

METODOLOGIA di Stima dei potenziali regionali da fonti rinnovabili e per l'efficienza energetica, e azioni per il raggiungimento degli obiettivi UE 20-20-20 al 2020

A. Forni (*), N. Colonna (*), R. Del Ciello (*), A. Disi (*), V. Iaboni (*), E. Mancuso (*),
C. Notaro (*), I. Olivetti (*), N. Torrez (**), C. Vieri (*)

(*) ENEA Lungotevere Thaon di Revel 76, 00196 Roma, 06/36271 www.enea.it

(**) ICTP International Centre for Theoretical Physics Strada Costiera 11, 34014 Trieste, Italy, Tel. +39 040 2240 111

PREMESSA

Il raggiungimento degli obiettivi UE al 2020, definiti strategia del 20-20-20, hanno visto vari interventi nazionali di incentivazione e di *policy*, ed oggi stanno coinvolgendo le istituzioni regionali, in termini di obblighi/opportunità.

Ognuna di esse ha quindi dovuto produrre delle stime dei potenziali possibili sul proprio territorio, di risparmio energetico, di produzione di energia da fonti rinnovabili e di riduzione delle emissioni.

Lo studio ha affrontato l'insieme dei problemi con un gruppo molto numeroso, proponendo una metodologia atta definire le *policy* regionali, basata sulla connessione tra tecnologie possibili e territorio, usando una strumentazione innovativa, anche GIS, e relazionando le banche dati esistenti. L'idea guida del gruppo di lavoro è stata infatti che essendo ormai superato il livello minimo di efficienza delle tecnologie energetiche sostenibili esistenti, ciò che fa premio sulla loro diffusione/utilizzazione sono le "problematiche gestionali" legate alla dimensione territoriale.

In particolare questo ha comportato la proposta di introduzione di indicatori energetici territoriali nello schema pianificatorio regionale vigente, da utilizzare sia nei processi autorizzativi che nelle scelte di incentivazione delle singole tecnologie e della conoscenza ad esse collegata.

Lo studio ha prodotto un rapporto contenente:

- una valutazione del potenziale regionale di valorizzazione di ognuna delle fonti rinnovabili (solare, biogas, biomasse, ivi compresi i rifiuti, anche biodegradabili, e i residui o sottoprodotti dell'agricoltura e dell'allevamento, eolica), tenendo anche conto dell'attuale livello di produzione di energia da ognuna di tali fonti;
- una 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 una indicazione qualitativa e, laddove possibile, quantitativa, delle misure da attuare in ambito regionale per raggiungere tali obiettivi.

In particolare dalle analisi è emerso che senza una "razionalizzazione degli interventi" non sarà semplice raggiungere gli obiettivi: dove per razionalizzazione si intende la necessità di rendere "ripetibili ed ad alta efficacia, anche nel campo della conoscenza, le *policy* localizzative e di incentivazione".

Dallo studio è emerso che il mercato ha già creato le tecnologie, che a loro volta hanno stimolato l'interesse del sistema economico e, quindi, creato opportunità di accesso a finanziamenti. Quello che serve ora è una continuità decisionale, legata all'utilizzazione delle tecnologie attraverso "il consenso sociale e territoriale", ed attraverso la creazione/formazione di una "capability scientifica territoriale" di supporto alle decisioni.

Nello specifico dell'efficienza energetica ed il risparmio energetico nel settore residenziale lo studio ha evidenziato che per una corretta definizione dei potenziali occorre una stringente e innovativa dotazione strumentale, la cui dimensione culturale deve essere fruibile dalle istituzioni regionali, in grado di gestire le caratteristiche del patrimonio edilizio e le forme urbane su cui si inseriscono.

Appaiono infatti nella gestione della "città" grandi e obbligati cambiamenti, che i prg attuali non prendono nemmeno in considerazione né misurano.

Mentre la stima dei potenziali eolico e solare e biomasse (compresi i rifiuti), necessitano di strumentazione GIS ad alta definizione, in grado di fare condividere gli impianti proposti con gli altri usi del territorio.

