

GIS e fonti energetiche rinnovabili. strumenti e culture per una urbanità rinnovata

Alessandro Seravalli

Abstract

Energy factor is strictly connected to urban develop and since the 19th century it has conditioned the urban shape too. Such a correlation in the contemporary widespread city is been lost with strong energetic wastage. Starting from this observation, it has make some work assumptions which uses the Geographic Information System (GIS) applied to the urbanized territory analysis and test their ability to optimize renewable energetic solution that doesn't spend agrarian region. Is evident, in that case, as the GIS can be form an opportunity to support a new urban planning, more complex today and which it need to an interdisciplinarity like the one of the Geographic Information System, as multi-criteria tools, can manage.

Indice

L'analisi quantitativa relativa al fabbisogno energetico di corrente elettrica	7
Il fotovoltaico negli edifici pubblici e nei centri commerciali	8
Il GIS nell'ambito delle biomasse	12
Conclusioni	15
Bibliografia	16

I GIS sono una «forma di sapere che mette in crisi la logica disciplinare» [Farinelli, 2009], costituiscono uno strumento che affronta la natura complessiva del sapere. Generalmente utilizzato nell'ambito della pianificazione territoriale e nelle analisi quantitative e qualitative dei fenomeni socio-economico territoriali, lo «strumento» GIS viene in questa sede analizzato quale metodo di analisi e di simulazione in contesti strettamente collegati ma decisamente verticali: le energie rinnovabili.

Il primo motivo per cui le energie rinnovabili sono oggi cercate, sviluppate, finanziate è la sostenibilità dell'habitat umano.

Pur nella sua specifica componente, l'intento del presente testo costituisce un tentativo di leggere il tema dello sviluppo dell'energia in stretta correlazione con il tema dello sviluppo (non solo fisico) della città. Acronimi, progetti e sigle sono di dominio pubblico (*energycity*, *rennovable city*, ecc.). Esiste una totale complicità fra lo sviluppo del tema energia e del tema della città e il GIS costituisce uno strumento per leggere, analizzare questi fenomeni supportandone le scelte pianificatorie. La pianificazione energetica costituisce allora un criterio di modifica dei luoghi e viceversa. Questa tesi è avvalorata dal fatto che la morfologia e la tecnologia delle città si sia gradualmente uniformata negli ultimi 100 anni con la perdita della tradizione e del genius-loci (prima ancora di una globalizzazione economica si è assistito ad una globalizzazione architettonica delle città).

È oramai diffusa la consapevolezza di come le città costituiscano falle di dissipazione energetica. Nelle città si consuma il 75% dell'energia totale e si produce l'80% delle emissioni

di gas climalteranti e queste falle si stanno rapidamente allargando e moltiplicando a causa del processo di urbanizzazione,

David Miller, primo cittadino di Toronto, ha affermato che «La battaglia ai cambiamenti climatici sarà vinta o persa nelle città» (articolo di Marco Magrini, *Capitali del Tempo* in «Nova24», del 17/12/2009 n. 203)

F. Butera, assimilando la città ad un organismo biologico, osserva come queste siano soggette ad una continua trasformazione generando un input di materia ed energia direttamente proporzionale allo sviluppo dell'urbanizzato.

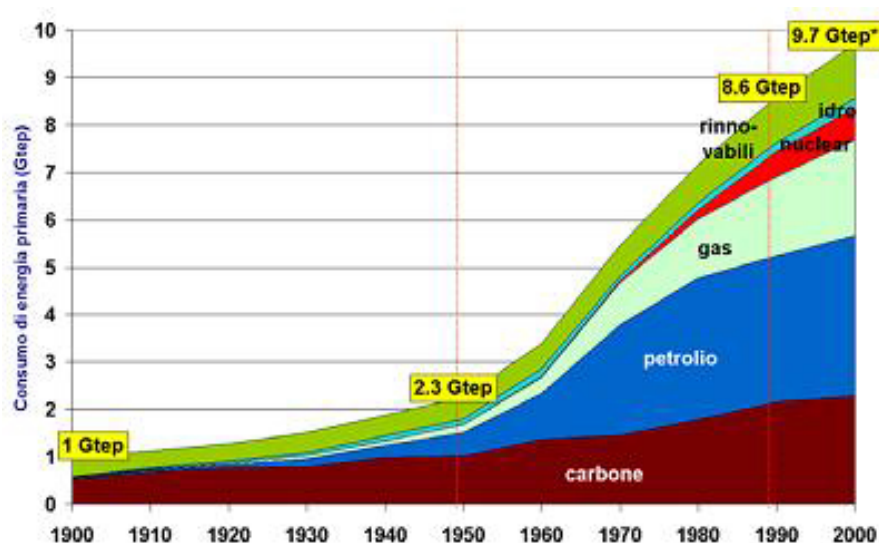
L'analogia è stata portata avanti anche recentemente da un gruppo di ricerca diretto da Jean-Louis Scartezini, direttore del LESO-PB (Laboratoire d'Energie Solaire e de Physique du Batiment) dell'Ecole Polytechnique Federale di Losanna in Svizzera.. La città come sistema vivente consuma risorse, le trasforma e le utilizza per essere in grado di funzionare senza attriti e, alla fine, produce scorie e rifiuti. Così come il metabolismo umano, anche quello urbano dovrebbe essere sostenibile e la sostenibilità dipende in primo luogo dal tipo di approvvigionamento di energia e di materiali

Più veloce è la crescita del territorio urbanizzato più grande è la quantità di energia che occorre somministrare (pensiamo al rischio energivoro dei paesi emergenti rispetto ai paesi già industrializzati e alle ricadute che potranno esserci negli anni a venire) e così la ripartizione dei consumi per settori (residenziale e terziario nel mondo industrializzato, trasporti e industria nei paesi emergenti; si vedano i dati e gli approfondimenti in Droege, 2008).

