

---

**XXXIII Conferenza scientifica annuale AISRe**

**Valutazione integrata economia,  
energia, ambiente**

**Sessione Organizzata 18**

**Roma**

**13-15 Settembre 2012**

---

**ENEA**

Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile





XXXIII Conferenza scientifica annuale AISRe  
Roma, 13-15 settembre 2012

Atti della Sessione Organizzata 18  
VALUTAZIONE INTEGRATA ECONOMIA, ENERGIA, AMBIENTE

*A cura dell'Unità Centrale Studi e Strategie - ENEA*

*Revisione editoriale: Paola Molinas*

2013 ENEA  
Agenzia per le Nuove tecnologie  
l'Energia e lo sviluppo economico sostenibile

Lungotevere Thaon di Revel, 76  
00196 Roma

ISBN 978-88-8286-291-6

Immagine di copertina: Umberto Boccioni, *La città che sale*, 1910

Quest'opera, realizzata dal pittore futurista Boccioni nel 1910, raffigura una città in trasformazione. Ne sono testimonianza i cantieri e le impalcature rappresentate in alto a sinistra del dipinto. Completano il quadro nella parte centrale cavalli e uomini in movimento. Questi ultimi esprimono quella forza capace di cambiamenti verso la città che diventa il luogo simbolo del dinamismo dell'uomo. Movimento e, dunque, energia, trasformazioni urbane, intelligenze umane declinate al cambiamento, sono in sintesi i temi del dipinto ma anche le parole chiave degli articoli presentati in questa miscellanea.

## Indice

<b>Premessa</b>	4
<b>Verso una “Valutazione integrata economia, energia, ambiente”</b> Andrea Forni	
<b>Energia e morfologia urbana</b>	5
Paola Bolchi, Lidia Diappi, Pasquale Regina	
<b>La transizione energetica come paradigma di sviluppo sostenibile.</b>	23
<b>Un caso di studio nella collina interna della Campania settentrionale</b> Nicola Colonna, Pierluigi De Felice, Andrea Forni	
<b>Strumenti di contabilità economico-ambientale per valutare gli effetti di piani e programmi sulle emissioni di gas serra</b>	50
Roberto Del Ciello, Maria Velardi, Cecilia Camporeale	
<b>Un esempio di pianificazione energetica su scala urbana: problematiche realizzative, punti di forza e di debolezza</b>	66
Angelamaria Massimo, Noel Torrez, Andrea Frattolillo, Andrea Forni	
<b>La nuova pianificazione energetica nei PAES e PEAR</b>	77
Andrea Forni, Claudio Baffioni, Nicola Colonna, Ivano Olivetti, Pasquale Regina, Noel Torrez	

## **Premessa**

### **Verso una "Valutazione integrata economia, energia, ambiente"**

La pianificazione energetica costituisce una delle linee di attività di cui si occupa l'Unità Centrale Studi e Strategie dell'ENEA (UCSTUDI), con la quale si cerca di analizzare il rapporto tra il territorio ed il nuovo paradigma energetico.

Gli architetti sostengono da tempo che "il territorio non è trattabile come un mulo da soma, e non vi si può caricare qualunque cosa".

Tra le "cose" che oggi insistono sul territorio, vi sono gli elementi costitutivi del "sistema energetico di produzione e distribuzione", poiché la domanda di energia si soddisfa attraverso centinaia di migliaia di impianti a fonti rinnovabili, collocati vicino alla domanda di energia.

Il passaggio dalla monotecnologia energetica termoelettrica, in atto dal 1800 al 1980, alla pluritecnologica a fonti rinnovabili (RES) sviluppata dal 1970 in poi, è stato infatti lanciato sul piano economico e sociale ed è oggi in piena attuazione ed evoluzione.

Questo rappresenta una innovazione nella gestione del territorio che non è stata ancora studiata dalla comunità scientifica, e produce delle conseguenze nella *governance* energetica e territoriale, con ricadute dirette sulla pianificazione dello sviluppo economico e sul raggiungimento degli obiettivi ambientali ed energetici di ogni paese.

I *paper* inseriti nella sessione speciale del Congresso AISRE 2012 che si è svolto a Roma nello scorso mese di settembre presso l'Università di Tor Vergata, rappresentano in modo sintetico quali siano gli elementi costitutivi dell'"approccio multidisciplinare" proposto dalla scuola di pensiero che l'UCSTUDI ha cercato di percorrere, insieme a centri di ricerca, quali il Politecnico di Milano e l'Università del Lazio Meridionale.

I *paper* illustrano come si legga un territorio con indicatori energetici e geomorfologici; quali strumenti e metodologie tipici delle discipline di analisi socio-economica possano essere applicati; quali caratteristiche tecnologiche degli impianti RES debbano essere considerate per superare le barriere attuali alla loro distribuzione sul territorio; quali strumenti di analisi e misura siano oggi stati realizzati per progettare le azioni di produzione di energia e di efficienza energetica.

Percorre tutti i *paper* l'opinione che si debba arrivare a "modelli di analisi territoriale complementari tra loro", pur se afferenti concettualmente a discipline scientifiche diverse, quali ad esempio: architettura e urbanistica, statistica, economia, sociologia, geografia, impiantistica energetica, materiali, strumentazione di misura di grandezze energetiche e ambientali.

Tutte queste discipline sono state la base delle attività di ricerca descritte nei *paper*, al cui interno si trovano descritti i vari modelli e/o metodologie di analisi e valutazione progettati e utilizzati nei vari studi completati negli ultimi 5 anni.

Andrea Forni  
ENEA - Unità Centrale Studi e Strategie  
Coordinamento Iniziative sul Territorio

**ENERGIA E MORFOLOGIA URBANA**

Paola BOLCHI<sup>1</sup>, Lidia DIAPPI<sup>2</sup>, Pasquale REGINA<sup>3</sup>

**SOMMARIO**

Il contributo indaga le performance energetiche a livello del quartiere, una scala intermedia tra il singolo edificio e la scala urbana.

La ricerca sul rapporto energia/forma urbana è molto avanzata alla scala del singolo edificio, al punto da avere ricadute sulla normativa, e alla grande scala regionale o nazionale, ma poco si conosce su come la struttura spaziale influenzi la domanda di energia.

Il contributo analizza le prestazioni di cinque progetti alternativi sulla stessa area connotati da diverse tipologie: case basse ad alta densità, case a corte, in linea, torri e lo stato di fatto, con uguale capacità insediativa in termini di abitanti.

Il caso studio è costituito da un quartiere di edilizia pubblica di Milano, il Lorenteggio.

Nello studio vengono analizzate le prestazioni rispetto a parametri ambientali e morfologici (captazione solare, generazione d'ombra, indice di compattezza, struttura del verde, rapporto di copertura).

---

<sup>1</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento Architettura e Studi Urbani (DASU), *paola.bolchi@polimi.it*

<sup>2</sup> Politecnico di Milano, Dipartimento Architettura e Studi Urbani (DASU), *lidia.diappi@polimi.it*

<sup>3</sup> ENEA, Unità Tecnica Efficienza Energetica, Bari, *pasquale.regina@enea.it*

## **INTRODUZIONE**

La finalità principale di questa ricerca è stata indagare le potenzialità offerte dallo studio della forma urbana (la morfologia) nel determinare la qualità ambientale ed i consumi energetici del tessuto costruito.

In particolare l'oggetto di questa ricerca ha riguardato la scala spaziale intermedia tra il singolo edificio e la città, scala in cui è leggibile la morfologia e l'organizzazione degli usi del suolo urbano. Alla base di questo studio è la profonda convinzione che solo un approfondito ragionamento alla scala dell'insediamento costruito possa rendere effettive alcune scelte indirizzate al risparmio energetico in urbanistica.

Se da un lato è vero che molti progressi sono stati compiuti in architettura per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici, dall'altro, tuttavia, alla scala dell'architettura si possono ottenere scarsi risultati di qualità ambientale, se non si è sostenuti da un ambiente circostante progettato in maniera corretta (Steemers and Steane, 2004). Il raggiungimento di una riduzione considerevole dei consumi energetici, quindi, non si esaurisce intervenendo solamente alla scala dell'edificio: non è infatti sufficiente la replica del modello della casa a basso consumo energetico per ottenere una maggiore sostenibilità dell'ambiente urbano.

Si auspica perciò che la questione del controllo della forma del costruito torni ad essere la materia prima per chi si occupa di architettura e pianificazione, a maggior ragione oggi, in cui i temi ambientali acquistano sempre più importanza all'interno della progettazione. Questo studio ha valutato le diverse performance climatico-energetiche che la morfologia urbana determina a livello locale<sup>1</sup>. A partire da modelli insediativi diversi, elaborati su una stessa area, che utilizzano tipologie diverse, edifici in linea, a corte, a torre e case basse ad alta densità, sono stati applicati diversi indicatori di performance relativamente alla captazione solare e ombreggiamento, il fattore SV (*Sky View Factor*), consumi energetici, presenza di mitigazione climatica del verde. Successivamente è stata tratta una sintesi dall'applicazione dell'analisi multi-criteri all'insieme dei casi studio e indicatori analizzati.

## **LE SCALE SPAZIALI DELLA QUESTIONE ENERGETICA**

Il tema energetico viene generalmente affrontato a scala internazionale, a cui avvengono gli accordi sugli scambi delle principali fonti energetiche: petrolio, metano ed energia elettrica. Tuttavia i trend in forte crescita delle energie rinnovabili, sotto la spinta di interventi legislativi cogenti (legge 311) e incentivanti (le ultime finanziarie), stanno cambiando radicalmente ed in tempi abbastanza brevi lo scenario di medio termine, a partire da eventi/azioni molto localizzati, almeno nella prima fase.

La ricaduta più rilevante dello sviluppo delle fonti rinnovabili riguarda il trasferimento dalla scala globale alla scala locale delle politiche, con particolare riferimento alle fonti e infrastrutture energetiche e alla gestione della domanda dei consumi in rapporto alle risorse territoriali. Infatti a livello UE, già ora la miriade di piccole iniziative urbane sta diventando sistema e modificando la rete energetica.

---

<sup>1</sup> Questo paper si è basato anche su elaborazioni sviluppate nella tesi *Case basse ad alta densità come alternativa tipologica* di Greven E. e Trivisani S., Politecnico di Milano AA 2009-2010. Si coglie l'occasione per ringraziare gli autori.

In particolare si può ipotizzare una progressiva riduzione di reti infrastrutturali a grande scala a favore di reti locali in cui, alla tradizionale catena monodirezionale "produzione-distribuzione-consumo", si sostituiscano connessioni tra nodi con funzioni coesistenti simultaneamente di "consumatori e produttori e di energia".

I sistemi di incentivazione all'adozione di tecnologie per l'energia rinnovabile, particolarmente generosi in Italia, hanno completamente trascurato l'aspetto territoriale della domanda di energia, ignorandone soprattutto la maggiore concentrazione nelle aree urbane. I pannelli fotovoltaici e solari sono tecnologie adatte e quindi maggiormente impiegate in ambienti rurali o peri-urbani a bassa densità, mentre risultano di scarsa penetrazione in ambito urbano, per le scarse superfici di copertura a disposizione, per i vincoli di tutela degli edifici storici, per la difficoltà di trovare accordi tra condomini o utenze multiple, come indagini specifiche (Diappi e Bolchi, 2010) hanno dimostrato.

Il governo locale è chiamato quindi ad assumersi nuove responsabilità in materia energetica trasferendo il proprio livello d'azione dalla scala del singolo edificio (ormai sufficientemente regolamentata) alla scala urbana, individuando le strategie più efficaci per il risparmio energetico e la qualità ambientale (OECD, 1995).

Da un punto di vista scientifico il tema energetico è ampiamente sviluppato a scala del singolo edificio, ma pochi sono i tentativi di studiare il comportamento energetico a livello micro-urbanistico o a scala urbana. Manca un tentativo di sistematizzazione delle varie esperienze fatte e di integrazione tra politiche energetiche e pianificazione territoriale, in grado di dare forma al territorio nella sua complessità, contribuendo alla riduzione del consumo energetico e dell'inquinamento e al miglioramento del microclima.

L'oggetto di questa ricerca ha riguardato la scala spaziale intermedia tra il singolo edificio e la città, scala in cui è leggibile la morfologia e l'organizzazione degli usi del suolo urbano. Pertanto in questa rassegna, per brevità, verranno focalizzati solo i contributi di conoscenza che riguardano il tema energia in rapporto all'organizzazione dello spazio urbano, omettendo tutti i numerosi documenti, provvedimenti normativi e contributi riguardanti il tema dell'energia alla scala nazionale o internazionale o a livello dell'edificio. Scremando la letteratura esistente con questo criterio non rimane molto: i livelli di conoscenza sono ormai notevolmente consolidati alla scala del singolo edificio e alla scala vasta, ma poco è stato indagato nello snodo di interazione tra forme architettoniche ed impianto urbanistico.

## **I CONTRIBUTI SCIENTIFICI SUL RAPPORTO MORFOLOGIA URBANA-ENERGIA**

Sul piano scientifico la Gran Bretagna ha avuto un ruolo trainante nello studio dell'energia a questa scala intermedia. A partire dagli anni sessanta, il Martin Center di Cambridge, fondato da Leslie Martin and Lionel March (1972), vero antesignano degli studi sulla performance della morfologia urbana, avvia studi sistematici su vari aspetti della struttura fisica della città, modellizzandone le relazioni ed estraendo regole di buona progettazione ambientale (Knowles, 1974). Temi quali densità e tipologie in rapporto alle variabili ambientali, le analisi comparative sulle condizioni di illuminazione e soleggiamento, i modelli predittivi sui consumi energetici a scala urbana (De La Barra and Rickaby, 1987; Littler and Thomas, 1985) vengono trattati introducendo esplicitamente il tema energia ed ambiente.

Una decina di anni più tardi il Centre for Configurational Studies di Milton Keynes, diretto da Phil Steadman, avvia una serie di studi sul comportamento energetico di gruppi di edifici applicando modelli di dispersione termica e soleggiamento (Steadman, 1977; Owens, 1986). È di quegli anni un testo importante, *Energy and urban built form* (Hawkes et al., 1987), che raccoglie tutti gli studi sistematici sul tema svolti fino a quel momento. Si tratta però di studi su ambiti specifici, più orientati ai metodi, tuttora d'attualità, che a risultati di validità generale.

Negli anni ottanta e novanta, evoluzioni culturali dominanti nell'*Urban Design*, in qualche modo antitetico rispetto all'impostazione scientifica del Martin Centre, hanno messo in ombra i contributi di questa scuola, che pur tuttavia ha continuato nella sua tradizione producendo esiti di altissimo livello (Knowles, 1981). Infatti oggi non si può non riconoscere una sua continuità nei numerosissimi studi avviati alla fine del secolo scorso nel mondo anglosassone sotto la spinta della questione sostenibilità ambientale ed urbana. In particolare sembrano derivare abbastanza chiaramente, negli obiettivi e nel metodo, tre distinti filoni:

1. Gli studi ed il dibattito che ne è seguito sulla città compatta (Williams et al., 1996 e 2000), che focalizza in particolare le relazioni densità/trasporti/forma urbana (ambito che, per inciso, questa ricerca ha deciso di non affrontare) ed energia/forma urbana alla grande scala;
2. I modelli di valutazione delle prestazioni microclimatiche ambientali successivamente approfonditi anche al Senseable City Laboratory presso il Massachusetts Institute of Technology di Boston da Nick Baker, Carlo Ratti e Paul Richens a partire dalla fine degli anni novanta (Ratti ed al., 2005). L'approccio, basato su una tecnica innovativa di processo di immagini *raster* (DEM, *Digital Elevation Model*) della forma urbana, è reso possibile dalla disponibilità di immagini da telerilevamento satellitare, che vengono poi trattati attraverso modelli digitali di "image processing". È possibile quindi simulare visivamente e calcolare il comportamento di diversi tessuti urbani rispetto ad alcune, selezionate, variabili ambientali (Ratti and Morello, 2005). Si tratta della metodologia più promettente e più vicina all'impostazione che questo studio ha adottato.
3. Studi empirici sulle dispersioni termiche ed emissioni in tessuti urbani esistenti. Sembra esserci una continuità tra i contributi di Steadman e lo studio sulla città di Oxford (Gupta, 2008) eseguito mediante un software di appoggio, DECoRum, che calcola l'uso dell'energia, il costo del carburante e le emissioni per riscaldamento, cucina, acqua calda, luce ed elettrodomestici per singoli edifici, avendo a disposizione un database accurato fornito dall'amministrazione comunale e dagli enti erogatori di energia. Anche questo contributo è molto utile ai fini della ricerca, anche se non è finalizzato alla pianificazione dello spazio fisico, ma al monitoraggio e all'adeguamento dell'offerta energetica e della regolamentazione sulle tecnologie utilizzate.

Un testo fondativo su una diversa concezione del *planning* in rapporto a un progressivo maggiore uso delle risorse energetiche rinnovabili è "*The renewable city*" di Peter Droege (2006), che fornisce un quadro teorico sufficientemente sistematizzato.

Un successivo volume, a cura dello stesso Droege (2008), raccoglie alcune esperienze virtuose di pianificazione energetica a varie scale.

Sul versante dell'analisi, una valutazione dei consumi energetici in rapporto agli stili di vita in diversi paesi è stata elaborata da Butera (2008). Il contributo, sintetizzato nell'introduzione alla edizione italiana del libro di Droege (2006), mette ben in evidenza il legame tra risorse energetiche disponibili, livello di reddito e consumi, sfatando l'ipotesi secondo cui a reddito più alto corrispondono consumi più elevati e maggiori inquinamenti. In vari paesi in via di sviluppo la produzione energetica poco efficiente, l'uso di vecchi elettrodomestici ad alto consumo, la necessità comunque di raffrescare gli ambienti con condizionatori vecchi non efficienti porta a consumi di energia elevati. L'uso del carbone secondo vecchie tecnologie nei processi produttivi e in ambiente domestico per cucinare e riscaldarsi porta a produrre levate quantità di CO<sub>2</sub>.

### **IL CASO STUDIO: IL QUARTIERE DI LORENTEGGIO**

Il quartiere Lorenteggio, ex "Quartiere IFACP Renzo e Mario Mina", viene realizzato negli anni 1938-1944, ad opera dei progettisti Tullio Tollio, Alberto Morone, Fausto Natoli, Guido Baselli, Pietro Della Noce, Ufficio Tecnico IFACP sotto la direzione di Giovanni Broglio. Di chiara impostazione razionalista, tipica dell'epoca di costruzione, nasce con la finalità di offrire case ai lavoratori delle industrie situate lungo il Naviglio Grande e la ferrovia Milano-Mortara. In quegli anni rappresentava il quartiere popolare ed operaio simbolo dell'accoglienza, della socialità e della solidarietà. Negli ultimi venti anni la scomparsa delle attività industriali e della piccola distribuzione, così come il depotenziamento del ruolo dei centri di aggregazione – unitamente all'aumento del costo della casa e alla concentrazione delle persone con basso reddito nei quartieri periferici – hanno contribuito a creare isolamento, abbandono, degrado.

L'area su cui sorge il quartiere ha un'estensione di circa 134.000 m<sup>2</sup>, con un volume edificato di 670.000 m<sup>3</sup>, e quindi con un indice urbanistico pari a 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Il complesso è costituito da sei comparti, corrispondenti ai sei isolati che costituiscono il quartiere. Il Quartiere Lorenteggio è delimitato a nord da via Lorenteggio, a sud da via Giambellino, a est da via Odazio, a ovest da via Inganni ed è attraversato da via Segneri. Delimitano inoltre il quartiere piazza Tirana a sud-ovest e largo Giambellino verso est.

*Figura 1 - Il quartiere Lorenteggio*



Fonte: DASTU

Si tratta di un'area densamente popolata, specialmente a causa della dimensione estremamente ridotta degli alloggi che, spesso, hanno valori al di sotto degli standard previsti. Gli edifici sono costituiti da corpi di fabbrica prevalentemente "in linea", ad eccezione di alcuni edifici "a ballatoio", con tre/quattro piani fuori terra, un piano rialzato e un piano seminterrato. Al piede di alcuni fabbricati sono collocati spazi ad uso commerciale o con destinazione a servizi. I corpi scala degli edifici in linea disimpegnano da due a quattro alloggi per piano con superfici medie di circa 24 (di cui 50 "sotto soglia", ovvero al di sotto dello standard minimo di superficie abitabile) e 65 m<sup>2</sup>. Strutturalmente, gli edifici sono diversamente costituiti in relazione ai diversi comparti, ma sostanzialmente riconducibili a elementi portanti in cemento armato e setti verticali portanti in muratura di laterizi pieni con solette in latero cemento armato.

## **IL CONFRONTO TRA PROGETTI**

### ***Morfologie territoriali***

I quattro progetti messi a confronto tra loro e con lo stato di fatto, si ispirano a comuni moderni principi di *urban design*, pur nella diversità delle tipologie edilizie adottate. In particolare:

- viene conservato l'asse centrale viario che assume la funzione di asse centrale alberato o parco;
- il verde è considerato non solo un elemento di qualità percettiva e ecologica, ma anche un fattore di mitigazione climatica rilevante. Pertanto nei progetti il verde costituisce un'infrastruttura continua che dalla spina centrale si diffonde circondando i singoli edifici;
- i servizi di vicinato in genere si collocano al di sotto degli edifici residenziali favorendo il mix funzionale e la brevità dei percorsi;
- il quartiere è *car-free*, quindi con assenza di strade di scorrimento e attraversamento, ma solo di distribuzione superficiale e accesso ai parcheggi sotterranei;
- i progetti a confronto sono impostati sulla stessa superficie fondiaria con il medesimo lay-out degli isolati, mantenendo invariata la volumetria e quindi la densità abitativa, al fine di ottenere dati direttamente confrontabili;
- la disposizione dei volumi degli isolati favorisce l'apporto solare agli edifici scegliendo opportunamente le distanze, l'orientamento e gli ombreggiamenti che i volumi generano, in modo da assicurare una buona qualità ambientale e degli spazi aperti.

La capacità abitativa prevista per il sistema insediativo in tutti i progetti è di 4.000 abitanti, ovvero circa 370 abitanti/ettaro.

Il numero totale degli alloggi è 1.073, insediati su una superficie fondiaria di 101.980 m<sup>2</sup>, determinando un rapporto di 105 alloggi/ettaro.

I quattro progetti messi a confronto sono:

- a. case basse ad alta densità;
- b. edifici in linea;
- c. edifici a torre;
- d. edifici a corte;

a cui si aggiunge:

- e. stato di fatto.

Di seguito viene fornita una breve presentazione dei modelli.

#### *a. Case basse ad alta densità*

Il modello insediativo aspira ad ottenere i vantaggi di sostenibilità legati all'alta densità con il rispetto della *privacy* e dell'identità e individualità proprio della casa unifamiliare. Prodromi di questo modello sono stati sviluppati in Germania da Schwagenscheidt e Sittmann nel 1958 e negli Stati Uniti da Sauer (Saggio, 1988; Meninno, 2009) a partire da metà del Novecento, diventando ben presto un'alternativa all'edificio multi piano da un lato ed alle villette dello *sprawl* urbano dall'altro. Elemento di ogni abitazione è un giardino o ampio terrazzo privato e una distribuzione dei locali dell'alloggio su più piani con un ingresso indipendente. Spesso i volumi edilizi si integrano in un *puzzle* tridimensionale di spazi aperti e chiusi, integrati in orizzontale e verticale.

Questa tipologia connota alcuni dei progetti più recenti di rigenerazione urbana in Europa, quali il complesso residenziale Singel a Ypenburg o Borneo Sporenburg ad Amsterdam, e negli Stati Uniti il Tassafaronga Village del 2010.

*Figura 2 - Case basse ad alta densità*



Fonte: DASTU

#### *b. Edifici in linea*

La tipologia delle case in linea è caratterizzata dall'aggregazione lineare, non necessariamente rettilinea, di alloggi accorpati due a due, intorno ad un corpo di collegamento verticale, il vano scale.

La densità delle case in linea differisce notevolmente in funzione del numero di piani serviti, che varia generalmente da tre a più di dieci.

La casa in linea costituisce il tipo edilizio residenziale plurifamiliare più diffuso in Italia, sia per l'economia dell'impianto costruttivo, sia per i valori di densità abitativa che si possono ottenere, sia ancora perché imposto dalla cultura urbanistica Modernista, rappresentando agli occhi dei fruitori, il simbolo di residenza urbana.

*Figura 3 - Edifici in linea*



Fonte: DASTU

*c. Edifici a corte*

Modello urbano e rurale, le case a corte derivano dal lotto ottocentesco circondato da strade, dove edifici lineari di uguale altezza circoscrivono uno spazio interno, delimitato da almeno tre lati del corpo di fabbrica.

Così come per la tipologia delle case in linea, la casa a corte costituisce il tipo edilizio residenziale plurifamiliare più diffuso in Italia, sia per tradizione, che per l'economia dell'impianto costruttivo, e per i valori di densità abitativa che si possono ottenere.

*Figura 4 - Edifici a corte*



Fonte: DASTU

*d. Edifici a torre*

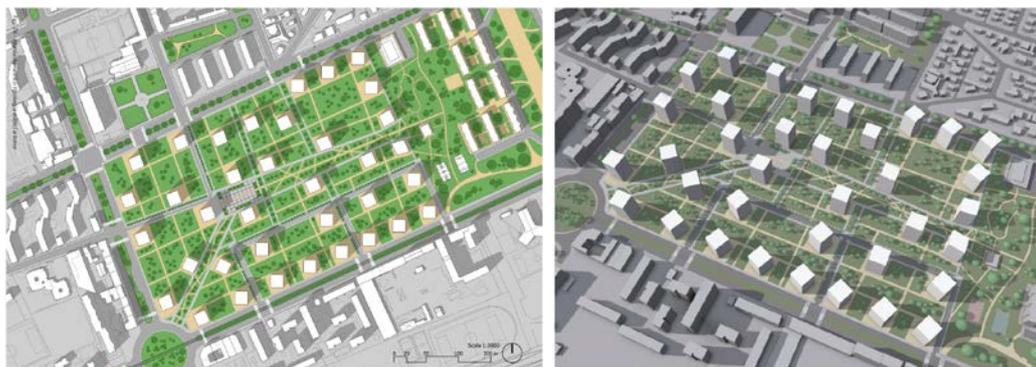
La tipologia della casa a torre è caratterizzata da una prevalenza dell'altezza rispetto alle due dimensioni della base e si sviluppa attorno ad un corpo centrale che racchiude ascensori, scale e impianti, consentendo così l'affaccio su tutti i fronti.

La tipologia a torre si afferma dove l'elevato valore dei suoli induce al massimo sfruttamento dello spazio disponibile.

La possibilità di affaccio su tutti i fronti consente di poter collocare 4 alloggi per piano. È stato largamente utilizzato anche in quartieri di edilizia pubblica nel secondo dopoguerra.

L'edificio a torre alta può essere impiegato per realizzare emergenze architettoniche, poli di interesse visivo, che guidino nella fruizione spaziale del tessuto urbano.

Figura 5 - Edifici a torre



Fonte: DASTU

### **Descrizione degli indicatori**

Per questa analisi vengono presi in considerazione i soli indicatori più strettamente legati all'energia, suddividendoli in tre gruppi:

#### *Accessibilità solare*

Attraverso strumenti operativi di analisi alla scala del quartiere e alla scala urbana, in grado di dare risposte veloci e precise circa la qualità ambientale, sono stati analizzati e messi a confronto i progetti delle diverse tipologie abitative per quanto riguarda l'accessibilità solare, quantificando le zone d'ombra generate dal *layout* degli edifici sugli spazi aperti e sulle superfici urbane. I dati sono relativi al 21 giugno e al 21 dicembre:

- percentuale di ombra all'ora generata mediamente sugli spazi aperti;
- percentuale degli spazi aperti in ombra alla ore 12.00;
- percentuale degli spazi aperti permanente in ombra;
- percentuale di superficie di aree verdi in ombra per ora di sole nel giorno in esame.

Lo stesso gruppo di indicatori assume valori diversi di significato opposto alle due date considerate. Gli spazi in ombra in giugno costituiscono elementi di *comfort* ambientale, mentre al contrario, nel mese di dicembre, generano *discomfort* e aumentano il fabbisogno energetico degli edifici adiacenti.

#### *Il fattore di vista del cielo (sky view factor)*

Questo indice, esprime "la porzione di cielo visibile da ogni punto dello spazio ed è direttamente correlabile alla capacità del suolo di riflettere verso il cielo il calore accumulato durante la giornata, restituendo cioè un modello semplificato per descrivere l'isola di calore urbana" (Morello, 2009). È calcolabile per ogni punto dello spazio aperto e su porzioni sufficientemente estese di territorio urbano.

Se l'SVF è pari a 1, significa che la vista del cielo è totale (come avviene per le superfici collocate in ampi spazi aperti o per le coperture degli edifici più alti) e le temperature ambientali sono principalmente legate alle condizioni climatiche e meteorologiche.

Se l'SVF è prossimo allo 0, o comunque assume valori bassi, significa che la vista del cielo è totalmente o parzialmente ostruita e le temperature sono fortemente legate al contesto urbano.

I dati sull'accessibilità solare e sullo *sky view factor* delle diverse tipologie residenziali messe a confronto sono state ottenute attraverso un *digital elevation model* che simula le ombre portate sulla base del percorso solare.

#### *Fattori di forma urbana*

L'analisi comparativa è basata su indicatori urbanistico-morfologici quali:

- superficie coperta/superficie totale;
- superficie delle aree verdi;
- fattore di forma S/V.

*Tabella 1 - Definizione degli indicatori di forma utilizzati*

<b>S.C. – superficie coperta (m<sup>2</sup>)</b>	Area risultante dalla proiezione sul piano orizzontale di tutte le parti edificate, compresi gli aggetti chiusi e i portici; sono esclusi gli elementi aggettanti aperti, quali le gronde, i balconi, le pensiline.
<b>R.C. – rapporto di copertura (%)</b>	Rapporto, espresso in percentuale, tra superficie coperta S.C. e superficie fondiaria Sf.
<b>S.E. – Superficie esposta (m<sup>2</sup>)</b>	Somma delle superfici disperdenti di tutti i piani dell'edificio, compresa la superficie della copertura.
<b>S.V. – Superficie delle aree verdi (m<sup>2</sup>)</b>	Quantità di tutte le superfici verdi, dato dalla somma di verde pubblico, verde collettivo e verde privato.

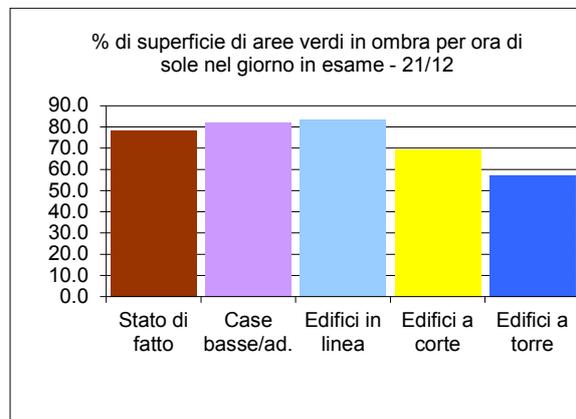
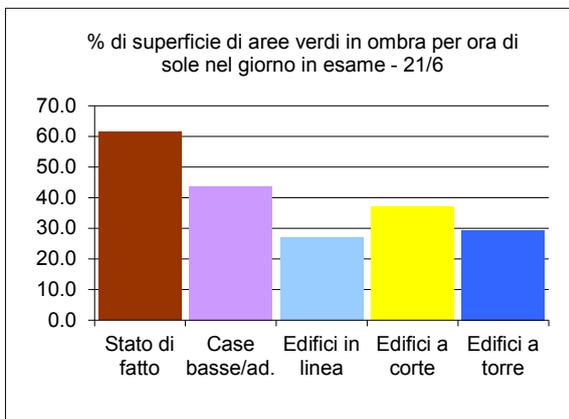
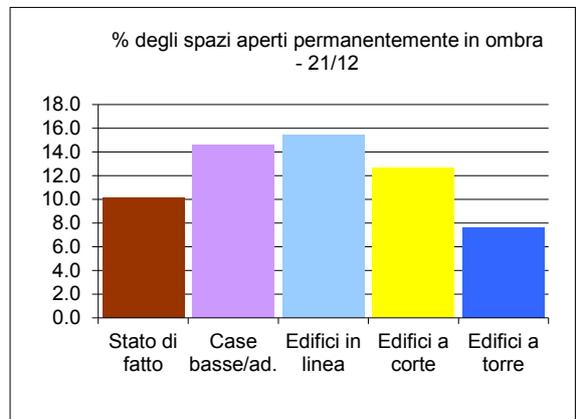
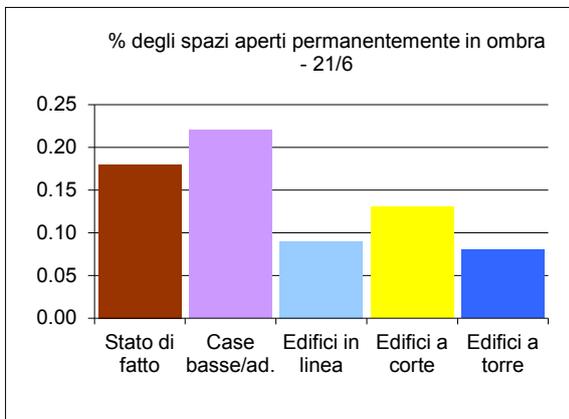
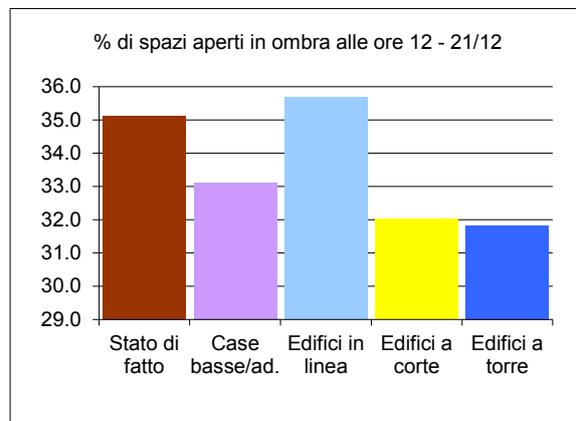
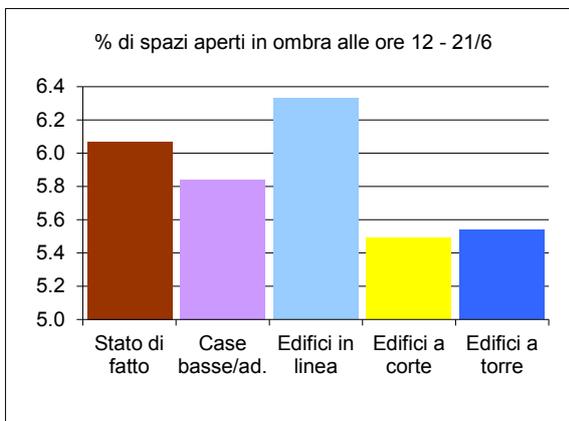
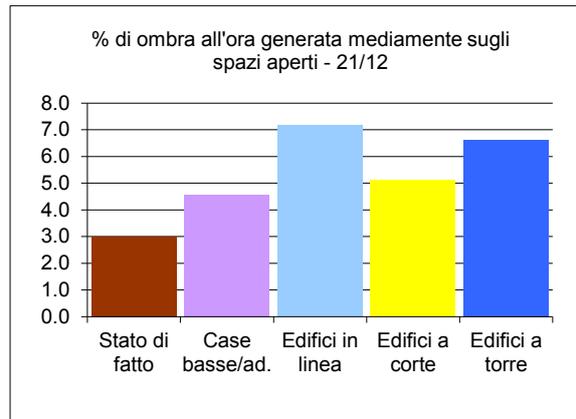
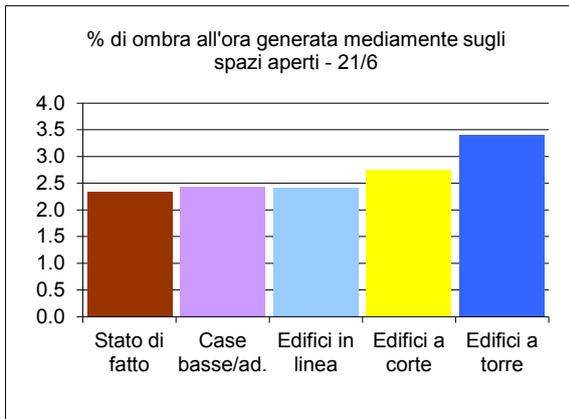
## **ANALISI DEI RISULTATI**

### ***Captazione solare e ombre***

I risultati dall'analisi effettuata con gli strumenti in precedenza descritti sull'accessibilità solare sono riportati in figura 6. È il caso di richiamare che qui è stato considerato positivamente l'ombreggiamento estivo e negativamente quello invernale, mentre la captazione solare è valutata all'opposto: positiva d'inverno e negativa d'estate.

