

L'EFFICACIA DELLE AZIONI PER LA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA NELLA CITTÀ
DELLA TRASFORMAZIONE: IL CASO DEL QUARTIERE HAMMARBY A
STOCCOLMA.

Elisabetta TROGLIO¹

SOMMARIO

La progettazione di nuovi quartieri ad elevata attenzione ambientale ed energetica ha guadagnato crescente attenzione ed impegno da parte delle amministrazioni pubbliche, che in collaborazione con team di progettisti hanno sviluppato a partire dai primi anni '90 differenti strategie energetiche urbane e di quartiere. La scala di analisi indagata è quella del quartiere, che si sta rilevando fondamentale sia per l'adeguamento alle condizioni climatiche locali tramite lo studio delle migliori morfo-tipologie insediative (Breheny, 1992; Jenks *et al.*, 2000), che per la valutazione delle prestazioni energetiche urbane, anche in relazione alla creazione di adeguati mezzi di approvvigionamento/produzione di energia (Bell *et al.*, 2003; Steemers *et al.*, 2000).

Scopo del contributo è evidenziare le azioni che hanno dimostrato maggiore efficacia nel risparmio energetico, misurando a tal fine la riduzione dell'impronta ecologica e l'incremento di efficienza nella produzione/offerta di energia in comparazione con la città esistente tradizionale. Il quartiere di Hammarby Sjöstad - Stoccolma, improntato a criteri di progettazione eco-sostenibile, viene utilizzato come caso studio per l'estrapolazione di concetti di indirizzo alla progettazione di nuovi quartieri a caratterizzazione di sostenibilità ambientale ed energetica.

¹ Dottoranda presso il Diap – Dipartimento di Architettura e Pianificazione, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 3, 20133 Milano – Italy; guest PhD student at Department of Urban Planning and Environment, Royal Institute of Technology, DKV 30, 10044 Stockholm - Sweden
Email: elisabetta.troglio@polimi.it

1 Introduzione

Negli ultimi venti anni è emersa una sempre maggiore attenzione verso la sostenibilità della città e dei quartieri, trovando spazio all'interno del dibattito politico e della progettazione grazie al riconoscimento delle città come il campo naturale di applicazione degli obiettivi definiti dagli accordi internazionali e delle politiche nazionali dei concetti di sviluppo sostenibile e sostenibilità energetica (Commission of European Communities, 2007; IPCC, 2007).

Nonostante i numerosi studi intrapresi, è ancora possibile individuare uno sbilanciamento delle conoscenze e dell'apparato tecnico-progettuale verso la scala edilizia. Dal momento che la città non è formata dalla mera somma dei singoli corpi di fabbrica che la compongono, ed il rendimento – seppur elevato – degli elementi non si traduce necessariamente in un rendimento elevato alla scala urbana, appare evidente la necessità di concentrare e rafforzare gli studi ad un livello differente (Droege, 2006). Anche l'approfondimento modellistico/certificativo e normativo sviluppato per il livello edilizio non trova un corrispettivo alla micro scala urbana, per la quale le direttive governative definiscono, in linea generale, strategie di controllo della domanda e riduzione del consumo energetico.

La città e le parti che la compongono devono inoltre poter essere vissute in momenti e modi differenti, derivanti dagli usi e dalle funzioni in essa presenti, secondo una logica che non è possibile controllare al solo livello architettonico (Jenks *et al.*, 2000). Forme di mobilità, fruizione degli spazi aperti e delle funzioni/servizi sono punti significativi la cui gestione appare molto difficile, se non impossibile, senza un disegno di insieme. Occorre quindi identificare parametri di progettazione utilizzabili, basati sulle variabili morfo-tipologiche che possono influire sulle performance energetiche e sulle tecnologie applicabili alla scala del quartiere, come impianti di cogenerazione e teleriscaldamento, reti del freddo, raccolta e riuso dei rifiuti prodotti, ciclo delle acque e depurazione (Bell *et al.*, 2003; Steemers *et al.*, 2000).

Lo studio delle connessioni tra forma urbana e risparmio energetico sta quindi assumendo sempre maggiore rilievo in relazione alla possibilità di influenzare positivamente il metabolismo urbano. In particolare la micro-scala del quartiere appare come quella maggiormente interessante – sebbene meno indagata dalla letteratura e da studi empirici – per la definizione di progetti e politiche in grado di sperimentare le potenzialità ad essa correlate. I fattori positivi individuabili per questo livello sono connessi alla possibilità di migliorare le prestazioni energetiche agendo sulla morfologia del costruito (Breheny, 1992), controllare i picchi di domanda energetica agendo sul mix di usi (Burchell *et al.*, 1982; Banister, 1997), all'utilizzo della mitigazione microclimatica prodotta dal verde e dall'acqua (Voogt, 2002), allo sfruttamento delle potenziali risorse energetiche locali e conseguente individuazione delle soluzioni impiantistiche più opportune (Beatley, 1999).

La progettazione alla scala locale – in termini di densità, morfologia del costruito, elementi naturali e soluzioni tecniche – può quindi contribuire in modo sostanziale al risparmio energetico, sia in termini di energia consumata che per la riproduzione di beni e servizi. Il riconoscimento dei fattori positivi connessi alla scala del quartiere, oltre alla possibilità di applicare e testare le politiche generali individuate ai livelli superiori, hanno portato alla promozione da parte di differenti amministrazioni comunali di nuovi progetti a carattere di eco-sostenibilità (Eco-Valle, 2006).

Alla base del contributo, derivante da un progetto di tesi di dottorato più ampio attualmente in fase di sviluppo, vi sono due ordini di domande principali legate al ruolo della forma urbana nell'influenzare i rendimenti energetici dei quartieri ed all'individuazione delle relazioni esistenti tra volontà dichiarate ed effetti/riproducibilità degli interventi su larga scala. L'individuazione delle strategie energetiche maggiormente efficaci messe in campo dalle pubbliche amministrazioni per la sostenibilità energetica viene effettuata partendo dall'approfondimento del quartiere di Hammarby Sjöstad - Svezia, comparando i risultati raggiunti rispetto alle volontà politiche dichiarate ed alle prestazioni della città tradizionale. Nelle conclusioni vengono evidenziate le innovazioni introdotte nella pratica progettuale ed amministrativa e le condizioni che rendono possibile la realizzazione di tali progetti.

2 Hammarby Sjöstad: l'efficacia delle azioni per la sostenibilità energetica nella città consolidata.

Il governo svedese ha storicamente posto notevole attenzione alle tematiche ambientali e della sostenibilità dello sviluppo, riscontrabile in una consolidata strategia per la riduzione delle emissioni di gas serra, che ha coinvolto controllo economico e sforzi internazionali. L'*Environmental Code*, entrato in vigore nel gennaio 1999, contiene tutte le leggi fondamentali di protezione ambientale integrando le tematiche ambientali in ogni documento di pianificazione, indipendentemente dalla scala e dai proponenti, ampliando quanto previsto dal *Act of Management of Natural Resources 1987* per le tematiche ambientali e di preservazione delle risorse naturali all'interno dei piani regolatori (Guinchard, 1997). A questi si uniscono gli obiettivi della *Swedish climate policy* per la riduzione dei gas serra contenuti nell'atmosfera, che devono essere stabilizzati a livelli inferiori di 550 ppmv, così come previsto anche dal *Sixth Environmental Action Programme* dell'Unione. Entro il 2050 le emissioni totali a livello nazionale dovranno essere ridotte del 50%, attestandosi a livelli inferiori alle 4,5 tonnellate di CO₂ equivalente/anno/abitante, per poi decrescere ulteriormente. Il contributo portato dalla capitale verso la riduzione delle emissioni è iniziato negli anni '90 con l'approvazione dell'*Action programme on Climate Change*, che ha coinvolto il sistema economico locale e la popolazione, ottenendo notevole efficacia con una

riduzione delle emissioni di CO₂ da 5,4 tonnellate pro-capite nel 1990 a 4 nel 2005. I risultati ottenuti hanno portato alla decisione di fissare nuovi obiettivi per il 2015 (3 t/pro capite) e 2050 (fossil free). Per raggiungere tali risultati sono stati effettuati cambiamenti nelle infrastrutture di scala urbana attraverso il progressivo aumento delle aree servite da teleriscaldamento e trasporti pubblici; agendo nel campo del traffico, energia, pianificazione urbana e rifiuti; collaborando con differenti livelli amministrativi e migliorando la comunicazione con tutti i soggetti coinvolti. La gestione dei differenti dipartimenti e compagnie municipali avviene tramite un *Integrated Management System*, al fine di ricomprendere nella gestione urbana e del decision-making gli aspetti ambientali, della qualità e dell'approvvigionamento energetico urbano (Environment Administration City of Stockholm, 2009).