È ormai pressoché unanime (almeno da un punto di vista della ragionevolezza) il pensiero che sia urgente adottare una politica di risparmio energetico con il coinvolgimento di fonti *pulite* ovvero rinnovabili per la salvaguardia dell'ambiente, del paesaggio, della vita dell'uomo (alcuni individuano nella IV rivoluzione industriale quella dell'energia rinnovabile).

La domanda di energia è aumentata negli ultimi decenni e questo ha portato ad una maggiore produzione di anidride carbonica e ad un aumento della temperatura.

Figura 1. Andamento dei consumi primari nel XX secolo



Andamento dei consumi primari nel XX sec, fonte ENEA dossier 2006

Nella Figura 1, «Andamento dei consumi primari nel XX secolo» si indica un valore di quasi 10 Gtep. Per dare una idea percepibile sulla dimensione indicata, un Tep rappresenta la quantità di calore derivante da una tonnellata di petrolio (è sigla di tonnellata equivalente di petrolio) e corrisponde a ca. 4545 kWh di energia elettrica. La G davanti al Tep indica milioni di tonnellate di petrolio equivalente.

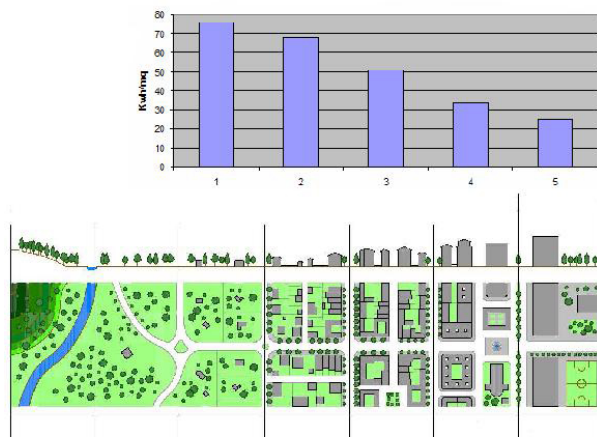
Sono 150 anni da quanto, nella sera del 29 agosto del 1859 Edwin Drake, faceva uscire il petrolio in Pennsylvania a seguito della prima trivellazione petrolifera. Da allora la domanda è voracemente aumentata con l'aumento parallelo delle nostre città conformatesi sempre più ad essere città fossilodipendenti, dove il trasporto urbano è prevalentemente basato sull'automobile e dove i centri dilatati da politiche che hanno incentivato lo sprawl urbano, sono ormai divenuti metropoli.

Da metà degli anni '70 si incomincia a parlare di *Città rinnovabile* e di *Urbanizzazione Rinnovabile* dove l'arte della decrescita (*envelopment*) costituisce uno dei principi base per favorire una maggiore sicurezza e autonomia della città, dei paesi ed in generale delle aree antropizzate del mondo. Autonomia energetica quale sostenibilità e autonomia da logiche di potere del vivere e crescere della civiltà urbana. questa frase è contorta e poco chiara

Relazioni fra consumi energetici e struttura spaziale sono già elaborati da Owen negli anni '80 e negli anni '90 esperienze di applicazioni di GIS (Sistemi Informativi Geografici) vengono impiegate in California per il controllo del consumo energetico attraverso la gestione delle variabili d'uso del territorio con il *Planning for Community Energy Economic and Environmental Sustainability* che permetteva una progettazione territoriale utilizzando la variabile energetica per valutare l'efficienza d'uso del territorio, la progettazione e la gestione di infrastrutture e servizi.

Uno studio dell'ENEA evidenzia come la densità urbana sia inversamente proporzionale al consumo energetico derivante dai trasporti: maggiore densità minori consumi. La città compatta offre ai residenti, secondo questa tesi, un migliore accesso ai trasporti di massa che risultano più efficienti da un punto di vista energetico a differenza delle aree suburbane caratterizzate dal fenomeno dello sprawl (nelle metropoli hanno raggiunto anche estensioni di 50 km dal centro città) vedi Figura 2, «Fabbisogno annuo di energia»

Figura 2. Fabbisogno annuo di energia



Fabbisogno annuo di energia primaria fra tipologia e localizzazione, fonte ENEA
paper *L'immagine energetica della città* di Di si, Forni, Olivetti e Del Cielo

Emerge tuttavia che l'approccio monocriteriale, seppure lineare, constati di limitazioni importanti: se la densità aiuta a limitare i consumi energetici sotto l'aspetto distributivo nei trasporti, ne comporta altri per fronteggiare disagi sociali e ambientali.

Occorre allora affrontare l'argomento con un approccio di sostenibilità secondo modalità e indicatori che aiutino a guardare la città nella sua complessità e che aiutino ad intraprendere la riorganizzazione della stessa recuperando la città come luogo, con le sue soglie e i suoi confini, le sue differenze e le sue relazioni con la campagna circostante e in generale con l'ecosistema nel suo complesso.

Nel XIX secolo le mura sono generalmente abbattute a seguito dei grandi progetti di sviluppo urbanistico avviati nelle grandi città europee. Guardando le carte geografiche anche della prima metà del XX secolo risulta evidente l'identità delle città e quella della campagna. Esisteva un equilibrio di ruoli e una complicità di funzioni fra città e campagna che sosteneva entrambe. Nel '900 solo il 10% della popolazione mondiale viveva nelle città, oggi la situazione è capovolta:

più della metà della popolazione mondiale è concentrata in agglomerati urbani e il trend è in crescita con stime per il 2030 dell'80% della popolazione mondiale nelle città. Se pensiamo poi all'Italia e in generale ai paesi più sviluppati il dato è ancora maggiore. Lo sviluppo successivo accelerato in zone periurbane ha mangiato la campagna favorendo l'abbandono dell'uso agricolo e la perdita di un equilibrio sempre esistito: la campagna alimentava la popolazione anche delle città. Per sopperire a questo problema, ancora più che per un decoro urbano e una riscoperta del prodotto biologico, si stanno sviluppando le fattorie urbane, le *urban farming* stanno diventando un fenomeno delle metropoli occidentali (da New York a Londra) e si assiste ad un ritorno dell'orto nei cortili interni, sui terrazzi, ecc.