Risulta che, in estate (fig. 6a), la maggior percentuale di ombra all'ora generata mediamente sugli spazi aperti si riscontra con la tipologia degli edifici a torre (3,40%), seguita dalle case a corte (2,75%), dalle case basse (2,43%), dagli edifici in linea (2,42), ed infine dallo stato di fatto (2,35).

Figura 6 - Gli indicatori di ombreggiamento per le cinque tipologie calcolati al 21 giugno (colonna di sinistra) e al 21 dicembre (colonna destra)



Fonte: DASTU

D'inverno invece (fig. 6b) si nota che la stessa variabile è maggiore negli edifici in linea (7,16%) poiché, avendo spesso una facciata esposta a sud per massimizzare la captazione solare, l'edificio crea una barriera all'irraggiamento sugli spazi aperti retrostanti. Seguono gli edifici a torre (6,64%), gli edifici a corte (5,14%) e le case basse (4,56%), e da ultimo lo stato di fatto (2,99). È da notarsi che lo stato di fatto, composto da edifici in linea orientati parallelamente all'asse elio-termico, presenta la migliore prestazione invernale in termini di captazione solare.

La distribuzione delle tipologie cambia completamente se si considerano gli spazi aperti in ombra alle ore 12.00 (fig. 6c-d): gli edifici in linea, compreso lo stato di fatto, generano maggiore ombra sia nella stagione estiva che nella stagione invernale. Le case basse si collocano in una situazione intermedia, mentre gli edifici a corte e a torre generano ombre portate decisamente inferiori.

Esaminando ora la percentuale di spazi aperti permanentemente in ombra, nella stagione estiva (fig. 6e), la maggior percentuale di ombra permanente connota la tipologia delle case basse (0,22%), seguita dagli edifici a corte (0,13%), poi in linea (0,09%) ed infine dalle torri (0,08%).

In inverno invece (fig. 6f), sono gli edifici in linea (15,41%) a generare la maggior percentuale di ombra permanente sugli spazi aperti, seguiti dalla tipologia delle case basse (14,64%), dagli edifici a corte (12,65%) e dalle torri (7,64%).

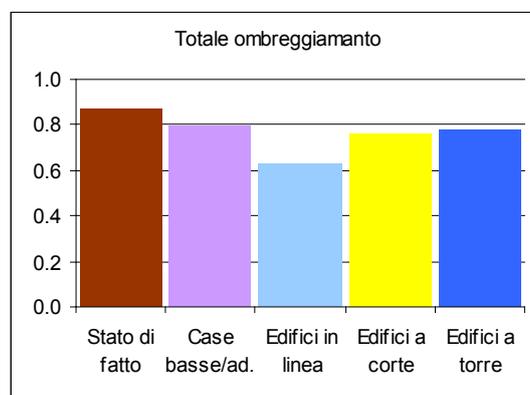
La percentuale di aree verdi in ombra per ora di sole nel periodo invernale (fig. 6h), è generata dalla tipologia delle case in linea (83,29%), seguita a ruota dalle case basse (81,91%), dalle corti (69,18%) ed infine dalle torri (57,36%).

In estate (fig. 6g), la percentuale maggiore riguarda la tipologia delle case basse (43,63%), subito dopo troviamo le corti (37,06%), gli edifici a torre (29,39%) e gli edifici in linea (28,12%).

È evidente come le performance cambino sensibilmente in funzione dei diversi indicatori considerati.

Complessivamente però, considerando la somma di ombreggiamento estivo e captazione solare invernale (fig. 7), lo stato di fatto risulta il più performante, in quanto gli edifici sono disposti secondo l'asse elio-termico. Inaspettatamente segue la tipologia delle case basse ad alta densità.

*Figura 7 - I punteggi riassuntivi relativi all'ombreggiamento estivo e captazione solare invernale*



Fonte: DASTU

La maggior superficie coperta, dovuta alla costruzione a tappeto degli isolati, nella tipologia delle case basse produce, nel periodo invernale, un ombreggiamento sugli spazi aperti maggiore rispetto alle altre tipologie. Se questo effetto è negativo in inverno, diventa positivo nella stagione estiva perché migliora il comfort ambientale. Il vantaggio rispetto alle tipologie a corte e a torre è tuttavia abbastanza modesto.

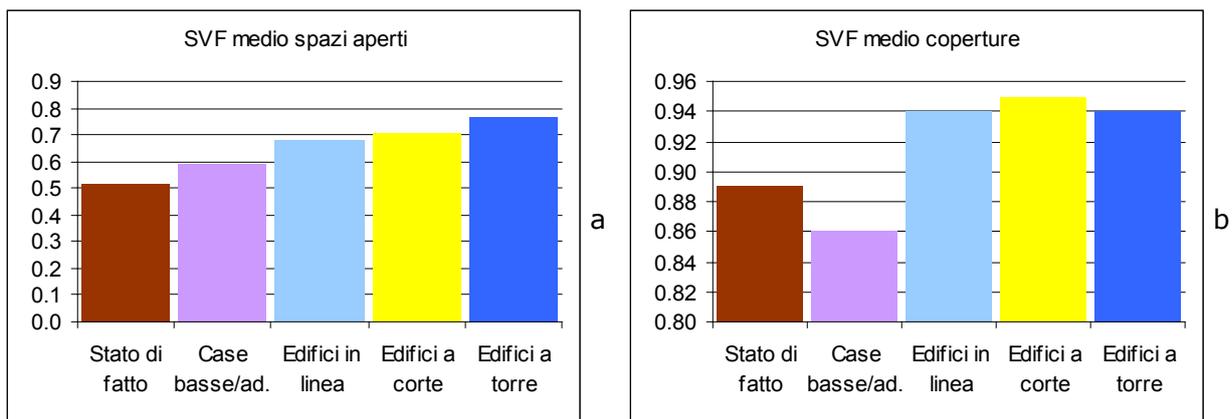
### *Sky View Factor*

Per quanto riguarda il valore medio di SVF sugli spazi aperti (fig. 8a), il valore più alto riguarda gli edifici a torre (0,77), a breve distanza gli edifici a corte e in linea presentano valori pressoché simili (rispettivamente 0,71 e 0,68), mentre le case basse e lo stato di fatto presentano valori decisamente più bassi (0,59) e (0,52).

Il valore medio di SVF sulle coperture (fig. 8b) invece è pressoché uguale per le tipologie a corte (0,95), a torre e in linea (0,94), a causa dell'omogeneità delle altezze degli edifici. Segue lo stato di fatto (0,89). Le diverse altezze dei fronti nella tipologia delle case basse invece, portano ad avere un valore inferiore (0,86).

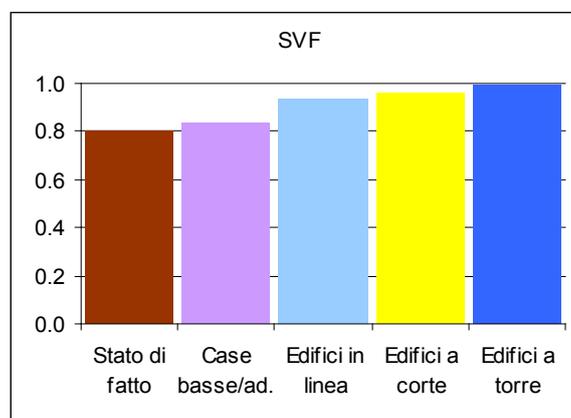
Considerando lo SVF nell'insieme (fig. 9), sommando i due indicatori, il primo domina il secondo ed emerge un ordinamento, a parità di densità, che privilegia volumi edilizi più radi ed intensivi e altezze medie degli edifici omogenee.

*Figura 8 - Gli indicatori relativi allo sky view factor*



Fonte: DASTU

*Figura 9 - I punteggi riassuntivi dello sky view factor*



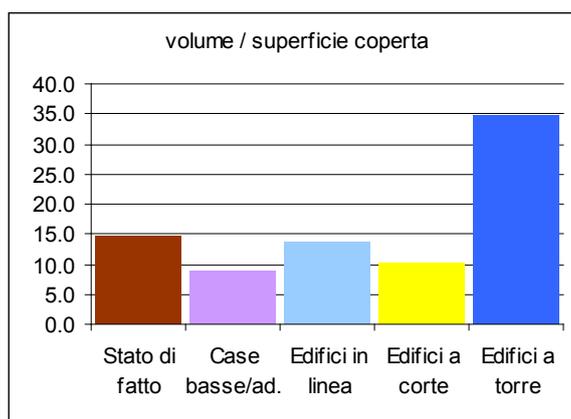
Fonte: DASTU

## Fattori di forma

### a) Volume/superficie coperta

I dati riscontrati evidenziano una maggiore superficie coperta nella soluzione delle case basse (fig. 10), dovuta alla continuità dei corpi di fabbrica e alla costruzione a tappeto sugli isolati, pari a 42.203 m<sup>2</sup>, che equivalgono a un rapporto di copertura del 42% sulla superficie territoriale, rispetto, in ordine decrescente, al 36% degli edifici a corte, al 27% degli edifici in linea e soprattutto all'11% degli edifici a torre, i quali possiedono la minor superficie coperta, essendo una tipologia che prevede uno sviluppo prevalente in altezza rispetto alle altre due dimensioni.

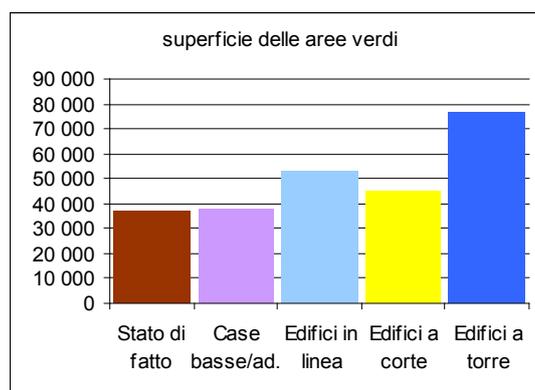
Figura 10 - Volume /superficie coperta per le cinque tipologie



Fonte: DASTU

Di conseguenza questo parametro, per quanto riguarda l'aspetto della permeabilità dei suoli, risulta penalizzante per la tipologia delle case basse, mentre è favorevole per quanto concerne la possibilità di integrazione dei sistemi di captazione solare e di recupero delle acque piovane, avendo a disposizione più superficie utile.

Figura 11 - Gli indicatori: superficie a verde (m<sup>2</sup>)



Fonte: DASTU

### b) Superficie aree verdi

Sostanziali differenze (fig. 11) si riscontrano invece nella quantità di aree verdi, distinte nelle tre categorie di: verde pubblico, collettivo e privato. Le case basse presentano la superficie minore con 37.727 m<sup>2</sup> (27%), mentre gli edifici a torre, con 76.372 m<sup>2</sup> (55%), la più alta.

Si può osservare che nella tipologia "case basse", che pure possiedono una quantità inferiore di aree verdi rispetto alle altre tipologie a confronto, tuttavia gli alloggi al piano terra sono tutti dotati di giardino, quindi il 51% della superficie verde totale è destinata ad uso privato, mentre il 15% è rappresentato dal verde collettivo all'interno degli isolati a diretto contatto con gli alloggi.

Il verde privato è una caratteristica generalmente assente nelle altre tipologie, in quanto solitamente esse dispongono di verde collettivo (condominiale o di utenza riservata a tutti gli abitanti dell'edificio o del comparto).

Si può notare come l'istogramma di questo indicatore sia molto simile a quello del rapporto volume/superficie coperta.

### c) Rapporto S/V

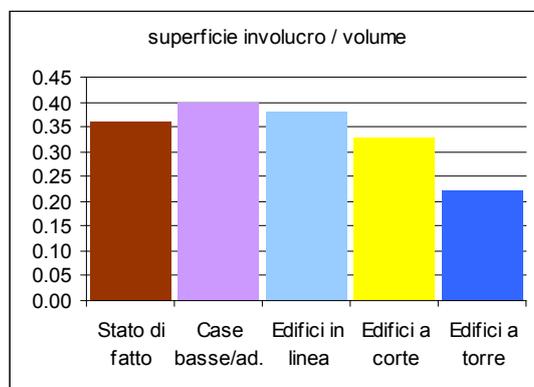
Il rapporto di forma è una misura approssimativa della dispersione energetica per effetto di forma dell'edificio e si misura in base al rapporto tra la superficie esterna e il volume lordo (riscaldato) dell'edificio. Il volume deve essere quantificato al lordo di tutte le strutture murarie che delimitano il volume riscaldato dell'edificio stesso, mentre la superficie esposta delimita il volume dall'ambiente esterno o da ambienti non riscaldati, ovvero è la superficie disperdente del calore dell'edificio verso l'ambiente esterno o verso ambienti non riscaldati.

Questo parametro è importante perché a parità di volume V, edifici con una bassa superficie S disperderanno meno calore di edifici con S elevata.

La superficie disperdente presa in considerazione è data dalla somma di tutte le superfici verticali e le superfici delle coperture. È evidente che, a parità di volume, forme più regolari e compatte presenteranno delle superfici esposte minori.

Si può osservare (fig. 12) come gli edifici a torre siano più performanti (0,22) mentre gli edifici a corte si posizionano subito (0,33). Lo stato di fatto ha valore 0,36, di poco inferiore agli edifici in linea e alle case basse (0,38 e 0,40).

Figura 12 - Rapporto s/v delle cinque tipologie considerate



Fonte: DASTU

Si può notare come nelle case basse, lo sfalsamento dei fronti, l'alternanza di volumi con differenti altezze, la forma ad "L" degli alloggi portano ad un aumento delle superfici disperdenti, restituendo l'indice più alto, comunque confrontabile con quello degli edifici in linea e a corte.

### **UNA VALUTAZIONE CONCLUSIVA BASATA SU ANALISI MULTI CRITERI**

Infine è stata implementata un'analisi multi-criteri che considera contemporaneamente tutti i fattori analizzati in precedenza.

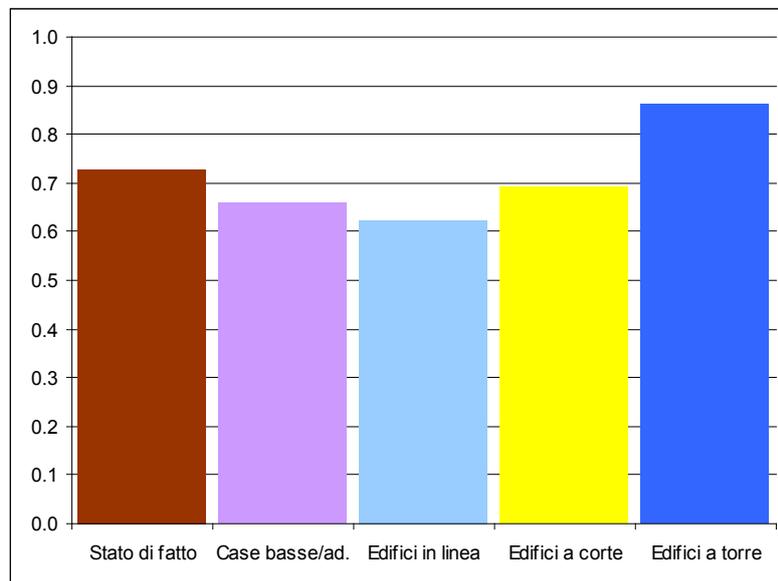
Per una valutazione complessiva delle diverse alternative, gli indicatori numerici vengono trasformati in punteggi, normalizzati e scalati in modo che valori alti abbiano sempre un significato positivo.

Dei valori così ottenuti è stata calcolata la media complessiva su tutti gli indicatori. In sintesi (fig. 13) la tipologia a torre risulta essere la più performante, in quanto giocano a suo favore gli alti punteggi ottenuti nello SVF, verde e rapporto volume superficie coperta.

La seconda posizione è occupata dallo stato di fatto, soprattutto per le sue ottime prestazioni rispetto alla captazione solare e ombreggiamento dovute al particolare orientamento degli edifici.

Gli edifici in linea, i più diffusi nelle nostre città, sono i meno performanti, e questo dovrebbe generare qualche riflessione e qualche strumento di verifica nella valutazione dei progetti di trasformazione della città.

*Figura 13 - Punteggio finale dell'Analisi Multi Criteri*



Fonte: DASTU

## CONCLUSIONI

Pur nei limiti del metodo e dei parametri utilizzati, questo studio dimostra inequivocabilmente come requisiti puramente energetici ed ambientali conducano a preferire tipologie costituite da grandi volumi concentrati in poco spazio (torri) e a tipologie in linea, orientate secondo l'asse elioteramico, ben rappresentate dallo stato di fatto.

Tutto questo esprime un completo accordo con quanto già affermava il Movimento Moderno, che ha prodotto i ben noti modelli dell'*Unité d'Habitation* di Le Corbusier o i grandi quartieri di edilizia pubblica in Europa costruiti dal primo dopoguerra al 1970. Tali modelli rappresentano un bilanciamento tra le esigenze del grande fabbisogno abitativo, che portava a scegliere alte densità, e requisiti igienico-ambientali soddisfatti da grandi spazi aperti.

Infine l'immagine forte, pulita e rigorosa che questi quartieri comunicano con l'omogeneità di semplici volumi edilizi, leggibile a grande scala, ha inteso produrre un'esplicita espressione identitaria delle classi lavoratrici.

È in atto tuttavia da tempo un profondo ripensamento di tali modelli.

I limiti e le criticità ormai ben riconosciute di quella impostazione progettuale riguardano principalmente la mancanza di connessione con la strada e quindi con il tessuto urbano, l'assenza di vita nel quartiere per la mancanza di uno spazio pubblico reso vitale dalla presenza di servizi ed altre attività lavorative, la monotonia di immagine e la spersonalizzazione degli spazi abitativi.

Teorizzazioni ed esperienze condotte soprattutto all'estero, ben espressi dalla corrente del *New Urbanism* (Katz, 1994) e dalla *Urban Task Force* (1999), propongono nuove e precise indicazioni sulle performance di un quartiere urbano, cercando di coniugare i vantaggi della densità con obiettivi di socialità e, al contempo, di valorizzazione dell'individualità e della tutela della privacy.

"*Dense doesn't mean higher, it means being better organized*" come afferma Jonathan D. Solomon.

La valutazione dei progetti di quartiere quindi, se tesa a misurare in modo più ampio anche tutte le principali componenti sociali e di *governance*, ed economiche, intese nel duplice aspetto della sostenibilità economico/finanziaria del progetto e di mix funzionale e base occupazionale per il quartiere, porta allo sviluppo di analisi più complesse, come recenti studi dimostrano (Diappi e Mele, in pubblicazione; Bolchi et al., 2012).

## BIBLIOGRAFIA

1. Butera F. M. (2008) Prefazione: la nave terra, le falle e la città. In: Droege P. (ed.) *La città rinnovabile*. Milano: Edizioni Ambiente.
2. Bolchi P., Diappi L., Maltese I. Mariotti I (2012) Assessing sustainable mobility at neighbourhood level. Cluster analysis and Self Organising Maps (SOM) Neural Network. In Campagna M., De Montis A., Isola F., Lai S., Zoppi C. (eds.) *Planning Support Tools: Policy Analysis, Implementation and Evaluation. Proceedings of the Seventh International Conference on Informatics and Urban and Regional Planning INPUT 2012*. Milano: Franco Angeli.
3. De La Barra T., Rickaby P. A. (1987) A hierarchical Land Use and Transportation Model for Energy Evaluation. In: Hawkes D., Owers J., Rickaby P., Steadman P. (eds.) *Energy and urban built form*. Butterworths (UK).

4. Diappi L., Bolchi P. (2010) La diffusione territoriale del fotovoltaico in Italia, Memoria presentata alla XXX conferenza AISRe, Aosta.
5. Droege P. (2006) *The renewable city: A comprehensive guide to an urban revolution*, Washington DC: Wiley-Academy, J. Wiley & Son Ltd. Trad.it. di *La città rinnovabile* (2008), Milano: Edizioni Ambiente.
6. Droege P. (ed.) (2008) *Urban Energy transition: from fossil fuel to renewable power*, Oxford, UK: Elsevier.
7. Gupta R. (2008) Reducing carbon emissions from Oxford city: Plans and tools. In: Droege P. (ed.) *Urban Energy transition: from fossil fuel to renewable power*, Oxford, UK: Elsevier.
8. Hawkes D., Owers J., Rickaby P., Steadman P. (1987) *Energy and urban built form*, Butterworths (UK).
9. Katz P. (1994) *The new urbanism*. NewYork: Mc Graw Hill.
10. Knowles R. L. (1974) *Energy and Form*. Cambridge, MA: MIT Press.
11. Knowles R. L. (1981) *Sun Rhythm Form*. Cambridge, MA: MIT Press.
12. Littler J., Thomas R. (1985) *Design with Energy*. Cambridge: University Press.
13. Martin L., March L. (a cura) (1972) *Urban space and structures*. London: Cambridge University Press.
14. Mele C., Diappi L. (in pubblicazione) A Multi-Criteria Evaluation of alternative Regeneration Plans for Social Housing Settlements based on Analytical Network Process. *RS, Italian Journal of Regional Science*.
15. Meninno C. (2009) Housing: densità e qualità. Dispensa on-line, [http://www.didato-meninno.com/pub/LabProgArch3b\\_LEZIONE11.05.09\\_HousingDensitàQualità.pdf](http://www.didato-meninno.com/pub/LabProgArch3b_LEZIONE11.05.09_HousingDensitàQualità.pdf).
16. Morello E. (2009) Progettazione ambientale della forma urbana. In: Bertoldini M., Campioli A. (eds.) *Cultura tecnologica e ambiente*. Torino: UTET Città Studi Edizioni.
17. OECD (1995) *L'énergie dans la ville- Manuel de bonne gestion locale*.
18. Owens S. (1986) *Energy planning and urban form*. London: Pion.
19. Ratti C., Baker N., Steemers K. (2005) Energy consumption and urban texture, *Energy and Buildings*, 37.
20. Ratti C., Morello E. (2005) SunScapes: extending the 'solar envelopes' concept through 'iso-solar surfaces'. *Proceedings of the 22<sup>nd</sup> International Conference on Passive and Low Energy Architecture*, Beirut: NDU Press.
21. Saggio A. (1988) *Un architetto americano: Louis Sauer*. Roma: Officina.
22. Steadman, P. (1977) Energy and Pattern of Land Use. *Journal of Architectural Education*, 30 (4):1-7.
23. Steemers K., Steane M.A. (2004) *Environmental Diversity in Architecture*. London, New York: E& FN Spon Press.
24. Urban Task Force (1999) *Towards an Urban Renaissance*. London: E & FN Spon.
25. Williams K., Burton E., Jenks M. (eds.) (1996) *The compact city: a sustainable urban form?*, London: E & FN Spon.
26. Williams K., Burton E., Jenks M. (eds) (2000) *Achieving sustainable urban form*, London: E & FN Spon.

**LA TRANSIZIONE ENERGETICA COME PARADIGMA DI SVILUPPO SOSTENIBILE.  
UN CASO DI STUDIO NELLA COLLINA INTERNA DELLA CAMPANIA  
SETTENTRIONALE**

Nicola COLONNA<sup>1</sup>, Pierluigi DE FELICE<sup>2</sup>, Andrea FORNI<sup>3</sup>

**SOMMARIO**

Il paesaggio collinare sin dal Medioevo ha garantito alla popolazione italiana un insediamento protetto e un sostentamento sicuro. Questo rapporto uomo-territorio collinare ha fatto registrare nella seconda metà del Novecento una significativa crisi attraverso un lento ma inesorabile spopolamento, i cui effetti si sono manifestati in un abbandono delle terre coltivate e in uno squilibrio demografico, economico e sociale.

Un esempio paradigmatico delle problematiche territoriali dei paesi di collina interna si possono rintracciare in alcune Comuni della Campania settentrionale in provincia di Caserta, al confine con il Lazio.

Allo stato attuale l'analisi territoriale conferma, anche alla luce delle recenti indagini ISTAT, il fragile equilibrio di queste realtà marginali, dove alti valori degli indici di vecchiaia e di dipendenza evidenziano una geografia della popolazione in disequilibrio. A rendere ancora più vulnerabili queste aree contribuiscono alti tassi di disoccupazione, la debolezza del tessuto imprenditoriale, la scarsa propensione alle nuove tecnologie e allo sviluppo sostenibile delle risorse endogene.

Si rende necessario, dunque, approntare nuove azioni di sviluppo durevoli al fine di non compromettere i quadri territoriali di queste realtà, che presentano un patrimonio ambientale e paesaggistico di notevole valore.

Il presente contributo, partendo da un'analisi delle vocazioni territoriali dei Comuni facenti parte della Comunità Montana "Monte Santa Croce", propone una prima ipotesi di pianificazione declinata alla sostenibilità e basata sui nuovi paradigmi energetico-ambientali che possono rappresentare delle azioni strategiche per lo sviluppo locale.

---

<sup>1</sup> ENEA, Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-Industriale, [nicola.colonna@enea.it](mailto:nicola.colonna@enea.it)

<sup>2</sup> Università di Cassino e del Lazio Meridionale, Cassino, FR, [pl.defelice@unicas.it](mailto:pl.defelice@unicas.it)

<sup>3</sup> ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie, [andrea.forni@enea.it](mailto:andrea.forni@enea.it)

## INTRODUZIONE<sup>4</sup>

Nella seconda metà del XX secolo in Italia si è andato registrando un esodo, di proporzioni sempre più rilevanti, dalle aree collinari<sup>5</sup> e più in generale, dalle aree interne, verso le aree di pianura e quelle centrali. In particolare, nel ventennio 1951-1971, lo spopolamento collinare ha raggiunto proporzioni significative (-18%, ISTAT).

L'economista Manlio Rossi Doria nel 1958 conia, in riferimento alla agricoltura meridionale, l'espressione «la polpa e l'osso», che sintetizza in modo incisivo lo *status quo* della collina italiana, ridotto all'osso, in rapporto alla pianura che, invece, rappresenta la polpa, che tutto fagocita. Questo divario denunciato dal valente economista è andato nel tempo trasformandosi in un abisso, anche perché alla crisi che si andava profilando non ha corrisposto, almeno da subito, un'attenzione specifica da parte delle istituzioni e di studiosi alle problematiche della collina che sono state trascurate a favore, invece, delle aree di montagna o di pianura, dei centri urbani e delle aree centrali.

Nella legislazione italiana possiamo rintracciare una eco di questo differente trattamento, nella cui piattaforma legislativa si leggono specifici interventi promulgati principalmente a favore dei territori di montagna e solo marginalmente, verso quelli collinari<sup>6</sup>.

L'istituzione delle Comunità Montane nel 1971, la legge «Quadrifoglio» del 1977, i programmi regionali e la politica comunitaria (direttive 159, 160 e 161 del 1972 e 268 del 1975), nonché gli interventi straordinari nelle aree interne del Mezzogiorno (progetto speciale n. 33 della «Cassa per il Mezzogiorno») documentano l'attenzione che le istituzioni ai vari livelli hanno dedicato alla questioni della montagna, e solo indirettamente, alla collina.

Anche in ambito accademico al tema della collina viene preferito quello della montagna e ancor di più della pianura e della città (Dell'Agnese, 1987).

Solo marginalmente ritroviamo agli inizi degli anni Ottanta del XX secolo una serie di studi declinati specificatamente sul tema della collina (Medici, 1986).

---

<sup>4</sup> Il lavoro è frutto di analisi e riflessioni condotte congiuntamente. L'Introduzione (cap. 1) e le conclusioni (cap. 5) sono di stesura comune. A De Felice e Forni sono da attribuire i Capitoli 2 e 4 (ad eccezione dei paragrafi 4.3 e 4.4 a cura di Colonna). Il capitolo 3 è da attribuire a De Felice.

<sup>5</sup> Dare una definizione di collina *tout court* può rappresentare un esercizio di *diminutio* rispetto alla complessità della formazione – si veda Gribaudi, 1957, p. 171 – alla varietà della copertura vegetale che risente degli elementi climatici, e quindi del fattore latitudine, altitudine ecc. Agli elementi morfologici e fisici devono essere aggiunti anche gli aspetti socio-economici, perché una definizione sia quanto più rispondente ed esaustiva. Ma se consideriamo anche questi ultimi, come è necessario, la definizione diventa ancora più difficile e il discrimine molto variabile e labile. Febvre, geografo francese, a tal proposito, scriveva (1980): «è difficile determinare il numero dei metri a partire dal quale una montagna diventa una collina, la collina un colle. In realtà, l'altezza delle montagne ha un valore soltanto relativo». Nel 1995 si legge nel *State of the world* (1995, p. 66): «Non c'è una definizione universale: quella che da alcuni viene considerata una montagna, da altri può essere giudicata una collina». Se invochiamo la statistica (ISTAT) troviamo una tassonomia che riduce la complessità del fenomeno individuando come collina il territorio caratterizzato dalla presenza di diffuse masse rilevate aventi altitudini, di regola, inferiori a 600 metri nell'Italia settentrionale e 700 metri nell'Italia centro-meridionale.

<sup>6</sup> Fino al 1970 era stata promulgata una serie di provvedimenti a favore dei territori montani e delle aree marginali senza specifici provvedimenti destinati alle aree collinari. Si veda, ad esempio, la legge n. 3917 del 1877, volta a tutelare il patrimonio boschivo per la stabilità idrogeologica; il regio decreto n. 3267 del 1923, noto anche come legge forestale.

L'Italia, sia per quantità – l'incidenza del territorio classificato come collina rappresenta il 41,6% del territorio nazionale, superiore sia alla quota classificata come montagna 35,2% sia a quella della pianura, che si attesta a 23,2% (ISTAT, 2010) – sia per qualità – pensiamo ai tanti paesaggi collinari di eccellenza, di cui il nostro paese si compone – è ampiamente rappresentata dal paesaggio di collina – potremmo affermare che l'Italia è la collina – e non si può, dunque, scindere ogni azione di pianificazione e di sviluppo da questi territori d'altura le cui problematiche, nonostante le piattaforme legislative e i provvedimenti intrapresi, persistono ancora oggi in alcune realtà italiane, facendo registrare una acutizzazione del divario collina-pianura – rimanendo nella metafora rossidoriana osso-polpa – i cui effetti quali l'esodo della popolazione, l'abbandono delle coltivazioni e dei territori agricoli e la stagnazione economica che porta con sé fragilità sociale hanno raggiunto significativi livelli.

In risposta a questo *status quo* una nuova pianificazione nota come *rural planning* è dedicata al paesaggio collinare, a quello di montagna e più in generale al paesaggio agricolo. Va precisato che le nuove forme di rifunzionalizzazione di queste aree sono volte non solo alla tutela e alla salvaguardia dell'ambiente, come era già in uso nelle precedenti riforme legislative, ma anche allo sviluppo dell'ecoturismo sostenibile, dei prodotti agricoli biologici, di quelli legati al territorio (DOP, IGP), dell'ambiente, del paesaggio, in sintesi di quelle internalità che il territorio possiede.

La nuova *governance* si prefigge, dunque, di far emergere quelle valenze territoriali sedimentate dal tempo e dall'uomo, assegnando nuovi valori e funzioni al paesaggio collinare agrario che deve essere *smart, green, inclusive* (*Il futuro del mondo rurale, Agenda 2000 di Lisbona, Göteborg*).

L'iniziativa comunitaria *Leader*, i piani di sviluppo rurale, nello specifico, e i patti territoriali, i piani territoriali regionali, i piani territoriali paesistici provinciali, i piani urbanistici comunali, i piani energetici ambientali regionali, in generale, sono alcuni degli strumenti di pianificazione promossi negli ultimi anni e destinati a valorizzare il territorio nazionale, ma soprattutto e in particolare quello svantaggiato e marginale, legato in modo sistemico con le diverse realtà territoriali.

Alla luce della nuova temperie pianificatoria, tenendo nella giusta considerazione gli indirizzi strategici europei, considerando il valore del paesaggio collinare e delle vocazioni territoriali, si vuole avanzare, attraverso un'analisi quali-quantitativa e con l'ausilio delle nuove tecnologie, una proposta di sviluppo sostenibile in un'area collinare interna declinata sulle bioenergie, consapevoli che la transizione energetica, ormai necessaria, verso le fonti di energia rinnovabile, se opportunamente pianificata – a tutt'oggi si registra una carenza nella pianificazione urbana e regionale in tema energetico – possa rappresentare una valida risposta allo squilibrio economico e sociale che persiste in questi contesti, garantendo i valori ecosistemici e nel contempo contribuendo a rendere innovative e attrattive, in termini di occupazione e di economia, queste aree che attualmente si presentano marginali e poco competitive.

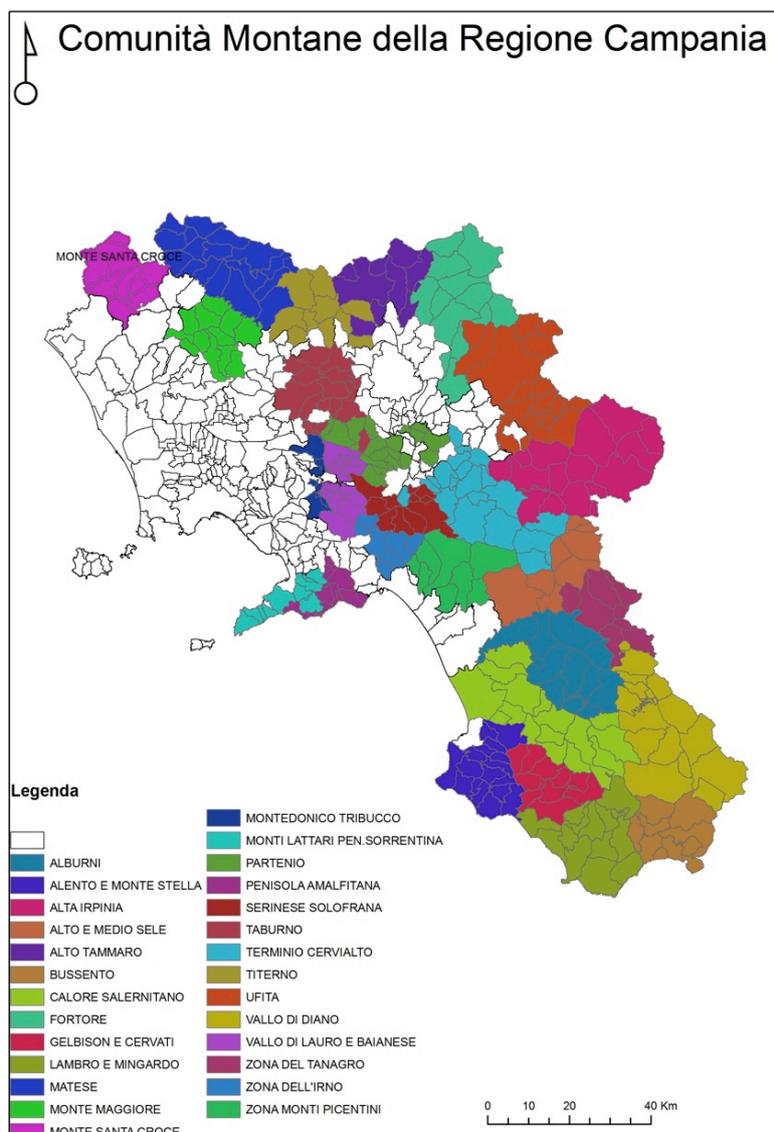
### ***L'area di studio. Le motivazioni della scelta***

La scelta dell'area di studio dove poter applicare la proposta progettuale del nuovo paradigma energetico è ricaduta nella Regione Campania, nella parte nord, in provincia di Caserta, dove alla presenza di un quadro ambientale di eccellenza, rappresentato dal

Vulcano spento di Roccamonfina, il cui ecosistema si impone per unicità nel paesaggio collinare, corrisponde una realtà socio-economica fragile, marginale e non attrattiva. Nella scelta della scala si è preferito travalicare i limiti amministrativi comunali e trovare una realtà omogenea che rispondesse ai criteri di unità territoriale economica e sociale in un'ambiente collinare.

La scelta è ricaduta nell'unità sovracomunale della Comunità Montana "Monte Santa Croce", istituita nel 1975 (d'ora in poi CM), di cui fanno parte nove Comuni<sup>7</sup> (fig. 1) della Provincia di Caserta.