2.1 Pianificazione urbana e strategie per lo sviluppo sostenibile

La municipalità di Stockholm e la sua area metropolitana sono le più estese e popolate della regione scandinava, con una popolazione di quasi due milioni di abitanti su di una superficie di 6.519 kmq, con una densità media di 307 ab/kmq e urbana di 4.354 ab/kmq. La struttura insediativa presenta il 90% di edifici multi appartamento e 10% monofamiliari; la proprietà del suolo risulta municipale per circa il 70% (Kalbro *et al.*, 1995).

Il programma ambientale di coordinamento delle azioni di pianificazione è stato sviluppato a partire dalla metà degli anni '70 ed ha portato ad un accrescimento della consapevolezza delle tematiche ecologiche e della sostenibilità generale dello sviluppo sia tra le autorità pubbliche che nel settore privato; l'*Environmental Programme* è stato incrementato e strutturato negli anni, fino ad essere completamente integrato all'interno nel sistema di management urbano dal 2008, con una propria voce di bilancio. L'obiettivo generale posto è finalizzato ad assicurare alla città un progresso ambientalmente sostenibile di lungo periodo; le sei aree prioritarie individuate dallo *Stockholm Environment Programme 2008-11* sono relative a trasporti ambientalmente sostenibili, merci ed edifici liberi da sostanza pericolose, utilizzo di energia sostenibile, trattamento dei rifiuti a basso impatto ambientale, ambiente edilizio salutare. In aggiunta agli obiettivi elencati, il Consiglio Municipale ha adottato schemi e programmi indirizzati a specifiche aree tematiche, tra cui il *Greenhouse Gases Scheme*, lo *Cycle route Scheme*, il *Mobility Scheme*, il *Water Programme*, l'*Energy Strategy and the Waste Disposal Scheme*. Dal 1995 inoltre la città fa inoltre parte della campagna ICLEI *Cities for Climate Protection*.

La promozione della sostenibilità dello sviluppo urbano e del territorio rappresenta una tematica storicamente presente all'interno della politica svedese, in linea con la tradizione scandinava di attenzione alla protezione dell'ambiente naturale (Rutherford, 2008). Il piano di

sviluppo urbano *Comprehensive land use plan 2010* adottato dal Consiglio Municipale nel 1999 pone come obiettivo generale e determinante la promozione della sostenibilità urbana, da attuarsi preliminarmente tramite la crescita interna della città. Le strategie portate a sviluppo possono essere riassunte in riutilizzo delle aree già urbanizzate, localizzazione delle nuove aree di sviluppo sui nodi del trasporto pubblico, conservazione dei caratteri morfotipologici dell'ambiente costruito e naturale, trasformazione delle aree di corona urbana e creazione di aree a mix urbano-residenziale in sostituzione delle zone industriali, attenzione alle esigenze delle periferie, partecipazione e coinvolgimento della popolazione alle scelte di piano, sviluppo e miglioramento degli spazi pubblici. Seguendo tali principi durante il periodo 2000-2007 sono stati realizzati 25mila nuovi appartamenti, di cui 9mila in ex aree industriali e 16mila in aree già urbanizzate, definendo programmi ambientali specifici al fine di evitare contaminazioni e ridurre il carico ambientale dell'urbanizzazione .

2.2 Fondi e finanziamenti

Le quattro linee principali di finanziamento esistenti per la trasformazione urbana sono riconducibili a fondi europei per lo sviluppo e/o programmi a caratterizzazione energetica/ambientale; programmi e politiche di livello nazionale; finanziamenti e fondi municipali, derivanti dalla gestione del patrimonio pubblico e dalla vendita di proprietà pubbliche; finanziamenti privati derivanti da compagnie energetiche, real estates, etc.

La maggioranza delle azioni e misure individuate nell'*Action Plan* della città di Stockholm sono state finanziate dallo *Swedish Climate Investment Programme* e *The Environmental Billion Fund*. Attualmente i *Climate Investment Programmes* superano le 720 misure ambientali su tutto il territorio nazionale, per un investimento complessivo di 730 milioni di euro dal 2003, rappresentando il 30% del volume totale degli investimenti presenti per tali azioni.

La città di Stockholm ha ricevuto un budget annuale di circa 5,5 miliardi di euro per il periodo 2005-2009, che gli ha consentito di sviluppare un proprio *Local Climate Investment Programme*. Attraverso tale programma sono stati allocati sussidi per 693 milioni di euro ai programmi ambientali per lo sviluppo di nuove aree connesse alle tematiche della sostenibilità ecologica e riduzione degli impatti antropici sulle componenti ambientali. L'*Environmental Billion Fund* si configura come ulteriore fondo messo a disposizione dalla città per lo sviluppo di progetti connessi alle tematiche ambientali, cui possono accedere sia amministrazioni comunali che imprese private. Durante il biennio 2004-05 sono stati stanziati 120 milioni di euro per 158 progetti, di cui 42 milioni di euro per 45 progetti a diretta connessione con le tematiche climatiche. Il periodo 2007-10 vede investimenti per 4,1 milioni di euro per sei misure ambientali; mentre si trova in fase di preparazione da parte

dell'*Environment and Health Administration* e del *City Planning Administration* la procedura per l'accesso ai finanziamenti per il periodo 2008-11 (City of Stockholm, 2010).

Il *Climate Billion 2008-2010*, stanziato dal budget per Stockholm 2008, pone tra gli obiettivi principali l'efficienza energetica negli edifici municipali, tra cui il rinnovamento di 25mila appartamenti al fine di ridurre del 50% i bisogni energetici; la società di real estate municipale Fastighetskontoret e Micasa AB hanno investito circa 24 milioni di euro, messi a disposizione anche da *Climate Billion* nel proprio *EPC-project* al fine di ridurre i consumi del 30%. Inoltre l'ente di gestione degli alloggi pubblici ha introdotto dal 2008 misure restrittive in materia di consumi energetici per le nuove realizzazioni, passando dai 110 kWh/m² previsti per legge in Svezia agli 80 kWh/m²; anche per le ristrutturazioni sono previste misure restrittive, attestate al 10% di riduzione in comparazione ai limiti nazionali.

Partnership pubblico private per la realizzazione delle nuove infrastrutture trasportistiche connesse al sistema su ferro e by-pass automobilistici hanno visto negli ultimi anni una crescita continua, legata alla domanda di nuove vie di comunicazione da e per la capitale. Tali investimenti sono considerati di grande rilevanza, sia al fine di ridurre le emissioni inquinanti che per migliorare il sistema economico della regione, e nel 2007 è stato presentato un primo rapporto sulla situazione attuale e le necessità future, cui ha fatto seguito un accordo tra lo Swedish Government e la Stockholm Region per coprire gli investimenti nel periodo 2020 – 2030.

