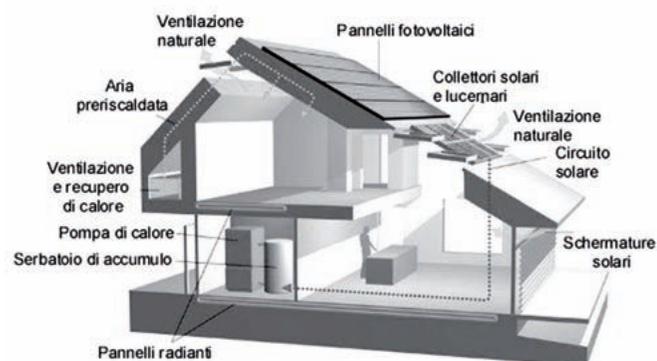


NZEB involucro come filtro selettivo, impianti a basso consumo e alto rendimento, fotovoltaico, solare termico, eolico: gli elementi per il progetto dell'edificio a consumo zero

ENRICO SERGIO MAZZUCHELLI

I punti cardine della progettazione di un "nZEB" sono il contenimento del fabbisogno energetico e il suo soddisfacimento tramite fonti di energia rinnovabile. Ciò comporta scelte strategiche volte all'ottimizzazione di soluzioni di involucro e all'utilizzo di sistemi impiantistici a basso consumo, oltre che una valutazione globale del sistema edificio-impianto, un approccio multidisciplinare al progetto e una scelta di soluzioni architettoniche e costruttive sinergiche e integrate con quelle impiantistiche.

L'involucro edilizio assume pertanto una rilevanza fondamentale per il raggiungimento dell'obiettivo "zero energy": esso non è più concepito come un semplice elemento di separazione tra interno ed esterno, quanto piuttosto come un filtro selettivo in grado di mitigare e/o controllare gli effetti indotti dalle variazioni delle condizioni ambientali esterne al fine di mantenere le condizioni di comfort interno con il minor consumo possibile di energia. In altri termini gli edifici vengono ad essere caratterizzati da molteplici configurazioni di funzionamento in relazione a: stagione, periodo diurno o notturno, presenza di persone, etc., acquisendo, siano essi di semplice edilizia residenziale o di complessi edifici terziari, uno status di vero e proprio "organismo" in grado di rispondere agli stimoli esterni ed interni, così da ottimizzare costantemente il rapporto tra prestazioni e consumo di energia.



Sopra: esempio di alcune delle strategie utilizzabili per il raggiungimento dell'obiettivo "zero energy".

Nella pagina a fianco in alto, la Green Lighthouse (Christensen & Co Arkitekter) è considerata un vero e proprio modello di architettura sostenibile.

A fianco, esempi di solare termico in copertura

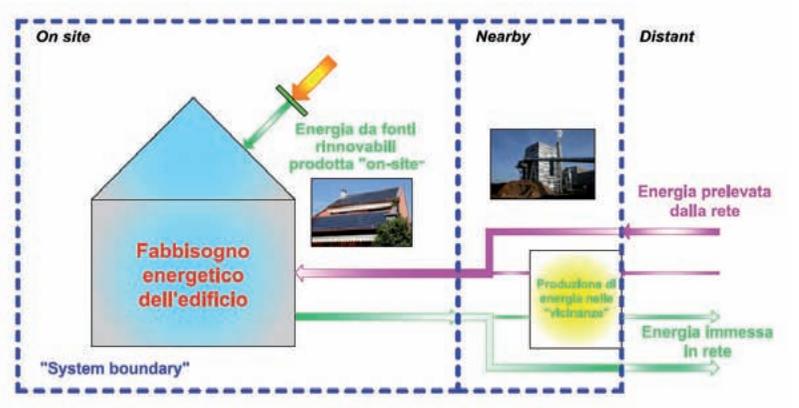
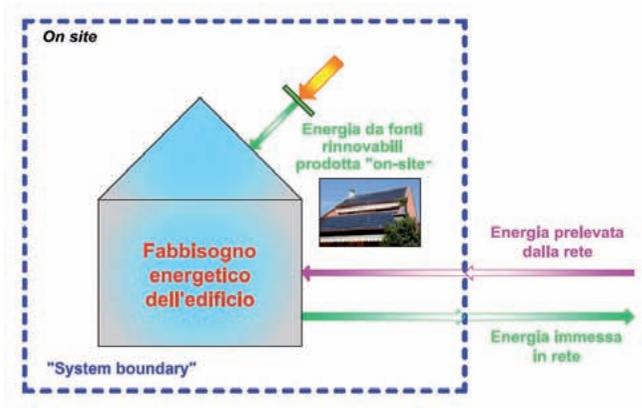
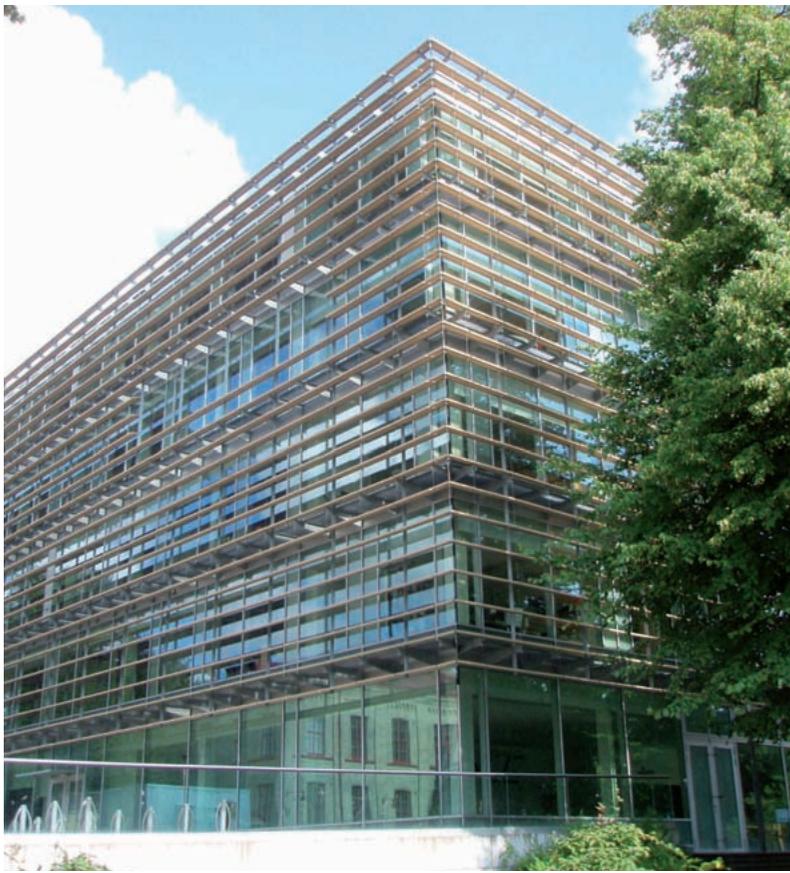
A sinistra, le schermature esterne sono fondamentali per ridurre le rientrate di calore nei mesi caldi.

A fianco, esempio di generatore eolico ad asse verticale.

In basso, possibili confini del sistema per il calcolo del bilancio energetico secondo la Direttiva 2010/31/UE.