Infine la definizione di una *policy* regionale (sia di sviluppo che di riduzione delle emissioni di gas serra) richiede una strumentazione di analisi economica ad alta innovazione, che non tutte le comunità scientifiche locali posseggono, e che va sviluppata e supportata, superando l'erronea convinzione che essa si collochi nella sfera della ricerca teorica.

Nel presente lavoro si illustra nel dettaglio la metodologia usata per il calcolo del potenziale solare.

METODOLOGIA DI CALCOLO DEL POTENZIALE SOLARE DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

1. INTRODUZIONE:

L'obiettivo della metodologia utilizzata è quello della valutazione e definizione delle potenzialità di sviluppo degli impianti ad energia solare fotovoltaici nelle aree oggetto di analisi e l'applicazione di tale valutazione alla pianificazione ambientale. Questo obiettivo si caratterizza come nuovo campo di ricerca dell'ENEA, sin dagli anni 2006-2007, al fine di definire una validità scientifica alle basi metodologiche utilizzate nelle distinte attività di analisi di incidenza spaziale dei fenomeni sociali, ambientali ed economici connessi alla diffusione delle fonti di energia rinnovabile.

La metodologia, quindi, applica un modello sperimentale validato e ripetibile, sia in termini di costi che in termini di validità scientifica dei risultati, per la valutazione della sostenibilità di aree mediante il modello DPSIR, utilizzando i diversi *tool* disponibili nei Sistemi di Informazione Geografica (GIS). Si sono utilizzate le diverse potenzialità di un GIS come strumento di analisi e trattamento dei dati, al fine di avere la possibilità di relazionare i dati alfanumerici, raster e altro, a unità spaziali mediante le coordinate geografiche.

Un punto di forza di un Sistema di Informazione Geografica è la sua capacità di realizzare carte tematiche come strumenti di base contenenti le informazioni relative alle aree di sviluppo: criterio già ampiamente accettato in sede istituzionale dalla Comunità Europea. In particolare, offre la possibilità di seguire il processo di evoluzione degli aspetti ambientali e l'integrazione di questi con le differenti politiche sociali.

Infine, questa metodologia si colloca nel solco di quanto deciso nel Consiglio Europeo di Goteborg (giugno del 2001) ove si stabilisce la Strategia di Sviluppo Sostenibile dell'UE. Detta strategia aggiunge la dimensione ambientale agli aspetti sociali ed economici dello sviluppo sostenibile definiti nel Consiglio Europeo di Stoccolma, del marzo 2001, che riprendeva quanto acquisito dalla Strategia di Lisbona (Consiglio Europeo straordinario di Lisbona di marzo di 2000).

A questo si collega l'interesse manifestato dalle istituzioni europee internazionali, nazionali e locali, per lo sviluppo di mezzi che permettano di integrare tutti gli indicatori ambientali, socio economici e territoriali alle distinte politiche settoriali.

Con questa applicazione si è voluto analizzare la possibilità di progettare e applicare "modelli di analisi del potenziale di insolazione ad alta risoluzione per area vasta" e l'applicazione degli stessi a piani e progetti di efficienza energetica, basati sia sul risparmio che sulla diffusione delle FER (fonti energia rinnovabile) e alle tecnologie ad esse collegate.

Le scuole di pensiero scientifico che si occupano di piani e progetti di efficienza energetica e uso delle FER, basano i loro approcci generalmente sui seguenti punti metodologici:

1. analisi della domanda settoriale di energia (qualitativa e quantitativa),
2. analisi delle problematiche di uso dell'energia nei singoli punti di consumo (tipicamente impianti ed oggi anche strutture edilizie),
3. analisi della offerta tramite stime delle prestazioni delle tecnologie applicabili ai singoli casi.

Sottolineando, sinteticamente, che i tre punti sopra citati andrebbero sempre svolti in modo concomitante, si evidenzia che vanno bene quando si tratta di operare innesti tecnologici in situazioni puntiformi e di mercato non estreme. Nella situazione attuale del settore energia caratterizzata da:

- rapida variazione del mercato energetico e delle tecnologie
- necessità di modifiche dei consumi in tempi stretti
- necessità di supporti programmatici e di finanziamenti mirati alle imprese e cittadini
- necessità di massimizzare l'efficienza (rapporto costi-benefici) per gli interventi finanziati

occorre, invece, implementare le analisi suddette attraverso:

- a) una analisi del potenziale energetico solare del territorio;
- b) una stima della distribuzione territoriale di massima efficacia di piani e programmi di sviluppo di impianti per l'energia solare, sia nel residenziale che nei settori produttivi.

