

(dis)ordini
praticare la complessità

Geografica

(dis)ordini

praticare la complessità

Direzione

Simone Collavini, Sonia Maffei

Commissione scientifica

Vinzia Fiorino (Presidente), Simonetta Bassi, Cristina Cassina,
Matteo Giuli, Massimiliano Grava, Fabio La Vista, Antonio Masala,
Francesco Pelosi, Alma Poloni, Alberto Leopoldo Siani

Commissione editoriale

Sonia Maffei, Andrea Addobbati, Cristina Cassina,
Simone Maria Collavini, Matteo Giuli, Alberto Leopoldo Siani

Map Talks

Dalla cartografia storica
all'intelligenza artificiale geospaziale

a cura di

Michela Lazzeroni, Antonello Romano, Paola Zamperlin



Edizioni ETS



www.edizioniets.com

Gli Autori dichiarano che non è stato fatto uso di Large Language Model (LLM) per il lavoro editoriale generativo e per la creazione autonoma di contenuti e che a loro stessi va attribuita la responsabilità umana per la versione finale del testo. Qualora siano state prodotte elaborazioni con strumenti di IA generativa, ne è fatta esplicita menzione nel testo e si dichiara che sono rispettate le restrizioni etiche, di copyright e dei termini di utilizzo.

Volume pubblicato con il contributo del Dipartimento di Civiltà e Forme del Sapere dell'Università di Pisa, che ha avuto il riconoscimento di Eccellenza del MUR per la qualità dei progetti di ricerca.

© Copyright 2025
EDIZIONI ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16, I-56127 Pisa
info@edizioniets.com
www.edizioniets.com

Distribuzione

Messaggerie Libri SPA
Sede legale: via G. Verdi 8 - 20090 Assago (MI)

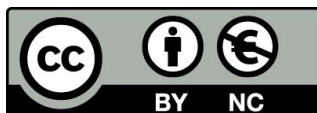
Promozione

PDE PROMOZIONE SRL
via Zago 2/2 - 40128 Bologna

ISBN cartaceo 978-884677444-6

Ogni volume è sottoposto a referaggio "doppio cieco"

Il presente PDF con ISBN 978-884677530-6 è in licenza **CC BY-NC**



Un approccio cartografico allo studio della sicurezza energetica italiana

Giorgia Bressan

1. Introduzione

La carta geografica è uno degli strumenti più caratteristici della geografia. Anche se si differenzia da altre modalità di rappresentazione della realtà in quanto non c'è un intervento volontario dell'immaginazione, la carta non è una rappresentazione neutrale (Palagianò *et al.*, 2022). Si tratta del risultato di una serie di scelte e selezioni di chi la produce. Dunque, non solo è una rappresentazione ridotta, approssimata e simbolica della superficie terrestre, con tutte le conseguenze che ne derivano, ma nasce per avere una finalità che condiziona i suoi contenuti.

Anche il tema della sicurezza energetica dà modo di riflettere sulle opportunità e limiti che le carte ci offrono in termini di rappresentazione del fenomeno. La fase attuale vede una forte volontà delle istituzioni di modificare il mix delle fonti di approvvigionamento energetico, passando da una situazione in cui un ruolo importante è assunto dai combustibili fossili a una in cui vi è una prevalenza di produzione da fonti rinnovabili, che garantiscono un minore impatto sull'ambiente (Bressan, 2024a). A questo quadro si aggiungono considerazioni sulla sicurezza della disponibilità di energia, poiché la domanda energetica interessa praticamente tutti gli ambiti della vita sulla Terra, rendendo quindi prioritario garantire la continuità nell'approvvigionamento. Le opportunità per i geografi di inserirsi come protagonisti nella discussione sono molteplici, visto che il passaggio alle rinnovabili determina anche la creazione di una nuova geografia della produzione energetica (Deshaies, 2020).

L'obiettivo del contributo è quello di riflettere dei vari contenuti informativi della carta geografica nel dominio energetico. Infatti, parlare di energia vuol dire considerare la complessità, non soltanto a causa dell'eterogeneità delle fonti e delle provenienze geografiche, ma anche in relazione alla varietà delle trasformazioni territoriali legate

alle diverse filiere energetiche. Infatti, a una domanda di energia corrisponde anche un impatto ambientale derivante dai processi necessari alla sua produzione (Pasqualetti, 2011). La classica carta geografica statica e le sue evoluzioni permettono di condensare molteplici tipologie di informazioni, offrendo una lettura quanto più completa possibile del fenomeno.

L'Italia è il contesto geografico considerato per studiare in questo contributo il legame tra cartografia ed energia. Si tratta di un caso interessante perché le sue elevate importazioni di gas estero, che si traducono in 143,03 TWh di produzione lorda proveniente dal gas, valore massimo nel 2022 in Europa (Unione Europea, 2024), ci ricordano come il suo fabbisogno energetico sia soddisfatto principalmente attraverso trasformazioni territoriali che avvengono al di là dei suoi confini. È noto la transizione energetica in corso, che si basa sulle rinnovabili intermittenti, sta cambiando tale quadro e richiederà che sempre più la produzione di energia pulita avvenga domesticamente, attraverso l'installazione di infrastruttura che occupa suolo.

