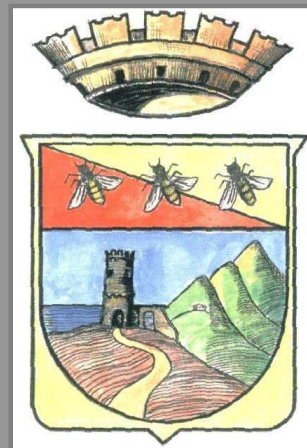


APRILE  
2009

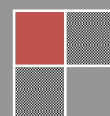


COMUNE DI  
CAMPO NELL'ELBA  
Provincia di Livorno

# REGOLAMENTO EDILIZIO COMUNALE

## 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*



## INDICE

PREMESSA .....	4
A. OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE "ENERGETICAMENTE ED AMBIENTALMENTE SOSTENIBILE" .....	6
B. INTERVENTI SUL TESSUTO URBANO .....	6
C. DIMINUIRE L'EFFETTO "ISOLA DI CALORE": INTERVENTI SULL'ALBEDO E USO DEL VERDE .....	7
APPENDICE1: ELEMENTI RELATIVI ALLA REDAZIONE DEI PROGETTI PER ACCEDERE ALLE AGEVOLAZIONI DI CUI AL TIT. IX DEL REGOLAMENTO EDILIZIO .....	10
A. FATTORI AMBIENTALI .....	10
B. FATTORI TIPOLOGICI .....	11
C. FATTORI TECNICO-COSTRUTTIVI .....	12
APPENDICE 2: VERIFICA OBBLIGATORIA DEL FABBISOGNO DI RAFFRESCAMENTO .....	13
APPENDICE 3: STANDARD RACCOMANDATI DI EFFICIENZA ENERGETICA PER SISTEMI DI ILLUMINAZIONE .....	16
APPENDICE 4: SCHEMI PROGETTUALI PER UNA PROGETTAZIONE BIOECOLOGICA (GEOMETRIA SOLARE, ENERGIA E MATERIALI) .....	18
A. SCHEMI PROGETTUALI PER GARANTIRE LA MIGLIORE CAPTAZIONE SOLARE .....	18
A.1) IL DIRITTO AL SOLE - DISTANZA MINIMA DAI CONFINI .....	18
A.2) GEOMETRIA DELL'EDIFICIO .....	23
A.3) COMPATTEZZA PLANIMETRICA E VOLUMETRICA .....	24
A.4) DESTINAZIONE D'USO E UBICAZIONE DEGLI SPAZI ABITATI .....	24
A.4) ORIENTAMENTI OTTIMALI PER I VANI DI EDIFICI RESIDENZIALI .....	25
A.5) SISTEMI DI CAPTAZIONE SOLARE .....	26
A.6) SISTEMI DI PROTEZIONE DAL SOLE NEL PERIODO ESTIVO E SISTEMI DI RAFFRESCAMENTO .....	29
A.6.1) SISTEMI DI CONTROLLO SOLARE .....	29
A.6.2) SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE .....	34
A.6.3) INERZIA TERMICA DEGLI EDIFICI .....	35
B. TECNICHE PER LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA .....	36
C. INFLUENZE SUL COMFORT ACUSTICO E TERMICO DEI "FILTRI VERDI" .....	36
D. PERMEABILITA' DEI TERRENI E PIANTUMAZIONE DI ESSENZE ARBOREE .....	37
E. MODALITA' DI CALCOLO DELLE VOLUMETRIE EDILIZIE PER IL PERSEGUIMENTO DI MAGGIORI LIVELLI DI COIBENTAZIONE TERMOACUSTICA O DI INERZIA TERMICA E DI RISPARMIO ENERGETICO .....	38
F. REALIZZAZIONE DI EDIFICI IN MURATURA PORTANTE .....	38
G. REALIZZAZIONE DI SOLAI DI PIANO E DI COPERTURA IN LEGNO .....	39
H. MATERIALI ECOCOMPATIBILI PER LE COSTRUZIONI .....	40
H.1) LE MURATURE .....	41
H.2) IL CEMENTO .....	41
H.4) VERNICI, COLORI, PITTURE .....	42
H.5) IMPIANTI PER LE COSTRUZIONI .....	42
H.5.1) IMPIANTO ELETTRICO .....	42
H.5.2) IMPIANTO TERMICO .....	42
H.5.3) IMPIANTO IDROSANITARIO .....	43
H.5.4) FITODEPURAZIONE .....	43
H.5.5) IMPIANTI DI COMPOSTAGGIO DOMESTICO .....	44
H.6) RADIOATTIVITÀ DA GAS RADON .....	44
APPENDICE 5: SISTEMI DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA E DEL CALORE: FONTI RINNOVABILI .....	46
A) SOLARE FOTOVOLTAICO .....	46
A.1) GENERALITA' .....	46
B) BIOMASSA .....	53
B.1) CALDAIE A LEGNA IN CIOCCHI .....	53
B.2) CALDAIE A CIPPATO .....	54
B.3) CALDAIE A PELLETS .....	55
C) GEOTERMIA .....	56
APPENDICE 6: SISTEMA DI ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI AI REQUISITI .....	60
A. GENERALITÀ E MODALITÀ ESEMPLIFICATIVE .....	60
B. PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO (ESEMPIO METODOLOGICO) .....	61
C. AREE TEMATICHE OGGETTO DI STUDIO .....	63
C.1 ENERGIA (AREA A) .....	63

COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA  
Provincia di Livorno

C.2	IMPIANTISTICA (AREA B).....	65
C.3	MATERIALI (AREA C).....	66
C.4	BARRIERE ARCHITETTONICHE (AREA D) .....	67
D.	CONTROLLO DELLE OPERE ESEGUITE .....	67

## 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 fin d'ora 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 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 multiscale.

In questo senso, con la L.R. 1/2005, la Regione Toscana intende promuovere la sostenibilità energetico-ambientale nella realizzazione delle opere edilizie pubbliche e private, nel rispetto dell'ordinamento comunitario. A tale proposito si riportano le principali disposizioni emanate in questa direzione:

1. Capo III – *Norme per l'edilizia sostenibile*, Tit. VII della citata L.R. 1/2005 la quale stabilisce criteri e agevolazioni per realizzare interventi ecocompatibili;
2. *"Linee guida per l'edilizia sostenibile in Toscana"*, di cui alla D.G.R.T. 12/7/2004, n. 24;

3. D.P.G.R. 9 febbraio 2007, n. 2/R, *"Regolamento di attuazione dell'articolo 37, comma 3, della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 (Norme per il governo del territorio) – Disposizioni per la tutela e valorizzazione degli insediamenti"*.

In particolare, quest'ultimo R.A. individua criteri ed indirizzi per gli strumenti di pianificazione territoriale, gli atti di governo del territorio ed i regolamenti edilizi comunali, i quali sono diretti a garantire che tutti gli interventi di trasformazione del territorio siano compiuti nel rispetto dei requisiti di qualità urbana, ambientale, edilizia e di accessibilità al fine di prevenire e risolvere i fenomeni di degrado. Essi riguardano, in particolare (art. 1, comma 2, D.P.G.R. 9 febbraio 2007, n. 2/R):

- a. la dotazione di infrastrutture per la mobilità, parcheggi, verde urbano e di connettività urbana, percorsi pedonali e ciclabili, infrastrutture per il trasporto pubblico, arredo urbano ed altre opere di urbanizzazione primaria;
- b. la qualità e la quantità degli interventi realizzati per il contenimento dell'impermeabilizzazione del suolo, il risparmio idrico, la salvaguardia e la ricostruzione delle riserve idriche anche potenziali;
- c. la dotazione di reti differenziate per lo smaltimento e per l'adduzione idrica, nonché il riutilizzo delle acque reflue;
- d. la salubrità degli immobili e del territorio, il contenimento energetico, il rispetto dei requisiti di fruibilità, accessibilità e sicurezza degli insediamenti per ogni tipologia di utenza.

Ai sensi del successivo art. 2 del citato R.A., le disposizioni di cui sopra si applicano anche ai regolamenti edilizi dei comuni adottati dopo l'entrata in vigore del presente regolamento.

Conseguentemente i Comuni sono chiamati a dotarsi di un nuovo Regolamento Edilizio volto alla risoluzione delle problematiche derivanti dall'applicazione della Direttiva 2002/91/CE e sue s.m.i. (D.Lgs. 311/2006; L. 296/2006, L. 244/2007, D.Lgs. 115/2008), nonché dall'applicazione della legislazione regionale vigente in materia - con riferimento sia al patrimonio edilizio esistente che al nuovo - le quali disposizioni non trovano riscontro, normalmente, nei vigenti strumenti urbanistici e regolamentari comunali.

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 Campo nell'Elba.

E' auspicabile che attraverso l'utilizzo del presente lavoro si troveranno risposte alle istanze della sostenibilità ambientale nel settore delle costruzioni, configurandosi come strumento di facile e immediato utilizzo, che consenta di orientare le scelte della progettazione per i nuovi insediamenti e per le ristrutturazioni.

## A. OBIETTIVI DELLA PROGETTAZIONE "ENERGETICAMENTE ED AMBIENTALMENTE SOSTENIBILE"

La progettazione "energeticamente ed ambientalmente sostenibile", schematicamente riportata nelle presenti linee guida, deve essere riferita, prioritariamente, agli interventi finalizzati alla costruzione di edifici.

Il presente Allegato al RE ha 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 di servizio reso o migliorando lo stesso. Inoltre fissano criteri generali tecnico-costruttivi, tipologici ed impiantistici atti a facilitare e valorizzare l'impiego di fonti energetiche rinnovabili ed assimilate per il 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, conformemente con le disposizioni di cui al Tit. I, Parte I del RE.

## B. INTERVENTI SUL TESSUTO URBANO

Nel processo di progettazione energetica degli interventi edificatori è essenziale ottenere una integrazione ottimale tra le caratteristiche del sito e le destinazioni d'uso finale 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 – definita dall'ultimo comma dell'art. 1 del DPR 1052 del 28/6/1977 o secondo la lettera d) del comma 1 dell'art. 31, L. 457 del 5/8/1978 – conformemente con le disposizioni di cui alla pag. 21 e segg. delle *"Linee guida per l'edilizia sostenibile in Toscana"*, di cui alla D.G.R.T. 12/7/2004, n. 24, riguardante:

- 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'appezzamento..);
- 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.