2.3 Dalla pianificazione urbana a quella locale: il quartiere di Hammarbj Sjöstad

Il progetto di riconversione di 200 ettari, caratterizzato da un fitto tessuto industriale e portuale risalente ai primi del '900 posto in adiacenza alla città consolidata centrale, ha preso avvio nel 1990 e ad oggi sono stati realizzati circa 7mila alloggi sugli 11mila previsti (per un totale di 25.000 nuovi abitanti ed 8.000 posti di lavoro) oltre ai servizi pubblici, parte degli uffici, funzioni terziarie e produttive.

Il processo di riconversione è derivato dall'aumento della domanda abitativa e dalla volontà dell'amministrazione di valorizzare l'area, di proprietà prevalentemente pubblica, a fini residenziali, terziari, commerciali e per servizi, appetibile sia per vicinanza con il centro, che per il ricco patrimonio ambientale e lacustre presente. Al fine di facilitare il processo di riconversione è stato utilizzato un "contratto di demolizione" stipulato con le società di Real Estate, limitando il più possibile pratiche di esproprio, preferendo ad esse compensazioni per le attività restie al trasferimento (Bodén, 2002).

La definizione delle caratteristiche della trasformazione ha coinvolto numerosi enti pubblici, società, enti universitari e privati cittadini, configurandosi come un processo di ampia portata e complessità tecnica/tecnologica per le tematiche ambientali ed energetiche coinvolte. L'obiettivo della riconversione è stato focalizzato sulla creazione di una nuova area residenziale ambientale, basata sull'utilizzo di risorse sostenibili, minimo consumo energetico e produzione di rifiuti, massimizzazione del risparmio energetico e del riciclo. Il progetto è stato quindi sviluppato come prototipo per testare un nuovo modo di progettazione, integrando tra loro sistemi tecnologici, alcuni dei quali sperimentali, per il risparmio/produzione/utilizzo di rinnovabili.

Il processo di pianificazione del quartiere e la sua conformazione attuale sono stati influenzati dal desiderio, espresso dalla classe politica e dirigente, di qualità urbana connesso alle forme tipiche della città compatta, sostenute inoltre dal concetto di densificazione urbana, sia al fine di ottenere la base di popolazione servita necessaria per l'erogazione dei servizi locali che per contenere l'espansione residenziale. Ulteriore elemento che ha spinto verso la densificazione è stata la volontà di ritornare ad un mix funzionale urbano, sia in termini di vivibilità delle aree durante l'intero arco della giornata che di maggiore sicurezza, motivazione questa più di carattere politico. Tra le funzioni presenti vi sono quelle residenziali (che costituiscono la quota percentuale maggiore), integrate con commercio e terziario, residenze per anziani; vi sono inoltre strutture prescolari e scolari, biblioteca/centro culturale, servizi sanitari locali, funzioni sportive e ricreative indoor/outdoor, sale concerti (Stadsbyggnadskontoret, 2000).

Il progetto è stato finanziato tramite differenti canali, secondo le stime ufficiali fornite dal rapporto annuale municipale l'ammontare totale dell'intera operazione è di circa 2 miliardi di euro, di questi circa il 20% è stato supportato dalla città tramite l'istituzione di un *Local Investment Programme*, mentre la quota restante deriva da investitori privati, tra cui uno dei principali risulta essere la Nordic Construction Company, una delle imprese leader nel settore delle costruzioni e dello sviluppo immobiliare del nord Europa.

2.4 Obiettivi previsti

I punti chiave dell'operazione, anche in relazione al dibattito politico relativo alle scelte effettuate ed agli obiettivi ad essi correlati, riguardano per il sistema delle aree verdi la preservazione delle caratteristiche dell'ambiente naturale, in particolare della foresta di querce, le rive del lago e dei canali, la vegetazione lacustre; il mantenimento dei corridoi del verde e la compensazione in caso di interruzione; decontaminazione dei suoli e delle acque; preservazione dei suoli e riuso del territorio urbanizzato. Per il sistema delle acque gli obiettivi sono connessi alla riduzione dei consumi e creazione di un ciclo chiuso interno al quartiere. Il sistema edificato prevede la costruzione ad alta densità, sia per la

massimizzazione dell'uso del suolo che per l'erogazione dei servizi di base e l'efficienza del trasporto pubblico; ad essi si aggiungono obiettivi di tipo sociale attraverso il coinvolgimento/informazione/formazione dei nuovi abitanti e creazione di uno spazio che coniughi attrattività e sostenibilità sia per la vita che per il lavoro. Il sistema dei trasporti prevede, oltre al riammagliamento con le infrastrutture urbane esistenti, la costruzione di una linea tranviaria di collegamento per tutto il quartiere, introduzione del carsharing, estensione delle piste ciclo-pedonali (Goldman, 2006); le quote previste dal programma prevedono 80% dei trasporti basati su mezzi pubblici e 25% del patrimonio veicolare presente alimentato a biogas/elettricità. Le innovazioni tecnologiche rivolte al miglioramento della sostenibilità del quartiere riguardano l'estensione della rete di calore al nuovo quartiere ed utilizzo dei rifiuti come combustibile principale.

Le previsioni di consumo per ogni edificio sono state inizialmente fissate a 50 kWh/m², di cui 15 kWh/m² per elettricità, un uso del 100% dell'energia necessaria da *Renewable Energy Systems*, utilizzo dell'80% dell'energia dai rifiuti, produzione di biogas dalle acque reflue, riciclo dell'intero ammontare dei rifiuti solidi e delle acque reflue prodotte dal quartiere e reimmissione nell'area in forma di energia rinnovabile; definizione di misure restrittive legate all'isolamento degli edifici al fine di ridurre le perdite di calore; realizzazione di sistemi di raccolta pneumatica, riduzione del 40% dei rifiuti prodotti e contemporanea riduzione del 90% di quelli destinati alla discarica, recupero della metà dell'azoto e delle acque, del 95% del fosforo al fine di utilizzarli come fertilizzanti in agricoltura.

Verde – mix urbano	Trasporti	Materiali edili
25-30 mq verde/persona, di cui 15 mq di giardini condominiali entro un raggio di 300 m da ogni appartamento.	80% degli spostamenti per lavoro e residenza utilizzando trasporti pubblici e ciclo-pedonali entro il 2010.	Scelta dei materiali in relazione alle caratteristiche di protezione ambientale, della salute e dell'integrazione con il contesto
4-5 ore/luce per almeno il 15% delle superfici a verde durante i gli equinozi	15% dei residenti aderenti al carpooling entro il 2010	Limitazione dell'uso del rame per le tubature ed i servizi igienici.
Creazione di biotopi in grado di migliorare la diversità biologica del sistema complessivo. Protezione delle aree naturali di particolare valore dallo sviluppo delle attività antropiche	5% dei lavoratori aderenti al carpooling entro il 2010	Trattamento delle superfici in caso di utilizzo di materiali galvanizzati per gli elementi esterni di arredo-costruzione
Completamento dei lavori e piena fruibilità degli spazi aperti, per il lavoro e residenziali entro il 2015	La totalità dei trasporti pesanti deve avvenire tramite automezzi che rispettano i parametri ambientali della zona.	Minimizzazione nell'uso di sabbia e ghiaia di nuova estrazione. Riciclo dei materiali da costruzione dove indicato per la protezione dell'ambiente e della salute, purché fattibile dal punto di vista tecnico ed economico.

