

Zero Energy Districts: uno sguardo verso il futuro

di Enrico Sergio Mazzucchelli, Laura Baroni

I distretti ad energia zero (ZED, o "Zero Energy Districts") rappresentano una via cruciale verso l'ottimizzazione dell'efficienza energetica del settore delle costruzioni, considerando i benefici ambientali ed economici che possono comportare ed essendo progettati e costruiti per massimizzare l'efficienza energetica e lo sfruttamento di fonti rinnovabili ad una scala più ampia rispetto a quella dell'edificio singolo. Ad oggi, 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) deve essere coperto in misura significativa da energia proveniente da fonti rinnovabili (prodotta in loco o nelle vicinanze), è quello su cui si sono focalizzati i maggiori interessi e ricerche. Ciò a seguito del recepimento delle Direttive 2010/31/UE (Energy Performance of Buildings Directive, EPBD) e 2012/27/UE (Energy Efficiency Directive), con le quali la legislazione europea ha fornito un quadro generale di obiettivi in termini di performance degli edifici ed efficienza energetica, affidando la definizione delle modalità per il loro raggiungimento ed attuazione direttamente agli stati membri.

Più in dettaglio, un edificio può essere considerato nZEB se il suo fabbisogno energetico è sufficientemente basso da comportare un bilancio netto annuale (ma soprattutto su base mensile) consumo/generazione nullo grazie all'uso di fonti di energia rinnovabile. Affinché ciò si possa realizzare, le condizioni imprescindibili sono pertanto una domanda di energia per il suo esercizio ridotta e una contemporanea produzione in sito di energia da fonti rinnovabili. Sebbene in linea teorica il concetto appaia estremamente semplice ed intuitivo, i limiti ("system boundary") rispetto ai quali calcolare tale bilancio energetico non sono ancora chiaramente definiti. Questo aspetto concerne anche la "provenienza" della produzione energetica da fonti rinnovabili o delle risorse rinnovabili stesse, dove occorre valutare se sia possibile considerare ai fini della valutazione dei consumi di un edificio eventuali centrali di conversione energetica basate su fonti rinnovabili (idroelet-

trico, eolico, etc.), anche presenti "on-site", ma non strettamente appartenenti all'edificio. La definizione di nZEB della Direttiva 31/2010/UE prevede espressamente tale possibilità, senza tuttavia definire con particolare chiarezza e in modo univoco i limiti e/o l'estensione dell'area da considerare. Focalizzandosi maggiormente sul significato di "zero", sono diffuse e ormai riconosciute le due seguenti definizioni:

• **Net-Zero Energy Building:** edifici che annualmente risultano neutrali, ossia vendono tanta energia alla rete quanta ne acquistano. Non hanno quindi bisogno di combustibile fossile per il riscaldamento, il raffrescamento, l'illuminazione, sebbene talvolta prelevino energia dalla rete.

• **Zero Carbon Building:** edifici che annualmente non utilizzano energia proveniente da fonti che generano emissioni di anidride carbonica. Essi nell'arco dell'anno sono da considerarsi carbon neutral o carbon positive nel senso che producono una quantità di energia priva di emissioni di CO₂ sufficiente per il loro funzionamento. Questi edifici si differenziano dai precedenti perché possono usare l'elettricità prodotta da fonti prive di emissioni di CO₂ come l'eolico, il fotovoltaico che non sono integrate nell'edificio o nel lotto di costruzione.

Da queste prime osservazioni emerge come sia ancora lontano il momento in cui si potrà avere

Aspetti caratteristici di un nZEB





*Render della Science Tower di Graz. L'edificio, in corso di ultimazione, diventerà il landmark di uno smart district nella città austriaca.
Fonte: www.smartcitygraz.at*

una visione unica sul tema degli edifici a consumo energetico zero, dove si fa tipicamente riferimento all'energia primaria. Quest'ultimo indicatore, consente di confrontare e sommare più flussi o vettori energetici di natura differente relazionando grandezze solo dimensionalmente simili. A tal riguardo, gli nZEB possono essere ulteriormente classificati in base alla connessione alle reti energetiche pubbliche in: grid connected, cioè edifici connessi a una rete energetica (elettrica o termica) in grado di produrre, tramite le fonti rinnovabili ivi installate, l'energia necessaria al loro funzionamento; in caso di produzione eccedente essi possono venderla alla rete e, in caso di necessità, acquistarla da quest'ultima; off grid, cioè edifici edifici autonomi, non connessi con alcuna rete energetica, che necessitano dell'installazione di sistemi di accumulo dell'energia, quali batterie per l'energia elettrica o serbatoi di accumulo per quella termica.

