

The background of the entire image is a vibrant red. Overlaid on this is a complex network of thin white lines that connect numerous small white circular nodes. Some nodes are larger than others, and some are clustered together, creating a sense of interconnectedness and data flow. The overall aesthetic is modern and technical, suggesting a focus on energy networks or digital infrastructure.

# **TERRITORIALIZZARE LA TRANSIZIONE ENERGETICA**

**LO SPAZIO DELL'ENERGIA NEL VENETO**

Fabrizio D'Angelo



**TERRITORIALIZZARE LA TRANSIZIONE ENERGETICA**  
*LO SPAZIO DELL'ENERGIA NEL VENETO*

candidato: Fabrizio D'Angelo  
supervisore: Viviana Ferrario

Università Iuav di Venezia  
Scuola di Dottorato in Architettura, Città e Territorio  
ambito di ricerca in URBANISTICA

XXXV ciclo

Responsabile scientifico: Maria Chiara Tosi  
Comitato scientifico: Marta De Marchi, Lorenzo Fabian, Viviana Ferrario, Enrico Formato, Stefano Munarin, Michela Pace, Giulia Testori, Luca Velo, Paola Viganò, Federico Zanfi

novembre 2023

## PRIMA PARTE

### INTRODUZIONE 13

L'urbanistica in un'epoca di transizioni  
L'energia (e le sue infrastrutture) al centro  
La regia della transizione in Europa  
Come territorializzare la transizione?  
Strategie, azioni e strumenti della ricerca

### CAPITOLO 1 TRANSIZIONE: UNA NUOVA "QUESTIONE URBANA" 29

- 1.1 | Sguardi dell'urbanista nei processi di transizione 31
- 1.2 | La questione energetica: radici 1973-2009 44
- 1.3 | Scenari di eco-modernizzazione e politiche a-spaziali 51
- 1.4 | Lo "spatial turn" dell'energia 56

### CAPITOLO 2 LA DIMENSIONE SPAZIALE DEL SISTEMA ENERGETICO 55

- 2.1 | Componenti e fasi della filiera dell'energia 57
- 2.2 | La nuova spazialità delle rinnovabili 62 MW
- 2.3 | Riconfigurando gli "spazi del fossile" 66 GW
- 2.4 | La costruzione di una rete isotropa, resiliente e integrata 70 V/m
- 2.5 | Trasformazioni urbane per un consumo sostenibile 79 MWh
- 2.6 | Nuovi attori lungo la filiera 84
- 2.7 | Evoluzioni degli strumenti in una difficile spazializzazione 89

### CAPITOLO 3 UNA TRANSIZIONE A-SPAZIALE 95

- 3.1 | Mappare l'invisibile e l'impalpabile 97
- 3.2 | Le rinnovabili tra burocrazia e conflitti territoriali 106 MW
- 3.3 | Le incoerenze spaziali delle reti 114 V/m
- 3.4 | Il difficile efficientamento della città del Novecento 120 MWh

## SECONDA PARTE

### **CAPITOLO 4** **IL VENETO IN TRANSIZIONE** **129**

4.1   Un caso studio paradigmatico	131
4.2   Il palinsesto energetico del Veneto	136
4.3   Uscendo dallo scenario fossile	140
4.4   Strumenti di territorializzazione	145
4.5   Ricadute accidentali: tre storie dal bacino del Piave	151
4.6   Spazi in controtendenza: osservazioni sul campo	157

### **CAPITOLO 5** **ESPLORAZIONI CARTOGRAFICHE** **173**

5.1   La territorializzazione della produzione FER	175	
5.1.1   Fotovoltaico: dai “capannoni fotovoltaici” alle centrali solari	183	
5.1.2   Biomasse solide: trasporto e coltivazione della risorsa	200	MW
5.1.3   Biogas: le complesse filiere territoriali	214	
5.1.4   Idroelettrico: la transizione al piccolo, mini e micro	232	
5.2   L'isotropia della rete	246	
5.2.1   Il traffico elettrico e la vulnerabilità climatica	264	V/m
5.2.3   Di chi sono le reti?	276	
5.3   Consumi elettrici spazializzati	284	
5.3.1   Uso del suolo energivoro	284	MWh
5.3.2   Il progetto spaziale della città sufficiente	299	
5.4   Una grammatica per spazializzare l'energia	314	

### **PROSPETTIVE FUTURE DI RICERCA** **323**

### **RIFERIMENTI** **336**

### **RINGRAZIAMENTI** **356**

La transizione energetica è oggi rappresentata perlopiù da quantità (kW, MW, GW, V, ecc.). La tesi pratica un esercizio di spazializzazione (m<sup>2</sup>), cercando quindi di dare qualità alle quantità. Occupandosi di sistemi energetici (le cui parti sono fortemente interagenti tra loro) molte azioni di ricerca osservano, di volta in volta, i sistemi di produzione da fonti rinnovabili (MW), quelli della produzione da fonti fossili (GW), quelli di trasporto (V/m) e quelli di consumo (MWh). Questa orditura è esplicitata nell'indice dalla simbolica etichettatura dei paragrafi con le unità di misura utilizzate per descrivere convenzionalmente le parti di sistema.



# ***INTRODUZIONE***





## L'URBANISTICA IN UN'EPOCA DI TRANSIZIONI

**Crisi.** La società contemporanea sta vivendo gli esiti sempre più evidenti di una crisi di natura climatica, ambientale, sanitaria, economica, sociale e politica. Il rapido susseguirsi di eventi che destano forte preoccupazione, esplosi dopo la crisi finanziaria globale del 2008, sta generando uno stato di allerta perenne, a livello globale e locale (Carta 2019). Il continuum tra la crisi economico-sanitaria generata dalla pandemia da COVID-19 con la crisi energetico-alimentare scatenata dalla guerra russo-ucraina ha portato a coniare, nel 2022, il neologismo “permacrisi”<sup>01</sup>, un termine che bene descrive la condizione contemporanea di perenne emergenza caratterizzata da orizzonti di instabilità e incertezza. Secondo alcuni, queste crisi non sono altro che il canto del cigno di una lunga stagione economica che va dall'industrializzazione di inizio Ottocento al moderno e sfrenato neoliberismo (Chomsky, Pollin, e Polychroniou 2020) e del declino di una civiltà segnata, anche negli ordinamenti territoriali e urbani, dagli Stati nazionali, dai principi dell'economia capitalistica e dal modello di cittadinanza costruito attorno allo Stato democratico (Lanzani 2020). La crisi è accentuata anche da un sistema di valori appiattito e assottigliato dal dominio del mercato capitalistico globalizzato (Guattari e La Cecla, 2019), che nasconde le vere capacità dei territori, erodendo risorse e riducendo le opportunità di competere con i propri mezzi (Carta 2019).

Il superamento dei limiti ambientali e planetari, perpetrato dalla crescita della civiltà urbana moderna e dall'economia capitalistica, ha raggiunto oggi un livello tale da perturbare il funzionamento dell'intero ecosistema terrestre (Russo, 2019). La produzione di energia da fonti fossili, il consumo di suolo, il disboscamento e l'agricoltura intensiva sono inequivocabilmente responsabili di un cambiamento climatico globale senza precedenti (IPCC, Report 2023). L'emissione in atmosfera di grandi quantità di gas climalteranti, dovute alle sopraccitate attività antropiche, ha aumentato l'effetto serra globale portando a un surriscaldamento

<sup>01</sup> Permacrisi è un neologismo della lingua italiana entrato nell'enciclopedia Treccani nel 2022. Il termine, derivato dall'inglese *permanent-crisis*, indica la condizione di crisi permanente caratterizzata dal susseguirsi e sovrapporsi di situazioni d'emergenza: “lo stato di emergenza permanente legato a cambiamenti climatici, guerra e malattie infettive, dal Covid al vaiolo, fino alla ricomparsa della poliomielite” [Hans Kluge direttore dell'Oms Europa].

della crosta terrestre di +1.1°C rispetto a un secolo fa<sup>02</sup>. Secondo gli esperti dell'International Panel on Climate Change<sup>03</sup>, se l'aumento delle temperature raggiungesse la soglia di +1.5°C si scatenerebbe un *feedback loop* incontrollabile e una cascata di mutamenti climatici in grado di decimare gli ecosistemi terrestri (Rifkin, 2019). Siamo forse veramente entrati in quello che Bruno Latour definisce come “nuovo regime climatico”, ovvero un'epoca segnata da grandi trasformazioni ambientali, dall'esplosione delle disuguaglianze, dall'impatto della *deregulation* e dalla devastazione della mondializzazione (Latour 2020).

**Trasformazioni.** Questi mutamenti sono già in corso e sono visibili in fenomeni di scioglimento dei ghiacciai in diverse aree del pianeta, causa di un progressivo innalzamento del livello del mare e la sommersione di tratti costieri; o nell'aumento dei fenomeni meteorologici violenti anche in aree fino a prima scarsamente influenzate da climi estremi, come dimostrano i nuovi *medicane*<sup>04</sup> del bacino mediterraneo. Talvolta i segni del cambiamento climatico si scorgono in processi più latenti, ma ormai in corso da tempo e spesso irreversibili, come i fenomeni di desertificazione determinati da siccità sempre più prolungate che, prosciugando fiumi, laghi e falde, devastano ecosistemi e produzioni alimentari (Liberti 2020). O ancora nelle costanti stagioni senza neve che causano la diminuzione degli apporti idrici per intere regioni, il declino di economie turistiche e agricole e la riduzione della producibilità idroelettrica (Legambiente, report Nevediversa 2023). L'alterazione degli equilibri ecologici è ulteriormente responsabile di pressioni e disuguaglianze sociali generate dai diversi gradi di accessibilità a risorse primarie come acqua, energia e cibo; oltre che della distribuzione differenziata di

<sup>02</sup> Secondo il più recente rapporto dell'IPCC, la temperatura della superficie terrestre è aumentata di 1.1° C tra il range temporale 1850-1900 e quello 2011-2020. Gli effetti pervasivi stanno registrando rapidi cambiamenti nell'atmosfera, negli oceani, nella criosfera e nella biosfera con l'estremizzazione di condizioni climatiche in molte regioni del globo (IPCC, Report 03.2023).

<sup>03</sup> L'IPCC è la sigla del Intergovernmental Panel on Climate Change, il foro scientifico formato nel 1988 da due organismi delle Nazioni Unite: l'Organizzazione meteorologica mondiale e il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente. L'IPCC produce sistematicamente dei report che monitorano e studiano il cambiamento climatico in corso a livello globale. Per approfondimenti si rimanda al sito ufficiale: <https://www.ipcc.ch/>.

<sup>04</sup> *Medicane* è un neologismo della lingua italiana, introdotto nel 2021 dall'enciclopedia Treccani, che nasce dall'incrocio tra l'aggettivo inglese *mediterranean* e il sostantivo *hurricane*. Il termine indica un tipo di evento, simile al ciclone tropicale per violenza e durata, che interessa l'area mediterranea. Questi fenomeni sono significativi del cambiamento climatico poiché stravolgono le condizioni climatiche di un contesto, come quello del bacino del mediterraneo, prima privo di eventi estremi come i cicloni tropicali.

impatti e scarti spesso a discapito di territori e gruppi sociali più deboli (Coppola, Lanzani, Zanfi, 2021).

**Transizioni.** La permacrisi porta a percepire la contemporaneità come un piano inclinato (Lagioia 2023) che spinge ad agire affinché i processi innescati non producano effetti ancor più devastanti. A fronte di continue trasformazioni, così come ricorda l’etimologia stessa della parola crisi<sup>05</sup>, sono necessarie delle scelte e delle decisioni che sappiano innescare un decisivo cambiamento. All’interno di questa fase di declino e di rottura non mancano infatti movimenti che tendono a nuovi equilibri e fasi di maggiore stabilità, identificati comunemente con il termine “transizione” (ecologica, energetica, alimentare, ecc.).

Il concetto di transizione compare nella seconda metà del Novecento in diversi ambiti disciplinari che lo aggettivano di volta in volta in maniera diversa, in riferimento alla demografia (Notestein, 1945), allo sviluppo (Boulding, 1966; Meadows, Meadows, Renders e Behrens III, 1972; Rapporto Brundtland 1987) o all’ecologia (Boulding 1966; Bennet, 1976). Usato in primo luogo nel contesto scientifico, il termine è venuto alla ribalta sulla scena internazionale durante il vertice di Rio de Janeiro del 1992 per poi, progressivamente, diluirsi nel dibattito politico e mediatico, rischiando spesso di divenire una di quelle “parole di plastica”, svuotata della sua portata concettuale poiché troppo coprente, abusata e banalizzata a tutto ciò che richiama un processo di innovazione.

Per definire e comprendere meglio il funzionamento della transizione, è utile fare riferimento alla teoria della *multi-level perspective-MLP* (Geels 2002). Letta attraverso la MLP, la transizione viene interpretata come un processo di interazione tra tre livelli: nel primo troviamo le “nicchie”, ovvero i luoghi dove nascono le pratiche innovative e radicali ai margini dell’establishment di sistema. Queste pratiche per diffondersi devono essere integrate poi in un successivo livello, definito “regime”, che stabilisce le regole e le norme per guidare e dare

<sup>05</sup> La parola crisi deriva dal greco *krisis* che letteralmente significa “decisione” (da *krinein*, decidere). Il termine, in generale, indica un punto di svolta, il momento in cui bisogna decidere se un evento o azione deve andare avanti o essere modificato o concluso.

struttura a un nuovo sistema. Infine, l'evoluzione di questi due livelli influenza e viene influenzata da un terzo livello denominato "paesaggio", che rappresenterebbe l'ambiente che condiziona e genera pressioni sui tre livelli e, allo stesso tempo, viene marcato dagli esiti della transizione.

Interpretata in questo modo, la transizione può essere definita come un transito da condizioni o situazioni di instabilità verso nuovi e diversi equilibri (Bourg e Papaux 2015). I processi di transizione prevedono quindi una riconfigurazione pervasiva del funzionamento e dell'organizzazione dei sistemi territoriali coinvolgendo, simultaneamente, diversi settori come quello tecnologico, economico, ecologico, socioculturale e istituzionale (Tremblay L 2011).

Un ulteriore punto da chiarire è la distinzione tra i termini "transizione" e "trasformazione" che spesso vengono usati come sinonimi, ma che, da un punto di vista spaziale e progettuale, assumono pesi e ruoli diversi: il primo, infatti, indica un passaggio da una condizione a un'altra, mentre il secondo l'esito di un cambiamento per lo più profondo e definito; questo ci chiarisce la posizione tra ciò che definisce un passaggio programmabile da ciò che invece è un'azione imprevedibile, slegata da un contesto di progettualità (Debarbieux, 2020).

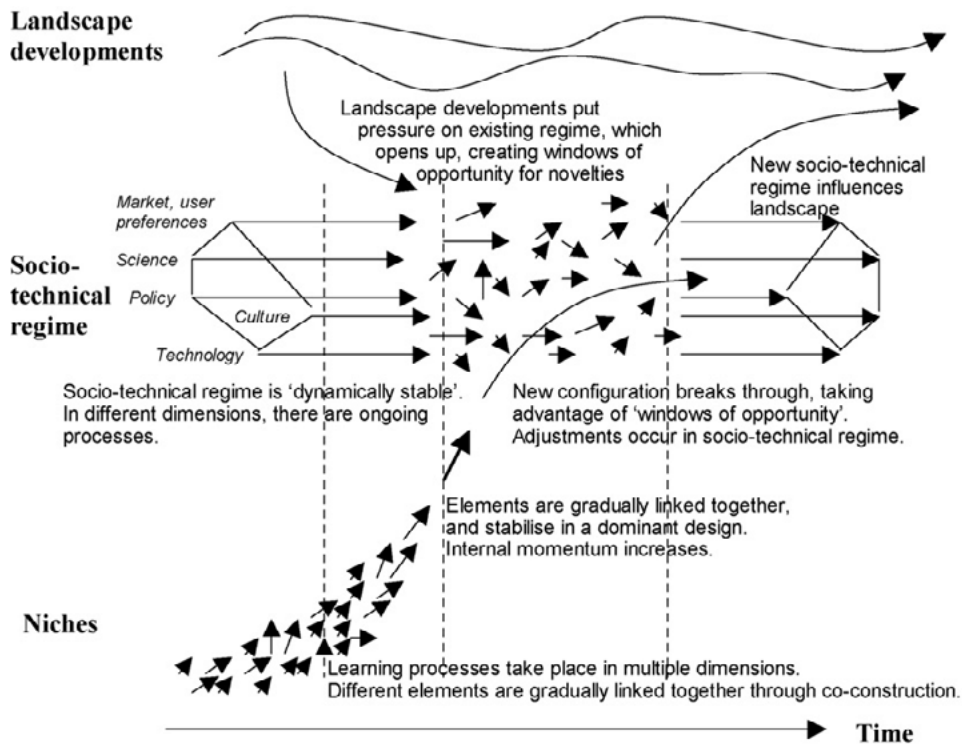
Parlare di transizione significa dunque parlare di progettualità: il campo scientifico dell'urbanistica assume una posizione di rilievo sia come interprete che come agente del processo (Montedoro and Russo 2022).

## ***L'ENERGIA (E LE SUE INFRASTRUTTURE) AL CENTRO***

La transizione ecologica mette al centro il sistema energetico, non solo per la sua responsabilità nel cambiamento climatico, ma anche per la centralità che la sua infrastruttura riveste nello sviluppo di una società. Come afferma Jeremy Rifkin (2019) i sistemi energetici, insieme a quelli della mobilità e della comunicazione, sono i pilastri che fanno funzionare un sistema socioeconomico e quando mutano innescano cambiamenti epocali.

La transizione energetica, nello specifico, delinea un processo in corso ormai da mezzo secolo che vede i sistemi energetici della civiltà occidentale modificarsi per ragioni di natura geopolitica ed economica, oltre che ambientale e sociale.

Nel contesto europeo, la difficoltà nel reperire risorse fossili



**Figura 01**

Il funzionamento di un processo di transizione secondo la Multi-Level-Perspective teorizzata da Geels (2002)

ha spinto a un profondo ripensamento del paradigma: per garantire stabilità e sicurezza, sia al mercato energetico che al funzionamento delle infrastrutture, si punta a ricostruire un sistema autosufficiente, basato sull'approvvigionamento di fonti rinnovabili (disponibili anche in Europa), con una riduzione dei consumi tramite l'efficientamento energetico e una decarbonizzazione dell'energia per ridurre il peso del cambiamento climatico. Il raggiungimento di queste condizioni ha portato a un sostanziale intervento nell'intero modello di sviluppo della società europea (Caserini 2021), avviando un'articolata evoluzione di politiche comunitarie sino al 2019, anno in cui è stata lanciata la strategia di crescita *European Green Deal* che, in linea con l'Accordo di Parigi, ha l'obiettivo primario di decarbonizzare l'Europa, e renderla pertanto climaticamente neutrale, entro il 2050.

*“Our goal is to reconcile the economy with our planet, to reconcile the way we produce, the way we consume with our planet and to make it work with our people.”*

*(Ursula Von der Leyen, dicembre 2019)*

Con lo scoppio della pandemia da COVID-19 si è fatto ancora più forte il dibattito sugli effetti negativi della crisi climatica e delle ricadute che essa ha provocato su economie e sistemi di sviluppo. In risposta l'UE ha portato avanti una programmazione di ripresa riproponendo, con più forza, la necessità di una transizione ecologica del modello di sviluppo. Questa programmazione prende il nome di Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, conosciuto meglio per l'acronimo di PNRR, uno strumento di importanti finanziamenti per realizzare concretamente progetti per la “rivoluzione verde”, dando molto spazio alla dimensione energetica<sup>06</sup>.

<sup>06</sup> Tra gli obiettivi progettuali di ciascuna missione finanziata, emergono interessanti aspetti legati all'energia come la realizzazione di parchi agri-solari per lo sviluppo della filiera agroalimentare sostenibile; la promozione di “energy green communities” in contesti rurali, piccole comunità e isole minori; lo sviluppo dell'agro fotovoltaico e del fotovoltaico galleggiante; la promozione di comunità energetiche e di autoconsumo in piccoli Comuni; la realizzazione di impianti eolici *off-shore* e lo sviluppo di reti del biometano. Tra le misure più impellenti ricadono anche quelle legate alla pianificazione e alla semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti che prevedono la condivisione di un piano per l'individuazione di aree idonee all'installazione di impianti. Vi sono poi alcuni investimenti che prevedono il potenziamento e la digitalizzazione delle reti energetiche tramite progetti di resilienza e la promozione dell'idrogeno in aree industriali dismesse (*hydrogen valley*), in settori *hard-to abate* (dove la sostituzione di fonti energetiche è più complessa) e sulle reti stradali e ferroviarie. Nella misura dell'efficienza energetica e della riqualificazione degli edifici sono previsti importanti finanziamenti come l'Ecobonus e il Sismabonus che ricoprono fino al 110% il costo dell'opera per la riqualificazione degli edifici; l'efficientamento del patrimonio pubblico, e in particolare di quello scolastico e giudiziario; lo sviluppo dei sistemi di teleriscaldamento.

All'alba del rilancio delle politiche di transizione ecologica con il PNRR, è seguito subito un ulteriore scossone: la ripresa post-pandemica globale del 2021 ha innescato una notevole pressione sul mercato delle fonti fossili e in particolari in quello del gas, una situazione già in corso negli anni precedenti a causa dell'aumento dell'impronta energetica di alcuni paesi asiatici come Cina e India (Rampini 2022). Nel 2021, inoltre, a causa della mancanza di vento nel mare del nord Europa, è venuta meno la grande produzione eolica europea, dimostrando i limiti della generazione rinnovabile e la ancora forte dipendenza esterna dalle fonti fossili. Questo shock energetico, infine, è stato peggiorato dallo scoppio della guerra russo-ucraina che ha portato, da un lato, l'Unione Europa ad applicare sanzioni contro il petrolio russo, e dall'altro, la Russia a limitare le forniture di gas all'Europa di cui l'Italia dipende per oltre il 50% del proprio fabbisogno (Rampini 2022).

A fronte del peggioramento della crisi energetica, il dibattito nazionale sulla transizione si è riaperto puntando i riflettori sulla inevitabile dipendenza che il sistema nazionale ha ancora dalle fonti fossili. Si sono così ravvivate le attenzioni per gli scenari della diversificazione delle fonti fossili, cambiando il bilanciamento geopolitico del mercato energetico nazionale ed europeo; si sta pianificando una ri-infrastrutturazione territoriale per garantire sicurezza alle fonti fossili, gas in primis<sup>07</sup> e allo stesso tempo di sta ritardando la chiusura delle centrali a carbone.

Il dibattito contemporaneo sulla transizione energetica appena accennato definisce una situazione tutt'altro che stabile. L'estrema complessità della questione energetica costituisce spesso un limite ad affrontarla, condannando il processo a procedere in modo accidentale e in piena anarchia.