MODULO PAROLE CHIAVE

NZEB NEARLY ZERO ENERGY BUILDING – FER FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI - ENERGIA EOLICA - ENERGIA SOLARE - ENERGIA AEROTERMICA - ENERGIA GEOTERMICA - ENERGIA IDROTERMICA – ENERGIA OCEANICA – ENERGIA IDRAULICA – BIOMASSE - GAS DI DISCARICA - GAS RESIDUATI DAI PROCESSI DI DEPURAZIONE - BIOGAS – DIRETTIVA 2010/31/UE - DIRETTIVA 2012/27/UE - LEGGE 90/2013 - D.L. 63/2013 - D.LGS. 192/2005 – BILANCIO ENERGETICO – CONTENIMENTO ENERGETICO – INVOLUCRO FILTRO – IMPIANTI A BASSO CONSUMO – SISTEMI DI VENTILAZIONE – VENTILAZIONE NATURALE – FACCIATE TRASPARENTI – FACCIATE OPACHE - BUILDING INTEGRATED PHOTOVOLTAICS - SOLAR COOLING - SEASONAL THERMAL ENERGY STORAGE – VWAT VERTICAL AIR WIND TURBINE - PEB POSITIVE ENERGY BUILDING – ZERO ENERGY DISTRICT - DISTRICT HEATING - GRID-CONNECTED



Organismo reattivo alle condizioni ambientali e d'uso: la sintesi progettuale dell'edificio a energia quasi zero. Il nodo da risolvere è l'integrazione con i sistemi per lo sfruttamento delle fonti di energia rinnovabile

La realizzazione di soluzioni di involucro ad alte prestazioni consente di limitare le potenze di picco e la taglia di macchinari ed elementi impiantistici da installare negli edifici (con una conseguente riduzione di spazi necessari per la loro installazione e di oneri di manutenzione), oltre che, ad esempio, una riduzione dell'estensione delle superfici di captazione dei sistemi per lo sfruttamento di energia solare, il tutto a favore di una maggiore copertura dei consumi energetici tramite tali sistemi. Le soluzioni utilizzabili a tal scopo sono limitate (energia eolica, dove le condizioni ambientali e gli spazi disponibili lo consentono - biomassa e cogenerazione con impianti a scala adeguata - sistemi fotovoltaici, dove sono disponibili spazi per l'installazione ed i costi non siano eccessivi, etc.), così come lo sono quelle per la produzione decentralizzata di elettricità da fonti rinnovabili come alternativa a quella in sito. Queste ultime implicano inoltre l'adeguamento dei sistemi di trasmissione e distribuzione di energia esistenti, che devono essere in grado, ad esempio, sia di assorbire gli sbalzi notevoli dovuti all'intermittenza dell'energia prodotta da eolico e fotovoltaico, sia di programmare ed equilibrare in modo intelligente domanda ed offerta di elettricità ("smartgrids"). Proprio a tal riguardo, spesso si assume che nei momenti di maggiore produzione energetica la rete sia in grado di ricevere senza particolari difficoltà i "surplus" di energia prodotti, mentre in realtà un tale scenario potrebbe mostrarsi non veritiero in particolari contesti urbani, dove potrebbe rivelarsi invece indispensabile realizzare appositi sistemi di accumulo e stoccaggio di tali "surplus" energetici sia per mantenere lo status "zero energy" degli edifici, sia le reti nelle loro condizioni di funzionamento ottimali.

E' quindi opportuno puntualizzare alcuni aspetti che sono fondamentali per una buona integrazione tra edificio e sistemi per lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabile. Infatti, se può risultare relativamente semplice soddisfare la maggior parte dei consumi energetici di una abitazione monofamiliare di dimensioni standard, integrando nell'involucro sistemi a guadagno solare, termico o fotovoltaico, o sfruttando il terreno di pertinenza per sistemi di tipo geotermico, assai più complesso è raggiungere il medesimo risultato in edifici pluripiano, dove il rapporto S/V (superficie disperdente/volume climatizzato) può essere notevolmente più basso e dove le effettive superfici disponibili per l'integrazione di sistemi attivi

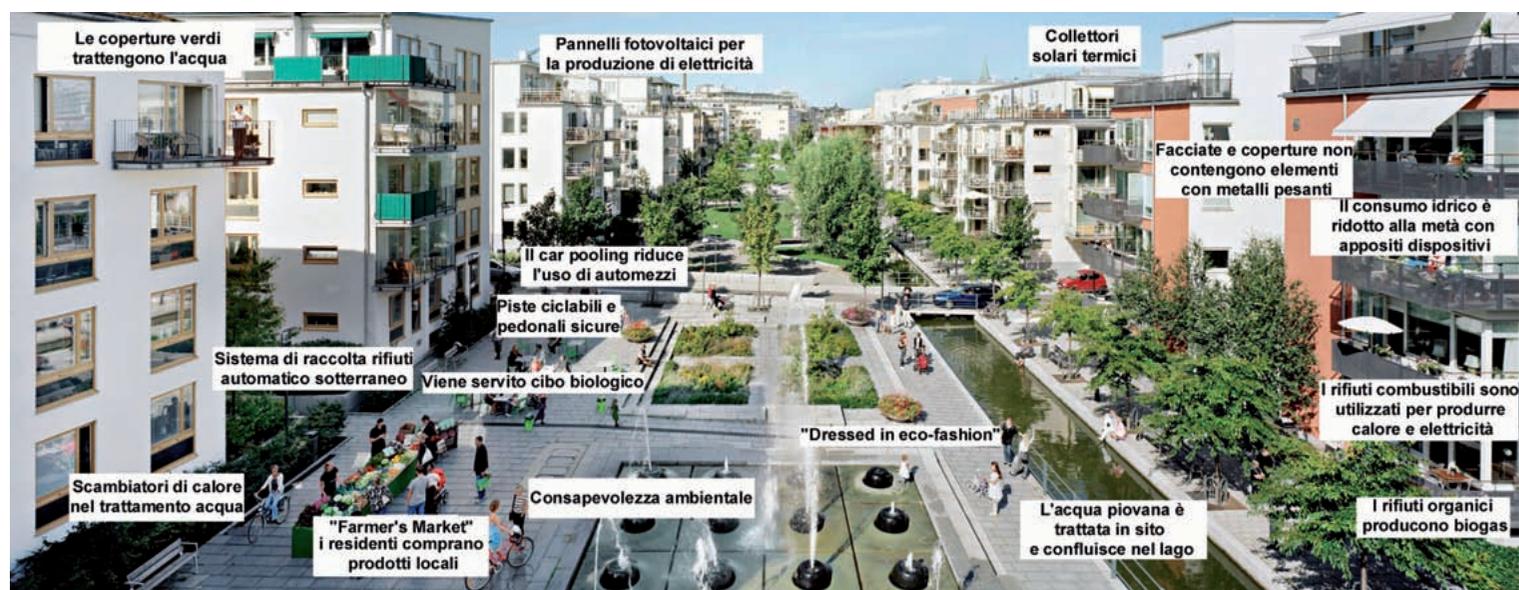


In queste pagine esempi di insediamenti a bassa ed alta densità abitativa: nel secondo caso si notano le superfici ombreggiate nella parte più bassa degli edifici, quindi non utilizzabili per l'integrazione di sistemi attivi per lo sfruttamento di fonti rinnovabili.



sono spesso poco sfruttabili oppure non sufficientemente estese. A riguardo è sufficiente considerare come il rapporto tra la superficie dell'involucro teoricamente utilizzabile per l'installazione di sistemi attivi a guadagno solare (considerando come ottimali la copertura e le facciate rivolte a sud) e la superficie commerciale degli alloggi diminuisca rapidamente all'aumentare dell'altezza dell'edificio e al diminuire del rapporto S/V, il che significa una minore disponibilità di superficie teorica utilizzabile per l'installazione di sistemi attivi per singolo alloggio. Considerando che nella realtà le superfici effettivamente disponibili sono spesso ulteriormente ridotte da geometrie di facciata articolate (gronde, balconi, aggetti, logge, etc.) e da altri elementi in copertura (volumi tecnici vani ascensore, impianti, etc.), e che, soprattutto in edifici di tipo residenziale, la possibilità di utilizzare la superficie trasparente come superficie attiva è limitata da ovvie esigenze di trasparenza e di illuminazione naturale degli ambienti interni, ne deriva che per edifici pluripiano le superfici teoricamente a disposizione per l'integrazione dei sistemi necessari a coprire l'intero fabbisogno dell'edificio possono essere estremamente limitate ed in molti casi rivelarsi insufficienti per l'obiettivo progettuale prefissato. Se a ciò si aggiunge anche la non trascurabile influenza che assume il contesto ambientale in cui lo stesso edificio è inserito (morfologia del terreno, densità di costruzione e ombre portate possono di fatto rendere inutilizzabili, in parte o in toto, le superfici di facciate e coperture disponibili per l'integrazione di sistemi attivi), appare evidente come in realtà urbane ad alta densità di costruzione e sviluppo prevalentemente verticale degli edifici può essere più significativo e opportuno orientarsi, ove possibile e pianificabile, verso "quartieri ad energia quasi zero" anziché verso la costruzione di singoli edifici "zero energy".