*Figura 1 - Le Comunità Montane della Regione Campania. La Comunità Montana "Monte Santa Croce", al confine con il Lazio, è costituita da nove Comuni della provincia di Caserta*



Fonte: ENEA

<sup>7</sup> I Comuni facenti parte della Comunità Montana "Monte Santa Croce" sono: Conca della Campania, Galluccio, Marzano Appio, Mignano Montelungo, Presenzano, Rocca d'Evandro, Roccamonfina, San Pietro Infine e Tora e Picilli.

Questa forma di aggregazione nata in base a criteri di unità territoriale su base economico-sociale e volta principalmente a sviluppare, tutelare e favorire le aree montane e collinari – come previsto dalla legge istitutiva delle Comunità Montane n. 1102 del 1971 – è sembrata maggiormente funzionale e rispondente al nostro discorso declinato principalmente sulle aree collinari, marginali e svantaggiate, rispetto alle altre forme di aggregazione, come ad esempio, i Sistemi Locali del Lavoro, anch'essi entità socio-economiche che sintetizzano occupazione, acquisti, relazioni e opportunità sociali (ISTAT, 2005), ma non posti in stretta relazione con i siti d'altura.

L'aggregazione della CM, inoltre, ricalca anche alcune nuove forme di unione dei Comuni esperite nei nuovi assetti pianificatori.

Nel Piano Territoriale Regionale della Regione Campania 2008 (d'ora in poi PTR), è stato individuato un Sistema Territoriale di Sviluppo noto con la sigla A11, con dominante territoriale di tipo naturalistico, che riprende, in parte, l'assetto della Comunità Montana in quanto include tutti i Comuni di quest'ultima insieme a quelli di Teano e Caianello.

Rimanendo sempre nei nuovi piani ricordiamo, per completezza, anche le unità sovracomunali individuate nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Caserta (2009, d'ora in poi PTCP) e note come «ambiti insediativi». Di questi ricordiamo quello di Mignano Montelungo che è costituito solo da Comuni della CM (Conca della Campania, Galluccio, Mignano Monte Lungo, Rocca d'Evandro, San Pietro Infine), mentre i Comuni di Marzano Appio, Presenzano e Tora e Piccilli, insieme ad altri nove Comuni a Nord della provincia di Caserta, rientrano nell'ambito insediativo di Teano.

Roccamonfina, invece, è l'unico comune della CM che fa parte dell'ambito insediativo denominato Litorale Domizio.

## **IL QUADRO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO DELLA COMUNITÀ MONTANA "MONTE SANTA CROCE"**

Il paesaggio collinare della CM possiede un suo specifico valore che gli è dato sia dall'ambiente e dalla unicità degli elementi naturali che vi risiedono – la biodiversità – sia dal patrimonio paesaggistico e culturale che si è andato formando e strutturando nel tempo nel territorio.

Riassegnare quel giusto valore al patrimonio ambientale e paesaggistico collinare, tutelare le emergenze ivi presenti, rafforzare, attraverso la conoscenza e la sensibilizzazione, il codice identitario di questi beni, valorizzare le risorse ivi prodotte, rappresenta un esercizio di sviluppo necessario per la pianificazione di queste aree.

Pertanto, è utile soffermarci, seppur brevemente, come l'economia di questo contributo richiede, sulla diversità ambientale e sulla geografia storica di queste aree collinari, sulla loro formazione e funzione per comprendere meglio i segni e i significati di questi luoghi e dei beni che l'uomo e la storia hanno reso unici.

Siamo consapevoli che per un'azione pianificatoria declinata alla sostenibilità, come quella che si vuole proporre, è necessario, parafrasando il breve racconto di Calvino (1972), che ogni singola pietra – ovvero ogni elemento (biotico e abiotico) dell'ambiente collinare – sia fondamentale nella costruzione dell'intero arco della *rural planning*.

## **Il Vulcano Roccamonfina e il suo ambiente**

Il vulcano Roccamonfina, oggi estinto, la cui genesi è da collegarsi al movimento della penisola italiana, spinta dalla placca africana verso Est, nella sua parossistica attività, risalente al quaternario, e precisamente a 550.000 anni fa, ha dato una particolare impronta alla configurazione morfostrutturale dell'area, divenendo un chiaro elemento identificativo del luogo, un iconema del paesaggio.

La morfoscultura del Vulcano si caratterizza per una cinta calderica, la cui genesi è da rintracciarsi nel collasso della cima del vulcano (fig. 2).

*Figura 2 - Il paesaggio vulcanico Roccamonfina*



Fonte: Parco Regionale Roccamonfina Foce Garigliano

L'ossatura petrografica della struttura complessa del vulcano Roccamonfina, costituita da trachiti, fonoliti, latiti, shoshoniti, basalti insieme agli elementi – temperatura, umidità, pressione – e ai fattori climatici<sup>8</sup> – altitudine, la lontananza dal mare – ha contribuito alla formazione di un particolare suolo capace di sostenere un consorzio vegetale specifico, caratterizzato da un particolare habitat.

La copertura vegetale dell'ambiente della CM "Monte Santa Croce" è caratterizzata da zone boscate – bosco di querce caducifoglie e bosco di castagno – soprattutto nel Comune di Roccamonfina, Conca della Campania, Tora e Piccilli e Marzano Appio, dove la *castanea sativa* risulta essere la coltura più presente e, nel contempo, quella maggiormente rappresentativa di questo territorio (fig. 3) insieme ai fruttiferi, all'olivo, alla vite, questi ultimi che si attestano, invece, principalmente nei Comuni di Galluccio e San Pietro Infine.

La componente agroforestale di questo territorio è di notevole interesse come già è stato ampiamente rilevato dagli organi preposti alla valorizzazione e tutela degli ambienti naturali.

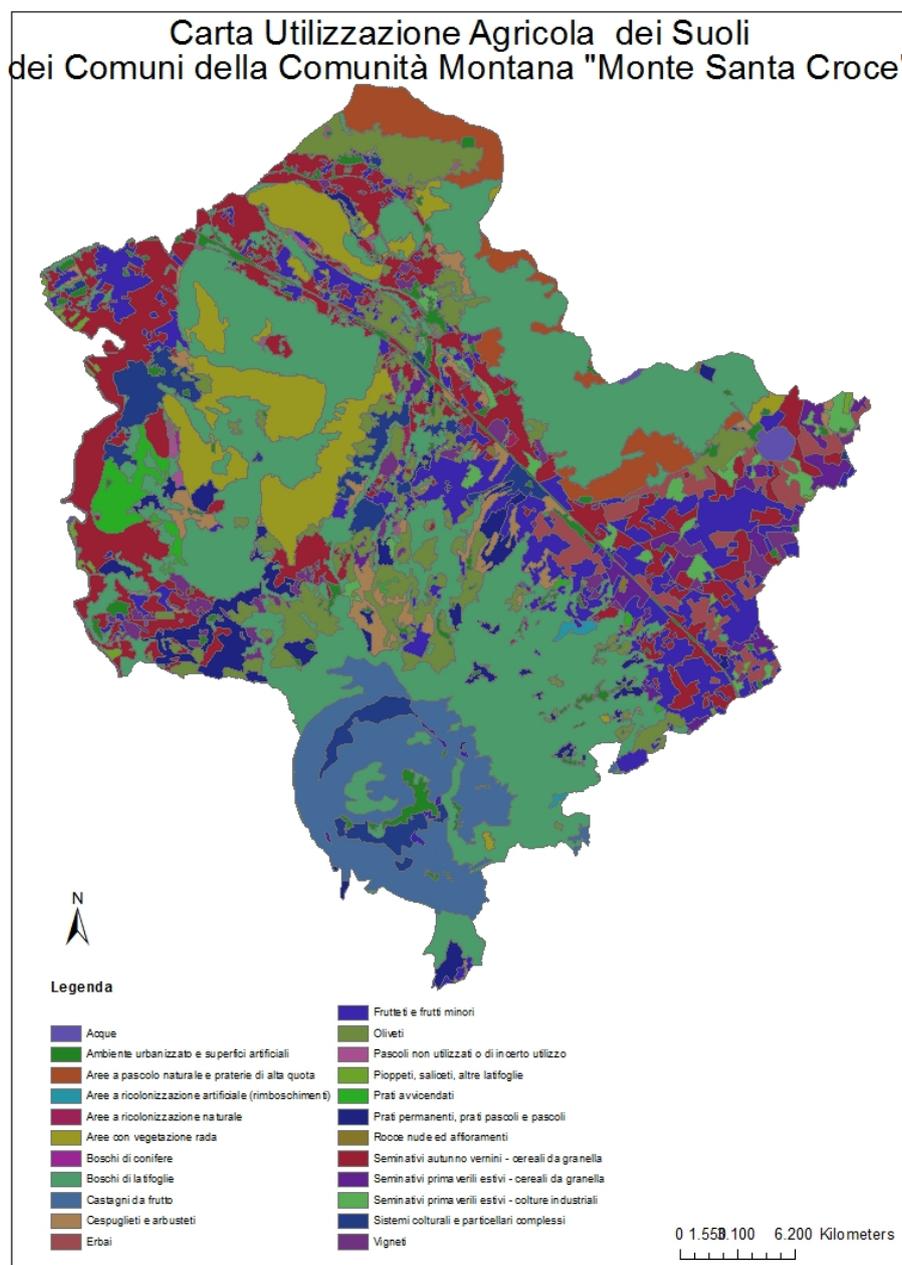
<sup>8</sup> I Comuni più interni e d'altura come Roccamonfina presentano un clima temperato di transizione oceanica che in parte caratterizza anche i restanti Comuni della CM nelle cui propaggini meno acclivi, lungo la Casilina, si registra un clima mediterraneo di transizione oceanica. Cfr ISPRA, <http://sgi2.isprambiente.it/website/cartanatura/viewer.htm> e Ducci, Tranfaglia, 2005 e 2008.

A tal proposito, il PTCP (2009, p. 128) ha riconosciuto nell'apparato vulcanico Roccamonfina «un'emergenza di valore assoluto [...] una componente fondamentale dell'identità paesistica e storico-culturale del paesaggio [...], un attrattore turistico [...] un'importante area centrale per lo sviluppo di una rete ecologica provinciale».

Nel 1996 è stato approvato anche il piano paesistico territoriale (DM, 23 gennaio 1996) noto come «Gruppo Vulcanico di Roccamonfina» volto alla conservazione integrale e integrata del paesaggio d'altura, del contesto ambientale e storico-culturale.

Queste emergenze ambientali sono state inserite nel Parco Regionale «Roccamonfina-Foce del Garigliano», che ha un'estensione pari a circa 9.000 ha, di cui fanno parte ben cinque Comuni della CM (Conca Campania, Galluccio, Marzano Appio, Roccamonfina e Tora e Piccilli).

Figura 3 - Carta dell'uso del suolo della Comunità Montana "Monte Santa Croce"



Fonte: ENEA

Tabella 1 - I Comuni della Comunità Montana "Monte Santa Croce" e gli strumenti di pianificazione

<b>Autorità di bacino Nazionale</b>	<b>Piano Paesistico Territoriale</b>	<b>Parco Regionale</b>	<b>Area SIC</b>	<b>Ambiente Insediativo</b>	<b>Sistema Territoriale di Sviluppo</b>
<b>Liri-Garigliano Volturno</b>	Gruppo Vulcano Roccamonfina (23 gennaio 1996)	Parco Regionale Roccamonfina	1) Vulcano di Roccamonfina 2) Monti di Mignano Monte Lungo 3) Catena di Monte Cesima	Valle del Garigliano	A 11 componente territoriale dominante naturale - culturale

Fonte: ENEA

Questi ultimi rientrano anche in un Sito di Interesse Comunitario (SIC) noto come «Vulcano di Roccamonfina», mentre i Comuni di Mignano Montelungo e Rocca d'Evandro presentano un SIC la cui denominazione è «Monti di Mignano Montelungo». Il SIC, invece, «Catena di Monte Cesima» interessa i Comuni della CM di Presenzano, Mignano Monte Lungo e San Pietro Infine (tab. 1).

Il riconoscimento del quadro valoriale e l'appartenenza a questi Enti di tutela e di valorizzazione rappresentano sicuramente un valore aggiunto per questo territorio e sono degli utili strumenti attraverso i quali innescare consapevoli e integrati processi di sviluppo. La nuova pianificazione declinata alla sostenibilità deve essere esperita considerando l'unicità e nel contempo la fragilità di queste aree (pensiamo al rischio frana individuato nei Comuni di Presenzano, Roccamonfina; al rischio idraulico per i Comuni di Rocca d'Evandro e Galluccio, cfr. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, 2006), che presentano anche una idrografia sia epigea che ipogea di interesse. In questa sede ci limitiamo a ricordare due importanti sistemi idrici superficiali riconducibili entrambi all'autorità di Bacino Liri-Garigliano-Volturno: il fiume Savone, che nasce dal Monte Santa Croce, nei pressi di Roccamonfina, e dividendosi poi in due rami si unisce al canale Agnena, «superficie idrografica di interesse», così definita dalla Relazione del Piano di Tutela delle Acque a cura della Regione Campania e dalla Sogesid (2006, d'ora in poi PTA), e il lago artificiale di Presenzano, legato al sistema della diga idroelettrica.

Anche l'idrografia ipogea dei Comuni della CM, condizionata fortemente dalla litogenesi correlata alla presenza del vulcano Roccamonfina, si distingue per due acquiferi: la piana di Presenzano-Riardo, corpo idrico alluvionale, e il corpo idrico sotterraneo vulcanico Roccamonfina. Quest'ultimo alimenta anche l'adiacente piana del basso corso del Garigliano e di Presenzano-Riardo.

Il valore di questi acquiferi è ampiamente riconosciuto: essi rappresentano un'eccellenza territoriale, una risorsa di qualità. Ne è testimonianza l'acqua «Ferrarelle» che viene captata nel Comune di Riardo, non lontano dall'area della CM.

La preziosità delle diverse componenti del quadro ambientale che abbiamo finora fatto emergere porta necessariamente a ponderare azioni di tutela (da stress idrici, contaminazioni delle falde, sversamenti di nitrati) e gestione sostenibile.

L'azione pianificatoria, in generale, e quella bioenergetica nel particolare, devono confrontarsi con la qualità dell'ambiente preservandone le risorse, potenziando lo sviluppo endogeno che sia declinato in questo caso sulla sostenibilità.

Soffermarci sull'ambiente e, come vedremo a breve, sulle altre risorse culturali e paesaggistiche che il territorio della CM possiede diventa un utile esercizio perché il *rural planning* sia integrato, consapevole, volto al riconoscimento delle potenzialità trasformando, così, la pianificazione in una riscoperta delle vocazioni territoriali.

### ***Il paesaggio di qualità nella sua evoluzione diacronica***

La collina ha rappresentato nel Medioevo, in particolare, ma anche nel periodo preromano con le popolazioni Italiche, un luogo sicuro dove poter con maggiore facilità difendersi dalle invasioni nemiche.

Le *forme urbis* – i centri di poggio, di dorsale, di sprone – le cinte murarie testimoniano il ruolo difensivo di questi agglomerati che garantivano un controllo maggiore del territorio e nel contempo assicuravano una qualità di vita più salubre perché lontana dalle aree mefitiche di pianura.

«Non sarà difficile intendere», scrive il Sereni (1982, p. 90) «perché, nell'Alto Medioevo, il borgo inerpicato sia ridivenuto più che mai un elemento integrante del paesaggio pastorale-agricolo italiano».

L'uomo, attraverso la sua opera, incide fortemente queste aree d'altura, lasciando la testimonianza di un rapporto privilegiato e sostenibile.

Le architetture, sia civili che religiose, in particolare i monasteri – i cui monaci organizzano lo spazio agrario, valorizzandolo e tutelandolo – le opere artistiche prodotte per affermare potenza e prestigio, espressione anche di una sensibilità locale, documentano nei secoli il fermento culturale, il movimento di idee e di uomini, attraverso committenze e maestranze, che si era venuto a creare nel paesaggio collinare.

I terrazzamenti, ampiamente attestati nella collina italiana (Scaramellini, Trischitta, 2006), testimoniano il rapporto sostenibile dell'uomo con il territorio collinare, in quanto attraverso queste opere di sistemazione si garantivano un incremento degli spazi da destinare all'agricoltura e una maggiore sicurezza idrogeologica.

L'insieme di questi segni ha contribuito significativamente a creare quel particolare tipo di paesaggio collinare che oggi rappresenta un indiscusso elemento di valore, un vero e proprio iconema, una semiofora da tutelare e sviluppare.

Questo rapporto funzionale che si è andato strutturando tra l'uomo e la collina a partire dall'età preromana e, in particolare modo, nel Medioevo, trova un suo sviluppo e una persistenza anche nelle epoche successive, dove il paesaggio collinare assume diversi servizi e nuove funzioni, garantendo anche alle popolazioni derrate di qualità.

Una eco delle peculiarità appena delineate del paesaggio collinare le rintracciamo nei diversi Comuni della CM dove la posizione d'altura ha assicurato già nei tempi preistorici un luogo favorevole all'insediamento.

Nel Comune di Tora e Piccilli, le cosiddette «ciampate del diavolo», nome dialettale per indicare orme fossili databili a circa 350.000 anni fa, sono la testimonianza di una frequentazione umana di questi luoghi a partire dal Pleistocene.

Ogni Comune dell'area della CM è caratterizzato dalla presenza di vestigia di epoche diverse che vanno dalle mura megalitiche (fase italica) presenti a Roccamonfina, note come «orto della regina», ai diversi elementi archeologici di epoca romana che sono presenti verso le zone meno acclivi come Mignano Montelungo (ponte romano, cisterne, lastroni di basalto riconducibili alla via Latina), Presenzano, un tempo *Rufrium* con il teatro romano, il *pagus ad Flexum*, oggi San Pietro Infine.

In epoca medioevale si ritorna a popolare le zone di altura, e il castello (quello di Conca, di Marzano, di Mignano Montelungo, di Presenzano) diviene l'elemento architettonico identificativo di possesso e di controllo del territorio da parte di famiglie importanti che hanno trovato in queste terre le risorse necessarie per l'economia feudale.

La cartografia storica<sup>9</sup> ci restituisce l'immagine di questi centri arroccati, alcuni muniti di mura, i sui segni grafici di torri e di chiese ne documentano la funzione difensiva e nel contempo il centro religioso.

Se i castelli sono l'espressione del nuovo potere intorno al quale si sviluppa e si consolida un'economia locale, le chiese e i santuari divengono l'estrinsecazione di una cultura religiosa nelle cui architetture e nelle opere d'arte si cela il valore di una committenza locale la cui sensibilità ha saputo avocare a sé maestranze che hanno lasciato importanti testimonianze storico-artistiche uniche. Basti ricordare, a tal proposito, il santuario dedicato alla Madonna dei Lattani e fondato da Bernardino da Siena nel XV secolo.

Il paesaggio collinare della CM rappresenta, sia per il suo valore ambientale e culturale, ma anche per quegli aspetti intangibili legati alla sfera emozionale, dunque, un chiaro elemento da considerare e valutare nella pianificazione.

Confrontando gli strumenti legislativi destinati alla tutela emerge da subito la presenza quantitativamente rilevante di questi beni (la CM possiede 12 beni posti sotto il vincolo dalla competente Soprintendenza; inoltre, il PTR ha individuato nella carta tematica delle strutture storico-archeologiche tre siti presenti nei Comuni di Marzano Appio – strada latina – Roccamonfina – santuario dei Lattani – San Pietro Infine – strada romana), a cui poi si unisce la qualità che è data dalla sintesi di un rapporto privilegiato uomo-territorio.

## **LA GEOGRAFIA DELLA POPOLAZIONE E L'ECONOMIA DELLA COMUNITÀ MONTANA MONTE SANTA CROCE**

La popolazione che intrattiene forti relazioni con il territorio condizionandone spesso «il carattere geografico dei luoghi» (Pryor, la citazione è tratta da Gentileschi, 1994) diventa un elemento strategico, insieme agli aspetti economici e sociali, nella pianificazione rurale.

Pertanto, diventa un esercizio utile analizzare e valutare anche l'aspetto demografico e socio-economico della CM avvalendoci dei dati quantitativi forniti dai censimenti ISTAT e, per quanto concerne in particolare la dinamica della popolazione, dei dati derivanti dalle indagini effettuate presso gli Uffici delle Anagrafi ([www.demoistat.it](http://www.demoistat.it)).

---

<sup>9</sup> Ci riferiamo in particolare alla carta dedicata all'«Em.mo ad rev.mo Principi / Francisco Card. Barberino / S.R.E. Vicencancellario / D. Ioannes de Guevara / Episc. Theanensis / DDD» il cui titolo è «Descriptio Theanensis Diocesis / In Campania Faelici Sidicinorum Regionem Complectens».

La nostra indagine, dunque, parte dall'analisi in chiave diacronica del movimento demografico, registrando l'andamento quantitativo della popolazione e del suo incremento, per focalizzare, poi, in seguito, in particolare, la sua composizione e distribuzione.

Per quanto concerne l'analisi quantitativa di natura economica, oltre ai censimenti ISTAT, è stato considerato l'osservatorio della Camera di Commercio di Caserta (d'ora in poi CCC, 2010), al fine di offrire un quadro quanto più chiaro della dinamica socio-economica di questo territorio, così da poter esperire un'azione pianificatoria attenta alle vocazioni territoriali, ai bisogni locali e alle tendenze socio-economiche *in itinere*.

### ***Il movimento demografico, la struttura della popolazione e le nuove polarità***

Se consideriamo i dati ufficiali più recenti sulla popolazione residente nei Comuni italiani derivanti dal censimento 2011 (ISTAT, dati provvisori), risulta che il totale della popolazione residente della CM è pari a 19.810 unità. Se rapportiamo questi dati con quelli del censimento del 1971 registriamo una variazione percentuale in negativo pari a -16%.

La CM si estende su di una superficie di 278,42 km<sup>2</sup> – il Comune più esteso è quello di Mignano Montelungo (54,42 km<sup>2</sup>) – e registra una densità di 71,15 abitanti/km<sup>2</sup>, se consideriamo la popolazione residente dei Comuni della CM al Censimento del 2011.

Confrontando questo dato con quello a scala provinciale emerge da subito il forte divario della densità dei Comuni della CM in rapporto al valore della densità della provincia di Caserta, che per il 2011 si attestava a 342,41 abitanti/km<sup>2</sup>.

I Comuni della CM, tenendo in considerazione la popolazione residente, rientrano nella tassonomia dei piccoli Comuni d'Italia, che rappresentano il 70,3% delle amministrazioni comunali nazionali.

I territori dei Comuni della CM sono classificati dall'ISTAT come zona di collina interna, la cui quota altimetrica media massima si attesta a 887,55 m, mentre la quota media minima a 121,44 m.

Se consideriamo la popolazione residente dei Comuni facenti parte della CM in riferimento agli ambiti insediativi (CTPC, 2010), emerge da subito come i Comuni della CM rientrano in ambiti insediativi poco attrattivi.

Nell'ambito insediativo di Mignano Monte Lungo, costituito da 5 Comuni tutti facenti parte della CM, risiedono solo l'1,22% della popolazione provinciale, in quello di Teano (12 Comuni, di cui 3 facenti parte della CM) il 4,78%; mentre in quello denominato Litorale Domizio (8 Comuni di cui solo Roccamonfina fa parte della CM e quest'ultima è quella meno popolosa – 3.628 unità – presentando un *gap* significativo con il Comune più popoloso quale Mondragone, che ha registrato una popolazione residente pari a 27.167 unità) la percentuale si attesta all'11,14%.

Il 76% circa della popolazione della Provincia vive negli ambiti insediativi di Caserta e di Aversa, che rappresentano i centri più attrattivi dell'intera Provincia. Se confrontiamo i dati ISTAT relativi al grado di urbanizzazione, ad esclusione dei Comuni di Roccamonfina e Marzano Appio, che presentano un grado di urbanizzazione medio, i restanti Comuni della CM presentano un grado di urbanizzazione pari a 1, ovvero basso.

Se il nostro sguardo travalica i *limites* provinciali soffermandosi sulla distribuzione della popolazione residente in Campania secondo la dimensione comunale, negli ultimi tre censimenti (1981-2001) notiamo che i Comuni con meno di 10.000 unità, come quelli della CM, hanno registrato una variazione percentuale negativa, mentre i Comuni con più di 10.000 abitanti hanno registrato variazioni percentuali positive (Amato, 2007).

Questo dato conferma la fragilità demografica dei centri collinari e periferici con una popolazione inferiore ai 10.000 abitanti come quella della CM «Monte Santa Croce», mentre si va sviluppando una nuova polarizzazione urbana regionale delle città medie con un'ampiezza demografica che va dai 20.000 ai 200.000 abitanti (Bencardino, 2010). Nella provincia a Nord di Caserta si può rintracciare nell'area costiera (Mondragone, con i suoi 22.081 abitanti e Castel Volturno, con 23.226 abitanti<sup>10</sup>) del Litorale Domizio una nuova polarità urbana, un campo territoriale complesso come definito dal PTR (cfr. anche Sommella, 2009). Si conferma, dunque, la permanenza dello sviluppo delle zone costiere, che possono, con molta verisimiglianza, essere rintracciate come potenziali nuclei di attrazione ad urbanizzazione specializzata, con una specifica funzione nodale di raccordo tra il centro e le aree interne. Le linee guida del PTR individuano possibili sviluppi urbani di terzo livello verso la zona costiera appena considerata.

Un altro polo urbano di sviluppo e di attrazione per i Comuni della CM è rappresentato dal Comune di Cassino. Quest'ultimo, sebbene oggi facente parte della provincia di Frosinone, istituita nel 1927, rientrava nel XIX secolo nei limiti amministrativi della storica provincia di Terra di Lavoro.

La cartografia storica restituisce il legame culturale e identitario tra questi territori un tempo sotto l'egida della dinastia borbonica. Legame che oggi continua a persistere e, in parte, si consolida tra Cassino e i centri a Nord della provincia di Caserta, anche per la funzione di servizi culturali che Cassino svolge.

I Comuni della CM si ritrovano in una posizione strategica al centro di due importanti assi viari, la Casilina e l'Appia, storiche vie che hanno condizionato lo sviluppo di questi territori a partire dalle epoche storiche. Non si può prescindere, in una pianificazione declinata alla sostenibilità, la valutazione dei legami culturali e storici, che si presentano fortemente stratificati e spesso riescono a travalicare i limiti amministrativi che, come nello specifico caso, rispondono più a logiche politiche che a fattori naturali e culturali.

Analizzando l'andamento demografico attraverso i dati quantitativi forniti dalle anagrafi e raccolti dall'ISTAT (2011, [demo.istat.it](http://demo.istat.it)), il quadro che emerge è di una Comunità che presenta un saldo naturale negativo, ovvero la differenza tra i nati e i morti, valore che esprime una popolazione in difetto per il numero delle nascite molto ridotta, rispetto al numero dei decessi.

Se volessimo inserire le popolazioni della CM in una tassonomia dell'incremento naturale dobbiamo includerle in quella fascia dove si registra un valore negativo della natalità a cui corrisponde un valore positivo della mortalità, quest'ultimo dovuto alla presenza di una popolazione molto anziana, la cui mortalità è un fattore non più comprimibile (tab. 2). A completare il quadro della dinamica demografica contribuisce anche il saldo migratorio che, fatte salve alcune eccezioni (Roccamonfina, Presenzano, Mignano Monte Lungo), si è mantenuto anch'esso negativo, prevalendo la componente emigratoria primariamente verso altri Comuni.

---

<sup>10</sup> I dati sono tratti da ISTAT, Censimento 2011, dati provvisori.

Tabella 2 - Bilancio demografico dei Comuni della Comunità Montana "Monte Santa Croce"

Comune	Nati Vivi Maschi	Nati Vivi Totale	Morti Maschi	Morti Totale	Iscritti da altro Comune Maschi	Iscritti da altro Comune Totale	Iscritti dall'estero maschi	Iscritti dall'estero Totale	Altri Iscritti Maschi	Altri Iscritti Totale	Cancellati per altro Comune Maschi	Cancellati per altro Comune totale	Cancellati per l'estero Maschi	Cancellati per l'estero totali	Altri cancellati Maschi	Altri Cancellati totale
Conca della Campania	1	4	6	15	10	23	3	7	0	0	20	43	0	2	0	0
Galluccio	14	23	15	26	16	35	4	9	1	1	21	34	4	6	5	6
Marzano Appio	9	17	14	28	20	46	6	9	0	0	30	64	3	3	0	0
Mignano Monte Lungo	11	23	12	28	32	71	8	16	0	0	35	64	1	4	2	4
Prezzeno	13	20	11	23	23	35	8	12	0	0	20	39	2	2	0	0
Rocca d'Evandro	11	28	19	41	29	57	7	17	1	1	37	73	3	9	9	26
Roccamonfina	13	20	22	39	29	54	6	13	0	0	16	46	0	0	0	0
San Pietro Infine	4	7	3	6	18	26	1	3	0	0	19	41	0	0	0	0
Tora e Picilli	2	5	10	15	6	14	0	3	0	0	15	24	1	1	0	0

Fonte: ISTAT, 2010

Valutando alcuni indici sintetici strutturali si conferma lo squilibrio dei Comuni della CM dove si registrano significativi indici di vecchiaia (in particolare nei Comuni di Conca Campania, San Pietro Infine, Tora e Picilli con una variazione percentuale 1971/2001 negativa) a cui corrispondono altrettanti importanti indici di dipendenza strutturale della popolazione anziana (tab. 3).

Tabella 3 - Alcuni indicatori demografici della popolazione dei Comuni della Comunità Montana "Monte Santa Croce"

	Indice di vecchiaia		Indice di dipendenza strutturale		Indice di dipendenza strutturale degli anziani	
	1971	2001	1971	2001	1971	2001
Conca della Campania	73%	230%	62,14%	67,50%	36,66%	47,05%
Galluccio	53%	137%	69,87%	59,85%	45,60%	34,65%
Marzano Appio	57%	160,76%	59,72%	60,44%	38%	37,26%
Mignano Monte Lungo	44%	91%	60,96%	48,60%	42,24%	23,22%
Prezzeno	40%	106,36%	63,41%	50,47%	45,08%	26%
Rocca d'Evandro	54%	152,01%	62%	58,70%	40,12%	35,40%
Roccamonfina	43%	127,85%	66,44%	59,15%	46,46%	33%
San Pietro Infine	80%	144,93%	69,12%	36,69%	38,40%	36,69%
Tora e Picilli	66%	211,18%	67,44%	71,42%	40,58%	48,47%

Fonte: ISTAT, 2010

Uno squilibrio significativo, espressione di una gestione cattiva del territorio, come ampiamente messo in evidenza dal PTCP, è il consumo del suolo nei Comuni della CM dovuto alla crescita degli insediamenti, inversamente proporzionale alla crescita della popolazione.

### ***Il sistema produttivo***

Analizzando la carta dell'utilizzazione del suolo dei Comuni della CM si evince chiaramente la forte e radicata tradizione agricola di queste realtà (fig. 3). Il castagno, la vite, l'olivo sono le coltivazioni maggiormente rappresentative in questa area, definita nel Programma di Sviluppo Rurale, 2007 (d'ora in poi PSR) «ad agricoltura intensiva e con filiere produttive integrate».

Oltre al radicato e sedimentato valore culturale e tradizionale, l'agricoltura dei Comuni della CM si connota anche per la qualità: sono stati riconosciuti nella filiera vitivinicola un DOC (Galluccio) e un IGT (Roccamonfina) ed è in fase di istruttoria la richiesta del marchio DOP per la castagna Roccamonfina.

Andando ad analizzare i dati quantitativi – per un'analisi di maggiore dettaglio a scala comunale sono stati considerati sia quelli ISTAT relativi all'ultimo Censimento del 2001, sebbene siano ormai datati ma funzionali ad avere un quadro significativo dell'area, sia quelli elaborati dalla CCC, 2009 – emerge che la superficie agricola utilizzata dei Comuni della CM rappresenta circa il 93,92%, valori che superano di gran lunga i dati provinciali e regionali che si attestano per il 2000 rispettivamente al 70% e al 67% (tab. 4).

Da un confronto intercensuario (1990/2000) emerge che i Comuni della CM hanno registrato una variazione percentuale in negativo pari al 7,18% della superficie agricola non utilizzata, permanendo i valori di quella utilizzata quasi invariati (nel 1990 la SAU si attestava a 17.430,36 ha; nel 2000, invece, a 17834,33 ha).

A conferma di questo dato, espressione di una gestione non sostenibile del territorio, richiamiamo anche il valore del consumo medio del suolo dei Comuni della CM che si è attestato per il 2005 a 665 mq/ab (quest'ultimo dato è desunto dal CTPC, 2009).

*Tabella 4 - Superficie aziendale secondo l'utilizzazione del terreno*

	<b>SAU a seminativi</b>	<b>SAU a coltivazioni permanenti</b>	<b>SAU a prati permanenti e pascoli</b>	<b>Pioppete</b>	<b>Boschi</b>	<b>Altra superficie</b>	<b>Superficie totale</b>
<b>Comunità Montana "Monte Santa Croce"</b>	4049,1	5851,79	2155,28	145,38	5632,78	404,16	18987,67
<b>Parco Regionale</b>	4051,73	10321,15	1161,89	142,75	2465,9	345,83	19543,36

Fonte: ISTAT, V Censimento dell'Agricoltura, 2000

L'organizzazione aziendale nel 2000 è stata caratterizzata dalla tipologia di azienda a conduzione diretta del coltivatore (69,70%) e di azienda a conduzione con salariati (30%). Quest'ultima tipologia ha ottenuto un significativo sviluppo nel decennio, in quanto nel censimento del 1990 la forma aziendale che predominava, con un valore pari al 98%, era la forma della conduzione diretta dal coltivatore.

Questo dato risulta particolarmente significativo e può, con molta verisimiglianza, spiegarsi con il declino del tradizionale lavoro agricolo che ha investito la collina negli ultimi decenni dove il richiamo, soprattutto per le fasce di età più giovani, di altre forme di attività lavorative, più remunerative, ha contribuito a determinare lo squilibrio socio-economico di queste aree. I dati quantitativi confermano, infatti, un significativo aumento degli occupati nel settore terziario, rispetto al primario e al secondario.

Esaminando le aziende per classe di superficie agricola si rileva il predominio di quelle piccole e medie (l'86,74% coltivano superfici inferiori a 5 ettari, di cui circa il 60% è costituito da aziende che gestiscono superfici fino a 2 ettari).

La significativa frammentazione fondiaria rappresenta un elemento di debolezza del sistema e conferma un'organizzazione non di tipo imprenditoriale ma *part-time*, in quanto l'attività non costituisce la fonte principale di reddito della famiglia ma rappresenta un emolumento integrativo.

I territori della CM risultano nel Censimento del 2000 specializzati nelle coltivazioni permanenti (30%) e nei seminativi (21%), mentre il 29% della superficie è occupata da boschi.

Nel 2000 sono state censite nei Comuni della CM 1.133 aziende di allevamento, facendo registrare rispetto al 1990 una variazione negativa di circa 531 unità aziendali.

Il quadro offerto dai dati quantitativi ci mostra una attività primaria poco innovativa e soprattutto poco incline allo sviluppo, anche verso quello declinato all'eco-turismo, sebbene il 41% (valore medio) delle imprese dei Comuni della CM operino nel settore dell'agricoltura. (CCC, 2009).

La struttura imprenditoriale si caratterizza per un capitale sociale di dimensioni molto contenute. Circa l'89% delle imprese ha un capitale che oscilla tra i 10.000 e i 50.000 euro. Questa forma di tessuto produttivo caratterizzato dalle piccole dimensioni determina anche una minore capacità di investimento e una maggiore difficoltà di accesso al credito.

Un'ultima riflessione è da destinare al comparto turistico, i cui dati quantitativi (nel 2007 gli esercizi alberghieri a tre stelle nei Comuni della CM erano soltanto due, con una capacità di posti letto pari a 43 mentre quelli a due stelle erano due con una capacità di 42 posti letto, a cui si aggiungevano 7 esercizi complementari – alloggi agrituristici e *Country Houses*; nel 2006 l'ISTAT recensiva 12 agriturismi) rivelano un tasso di ricettività per alcuni Comuni, come Roccamonfina, al di sopra del valore provinciale, a cui però non corrisponde una organizzazione e valorizzazione di questo comparto che potrebbe, invece, soprattutto se declinata alla sostenibilità, diventare un volano per l'economia di questa area che si presenta stagnante.