Energia	Ciclo delle acque	Rifiuti
District heating connessi con exhaust air systems: 100 kWh, di cui 20 elettricità/m ² SU	Riduzione dei consumi di acqua a 100 litri/persona/giorno (-50% rispetto alla media urbana)	Estrazione, entro il 2010, dell'energia dal 99% del volume dei rifiuti domestici adeguati a tale scopo. Priorità al riuso e riciclo dei

		materiali. Riduzione, tra il 2005 ed il 2010, del 15% del volume dei rifiuti domestici prodotti e del 10% dei rifiuti destinati alla discarica
District heating connessi con heat extraction systems: 80 kWh, di cui 25 elettricità/m ² SU	Separazione della rete delle acque bianche e nere, al fine di utilizzare differenti sistemi di depurazione e reimmissione nell'ambiente.	Separazione dei rifiuti da parte dei residenti nelle differenti frazioni, raccolta di quelli ingombranti alla scala edilizia e dei rifiuti pericolosi alla scala del quartiere.
L'intera fornitura di calore deve essere basata su fonti rinnovabili o recupero di calore di scarto.	Riuso del 95% del fosforo presente nelle acque reflue per l'agricoltura e riduzione del 50% dei metalli pesanti e delle sostanze nocive L'azoto contenuto nelle acque depurate non deve superare i 6 mg/litro, il fosforo non deve superare i 0,15 mg/litro	Utilizzo, entro il 2010, dell'80% dei rifiuti umidi per la produzione di fertilizzanti ed energia.
L'energia elettrica deve avere un'etichetta "Good Environmental Choice" o equivalente	Sviluppo del Lifecycle analyses al fine di determinare l'adeguatezza, dal punto di vista energetico e delle emissioni, della reimmissione dell'azoto nell'agricoltura e dell'uso dell'energia chimica presente nelle acque reflue.	Del totale dei rifiuti prodotti durante le fasi di costruzione del quartiere, un massimo del 10% deve essere destinato alla discarica, mentre il restante deve poter essere riciclato
	Trattamento delle acque meteoriche in loco. Le acque piovane canalizzate in strade aventi 8.000 veicolo/giorno devono essere trattate prima dell'immissione nei bacini idrici.	Il trasporto dei rifiuti tramite mezzi pesanti non deve superare la quota del 60% (veicoli/km) rispetto alla media urbana che utilizza sistemi convenzionali di raccolta.

Tabella 1 – Obiettivi previsti per campi di azione (tabella e sintesi degli elementi a cura dell'autore).

Il processo di pianificazione del sito ha avuto inizio con la definizione del Masterplan strategico da parte dello Stockholms City Planning Bureau; l'area di intervento è stata in seguito suddivisa in 12 comparti di attuazione, realizzati secondo fasi differenti in base ai piani di dettaglio sviluppati sulla base delle linee di indirizzo generali individuate e che hanno portato al Masterplan definitivo. Lo sviluppo e la progettazione dei sub-comparti è avvenuta tramite la definizione di codici di progettazione, linee guida elaborate tra amministrazione comunale, developers ed architetti, in seguito convertite in accordo tra le parti.

La volontà di valorizzare l'elemento lacustre ha portato alla progettazione di edifici aventi forma a U, al fine di consentire l'accesso visivo al lago al maggior numero possibile di appartamenti, sacrificando in alcuni casi quello alla luce solare – sebbene siano previsti *Sunstudies* obbligatori per ogni piano di dettaglio al fine di consentire il massimo irraggiamento solare durante il periodo invernale – nei piani bassi e cortili. Il conflitto tra utilizzo dell'isolato e irraggiamento è stato storicamente risolto regolamentando l'altezza dei corpi edilizi a 5 piani in caso di strade aventi larghezza di 18 mt; a seguito di pressioni delle società di real estate, accolte durante il periodo di governo di destra (1998-2002), le altezze

degli edifici di Hammarby sono state portate a 6/7 piani (raggiungendo così una densità di 133 ab/ha), con una conseguente riduzione delle ore/luce giornaliere.

E' quindi possibile affermare che le componenti più strettamente ecologiche di progettazione dei corpi edilizi in relazione alle condizioni del sito per irradiazione e venti predominanti sono passate in secondo piano rispetto alla valorizzazione estetica del lago e dei canali (Vestbro, 2005).

Un notevole investimento pubblico è stato posto nella creazione degli spazi verdi, definendo un progetto di manutenzione degli elementi naturali: la foresta di querce, il canneto ed il sistema dei moli, la greenway ed i parchi. In particolare si è posta attenzione alla definizione di un sistema di aree verdi connesse – aventi la duplice funzione di svago per la popolazione e ambiente naturale per la riproduzione di flora e fauna – tramite la creazione di viali di collegamento tra i nuovi spazi pubblici ed i corridoi verdi posti nella zona sud del comparto, che consentono il superamento della strada anulare presente.

L'accessibilità al quartiere è rivolta all'uso prevalente dei trasporti pubblici, auto collettive, traghetto di linea e percorsi ciclo-pedonali. Rispetto agli obiettivi dichiarati per l'uso del carsharing/riduzione delle auto di proprietà, con l'elezione della coalizione di centro destra nel 1998 sono stati rivisti gli standards relativi ai parcheggi di proprietà, passando da 0,25 per appartamento (0,4 includendo anche quelli relativi a relazione e posti di lavoro) a 0,7, livello superiore allo 0,5 della città consolidata e quasi pari all'1 delle periferie.

Il mix sociale presente e la composizione del diritto di proprietà degli alloggi ha subito variazioni nelle differenti fasi progettuali in relazione all'orientamento politico dei partiti al governo; dopo una contrazione degli alloggi in affitto, derivante dalle scelte del centro-destra, la quota oggi presente è pari al 50%, in linea con la tendenza attuale del mercato immobiliare. Inoltre, sebbene la predisposizione di misure atte al coinvolgimento della popolazione, la consapevolezza ecologica e la scelta di vivere ad Hammarby per le caratteristiche di sostenibilità insite nel progetto sono ancora piuttosto basse tra i residenti, che per la maggior parte hanno scelto di trasferirsi per la qualità edilizia e dell'ambiente naturale, nonché per la localizzazione prossima al centro urbano (Axelsson *et al.*, 2001).

2.5 Aspetti energetici e tecnologici

Il raggiungimento degli obiettivi energetici e di sostenibilità ambientale posti per il nuovo quartiere ha fatto emergere fin da subito la necessità di identificare un modello di gestione integrata di tutti i campi di azione coinvolti. L'ampliamento dell'offerta energetica alternativa si è configurato come uno degli obiettivi guida, proprio per questo è stato fondamentale la definizione di un modello in grado di integrare i differenti aspetti tecnologici e la

cooperazione tra i differenti progettisti incaricati fin dalle prime fasi del progetto. L'*Hammarby Model* si configura quindi come un esempio di gestione riproducibile all'interno di analoghi sistemi urbani, mentre la creazione di un ufficio di gestione della trasformazione – basato sulla collaborazione simultanea dei differenti dipartimenti coinvolti – ha costituito un avanzamento nella pratica amministrativa e professionale (Pandis *et al.*, 2009).