In questo caso la strategia di riduzione di consumi e di sfruttamento di energie rinnovabili può essere progettata a livello di distretto, dove possono trovare applicazione anche altri sistemi (eolico, cogenerazione con centrali alimentate a biomassa o biogas, impianti fotovoltaici a concentrazione, solare termico ad alta temperatura, etc.) che, a livello di singolo edificio, sono invece ad oggi poco sfruttabili. Il maggiore guadagno in termini di efficienza energetica consiste in questo caso nell'ottimizzare i sistemi di generazione (elettrica e termica), dal momento che la visione integrata del distretto energetico permette di agire sulla minimizzazione dei consumi energetici delle singole utenze (tramite opportuna scelta di materiali, tecnologie e soluzioni impiantistiche da utilizzarsi nella realizzazione degli edifici), sulla produzione locale ed economica dell'energia (tipologie di generazione distribuita, sistemi basati su fonti rinnovabili e su



nuovi vettori energetici), sulla razionalizzazione logistico-energetica dei trasporti (utilizzo di mezzi a basso consumo e a basso impatto ambientale), etc.

Ciò non significa comunque rinunciare all'integrazione di sistemi attivi nell'involucro dei singoli edifici ove possibile ed energeticamente conveniente: si tratta in realtà di utilizzarli solo laddove la loro resa risulti ottimale, assumendo in tal caso una funzione di generazione diffusa di supporto ad una produzione centralizzata ad alta efficienza di energia da fonti rinnovabili che passa a scala di quartiere o città.

Caratteristiche del quartiere "sostenibile" di Hammarby Sjöstad (Stoccolma, Svezia).

IL QUADRO NORMATIVO

Il tema degli "nZEB" ("nearly Zero Energy Buildings" o "edifici ad energia quasi zero"), ossia edifici ad altissima prestazione energetica il cui fabbisogno energetico (molto basso o quasi nullo) dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia proveniente da fonti rinnovabili (prodotta in loco o nelle vicinanze) è divenuto di estrema attualità con il recepimento delle Direttive 2010/31/UE e 2012/27/UE. In particolare in Italia la Legge 90/2013 di conversione con modificazioni del D.L. 63/2013, recepisce la Direttiva 31/2010/UE, dettando le regole sulla prestazione energetica degli edifici di nuova costruzione e di quelli oggetto di significative ristrutturazioni, attraverso un aggiornamento del D.Lgs. 192/2005.

Nell'ambito degli "nZEB", il settore delle nuove costruzioni assume particolare rilevanza a lungo termine, mentre la riqualificazione degli edifici esistenti, in Italia costruiti in gran parte prima degli anni '90 e caratterizzati da fabbisogni energetici per il solo riscaldamento di circa 150-250 kWh/m²a, costituisce la sfida più impegnativa, essendo il cambiamento e l'adeguamento ai nuovi livelli di prestazione senz'altro più complesso e laborioso. Dal momento che lo standard "zero energy" è richiesto anche per edifici esistenti in caso di consistenti ristrutturazioni o riqualificazioni di intero immobile, è indispensabile che le soluzioni che ben si prestano per l'impiego in edifici di nuova costruzione possano essere trasferite ed utilizzate, con le opportune variazioni o modifiche del caso, anche negli interventi di recupero. Stando alle direttive europee

sopracitate, un edificio può essere considerato "nearly Zero Energy" se il suo fabbisogno energetico è sufficientemente basso da comportare un bilancio netto annuale consumo/generazione nullo grazie all'uso di fonti energetiche rinnovabili ("FER"). Affinché ciò si possa realizzare, le condizioni imprescindibili sono una domanda di energia per il suo esercizio estremamente ridotta e una contemporanea produzione in sito di energia da "FER".

Rimangono tuttora aperti alcuni aspetti, quali ad esempio i limiti ("system-boundary") rispetto ai quali calcolare il bilancio energetico di un edificio. Tale problematica concerne soprattutto la "provenienza" della produzione energetica da fonti rinnovabili o delle stesse risorse rinnovabili (ad esempio la biomassa): è cioè possibile considerare ai fini della valutazione dei consumi di un edificio eventuali centrali di conversione energetica basate su fonti rinnovabili (idroelettrico, eolico, etc.), anche presenti "on-site", ma non strettamente appartenenti all'edificio? La definizione contenuta nella Direttiva 31/2010/UE prevede espressamente tale possibilità (cit. art. 2: "...compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze"), senza tuttavia definire con particolare chiarezza e in modo univoco i limiti e/o l'estensione dell'area da considerare. Non è altresì del tutto definito se un "nZEB" debba fornirsi di energia esclusivamente da fonti rinnovabili e scambiare con le infrastrutture energetiche territoriali (a cui è solitamente connesso) eventuali esuberanti o mancanze, oppure possa ricorrere a fonti fossili ma in misura tale che l'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili bilanci sia l'apporto della rete che il consumo della risorsa fossile stessa.

Involucro performante, impianti ad alto rendimento e basso consumo, sistemi di controllo e di regolazione: verso i PEB *Positive Energy Building*

La limitazione dei consumi energetici negli “nZEB” non è legata solamente all’innalzamento della qualità di sistemi e sub sistemi edilizi, ma anche al miglioramento di tecnologie e rendimenti di sistemi impiantistici. E’ l’efficace sinergia tra involucri sempre più performanti e la disponibilità di impianti ad alto rendimento e basso consumo energetico, abbinati ad efficaci sistemi di controllo e regolazione, che di fatto rende possibile la realizzazione di un “nZEB” o, addirittura, di un “Positive Energy Building”. Agli impianti vengono affidate tutte quelle funzioni integrative essenziali per conseguire l’optimum della qualità ambientale interna (in relazione a condizioni esterne, modalità d’uso, presenza di persone, ecc.) con consumi notevolmente minori degli attuali.

Gli impianti tecnologici assicurano quel “surplus” che il solo involucro non è in grado di garantire, cioè la loro è una funzione più di “supporto e integrazione” piuttosto che di forte correzione delle condizioni ambientali interne. A tal riguardo, una progettazione attenta ed accurata del sistema edificio-impianto non dovrebbe portare ad un significativo aumento dei costi impiantistici iniziali rispetto a un edificio tradizionale: l’attuale maggiore costo di macchinari e componenti per edifici a basso consumo dovrebbe essere infatti compensato, come si è già evidenziato, dalla riduzione dei carichi di picco e di conseguenza della taglia di macchinari ed elementi impiantistici da utilizzare. Il rapporto tra involucro e impianti è quindi strettissimo: la scelta di ampie superfici vetrate, ad esempio, con o senza adozione di sistemi di ombreggiamento e con o senza l’utilizzo di particolari tipologie di vetro (o vetrocamera) condiziona in misura rilevante la configurazione ed il dimensionamento dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento. Infatti, sebbene durante la stagione invernale le chiusure trasparenti consentano lo sfruttamento passivo degli apporti solari, la loro estensione va valutata non solamente limitandosi a tale aspetto: così facendo si potrebbe ritenere che le superfici trasparenti rivolte a sud debbano occupare la massima superficie disponibile. In realtà, e soprattutto in inverno, l’energia solare è disponibile solo per poche ore al giorno e non in tutte le giornate: in sua assenza la chiusura trasparente è molto più disperdente di una chiusura opaca, anche di qualità non elevata. Durante la stagione estiva è invece indispensabile limitare i rientri di calore in ambiente dovuti all’irraggiamento solare tramite accorgimenti che possono spaziare dall’adozione di particolari geometrie dell’edificio all’utilizzo di schermature, fisse oppure mobili. Occorre pertanto porre particolare attenzione alle dimensioni e alle prestazioni termiche delle chiusure trasparenti, che dovrebbero garantire, nell’arco di un anno solare, un bilancio energetico tra guadagni e dispersioni perlomeno positivo, o comunque almeno prossimo allo zero. Gli stessi sistemi di ventilazione sono strettamente connessi al comportamento edificio-impianti: al fine di ridurre i consumi degli edifici, è auspicabile utilizzare sistemi di tipo ibrido, in grado cioè di sfruttare la ventilazione naturale quando le condizioni ambientali esterne sono favorevoli a tale scopo e ricorrere alla ventilazione di tipo meccanico con recupero di calore sull’aria in espulsione solamente quando effettivamente necessario.

A sinistra, esempio di schermature esterne verticali.

A destra, esempio di schermature esterne orizzontali.