## **LA TRANSIZIONE ENERGETICA COME MOTORE DI SVILUPPO SOSTENIBILE NELLA COMUNITÀ MONTANA "MONTE SANTA CROCE"**

Da questa analisi sommaria, ma nel contempo funzionale nell'individuare i punti di forza (l'ambiente, il paesaggio, il patrimonio culturale) e di debolezza (spopolamento, economia stagnante, scarsa propensione alla imprenditorialità e alla valorizzazione delle risorse endogene) di questo territorio collinare emerge una realtà complessa e fragile dove, soprattutto alla scala locale, manca una pianificazione improntata ai valori della sostenibilità. Confrontando gli strumenti di gestione locale, in particolare il Piano Regolatore Generale (quest'ultimo rappresenta una scelta obbligata in quanto non risulta ancora approvato nessuno strumento di pianificazione urbanistica comunale – PUC – di recente genesi) emerge quanto queste realtà comunali utilizzino piani datati, non rispondenti alle nuove logiche e indicazioni di pianificazione territoriale provenienti dalla scala provinciale, regionale ed europea.

Consapevoli del valore endogeno di questi territori – non è un caso che la prima parte del nostro contributo sia stata declinata a far emergere le vocazioni territoriali – valutando le direttive a scala provinciale, regionale ed europea, di cui a breve daremo conto, si è avanzata l'idea di elaborare una prima proposta di azione pianificatoria rispondente a logiche eco-sostenibili di tipo energetico.

L'azione si basa, tenendo conto della realtà territoriale, sulle nuove fonti rinnovabili di energia che, come previsto nel Piano Energetico Ambientale Regionale (d'ora in poi PEAR, 2009), dovranno coprire nel 2013 il 25% del fabbisogno *elettrico* regionale e nel 2020 il 35%.

Inoltre, è previsto un incremento dell'apporto complessivo delle fonti rinnovabili al bilancio energetico regionale della Campania dal 4% circa al 12% nel 2013 e al 20% nel 2020.

L'energia rinnovabile, pertanto, nella pianificazione energetica regionale rappresenta una azione necessaria, considerati anche gli obiettivi prefissati – si cfr. la Gazzetta Ufficiale, n. 78 del 2-4-2012 dove si definisce per ciascuna Regione e Provincia Autonoma il *burder sharing* – che recepiscono quelli europei e nazionali.

La Regione Campania, come noto, è fortemente deficitaria di produzione energetica in rapporto al fabbisogno necessario. Nel 2007 ha registrato un *deficit* pari al 60% (PEAR Campania, 2009).

In questo orizzonte regionale, caratterizzato da criticità energetiche, la provincia di Caserta e la CM ricoprono un importante ruolo nel fabbisogno energetico regionale.

Nella provincia di Caserta, infatti, sono presenti 12 centrali (40% della presenza regionale), di cui tre idroelettriche nei Comuni della CM (Presenzano, con una potenza di 1.000 MW; Mignano Monte Lungo, con una potenza di 37 MW e Rocca d'Evandro con una potenza di 4,6 MW). Queste ultime, in particolare quella di Presenzano, forniscono energia non solo alla Provincia di Caserta ma anche ad alcuni Comuni delle Regioni vicine (Lazio meridionale e Molise).

Potenziare e diversificare l'offerta energetica è la proposta operativa che si vuole intraprendere per i Comuni della CM attraverso la realizzazione di impianti da biomassa, la cui scelta è condizionata dalle risorse locali.

Questa tipologia di fonti energetiche rinnovabili, opportunamente coniugata con le variabili geografiche dell'ambiente e del paesaggio, superando, così, le conflittualità e le barriere (De Felice, Forni, 2011), può rappresentare per il territorio locale un'azione forte e coesa, foriera di uno sviluppo economico e sociale, espressione di una organizzazione territoriale rispondente a logiche *smart green*.

Questi territori possono diventare paesaggi di qualità energetica, poli di eccellenza dell'energia attraverso la produzione e l'uso sostenibile della risorsa energetica, come ampiamente auspicato dalle piattaforme legislative promosse a diversa scala geografica.

### **Le fonti di energia rinnovabili. Quadro di riferimento**

L'*International Energy Agency* in un recente rapporto – «*Saving Electricity in a Hurry*» – affronta il problema della carenza energetica, a cui ogni paese è soggetto, sia in atto che in potenza, analizzando e prospettando rispettivamente i danni da essa scaturiti sia nei sistemi geoeconomici che geoambientali: riduzione della competitività economica, aumento del costo energetico e dell'inquinamento atmosferico.

È necessario, dunque, intraprendere azioni forti declinate nel risparmio, nell'uso di nuove tecnologie, nella sensibilizzazione e informazione, al fine di un uso energetico sempre più efficiente ed efficace.

La Commissione Europea ha negli ultimi anni emanato una comunicazione nota come «*Energy 2020*»<sup>11</sup>, nella quale si definiscono le priorità energetiche per il prossimo decennio, sottolineando la sfida che l'Europa deve affrontare per migliorare la qualità della vita nei suoi aspetti sociali e ambientali e per ottimizzare i diversi settori dell'attività produttiva.

Il documento delinea le azioni da intraprendere attraverso la individuazione di cinque priorità sulle quali verranno proposti atti concreti per il futuro prossimo.

I cinque punti si enucleano: nel risparmio energetico, in particolare, nel settore dei trasporti e dell'edilizia; nel completamento del mercato interno dell'energia per il 2015 e nella creazione di infrastrutture energetiche paneuropee integrate; nella coordinazione politica dell'energia dei 27 Stati al fine di avere un'unica voce, forte e autorevole, nei confronti dei Paesi terzi; nel rendere competitiva l'Europa attraverso l'innovazione tecnologica e, infine, nel proporre nuove misure per costi competitivi.

Se il nostro sguardo si sofferma alla scala nazionale ritroviamo nella bozza del Piano d'Azione Italiano per l'efficienza energetica 2011 (d'ora in poi PAE) e nel Piano d'Azione Nazionale per le Energie Rinnovabili 2010 (d'ora in poi PAN) gli obiettivi, a medio e lungo termine, che ricalcano quelli dell'UE.

Obiettivi che si traducono in un potenziamento dei consumi energetici da fonti rinnovabili – +17% nel 2020, corrispondente a 22.617 ktep – del risparmio energetico, atteso nel 2016, pari a 126.327 GWh/anno di consumi in meno e pari a 149,00 kt/anno di CO<sub>2</sub> non emessa.

---

<sup>11</sup> Il testo della comunicazione nella sua forma integrale dal titolo «*Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Energy 2020 A strategy for competitive, sustainable and secure energy*», pubblicato il 10 novembre 2010, è consultabile on line alla pagina <[http://ec.europa.eu/energy/strategies/2010/doc/com\(2010\)0639\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/strategies/2010/doc/com(2010)0639_en.pdf)>.

A scala regionale il PEAR, documento di riferimento per la pianificazione energetica nella regione Campania, più volte già ricordato, delinea le *best practises* da intraprendere per uno sviluppo energetico sostenibile, improntato alla partecipazione e alla condivisione, confermando, altresì, la cogente transizione energetica verso le fonti rinnovabili.

Tra queste ultime un particolare ruolo rivestono le biomasse<sup>12</sup> nella Regione Campania, tenuto conto del patrimonio di risorse possedute, come ampiamente confermato nei diversi piani di sviluppo. Tra questi, a titolo esemplificativo, citiamo il Piano di Sviluppo Rurale nel quale sono previste azioni di potenziamento delle bioenergie; il Piano Forestale Generale (2008-2013) dove è previsto l'incremento delle biomasse.

La citazione di questi documenti, sebbene incompleta, conferma come ormai sia inderogabile nella *governance* territoriale il tema energetico ed eventuali deroghe, ritardi, rinunce comprometterebbero fortemente la sicurezza e l'economia delle singole Regioni – il costo della bolletta in Campania è cinque volte più caro che nel resto del paese – degli Stati e dell'Unione Europea stessa.

Consapevoli dell'importanza dell'energia, come motore comprimario di sviluppo, e in particolare, delle fonti rinnovabili di energia e della efficienza energetica, in sintonia con i diversi piani regionali, decliniamo la nostra ricerca sulla valutazione, attraverso le nuove tecnologie, del potenziale di biomassa cercando, altresì, di coniugare questa fonte di energia rinnovabile con il territorio, considerando quest'ultimo un elemento attivo nel processo di pianificazione, da conoscere, proteggere, valorizzare.

### **Le biomasse e il territorio**

Le fonti energetiche rinnovabili in generale, e le biomasse nel particolare, hanno per loro natura un rapporto inscindibile con il territorio, in quanto la risorsa che le sostiene proviene dall'ambiente stesso. Di certo non è sufficiente valutare solo il potenziale della risorsa da biomassa, già di per sé operazione complessa<sup>13</sup>, ma vi è anche una serie di variabili che bisogna considerare al fine di coniugare opportunamente le biomasse nello spazio.

Nella ricerca della *best location* delle biomasse gioca un ruolo fondamentale anche l'analisi della prossimità tra fonte e distribuzione. Non è sufficiente conoscere il potenziale di biomassa del territorio per definire quest'ultimo funzionale per la produzione da fonti rinnovabili. Bisogna tenere conto anche delle strutture organizzative del luogo, delle infrastrutture per far sì che la trasformazione sia economicamente vantaggiosa e sostenibile (Stephen *et alij*, 2010).

Trasportare da un determinato luogo la materia prima per trasformarla in un altro contesto, il cui veicolo destinato al trasbordo si alimenta con carburanti tradizionali, diventa un'azione non più sostenibile da un punto di vista ambientale – il settore dei trasporti è responsabile di circa il 30% delle emissioni di biossido di carbonio nei paesi sviluppati (Anable, Bristow, 2007).

---

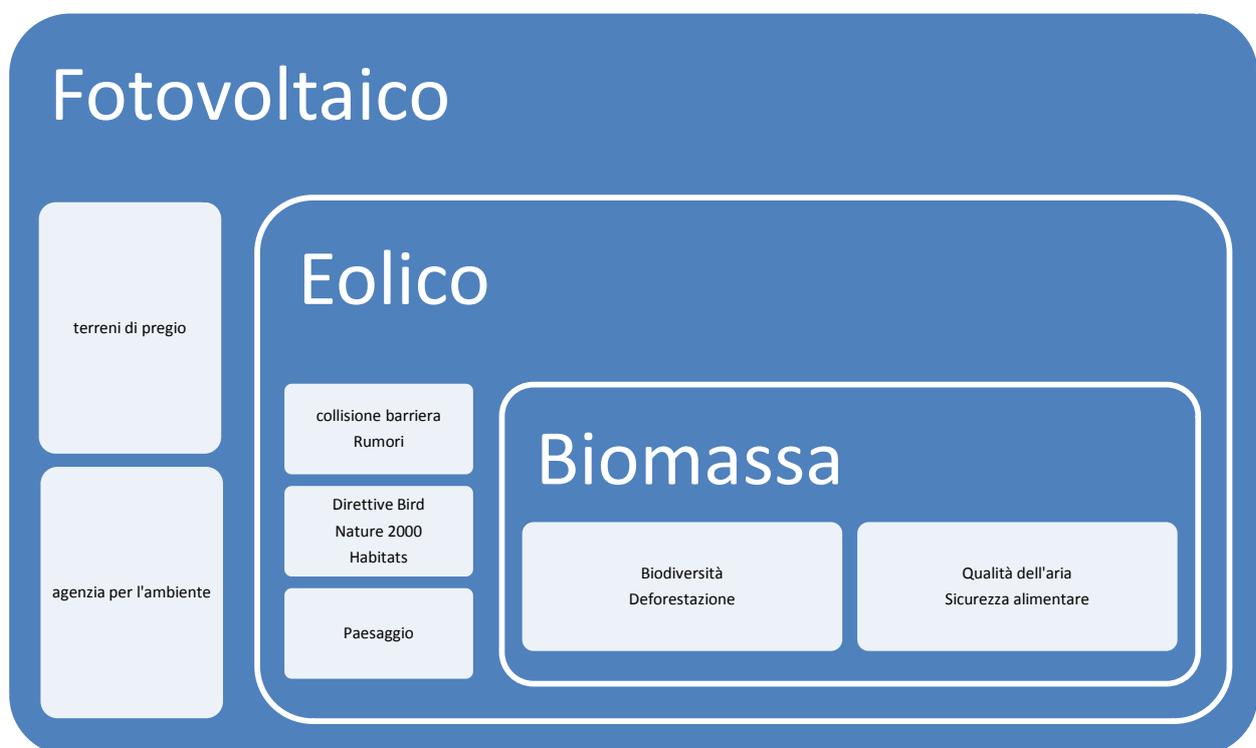
<sup>12</sup> Riprendendo la definizione normativa contenuta nella direttiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo, recepita con il decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, con il termine biomassa intendiamo "la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani".

<sup>13</sup> Ci sono stati studi sia a grande scala che a piccola scala che confermano la problematicità dell'analisi da potenziale da biomassa (EEA, 2008; Reho, 2009).

È inoltre svantaggioso economicamente e, infine, il luogo di produzione della materia prima non avrà un reale beneficio in termini di occupazione e di sviluppo locale (Ness, Brogaard, 2008).

La forma auspicabile di distribuzione dell'energia rinnovabile da biomassa sarebbe quella di una fonte energetica collegata direttamente alla rete di distribuzione attraverso una filiera corta, su base regionale (Puttilli, 2009), provinciale o anche infracomunale, come nella nostra ipotesi operativa, in quanto ad oggi non esiste una filiera della biomassa ben definita. La biomassa, così come ogni fonte energetica rinnovabile, può dare vita a delle conflittualità con il territorio (fig. 4); pertanto bisogna considerare, per le biomasse ad esempio, la pressione sulla biodiversità agricola, in un territorio di pregio e di qualità, come quello della CM, la deforestazione, nonché la qualità dell'aria e dell'acqua.

*Figura 4 - Le conflittualità ambientali e paesaggistiche in rapporto alle fonti rinnovabili di energia*



Fonte: ENEA

Tenendo conto anche della preoccupazione forte riservata dalla FAO (2008) alla sicurezza alimentare, bisognerebbe preservare le attuali colture estensive e introdurre coltivazioni a scopo energetico che siano a bassa pressione ambientale (EEA, 2008).

Oltre agli elementi di conflittualità, per l'analisi del rapporto biomassa-territorio bisogna considerare anche le potenziali sinergie tra le risorse e le diverse realtà territoriali presenti sul territorio (Puttilli, 2009).

Nel caso specifico, il Piano Forestale Generale 2008-2013, la cui bozza di documento contiene un'azione (10) volta all'incremento della produzione di biomasse combustibili in Campania, favorisce questa pratica, tenendo in considerazione le ottime potenzialità esistenti in Regione in termini di produzione di biomassa e prevedendo il miglioramento dei boschi esistenti e l'ampliamento delle superfici forestali.

Anche le Aree Parco e SIC possono essere finalizzate all'ottenimento di biomasse per la produzione di energia rinnovabile, purché l'intervento non abbia effetti rilevanti sugli obiettivi di conservazione del sito stesso. Pertanto, sono consentite quelle cure colturali ai boschi pubblici e privati, consistenti in operazioni di sfollo e diradamento nei cedui e nelle fustaie che consentono il recupero della ramaglia.

In questo modo si verrebbe a creare quella sinergia tra territorio, risorse ed energia e verrebbe salvaguardato l'interesse delle politiche energetiche, le politiche di sviluppo locale e quelle relative alla tutela dell'ambiente e del paesaggio.

Infine, è da considerare anche l'organizzazione del territorio, a diversa scala, in rapporto alla fonte di energia rinnovabile. Valutare la presenza di imprese dedicate alla produzione e alla valorizzazione di elementi destinati alla fonte di energia rinnovabile e di aziende che effettuano interventi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica.

Elementi utili per stimare se il territorio locale sia predisposto per una filiera corta. Inoltre, bisogna calcolare anche la presenza di *policy maker* locali, di *stakeholder* capaci di porre in relazione lo Stato centrale con la collettività e con gli Enti locali per sensibilizzare, far conoscere, promuovere, superare eventuali conflitti e creare, nel contempo una rete di interdipendenze (Reho, 2009).

Tenendo nella dovuta considerazione la complessità caleidoscopica della produzione di energia da biomassa, come brevemente richiamato, e consapevoli della difficoltà della messa a sistema di una filiera corta, in questa prima fase della nostra proposta ci soffermiamo, tenendo conto anche dell'economia del contributo, sulla potenzialità della risorsa di questo territorio, valutando una possibile stima attraverso l'ausilio di uno specifico sistema.

### ***Le potenzialità della biomassa nella Comunità Montana "Monte Santa Croce"***

Il territorio in esame produce biomasse residuali dalle attività agricole, forestali e di allevamento. Una parte di queste viene reimpiegata nei cicli produttivi aziendali (ad esempio le paglie negli allevamenti zootecnici) o è destinata ad altri usi locali, anche energetici, mentre una parte risulta inutilizzata e spesso è distrutta tramite combustione nei campi stessi nei quali viene prodotta. Questo avviene principalmente in quelle aziende di dimensioni ridotte dove la conduzione è spesso *part time*.

Nel caso delle potature, le biomasse di pezzatura più grossa possono essere valorizzate per la produzione di energia termica in camini o stufe chiuse, mentre la gran parte delle ramaglie è trinciata o bruciata dal conduttore stesso.

È interessante valutare se nel territorio vi sia un potenziale di biomasse significativo e tale da poter ipotizzare l'opportunità di una valorizzazione energetica locale capace, tra l'altro, di attivare un circuito economico legato alla raccolta, condizionamento e vendita del combustibile. Le biomasse sono una risorsa endogena che necessita di un approfondimento specifico, in quanto la loro dispersione e le difficoltà logistiche organizzative ne possono limitare l'effettivo impiego.

La definizione del potenziale complessivo di biomasse presenti o producibili in un determinato territorio è realizzabile con modalità diverse e a diversi livelli di approfondimento. Le modalità di stima e il dettaglio dei risultati sono dipendenti da una parte dagli obiettivi che l'amministrazione si è data, in relazione alle politiche energetiche locali, e dall'altra dalla disponibilità di dati ed informazioni coerenti ed omogenei per stimare le diverse tipologie di biomasse.

L'approccio e la complessità, e quindi il costo/tempo della stima, aumentano all'aumentare del livello di dettaglio richiesto provinciale/comunale/puntuale e in riferimento all'eterogeneità e ampiezza delle diverse biomasse da indagare.

Nel nostro caso ci siamo limitati a realizzare delle valutazioni lorde delle biomasse residuali dal settore agroforestale e zootecnico e quindi si è scelto, in questa prima fase di studio, di porre la nostra attenzione sulle biomasse solide per combustione e quelle fermentescibili per produrre biogas.

L'approccio di stima è stato di tipo statistico ed ha seguito la metodologia AIIA ENEA utilizzata sin dai primi studi di potenziale italiani (1990), basata sui dati statistici agroforestali. Tale metodologia consente di stimare i residui a livello amministrativo e restituisce una fotografia delle difficoltà ed opportunità relative ad alcune filiere agro-energetiche basate sui residui. Il limite della metodologia è quello di restituire dati solo in riferimento ai confini amministrativi, ma ha il pregio di consentire rapidamente di definire l'ordine di grandezza del potenziale. Per i calcoli è stato utilizzato il software AGRI RES<sup>14</sup> realizzato da ENEA, che integra dei parametri di default per il calcolo dei residui validi per il territorio nazionale. Ove possibile, tale approccio può essere integrato, come ci riserveremo di fare in una fase successiva, per alcune tipologie di biomassa legnosa (potature), con basi informative cartografiche. Questa integrazione consentirà di realizzare, attraverso strumenti informativi geografici, uno studio più accurato che evidenzia, oltre al potenziale lordo, quello effettivamente disponibile e quello netto, sulla base di considerazioni di natura tecnica ed economica.

Per giungere a un buon livello di approssimazione, la stima necessita di alcuni dati ed informazioni che dovrebbero essere raccolti sul campo per studiare analiticamente gli attuali usi alternativi delle biomasse residuali e molti dati sul mercato attuale dei residui. La qualità dei risultati dell'analisi dipende dalla qualità dei dati di ingresso e dei parametri di calcolo. Nel nostro caso il livello di dettaglio dei dati statistici di superfici e produttività non è ottimale per realizzare delle stime più raffinate ed è stato necessario fare delle semplificazioni. L'area dei 9 Comuni ha una superficie complessiva di oltre 27.000 ettari, di cui circa il 70% è di pertinenza di aziende agricole.

*Tabella 5 - Evoluzione della superficie agricola nell'Area dei 9 Comuni*

	<b>1990</b>	<b>2000</b>
	<b>ha</b>	<b>ha</b>
<b>Seminativi</b>	4144,46	4049,1
<b>Colture Permanenti</b>	6102,56	5851,7
<b>Prati</b>	2190,65	2155,88
<b>S.A.U.</b>	12437,67	12056,68
<b>Pioppeti</b>	58,46	145,38
<b>Boschi</b>	4934,23	5632,78
<b>Altra</b>	2600,45	404,16
<b>S.A.T.</b>	20030,81	18987,67
<b>S.T.</b>	27482,00	27482,00
<b>SAT /ST %</b>	72,9	69,1
<b>SAU/SAT %</b>	62,1	63,5

Fonte: ISTAT, Censimenti Agricoltura, anni 1990 e 2000

<sup>14</sup> AGRI\_RES, Valutazione quantitativa del potenziale energetico da residui agricoli, Codice di calcolo) Copyright ENEA numero deposito 2011003775 del 14 settembre 2011 (autori Colonna N., Regina P.).

Nei due decenni per i quali sono disponibili i dati, la superficie agricola totale è diminuita significativamente a testimonianza dei fenomeni di abbandono delle superfici che spesso sono andate incontro a processi di rinaturalizzazione spontanea. Le biomasse solide in questo contesto rappresentano una risorsa diffusa ed abbondante, se consideriamo che nelle sole superfici di competenza delle aziende agricole abbiamo sia una ampia risorsa boschiva (oltre 5.000 ettari) che una elevata quantità di residui dalle potature delle colture permanenti (vite, olivo, fruttiferi).

Localmente possono essere interessanti anche alcuni sottoprodotti quali ad esempio i gusci di nocciole, la sansa di olive o gli scarti della produzione del vino. Qui ci siamo limitati a stimare alcuni dati sulle biomasse legnose che sono per loro natura le più adatte alla generazione di energia, in particolare termica.

Date le condizioni climatiche infatti, sono elevate le esigenze di freddo da soddisfare e tradizionalmente stufe e camini sono presenti nella gran parte delle abitazioni locali. Ai sensi del DPR 412 del 93 infatti i Comuni italiani sono classificati in virtù dei gradi giorno e secondo la zona climatica in cui ricadono i sindaci possono autorizzare l'accensione degli impianti per un numero di giorni e di ore giornaliere diverse.

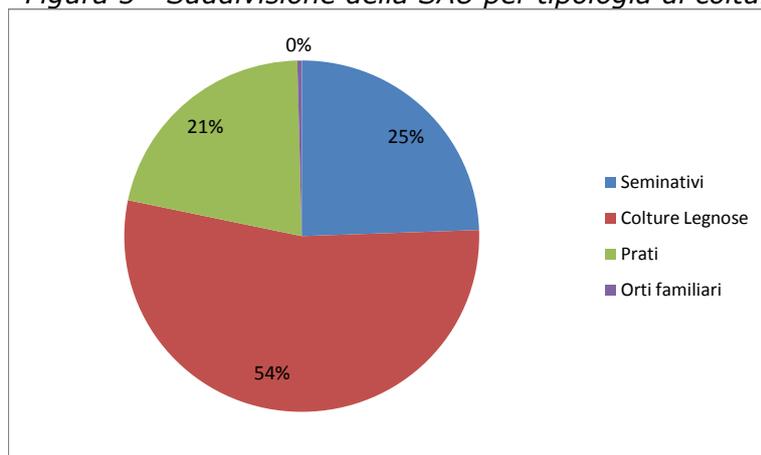
I Comuni in fascia E (nel nostro caso solo Roccamonfina) hanno una stagione di riscaldamento più ampia (15 ottobre-15 aprile) ed un numero di ore di accensione maggiore (fino a 14 ore). Data la rigidità climatica, un impianto di riscaldamento deve lavorare un maggior numero di ore ed aumenta la convenienza economica a sostituire i sistemi tradizionali con impianti a biomasse, il cui maggior costo di investimento si ripaga in un minor numero di anni per gli elevati risparmi in fase di esercizio.

*Tabella 6 - Classificazione dei Comuni in base alle zone climatiche*

<b>Comune</b>	<b>altezza (sul livello del mare)</b>	<b>gradi giorno</b>	<b>zona climatica</b>
<b>Conca della Campania</b>	420	1892	D
<b>Galluccio</b>	368	1787	D
<b>Marzano Appio</b>	318	1685	D
<b>Mignano Monte Lungo</b>	137	1318	C
<b>Presenzano</b>	272	1592	D
<b>Rocca d'Evandro</b>	83	1466	D
<b>Roccamonfina</b>	612	2255	E
<b>San Pietro Infine</b>	140	1324	C
<b>Tora e Picilli</b>	343	1736	D

Fonte: Tab. A allegata al DPR 412/93 aggiornata al 31 ottobre 2009

Figura 5 - Suddivisione della SAU per tipologia di coltura



Fonte: ISTAT, Censimento Agricoltura, 2010

### **Le biomasse residuali legnose dal settore agricolo e forestale**

Sono state stimate le biomasse legnose provenienti su base annua dalle potature di vigneti oliveti e frutteti per Comune. Sulla base dei dati ISTAT, e tenuto conto che la dinamica delle colture permanenti è solitamente molto lenta, sono stati valutati i residui sia dalla potatura annuale che dagli espunti dei fruttiferi sulla base di parametri medi già utilizzati in altri studi (Regione Molise, 2009).

Tabella 7 - Superfici comunali occupate da colture legnose agrarie e forestali suscettibili di produrre biomasse legnose per usi termici

Comune	Vite (ha)	Olivo (ha)	Fruttiferi (ha)	Boschi (ha)	Totale
Conca della Campania	49,16	180,76	467,19	242,19	939,3
Galluccio	174,61	196,82	226,3	276,77	874,5
Marzano Appio	24,53	75,28	579,77	200,65	880,23
Mignano Monte Lungo	94,08	214,99	205,96	2447,74	2962,77
Presenzano	37,26	119,97	391,34	975,37	1523,94
Rocca d'Evandro	122,75	143,97	14,33	601,41	882,46
Roccamonfina	1,69	6,65	1921,85	276,32	2206,51
San Pietro Infine	14,37	332,09	1,98	348,21	696,65
Tora e Piccilli	45,85	71,12	107,05	264,12	488,14
<b>Totale</b>	<b>564,3</b>	<b>1341,65</b>	<b>3915,77</b>	<b>5632,78</b>	<b>11454,5</b>

Fonte: ISTAT, Censimento Agricoltura, 2000

Sulla base delle elaborazioni, e tenuto conto che buona parte delle potature di pezzatura più grande hanno già un uso energetico locale ed anche parte delle frasche e dei sarmenti hanno un impiego alternativo, le stime realizzate indicano che vi è un potenziale aggiuntivo compreso tra le 8.000 e le 12.000 tonnellate annue di potature disponibili dal complesso delle superfici coltivate a vite, olivo e fruttiferi.

Nel caso dei boschi, e considerando che il dato in tabella si riferisce ai soli boschi compresi all'interno delle proprietà agricole, vi sono numeri altrettanto rilevanti, in quanto si tratta per lo più di boschi cedui con cicli di taglio di circa 20-25 anni, il cui livello di sfruttamento attuale è basso e potrebbe essere aumentato senza compromettere gli equilibri. In termini di biomassa boschiva si possono ottenere residui utili dalle attuali utilizzazioni forestali attraverso la valorizzazione energetica delle branche e dei cimali che vengono lasciati in bosco durante le operazioni di esbosco o da tagli aggiuntivi di quelle superfici che hanno raggiunto l'età del taglio, ma che sono inutilizzate stante lo scarso valore di macchiatico.

Tenuto conto che nei nostri calcoli abbiamo trascurato altre fonti di biomassa quali le sanse o i residui della lavorazione del castagno e delle nocciole, è evidente che il territorio offre quantitativi rilevanti di biomassa che potrebbero soddisfare una parte rilevante delle esigenze termiche delle abitazioni del territorio.

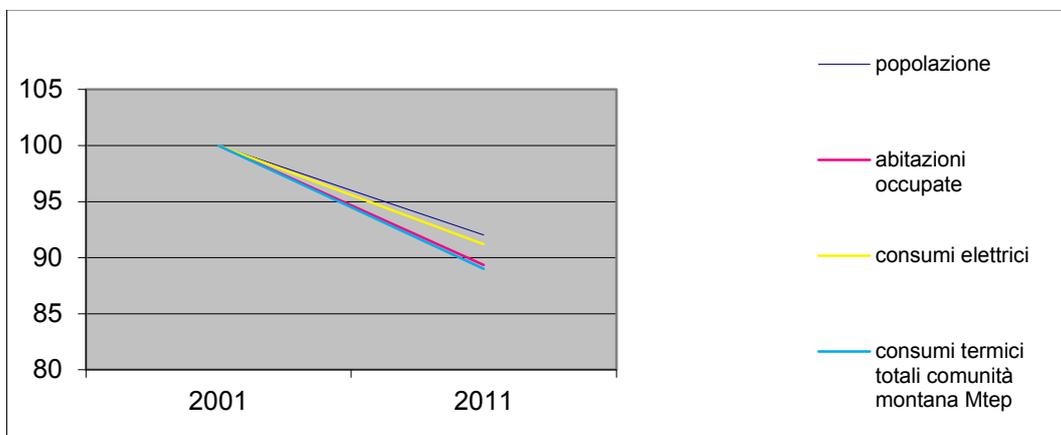
## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli indicatori socio-economici hanno evidenziato una riduzione dell'antropizzazione del territorio, per quanto riguarda la presenza di popolazione ed un aumento del consumo del suolo, giunto fino a 665 m<sup>2</sup>/abitante, superiore a quello provinciale, pari a 312 m<sup>2</sup>/abitante, ed una persistente frammentazione del tessuto agricolo/produttivo, nonostante alcune iniziative imprenditoriali volte ad aumentare la qualità.

Dal punto di vista energetico, anche la domanda di energia da noi stimata partendo dai dati ISTAT, Terna e PEAR Campania, si presenta in decrescita.

Si ha, quindi, che il declino del territorio appare investire tutti gli indicatori, e ciò si configura nello stesso tempo come una problematicità rilevante, ma anche come un'opportunità se gestita e pianificata opportunamente.

Figura 6 - Comunità Montana "Monte Santa Croce": indicatori socio-energetici



Fonte: elaborazione ENEA su dati ISTAT e Terna

Infatti, lasciando proseguire i *trend* evidenziati, si avrebbe un'ulteriore riduzione della sostenibilità del territorio che sarebbe sempre più abbandonato, diventando potenziale preda di azioni esogene, non rispettose del valore ambientale locale.

L'opportunità, invece, è data proprio dalla possibilità di creare un'integrazione tra agro-alimentare di qualità e produzione energetica, volta quest'ultima, a soddisfare i decrescenti bisogni endogeni e a supportare i fabbisogni energetici provinciali e regionali, inserendo il territorio nella programmazione energetica regionale ed europea.

Si tenga conto, infatti, che nell'area già sussistono impianti per la produzione di energia idroelettrica, che sono ad oggi circa il 40% del totale regionale, ma tali usi energetici, a parte alcune *facilities* economiche per qualche Comune, non hanno contribuito in nessun modo allo sviluppo dell'area.

Gli elementi positivi derivati dall'uso delle biomasse sono sinteticamente elencabili in:

1. riduzione dei costi energetici per i consumatori dell'area e per la Regione. Va ricordato che la Regione Campania è quella con il più alto costo del kWh;
2. uso integrale del territorio, con riduzione di rifiuti e aree abbandonate;
3. creazione di competenze tecnologiche e gestionali tra la popolazione, che troverebbe così reddito e impiego nell'area stessa;
4. possibilità di inserire l'area nei flussi di finanziamenti già operativi, quali ad esempio quelli del QSN priorità 3-FESR.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Adamo N. et alii (2009), *Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Campania*. Napoli: ARPAC.
2. Amato F. (2007), Dall'area metropolitana di Napoli alla Campania plurale. In Viganoni L. (eds.), *Il mezzogiorno delle città. Tra Europa e Mediterraneo*. Milano: Franco Angeli: 175-211.
3. Anable J., Bristow A. L. (2007), *Transport and Climate Change: supporting document to the CfIT report. Commission for Integrated Transport*, London.
4. ANCI, IFEL (2011), *Atlante dei piccoli Comuni 2011*. Roma: O. GRA. RO.
5. Bencardino F. et alii (2010), Vecchie e nuove polarità nella geografia urbana della Campania. Alcune riflessioni, *Bollettino della Società Geografica Italiana*, XIII, 4: 801-821.
6. Bradshaw J. M. (2010), Global energy dilemmas: a geographical perspective, *Geographical Journal*, 176, 4: 275-290.
7. Brittan G. G. (2001), Wind, energy, landscape: reconciling nature and technology, *Philosophy & Geography*, 4, 2: 169-184.
8. Calvino I. (1972), *Le città invisibili*, Torino: Einaudi.
9. Camera di Commercio di Caserta (2010), *I Comuni della Provincia di Caserta. Anno 2011. I principali Indicatori Socio Economici*. Caserta.
10. Cavallaro V., Dansero E. (1998), Sustainable development: global or local, *GeoJournal*, 45.1-2: pp. 33-40.
11. Colonna N., Del Ciello R. e Petti R., (2010), Biomasse agroforestali: valutare il potenziale a scala regionale, *ARS*, 127: 20-24.
12. Cristinzio G., Testa A. (eds.) (2006), *Il castagno in Campania. Problematiche e prospettive della filiera*. Dragoni: Imago Media.
13. Currand D. W. (1973), *Géographie mondiale de l'énergie*, Pari: Masson.

14. Dansero E., Puttilli M. (2010), *Paesaggio, vulnerabilità e rischio. Temi e riflessioni a partire dalle fonti energetiche rinnovabili*. In Mautone M., Ronza M. (eds.), *Patrimonio culturale e paesaggio. Un approccio di filiera per la progettualità territoriale*, Roma, Gangemi: 163-170.
15. De Felice P., Forni A. (2011), *Le barriere all'energia green*. In: *Rinnovabili.it*, rivista on line <<http://www.rinnovabili.it/energia/efficienza-energetica/le-barriere-allenergia-green3083/>>
16. Dell'Agnese E. (1987), *Per una bibliografia ragionata di geografia rurale e agraria*. In: Corna Pellegrini G. (eds.) *Aspetti e Problemi della geografia*. Settimo Milanese: Marzorati. 187-226.
17. Dematteis G. (2002), *Progetto implicito. Il contributo della geografia umana alle scienze del territorio*, Milano: Franco Angeli.
18. Droege P. (2008), *La città rinnovabile*, Milano: Edizione Ambiente.
19. Ducci D., Tranfaglia G. (2005), *L'impatto dei cambiamenti climatici sulle risorse idriche sotterranee in Campania*", *Bollettino Ordine Geologi della Campania*, 1-4: 13-21.
20. Ducci D., Tranfaglia G. (2008), *The Effect of Climate Change on the Hydrogeological Resources in Campania Region – Italy*. In Dragoni W., *Groundwater and climatic changes*, Geological Society, London, Special Publications, 288: 25-38.
21. EEA (2008), *Energy and environment report 2008*, 6.
22. Esposito C. A. et alii (1999), *Natura 2000. Il progetto Bioitaly in Campania*, Napoli: Regione Campania.
23. FAO (2008), *The State of Food and Agriculture*, Roma.
24. Febvre L. (1980), *La terra e l'evoluzione umana*. Torino: Einaudi.
25. Gentileschi M. L. (1991), *Geografia della popolazione*. Roma: NIS.
26. Gribaudi D. (1957), *Monti e Pianure. Le Alpi e la Padania*. In: Touring Club Italiano, *L'Italia fisica*. Milano: Sagdos. 169-201.
27. Grosso A., Vito M. (2008), *Produzione e gestione in Campania 2002-2007*, Napoli: Regione Campania.
28. IAEA (2005), *Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies*, Austria.
29. IEA (2011), *Saving Electricity in a Hurry*.
30. IPCC (2007), *Climate Change 2007: The physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report*, Cambridge: Cambridge University Press.
31. IPCC (2007), *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge.
32. ISPRA (2009), *Il progetto carta della natura*, Roma: SistemCart.
33. ISPRA (2011), *Gli indicatori del clima in Italia nel 2010, Stato dell'Ambiente 24/2011*, Roma: Ispra.
34. ISTAT (2005), *I sistemi locali del lavoro 1991*, Roma: ISTAT.
35. ISTAT (2010), *Annuario Statistico Italiano*, Roma: ISTAT.
36. Medici G., (1986), *Studio Generale della Collina Italiana*. Bologna: Edagricole.
37. Ministero Sviluppo Economico (2010), *Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili dell'Italia*, Roma.
38. Ness B., Brogaard S. (2008), *GIS proximity analysis and environmental assessment of sugar beet transport, Scania, Sweden*, *Area*, 40: 459-471.
39. PAE (2011), *Piano d'Azione Italiano per l'Efficienza Energetica* Bozza.
40. Pellizi G., Riva G., Fiala M. (1994), *Potenzialità energetica da biomasse nelle regioni italiane*, rapporto AIGR-ENEA.
41. Provincia di Caserta (2009), *Proposta di Piano PTC A1 Relazione*.