Nell'applicazione da noi fatta questi due nuovi elementi vengono considerati ai fini della definizione del potenziale energetico e, tra l'altro, la metodologia, usata, si è basata sull'uso correlato di tre tipologie di indicatori:

1. indicatori georeferenziati da dati climatologici
2. indicatori morfologici: pendenza e orientamento delle superfici
3. indicatori socioeconomici

2. STIMA DELLA RADIAZIONE SOLARE GLOBALE

La radiazione solare che arriva alla Terra ed il conseguente bilancio di irradiazione del pianeta sono la chiave per l'evoluzione della vita come per l'esistenza dei diversi ecosistemi (Gates 1980).

Esistono distinte variabili relazionate alla quantità di luce solare che incide su qualunque punto sulla superficie del pianeta, come: l'epoca dell'anno che determina l'ubicazione della Terra durante la sua orbita attorno al Sole e pertanto la distanza tra questi corpi, e l'ora del giorno; la latitudine e la longitudine che determinano la quantità di luce solare ricevuta per qualunque momento nel ciclo di traslazione o anno terrestre. Anche le condizioni atmosferiche come la torbidezza e nuvolosità determinano in larga misura la quantità di luce (radiazione) solare che raggiunge la superficie terrestre, così come la radiazione che riflessa ritorna verso lo spazio, (Gates, 1980).

L'analisi dell'insolazione potenziale del terreno ha una moltitudine di applicazioni che possono essere energetiche, ambientali, urbanistiche, turistiche, agricole. Tra queste, applicazioni, quelle relazionate con la produzione di energia, attualmente, hanno un valore maggiore.

Distinti modelli sono stati creati per stimare l'irradianza e le variabili ad essa relazionate, e tutti sono basati su punti (superfici semplici) ed aree, più o meno vaste. Quelli che si basano su punti, calcolano l'irradianza per un'ubicazione determinata usando caratteristiche della superficie, il cielo visibile ed altri parametri. I programmi Watt e Joule scritto da (Ezcurra, 1996), e Sol_Rad Pt (Gómez Tagle 2003), fanno parte dei modelli basati su punti o superfici semplici.

3. CALCOLO DELLA RADIAZIONE SOLARE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Il principale obiettivo di questo lavoro è stato mostrare i risultati dell'analisi realizzata per il calcolo della Radiazione Globale del territorio della regione Emilia Romagna con una elevata precisione del flusso radiante espresso in Wh/m^2 , per un periodo specifico, in una superficie topografica complessa rappresentata con un Modello Digitale di Elevazione (MDE).

Esistono, attualmente, algoritmi che calcolano la radiazione o l'insolazione solare potenziale usando superfici. Di seguito ne descriviamo alcuni:

- Il programma SolarFlux, Hetrick ed altri in (HEMI, 1999), implementato nel Sistema di Informazione Geografica (SIG) ArcInfo simula l'insolazione usando la funzione di ombreggiata analitico in intervalli discreti di tempo.
- Kumar ed altri, (1997), generarono un programma per calcolare la radiazione solare che come il precedente funziona per il SIG ArcInfo, questo algoritmo è stato usato in lavori sulla variazione spaziale di proprietà antropizzate es. King ed altri (1999).
- Il programma SRAD, che è parte integrante del programma TAPES-G per piattaforme UNIX (Wilson y Gallant, 2000), stima la radiazione solare potenziale come una funzione della latitudine, pendenza, esposizione, ombreggiatura, topografia, e periodo temporale dell'anno. In aggiunta si possono modificare le stime ampliando l'informazione esterna della nuvolosità e delle ore di luce. Questo programma è considerato il più completo disponibile sul mercato.
- Per ultimo menzioniamo il programma Solar Radiation disponibile nell'estensione Spatial Analyst di ArcGIS Desktop, che possiede una gran capacità di analisi di diverse variabili associate alla topografia e l'insolazione.