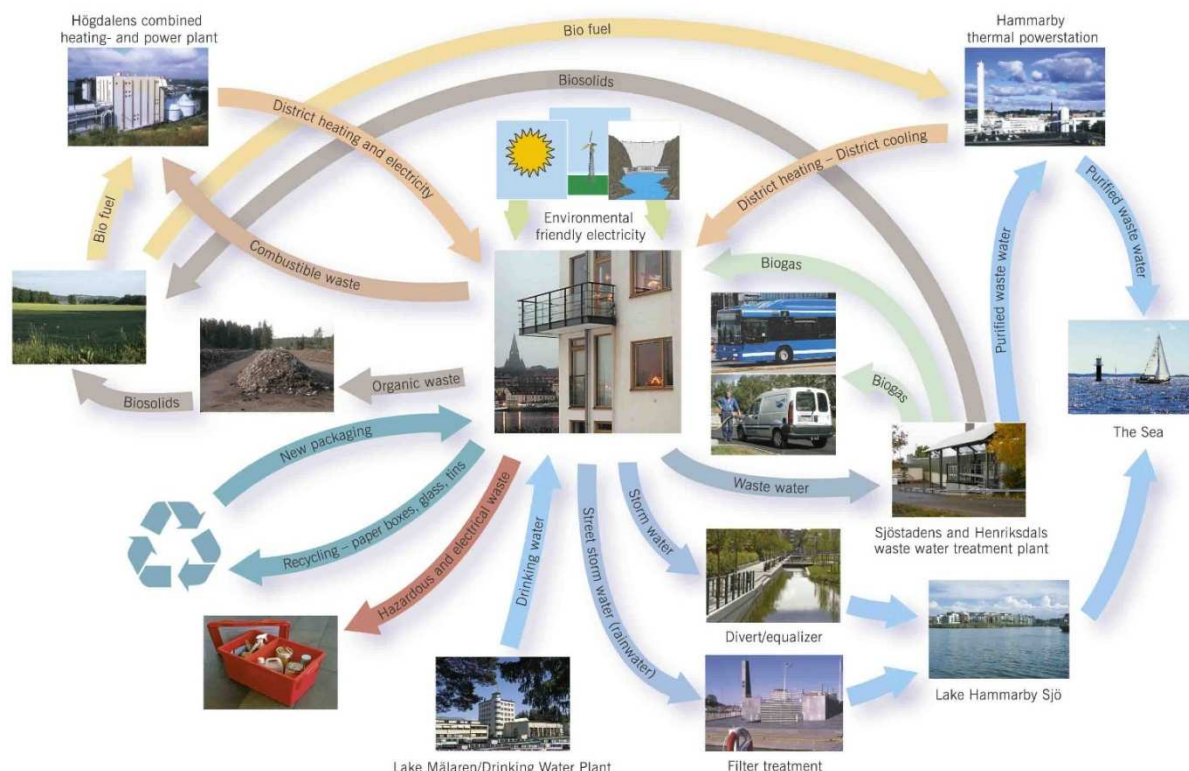


Figura 1 – Hammarby Model.

Tra le tecnologie realizzate per il funzionamento del quartiere e la produzione/autoproduzione di energia vi sono un impianto di teleriscaldamento; riuso e conversione della biomassa e dei rifiuti; pannelli e celle solari installati sia sui tetti che nelle facciate; sistemi di ventilazione forzata e recupero del calore; contatori individuali (Brogren *et al.*, 2003). Di questi, gli ultimi tre sistemi risultano installati solo in alcuni edifici, ritenuti idonei per esposizione e captazione (Fontes *et al.*, 2002). Alla produzione tramite rinnovabili si associa anche una quota di non rinnovabili, sebbene vi sia la previsione di una loro progressiva sostituzione con fonti del primo tipo.

Il teleriscaldamento, presente a livello urbano, viene qui utilizzato in modo estensivo ed utilizzando una molteplicità di fonti energetiche; l'impianto di cogenerazione del quartiere utilizza i rifiuti raccolti, mentre il depuratore consente l'estrazione del calore di scarto e l'utilizzo delle acque fredde per il raffrescamento delle celle frigorifere dei supermercati locali. Un ulteriore impianto di depurazione sperimentale, in grado di trattare i reflui prodotti da 600 abitanti, viene usato come test per la valutazione di nuove tecnologie per il trattamento delle acque ed il riciclo delle risorse utilizzando il minor input energetico e chimico.

Le tematiche connesse al riciclo – recupero dei materiali, generazione di energia, salvaguardia ambientale – hanno comportato attenzione non solo per gli aspetti tecnologici, ma anche sociali attraverso campagne di informazione e sensibilizzazione alla raccolta differenziata ed alla riduzione dei rifiuti prodotti. Scivoli di raccolta dei rifiuti organici sono presenti in tutto in quartiere e tramite un sistema di tubazioni sotterranee inviate ai centri di smaltimento; il restante materiale viene stoccato in camere di raccolta, ad eccezione dei rifiuti pericolosi, collettati in punti provvisti dei necessari sistemi di sicurezza.

L'utilizzo delle acque potabili prevede un ciclo chiuso all'interno dell'insediamento; esse vengono infatti prelevate dai bacini lacustri, depurate e rese potabili, mentre le acque reflue vengono trattate nei depuratori locali ed utilizzate, prima della reimmissione nei canali, sia per il riscaldamento che raffrescamento. Le acque piovane e quelle generate dallo scioglimento della neve vengono trattate localmente sia tramite percolazione che collettamento verso differenti canali e sedimentazione; a questi si aggiunge un sistema di raccolta delle acque provenienti dai tetti e dai cortili degli edifici, in seguito riversate nel lago.

La gestione del ciclo delle acque ha identificato come obiettivi guida sia la riduzione dei consumi giornalieri a 100 litri/persona/giorno (contro i 200 della città), sia il miglioramento della qualità delle acque di scarico nelle componenti metalli pesanti e componenti chimici non biodegradabili, al fine di facilitarne la depurazione ed il riuso dei fanghi per l'agricoltura.

La presenza di linee di depurazione separate consente una riduzione del numero di inquinanti presenti alla fonte, inoltre le campagne di informazione e promozione presso i residenti per l'utilizzo di prodotti di pulizia eco-labelled ha reso il processo di trattamento più semplice, con una maggiore possibilità di utilizzare i fanghi come fertilizzanti in agricoltura (GlashusEtt, 2007a e 2007b).

2.6 Risultati raggiunti

La valutazione dell'impatto ambientale e dei profili di carico ambientali del quartiere in relazione ad attività umane, materiali da costruzione e funzionamento generale del quartiere, è stato avviato nel 2008 dalla municipalità con la consulenza di Grontmij AB; i finanziamenti utilizzati per lo studio sono stati stanziati dall'*Environmental Department* attraverso un *LIP*.

L'analisi del profilo di carico ambientale si basa sulle attività umane maggiormente rilevanti, misurando il loro impatto attraverso le emissioni in aria, suolo e acqua, e l'utilizzo delle risorse; il profilo ambientale è stato inoltre studiato analizzando sia le fasi di produzione che operativa. Le variabili utilizzate per la contabilizzazione delle emissioni riguardano gas ad effetto serra (CO₂ equivalente), acidificazione, eutrofizzazione, ozono troposferico, rifiuti radioattivi, utilizzo di energia ed acqua per la realizzazione dell'intervento. Lo studio è stato

limitato a tre dei dodici comparti (Sickla Udde, Sickla Kaj e Lugnet), ad oggi gli unici per cui è stato possibile ottenere dati dagli sviluppatori, che hanno effettuato le misurazioni sui materiali da costruzione, energia utilizzata per l'edificazione e le tecnologie impiegate. Per la comparazione dei risultati e la valutazione del profilo ambientale di Hammarby il parametro di riferimento riguarda gli insediamenti realizzati negli anni '90 aventi le medesime caratteristiche morfo-tipologiche (Brick, 2008).

Gli standard energetici previsti inizialmente, impostati su valori restrittivi, non sono stati in molti casi raggiunti; inoltre gli obiettivi ambientali sono stati riorientati due volte nel 2002/3 e 2005, riportando alcuni obiettivi energetici ad un livello raggiungibile con maggiore facilità, declinando al contempo altri in modo molto più specifico. Il consumo delle acque nel periodo luglio 2006 - luglio 2007 è stato calcolato in 141,9 litri/persona/giorno, a fronte di un obiettivo fissato di 100 litri/persona/giorno; si è arrivati comunque ad una riduzione sulla media urbana di oltre un quarto. Gli obiettivi energetici, inizialmente fissati a 60 KWh/mq, sono stati portati nel 2005 a 100 KWh/mq. Le migliori performance energetiche sono state raggiunte da due isolati residenziali, per un totale di 212 appartamenti e 1.600 mq di aree non residenziali, che grazie all'installazione di circa 212 pannelli fotovoltaici nelle facciate, balconi e finestre hanno raggiunto una produzione annua di 32 MWh, con una punta giornaliera di 46 kWh. Il totale di energia prodotta corrisponde a circa il 70% dell'energia necessaria per il funzionamento dei frigoriferi e freezer. Al livello del quartiere la fonte principale di calore deriva dal teleriscaldamento, le forme energetiche utilizzate risultano essere per il 34% di derivazione dalla depurazione delle acque reflue, per il 47% dall'incenerimento dei rifiuti urbani, il 16% da bio-combustibili ed il restante 3% da altre fonti. L'installazione di pannelli solari contribuisce alla generazione di energia elettrica per l'illuminazione delle aree comuni degli edifici, o alla generazione di acqua calda sanitaria (fino al 50% del fabbisogno annuale).