42. Provincia di Caserta (2010), *Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, Rapporto ambientale*.
43. Puttilli M. (2009), Per un approccio geografico alla transizione energetica. Le vocazioni energetiche territoriali. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, XIII: 601-616.
44. Raffeststein C. (2006), *Dalla nostalgia del territorio al desiderio di paesaggio. Elementi per una teoria del paesaggio*, Firenze: Alinea.
45. Regione Campania (2007), *Piano Operativo Regionale FESR 2007-2013*, <[http://porfesr.regione.campania.it/opencms/export/sites/default/FESR/download/POR\\_Campania\\_FESR\\_2007\\_2013.pdf](http://porfesr.regione.campania.it/opencms/export/sites/default/FESR/download/POR_Campania_FESR_2007_2013.pdf)>, 18/06/2012.
46. Regione Campania (2007), *Programma di Sviluppo Rurale, PSR CAMPANIA 2007-2013*, <[http://agricoltura.regione.campania.it/psr\\_2007\\_2013/pdf/PSR\\_2011.pdf](http://agricoltura.regione.campania.it/psr_2007_2013/pdf/PSR_2011.pdf)>, 18/06/2012.
47. Regione Campania (2008), *Piano Territoriale Regionale. Linee Guida per il Paesaggio*, <<http://www.sito.regione.campania.it/PTR2006/PTRindex.htm>>, 18/06/2012.
48. Regione Campania (2009), *Piano Energetico Ambientale Regionale*, <<http://www.economicampania.net/UserFiles/File/VolumePEAR.pdf>>, 18/06/2012.
49. Regione Campania, Sogesid (2006), Piano di Tutela delle Acque. Relazione di Piano, Napoli.
50. Reho M. (eds.) (2009), *Fonti energetiche rinnovabili, ambiente e paesaggio rurale*. Milano: Franco Angeli.
51. Rossi-Doria M. (1958), *Dieci anni di politica agraria nel Mezzogiorno*. Bari: Laterza.
52. Rouchon V. et alii (2008), Temporal evolution of the Roccamonfina volcanic complex (Pleistocene), Central Italy, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 177: 500-514.
53. Ruocco D. (1965), Campania, Torino, UTET.
54. Sommella R. (2009), "Il contesto territoriale dell'indagine: l'area metropolitana di Napoli e le sue articolazioni" in Amato F., Coppola P. (a cura di), *Da migranti ad abitanti. Gli spazi insediativi degli stranieri nell'area metropolitana di Napoli*, Napoli, Guida, pp. 147-174.
55. Stephen J. (2010), Strategic environmental assessment for energy production Large-scale wind power in electricity markets with Regular Papers, *Energy Policy*, 38, 7: 3489-3497.
56. Viganoni L. (eds.) (2007), *Il mezzogiorno delle città. Tra Europa e Mediterraneo*, Milano: Franco Angeli.
57. Worldwatch Institute (1995), *State of the world: a Worldwatch Institute report on progress toward a sustainable society*. New York: Norton.

## SITOGRAFIA

1. ARPA CAMPANIA, <http://www.arpacampania.it>, 18/06/2012
2. ARPAC, <http://www.meteoambientecampania.it/>, 18/06/2012
3. ISPRA CAMPANIA, <http://sgi2.isprambiente.it>, 18/06/2012
4. ISTAT (2009), Atlante statistico dei Comuni, [http://www3.istat.it/dati/catalogo/20061102\\_00/](http://www3.istat.it/dati/catalogo/20061102_00/), 18/06/2012
5. ISTAT, Demografia in cifre, <http://demo.istat.it/>, 18/06/2012
6. PROVINCIA DI CASERTA, [www.provincia.caserta.it](http://www.provincia.caserta.it) 18/06/2012
7. REGIONE CAMPANIA, [www.regione.campania.it](http://www.regione.campania.it) 18/06/2012
8. UNIONCAMERE, Atlante della Competitività delle province e delle Regioni, [www.unioncamere.gov.it/Atlante/](http://www.unioncamere.gov.it/Atlante/), 18/06/2012

## **STRUMENTI DI CONTABILITÀ ECONOMICO-AMBIENTALE PER VALUTARE GLI EFFETTI DI PIANI E PROGRAMMI SULLE EMISSIONI DI GAS SERRA**

Roberto DEL CIELLO<sup>1</sup>, Maria VELARDI<sup>2</sup>, Cecilia CAMPOREALE<sup>3</sup>

### **SOMMARIO**

Il raggiungimento degli obiettivi al 2020 che l'UE si è fissata, il cosiddetto Pacchetto Clima-Energia, impone la predisposizione di strumenti di valutazione delle politiche e misure messe in campo dai *policy-maker*, capaci di valutare tanto la loro efficacia per la lotta al cambiamento climatico, quanto gli effetti economici, in particolare sulla crescita e sull'occupazione. Nasce così l'esigenza di sviluppare una metodica valutativa finalizzata a cogliere tutte quelle retroazioni che, una volta introdotto un impulso di spesa nel sistema economico, si producono all'interno della struttura produttiva, dando luogo a variazioni dei livelli di produzione anche nei settori non direttamente investiti dalla spesa e, per questa via, ad un impatto ambientale "indotto". La valutazione simultanea degli effetti dell'attuazione dei programmi sulle emissioni e sugli aggregati economici è stata possibile attraverso l'integrazione di due strumenti di contabilità: per gli aspetti economici le matrici Input-Output; per il quadro emissivo la NAMEA, dove le emissioni in atmosfera sono imputate ai settori economici. L'integrazione dei due strumenti considerati ha permesso di valutare gli effetti sulle emissioni di gas serra dei programmi afferenti al Quadro Strategico Nazionale (QSN) e finanziati con il Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR).

---

<sup>1</sup> ENEA, Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale, [roberto.delciello@enea.it](mailto:roberto.delciello@enea.it)

<sup>2</sup> ENEA, Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale, [maria.velardi@enea.it](mailto:maria.velardi@enea.it)

<sup>3</sup> ENEA, Unità Tecnica Modellistica Energetica Ambientale, [cecilia.camporeale@enea.it](mailto:cecilia.camporeale@enea.it)

## **INTRODUZIONE**

Il presente lavoro si colloca nell'ambito di un filone di ricerca volto ad individuare una metodica valutativa degli effetti sulle emissioni di gas serra dei programmi posti in essere a livello nazionale dai *policy-maker*, ed in particolare, lo studio ha preso a riferimento il Quadro Strategico Nazionale (QSN) e i finanziamenti del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR).

L'elaborazione di valutazioni del rapporto tra le erogazioni dei finanziamenti del QSN 2007-2013 e l'abbattimento delle emissioni di gas serra mediante approcci di tipo *bottom-up*, pur presentando diversi ed importanti pregi, non consentono una valutazione dell'intero contesto economico in cui si esplica la spesa, e conseguentemente di tener conto degli effetti di impatto ambientale che da tale valutazione conseguono, cosiddetto impatto ambientale "indotto" (ENEA, 2010).

L'adozione di una metodologia di valutazione basata sull'utilizzo di matrici intersettoriali dell'economia italiana (le tavole Input-Output) integrata con la matrice di contabilità ambientale (NAMEA), ha permesso di costruire uno scenario di impatto potenziale della spesa che, tenendo conto degli effetti intersettoriali, fosse in grado di cogliere gli impatti complessivi, diretti ed indiretti, sia per quanto riguarda il quadro emissivo sia per quanto concerne l'evoluzione degli aggregati economici del Valore Aggiunto e dell'occupazione.

In particolare, è stato messo a punto il prototipo di un modello in grado di riprodurre le tavole Input-Output (IO) e NAMEA al 2020 e di valutare gli impatti attraverso la riclassificare delle risorse FESR per tipologie di intervento, in modo da poter associare a tali tavole uno specifico vettore di spesa. Messi a punto gli strumenti necessari (matrici tendenziali I-O, NAMEA, vettore di spesa), il modello è in grado di stimare gli impatti potenziali che gli investimenti previsti comportano sia sul lato dei principali aggregati economici (occupazione e Valore Aggiunto), sia sul lato delle emissioni "aggiuntive" di gas serra dovute all'aumento dei livelli di attività economica innescata dai programmi.

## **METODOLOGIA ED APPROCCIO MATRICIALE**

Il ricorso alle matrici IO-NAMEA si qualifica per l'integrazione delle conoscenze tecnico-ingegneristiche in una rappresentazione articolata della struttura produttiva del sistema economico e del rapporto tra questa e le "pressioni ambientali", in specie per ciò che attiene i dati sulla spesa di investimento. In concreto, la spesa di investimento è collegata all'articolazione settoriale della matrice IO e alle indicazioni di ordine tecnologico e della struttura delle pressioni ambientali del modulo NAMEA.

La base dei dati di riferimento, sia in termini di valori di spesa che di indicazioni di impiego della spesa, è soggetta ad elementi di indeterminazione intrinseci (come quelli dettati, per esempio, dalla genericità delle indicazioni attualmente presenti nel QSN che, a loro volta, vanno ad intrecciarsi con le determinazioni di carattere tecnico-ingegneristico utilizzate nelle valutazioni *bottom-up*), così come ulteriori elementi di approssimazione nascono dal riportare i dati disaggregati ai livelli di aggregazione del sistema IO-NAMEA. A questi aspetti si sommano inoltre quelli derivanti dalla necessità di costruire, sulla base della strumentazione matriciale IO-NAMEA, delle proiezioni di scenario relative all'impatto sulle emissioni.

La valutazione di *forecasting* da realizzare mediante le matrici condiziona il processo di integrazione tra dati disaggregati, matrici e ipotesi di altra natura che possano essere introdotte allo scopo.

L'importanza di un esercizio di questo tipo risiede nella possibilità offerta di avere un quadro economico-energetico-ambientale connesso ad una politica di investimento messa in atto.

Passo fondamentale diviene, dunque, l'analisi e la caratterizzazione della spesa con l'opportuna integrazione – tenuto conto della distribuzione temporale nell'intervallo di tempo considerato – con le voci settoriali della matrice IO. Una volta individuate le voci di spesa e le integrazioni settoriali, l'analisi si sposta sulle caratteristiche della struttura produttiva al fine di pervenire ad una modellizzazione della struttura delle emissioni: diversi settori e diversa efficienza ambientale. Tutti i fattori che possono contribuire a modifiche della struttura produttiva, dando luogo in ultima analisi a modificazioni della composizione settoriale dei livelli finali di attività, sono quindi in grado di modificare l'impatto dell'attività del sistema economico sulle emissioni.

Tuttavia, occorre sottolineare come l'evoluzione dell'efficienza ambientale non sia indipendente dalla dinamica strutturale del sistema economico. Infatti, nell'ambito della riflessione economica più recente, che ha riguardato le tematiche ambientali e il loro rapporto con i processi di sviluppo, si è fatto strada il concetto di dissociazione o *decoupling* tra crescita economica e pressione ambientale, divenendo l'elemento cardine per la valutazione dell'impatto ambientale dell'attività economica (Travaglini e Rugiero, 2011), la cui evoluzione è strettamente legata alle ipotesi sui processi di innovazione tecnologica.

Conseguentemente, nella messa a punto di scenari con la metodologia matriciale IO-NAMEA dovranno essere valutate ipotesi di evoluzione sia della struttura della matrice IO che della struttura dell'efficienza ambientale del sistema economico.

Le analisi presenti in letteratura sul tema dell'IO *forecasting* propongono diverse alternative finalizzate all'aggiornamento della struttura intersettoriale della matrice, come ad esempio operando sul "riproporzionamento iterativo" degli aggregati di contabilità nazionale, nel cosiddetto metodo RAS (Parikh A., 1979; Mun-Heng T, 1998) o sui cosiddetti "coefficienti tecnici" che sottendono la struttura dei flussi monetari (Israilevich P.R. et al., 1997).

### ***Passaggi operativi***

I passaggi operativi richiesti per un esercizio come quello proposto nel presente lavoro possono essere sinteticamente riassunti come segue:

- scelta dello scenario di riferimento e selezione delle ipotesi e dei dati di base (PIL, reddito disponibile delle famiglie, crescita settoriale, scenari emissioni gas serra, scenari impiego prodotti energetici, vettori valore aggiunto);
- ricostruzione delle matrici Input-Output tendenziali per il 2020 e il 2030;
- ricostruzione delle matrici NAMEA tendenziali per il 2020 e il 2030, ossia allocazione delle emissioni alle attività economiche;
- ricostruzione dei vettori di spesa relativi alla realizzazione, gestione e manutenzione degli interventi;

- stima degli impatti economici (occupazione e Valore Aggiunto) e ambientali (emissioni aggiuntive) attraverso l'utilizzo sequenziale degli strumenti predisposti: vettori spesa – matrici I/O e moltiplicatori di impatto – NAMEA e intensità di emissione tendenziali.

In effetti, a monte dell'analisi e valutazione degli effetti di un impatto dell'azione di spesa sulle emissioni, è necessario definire e valutare un cosiddetto scenario *Business as usual (BAU)*, ossia dotarsi di un metro di misura e di paragone coerente con le successive valutazioni di impatto, uno scenario tendenziale in assenza di intervento che permetta cioè di avere un quadro coerente delle caratteristiche strutturali dell'intero sistema economico e gli effetti di impatto ambientale ad esso collegati.

### **Lo scenario di riferimento**

La scelta dello scenario di riferimento costituisce l'elemento di partenza per l'analisi in quanto fornisce da un lato le ipotesi in merito all'evoluzione degli aggregati economici necessari per la scenaristica economica, dall'altro, coerentemente con le ipotesi economiche, il quadro emissivo.

In realtà, lo scenario di riferimento costituisce un modulo esogeno rispetto al modello IO-NAMEA in quanto fornisce le ipotesi economiche necessarie per la ricostruzione delle matrici Input-Output "tendenziali", ovvero riferite all'orizzonte temporale della valutazione (ad esempio 2020 e 2030) e il quadro emissivo per lo stesso orizzonte temporale necessario alla ricostruzione della matrice NAMEA coerente con le suddette matrici I/O tendenziali.

Lo scenario di riferimento utilizzato viene generato da un modello energetico che, integrando ipotesi economiche, tecnologiche e ambientali, ne consente la comprensione e la considerazione della natura complessa, in quanto sistema caratterizzato da molteplici dimensioni legate tra loro da nessi di azione e retroazione.

Lo scenario (o la famiglia di scenari) che viene generato da modelli di questo tipo risponde a *"...tre rigorosi criteri scientifici: la plausibilità delle ipotesi su cui si fonda, la coerenza interna (i valori assunti dalle diverse variabili devono essere coerenti fra loro), la trasparenza (che significa che ogni scenario deve essere riproducibile)"* (Gracceva F. et al., 2004). È pertanto opportuno chiarire che, quando ci si riferisce al termine scenario, e questa considerazione vale anche per i risultati del modello messo a punto nel presente lavoro, non si intende una previsione di quello che accadrà, ma una *"rappresentazione completa e coerente di un possibile futuro, date certe ipotesi e utilizzando una data metodologia, la cui funzione primaria è quella di assistere i policy maker, aiutandoli a prendere decisioni informate circa le conseguenze di lungo periodo che, date certe condizioni e certe ipotesi, tali decisioni possono avere"* (Gracceva F. et al., 2004).

Si parte così da una "proiezione" del sistema economico nel medio periodo con l'identificazione, al suo interno, di ipotesi sulle dinamiche strutturali del sistema economico e sull'integrazione tra questa e l'ambiente.

Si possono così identificare due livelli di analisi.

Il primo è riconducibile al sistema di interrelazioni settoriali della matrice, che sottendono un dato "stato della tecnologia".

Il secondo livello può essere ricondotto alle modificazioni della composizione settoriale dell'output finale dell'attività produttiva.

In effetti, sul primo livello di analisi strutturale la discussione tra gli studiosi ha portato alla luce limiti importanti che risiedono nella possibilità della IO di rappresentare lo stato della tecnologia, da un lato, e di cogliere gli effetti indotti dal cambiamento tecnologico dall'altro. Tali limiti sono rilevanti non tanto sul piano concettuale quanto, soprattutto, su quello "statistico" di predisposizione delle tavole in relazione all'uso di classificazioni in settori industriali all'interno dei quali possono essere compresi tecnologie e mix produttivi differenti (Miernyk W.H.: 1977; Dietzenbacher E. et al., 2004). Questa problematica si inserisce evidentemente in quella più generale che attiene alla caratteristica "dimensione aggregata" del sistema IO.

D'altra parte, le possibilità di tener conto di effetti indotti dal cambiamento tecnologico sulla matrice non sono generalizzabili e debbono essere valutate in relazione a ciascun settore, alle tecnologie considerate e all'intervallo di tempo che intercorre tra due momenti di osservazione (Pan H., 2006; Parikh A., 1997). Ai fini della predisposizione e valutazione di scenari BAU appare comunque plausibile concentrare l'attenzione sulla dinamica che investe la composizione settoriale dell'output finale. Ipotesi su tale variazione possono essere mutate dall'osservazione dei dati di contabilità disponibili in serie storica, nonché da ipotesi "esogene" concernenti lo sviluppo prospettico di particolari attività economiche.

Per quanto attiene l'evoluzione dell'efficienza economico-ambientale, sulla quale vi sono diverse ipotesi valutative (EEA, 2007) corrispondenti a diverse variabili del sistema economico, si è assunto che l'innovazione che si applica all'ambiente è il riflesso di una dinamica sistemica dell'innovazione (*double externalities*) (Jaffe A. et al., 2005), per cui si ottiene una dinamica "trainata" del progresso tecnico. In questo modo, in termini generali, è stata valutata anche sotto il profilo econometrico (Mazzanti M. et al., 2009) la seguente relazione tra efficienza ambientale (emissioni per unità di Valore Aggiunto) e produttività (Valore Aggiunto per occupato):

$$\frac{E}{VA} = f\left(\frac{VA}{N}\right)$$

Tale relazione, testata su diversi inquinanti e sulla base dei dati in serie storica della contabilità NAMEA, ha in effetti portato alla luce significative relazioni tra aumenti di produttività e aumenti dell'efficienza ambientale (ossia diminuzioni del rapporto  $E/VA$ ) per i diversi inquinanti. È importante naturalmente sottolineare come l'entità della relazione sia anche il portato dei livelli di aggregazione settoriale presi in considerazione.

Ai fini della messa a punto di uno scenario BAU, le specifiche relazioni di livello settoriale tra produttività ed efficienza ambientale potrebbero fornire una base di valutazione rilevante, ed in questo senso le scelte di scenario possono essere spostate su ipotesi riguardanti la produttività, o in alternativa considerare l'applicazione uniforme di una crescita tendenziale della produttività complessiva ai diversi settori.

In alternativa a relazioni come quella illustrata, i dati NAMEA offrono l'opportunità di valutare stime dell'elasticità dei livelli di emissione rispetto ai livelli produttivi dei singoli settori. Volendo seguire un'ottica di scenario quale è quella illustrata, la possibilità di mutare ipotesi esogene sul tasso di progresso tecnologico appare tuttavia alquanto interessante e da valutare nelle sue implicazioni.

Valutazioni indirizzate direttamente alla evoluzione della domanda finale delle famiglie (usi finali: trasporto e riscaldamento) devono invece essere applicate per la proiezione di quella parte delle emissioni NAMEA non contabilizzate tra le "attività economiche".

Anche in questo caso appare comunque plausibile il ricorso a ipotesi mutate da "proiezioni tecnologiche" e, in particolare, il ricorso agli esiti degli approcci e della modellistica *bottom-up*.

### **Ricostruzione della matrice Input-Output tendenziali per il 2020 e il 2030**

Il primo passo ha permesso di avere un quadro di riferimento sia economico che emissivo coerente. Questo è possibile poiché, come detto, la rappresentazione scenaristica delle emissioni di gas serra si basa sull'elaborazione di scenari evolutivi di quelle grandezze economiche e tecnologiche che ne influenzano nel tempo i livelli. Previsioni di lungo periodo, come quelle richieste per impostare un'adeguata politica di contrasto ai cambiamenti climatici, il cui orizzonte temporale copre un periodo superiore ai 20 anni, presentano naturalmente un forte grado di aleatorietà, giacché difficile risulta la ricostruzione di scenari di lungo periodo dell'economia nazionale. Si tratta tuttavia di un esercizio imprescindibile se si vogliono impostare politiche adeguate di mitigazione dei danni del cambiamento climatico; esercizio che si concretizza con la costruzione di un possibile "scenario" tendenziale, anziché di una vera e propria "previsione" dell'evoluzione dell'economia nazionale.

Come anticipato, gli scenari *tendenziali* o *business as usual* che vengono così elaborati non costituiscono delle previsioni, ma delle rappresentazioni del possibile futuro assetto economico del Paese e quindi delle sue emissioni di gas serra, definite a partire dall'assunzione di alcune ipotesi circa i processi di sviluppo di lungo periodo della struttura produttiva nazionale.

La ricostruzione delle tavole Input-Output, per ogni anno di riferimento dell'orizzonte temporale e per le diverse ipotesi di crescita economica, richiede:

- la stima della crescita settoriale del Valore Aggiunto e dell'occupazione al livello di articolazione richiesto dalle matrici Input-Output dell'ISTAT, vincolato al rispetto del tasso di crescita dell'economia nazionale posta alla base degli scenari di crescita tendenziali;
- la ricostruzione delle tavole intersettoriali dall'anno desiderato e il calcolo dei moltiplicatori di impatto diretto, indiretto ed indotto per le diverse tavole intersettoriali.

La ricostruzione del modello settoriale richiede di disaggregare la stima di crescita che è posta alla base dello scenario tendenziale, nelle 59 branche di attività (NACE *Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne*) o prodotti (*Classification of Products by Activities - CPA*) che costituiscono le tavole Input-Output. Tali stime vengono successivamente bilanciate con i dati provenienti dallo scenario macroeconomico di riferimento.

Per compiere la disaggregazione necessaria, si può utilizzare un modello econometrico per rendere stazionarie le serie storiche delle variabili considerate. Tale modello econometrico è costituito da 59 equazioni comportamentali e una equazione identità, data dalla somma dei differenti settori, vincolati al rispetto del tasso di crescita complessivo dell'economia nazionale, stimate in riferimento all'arco temporale 1984-2009.

Il modello econometrico settoriale che si è messo a punto nel lavoro prevede la costruzione di un sistema semplificato dove il Valore Aggiunto e l'occupazione per ciascun settore vengono stimati simultaneamente, vincolati al rispetto delle compatibilità macroeconomiche dello scenario di riferimento. In particolare, il sistema di equazioni del Valore Aggiunto settoriale viene distinto a seconda che i settori siano commerciati internazionalmente (*tradable*) o meno (*non tradable*) (Treyz F. et al., 2002).

Per i primi, il sistema di equazioni assume la seguente espressione:

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= f(Y_t^*, Y_t^m, Tc_t P_{mt} / P_{nt}) \\
 y_{2t} &= f(Y_t^*, Y_t^m, Tc_t P_m / P_{nt}) \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 y_{nt} &= f(Y_t^*, Y_t^m, Tc_t P_{mt} / P_{nt})
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

per i secondi sarà invece pari a:

$$\begin{aligned}
 y_{1t} &= f(Y_t^*, T) \\
 y_{2t} &= f(Y_t^*, T) \\
 &\dots \\
 &\dots \\
 y_{nt} &= f(Y_t^*, T)
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

dove:

$Y_t^*$	PIL al tempo $t$
$Y_t^m$	Domanda mondiale al tempo $t$
$Tc_t$	Tasso di cambio al tempo $t$
$P_{mt}$	Prezzi mondiali al tempo $t$
$P_{nt}$	Prezzi nazionali al tempo $t$
$T$	Componente di Trend

Diversi scenari di crescita economica possono, conseguentemente, essere posti alla base della stima di crescita dell'economia nazionale ed i risultati del modello possono essere forniti sia per branca di attività economica o per prodotti (CPA) a secondo delle necessità richieste per ricostruire le matrici NAMEA.

L'occupazione è stata posta in funzione della crescita del PIL e del rapporto fra il costo del lavoro e del costo del capitale (tasso di interesse), seguendo il modello di Sylos Labini. In termini formali l'occupazione è data dalla seguente espressione:

$$L_{it} = f(y_{it}, W_t, i_t)
 \tag{3}$$

dove:

$L_{it}$	Occupazione del settore $i$ al tempo $t$
$W_t$	Salari al tempo $t$
$i_t$	Tasso di interesse dei Btp decennali al tempo $t$

Ovviamente, le stime dei vettori del Valore Aggiunto ottenute dal modello econometrico devono essere compatibili con le stime delle variabili economiche utilizzate dallo scenario economico-energetico di riferimento. Spesso, infatti, i dati macroeconomici di tali scenari sono incompleti in quanto fanno riferimento solo ad alcune variabili economiche (PIL, reddito disponibile delle famiglie, valori aggiunti macrosettoriali) e non hanno, quindi, la capillarità di informazione necessaria né la disaggregazione nelle 59 branche di attività richieste dalla IO. Per ovviare a questo problema sono state fatte le seguenti ipotesi:

- la crescita dei consumi è stata posta in linea con la dinamica del reddito disponibile derivante dallo scenario di riferimento, ipotizzando così una propensione al risparmio costante nel periodo di riferimento;
- si è posto un vincolo alla sostenibilità della crescita, assumendo che la bilancia commerciale sia in equilibrio all'anno di ricostruzione delle matrici input-output. La crescita delle esportazioni dovrà quindi essere in grado di eguagliare le importazioni, stimate a loro volta assumendo una crescita della propensione all'importazione in linea con quella proveniente dal modello econometrico;
- il volume degli investimenti viene ricavato per differenza dall'evoluzione delle altre variabili macroeconomiche.

Solo a questo punto si può procedere effettivamente alla ricostruzione delle matrici *Input-Output* dell'economia nazionale relative allo scenario tendenziale, in modo da poter successivamente valutare gli impatti degli investimenti sotto il duplice effetto: interrelazioni fra i diversi settori produttivi e quadro delle emissioni di gas serra.

I modelli *Input-Output* si fondano sulla costruzione di un sistema contabile in cui i flussi di beni e servizi di un'economia sono rappresentati in una tavola a doppia entrata che riporta sulle righe gli output, ovvero le risorse che ciascun settore economico offre agli altri settori, ai consumi e alla domanda finale e sulle colonne i settori che utilizzano viceversa tali flussi. Più in dettaglio, è possibile distinguere tre sezioni all'interno della matrice:

- la sezione delle branche produttive, dove vengono rappresentate le transazioni interindustriali, ovvero i flussi di beni e servizi intermedi affluiti dai settori di origine (nel senso delle righe) a quelli di impiego (nel senso delle colonne) come input produttivi;
- la sezione degli impieghi finali, che riporta i flussi di beni e servizi che dai prodotti di origine affluiscono agli utilizzatori finali (le colonne intestate a consumi – delle famiglie e del settore pubblico – investimenti ed esportazioni);
- la sezione delle risorse primarie, costituita dalle righe intestate al Valore Aggiunto e alle sue componenti, dove si registrano i flussi dei redditi primari corrisposti ai fattori della produzione (lavoro e risultato operativo lordo).

In forma matriciale, il modello base input-output può così essere rappresentato:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \\ \dots \\ Z_n \end{bmatrix} \quad [4]$$

che, in forma compatta, diviene:

$$X = AX + Z \Leftrightarrow (I - A)X = Z \Leftrightarrow X = (I - A)^{-1}Z \quad [5]$$

dove:

$X$	Vettore della produzione
$A$	Matrice dei coefficienti di produzione
$Z$	Vettore della domanda finale
$I$	Matrice identità

Gli elementi della matrice  $(I - A)^{-1}$ , nota in letteratura come matrice di Leontief, indicano il fabbisogno globale di beni e servizi generati internamente dal prodotto dell' $i$ -esima riga necessario per soddisfare, direttamente ed indirettamente, una domanda finale unitaria del prodotto  $j$ , e *consente pertanto di stimare l'impatto di una variazione della domanda esogena sulla produzione, sugli input intermedi di importazione e gli input di risorse primarie.*

Ai fini della presente analisi si fa riferimento al sistema delle tavole *Input-Output* fornite dall'ISTAT e aggiornate al 2007 per 59 raggruppamenti di prodotti e per 59 branche di attività produttiva (ISTAT, 2011). L'ISTAT, in conformità con il sistema europeo di contabilità nazionale Sec95 (Eurostat, 1996), produce ormai da alcuni anni le tavole delle risorse e degli impieghi (o SUT, *supply and use tables*). Le due tavole sono matrici per branca di attività economica e forniscono un quadro dettagliato dell'offerta di beni e servizi, sia di produzione interna che di importazione, nonché il loro utilizzo per usi intermedi o finali.

La prima tavola (delle risorse, o *supply*) mostra la disponibilità totale di risorse classificate per prodotto e per branca. La seconda (degli impieghi, o *use*) presenta gli impieghi dei beni e servizi per prodotto e per tipo di impiego, oltre ad illustrare il Valore Aggiunto lordo e le sue componenti. La classificazione che viene utilizzata per le branche di attività economica è la NACE-Rev.1.12, mentre la classificazione impiegata per i prodotti è la CPA3. Le due classificazioni sono completamente compatibili. Per ogni livello di aggregazione, la CPA mostra i principali prodotti delle branche di attività economica previste dalla NACE-Rev.1.1.

Al fine della valutazione dell'impatto macroeconomico esercitato da un incremento della domanda finale è necessario convertire l'asimmetrico sistema prodotto dall'ISTAT nel classico schema *leonteviano* simmetrico input-output, trasformando le informazioni "branca per prodotto" delle tavole SUT in statistiche "prodotto per prodotto", oppure in statistiche "branca per branca", che permettono di riunire in un'unica tavola le risorse e gli impieghi. Tale informazione viene tuttavia resa disponibile dall'ISTAT solo con cadenza quinquennale, l'ultima essendo relativa al 2005.

A partire dalle tavole *supply and use* ai prezzi base è possibile costruire tavole input-output simmetriche convertendo le informazioni "prodotto per branca" delle tavole SUT in statistiche "prodotto per prodotto" o "branca per branca", ricollocando nella matrice gli output e gli input delle produzioni secondarie, sulla base di alcune ipotesi assunte a priori sulle tecnologie produttive (Mantegazza S. et al., 2006).

Per ottenere una tavola simmetrica, la più omogenea possibile, tutte le produzioni secondarie della matrice di produzione, e di conseguenza gli input intermedi necessari per quelle produzioni, devono essere ricollocati lungo le righe o lungo le colonne, a seconda del tipo di tavola che si intende stimare. Le tavole intersettoriali, costituiscono uno strumento essenzialmente statico di valutazione delle politiche pubbliche, prestandosi quindi con qualche difficoltà ad una analisi dinamica dei cambiamenti strutturali del sistema produttivo. La necessità di ricostruire le matrici *Input-Output* al 2020 e al 2030 richiede pertanto l'adozione di metodologie in grado di rendere endogeni i cambiamenti della struttura produttiva all'interno della matrice stessa.

In letteratura, le tecniche più utilizzate per l'aggiornamento delle matrici si rifanno alle *tecniche di bilanciamento biproporzionali* (Lahr M.L. et al., 2004) sviluppate grazie ai contributi di *Richard Stone, Michael Bacharach e Philips Israilevich*. In particolare, Stone ha sviluppato una particolare procedura biproporzionale di bilanciamento conosciuta con il nome RAS ( Stone R., 1962; Stone R. et al., 1962). Tale procedura ha due vantaggi rispetto ad altri algoritmi:

- è un algoritmo relativamente semplice ed assicura che non vi siano valori negativi all'interno della matrice;
- può essere utilizzata in presenza di un set minimo di dati.

A partire dalla tavola simmetrica si può facilmente ricostruire, utilizzando l'espressione [5], la matrice dei coefficienti di attivazione che moltiplicati per i vettori di spesa, consentono di quantificare gli impatti prodotti dalla spesa sulla produzione e le diverse componenti della domanda, in termini di:

- effetti diretti, ovvero quegli effetti che si producono direttamente sul settore interessato dalla spesa pubblica;
- effetti indiretti, ovvero quegli effetti moltiplicativi che si generano a catena sul sistema economico e che sono connessi ai processi di attivazione che ciascun settore produce sugli altri settori di attività, attraverso l'acquisto di beni intermedi, semilavorati e servizi (input) che risultano necessari al processo produttivo (effetti di tipo leonteviano);
- effetti indotti. Si riferiscono all'attivazione in termini di Valore Aggiunto e occupazione generata dalle utilizzazioni dei flussi di reddito aggiuntivo conseguito dai soggetti coinvolti nella realizzazione degli interventi (moltiplicatore keynesiano).

Il vettore di spesa quindi rappresenta un *input* iniziale e le matrici tendenziali il "motore statistico" in grado di quantificare gli impatti delle variabili economiche significative. Perché ciò avvenga occorre l'immissione dei dati relativi:

- alla tavola simmetrica dell'anno di riferimento delle stime di impatto,
- ai vettori del Valore Aggiunto e dell'occupazione all'anno di riferimento (modulo settoriale),

- al vettori di spesa delle diverse tipologie di interventi,

fornendo come output gli impatti globali e settoriali su Valore Aggiunto e occupazione dovuti ad un investimento in uno o più settori.

### **Ricostruzione della matrice NAMEA tendenziali per il 2020 ed il 2030**

A questo punto del lavoro, prende avvio la fase 3, ossia la costruzione di uno scenario delle emissioni dei principali gas serra – anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) – al 2020 e 2030, secondo le caratteristiche dei conti satellite di tipo NAMEA (*National Accounting Matrix including Environmental Accounts*), in modo tale da risultare coerente e confrontabile con lo scenario ricostruito per i dati economici.

I dati NAMEA vengono costruiti dall'ISTAT a partire dall'inventario ufficiale delle emissioni atmosferiche CORINAIR realizzato da ISPRA, rendendo tali stime coerenti con dati economici, caratteristica fondamentale del conto NAMEA. Alcune differenze tra le due contabilità sono intuitive, come nel caso delle emissioni causate da fenomeni naturali che vengono ovviamente escluse. In altri casi il processo di attribuzione è meno intuitivo e scontato come per il passaggio da emissioni riferite al territorio geografico (CORINAIR) piuttosto che a quello economico (NAMEA), che porta ad aggiungere le emissioni delle unità residenti che operano all'estero ed escludere le emissioni delle unità non residenti che operano sul territorio nazionale.

Sostanzialmente, la problematica che si affronta nella costruzione di questi conti è riconducibile al passaggio da una classificazione per processi (nomenclatura SNAP97 per CORINAIR) ad una classificazione per attività economica (NACE Rev. 1.1) e per funzione di consumo delle famiglie (basata sulla COICOP) per quanto riguarda la NAMEA.

Tale passaggio di classificazione avviene in due fasi:

- associazione qualitativa tra ciascun processo della classificazione SNAP97 e attività economiche/famiglie;
- allocazione quantitativa delle emissioni di ciascun processo SNAP97 alle attività economiche/famiglie in cui il processo ha luogo, identificate nella fase precedente.

Per stabilire a quali attività NAMEA siano da associare le emissioni dei vari processi si tiene conto da una parte delle caratteristiche generali di ciascun processo e dei contenuti specifici delle emissioni in esso contabilizzate e dall'altra delle caratteristiche degli aggregati economici. Le associazioni possono essere univoche quando il processo è svolto nell'ambito di una sola attività NAMEA o multiple se il processo, come per trasporto, combustione e riscaldamento, è svolto nell'ambito di più attività NAMEA e necessita di una attribuzione *pro-quota* delle emissioni totali alle diverse attività in cui il processo ha luogo.