In questo, un ruolo chiave è attribuito all'elettricità prodotta da rinnovabili. Ad ogni modo, dati di Terna¹ evidenziano che nel 2023, in Italia, la produzione lorda degli impianti da fonti rinnovabili sia caratterizzata da notevoli differenze regionali. Il 49% della produzione viene infatti dalle regioni settentrionali, con il grande contributo in questo contesto della fonte idrica (57% della produzione delle macro-ripartizioni), seguito dal fotovoltaico (23%). In un secondo livello si colloca l'Italia meridionale, con circa il 37% della produzione lorda rispetto il totale nazionale da impianti a fonti rinnovabili, dove la risorsa principale risulta l'eolico (53% rispetto al totale dell'area). L'Italia centrale si caratterizza invece per il geotermico, proprio della Toscana, e per il fotovoltaico, anche se in termini assoluti questo valore è inferiore ai dati delle altre due macro-ripartizioni. In complesso, però, il fotovoltaico è la seconda fonte in termini di produzione per l'Italia, seconda solo all'idrico. Guardando però ai dati degli anni precedenti la situazione è piuttosto cambiata. Mentre la produzione idrica rispetto al 2018 si è mantenuta pressoché costante, sia l'eolico e il solare

¹ Fonte: Dati Statistici sull'energia elettrica di Terna: https://download.terna.it/terna/05_PRODUZIONE_8dd07bd5bba8a9e.pdf (ultima consultazione 16 dicembre 2024).

sono cresciuti notevolmente, con un incremento del 34% e 39%, che alla luce delle considerazioni precedenti, riguarda in diverso modo il territorio italiano. Questo quadro è destinato a mutare notevolmente, visti gli ambiziosi target fissati all'interno del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima. A riguardo, come ricorda la stessa Terna², entro il 2030 sarà necessaria l'installazione di circa 40 GW di nuova capacità, tramite quasi esclusivamente il contributo dell'eolico e del fotovoltaico.

I target di decarbonizzazione portano alla necessità di ragionare sempre più su dove collocare tale infrastruttura ma anche a considerare la questione dell'accettabilità delle comunità verso questa tipologia di copertura del suolo. Prima delle intermittenti, i paesaggi dell'energia in Italia erano casistiche isolate, soprattutto in ambito alpino con la produzione di energia elettrica dalla fonte idrica, mentre nel futuro saranno sempre più frequenti. Fra l'altro, in un Paese in cui il territorio più accessibile ha un'elevata densità di popolazione, la presenza delle rinnovabili intermittenti è destinata ad essere sempre più frequente. Dunque, il tema è rilevante non solo sotto il profilo geopolitico e, come è facile immaginare, tecnico, considerando la necessità di progettare una rete capace di supportare la progressiva decarbonizzazione e favorire un'integrazione sempre maggiore delle rinnovabili, tenendo al contempo conto di fattori quali efficienza e sicurezza degli approvvigionamenti, ma anche sotto il profilo geografico.

Il contributo prosegue presentando una sequenza di carte, di produzione propria o di enti, che serviranno per rispondere a una specifica domanda: con la carta, cosa si vuole sostenere e quali rivendicazioni vengono fatte? Con questo testo si intende, da un lato, accogliere l'invito dei curatori a rappresentare la complessità attraverso le carte e, dall'altro, rispondere a un quesito sollevato in una special issue di *Energy Research & Social Science* circa il contributo dell'analisi sistematica delle carte alla comprensione della sfida energetica globale (Castán Broto *et al.*, 2018; Bridge, 2018).

² Fonte: <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/ruolo-terna/insight> (ultima consultazione 18 dicembre 2024).

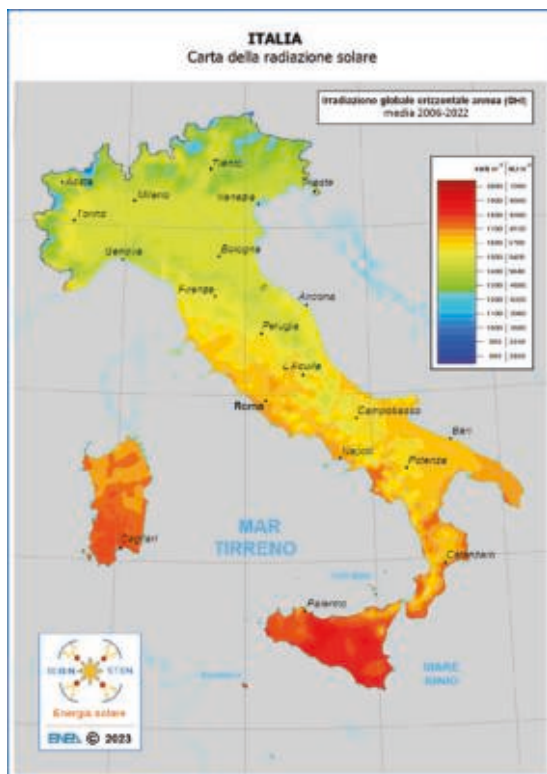


Figura 1 – Carta dei valori medi annui della radiazione solare globale orizzontale nel periodo 2006-2022.
Fonte: Enea, Atlante Italiano della radiazione solare, http://solaritaly.enea.it/Radiazione/Mappe/GHI_2006%C3%B72022.png (ultima consultazione 13 dicembre 2024).