La letteratura si è maggiormente rivolta a studi sugli edifici connessi in rete specificando come i sistemi di accumulo dell'energia per gli nZEB autonomi abbiano ad oggi rendimenti bassi e costi ancora elevati. Viene comunque evidenziato come, anche nel caso di nZEB connessi alla rete, esistano ulteriori problematiche: infatti, oltre ad avere la necessità in primis di una rete in grado sia di ricevere che di fornire energia, la produzione energetica discontinua, caratteristica delle fonti energetiche rinnovabili, può causare scompensi alla rete stessa in caso di un sistema di generazione diffusa. Il nuovo modello di "smart grid" deve prevedere quindi una generazione basata non solo su grandi centrali collegate a reti estese, bensì su unità produttive (campi eolici, fotovoltaici, centrali a biomasse, etc.) distribuite in modo diffuso sul territorio e collegate anche direttamente alle utenze. Uno dei vantaggi della generazione distribuita consiste nella minore lunghezza delle reti di distribuzione dell'elettricità, per "nodi". Inoltre la rete, se opportunamente progettata e gestita, è in grado di rispondere tempestivamente alla richiesta di maggiore o minore consumo di uno o più utenti, rendendo immediata ed ottimale la gestione come un vero e proprio organismo intelligente.

Come già anticipato, parlando di nZEB, ci si riferisce normalmente a un singolo edificio. Ma come si possono considerare invece un gruppo di edifici che non sono necessariamente nZEB a livello singolo, bensì a livello complessivo? Se si passa ad 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 a livello

di quartiere ("Zero Energy District"), nell'ottica di una strategia progettuale di insieme.

Questo punto, che potrebbe apparire di interesse marginale è invece essenziale nell'ottica di una futura definizione condivisa di nZEB. Infatti, se in tale definizione venissero ricompresi gli edifici le cui fonti rinnovabili sono installate anche in aree limitrofe, si avrebbero vantaggi non solo per gli edifici realizzati in nuove aree urbane, dove lo spazio per l'installazione di tali sistemi è di norma maggiore, ma anche per gli edifici in ambito cittadino che spesso, come unica superficie disponibile per l'installazione di fonti rinnovabili hanno potenzialmente poco più che una parte della superficie dell'involucro dell'edificio stesso.

Quindi, sebbene sia da privilegiare lo sfruttamento di fonti rinnovabili disponibili entro l'impronta dell'edificio e nel sito di costruzione, non è possibile non considerare che nei casi reali le superfici effettivamente disponibili per l'integrazione di sistemi per lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabile sono ulteriormente ridotte per la presenza di geometrie complesse in facciata (sporti, balconi, aggetti, logge, etc.) e per la presenza di altri elementi in copertura (volumi tecnici vani ascensore, coperture verdi praticabili, impianti, etc.), e che, soprattutto in edifici di tipo residenziale, la possibilità di utilizzare la superficie trasparente come superficie attiva (ad esempio vetri fotovoltaici) 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 possono rivelarsi estremamente limitate e, in molti casi, insufficienti per l'integrazione dei sistemi necessari a coprire l'intero fabbisogno energetico dell'edificio. Se a ciò si aggiunge anche la non trascurabile influenza che assume il contesto ambientale in cui un 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 ragionevole orientarsi, ove possibile e pianificabile, verso "quartieri ad energia quasi zero". 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 tecnologie e 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. Ta-

CULTURA TECNICA ZERO ENERGY DISTRICTS

le strategie di intervento è tuttavia applicabile in caso di estesi progetti di riqualificazione o di nuovo sviluppo di aree urbane mentre è più difficilmente attuabile in realtà residenziali già esistenti e dove gli interventi di riqualificazione sono spesso isolati e limitati al singolo edificio. Ciò non vuol dire rinunciare all'integrazione di sistemi attivi nell'involucro del singolo edificio, 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 di energia da fonti rinnovabili che passa a scala di quartiere o città. Appare evidente come la progettazione energeticamente efficiente di singoli edifici, inseriti all'interno di specifici contesti urbani che possono influenzare la possibilità di integrazione di sistemi attivi per lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabili e di apporti solari gratuiti nella stagione di riscaldamento, sia fondamentale ma non sufficiente. È proprio per tale motivo che, soprattutto in interventi di riqualificazione o di nuova costruzione di intere aree urbane di una significativa estensione, è opportuno ampliare la visione dal singolo edificio sino alla scala di quartiere (o oltre). Il quartiere, situato su una scala intermedia fra la città e l'edificio, offre potenzialità operative interessanti proprio perché si presta alla sperimentazione di interventi mirati alla sostenibilità dell'ambiente urbano che oltrepassano la dimensione del singolo edificio. La coesistenza nel quartiere di spazi dedicati all'abitazione, alle attività e ai servizi di vicinato deve favorire un impiego equilibrato dello spazio edificato ed evitare la creazione di aree monofunzionali (come le città dormitorio o i centri affari) che si svuotano completamente in alcuni momenti della giornata. Per integrare queste diverse funzioni, particolare attenzione va riservata alle reti di traffico lento su scala

locale (percorsi ciclabili e pedonali) e ai collegamenti con le aree limitrofe tramite la facile accessibilità ai trasporti pubblici che possa rendere vantaggiosa la mobilità urbana, che deve essere necessariamente coordinata con il piano di urbanizzazione.