Integrazione delle fonti energetiche rinnovabili: contesto climatico e geometria dell'edificio sono le condizioni al contorno che consentono di restituire l'investimento economico in termini di efficienza

Come indicato nella Direttiva 2010/31/UE, per "energia rinnovabile" si intende l'energia proveniente da fonti non fossili, vale a dire: energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas. È evidente come il legame tra "nZEB" ed energia prodotta da tali fonti sia imprescindibile per il raggiungimento dell'obiettivo "zero energy". Considerando il singolo "nZEB", la produzione di energia da fonti rinnovabili comporta, come si è anticipato, l'integrazione nell'involucro di sistemi attivi per lo sfruttamento di energia solare eolica, l'installazione di macchinari (per esempio pompe di calore) per lo sfruttamento di energia geotermica, idrotermica o aerotermica, ecc. Al fine di individuare quale strategia e quale/i sistema/i utilizzare è necessario valutare con precisione spazi e superfici disponibili per l'integrazione di tali sistemi (strettamente legati al contesto climatico e alla geometria dell'edificio) e la reale efficienza della soluzione individuata: ad esempio, l'investimento economico per l'installazione di un generatore eolico laddove le condizioni di vento siano favorevoli solo per pochi giorni all'anno è senza dubbio una scelta non sostenibile non solo dal punto di vista energetico, ma anche da quello economico. Considerando che inoltre la domanda di energia di un edificio non è quasi mai sincrona con la sua produzione (e, sebbene sia possibile ottenere il loro bilanciamento nell'arco di un anno solare, ciò non avviene

Fonti di energia rinnovabili, modalità e tecnologie per lo sfruttamento.			
TIPOLOGIA	MODALITA'	TECNOLOGIE	OPPORTUNITA' ENERGETICA ED ECONOMICA
BIPV	Conversione dell'energia solare in energia elettrica.	Integrazione nell'edificio: involucro e copertura. Integrazione negli elementi di arredo urbano.	Efficace soluzione per ridurre la domanda elettrica di punta legata al funzionamento di impianti di climatizzazione estiva.
Solare termico	Produzione di acqua calda a media e alta temperatura.	Gruppi frigoriferi ad assorbimento in impianti di "Solar Cooling." Impianti di Seasonal Thermal Energy Storage	Efficace in periodo estivo di massimo irraggiamento. Efficace durante l'arco dell'anno con l'utilizzo di sistemi per l'accumulo stagionale di energia termica.
Pannelli solari ibridi	Produzione combinata di energia elettrica e termica.	Scambiatore applicato alla superficie posteriore delle celle fotovoltaiche recupera parte del calore sviluppato dal riscaldamento delle stesse che viene trasmesso al liquido di raffreddamento (termovettore) e lo trasporta a un sistema di produzione di acqua calda sanitaria.	Efficace sfruttamento dell'energia solare incidente recuperando parte dell'energia termica derivante dal riscaldamento dei moduli fotovoltaici
Sistemi micro-eolici	Produzione di energia legata alla presenza di vento con velocità superiori ad un valore minimo.	Sistemi autonomi in isola a sistemi di microgenerazione per l'alimentazione di singole utenze (residenziali, mini-industriali o aziende agricole) con scambio in rete.	Benefici derivanti dalla vicinanza del punto di produzione a quello di utilizzo dell'energia. Impianti eolici hanno produzione variabile e intermittente.
Altri fonti di energia rinnovabile	Aerotermica, geotermica, idrotermica: energia immagazzinata sotto forma di calore nell'aria, nel terreno e nelle acque di superficie e di falda.	Pompe di calore alimentate a energia elettrica.	Standard di efficienza molto elevati, vantaggio di funzionare sia in regime invernale che estivo.

di norma giorno per giorno), è necessario un attento dimensionamento di eventuali accumuli energetici e una specifica valutazione dei fattori di costo connessi all'importazione e all'esportazione delle diverse forme di energia verso le reti territoriali a cui l'edificio è eventualmente connesso.

L'installazione di sistemi per lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili nell'involucro edilizio ha l'indubbio vantaggio di minimizzare la distanza tra generazione e utenza finale, limitando le perdite legate al trasporto e alla distribuzione. I sistemi integrati nell'involucro sono preferibili rispetto a quelli installati in aree limitrofe perché la superficie di captazione dovrebbe essere teoricamente garantita per l'intera vita dell'edificio, mentre altre strutture posizionate all'interno dell'area di pertinenza hanno di norma una maggiore probabilità di essere ombreggiate e/o rimosse a seguito di sviluppi e modifiche nel tempo di costruzioni e infrastrutture adiacenti. Per assicurare che almeno una percentuale della superficie utile per l'installazione di questi tali sia disponibile per la produzione energetica da fonti rinnovabili "on-site", alcuni stati e città (ad esempio negli Stati Uniti la città di Boulder, Colorado) hanno emesso apposite ordinanze nelle quali si garantisce la possibilità di utilizzare la "risorsa solare" come un diritto di proprietà, limitando l'ombreggiamento che edifici di nuova costruzione possono eventualmente portare sulle aree e sugli edifici limitrofi già esistenti.

Ma quali sono i sistemi per lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabili ad oggi più utilizzati negli "nZEB"?

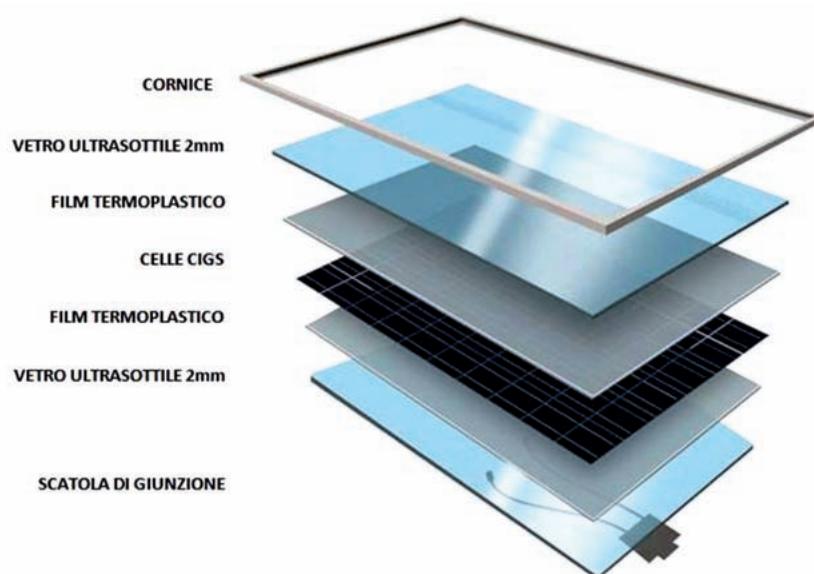
BIPV Building Integrated PhotoVoltaics

Tra i più diffusi vi sono certamente i sistemi "BIPV" ("Building Integrated PhotoVoltaics"). Essi si sono sviluppati appositamente per l'integrazione nell'involucro degli edifici, rendendo quest'ultimo, di fatto, una pelle in grado di sfruttare parte della radiazione solare incidente e di convertirla in energia elettrica. Integrare i "BIPV" nell'architettura di un edificio significa riuscire ad equilibrare aspetti tecnici ed estetici dei sistemi fotovoltaici con quelli dell'involucro senza compromettere le caratteristiche prestazionali e funzionali di entrambi. L'integrazione di tali sistemi deve garantire i requisiti di performance energetica e acustica tipici dell'involucro edilizio inserendosi armoniosamente nel disegno architettonico e garantendo, accanto alla generazione di energia elettrica sul luogo della domanda, tutte quelle prestazioni richieste all'elemento di involucro o finitura che esso va a sostituire. È evidente come il costo dei moduli fotovoltaici possa essere ammortizzato in tempi ragionevoli solamente se questi ultimi diventano parte integrante dei componenti di facciata, in sostituzione dei tradizionali materiali di rivestimento, e non solamente un elemento giustapposto alla facciata stessa.

L'integrazione architettonica di sistemi fotovoltaici nell'involucro dell'edificio può ricondursi essenzialmente a due tipologie principali: integrazione in facciata (chiusure opache di tipo microventilato, chiusure trasparenti, sistemi di schermatura, elementi accessori, etc.) e integrazione in copertura. Altre soluzioni, che non rientrano nell'ambito dei sistemi "BIPV", possono essere convenientemente utilizzate in elementi

Esempi di moduli fotovoltaici integrati in schermature verticali e in parapetti di balcone.





Esempio di pannello a film sottile in CIGS completamente riciclabile.

di arredo urbano quali pensiline, lampioni per illuminazione stradale, ecc.