Parlare di energia, anche da un punto di vista territoriale, è e sarà una sfida sempre più grande, ma allo stesso tempo improrogabile.

<sup>07</sup> Queste considerazioni sono tema di dibattito in corso e non sono sostenute ancora da una letteratura scientifica. Si suggerisce pertanto la ricerca di approfondimenti nella letteratura grigia come "Energia, a rischio lo stop entro il 2025 delle centrali a carbone, Laura Serafini, in Il Sole 24 ore, 9 marzo 2021" e "Gas, parte il raddoppio del Tap: 1,2 miliardi di metri cubi in più, Celestina Dominelli, in Il Sole 24 ore", 31 gennaio 2023."

## LA REGIA DELLA TRANSIZIONE IN EUROPA

Un punto di partenza è sicuramente quello di comprendere la regia che sta dietro alla transizione e quindi individuare da dove e da chi e con che cosa viene diretto il processo. Osservando lo sviluppo della transizione si evince uno stretto legame con l'istituzione europea (Ghiglione 2019). Dai primi accordi commerciali sullo scambio di risorse energetiche, come la CECA del 1952, passando per le politiche di preparazione del mercato unico dell'energia, negli anni '90, si giunge al 2009 dove l'entrata in vigore il Trattato di Lisbona<sup>08</sup> prevede l'istituzione di una inedita *governance* energetica comune. L'Unione Europea è passata così dalla determinazione di obiettivi programmatici all'imposizione di obiettivi di natura vincolante, tradotti in strategie con target temporali (2020, 2030 e 2050) e organizzati in pacchetti di politiche. Nel primo pacchetto (2020 Climate & Energy Package), lanciato per l'appunto nel 2009, furono previste una serie di norme vincolanti volte a garantire il raggiungimento di tre ambiziosi obiettivi: il taglio del 20% delle emissioni di gas effetto serra, il raggiungimento di un 20% di rinnovabili nel mix energetico e il miglioramento del 20% dell'efficienza energetica per ridurre i consumi. Il raggiungimento di questi obiettivi è stato sostenuto da importanti meccanismi di incentivazione economica e dall'aumento dell'attrattività e competitività industriale nello sviluppo di tecnologie e innovazione tecnica nel campo dell'energia.

La transizione, così concepita dal contesto europeo, allude a un processo basato sull'innovazione tecnologica e sulla spinta di una attrattività economica, definendo quindi un processo di modernizzazione del sistema energetico (Puttilli 2014). Osservando il contesto di queste *policies* si nota come, per accelerare la transizione e renderla pertanto "desiderabile", molto si sia puntato nella diffusione di incentivi economici e certificazioni per la costruzione di impianti da FER o per progetti di efficientamento e sui finanziamenti all'innovazione tecnologica di diversi settori come quello produttivo e del trasporto, favorendo in entrambi i casi forme di capitalismo neoliberale e di economia

<sup>08</sup> Il Trattato di Lisbona, ufficialmente Trattato sul funzionamento dell'Unione europea, ha apportato ampie modifiche al Trattato sull'Unione europea e al Trattato che istituisce la Comunità europea segnando inoltre, all'articolo 4, 2° comma, lettera i, come l'energia diventi materia di competenza concorrente non più basata su aspetti di funzionalità ma di sussidiarietà.



finanziata (Frolova et al. 2020; Puttilli 2014).

Considerando gli elementi appena descritti, è facile comprendere come la regia della transizione poco abbia riflettuto sugli aspetti socio-spaziali, producendo perlopiù “politiche isomorfe” con soluzioni tecniche comuni a problemi simili (Barca, McCann, e Rodriguez-Pose 2012). La forza degli strumenti e soluzioni tecnico-economiche introdotte, in una condizione di *space-blindness*, ha notevolmente influenzato la velocità della transizione, andando ad accelerare processi trasformativi senza pianificazione né monitoraggio degli esiti (Frolova et al. 2020; Puttilli 2014).

Nella *governance* energetica vi è quindi una scarsa territorializzazione dei processi e delle trasformazioni e un’assenza di spazializzazione e di indicazioni progettuali proiettive che hanno appiattito e standardizzato ogni strategia di transizione (De Pascali and Bagaini 2018). Questa criticità persiste da tempo: infatti, la dimensione socio-spaziale di molte tematiche è fortemente allontanata dalle *policies*, consentendo così azioni di concentrazione dell’eccellenza, separazione dal territorio e specializzazione funzionale (De Rossi 2020).

Considerando che i fatti e i fenomeni appartenenti a un qualsiasi ambito tematico assumono significato concreto solo se riferiti al territorio in cui si manifestano (ISPRA 2008), è facile leggere nelle profonde inerzie che caratterizzano oggi la transizione ragioni imputabili alla mancata territorializzazione della transizione. Tutto il sistema energetico, infatti, dalla produzione al consumo, è caratterizzato da profonde criticità che ostacolano il perseguimento degli obiettivi. La sregolata e iperfinanziata costruzione di nuovi impianti da fonti rinnovabili ha sparpagliato un gran numero di impianti sul territorio, spesso con azioni speculative e predatorie, generando inevitabili conflitti (Frolova, Nadai, e Prados 2015; Ferrario e Castiglioni 2015; Dansero e De Luca 2014). Per arginare questa tensione è stato rafforzato l’approccio vincolistico della pianificazione territoriale (Legambiente 2021) che, mancando di strumenti e conoscenza spaziale, si è limitato a definire cosa e dove non fare, piuttosto che intraprendere un approccio propositivo in grado di diffondere una cultura progettuale della transizione (Ferrario, Puttilli, e D’Angelo 2020). La mancata conoscenza geografica dei flussi energetici e la considerazione residuale degli spazi nelle infrastrutture di trasporto ha rallentato la trasformazione dei sistemi di trasmissione e distribuzione con il peggioramento

di condizioni come il traffico energetico e la vulnerabilità ambientale. Infine, la mancanza di strumenti in grado di misurare e spazializzare i consumi energetici, oltre la non considerazione dei differenziali socio-spaziali dei tessuti urbani, ha portato a una caotica trasformazione della città del Novecento, quella composta perlopiù da un patrimonio edilizio per nulla efficiente e ancora fortemente dipendente dall'uso dell'automobile (Magnani, Carrosio, e Osti 2020).

Pare chiaro, quanto urgente, il bisogno di territorializzare la transizione, ma come farlo?

### **COME TERRITORIALIZZARE LA TRANSIZIONE?**

*Territorializzare spazializzando.* In questo momento il ruolo dell'urbanista sembra particolarmente importante per riprendere controllo sul processo accidentato di transizione, intraprendendo, con operazioni esplorative e sperimentali, la ricostruzione della relazione tra l'energia e il territorio (Briffaud and Ferrario 2015, 83). Inoltre, siamo di fronte a un tema emergente che individua nello spazio dell'energia generative e dirompenti possibilità di ricerca (Bridge, 2018).

La disciplina urbanistica ha trattato la transizione, in un primo tempo, come mero problema di fornitura ed efficientamento per gli edifici e per la mobilità, stringendo lo sguardo spesso alle sole aree urbane e ad alcune infrastrutture (De Pascali e Bagaini 2019; Stoeglehner, Niemetz, e Kettl 2011). Ora è necessario aprirsi su tutta la filiera energetica (dalla produzione al consumo), uscendo anche da ciò che si definisce urbano e intraprendendo un'attenta rappresentazione delle ricadute spaziali che producono i sistemi energetici, collocate non sempre in città e non sempre in settori come la mobilità o l'edilizia. La riflessione sulla transizione energetica diventa così una "genuine design challenge" (Sijmons et al. 2014) in grado di dare rappresentanza e rappresentatività ai processi in corso e, allo stesso tempo, permettere la costruzione di strumenti per il progetto di territorio prefigurando una transizione energetica più desiderabile.

Una delle possibili azioni è quella di ripartire dallo spazio in trasformazione e dalla sua rappresentazione. Infatti, se uno degli obiettivi principali dell'urbanistica è oggi quello di territorializzare la transizione (Coppola, Lanzani, and Zanfi 2021), diventa quindi fondamentale il controllo simbolico dello spazio tramite la rappresentazione (Turco 1998).

L'orizzonte che si pone la tesi è pertanto quello di approfondire le questioni spaziali dell'energia, contribuendo alla ricerca e sperimentazione di metodi di rappresentazione in grado di radicare la transizione al territorio, fornendo inoltre indizi per ripensare al progetti, piani e politiche maggiormente territorializzate. Per fare questo la tesi osserverà la ri-territorializzazione dei sistemi energetici della produzione (rinnovabile e fossile), del trasporto e del consumo partendo da un caso studio specifico: il Veneto.

*Veneto come laboratorio di ricerca.* Assumendo il fatto che le politiche energetiche della transizione hanno un ruolo primario nella produzione di ricadute spaziali, è stato necessario definire un perimetro, governato da *policies*, entro cui concentrare le osservazioni. In Italia l'energia è, con la riforma del titolo V della Costituzione del 2001, materia concorrente tra Stato e regioni. Queste ultime hanno un ruolo fondamentale nella pianificazione grazie al principio di sussidiarietà delle politiche europee che demandano proprio a questa scala la declinazione "territoriale" delle *policies* (Bonatesta 2020). Per questo motivo la tesi ha scelto di osservare un territorio regionale in cui riconoscere con più facilità esiti di un processo guidato da medesimi indirizzi pianificatori. Osservando il fabbisogno energetico di ciascuna regione italiana (Terna, Report Elettricità nelle Regioni, 2020) si percepisce una situazione alquanto differenziata: dai grafici dell'andamento delle richieste di energia, che descrivono il fabbisogno elettrico mettendo in relazione energia prodotta ed energia consumata, emergono evoluzioni storiche complesse e non sempre lineari che corrispondono a diverse fasi di transizione<sup>09</sup>.

Tra le regioni italiane, il Veneto rappresenta il territorio con le mutazioni più accentuate e pertanto significative. La scelta di individuare questo contesto come caso studio non si ferma solo all'idea di territorio unitario governato da *policies*

<sup>09</sup> Negli anni '80 si nota in Veneto e nel Lazio un deciso incremento della produzione imputabile alla costruzione di diverse centrali termoelettriche alimentate da fonti fossili. La stessa produzione è poi precipitata nei primi anni del 2000 in concomitanza con la chiusura dei medesimi impianti, sia per effetto delle politiche "preparatorie" alla transizione, sia per il fine vita di alcuni cicli. In questa fase il Veneto è stato in assoluto la regione che ha subito di più gli effetti di questa transizione, passando da una piena sufficienza energetica a un profondo deficit. Un terzo momento di inversione del fabbisogno si individua nel 2009, anno di lancio del primo pacchetto di politiche energetiche. Qui notiamo un certo protagonismo di regioni come Puglia e Molise, che entrano in un regime di elevato surplus energetico, mentre in Veneto e in Lazio il deficit, fino ad allora in calo, pareggia l'andamento del fabbisogno, pur mantenendo ancora uno status di dipendenza extra territoriale.

o rappresentativo delle quantità dei processi di transizione, ma guarda anche sulla sua articolata “storia elettrica” che ha reso questo territorio protagonista in molte transizioni. Dalle vaste implicazioni territoriali originate dalla storica filiera della biomassa della Repubblica di Venezia (Bonan 2020); allo sfruttamento idroelettrico che introdusse le prime forme di industrializzazione (Ferrario e Castiglioni, 2017) e di dispersione insediativa della regione (Viganò et al. 2014); dalla nascita e sviluppo dell’industria elettrica della SADE (Giannetti 1985), sino al disastro del Vajont che segnerà l’opinione di un’intera nazione e lo sviluppo infrastrutturale dell’energia per diversi decenni (Sirena 2016). E ancora, dalla leadership nella produzione fossile con la costruzione della più potente centrale termoelettrica d’Italia (Geroldi and Pessina 2021), ai più recenti sviluppi nella diffusione di tecnologie rinnovabili, che vedono il Veneto come la regione con il maggiore numero di impianti fotovoltaici installati sugli edifici (GSE, Report fotovoltaico 2018).

Infine, sul Veneto, negli ultimi decenni, si sono stratificati numerosi e significativi studi nel campo urbanistico, sia per le caratteristiche geomorfologiche che determinano un’alta varietà di paesaggi (Susmel 2020), sia per i particolari sviluppi urbani (Tosi e Munarin, 2007, Indovina 1990), dei sistemi produttivi (Bassi e Fabian 2018) e di quelli agricoli (Ferrario 2009, De Marchi 2018), che definiscono un interessante campo di esplorazione di una metropoli orizzontale (Cavaliere e Viganò, 2019).

### **STRATEGIE, AZIONI E STRUMENTI DELLA RICERCA**

Per affrontare il tema della territorializzazione della transizione sono state necessarie diverse strategie di ricerca. La prima è stata la definizione del quadro scientifico di riferimento tramite una complessa costruzione del dibattito sulla transizione energetica, sia da una prospettiva tecnica-politica-economica sia da una socio-spaziale. Nel primo caso è stato necessario integrare alla letteratura scientifica, proveniente perlopiù da discipline economiche e della pianificazione, diverse fonti di “letteratura grigia” definite dai tanti documenti, report, articoli provenienti, in particolar modo, dalla Commissione Europea e che aggiornano, di volta in volta, un tema in costante evoluzione. Nel secondo caso, invece, la principale letteratura consultata proviene dalle discipline della geografia e della sociologia, sia in contributi nazionali che internazionali.

Una seconda strategia è quella che punta a definire gli aspetti più propriamente territoriali della transizione. Qui è stato necessario conoscere il funzionamento del sistema energetico (o della parte analizzata) schematizzando la filiera e provando ad identificare gli spazi coinvolti e le configurazioni possibili attraverso la consultazione di schede prodotte perlopiù dalla disciplina dell'ingegneria energetica. Dopodiché, attraverso esplorazioni sul campo è stato possibile osservare dove e come toccano a terra le infrastrutture energetiche. I sopralluoghi, fortemente limitati a causa del lungo periodo di restrizione sui movimenti causato dalla pandemia da COVID-19, hanno permesso l'approfondimento tematico in particolar modo nei contesti tra Veneto ed Emilia-Romagna e in alcune occasioni in altri territori italiani<sup>10</sup>.

Una terza strategia è stata quella della rappresentazione spaziale. Per questa parte sono state necessarie azioni di *mapping* che hanno aperto a un'interessante sfida nonché a un nuovo panorama di sperimentazioni. Molte delle considerazioni della ricerca sono emerse proprio all'interno di sforzi di rappresentazione spaziale che, per la ricchezza degli esiti, meritano attenzione. Tra i diversi tentativi di mappature portati avanti, possiamo riportare tre metodi rivelatesi utili in più momenti: la spazializzazione di dati quantitativi; il ridisegno territoriale delle filiere energetiche; l'individuazione di composizioni spaziali di infrastrutture. In tutte le operazioni è stato richiesto un approccio il più possibile rigoroso, ma allo stesso tempo creativo, che ha portato alla definizione di alcuni elementi utili a impostare una grammatica di rappresentazione spazializzata della transizione energetica. Le rappresentazioni, basate su sguardi multiscalari e approfondimenti in diversi contesti, sono state sistemate poi

<sup>10</sup> I principali sopralluoghi organizzati si sono suddivisi per tipologia di impianto o iniziativa. Per i mini impianti idroelettrici sono state visitate le centrali del Corpassa (La Valle Agordina), della Gosalda (Gosaldo) dell'Altanon (Santa Giustina), della Borsoia (Chies d'Alpago); i mini impianti del consorzio di Bonifica del Piave (Montello) e quelli lungo l'asta del Meschio (Vittorio Veneto). Inoltre, sono stati visitati i siti di cinque progetti e cantieri di nuovi impianti, ovvero le centraline sul Piave (Ponte nelle Alpi, Belluno e Limana), l'impianto di Val del Grisol (Longarone) e il cantiere abbandonato di Ponte Titele (Gosaldo). Per la produzione da biomasse solide sono stati fatti sopralluoghi con colloqui informali agli abitanti attorno alle centrali termoelettriche di Ospitale di Cadore e Longarone. Per la produzione fotovoltaica sono stati visitati gli impianti fotovoltaici di Candiana e San Bellino (Rovigo); quelli di Calderara di Reno (Bologna), di via Aranova (Ferrara), l'impianto agrovoltaico di Sant'Alberto di Ravenna e gli impianti fotovoltaici galleggianti del consorzio di Bonifica di Sassuolo. Per le infrastrutture di trasporto è stato organizzato un sopralluogo itinerante lungo l'elettrodotto della Dolo-Camin tra Spinea e Mestre e lungo quello della Polpet-Vellai tra Limana e Belluno. Seppur fuori contesto è stato particolarmente formativo il sopralluogo alla comunità energetica solidale di Napoli-Est, dove è stato organizzato un colloquio informale con un rappresentante dell'iniziativa. Un secondo sopralluogo fuori contesto è quello presso l'azienda energetica locale ACSM del comune di Primiero San Martino di Castrozza (TN) dove è stato possibile visitare alcuni impianti e dispositivi urbani installati dall'azienda.

entro una raccolta di cartografie della transizione. La struttura di questa raccolta ripercorre l'idea di filiera energetica dove le parti del sistema vengono, di volta in volta, analizzate in base: alla produzione da fonti rinnovabili, analizzando i sistemi di produzione sviluppati negli ultimi decenni e responsabili di inedite trasformazioni territoriali; alla produzione da fonti fossili, ovvero i processi di dismissione o riconversione di impianti a fonti fossili che generano nuovi paesaggi stratificati; al trasporto, osservando in modo particolare la trasformazione delle infrastrutture di trasmissione elettrica; al consumo, concentrandosi nella forma dei consumi elettrici legati al patrimonio costruito e alle diverse forme di efficientamento.

Per affrontare le diverse strategie di ricerca è stato necessario delineare sin da subito alcuni confini della ricerca:

1) Posizionamento. La tesi prova a fissare lo sguardo nel punto di incontro tra politiche e politica e tra questioni locali e globali, cercando di definire un campo, se non neutro, quanto meno ponderatamente posizionato. Pur cercando un equilibrio tra i diversi scenari energetici, la tesi propende per una visione radicale. Questo significa che, nel vario campo delle pratiche e delle strategie energetiche osservate, sarà data attenzione a posizioni che ripensano in profondità la questione energetica orientandosi sull'idea di sufficienza, di bastevolezza, di moderatezza, di sobrietà e di adeguatezza dell'energia, dove la risorsa è da utilizzare meno invece che meglio.

2) Quale energia? L'energia assume molte forme, tra cui quella elettrica e termica che sono responsabili delle maggiori implicazioni spaziali. Per concentrare lo sguardo e permettere un maggior approfondimento delle questioni si sceglie in questa tesi di osservare solo le componenti legate alla produzione, al trasporto e al consumo elettrico.

3) Quale transizione? Come già accennato, la tesi osserva il processo di transizione energetica all'interno della più ampia direzione della transizione ecologica. Le osservazioni della tesi hanno un orizzonte temporale preciso che coincide con il lancio, nel 2009, delle prime politiche energetiche di transizione e che, come accennato, hanno dato avvio a una profonda trasformazione spaziale dei sistemi energetici nel contesto nazionale.

4) Limiti della ricerca. La tesi ha praticato un faticoso esercizio di equilibrio per poter maneggiare un tema di ricerca attuale, ampio e, in questi anni, soggetto a repentini cambiamenti. La tesi

ha subito due particolari “shock” che hanno determinato profondi ripensamenti e operazioni di decostruzione e ricostruzione del lavoro. Il primo avvenimento è legato alla pandemia da COVID-19 che ha introdotto politiche e strumenti che saranno *driver* di future trasformazioni territoriali ora difficili da prefigurare. Il secondo è la guerra russo-ucraina che ha aggravato la già in corso crisi energetica con pesanti rallentamenti e ripensamenti alle principali direttive in corso. A causa di questi eventi alcuni filoni della ricerca sono stati congelati e parzialmente abbandonati, come quello inerente alla de-territorializzazione degli spazi dell’energia fossile, che ci si augura di riprendere in futuro.

Esiti delle rappresentazioni, ma anche ciò che è stato osservato nei sopralluoghi, colto da interviste e colloqui, estratto dalla letteratura scientifica e grigia ha portato alla individuazione di numerosi indizi e materiali per ripensare a un progetto spaziale dell’energia, nuovi punti di vista e contenuti degli strumenti di piano (a tutte le scale) e nuove linee guida per le politiche.





**CAPITOLO 1**

**TRANSIZIONE:  
UNA NUOVA  
“QUESTIONE  
URBANA”**



## **1.1 SGUARDI DELL'URBANISTA NEI PROCESSI DI TRANSIZIONE**

L'urbanistica, per sua natura, si confronta con il cambiamento agendo da interprete e agente, protesa a comprendere cause, modalità ed effetti (Montedoro and Russo 2022). Ogni volta che la struttura dell'economia e della società cambia radicalmente, come ricorda Bernardo Secchi (2010), la questione urbanistica torna in primo piano. Questo perché è nello spazio che si condensano e prendono forma i mutamenti ed avviene una riconfigurazione fisica e tecnologica che porta a nuovi rapporti sociali e nuovi assetti politici (Perrone e Russo 2019). La transizione non prende corpo in modo unitario e totalizzante, ma con segni diffusi e scarsamente percepibili come un insieme; pertanto, il processo è identificabile solo in spazi frammentati. L'idea stessa di frammento presuppone la rottura di un equilibrio precedente e la scomparsa di uno stato unitario e armonico delle cose (Viganò 1999) ed è quindi su questi spazi che si osservano e interpretano meglio gli indizi della transizione.

La lettura dello spazio, però, non basta da sola: infatti, se consideriamo la transizione non come un processo circoscritto che si deve superare, ma come un processo che comporta l'allentarsi di precedenti condizioni (Munarini 2016), dobbiamo inevitabilmente considerare la componente territoriale della transizione. Il territorio, infatti, è il prodotto storico di processi co-evolutivi di lunga durata fra insediamento umano e ambiente, fra natura e cultura e, quindi, come esito della trasformazione dell'ambiente ad opera di successivi e stratificati cicli di civilizzazione (Magnaghi 2020). Questi cicli definiscono un processo di territorializzazione che, come propone Angelo Turco (1998), si compone in tre atti territorializzanti: la denominazione, ovvero sia il controllo simbolico sullo spazio relativo a una manifestazione che riguarda la sfera intellettuale; la reificazione, ovvero il controllo materiale e la strutturazione, ossia la sfera dell'organizzazione sociale. L'allentarsi di questi controlli determina una de-territorializzazione, mentre la comparsa di nuove condizioni una ri-territorializzazione. In questo senso la transizione si posiziona tra le fasi di de- e di ri-territorializzazione dove i sistemi mutano il loro stato producendo una progressiva perdita di valori e la sostituzione o sovrimposizione di nuovi (Raffestin 1991, Turco 1998). Nel passaggio da uno stato all'altro è evidente

la coesistenza di spazi, strutture e artefatti del passato, ancora viventi, e la nascita di nuove configurazioni e relazioni spaziali (Lanzani 2020) che ci pongono davanti a una difficile mediazione tesa talvolta alla conservazione, al riutilizzo, al dialogo, altre alla dismissione, all'abbandono, alla rottura.