#### C. 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" <sup>(1)</sup>. 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.

---

<sup>(1)</sup> 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.

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. A.6 - *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;
- 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, par. A.6.1).

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 ml 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 TIT. IX DEL REGOLAMENTO EDILIZIO

Così come prescritto dall'art. 125 del RE, per usufruire delle agevolazioni finalizzate all'utilizzo della bioedilizia e all'efficienza energetica del patrimonio costruito, si dovranno predisporre idonei elaborati (vedi art. 124 del RE) 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:

#### A. FATTORI AMBIENTALI

- Studio delle caratteristiche dell'area (scala 1:2000 - 1:200), con particolare riguardo ai seguenti aspetti:**
  - morfologia del terreno;
  - area urbanizzata circostante specificando distanze ed altezze degli edifici;
  - vegetazione esistente (specificare essenze e caratteristiche stagionali che facilitino l'ombreggiatura d'estate e l'irraggiamento d'inverno);
  - esistenza di corsi o specchi d'acqua;
- 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

COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA  
Provincia di Livorno

Mesi											
Stagioni											

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

B. FATTORI TIPOLOGICI  
(vedi 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 estivo<sup>2</sup> e all'ottenimento di un adeguato livello

(<sup>2</sup>)Per 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.

di illuminazione naturale<sup>3</sup> (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)<sup>4</sup>;

#### C. FATTORI TECNICO-COSTRUTTIVI

(vedi Tit. IV del R.E. e 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.

---

(<sup>3</sup>)Al 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.

(<sup>4</sup>)Per 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 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, secondo l'art. 45 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 assorbiti nelle diverse modalità di funzionamento, ore di uso) per contenere il più possibile il ricorso del raffrescamento.  
Se tali apparecchiature non raggiungono i valori di tabella B non si giustifica il ricorso al raffrescamento "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.

Tabella A

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 B:

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 giorn	occupazione	potenza specific	carico giorn	potenza specific	carico giorn	potenza specific	carico giorn	carico giorn (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

COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA  
Provincia di Livorno

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 carico(>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
supermarket, alimentare	12		0	5	14	88	16	173	-10	-108	153
supermarket, non alimentare	12		0	5	14	88	16	173		0	<b>261</b>
Posta	12		0	3	23	166	16	173		0	<b>338</b>
aula scolastica	12		0	3	20	126	10	63		0	189
Auditorium	12	2	14	0.8	88	634	10	72		0	<b>720</b>
Mensa	12	1	5	1.2	58	157	6	43		0	205
Ristorante	12	1	9	1.2	58	157	9	97		0	<b>263</b>
ristorante (alto livello)	12	1	10	2	35	95	14	151			<b>256</b>
ristorante, medio carico	24	180	1134		10	90	10	108			<b>1332</b>
ristorante, elevato carico	24	250	2250		10	117	10	153			<b>2520</b>
pensioni, cliniche, ambulatori	24		0	15	5	108	6	32			140
Alberghi	24	2.5	54		7	63	10	36			153
grandi magazzini											0

(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

(lampade e potenza specifica installata)

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

**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 BIOECOLOGICA (GEOMETRIA SOLARE, ENERGIA E MATERIALI)**

La presente costituisce parte integrante ed esplicativa rispetto a quanto contenuto nel Tit. IV del R.E., relativamente all'utilizzo dei principi propri della bioarchitettura. In particolare si veda quanto descritto di seguito:

#### **A. SCHEMI PROGETTUALI PER GARANTIRE LA MIGLIORE CAPTAZIONE SOLARE**

##### **A.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 del 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 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  $\alpha$ .

Precisamente:

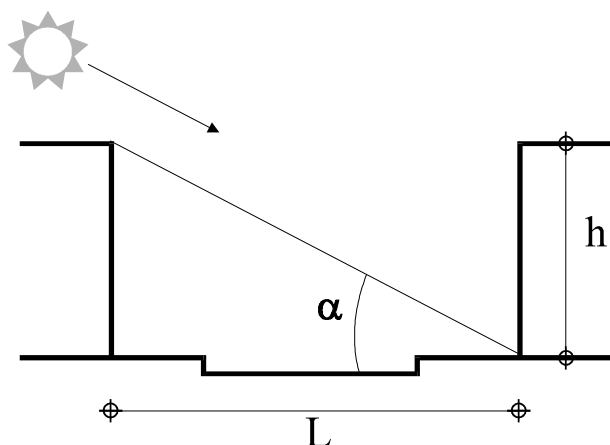
$L$  = distanza tra i fronti degli edifici;

$h$  = altezza degli edifici;

$\alpha$  = altezza del sole alle ore 12;

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

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



L'angolo  $\alpha$  (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 centesimi di grado sessagesimale ed è riferito con lo  $0^\circ$  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.

Per quanto riguarda Campo nell'Elba (latitudine  $42^\circ 44' 56''$ ) di seguito si forniscono alcuni valori dell'angolo  $\alpha$  per i periodi dell'anno più significativi:

- **PRIMAVERA, 21 MARZO:**

- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 28^\circ 14'$ ;
- b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 42^\circ 49'$ ;
- c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 28^\circ 14'$ ;

- **ESTATE, 21 GIUGNO:**

- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 43^\circ 24'$ ;
- b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 64^\circ 06'$ ;
- c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 43^\circ 24'$ ;

- **AUTUNNO, 23 OTTOBRE:**

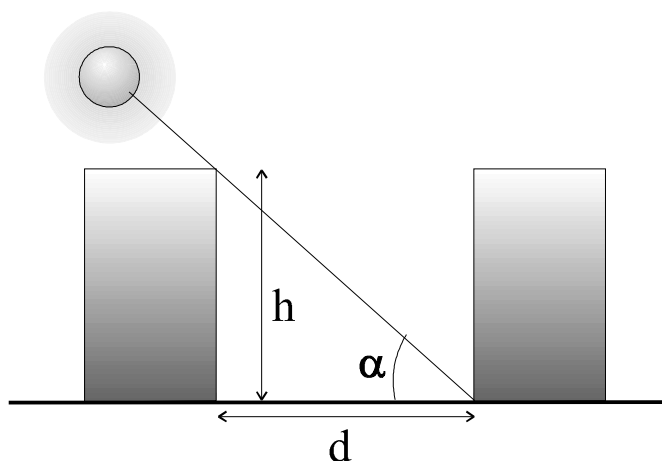
- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 21^{\circ}02'$ ;
- b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 33^{\circ}53'$ ;
- c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 21^{\circ}02'$ ;

- **INVERNO, 21 DICEMBRE:**

- a) Ore 9,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 11^{\circ}16'$ ;
- b) Ore 12,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 22^{\circ}09'$ ;
- c) Ore 15,00: Angolo di elevazione solare  $\alpha = 11^{\circ}16'$ .

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 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.

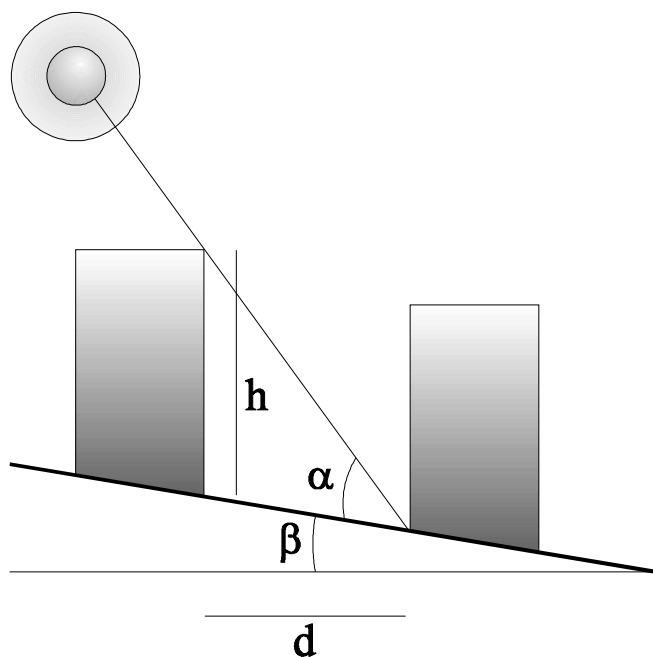
In pratica:

dove l'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:



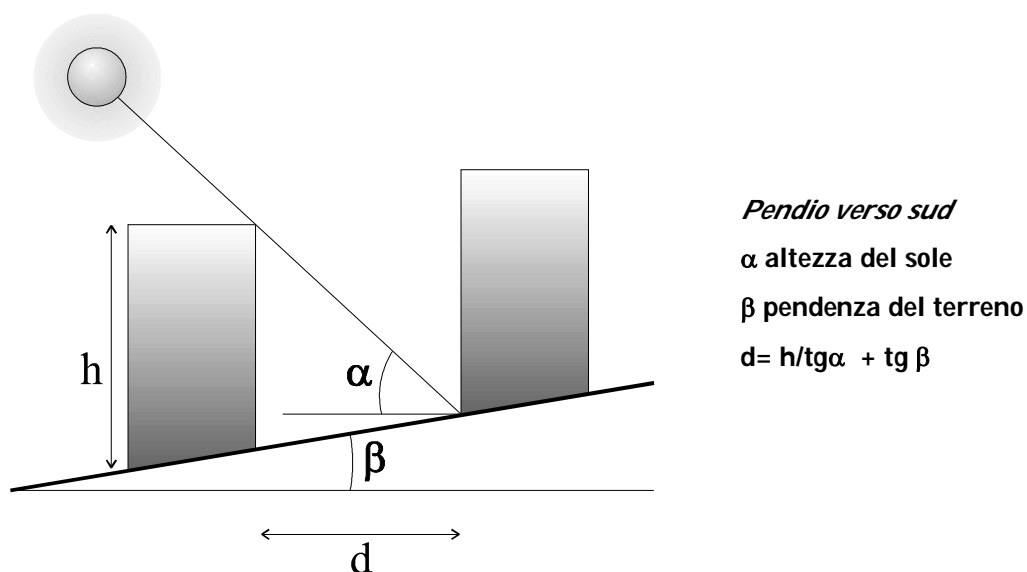
*Pendio verso nord*

$\alpha$  altezza del sole

$\beta$  pendenza del terreno

$$d = h / \tan \alpha - \tan \beta$$

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



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 di valori tabellari anzidetti che variano in funzione della latitudine, giorno e ora dell'anno.

