)	24,00	5%	48,00	40,00	20%	1%
N7	Parete 7 (idicare locale e esp.)	90,00	20%	48,00	40,00	20%	4%
N8	Parete 8 (idicare locale e esp.)	25,00	6%	48,00	40,00	20%	1%
N9	Parete 9 (idicare locale e esp.)	20,00	4%	48,00	40,00	20%	1%

Superficie tot. Pareti esterne:	454,00
--	---------------

Incremento percentuale medio:	20%
--------------------------------------	------------

PUNTEGGIO AREA N:

4,00

Allegati obbligatori richiesti

- N1 Relazione tecnica: valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi.
 N2 Schede tecniche dei materiali utilizzati – stratigrafie delle pareti esterne.
 N3 Schema di posizionamento delle pareti esterne considerate nel calcolo.

Nota bene:

- 1 I requisiti minimi previsti dalla legge sono indicati in colore giallo.
 2 Il riferimento a 40dB per l'isolamento standardizzato di facciata è valido per le residenze; per altre destinazioni d'uso i requisiti minimi previsti sono definiti dall'Art. 3 dell'Allegato A al DPCM 5/12/1997 e s.m.i.
 3 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

O LIVELLO DI RUMORE PER CALPESTIO NORMALIZZATO

La scheda valuterà la bontà dell'isolamento acustico dei solai interpiano in funzione del valore del livello di rumore per calpestio normalizzato.

Per la compilazione della scheda sarà necessario inserire il valore della superficie coperta dallo specifico solaio, il foglio di calcolo calcolerà così il peso relativo del componente rispetto alla superficie complessiva. Inserendo un valore di superficie diverso da zero sarà possibile inserire il valore del livello di rumore che sarà confrontato con il limite di legge.

Verrà quindi calcolata la riduzione percentuale del valore del rumore che sarà poi moltiplicato per il peso della superficie e ne sarà fatta una media.

In funzione del valore della riduzione percentuale media sarà assegnato un punteggio. Sarà possibile ottenere il punteggio massimo con una riduzione del 25% rispetto al valore limite per ciascun componente; per riduzioni inferiori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

AREA O - LIVELLO DI RUMORE PER CALPESTIO NORMALIZZATO - punteggio massimo 5

N°	Solaio considerato	Superficie(mq)	Sel/Stot	(L'nw)prog	(D2m, nTw)lim	Migl.per.	Migl.pesato
O1	Solaio 1 (indicare locale)	100,00	34%	72,00	63,00	14%	5%
O2	Solaio 2 (indicare locale)	40,00	14%	72,00	63,00	14%	2%
O3	Solaio 3 (indicare locale)	20,00	7%	72,00	63,00	14%	1%
O4	Solaio 4 (indicare locale)	80,00	27%	72,00	63,00	14%	4%
O5	Solaio 5 (indicare locale)	55,00	19%	72,00	63,00	14%	3%

Superficie tot. solai:	295,00
-------------------------------	---------------

Riduzione percentuale media:	14%
-------------------------------------	------------

PUNTEGGIO AREA O:

4,29

Allegati obbligatori richiesti

- O1 Relazione tecnica: valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi.
 O2 Schede tecniche dei materiali utilizzati – stratigrafie dei solai interpiano.
 O3 Schema di posizionamento dei solai considerati nel calcolo.

Nota bene:

- 1 I requisiti minimi previsti dalla legge sono indicati in colore giallo.
 2 Il riferimento a 63dB per il livello di rumore per calpestio normalizzato è valido per le residenze; per altre destinazioni d'uso i requisiti minimi previsti sono definiti dall'Art. 3 dell'Allegato A al DPCM 5/12/1997 e s.m.i.
 3 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

⇒ **SOSTENIBILITA' DEI MATERIALI UTILIZZATI**

P SCELTA DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI

Nella scheda sarà possibile inserire la quantità in peso di materiali ecosostenibili utilizzati nella costruzione.