Urban farming

Convinto sostenitore della politica dell'*urban farming* è Dickson Despommier, docente alla Columbia University. Questa tipologia di interventi, che interessa tetti, terrazze, pareti verticali, ecc., costituisce oggi una modalità nuova di architettura del verde che sta affascinando diversi progettisti anche di fama mondiale. Uno degli interventi più ambiziosi è quello di Maynard, architetto australiano, che sta cercando di convertire a Urban Orchard i tetti dei grattacieli di Melbourne con un sistema che si autoalimenta attraverso la produzione di energia dalle biomasse di scarto.

Dal vecchio continente ai paesi che fino a qualche anno fa erano definiti *emergenti* provengono tanti progetti di città efficienti ed ecosostenibili.

Il distretto di Kronsberg

Volendo riportare in maniera non certo esaustiva, alcune esperienze in merito e di come l'evolversi della città sia strettamente correlato alla sostenibilità energetica, ricordiamo il distretto ecologico di Kronsberg, nei pressi di Hannover in Germania, composto da 3.000 unità abitative che ha ridotto del 75% l'emissione di CO₂ attraverso alle azioni perseguite di efficienza energetica, alla rete di teleriscaldamento, agli impianti eolici installati e al recupero e riutilizzo delle acque; il quartiere Slateford Green nei pressi di Edimburgo nel Regno Unito, costituito da 251 unità abitative e caratterizzato dalla mancanza di posti auto privati (solo il 12% delle famiglie infatti possiede automobili) e da un forte servizio di mezzi pubblici, soluzioni si car sharing e accessibilità pedonale come anche a Malmö in Svezia dove i mezzi pubblici sono alimentati a gas naturale e biogas metano prodotto da scarti organici, così pure a Delhi in India; il progetto Solar City a Linz in Austria che caratterizza il nuovo piano della città; le strategie di Amsterdam per la raccolta dei rifiuti elettrica o le smart meter nelle case per conoscere e ridurre i consumi.

Il tema energia e fonti energetiche è complesso, il fabbisogno risulta spesso molto alto in conseguenza ad usi errati, ridondanti dell'energia o a costruzioni e manufatti dispersivi ed energivori. In tal senso anche l'analisi degli sprechi e delle caratteristiche del costruito sarebbe importante.

Basti pensare all'architettura bioclimatica, alle tipologie edilizie e ai sistemi costruttivi. Per fare piccoli esempi le costruzioni con una struttura più agile e stretta risultano più flessibili e favoriscono una ventilazione e illuminazione naturale con risparmi energetici anche del 10%, l'uso di legno e materiali riciclati per la casa possono contribuire ad un riduzione del 45% del contenuto carbonico nelle costruzioni rispetto agli edifici tradizionali, e così via. Diverse sono le esperienze portate avanti da due decenni in Olanda, Germani, Austria, Francia, Danimarca; per approfondimenti si rimanda al testo *Progettare la residenza, tendenze innovative* a cura di Rossana Raiteri, Rimini 1996.

Una corretta politica energetica non può enfatizzare un solo tipo di risorsa: il nostro territorio ha morfologie diversificate, esigenze e fabbisogni diversi e non è credibile che una modalità specifica possa essere sufficiente a garantire una sostenibilità energetica. Lo stesso Piano Energetico Regionale dell'Emilia Romagna prevede la gestione energetica attraverso l'utilizzo di un mix di possibilità (fotovoltaico, cogenerazione, biomasse, solare termico, eolico, ecc.). Ciò nonostante non può neanche essere solamente lo sviluppo tecnologico la panacea alla risoluzione del deficit energetico. Il tema, riguardando l'uomo, non può prescindere da esso, da un necessario cambiamento culturale.

I GIS offrono diverse opportunità in merito: in quanto sistemi "multi-criteria", a "pesi variabili", e "interdisciplinari", possono essere estremamente validi quali DSS (*Decision Support System*) anche in questo ambito applicativo.

La classificazione e quantificazione delle tipologie edilizie presenti, delle tipologie di copertura, delle superfici esistenti (pensiamo alle barriere acustiche che possono essere sfruttate anche come barriere fotovoltaiche, o gli edifici industriali, ecc.), la modellazione dell'edificato e della morfologia del terreno, l'individuazione di vincoli, la geocodifica dei consumi, ecc. sono tutte informazioni di tipo geografico utili e fondamentali per qualsiasi azione significativa di promozione/produzione di energia rinnovabile che utilizzi il fotovoltaico senza utilizzare/consumare terreni agricoli.

Attraverso riprese satellitari multispettrali l'analisi può tenere in considerazione elementi importanti quali l'uso del suolo che determina l'irraggiamento diffuso dal terreno circostante, la qualità spaziale, le ombreggiature, la superficie coperta utile alla determinazione delle unità installabili, ecc. Questo tipo di analisi costituisce così un elemento conoscitivo importante del territorio divenendo propedeutica e complementare a qualsiasi intervento privato oggi incentivato attraverso contributi.

Lo stesso WSSD – *World Summit on Sustainable Development* –, definisce il GIS come importante strumento per la gestione delle risorse territoriali e per la formazione geografica nei paesi in via di sviluppo.