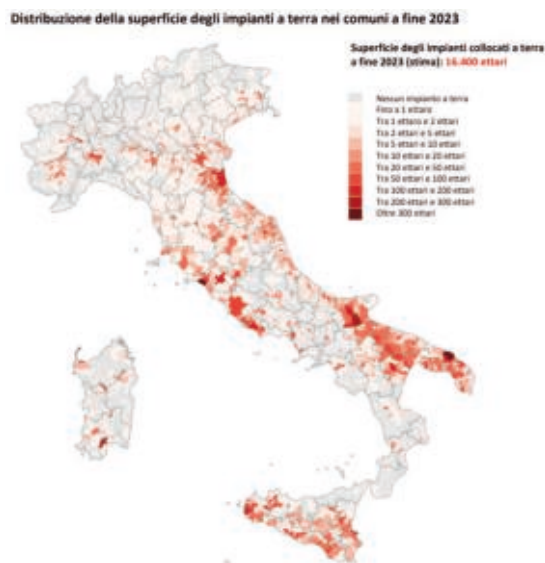


Figura 2 – Stima della distribuzione della superficie degli impianti a terra nei comuni italiani a fine 2023.
Fonte: GSE, 2024: 28.

2. Rappresentare la questione energetica attraverso le carte

Le carte geografiche si prestano in molti casi a descrivere la distribuzione spaziale di molti aspetti inerenti alla questione energetica. Una condizione fisica su cui si ha molto interesse quando si parla di rinnovabili è l'irraggiamento, presentato nella figura 1. In questo caso il valore attribuito ad ogni punto è l'esito di elaborazioni effettuate da Enea sull'irradiazione globale orizzontale annua in un arco temporale piuttosto lungo. Ne emerge un Paese che è diversamente irradiato dal sole, dal momento che la scala cromatica evidenzia un chiaro vantaggio del Sud rispetto al Nord. Tali informazioni geografiche rivestono importanza non soltanto sotto il profilo descrittivo, ma in particolare per i tecnici impegnati nella valutazione dell'impatto degli investimenti.

La carta in questione riguarda le potenzialità e, da sola, non trasmette il messaggio che il potenziale solare ha bisogno di una infrastruttura per diventare elettricità. Tale passaggio è centrale nella letteratura sulla geografia delle risorse, la quale, in particolare per i combustibili fossili, sottolinea la necessità di valutare la trasformazione di una risorsa in energia anche alla luce della sua dimensione culturale (Bridge, 2009). Dunque, per diventare tale, anche l'energia solare necessita, in primo luogo, di una decisione a monte presa dalla società di far uso di tale risorsa e poi l'esistenza di una infrastruttura che permetta che tale potenziale diventi realtà.

La figura 2 presenta una carta elaborata dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE), ente che, in quanto responsabile dell'erogazione di incentivi e servizi nel settore del fotovoltaico in Italia, dispone di un ampio patrimonio informativo. I dati amministrativi di gestione raccolti includono sistematicamente elementi come il numero di impianti, la produzione e la capacità installata; per tali variabili è pertanto possibile garantire un elevato livello di affidabilità e una regolare attività di diffusione. Esistono tuttavia altri aspetti, come l'adesione a comunità energetiche, l'impiego dell'agrivoltaico, la presenza di sistemi di accumulo, la localizzazione a terra o su edifici e le condizioni di irraggiamento, che non sono sempre oggetto di raccolta. Di conseguenza, per tali dimensioni non vengono pubblicate statistiche aggregate e, allo stato attuale, sono disponibili unicamente stime. Ritornando ai contenuti della figura 2 questa ci descrive le superfici a fotovoltaico.



Figura 3 – Gasdotti in entrata nel territorio italiano (2024). Fonte: elaborazioni dell’Autrice. La ricostruzione possibile dei tracciati dei gasdotti è stata effettuata dall’Autrice sulla base di dati georeferenziati tratti da Global Energy Monitor, Global Gas Infrastructure Tracker (versione del dicembre 2023).

Consente di classificare i comuni in base all’estensione delle superfici dedicate alla produzione di energia solare, ma non fornisce elementi utili alla valutazione delle potenze installate, rilevanti per la sicurezza energetica. Da notare che questa carta presenta nella legenda delle classi caratterizzate per una diversa gradazione di colori a cui corrispondono un valore minimo e massimo, fatto che ogni produttore di carte tematiche dà per scontato. Nell’edizione precedente del 2023 (GSE, 2023: p. 28), in un’analogia carta, non erano riportati valori numerici, ma unicamente una scala cromatica dalla quale era possibile desumere

l'intensità. Il passaggio dalla carta dell'irraggiamento (e, dunque, sulle potenzialità) a quella della superficie a terra del fotovoltaico (quindi, sulla situazione di fatto in termini di superficie utilizzata per fini energetici) evidenzia che esistono, come già osservato, diverse condizioni che portano lo sfruttamento di una risorsa.

Attualmente l'Italia conta fortemente sulle forniture estere di combustibile fossile (Unione Europea, 2024). In particolare, l'invasione dell'Ucraina da parte della Russia nel 2022 ha reso evidente come la sicurezza energetica possa risultare facilmente compromessa. Il focus della figura 3 è in questo caso le infrastrutture che consentono l'afflusso di gas in Italia tramite gasdotti. La carta mette in risalto come i gasdotti attraversino confini terrestri, ma anche costruiscano ponti fra continenti, visto le ridotte distanze che separano l'Italia dall'Africa e dai Balcani. Questa carta allude agli aspetti più caratteristici della geografia delle risorse, cioè, da un lato, la localizzazione fissa delle dotazioni energetiche, che posseggono una loro materialità, e le implicazioni di carattere politico (Bakker e Bridge, 2006), dall'altro lato, la distribuzione spaziale omogenea della domanda, che porta alla creazione di specifiche reti di produzione tra il luogo di produzione e di consumo (Bridge, 2008). Sotto questo aspetto, la carta mostra anche la posizione favorevole dell'Italia, che la porta ad essere un nodo strategico per il gas proveniente da contesti geografici diversificati.