Tutti questi modelli utilizzano il principio delle fotografie emisferiche, i MDE ed i calcoli di movimento solare per produrre mappe di flusso solare, radiazione ed insolazione.

Tuttavia, i programmi GIS e le piattaforme nei quali funzionano la maggioranza di questi algoritmi, presentano dei limiti quando si lavora con cartografie di scala inferiore al 25.000 e/o con dati cartografici ad elevata definizione (esempio; curve di livello a 10 m).

Nel nostro lavoro, partendo dal MDE dell'intera regione, si è raggiunta una maggiore precisione, rispetto alle comuni applicazioni, utilizzando l'algoritmo di calcolo Solar Radiation di ArcGIS in ognuna delle porzioni di territorio determinate scomponendo la superficie totale della Regione Emilia Romagna (22080 Km²) in 596 singole unità di 37 Km² ciascuna.

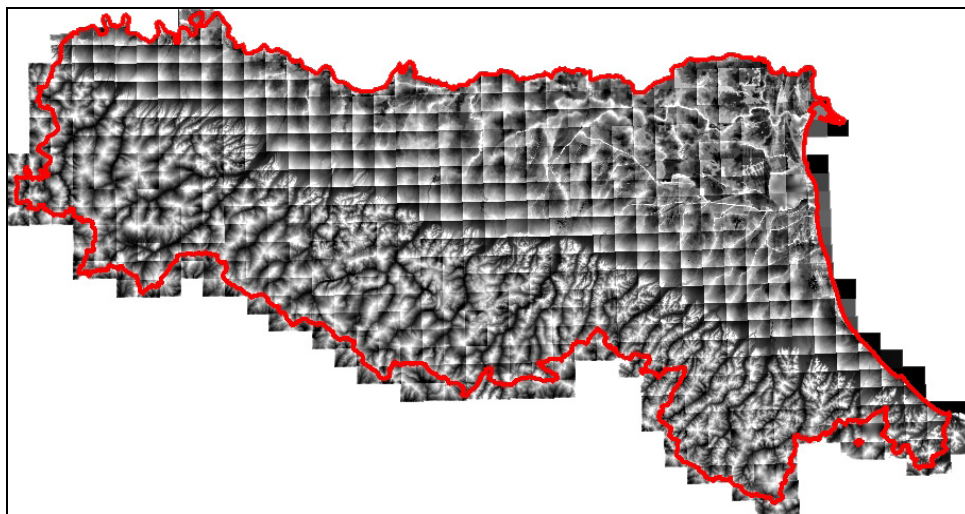
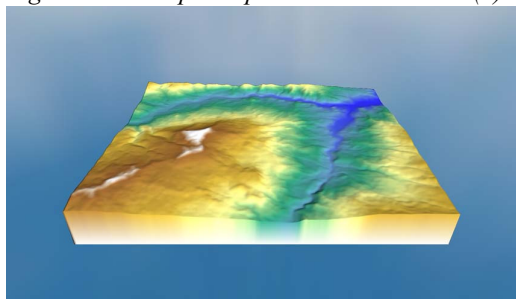


Figura 1 – Regione Emilia Romagna, rappresentazione della scomposizione del territorio).

A scomposizione ottenuta si è applicato l'algoritmo di calcolo per ogni singola unità di territorio, calcolando così il potenziale di insolazione per periodi temporali diversi in parti del territorio (pixel) di 5 m. Il calcolo ha tenuto conto, per ogni singolo MDE in cui è stato diviso il territorio, delle seguenti diverse caratteristiche:

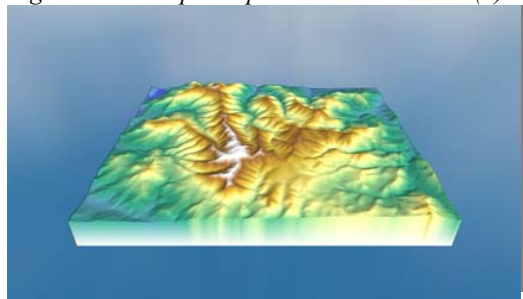
- topografiche del terreno dell'area. Sono state analizzate principalmente l'inclinazione e l'orientazione delle pendenze.
- dei dati climatologici georeferenziati (temperatura, umidità e direzione del vento, trasmittanza, ect.)
- relative alle coordinate geografiche (latitudine, longitudine).