Nel caso di processi di emissione tipicamente causati dall'impiego di prodotti energetici – soprattutto processi di trasporto, combustione industriale e riscaldamento – un metodo per ripartire l'emissione complessiva del processo tra le varie attività economiche in cui il processo stesso ha luogo, è quello di utilizzare dati relativi all'impiego dei prodotti energetici (utilizzati nei processi di combustione) articolati per attività economica e tipologia di impiego in maniera corrispondente ai processi stessi (trasporto, riscaldamento, altro uso energetico ecc.).

Dovrebbe risultare chiaro che si tratta di un processo complesso, anche perché le due tipologie di classificazione sono molto diverse ed anche estremamente ampie: 95 voci per quella economica e circa 350 processi per quella delle emissioni.

### ***Ricostruzione vettori di spesa***

L'utilizzo ottimale delle matrici *Input-Output* per la valutazione degli investimenti pubblici richiede l'individuazione di vettori di spesa, articolati per branca e/o prodotto, associabili ai diversi interventi sia in fase di realizzazione (investimento), che in fase di gestione e manutenzione delle opere realizzate. Si tratta di un punto altamente critico che si traduce nella necessità di effettuare ipotesi di lavoro attinenti tanto alle attribuzioni settoriali degli input tecnico-ingegneristici, quanto alle possibili modificazioni tecnologiche e di interscambio produttivo che l'innovazione tecnologica genera nel sistema produttivo in modi e tempi diversi. La capacità di valutare correttamente gli effetti prodotti dalla spesa sostenuta sulla produzione, sul Valore Aggiunto e sull'occupazione del modello Input-Output dipende dalla possibilità di attribuire correttamente i costi dei programmi e dei progetti alle diverse voci dei prodotti previsti nella classificazione della matrice ISTAT Input-Output.

Il primo passaggio necessario consiste nella ricostruzione del quadro complessivo delle risorse finanziarie - pubbliche e private - destinate alle politiche di sviluppo che potessero a loro volta essere facilmente associate a specifici vettori di spesa. Le risorse finanziarie per singola categoria di spesa, riaggregate per macrotipologie omogenee di intervento, sono state raggruppate in dieci tipologie di intervento derivanti dall'esercizio effettuato con il QSN:

- ricerca e sviluppo;
- infrastrutture;
- energia;
- investimenti materiali delle PMI;
- ICT;
- attività di servizi;
- gestione, distribuzione e trattamento delle acque;
- gestione dei rifiuti;
- formazione;
- materiale rotabile.

Per ciascuna delle tipologie di intervento si sono stimati i vettori di spesa relativi sia alla fase di realizzazione, che alla fase di esercizio. In particolare:

- per le spese relative agli investimenti materiali delle PMI si è assunto che le spese di investimento si distribuiscono sulla base della composizione del vettore degli investimenti medio nazionale così come risulta dalla tavola input-output ISTAT relativa la 2007, al netto però degli investimenti in alcuni settori, per i quali non è prevista la possibilità di concedere aiuti agli investimenti;

- per quanto riguarda gli interventi volti a migliorare l'efficienza energetica, la ricostruzione dei vettori di spesa è stata effettuata sulla base delle schede di intervento elaborate da ENEA, le quali forniscono – per ciascuna tipologia di intervento – l'investimento specifico ad essa associato ed i relativi costi di esercizio;
- per le spese relative al settore dell'energia si sono adottate specifiche ipotesi per ciascun settore energetico sulla base dei riferimenti emersi dalla letteratura considerata e dagli incontri con gli esperti ENEA.

Per quest'ultimo settore, ossia per il settore dell'energia, la ricostruzione dei vettori di spesa per investimenti ed esercizio delle diverse fonti energetiche è stata realizzata ricorrendo alle indicazioni contenute nello studio *Employ RES* (Ragwitz M. et al., 2009). Per le spese attinenti alla ricerca e sviluppo, infrastrutture, ICT, attività di servizi, gestione, distribuzione e trattamento delle acque, gestione dei rifiuti, formazione e materiale rotabile, si è ricostruito un vettore degli investimenti complessivo, attribuendo direttamente ad alcuni dei settori della matrice le spese ad essi afferenti.

### **Stima degli impatti economici e ambientali**

Una volta messi a punto tutti gli strumenti necessari (Matrici tendenziali I/O, NAMEA, vettore di spesa) il modello è in grado di stimare gli impatti potenziali che gli investimenti previsti dal QSN comportano sia sul lato dei principali aggregati economici sia sul lato delle emissioni di gas serra.

Il vettore del Valore Aggiunto al 2020 e 2030, congiuntamente alla NAMEA elaborata per gli stessi anni, consente di ricostruire un vettore delle intensità delle emissioni (Emissione/Valore Aggiunto) che garantisce la stima delle emissioni aggiuntive attribuibili all'aumento di produzione determinato dalla spesa degli investimenti previsti.

In sostanza, una volta che si disponga di una matrice simmetrica IO ( $A$ ) e di un vettore della domanda finale  $D$ , i livelli della produzione sono dati dalla classica formula:

$$X = (I - A)^{-1} * D \quad [6]$$

Dati i nuovi livelli di produzione, e disponendo di coefficienti di "intensità di emissione" rappresentati da un vettore ( $e$ ), calcolati come rapporto tra i dati di emissione NAMEA di livello settoriale e i corrispondenti livelli della produzione di contabilità nazionale (coerenti con la matrice IO), i nuovi livelli delle emissioni possono essere ottenuti come:

$$X * E \quad [7]$$

Per costruzione, la metodologia si presenta nel suo complesso con le caratteristiche di un approccio *top-down*. Le voci delle attività produttive di cui si compongono le matrici IO e NAMEA (classificazione NACE delle attività economiche) rappresentano industrie o attività economiche, talvolta definite anche ad elevati livelli di aggregazione. In particolare, rispetto alle valutazioni specifiche sul rapporto tra "capacità di spesa" e caratteristiche tecnico-economiche degli impianti fornite nelle analisi *bottom-up*, la strumentazione matriciale consente di cogliere il rapporto "sistemico" tra investimenti e variazioni delle emissioni, secondo una linea di continuità con quelli che sono in origine gli obiettivi di sviluppo previsti dagli stanziamenti dei fondi europei, permettendo di distribuire gli effetti che si potranno generare:

- durante la fase di realizzazione degli investimenti (breve periodo);
- durante la successiva fase di gestione e manutenzione degli interventi (medio e lungo periodo).

L'analisi degli effetti prodotti sulle emissioni di gas serra dagli interventi si esercita attraverso due diversi canali causali:

- attraverso gli effetti che la spesa per investimenti genera sulla struttura produttiva, che sarà funzione non solo dei maggiori livelli di attività prodotti, ma anche dei valori di efficienza economica-ambientale che caratterizzano i settori economici attivati dagli interventi. È evidente che un incremento dell'attività economica eserciti un impatto sul livello di emissioni, ma questo sarà diverso a seconda dei settori che saranno coinvolti, oltre che della capacità dei diversi settori di produrre/introdurre nel tempo innovazioni in grado di migliorare il loro grado di efficienza nell'utilizzo delle risorse;
- attraverso la pressione ambientale del sistema economico: quanto più si riduce, tanto maggiori saranno gli interventi rivolti direttamente a limitare gli impatti negativi esercitati dalle attività economiche sui livelli di emissione, sia attraverso interventi volti a promuovere la produzione di energia da fonti rinnovabili, che attraverso la promozione d'interventi di risparmio energetico.

Questo secondo aspetto richiede per la sua valutazione un'analisi di tipo *bottom-up*, ma con un apporto matriciale è possibile stimare anche gli effetti aggiuntivi sulle emissioni di gas serra generati dai maggiori livelli di attività economica indotti dalle azioni dell'intervento analizzato.

La possibilità di disporre di matrici NAMEA proiettate al futuro consente di tener conto, nella valutazione degli impatti, non solo degli incrementi di efficienza economica e di produttività individuati dalle matrici Input-Output, ma anche di una possibile traiettoria di miglioramento dell'efficienza economico-ambientale dei diversi settori dell'economia nazionale.

Sulla base delle disaggregazioni e attribuzioni delle emissioni ai settori delle matrici, è possibile ricostruire uno scenario tendenziale delle intensità emissive che tenga conto dei possibili margini di miglioramento dell'efficienza energetica settoriale, con la conseguenza che gli impatti esercitati dalle azioni degli investimenti studiati, o più in generale dalle politiche pubbliche, tendono anch'essi a mutare in linea con l'evoluzione del progresso tecnico dei settori economici interessati dall'azione pubblica.

## **CONCLUSIONI**

I primi risultati delle simulazioni condotte attraverso l'interazione dei risultati provenienti dalle matrici Input-Output, in termini di attivazione di produzione e Valore Aggiunto, con le matrici NAMEA, mostrano una stima delle emissioni aggiuntive prodotte dagli interventi del FESR 2007-2013, ottenuta rapportando l'attivazione generata in termini di Valore Aggiunto settoriale, considerando sia gli impatti diretti, che gli impatti indiretti e indotti, con i coefficienti di "intensità di emissione", calcolati come rapporto tra i dati di emissione settoriali della matrice NAMEA con i corrispondenti dati di Valore Aggiunto.

L'obiettivo è mostrare gli andamenti presunti delle emissioni di gas ad effetto serra per il periodo fino al 2020 in assenza di politiche e misure specificamente ideate per ridurre o limitare le emissioni (scenario tendenziale). L'effetto delle politiche e misure viene poi introdotto valutandone le potenzialità di riduzione delle emissioni negli intervalli temporali fino al 2020. Questo consente anche di evidenziare come si modifichi, al 2020, la struttura delle emissioni di gas serra per settore di attività economica.

La metodologia così sviluppata è volta a mettere a punto una procedura di stima che, integrando diversi approcci e strumenti (modelli econometrici, matrici Input-Output, matrici NAMEA), sia in grado di predisporre degli scenari di impatto delle politiche pubbliche che ricomprendano e considerino al proprio interno tutti i meccanismi di causa e di interrelazione esistenti tra il sistema economico e il sistema ambientale.

Il risultato a cui si è giunti si sostanzia in uno strumento, sufficientemente flessibile e di facile utilizzazione, volto ad assistere le scelte decisionali dei *policy maker* e di valutare la dimensione degli effetti prodotti dalla spesa pubblica in termini di crescita economica, occupazione e di conseguenza sulle emissioni di gas serra.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. ENEA, a cura di: Caminiti M.N. (2010) Quadro Strategico Nazionale 2007 - 2013. *Valutazione dell'impatto potenziale dei programmi operativi FESR sulla riduzione delle emissioni di gas serra*.
2. Travaglini G., Rugiero S. (2011), Efficienza Energetica in Italia Misurazioni e impatti. In: *Rapporto IRES 2011*, ed. Ediesse, Roma.
3. Parikh A. (1997), Forecasts of Input-Output Matrices Using the R.A.S. Method, *The Review of Economics and Statistics*, 61, 3: 477-481.
4. Mun-Heng Toh (1998), The RAS Approach in Updating Input-Output Matrices: An Instrumental Variable Interpretation and Analysis of Structural Change, *Economic Systems Research*, 10,1: 63-78.
5. Israilevich P.R., Hewings G. J. D., Sonis M., Schindler G.R. (1997), Forecasting Structural Change With a Regional Econometric Input-Output Model, *Journal of Regional Science*, 37, 4: 565-590.
6. Gracceva F., Contaldi M. (2004), *Scenari energetici italiani. Valutazione di misure di politica energetica*, ENEA.
7. Miernyk W.H. (1997), A Projection of Technical Coefficients for Medium-Term Forecasting. In: Gossling W.F. (eds.) *Medium-Term Dynamic Forecasting: the London Input-Output conference*, Input-Output Publishing Company, London. 29-41.
8. Dietzenbacher E., Lahr M.L. (eds) (2004), *Wassily Leontief and Input-Output Economics*, Cambridge University Press.
9. Pan H. (2006), Dynamic and Endogenous Change of Input-Output Structure With Specific Layers of Technology, *Structural Change and Economic Dynamics*, 17: 200-223.

10. EEA (2007), *Environmental Input-Output Analyses based on NAMEA data. A comparative European Study on environmental pressures arising from consumption and production patterns*, ETC/RWM working paper 2007/2.
11. Jaffe A., Newell R., Stavins R. (2005), A tale of two market failures: technology and environmental policy, *Ecological Economics*, 54:164-174.
12. Mazzanti M., Zoboli R. (2009), Environmental efficiency and labour productivity: trade-off or joint dynamics? A theoretical investigation and empirical evidence from Italy using NAMEA, *Ecological Economics*, 68,4: 925-1274.
13. Treyz F., Treyz G. (2002), *Assessing the regional Economic Effects of European Union Investments*. E.C. Contract No. 2002.CE.16.0.AT.139, Final Report.
14. ISTAT (2011), *Il sistema delle tavole input-output. Anni 1995-2007*, Roma.
15. EUROSTAT (1996), *European System of Accounts, ESA 1995*, Luxembourg.
16. Mantegazza S., Pascarella C. (2006), *Il nuovo approccio integrato ai conti nazionali – le tavole delle risorse e degli impieghi*, ISTAT, Roma.
17. Lahr M.L., de Masnard L. (2004), Biproportional Techniques in Input-Output Analysis: Table Updating and Structural Analysis, *Economic Systems Research*, 16, 2.
18. Stone R. (1962), Multiple classifications in social accounting, *Bulletin de l'Institut International de Statistique*, 39.
19. Stone R., Brown A. (1962), *A Computable Model of Economic Growth*, 1, Chapman & Hall.
20. Ragwitz M., Schade W., Breitschopt B., Walz R., Helfrich N., Rathmann M., Resch G., Panzer C., Faber T., Haas R., Nathani C., Holzhey M., Konstantinaviciute I., Zagamé P., Fougeyrollas A., Le Hir B. (2009), *Employ RES. The Impact of renewable energy policy on economic growth and employment in the European Union*, DG Energy and Transport, European Commission, Brussels.

### **UN ESEMPIO DI PIANIFICAZIONE ENERGETICA SU SCALA URBANA: PROBLEMATICHE REALIZZATIVE, PUNTI DI FORZA E DI DEBOLEZZA**

Angelamaria MASSIMO<sup>1</sup>, Noel TORREZ<sup>2</sup>, Andrea FRATTOLILLO<sup>3</sup>, Andrea FORNI<sup>4</sup>

#### **SOMMARIO**

Il comfort e la qualità della vita di ognuno di noi dipende dalle condizioni climatiche dell'ambiente in cui viviamo. Circa il 50% della popolazione mondiale oggi risiede in aree urbane, densamente popolate, in cui le condizioni di benessere sono strettamente legate alle caratteristiche locali del clima: il profilo di temperatura ed umidità, l'irraggiamento solare, nonché la circolazione locale dei venti. In molti casi lo stesso fenomeno di urbanizzazione, la conseguente diffusione di superfici, le attività antropiche connesse allo stile di vita in un contesto urbano sono tutti fattori in grado di influenzare il benessere climatico locale, più intensamente e rapidamente di quanto non faccia il solo effetto di riscaldamento globale. Tale fenomeno è meglio noto come isola di calore.

Tuttavia, pur se il fenomeno è genericamente attribuibile ai vari agglomerati urbani, non esiste una metodologia di analisi unica: ogni città dovrebbe essere studiata nella sua specificità.

In tale lavoro gli autori forniscono una panoramica delle problematiche connesse alla formazione di isole di calore in ambito urbano, le metodologie (dati e strumentazione di misura) per identificarle e le problematiche connesse allo sviluppo di fonti energeticamente sostenibili in complessi urbani. In particolare gli autori esporranno una metodologia di raccolta ed elaborazioni dei dati in un apposito Sistema Informativo Territoriale (GIS) che possa divenire a pieno titolo uno strumento di supporto per la pianificazione energetica territoriale. Verranno presentati casi di studio eseguiti su realtà diverse e primi esempi di pianificazione energetica integrata su supporto GIS dedicato, che tenga conto dei parametri connessi all'insediamento urbano. La metodologia è attualmente in fase di implementazione.

---

<sup>1</sup> Università di Cassino e del Lazio Meridionale, Cassino, FR, [angelamass@libero.it](mailto:angelamass@libero.it)

<sup>2</sup> ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie, [noel.torrez@enea.it](mailto:noel.torrez@enea.it)

<sup>3</sup> Università di Cassino e del Lazio Meridionale, Cassino, FR, [frattolillo@unicas.it](mailto:frattolillo@unicas.it)

<sup>4</sup> ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie, [andrea.forni@enea.it](mailto:andrea.forni@enea.it)

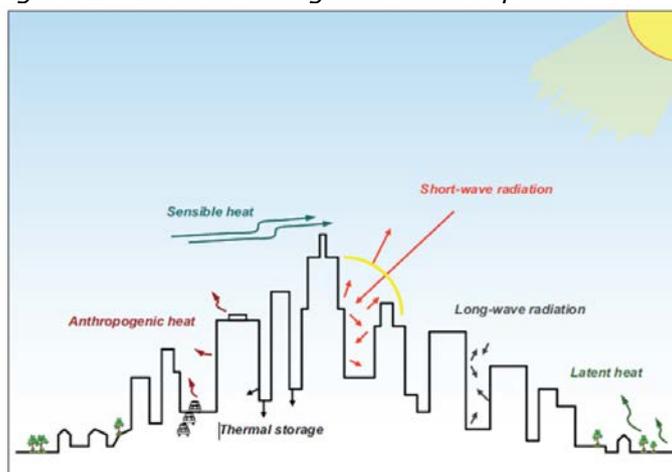
## INTRODUZIONE

La tematica energetica interessa trasversalmente tutti i settori della vita quotidiana, dallo sviluppo economico alla mobilità, dall'economia familiare alla sicurezza dell'approvvigionamento strategico nazionale. In virtù delle problematiche ambientali (cambiamento climatico globale, fenomeni di inquinamento atmosferico locali) connesse alle diverse fasi di produzione, trasporto/distribuzione e consumo dell'energia, è sempre più importante prevedere un equilibrato e durevole sviluppo energetico a diversi livelli (europeo, nazionale, regionale, locale). Il cambiamento climatico si riferisce a qualsiasi significativo cambiamento del clima (temperatura, precipitazioni, vento) della durata alquanto lunga (decenni o più). Le città moderne, luoghi di intensa attività umana e di processi di antropizzazione, si caratterizzano sempre più spesso come vere e proprie isole di calore (*UHI - Urban Heat Island*) o isole climatiche urbane, con temperature anche molto superiori rispetto a quelle delle zone rurali circostanti. La conseguenza è che, nel periodo estivo, si possono ridurre o annullare i benefici derivanti da una maggiore efficienza energetica degli edifici nel periodo invernale.

Tuttavia, pur se il fenomeno è genericamente attribuibile ai vari agglomerati urbani, non esiste una metodologia di analisi unica: ogni città dovrebbe essere studiata nella sua specificità.

Se si effettua un bilancio energetico in prossimità di un insediamento urbano, è possibile individuare diversi flussi energetici in ingresso e in uscita (fig. 1): i) la radiazione in ingresso su basse lunghezze d'onda, ii) la re-immissione dell'energia accumulata su elevate lunghezze d'onda, iii) l'evapotraspirazione, connesso al trasferimento di calore latente, iv) calore di origine antropica con particolare riferimento al calore generato dalle auto, condizionatori, impianti industriali, e altre fonti artificiali, che contribuisce al bilancio energetico urbano, in particolare modo nel periodo invernale, v) accumulo termico, funzione dei materiali costituenti le superfici e della particolare geometria di queste ultime.

Figura 1 - Bilancio energetico delle superfici urbane



Fonte: Sailor

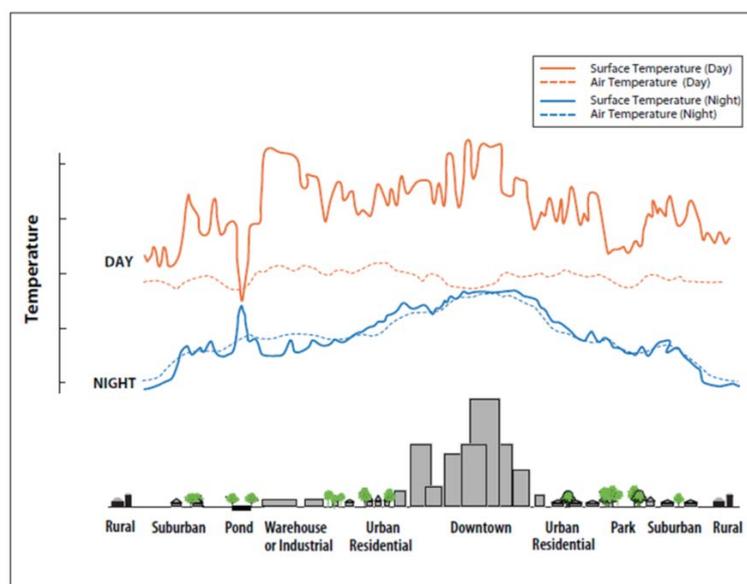
Tali flussi, a causa della particolare geometria e delle proprietà dei materiali costituenti le superfici, creano lo sbilanciamento termico negli insediamenti urbani, meglio noto in letteratura come "Isola di Calore Urbana". La differenza di temperatura è generalmente meno evidente nelle ore mattutine, crescendo nelle ore pomeridiane e serali per l'accumulo del calore solare immagazzinato dagli edifici, strade ed infrastrutture, raggiungendo valori molto marcati, specie nella stagione invernale, in presenza di condizioni di alta pressione ed assenza di vento. Osservando la figura 2 è possibile distinguere tre tipi diversi di UHI a seconda di quali siano le temperature misurate nell'area urbana e nelle aree periferiche circostanti:

- I. temperatura superficiale locale (*skin temperature*);
- II. temperatura dell'aria nella zona di interesse, misurata al di sotto dell'altezza media degli edifici (nello strato della copertura urbana, *Urban Canopy layer - UCL*);
- III. temperatura dell'aria nella zona di interesse, misurata al di sopra dell'altezza media degli edifici (nello strato limite urbano, *Urban Boundary Layer - UBL*).

Per quanto riguarda la temperatura dell'aria, in particolare, lo scostamento orario tra il giorno e la notte non risulta sistematico ma si riduce, fino quasi ad annullarsi in prossimità dei forti insediamenti urbani, mentre è decisamente significativo nelle zone circostanti, comprese anche quelle con polmoni verdi e specchi d'acqua.

Per quanto riguarda, invece, le temperature superficiali, risulta evidente uno scostamento pressoché sistematico tra il giorno e la notte, indipendentemente dall'area in esame, fatta eccezione per i laghetti (*pond*), dove è possibile osservare un sostanziale equilibrio, conseguenza del fatto che l'acqua, grazie alla sua elevata capacità termica, mantiene una maggiore costanza della propria temperatura rispetto a quella del suolo. L'andamento temporale, evidenzia, inoltre la presenza di picchi di energia radiante, sia giornalieri che notturni, in prossimità di zone a forte urbanizzazione come i centri urbani, solo giornalieri nelle vicinanze di zone industriali.

Figura 2 - Variazione di temperatura atmosferica e superficiale



Fonte: Voogt 2000

L'aumento di temperatura radiante durante il giorno nei centri urbani è imputabile alla permanenza di una cappa d'aria surriscaldata anche nelle ore notturne, che impedisce spesso il manifestarsi dell'inversione termica tipica delle ore serali negli ambienti rurali. Tale surplus di calore rende ovviamente più sopportabili i rigori invernali, ma nelle soleggiate e calde giornate estive trasforma le città in una sorta di fornace.

Le cause sono principalmente dovute a: i materiali (la densità ed il particolare tessuto urbano, costituito in prevalenza da asfalto, calcestruzzo, mattoni e cemento) che, rispetto alla copertura vegetale della campagna, assorbono in media il 10% in più di energia solare, riemettendo nell'infrarosso nelle ore serali; la geometria delle città con riferimento alle dimensioni ed alla spaziatura (strade) degli edifici (i *canyon* urbani catturano una maggiore quantità di radiazione solare, per le numerose riflessioni da parte delle pareti dei palazzi e del fondo stradale) che influenzano il flusso del vento e dunque il raffreddamento locale.

Le zone industriali, in cui la presenza e le dimensioni di numerosi capannoni, nonché l'inquinamento (polveri e aerosol) da essi prodotto, creano un effetto di riscaldamento localizzato prevalentemente nelle ore diurne, nelle ore serali e/o notturne si comportano sostanzialmente come un'area suburbana, in cui la presenza di superfici evaporanti come prati ed alberi, crea un effetto mitigante sulla temperatura superficiale stessa.

Particolarmente efficace risulta l'effetto refrigerante degli alberi, i quali raffreddano l'ambiente, non solo mediante l'evapotraspirazione da parte delle foglie, ma anche attraverso l'ombra proiettata al suolo, effetto questo assai modesto nelle città, a causa della ridotta estensione delle superfici alberate rispetto all'area complessiva della città.

## **METODOLOGIE DI ANALISI**

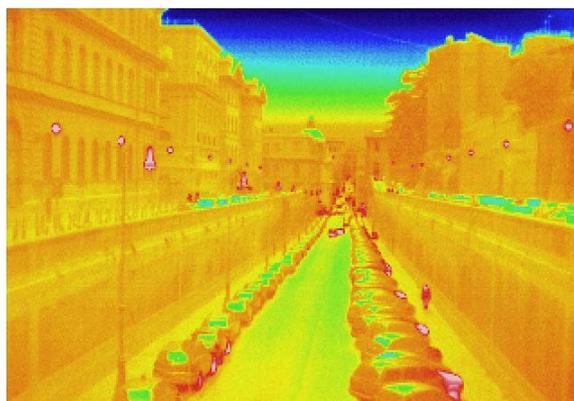
Le città sono all'origine di gran parte degli attuali problemi ambientali, a causa dello stile di vita urbano e in particolare dei modelli di divisione del lavoro e delle funzioni, degli usi territoriali, dei trasporti, della produzione industriale e agricola, del consumo e delle attività ricreative. Non è possibile arrivare a un modello di vita sostenibile in assenza di collettività locali che si ispirino ai principi della sostenibilità. Per perseguire un modello di sviluppo sostenibile risulta fondamentale l'integrazione degli aspetti ambientali nella pianificazione energetica, attraverso il suo orientamento verso un uso più razionale dell'energia.

A quanto detto precedentemente si deve aggiungere che per una corretta gestione e pianificazione territoriale occorre avvalersi di opportune strumentazioni, al fine di elaborare indicatori energetici necessari a valutare lo stato attuale di un dato contesto territoriale.

Per identificare le isole di calore urbane esistono in letteratura metodi diretti e indiretti basati su modelli empirici. Per stimare la temperatura di superficie si ricorre ad una misura indiretta nota come telerilevamento (immagini da satellite o aeree), in cui vengono utilizzati i dati raccolti, con opportune strumentazioni, quali termocamere nei canali dell'infrarosso per produrre immagini termiche (fig. 3).

A seconda della quota e dell'inclinazione, la misura include il contributo di tetti, strade, parcheggi (con sensori radiometrici posti a quote sufficientemente elevate) o anche delle pareti degli edifici (con sensori a quote più basse).

Figura 3 - Esempio di immagine termografica della città di Roma



Fonte: ENEA

La metodologia termografica, pur avendo un elevato potere ispettivo, a tutt'oggi non ha trovato un'adeguata diffusione, per svariati motivi, tra cui non è da trascurare l'elevato costo attuale delle apparecchiature. Si ritiene che, sulla mancata diffusione, ancor più incida una scarsa conoscenza sulle potenzialità del metodo ed una esigua opportunità di acquisire la preparazione necessaria ad utilizzarlo al meglio. L'utilizzo della termocamera risulta altresì utile per valutare il comportamento termico dei diversi materiali presenti in area urbana, nonché il loro singolo contributo all'aumento della temperatura.

Per valutare la temperatura dell'aria, normalmente si fa ricorso a metodi di misura diretta, utilizzando una fitta rete di punti di campionamento derivanti da stazioni fisse e/o mobili.

La figura 4 illustra una mappa concettuale isoterma (linee che presentano la stessa temperatura) che raffigura un'isola di calore urbana. Nel centro della figura, è rappresentata la zona più calda che corrisponde al centro urbano. La linea tratteggiata rossa indica la traversa lungo la quale vengono effettuate le misure.

Figura 4 - Mappa isoterma raffigurante un'isola di calore urbana notturna



Fonte: Voogt 2000

## **IL GIS COME STRUMENTO DI PIANIFICAZIONE ENERGETICA**

La disponibilità di informazioni geografiche digitali a scale differenti (nazionale, regionale ed comunale) ha prodotto, negli anni recenti, una importante trasformazione nell'utilizzo del dato territoriale e localizzativo, con vantaggi importanti per le organizzazioni, le istituzioni, i governi (regionali e locali), gli operatori pubblici e privati nei diversi settori (industriale, residenziale, trasporti). Lo strumento informatico che consente di trattare il dato geografico è il GIS (*Geographical Information System*), costituito da un insieme di *tools* hardware e software per la digitalizzazione, la memorizzazione, l'elaborazione e lo scambio di informazioni ed in grado di rappresentare in maniera geofenziata un oggetto che si trova in un determinato punto della Terra.

Senza entrare in dettagli tecnici sugli strumenti GIS, può essere comunque utile illustrare brevemente le caratteristiche principali della tecnologia e delle applicazioni principali che ne hanno caratterizzato lo sviluppo.

La tecnologia GIS consente di integrare le operazioni tipiche dei database, facilitando la lettura e l'interpretazione dei dati attraverso la visualizzazione e l'analisi geografica fornite dagli strumenti di disegno cartografico. La versatilità offerta da tale sistema innovativo fa del GIS uno strumento indispensabile per la pianificazione territoriale e per tutte le operazioni di visualizzazione ed analisi relative alla gestione del territorio.

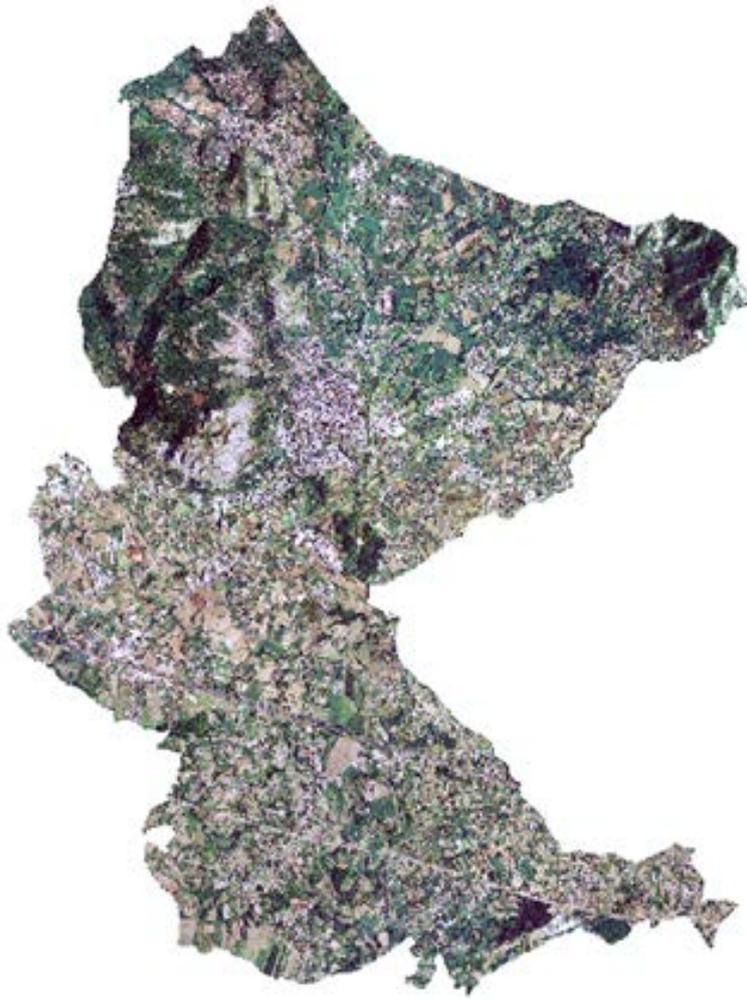
Da quanto sopra si evince che le applicazioni del GIS sono infinite, tanto quanto infinite possono essere le informazioni relative al territorio stesso. Pertanto, rispetto alla carta tradizionale, il GIS è uno strumento dinamico in quanto può creare carte non limitate soltanto ad un certo momento temporale, ma estese a più momenti, man mano che le informazioni aggiornate confluiscono nel GIS. Il GIS offre la possibilità di filtrare le varie informazioni e di poterle evidenziare a vari livelli di visualizzazione, sia in termini di scale mappali, sia in termini di colorazione, offrendo una veloce percezione di ciò che si vuole rappresentare o creare. I software di elaborazione e visualizzazione GIS utilizzabili e attualmente sul mercato sono realizzati come database relazionali le cui *features* (i records) possiedono una componente geografica (*shape*) e una serie di attributi (tabelle) che codificano le informazioni alfanumeriche e le associano (tramite relazioni) agli oggetti della cartografia vettoriale georeferenziata. Ciò permette di definire la topologia (o geometria), gli attributi e le relazioni con gli altri oggetti del database. La finalità fondamentale del GIS non è solamente rappresentata dalla acquisizione e gestione dei dati, ma attraverso questi è possibile creare nuove informazioni tramite relazioni tra i dati disponibili nel database.

### **CASI DI STUDIO**

In questa parte verranno presentati due casi di studio che evidenziano come il GIS possa essere un valido strumento sia di analisi energetica locale (eseguita su confini limitati di una area urbana) che di stretta pianificazione energetica (eseguita su un territorio più vasto quale quello provinciale).

Per quanto riguarda più strettamente lo studio energetico condotto su di un centro urbano, il GIS è il primo strumento utile per stimare ad esempio la radiazione solare incidente sullo stesso in funzione dei parametri geometrici e topografici del territorio di riferimento.

Figura 5 - Ortofoto del Comune di Cassino



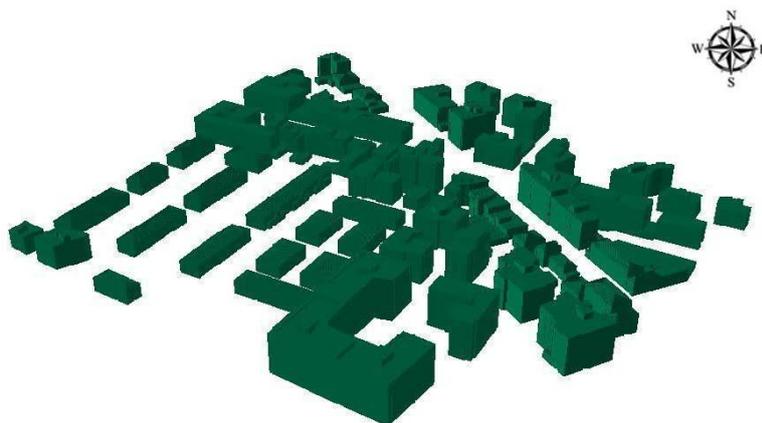
Fonte: ENEA

La radiazione solare potenziale sulle superfici analizzate viene stimata mediante il programma *Solar Radiation* disponibile nell'estensione *Spatial Analyst* di ArcGis Desktop, che possiede una grande capacità di analisi di variabili diverse associate alla topografia di interesse.

Lo studio è stato condotto, in particolare, sull'intero territorio del Comune di Cassino (FR) determinando, per uno specifico periodo temporale, il flusso radiante espresso in  $\text{Wh/m}^2$  su una superficie topografica mediamente complessa rappresentata con un Modello Digitale di Elevazione (DEM).

Mediante l'elaborazione dei dati disponibili dal rilievo aerofotogrammetrico, cartografia numerica a scala 1:5000 del Comune di Cassino sono stati ottenuti due prodotti di elevata precisione, il DTM (*Digital Terrain Model*) e il DEM (*Digital Elevation Model*), quest'ultimo relativo agli edifici comunali (fig. 6). Il Modello Digitale del Terreno, deriva dall'elaborazione fatta attraverso l'estensione *Spatial Analyst* di ArcGIS, di una serie di informazioni: punti quotati, curve di livello a passo 5 metri, e quote al piede di tutti gli edifici.