Il declino e la frattura di paradigmi e sistemi territoriali ereditati dal passato, dimostrati dalle crisi in corso, destabilizza anche i concetti, le categorie, gli strumenti e i paradigmi utilizzati sinora nella ricerca e nel progetto urbanistico (Perrone e Paba, 2019).

Di fronte alla mutazione territoriale, riprendendo ancora le parole di Bernardo Secchi (2010), è necessario ripensare anche al ruolo dell'urbanista. Oggi, questa figura è messa in crisi soprattutto in considerazione di un sistema di pianificazione profondamente riformato da diverse generazioni di leggi regionali e dall'introduzione di strumenti non convenzionali di trasformazione urbana e, poi, da una generale sfiducia da parte dello Stato e della società civile sulla centralità dell'urbanistica nella costruzione di visioni progressive di città (Montedoro and Russo 2022).

Questioni emergenti come il cambiamento climatico, il calo demografico, l'andamento recessivo dell'economia, la crisi di welfare nelle grandi aree urbane, la necessità di una transizione ecologica definiscono un nuovo ed ampio lessico della transizione (De Pascali 2017). Osservando questi termini si notano perlopiù riflessioni legate a problemi, piuttosto che a certezze, e a dinamiche incompiute, piuttosto che a repertori di stabilità. Questo delinea un diverso modo di fare dell'urbanista che, nell'approcciare la transizione, deve considerare l'indeterminatezza del futuro descrivendola entro schemi flessibili che includono un certo senso di vaghezza (Viganò 2016). Una diversa prospettiva quindi che però mette in crisi gli attuali strumenti che falliscono davanti ai cambiamenti particolarmente pervasivi, imprevedibili e spesso difficili da codificare (Russo 2017) e che non riescono più ad assicurare rappresentanza e rappresentazione a tutti gli elementi umani e non umani (Tosi 2022).

*Tempi, scale, discipline.* I caratteri fluidi della transizione costringono un ripensamento ampio della dimensione temporale e, in particolar modo, della velocità e dell'intensità di quello che viene trasformato e prodotto. La convivenza con l'imprevedibilità delle trasformazioni rende difficile interpretare cosa sta

succedendo e prefigurare cosa succederà e, pertanto, spesso non è possibile definire in quale progetto la società si sta incamminando (Perrone e Russo 2019). L'inerzia temporale è amplificata poi da alcuni caratteri della transizione stessa: da sempre le grandi rivoluzioni sono accompagnate da evoluzioni tecnologiche che contribuiscono nella trasformazione delle forme degli spazi abitabili e di conseguenza nei modi e nelle forme del progetto (La Greca 2017). Oggi, però, con la rivoluzione digitale assistiamo a uno scollamento tra un tempo veloce, quello tecnologico, in netto contrasto con un tempo apparentemente fermo delle discipline del progetto (Ricci 2019). Questo sbilanciamento porta spesso a non ripensare gli spazi, ma semplicemente ad accessoriarli con dispositivi digitali, lasciandone inalterate le caratteristiche fisiche.

Un altro aspetto complesso da considerare nella fluidità della transizione è la multiscalarità. Lo spazio della transizione contemporanea è sempre riflesso di questioni sovralocali che definiscono l'interesse generale, ad esempio i cambiamenti climatici e l'emergenza energetica, e di temi locali generati dal contesto (Russo 2017). Una delle tensioni più presenti è proprio quella tra globale e locale: le innovazioni delle "nicchie" della transizione appaiono alla scala minuta ma, allo stesso tempo, sono direttamente influenzate da "regimi" che definiscono quadri sovralocali (es. Regioni, Unione Europea) e vengono condizionati da questioni globali. Per questo l'urbanistica richiede un nuovo approccio sistemico in grado di comprendere l'interdipendenza dei fenomeni e come questi attraversano e mutano tra le diverse scale (Lino e Munarin 2017).

Ultimo aspetto da considerare è quello dell'interdisciplinarietà. Il processo complesso della transizione riguarda diverse questioni territoriali, ciascuna delle quali trova approfondimento in diversi ambiti disciplinari. La transizione, per essere compresa nella sua complessità, richiede quindi uno sguardo ampio e consapevole che affronti un campo sempre più multidisciplinare (Perrone e Russo 2019). Ciò spinge a ripensare la posizione individuale dell'urbanista che si deve muovere, invece, verso forme di collaborazione e di costruzione di alleanze territoriali tra più attori, capaci di nuove forme di equilibrio più dinamiche (Montedoro and Russo 2022).

*Un'agenda per la transizione.* A fronte di queste nuove condizioni del fare urbanistico, da più parti è emersa la necessità di ripensare il ruolo proattivo della disciplina definendo un'agenda della transizione capace di definire nuove azioni, obiettivi e valori (Perrone e Russo 2019) e che sappia costruire una dotazione strumentale per affrontare la transizione.

Un primo punto dell'agenda è sicuramente la profonda conoscenza degli aspetti territoriali della transizione, che passa anche tramite un lavoro di semplificazione, senza banalizzazione, e che prende corpo con la rappresentazione e concettualizzazione in tutte le sue forme, dal racconto alla cartografia (Viganò 2016). Queste nuove rappresentazioni devono cambiare spesso posizione e smarcarsi dal passato, definendo metodi di indagine inediti che ci spingono a procedere in modo tentativo, discutibile e coraggioso (Gabellini 2016).

Un ulteriore punto fondamentale è l'urgente richiesta sociale, all'urbanistica, di fornire soluzioni piuttosto che alimentare riflessioni più ampie; in questo senso, il ruolo del progetto della transizione dovrebbe essere quello di dare "forma" a un universo materiale "informe" (Ricci 2019), mettendo a punto strumenti capaci di guardare le trasformazioni urbane e territoriali all'interno di una cornice di senso. Queste sono tutte azioni e riflessioni che puntano alla creazione e dotazione di strumenti per territorializzare il sapere e il progetto della transizione (Coppola, Lanzani, e Zanfi 2021) riportando al centro del progetto e delle politiche la dimensione socio-spaziale.

*L'aggettivazione ecologica e la questione energetica.* Sebbene la transizione preveda contesti di cambiamento ampi e pervasivi, nel discorso urbanistico prevale un certo lessico che oscilla tra concezioni critiche e riflessioni tecnico-pratiche (De Pascali 2017) di temi ricorrenti legati al paradigma della sostenibilità, del cambiamento climatico, del contenimento del consumo di suolo e delle risorse irriproducibili (Fabian e Savino 2016); così come della vulnerabilità, della mitigazione, della sicurezza, della resilienza, dell'eco-innovazione, della rigenerazione energetica e della riduzione delle emissioni di CO<sup>2</sup> (Russo 2017). L'obiettivo di queste tematiche mette al centro i sistemi dell'acqua, dell'energia, della mobilità, del cibo e del patrimonio naturale; ovvero i sistemi vitali del territorio messi sotto stress dalla crisi climatica (Rifkin 2019; Chomsky, Pollin, e Polychroniou 2020). Il benessere dei cicli vitali di un territorio è storicamente al centro della disciplina

urbanistica (Zucconi, 2022) che ha sempre cercato di rispondere a fondamentali questioni ambientali come l'industrializzazione e l'igiene urbana, le bonifiche idrauliche, la redistribuzione territoriale delle attività inquinanti, le ottimizzazioni dei cicli metabolici, ecc. In passato, spesso gli interventi hanno solo dislocato i costi ambientali e gli impatti sociali altrove<sup>01</sup>, mentre le crisi contemporanee, come la pandemia, ci mostrano che il costo dell'inazione ormai cresce rapidamente anche in gruppi e in territori finora meno esposti (Coppola, Lanzani, e Zanfi 2021). Questo porta a un radicale ripensamento del rapporto tra l'uomo e l'ambiente e quindi a un interesse per le relazioni ecologiche.

Negli ultimi anni l'aggettivazione ecologica della transizione, ha preso sempre più piede anche grazie alla centralità di alcune agende internazionali (ONU 2030)<sup>02</sup> e, nel contesto italiano, all'istituzione del Ministero della Transizione Ecologica (MiTE)<sup>03</sup>. Dall'organo italiano stanno uscendo le prime politiche di transizione ecologica che uniscono, in modo inedito, le competenze ambientali con quelle energetiche. Da questa fusione strategica energia-ambiente si notano obiettivi che si puntano a ristrutturare il modello di sviluppo per preservare la salute, la sostenibilità e la prosperità del pianeta (CITE 2022, Proposta per il Piano della Transizione Ecologica), ma evidenziano anche il peso e la necessità di una transizione energetica all'interno di un quadro ecologico. Tra i principali obiettivi della transizione ecologica italiana (ed europea) troviamo il processo di decarbonizzazione dell'economia (da non confondere con il *phase-out* del carbone), che prevede l'azzeramento nel contesto europeo, entro il 2050,

<sup>01</sup> Per un lungo tempo l'igienizzazione delle città è stata conseguita con tecnologie di smaltimento che hanno dislocato il problema verso fiumi e mari o riversando rifiuti su aree e spazi marginali, mentre i costi e gli scarti di alcune azioni sono stati spostati a scale distanti generando un Nord globale apparentemente salubre vs un Sud "discarica" (Coppola, Lanzani, e Zanfi 2021).

<sup>02</sup> Tra le diverse programmazioni si riconosce, per importanza, l'Agenda ONU 2030 per lo sviluppo sostenibile. La programmazione si basa su un approccio multidimensionale con l'obiettivo di superare le disuguaglianze economiche, ambientali e sociali e perseguire uno sviluppo sostenibile, equilibrato ed inclusivo. Tale approccio segue i cinque pilastri dedicati alle persone, al pianeta, alla prosperità, alla pace e alla partnership. Persone: contrastare la povertà ed esclusione sociale e promuovere la salute e il benessere per garantire le condizioni per lo sviluppo del capitale umano. Pianeta: garantire una gestione sostenibile delle risorse naturali, contrastando la perdita di biodiversità e tutelando i beni ambientali e culturali. Prosperità: affermare modelli sostenibili di produzione e consumo, garantendo occupazione e formazione di qualità. Pace: promuovere una società non violenta ed inclusiva, senza forme di discriminazione e contrastando l'illegalità. Partnership: intervenire nelle varie aree in maniera integrata.

<sup>03</sup> Il Ministero, con il cambio del governo Draghi-Meloni nel 2023, è stato rinominato Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica (MASE). Nonostante il cambio di nome, competenze e obiettivi rimangono invariati rispetto il precedente organo.

delle emissioni nette<sup>04</sup> di ossidi di carbonio, emissioni imputate, per tre quarti, proprio al sistema energetico (Caserini 2021). Data la grande responsabilità della transizione energetica in quella ecologica, spesso le due aggettivazioni vengono sovrapposte generando disordine concettuale. In questo senso è bene precisare come transizione energetica e transizione ecologica intendano, certamente, due processi con obiettivi paragonabili ma, allo stesso tempo si collochino su piani diversi: la prima è spazialmente più evidente poiché fa riferimento alla trasformazione di un sistema territoriale retto da infrastrutture con un funzionamento a filiera, mentre la seconda prevede la trasformazione di un modello di valori che sottende ricadute più diffuse e intrecciate tra sistemi, scale, spazi e attori diversi.

La transizione ecologica, infine, è certamente percepita a livello internazionale da studiosi e istituzioni (basti pensare all'eco dell'Agenda Onu 2023); tuttavia, nel contesto nazionale questa non viene ancora radicata nei processi di *governance* multilivello (Montedoro and Russo 2022). La pervasività dei discorsi centrati sull'immaginario ecologico in contesti mediatici e politici spinge sempre più i progetti urbanistici verso concezioni pacificanti e consensuali (Pasqui 2022). Bisogna quindi superare le visioni eco-modernizzanti della transizione per territorializzare concretamente i processi non più basandosi su metabolismi lineari e predatori, ma riequilibrando i cicli per una loro chiusura.

In questo senso la disciplina urbanistica spesso ricorre al concetto di metabolismo urbano usato in ecologia, ovvero l'equilibrio che sovrintende la crescita e la riproduzione delle forme di vita e dell'organismo stesso, definendo flussi *input* e *output* (Perrone and Russo 2019). Il termine, introdotto in modo sistematico nelle analisi urbane di Wolman nel 1965<sup>05</sup>, è tornato nella questione contemporanea dell'urbanistica per progettare la città e il territorio, ricomponendo e rendendo collaborativi i cicli dell'edilizia, dell'acqua, dell'energia, dei rifiuti, della mobilità, dei servizi, dell'ambiente e della produzione, partendo da quelli ancora attivi o latenti nell'attuale metamorfosi urbana (Carta 2015). Infine, il concetto di metabolismo rappresenta

<sup>04</sup> È bene precisare come l'obiettivo di azzeramento sia al pari del netto tra le emissioni positive e negative. Questo ribadisce come sia impossibile azzerare le emissioni di gas serra tramite la sola sostituzione di fonti climalteranti, ma sia necessario anche un intervento di rimozione di Co2 dall'atmosfera con tecnologie chiamate *Carbon Dioxide Removal*.

<sup>05</sup> Abel Wolman, *Metabolism of cities: hypothetical U.S. city with a population of one million, 1965*.



un'opportunità unica per la gestione e pianificazione della transizione ecologica, ovvero quella di comporre un quadro del territorio in cui la rappresentazione di flussi e processi, spazialmente determinati, risponde alla rappresentazione della piattaforma fisica in evoluzione (Pasini 2022).

## **1.2 LA QUESTIONE ENERGETICA: RADICI 1973-2009**

*Per la terza volta nella storia contemporanea una rivoluzione energetica cambia il mondo (Termini 2020).*

La produzione e il consumo di energia hanno un'altissima responsabilità nella crisi climatica, producendo circa tre quarti delle emissioni sia in via diretta, attraverso la combustione di fossili per la produzione elettrica e termica, sia indiretta, in quanto gli stessi combustibili alimentano direttamente i processi industriali e il settore dei trasporti (IPCC, 2022). Sapendo che per evitare una catastrofe ambientale dobbiamo ridurre il 45% delle emissioni di gas serra, una transizione ecologica significa anche, e soprattutto, una transizione energetica che preveda trasformazioni senza precedenti (Rifkin, 2019).

Innanzitutto, bisogna chiarire che non esiste una sola questione energetica, bensì un insieme di problematiche appartenenti a domini (sociali, ambientali, economici e politici) intrecciati tra loro e che sono esito di un processo che affonda le radici a mezzo secolo fa. È bene ricordare che il modo in cui le società hanno 'catturato' e trasformato l'energia in lavoro utile ha sottinteso, da sempre, grandi cambiamenti sociali e geografici con una forte influenza sulla crescita economica, sulle strutture territoriali e sulle relazioni internazionali (Bridge, Bouzarovski, e Eyre 2013). In particolar modo sono le fonti energetiche usate, e le loro tecnologie di conversione, a dirottare gli sviluppi di ogni era energetica e la loro decadenza ha quasi sempre innescato processi di transizione<sup>06</sup>.

Nella storia umana, secondo lo storico dell'energia Vaclav Smil

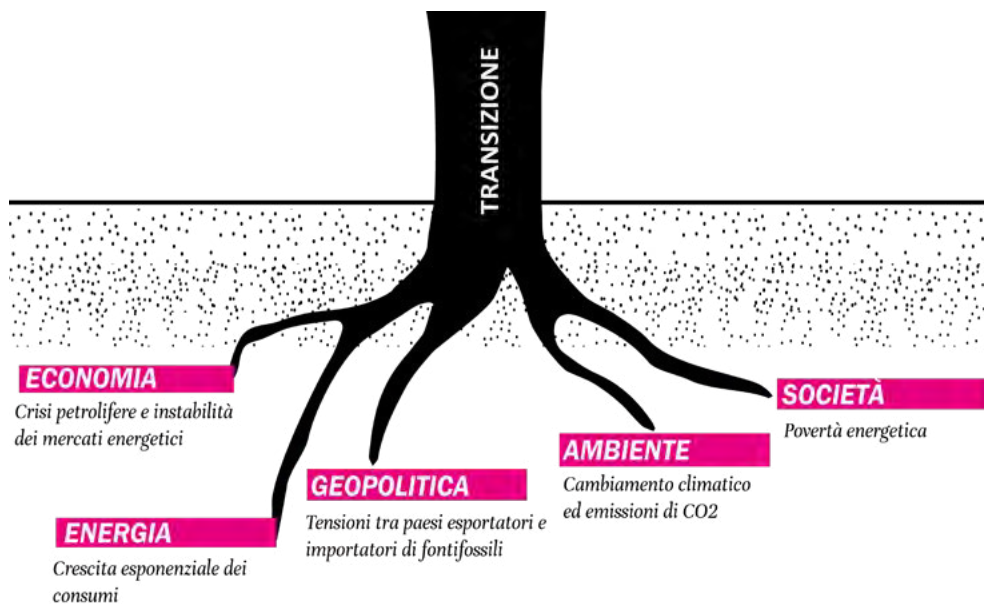
<sup>06</sup> Il declino di una fonte energetica risponde principalmente a due ragioni: l'avvenuta scarsità o sconvenienza nell'uso di una risorsa o lo sviluppo di una tecnologia promettente per una fonte diversa (Termini 2020).

(2017), abbiamo assistito a quattro grandi transizioni energetiche. Le prime due erano legate all'energia somatica generata dalla forza dell'uomo e, dopo la rivoluzione agricola del neolitico, sul lavoro degli animali. La terza, avvenuta in tempi lunghi e in modo differito nel globo, ha introdotto l'energia meccanica prodotta da motori azionati dall'acqua e dal vento, mentre la quarta, sviluppata in tempi rapidi a partire dal XVIII secolo, ha visto lo sviluppo delle fonti fossili, la crescita dell'efficiamento energetico e il passaggio all'elettricità.

Dopo quasi due secoli condizionati da una vasta disponibilità energetica, alimentata dalla facile reperibilità di fonti fossili, a partire dalla seconda metà del Novecento inizia a consumarsi una crisi energetica senza precedenti. Erano infatti gli anni '70 del secolo scorso quando una serie di concause di natura geopolitica ed economica, a cui si aggiungeranno più avanti quelle ambientali, misero in crisi l'allora sistema energetico dell'Occidente basato su un mercato "globalizzato" e dipendente da un'alta richiesta di fonti fossili (Termini 2020; Ghiglione 2019).

Precisamente la transizione contemporanea si fa iniziare con la prima crisi petrolifera del 1973, seguita poi da quella del 1979<sup>07</sup>, allorché i paesi produttori di petrolio iniziarono a negoziare e controllare la produzione, il commercio e le concessioni petrolifere con la conseguente instabilità del prezzo del petrolio nel mercato dei paesi importatori (Termini 2020). Questi eventi portarono all'attenzione anche delle questioni territoriali prima ignorate: la concentrazione dei giacimenti di risorse fossili in limitate aree del pianeta creavano una profonda interdipendenza tra paesi produttori e importatori, portando a fragili relazioni geopolitiche, che sfociavano (e lo fanno ancora oggi) in tensioni e veri e propri conflitti (Termini 2020; Pitron 2019). Queste crisi misero in luce importanti problemi di sicurezza energetica dei paesi occidentali,

<sup>07</sup> Il contesto di queste crisi risale al 1960 quando viene costituita l'OPEC (*Organization of the Petroleum Exporting Countries*), un'organizzazione che raccoglie i principali paesi esportatori di petrolio (Arabia Saudita, Iraq, Iran, Kuwait, Venezuela, Algeria, Angola, Emirati Arabi Uniti, Libia, Nigeria, Guinea Equatoriale, Repubblica Democratica del Congo, Ecuador, Gabon) con lo scopo di unificare e coordinare le politiche relative alla produzione e all'esportazione del petrolio mediando fra gli interessi dei paesi membri e proteggendo le economie contrastando le flessioni di prezzo del petrolio. La creazione dell'OPEC portò alla prima grande crisi energetica che esplose fra questa organizzazione e i paesi consumatori di petrolio nel 1973 in connessione alla guerra arabo-israeliana del Kippur, culminata nell'embargo petrolifero contro USA, Paesi Bassi e Danimarca e nella vertiginosa crescita del prezzo del greggio (da 3,01 a 11,65 dollari al barile). La seconda crisi energetica è legata alla guerra Iran-Iraq del 1980 che aumentò il prezzo del petrolio, toccando la punta di 43 dollari al barile. Successive oscillazioni avvennero nel 1990 a causa della crisi del Golfo, e dopo la caduta dell'URSS.



### Figura 02

Le questioni radicali della transizione energetica: a partire dagli anni Settanta del XX secolo, eventi di diversa natura portarono all'emergere di un dibattito multidisciplinare sui limiti del paradigma energetico e la necessità di innescare una nuova transizione. Elaborazione dell'autore, 2020.

ulteriormente appesantiti dall'irrefrenabile aumento dei consumi energetici in vertiginosa crescita dagli anni '60 e che costrinsero via via l'arricchimento del mix energetico con altre fonti come il gas naturale, il "ritorno" al carbone e la produzione di energia nucleare (Smil 2021). L'intenso sfruttamento di queste risorse evidenziò, quasi da subito, la condizione di esauribilità delle fonti fossili, mostrando quindi anche la possibile vulnerabilità dei sistemi energetici e dei relativi mercati (Puttilli 2014). I limiti e le conseguenze di questo paradigma iniziarono ad essere discussi e trattati anche nel crescente dibattito ambientale<sup>08</sup>, che nel corso degli anni arriverà a consolidare un'idea condivisa di grave impatto sul clima e sull'ecosistema della produzione energetica, soprattutto dopo il disastro di Černobyl' (1986), che attivò non solo l'iniziativa popolare ma anche quella politica<sup>09</sup>.

Tra gli anni '90 e i primi 2000 il dibattito attorno la transizione energetica raggiunse un certo grado di sviluppo: sulla spinta di importanti eventi come la pubblicazione del primo report IPCC (1990), il "Summit della Terra" di Rio de Janeiro (1992) e la sottoscrizione di oltre centottanta paesi al Protocollo di Kyoto (1997), si rafforzò l'idea condivisa della insostenibilità (economica, ambientale, sociale) dell'esistente modello energetico e quindi della necessità di avviare una transizione.

In questo periodo, il contesto geopolitico maggiormente impegnato nella promozione della transizione fu l'Unione Europea (Rifkin 2019). Dagli anni '90, infatti, gli stati europei iniziarono ad impegnarsi concretamente con delle linee comuni<sup>10</sup> atte a creare un sistema energetico condiviso, diversificato e con un'alta efficienza energetica per limitare così consumi e dipendenze dall'esterno. In un primo momento, le politiche di transizione furono tradotte in strumenti non vincolanti<sup>11</sup> portati avanti in

<sup>08</sup> Il cosiddetto dibattito ambientale prende corpo a cavallo degli anni Sessanta e Settanta con le prime conferenze internazionali sul tema: Conferenza di Bangkok-1965, Conferenza ONU di Stoccolma-1972.