Figura 2 – Esempio di porzione di territorio (a)



Fonte: Elaborazione ENEA

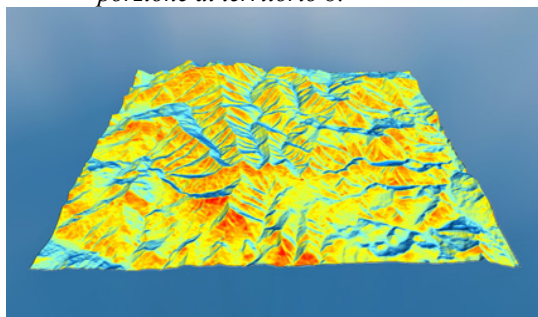
Figura 3 – Esempio di porzione di territorio (b).



Fonte: Elaborazione ENEA

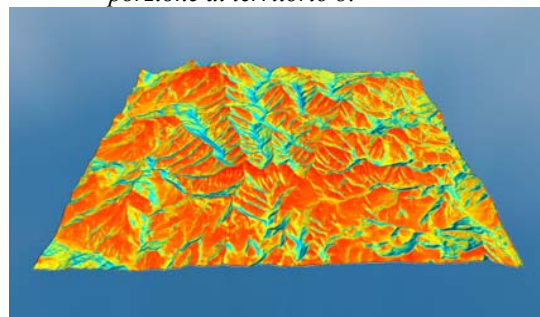
Tale scomposizione e relativi calcoli per ogni singola parte, ha aumentato la precisione di calcolo anche in funzione del fatto che il punto medio, per il quale l'algoritmo determina la quantità di luce solare che incide al suolo, è determinato per ogni singola unità di calcolo (596) e non per l'intera regione.

Figura 4 – Risultato del calcolo mese **Gennaio** su porzione di territorio b.



Fonte: Elaborazione ENEA

Figura 5 – Risultato del calcolo mese **Agosto** su porzione di territorio b.



Fonte: Elaborazione ENEA

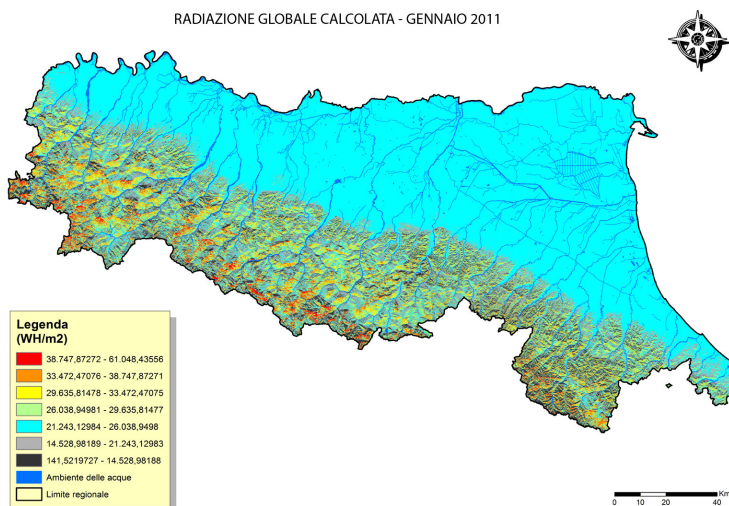
Eseguendo l'algoritmo per periodi mensili, coincidenti con i mesi dell'anno solare 2011, si sono prodotte carte dell'intero territorio regionale che rappresentano il potenziale solare in Wh/m^2 per l'intero periodo in esame. Come già detto, la precisione di tale calcolo è corrispondente a porzioni quadrate di territorio aventi 5m di lato. È intuibile come tale precisione possa consentire analisi di fattibilità per impianti di produzione di energia elettrica da fotovoltaico anche in porzioni di territorio molto antropizzato. Alcuni esempi per cui questa applicazione è già richiesta riguardano il collocamento di impianti FV in aree urbane, la selezione ottimale delle coperture industriali, l'individuazione delle coperture in zone agricole con maggiore efficienza. Per ottenere tali elaborazioni lo sviluppo previsto in questa linea di ricerca è quello di inserire il modello 3D delle aree antropizzate.