Il progetto dell'integrazione dei sistemi "BIPV" considera molteplici aspetti, tra cui la massimizzazione del rendimento energetico, la minimizzazione degli effetti di ombreggiamento del parco fotovoltaico, il controllo degli effetti legati all'incremento di temperatura dei moduli in esercizio, la sicurezza elettrica ed altri ancora. Fondamentale è la valutazione degli spazi effettivamente disponibili per l'installazione di tali sistemi e l'influenza ed i vincoli del contesto ambientale in cui l'edificio in esame è inserito (morfologia del terreno, densità di costruzione, ombre portate, etc.) che possono, di fatto, rendere inutilizzabili parte delle superfici di facciate e coperture teoricamente disponibili.

In climi temperati e soprattutto di tipo mediterraneo, i "BIPV" rappresentano, inoltre, una efficace soluzione per ridurre la domanda elettrica di punta legata al funzionamento di impianti di climatizzazione estiva che, temporalmente, corrisponde al periodo di maggior produzione elettrica dei sistemi fotovoltaici.

Solare termico

L'energia solare può essere efficacemente utilizzata anche per la produzione di acqua calda a media e alta temperatura (utilizzabile da gruppi frigoriferi ad assorbimento in impianti di "Solar Cooling"), per la produzione di vapore per l'alimentazione di turbine di generazione elettrica, oppure per il riscaldamento di acqua per usi sanitari o del fluido termovettore in impianti di riscaldamento. La convenienza economica dei sistemi solari termici dipende in buona misura da un profilo di utilizzo continuo dell'energia fornita dal sole: mentre la richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria ha, di norma, un profilo lineare e costante lungo tutto l'arco dell'anno, quella relativa al riscaldamento ambientale è normalmente di tipo stagionale nella maggior parte dei climi, per cui è preferibile che ci sia più di un'unica tipologia di utenza finale.

In un edificio residenziale, un impianto solare termico di limitata superficie può essere facilmente dimensionato per soddisfare una buona parte o tutto il fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria in condizioni di soleggiamento, ma in inverno o nei giorni con scarsa insolazione la sua funzione si riduce fondamentalmente a quella di preriscaldamento (la rimanente quantità di calore necessaria viene fornita da un generatore ausiliario, la cui accensione è comandata da un termostato che rileva la temperatura dell'acqua all'interno del bollitore e attiva il generatore se questa scende al di sotto della temperatura nominale stabilita).

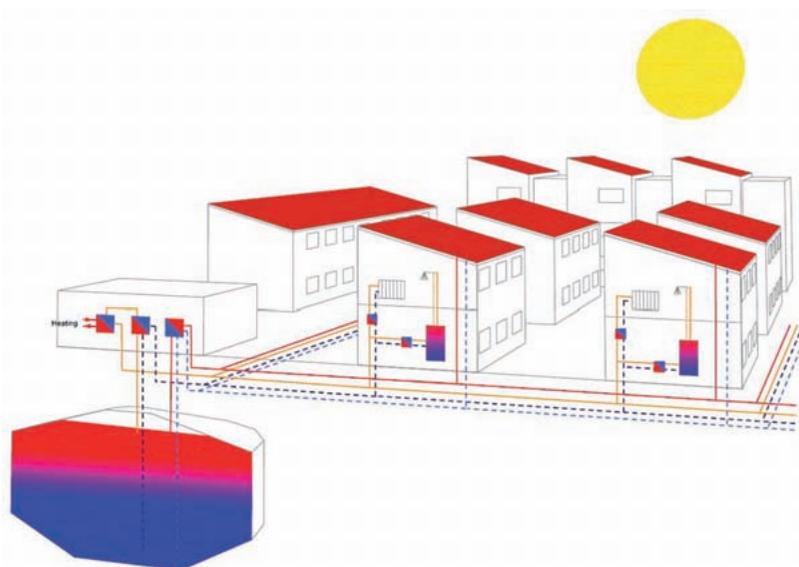
L'utilizzo di ampie superfici di collettori solari termici può essere invece funzionale alla produzione e all'accumulo stagionale di energia termica ("Seasonal Thermal Energy Storage") in serbatoi di grandi dimensioni. In questi impianti si sfrutta l'ampia disponibilità di calore generabile nella stagione estiva tramite il solare termico in modo tale da bilanciare lo sfasamento e lo sbilanciamento di produzione di calore tra estate ed inverno. Questi volani termici, che diventano a tutti gli effetti dei pozzi di calore da utilizzarsi nella stagione di riscaldamento, beneficiano di un minore rapporto superficie/volume e quindi di minori perdite di calore rispetto ai piccoli sistemi di accumulo installabili nel caso di singoli edifici. L'accumulo

stagionale di calore viene effettuato in grandi bacini pieni d'acqua oppure direttamente nel sottosuolo mediante scambiatori di calore a tubi verticali che vengono inseriti nel terreno fino a profondità di circa 50-60 metri (se le condizioni geologiche lo consentono, come accumulo di calore possono essere utilizzate anche formazioni di acqua e sabbia già esistenti nel sottosuolo). Obiettivo delle attuali ricerche è lo sviluppo di nuovi sistemi e materiali di accumulo termico con costi vantaggiosi e tali da ridurre le dimensioni, altrimenti considerevoli, dei volumi di accumulo.

Il fatto che la richiesta di raffrescamento in estate sia associata a una elevata disponibilità di radiazione solare offre inoltre un'eccellente opportunità per lo sfruttamento dell'energia termica prodotta: soprattutto nei climi dove è richiesto anche un raffrescamento degli ambienti nella stagione estiva, è possibile sfruttare parte dell'energia captata dai collettori solari e utilizzarla per l'alimentazione di macchine frigorifere ad assorbimento in impianti di "Solar Cooling", cioè in grado di produrre acqua fredda utilizzando il "calore del sole".

Pannelli solari ibridi

Un "mix" tra solare termico e fotovoltaico è rappresentato dai pannelli solari ibridi per la produzione combinata di energia elettrica e termica. Noti già da tempo, essi non hanno trovato ancora ampia diffusione a causa del carattere sperimentale di molti prodotti, dalla mancanza di dati relativi all'affidabilità degli stessi sul lungo periodo e dai costi iniziali elevati. Il vantaggio di tali pannelli è quello di massimizzare lo sfruttamento dell'energia solare incidente recuperando parte dell'energia termica derivante dal riscaldamento dei moduli fotovoltaici, migliorandone l'efficienza e riducendo le superfici complessive legate all'installazione di sistemi solari attivi. Lo scambiatore applicato alla superficie posteriore delle celle fotovoltaiche recupera parte del calore sviluppato dal riscaldamento delle stesse (il calore viene trasmesso al liquido di raffreddamento che a sua volta diventa termovettore e lo trasporta ad un sistema di produzione di acqua calda sanitaria) e allo stesso tempo consente di mantenere la loro temperatura di esercizio più bassa rispetto a quella di pannelli fotovoltaici tradizionali, limitando la riduzione del rendimento legata all'incremento di temperatura.



A sinistra, esempio di collettori solari termici integrati in facciata con funzione di schermatura solare.

Sopra, schema di principio di un sistema di accumulo termico stagionale.

Sistemi microeolici

Anche i sistemi microeolici si adattano perfettamente ad attuare i principi della generazione distribuita con tutti i benefici derivanti dalla vicinanza del punto di produzione a quello di utilizzo dell'energia. L'impiego di macchine micro e minieoliche è estremamente vario: si va da sistemi autonomi in isola a sistemi di microgenerazione per l'alimentazione di singole utenze (residenziali, mini-industriali o aziende agricole) con scambio in rete. Le macchine di generazione mini e microeoliche sono le più diffuse per le loro dimensioni non eccessivamente elevate, la convenienza economica e la duttilità di impiego. Al pari dell'energia solare, l'energia eolica non può essere sfruttata in qualsiasi momento ma solamente quando è effettivamente disponibile: la produzione di energia di un impianto eolico è di fatto legata alla presenza di vento con velocità superiori ad un valore minimo che dipende dalla particolare tipologia di generatore, per cui tali impianti sono caratterizzati da variabilità ed intermittenza di produzione. Non è, pertanto, sufficiente avere a disposizione il solo valore medio annuo della velocità del vento in un sito per poter stimare la quantità di energia elettrica che si può produrre, ma occorre conoscerne anche l'intero profilo di distribuzione della velocità e delle ore di vento nel corso dell'anno.