<sup>09</sup> Un caso esemplare in questo senso è la Danimarca che, dopo il disastro, bandì il nucleare e iniziò a incentivare la costruzione di parchi eolici. Non differenti furono le sorti anche del sistema elettrico italiano dopo il referendum del 1987 che determinò la fine dello sviluppo nucleare con l'abbandono dei cantieri avviati.

<sup>10</sup> Si fa riferimento in particolar modo alla "Risoluzione del Consiglio, del 17 settembre 1974, concernente una nuova strategia per la politica energetica della Comunità". Fonte eur-lex.europa.eu (consultato a febbraio 2020).

<sup>11</sup> L'Unione Europea ha adottato in primo luogo atti di natura non vincolante, come il Libro Verde del 1994 e il Libro Bianco del 1995, per fornire agli Stati membri gli stimoli necessari per l'avvio del dibattito su un mercato comune dell'energia.



**Figura 03**

UE ed energia: manifesto di una campagna di informazione e sensibilizzazione sull'Unione Europea; l'energia riveste un ruolo primario tra i pilastri dell'integrazione comunitaria. Fabrizio D'Angelo, Padova, ottobre 2022.

modo differito da ciascun Stato. Tra le misure più importanti ci fu la progressiva liberalizzazione dei mercati nazionali dell'energia<sup>12</sup>, con l'obiettivo di creare rapporti economici tra stati che garantissero la concorrenza nel mercato delle fonti energetiche entro i confini dell'UE, diminuendo i prezzi dell'energia per effetto della concorrenza, aumentando la competitività e la sicurezza degli approvvigionamenti e sviluppando una politica ambientale coerente con gli indirizzi internazionali (Ghiglione 2019).

Il processo di liberalizzazione portò a importanti modificazioni del sistema energetico in ogni segmento della filiera sotto gli aspetti organizzativi, nell'affidamento di funzioni, nei prezzi dell'energia e nelle quantità del servizio. In Italia, dal 1962 al 1992, l'intero sistema energetico era gestito da un unico organo: l'Ente Nazionale per l'Energia elettrica (ENEL). L'ente pubblico esercitava il monopolio su tutta la filiera energetica dalla produzione al trasporto, organizzando il sistema in modo piramidale dove l'elettricità prodotta nei grandi impianti veniva via via trasmessa e distribuita alle utenze finali.

Nel 1999, il cosiddetto Decreto Bersani (D.lgs. 79/1999) recepì il Primo Pacchetto Energia che aveva come oggetto l'apertura alla concorrenza e la regolazione del mercato elettrico. Di conseguenza decadde il monopolio ENEL, che diventò una società controllata dal Ministero (Enel spa) e frammentò la gestione della produzione, della distribuzione, della trasmissione e della vendita. Il sistema di produzione vide l'ingresso di nuovi soggetti (perlopiù privati) che costruirono e/o acquisirono impianti in concorrenza con quelli ex ENEL, ora affidati alla società Enel Produzione spa. Per la distribuzione avvenne, a partire dal 2000, una progressiva cessione di parti di rete dalla neo istituita Enel Distribuzione spa a Comuni e ad aziende partecipate; mentre la trasmissione, dopo il *blackout* elettrico del 2003, venne affidata interamente alla società Terna che, ancora oggi, costituisce l'unico *player* energetico a scala nazionale<sup>13</sup>.

Anche a livello tecnologico si intrapresero importanti modifiche: per facilitare la connessione e il contributo dei nuovi

<sup>12</sup> In Italia il processo di liberalizzazione del settore elettrico ha inizio con l'adozione del D.lgs. n. 79 del 1999 quale legge di recepimento della Direttiva 96/92/CE. In questa fase l'Enel da Ente pubblico viene diviso in diverse spa quotate in borsa.

<sup>13</sup> Terna-Rete Elettrica Nazionale spa è la società italiana che gestisce il sistema di trasmissione nazionale. Nonostante l'intero sistema energetico, a seguito della liberalizzazione dei mercati, non sia più gestito da monopoli nazionali, la trasmissione energetica ha mantenuto l'esigenza di una regia nazionale. Terna è l'unico soggetto da prendere in considerazione quando si osservano le infrastrutture di trasmissione.

impianti da fonti rinnovabili, diffusi su tutto il territorio, cambiò la logica della distribuzione e della trasmissione. Da movimenti unidirezionali da grandi centrali elettriche verso le utenze finali, a flussi bidirezionali in una rete a gestione flessibile con possibilità di connessioni e accumulo lungo tutta l'infrastruttura e di autoconsumo in loco e creazione di sistemi *off-grid*<sup>14</sup>.

La liberalizzazione appena descritta servì anche per agevolare l'introduzione delle fonti rinnovabili: sempre negli '90 vennero avviati i primi meccanismi di supporto alle produzioni rinnovabili su iniziativa dei singoli stati. In Italia nel 1992 venne introdotto il meccanismo *feed-in tariff* (legge nr. 9 del 1991) che stabilì prezzi incentivanti per la produzione di energia elettrica da impianti alimentati da fonti rinnovabili e assimilate. A beneficiare di tali tariffe furono però soprattutto gli impianti di cogenerazione e da fonti tradizionali che utilizzavano fonti fossili prodotte da giacimenti minori isolati (Ghiglione 2019).

Nonostante queste misure, la competenza europea in materia di energia rimase limitata ancora per diversi anni, fino al 2009 con l'entrata in vigore del Trattato di Lisbona (adottato nel 2007). L'accordo istituì la *governance* comune dell'energia, passando dalla determinazione di obiettivi programmatici (come i Libri Verdi e i Libri Bianchi<sup>15</sup>) all'imposizione di obiettivi di natura vincolante. All'interno del Trattato, all'articolo 194, per la prima volta vennero definiti dei poteri in materia di energia con degli obiettivi che, in uno spirito di solidarietà tra gli Stati membri, mirassero ad assicurare il funzionamento del mercato interno dell'energia, a garantire la sicurezza dell'approvvigionamento energetico, a preservare la tutela ambientale attraverso il risparmio energetico e lo sviluppo di energie rinnovabili e a promuovere l'interconnessione delle reti energetiche<sup>16</sup>. La nuova *governance* dell'energia fu organizzata in strategie con target vincolanti a scadenze temporali al 2020, 2030 e 2050. Nel primo

<sup>14</sup> *Off-grid*, più propriamente *off-the-grid*, in un sistema energetico definisce un modello di utente (a livello di edificio, complesso o comunità) disegnato in modo indipendente rispetto ad una *utility* energetica. Il termine più in generale intende una disconnessione da una rete energetica e quindi una situazione di autoconsumo iscritta in un sistema chiuso.

<sup>15</sup> Secondo la definizione dell'UE, i "Libri verdi" sono documenti di riflessione su un tema politico specifico pubblicati dalla Commissione; mentre i "Libri bianchi" sono documenti che contengono proposte di azione comunitaria in un settore specifico e talvolta fanno seguito a un libro.

<sup>16</sup> Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, Versione consolidata del trattato sul funzionamento dell'Unione europea, PARTE TERZA - POLITICHE E AZIONI INTERNE DELL'UNIONE, TITOLO XXI – ENERGIA, Articolo 194

pacchetto (2020 Climate & Energy Package) furono previste una serie di norme vincolanti volte a garantire il raggiungimento di tre obiettivi, ovvero il taglio del 20% delle emissioni di gas effetto serra (rispetto ai livelli del 1990), il raggiungimento di un 20% di rinnovabili nel mix energetico e il miglioramento del 20% dell'efficienza energetica per ridurre i consumi. Una delle innovazioni di questa strategia fu la trasversalità dei settori toccati; infatti, gli obiettivi rientrano nella più ampia "Strategia Europa 2020 per la crescita intelligente, sostenibile e inclusiva". Questa strategia, articolata in diverse politiche<sup>17</sup>, prevedeva: per la riduzione di emissioni nei settori della produzione energetica, industriale e dell'aviazione, l'introduzione del sistema di scambio di quote di emissione (ETS); per la diminuzione delle emissioni nei settori dell'edilizia, dell'agricoltura, dei rifiuti e dei trasporti degli obiettivi nazionali di riduzione delle emissioni (*Effort sharing*); per l'aumento della produzione di energia da fonti rinnovabili obiettivi vincolanti sostenuti da diversi incentivi economici come il *feed-in system*, i certificati verdi, gli incentivi fiscali e il conto energia; per implementare l'efficienza energetica (soprattutto nel settore dell'edilizia) la Direttiva 2012/27/EU "*Energy Efficiency*", aggiornata poi nel 2018 dalla Direttiva 2018/2002.

Per il contesto europeo, e quindi per quello nazionale, questo primo pacchetto di politiche ha rappresentato il principale *driver* della transizione e il 2009 la data significativa di avvio di una profonda trasformazione territoriale senza precedenti.

### **1.3 SCENARI DI ECO-MODERNIZZAZIONE E POLITICHE A-SPAZIALI**

*“Da qualche tempo è venuto di moda parlare di un'imminente crisi energetica. Questo eufemismo occulta una contraddizione e consacra un'illusione: maschera la contraddizione che è implicita nel perseguire assieme l'equità e lo sviluppo industriale; fa salva l'illusione che la potenza della macchina possa sostituire indefinitamente il lavoro dell'uomo. Per superare la contraddizione e dissolvere l'illusione, è urgente chiarire quella realtà che viene oscurata dal linguaggio della crisi: e la realtà è che elevati quanta di*

<sup>17</sup> Per maggiori informazioni si vedano i contenuti riportati nelle "actions" del portale della Commissione Europea [https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020\\_en](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020_en), consultato a maggio 2023.



*energia degradano le relazioni sociali con la stessa ineluttabilità con cui distruggono l'ambiente fisico.”*  
(Ivan Illich, 1973)<sup>18</sup>

In Italia, il processo di transizione energetica inizia a mostrare evidenti esiti spaziali con l'entrata in vigore del primo pacchetto di Politiche comunitarie nel 2009. La visione entro cui sono state concepite queste *policies* è tutt'altro che neutrale: infatti, la transizione non ha uno svolgimento univoco e definito, ma può essere colta e tradotta con visioni anche molto distanti tra loro.

Il dibattito scientifico raccoglie le diverse posizioni entro tre scenari: *business as usual* o *standard run*; radicale o *deep ecology*; *cradle to cradle* o ecomodernista. Il primo scenario non punta a cambiamenti radicali, ma a riforme migliorative basate sulla fiducia nelle capacità tecnologiche di offrire soluzioni ai problemi energetici (Puttilli 2014). Le visioni radicali, invece, auspicano un deciso cambiamento del paradigma attraverso una rivoluzione politico-istituzionale che mette in discussione i presupposti stessi del sistema energetico. Vicine a questa visione ci sono le posizioni del bioregionalismo, che puntano a una co-evoluzione di comunità nell'ecosistema riducendo le dipendenze e aumentando l'autosufficienza (Magnaghi 2020); o di quelle della decrescita, che propongono una rottura con il modello di sviluppo e di metabolismo contemporaneo, in favore di una riduzione delle pressioni ambientali e di nuove relazioni sociali improntate alla solidarietà (Latouche, 2007). Infine, lo scenario *cradle to cradle* punta a ristrutturare il sistema energetico per un metabolismo sostenibile partendo dai settori economici e produttivi. L'approccio che prevale è quello dell'eco-modernizzazione (semplificato spesso in *green economy*), che prevede la possibilità, attraverso appropriate tecnologie (verdi o pulite), di ridurre i consumi di risorse e di emissioni nei processi produttivi, creando allo stesso tempo prodotti innovativi e competitivi sui mercati (Cavaliere 2015).

È proprio quest'ultimo lo scenario maggiormente concretizzato nel contesto istituzionale europeo. La pianificazione energetica è, sin dal suo inizio, parte del progetto di integrazione europea con l'obiettivo di stringere accordi commerciali per rendere più concorrenziale il mercato interno (Ghiglione 2019). Nell'evoluzione

<sup>18</sup> La citazione è l'apertura del libro di Ivan Illich "Energy and equity" del 1973, tradotto in "elogio alla bicicletta" nella versione italiana del 1981, a cura di Franco La Cecla.

del processo di transizione europea, gran parte delle azioni sono state concretizzate con obiettivi e strumenti meramente economici: dalla liberalizzazione dei mercati nazionali, ai sistemi di scambio di quote di emissione (ETS); all'incentivazione del settore edilizio per progetti di efficientamento, ai finanziamenti per l'innovazione dell'industria tecnologica.

Per accelerare la transizione e renderla pertanto “desiderabile”, le politiche europee hanno puntato sull'imperativo economico e tecnologico, trascurando però le devianze nei processi innescati. Da un lato, per attirare capitali e investimenti e creare così un'economia della transizione altrimenti fuori mercato, le politiche energetiche hanno portato avanti una stagione di generosi incentivi economici e certificazioni che hanno fatto prevalere forme di capitalismo neoliberale e di economia finanziata, spesso schiacciando le iniziative pubbliche e quelle dal basso (Frolova et al. 2020; Puttilli 2014). Ciò ha promosso la crescita di reti infrastrutturali sempre più deterritorializzate e caratterizzate da attori finalizzati esclusivamente all'estrazione del massimo profitto (Marson 2019), dove lo spazio e il territorio diventano un semplice supporto su cui far precipitare degli oggetti (Magnani 2018). Dall'altro, il cambio di paradigma energetico è stato operativamente pensato come un processo di modernizzazione tecnologica del sistema, basato sull'innovazione tecnica delle infrastrutture e dei sistemi esistenti così come sono, senza mettere in discussione la logica del loro utilizzo (Carrosio e Magnani 2022).

La tendenza a seguire scenari di modernizzazione è ricorrente nelle transizioni della storia: di fronte a profonde crisi energetiche l'uomo ne è sempre uscito usando l'ingegno per superare, invece che affrontare, i propri limiti (Pitron 2019), facendo ricadere i costi di tali operazioni sempre più lontano (fisicamente, e temporalmente). Anche oggi, la visione eco-modernizzante della transizione non mette quasi mai in discussione la relazione socio-spaziale che genera i problemi, ma si osservano solo gli esiti di tali effetti. Ad esempio, le emissioni di CO<sup>2</sup>, come qualunque altro tipo di scarto, sono viste come problemi tecnici che richiedono soluzioni tecniche affidate a un esperto o uno scienziato che ci salveranno (Armiero, 2022). Il discorso politico sulla transizione è dominato dall'idea che sia sufficiente mettere in atto una serie di operazioni tecniche, affidandosi alle *smart energy technology*, senza pensare che in realtà la transizione richiede di trasformare

profondamente i modelli di vita e il tessuto spaziale della società, creando nuove consapevolezze sui nostri livelli di responsabilità (Coppola, Lanzani, and Zanfi 2021; Sijmons 2014).

Considerando lo scenario appena descritto, è facile comprendere come la “regia della transizione” abbia prodotto delle politiche isomorfe con soluzioni tecniche da applicare indistintamente a problemi simili (Barca, McCann, e Rodriguez-Pose 2012). Le stesse politiche sono inevitabilmente caratterizzate da un evidente disinteresse rispetto ai differenziali spaziali e sociali, aderendo a quella condizione di *space-blindness* ormai tipica di diverse politiche europee (World Bank, 2009). Questa regia assume una matrice a-spaziale capace solo di produrre politiche spazialmente neutre, basate sulla settorialità, piuttosto che sulla dimensione territoriale, con un approccio tendenzialmente top-down e dipendenti da incentivi economici, aiuti statali e supporti finanziati (Chien, 2008). Inoltre, la forza degli strumenti e soluzioni tecnico-economiche introdotte dalle politiche ha complicato notevolmente la gestione temporale della transizione, andando ad aumentare la velocità di trasformazione dei sistemi, generando mutazioni pervasive e difficilmente monitorabili (Frolova et al. 2020; Puttilli 2014), e determinando una condizione molto lontana dal modo di procedere per obiettivi e target temporali delle politiche europee e nazionali (Magnani 2018).

*Ricadute accidentali.* La regia a-spaziale delle politiche energetiche ha così avviato una accidentale ri-territorializzazione dei sistemi energetici, priva di qualsiasi riferimento ai territori su cui agisce (Amin e Thrift 2020). Lo spazio in queste politiche è inteso meramente come un sito da sviluppare o un supporto dove fare precipitare dei progetti tecnologicamente adattabili a un miglior uso della risorsa ivi presente, come i siti con alti indici di ventosità, le aree con massa boschiva estraibile, i fiumi con una buona portata idrica e così via (Magnaghi 2020; Magnani 2018). In poco tempo un gran numero di nuovi impianti e infrastrutture è semplicemente precipitato sul territorio come una “pioggia di asteroidi”; lasciando profondi “crateri” caratterizzati dall’intromissione nei sistemi territoriali esistenti e la lontananza dal contesto e dalla comunità, umana e non, che lo vive. Questo ha inevitabilmente creato nuove pressioni su risorse e gruppi sociali generando e distribuendo profonde disuguaglianze determinate dalla diversa accessibilità ai modelli di *governance* e dall’azione

predatoria di soggetti forti (Carrosio e Magnani 2022).

La transizione, così pensata, ha coinvolto e stimolato, ad esempio, negli interventi di efficientamento energetico solo il ceto medio-alto di cittadini come proprietari di case e famiglie con introiti stabili; mentre, soprattutto nei progetti di costruzione di nuovi impianti, ha privilegiato l'azione di grandi imprese infrastrutturali, importanti fondi di investimento, singoli proprietari e piccola impresa (Coppola, Lanzani, e Zanfi 2021).

Questa condizione ha generato due importanti forme di ingiustizia: quella distributiva, che concerne la distribuzione differenziata di costi e benefici nella società; e quella spaziale, che riguarda invece una ricaduta territoriale ineguale degli scarti e delle opportunità (Magnani 2018; Armiero 2021). Vi sono aree dove la transizione ha innescato processi di democratizzazione del sistema energetico e di rigenerazione territoriale e altre dove la transizione ha aumentato le debolezze di un contesto accentuando il peso di forze speculative esogene (Carrosio e Magnani 2022). La visione tecnica e speculativa dello spazio ha limitato notevolmente le occasioni di radicamento territoriale dei nuovi sistemi energetici, riducendo al minimo le esperienze progettuali e di sviluppo virtuoso del territorio (Carrosio 2018; Pasqualetti 2011).

Dietro l'opaca concezione dello spazio vi sono due ragioni che non possono essere trascurate. La prima è legata all'invisibilità dell'energia che genera, da un lato "paesaggi nascosti" (Ferrario e Castiglioni 2015), sotterrando o travestendo le infrastrutture nel territorio; dall'alto "paesaggi reciproci", frammentando parti del sistema in territori anche molto distanti tra loro, mantenendo però relazioni nello scambio di materie (fonti) e flussi (energia)<sup>19</sup>. La seconda ragione è legata a una concezione ereditata dal passato paradigma energetico, dove la maggior parte dei sistemi si trovava in territori remoti o comunque lontano dai contesti quotidiani. Questa condizione "lontano dagli occhi, lontano dal cuore" (Ferrario e Castiglioni 2015, p. 537) ha contribuito a dissolvere la relazione di familiarità tra la società e il sistema energetico, consolidato l'idea che le questioni relative all'approvvigionamento e alla produzione energetica siano riconducibili esclusivamente

<sup>19</sup> Per maggiori approfondimenti si rimanda al volume di Jane Hutton "Reciprocal Landscapes Stories of Material Movements" edito da Routledge nel 2020, o, nel caso specifico dell'energia, all'articolo di Viviana Ferrario e Benedetta Castiglioni "il paesaggio invisibile delle transizioni energetiche. Lo sfruttamento idroelettrico del bacino del Piave", in <Bollettino della Società Geografica Italiana>, ROMA - Serie XIII, vol. VIII (2015), pp. 531-553.

a equipaggiamenti tecnici indipendenti dalle concezioni spaziali (Pasqualetti and Stremke 2017; Sijmons 2014).

*Conflitti spaziali.* I limiti di questa situazione non hanno tardato a manifestarsi sotto forma di conflitti territoriali e, la loro rapida e diffusa propagazione, anche se a lungo trascurata dai *policy maker*, ha portato in primo piano l'importanza delle questioni socio-spaziali dell'energia, sottolineando come i conflitti non risolti siano oggi un'importante barriera alla transizione (Frolova, Nadai, e Prados 2015; Ferrario e Castiglioni 2015; Dansero e De Luca 2014). Il crescente rumore dei conflitti ha notevolmente influenzato la società pubblica che, nel tempo, ha registrato un'idea di transizione come processo accidentale, poco democratico, e fuori controllo (Carta, 2019, Gasperini, 2019).

Parlando di conflitti è bene tenere a mente le considerazioni spaziali, ma anche le implicazioni culturali che rispecchiano il sistema di valori di un dato contesto (Bridge, Bouzarovski, e Eyre 2013). Lo spazio è infatti una risorsa finita tesa tra gli infiniti interessi e necessità di una platea molto ampia di attori, per questo motivo i conflitti dipendono molto dal contesto e dalla infrastruttura utilizzata o trasformata. Seppur definendo una geografia variegata, la maggior parte delle proteste per la transizione si manifestano alla scala locale e nei contesti dove l'attaccamento al luogo e l'identificazione con esso sono più forti (Carrosio 2018; Magnani 2018).

Seppur i conflitti si distribuiscano su tutte le parti della filiera energetica, infine, paiono particolarmente attivi nella produzione energetica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili (Ferrario e Reho 2015). Qui si riconoscono conflitti legati all'ingiustizia spaziale e la scarsa accettabilità da parte di comunità locali (con fenomeni di NIMBY e assimilabili); ai fini di denuncia naturalistico-ambientale, sia per lo sfruttamento di risorse che per la trasformazione di un contesto naturale; agli aspetti socioeconomici legati alla concorrenza nell'uso di suolo e di risorse tra diversi attori.

## 1.4 LO 'SPATIAL TURN' DELL'ENERGIA

Quanto emerso dai precedenti paragrafi definisce un quadro complesso teso tra evidenze critiche dell'a-spazialità di politiche e norme, e progettualità latenti ancora inesprese. Questo è in gran parte legato al fatto che la transizione energetica, sinora, ha trattato lo spazio come materiale inerte, scarto di processi ormai astratti dalla dimensione territoriale. Si potrebbe quindi supporre che l'energia possa fare a meno di un territorio e, dunque, di una relazione con la natura e con la storia, producendo spazi autonomi e de-territorializzando il sistema (Deleuze e Guattari, 1980). Tuttavia, è evidente come questo non sia sostenibile di fronte al perdurare di crisi e al procedere accidentato e conflittuale dei processi di transizione. Fondamentale è quindi uno "spatial turn" della transizione che enfatizzi lo "space and place" dell'energia, radicando riflessioni, descrizioni, progetti e azioni a luoghi concreti (Bridge, 2018; De Pascali 2015).