Per completare, al meglio, questo lavoro si è dovuto implementare una serie di computer con elevate capacità di calcolo. Tale necessità ha avviato, con il gruppo che gestisce il sistema ENEA GRID, una collaborazione per verificare se è possibile aumentare ulteriormente le capacità di calcolo.

4. RISULTATI DELL'ANALISI

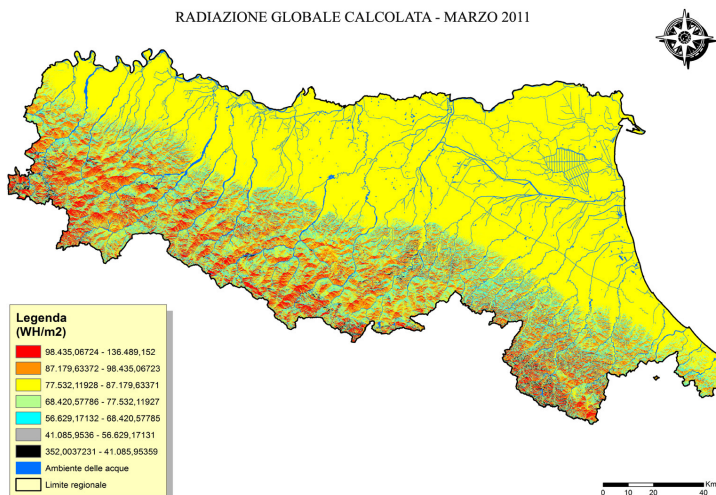
Le mappe seguenti, relative ai diversi mesi dell'anno 2011, mostrano la distribuzione del potenziale globale in tutto il territorio, differenziato secondo la morfologia del terreno e la sua risposta energetica in funzione delle caratteristiche del suolo e del variare dell'energia solare nelle sue componenti precedentemente descritte, durante l'arco del periodo analizzato.

Figura 6 – Potenziale solare Regione Emilia Romagna – **Gennaio**.



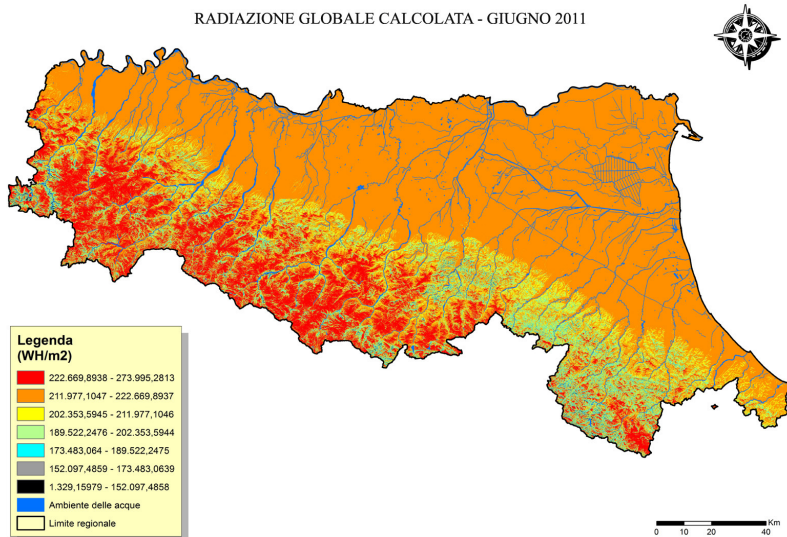
Fonte: Elaborazione ENEA 2011

Figura 7 – Potenziale solare Regione Emilia Romagna – **Marzo**.