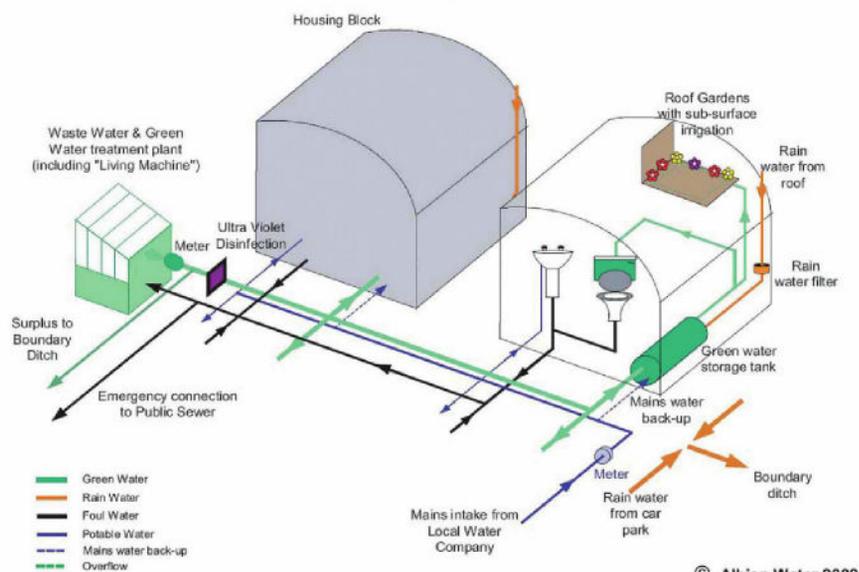
Un quartiere sostenibile deve essere progettato con l'obiettivo di ridurre il consumo di risorse non rinnovabili (suolo, energia, acqua, biodiversità, etc.) e di minimizzare il suo impatto ambientale (scelta dei materiali), cioè adottando soluzioni architettoniche bioclimatiche e tecnologie performanti di involucro e di impianti al fine di limitare i consumi e valorizzare lo sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia. Il progetto è in tal senso indirizzato alla dimensione ambientale dell'intervento, ovvero all'efficienza energetica, alla sostenibilità e alla riduzione dell'impatto ambientale, sia nei criteri costruttivi che nell'utilizzo e nella dismissione finale. La fattibilità di tali progetti è legata alla gestione dei costi globali sul lungo termine, cioè su una programmazione dell'intervento che non consideri solamente la fase di edificazione ma anche quella di utilizzo ed esercizio. Un ulteriore aspetto in interventi di ampio respiro riguarda il consenso popolare e il radicamento nella città in cui lo stesso si inserisce: esso risulta certamente facilitato se si innescano processi partecipativi che permettono di valutare con più accuratezza le reali esigenze degli abitanti dell'area interessata. Le modalità del processo partecipativo dipendono dal tipo di operazione (rinnovamento di un quartiere esistente, risanamento di un'area industriale dismessa o creazione di un nuovo quartiere) ma, in ogni caso, occorre cercare di includere sin dall'inizio nel processo di progettazione i soggetti chiave, cioè gli utenti finali. Solo in tal modo, a opera conclusa, le strutture a disposizione possono offrire agli abitanti la possibilità di partecipare

Sinistra: integrazione di sistemi per lo sfruttamento di risorse rinnovabili: scala dell'edificio. 1 Fotovoltaico; 2 Solare Termico; 3 Eolico; 4 Alimentazione elettrica autovettura ibrida; 5 Pompa di calore geotermica; 6 Apparecchi a basso consumo; 7 Contabilizzazione; 8 Batterie di accumulo; 9 Sistema di gestione. Fonte: www.nrei.gov

Destra: integrazione di sistemi per lo sfruttamento di risorse rinnovabili: scala quartiere. 1 Fotovoltaico; 2 Trasporti con automezzi ad alta efficienza; 3 Alimentazione elettrica autovetture ibrida; 4 Teleriscaldamento e tele-raffrescamento; 5 Sistemi di cogenerazione; 6 Distribuzione elettrica. Fonte: www.nrei.gov



Water Distribution System - BedZED



Schema grafico gestione delle acque.
Fonte: BedZED Toolkit Part 2 - www.bioregional.com

attivamente alla vita di quartiere, favorendo l'identificazione con il proprio spazio vitale e la convivenza e le attività nello spazio urbano.