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 e considerato che Campo nell'Elba si trova a circa 43° di Latitudine Nord, avremo che la lunghezza d'ombra sarà pari a: 6,00 ml x 2,33 (OMBRA.MH - valore tabellare) = **ml 13,98**. Lo stesso edificio il 21 di giugno, alla stessa ora avrà una lunghezza d'ombra pari a: 6,00 ml x 0,41 (OMBRA.MH) = **ml 2,46**.

Con questo criterio, di seguito si forniscono alcuni parametri utili per i progettisti, calcolati per il Comune di Campo nell'Elba:

- **PRIMAVERA, 21 MARZO:**

- a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 1,63; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 9,78 ml;**
- b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 0,91; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 5,46 ml;**
- c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 1,63; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 9,78 ml;**

- **ESTATE, 21 GIUGNO:**

- a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 0,88; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 5,28 ml;**
- b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 0,33; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 1,98 ml;**
- c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 0,88; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 5,28 ml;**

- **AUTUNNO, 23 OTTOBRE:**

- a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 2,31; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 13,86 ml;**
- b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 1,29; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 7,74 ml;**
- c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 2,31; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 13,86 ml;**

- **INVERNO, 21 DICEMBRE:**

- a) Ore 9,00: OMBRA.MH = 4,50; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 27,00 ml;**
- b) Ore 12,00: OMBRA.MH = 2,18; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 13,08 ml;**
- c) Ore 15,00: OMBRA.MH = 4,50; h fabbricato = 6,00 ml; **Lunghezza ombra = 27,00 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. A.6) *Sistemi di protezione dal sole nel periodo estivo e sistemi di raffrescamento.*

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 di 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 simmetricità dell'irraggiamento solare caratteristica di tale orientamento, col quale avremo le pareti verso Est insolate al mattino e quelle verso Ovest (più calde) al pomeriggio.

## **A.2) GEOMETRIA DELL'EDIFICIO**

È stato evidenziato che ogni edificio si pone in modo diverso rispetto allo spazio circostante; di conseguenza deve essere oculata la scelta della forma da utilizzare per l'involucro. È necessario 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 realizzare 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.

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

### **A.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.

### **A.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 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.

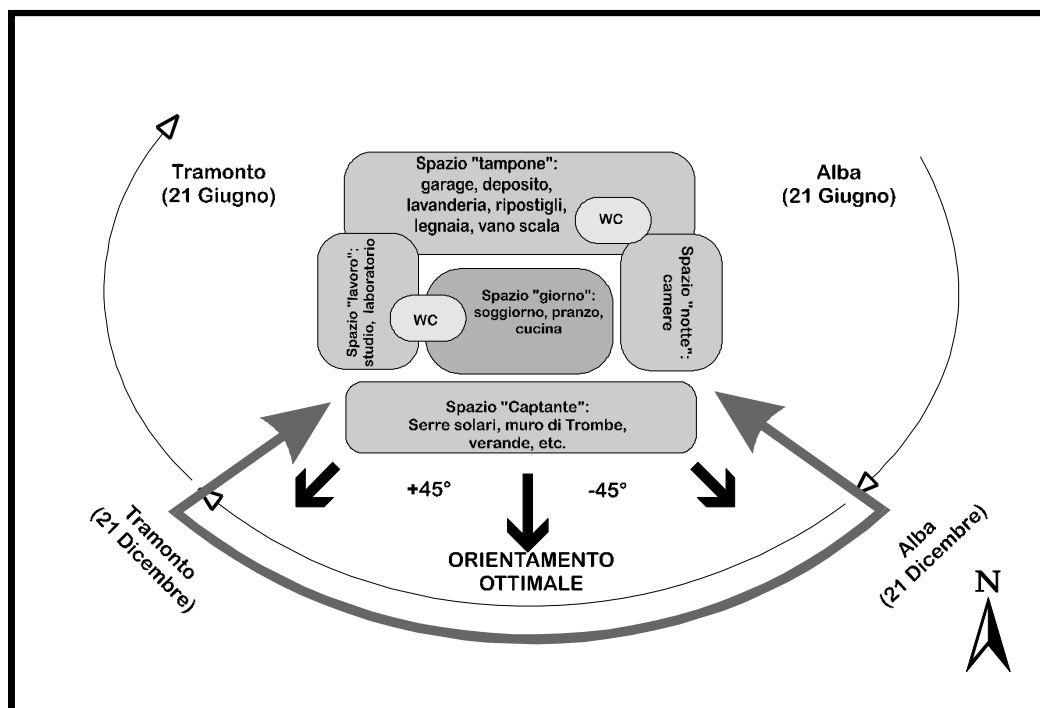
Com'è noto, l'orientamento a sud comporta il massimo guadagno energetico, l'orientamento a nord il minimo guadagno.

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:



## ORIENTAMENTI OTTIMALI PER I VANI DI EDIFICI RESIDENZIALI

	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

#### A.5) SISTEMI DI CAPTAZIONE SOLARE

Rientrano in questo tipo di impostazione i cosiddetti **SISTEMI SOLARI PASSIVI** (vedi artt. 70 e segg. del RE), 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:

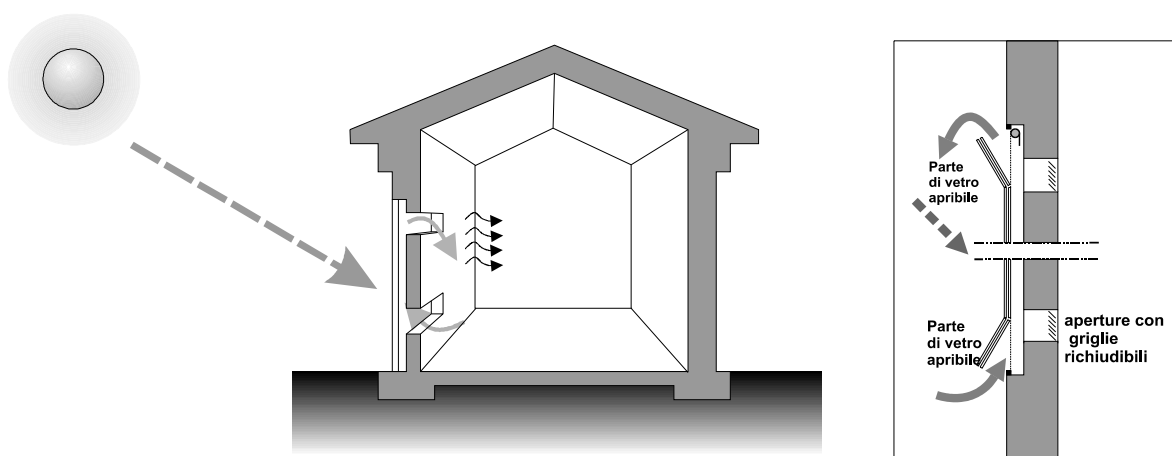
→ **SISTEMI A GUADAGNO DIRETTO** - dove la radiazione solare viene immessa direttamente nello spazio abitato e convertita in energia termica per assorbimento delle superfici interne degli oggetti che sono quindi esposti alla radiazione. Sostanzialmente è un edificio dotato di ampie superfici finestrate 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:

- la scelta della qualità della superficie vetrata della "finestra solare" influenza sensibilmente il livello di prestazione;
- 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);
- 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;
- 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;

→ **SISTEMI A GUADAGNO INDIRETTO** - 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.

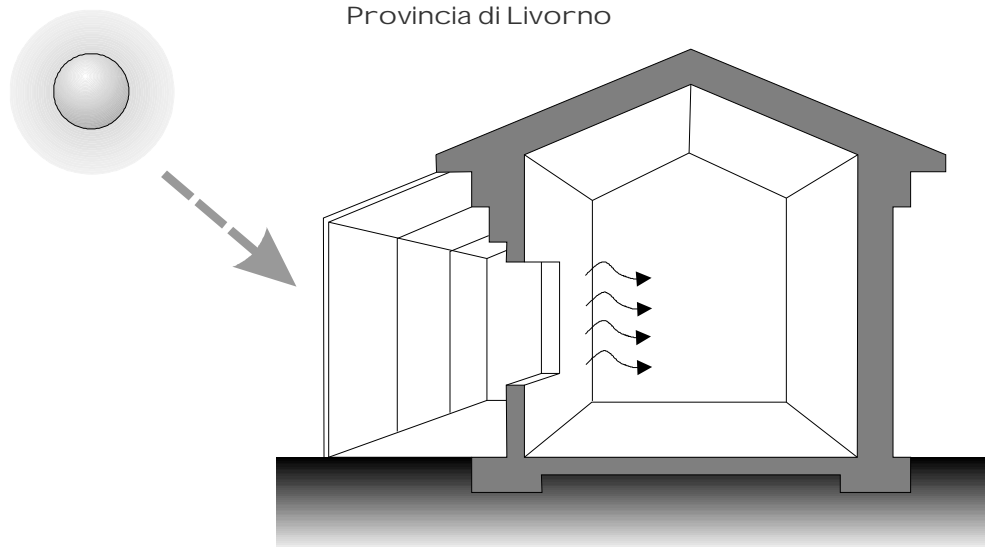
Fanno parte di questo sistema il *Muro Trombe*, il *Collettore-parete* ad aria con o senza canali d'aria nei solai, *Roof Pond*;



*Schema di muro di Trombe*

*Funzionamento del muro di Trombe*

→ **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.



*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:

- 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;
- 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;
- la casa deve essere una buona trappola di calore.

Come si vedrà alla successive appendice 6, le presenti norme 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. 72.** 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. 72 del RE, che attesti la rispondenza del progetto alle prescrizioni di legge.

#### **A.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 prevedendo un posizionamento protetto delle vetrate stesse o un loro ombreggiamento artificiale con schermi o variazioni dei valori di riflessione delle vetrate (vedi Capo III, Parte II, Tiv. IV del RE).

In sostanza per garantire condizioni di comfort all'interno di un edifici 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*).