Nell'ambito del presente lavoro sono illustrati alcuni scenari applicativi relativi alla tematica in oggetto:

- L'analisi quantitativa relativa al fabbisogno energetico di corrente elettrica
- Il fotovoltaico negli edifici pubblici e nei centri commerciali

- Il GIS nell'ambito delle biomasse

L'analisi quantitativa relativa al fabbisogno energetico di corrente elettrica

Questo primo tipo di analisi intende guardare il territorio antropico secondo l'aspetto energivoro. In particolare per quanto riguarda il fabbisogno di energia elettrica.

L'elaborazione ha utilizzato le tecniche dell'*Area Data Analysis* che consentono di individuare e analizzare i fenomeni aggregati in aree come ad esempio nel nostro caso le zone censuarie della cartografia ISTAT. L'esemplificazione presentata ha interessato l'area urbana del Comune di Castelbolognese (RA) e può essere facilmente esportato e scalato all'intero territorio nazionale.

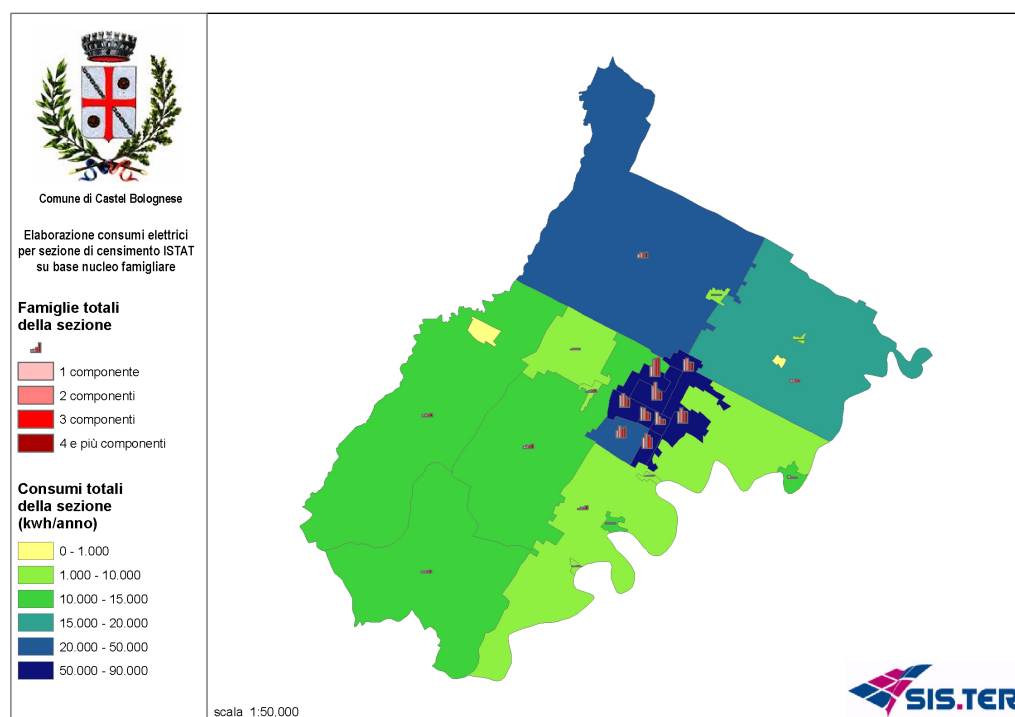
L'individuazione del territorio e l'analisi è stata portata avanti con SIS.TER SRL, azienda privata imolese che opera nell'ambito dei servizi e analisi GIS.

La finalità è stata quella di ottenere un dataset informativo che potenziasse il quadro conoscitivo territoriale.

Le fonti di dati utilizzate per l'analisi hanno riguardato dataset informativi di comune a completa accessibilità; tra questi, in particolare le banche dati ISTAT relative ai censimenti delle abitazioni e delle attività produttive.

Lo studio ha classificato le famiglie, la popolazione residente e i consumi medi per tipologia di nucleo familiare. Tramite il censimento della popolazione ISTAT, risultano disponibili, per ciascuna sezione censuaria, una serie di indicatori utili quali ad esempio il numero di famiglie o il numero di abitanti. Disponendo di indicatori medi di consumo, seppure indicativi e non prettamente localizzati sulla realtà in oggetto in quanto valori medi aggregati a livello provinciale, sono stati collegati i dati procedendo alla loro analisi attraverso una visualizzazione dei consumi elettrici domestici per ciascuna sezione cartografica censuaria. Medesima elaborazione è stata applicata alle aree classificate dagli strumenti della pianificazione come produttive, sulla base di indicatori relativi ai consumi di energia elettrica questa volta classificati sulla base del consumo per addetto e settore di attività. I dati sono stati fra loro sommati per avere una cartografia tematica basata sulle aree censuarie ISTAT classificata in funzione dei consumi (vedi Figura 3, «Carta dei consumi elettrici»)

Figura 3. Carta dei consumi elettrici



Carta dei consumi elettrici per zone censuarie ISTAT sulla base dei nuclei famiglia, fonte ns. elaborazione su dati ISTAT

Chiaramente questa tipologia di analisi ha evidenti carenze informative e costituisce una esemplificazione. Sarebbe infatti opportuno disporre dei consumi georeferenziati e classificati per tipologia e per edificio fornibili dai gestori del servizio ma risulta alquanto difficile la loro reperibilità.