In caso di interventi sull'esistente, un quartiere sostenibile per definirsi tale deve essere in grado di riqualificare aree già urbanizzate, degradate o dismesse e valorizzarne le risorse ambientali, trasformare i tessuti urbani e gli edifici obsoleti, combinare attività miste al posto di attività monofunzionali, offrire spazi di incontro e di relazione pubblici, migliorare e favorire i collegamenti urbani, essere flessibile in relazione a possibili trasformazioni future, ridurre i consumi e promuovere l'autosufficienza energetica tramite lo sfruttamento di fonti rinnovabili, ottimizzare il ciclo delle acque e valorizzare la raccolta dei rifiuti anche ai fini della stessa produzione energetica, adattare i principi generali di progettazione alle realtà particolari del luogo, coinvolgendo se possibile gli utenti finali in alcune fasi di progettazione. Pertanto, singoli edifici altamente performanti, se uniti a strategie impiantistiche a livello di distretto per lo sfruttamento di fonti rinnovabili e a soluzioni intelligenti per la vivibilità urbana, possono condurre ai cosiddetti ZED o, nella loro accezione più generica, "smart districts". Le strategie progettuali adottate in interventi di questa tipologia sono molteplici, tra cui a titolo esemplificativo si ricordano le seguenti: elevate prestazioni dell'involucro degli edifici; sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili integrate negli edifici e/o decentralizzate in aree comuni; utilizzo di sistemi di teleriscaldamento (e teleraffrescamento), solitamente collegati

a un impianto di cogenerazione centralizzato; utilizzo di generatori a pompa di calore, in grado di soddisfare i limiti energetici imposti dalla normativa, utilizzando fonti rinnovabili (energia aerotermica, geotermica e idrotermica); in aggiunta, tali macchine permettono di operare anche in raffreddamento, risolvendo in un'unica soluzione il problema della climatizzazione invernale ed estiva (e del relativo utilizzo di fonti rinnovabili); sistema di raccolta centralizzata e riciclo dei rifiuti, con loro parziale o totale riutilizzo come fonte per la produzione di calore; gestione e riutilizzo di acque nere, grigie e piovane; mantenimento della biodiversità (scelta di piante e di diversi tipi di habitat, etc.). Da questo emerge che da un punto di vista energetico, i distretti a energia zero presentano opportunità uniche per raggiungere, con costi contenuti, alti livelli di efficienza energetica infattibili su scala di singolo edificio. Esistono dei vantaggi nell'approcciarsi alla progettazione a energia zero su larga scala. Si citano ad esempio la possibilità di pensare un sistema di gestione energetica a livello di distretto, che sfrutti le differenze di carico tra gli edifici a differente destinazione d'uso (ad esempio residenze ed edifici commerciali e terziari) e utilizzi le fonti rinnovabili in modo differente rispetto ai singoli edifici. Il teleriscaldamento tradizionale può essere convenientemente sostituito con un sistema ad acqua di falda, costituito da una rete di distribuzione la cui temperatura è adeguata al processo di condensazione delle pompe di calore. L'idea è quella di avere un anello geotermico alimentato direttamente dall'acqua di falda ($T=14/16^{\circ}\text{C}$) o bacini artificiali a servizio degli edifici. Le pompe di calore sono collocate in corrispondenza dei singoli edifici, cosicché l'acqua, che circola in tubazioni interrato, possa essere mantenuta a temperatura bassa, evitando costosi isolamenti termici tipici delle tubazioni del teleriscaldamento di tipo tradizionale. Perciò, non è necessario investire in una centrale di produzione del calore, ma è possibile studiare un intervento in più fasi successive per rispondere alla richiesta di connessione alla rete. Verso un tale scenario si possono quindi ricondurre le definizioni di "Green Districts" (Bouton et al. -2015), cioè "aree densamente popolate e geograficamente coese, collocate all'interno di una città e che impiegano tecnologie e elementi progettuali per ridurre l'uso di risorse e inquinamento". Tuttavia, per raggiungere una forte riduzione della richiesta di energia, le città devono passare col tempo da "green districts" a "zero energy districts". A tal riguardo, i punti chiave e le linee guida per il progetto di edifici a energia quasi zero (efficienza energetica, invo-

lucro ed impianti ad alte prestazioni, schermature solari, ventilazione con recupero di calore, massimizzazione degli apporti solari gratuiti nella stagione fredda e riduzione dei carichi termici entranti nella stagione calda, sfruttamento di fonti di energia rinnovabile, illuminazione LED, etc.) devono essere estese ed applicate a livello di distretto. Ulteriori soluzioni possono poi essere integrate a livello di distretto, quali l'ottimizzazione della disposizione degli edifici in relazione al contesto geografico per sfruttare al meglio l'energia solare come fonte di energia (considerando gli ombreggiamenti reciproci tra edifici), il controllo e la regolazione dei profili energetici dei singoli edifici, lo sfruttamento dei rifiuti prodotti come risorsa energetica, etc. A tal riguardo diviene fondamentale la modellazione energetica globale del distretto, in quanto quella dei singoli edifici non permette di visualizzare e valutare correttamente il comportamento complessivo.