*"Shared conceptual position suggest we may be witnessing a 'spatial turn' in social science energy research"  
(Gavin Bridge, 2018).*

Questa "svolta" faciliterebbe la ri-territorializzazione della transizione, riportando al centro la dimensione socio-spaziale dei processi energetici (Coppola, Lanzani, e Zanfi 2021). Di fronte alle possibili interpretazioni, sembra qui interessante accennare al concetto di territorializzazione elaborato da Turco (1998). Il geografo spiega la costruzione di un territorio attraverso tre forme di controllo sulla superficie terrestre che attengono il piano simbolico (denominazione), materiale (reificazione) e organizzativo (strutturazione). Considerando il rischio di un'eccessiva semplificazione, si può comunque tentare di interpretare le tre forme nella contemporanea transizione: la denominazione, che assume il ruolo di controllo simbolico sullo spazio, si tradurrebbe come azione di rappresentazione dei processi e delle ricadute sul territorio. La reificazione, che invece definisce la realizzazione materiale, definirebbe le pratiche fisiche che permettono il raggiungimento di nuovi equilibri energetici (es. costruzione di impianti, progetti di efficientamento, rinnovamento di infrastrutture, ecc.). Infine, la strutturazione potrebbe essere intesa come l'insieme di norme e regole che alimentano la transizione e che oggi sono definite, perlopiù, da

politiche e programmazioni (es. PNRR, strategia European Green Deal, Agenda ONU 2030 per lo Sviluppo Sostenibile ecc.).

Questi passaggi non sono per forza lineari, ma anzi si alimentano vicendevolmente: l'azione materiale in un contesto, non può prescindere dalla sua descrizione e, viceversa, una descrizione o rappresentazione non è astratta da pertinenze progettuali (Dematteis, 2021). Data questa circolarità si considera che vi sia l'interazione e la concomitanza equilibrata di tutti gli atti sopra descritti, condizione che però oggi non avviene. Manca infatti l'interazione e l'integrazione tra le parti, ma soprattutto vi è una scarsa descrizione e rappresentazione dei processi, anzitutto nelle politiche che guidano e indirizzando la transizione<sup>20</sup>.

Da tempo lo spazio è stato espulso dalle *policies* permettendo azioni di concentrazione dell'eccellenza, separazione dal territorio e specializzazione funzionale, condizionando la cifra delle trasformazioni del contesto nazionale negli ultimi decenni (De Rossi 2020). Nel caso delle politiche energetiche questo aspetto diventa emblematico: le forme di incentivazioni completamente slegate da una rappresentazione spaziale hanno indefinitamente agito sul territorio, generando evidenti criticità.

Esiste poi una dimensione della territorialità che riguarda la scala locale e che, superando una mera concezione di controllo, definisce il valore aggiunto territoriale in grado di produrre sviluppo e vantaggi (Dematteis, 2021). Questa territorialità positiva ci ricorda che i fatti e i fenomeni, appartenenti a un qualsiasi ambito tematico, assumono un significato concreto solo se riferiti al territorio in cui si manifestano (ISPRA 2008). La mancanza di una adeguata rappresentazione appiattisce e standardizza ogni intenzione, soprattutto se privata della componente simbolica. Un esempio è la strumentazione urbanistica in materia di energia appiattita entro schemi standardizzati privi di rappresentazioni che banalizzano e spesso inficiano le azioni e misure pianificate. Manca quindi la rappresentazione di ciò che intercorre tra energia e spazio che, come ribadisce Sijmons (2014), è l'occasione per integrare, in modo intelligente e desiderabile la transizione al territorio.

<sup>20</sup> La lunga assenza di spazializzazione nelle *policies* restituisce sempre più esiti critici come quelli evidenziati da Antonio De Rossi(2020) durante la pandemia da COVID-19 "niente quanto le emergenze sanitarie [...] mostrano l'urgenza di una reimmissione del territorio materico e concreto fatto di abitanti e insediamenti specifici dentro il panorama delle politiche".

La rappresentazione quindi acquisisce un certo rilievo nelle azioni di territorializzazione, non solo perché trasforma un punto sulla superficie terrestre in un luogo, complessificandolo e dotandolo di attributi nuovi (Turco, 1988), ma anche perché delinea un artefatto intellettuale che realizza strategie cognitive e comunicative con valore antropologico (Turco, 2010).

La rappresentazione spaziale avviene tramite operazioni di mappatura (*mapping*) che definiscono, così come propone l'International Cartographic Association, l'astrazione della realtà geografica tramite uno strumento che presenta informazioni spaziali in modo visuale, digitale o tattile. La mappatura è un processo che prevede diverse azioni, dal rilievo alle osservazioni di supporti, dal ridisegno alla spazializzazione di informazioni. Così, il *mapping* non rappresenta solo uno strumento tecnico, ma anche un modo creativo con cui prendere conoscenza del mondo (Cosgrove 1999).

Prodotto di queste operazioni è la carta, uno supporto in grado di trasmettere conoscenza combinando, attraverso un complesso sistema semiotico, geometrie (proiezioni, misure, scale, griglie) e immagini (segni convenzionali, colori, testi, ecc.) (Cosgrove 1999). Le carte non rappresentano tanto la realtà delle cose (la cartografia è sempre ridotta, approssimata e simbolica), ma rappresentano più un'occasione di *agency* in grado di emancipare potenzialità, arricchire esperienze, diversificare i mondi e includere le varie forze nascoste che sottintendono un lavoro spaziale, restituendo così relazioni difficilmente riconoscibili (Casti, 2019, Corner 1999).

Produrre una carta rappresenta una certa responsabilità e pertanto richiede un attento posizionamento. Ad esempio, la scala cartografica rimpicciolisce e ingrandisce lo spazio dei fenomeni, alterando sempre significato e relazioni; la scelta dell'inquadratura definisce unità e relazioni spaziali e non un semplice dentro e fuori; le carte, che sono per forza sempre tematiche, selezionano cosa mostrare e cosa eliminare.

La responsabilità nella produzione cartografica è elevata anche se si considera che le mappe, da sempre, servono a qualcuno e a qualche cosa. "Maps are weapons" scrive Wood (1992, p. 67) per ricordare come la cartografia rappresenta spesso un impulso a dominare (territori, persone, cose, proprietà, processi) diventando un oggetto di potere in grado di soggiogare, intimidire, legittimare. Questo responsabilizza molto il ruolo di chi produce



le carte, specie se servono nei processi decisionali e pianificatori di un territorio.

Per affrontare questioni particolarmente complesse, quanto urgenti, come quelle ambientali e del cambiamento climatico si devono trovare modi alternativi per comprendere, descrivere e interrogare il territorio (Favaro, Furlan, and Pagnacco 2018).

Tra questi modi vi è sicuramente l'integrazione dei numerosi dati e informazioni prodotte (e in produzione) grazie alla continua evoluzione di tecnologie informatiche che permettono la referenziazione spaziale di un gran numero di dati e la successiva manipolazione e illustrazione con velocità, accuratezza e facilità prima inimmaginabile (Cosgrove 1999).

L'uso di dati spaziali è legato al concetto di *smart city*, dove infrastrutture, servizi e risorse, vengono monitorati, gestiti e progettati grazie alla continua e condivisa raccolta di dati. Ad oggi la produzione di dati territoriali è largamente imperante, ma non lo è la loro spazializzazione (Montedoro and Russo 2022): l'offerta di strumenti evoluti per il trattamento dell'informazione ambientale porta con sé una domanda crescente di banche dati geografiche, tuttavia, nelle politiche di transizione abbonda l'uso di indicatori e dati che non sempre sono riferibile ad una precisa entità geometrica localizzata nel territorio (ISPRA 2008).

Dati aggregati, riferiti ad ambiti amministrativi o insufficienti per ottenere una distribuzione compatibile con le necessità di analisi, devono essere spazializzati con mirate operazioni. Ad oggi le principali pratiche fanno riferimento alle tecniche della georeferenziazione, del *geocoding*, della *linear referencing* e dell'interpolazione. la georeferenziazione prevede che, qualora il dato di partenza non sia associato a nessuna informazione geografica, si applica un'operazione di *matching* con la sovrapposizione del dato di partenza a banche date geografiche ausiliarie. Il *geocoding*, invece, è la procedura che consente, a partire da un indirizzo geografico espresso in formato standard, di assegnare la coppia di coordinate del dato di partenza alla posizione geografica. Infine, la *linear referencing* dà la possibilità di identificare posizioni lungo elementi lineari senza fornire esplicitamente coordinate XY ma utilizzando un sistema di misurazione lineare"; mentre l'interpolazione permette la costruzione, tramite precisi dati in ingresso, l'andamento della variabile di interesse di un sistema descrivibile con un formalismo

matematico o statistico.

Queste operazioni sono tutt'altro che immediate e soprattutto non definiscono meri passaggi tecnici. Nel caso dell'energia, è utile ricordare come essa delinea in modo diretto delle quantità, ma indirettamente anche delle qualità; per questo sono necessarie operazioni che spazializzino i diversi dati e che misurino e definiscano i processi di transizione. La rappresentazione spaziale non è poi uno strumento dato, ma costantemente da re-immaginare (Favaro, Furlan, and Pagnacco 2018), soprattutto quando un territorio è attraversato da transizioni.

L'uso di *creative methods* ci offre una buona prospettiva per questo cambiamento: diverse operazioni di *mapping* possono essere infatti usate, in diverse fasi di ricerca, per ottenere risultati performativi, partecipativi, sensoriali e narrativi (Nadia von Benzon e altri, 2021). Per mappare “new things” è necessario superare l'idea scientifico-funzionale della cartografia che si limita a rappresentare ciò che semplicemente si vede (Mulvenna, Perkins, 2023) per, invece, porsi questioni che implicino la resa del significato sociale della cartografia, volgendo lo sguardo anche ad ambiti tradizionalmente a essa estranei (Casti, 2019).

Ad esempio, con l'avvento di *Google Maps/Earth* e lo sviluppo di *Geoweb 2.0* è avvenuto un cambio di paradigma nell'uso sociale della carta che costituisce, ora, il principale supporto di indicizzazione spaziale della conoscenza delle informazioni: non più solo rappresentazione territoriale, ma interfaccia preferita per l'accesso a spazi ibridi, in special modo urbani (Casti, 2019).

Un ulteriore esempio è il valore di coproduzione sociale attraverso le ampie operazioni di *energy visioneering* che aiutano l'apprendimento sociale attraverso eventi partecipativi dove gli individui si confrontano esplorando materiali visivi, soprattutto cartografie come le mappe di comunità (o *parish map*) ecc. (Andreotta, 2018).

Un ulteriore aspetto legato all'approccio creativo del *mapping* è la dimensione del “map design”, ovvero la vestizione del dato e la composizione grafica che, come ricorda Kent (2005), produce una significativa differenza nell'uso della mappa. Questo porta a superare l'idea della vestizione *prêt-à-porter* dei dati, specie quelli provenienti da geo-portali istituzionali, e a sperimentare forme di rappresentazione innovativa e in grado di rivelare la polidimensionalità e l'invisibilità dell'energia, ma anche il suo

significato sociale, superando una logica meramente cartesiana (*topos*) avvicinandosi invece a una concezione di carta che valorizza la relazione tra soggetto che vive in un territorio e gli aspetti culturali che ne derivano (*chora*) (Casti, 2019).



**CAPITOLO 2**

**LA DIMENSIONE  
SPAZIALE  
DEL SISTEMA  
ENERGETICO**



## 2.1 COMPONENTI E FASI DELLA FILIERA DELL'ENERGIA

*“Space and place ‘do stuff’ to energy systems, giving them shape and form in often profound ways”  
(Gavine Bridge, 2018)*

La produzione, lo spostamento e i consumi di energia non avvengono in una realtà puramente astratta, ma investono direttamente la dimensione territoriale della società. L'energia attraversa e alimenta il territorio attraverso sistemi in profonda interdipendenza con quelli territoriali, definendo dei funzionamenti schematizzabili in fasi temporali e retti da infrastrutture. Queste fasi sono rette da infrastrutture che non rappresentano solo dei “condotti” fisici, ma definiscono anche i processi che permettono l'adattamento delle diverse fruizioni e funzioni e che pertanto producono un'alta varietà di esiti spaziali (Amin e Thrift 2020).

Per rintracciare la spazialità in queste fasi è necessario individuare, di volta in volta, che tipologia di spazio viene coinvolta e che tipo di configurazione avviene.

Una prima importante operazione è la distinzione tra la filiera della risorsa (con le sue fasi di ricerca, estrazione, configurazione, semi-lavorazione, trasporto) da quella del flusso energetico, termico o elettrico (con le fasi di produzione, trasporto, consumo e dissipazione/riciclo). È importante, inoltre, tenere presente che al variare della risorsa e della tipologia di materia energetica le possibili spazialità variano molto.

*Approvvigionamento della risorsa.* È la fase di *input* del sistema energetico che mette al centro la lavorazione della risorsa energetica. La risorsa può essere estratta, come nel caso delle fonti fossili, dando vita ai diversi spazi del petrolio, del carbone, del gas; oppure essere configurata come l'acqua nella produzione idroelettrica entro bacini o sbarramenti. In questa fase bisogna considerare anche la lavorazione di tutti i materiali e le risorse che concorrono alla produzione energetica come, ad esempio, i materiali per la costruzione delle componenti impiantistiche o ancora le materie prime da recuperare per le diverse fasi di lavorazione negli impianti. Spesso queste considerazioni rimangono marginali nel dibattito e nella ricerca, nonostante il loro importante peso, anche in termini di impronta ecologica e rilevanza geopolitica.

Uno dei più preoccupanti *dark-side* dell'attuale transizione è

l'estrazione di metalli rari per la costruzione delle tecnologie della transizione ecologica (pannelli fotovoltaici, pale eoliche, ma anche batterie per auto elettriche ecc.) e definiscono una paradossale situazione che vede una produzione energetica basata su risorse rinnovabili, resa possibile solo da una massiccia estrazione di materie non rinnovabili (Pitron 2019).

*Trasporto della risorsa.* Molte risorse hanno precisi vincoli localizzativi, basti pensare alla posizione remota di alcuni giacimenti o lo sfruttamento di particolari condizioni territoriali per la costruzione di bacini idroelettrici. Questo vincolo determina il processo di trasporto della risorsa dal luogo di estrazione verso i punti di produzione o stoccaggio. Il trasporto può avvenire tramite una infrastruttura a rete (gasdotto, oleodotto, condotte idroelettriche, ecc.) o utilizzare mezzi di trasporto via terra o via mare. La distanza e la modalità di trasporto della risorsa energetica è responsabile della grandezza dell'impronta ecologica e determina la lunghezza della filiera. Le risorse energetiche talvolta subiscono un processo di semi-lavorazione in-situ o in prossimità dei punti di estrazione per facilitare il trasporto e/o lo stoccaggio.

*Produzione energetica.* Questa è la fase centrale e punto di incontro delle due filiere, dove la risorsa viene trasformata in flusso energetico (elettrico o termico). Ciascuna risorsa e ciascun flusso determinano un uso differenziato di tecnologie che crea una grande varietà di infrastrutture della produzione, definite più comunemente impianti energetici o centrali elettriche, che spesso sono racchiuse entro edifici, e una serie di spazi accessori come le stazioni elettriche che preparano la fase di trasporto dell'energia.

*Trasporto del flusso energetico.* Dopo la lavorazione l'energia viene trasportata verso le aree di richiesta e poi verso le utenze finali. Qui si distinguono diversi sistemi in base al tipo di energia, termica o elettrica. Nel caso dell'elettricità, il sistema si divide in fasi di trasmissione e di distribuzione. La prima avviene lungo gli elettrodotti e ha lo scopo di spostare grandi quantità di energia (ad alta tensione) tra un territorio e l'altro, il secondo avviene lungo le linee elettriche di distribuzione (con una media e bassa tensione) e ha lo scopo di consegnare l'energia all'utente finale. Nella fitta rete elettrica esistono dei punti di trasformazione dell'elettricità (stazione elettriche, cabine primarie e cabine





**Figura 04**

Opera di presa di un impianto mini-idroelettrico sul torrente Cordevole. L'immagine è rappresentativa della fase input di un sistema idroelettrico: la componente di un sbarramento fluviale configura la risorsa (acqua) che viene poi, tramite un canale, trasportata alla fase di produzione nella vicina centrale. Fabrizio D'Angelo, Ronch de Buos (BL), settembre 2021.

secondarie) che servono a smistare e convertire il voltaggio tra diverse infrastrutture.

*Consumo energetico.* Il sistema del consumo energetico è molto vario e difficile da perimetrare. I consumi sono caratterizzati sostanzialmente dal tipo di lavoro che otteniamo e dalla loro funzione (residenziale, industriale, dei trasporti ecc.). Ciascuno di questi settori determina altrettante varianti che dipendono dai modi di consumare l'energia e dalla prestazione, o meglio dall'efficienza, con cui usiamo l'energia. Il sistema dei consumi non ha una sua propria infrastruttura ma si polverizza entro ogni apparecchio, mezzo o dispositivo che l'energia "anima". Centrali nelle questioni urbanistiche sono i sistemi di consumo legati alla mobilità e al comparto edilizio.

*Smaltimento e riciclo della risorsa energetica.* Questo sistema interessa la gestione degli scarti della produzione energetica che "escono" dall'impianto in diverse forme. Per tutti i processi che prevedono una combustione, lo scarto si presenta in parte sotto forma di emissione gassosa dispersa nell'ambiente (ad esempio tramite le ciminiere) e in parte in materiali da smaltire in appositi siti (ad esempio ceneri e calci). In alcune produzioni si ottengono dei "sottoprodotti" che possono essere riciclati in altri processi (ad esempio dai processi di bio-digestione si ottiene il digestato che può essere usato come fertilizzante agricolo), come l'idroelettrico, in cui la risorsa non subisce particolari alterazioni e può essere reimpressa nel suo sistema naturale. Nel sistema di smaltimento possiamo distinguere due fasi: trasporto e stoccaggio della risorsa. Questo sistema definisce anche il "fine vita" degli impianti e quindi prevede la gestione dello smaltimento e/o riciclo di tutti i materiali, suoli, infrastrutture coinvolte in un sistema energetico<sup>01</sup>. Lo scenario post-fine vita di questi impianti è uno dei grandi temi poco o per nulla considerati nella attuale transizione.

Queste riflessioni, apparentemente ovvie, sono particolarmente utili per fornire un codice di lettura dei sistemi energetici secondo un approccio spaziale. Ciascun elemento della filiera, propriamente interrogato, permette di focalizzare e rappresentare le questioni

<sup>01</sup> Il fine vita di un impianto è un aspetto ampiamente ancora trascurato. Nonostante le attuali tecnologie fotovoltaiche ed eoliche abbiano una vita di circa trent'anni, manca una chiara prefigurazione di come si gestirà lo smaltimento e riciclo delle parti che compongono pannelli fotovoltaici o pale eoliche o come riconvertire gli ambienti coinvolti nella trasformazione.



### **Figura 05**

Stoccaggio della risorsa energetica (biomassa) presso una centrale termoelettrica. Le risorse energetiche “programmabili” spesso sono semilavorate per essere stoccate ed utilizzate all’occorrenza. In questa immagine la risorsa originaria (scarti lavorazione del legno) è grossolanamente frantumata ed accatastata in un piazzale. Fabrizio D’Angelo, Longarone (BL), giugno 2021.

spaziali legate al funzionamento energetico e le ricadute territoriali che la transizione sta depositando. La lettura della transizione lungo la filiera permette di rompere l'immaginario contemporaneo, ormai consolidato, di una transizione fatta solo di rinnovabili e che quindi concentra gli sguardi in una sola porzione del complesso sistema energetico, trascurando effetti a valle e a monte. Questa lettura integrale è inoltre condizione *sine qua non* per ragionare in un'ottica di metabolismo territoriale e per concretizzare gli obiettivi di transizione ecologica.

## 2.2 LA NUOVA SPAZIALITÀ DELLE RINNOVABILI

L'incentivazione delle fonti rinnovabili ha modificato in modo consistente il sistema di produzione, ora basato su una generazione distribuita, più diversificata e decentralizzata. La rottura del precedente sistema "rigido" ha permesso quindi una gestione locale della produzione, anche in condizioni di *off-grid*, sfruttando fonti rinnovabili ampiamente diffuse come il fotovoltaico, l'eolico, l'idroelettrico, il termoelettrico da biomasse, il biogas, il geotermico, ecc. Le tecnologie di sfruttamento delle fonti rinnovabili, pur presenti in Europa già a partire dagli anni '90 del secolo scorso, hanno raggiunto un buon grado di diffusione solo negli ultimi quindici anni, grazie alla rapida evoluzione tecnologica e all'avvenuta accessibilità economica e di investimento (Rifkin 2019).

Oggi le tecnologie di produzione più impiegate, sia elettriche che termiche, sono quelle fotovoltaiche ed eoliche, in primis, seguite poi da quelle idroelettriche e termoelettriche da biomassa. Altre tecnologie, come il geotermico o l'energia dalle maree, si sono diffuse in modo trascurabile o solo in determinati contesti regionali (Smil 2021).

Gli impianti da fonti rinnovabili con taglia media e piccola possono essere connessi direttamente alla rete di distribuzione a media e bassa tensione, mentre rimane inalterata la connessione con la rete di trasmissione per gli impianti più produttivi come i parchi solari ed eolici ad elevata potenza installata.

La possibilità di costruire impianti in modo indipendente da schemi territoriali fissi ha determinato la nascita di una inedita, quanto complessa, spazialità. La transizione alle rinnovabili richiede un diverso uso delle risorse e delle tecnologie, con

inevitabili ricadute sullo spazio, sia nella forma che nella dimensione. Analizzando il dibattito sulle rinnovabili, è possibile individuare e ordinare quattro fenomeni tendenziali: l'*energy sprawl*, il maggior consumo di suolo, la varietà di nuovi paesaggi e la ricostruzione del nesso localizzativo.

*Energy sprawl.* L'utilizzo di fonti reperibili ovunque, come sole e vento, o comunque in modo più accessibile rispetto alle fonti fossili, come biomasse e acqua, determina la possibilità di produrre energia in modo diffuso sul territorio. Se in passato l'energia veniva generata in grandi siti isolati, generalmente posti in aree extraurbane o marginali; ora la produzione si è invece polverizzata in infrastrutture e spazi minuti sparsi su più contesti. Questo fenomeno è definito *energy sprawl*, concetto ampiamente usato anche per indicare la forte implicazione dello sviluppo energetico delle rinnovabili nella trasformazione dell'uso del suolo e nella frammentazione degli ecosistemi (Trainor, Mcdonald, and Fargione 2016).