In ogni caso, per gli scopi metodologici della presente elaborazione, il risultato è comunque utile per un confronto con gli strumenti di pianificazione di programmazione vigenti., finalizzato ad esempio ad avere uno scenario conoscitivo per la pianificazione strutturale urbanistica,

Il fotovoltaico negli edifici pubblici e nei centri commerciali

La seconda analisi ha riguardato il tema del fotovoltaico che risulta da alcuni anni di estrema attualità anche grazie alle politiche di incentivazione portate avanti dai diversi stati. Non è questa la sede per valutare l'efficacia effettiva delle varie forme di fotovoltaico, alcune sicuramente discutibili, tuttavia l'utilizzo del GIS nell'ambito della produzione di energia dal sole è portato avanti già da alcuni anni. Il progetto ad esempio del BIIPV-GIS (*Building and Infrastructures Integrated Photo Voltaic Geographic Information System*) costituisce un potente strumento necessario per inserire tra gli indicatori quali-quantitativi del progetto ambientale anche il carico energetico degli insediamenti urbani ed infrastrutturali e la quantificazione del potenziale energetico solare degli stessi.

Ma il BIIPV-GIS non è certo l'unica esperienza. A Leincester in Inghilterra, ad esempio, è stato impiegato il GIS per stimare la potenzialità di energia solare per le abitazioni urbane attraverso

la costruzione di un GIS integrato con un sistema di pianificazione energetica denominato SEP (*Solar Energy Planning*) che utilizza dati meteo regionali collegati in maniera dinamica per fornire elaborazioni georeferenziate. Lo strumento tiene conto in particolare dell'inclinazione e dell'orientamento degli edifici e della superficie disponibile. Un set di strumenti è stato costruito per analizzare i dati e simularne scenari.

Un approfondimento di questa esperienza è ben illustrata in M. Rylatt, S. Gadsden, K. Lomas *Using GIS to estimate the replacement potential of solar Energy for urban dwellings* in «Environment and Planning» vol. 30, 2003, pag 51-68

Nell'ambito del fotovoltaico è stato anche coniato l'acronimo PVGIS (*Photovoltaic Geographical Information System*): un progetto della commissione europea per monitorare e fornire elaborazioni sull'evoluzione della tecnologia fotovoltaica e sulle potenzialità di produzione degli impianti nelle diverse parti del mondo.

E' noto come altri paesi quali ad esempio la Germania, abbiano in questo modo sfruttato il fotovoltaico rispetto all'Italia che gode, quale paese mediterraneo, di un numero maggiore di ore di sole all'anno. (Figura 4, «Mappatura potenziale da energia solare»)

Figura 4. Mappatura potenziale da energia solare



Mappatura potenziale da energia solare, fonte www.esri.com

Ritenendo che sia utile una corretta analisi a scala urbana il primo esempio riporta l'elaborazione di un livello informativo vettoriale corrispondente ai tetti della città e al potenziale irraggiamento da questi derivante.

La metodologia adottata ha previsto le seguenti fasi operative:

1. Identificazione delle aree di interesse attraverso le coordinate geografiche della località (latitudine e longitudine)
2. Tramite l'utilizzo delle immagini satellitari anche nella banda dell'infrarosso è possibile studiare la risposta spettrale per l'individuazione di un coefficiente di riflessione che influenza il rendimento di un pannello fotovoltaico ; tale coefficiente permette di suddividere in macro-aree omogenee classificate secondo valori di riflessione determinate dalla prevalenza di materiale nell'intorno (asfalto, verde, ecc.).
3. Elaborazione delle immagini satellitari ad alta risoluzione spaziale (come ad esempio *Quickbird pansharpened*, con informazione multispettrale e pancromatica con risoluzione al suolo di 0,60 cm) nella banda del visibile al fine di individuare geometricamente le falde degli edifici e ricavare conseguentemente altri dati quali la superficie in termini di mq disponibili.
4. L'analisi delle bande del visibile delle immagini satellitari permette inoltre l'individuazione dell'angolo azimutale delle falde ovvero l'angolo che la proiezione della normale alla superficie ricevente sul piano orizzontale della località forma con la direzione Sud.

Nell'ambito del modello sono state identificate tre classi di inclinazione delle falde.

Per ogni falda e azimut corrispondente calcolato geometricamente attraverso l'analisi delle immagini satellitari il modello fornisce tre valori di kWh/(m² anno) in corrispondenza delle tre classi di inclinazione impostate.

Il modello matematico, considerando il dato di insolazione annua (kWh/(m²anno)) permette di ricavare la "potenzialità fotovoltaica" di ognuna delle falde del tetto.(Figura 5, «Analise dell'irraggiamento su un edificio»)

Figura 5. Analise dell'irraggiamento su un edificio



Analisi irraggiamento di edificio pubblico, fonte ns. elaborazione

La “potenzialità fotovoltaica” rappresenta l'energia solare incidente, non i kWh elettrici che effettivamente si possono immettere in rete in un anno.

Per ottenere il valore dei kWh elettrici occorre valutare le perdite associate alla trasformazione solare-elettrico che avviene nei pannelli.

Attraverso l'utilizzo di librerie relative alle diverse tipologie di pannelli fotovoltaici (sia per quanto riguarda le specifiche geometriche che strutturali) è possibile stimare la copertura utilizzabile per l'installazione. È così possibile calcolare i chilowatt di picco (kWp, cioè la potenza teorica massima erogata da un modulo fotovoltaico se sottoposto alle condizioni standard di irraggiamento di 1000 kW/m², temperatura di cella di 25°C) installabili sulle falde

delle coperture in esame sulla base del rendimento di picco caratteristico del singolo pannello selezionato.

Avendo calcolato i kWh elettrici producibili (immissibili in rete) tramite il sistema di pannelli fotovoltaici installati, attraverso un'analisi comparata con i consumi del fabbricato (forniti dall'azienda erogatrice del servizio o inseriti manualmente dall'utente) è possibile valutare la percentuale di copertura del fabbisogno energetico ottenibile tramite fonte fotovoltaica.