Il processo di depurazione delle acque consente, una volta estratto il calore per il riscaldamento, di utilizzare le acque fresche per il raffrescamento dei negozi alimentari o degli uffici, sostituendo in parte i sistemi di aria condizionata. Il trattamento delle 23mila tonnellate/anno di fanghi di depurazione hanno portato alla creazione di 3.500.000 mc di biogas, reimpresso nel quartiere per usi domestici e per l'alimentazione delle due centrali di termogenerazione installate. Fino ad oggi 900 alloggi utilizzano cucine alimentate a biogas derivante dal processo di riuso e riciclo dei rifiuti prodotti dal quartiere stesso; è stato stimato che la produzione media di biogas per famiglia corrisponde alla media del gas utilizzato per cucinare. Sostituendo le cucine elettriche con quelle a biogas il consumo di elettricità è stato ridotto di circa il 20%.

I risultati ottenuti in relazione al carico ambientale mostrano una diminuzione complessiva – per edifici, terreni e qualità dell'aria relativamente ad emissioni in aria, suolo e acqua –

compresa tra il 32-39%, in particolare la riduzione più significativa si è avuta a livello edilizio e dei terreni. Se si considera unicamente il livello edilizio la riduzione è stata del 40%, mentre il risparmio durante le fasi di realizzazione del 28-42% per edifici, suolo e ambiente in generale.

L'impatto ambientale relativamente alle fasi di produzione e gestione degli edifici, suolo e territorio urbanizzato, anche in relazione alle fasi di dismissione, mostrano una marcata riduzione della pressione ambientale: l'eutrofizzazione è diminuita di circa il 49-53%, l'ozono troposferico 33-38 %, l'uso di acqua per la produzione del 41-46%, l'effetto serra del 29-36%, l'acidità del 23-29%, la rimozione delle materie prime non rinnovabili del 28-42% e dei rifiuti radioattivi del 27-40%.

La riduzione dell'impatto ambientale maggiore si è avuta nel riscaldamento degli edifici in fase di esercizio, l'uso di impianti di acqua potabile e lo smaltimento delle acque reflue nella fase operativa. A livello edilizio la riduzione dell'impatto ambientale è stata possibile grazie alla riduzione del consumo energetico, inoltre il carico ambientale derivante da eutrofizzazione è stato ridotto del 67-70%, possibile grazie al miglioramento nella tecnologia di trattamento nell'impianto di depurazione. Anche per gli altri valori la riduzione è stata compresa tra il 29 ed il 47%, in particolare per acqua, fognatura e riscaldamento, nonché per la sicurezza tecnica degli edifici e dei materiali da costruzione. Fra le misure richieste per il miglioramento delle prestazioni relative al risparmio energetico vi sono isolamento termico, vetri e serramenti ad efficienza termica, ventilazione controllata, contatori di calore e acqua calda per ogni appartamenti, impianti fotovoltaici e celle a combustibile, utilizzo di tecnologie per la riduzione degli sprechi nelle acque sanitarie; in alcuni degli edifici, inoltre, sono state installate pompe di calore e scambiatori di calore per la ventilazione.

A livello urbano si è inoltre avuto un miglioramento nel sistema di fornitura di energia e teleriscaldamento proveniente da pompe di calore e dall'inceneritore di Högdalen, che utilizza olio di pino, biocarburanti, rifiuti e olio bruciato.

Per quanto riguarda gli impatti relativi alla mobilità privata, le riduzioni maggiori si sono avute grazie alla quota crescente di veicoli a basse emissioni e combustibili di classe ambientale 1; con l'avanzamento delle fasi di realizzazione si è inoltre registrato un aumento nell'utilizzo dei mezzi di trasporto collettivo, che ha contribuito alla riduzione delle emissioni di inquinanti. La comparazione delle emissioni di anidride carbonica prodotte dal trasporto privato/auto/appartamento mostra una riduzione di 475 kg rispetto ai valori di riferimento; moltiplicato per i circa 5.000 appartamenti realizzati al momento dell'indagine, ha permesso una riduzione di circa 2.373 tonnellate di anidride carbonica all'anno.

Un ulteriore studio condotto per la valutazione del profilo ambientale di Hammarby è quello redatto dal Department of Industrial Ecology al Royal Institute of Technology in Stockholm

(Pandis *et al.*, 2009), che ha analizzato l'esperienza pilota di Hammarby al fine di definire un modello di gestione applicabile a tutti i progetti di trasformazione futuri della città.

Dall'analisi dell'*Environmental Program* e dal raggiungimento degli obiettivi previsti emerge come la visione omnicomprensiva, che ha portato alla cooperazione tra differenti attori pubblici e privati secondo un nuovo approccio alla ricerca di soluzione coordinate alle questioni progettuali/ambientali/energetiche, risulti l'elemento chiave per la riuscita del progetto e la riproducibilità dell'esperienza. L'innovazione di maggior successo riconosciuta riguarda quindi il confronto diretto e contemporaneo delle questioni relative a soluzioni per il traffico, sistemi di raccolta e smaltimento dei rifiuti, fonti energetiche rinnovabili, consumo energetico e comportamento dei futuri residenti, che hanno di conseguenza influenzato le caratteristiche energetiche del quartiere ed il raggiungimento degli obiettivi previsti.

La volontà di adottare una visione complessiva ha comportato un impegno considerevole relativamente all'organizzazione dei lavori e allo sviluppo/connessione dei sistemi tecnologici disponibili. Il coordinamento del sistema tecnologico e impiantistico presente al livello urbano e soluzioni tecnologiche innovative è risultato essere uno degli elementi da tenere in considerazione fin dalle prime fasi della progettazione di nuovi distretti al fine di raggiungere i risultati fissati, massimizzando gli aspetti energetici grazie all'integrazione precoce tra profilo ambientale e processo di pianificazione

Elementi problematici individuabili riguardano la scelta dell'impianto urbano in relazione alla possibilità di massimizzare lo sfruttamento dell'energia solare; la volontà politica verso una valorizzazione dell'elemento lacustre e la predisposizione del profilo ambientale in ritardo rispetto alle scelte di impianto morfologico hanno portato ad una difficoltà nell'installazione di impianti fotovoltaici.

E' possibile inoltre evidenziare debolezze per quanto riguarda la valutazione attuale del profilo ambientale dell'intera trasformazione, in quanto il raggiungimento dei target prestazionali non sono stati riportati all'interno dei contratti stipulati tra amministrazione e società di Real Estate, così come la responsabilità nella raccolta dati.

Ruolo positivo per il miglioramento della qualità abitativa e delle tecnologie ambientali è stato rivestito dal LIP e dalla competizione fra le imprese di costruzione per la realizzazione delle migliori tecnologie. L'esperienza positiva dello stanziamento di fondi ed incentivi per il miglioramento ambientale ed energetico della città sottolinea ancora una volta la necessità e l'importanza di individuare forme di finanziamento al fine di indirizzare e sostenere le trasformazioni urbane verso obiettivi di riduzione degli impatti antropici.