Figura 6 - Digital Elevation Model (DEM) di un quartiere del territorio comunale di Cassino

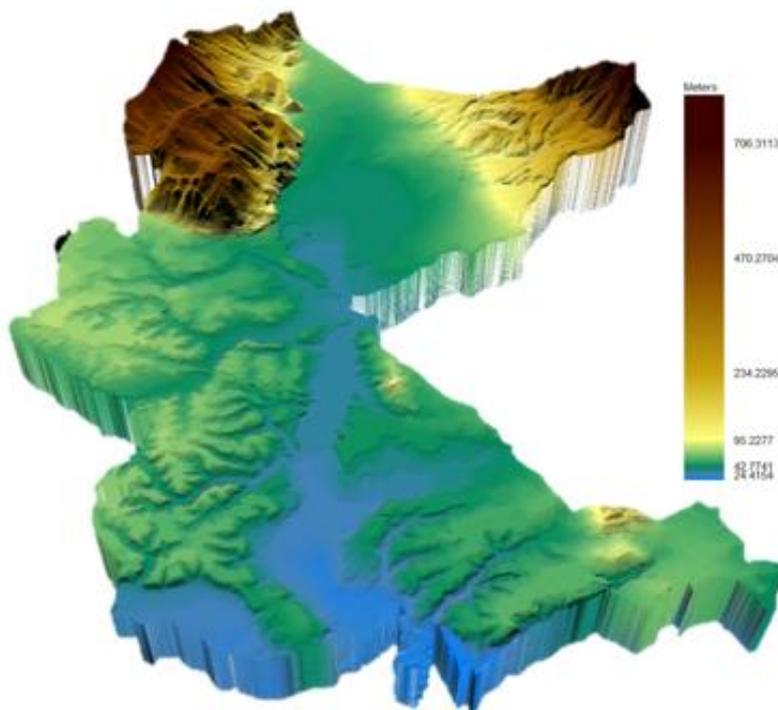


Fonte: UNICAS - ENEA

Il DTM (fig. 7), anche se piuttosto accurato, non soddisfa i requisiti del modello necessario per il calcolo della radiazione globale perché non prende in considerazione né gli aspetti antropici, quali strade, edifici, ponti, né gli aspetti naturali, quali le coperture vegetali.

Per questo motivo sarebbe opportuno generare un DSM (*Digital Surface Model*), ossia una modellazione tridimensionale che oltre alla morfologia del terreno includa anche le volumetrie degli edifici. Per motivi di tempo non è stato possibile effettuare quest'ultima analisi per cui il calcolo della radiazione globale è stato effettuato sui due distinti modelli (DTM e DEM).

Figura 7 - Digital Terrain Model (DTM) del Comune di Cassino



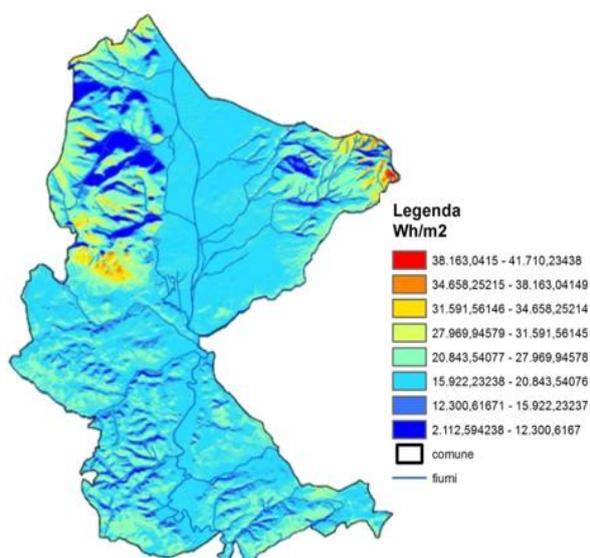
Fonte: UNICAS - ENEA

Dal DTM e dal DEM sono stati ricavati, inoltre, due *layer*, vale a dire il *raster* delle pendenze (*slope*) ed il *raster* dell'esposizione (*aspect*) rispetto ai quattro punti cardinali del territorio in esame.

In conseguenza di quanto precedentemente esposto, successivamente si è proceduto al calcolo della radiazione solare globale. Una volta ottenuto il DTM, per il calcolo della radiazione solare globale, è stato necessario inserire, nel *tool* *Area Solar Radiation*, alcuni parametri come la percentuale di radiazione diffusa, la trasmittanza, la latitudine, la longitudine e il periodo temporale di riferimento (anno, mese ecc).

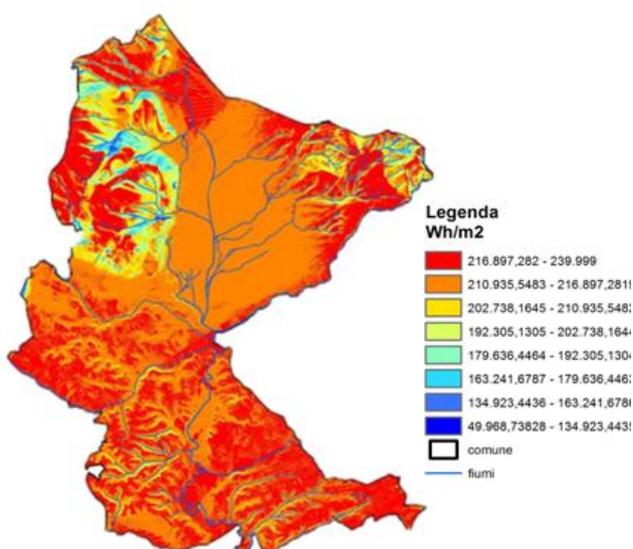
L'elaborazione ha prodotto dodici *raster*, ognuno dei quali rappresenta la radiazione solare mensile; di seguito si riportano due mesi significativi (gennaio e giugno).

Figura 8 - Radiazione globale del mese di gennaio



Fonte: UNICAS - ENEA

Figura 9 - Radiazione globale del mese di giugno

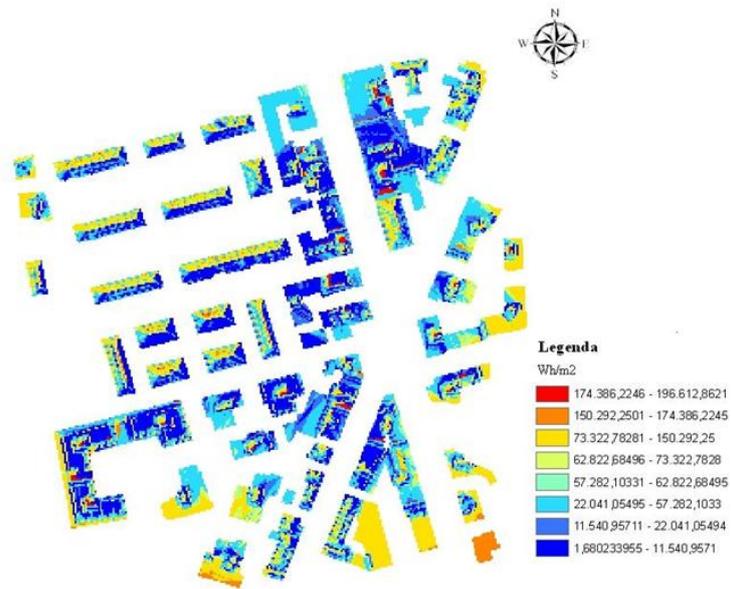


Fonte: UNICAS - ENEA

Il calcolo della radiazione solare globale effettuato sul territorio è stato poi applicato anche sugli edifici, assumendo quale base di calcolo solo l'altezza massima degli edifici, escludendo altri parametri quali superfici vetrate, materiale di costruzione, infrastrutture stradali, vegetazione ecc.

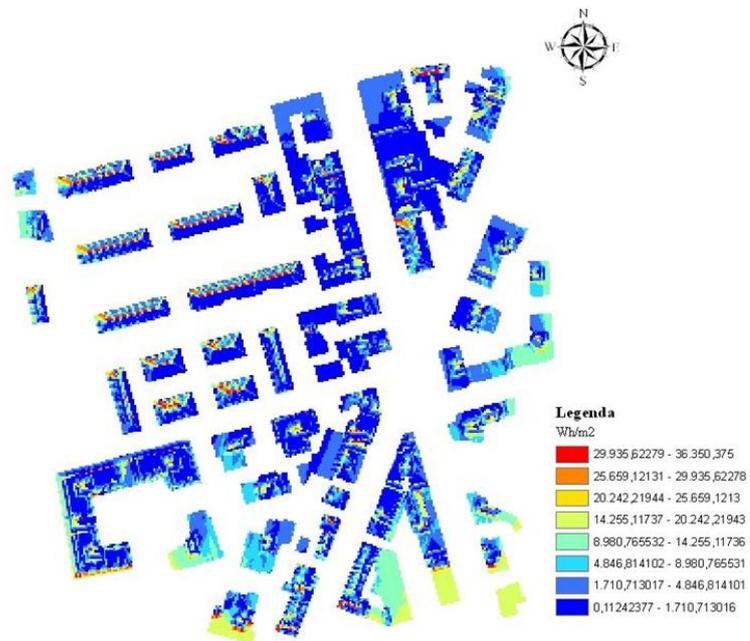
Di seguito si riportano i calcoli relativi ai mesi di agosto e dicembre della radiazione globale che investe le coperture di una porzione di edifici del Comune in esame.

Figura 10 - Radiazione Solare (Wh/m<sup>2</sup>) relativa al mese di agosto



Fonte: UNICAS - ENEA

Figura 11 - Radiazione Solare (Wh/m<sup>2</sup>) relativa al mese di dicembre



Fonte: UNICAS - ENEA

## CONCLUSIONI

Il principale obiettivo del presente studio è stato quello di mostrare le problematiche connesse ad un contesto urbano e come i Sistemi Informativi Territoriali rappresentino un importante strumento per una corretta pianificazione territoriale.

Gli strumenti GIS (*Geographic Information System*) in questo caso possono fornire un supporto decisivo allo studio, dato che permettono di ricostruire la realtà tridimensionale della città e di sviluppare quindi su di essa numerose analisi. Le funzionalità dell'ambiente GIS sono oggi così estese ed evolute da consentire l'applicazione di modelli e procedure di elaborazione sempre più complessi, con i quali simulare, anche in tempo reale, differenti scenari e fenomeni territoriali.

È importante osservare che il presente lavoro non è certamente esaustivo delle problematiche di pianificazione territoriale affrontate e gestite con il sistema GIS, ma è da considerare solo come un approccio iniziale e parziale dell'utilizzo di tale sistema.

La gestione ed il controllo di un concreto progetto di pianificazione territoriale richiederebbe infatti l'acquisizione di una quantità considerevole di dati da monitorare e validare a livello multidisciplinare in un notevole arco temporale.

## BIBLIOGRAFIA

1. G. Bonafè, *Microclima urbano: Impatto dell'urbanizzazione sulle condizioni climatiche e fattori di mitigazione*, rapporto ARPA, 2005.
2. *Reducing Urban Heat Island: Compendium of Strategies*, October 2008.
3. A. Dimoudi, M. Nikopoulou, "Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits", *Energy and Buildings* 35 (2003), 69-76.
4. P. Shahmohamadia, A.I. Che-Ania, I. Etessamb, K.N.A. Mauludc, N.M. Tawila, "Healthy Environment: The Need to Mitigate Urban Heat Island Effects on Human Health", *Procedia Engineering* 20 (2011) 61-70.
5. H. Taha, "Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat", *Energy and Buildings* 25 (1997) 99-103.
6. FLIR, *Manuale di termografia ad infrarossi per il mercato delle costruzioni e delle energie rinnovabili*.
7. P. Sequi, *I sistemi informativi geografici per la gestione agroambientale del territorio*, giugno 1999, 8-27.

**LA NUOVA PIANIFICAZIONE ENERGETICA NEI PAES E PEAR**

Andrea FORNI<sup>1</sup>, Claudio BAFFIONI<sup>2</sup>, Nicola COLONNA<sup>3</sup>, Ivano OLIVETTI<sup>4</sup>,  
Pasquale REGINA<sup>5</sup>, Noel TORREZ<sup>6</sup>

**SOMMARIO**

La strada percorsa ad oggi nell'applicazione della strategia 20-20-20 UE, consente di dire che i maggiori progressi sono stati ottenuti sul piano della *governance*, nella quale, per l'attuazione delle *policy*, si stanno coinvolgendo in termini di obblighi/opportunità anche le istituzioni regionali e locali.

La comunità scientifica ha quindi affiancato le autorità locali nella definizione di metodologie, modelli e procedure per produrre delle stime dei potenziali possibili sul proprio territorio in termini di risparmio energetico, di produzione di energia da fonti rinnovabili e di riduzione delle emissioni.

L'evoluzione delle tecnologie per la produzione di energia ha infatti superato il livello minimo di efficienza e diffusione di mercato delle stesse, e si tratta di ora di "correlare domanda ed offerta di energia": quindi, ciò che fa la differenza nella diffusione e utilizzazione degli impianti, sono le "problematiche gestionali", legate appunto alla dimensione territoriale.

Lo schema pianificatorio regionale e comunale di indicatori energetici, da utilizzare nella pianificazione urbanistica, nei regolamenti edilizi, nei processi autorizzativi, nonché nelle scelte di incentivazione delle singole tecnologie, tende costruire in modo sempre più approfondito un processo condiviso con i cittadini.

Lo studio ha effettuato una prima analisi di alcune significative nuove applicazioni di pianificazione energetica, facendo emergere la necessità di una "razionalizzazione degli interventi" rendendoli "ripetibili ed ad alta efficacia, anche nel campo della conoscenza, le policy localizzative e di incentivazione", riducendo anche i conflitti socio economici ed ambientali che cominciano ad emergere nelle varie regioni.

---

<sup>1</sup> ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie, [andrea.forni@enea.it](mailto:andrea.forni@enea.it)

<sup>2</sup> Roma Capitale – Responsabile Operativo Osservatorio Ambientale Cambiamenti Climatici, [claudio.baffioni@comune.roma.it](mailto:claudio.baffioni@comune.roma.it)

<sup>3</sup> ENEA, Unità Tecnica Sviluppo Sostenibile ed Innovazione del Sistema Agro-Industriale, [nicola.colonna@enea.it](mailto:nicola.colonna@enea.it)

<sup>4</sup> ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie, [ivano.olivetti@enea.it](mailto:ivano.olivetti@enea.it)

<sup>5</sup> ENEA, Unità Tecnica Efficienza Energetica, Bari, [pasquale.regina@enea.it](mailto:pasquale.regina@enea.it)

<sup>6</sup> ENEA, Unità Centrale Studi e Strategie, [noel.torrez@enea.it](mailto:noel.torrez@enea.it)

## **STATO DELL'ARTE DELLA PIANIFICAZIONE ENERGETICA**

La pianificazione energetica presenta oggi le seguenti caratteristiche:

- 1) si basa su strumenti obbligatori (Bilanci Energetici Regionali, Piani Energetici Comunali, Piani Energetici Regionali, certificazione degli edifici e su strumenti volontari (Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile, Patto dei Sindaci);
- 2) comincia ad utilizzare analisi di area vasta e strumenti di stima di potenziali;
- 3) deve rincorrere le innovazioni tecnologiche in campo energetico, sia relative alla offerta (impianti di produzione e di distribuzione), che nel campo della domanda (consumi, impianti domestici e industriali, sistemi di raffrescamento, riscaldamento, illuminazione).

## **POLICY OBBLIGATORIE E VOLONTARIE IN MATERIA DI EFFICIENZA ENERGETICA**

### ***Regioni***

Alle Regioni sono delegate le funzioni amministrative in tema di energia, con programmazione, indirizzo, coordinamento e controllo dei compiti attribuiti agli enti locali. Inoltre, esse effettuano assistenza agli stessi enti locali per le attività di informazione al pubblico e di formazione degli operatori pubblici e privati nel campo della progettazione, installazione, esercizio e controllo degli impianti termici.

Le Regioni e le Province Autonome determinano quindi, con provvedimenti di programmazione regionale, pur in mancanza di pianificazione nazionale e in un quadro di liberalizzazione delle iniziative imprenditoriali, gli obiettivi di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili e le relative modalità di raggiungimento. Gli obiettivi sono inseriti nei contratti di servizio, nel cui rispetto devono operare le imprese di distribuzione.

Le Regioni inoltre possono individuare propri obiettivi di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili, aggiuntivi rispetto a quelli nazionali.

Alle Regioni compete anche la predisposizione del monitoraggio dei piani e programmi adottati, nonché degli interventi di sostegno, mentre per l'effettuazione pratica del monitoraggio ci si avvale, sempre più spesso, delle Agenzie Regionali per l'Energia o delle Agenzie Regionali per l'Ambiente, laddove costituite.

Nel seguito si riporta la rassegna delle politiche regionali con specifico riferimento a:

- principali leggi inerenti l'efficienza energetica;
- Piani Energetici Regionali (PER);
- Bilanci Energetici Regionali (BER);
- impianti di produzione di energia elettrica;
- consumi di energia per settore;
- risparmi energetici da TEE al 31/12/2009.

Per il raggiungimento degli obiettivi UE al 2020, noti come strategia del 20-20-20, sono stati messi in atto policy nazionali e vari interventi di incentivazione, che stanno coinvolgendo in termini di obblighi/opportunità anche le istituzioni regionali e locali.

A queste ultime è stato chiesto di produrre delle stime dei potenziali possibili sul proprio territorio in termini di risparmio energetico, di produzione di energia da fonti rinnovabili e di riduzione delle emissioni di gas serra.

La comunità scientifica nazionale e le istituzioni locali, a partire da quelle regionali, hanno, quindi, dovuto elaborare una metodologia, atta a definire le policy regionali, basata sulla correlazione tra le tecnologie esistenti e il territorio, attraverso l'ausilio di una tecnologia innovativa che mette in relazione le banche dati esistenti.

La cogente ridefinizione delle policy locali ha comportato l'introduzione nello schema pianificatorio regionale di indicatori energetici, da utilizzare sia nella pianificazione urbanistica, sia nei regolamenti edilizi, sia nei processi autorizzativi, nonché nelle scelte di incentivazione delle singole tecnologie. L'introduzione dei suddetti indicatori ha determinato un'innovazione nella metodologia di redazione dei PEAR (Piani Energetici e Ambientali Regionali) e dei PAES (Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile).

I nuovi approcci di pianificazione energetica si basano, dunque, su nuovi indicatori, quali:

1. una valutazione del potenziale regionale di valorizzazione di ognuna delle fonti rinnovabili (eolica, solare, biogas, biomasse, ivi compresi i rifiuti, anche biodegradabili, e i residui o sottoprodotti dell'agricoltura e dell'allevamento), tenendo anche conto dell'attuale livello di produzione di energia da ognuna di tali fonti;
2. un'ipotesi di quantificazione del contributo regionale agli obiettivi comunitari di sviluppo delle fonti rinnovabili, di riduzione delle emissioni di gas serra e di risparmio energetico al 2020 (c.d. obiettivi 20-20-20), accompagnata da un'indicazione qualitativa e, laddove possibile, quantitativa, delle misure da attuare in ambito regionale per raggiungere tali obiettivi.

In particolare, dalle analisi delle prime applicazioni di questi nuovi approcci, è emerso che senza una razionalizzazione degli interventi non sarà semplice raggiungere gli obiettivi. Per razionalizzazione, si intende la necessità di rendere ripetibili e ad alta efficacia, anche nel campo della conoscenza, le policy localizzative e di incentivazione, riducendo anche i conflitti socio-economici. Pertanto, una loro maggiore diffusione dipende dalle problematiche gestionali e dalla localizzazione sul territorio in relazione al fatto che le tecnologie per la produzione di energia sono considerate mature, sia sotto il profilo dell'efficienza che della sostenibilità.

I nuovi approcci di pianificazione energetica regionale e locale, già trattati nella "Relazione sull'Efficienza energetica 2012" redatta da ENEA, evidenziano come per una corretta definizione dei potenziali siano necessarie analisi e dotazioni strumentali innovative. Queste possono essere garantite soltanto da una sinergia tra comunità scientifica e comunità istituzionale, che si concretizza nel renderle fruibili alle istituzioni regionali e comunali.

Le nuove tecnologie e analisi sopra citate mettono in grado i Comuni di gestire in modo sostenibile il rapporto fonte rinnovabile, efficienza energetica e territorio.

La partecipazione di queste strutture scientifiche, inoltre, garantisce a livello locale la presenza di una continuità decisionale, legata all'utilizzazione delle tecnologie attraverso il consenso sociale e territoriale e attraverso la creazione/formazione di una *capability* territoriale di supporto alle decisioni.

Le novità più eclatanti del panorama energetico pianificatorio attengono, dunque, a tre elementi:

1. la consapevolezza che con le energie rinnovabili si possano soddisfare tutte le richieste di energia;
2. l'energia prodotta con le fonti rinnovabili è ormai una "energia sostitutiva" e non "solo aggiuntiva" rispetto a quella prodotta con fonti fossili;
3. la fruizione di energia da impianti distribuiti richiede la "ri-progettazione della rete".

Questi tre elementi ci inducono a riflettere sulle scelte delle tecnologie (si scrive tecnologia ma si legge fonte), sulla riformulazione degli incentivi, sia sotto il profilo economico che della destinazione degli stessi, sulle competenze necessarie al processo ma, soprattutto, ci obbligano a porci le seguenti domande:

- a) In quale parte del territorio si collocano gli impianti?
- b) In funzione di ciò, come rendere efficace e "sostenibile" il processo?
- c) Come si inserisce l'area urbana (luogo di elevata e qualificata domanda) nel processo pianificatorio?

### ***Patto dei Sindaci***

Una pianificazione energetica che rispondesse appieno a queste 3 domande, consentirebbe di affrontare i cambiamenti insiti nel nuovo paradigma energetico promuovendo programmi di ricerca e innovazione tecnologica, recuperando, così, sia gli stress da obsolescenza delle tecnologie, che le rigidità connesse a un sistema multi-fonte. In questo contesto va segnalata l'iniziativa denominata "Patto dei Sindaci" che presenta elementi innovativi quali lo strumento di pianificazione energetica comunale e il percorso condiviso delle policy. Il Patto dei Sindaci, infatti, mobilizzando gli attori locali e regionali ai fini del perseguimento degli obiettivi europei, si configura come un eccezionale modello di *governance* multilivello.

Dopo l'adozione del Pacchetto europeo su clima ed energia nel 2008, la Commissione Europea ha lanciato il Patto dei Sindaci per avallare e sostenere gli sforzi compiuti dagli enti locali nell'attuazione delle politiche nel campo dell'energia sostenibile. I governi locali, infatti, svolgono un ruolo decisivo nella mitigazione degli effetti conseguenti al cambiamento climatico, soprattutto se si considera che l'80% dei consumi energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub> è associato alle attività urbane.

Ad oggi "Il Patto dei sindaci" conta 3.646 città aderenti, coinvolgendo circa 155 milioni di cittadini UE. In Italia le municipalità aderenti ammontano a 1.683 città. La gran parte di esse è passata alla seconda fase del "Patto", ossia alla definizione, sulla base delle linee guida emanate a livello europeo, dei PAES, strumenti di attuazione del Patto stesso.

"Il Patto dei Sindaci" (*Covenant of Mayors*) è stato lanciato dalla Commissione Europea il 29 gennaio 2008, nell'ambito della seconda edizione della Settimana europea dell'energia sostenibile.

L'iniziativa è nata per coinvolgere attivamente le città europee nel percorso verso la sostenibilità energetica ed ambientale. I temi riguardanti la mobilità pulita, la riqualificazione energetica di edifici pubblici e privati e la sensibilizzazione dei cittadini in tema di consumi energetici rappresentano i principali settori sui quali si concentrano gli interventi delle città firmatarie del Patto. In particolare, i Sindaci dei Comuni firmatari si impegnano a:

- superare gli obiettivi formali fissati per l'UE al 2020, riducendo le emissioni di CO<sub>2</sub> nelle rispettive città di oltre il 20% attraverso l'attuazione di un Piano di Azione per l'Energia Sostenibile. Questo impegno e il relativo Piano di Azione devono essere ratificati attraverso una Delibera di Consiglio Comunale;
- preparare un inventario base delle emissioni (*baseline*) come punto di partenza per il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile;
- presentare il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile entro un anno dalla formale ratifica al Patto dei Sindaci;
- adattare le strutture della città, inclusa l'allocazione di adeguate risorse umane, al fine di perseguire le azioni necessarie e mobilitare la società civile presente nel territorio comunale al fine di sviluppare, insieme ad essa, il Piano di Azione che indichi le politiche e misure da attuare per raggiungere gli obiettivi del Piano stesso;
- presentare, su base biennale, un Rapporto sull'attuazione del Piano ai fini di una valutazione del raggiungimento degli obiettivi prefigurati, includendo le attività di monitoraggi e di verifica.

Le autorità locali rivestono un ruolo fondamentale nella lotta al cambiamento climatico. Più della metà delle emissioni di gas a effetto serra viene infatti rilasciata dalle città. Inoltre, l'80% della popolazione vive e lavora nei centri abitati, dove viene consumato fino all'80% dell'energia.

Essendo il livello amministrativo più vicino ai cittadini, le autorità locali si trovano nella posizione ideale per comprenderne i timori e agire. Inoltre, esse possono affrontare le sfide nella loro globalità, agevolando la sinergia fra interessi pubblici e privati e l'integrazione dell'energia sostenibile negli obiettivi di sviluppo locali, ad esempio tramite le fonti energetiche alternative, un uso più efficiente dell'energia o modifiche nei comportamenti.

Le amministrazioni locali devono pertanto assumere un ruolo di punta nel processo di attuazione delle politiche in materia di energia sostenibile e ricevere sostegno in questo loro sforzo.

Il Patto dei Sindaci permette alle città più all'avanguardia d'Europa di essere in primo piano nella lotta al cambiamento climatico tramite l'attuazione di politiche locali intelligenti in materia di energia sostenibile. L'obiettivo è creare posti di lavoro stabili localmente, ad aumentare la qualità della vita dei cittadini e ad affrontare tematiche sociali fondamentali.

Le città firmatarie accettano di preparare regolarmente delle relazioni e di essere sottoposte a controlli durante l'attuazione dei propri Piani d'azione e accettano l'esclusione dal Patto nel caso in cui non riescano a conformarsi alle sue disposizioni.

La Commissione Europea sostiene l'iniziativa incoraggiando lo scambio di buone pratiche sul sito web dedicato ([www.eumayors.eu](http://www.eumayors.eu)) e aiutando le autorità locali a finanziare le azioni in ambito energetico tramite programmi quali, ad esempio ELENA, che nel 2010 ha erogato finanziamenti per 15 milioni di euro.

Con il "Patto dei sindaci", le amministrazioni comunali si impegnano a determinare la quantità di CO<sub>2</sub> emessa attualmente (la cosiddetta *baseline*) e a definire il piano di interventi per la riduzione della CO<sub>2</sub>. Si impegnano inoltre a sensibilizzare i loro cittadini e a condividere le buone pratiche.

Al fine di tradurre il loro impegno politico in misure e progetti concreti, i firmatari del Patto si impegnano a:

- redigere un Inventario di Base delle Emissioni. L'Inventario di Base delle Emissioni è la quantificazione di CO<sub>2</sub> rilasciata per effetto del consumo energetico nel territorio di un firmatario del Patto durante l'anno di riferimento. Altro obiettivo da perseguire è l'identificazione delle principali fonti di emissioni di CO<sub>2</sub> e i rispettivi potenziali di riduzione;
- presentare, entro l'anno successivo alla firma, un Piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES). Il PAES è un documento chiave in cui i firmatari del patto delineano in che modo intendono raggiungere l'obiettivo minimo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> entro il 2020. Il documento, inoltre, definisce le attività e gli obiettivi, valuta i tempi e le responsabilità assegnate. I firmatari del Patto sono liberi di scegliere il formato del proprio PAES, a condizione che questo sia in linea con i principi enunciati nelle Linee Guida del PAES, in cui sono delineate le azioni principali che essi intendono avviare.

Oltre al risparmio energetico, i risultati delle azioni dei firmatari sono molteplici:

1. la creazione di posti di lavoro nella *green economy*, stabili e qualificati, non subordinati alla delocalizzazione delle attività produttive;
2. un ambiente e una qualità della vita più sani;
3. un'accresciuta competitività economica e una maggiore indipendenza energetica.

Il coordinamento delle diverse azioni dei PAES, inoltre, avrebbe altre ricadute sui territori, quali, ad esempio:

1. azioni vantaggiose e replicabili da altri Enti locali, Province, Regioni o reti;
2. la realizzazione di una banca dati di buone prassi tra i firmatari del Patto;
3. la redazione di un Catalogo dei Piani d'azione per l'energia sostenibile.

### **Lo strumento operativo: il PAES**

Sulla base del programma del "Covenant of Mayors" i Comuni devono predisporre un "Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile" (PAES) o "Sunstainable Energy Action Plan" (SEAP), nel quale devono essere indicate le misure e le politiche concrete che dovranno essere realizzate per raggiungere gli obiettivi indicati nel Piano.

Il Piano ha l'obiettivo di dimostrare in che modo l'amministrazione comunale intende raggiungere gli obiettivi di riduzione della CO<sub>2</sub> entro il 2020. I Comuni che sottoscrivono il Patto dei Sindaci si impegnano a inviare il proprio Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile entro l'anno successivo alla data di adesione formale.

Il PAES è una componente chiave nell'impegno della città verso una strategia programmatica e operativa di risparmio energetico, perché permette di:

- valutare il livello di consumo di energia e di emissioni di CO<sub>2</sub>;
- valutare gli eventuali campi di intervento;
- identificare i settori d'azione;
- contribuire a mettere in opera le politiche e i programmi necessari nella città, per raggiungere gli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

L'ambito di azione del PAES deve includere, in linea di massima, i seguenti settori:

1. edilizia, comprese le nuove costruzioni, i nuovi insediamenti, le riqualificazioni e ristrutturazioni importanti;
2. infrastrutture urbane;
3. trasporti e mobilità urbana;
4. partecipazione dei cittadini;
5. comportamento energetico intelligente di cittadini, consumatori e imprese;
6. pianificazione territoriale.

In varie aree di attività dei governi locali e regionali si possono introdurre misure di efficienza energetica, progetti sulle energie rinnovabili e altre azioni correlate all'energia. Il Patto dei Sindaci concerne azioni a livello locale che rientrino nelle competenze dei governi locali, i quali dovranno adoperarsi in molte, se non tutte, le loro aree di attività, in veste di:

1. consumatori e fornitori di servizi;
2. pianificatori, sviluppatori e regolatori;
3. consiglieri e modelli di comportamento;
4. produttori e fornitori.

I Piani d'azione per l'energia sostenibile devono essere condivisi con la società civile, perché con un elevato grado di partecipazione dei cittadini essi avranno maggiori possibilità di garantirsi continuità nel lungo periodo e di raggiungere gli obiettivi.

Per questo, nel dettaglio, il PAES si focalizza sulle seguenti aree:

**A.** La creazione di una strategia generale del singolo Comune (o del gruppo di Comuni associati allo stesso PAES) con l'identificazione di adeguate strutture amministrative all'interno dei singoli Comuni. Si identifica, quindi, una "visione" a lungo termine su scala locale e territoriale, individuando il target di riduzione al 2020 e le azioni prioritarie da perseguire. Per quanto riguarda il target di riduzione delle emissioni, esso può essere calcolato in valori assoluti o pro-capite, cioè per numero di abitanti. Nella visione di lungo termine saranno evidenziate le aree prioritarie di azione, le tendenze in atto e le principali opportunità.

Fondamentale risulterà la macchina amministrativa che governerà tale processo, la scelta quindi di un'adeguata struttura con adeguate risorse umane e finanziarie, incluse quelle necessarie per il monitoraggio relativo all'implementazione del PAES.

**B.** L'analisi dello stato dell'arte in termini di emissioni, cioè la preparazione dell'inventario delle emissioni della città nell'anno base di riferimento. Per poter infatti agire sulla riduzione del 20% delle emissioni di CO<sub>2</sub> è necessario conoscere la situazione di partenza e quindi sapere qual è il livello di emissioni della città nel cosiddetto anno base. Anno base che può essere uno qualsiasi successivo al 1990 se già adottato dalla città in precedenti documenti programmatici (Piani energetici locali) oppure il 2005, in linea con le indicazioni della stessa Unione Europea. In questa fase risulta determinante la disponibilità di dati sui consumi energetici finali per ogni settore individuato, per poi convertirli in valori di emissione di CO<sub>2</sub>.

L'approccio metodologico consigliato è quello standard adottato dall'IPCC, anche se alcune città proveranno a confrontarsi con strumenti metodologici più raffinati, quale quello relativo al *Life Cycle Assessment* (LCA).

Successivamente, si analizza il trend delle emissioni da qui al 2020 al fine di stimare le emissioni attese per il 2020 e programmare quindi le azioni di riduzioni in sintonia con lo sviluppo della città. Infine, in questa fase si analizza anche la produzione di energia a livello locale, in particolare valorizzando gli impianti a fonte di energia rinnovabile.

I settori principali sui quali si porrà l'attenzione saranno quelli relativi a edifici, strutture e industrie locali, nonché quello dei trasporti, sia pubblici che privati; ciò determina quindi le azioni da mettere in campo per tipologia e fonte di energia utilizzata.

Il consumo di energia riguarda tutti i settori del nostro vivere quotidiano nelle città: trasporti, residenziale, piccola e media industria, agricoltura, terziario e, al loro interno, la tipologia di energia utilizzata (termica, elettrica, carburanti) e la fonte di provenienza (fossile o rinnovabile). Questa fase deve vedere coinvolta la società civile, al fine di condividere insieme le scelte strategiche per lo sviluppo sostenibile della città.

## **POTENZIALITÀ TERRITORIALE DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI**

La pianificazione energetica si contraddistingue, dunque, come elemento fondamentale per la buona riuscita del processo sul piano nazionale, per il raggiungimento degli obiettivi dell'Italia nella strategia UE.

Infatti, i decisori, così come i finanziatori, si pongono l'obiettivo di ridurre i rischi, ottimizzando i processi decisionali. Tale obiettivo può essere perseguito stimando, per ogni territorio, il potenziale di energie rinnovabili disponibili, e utilizzando queste stime per la pianificazione della produzione energetica di ogni singola fonte e la conseguente ridefinizione della rete locale di distribuzione in un'ottica di rete intelligente (*smart grid*).

Come illustrato nel paragrafo precedente, gli studi maturati nell'ultimo decennio nel campo dell'uso delle fonti rinnovabili di energia e delle azioni di efficienza energetica, hanno significativamente contribuito ad un'innovazione metodologica e tecnologica, offrendo nuovi strumenti di analisi alla pianificazione energetica.

Il nuovo set di indicatori relativi alle stime dei potenziali (eolici, solari, biomasse, efficienza energetica) si configura, inoltre, come utile strumento di *policy* in grado di fare coesistere tali impianti con gli altri usi del territorio.

Tenendo conto dell'economia di questo contributo, si vogliono illustrare alcuni elementi di *best practice*, alcuni consolidati, altri ancora *in progress*, che caratterizzano specifici strumenti della pianificazione energetica a scala locale.

In particolare, ci riferiamo ai:

- PEAR regionali, nati in ottemperanza agli obiettivi regionali relativi alla produzione di energia elettrica e termica da fonti rinnovabili e di risparmio energetico;
- Piani Energetici Provinciali, analoghi a quelli regionali;
- PAES, adottati dal Patto dei Sindaci.

Dei tre strumenti di pianificazione energetica sopra indicati, si precisa che ad oggi alcuni PEAR già sono stati progettati con criteri innovativi. Anche a livello comunale, sia in grandi città metropolitane che in piccoli Comuni, si registrano esempi di pianificazione energetica (PAES) all'avanguardia, mentre mancano Piani provinciali aggiornati alla strategia UE 20-20-20.

A titolo esemplificativo, il PEAR della Regione Emilia-Romagna, prodotto nell'aprile 2011, rappresenta uno strumento di pianificazione di seconda generazione, in quanto si arricchisce dei risultati prodotti sul campo per le specifiche fonti di energia rinnovabili.

Partendo dall'analisi degli scenari territoriali, sono state individuate le tecnologie prevalenti sulle quali si è concentrata l'attività pianificatoria.

In particolare troviamo:

1. il solare fotovoltaico, che rappresenta una tecnologia in rapida evoluzione, le cui conseguenze possono rintracciarsi nella modificazione dei rendimenti d'impianto, nella riduzione delle superfici occupate, nel cambiamento dei rendimenti da capitale impiegato, nella modificazione delle normative di incentivazione, nonché nel forte legame con le caratteristiche del territorio;

2. le biomasse, che rappresentano delle tecnologie abbastanza consolidate, le cui normative di incentivazione sono in evoluzione e le cui disponibilità di combustibile (che influenzano a loro volta l'efficienza dell'impianto ed i costi dell'energia prodotta) si modificano rapidamente in funzione del mercato delle *commodities* agricole. A queste problematiche occorre aggiungere che i costi finali dell'energia prodotta variano in funzione delle caratteristiche territoriali in cui sono inseriti gli impianti. Inoltre, le biomasse si possono usare con una certa flessibilità per la produzione elettrica e termica, ma per usare in modo efficiente tale "flessibilità" si richiedono scelte tecnologiche non solo di mercato;
3. che tutte e tre le tecnologie (fotovoltaico, eolico e biomasse) sono molto richieste, ma presentano forti problematiche socio-economiche e sono legate a un rapido sviluppo/adequamento della rete di distribuzione che conduce, a sua volta, a innovazioni tecnologiche e di uso del territorio.