In definitiva, in contesti altamente urbanizzati, limiti fisici legati alla possibilità di generazione di energia rinnovabile in loco potrebbero inibire la ristrutturazione di edifici esistenti a livello di nZEB in linea con i requisiti della direttiva sull'efficienza energetica degli edifici, mentre soluzioni tecniche e una migliore redditività economica potrebbero essere trovate a livello distrettuale. I distretti ad energia zero consentono la generazione di energia rinnovabile condivisa, anziché esclusivamente sul posto, consentendo ai distretti, alle comunità e ai campus di raggiungere un obiettivo nei casi in cui quello Zero Energy su scala di singolo edificio dovesse risultare eccessivamente impegnativo. La ricerca verso un basso consumo energetico nei distretti urbani richiede molti cambiamenti non solo a livello di costruzione, ma anche a livello distrettuale, con l'introduzione di sistemi per lo sfruttamento di energie rinnovabili, quali quelle di biomasse, tecnologie fotovoltaiche o solari termiche, creando una rete di teleriscaldamento e raffreddamento e sviluppando reti elettriche intelligenti (smart grid). Numerosi sono i progetti in corso in questo settore, in ambito nazionale ed europeo, tra cui ad esempio il progetto CITYFIED, finanziato dall'Unione Europea, che mira a sviluppare una strategia replicabile, sistemica e integrata per adattare le città europee e gli ecosistemi urbani alla città intelligente del futuro, concentrandosi sulla riduzione della domanda di energia e sulle emissioni di gas serra e aumentando l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, sviluppando e attuando tecnologie e metodologie innovative per la ristrutturazione degli edifici, così come reti intelligenti e mobilità sostenibile. Pertanto, se negli ultimi anni gli edifici ad energia quasi



Vista del quartiere sostenibile Bo01 a Malmö

zero hanno guadagnato una crescente importanza, i distretti ad energia zero possono divenire la piattaforma ideale per la loro diffusione a scala urbana.

Gli esempi di alcuni distretti svedesi: una realtà già ben consolidata e in continuo sviluppo

Sebbene la loro realizzazione sia iniziata qualche anno fa, alcuni quartieri svedesi fungono ancora oggi da modelli per la realizzazione di distretti energeticamente sostenibili. I più famosi esempi sono il quartiere Bo01 a Malmö e quello di Hammarby Sjöstad a Stoccolma.

Il quartiere ad alta efficienza energetica Bo01, situato nella zona di Västra Hamnen nella città di Malmö (il quartiere è stato individuato dalla Comunità Europea e dal Dipartimento Europeo per l'Energia, come uno dei migliori esempi per l'applicazione dell'utilizzo di energia rinnovabile in Europa), è stato sviluppato basandosi sul principio della sostenibilità ambientale e della rivalutazione del capitale naturale, ponendo la comunità al centro delle scelte volte all'innalzamento della qualità ambientale. La sensibilizzazione degli abitanti verso un uso più sostenibile delle risorse è promossa tramite un sistema di monitoraggio in grado di informare i singoli utenti sul consumo energetico della propria abitazione e dell'intero quartiere. Il sistema energetico è stato progettato con alcuni obiettivi primari, tra cui l'utilizzo di nuove tecnologie, la riduzione dei consumi rispetto ad edifici tradizionali, la copertura del 100% del fabbisogno di energia tramite lo sfruttamento di fonti di energia rinnovabile (energia eolica, solare e idrotermica) con conseguente abbattimento delle emissioni atmosferiche di gas serra, l'ottenimento di elevati standard di qualità e di comfort all'interno degli edifici. Grande rilevanza è stata

inoltre data alla presenza di spazi aperti e collettivi, che si articolano in una serie di parchi artistici, giardini e banchine lungo il mare e il canale che attraversa l'area.