##### **A.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 RE, si veda quanto prescritto al Capo III, Parte II, Tit. IV.

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

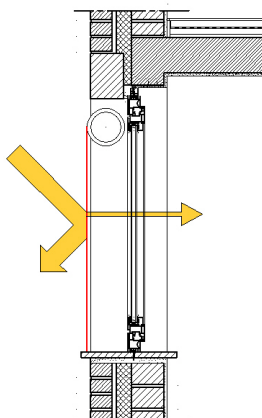
- a) utilizzare per le superfici vetrate vetri colorati o riflettenti;
- b) utilizzare sistemi di controllo solare.

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 cioè in schermi verticali, orizzontali o combinati. Inoltre possono essere di tipo fisso oppure mobile in relazione alla

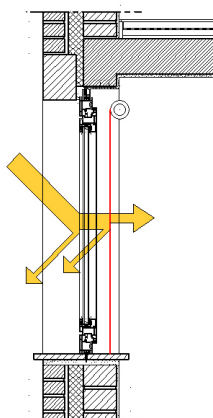
possibilità di poter variare la loro geometria ottimizzando le diverse esigenze di controllo dell'energia solare nel corso dell'anno o della giornata.

Nella immagine seguente si riportano alcuni sistemi di controllo solare.

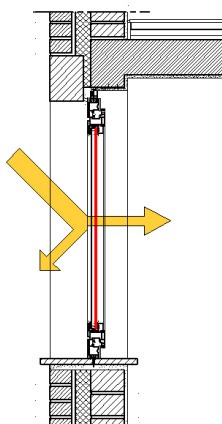
*Schermi mobili esterni*



*Schermi mobili interni*



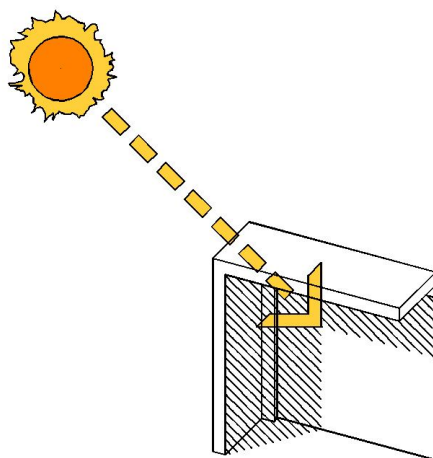
*Vetri riflettenti*



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:

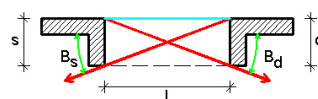
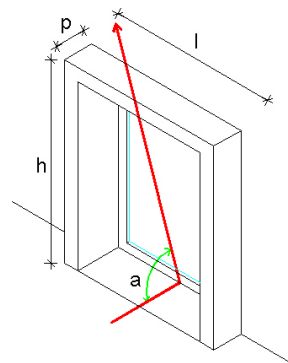
- controllo delle radiazioni solari;
- controllo della luce naturale e della ventilazione;
- risparmio nei costi di riscaldamento e di aria condizionata.



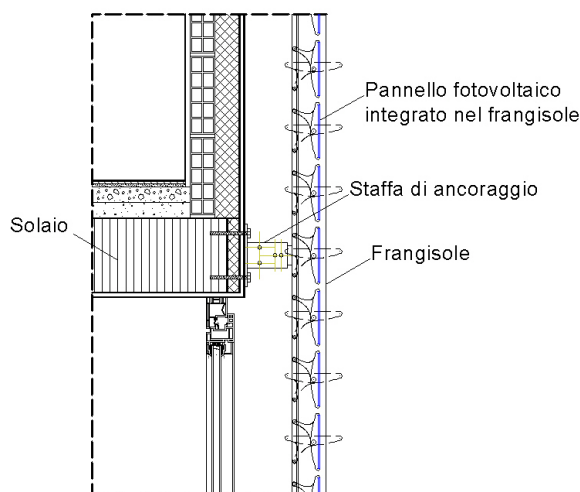
Come si può constatare dal grafico di cui sotto e come già descritto precedentemente, i sistemi di controllo solare di tipo "fisso" sono costituiti da aggetti verticali e/o orizzontali la cui efficienza dipende sia dalle caratteristiche geometriche degli aggetti che dall'orientamento della superficie. Per valutare l'efficienza di questi sistemi si utilizza lo schema grafico di cui sotto, oppure il metodo matematico di cui all'Appendice E della UNI 10344.

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

- latitudine 43° Nord;
- orientamento della superficie 45° Ovest;
- $a = 50$ ;
- $B_s = 30$ ;
- $B_d = 45$ ;
- $\tan a = h/p$ ;     $\tan B_s = s/l$ ;     $\tan B_d = d/l$ .



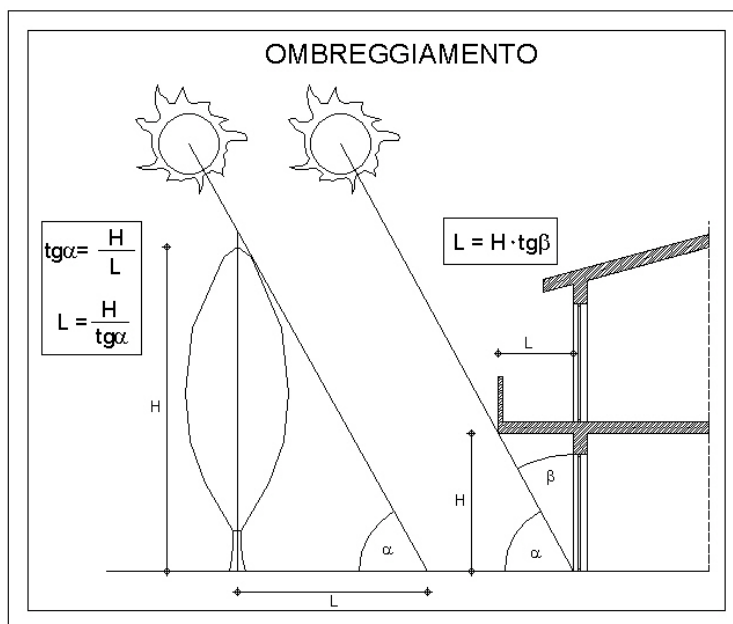
Una tipologia di tipo "mobile" utilizzabile è il **frangisole** di cui alla successiva immagine.



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 vetrature 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  $\alpha$ , 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 precedente 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  $\alpha$ , per conoscere la lunghezza dell'ombra L calcolerò:  **$L = H/\tan \alpha$** .

Per esempio. H = 10 ml;  $\alpha = 22^\circ 09'$  (Campo nell'Elba, giorno 21/12, ore 12,00); **L = 24,56 ml**;

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

noto l'angolo  $\alpha$  è facilmente calcolabile anche l'angolo  $\beta = (90^\circ - \alpha)$ . **Quindi la lunghezza dell'aggetto (lunghezza del balcone in figura) L sarà data da H (altezza da terra del balcone moltiplicata per tang.  $\beta$** .

Per esempio. H = 3 ml;  $\alpha = 64^\circ 06'$  (Campo nell'Elba, 21/6, ore 12,00), conseguentemente  $\beta = 25^\circ 54'$ ; **L =  $\tan 25^\circ 54' \times 3,00 \text{ ml} = 1,45 \text{ ml}$** .

**Quindi è sufficiente avere un oggetto lungo 1,45 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 Campo nell'Elba (latitudine 43°, circa), sono stati precedentemente forniti alcuni valori dell'angolo  $\alpha$  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 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 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).

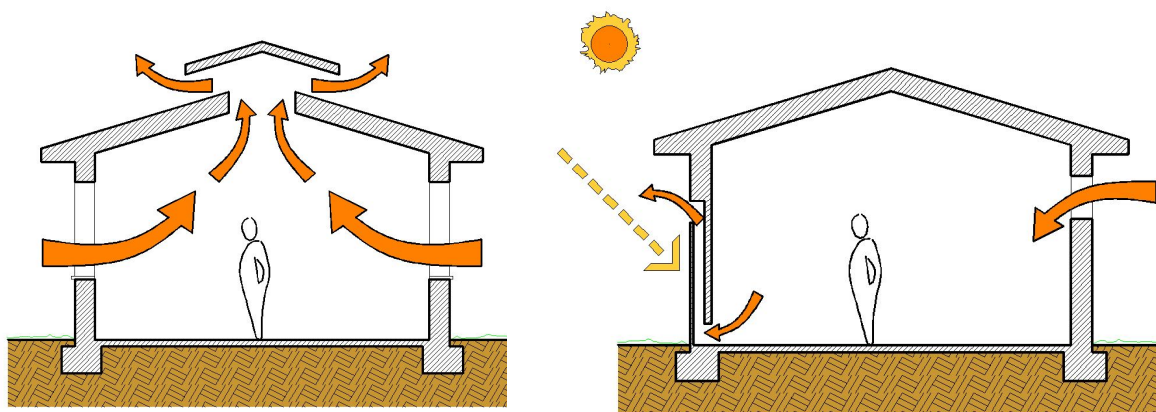
#### **A.6.2) SISTEMI DI VENTILAZIONE NATURALE**

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.

E' possibile ovviare agli aspetti acustici e di regolazione del flusso sfruttando forzanti termiche (effetto camino) o meccaniche.

L'effetto camino può essere ottenuto, ad esempio, prevedendo dei canali d'aspirazione posti in locali da tenere di depressione, quali bagni e cucine, alla cui sommità si collocano dei dispositivi che facilitano la fuoriuscita dell'aria (vedi grafici sottostanti).

Il grafico di cui sotto, a destra è relativo ad un Muro di Trombe (art. 71 del RE).