Infine poiché si stimano sulla base del singolo kWp installato sia il rendimento in kWh elettrici/anno che il costo di realizzazione dell'impianto, possiamo anche ottenere una stima economica dell'intervento/investimento in progetto.

L'analisi presentata è stata condotta su due edifici pubblici ad un livello sperimentale:

- il municipio: un edificio storico posizionato nel centro del capoluogo comunale
- una scuola: edificio con una tipologia edilizia in muratura di inizio secolo XIX

Questa tipologia di analisi permette di valutare il potenziale irraggiamento da fotovoltaico di un quartiere o una città, oppure come nel caso evidenziato, la migliore *location* per una nuova installazione fra una serie di possibilità.

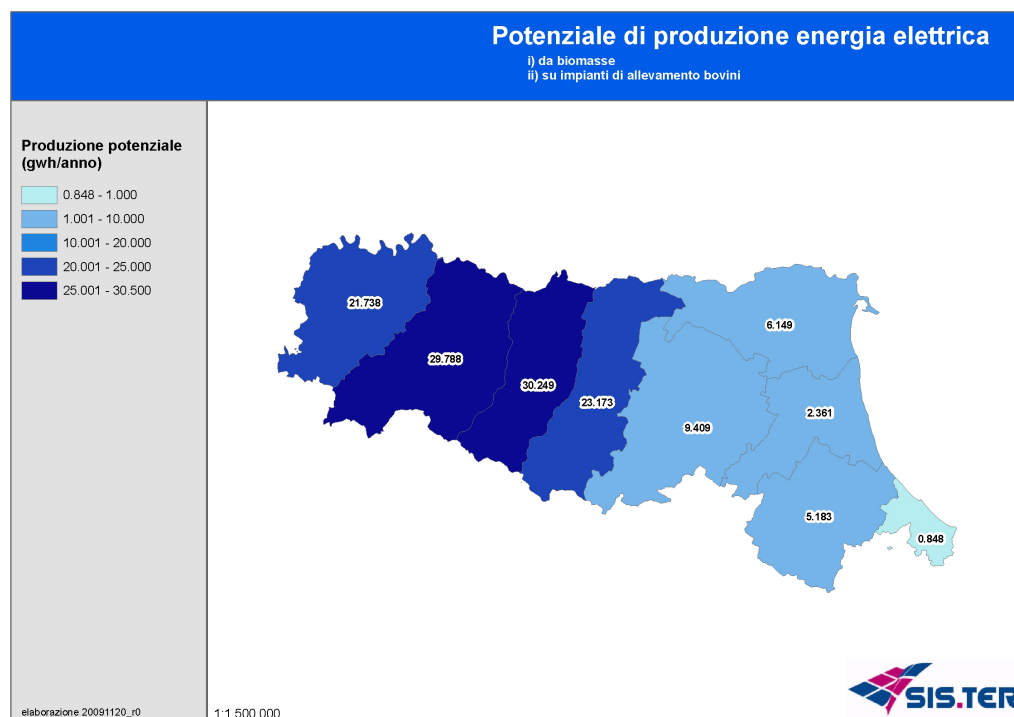
II GIS nell'ambito delle biomasse

L'ultima analisi evidenziata in questa sede riguarda il GIS nell'ambito delle potenzialità delle biomasse. La produzione di energia da biomassa, sia di origine animale che vegetale, è ormai ritenuta una valida soluzione al problema energetico. Inoltre questo tipo di produzione può essere diversificata in funzione anche delle necessità e caratteristiche ambientali. A differenza delle precedenti tipologie di produzione di energia, questo tipo è strettamente legata a vari fattori non solamente produttivi ma anche di tipo territoriale (i costi di trasporto ovvero la lontananza tra luogo di raccolta delle biomasse e sede di trasformazione energetica oppure tra questa e luogo di consumo, potrebbero inficiare la convenienza economica di un impianto). Un'implicazione che prefigura vari utilizzi dei GIS tra i quali anche l'ottimizzazione della filiera biomassa-energia. Nello specifico l'esemplificazione condotta è stata affrontata secondo una modalità speditiva e avrebbe bisogno di approfondimenti tematici per arrivare a risultati applicativi. Risulta tuttavia importante, anche ai fini della sensibilizzazione e divulgazione di una cultura volta al corretto uso delle energie, evidenziare le opportunità che i GIS offrono anche in questo contesto.

Un Approfondimento utile è Bianchin, Castelli, Dalla Costa *Progettazione di un sito per la pianificazione di processi da biomassa a energia*, paper presentato alla Conferenza Nazionale ASITA 2006.