Gli edifici del quartiere Bo01, energeticamente autosufficienti, sono stati progettati valutandone l'intero ciclo di vita, considerando la quantità di risorse utilizzate e l'energia spesa nelle fasi di costruzione, esercizio e dismissione, scegliendo i materiali e le tecniche costruttive in base alla loro durabilità, flessibilità, possibilità di riciclo e riuso. Rispetto ad altri esempi di quartieri ecosostenibili che presentano tessuti urbani più compatti, in questo caso la densità edilizia è medio-bassa, con altezze degli edifici che vanno da uno a sei piani (gli edifici lungo la costa sono più alti e hanno la funzione di riparare il quartiere dal forte vento proveniente da ovest) e un'ampia dotazione di spazi pubblici aperti, prevalentemente verdi, al fine di favorire una seppur limitata varietà ecosistemica, e garantire al maggior numero di abitazioni la fruibilità del paesaggio naturale circostante. L'unica eccezione, peraltro molto forte nella armonica composizione volumetrica del quartiere, è l'edificio "Turning Torso" firmato dall'architetto Santiago Calatrava, alto 190 metri per 54 piani, che è divenuto il "landmark" di Bo01. L'opera architettonica vuole essere rappresentativa della tesi che ammette la sostenibilità energetica anche di edifici a torre se correttamente progettati ed inseriti in una rete urbana efficiente. Gli utenti dell'edificio, che vengono appositamente formati tramite un corso iniziale sulle caratteristiche e sulla corretta modalità di gestione degli appartamenti prima di entrarne effettivamente in possesso, possono controllare (via intranet) istante per istante i consumi delle proprie unità e visualizzare quali accorgimenti adottare per ridurre i consumi di acqua, calore ed elettricità. Ogni appartamento è dotato di sistema di

ventilazione meccanico, apparecchiature elettriche a basso consumo e sistema di gestione dei carichi elettrici, mentre nei connettivi di distribuzione interna sono utilizzati apparecchi di illuminazione di tipo LED. Gli edifici del quartiere sono dotati di involucro iperisolato per limitare le dispersioni di calore e presentano coperture a tetto verde, oppure integrate con collettori solari termici. In tutto il quartiere i sistemi di sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili sono stati integrati in modo da ottenere anche un aspetto estetico particolarmente gradevole. La produzione di energia elettrica è garantita da una turbina eolica di 2MW di potenza situata nel vicino porto di Norra Hamnen ed in grado di produrre più di sei milioni di kWh all'anno, mentre una ulteriore produzione elettrica è affidata a pannelli fotovoltaici semitrasparenti posizionati sulla copertura di un unico edificio. Il calore per il riscaldamento e il raffrescamento degli edifici è ottenuto mediante l'impiego di pompe di calore che estraggono calore dall'acqua del mare e da riserve naturali d'acqua presenti nella zona, che facilitano anche l'accumulo stagionale di acqua calda e fredda. Il sistema a pompa di calore, alimentato dall'elettricità generata dall'impianto eolico, produce l'85% del calore richiesto dal quartiere ed è integrato per la percentuale rimanente con 1.400 mq di collettori solari termici posti sulle coperture degli edifici. L'intero sistema energetico, progettato per produrre sufficiente elettricità e calore per le originali dimensioni dell'intervento, non è ad oggi in grado di coprire completamente i consumi del quartiere dal momento che lo stesso si è sviluppato su un'area di dimensioni maggiori di quella inizialmente prevista. Le reti di riscaldamento ed elettrica del quartiere sono comunque interfacciate alle reti di teleriscaldamento, teleraffrescamento ed elettrica comunali. La copertura del 100% dei consumi tramite fonti

Sinistra: Esempio di edificio residenziale del quartiere Bo01 a Malmö

Destra: Integrazione di collettori solari termici



CULTURA TECNICA

ZERO ENERGY DISTRICTS



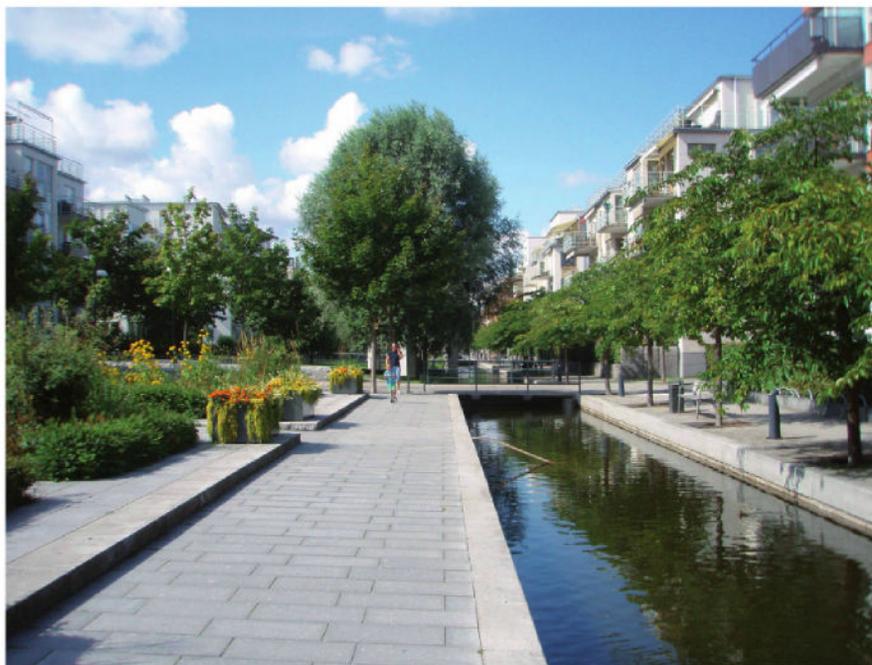
Terminali del sistema centralizzato di raccolta rifiuti