Le varie combinazioni di tecnologie e fonti producono esiti spaziali assai diversificati: nuovi oggetti fisici come pale eoliche, pannelli solari, cupole di impianti a biogas e nuove configurazioni dello spazio, come la coltivazione delle agroenergie o i sistemi *Short Rotation Forestry*, costituiscono un atlante di nuove spazialità energetiche con infinite varianti e composizioni. Il fenomeno dell'*energy sprawl* ha preso corpo ed è diventato evidente nel contesto italiano durante la cosiddetta "corsa alle rinnovabili", ovvero il periodo tra il 2009 e il 2013 di forte impulso al sistema di incentivazione che ha portato un rapido e vertiginoso incremento della produzione.

*Consumo di suolo.* Un secondo fenomeno di particolare importanza è legato direttamente al suolo e al suo consumo. La produzione da fonti rinnovabili, rispetto a quella da fonti fossili, ha una minor densità energetica per km<sup>2</sup> (Frolova et al. 2019; Pasqualetti and Stremke 2017). Per produrre gli stessi MW di energia da fonti fossili, le rinnovabili hanno bisogno di molto più spazio, sia per l'installazione dell'impianto (particolarmente elevato nei parchi fotovoltaici ed eolici), sia per estrarre o coltivare una risorsa (come le coltivazioni agroenergetiche o le piantumazioni di biomassa). Le fonti rinnovabili hanno insomma un'ampia *land use footprint* (Trainor, Mcdonald, and Fargione 2016) che varia in modo differente a seconda della tecnologia

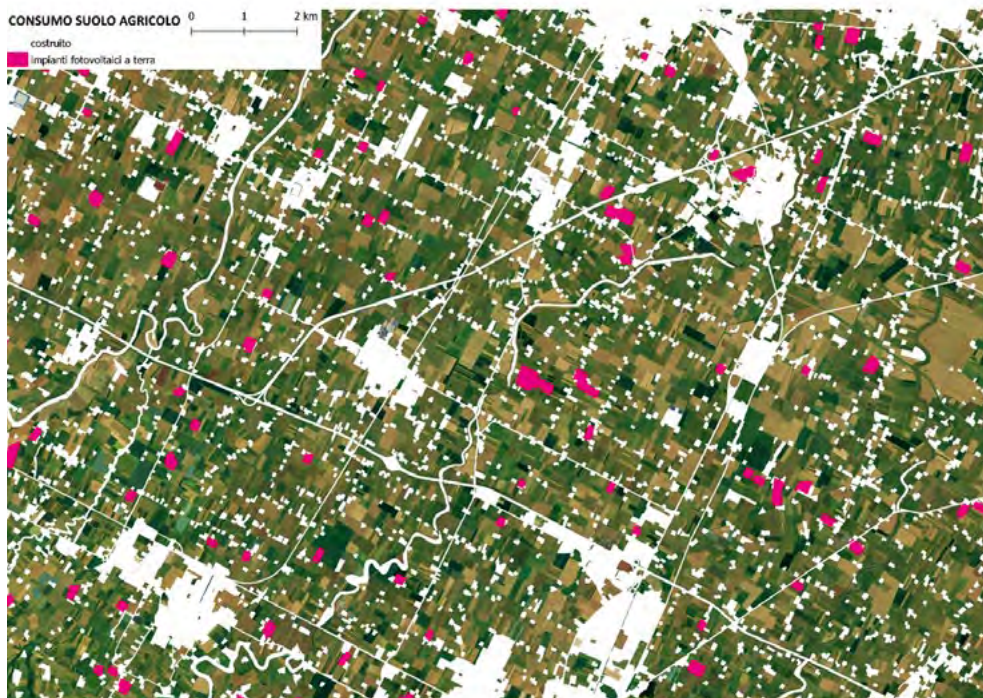
e della risorsa usata. La grandezza dell'impronta spaziale e la quantità di energia prodotta generano un rapporto definito efficienza nell'uso del suolo (*land-use efficiency*). Questo indice introduce un dato particolarmente utile nell'ottica di controllo sulla filiera energetica e nella conoscenza della portata delle ricadute territoriali. Secondo lo studio di Trainor, McDonald, e Fargione (2016) l'impronta energetica diretta per le fonti rinnovabili è stimata nei seguenti valori medi:

- fotovoltaico utility scale (a terra) 15 km<sup>2</sup>/TWh (per gli impianti integrati negli edifici è invece di circa 8 m<sup>2</sup>/kW),
- idroelettrico 16.86 km<sup>2</sup>/TWh,
- eolico 1.31 km<sup>2</sup>/TWh,
- bioenergie 809.74km<sup>2</sup>/TWh.

Questi numeri sono puramente indicativi e il reale consumo di suolo varia considerevolmente a seconda del progetto, delle fasi di cantiere e dalle condizioni del contesto. Il consumo di suolo deve tenere in considerazione non solo le componenti impiantistiche soprassuolo e sottosuolo (ricordiamo come grandi parti di questi sistemi abbiano sviluppi sotterranei con cavidotti, condutture, serbatoi ecc.), ma anche tutte le parti accessorie a un impianto come le strade di accesso, le fasce di rispetto e mitigazione, le piazzole di manovra e deposito ecc.

*Varietà dei paesaggi energetici.* La diffusione di questi impianti non ha solo trasformato fisicamente lo spazio, ma ha dato vita anche a un'alta varietà di nuovi paesaggi energetici (Nadaï and Van der Horst 2010). Ogni sistema produttivo genera tanti e diversi esiti a seconda delle caratteristiche di un contesto (geografiche, ambientali, demografiche, culturali, socioeconomiche), dalla forma e funzione urbana, dalla scala di sviluppo e dalla metodologia intrapresa nel progetto di impianto (Voskamp et al. 2020, Benediktsson et al. 2018 in Frolova 2019).

Alcune soluzioni, pur spazialmente contenute, sono altamente qualificanti per il paesaggio (Pasqualetti and Stremke 2017): è il caso degli impianti eolici che consumano poco suolo, ma allo stesso tempo, per la loro dimensione e verticalità risultano altamente visibili. Come testimonia una vasta letteratura prodotta nell'ultimo decennio (Bridge, Bouzarovski, and Eyre 2013; Calvert and Simandan 2010; Ferrario 2018; Frolova, Nadaï, and Prados 2015; Nadaï and Van der Horst 2010; Selman 2010), la transizione energetica è considerata una delle maggiori *driving forces* della trasformazione del paesaggio, causando spesso reazioni di



**Figura 06**

Esiti dell'*energy sprawl* fotovoltaico sul suolo agricolo della pianura romagnola.  
Fonti: Regione Emilia-Romagna, Database Uso del suolo; AGREA, Piano culturale grafico  
Provincia di Ravenna.  
Elaborazione dell'autore, 2020.

conflitto e scarsa accettabilità da parte delle comunità che abitano il territorio interessato dalla costruzione di nuovi impianti.

*Nuovi nessi localizzativi.* La nascita di nuovi paesaggi è direttamente legata a una ritrovata consapevolezza socio-culturale. Nella passata stagione energetica i sistemi erano percepibili solo in siti remoti e la conoscenza del loro funzionamento era materia di esperti (Pasqualetti and Stremke 2017). Con l'avvento dell'*energy sprawl* questa situazione è profondamente mutata e le comunità, da mere consumatrici, sono diventate coscienti di nuovi saperi contestuali e propositive verso nuove dinamiche energetiche (Magnaghi 2020). Le risorse rinnovabili e gli impianti “diffusi” sono prossimi alla vita quotidiana di una comunità e quindi visibili, udibili e tangibili (Sijmons et al. 2014). Queste nuove relazioni determinano la ricostruzione di un nesso localizzativo tra gli spazi urbani e quelli della produzione energetica: ad esempio, si può ora osservare da vicino, spesso nei luoghi in cui abitiamo e che frequentiamo, il funzionamento e la configurazione di un impianto, o addirittura diventare responsabili e creatori di un proprio sistema di produzione energetica. Questi aspetti ridefiniscono il legame socio-spaziali con l'energia, un rapporto radicato dalle energie fossili, che ora si riconfigura in processi talvolta tormentati da nuove conflittualità e scarsa accettazione sociale, talvolta capaci di generare innovazione e nuove forme di giustizia spaziale.

Il ritrovato nesso localizzativo riassegna alle comunità locali il ruolo e la possibilità diretta di gestione delle risorse e degli spazi energetici, portandovi anche una forma di personalizzazione. Questo aspetto ricorda il nesso, storicamente sempre presente, tra energia e caratterizzazione di spazi, di città e di territori (De Pascali 2008; Osorio Aravena et al. 2020).

## **2.3 RICONFIGURANDO GLI “SPAZI DEL FOSSILE”**

L'attuale transizione energetica, contrariamente a quanto può apparire da alcune narrazioni, non può fare a meno delle fonti fossili, ma punta a ridurne l'impiego e soprattutto a sostituire quelle più climalteranti come il carbone. L'utilizzo di fonti fossili, gas in primis, è necessario al successo della transizione stessa, in quanto deve garantire, durante il passaggio tra i due sistemi, un



certo grado di sicurezza energetica<sup>02</sup>.

Ad oggi (settembre 2023) la Strategia energetica europea prevede una *coal phase-out* con target temporali variabili fino al 2038<sup>03</sup>, ovvero una progressiva dismissione degli impianti termoelettrici alimentati a carbone. Per supportare l'uscita dal carbone, la stessa strategia ha previsto l'aumento dell'uso del gas naturale, considerato meno inquinante in quanto la sua combustione dimezza la CO<sub>2</sub> prodotta da carbone e petrolio<sup>04</sup>. In Italia, la quota di produzione elettrica da carbone è in costante calo: dal 6,2% della produzione totale netta di elettricità del 2019, si è scesi al 4,3 del 2021. La diminuzione è stata possibile anche per l'aumento di consumo di gas che si protrarrà, in previsione, sino al termine del processo di decarbonizzazione previsto per il 2025 (Piano Nazionale Integrato dell'Energia e il Clima-PNIEC, 2020). Una volta raggiunto questo termine il sistema si baserà su un mix elettro-gas che prevederà la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e, in parte residuale, una produzione di energia da gas naturale (PNIEC, 2020). Lo scenario appena descritto è attualmente (autunno 2023) messo in discussione dall'avvicinarsi di importanti eventi generati dalla crisi energetica e dalla guerra russo-ucraina, che sta influenzando, ridimensionando e posticipando gli obiettivi di riduzione dell'uso delle fonti fossili.

La decarbonizzazione, da un punto di vista spaziale, si manifesta in due processi. Il primo, di deterritorializzazione, è legato alla dismissione degli impianti alimentati da fonti fossili inquinanti (carbone in primis); mentre il secondo, di ri-territorializzazione, è basato sulla conversione degli impianti termoelettrici per l'impiego di gas naturale e per la relativa costruzione di nuove infrastrutture per l'estrazione, il trasporto e lo stoccaggio

<sup>02</sup> Con sicurezza energetica si intende sia l'aspetto legato alla fornitura di risorse che dipende da disponibilità e importazioni, sia alla capacità di funzionamento interno del sistema. Nel caso delle fonti rinnovabili, la sicurezza rappresenta un'occasione per l'Eurozona di rendersi geopoliticamente e economicamente indipendente dalle ingenti importazioni di fonti fossili esterne al territorio.

<sup>03</sup> Il processo di uscita dal carbone dovrebbe essere completato nel 2021 in Francia, nel 2022 in Svezia, nel 2025 in Austria, Irlanda, Regno Unito e Italia, nel 2029 in Finlandia e nei Paesi Bassi, nel 2030 in Spagna, Portogallo e Norvegia e nel 2038 in Germania. Fonte: Carbon Market Watch 2022, [https://carbonmarketwatch.org/es/04\\_eu-national-coal-phase-out-plans-2/](https://carbonmarketwatch.org/es/04_eu-national-coal-phase-out-plans-2/), consultato a ottobre 2022.

<sup>04</sup> Per ulteriori approfondimenti sulle emissioni climalteranti della produzione energetica si rimanda al portale dell'*International Energy Agency*: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer>, consultato a ottobre 2022.

dello stesso<sup>05</sup>. L'Italia, con il PNIEC (2020), ha programmato la graduale cessazione delle otto centrali alimentate a carbone entro il 2025<sup>06</sup>, con un significativo step al 2023, e la chiusura di tutti gli impianti termoelettrici alimentati da fonti fossili inquinanti una volta raggiunto il fine vita. In contemporanea al processo di decarbonizzazione è in corso il progressivo spegnimento, e successiva riconversione e riqualificazione, di ventitré impianti termoelettrici di Enel Produzione SpA non più economicamente remunerativi e ambientalmente sostenibili<sup>07</sup>. Questi processi di smantellamento prevedono importanti interventi infrastrutturali con ricadute spaziale che possono variare a seconda dell'uso del suolo (o funzione) finale prevista dal progetto di riconversione.

In primo luogo, possiamo riconoscere le riconversioni “energetiche”, ovvero quelle che prevedono il mantenimento della funzione produttiva, ma con la sostituzione di parti tecnologiche e impiantistiche. Questa riconversione avviene spesso con altre fonti fossili come gas naturale e metano, in altri casi gli impianti possono essere convertiti per forme sperimentali, come l'idrogeno, o per la produzione di energia da fonti rinnovabili e la creazione di sistemi di accumulo<sup>08</sup>. In questo caso le trasformazioni sono spazialmente meno evidenti in quanto mantengono in buona parte le strutture esistenti e tuttalpiù si assiste a interventi architettonici di restyling. Le operazioni di riconversioni di questi impianti

<sup>05</sup> Si fa riferimento alle azioni da intraprendere per l'estrazione di fonti fossili previste nel Piano per la Transizione Energetica Sostenibile delle Aree Idonee (PiTESAI), redatto ai sensi dell'art. 11-ter della Legge 11 febbraio 2019, n. 12, che definisce le aree idonee all'estrazione di idrocarburi, tra cui il gas naturale.

<sup>06</sup> Gli impianti a carbone ancora attivi in Italia sono: Centrale di Fiumesanto (SS) con due sezioni a carbone da 320 MW; Centrale di Monfalcone (GO) con due sezioni alimentate a carbone da 165 e 171 MW; Centrale di Torrevaldaliga nord (RM) con tre sezioni da 660 MW riconvertite a carbone; Centrale di Brescia con una sezione da 70 MW a carbone; Centrale di Brindisi sud con quattro unità ciascuna da 660 MW alimentate a carbone; Centrale del Sulcis (CA) con una unità da 340 MW alimentata a carbone; Centrale di Fusina (VE) con quattro unità da 320 MW alimentate a carbone; Centrale di La Spezia con una unità da 600 MW alimentata a carbone. Fonte Piano Nazionale Integrato per L'energia e il Clima, 2020.

<sup>07</sup> Il progetto “Futur-e”, commissionato da Enel spa al Politecnico di Milano, ha visto la redazione di report con ricerche territoriali di dieci impianti termoelettrici in corso di dismissione. Obiettivo del progetto è stata la raccolta di materiali per organizzare concorsi di idee per la riconversione dei siti così come per dare informazioni a possibili acquirenti.

<sup>08</sup> Un esempio di riconversione energetica è quello della centrale a carbone Federico II di Brindisi. A gennaio 2021 la società Enel spa ha avviato la chiusura del Gruppo 2 della centrale e di conseguenza la riconversione dell'intero stabilimento per la produzione di energia elettrica con un impianto a gas che verrà completato, secondo le previsioni, entro il 2025. All'interno dell'area della centrale è in corso di progettazione anche lo sfruttamento dei suoli disponibili per l'organizzazione di un parco fotovoltaico. Link [www.corporate.enel.it/it/megamenu/media/press/2020/05/enel-autorizzata-dismissione-anticipata-del-gruppo-2-della-centrale-di-brind](http://www.corporate.enel.it/it/megamenu/media/press/2020/05/enel-autorizzata-dismissione-anticipata-del-gruppo-2-della-centrale-di-brind). Un ulteriore esempio è la centrale elettrica del gruppo Edison di Porto Marghera Levante. La riconversione della centrale termoelettrica prevede un ciclo combinato di gas e idrogeno, e dove, quest'ultima componente è anche al centro della sperimentazione per la creazione di una *hydrogen valley* a servizio dell'area industriale di Porto Marghera.

prevedono anche una rifunzionalizzazione delle infrastrutture di trasporto delle risorse e dell'energia, come ad esempio la conversione di oleodotti in gasdotti, o la modernizzazione delle infrastrutture di scambio.

Diversa è invece la questione spaziale delle riconversioni “non-energetiche”, ossia quelle che prevedono lo smantellamento completo dell'impianto per una rifunzionalizzazione diversa da quella iniziale. In Italia, almeno dodici impianti termoelettrici obsoleti sono stati interamente o parzialmente smantellati per lasciare posto a nuove funzioni ricettive, culturali, produttive ecc. (PNIEC, 2020, p.281). Lo smantellamento è un'operazione particolarmente articolata: non si tratta di semplici demolizioni, ma piuttosto di complessi lavori di disconnessione, smontaggio, rimozione, demolizione di multiformi e grandi infrastrutture, spesso in contesti fragili e marginali (Geroldi and Pessina 2021). La dismissione di questi impianti non rappresenta una mera operazione tecnica, ma anche un vero e proprio processo di de-territorializzazione di spazi che per decenni hanno caratterizzato un *petroliumscape*<sup>09</sup> o un *carbonscape*. Questo processo, oltre a rimuove strutture fisiche, fa scomparire attività e usi che portano alla perdita di relazioni intangibili con ricadute tangibili sullo spazio. Alcuni di questi paesaggi rappresentano un importante palinsesto di valori e disvalori (Grandi 2020) dove si sono stratificati aspetti culturali che hanno costruito la storia territoriale. Un esempio è la centrale di Porto Tolle, in demolizione nel Delta del Po, che viene ricordata dalle comunità locali per la sua epica storia industriale ed economica, ma allo stesso tempo, anche come simbolo di distruzione di ecosistemi fragili e di inquinamento.

La distruzione di una centrale prevede azioni pervasive sul territorio: come suggerisce Caroline Hein (2022) nel concetto di *global palimpsestic petrolieumscape*, questi impianti sono solo una parte di sistemi ben più ampi che interconnettono, spazi urbani e rurali, cultura e natura, materiali e pratiche intangibili. Infatti, la produzione da fonti fossili prevede un ben più complesso sistema

<sup>09</sup> Il concetto di *petroliumscape* sottolinea come la fonte fossile non sia solo un fluido che alimenta economie ma, anzi, il suo uso produce un impatto pervasivo negli spazi fisici in termini di architetture, città e paesaggi. Il termine definisce inoltre la globale connessione di diversi spazi (*industrial petroliumscape, retail p., administrative p., ancillary p., infrastructural p., architectural p.*) e pratiche spesso distanti tra loro e che definiscono (Hein 2021).

infrastrutturale fatto di oleodotti<sup>10</sup> ed elettrodotti, canali per il raffreddamento, stazioni elettriche, attracchi e grandi spazi di stoccaggio. Oltre al deposito di imponenti architetture (ciminiera, sale macchine, serbatoi), queste infrastrutture hanno modificato la morfologia territoriale: ad esempio, per contenere eventuali fuoriuscite di petrolio o per evitare possibili inondazioni, i siti produttivi sono spesso circondati da imponenti arginature.

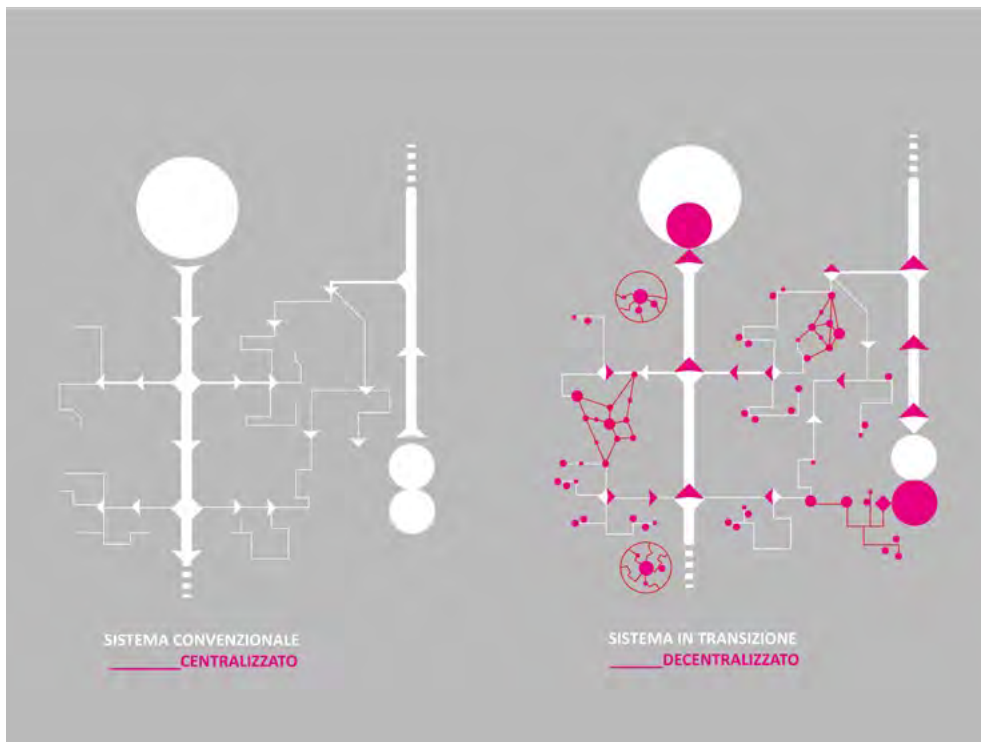
Questi aspetti definiscono valori paesaggistici e il deposito di un elevato e ricco capitale di energia grigia<sup>11</sup>; entrambi aspetti spesso trascurati nei progetti di riconfigurazione dei siti e che meriterebbero pertanto maggior attenzione, anche da parte delle culture del progetto.

## **2.4 LA COSTRUZIONE DI UNA RETE ISOTROPA, RESILIENTE E INTEGRATA**

L'infrastruttura di trasporto elettrica è fondamentale sia per il funzionamento del sistema energetico nelle fasi di trasporto; sia come dispositivo di stoccaggio di energia "in movimento"; sia di sicurezza ed equilibrio nelle connessioni tra luoghi di produzione e di consumo. Come raccomanda l'*International Energy Agency*, ogni euro investito nelle fonti rinnovabili deve corrispondere ad oltre un euro investito nello sviluppo delle infrastrutture e nei servizi per trasportare l'energia prodotta. Rispetto al passato, la rete energetica si sta profondamente trasformando sia a livello tecnologico, ma anche, come vedremo in seguito, a livello spaziale. Il nuovo paradigma energetico impone un cambiamento di logica del sistema da monodirezionale a bidirezionale e da una gestione centralizzata a una decentralizzata. Entrambe le azioni permettono l'adattamento alla crescente generazione distribuita di energia prodotta specialmente dalle fonti rinnovabili. Infatti, per l'adattamento a nuove forme di consumo e di gestione del

<sup>10</sup> Gli oleodotti sono complesse ed estese infrastrutture il cui passaggio spesso genera conflitto (Geroldi and Pessina 2021). Alcuni esempi di queste infrastrutture in Italia sono l'oleodotto lungo 92 km tra la centrale di porto Tolle e il proto-industriale di Ravenna e l'oleodotto sottomarino di 35 km tra l'impianto di Torrevaldaliga Nord e la stazione di Montalto di Castro;

<sup>11</sup> Con energia grigia o energia incorporata (in inglese nota come *embedded energy*) si definisce tutta l'energia usata per la costruzione, il mantenimento il funzionamento ed eventualmente la dismissione di un edificio o di una infrastruttura. L'energia grigia definisce, in concreto, il costo in termini di energia spesa per la realizzazione di un manufatto. La conoscenza e la considerazione di questo dato è importante nello sviluppo dell'edilizia sostenibile, dell'economia circolare e della riduzione dell'uso di risorse naturali.