Se si considera il caso di un singolo "nZEB", i generatori eolici più facilmente integrabili sono quelli ad asse verticale ("VWAT", "Vertical Air Wind Turbine"), che non raggiungono elevate potenze ma hanno il pregio di avere velocità di avviamento molto più basse rispetto ai generatori ad asse orizzontale. La loro comune caratteristica costruttiva consiste nell'avere il rotore con l'albero posizionato perpendicolarmente alla direzione del vento, mentre le pale si muovono nella stessa direzione del vento. Questi aeromotori hanno il duplice vantaggio di produrre elettricità in modo indipendente dalla direzione del vento e di garantire il proprio funzionamento anche con venti di bassa intensità. Il loro limite principale è invece costituito dalla resistenza aerodinamica che offrono le pale sotto l'azione del vento: gli elevati sforzi meccanici cui sono sottoposti i sostegni si traducono in strutture di supporto robuste e pesanti.

In genere un impianto eolico, anche se di piccola taglia, non reagisce alle sollecitazioni del vento sino a una velocità di circa 3-3,5 metri al secondo (circa 11-13 km/h). Superata questa velocità minima del vento il rotore si avvia spontaneamente e inizia a generare energia elettrica.

Tuttavia a basse velocità di vento corrispondono esigui valori di potenza erogata. Ciò significa che, ad esempio, una turbina da 1 kW di potenza nominale, in condizioni minime di vento tali da consentirne l'avviamento, potrà generare una potenza del tutto trascurabile, non superiore a qualche decina di Watt. Al crescere del vento, la potenza prodotta dalla macchina aumenta in modo più che proporzionale, sino



Esempio di generatori eolici ad asse verticale posti in copertura. Si notano le strutture di supporto e controvento.

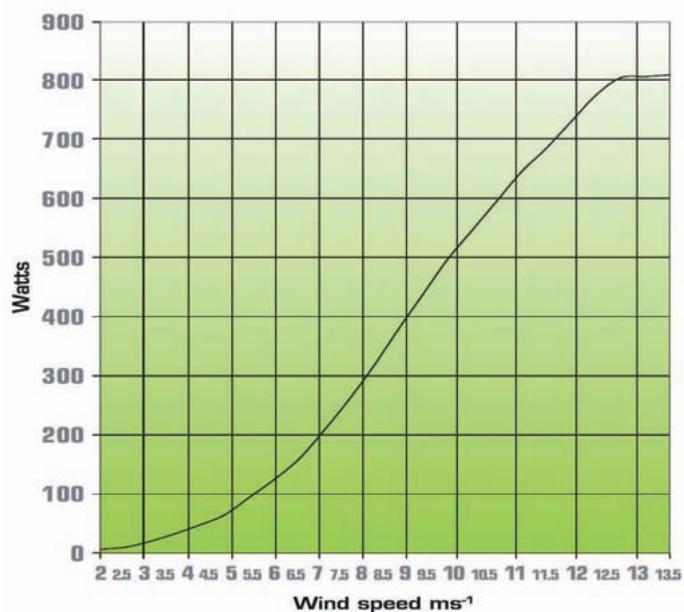
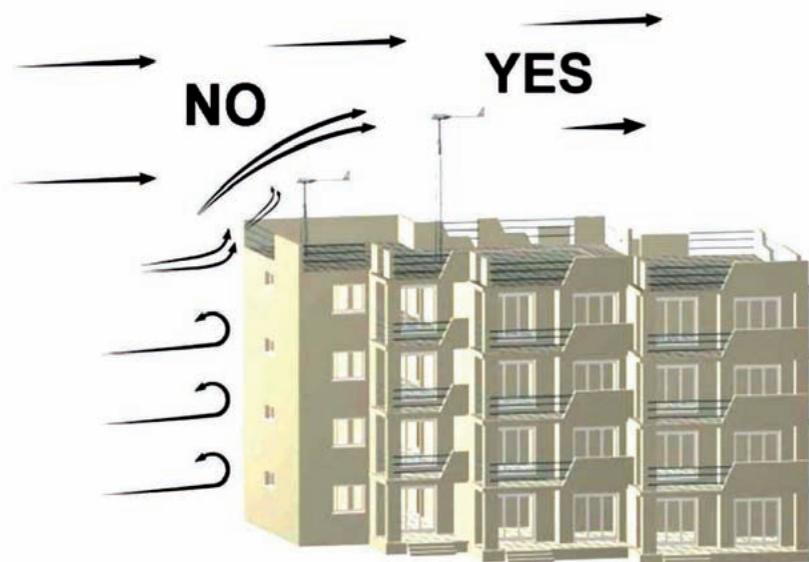


Grafico della potenza erogata da un generatore microeolico al variare della velocità del vento.

Esempio di generatore eolico ad asse orizzontale integrato in copertura.

a raggiungere i valori dichiarati come “nominali” a velocità del vento di 12-14 metri al secondo (circa 40-50 km/h). Velocità del vento superiori a quella nominale determinano incrementi di potenza elettrica generata assai limitati poiché intervengono sistemi di controllo (elettronici e/o meccanici) necessari per ridurre le sollecitazioni a cui vengono sottoposti gli organi meccanici ed elettrici. Considerando quanto sopra, per installare con successo un generatore eolico è necessario individuare un sito dove il vento non sia solo in grado di mettere in movimento la turbina ma che sia anche mediamente tale da garantire nel tempo una potenza erogata, e conseguentemente una energia generata, significativa e adeguata a giustificare la spesa di installazione del sistema. La produzione di energia con piccoli impianti ad uso residenziale è quindi limitata ed estremamente legata alle condizioni climatiche del sito. Oltre alla generazione di energia elettrica, ulteriori aspetti che devono contraddistinguere i generatori eolici sono la sicurezza, l'assenza di rumore durante il funzionamento, la buona integrazione architettonica e la ridotta manutenzione del sistema. Così come per i più conosciuti impianti fotovoltaici, anche quelli eolici possono essere autonomi (in isola) oppure “grid-connected”. Negli impianti autonomi in isola tutta l'energia generata viene accumulata in batterie che a loro volta alimentano le utenze direttamente in corrente continua o, tramite un inverter, in corrente alternata. Solitamente gli impianti in isola non sono di grossa taglia ed il loro principale limite è rappresentato, come per gli impianti fotovoltaici, dal costo elevato delle batterie di accumulo (almeno il 20% in più rispetto ad un impianto di potenza analogo connesso in rete) e dalla loro durata limitata, che obbliga alla loro sostituzione solo dopo alcuni anni di esercizio, con ulteriori costi aggiuntivi. Inoltre gli accumulatori sono ingombranti e necessitano di locali dedicati in cui possano essere preservati a temperatura costante, asciutti e ventilati. Gli impianti connessi in rete per lo scambio sul posto prevedono invece la possibilità di consumare direttamente l'energia autoprodotta e, in caso di produzione eccedente la domanda, la cessione al gestore della rete elettrica, che virtualmente la accumula e la restituisce automaticamente come credito sulla bolletta elettrica.

Una turbina di produzione eolica per essere integrata con successo in un edificio deve avere una resa pari alle aspettative (cioè il costo per kWh di energia prodotta deve essere competitivo). In alcuni casi questi dispositivi non hanno raggiunto la produzione energetica attesa, spesso per motivi strettamente legati all'ubicazione dell'installazione. La maggior parte dei problemi è connessa al fatto che turbine installate in aree urbane e periferiche sono soggette a fenomeni di turbolenza del vento che non consentono alle stesse di raggiungere la resa ottimale. Prevedere la “qualità” del vento è molto più complesso in contesti cittadini ad alta urbanizzazione rispetto a situazioni di aperta campagna, dove gli ostacoli presenti sul territorio sono più rari e distanti gli uni dagli altri. Una seria analisi e modellazione sull'andamento dei venti



Posizione consigliata per un generatore microeolico ad asse orizzontale.

e sulla presenza di ostacoli che possono causare turbolenze è quindi indispensabile per individuare una posizione di installazione ottimale oppure per evitarla in siti non idonei.

I sistemi eolici sono infine particolarmente adatti alla realizzazione di impianti ibridi (ad esempio eolico/fotovoltaico), cioè impianti dove il gruppo di generazione è costituito da un insieme di generatori in grado di sfruttare fonti di energia eterogenee, contemporaneamente o in alternativa, a seconda della disponibilità o della richiesta. I generatori eolici abbinati a sistemi fotovoltaici sono particolarmente convenienti in quanto consentono il funzionamento stagionale combinato tra i due sistemi: il periodo invernale, contrariamente alla stagione estiva, è spesso contraddistinto in molte aree da maggiore disponibilità di vento e da minore disponibilità di luce.