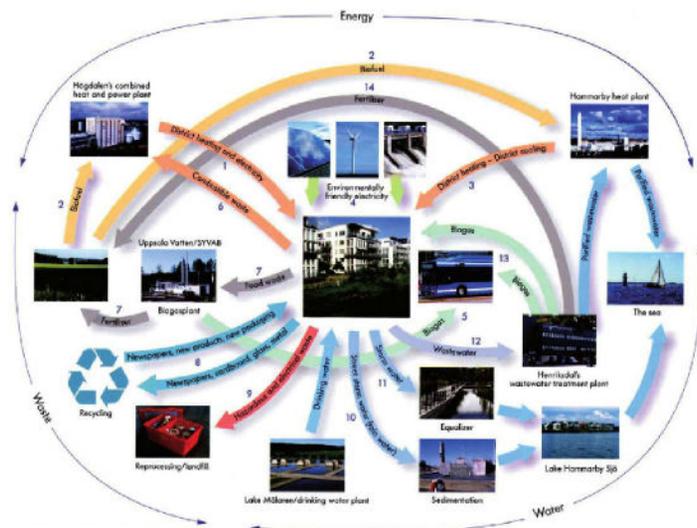
rinnovabili è infatti legata ad un bilancio di tipo annuale, con periodi in cui il distretto preleva energia dalla rete cittadina e altri in cui lo stesso le alimenta con il surplus di energia prodotta (in questo modo la rete cittadina viene anche utilizzata come accumulatore e riserva in caso di necessità). Così come per la rete elettrica e di teleriscaldamento, anche la rete idrica e quella fognaria sono collegate alla rete comunale. E' presente un impianto di raccolta dei fanghi per il trattamento di separazione dei fosfati e delle sostanze nutritive, che vengono successivamente utilizzate in ambito agricolo. La raccolta dei rifiuti avviene per mezzo di un impianto ad aspirazione (l'unico elemento visibile sono i tubi terminali dove i residenti possono immettere i rifiuti), eliminando di fatto il traffico dei veicoli per la raccolta. I rifiuti organici sono trattati in una centrale per la produzione di biogas che viene utilizzato per la generazione di energia termica per il riscaldamento delle abitazioni e di energia elettrica per l'alimentazione dei veicoli (gli abitanti del quartiere hanno la possibilità di prenotare via Internet automobili pubbliche con alimentazione elettrica o a gas. Tutte le automobili sono parcheggiate in un garage apposito dove avviene la ricarica). Il sistema di raccolta delle acque è di particolare interesse, in quanto l'acqua piovana non viene raccolta e inviata direttamente in fognatura come nel resto della città, bensì viene fatta scorrere in canali, specchi d'acqua e utilizzata in fontane prima di raggiungere direttamente il mare. Questo sistema è particolarmente apprezzato dai residenti dal momento che permette la vista di acqua corrente tra le vie del quartiere stesso e rende l'ambiente più naturale.

Il progetto di Hammarby Sjöstad (Stoccolma, 1999-2017) rientra nella nuova strategia di sviluppo urbano che caratterizza molte tra le maggiori città europee e che pone in primo piano il riuso e la riqualificazione di aree industriali in dismissione, sorte nel corso del secolo scorso nelle periferie più esterne e che sono successivamente state inglobate nel tessuto urbano durante le varie fasi di espansione delle città. Il primo progetto di riqualificazione dell'ex-area industriale di Hammarby risale alla candidatura di Stoccolma alle Olimpiadi del 2004, quando il quartiere fu individuato come spazio ideale per la costruzione del villaggio olimpico. In seguito alla non assegnazione dei giochi olimpici il progetto di Hammarby Sjöstad non venne abbandonato ma fu anzi potenziato e riconvertito a uso abitativo. I primi interventi sono iniziati nel 1999 e il piano urbanistico si configura come la maggiore opera edilizia realizzata in Svezia negli ultimi anni: a lavori terminati, Hammarby Sjöstad ospiterà oltre 24.000 abitanti in 11.000 unità residenziali.