**Figura 07**

Sistemi energetici in transizione. A sinistra il sistema convenzionale centralizzato, monodirezionale con generazione accentrata; a destra il sistema in transizione, decentralizzato, bidirezionale con generazione distribuita. Elaborazione dell'autore, 2020.

mercato energetico è necessario il monitoraggio, in tempo reale, dei consumi (digitalizzazione della rete) e la gestione del traffico energetico oggi più dinamica, oltre che bidirezionale e pluri-temporale. Infine, la rete è destinata a diventare un grande contenitore di energia (più chilometri di elettrodotti corrispondono a più energia conservabile) e pertanto si necessita un'infrastruttura estesa, capillare e interconnessa<sup>12</sup>.

Per perseguire questi obiettivi la rete è, e sarà, sottoposta a importanti modifiche infrastrutturali, in parte di ammodernamento tecnologico e in parte di vera e propria ricostruzione. Da un punto di vista spaziale queste modifiche comportano importanti trasformazioni che devono essere attentamente pianificate. Nel contesto nazionale il gestore unico Terna ha delineato, nel suo Piano di Sviluppo della Rete 2021<sup>13</sup>, tre macro obiettivi della rete di trasmissione che, leggendoli attraverso la lente spaziale, definiscono caratteri di sicurezza ed efficienza, resilienza e interoperabilità della rete.

*Sicurezza ed efficienza: il traffico energetico.* Il trasporto dell'energia, da un sistema tradizionale produzione>trasmissione>distribuzione>carichi, si sta adattando a flussi di energia bidirezionali, ad alta volatilità e bassa prevedibilità. Questo aspetto ha stravolto il modo di trasportare l'energia, prima linearmente trasmissibile in modo piramidale dalle zone di produzione/accumulo, verso i luoghi della domanda, oggi teso invece a complessi equilibri bidirezionali tra zone di continua produzione (connesse anche direttamente alla rete di distribuzione) e zone di consumo spesso molto distanti dalle prime. Sostanzialmente, il precedente paradigma energetico può essere inteso come un sistema caratterizzato a monte da una più o meno costante riserva di energia e un rubinetto che permettesse

<sup>12</sup> Il progetto Unione dell'Energia (per approfondimento si rimanda a link a fine nota) prevede diversi cantieri per potenziare l'interconnessione elettrica transfrontaliera tra gli Stati Membri della UE. Alla base di questa operazione vi è quella di unificare le reti europee per integrare i sistemi di protezione, distribuire in modo equo e sostenibile l'energia nelle diverse regioni europee e garantire un certo grado di sicurezza. Link: [https://temi.camera.it/leg17/temi/1\\_unione\\_dell\\_energia\\_e\\_la\\_lotta\\_ai\\_cambiamenti\\_climatici](https://temi.camera.it/leg17/temi/1_unione_dell_energia_e_la_lotta_ai_cambiamenti_climatici), consultato a maggio 2022.

<sup>13</sup> Il Piano è stato redatto nel 2021 sulla base dei contenuti del PNIEC e degli obiettivi del PNRR, e prevede il raggiungimento di tre macro obiettivi per la rete ovvero agevolare l'incremento della produzione energetica da FER, ridurre le perdite di carico, ridurre la Co2 e incrementare la sicurezza. <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/piano-sviluppo-rete> consultato a ottobre 2022.

di aprire e chiudere all'occorrenza e incanalare l'energia verso i punti di consumo; il modello in transizione è invece caratterizzato da alcune riserve e alcuni rubinetti sempre aperti, posti sia a monte sia a valle del sistema, con un flusso di energia non costante che scorre perennemente nella rete. Per comprendere meglio possiamo paragonare la rete elettrica a quella stradale: l'attuale produzione energetica ha generato un alto numero di spostamenti in tutte le direzioni, aumentando il traffico lungo i suoi percorsi, e generando notevoli ingorghi a causa di una infrastruttura inadeguata con poche corsie e incroci difficili.

Questo traffico energetico è definito in termini tecnici come fenomeno di *overgeneration*, ovvero un sovraccarico di elettricità sulla rete determinato da picchi di produzione differenziati sul territorio. Le cause alla base dell'*overgeneration* sono strettamente legate a questioni spaziali come la distanza tra siti di produzione e siti di consumo. In Italia si assiste a un consistente aumento di congestioni sulla rete di trasmissione nelle parti più strette della penisola causato da una nuova relazione tra le regioni del Meridione, in surplus energetico, e quelle del Settentrione, altamente energivore soprattutto dopo lo spegnimento di diversi impianti termoelettrici (Terna Piano sviluppo 2021). Queste situazioni si possono verificare anche a scale più ridotte, ad esempio tra territori rurali (dove maggiormente si conservano o producono risorse rinnovabili) e aree urbane più energivore.

Tra le varie azioni previste nella rete di trasmissione, oltre l'ammodernamento di stazioni elettriche, cabine primarie e secondarie e la digitalizzazione della rete (controllo da remoto di spostamenti e rapporto tra punti di produzione e di consumo); vi sono le operazioni di magliatura della rete, ossia la costruzione di nuovi tracciati che consentano percorsi alternativi di interconnessione tra due nodi e quindi l'alimentazione della stessa utenza da rami di rete diversi, assicurando una maggiore continuità di servizio. L'ammodernamento delle reti prevede spesso operazioni di ricostruzione delle stesse assumendo nuovi caratteri spaziali che trasformano il paesaggio come nei casi di interramento dell'elettrodotto.

Per quanto riguarda l'infrastruttura di distribuzione, la transizione prevede il passaggio da una rete passiva a una attiva e quindi più flessibile alla generazione distribuita e alla progressiva diffusione dei sistemi di accumulo e alle infrastrutture di ricarica per la mobilità elettrica (E-distribuzione, Piano di Sviluppo 2021-

2023). La congestione nella rete di distribuzione si verifica in particolare modo nelle aree dove vengono sfruttate maggiormente le risorse rinnovabili. Gli interventi in questi casi prevedono un ammodernamento tecnologico e la creazione delle cosiddette *smart-grid*, ovvero dei modelli di gestione decentralizzata e bidirezionale di una rete che gestisca, grazie a un sistema “intelligente” di telecomunicazione un dispacciamento più equilibrato tra punti di produzione, anche di piccola taglia, e le utenze finali. La pianificazione e gestione di una *smart-grid* ha una stretta connessione con la spazialità della produzione e del consumo: la rete intelligente dovrebbe, infatti, essere in grado di redistribuire in un determinato territorio o contesto urbano i surplus energetici localizzati in specifiche aree o impianti verso spazi e utenze in deficit energetico; inoltre deve saper gestire i carichi e i sistemi di accumulo differentemente distribuiti nello spazio e relazionarsi con gli input da e per la rete di trasmissione elettrica. Le reti intelligenti permettono la realizzazione di nuovi modelli di rete locali, uno scenario inedito per molti territori dove la gestione della distribuzione è stata per lungo tempo in mano ad un unico *player* (ENEL). Le *smart-grid*, inoltre, rappresentano l'infrastruttura base a supporto di una comunità energetica<sup>14</sup>, con un certo grado di autoproduzione (o meglio autogestione) e in connessione con il resto del sistema energetico.

*Resilienza: i blackout climatici.* Il cambiamento climatico si sta dimostrando ormai con effetti pervasivi: la ciclicità sempre più accelerata con cui si manifestano eventi estremi sta colpendo in modo significativo anche il funzionamento della rete di trasporto energetico. Negli ultimi venti anni si è più volte visto come, in caso di calamità o di eventi avversi come terremoti, ondate di calore, siccità, gelate e vento forte, il sistema elettrico viene coinvolto da danneggiamenti e malfunzionamenti, rendendo necessari interventi di manutenzione e riparazione (Terna, 2021) che, è bene ricordare, per una rete elettrica comportano particolari e complesse operazioni, soprattutto nelle zone più impervie e marginali.

I casi più estremi sono quelli che generano più o meno duraturi blackout elettrici: secondo Legambiente (2020) negli ultimi dieci

<sup>14</sup> La questione delle comunità energetiche è un campo di grande interesse e in piena evoluzione, tuttavia risulta ancora incerto e nebuloso e pertanto necessita approfondimenti accurati che portano a riflessioni molto ampie; per questo motivo la tesi osserva con interesse le evoluzioni in corso, ma non entra nello specifico del tema.





### Figura 08

Numero di giorni all'anno con blackout elettrici dovuti a eventi climatici estremi nel territorio italiano.

Fonti: Legambiente, Osservatorio Città e Clima, 2020.

Elaborazione dell'autore, 2022.

anni vi sono stati ottantatré giorni di blackout dovuti al maltempo in diverse aree della Penisola. Le principali cause sono: frane, smottamenti e alluvioni che generano il collasso dei sostegni o il cedimento delle sedi stradali e quindi delle linee interrato; forti raffiche di vento che portano a pressioni sui sostegni e conduttori danneggiandoli; caduta di piante ad alto fusto o di altri oggetti esterni sulle linee elettriche; scariche elettriche sugli apparecchi per forti temporali; ondate di calore e conseguenti sovraccarichi per uso di condizionatori; aumento di depositi inquinanti legati a periodi di lunga siccità (come i depositi salini) che causano scariche superficiali. A questi si aggiungono i più comuni fenomeni di *wet-snow*, ovvero la formazione di manicotti di ghiaccio che appesantiscono le linee creando cortocircuiti o cedimenti strutturali.

Le conseguenze di questi blackout diffusi possono colpire le utenze private per diverse ore, o in casi estremi anche giorni, ma anche parti vitali di un territorio come strutture ospedaliere (blackout agli ospedali di Reggio Calabria nel 2017); snodi di trasporto ferroviario (blackout alla stazione di Roma Termini e alla linea metropolitana Milano nel 2017); o ancora fermare siti produttivi (blackout all'Ilva di Taranto nel 2015).

I danni provocati alle infrastrutture energetiche sono destinati ad aumentare con particolare intensità per le reti elettriche in futuro (Legambiente, 2020), costringendoci a ripensare e trasformare la rete per una maggior resilienza. L'infrastruttura dovrà resistere agli eventi estremi sia grazie all'uso di particolari tecnologie, ma anche per configurazioni e composizioni spaziali appositamente pensate. In questo senso le soluzioni più diffuse<sup>15</sup> prevedono il ridisegno dei tracciati con "l'irrobustimento" delle strutture per integrazione con altre infrastrutture a rete; l'interramento delle linee o l'adattamento degli elementi del contesto (ad esempio, nei territori montani le più frequenti pulizie boschive sotto gli elettrodotti); la configurazione di spazi accessibili e flessibili ai pronti interventi o alle operazioni di manutenzione o rifacimento a seguito di condizioni impreviste. Gli interventi di resilienza della rete comportano ingenti costi: solo nel periodo tra il 2017 e

<sup>15</sup> Le soluzioni spaziali più diffuse sono state definite analizzando i diversi progetti di resilienza intrapresi da TERNA (riportati nelle schede di progetto allegate al Piano di Sviluppo della Rete, 2020), di Enel distribuzione (Piano di Lavoro per l'incremento della Resilienza del sistema elettrico di E-Distribuzione 2022-2024) e di gruppi di aziende locali come la trentina ACSM (<https://www.gruppoacsm.com/novita/interramento-delle-linee-di-distribuzione-elettrica-n235>, consultato a maggio 2022).



**Figura 09**

“Ecological Energy Network”, un progetto di FABRICation e Lola, Studio 1:1 (2014) che prevede la realizzazione di una rete ecologica negli spazi non costruiti sotto gli elettrodotti, interconnettendo la rete ecologica delle aree rurali con quella dei parchi urbani. Il progetto può essere inserito nella categoria di “interoperabilità della rete” dove, accanto alla funzione energetica, trovano posto altre funzioni e configurazioni di reti territoriali. Elaborazione studio FABRICation e Lola, Studio 1:1, 2014.

il 2020 sulla rete di distribuzione gestita da e-Distribuzione sono stati completati più di mille interventi per un costo complessivo di 517 milioni di euro<sup>16</sup>.

*Interoperabilità delle infrastrutture a rete: nuovi dispositivi spaziali di integrazione.* Come ricorda Jeremy Rifkin (2019), ogni volta che cambiamo modo di produrre energia, modifichiamo di conseguenza anche il modo in cui ci spostiamo e comunichiamo. Questa forte relazione tra la rete energetica, quella della mobilità e delle comunicazioni è stata recepita nel contesto europeo già nel Trattato di Maastricht (1992) che, proponendo la creazione di un mercato interno europeo, identificava tre classi di infrastrutture accomunate dalla loro caratteristica a rete, ovvero le reti trans-europee energetiche (TEN-E), di trasporto (TEN-T) e di telecomunicazioni (eTEN). Queste infrastrutture, per la loro topografia spaziale simile, suggeriscono una pianificazione e programmazione integrata che punta allo sviluppo di reti intersettoriali trasporto-energia-telecomunicazioni. Per raggiungere questa integrazione sono in corso diverse azioni definite di interoperabilità (Terna, 2021) che, dal punto di vista spaziale, rappresentano interessanti occasioni progettuali.

Nell'integrazione energia-trasporto ferroviario alcune operazioni prevedono la costruzione di nuove linee elettriche sull'infrastruttura dei binari garantendo sia l'elettificazione della trazione ferroviaria, sia lo spostamento di energia tra un punto all'altro "nascondendo" la linea sul fascio di binari. Quello che si genera è un'infrastruttura multifunzionale che, integrando in unico spazio due funzioni, può favorire le fasi di monitoraggio e manutenzione<sup>17</sup> e diventare strategica nei punti di interconnessione con l'estero<sup>18</sup>. Nell'integrazione energia-trasporto stradale, l'intersettorialità rappresenta una sfida in particolar modo per il rifornimento del trasporto elettrico privato e pubblico. In futuro la necessità di prevedere sempre più punti di

<sup>16</sup> L'analisi dei costi di resilienza è contenuta all'interno del Piano di Lavoro per l'incremento della Resilienza del sistema elettrico di E-Distribuzione 2022-2024, redatto da e-Distribuzione per la rete da lei gestita. Link [www.e-distribuzione.it/archivio-news/2021/06/publicato-il-piano-di-sviluppo-annuale-e-pluriennale-2021-2023.html](http://www.e-distribuzione.it/archivio-news/2021/06/publicato-il-piano-di-sviluppo-annuale-e-pluriennale-2021-2023.html), consultato a ottobre 2022.

<sup>17</sup> A partire dal 2015 le reti dedicate alla sola alimentazione della trazione elettrica sono state trasferite nel perimetro della Rete di Trasmissione Nazionale.

<sup>18</sup> Un esempio in questo senso è il progetto del tunnel del Brennero che prevede una nuova interconnessione ferroviaria ed elettrica con l'Austria mediante il nuovo traforo in costruzione. Per approfondimenti si rimanda al seguente link: [www.regioni.it/dalleregioni/2021/06/01/bolzano-interconnessione-elettrica-nelleuregio-al-brennero.it](http://www.regioni.it/dalleregioni/2021/06/01/bolzano-interconnessione-elettrica-nelleuregio-al-brennero.it), consultato a maggio 2022.

ricarica prevederà un ripensamento di questa relazione che deve, da un lato, garantire una rete sempre più magliata, e dall'altro, l'integrazione nel medesimo spazio funzioni stradali ed elettriche.

Per l'integrazione energia-telecomunicazioni si possono riconoscere alcune operazioni/occasioni: i sostegni degli elettrodotti, puntualmente distribuiti sul territorio nonché svettanti, offrono caratteristiche particolarmente utili per la posa della fibra ottica sopra o sotto i cavi elettrici, o per l'installazione di antenne sulla sommità dei piloni a rinforzo delle reti cellulari e dei dispositivi wi-fi.

L'interoperabilità apre a una diversa concezione spaziale della rete energetica, non più esclusiva per una funzione tecnica ma flessibile e aperta ad alleanze e integrazioni. Questo carattere suggerisce e stimola un ulteriore ripensamento del concetto di "interoperabilità" estendibile ben oltre le funzioni tecniche di trasporto e comunicazione e apribile ad altre funzioni del territorio come l'interconnessione con corridoi ecologici<sup>19</sup>, reti agroecosistemiche, del paesaggio, ecc.

## **2.5 TRASFORMAZIONI URBANE PER UN CONSUMO SOSTENIBILE**

Le politiche per i sistemi di consumo prevedono la moderazione della domanda dei consumi primari e finali<sup>20</sup> introducendo il principio di efficienza energetica<sup>21</sup>. L'efficienza definisce un sistema con una certa forma di indipendenza, ottenibile mediante sistemi di autoproduzione e accumulo, in grado di richiedere meno energia grazie al contenimento delle dissipazioni. Con la Direttiva 2012/27/UE, modificata poi dalla Direttiva 2018/2002/UE, il principio di efficienza energetica diventa un elemento

<sup>19</sup> Un interessante esempio è il progetto proposto nel 2014 dallo studio olandese FABRICation, in collaborazione con Lola e Studio 1:1, che prevede la realizzazione di un "Ecological energy network", ovvero la realizzazione di aree naturali e infrastrutture del *loisir* nelle fasce di rispetto non costruite sotto gli elettrodotti, interconnettendo così i sistemi ecologici delle aree rurali con i sistemi di parchi delle aree urbane. <https://www.fabrications.nl/portfolio-item/ecologicalenergynetwork/> consultato a novembre 2022.

<sup>20</sup> I consumi primari definiscono la domanda totale di energia domestica, mentre il consumo di energia finale si riferisce a ciò che gli utenti finali effettivamente consumano. La differenza tra le due misure definisce le perdite nei processi di trasformazione e distribuzione.

<sup>21</sup> Il principio di efficienza energetica viene esteso a tutta la filiera energetica, dalla produzione al consumo ed è considerato l'elemento primario nelle decisioni di pianificazione del sistema energetico o di finanziamento (Direttiva (UE) 2018/2002 DEL 11/12/18, "Efficienza energetica").

primario nella pianificazione del sistema energetico e nei sistemi di finanziamento per l'intera filiera energetica.

Una gran parte delle misure di efficientamento riguarda il contenimento dei consumi finali e in particolar modo quelli altamente energivori legati ai modi di spostarsi e di abitare. Entrambe le questioni sono saldamente interconnesse alla dimensione urbana. Nel caso dei sistemi di trasporto gli obiettivi di efficienza puntano all'uso di veicoli più efficienti e "il trasferimento modale verso trasporti in bicicletta, a piedi e verso il trasporto collettivo, ovvero una pianificazione urbanistica e della mobilità che riduca la richiesta di trasporti" (Direttiva 2018/2002/UE, p.3). Per i modi dell'abitare si prevede, invece, un generale rinnovamento del parco immobiliare, sia attraverso l'introduzione di tecnologie che soddisfino i requisiti minimi di risparmio energetico (pompe di calore, coibentazione, sistemi di teleriscaldamento, ecc.), sia da politiche che rendano queste operazioni accessibili a tutti e che limino le condizioni di povertà energetica<sup>22</sup>.

Il sistema dei consumi energetici ha assunto un certo rilievo nell'urbanistica sin dagli albori della transizione; infatti, dopo le crisi energetiche degli anni '70 si iniziò a riflettere sulle relazioni tra forma urbana e consumi energetici. In "The cost of sprawl" (Real Estate Research Corporation 1974) la diffusione urbana viene definita, teoricamente, come organismo maggiormente energivoro (unità abitative più grandi, maggior dispersione termica causata da unità non adiacenti e uso più intenso dell'automobile). Le soluzioni proposte nello stesso studio introdussero temi particolarmente attuali come la preservazione dell'energia grigia (*embedded energy*), puntando al mantenimento e al riuso di edifici esistenti, e all'elettrificazione dei consumi finali per sostituire i dispositivi alimentati a gas o metano<sup>23</sup>. A livello di progettazione urbana emerse come le forme di concentrazione potessero ottimizzare i consumi riducendo la distanza degli spostamenti, limitando l'estensione del trasporto energetico (con minor

<sup>22</sup> Secondo la Direttiva 2018/2002/UE un aspetto focale delle politiche di efficientamento energetico è legato alla dimensione sociale dei consumi energetici, ovvero il miglioramento delle condizioni di vulnerabilità e di povertà energetica dei nuclei familiari più a rischio e di quelli che occupano alloggi sociali.

<sup>23</sup> "High quality construction standards can reduce energy demand for heating and cooling regardless of housing type [...] that changes in design of buildings could reduce by at least twenty-five percent the current requirements for electricity in construction, maintenance and demolition" (Real Estate Corporation, 1974, The cost of sprawl, p.3).

dispersione) ed evitando la duplicazione degli spazi e dei servizi pubblici (De Pascali 2008). Nell'evoluzione dei dibattiti successivi emerse come la forma urbana concentrata non fosse, in realtà, l'unica scelta efficace per ridurre i consumi energetici: nella stessa rivisitazione di "The cost of sprawl" del 1998<sup>24</sup> si evidenzia come la densità abitativa possa invece favorire congestioni di traffico, concentrazioni di inquinamento (acustico e atmosferico) e la generazione di "isole di calore" che influiscono negativamente sui consumi energetici di apparecchi elettrici per la climatizzazione e la purificazione dell'aria (Gordon 2009). Inoltre, in alcuni studi come quelli di (Steeemers 2003) è stato evidenziato come nella città compatta vi possa essere un minor apporto di irraggiamento solare, fattore che nei climi continentali influisce su un maggior uso di apparecchi per l'illuminazione artificiale e di sistemi di riscaldamento. Anche nel confronto dei sistemi di trasporto energetico nelle due forme urbane è emerso come una rete diffusa e capillare è sì sintomo di perdite di carico, ma allo stesso tempo funge anche da grande sistema di accumulo energetico e quindi favorisce la flessibilità delle attuali energie "non programmabili". Dalla breve ricostruzione del dibattito emerge come la "giusta forma" urbana per efficientare i consumi si trovi, potenzialmente, sia nella città compatta che in quella diffusa; elemento che ci suggerisce approcci progettuali differenziati per le due forme (Cavaliere 2015) e che comunque puntino a una loro ibridazione e integrazione. Una pianificazione specifica è fondamentale anche per far fronte a una geografia alquanto eterogenea dei consumi: i tessuti compatti corrispondono spesso a centri storici oggi sempre più terziarizzati<sup>25</sup> e turisticati che provocano una concentrazione di consumi con carichi di potenza non omogenei perché concentrati durante la fascia di esercizio delle attività, oppure nella stagione turistica. Allo stesso modo, anche nei tessuti diffusi, e molto spesso nelle "città dormitorio", vi sono particolari concentrazioni di carichi energetici, in opposizione ai centri compatti, durante le fasce orarie non lavorative (prima mattina e sera).