Questa carta però non ci dice nulla sulle quantità. Per caratterizzare la situazione italiana, sarebbe necessario prendere in considerazione i dati Snam sugli ingressi di gas ai punti di entrata. In particolare, la consultazione dei bilanci consuntivi mensili aiuta a delineare i vari flussi in entrata e riflettere, in particolare, se in questi anni ci sia stata una variazione nell'importanza relativa dei vari punti di entrata. Nel contesto italiano, però non sono solo i gasdotti a permettere la sicurezza energetica al Paese. I terminali per l'importazione di gas naturale liquefatto sono sempre più essenziali per soddisfare la domanda energetica. La possibilità di convertire il gas dallo stato gassoso a liquido per il trasporto marittimo, insieme alla presenza di adeguati investimenti nei terminali di rigassificazione, costituisce una condizione indispensabile per garantire l'arrivo di gas su lunghe distanze, superando i limiti dei gasdotti.

Analizzando i dati relativi all'anno precedente e a quello successivo all'invasione, si osserva che, in condizioni non belliche, i flussi di gas

dai gasdotti superavano i 650.000 milioni di kWh, mentre dai terminali ammontavano a circa 110.000 milioni di kWh. Successivamente all'invasione, i flussi dai gasdotti sono diminuiti a 550.000 milioni di kWh, mentre quelli dai terminali sono saliti a 150.000 milioni di kWh. Anche l'importanza dei punti di ingresso è variata. Ad esempio, Tarvisio, che prima della guerra era tra i nodi principali, ha visto ridursi la propria rilevanza. Questi dati evidenziano come le variabili spaziali e temporali siano entrambe fondamentali per descrivere fenomeni con impatti energetici significativi.

Così, ritornando ancora una volta sulla figura 3, si può osservare che la carta mostra anche la posizione favorevole dell'Italia. Non soltanto perché è un nodo strategico di gas proveniente da contesti geografici diversificati, verso cui siamo collegati da brevi distanze, ma anche perché il Paese possiede numerosi chilometri di confini marittimi che offrono collegamenti con siti di produzione ancora più distanti per il tramite dei rigassificatori.

Il focus sui gasdotti evidenzia un ulteriore aspetto: la carta rappresenta la situazione in un momento specifico. In Italia, come in altri Paesi europei, sono in corso progetti di espansione della capacità infrastrutturale, indicando che, nonostante l'attenzione alla transizione energetica, il gas continua a svolgere un ruolo fondamentale come combustibile ponte.

Il gasdotto costituisce solo un'infrastruttura; è necessario poi considerare anche altri elementi, in particolare quelli relativi alla provenienza del gas. Attualmente, gli Stati Uniti rappresentano uno dei principali fornitori per la sicurezza energetica europea (Unione Europea, 2024), mediante la produzione di gas non convenzionale. Va però sottolineato che i diversi territori di questo paese nordamericano sono diversamente partecipi alla rete di produzione. Non solo c'è una diversa geografia dei giacimenti, e dunque il potenziale è distribuito in forma disomogenea, ma la produzione non è sempre proporzionale al potenziale. Si veda il caso dello Stato federale di New York, dove, diversamente dal vicino Stato della Pennsylvania, esiste un divieto nella pratica della fratturazione idraulica che serve per l'estrazione di questo combustibile fossile. Ciò consente di comprendere pienamente le osservazioni di Ciccantel (2020), secondo cui il gas presente sotto la superficie terrestre non è, di per sé, una risorsa utilizzabile socialmente.

3. Come includere gli impatti sociali nelle carte sull'energia?

Gli esempi sul fotovoltaico e sul gas mostrano come la complessità del settore energetico sia legata alla varietà di materiali e tecnologie coinvolte. Ad ogni modo, è necessario introdurre ulteriori riflessioni sui limiti delle carte perché importanti questioni che coinvolgono la geografia dell'energia sono difficilmente rappresentabili attraverso il ricorso a simboli.

Uno di questi riguarda il concetto di densità di potenza (Smil, 2015) che serve a quantificare la quantità di energia che può essere prodotta su un'unità di area da una fonte di energia e viene definita come il rapporto tra la quantità di energia prodotta da un convertitore di energia (termico, idroelettrico, eolico, pannello fotovoltaico, ecc.) e le aree necessarie alla produzione. Le fonti rinnovabili hanno una bassa densità di potenza rispetto ai combustibili fossili. Dunque, se si vogliono sostituire questi ultimi con le fonti rinnovabili, non solo è necessario avere a disposizione della superficie, ma "molta" superficie. Dunque, sarà sempre più necessario ragionare in termini di usi multifunzionali del medesimo suolo, al fine di accoppiare lo sviluppo energetico con altre funzionalità (Pasqualetti e Stremke, 2018).