Energie rinnovabili sfruttabili tramite pompe di calore

Tra le fonti rinnovabili indicate nella Direttiva 31/2010/UE rientrano anche l'energia aerotermica, geotermica, idrotermica. Per energia aerotermica, geotermica e idrotermica si intendono rispettivamente l'energia immagazzinata sotto forma di calore nell'aria, nel terreno e nelle acque di superficie e di falda. Queste fonti di energia rinnovabile possono essere efficacemente sfruttate tramite impianti che utilizzano generatori a pompa di calore.

Le pompe di calore alimentate ad energia elettrica, oltre a garantire livelli di affidabilità ormai consolidati, rappresentano una valida alternativa ai sistemi di generazione tradizionale, sono caratterizzate da standard di efficienza molto elevati e hanno il grande vantaggio di poter funzionare sia in regime invernale che estivo. I fattori che influenzano i rendimenti e l'efficienza delle pompe di calore sono, oltre alle caratteristiche proprie della macchina, la tipologia di impianto di riscaldamento/climatizzazione e la sorgente termica disponibile. Gli impianti che valorizzano maggiormente le potenzialità delle pompe di calore sono quelli che utilizzano basse temperature di esercizio nella stagione invernale, mentre la particolare sorgente di calore (aria, acqua, suolo, calore di recupero, etc.) influisce in misura considerevole sulle prestazioni di tali generatori in quanto da essa dipende il salto termico con la temperatura del fluido termovettore utilizzato nell'impianto di climatizzazione. Le pompe di calore ad aria, ad esempio, offrono il meglio delle loro prestazioni in climi non particolarmente rigidi, mentre le sorgenti di tipo geotermico assicurano valori di temperatura relativamente costanti durante l'arco dell'anno. L'efficienza delle pompe di calore dipende inoltre dalle condizioni di funzionamento: è preferibile individuare delle configurazioni di impianto tali da garantire un adeguamento progressivo della potenza resa in funzione della richiesta effettiva. Ciò è ottenibile, ad esempio, installando moduli multipli di piccola e media potenza che funzionano in modo autonomo e si attivano a cascata in caso di richieste di potenza crescenti, garantendo allo stesso tempo massima flessibilità ed efficienza con qualsiasi entità di carico termico e continuità di servizio in caso di guasto ad uno dei moduli.

La progettazione di un impianto di tipo geotermico deve considerare sia limiti pratici derivanti da fattori di carattere soprattutto economico, sia i vincoli tecnici legato alla effettiva disponibilità di terreno nell'intorno dell'edificio per la realizzazione degli scambiatori di calore, siano essi sonde verticali o collettori orizzontali. Affinché la climatizzazione di un edificio con un sistema geotermico risulti tecnicamente fattibile ed economicamente conveniente è in ogni caso necessario ridurre ai minimi termini le dispersioni termiche invernali per trasmissione e ventilazione, così come controllare i rientri di calore e gli apporti interni nelle stagioni calde, in modo tale da limitare il numero e la superficie degli scambiatori di calore. Rispetto agli scambiatori con sonde geotermiche (la cui profondità è normalmente compresa tra 80 e 120 m), quelli a bassa profondità (1-4 metri rispetto al piano di campagna) sfruttano il calore derivato dall'irraggiamento solare del terreno e hanno un minor costo di realizzazione. Inoltre, dal momento che si sviluppano a profondità normalmente raggiunte anche da altre strutture edilizie (piani interrati, cantine, etc.), per la loro realizzazione non richiedono specifiche autorizzazioni da parte di autorità competenti ma di contro necessitano di una notevole estensione di terreno.

L'utilizzo di scambiatori di tipo compatto di ultima generazione può portare ad una significativa riduzione degli spazi necessari per l'installazione. Gli scambiatori geotermici compatti, normalmente realizzati in polietilene, possono essere posati in orizzontale o in verticale (in apposite trincee) e vengono collegati nella parte superiore attraverso giunti meccanici o saldati.

Se si passa a una scala di intervento superiore rispetto a quella del singolo edificio, e soprattutto in aree ad alta densità abitativa, un intervento (di nuova costruzione o di riqualificazione) dovrebbe essere pianificato ed integrato, come anticipato, a livello di quartiere ("Zero Energy District"). Premesso che tale approccio non limita il controllo individuale delle unità abitative da parte del singolo utente e non esclude, dove le condizioni siano favorevoli e convenienti, l'impiego di sistemi ausiliari di produzione di energia da fonti rinnovabili integrati nell'involucro degli edifici, una progettazione a livello di quartiere, che può comportare un maggiore investimento iniziale in infrastrutture, consente la realizzazione di sistemi per la produzione di energia elettrica e termica centralizzati (che possono sfruttare comunque fonti rinnovabili) e ad alta efficienza.

Gli impianti di cogenerazione per lo sfruttamento dell'energia

Questo è l'obiettivo, ad esempio, dei moderni impianti di cogenerazione. In questo caso il miglioramento dell'efficienza del sistema di generazione e dell'utilizzo di una fonte di energia primaria avviene sfruttando il calore a basso livello termico, sottoprodotto del processo di generazione elettrica, per l'alimentazione di reti di teleriscaldamento. Nelle centrali di cogenerazione è possibile utilizzare diverse tipologie di combustibile, a seconda della convenienza economica del momento e della effettiva disponibilità sul mercato, ma soprattutto è possibile utilizzare fonti energetiche considerate rinnovabili, quali le biomasse (sotto-



Esempio di scambiatore geotermico a bassa profondità.



Impianto geotermico a sonde verticali.

prodotti agricoli, scarti dell'industria, ecc.) e le falde geotermiche, oppure il calore di recupero derivante da processi industriali e da inceneritori di rifiuti. Tra queste fonti alternative, la biomassa è quella che offre al momento le maggiori prospettive di sviluppo.

Essa è costituita dalla frazione biodegradabile di prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti da agricoltura (sostanze vegetali e animali), silvicoltura e industrie connesse (compresa pesca e acquicoltura), nonché dalla parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani. In molti paesi, tra cui anche l'Italia, le biomasse che si producono diffusamente sul territorio e che non hanno come fine specifico lo sfruttamento energetico, sono considerate più come rifiuti piuttosto che fonti di energia rinnovabile, e non rientrano pertanto in adeguati circuiti di raccolta. La loro valorizzazione energetica permetterebbe di sottrarre allo smaltimento in discarica milioni di tonnellate di residui ogni anno, garantendo contemporaneamente benefici anche in quest'ultimo settore. La diffusione delle biomasse come combustibile alternativo a basso impatto ambientale richiederebbe comunque un'ottimizzazione della filiera e della sequenza di operazioni e procedimenti che consentono di ottenere energia partendo dalla materia prima vegetale o animale. Uno scenario ottimale in tal senso potrebbe essere l'utilizzo di un sistema di generazione diffuso sul territorio con taglie di impianto in grado di garantire i migliori rendimenti con la minima movimentazione di biomassa possibile, per ridurre l'impatto derivante dal suo trasporto. Il ridotto fabbisogno di biomassa di un impianto di piccola taglia può infatti essere soddisfatto da materiale proveniente dal territorio limitrofo (residui agricoli o forestali, residui della lavorazione del legno, sottoprodotti dell'industria alimentare, potature di verde pubblico o colture energetiche dedicate), riducendo i costi di approvvigionamento del materiale e le perdite elettriche di distribuzione grazie alla vicinanza fisica tra luoghi di produzione e consumo di energia elettrica.

La cogenerazione, tuttavia, può risultare energeticamente ed economicamente non conveniente se non sono presenti alcune condizioni di base:

- presenza, vicinanza e concentrazione dell'utenza termica: è necessario che nelle vicinanze dell'impianto sia presente un'utenza termica e che essa non sia distribuita su un territorio troppo vasto ma sia bensì concentrata, ciò per rendere sostenibile anche dal punto di vista economico la realizzazione di una rete di teleriscaldamento ("District Heating"). L'applicabilità di un sistema di teleriscaldamento su ampie aree e la sua notevole efficienza da un punto di vista energetico lo rendono un vero e proprio servizio pubblico, al pari di acquedotti e reti elettriche. L'esigenza di avvicinare ai luoghi abitati gli impianti cogenerativi richiede che questi ultimi siano di taglia ridotta e comunque dotati di sistemi di abbattimento degli inquinanti emessi molto efficienti;
- contemporaneità delle utenze: un impianto di cogenerazione è in grado di mettere a disposizione calore ed energia elettrica simultaneamente. E' pertanto necessario che le utenze richiedano entrambe le forme di energia contemporaneamente. Gli impianti di cogenerazione sono normalmente collegati alla rete elettrica, a cui cedono l'energia elettrica prodotta in eccesso, mentre il loro funzionamento è regolato in base alla richiesta di energia termica delle utenze.