Saranno valutati parimenti sostenibili materiali certificati ecocompatibili, materiali di produzione e lavorazione locale e materiali riciclati o recuperati.

Il peso ottenuto dalla somma delle tre quantità sarà confrontato con il valore in peso complessivo dell'edificio.

Il punteggio massimo sarà raggiungibile con una percentuale di materiali sostenibili sul peso complessivo del 50%. Per valori minori il punteggio sarà assegnato per interpolazione lineare.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

AREA P - SCELTA DI MATERIALI ECOSOSTENIBILI - punt. massimo 10

P1	Peso complessivo dei materiali utilizzati dotati di certificati di Bio-Compatibilità (kg)	20
P2	Peso complessivo dei materiali utilizzati di provenienza locale (kg)	3700
P3	Peso complessivo dei materiali utilizzati riciclati o di recupero (kg)	3000
P4	Peso complessivo dei materiali utilizzati non appartenenti alle categorie sopra descritte (kg)	7400

Peso complessivo del edificio:	14120,00
---------------------------------------	-----------------

Pertentuale (P1+P2+P3)/Peso edificio:	48%
--	------------

PUNTEGGIO AREA P:

9,52

Allegati obbligatori richiesti

P1 Schede tecniche e certificati di bio-compatibilità, rilasciati da enti autorizzati, per i materiali utilizzati.

P2 Dichiarazione delle aziende produttrici della provenienza locale del materie prime e della località degli stabilimenti di lavorazione.

P3 Dichiarazione del progettista sulle tipologie e quantità dei materiali che verranno recuperati durante la costruzione.

P4 Relazione di calcolo dei pesi completa di schema grafico con indicazione dei volumi di materiali presi in considerazione e della loro densità.

Nota bene:

1 Per materiali di provenienza locale si intendono i materiali per i quali le materie prime e i luoghi di produzione non distano più di 200 km dal luogo di costruzione.

2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

⇒ **QUALITA' DELL'AMBIENTE INTERNO**

Q ILLUMINAZIONE NATURALE DEGLI AMBIENTI

Per ogni locale dell'edificio oggetto di valutazione dovrà essere inserito il valore della superficie e del fattore di luce diurna. Il Fattore di luce diurna sarà poi pesato per la superficie e il foglio di calcolo ne farà una media.

Il punteggio massimo sarà attribuito ad un fattore medio di 4, per livelli di illuminamento naturale minori il punteggio sarà attribuito per interpolazione lineare.

AREA Q - ILLUMINAZIONE NATURALE DEGLI AMBIENTI - punt. massimo 5

Locale	Sup. (mq)	FLD _m	Sup. * FLD _m
Q1 Locale 1 - Fattore di luce diurna	12	2	24
Q2 Locale 1 - Fattore di luce diurna	18	2	36
Q3 Locale 1 - Fattore di luce diurna	22	1,8	39,6
Q4 Locale 1 - Fattore di luce diurna	8	1,5	12
Q5 Locale 1 - Fattore di luce diurna	40	2	80
Q6 Locale 1 - Fattore di luce diurna	9	3	27
Q7 Locale 1 - Fattore di luce diurna	11	1,2	13,2
Q8 Locale 1 - Fattore di luce diurna	15	1,6	24

Superficie complessiva locali (mq): 135,00

FLD_m - media pesata in superficie: 1,89

PUNTEGGIO AREA Q:

2,37

Allegati obbligatori richiesti

Q1 Schede tecniche dei materiali previsti per le finiture interne.

Q2 Schede tecniche dei vetri.

Q3 Tabella con le indicazioni della riflessività delle superfici interne e del coefficiente di trasmissione luminosa del vetro utilizzato.

Q4 Relazione di calcolo del FLD_m (=fattore medio di luce diurna) con le norme di riferimento integrata con eventuali simulazioni effettuate con appositi software di calcolo.