Questo ci porta alla questione degli impatti. Si prenda l'esempio del gas. L'Italia, pur inserita nella rete globale di produzione del gas, presta particolare attenzione soprattutto agli impatti dei rigassificatori sulle località costiere ospitanti. Tuttavia, se si guarda a tutta la rete nel suo complesso, gli effetti sono ben più numerosi. La prima constatazione è che, se c'è un luogo di arrivo del gas liquefatto, ci sarà pure un luogo di origine, dunque un analogo problema di accettazione può sussistere anche dove hanno origine le esportazioni (Benham, 2022). La crescente domanda di energia ha alimentato interesse mondiale per il gas naturale non convenzionale di cui gli Stati Uniti sono fra i principali paesi produttori. L'esistenza di questa tipologia di gas è nota da decenni, ma solo la recente disponibilità di tecnologie dirompenti come la fratturazione idraulica ha reso il recupero economicamente fattibile. Esiste però un'estrema cautela nel loro sfruttamento commerciale. L'estrazione di gas non convenzionale può essere vantaggiosa per i Paesi che dispongono di tali risorse, soprattutto in relazione alla sicurezza energetica. Tuttavia, il loro prelievo dal sottosuolo è spesso problematico a causa

di condizioni geologiche sfavorevoli e della necessità di grandi quantità di acqua. Inoltre, l'estrazione genera impatti irreversibili per la regione dotata di queste risorse, e solo in casi molto puntuali genera delle opportunità a livello locale (Bressan e Deshaies, 2022).

Nel caso dello shale gas americano, gli impatti nel luogo di estrazione (Deshaies e Bressan, 2022) possono essere riassunti come economici, comprendendo la creazione di posti di lavoro, il prodotto interno lordo, le entrate fiscali, le royalties locali, il prezzo del gas e i valori immobiliari; ambientali, come il consumo e la contaminazione dell'acqua, l'inquinamento e l'uso del suolo, le emissioni di gas serra e altre emissioni atmosferiche, i cambiamenti climatici e la sismicità di origine antropica; e sociali, quali percezione pubblica, salute e sicurezza, rumore, aumento del traffico, possibili conflitti di interesse legati alle royalties e impatti sul paesaggio. È inoltre importante sottolineare che tali effetti possono variare nel tempo. Ad esempio, se nella fase di sviluppo l'industria del gas non convenzionale è in grado di generare grandi opportunità di lavoro, nelle fasi successive il declino dell'attività di estrazione delle risorse ridurrà la domanda di lavoro. Dell'importanza del tema si è avuta evidenza anche nella campagna elettorale statunitense del 2024 quando al centro del dibattito di uno Stato federale come la Pennsylvania si è posto proprio lo shale gas. Nonostante tutte le perplessità che derivano dalla produzione di questo combustibile fossile, ben rappresentate anche in opere documentaristiche, la sua estrazione e messa a produzione sono fondamentali per l'economia locale (e globale).

Anche nel caso di un'energia pulita come il solare, sussiste una dirompente necessità di analizzare i potenziali impatti sociali e territoriali, al di là degli aspetti meramente tecnologici e finanziari (Yenneti *et al.*, 2016). Dal momento che dall'installazione dell'infrastruttura deriva anche una trasformazione della superficie e delle funzioni tradizionali dell'area, è chiaro che ci possa essere più o meno consenso rispetto alla loro presenza. Infatti, considerando più in generale la questione delle energie rinnovabili, le riserve dell'opinione pubblica derivano principalmente dal cambiamento del paesaggio e dalla conseguente trasformazione dello stile di vita delle comunità locali. È interessante osservare che sono proprio questi ostacoli di ordine sociale a costituire i maggiori limiti allo sviluppo delle rinnovabili, piuttosto che i vincoli tecnici (Pasqualetti, 2011). Ad ogni modo, nel caso italiano si

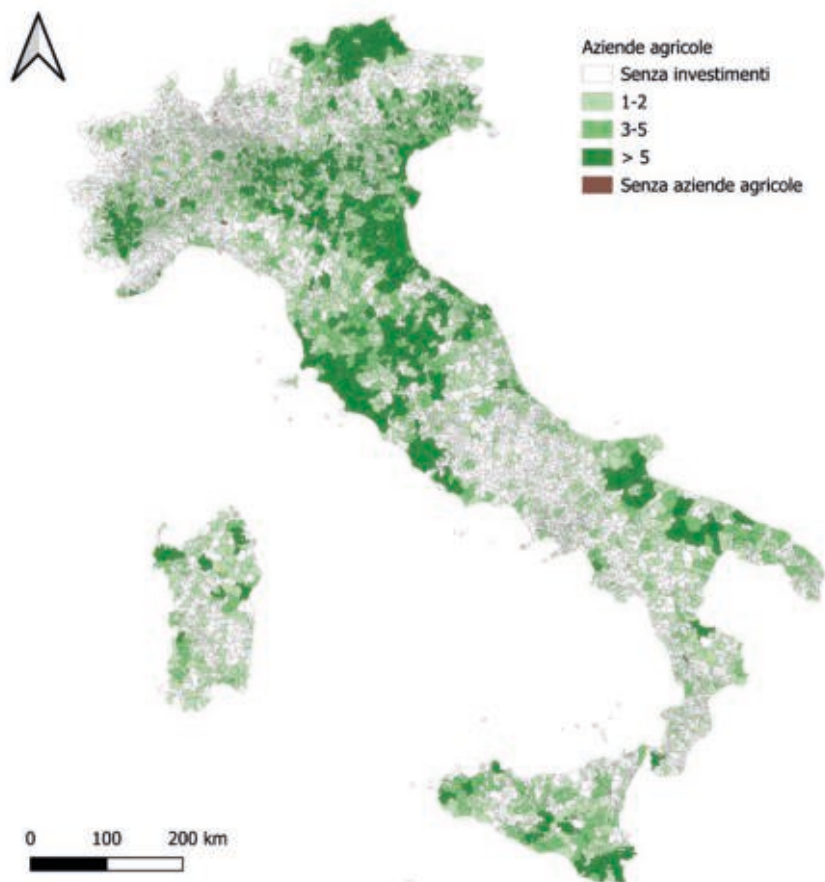


Figura 4 – Aziende agricole con investimenti in rinnovabili. Fonte: elaborazione dell'Autrice su dati Censuari 2020.