NZEB, il reale raggiungimento dell'obiettivo “zero energy” in fase di esercizio dipende anche dalle modalità di utilizzo da parte degli utenti. Parte integrante del progetto in una proiezione di futuro possibile

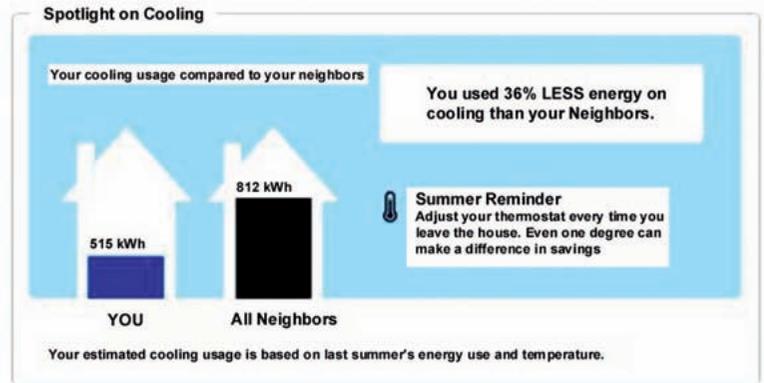
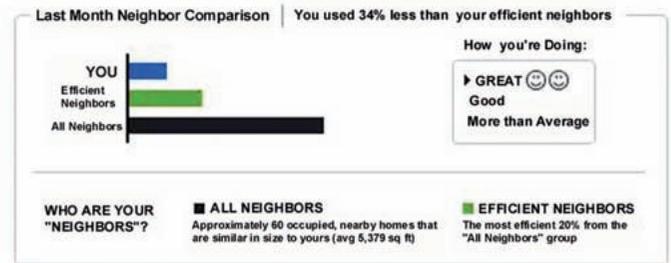
Oltre agli obblighi normativi, la riduzione dei prezzi di soluzioni, tecnologie e materiali utilizzabili nella realizzazione di edifici a basso consumo energetico, in particolare di quelli già attualmente disponibili, è uno degli aspetti che nei prossimi anni favoriranno la diffusione dei “nZEB”. Così come i sistemi di illuminazione LED sono ormai diventati una valida alternativa agli apparecchi di illuminazione tradizionali, anche altri prodotti continueranno a migliorare in termini di durata e prestazioni raggiungendo costi competitivi che ne renderanno possibile l'impiego su scala più estesa. L'ampia diffusione di tecnologie e strategie per “nZEB” sarà nell'immediato ulteriormente favorita dagli strumenti per la certificazione degli edifici (“BEATs”, Building Environmental Assessment Tools), dal momento che già oggi, ad esempio, numerosi protocolli di certificazione (ITACA, LEED, CSH, Eco Effect, etc.) premiano l'adozione di sistemi per il risparmio energetico, lo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili, il risparmio idrico, l'utilizzo di elettrodomestici a basso consumo, etc. Proprio in relazione ai sistemi di certificazione è opportuno osservare come ad oggi permanga una diffusa confusione tra il “consumo energetico certificato” di un edificio (relativo ai fabbisogni connessi con un uso standard sotto determinate ipotesi dello stesso) e il “consumo energetico reale”, cioè quello che corrisponde alle effettive condizioni di esercizio di un immobile. Le modalità d'uso di un edificio da parte degli utenti possono infatti differire da quelle ipotizzate nel modello di calcolo e simulazione, per cui è inevitabile che spesso i consumi effettivi non siano corrispondenti a quelli calcolati. Valori significativamente più elevati del consumo in esercizio rispetto a quelli stimati sono legati essenzialmente ad alcuni fattori, tra cui i principali sono un uso scorretto dei sistemi di schermatura mobili (tende o avvolgibili, che se chiusi nella stagione invernale possono ridurre o annullare i guadagni solari, mentre se tenuti aperti nella stagione estiva possono aumentare a dismisura i carichi termici dovuti all'irraggiamento solare), finestre tenute chiuse anche se le condizioni di temperatura esterna sono tali da consentire una efficace ventilazione naturale, temperatura interna degli ambienti mantenuta oltre i 20°C in inverno e al di sotto dei 26°C in estate, etc.

Esempi di edifici a basso consumo nel quartiere “sostenibile” di Bo01 (Malmö, Svezia).





Esempi di schermate di visualizzazione dei consumi energetici e idrici di un edificio.



Se a tutto ciò si aggiunge la carenza di strumenti diagnostici di facile e intuitivo impiego atti a facilitare l'individuazione di criticità di funzionamento nell'edificio, la sottostima dell'importanza di sottoporre i sistemi impiantistici a periodiche verifiche di funzionalità intese a ridurre l'uso di energia e a migliorare le prestazioni dell'edificio, la mancanza di un sistematico "feedback" da parte degli occupanti circa le reali prestazioni e consumi energetici dell'edificio, si può comprendere come il reale raggiungimento dell'obiettivo "zero energy" in fase di esercizio non dipenda solamente dalla qualità del progetto e della costruzione, ma anche dalle modalità di utilizzo da parte degli utenti.

Per risolvere tale aspetto può essere utile l'impiego di software e dispositivi di interfaccia utente avanzati, quali schermi di tipo "touch screen", che consentono di monitorare e comunicare all'utente la situazione istantanea dei consumi energetici e idrici, evidenziando situazioni critiche tali da comportare un aumento eccessivo dei consumi. Il sistema può quindi "dialogare" con l'utente evidenziando situazioni critiche oppure il buon funzionamento dell'insieme, arrivando addirittura a dare indicazioni su come ridurre ulteriormente i consumi. L'edificio è infatti un organismo complesso e per raggiungere l'obiettivo "Zero Energy" deve funzionare al meglio. A tal fine occorre che l'utenza sia istruita e formata sulle modalità di gestione, anche tramite veri e propri manuali d'uso. Ciò per evitare il rischio di avere solo degli edifici potenzialmente a fabbisogno zero ma che in realtà consumano quanto gli edifici attuali. L'edificio, e soprattutto gli impianti, devono essere sottoposti a manutenzione e revisione periodica per essere mantenuti nella massima efficienza. Impianti non regolati o non perfettamente funzionanti sono infatti tra le cause più frequenti di un consumo energetico dell'edificio maggiore rispetto a quello previsto.

E' opportuno infine considerare che tra tutte le strategie ipotizzabili, una risorsa fondamentale "a costo zero" per la riduzione dei consumi degli edifici è la "modifica" dello stile di vita di residenti/utenti che possono diventare parte attiva nel raggiungimento dell'obiettivo "nZEB" evitando inutili sprechi di risorse energetiche (e idriche) solamente gestendo l'edificio in modo più consapevole e sostenibile. Ricerche condotte negli Stati Uniti (Laitner J.A., Ehrhardt-Martinez K., McKinney V., "Examining the scale of the Behaviour Energy Efficiency Continuum", Proceedings of the ECEEE 2009 Summer Study: Act! Innovate! Deliver! Reducing Energy Demand Sustainability, 2009; Gardner G.T., Stern P.C., "The Short List: The Most Effective Actions U.S. Households Can Take to Curb Climate Change", Environment Magazine, 2009) hanno dimostrato che il consumo di energia potrebbe essere ridotto di oltre il 30% con piccoli cambiamenti nelle nostre abitudini quotidiane che non influiscono sullo standard di vita, così come un ulteriore impulso alla riduzione dei consumi potrà derivare dall'ottimizzazione della superficie degli alloggi in relazione al numero di occupanti: case ad alte prestazioni ma di elevata superficie commerciale consumano infatti più di abitazioni con prestazioni inferiori ma di superficie commisurata al numero di utenti.

Come è stato più volte riconosciuto, l'energia non consumata è l'energia più pulita che esista.