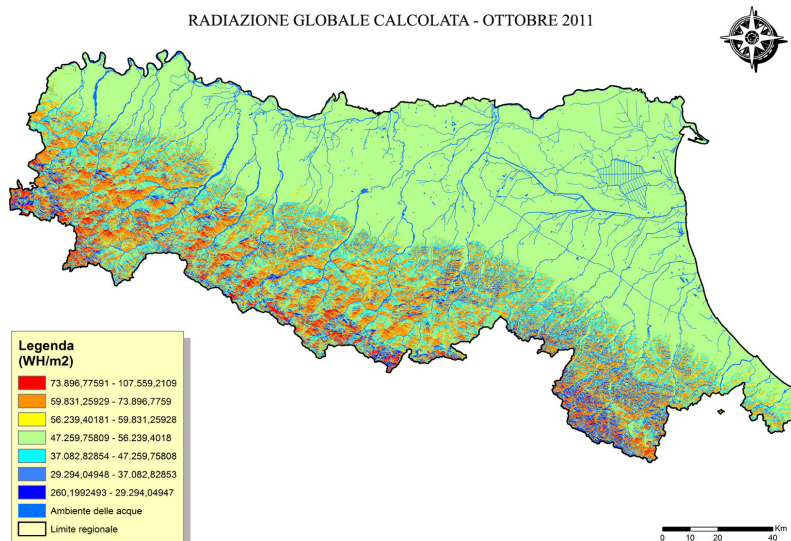
Fonte: Elaborazione ENEA 2011

Figura 8 – Potenziale solare Regione Emilia Romagna – **Giugno**.



Fonte: Elaborazione ENEA 2011

Figura 9 – Potenziale solare Regione Emilia Romagna – **Ottobre**.



Fonte: Elaborazione ENEA 2011

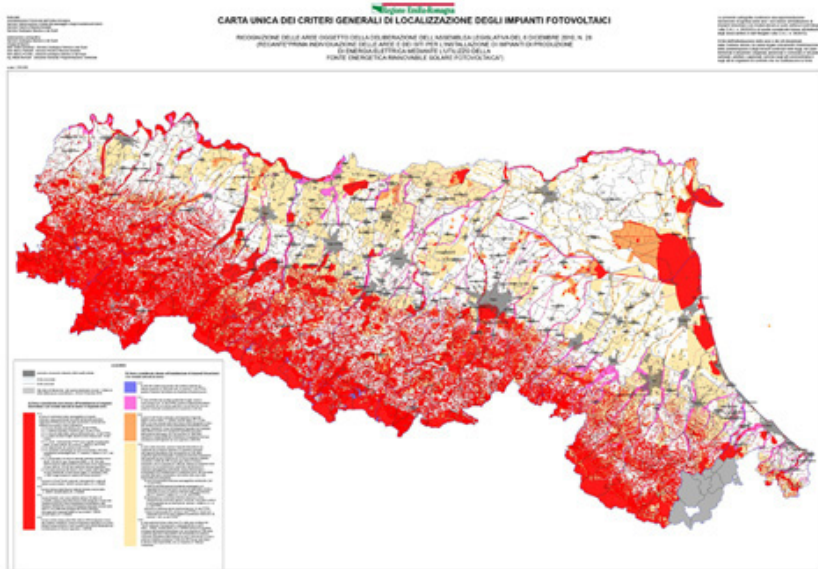
Ai fini di una pianificazione degli interventi occorre sovrapporre le mappe così ottenute con quella determinata dalla Delibera Regionale n° 28 del 6/12/2010 che individua le aree idonee all'installazione degli impianti FV a terra; in tal modo sarà possibile determinare per ogni singola area in esame il valore di energia elettrica producibile nel periodo definito.

Occorre precisare che nel fare le nostre valutazioni è stato considerato un rendimento complessivo degli impianti (BOS) del 16%. Tale valore tiene conto delle attuali tecnologie relative agli impianti FV che utilizzano pannelli di silicio policristallino correttamente orientati e inclinati (stato attuale della tecnica).