possono citare due esempi di integrazione positiva tra diverse funzioni. Nel settore eolico, alcuni parchi ben progettati sono valorizzati dalle associazioni ambientali grazie al loro potenziale turistico. L'altro esempio riguarda le aziende agricole, che integrano l'attività agricola con la produzione di energia da fonti rinnovabili, installando anche impianti fotovoltaici su spazi artificiali, come i tetti delle stalle. La produzione della figura 4 è stata possibile dalla raccolta di dati legata al Censimento dell'agricoltura italiana del 2020. Qui, è stata posta una domanda sugli investimenti legati alla produzione di energia rinnovabile destinata alla vendita. Nei comuni italiani, nella maggior parte dei casi, non sono presenti aziende agricole con questo tipo di investimenti. Si parla

di realtà per lo più situate nelle aree interne, soprattutto nelle regioni centrali e meridionali. Valori elevati della variabile si osservano nella Pianura Padana, dal bresciano fino ai comuni udinesi a ridosso del confine sloveno, e nei comuni della costa tirrenica di Toscana e Lazio. Ma è interessante osservare anche ciò che sta accadendo nella parte più settentrionale d'Italia, nella provincia dell'Alto Adige. Le aziende agricole italiane situate nelle zone a minore irraggiamento risultano essere quelle più attive nella produzione di energia.

Se da un lato questi valori, seppur ancora modesti, evidenziano come gli spazi rurali italiani si stiano dotando di infrastrutture per la produzione di energia rinnovabile, dall'altro lato essi ricordano che il paesaggio, anche quello fragile delle aree montane, è destinato a modificarsi significativamente a causa della crescente domanda di energia soddisfatta a livello domestico. Rispetto a questi grandi cambiamenti in corso, ci si può chiedere se la cartografia possa venire in aiuto. Alcune informazioni di natura percettiva, non disponibili attraverso fonti tradizionali, possono essere raccolte efficacemente tramite approcci cartografici che sfruttano la capacità di Internet di raggiungere le persone e raccogliere dati geografici. Tali metodi permettono di cogliere aspetti della percezione del territorio che difficilmente emergerebbero con approcci più convenzionali, offrendo così un'integrazione preziosa alle informazioni già esistenti (Bressan, 2024b). A ben riflettere, la pratica della cartografia partecipativa, che si caratterizza per raccogliere una visione plurima di una realtà, ben si presta a identificare gli aspetti sociali, in termini soprattutto di conflitti e tensioni, anche nel campo delle rinnovabili. A questo proposito, si può ricordare il *Global Atlas of Environmental Justice* che documenta i conflitti socio-ambientali in atto in territori (Temper *et al.*, 2015), dove le comunità locali si sono mobilitate contro una certa attività economica. Molti di questi conflitti sono legati all'estrazione di risorse e allo sviluppo di infrastrutture energetiche; a una lettura più attenta, anche le fonti intermittenti rientrano nei casi analizzati dal progetto in questione. Per affrontare adeguatamente tutti gli aspetti connessi alla rappresentazione dello spazio, risulta indispensabile concepire un'alternativa alle tradizionali carte geografiche realizzate dall'alto.

4. Note conclusive

In questo contributo si sono offerte alcune riflessioni su come la carta geografica orienti e strutturi la ricerca nel campo della geografia dell'energia, prestando soprattutto attenzione al contesto italiano. Si sono considerati esempi di carte che raccontano aspetti sulle potenzialità, sulla produzione energetica, sulle infrastrutture o ancora carte che illustrano integrazioni tra funzioni.

Un primo punto di cui si vuole discutere è che la realtà della questione energetica è molto più ricca della presenza o dell'assenza evidente in una carta. Un'assenza non è solo una mancanza di una convenienza economica, è anche un divieto imposto dalla legge o è la decisione di assolvere in altro modo alla questione energetica, o, ancora, è un progetto non voluto dalle comunità. Inoltre, la semplice presenza di un'infrastruttura, come un gasdotto transfrontaliero, non è di per sé significativa, poiché essa deve essere percorsa da flussi di materia per assumere rilevanza in termini di sicurezza energetica per un paese.