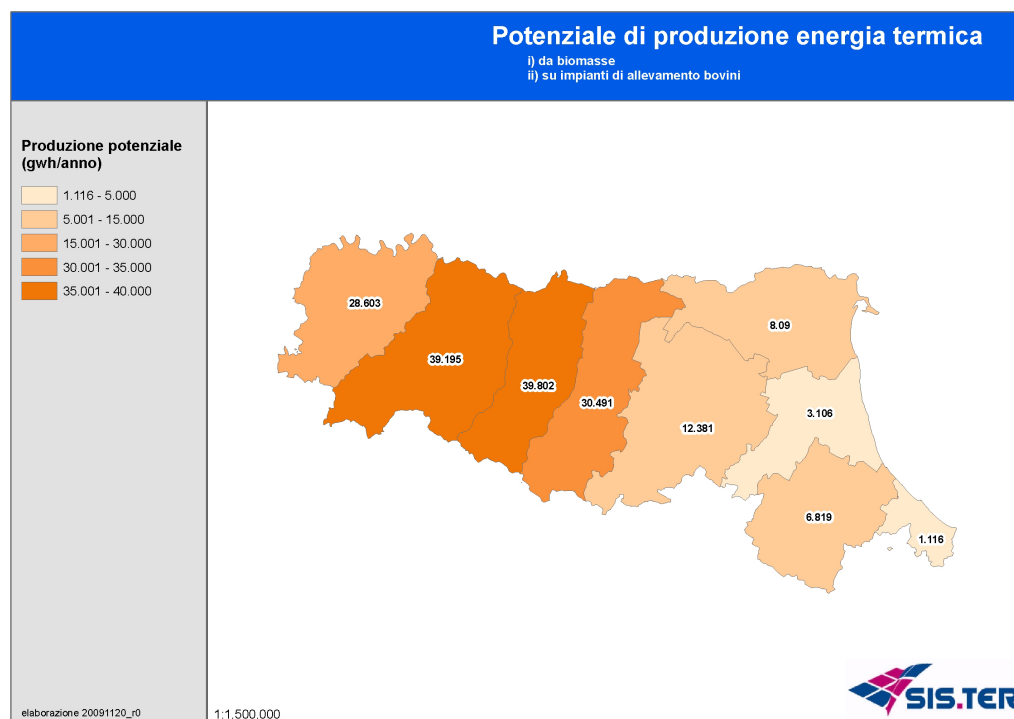
A fini esemplificativi sono state utilizzate le banche dati derivate dai censimenti ISTAT dell'agricoltura e in particolare sono stati presi in esame il caso di produzione di biogas generato dagli allevamenti di bovini e suini presenti in maniera significativa nella pianura emiliana. (Figura 6, «L'energia elettrica da biomasse di bovino», Figura 7, «Energia termica da biomasse di bovino» e Figura 8, «La produzione di energia elettrica da bovini»)

Figura 6. L'energia elettrica da biomasse di bovino



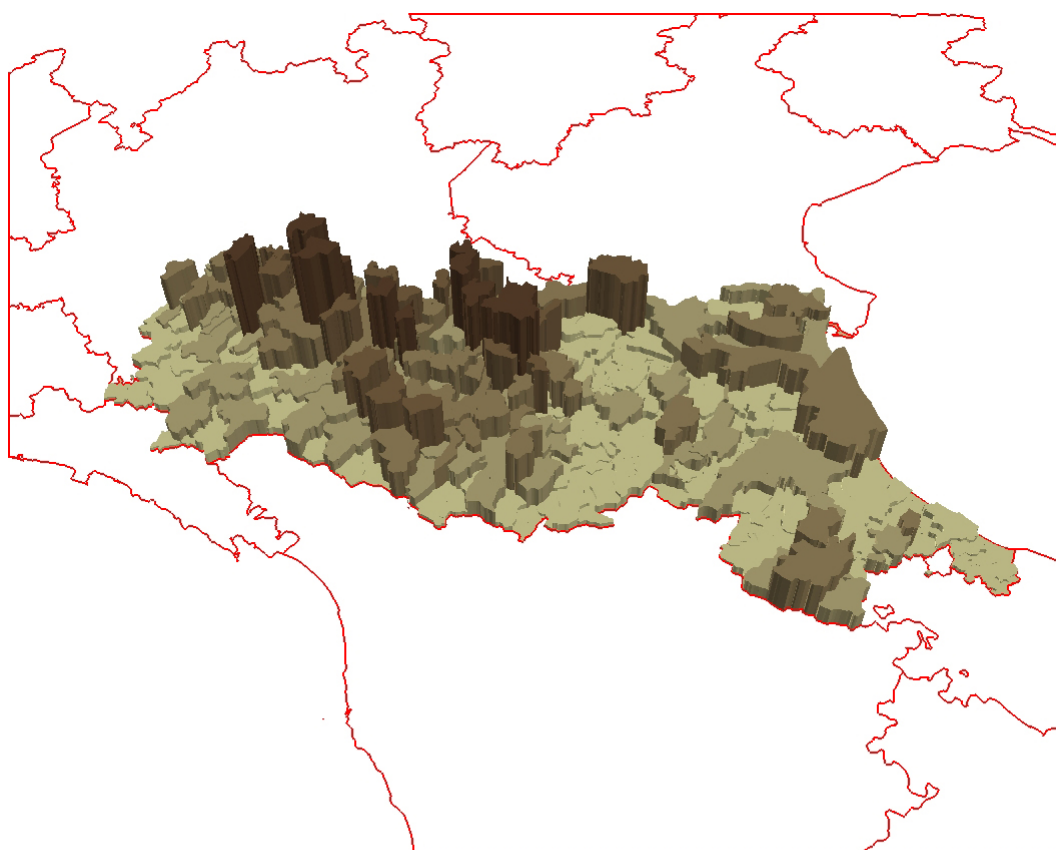
Mappatura del potenziale di energia elettrica da biomasse da bovino in Emilia Romagna, fonte ns. elaborazione su dati ISTAT

Figura 7. Energia termica da biomasse di bovino



Mappatura del potenziale di energia termica da biomasse da bovino in Emilia Romagna, fonte ns. elaborazione su dati ISTAT

Figura 8. La produzione di energia elettrica da bovini



Mappatura produzione energia elettrica da bovini nei comuni della Emilia Romagna, fonte ns. elaborazione su dati ISTAT

Il modello è riproducibile e sommabile ad altre fonti con particolare rilievo e attenzione a quelle relative alla produzione agricola.

Dalla sommatoria delle opportunità è possibile trarre una visualizzazione corretta dell'energia elettrica e termica generabile attraverso centrali di biomasse in un determinato territorio.