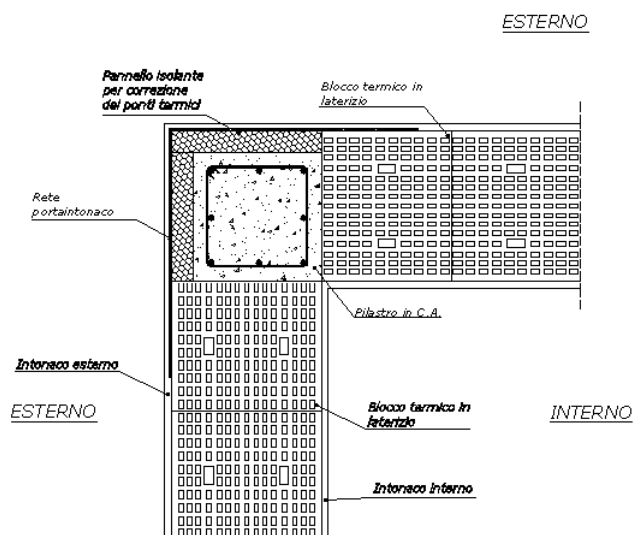


### A.6.3) INERZIA TERMICA DEGLI EDIFICI

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

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 disposizioni normative toscane (art. 146, comma 2, L.R. 1/2005 – artt. 22 e segg., D.P.G.R. 9 febbraio 2007, n. 2/R, *Regolamento di attuazione dell'articolo 37, comma 3, della legge regionale 3 gennaio 2005 n. 1 – Disposizioni per la tutela e valorizzazione degli insediamenti*) facilitano la costruzione di edifici con spessori murari consistenti perché questi migliorano sensibilmente le caratteristiche di inerzia termica (vedi grafico seguente).



## B. TECNICHE PER LA CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA

Come precisato nel Regolamento Edilizio, 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.

Nei paragrafi seguenti vengono elencati alcuni sistemi ed alcune tecnologie per l'utilizzo delle fonti energetiche di cui sopra.

## C. 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 :

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

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 oltrechè 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 raffrescano. L'aria che circola tra le piante si raffresca 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.

#### **D. 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 (vedi art. 41 del RE) e alla piantumazione di essenze arboree, calcolati per garantire la rigenerazione ambientale del sistema urbano, conformemente anche alle disposizioni di cui al Capo III del R.A. della L.R. 1/2005 (DPGR

9/2/2007, n. 2/R).

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), 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.

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, essenziale per le considerazioni di cui sopra.

#### **E. 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.

Le disposizioni del RE discendono dalle disposizioni della L.R. 1/2005, le quali favoriscono sia l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia per la climatizzazione degli edifici e sia la realizzazione di edifici con forte inerzia termica. A questo proposito si rimanda a quanto precisato all'art. 132 del R.E.

#### **F. 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 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.

## **G. 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.

#### H. MATERIALI ECOCOMPATIBILI PER LE COSTRUZIONI

Per ottenere gli incentivi di cui al Titolo IX del R.E 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.

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. IX del RE.

### **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 né 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 permetterà 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 esser 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**

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.5.1) 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.5.2) IMPIANTO TERMICO**

Gli edifici devono essere progettati secondo i principi della bioclimatica; queste costruzioni si identificano per la presenza di una notevole massa 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 citati al Capo II, Parte II, Tit. IV del R.E.

#### **H.5.3) IMPIANTO IDROSANITARIO**

Conformemente con le disposizioni di cui all'art. 18 e segg. del R.A. della L.R. 1/2005, DPGR 9/2/2007, n. 2/R, il RE prescrive l'utilizzo di impianti idonei ad assicurare il risparmio idrico.

Adottando alcuni accorgimenti è possibile, infatti, ridurre drasticamente l'utilizzo 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 per il Comune di Campo nell'Elba.

Ciò può avvenire applicando le metodologie trattate al Capo II, Sez. VI, Parte II, Tit. IV del R.E.

#### **H.5.4) 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 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, itticultura, 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.5.5) 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 ogni pasto al ristorante produce da 250 a 300 grammi di scarti organici e che il peso dei rifiuti organici generati in ambito territoriale rappresenta il 30% del totale.

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.

Considerato, inoltre, l'enorme costo per la P.A. relativo allo smaltimento dei R.S.U., occorre incentivare l'utilizzo di questa "tecnologia" per i ristoranti, per gli edifici residenziali, soprattutto là dove questi dispongano di spazi all'esterno dell'abitazione.

#### **H.6) 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 indoors 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;
- 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.

## APPENDICE 5

### 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. Ad integrazione rispetto a quanto precisato alla Sez. I, Capo II, Parte II, Tit. IV del RE, si veda quanto segue.

#### 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 insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o in parallelo costituisce il modulo fotovoltaico. Più moduli, connessi elettricamente fra loro ed installati meccanicamente nella loro sede di funzionamento, compongono un campo fotovoltaico.

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.

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

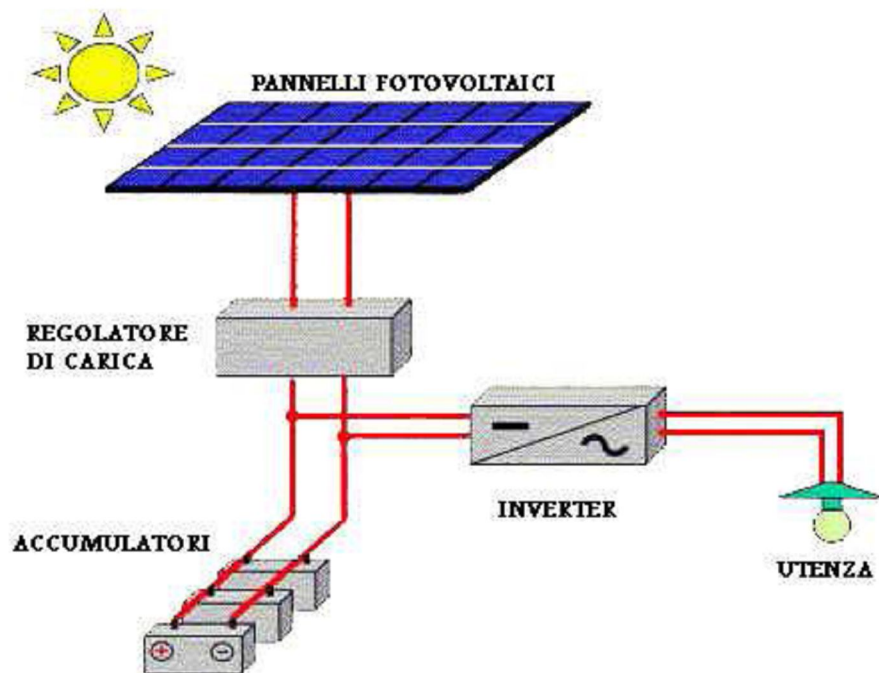
La decisione in merito alla fattibilità tecnica si basa sull'esistenza nel sito d'installazione dei seguenti requisiti, che dovranno essere verificati dal progettista/installatore in sede di sopralluogo:

- • disponibilità dello spazio necessario per installare i moduli (occorre uno spazio netto di circa 8 - 10 m<sup>2</sup> per ogni kWp di potenza, se i moduli sono installati in maniera complanare alle superfici di pertinenze 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.

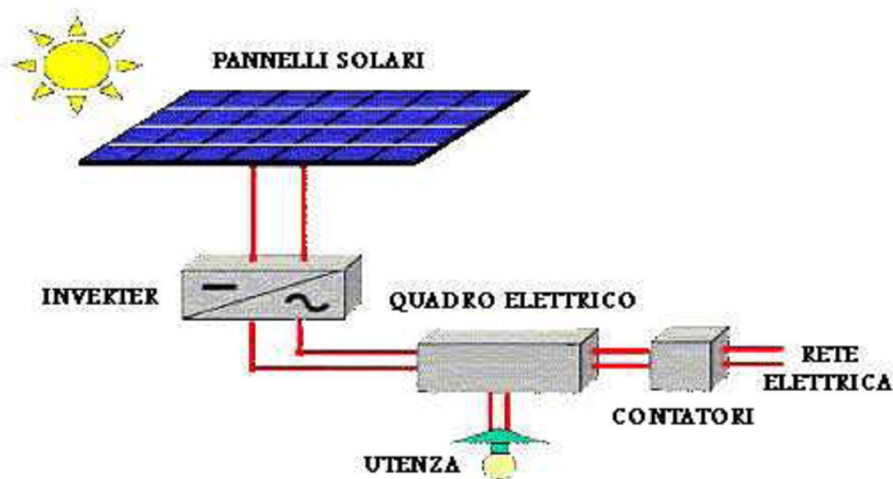
Le condizioni ottimali per Campo nell'Elba sono:

- • 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.

I sistemi fotovoltaici possono essere isolati o collegati alla rete.



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.

Un impianto fotovoltaico per poter funzionare correttamente ha bisogno dell'installazione di una serie di dispositivi, elettrici ed elettronici, di trasformazione ed adattamento, nel loro complesso

chiamati BOS (Balance Of System), diversi a seconda del tipo di applicazione del sistema fotovoltaico.

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).

Con il Decreto Legge del 19 Febbraio 2007 emanato dal Ministro dello Sviluppo Economico e dal Ministro per l'Ambiente e la Tutela del Territorio e del Mare è stato fissato l'obiettivo di raggiungere tremila megawatt di potenza elettrica, prodotta attraverso la conversione solare fotovoltaica, da installare e collegare alla rete nazionale entro il 2016.

Il provvedimento - di cui possono beneficiare le persone fisiche, le persone giuridiche, i soggetti pubblici e i condomini - è stato ideato per incentivare e sostenere la diffusione di una tecnologia promettente come il fotovoltaico, promuovendo applicazioni innovative sul nostro territorio anche attraverso la sua parziale o completa integrazione in architettura e arredo urbano.

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 agli interventi validi ai fini del riconoscimento dell'integrazione architettonica del fotovoltaici"*, 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.

Al fine di facilitare il processo di selezione dei progetti a cui è possibile riconoscere il premio legato all'integrazione architettonica e guidare o ispirare i potenziali beneficiari, nella Guida di cui sopra sono stati raccolti esempi di realizzazioni nazionali e internazionali, organizzati per schede secondo le tredici tipologie delineate dal decreto: tre per l'integrazione parziale e dieci per l'integrazione totale.

Nelle presenti linee-guida si è cercato di semplificare l'identificazione delle tipologie ammesse agli incentivi con schemi grafici tipologici.

Conseguentemente chi intenda utilizzare la tecnologia fotovoltaica dovrà seguire le indicazioni/prescrizioni di cui sopra e, se vorrà ottenere le agevolazioni di cui al Tit. IX del presente RE, dovrà sottostare alle ulteriori prescrizioni di cui sotto.