La varietà di carte presentata in questo contributo evidenzia la necessità di far convergere idealmente i diversi dati geografici disponibili sul tema energia in un unico progetto, al fine di analizzare nella loro interezza la complessità del settore. Da un punto di vista geografico, risulta prioritario individuare dove si localizza l'infrastruttura energetica. Da qui, la necessità di studiare se sono accettabili disequaglianze nella densità all'interno del medesimo Paese. Per condurre tali riflessioni è essenziale sapere dov'è localizzato il progetto energetico, possibilmente attraverso dati georeferenziati. Poco aiuto viene nel caso italiano dagli enti gestori, che attualmente forniscono solo dati aggregati limitati alla consistenza a livello provinciale o regionale³. Una fonte spesso usata dai ricercatori è il progetto partecipativo OpenStreetMap (Mauro, 2019; Lo Presti e Mooney, 2024). I dati qui presenti hanno dei noti problemi di completezza e granularità, ma rappresentano in molti Paesi una valida

³ In Italia, il GSE aveva sviluppato un'architettura informatica che consentiva all'utente di ottenere in tempo reale una fotografia aggiornata sui dati riguardo a numerosità e potenza totale degli impianti di produzione di energia. Tale webgis è ancora raggiungibile alla pagina https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html (ultima consultazione 19 dicembre 2024), ma non è più aggiornato.

alternativa alla penuria di dati da fonti ufficiali. Inoltre, dato l'aumento costante delle infrastrutture energetiche sul territorio, l'uso di questo strumento potrebbe garantire un aggiornamento tempestivo dei dati. In assenza di informazioni puntuali ufficiali per il contesto italiano, è possibile osservare situazioni diverse in altri paesi europei. Ad esempio, in Portogallo, i dati georeferenziati relativi alla localizzazione dei principali impianti solari, eolici e idroelettrici sono facilmente accessibili.

Un'altra riflessione riguarda il contributo che potrebbe venire dalla tecnologia. Esistono funzionalità avanzate nei GIS che consentono di applicare dei modelli di riconoscimento automatico della copertura del suolo, andando a individuare l'ingombro delle infrastrutture deputate alla produzione energetica sulla base di immagini satellitari⁴. Tuttavia, anche questo approccio presenta delle criticità, in quanto fornisce informazioni sulla presenza dell'infrastruttura, ma sarebbe altrettanto importante avere maggiori dettagli sulla produzione di energia elettrica di una certa superficie. Questa evoluzione della tecnologia ha il potere di creare una forte discontinuità in termini di disponibilità di dati puntuali ed è quindi un aspetto da tenere in considerazione. Inoltre, le applicazioni GIS sono importanti non solo per descrivere l'ingombro attuale portato dalla funzione energetica, ma anche per valutare la convenienza economica di nuovi progetti (Benalcazar *et al.*, 2024).

Per quanto riguarda l'utilizzo dei dati puntuali, è necessario riflettere sulle esigenze di privacy e sicurezza legate alla conoscenza della localizzazione delle infrastrutture energetiche attraverso le carte. La precisa individuazione di tali infrastrutture comporta infatti rischi per la sicurezza, essendo nodi strategici dove l'energia viene prodotta o trasportata. Se si cambia prospettiva e si assume il punto di vista del ricercatore questa assenza di informazioni non è però positiva e costruttiva. Dati georeferenziati sulle infrastrutture sono importanti per determinare con precisione quali sono i territori che contribuiscono alla sicurezza energetica odierna. Solo quando queste regioni saranno identificate con precisione sarà poi possibile rispondere a domande come:

⁴ Si fa riferimento, ad esempio, a software GIS proprietari in cui sono presenti funzioni per il riconoscimento delle rinnovabili, come il Pretrained Deep learning model di ERSI, illustrati in <https://www.esri.com/en-us/industries/blog/articles/introducing-pretrained-deep-learning-models-for-energy/> (ultima consultazione 19 dicembre 2024).

quali effetti hanno avuto i progetti energetici dal punto di vista socio-economico? Ad esempio, hanno promosso l'emigrazione di persone, o sono diventati territori attrattivi per altri settori economici?

Esistono poi sfide di rappresentazione legate ai nuovi modelli di produzione di energia, che non necessariamente causano consumo di suolo e il cui elemento caratteristico è l'aspetto attoriale. Ad esempio, come rappresentare efficacemente su carta una comunità energetica? Si tratta di esempi di successo di integrazione delle rinnovabili con altri usi, di cui in Italia non si ha ancora un censimento puntuale⁵. Su questo ambito è importante sottolineare che, visto che gli impatti della questione energetica non riguardano solo la copertura del suolo, dal punto di vista cartografico un obiettivo potrebbe riguardare la produzione di un atlante delle percezioni dell'energia, in cui, oltre all'elemento materiale della presenza della risorsa o dell'infrastruttura, si mettono in risalto le questioni sociali ed ambientali. Ci sono altri aspetti come le culture dell'uso dell'energia e gli stili di vita, i conflitti, le pratiche professionali, la governance dell'energia, le differenze nell'accesso all'energia e le interazioni e tra usi energetici, infrastrutture e ambiente costruito, che non sono facilmente rappresentabili nelle carte. L'allusione alla creazione di un atlante delle percezioni è legata al fatto che i paesaggi rurali saranno sempre più caratterizzati dalla presenza delle rinnovabili; dunque, è bene non ragionare solo dal punto di vista ingegneristico, ma anche dal lato sociale, per fare in modo che si conoscano gli impatti di queste infrastrutture e siano maggiormente accettati dalle popolazioni.

Per concludere, ritornando al contributo offerto da questo testo, si osserva che la priorità è stata data all'aspetto della rappresentazione; tuttavia, al momento attuale quest'ultima non è in grado di cogliere il problema energetico nelle sue varie sfumature. Inoltre, nelle carte presentate in questo contributo si è posta attenzione a ciò che accade entro i confini nazionali. Tuttavia, parlare di sicurezza energetica italiana richiederebbe, dal punto di vista geografico, considerare anche gli impatti nei luoghi di origine dell'energia e dunque effettuare un salto di scala geografica.