A partire da questi tre campi tecnologici, sono stati dimensionati e quantificati il numero degli impianti e la potenza di minima necessaria a raggiungere gli obiettivi regionali simulati, con differenti ipotesi percentuali del mix utile al raggiungimento degli obiettivi. Sulla base di tali simulazioni sono state individuate differenti proposte tecnologiche e policy di programmazione inserite nel processo valutativo che hanno condotto alla progettazione del PEAR Emilia-Romagna. A tal proposito va precisato che il modello di simulazione dei diversi scenari è basato sulle caratteristiche delle tecnologie disponibili sul mercato.

Negli ultimi due anni l'ENEA, insieme alla comunità scientifica nazionale e internazionale, ha messo a punto specifici strumenti di valutazione a sostegno della realizzazione di Piani Energetici di seconda generazione, che si possono sinteticamente riassumere nei seguenti punti:

1. calcolo del potenziale delle biomasse a livello regionale e nazionale (Atlante delle biomasse);
2. calcolo del potenziale delle biomasse di origine agricola a uso energetico a livello provinciale e di specifiche aree territoriali;
3. calcolo del potenziale di risparmio conseguibile con azioni di efficienza energetica degli edifici residenziali (derivato dal database nazionale ENEA sugli interventi del 55%);
4. calcolo del potenziale di energia solare in un'area urbana o territoriale vasta (Province e Regioni);
5. mappe del potenziale eolico *off-shore*;
6. calcolo del potenziale idroelettrico regionale, provinciale o di area territoriale (bacino o provincia);
7. valutazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> prodotta o risparmiata nei diversi interventi previsti nei programmi di sviluppo finanziati con fondi strutturali UE.

Ciascuno di questi modelli/strumenti di valutazione risolve un problema tecnico-gestionale particolarmente rilevante quali sono l'automatizzazione, la semplificazione e la standardizzazione del calcolo del potenziale energetico, consentendo la produzione di scenari energetici confrontabili e a costo accessibile per le istituzioni locali a tutti i livelli e in grado di correlare le tecnologie con i loro effetti sociali, economici e ambientali.

Il loro uso contribuisce a una migliore risoluzione delle seguenti problematiche, tuttora presenti nella pianificazione energetica territoriale:

- calcolo non completamente automatizzato;
- limitazione nella tipologia di colture esaminabili;
- non flessibilità nell'analisi territoriale;
- necessità di riadattamento per i diversi contesti in cui deve essere impiegato;
- scarsa "trasparenza software" dei parametri di calcolo utilizzati;
- limitata customizzazione dei parametri relativi alle quantità fisiche legate alle fonti rinnovabili;
- esclusiva rappresentazione tabellare dei risultati;
- assenza di interfaccia grafica.

A titolo esemplificativo, si approfondiscono sinteticamente due esempi di eccellenza che contribuiscono in modo significativo alla pianificazione energetica rispondente ai criteri della sostenibilità.

## **CALCOLO DEL POTENZIALE DELLE BIOMASSE IN UNA SPECIFICA AREA TERRITORIALE**

### ***Le biomasse residuali e la pianificazione***

Nel 2010, l'allora Presidente dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas, Alessandro Ortis, durante una audizione presso la Commissione Agricoltura della Camera evidenziò il ruolo centrale delle biomasse al fine di raggiungere gli obiettivi del nostro paese per la cosiddetta *Strategia 20.20.20*. Secondo lo scenario delineato dal Piano d'Azione Nazionale delle Rinnovabili, allora in discussione, l'impiego delle biomasse per la generazione di energia doveva crescere significativamente riuscendo a tradurre una fetta significativa di quello che è il *potenziale teorico* delle biomasse in energia prodotta, ed in particolare energia termica.

Per anni le biomasse sono state le rinnovabili neglette auspicate, programmate ma non realizzate; i motivi sono diversi, ma sicuramente tra questi vi è la loro intrinseca complessità, che impone di discuterne al plurale in virtù della loro eterogeneità, sia in termini di matrici che di tecnologie.

Le biomasse hanno una "complessità" non pienamente analizzata nella fase di studio e definizione di molti piani energetici ed ambientali e richiedono, più delle altre fonti rinnovabili, un'attenta valutazione, programmazione e progettazione per la realizzazione di soluzioni valide che massimizzino i benefici attesi in termini sociali, economici ed ambientali.

Tutte le tecnologie rinnovabili hanno una loro complessità tecnologica, ma questa è solitamente concentrata nella fase di progettazione e costruzione, mentre nel caso delle biomasse assume un ruolo preponderante la fase di esercizio, in virtù della necessità di alimentare con continuità e sicurezza l'impianto a costi competitivi, nel lungo periodo.

Ogni politica, e quindi ogni atto pianificatorio, deve essere supportato da un corpus di conoscenze dettagliate ed adatte allo scopo. Nel caso delle biomasse, gli studi di potenziale devono tener conto di almeno tre aspetti fondamentali: quali, dove e quante.

All'inizio degli anni 90 fu realizzato il primo studio completo del potenziale di biomasse ad uso energetico a cura dell'AIGR e dell'ENEA incentrato su tre tipologie di biomasse dal settore agricolo, forestale e agroindustriale, idonee alla combustione.

Da quell'analisi, focalizzata sulle biomasse lignocellulosiche per la generazione elettrica fu prodotto un quadro nazionale, con dettaglio provinciale, della disponibilità complessiva di ben 17 milioni di tonnellate di sostanza secca, equivalenti indicativamente al 30% dei fabbisogni termici nazionali.

Tale studio pioniero, organico, trasparente ed approfondito ha costituito un valido riferimento metodologico per i successivi piani energetici regionali ed analisi territoriali, a diverse scale, nella valutazione del potenziale delle biomasse.

Nel tempo sono seguite molte altre valutazioni di carattere nazionale, regionale, locale aggiornate ad anni più recenti ed estese anche ad altre biomasse (Colonna e Croce, 2009).

Il potenziale delle biomasse è stato spesso sviscerato nei suoi aspetti quantitativi, ma solo in parte negli elementi geografici (localizzazione), logistici (trasporti) ed economici (costi). In tempi recenti il progetto dell'Atlante delle Biomasse ha fornito una risposta parziale ma nazionale nel tentativo di uniformare ed omogeneizzare i dati di base utili alla pianificazione a scala grande o media (regionale, provinciale), fornendo anche una base informativa geografica (Motola et al., 2009).

L'uniformità e la trasparenza dei metodi usati sono un valore aggiunto di Atlante, ma questo si ferma ad una scala provinciale ed ha il limite dei dati di tipo amministrativo, cioè legati ai confini delle Province o in alcuni casi dei Comuni.

Il calcolo del potenziale teorico è un elemento importante ma poco utile per pianificare un impiego effettivo delle biomasse per generare energia.

Molti residui, nel caso delle aziende agricole, sono reimpiegati nel ciclo produttivo aziendale; altri trovano un mercato redditizio in altri settori. In sintesi, solo una parte del potenziale teorico calcolato è disponibile per usi energetici perché una frazione consistente dei residui è già utilizzata.

È quindi necessario definire un potenziale "disponibile", l'insieme delle biomasse che rimangono presso le aziende e non hanno usi alternativi remunerativi e/o migliori.

Questo primo passaggio di calcolo dal potenziale teorico "disponibile" delle biomasse richiede molte informazioni sugli usi alternativi che variano sia nel tempo che nello spazio. Da una recente analisi di alcuni PEAR regionali (Pignatelli e Alfano, 2011) emerge una estrema eterogeneità della conoscenza di base circa l'attuale livello d'uso delle biomasse e del loro potenziale, mentre le informazioni geografiche sono quasi inesistenti. Per passare ad una pianificazione e programmazione è necessario definire gli elementi spaziali di posizione e frammentazione, e quelli economico-logistici associati. Sulla base di tali informazioni sarà quindi possibile identificare quali azioni siano necessarie per mobilitare le risorse di biomasse locali (Lupia e Colonna, 2008).

È elevato il rischio che le azioni di promozione e di incentivazione degli impianti a biomasse siano completamente svincolate dalle risorse locali e, come già successo in passato, una quota rilevante delle biomasse sia di provenienza estera. L'idea, più volte diffusa, che gli impianti possano essere volano dell'avvio di filiere locali delle biomasse (Colonna e Conti, 2006) o con una immagine più significativa che l'impianto costituisca una sorta di "aspirapolvere" delle biomasse locali, ha mostrato di non essere valida, soprattutto in quei contesti dove l'imprenditoria agricola e forestale è poco diffusa o organizzata. Sono necessarie invece azioni mirate e iniziative che agiscano da catalizzatori per promuovere le filiere di approvvigionamento tramite accordi tra soggetti possessori delle biomasse, soggetti intermedi e società che gestiscono gli impianti. Solo questo può consentire di superare le barriere non tecniche che limitano lo sfruttamento del potenziale che le nostre regioni possiedono.

Tra di esse possiamo citare l'eccessiva distanza tra la zona di "approvvigionamento" ed il luogo di "impiego", l'elevata acclività dei terreni, la raccolta non meccanizzabile, la frammentazione della proprietà. Sono dunque questi i fattori da analizzare e comprendere per arrivare a programmare e quindi mobilitare la frazione del potenziale disponibile che è *tecnicamente – economicamente utilizzabile*.

La nuova pianificazione non può fare a meno di approfondire il potenziale endogeno attraverso l'impiego di strumenti analitici più avanzati (GIS, analisi costi benefici) i quali restituiscano non solo dati quantitativi spazializzati, ma consentano di pianificare le azioni per mobilitare le risorse valutate.

Cionondimeno tali analisi e studi non esauriscono il tema del potenziale che potrebbe/dovrebbe comprendere anche le biomasse dedicate, la cui producibilità è legata ad altri e complessi fattori.

L'ENEA ha anche brevettato e sperimentato un modello di stima di area vasta del potenziale, denominato AGRI-RES-ENEA: si tratta di uno strumento di valutazione quantitativa del potenziale di biomasse residuali ad uso energetico dal settore agricolo per un determinato contesto geografico amministrativo. Lo strumento consente di calcolare per 16 colture (erbacee ed arboree) i residui prodotti annualmente (paglie, fusti, frasche, sarmenti, legna), sulla base dei dati di superficie delle colture e dei dati di produzione.

Lo strumento integra parametri di calcolo (rapporto prodotto/sottoprodotto, % umidità residuo, PCI in termini di Mj/t, indice di riuso % ecc.) per stimare le biomasse residuali lorde e disponibili di una singola Provincia, Regione o gruppi selezionati di Province e Regioni. Lo strumento consente la personalizzazione dei parametri di calcolo e include un sistema di import dei dati e di output secondo tabelle e grafici standardizzati.

Lo strumento di calcolo è utilizzabile per realizzare studi di disponibilità fisica (lorda e netta) dei residui agricoli a livello nazionale, regionale e/o provinciale e per valutare il potenziale energetico associato (TJ, ktep e/o kWh), ai fini della pianificazione delle politiche energetiche ambientali in relazione allo sviluppo territoriale di impianti di generazione energetica da biomasse.

AGRI-RES è utilizzabile come strumento di base per studi di approvvigionamento di centrali a biomasse e di analisi delle scelte tecnologiche (tipo, dimensione) appropriate alle caratteristiche del territorio. Il software è integrabile con l'Atlante delle Biomasse realizzato da ENEA, in quanto utilizzabile per produrre e aggiornare alcuni dei dati contenuti nell'Atlante stesso ([www.atlantebiomasse.it](http://www.atlantebiomasse.it)).

Tale modello non è solo di supporto alla pianificazione regionale, ma anche comunale, o di area urbana nel senso più ampio del termine.

Infatti, molti Comuni stanno cercando di ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> strettamente correlate ai consumi; gli esempi internazionali indicati come *best practice* mostrano che tale risultato è conseguibile, ma attualmente è basato soprattutto sull'uso delle biomasse.

Molti Comuni italiani stanno cercando di implementare l'uso di questa fonte, con 2 problemi irrisolti:

- in area urbana le biomasse difficilmente possono essere collocate;
- non si conoscono attualmente le quantità di energia producibili in modo stabile nell'arco annuale.

I modelli di stima, quali AGRIRES, possono rispondere a queste due domande, intanto calcolando a basso costo i potenziali di energia producibile nell'agro comunale, limitrofo all'area urbanizzata, e poi, consentendo una corretta collocazione degli impianti a biomasse, relativamente a costi di produzione e trasporto, e diffusione degli eventuali inquinanti atmosferici, derivati dai processi di trasformazione/produzione di energia.

## **EFFICIENZA ENERGETICA**

L'ENEA ha in dotazione la banca dati delle azioni di efficienza energetica, comunemente dette del 55%.

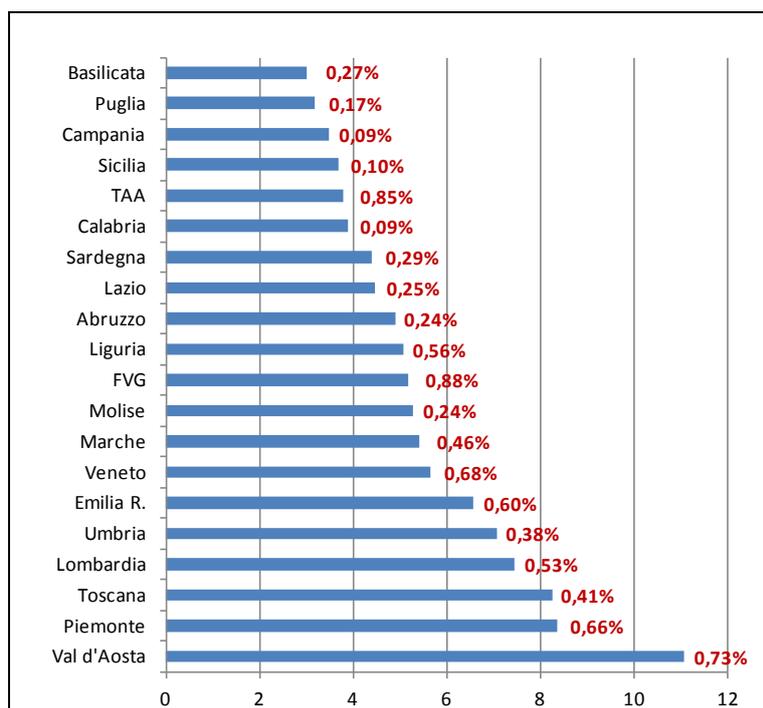
Dall'analisi dei dati relativi alle detrazioni del 55%, a livello nazionale si può ricavare un'analisi dei risultati e delle problematiche a livello regionale dal punto di vista della propensione ad effettuare interventi di efficienza energetica.

In particolare, si riporta per ciascuna Regione il dato del risparmio medio per pratica inviata e quello del numero di pratiche per popolazione residente nel 2009.

Dalla figura 1, mostrata nella pagina seguente, emerge come i valori più elevati del primo indicatore si concentrino nelle Regioni del Nord e Centro-Nord, in particolare nella Val d'Aosta, che nel 2009 risulta la Regione con il risparmio medio di energia più alto.

Questa stessa Regione si posiziona al secondo posto anche per quanto attiene all'altro indice, quello relativo alla propensione della popolazione residente ad effettuare interventi di efficientamento energetico.

Figura 1 - Risparmio medio per pratica (MWh/anno) e numero di pratiche per popolazione residente (%) delle detrazioni fiscali del 55% nel 2009



Fonte: ENEA – UTEE 2012

Al primo posto troviamo in questo caso il Friuli Venezia Giulia, che tuttavia evidenzia nello stesso anno un più basso valore del rapporto tra energia media risparmiata per documentazione inviata. In generale, anche nel caso di questo secondo indice, i valori più alti tendono a concentrarsi nelle Regioni del Nord Italia.

Ma dalle analisi regionali si passa anche alle analisi urbane.

Le prime applicazioni alle città hanno evidenziato che gli interventi basati sul singolo edificio danno risultati importanti sul piano del risparmio di CO<sub>2</sub> emessa e di energia consumata, ma appaiono totalmente slegati da una ristrutturazione del sistema energetico, considerata fondamentale dagli esperti, ed allo stato, hanno totalmente eluso le problematiche relative all'uso degli impianti di produzione da fonti energetiche rinnovabili in area urbana ed alla creazione della futura "smart grid".

Questo mentre venivano creati nuovi regolamenti comunali, e leggi nazionali che destinano porzioni di edifici alla produzione di energia termica e/o elettrica, e le cui le prime sperimentazioni indicano che per contenere i costi di edificazione rispettando le nuove normative energetiche, si deve ragionare in termini di "area urbana", all'interno della quale l'urbanista troverà collocazione per gli impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili (termiche ed elettriche) e definirà la "forma urbana" più utile a raggiungere a costi contenuti le *performance* richieste in termini di prestazioni energetiche dei singoli plessi edificati e/o riabilitati (ristrutturati).

Si ricava quindi dai dati raccolti, che a fianco di un'adesione massiccia alle incentivazioni del 55%, essa non abbia avuto "tutta l'efficienza che poteva avere" e che la scarsità di risorse economiche a disposizione delle famiglie e delle istituzioni la ridurrà ancora di più, essendo ipotizzabile che i prossimi interventi saranno sviluppati solo là dove i capitali privati saranno disponibili: cioè in aree di minore entità e sparse nel territorio.

Un approccio possibile, dall'analisi degli interventi finora realizzati, e dalle considerazioni fatte sopra sulle possibilità di calcolo dei potenziali, potrebbe essere quello di scegliere porzioni vaste di aree urbane e su queste di pianificare interventi congiunti di "efficientamento energetico", di progettazione degli impianti di produzione per rispondere alla "domanda dell'area partendo dai potenziali disponibili", di "messa in opera di *smart grid*", le quali operano sui 2 elementi 1) distribuzione, 2) controllo dei consumi di picco degli utilizzatori.

## **TECNOLOGIA**

La scelta del Consiglio Europeo di Bruxelles, nel marzo 2007, di porre obiettivi vincolanti al 2020 su penetrazione delle fonti rinnovabili e riduzione delle emissioni di gas serra, così come la definizione di una serie di obiettivi specifici in materia di efficienza energetica, definiti anche nell'ultimo piano di diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, pubblicato nella gazzetta ufficiale n. 78-2012, ha segnato una svolta importante nella strategia a favore della sostenibilità ambientale del sistema energetico. L'Europa si è mostrata pronta ad assumere un ruolo guida verso un futuro sostenibile, dove lo sviluppo di nuove tecnologie a basso contenuto di carbonio assume un ruolo fondamentale, e le Regioni sono strettamente coinvolte in questo processo. Non si tratta più di condizionare le scelte degli Stati membri, ma di indirizzarle a livello sovranazionale. Una sfida che ci viene imposta, ma che può rappresentare un'occasione di crescita economica se interpretata in modo corretto e non viene semplicemente subita in ambito nazionale.

Le ragioni che hanno ispirato la decisione europea di forzare le scelte nazionali nel settore energetico sono di due ordini distinti:

- ambientale, con la presa di coscienza che i cambiamenti climatici in atto richiedono una risposta rapida, efficace, anche con iniziative unilaterali;
- economico, con la consapevolezza che anticipare le scelte tecnologiche può comportare un vantaggio competitivo determinante per l'intera economia, offrendo opportunità di crescita di grande rilievo da subito.

I tempi entro cui è necessario operare per raggiungere gli obiettivi al 2020 sono strettissimi e ancor più se si ambisce ad ottenere dei benefici sul piano commerciale, con la messa a punto di tecnologie da valorizzare nei mercati internazionali nel campo dell'efficienza energetica e della produzione di energia da fonti rinnovabili. In qualche modo chi opera da anticipatore su tali mercati ha un vantaggio competitivo importante nella fornitura delle tecnologie che caratterizzeranno gli investimenti futuri nel settore della trasformazione e utilizzo dell'energia. Non è un caso che la decisione del Consiglio Europeo sia stata guidata dalla Germania, che ha fatto delle tecnologie per l'efficienza energetica e la produzione da fonti rinnovabili la base di una politica industriale, con risultati già evidenti sulle proprie esportazioni commerciali.

Per apprezzare i potenziali benefici di questa politica disegnata a livello europeo è necessario però accettare un'ottica di lungo periodo nella definizione delle strategie di investimento: solo in tale prospettiva si possono comprendere le ricadute positive in termini di occupazione, innovazione, nuova imprenditorialità che tale sfida può concretizzare.

La Comunicazione della Commissione Europea COM/2011/0112 *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*, approvata a marzo 2011, oltre a fissare le tappe verso più stringenti obiettivi di riduzione delle emissioni di carbonio e di controllo climatico, ribadisce il concetto della necessità di coniugare progresso economico e tutela dell'ambiente, riconfermando la centralità dei temi legati alla competitività del sistema economico. Essa fornisce importanti indicazioni circa i potenziali settori economici di intervento e le tecnologie chiave per uno sviluppo maggiormente sostenibile.

Su scala europea sono stati condotti diversi studi di scenario per valutare gli effetti economici di uno sviluppo accelerato della sostituzione dei combustibili fossili con fonti energetiche *low-carbon* (EREC, Greenpeace, 2007), (EC, 2006), (BMU, 2007). In Italia questo esercizio di confronto di scenari di accelerazione tecnologica nel lungo periodo, che si effettua mediante l'utilizzo di modelli di previsione ad hoc, è stato affrontato dall'ENEA di concerto con il Ministero dello Sviluppo Economico.

Lo sviluppo di tecnologie per una società *low carbon*, è un impegno che va oltre il 2020 ed è accettato comunemente che, al fine di far fronte alle sfide del clima e dell'energia imposte all'Europa al 2020 e 2050, è necessario operare una trasformazione tecnologica dell'attuale sistema energetico europeo. I Paesi europei, ed al loro interno i territori, dovranno mettere in comune le risorse e condividere i rischi connessi allo sviluppo di nuove tecnologie, trovando il giusto equilibrio fra cooperazione e competizione, con la prospettiva di assumere la leadership mondiale delle tecnologie energetiche a basso contenuto di carbonio.

Si conferma dunque uno scenario di medio-lungo periodo in cui è possibile programmare percorsi di investimento per l'innovazione tecnologica nel settore energia.

Il programma di lavoro 2013 del settimo Programma Quadro prevede infatti di concentrarsi sul sostegno all'attuazione del programma di ricerca e di innovazione del Piano strategico per le tecnologie energetiche (*SET PLAN*) e di agire come un ponte verso la cosiddetta sfida Orizzonte 2020 (*Horizon 2020*).

Le priorità del programma di lavoro sono dunque quelle di rafforzare la volontà di attuare specifiche *roadmap* tecnologiche e i rispettivi piani di attuazione.

Queste tabelle di marcia devono contribuire ad accrescere la maturità delle tecnologie ad un livello che permetta loro di raggiungere quote di mercato significativo durante il periodo fino al 2050.

I principali obiettivi settoriali sono:

- fino al 20% dell'energia elettrica nell'UE sarà prodotto da tecnologie di energia eolica entro il 2020;
- fino al 15% dell'elettricità UE verrà generata da energia solare nel 2020. Tuttavia, se l'obiettivo del programma DESERTEC fosse raggiunto, la quota di energia solare sarà più alta, soprattutto a lungo termine;
- la rete elettrica in Europa sarà in grado di integrare fino al 35% di elettricità rinnovabile e operare in base al principio "di reti intelligenti", favorendo l'incontro tra l'offerta e la domanda entro il 2020;
- almeno il 14% del mix energetico dell'Unione Europea sarà costituito da bio-energia entro il 2020 a costi competitivi;

- le tecnologie di cattura e stoccaggio della CO<sub>2</sub> diventeranno economicamente competitive nel periodo 2020-2025;
- 25-30 città europee saranno in prima linea nella la transizione verso un'economia a basso tenore di carbonio entro il 2020.

Nel prossimo decennio si prevede pertanto di realizzare una serie di attività di Ricerca e Sviluppo e Implementazione che possono essere classificate in tre categorie:

1. Ricerca di base e ricerca applicata - Questa si riferisce sia alla ricerca concettuale sia a quella pre-competitiva svolte all'interno di centri di ricerca, università e (in misura minore) istituzioni del settore privato.
2. Progetti pilota - Questa fase è costituita principalmente da primi studi su piccola scala di nuove tecnologie sviluppati da un laboratorio di ricerca. I risultati di questo tipo di lavoro forniscono la prova di fattibilità tecnologica e della valutazione dei sottosistemi e l'operatività dei componenti.
3. Programmi di dimostrazione - Ciò costituisce la prova reale e la dimostrazione su larga scala delle tecnologie, ed è particolarmente rilevante per dimostrare la fattibilità su larga scala della tecnologia stessa. Ciò comprende misure per lo scambio di coordinamento, conoscenza e informazione ecc.

Il grado di successo delle politiche energetiche varia tra i Paesi: in Italia è emblematico il caso del fotovoltaico, che grazie agli incentivi forniti attraverso il Conto Energia, ha registrato un boom impressionante in termini di potenza installata, tale da rendere il mercato italiano uno dei primi per questa tecnologia a livello mondiale. Parallelamente alla diffusione delle tecnologie energetiche basate su fonti rinnovabili, sta emergendo in maniera sempre più evidente la consapevolezza di un fattore che può risultare determinante nel frenare tale diffusione, ossia l'accettabilità sociale delle scelte tecnologiche.

Attualmente, esiste una varietà di strumenti di valutazione specializzati in un determinato ambito, ossia che consentono una valutazione della dimensione ambientale, economica o sociale, ma che non sono, in generale, legati tra loro in modo coerente. Un numero limitato di percorsi metodologici mira ad una valutazione integrata dei tre ambiti della sostenibilità. Una prospettiva interessante è rappresentata dall'approccio LCA (*Life Cycle Assessment*), che considera l'intero ciclo di vita di una tecnologia (dall'utilizzo di materie prime alla produzione e alla gestione del fine vita).

Il problema fondamentale è capire come effettuare valutazioni integrate di tecnologie ad una fase iniziale di sviluppo, partendo dalle caratteristiche intrinseche della tecnologia, e integrando:

- strumenti di valutazione degli impatti economici (inclusi gli effetti indiretti o secondari, come ad esempio il cambiamento delle condizioni di mercato legato all'introduzione di nuove tecnologie);
- metodi di valutazione dell'impatto ambientale, con particolare attenzione alle problematiche di maggiore attualità quali il cambiamento climatico, l'impatto delle tecnologie sull'utilizzo dei terreni e sulla disponibilità e sull'utilizzo dell'acqua, sia a

livello locale (dove la tecnologia è prodotta o applicata) sia a livello globale (dove le materie prime sono estratte o dove i rifiuti provocano danni ambientali);

- un approccio armonizzato per una valutazione integrata degli impatti ambientali, economici e sociali.

Una serie di questioni rimane aperta quando si deve arrivare ad una definizione precisa e condivisa delle caratteristiche che dovrebbe avere una tecnologia per essere sostenibile. Le attuali soluzioni tecnologiche sostenibili potrebbero aggravare altri problemi o crearne di nuovi. E siccome lo sviluppo sostenibile fa riferimento alle conseguenze di lungo periodo delle scelte fatte oggi, ulteriori interrogativi si pongono. Ad esempio: in che modo è possibile valutare gli effetti di una modifica del paesaggio, delle infrastrutture e dei modi di vita? Come potremo essere certi "ex ante" che i cambiamenti indotti dalle nuove tecnologie renderanno le nostre società più sostenibili?

Talvolta, affermare che una tecnologia è sostenibile – e dunque ha una prospettiva di sviluppo certo – è funzionale a renderla accettabile nel processo politico e decisionale, come nel caso dei biocombustibili, dove la sostenibilità della tecnologia ha generato un dibattito sulla scelta tra combustibile e cibo, mostrando le articolazioni contrastanti del concetto di sostenibilità, o come nel caso dell' "effetto rimbalzo" che è possibile osservare quando un miglior utilizzo delle risorse (si pensi ad interventi per migliorare l'efficienza energetica) genera un maggior consumo di energia.

L'impatto di una tecnologia sulla sostenibilità però, è spesso molto più complicato e ambivalente di quanto si possa credere. Il problema non risiede nel migliorare il design della tecnologia, ma la tecnologia nel suo complesso, o addirittura l'intero sistema territoriale in cui la tecnologia funziona.

Diversi studi sull'impatto sociale e ambientale di nuove tecnologie mostrano infatti come gli effetti di una tecnologia dipendono non solo dalle caratteristiche intrinseche della tecnologia stessa, ma anche, in particolare, da:

- il modo in cui una tecnologia è percepita ed utilizzata in un dato contesto sociale;
- il modo in cui una tecnologia altera o modifica tale contesto;
- il modo in cui una tecnologia interagisce con il sistema tecnologico e il proprio contesto fisico;
- il periodo temporale di analisi;
- la quantità utilizzata.

Il concetto di sostenibilità può essere (ed è) utilizzato per molteplici obiettivi, ed è articolato in diversi modi a seconda dei diversi portatori di interessi. Ovviamente, non è utile (ed è difficilmente possibile) risolvere un problema articolato con una specifica tecnologia se questa stessa tecnologia peggiora altri problemi o ne crea nuovi. Ad esempio, produrre energia non inquinante attraverso il riciclaggio dei materiali e le fonti rinnovabili, i biocombustibili, le pale eoliche e, forse in futuro, la fusione nucleare, non contribuirà ad uno sviluppo sostenibile se l'introduzione e l'applicazione di queste tecnologie comporteranno nuove forme di disuguaglianza, l'emarginazione dei Paesi in via di sviluppo ricchi di risorse, e così via.

Nel prossimo futuro, lo sforzo di valutare le prospettive delle tecnologie energetiche in termini di sostenibilità richiederà pertanto un approccio che sappia affiancare alla valutazione tecnologica e di potenziale residuo in Italia, gli aspetti economici, ma anche le possibili ricadute ambientali e sociali, cioè territoriali.

## **CONCLUSIONI**

La pianificazione richiede che vengano strutturate competenze nelle singole istituzioni atte a:

- contabilizzare i consumi energetici e le emissioni e Realizzare le azioni di riduzione delle emissioni e di risparmio energetico;
- raccogliere i dati necessari e aggiornare l'inventario base (*baseline*) e lo scenario di riferimento dei consumi energetici e delle emissioni, curando i rapporti con gli Enti e le Istituzioni detentrici dei dati, anche avvalendosi dell'ausilio di Enti di ricerca e tecnici attivi a livello internazionale, nazionale e locale;
- preparare e aggiornare i Piani d'Azione, anche avvalendosi dell'ausilio degli Uffici Comunali, nonché degli Enti di ricerca e tecnici attivi a livello internazionale, nazionale e locale;
- preparare la pianificazione dell'implementazione delle azioni contenute nei Piani d'Azione e verificarne la realizzazione, curando i rapporti con gli Enti e le Istituzioni che a diverso livello partecipano all'azione;
- istituire e coordinare il Tavolo Tecnico dei soggetti coinvolti nelle azioni di riduzione, aperto anche agli altri portatori di interesse, al fine di istituire un processo partecipato basato sulla chiarezza e la trasparenza dei ruoli, degli obiettivi e delle responsabilità;
- indicare criteri urbanistici atti ad applicare le nuove normative energetiche sugli edifici a costi accettabili, sia per i singoli utenti che in termini di infrastrutture energetiche urbane da realizzare e gestire;
- preparare proposte di progetti da presentare nell'ambito dei programmi finanziati della Commissione Europea, nazionali e regionali, nell'ambito delle attività riportate nei punti precedenti;
- valutare le proposte di partecipazione a progetti internazionali fornite da soggetti a diverso titolo.

## BIBLIOGRAFIA

1. *Rapporto Energia e Ambiente*, ENEA 2011, A.A.
2. *Rapporto ENEA PAER Emilia Romagna 2010-2013*, A. FORNI, A.A.
3. Rapporto ENEA 2012 - *Stato e prospettive di sviluppo delle tecnologie per la produzione di energia elettrica*, I OLIVETTI e A.A.
4. *Regionalizzazione degli obiettivi di sviluppo delle FER*, GAZZETTA UFFICIALE DELLA REPUBBLICA ITALIANA, 2-4-2012 Serie generale - n. 78.
5. Comunicazione della Commissione Europea COM/2011/0112 - *A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*.
6. COLONNA N., F.G. CONTI, 2006: "L'utilizzo energetico delle biomasse forestali in Liguria: vincoli e opportunità". *Ambiente Risorse e Salute* 109: 32-36.
7. LUPA F., N. COLONNA, 2008: "L'analisi spaziale tramite GIS a supporto delle filiere agro energetiche". *GEOMEDIA*, 4: 28-30.
8. COLONNA N., S. CROCE, 2009: *Biomass potential assessments in Italy: approaches and methodologies*. Secondo convegno SIBA, Roma, maggio 2009.
9. MOTOLA V., N. COLONNA, V. ALFANO, M. GAETA, S. SASSO, V. DE LUCA, C. DE ANGELIS, A. SODA, G. BRACCIO, 2009: *Censimento potenziale energetico biomasse, metodo indagine, atlante biomasse su WEB-GIS*. Ricerca Sistema elettrico, RSE/2009/167, ENEA, Roma.
10. PIGNATELLI V., V. ALFANO, 2011: *Aggiornamento del Documento propedeutico al Piano Nazionale Biocarburanti e Biomasse agro-forestali per usi energetici*. Rapporto ENEA - Unità Tecnica Fonti Rinnovabili, UTRINN/2011/13.
11. *PIANO DI AZIONE PER L'ENERGIA SOSTENIBILE DELLA CITTÀ DI ROMA* (Sustainable Energy Action Plan SEAP: a cura dell'Osservatorio Ambientale sui Cambiamenti Climatici. C. BAFFIONI, A.A.

Edito dall'ENEA  
Unità Centrale Relazioni, Servizio Comunicazione  
Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma  
*www.enea.it*

Copertina: Cristina Lanari

Publicato sul sito ENEA nel mese di febbraio 2013

Atti della Sessione Organizzata 18  
della

**XXXIII Conferenza Scientifica annuale  
dell'Associazione Italiana di Scienze Regionali (AISRe)  
“Istituzioni, Reti territoriali e Sistema paese: la governance delle relazioni locali-nazionali”**

Roma, 13-15 settembre 2012

*Il contesto congressuale e la comunità scientifica*

La XXXIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali è il Congresso annuale della Associazione Italiana di Scienze Regionali (AISRe) – Sezione Italiana della Regional Science Association International (RSAI). Come negli anni precedenti, la Conferenza mira a presentare e a discutere contributi scientifici sui problemi e le politiche regionali e territoriali.

Organizzatori della Conferenza sono, oltre all'AISRe, le istituzioni che partecipano al Comitato Organizzatore Locale ed al Comitato Promotore: SVIMEZ, Università di Roma “Tor Vergata”, Università di Roma “La Sapienza”, Università di “Roma Tre”, Università “LUISS”, Università Cattolica - Roma, Banca d'Italia, Censis, Confindustria, CNEL, CNR, ENEA, Fondazione Masi - ICE, Fondazione Symbola, Istat, Unioncamere, Ministero dello Sviluppo Economico.

La Conferenza dell'AISRe si connota per il suo carattere interdisciplinare che diviene esplicito nell'organizzazione in Sessioni curate dalle varie associazioni scientifiche, che su piani diversi s'interessano del ruolo dello spazio nelle trasformazioni economiche, sociali, territoriali e istituzionali. Altre caratteristiche importanti della Conferenza sono i consolidati rapporti su scala internazionale ed europea con il RSAI e l'ERSA (European Regional Science Association), e la presentazione di lavori scientifici in cui si combinano strettamente analisi empiriche con studi di tipo metodologico.

Di fatto, la Conferenza dell'AISRe si qualifica come il più grande incontro scientifico e tecnico in Italia nel campo degli studi regionali e territoriali e mira a rappresentare la sede più qualificata per il dibattito a scala nazionale sulle politiche di sviluppo regionale e locale e di pianificazione territoriale.

Nell'organizzazione della Conferenza dell'AISRe di Roma 2012 si è dedicato un grande sforzo nel promuovere la partecipazione dei funzionari delle amministrazioni pubbliche comunali, provinciali, regionali e nazionali e delle diverse istituzioni pubbliche e private che si occupano di politiche regionali e locali.