## **A.2) INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA PARZIALE**

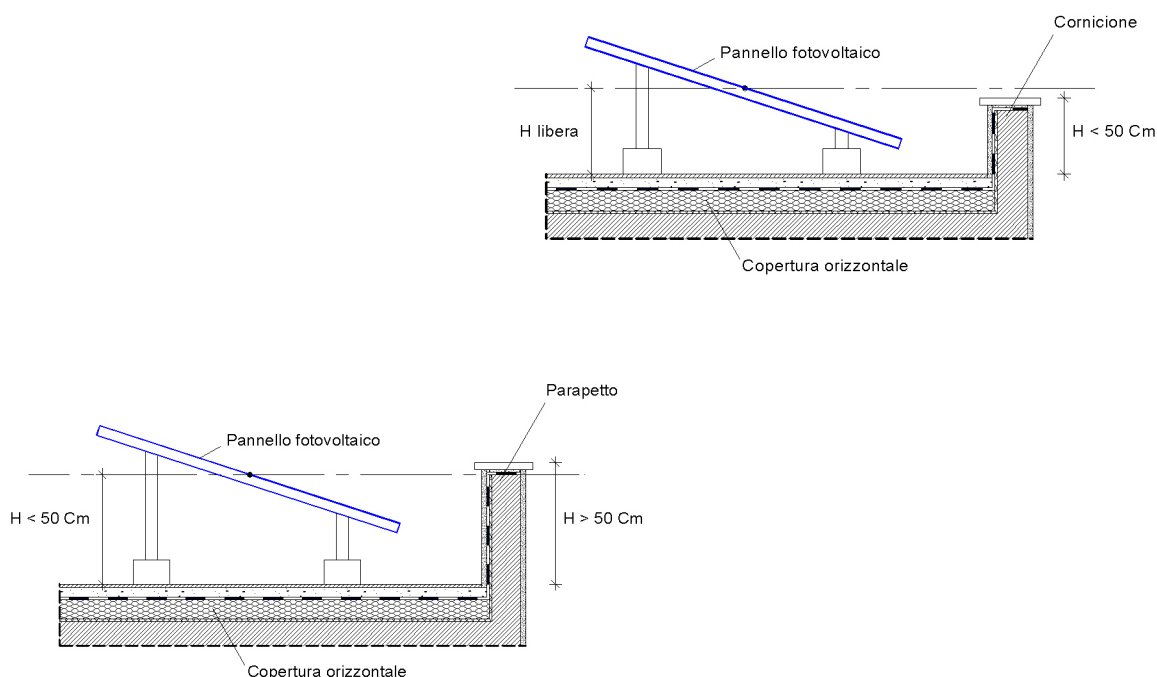
Si ha **integrazione architettonica parziale** quando i moduli fotovoltaici vengono montati su edifici o componentistica di arredo urbano, come chioschi, pensiline, barriere acustiche, ecc., senza sostituire il materiale da costruzione delle stesse strutture.



E' evidente che, per ottenere una composizione bilanciata tra il materiale fotovoltaico e quelli esistenti, è necessario porre attenzione all'inserimento generale, valutandone il dimensionamento non solo dal punto di vista della produzione di energia elettrica ma anche in base alla congruità del posizionamento, alla sua estensione, all'impatto visivo e all'integrazione con il resto dei componenti della copertura o facciata o qualunque altra superficie o materiale debba entrare in contatto con il fotovoltaico.

In altre parole è indispensabile che, nel suo inserimento il fotovoltaico non infici le caratteristiche estetiche e la funzionalità dell'involucro architettonico, specie per quello che riguarda l'efficienza energetica dell'edificio.

Nelle immagini seguenti sono indicati alcuni esempi di pannelli fotovoltaici parzialmente integrati, installati su tetti piani e terrazze.



I tetti piani e le razze possono prevedere elementi perimetrali come cornicioni, cordoli, balaustre o ringhiere. Il GSE (vedi sopra), al fine del riconoscimento dell'integrazione parziale in presenza di elementi perimetrali alti fino a 50 cm. da terra, consente di montare l'impianto senza limitazioni di altezza del supporto dei moduli (vedi prima figura).

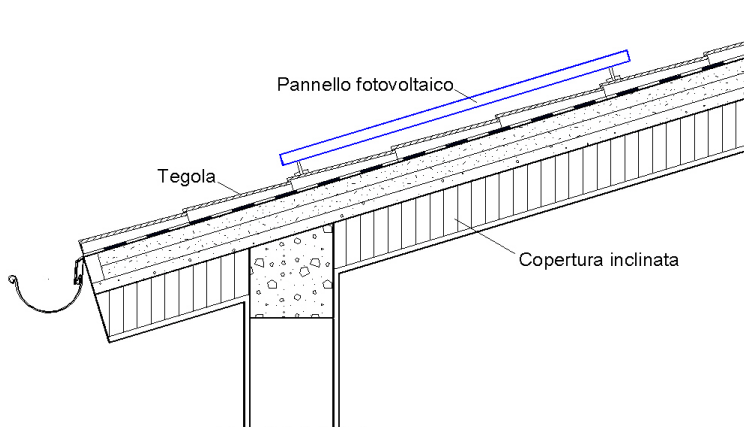
In caso di presenza di elementi perimetrali alti sopra i 50 cm. da terra, l'altezza H1 del modulo fotovoltaico o della schiera dei moduli fotovoltaici, misurata da terra fino all'asse mediano degli stessi, non deve superare l'altezza dell'elemento perimetrale misurata nel suo punto più basso. In altre parole, il singolo modulo o la schiera non deve sporgere per più di metà dalla porzione più bassa dell'elemento perimetrale (vedi figura 2).

Per parziale integrazione dei moduli fotovoltaici su tetti, coperture, facciate, balaustre o parapetti di edifici si intendono, invece, quei casi in cui il modulo è appoggiato complanarmente alla superficie di queste tipologie senza sostituire il materiale stesso di costruzione (vedi grafico seguente).

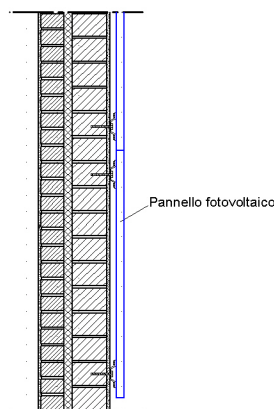
I moduli, al fine di risultare complanari, dovranno essere montati mantenendo la stessa inclinazione della superficie che li accoglie; è necessario inoltre che lo spessore del modulo e della struttura di supporto che emergerà dalla superficie esistente siano ridotti al minimo indispensabile.

In ogni  
non  
rispetto  
copertura.

caso i moduli  
devono sporgere  
alla falda di



L'esempio seguente mostra un caso di pannelli fotovoltaici montati su parete (complanari).

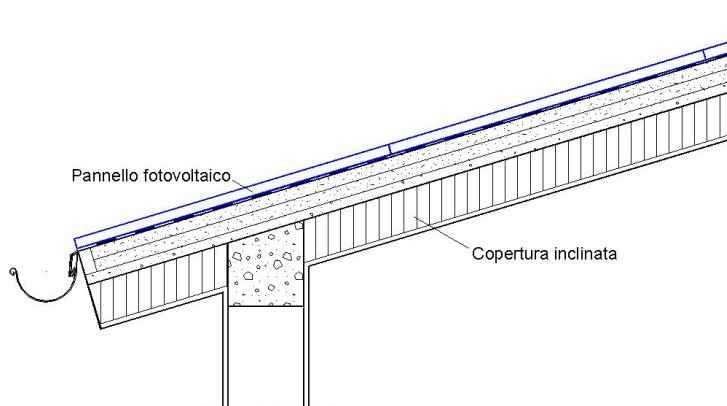


Per maggiori dettagli si rimanda alla Guida del GSE citata.

## A.2) INTEGRAZIONE ARCHITETTONICA TOTALE

Si ottiene **integrazione architettonica totale** quando si riesce a ad equilibrare gli aspetti tecnici ed estetici dei componenti della tecnologia fotovoltaica con quelli dell'involucro edilizio, senza compromettere le caratteristiche funzionali di entrambi. In sostanza detta tecnologia sostituisce un materiale da costruzione convenzionale, diventando un componente attivo dell'involucro edilizio in grado di contribuire positivamente alla performance energetica degli edifici.

Una corretta integrazione architettonica del fotovoltaico, infatti, riesce a far coincidere la capacità del fotovoltaico di produrre energia elettrica sul luogo della domanda con la qualità estetica dello spazio che lo contiene.



Le caratteristiche fisiche del modulo fotovoltaico - forma, dimensione, colore, eventuale trasparenza - possono diventare elementi di caratterizzazione dello spazio architettonico sia quando viene utilizzato come copertura, facciata o grande vetrata, sia quando è elemento di arredo urbano, per esempio un chiosco, una pensilina, una fermata dell'autobus, un lampione, ecc. In questi casi il fotovoltaico viene interpretato e utilizzato come vero materiale edilizio e diventa parte inscindibile della costruzione.

I vantaggi derivanti dall'impiego di sistemi fotovoltaici integrati in architettura, piuttosto che di centrali fotovoltaiche isolate, sono di diversa natura.