⁵ A titolo di esempio, si vuole riportare il portale <https://esg.nexteconomia.org/cer/> (ultima consultazione 15 dicembre 2024) che propone fra i più completi censimenti delle comunità energetiche in Italia.

Riferimenti bibliografici

- Bakker, K. and Bridge, G. (2006), *Material worlds? Resource geographies and the 'matter of nature'*, in «Progress in Human Geography», 30 (1), pp. 5-27.
- Becchetti, L., Becchetti, C. e Naso, F. (2022), *Rinnovabili Subito. Una Proposta per la nostra indipendenza energetica*, Donzelli, Roma.
- Benalcazar, P., Komorowska, A. and Kamiński, J. (2024), *A GIS-based method for assessing the economics of utility-scale photovoltaic systems*, in «Applied Energy», 353, 122044.
- Benham, C.F. (2022), *Impact geographies of gas terminal development in the northern Australian context: insights from Gladstone and Darwin*, in Boudet, H. and Hazboun, S. (2022, eds.), *Public Responses to Fossil Fuel Export*, Elsevier, Amsterdam, pp. 195-208.
- Bressan, G. (2024b), *Tecnologie digitali, partecipazione della cittadinanza e co-produzione di conoscenza geografica*, in Cerutti, S., de Falco, S. e Graziano, T. (2024, a cura di), *XVI Rapporto Territori in transizione Geografie delle aree marginali tra permanenze e cambiamenti*, Società Geografica Italiana, Roma, pp. 113-115.
- Bressan, G. (2024a), *Territori della transizione: considerazioni geografiche sullo sviluppo delle energie rinnovabili nei paesi dell'Europa mediterranea*, in Bettini, E. e Tondini, D. (2024, a cura di), *VI Forum internazionale del Gran Sasso Partenariato Euro-Africano: V Conferenza. Conoscere per Costruire. Il ruolo dei centri accademici, di ricerca e della formazione*, Atti Collana Forum del Gran Sasso, 6 (2), pp. 671-689.
- Bressan, G. and Deshaies, M. (2023), *Coal seam gas extraction and related landscape changes in the agricultural production area of Western Downs (Queensland, Australia)*, in «Journal of Rural Studies», 97, pp. 495-506.
- Bridge, G. (2008), *Global production networks and the extractive sector: governing resource-based development*, in «Journal of Economic Geography», 8, pp. 389-419.
- Bridge, G. (2009), *Material words: natural resources, resource geography and the material economy*, in «Geography Compass», 3 (3), pp. 1217-1244.
- Bridge, G. (2018), *The map is not the territory: a sympathetic critique of energy research's spatial turn*, in «Energy Research & Social Science», 36, pp. 11-20.
- Castán Broto, V. and Baker, L. (2018), *Spatial adventures in energy studies: an introduction to the special issue*, in «Energy Research & Social Science», 36, pp. 1-10.
- Ciccantell, P.S. (2020), *Liquefied natural gas: redefining nature, restructuring geopolitics, returning to the periphery?*, in «The American Journal of Economics and Sociology», 79 (1), pp. 265-300.

- Deshaies, M. (2020), *Problèmes géographiques des transitions énergétiques: quelles perspectives pour l'évolution du système énergétique?*, in «Mondes en développement», 3 (192), pp. 25-44.
- Deshaies, M. and Bressan, G. (2022), *Relying on unconventional gas development projects for the energy transition: a review of recent energy history and the contested role of unconventional gas in France*, in Wood, G. (2022, ed.), *The Palgrave Handbook of Zero Carbon Energy Systems and Energy Transitions*. Cham, Palgrave Macmillan, London.
- GSE (2024), *Rapporto Statistico 2023 Solare Fotovoltaico*, <https://tinyurl.com/GSEit2024> (ultima consultazione 13 dicembre 2024).
- GSE (2023), *Rapporto Statistico 2022 Solare Fotovoltaico*, <https://tinyurl.com/GSEit2023> (ultima consultazione 13 dicembre 2024).
- Lo Presti, L. and Mooney, P. (2024), *Analysis of renewable energy infrastructure representations in OpenStreetMap*, State of the Map 2024 Conference Proceedings - Nairobi, Kenya, September 2024.
- Mauro, G. (2019), *The new "windscares" in the time of energy transition: a comparison of ten European countries*, in «Applied Geography», 109, 102041.
- Palagiano, C., Asole, A. e Arena, G. (2022), *Cartografia e territorio nei secoli*, Carrocci editore, Aulamagna, Roma.
- Pasqualetti, M.J. (2011), *Social barriers to renewable energy landscapes*, in «Geographical Review», 101 (2), pp. 201-223.
- Pasqualetti, M. and Stremke, S. (2018), *Energy landscapes in a crowded world: a first typology of origins and expressions*, in «Energy Research & Social Science», 36, pp. 94-105.
- Smil, V. (2015), *Power density*, The MIT Press, Cambridge (MA).
- Temper, L., del Bene, D. and Martinez-Alier, J. (2015), *Mapping the frontiers and front lines of global environmental justice: the EJAtlas*, in «Journal of Political Ecology», 22 (1), pp. 255-278.
- Unione Europea (2024), *EU energy in figures. Statistical pocketbook 2024*, Publications Office of the European Union, Lussemburgo.
- Yenneti, K., Day, R. and Golubchikov, O. (2016), *Spatial justice and the land politics of renewables: dispossessing vulnerable communities through solar energy mega-projects*, in «Geoforum», 76, pp. 90-99.