Gli obiettivi operativi fissati dal programma ambientale di Hammarby sono stati considerati irrealistici e scarsamente supportati da parte delle imprese di costruzione, in particolare non è risultata chiara la connessione tra visione, obiettivi generali ed operativi. Il maggior problema è

stato quindi riscontrato nella difficoltà di comprendere come raggiungere gli obiettivi fissati, in quanto alcuni di essi sono basati su soluzioni tecniche, mentre altri dipendono strettamente dai comportamenti della popolazione insediata. Ad esempio la riduzione del consumo energetico a 60 kWh/mq risulta influenzato da differenti aspetti di natura tecnica (scelta dei materiali isolanti, infissi, riuso del calore), realizzativa e dal comportamento umano (scelta della temperatura interna, consumo di acqua calda, utilizzo di elettrodomestici). Ad Hammarby inoltre la volontà di creare un quartiere attrattivo anche dal punto di vista estetico ha portato alla progettazione di appartamenti di taglia superiore alla media, dando enfasi agli elementi vetrati, balconi e terrazze, generando così sia un maggior consumo di energia – nonostante le soluzioni tecniche adottate – rispetto a scelte architettoniche maggiormente legate alle condizioni geografiche locali, che influenzando implicitamente la tipologia di residenti, attratti dalla possibilità di risiedere in una zona “alla moda” più che dai risvolti di sostenibilità del sito (Axelsson *et al.*, 2001; Ivarsson, 2005).

3 Conclusioni: il ruolo della forma urbana nella progettazione energetica

L'esperienza svedese consente di riconoscere alcuni punti fondamentali da considerare per la realizzazione di un quartiere ad elevato profilo ambientale, anche nelle relazioni stabilite tra micro-scala urbana e relazioni con i sistemi a rete e tecnologici di livello superiore. Uno degli elementi caratterizzanti e di maggior importanza per le ricadute effettive in termini di risparmio energetico, riguarda la definizione di un processo di progettazione esplicito nella formulazione di obiettivi, supportato da una visione caratterizzante in grado di coinvolgere gli operatori nelle differenti fasi realizzative. Il processo di formulazione degli obiettivi andrebbe pertanto sviluppato in stretta collaborazione tra gli attori pubblici e privati, secondo uno scenario metodologico definito, valutando i differenti sistemi e soluzioni tecniche possibili per il raggiungimento di quanto previsto.

La struttura tecnica e gestionale per le fasi di realizzazione, ed in seguito per quanto riguarda la gestione e manutenzione, deve essere definita contestualmente agli obiettivi generali iniziali, in modo da poter individuare un metodo di misurazione ed i dati necessari per la valutazione. Gli studi effettuati sul quartiere evidenziano l'*Hammarby Model* come elemento cruciale e primo momento di applicazione di questo strumento al livello di quartiere, costituendo quindi un avanzamento sia alla scala nazionale che internazionale. La visione e gli obiettivi generali definiti sono relazionati alla volontà di definire un quadro generale entro cui inquadrare uno sviluppo fortemente orientato all'aumento del profilo ambientale ed energetico, basato principalmente su soluzioni tecniche. Gli obiettivi operativi per la pianificazione alla scala del quartiere sono basati sull'integrazione tra sistema di trasporto, smaltimento dei rifiuti, trattamento delle acque e produzione energetica.

Attualmente tale modello, sviluppato nel 1996, è entrato nella pratica pianificatoria e progettuale, costituendo la base di partenza per la definizione dei nuovi progetti di trasformazione della città, inquadrandosi nella visione generale urbana di progressivo miglioramento del livello ambientale urbano e di sostenibilità ambientale ed energetica delle trasformazioni.

Gli aspetti di natura tecnico-progettuale, quando pianificati alla scala del quartiere secondo un approccio integrato, riescono ad aumentare il loro potenziale ed efficienza, includendo e relazionando tra loro aspetti di natura fisica, sociale ed economica, cambiando quindi il modo in cui gli elementi lavorano e si completano tra loro.

Gli elementi di maggior interesse al fine del risparmio/generazione energetica riguardano la predisposizione di un sistema di raccolta rifiuti pneumatico, in grado di limitare il numero di automezzi circolanti – particolarmente utile nelle zone a maggiore densità insediativa – e l'utilizzo di un sistema di cogenerazione e teleriscaldamento basato anche sui rifiuti prodotti dal quartiere. Le centrali energetiche di Hammarby sono localizzate all'interno del quartiere, in un'area densamente urbanizzata e consentono la generazione di acqua calda ed elettricità sia per il quartiere che per la rete urbana. Lo studio di soluzioni simili potrebbe essere di notevole interesse nel contesto italiano, in particolare tramite la predisposizione di centrali in grado di servire il quartiere, utilizzando al contempo i rifiuti da esso prodotto.

Altro elemento di riproducibilità riguarda il trattamento delle acque piovane, riutilizzate a fini non potabili (irrigazione, scarichi, pulizia delle strade, ma anche come elemento di decoro urbano e del verde), pratica già diffusa anche in alcune aree nel contesto italiano, tra cui la provincia emiliana.

Per il conseguimento degli obiettivi energetici la scelta del sistema tecnico e la qualità del sistema costruttivo risultano fondamentali, sebbene il caso qui presentato mostri come non possa essere sottovalutato l'aspetto relativo ai comportamenti energetici degli abitanti. La necessità di stabilire una connessione tra sistema tecnologico e comportamenti umani, porta al suggerimento di concentrare maggiori sforzi verso la definizione di un sistema formativo ed informativo della popolazione, ad esempio installando negli appartamenti apparecchi di misurazione del livello di consumo di energia elettrica, acqua calda e calore, individuando incentivi economici per il risparmio energetico. Tale aspetto è riconoscibile tra gli elementi di attenzione anche in altri progetti a caratterizzazione ambientale realizzati in Europa negli ultimi venti anni, ed ha portato ad un aumento della consapevolezza del ruolo dei comportamenti nell'implementazione delle strategie di riduzione dei consumi.

Alla scala edilizia le soluzioni impiegate riguardano la minimizzazione dei consumi energetici, sia attraverso l'impiego di materiali ad alta capacità isolante sia attraverso l'installazione di pannelli solari e fotovoltaici per la produzione di elettricità ed acqua calda.

Un approccio rivolto alla creazione di interrelazioni si basa sulla ricerca di un ciclo virtuoso tra gli elementi dell'ambiente costruito partendo, data la complessità connessioni presenti in ambito urbano, dall'identificazione delle relazioni principali per un particolare contesto. Questo approccio porta la necessità di stabilire un processo di masterplan, utilizzando per la valutazione delle prestazioni energetiche delle differenti ipotesi modelli di simulazione; anche il monitoraggio dei risultati raggiunti in relazione agli obiettivi posti risulta un momento fondamentale nella vita di un progetto, sia per testare le scelte effettuate che per ampliare consenso ed attenzione su progetti a caratterizzazione sostenibile. Data la complessità delle operazioni e le differenti professionalità coinvolte, fondamentale risulta essere la presenza di un team di progettazione integrato, oltre alla figura di un responsabile in grado di guidare nelle differenti fasi il progetto.

Nonostante alcuni obiettivi comuni a differenti progetti, come la riduzione delle emissioni di CO₂ e l'aumento delle sostenibilità energetica ed ambientale, le strategie di design alla base del processo devono essere basate sulle necessità espresse dalla popolazione, le caratteristiche culturali, climatiche e la disponibilità di risorse; allo stesso modo la definizione degli obiettivi che si intendono raggiungere devono derivare da un processo di negoziazione con gli stakeholder. All'interno degli obiettivi bisogna inoltre identificare il livello di flessibilità degli stessi nel percorso di masterplan, in particolare la maglia infrastrutturale e delle tecnologie a rete si configura come elemento a maggior coerenza, sia nel breve che nel lungo periodo, facendo in modo che il progetto possa rispondere ed essere aggiornato facilmente alle necessità che potrebbero verificarsi in futuro.

Concludendo, il caso di Hammarby presenta un contributo fondamentale relativamente agli aspetti gestionali e di interrelazione tra tecnologie per il quartiere (cogenerazione, trattamento reflui e raccolta rifiuti) e politiche alla scala comunale; mentre per quanto riguarda gli aspetti di definizione morfo-tipologica risulta deficitario in relazione alla massimizzazione dell'energia solare, derivante principalmente dall'influenza della volontà politica sulle scelte progettuali e dalla mancata predisposizione di studi preliminare relativi alla captazione.