Tra questi, quelli di carattere generale possono essere sintetizzati come segue:

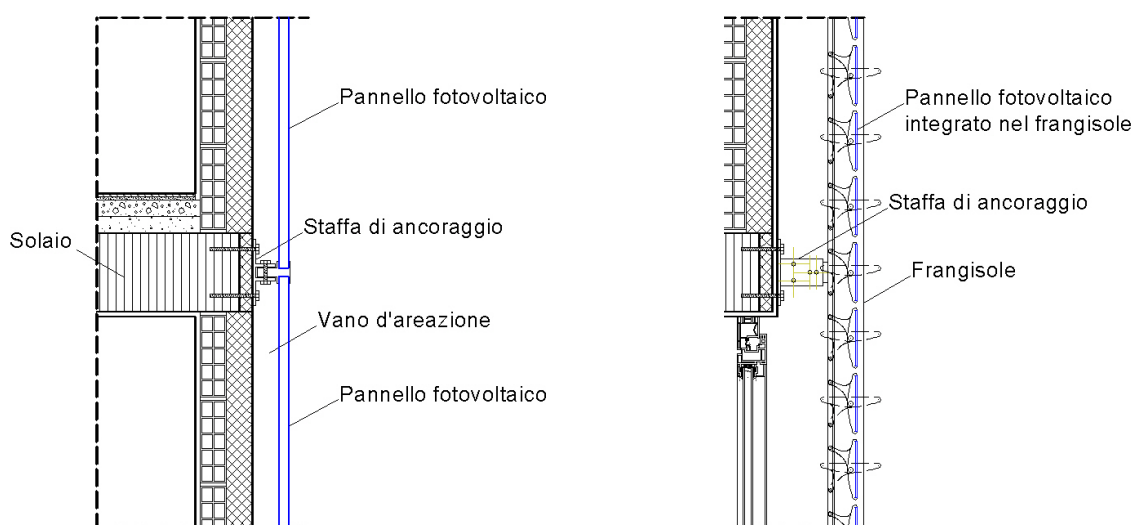
- la possibilità di impiego di superfici marginali degli edifici o la completa integrazione nelle strutture edili consente di evitare l'occupazione di suolo da parte del sistema (si pensi all'enorme impatto sul suolo delle grandi centrali fotovoltaiche);
- si evitano perdite di energia dovute alla distribuzione, in quanto l'energia elettrica viene utilizzata nello stesso luogo in cui viene prodotta.

Mediante una corretta progettazione l'utilizzo multifunzionale del componente fotovoltaico può incidere favorevolmente sulle prestazioni termiche dell'involucro, ed è possibile, anche,

prevedere modalità di recupero dell'energia termica prodotta dal surriscaldamento del retro dei moduli; si possono ridurre, in una certa misura, i costi di costruzione (risparmio sulle strutture di supporto e risparmio sui materiali da costruzione), e quelli di installazione dei sistemi fotovoltaici.

Inoltre, mediante il ricorso a sistemi fotovoltaici connessi alla rete elettrica, nel caso di una massiccia generazione diffusa, è possibile:

- sopperire ai picchi di domanda che si verificano nelle ore diurne a causa dei forti consumi dovuti al funzionamento degli esercizi commerciali o degli ambienti di lavoro, sulla cui domanda grava l'impiego di potenti sistemi di condizionamento dell'aria (si tenga conto **che l'energia consumata nelle fasce orarie di punta risulta essere la più costosa**);
- produrre energia elettrica nel luogo in cui viene consumata, e modularla sulle esigenze dell'utenza, con una conseguente minore necessità di potenziare le linee di trasformazione.



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 fotovoltaica 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 fotovoltaica parzialmente integrata otterrà 2 punti;
- c. chi utilizzerà la tecnologia fotovoltaica integrata totalmente otterrà 3 punti.

## **B) BIOMASSA**

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.

Bruciando 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 dà 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.

Mentre 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).

### **B.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 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.

## **B.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).

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 biomassa oltre il 90% del fabbisogno totale di calore.

### **B.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/m<sup>3</sup>, molto più elevato di quello di altri combustibili legnosi non pressati (cippato, trucioli). Il potere calorifico raggiunge le 4200 kcal/kg, con una densità energetica di 3000 – 3400 kWh/m<sup>3</sup>.

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 sviluppando 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.

## **C) GEOTERMIA**



Gli impianti geotermici sono sistemi di riscaldamento e raffrescamento che traggono vantaggio dalla temperatura relativamente costante del sottosuolo durante tutto l'anno (10-12°C).

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.

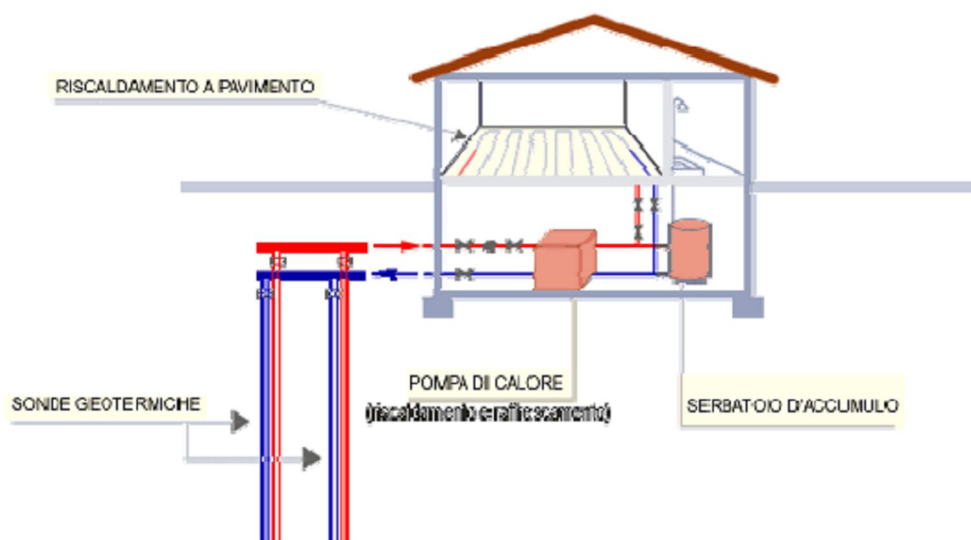
Durante l'inverno il terreno ha una temperatura generalmente superiore a quella esterna, il fluido glicolato scendendo in profondità attraverso le sonde sottrae energia termica al terreno; ritornato in superficie ad una temperatura maggiore, provoca l'evaporazione del refrigerante che circola nel sistema 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

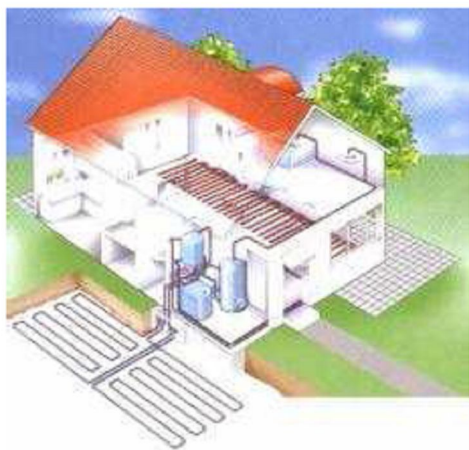
del  
ciclo.



Le sonde possono essere predisposte principalmente in due modi:

→ **sonde orizzontali**, 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.

Tra i vantaggi di questa tecnica c'è il costo, inferiore rispetto all'altra tipologia di posa: quella con scambiatore a sonde verticali

→ **a sonde verticali** sono tubi in cui scorre il fluido scambiante, hanno forma tipicamente a U e arrivano a una profondità variabile dai 46 ai 146 metri, 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/raffreddamento deve utilizzare un fluido vettore che rilascia calore a temperatura massima di 30-35° C per il riscaldamento .

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 raffreddandolo.

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.

La tecnica di prelevare calore con una sonda geotermica 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 6 SISTEMA DI ATTRIBUZIONE DEI PUNTEGGI AI REQUISITI

### A. GENERALITÀ E MODALITÀ ESEMPLIFICATIVE

Per ottenere gli incentivi e le agevolazioni di cui al Tit. IX del RE, volti al perseguimento degli obiettivi di cui all'art. 2 del RE, 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.

A titolo propedeutico si ribadisce che gli edifici dovranno essere progettati e realizzati secondo quanto disposto dalle presenti Linee-guida e dalle norme di RE. 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.

Le condizioni per ottenere le agevolazioni previste dal Tit. IX del Regolamento Edilizio 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;
- 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, il Comune di Campo nell'Elba ha predisposto una apposita scheda, la quale dovrà essere elaborata da parte dei richiedenti, suddivisa in cinque aree tematiche:

- **Area A: Energia;**
- **Area B: impiantistica;**
- **Area C: materiali;**
- **Area D: barriere architettoniche.**

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. Quest'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".

L'attribuzione dei punteggi è dunque individuata all'interno di una scala di valori che varia da 0 a 3, secondo quanto descritto nella tabella sottostante:

ATTRIBUZIONE PUNTEGGI AI REQUISITI	
Rappresenta la prestazione minima accettabile, corrispondente al mero adeguamento alle prescrizioni vigenti e alla prassi ordinaria	0
Rappresenta un moderato miglioramento delle prestazioni rispetto alle prescrizioni vigenti e alla prassi ordinaria	1
Rappresenta un concreto miglioramento delle prestazioni rispetto alle prescrizioni vigenti e alla prassi ordinaria	2
Rappresenta un marcato miglioramento delle prestazioni rispetto alle prescrizioni vigenti e alla prassi ordinaria. <b>E' la prassi auspicata.</b>	3

Nella Scheda per ottenere le agevolazioni previste dal Tit. IX del presente RE, a cui si rimanda, sono descritte le modalità per l'attribuzione dei punteggi anzidetti. A titolo esemplificativo, di seguito si compila la parte seconda, relativa all'Energia:

**B. PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO (ESEMPIO METODOLOGICO)**

	Valore limite richiesto	Valore calcolato	Voto attribuito	Riservato all'ufficio
Trasmittanza termica (U) pareti opache	x	y	2	
Trasmittanza termica (U) superfici vetrate	x	x	0	
Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (EP <sub>Li</sub> )	x	z	3	
Rendimento globale medio stagionale degli impianti per la climatizzazione invernale	x	j	1	
Fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda per usi igienici e sanitari	x	z	3	
Fabbisogno di energia primaria per la	x	z	3	

COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA  
Provincia di Livorno

climatizzazione estiva				
Fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione artificiale	x	y	2	
<b>TOTALE</b>			<b>14</b>	

In questo esempio la sommatoria dei voti ottenuti è pari a 14.