È importante considerare le possibili nuove tecnologie che, nel breve futuro, potranno aumentare il fattore di rendimento dei classici impianti FV montati a terra o su coperture piane e/o inclinate, e considerare, altresì la possibilità di installazioni di impianti per la conversione dell'energia solare in forme e applicazioni diverse. Già oggi è possibile avere impianti FV su pareti opache verticali, pareti trasparenti verticali, coperture di edifici industriali e/o commerciali, etc.

Le future applicazioni tecnologiche, non considerate oggi nella valutazione del potenziale potranno, certamente, incrementare la produzione di Energia Elettrica e allo stesso tempo migliorare l'efficienza energetica degli edifici e/o delle strutture industriale o commerciali. Tali prestazioni sono rese possibili considerando che queste installazioni sono sempre ad alta efficienza energetica.

Figura 10 – Carta unica dei criteri generali di localizzazione degli impianti fotovoltaici.



Fonte: Regione Emilia Romagna 2011

5. CONCLUSIONI SOLARE

La metodologia usata ha dato risultati corretti e ripetibili, il cui utilizzo può essere inserito agevolmente in azioni di valutazione effettuate da grandi imprese e istituzioni.

Le problematiche del settore energetico, le cui ricadute influenzano negativamente molti aspetti della vita umana, richiedono la convergenza di molte risorse scientifiche, oggi ormai possibili, per essere affrontate.

Le istituzioni, la comunità scientifica e il sistema economico sono infatti convinti che, chiusa la prima fase quasi esclusivamente tecnologica, sia oggi necessario affrontare e risolvere i problemi legati al territorio ed alla pianificazione e valutazione degli interventi e dei progetti, in un'ottica multidisciplinare.

In tale quadro si nota oggi uno sforzo tecnologico impiantistico accompagnato da un impegno della ricerca nell'uso di nuove fonti, che per essere efficace deve però essere supportato da una alta, nel senso scientifico del termine, capacità di pianificazione territoriale e ambientale.

Attualmente l'ENEA ha prodotto anche un Atlante della radiazione solare, un ottimo lavoro, i cui *output* sono utili nella progettazione puntiforme. Tale applicazione è una delle base dati utilizzata per lo sviluppo della nostra metodologia.

La metodologia qui descritta rappresenta, quindi un tentativo, riuscito limitatamente all'ambito del territorio regionale di riferimento, scientificamente corretto di produrre stime e valutazioni inerenti la diffusione delle FER. Nello specifico si tratta di impianti per la produzione di energia elettrica da fotovoltaico.

La metodologia indica come sia possibile, con strumenti di media complessità, arrivare a stime attendibili e largamente sfruttabili: si tratta, quindi, di innovare anche l'approccio delle scienze regionali sviluppando una linea di analisi dedicata ai temi dell'energia. Sulla tematica energetica esiste da tempo una capacità di analisi a livello nazionale, che è però essenzialmente presente nei centri di progettazione e programmazione delle grandi aziende energetiche.

Estendere lo sviluppo di applicazioni basate sui GIS, apre scenari di notevole interesse, considerando la crescente importanza assunta dai sistemi informativi geografici stessi. Tali applicazioni possono essere un valido supporto alla gestione delle informazioni territoriali, consentendo così analisi ambientali, economiche e alla pianificazione territoriale.

A causa della definizione del nuovo paradigma energetico basato sull'uso delle FER e su una nuova definizione delle reti di distribuzione dell'energia elettrica, lo studio del potenziale uso delle fonti energetiche rinnovabili si aggiunge ai già numerosi settori e temi della pianificazione territoriale. È opportuno precisare che, fino ad oggi, tale argomento è stato affrontato solo parzialmente da grandi aziende e da qualche istituzione. Alla luce di quanto fino ad ora affermato, invece, si ritiene cogente applicare questi studi nella definizione dei futuri piani energetici Regionali e Nazionali.

L'approccio metodologico sperimentato consente di fare valutazioni che tengono conto dell'attuale stato della tecnica in relazione all'intero territorio regionale.

In considerazione delle future applicazioni di nuove tecnologie, sarebbe auspicabile avviare un gruppo di lavoro interdisciplinare e permanente, composto da più soggetti scientifici ed istituzionali, che riveda le attuali valutazioni.