Le infrastrutture sono una componente chiave della sostenibilità del progetto: il quartiere, dotato di percorsi pedonali e piste ciclabili, è collegato con una metropolitana leggera al centro della città, una variante stradale lo unisce alla nuova circonvallazione esterna di Stoccolma ed è attivo un servizio di bus e traghetti per raggiungere gli altri quartieri della città. E' presente inoltre un servizio di car-sharing con auto a bassa emissione inquinante. Una importante biblioteca, un centro culturale, asili e

Canali di raccolta acque meteoriche





Il modello di Hammarby

Energia

1. I rifiuti combustibili sono utilizzati per la produzione di calore ed elettricità.
2. Biocombustibili sono utilizzati per la produzione di calore ed elettricità.
3. Teleriscaldamento e raffreddamento sfruttano il processo di trattamento e purificazione delle acque reflue.
4. L'energia solare è convertita in energia elettrica ed è usata per produrre acque calde sanitarie.
5. Viene prodotto biogas dai fanghi di depurazione e dagli avanzati di cibo.

Rifiuti

6. I rifiuti combustibili sono utilizzati per la produzione di calore ed energia elettrica.
7. Gli avanzati di cibo sono utilizzati per la produzione di biogas che alimenta i veicoli, mentre i residui diventano fertilizzanti.
8. Tutto il materiale riciclabile viene raccolto e riciclato: carta, cartone, vetro, metalli, ecc.
9. Rifiuti pericolosi e di apparecchiature elettriche sono riciclati o mandati in discarica.

Acqua & Acque reflue

10. Le acque meteoriche vengono trattate localmente e quindi non gravano sul sistema di depurazione delle acque nere.
11. Le acque meteoriche provenienti dai giardini e cortili confluiscono nel lago.
12. Le acque reflue sono trattate e contribuiscono alla produzione di energia per teleriscaldamento e teleraffreddamento.
13. I fanghi di depurazione vengono utilizzati per la produzione di biogas.
14. I fanghi di depurazione biodegradati vengono utilizzati come fertilizzante.

scuole rendono Hammarby Sjöstad una piccola città nella città, priva di barriere architettoniche e abbellita da sculture e fontane. La scelta dei materiali utilizzati nella costruzione degli edifici è stata guidata dall'impiego di prodotti sostenibili, testati e certificati e dall'evitare qualsiasi utilizzo di prodotti chimici o di materiali contenenti sostanze potenzialmente nocive (per questo motivo non sono stati utilizzati materiali in grado di rilasciare metalli pesanti in coperture e facciate al fine di non contaminare le acque piovane).

Hammarby Sjöstad deve il suo nome non solo al fatto trovarsi sulle rive di un lago ma soprat-

tutto perché l'acqua rappresenta la sua principale fonte energetica. Il quartiere è stato infatti progettato con l'obiettivo di ridurre al minimo l'impatto ambientale e di essere autosufficiente dal punto di vista energetico grazie allo sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili. Una centrale idroelettrica, biomasse, biogas, pannelli solari, idrogeno, garantiscono una copertura quasi totale del fabbisogno energetico. Tra le soluzioni più innovative e sperimentali rientra il sistema di recupero di calore dalle acque reflue trattate che viene utilizzato per il teleriscaldamento urbano. Il particolare sistema di raccolta e riciclaggio dei rifiuti urbani è in grado di convertire gli stessi in energia pulita. Tutti gli scarichi domestici sono convogliati in apposite cisterne nel sottosuolo dove i liquami, attraverso opportuni trattamenti, formano biogas immediatamente riutilizzabile nelle cucine dei medesimi edifici, mentre i residui solidi vengono successivamente prelevati e trasformati in concime. I rifiuti, opportunamente separati, vengono raccolti in cisterne sotterranee svuotate da aspiratori e avviati al riciclaggio. I rifiuti non riciclabili sono invece trasportati nella centrale di cogenerazione, dove la loro combustione produce energia elettrica e calore immesso nella rete di teleriscaldamento e sufficiente a coprire il 47% del fabbisogno relativo al riscaldamento domestico. Il restante 50% viene fornito dalla combustione di olio biologico (16%) e dall'energia ricavata dalle acque di scarico (34%), che a loro volta, dopo aver ceduto calore alla rete di teleriscaldamento, vengono utilizzate per raffreddare l'acqua della rete di teleraffreddamento. Hammarby Sjöstad dispone in definitiva di un sistema di riciclaggio a circuito chiuso, in cui gli abitanti "contribuiscono" fino al 50% dell'energia necessaria semplicemente producendo rifiuti, mentre il restante 50% deriva da altre fonti pulite: pannelli solari, centrali idriche e eoliche.

Sopra: il modello di Hammarby

A fianco: caratteristiche del quartiere di Hammarby Sjöstad.
Fonte: www.siveden.se