Procedendo nella compilazione della scheda potremmo ottenere, alla fine, una situazione simile alla seguente, riportata a titolo di esempio:

<b>ATTRIBUZIONE PUNTEGGI DEFINITIVA</b>	
<b>Area di valutazione</b>	<b>Voto Totale</b>
A.2 Prestazione energetica dell'edificio	14
B.1 Impianto di riscaldamento	3
B.2 Impianti per la produzione di calore e/o energia	9
B.3 Dispositivi bioclimatici	20
B.4 Impianti per l'uso corretto dell'energia elettrica e la riduzione dell'inquinamento luminoso	18
B.5 Impianti per l'uso corretto dell'acqua	16
C.1 Pareti verticali esterne – Struttura (sopra il suolo)	8
C.2 Pareti verticali interne – Struttura	10
C.3 Isolamento termico pareti verticali – Struttura	14
C.4 Isolamento termico copertura – solai di calpestio	16
C.5 Isolamento acustico pareti verticali – Struttura	10
C.6 Isolamento acustico copertura – solai di calpestio	12
C.7 Finestre, porte	20
C.8 Trattamento superfici esterne	21
C.9 Trattamento superfici interne (pavimenti e muri)	7
D: Eliminazione barriere architettoniche	8
<b>TOTALE</b>	<b>206</b>
<b>MEDIA OTTENUTA (PUNTEGGIO)</b>	<b>12,87</b>

Ottenuta la sommatoria dei voti si verificherà come sono state seguite le indicazioni del RE, secondo il seguente schema:

- a. coloro che avranno raggiunto un punteggio (medio) inferiore a 5 non saranno incentivati;
- b. coloro che avranno raggiunto un punteggio da 5 a 9 avranno seguito le disposizioni del RE al 50%;

- c. coloro che avranno raggiunto un punteggio da 10 a 15 avranno seguito le disposizioni del RE al 70%;
- d. coloro che avranno raggiunto un punteggio superiore a 15 avranno seguito integralmente le disposizioni del RE.

Ai sensi dell'art. 125 del Regolamento Edilizio, i benefici sono calcolati nel modo seguente:

1) Sconto oneri di urbanizzazione:

- sconto del 70% per aver seguito integralmente le disposizioni citate;
- sconto del 50% per aver seguito le disposizioni citate fino al 70%;
- sconto del 30% per aver seguito le disposizioni citate fino al 50%;

2) Sconto **tasce comunali (specificare)** della durata di dieci anni decorrenti dalla abitabilità/agibilità:

- sconto del 30% per aver seguito integralmente le disposizioni citate;
- sconto del 20% per aver seguito le disposizioni citate fino al 70%;
- sconto del 10% per aver seguito le disposizioni citate fino al 50%;

3. Incentivi di carattere edilizio/urbanistico:

- incremento del 10% della Superficie Agibile (S.A.) consentita per aver seguito integralmente le disposizioni citate;
- incremento del 5% della Superficie Agibile (S.A.) consentita per aver seguito le disposizioni citate fino al 70%.

Avendo ottenuto 12,87, il richiedente ha seguito le presenti disposizioni al 70% e quindi ha diritto ad ottenere i seguenti benefici (vedi sopra):

- 1) sconto degli oneri di urbanizzazione nella misura del 50%
- 2) sconto delle tasse comunali nella misura del 20%;
- 3) premi dimensionali nella misura dell'ampliamento del 5% della S.A.

## **C. 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. IX del RE.

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 quattro aree tematiche anzidette.

### **C.1 ENERGIA (AREA A)**

#### **1. CLASSIFICAZIONE DELL'EDIFICIO – DPR 412/1993**

Ai sensi dell'articolo 3 del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 gli edifici sono classificati in base alla loro destinazione d'uso nelle seguenti categorie:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

- E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;
- E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;
- E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

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

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

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

- E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunioni per congressi;
- E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;
- E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili:

- E5 (1) quali negozi, magazzini di vendita al minuto;
- E5 (2) supermercati, magazzini di vendita all'ingrosso, esposizioni;

E.6 Edifici adibiti ad attività sportive:

- E.6 (1) piscine, saune e assimilabili;
- E.6 (2) palestre e assimilabili;
- E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive;

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

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

E8 (1) piccole imprese e artigiani;

E8 (2) capannoni industriali e assimilabili.

Qualora un edificio sia costruito da parti individuabili come appartenenti a categorie diverse le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

Nella scheda tecnica per ottenere i benefici di cui si tratta si dovrà indicare in quale delle precedenti categorie ricade l'edificio oggetto d'intervento.

## 2. PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'EDIFICIO

- a. I requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici devono essere calcolati secondo quanto disposto all'art. 4 e segg. del R.R. 22/1/2009, n. 1, a cui si rimanda.
- b. Nella scheda tecnica per ottenere i benefici di cui si tratta si dovrà indicare quali sono le "prestazioni" dell'edificio oggetto d'intervento.



## **C.2 IMPIANTISTICA (AREA B)**

### **3. Impianto di riscaldamento.**

Nella scheda tecnica si dovranno indicare le caratteristiche dell'impianto per la climatizzazione invernale dell'edificio.

### **4. Impianti per la produzione di calore e/o energia**

Ad esplicitazione di quanto contenuto al precedente punto 3.1, nella scheda tecnica è necessario descrivere quale dei seguenti dispositivi viene utilizzato e le caratteristiche dello stesso:

- Impianto solare per acqua calda sanitaria;
- Impianto solare per il riscaldamento;
- Pompa di calore;
- Impianto di cogenerazione;
- Impianto a biomassa;
- Impianto geotermico;
- Produzione di corrente elettrica con energia rinnovabile;
- Altro (specificare).

### **5. Dispositivi bioclimatici**

In riferimento al Capo III, Parte II, Tit. IV del RE e come dettagliatamente descritto nelle presenti Linee guida (vedi Appendice 4), nella scheda tecnica per ottenere i benefici di cui si tratta è necessario descrivere quale dei seguenti dispositivi e/o accorgimenti vengono utilizzati e le caratteristiche degli stessi:

- Esposizione dei vani secondo il percorso solare;
- Sistema solare passivo utilizzato;
- Sistema di ventilazione naturale utilizzato;
- Sistemi di protezione dalle radiazioni solari utilizzati;
- Altro (specificare).

### **6. Impianti per l'uso corretto dell'energia elettrica e la riduzione dell'inquinamento luminoso**

In riferimento al Capo II, Sezione V, Parte II, Tit. IV del RE e come dettagliatamente descritto nelle presenti Linee guida (vedi Appendice 4), nella scheda tecnica per ottenere i benefici di cui si tratta è necessario descrivere quale dei seguenti dispositivi e/o accorgimenti vengono utilizzati e le caratteristiche degli stessi, con particolare riguardo:

- Utilizzo di lampade ad alta efficienza energetica;
- Utilizzo di dispositivi di illuminazione naturale a servizio di ambienti non direttamente accessibili dalla luce solare;
- Utilizzo di dispositivi per riduzione/eliminazione inquinamento luminoso;

- Altro;

#### 7. Impianti per l'uso corretto dell'acqua

In riferimento al Capo II, Sezione VI, Parte II, Tit. IV del RE e come dettagliatamente descritto nelle presenti Linee guida (vedi Appendice 4), nella scheda tecnica per ottenere i benefici di cui si tratta è necessario descrivere quale dei seguenti dispositivi e/o accorgimenti vengono utilizzati e le caratteristiche degli stessi, con particolare riguardo:

- Utilizzo di impianti per la raccolta e il riutilizzo di acque meteoriche;
- Utilizzo di impianti/accorgimenti per aumentarle la permeabilità delle aree pertinenziali agli edifici;
- Utilizzo di cassette di scarico dei WC di sistemi di erogazione differenziati;
- Utilizzo di sistemi di limitazione del flusso dell'acqua erogata (erogatori frangiflusso);
- Altro;

### **C.3 MATERIALI (AREA C)**

1 In riferimento alla Parte I, Tit. IV del RE in tutti gli interventi in qualsiasi misura devono essere impiegati materiali sani, riciclabili e non suscettibili di indurre effetti dannosi per le persone o per l'ambiente. In particolare si dovranno scegliere i materiali secondo i seguenti criteri:

- si dovranno limitare gli scavi e riutilizzare la terra scavata direttamente sul posto, ove questo sia possibile;
- si dovranno privilegiare materiali ed elementi costruttivi di lunga durata;
- si dovranno preferibilmente utilizzare materiali da costruzione disponibili localmente e/o regionalmente;
- utilizzare materiali ecologici, muniti di idoneo certificato;
- utilizzare materiali riciclabili;
- privilegiare materiali provenienti da fonti rinnovabili, rinunciare all'impiego di materie prime rare, impiegare con parsimonia i materiali sintetici;
- usare materiali esenti da sostanze tossiche e che non pongono problemi ambientali (inquinamento dell'acqua, dell'aria e del suolo);
- scegliere materiali la cui manutenzione e pulizia rispetti l'ambiente;
- impiegare trattamenti di superficie non coprenti, velature piuttosto che laccature;
- utilizzare materiali atossici.

Anche in questo caso nella compilazione della scheda tecnica per ottenere i benefici di cui si tratta è obbligatorio che si forniscano indicazioni circa i materiali utilizzati, la loro quantità, le caratteristiche e la descrizione dei fornitori con particolare riguardo per i seguenti aspetti:

- 1) Pareti verticali esterne – Struttura (sopra il suolo);
- 2) Pareti verticali interne – Struttura;

- 3) Isolamento termico pareti verticali – Struttura;
- 4) Isolamento termico copertura – solai di calpestio;
- 5) Isolamento acustico pareti verticali – Struttura;
- 6) Isolamento acustico copertura – solai di calpestio;
- 7) Finestre, porte;
- 8) Trattamento superfici esterne;
- 9) Trattamento superfici interne (pavimenti e muri).

#### **C.4 BARRIERE ARCHITETTONICHE (AREA D)**

1 In riferimento al Tit. VIII del RE per ottenere i benefici di cui si tratta è necessario che vengano eliminate le barriere architettoniche. A tale proposito si dovranno descrivere quale dei seguenti dispositivi e/o accorgimenti vengono utilizzati e le caratteristiche degli stessi, con particolare riguardo:

- Utilizzo di accorgimenti tecnici idonei alla installazione di meccanismi per l'accesso ai piani superiori;
- Realizzazione di accessi idonei alle parti comuni degli edifici e alle singole unità immobiliari;
- Realizzazione di almeno un accesso in piano, rampe prive di gradini o idonei mezzi di sollevamento;
- Installazione di un ascensore (fabbricati con più di tre piani fuori terra) per ogni scala principale.

#### **D. CONTROLLO DELLE OPERE ESEGUITE**

Come disposto dall'art. 124 del RE 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 nell'Allegato A nonché le indicazioni e/o prescrizioni "bio" nel presente Regolamento Edilizio.

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.

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 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.