Conclusioni

Constatando che la città rinnovabile non può essere, almeno in riferimento al territorio emiliano romagnolo, basata o vocata su una sola fonte energetica ma risulta costituita da un mix di fonti energetiche, emerge come i GIS possano mettere in relazione i diversi scenari sopra riportati in una sorta di overlay energetico di un territorio supportando una sintesi e un'integrazione tra i diversi metodi. Senza cedere a tendenze positivistiche o ideologiche nell'affrontare l'argomento, la pianificazione energetica può essere un possibile criterio a supporto della trasformazione urbanistica. Esempi e sperimentazioni in tal senso già avvengono sia nelle scelte pubbliche (Friburgo, ecc.) sia nell'ambito di grandi multinazionali che localizzano sedi presso impianti e viceversa (un esempio in merito è costituito dai data center di Google che sono localizzati vicino a centrali idroelettriche). Coniugare Città ed Energia in una medesima pianificazione vuol dire allora pensare a nuove forme di mobilità (aspetto estremamente critico della città di oggi) che prevedano l'utilizzo di mezzi a gas o elettrici che necessitano di luoghi specifici per la produzione di energia che potrebbero essere posizionati nelle soglie della città.

Aree che potrebbero costituire elemento di interscambio alimentate attraverso dotazioni che prevedano l'utilizzo del fotovoltaico a servizio dei mezzi pubblici e privati che fanno brevi tratti in ingresso alle città, oppure l'utilizzo delle discariche quali nuovi potenziali ambiti di installazione del fotovoltaico ed a una ricaduta nella pianificazione dei servizi in generale.

Risulta implicito che la "città" fisicamente non esiste se viene meno l'area nell'intorno che la determina e la definisce: il bosco, la campagna, ecc. Il consumo del suolo corrispondente alla crescita delle aree urbanizzate ha generato un maggiore fabbisogno energetico rompendo un equilibrio dettato anche dal senso che città e campagna avevano. La perdita stessa di una sua forma costituisce una rottura con tutta la storia urbana precedente, impera un'urbanizzazione destinata ad abbracciare l'intero pianeta dove la densità della popolazione modella la morfologia della città secondo un tipico approccio funzionalista dissipatore di identità e di energie.

Un approfondimento in merito alle forme della città è il testo di Paolo Perulli *Visioni di città*, Piccola Biblioteca Einaudi, 2009.

Paul Ricoeur dà una lettura di come oggi si abbia percezione della città come «la principale testimonianza dell'energia umana».

Leggere la città, quattro testi di Paul Ricoeur, a cura di F. Riva, Città Aperta Edizioni, 2008

«La città è il luogo in cui l'uomo percepisce il cambiamento come progetto umano; il luogo in cui l'uomo intravede la propria «modernità». [...] ma questa energia - nella misura in cui è dominata dalla tecnica - rischia di perdersi in un futurismo vuoto a causa della perdita della memoria. [...] Nella misura in cui l'elemento dominante nella costruzione della città è tecnologico, la città rischia di essere il luogo nel quale l'uomo percepisce l'assenza di qualsiasi progetto collettivo e personale. [...] La città è fundamentalmente in pericolo. Nessun sistema istituzionale si mantiene nel tempo senza il sostegno di una volontà di vivere insieme, che è in atto ogni giorno.»

Bibliografia

A cura di Manna C., *Dossier Enea Tecnologie per l'ambiente e il territorio. Il caso delle fonti rinnovabili di energia*, 2006

Consumi energetici delle imprese, ISTAT Settore Industria, rif. Anno 2001, n. 29/2004

Previsioni della domanda elettrica in Italia e del fabbisogno di potenza necessario Anni 2009-2019, Terna Direzione Affari Regolatori Statistiche, settembre 2009

Droege P., *La città rinnovabile*, Edizioni Ambiente 2008

a cura di Bonora P. e Cervellati P., *Per una nuova urbanità*, Diabasis 2009

Seravalli A., Pelliconi C., Sangiorgi S., SIFET eSUN

Seravalli A., *GIS Teorie e Applicazioni*, La Mandragora 2007

Perulli P., *Visioni di città*, Einaudi 2009

Archibugi F., *La città ecologica*, Boringhieri 2002

a cura di Riva F. *Leggere la città; quattro testi di Paul Ricoer*, Città Aperta Edizioni, 2008

a cura di Pesaresi C. *Flussi, Reti e Sistemi Informativi Geografici, tra presente e futuro*, Atti del Convegno, Sapienza Università di Roma, Dipartimento delle Scienze dei Segni, degli Spazi e delle Culture, Roma, 12 marzo 2008, in «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia», XX, 2, 2008

Favretto A., *Strumenti per l'analisi geografica GIS e Telerilevamento*, Patron 2006

a cura di Murgante B, *L'informazione geografica a supporto della pianificazione territoriale*, Franco Angeli 2008

APAT, INU *Gestione delle aree di collegamento ecologico funzionale. Indirizzi e modalità operative per l'adeguamento degli strumenti di pianificazione del territorio in funzione della costruzione di reti ecologiche a scala locale. Manuali e linee guida*, 26/2003 APAT

Marta M., *La sostenibilità urbana: una sfida per il futuro del Pianeta*, in «Biologi Italiani», 11, dicembre 2007

Farinelli F. intervista in GIS Day 2009, Palermo 18.11.2009 <http://www.vimeo.com/7708871>

<http://www.waset.org/journals/waset/v48/v48-59.pdf>

<http://www.matteodefelice.name/blog/2010/02/ecodensita-e-sviluppo-urbano/>

http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/about_pvgis/about_pvgis.htm

<http://www.esri.com/news/arcnews/fall09articles/mapping-the-solar.html>

www.osnabrueck.de/sun-area

<http://www.symbiocity.org/>