Nota bene:

1 Nel calcolo vanno considerati anche i locali non dotati di superfici finestrate , inserendo FLD_m = 0.

2 I dati per il calcolo sono da inserire nelle caselle arancioni.

R VENTILAZIONE DEGLI AMBIENTI

Per la compilazione della scheda sarà sufficiente indicare quale strategia di ventilazione naturale o meccanica è stata adottata per servire gli ambienti dell'edificio. Se non sarà adottata alcuna soluzione specifica il punteggio sarà di zero punti. Per prendere punteggi superiori ad 1 sarà necessario sfruttare sistemi di ventilazione meccanica che saranno premiati con punteggio maggiori via via che il recupero termico sarà più efficiente.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

Per ottenere il punteggio massimo sarà inoltre necessario adottare sistemi di controllo avanzati che mirino l'azione dell'impianto in funzione della presenza di persone o della concentrazione di anidride carbonica nello specifico ambiente.

AREA R - VENTILAZIONE DEGLI AMBIENTI - punt. massimo 5

R1	Assenza di strategie per garantire una corretta ventilazione degli ambienti	0
R2	Unità abitative dotate di doppio affaccio contrapposto	1
R3	Locali dotati di sistema di ventilazione meccanica a sempilce flusso	2
R4	Locali dotati di sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore	3
R5	Locali dotati di sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore ad alta efficienza $\eta > 90\%$	4
R6	Locali dotati di sistema di ventilazione meccanica con recupero di calore e gestione in funzione della presenza o tramite sensori di CO2	5

PUNTEGGIO AREA R:

5,00

Allegati obbligatori richiesti

R1 Schema di posizionamento, orientamento e aperture dei locali.

R2 Schede tecniche di eventuali impianti di ventilazione meccanica previsti.

R3 Relazione illustrativa dei sistemi di ventilazione naturale/meccanica previsti dal progetto.

Nota bene:

1 Nel caso di edifici con più unità abitative è evidente che l'attribuzione del punteggio relativo al doppio affaccio contrapposto avverrà solo allorquando tutte le unità abitative saranno dotate di doppio affaccio, ovviamente.

2 Il caso specifico del progetto è indicato in colore arancione.

C. CONTROLLO DELLE OPERE ESEGUITE

Come disposto al Tit. X del Regolamento Edilizio e come più volte sottolineato precedentemente, per usufruire degli incentivi e delle agevolazioni di cui si tratta, i progettisti ed i richiedenti dovranno render conto, mediante sottoscrizione delle schede allegate, di aver seguito le prescrizioni del presente Allegato A, nonché le indicazioni e/o prescrizioni "bio" del Regolamento Edilizio, unitamente alle ulteriori prescrizioni previste dalle leggi vigenti.

Fondamentalmente si dovrà dimostrare, avvalendosi di idonei strumenti, che il progetto corrisponde ai requisiti per cui si intende avvalersi degli incentivi e il Direttore dei Lavori dovrà asseverare la rispondenza delle opere eseguite al progetto stesso.

Alla fine dei lavori si dovranno predisporre elaborati grafici che attestino la conformità delle opere al presente RE, attraverso fotografie eseguite in corso d'opera, certificazioni e/o schede dei materiali impiegati, certificazioni redatte da tecnici abilitati per quanto riguarda gli impianti.

Le opere eseguite in difformità da quanto dichiarato saranno soggette alla applicazione della vigente normativa in materia di illeciti edilizi.



..... INDICAZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA DEL COSTRUITO

A garanzia dell'ottemperanza di quanto previsto dagli incentivi e dalle agevolazioni presenti, sarà richiesta fideiussione bancaria o assicurativa pari all'importo degli incentivi previsti.

Nel caso di incrementi di SA, di SUL e/o di Volume la non ottemperanza di quanto previsto comporterà la decadenza del titolo abilitativo e la conseguente applicazione della vigente normativa in materia di illeciti edilizi, così come precisato all'art. 165 del RE.