Le strategie energetiche maggiormente efficaci si sono rivelate essere quelle relative alla definizione di impianti a rete per la depurazione delle acque ed il riuso dell'energia derivante, la raccolta dei rifiuti per la produzione energetica e la presenza del teleriscaldamento. L'interconnessione esistente tra i differenti impianti consente inoltre un miglioramento dell'efficienza nella produzione energetica, limitando gli sprechi e la necessità di introdurre energia dall'esterno del ciclo.

La realizzazione del quartiere in prossimità della città consolidata e la definizione di un sistema di trasporto collettivo efficiente ha consentito la riduzione delle emissioni di anidride carbonica in atmosfera, sebbene la riduzione delle auto di proprietà sia ancora di difficile applicazione. Il car sharing, sebbene abbia guadagnato popolarità e utilizzo, risulta generalmente difficilmente applicabile su larga scala, come hanno dimostrato anche altri esempi europei (tra cui BedZED, Bo01 Malmö, Viikki); mentre politiche rivolte al miglioramento del parco auto circolante hanno dimostrato una notevole efficacia in termini di riduzione delle emissioni.

Gli effetti di riproducibilità su larga scala sono identificabili sia dal punto di vista impiantistico e tecnologico, attraverso il consolidamento delle esperienze pilota e la loro applicazione alle nuove progettualità, che nell'utilizzo estensivo del modello gestionale condiviso per gli aspetti di coordinamento del ciclo energetico locale. Le relazioni intercorrenti tra volontà dichiarata – al livello politico e progettuale – e realizzazioni/prestazioni finali possono variare considerevolmente. Utilizzando il caso svedese è possibile identificare come, sebbene non si verifichi il pieno raggiungimento degli obiettivi previsti inizialmente, il risparmio ottenibile giustifichi gli investimenti iniziali, in particolare se si tiene in considerazione l'aspetto connesso all'avanzamento culturale e della pratica progettuale.

4 Bibliografia

Axelsson, K., C. Delefors & P. Söderström (2001), *Hammarby Sjöstad – en kvalitativ studie av människors faktiska miljöbeteende och dess orsaker*, Rapport december 2001, Renhållningsförvaltningen: Stockholm.

Banister D., Watson S., Wood C. (1997), Sustainable cities: transport, energy, and urban form, *Environment and Planning B*, 24: 125–143.

Beatley T. (1999), *Green Urbanism: Learning from European Cities*, Island Press.

Bell S., Morse S. (2003), *Measuring Sustainability: Learning by Doing*, Earthscan Publications, Limited.

Bodén Å. (2001), *Hammarby Sjöstad*, Stockholm: Real Estate and Traffic Administration.

Bodén Å. (2002), *Hammarby Sjöstad. BoStad02*, Stockholms stad, Stockholm: Gatu och fastighetskontoret.

Breheny M.J. (1992), *Sustainable Development and Urban Form*, London: Pion.

- Brick K. per Grontmij AB (2008), *Report summary - Follow up of environmental impact in Hammarby Sjöstad: Sickla Udde, Sickla Kaj and Lugnet*, Report March 2008. <http://www.hammarbysjostad.se/inenglish/pdf/Grontmij%20Report%20eng.pdf>
- Brogren M., Green A. (2003), Hammarby Sjöstad – an interdisciplinary case study of the integration of photovoltaics in a new ecologically sustainable residential area in Stockholm, *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 75, 3-4: 761-765.
- Burchell R.W., Listokin D. (1982), *Energy and Land use*, Center for Urban Policy Research, The State University of New Jersey: Rutgers.
- City of Stockholm (2009), *Funding for Environmental Programmes*, <http://www.stockholm.se/KlimatMiljo/Klimat/Stockholms-Action-Programme-on-Climate-Change/Funding/>
- Commission of European Communities (2007), *Comunicato della commissione al consiglio europeo e al parlamento europeo, Una politica energetica per l'Europa*, Bruxelles, COM(2007) 1 definitivo.
- Droege P. (2006), *The Renewal City – A comprehensive guide to an urban revolution*, England: Wiley Accademy a division of Wiley & Sons Ltd.
- Eco-Valle, Commissione europea Programma Life (2006), *Eco - barrios en Europa: Nuevos entornos residenciales*, Madrid: EMVS.
- Environment Administration – City of Stockholm (2009), *The City of Stockholm's climate initiatives*, June 2009, Stockholm.
- Fontes E., Bosander P., Nilsson E. (2002), Fuel cells in the Nordic countries, *Fuel Cells Bulletin*, 2002, 5: 9-11.
- GlashusEtt (2007a), Hammarby Sjöstad – a unique environmental project in Stockholm, City of Stockholm, Sweden: Alfaprint.
- GlashusEtt (2007b), Hammarby Sjöstad – a new city district with emphasis on water and ecology, City of Stockholm, Sweden: Alfaprint.
- Guinchard C.G. (1997) *Swedish planning: towards sustainable development*, special edition of PLAN, The Swedish Journal of Planning, Swedish Town and Country Planning Association, Stockholm.
- IPCC (2007), *Climate change 2007*, Synthesis report (Summary for Policymakers), Geneva
- Jenks M., Burton E. (2000), *Achieving sustainable urban form*, London: Spoon press.
- Kalbro T., Mattsson H. (1995), *Urban land and property markets in Sweden*, London: UCL.

- Pandis S., Brandt N. (2009), *Utvärdering av Hammarby Sjöstads miljöprofilering - vilka erfarenheter ska tas med till nya stadsutvecklingsprojekt i Stockholm?*, Rapport, Stockholm: Avdelningen för Industriell Ekologi - KTH.
- Refsgaard K., Magnussen K. (2009), Household behaviour and attitudes with respect to recycling food waste – experiences from focus groups, *Journal of Environmental Management*, 90, 2: 760-771.
- Rutherford J. (2008), Unbundling Stockholm: The networks, planning and social welfare nexus beyond the unitary city, *Geoforum*, 39, 6: 1871-1883.
- Stadsbyggnadskontoret (2000), *Översiktplan 1999 Stockholm*, Stockholm: Stadsbyggnadskontoret.
- Steemers K., Raydan D., Ratti C., Robinson D. (2000), *PRECis: Assessing the Potential for Renewable Energy in Cities - Final Report*, Cambridge.
- Vestbro, D. U. (2004), *Conflicting Perspectives in the Development of Hammarby Sjöstad, Stockholm*, Royal Institute of Technology (KTH): Stockholm.
- Voogt J. A. (2002), Urban heat island, in Douglas I. (eds.), *Encyclopedia of Global Environmental Change*, New York: John Wiley & Sons. 660–666.

ABSTRACT

Starting from the 90s, the design of new districts having strong environmental and energy sustainable profiles has gained attention among public administrations and project teams. These co-operations have brought new lines of research oriented towards the definition of different energy strategies at the urban and local scales.

Effectiveness of the energy sustainable actions on the new developments: the case of Hammarby Sjöstad Stockholm is focused on the local approach and solutions for the district design, which have been recognized as fundamental for controlling energy demand, consumption and production. In particular, the role of the district design regards the possibility to adapt the urban grid to the climatic and environmental characteristics of a place (Breheny, 1992; Jenks *et al.*, 2000), contributing in changing energy and environmental performance of a settlement, thanks also to the feasibility for planting energy saving/production technologies (Bell *et al.*, 2003; Steemers *et al.*, 2000).

Aim of the paper is to underline the different policies and project tools that have given the best results in energy performance at the district scale. Hammarby Sjöstad – Stockholm's new eco-designed district – has been chosen as case study for define general parameters and guidelines for environmental and energy sustainable districts. The ecological footprint and the efficiency increase have been compared with the existing city, in order to better understand results and gaps.