<sup>24</sup> Nel 1998 esce una versione rivisitata di "The cost of sprawl" che rivede alcune proiezioni e convinzioni, anche alla luce delle critiche di Altshuler del 1977, che ribadiva come la riduzione dei consumi avvenisse in unità piccole, piuttosto che accentrate.

<sup>25</sup> Con terziarizzazione dei centri compatti si intende la sostituzione di attività di artigianato e di commercio di prossimità e di residenze a medio-basso reddito, con servizi di funzione primaria (per esempio rappresentanza, formazione, ecc.) ma anche secondari (studi professionali e del commercio di alta fascia). Questo fenomeno, avviato negli anni '80, coinvolge una gran parte dei centri storici delle medie e grandi città italiane (De Pascali 2008).

Il territorio urbano è quindi centrale negli obiettivi di moderazione energetica, considerando anche l'elevata responsabilità dei consumi civili che, come evidenziato nel PNIEC (2020), corrisponde al 40% dei consumi finali di energia<sup>26</sup>.

Negli ultimi anni agende internazionali e pacchetti di politiche europee e nazionali hanno messo al centro l'idea che sia la trasformazione della città una delle leve per lo sviluppo sostenibile (2030 UN Agenda). Etichette come *smart city*, *sustainable district*, *green city* hanno costituito dei *framework* per portare avanti azioni che prevedano una diffusa riqualificazione del parco immobiliare nazionale, pubblico e privato, e che portino, nel lungo termine, a una sempre più consistente presenza di *Nearly Zero Energy Buildings* (NZE), ovvero edifici a basso consumo e alta efficienza energetica.

La Direttiva 2010/31/EU ha delineato con maggior specificità gli obiettivi energetici per il comparto edilizio prevedendo, tra le varie azioni, l'applicazione di requisiti minimi alle prestazioni energetiche di unità di nuova costruzione<sup>27</sup> e di edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni. Tra le due azioni, l'*upgrade* dello stock edilizio esistente pare essere un aspetto particolarmente sfidante poiché il 75% del parco immobiliare europeo risulta oggi ancora inefficiente e scarsamente isolato energeticamente. Le azioni a sostegno della ristrutturazione di edifici esistenti non comprendono *stricto sensu* l'involucro dell'edificio, ma anche il rinnovo dei suoi dispositivi oltre all'adozione di misure alternative che vanno a modificare i comportamenti energetici<sup>28</sup>.

Grazie a sistemi di detrazioni fiscali è stato avviato da diversi

<sup>26</sup> Secondo i dati riportati nel PNIEC, disponibili al 2016, il 41% dei consumi finali di energia è per usi civili, il 34% per il trasporto, il 22% per l'industria.

<sup>27</sup> Dal 31 dicembre 2020 tutti decorre l'obbligatorietà nelle nuove costruzioni di realizzare edifici ad energia quasi zero (NZE). In questi edifici il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo dovrebbe essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili prodotta in loco o nelle vicinanze. Per maggiori dettagli si rimanda all'allegato I della Direttiva 2010/31/EU.

<sup>28</sup> I comportamenti energetici, noti anche con la parola inglese di *energy behaviour*, definiscono la dimensione socio-culturale legata agli usi energetici, le modalità di consumo, i tempi, le frequenze. Comportamenti energetici virtuosi sono quelli che, comprendendo la necessità di moderazione dei consumi, attuano pratiche che riducono gli sprechi energetici e migliorano l'efficienza nell'uso. I comportamenti possono essere spontanei o imposti; in questo ultimo caso si ricordano le limitazioni introdotte nell'attuale crisi energetica relative all'accensione dei sistemi di riscaldamento con limitazione oraria e tetto alla temperatura. I comportamenti energetici possono essere oggetti di sensibilizzazione attraverso operazioni di educazione energetica e di responsabilizzazione sui consumi finali.



anni una stagione di retrofitting<sup>29</sup> del patrimonio edilizio che si sta facendo via via più intensa<sup>30</sup>. Alla scala dell'edificio, le operazioni di efficientamento prevedono diverse soluzioni tecnologiche per il controllo delle perdite energetiche (isolamenti all'involucro e infissi, controllo perdite di ventilazione, ecc.); per l'integrazione di sistemi di produzione energetica da fonti rinnovabili in loco (pannelli fotovoltaici, pannelli solari, pompe di calore) per la gestione della flessibilità energetica (dispositivi per l'accumulo energetico come le *Domestic Hot Water-DHW* o batterie chimiche) e per l'interconnessione alle reti di trasporto (teleriscaldamento, comunità energetiche, ecc.).

Più studi<sup>31</sup> hanno poi dimostrato come la sostenibilità dei sistemi di consumo a livello urbano non si possa raggiungere attraverso mere operazioni di retrofitting puntuali, quanto più con un'integrazione dei sistemi a una scala urbana intermedia, come il quartiere o il distretto. Viene quindi introdotta una nuova dimensione pianificatoria che diventa un *framework* entro il quale sperimentare e mettere in pratica soluzioni che siano sia quelle di migliorare l'efficienza "tecnica", specie nella condivisione della produzione energetica da fonti rinnovabili e nei sistemi di accumulo, sia di portare avanti soluzioni più ampie sui comportamenti energetici di una comunità o intraprendere progetti con ricadute urbane nel settore dei trasporti e nel ridisegno degli spazi pubblici. Un esempio di questa nuova dimensione urbana per l'efficienza energetica è legato ai diversi esperimenti dei *Positive Energy District-PED*. Questi sistemi "distrettuali" sono definiti dall'*Intergovernmental Joint Programming Initiatives Urban Europe* come "*energy-efficient and energy-flexible urban areas which produce net zero greenhouse gas emissions and actively*

<sup>29</sup> Con retrofitting si intende un intervento di aggiornamento retroattivo, ovvero la modifica di una macchina, di un apparecchio, di un impianto, ecc., operata con l'includervi i cambiamenti (sostituzione di parti, aggiunta di nuovi elementi) introdotti in modelli più recenti, allo scopo di soddisfare nuove esigenze o di corrispondere a requisiti normativi successivi al momento della produzione.

<sup>30</sup> Fonti dell'Agenzia delle Entrate dimostrano come dal 1998 al 2005 le comunicazioni per ristrutturazione edilizie siano passate da 250.000 a 2.500.000. Questa pratica si è fatta via via più intensa dal 2009 in poi con l'introduzione delle politiche incentivanti l'efficientamento energetico dell'Unione europea e le diverse misure nazionali, di cui si ricorda il recente ecobonus al 110% (2020).

<sup>31</sup> Per un maggior approfondimento del quadro generale di sviluppo dei *Positive Energy District* si rimanda al documento "Enabling Positive Energy Districts across Europe: energy efficiency couples renewable energy", 2020, a cura di Shnapp S., Paci D., Bertoldi P., Joint Research Center - Commissione Europea; oppure al documento "Europe Towards Positive Energy Districts. First update February 2020 A compilation of projects towards sustainable urbanization and the energy transition" a cura di Christoph Gollner, Silvia Bossi, Sarah Theierling, Margit Noll, Susanne Meyer, Hans-Günther Schwarz, Joint Programming Initiative Urban Europe.

*manage an annual local or regional surplus production of renewable energy* (Gollner et al. 2020, p.6). I PED prevedono, entro un perimetro urbano, l'integrazione di diversi sistemi e infrastrutture energetiche e l'interazione tra edifici e utenti finali, reti energetiche, sistemi della mobilità, tecnologie ICT, garantendo un maggior controllo su una filiera locale dell'energia e migliorando la sostenibilità sociale, economica e ambientale di una parte di città. Un simile contesto di sperimentazione, in fase di normazione e dai confini ancora opachi, è quello delle comunità energetiche, definite anche dall'acronimo CER (Comunità energetica rinnovabile) o l'inglese REC (*Renewable Energy Community*). La comunità energetica indica grossomodo un modello per la promozione e l'uso di energia disegnato sui bisogni energetici, ambientali e sociali della realtà locale<sup>32</sup>. Le comunità energetiche costituiscono dei cluster di iniziative, delle "unità di transizione", che permettono a cittadini e amministratori la gestione collettiva di progetti o servizi energetici con un modello di governo e proprietà diverso rispetto alle organizzazioni imprenditoriali tradizionali (De Vidovich, Tricarico, and Zulianello 2021). Le forme di comunità oggi possono variare dalle aggregazioni di utenti finali come residenti di condomini, proprietari di aziende in aree industriali, agricoltori raccolti in consorzi che gestiscono le forme di autoconsumo; a operazioni più "territoriali" come quelle portate avanti dalle aziende municipalizzate che puntano alla gestione efficace di sistemi chiusi dimensionati a una scala comunale o intercomunale<sup>33</sup>. In entrambe le sperimentazioni accennate emerge una nuova dimensione locale della gestione dei consumi che punta a una pianificazione integrata delle diverse soluzioni/azioni energetiche partendo da una unità base urbana che è quella del quartiere, del distretto, del piccolo centro.

<sup>32</sup> Per un maggior approfondimento sul tema delle comunità energetiche si rimanda al Report "Energy communities: an overview of energy and social innovation", (2020), a cura di Aura Caramizaru e Andreas Uihlein, Joint Research Center for Policy Report, Commissione Europea; o alla pubblicazione "Community energy map. Una ricognizione delle prime esperienze di comunità energetiche rinnovabili", (2021), a cura di Lorenzo De Vidovich, Luca Tricarico e Matteo Zulianello, Franco Angeli.

<sup>33</sup> Per un'ampia geografia delle sperimentazioni in ambito nazionale si rimanda al Report Legambiente (2022) sulle Comunità Energetiche, che raccoglie le evoluzioni dei diversi casi italiani. Link: [https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Comunita-Rinnovabili-2022\\_Report.pdf](https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Comunita-Rinnovabili-2022_Report.pdf), consultato a novembre 2022.



## 2.6 NUOVI ATTORI LUNGO LUNGO LA FILIERA

La transizione energetica rappresenta una sfida tecnico-economica ma ancor prima socioculturale, ed è sicuramente quest'ultima dimensione quella che è più direttamente coinvolta nella trasformazione dello spazio. In questo senso è utile leggere la transizione energetica come la mutazione di un sistema sociotecnico<sup>34</sup> composto da un network di attori (individui, imprese, organizzazioni), istituzioni (norme sociali e tecniche, regole, standard di buone pratiche), artefatti tecnologici e saperi. La transizione di un sistema socio-tecnico riflette un approccio co-evolutivo e interattivo che coinvolge cambiamenti su molteplici dimensioni: tecnologiche, materiali (pratiche d'uso), organizzative, istituzionali, politiche, economiche e culturali; pertanto, il perseguimento degli obiettivi della transizione energetica richiede processi di connessione e sincronizzazione dei cambiamenti che avvengono anche a livello di attori sociali, istituzioni e artefatti (Magnani 2018). La forte interdipendenza tra la dimensione spaziale e quella sociale determina la conoscenza anche della dimensione attoriale della transizione, così da identificare i molteplici soggetti responsabili delle trasformazioni energetiche ma anche di quelli che ne subiscono gli effetti.

La transizione, rispetto alla passata stagione energetica<sup>35</sup>, prevede un aumento del numero complessivo di attori con un allargamento a soggetti precedentemente esclusi dal mondo della produzione. Questo processo di allargamento ha inizio a partire dagli anni '90 su impulso della Commissione Europea che, con l'obiettivo di aumentare la competitività e la sicurezza degli approvvigionamenti, apre al libero scambio dei mercati interni e assegna a ciascun Stato membro il compito di intraprendere misure di liberalizzazione<sup>36</sup> (Ghiglione 2019). Il settore energetico, fino ad

<sup>34</sup> Un sistema socio-tecnico identifica un approccio per leggere processi di cambiamento di un sistema dove vi è un'interazione tra un processo tecnologico (*input, processing, output*) e uno sociale (gruppi che interagiscono con la tecnologia).

<sup>35</sup> Nel contesto italiano, in passato, i principali attori energetici erano costituiti dai due grandi monopoli pubblici: dal 1962 l'Ente Nazionale Energia Elettrica (ENEL), responsabile della produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia e dal 1953 l'Ente Nazionale Idrocarburi (ENI), designato alla ricerca, all'estrazione e alla gestione delle risorse energetiche.

<sup>36</sup> In Italia il processo di liberalizzazione del mercato dell'energia ha inizio con l'adozione del D.lgs. n. 79 del 1999 (Decreto Bersani) quale legge di recepimento della Direttiva 96/92/CE. In questa fase l'Enel da Ente pubblico viene trasformato in una Spa quotata in borsa e le diverse mansioni sono spaccettate in società satelliti come e-Distribuzione, Enel Produzione, Enel Green Power, Terna, ecc. Enel, pur essendo una società, mantiene come principale azionista (23,6%) il Ministero dell'Economia e Finanze.

allora sotto un unico monopolio, si polverizza in una moltitudine di attori composti sia da aziende pubbliche che società private, ma anche da singoli cittadini e varie forme di aggregazione che danno spazio anche a iniziative dal basso.

Secondo quanto definiscono Walker e Cass (2007) i nuovi attori dell'energia si possono identificare secondo quattro modelli che rispondono a quattro combinazioni sociotecniche dell'energia: il modello della *public utility*, il modello del fornitore privato (*private supplier*), il modello familiare (che sconfina nel *prosumer*) e il modello comunitario (*energy community*).

Il modello della *public utility* prima della transizione energetica contemporanea era caratterizzato da pochi attori che gestivano in modo piramidale un patrimonio fatto di grandi impianti connessi da una rete di trasmissione e una di distribuzione. Il pubblico di utenti-consumatori rivestiva il ruolo di privati titolari del diritto universale alla fornitura elettrica, indipendentemente dal modo con cui era erogata (Magnani 2018). Con la liberalizzazione del mercato questo sistema progressivamente lascia posto ad altri modelli, pur conservando ancora un ruolo attivo: ad esempio, le diverse aziende municipalizzate con funzione di *multiutility* (erogatrici di energia, ma anche di acqua, internet, ecc.), a volte sono anche proprietarie o gestori di impianti e/o di reti di distribuzione.

Il modello del *private supplier* è particolarmente emergente nell'attuale panorama della transizione energetica e riflette l'ideologia neoliberale che individualizza, segmenta e privilegia la scelta privata sul bene pubblico (Walker Cass, 2011). In questo modello un numero crescente di grandi e piccole società che agiscono a livello locale, regionale, nazionale, ampliano l'offerta energetica e mutano il rapporto con gli utenti-consumatori che da passivi diventano attivi: vi è ora la possibilità di scelta tra diverse tariffe e offerte e, inoltre, si garantisce la possibilità di agire come investitori (Magnani 2018).

Il "modello familiare", meno diffuso, ma allo stesso tempo emergente, fonde la figura del produttore con quella del consumatore in un unico soggetto definito *prosumer*. Questo modello è nato negli anni '80 quando una serie di strategie per la gestione della domanda energetica domestica ha portato all'introduzione di forme di flessibilità nel network e di controllo

interattivo, oltre che all'introduzione sul mercato di tecnologie e forme di marketing rivolte alla produzione e consumo energetico domestico (Magnani 2018).

Il modello comunitario prevede una forma aggregativa ibrida di *prosumers* e utenti, generalmente formatasi dal basso, che oggi è ascrivibile nelle varie forme di comunità energetiche. Il concetto di comunità energetica è elastico (van Summeren et al. 2019) e può riferirsi a situazioni anche distanti tra loro, ma che comunque si riferisce a un progetto o un programma portato avanti da un insieme di soggetti raccolti per prossimità territoriale o per stessi interessi, che decidono di effettuare scelte comuni dal punto di vista del soddisfacimento del fabbisogno energetico, al fine di ottenere dei benefici che possono essere di natura economica, ambientale e sociale, tramite una gestione più efficiente delle risorse (Klein and Coffey 2016; Scardino 2018). In queste realtà la proprietà, la gestione e la raccolta dei benefici avviene in una dimensione collettiva (Seyfang et al. 2014). A livello istituzionale l'unione europea definisce due tipi di comunità energetica: le *citizen energy communities*, ovvero l'aggregazione di autoconsumatori di energia da fonti rinnovabili, e le *renewable energy communities*, l'istituzione di Comunità di energia rinnovabile (Caramizaru and Uihlein 2020).

La compresenza di questi quattro modelli ha certamente aumentano la competitività e l'offerta, ma allo stesso tempo anche i contrasti e le inevitabili situazioni concorrenziali (Schär and Geldermann 2021). Il ruolo degli attori in un mercato libero e fortemente stimolato da incentivi economici ha attratto un fervore di interessi economici creando, a volte, sistemi di contrattazione opaca e scarsamente orientati o legittimati verso il pubblico interesse e che si confrontano tentando di prevalere l'uno sull'altro (Fanfani and Fagarazzi 2012).

A questi modelli di attori "attivi", dobbiamo aggiungere l'insieme dei soggetti responsabili del governo della transizione, definiti da istituzioni e programmazioni. Secondo Puttilli (2014) possiamo leggere questi attori in una prospettiva transcalare: a livello globale troviamo un concerto di attori negli accordi internazionali (quello di Parigi è il più recente) o in agenzie internazionali come IRENA; a livello comunitario l'Unione Europea ha determinato con le sue politiche profonde modificazioni dello spazio; alla

scala nazionale troviamo il ruolo del governo responsabile delle politiche energetiche (es. PNIEC 2020). Scendendo ancora di scala si entra in un contesto particolarmente determinante per le questioni spaziali: a livello regionale, i diversi enti si sono dotati di strumenti, tra cui il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) responsabile degli indirizzi pianificatori in materia energetica, indirizzi contenuti con maggior declinazione spaziale anche nei Piani territoriali e nei Piani paesaggistici. Scendendo ancora di scala, si arriva sino alle amministrazioni locali con i diversi strumenti urbanistici che, come vedremo nel prossimo paragrafo, sono fortemente incentrati nei Piani per l’Azione dell’Energia Sostenibile e per il Clima (PAESC).

Fin qui si può notare come la transizione abbia polverizzato i soggetti attivamente coinvolti nella gestione della produzione-distribuzione energetica e nella sua *governance*, aumentando gli attori sia orizzontalmente (più società energetiche, più aziende *multiutility*) sia verticalmente (comunità energetiche, *prosumers*).

Queste classi di attori in realtà non sono esaustive della complessa platea di attori della transizione. Infatti, se osserviamo lo spazio del sistema energetico possiamo incontrare un gran numero di attori che in modi diversi sono coinvolti nel processo di transizione. Un esempio sono i cittadini, coinvolti da reazioni circa la modificazione di paesaggio, dalle modalità di fruizione o altri aspetti culturali; I portatori di altri interessi che entrano in conflitto con l’uso dello spazio o delle risorse per produrre energia (*trade-off* tra sistemi di produzione, conflitti ambientali, ecc.) o soggetti che integrano le proprie pratiche con quelle energetiche come, ad esempio, gli attori agroenergetici o i soggetti che ricavano beneficio da nuove configurazioni spaziali dell’energia.

Riassumendo possiamo identificare diverse classi di attori protagonisti nella relazione energia-territorio che agiscono attivamente e indirettamente alla trasformazione dello spazio. Distinguiamo quindi attori di *ownership* (produttori di energia come *public utility*, private *supplier*, produttori famigliari o comunitari) che sono responsabili direttamente della reificazione della transizione, soggetti di *governance* (istituzioni e enti) che mettono in campo politiche, strumenti di governo del territorio e norme; attori reagenti della filiera che costituiscono l’insieme eterogeneo di soggetti che in modo indiretto agiscono o influenzano la trasformazione dello spazio a scale minute e frammentate.

## 2.7 EVOLUZIONE DEGLI STRUMENTI IN UNA DIFFICILE SPAZIALIZZAZIONE

La transizione energetica, per la complessità di trasformazioni che comporta e per la grande quantità di spazio che necessita, richiede una riorganizzazione delle strutture spaziali e le loro rispettive istituzioni e strutture di *governance* (Stoeglehner, Niemetz, and Kettl 2011; Wächter et al. 2012). La relazione tra energia e pianificazione urbanistica è stata variamente osservata negli ultimi decenni, con un continuo susseguirsi di nuovi inizi e successivi abbandoni, ritmati da più o meno urgenti crisi energetiche, che hanno impedito lo stabilizzarsi e il sedimentarsi di esperienze ed elaborazioni in contesto incrementale di sviluppo (De Pascali 2021). In Italia la disattenzione al tema è particolarmente elevata, talvolta con elementi di straordinaria criticità generati dalla complessità nello spazializzare, quantificare e qualificare gli aspetti energetici all'interno di una strumentazione frammentata e concorrenziale. Questa complessità è in parte accentuata dalla liberalizzazione dei mercati che ha generato una pluralizzazione di soggetti e iniziative che si addensano in un contesto opaco. Solo in tempi recenti, grazie anche alla stringente conduzione europea della cornice istituzionale e programmatica dell'energia, gli attori e gli organismi variamente deputati a occuparsi della materia iniziano a considerare, con interesse, la valenza energetica nell'organizzazione della città e del territorio, sebbene ancora con azioni poco diffuse e spesso caute e limitate nel campo d'azione (De Pascali 2021).

In Italia, un primo passo verso la pianificazione spaziale dell'energia è stato mosso a partire dagli anni '90 con l'integrazione europea che, mediante i processi di europeizzazione e di regionalizzazione<sup>37</sup> ha profondamente modificato la *governance* territoriale (Caciagli 2011).

Con la riforma del titolo V della Costituzione del 2001, le competenze in materia di pianificazione energetica sono state redistribuite anche alle Regioni, creando un ruolo concorrente tra quest'ultime e lo Stato.

<sup>37</sup> L'europeizzazione prevede l'adattamento dei soggetti e dei sistemi politici al processo di integrazione europea e alle sue politiche comuni e vincolanti; mentre la regionalizzazione definisce la progressiva devoluzione e decentramento di funzioni e competenze dagli organi statali a quelli regionali e locali che, secondo il principio di sussidiarietà, determinano un ribaltamento della concezione degli enti locali e delle rispettive potestà, funzioni e competenze (Zanon and Verones 2012).



Al livello nazionale spetta la pianificazione strategica d'insieme della politica energetica definita prima dalla Strategia Energetica Nazionale-SEN, introdotta nel 2008 con l'articolo 7 del decreto-legge n. 112, superata poi (2020) dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, che allinea la strategia nazionale alle *governance* degli altri Stati membri della Comunità Europea.

Alle regioni, invece, spetta l'adempimento di specifici obiettivi energetici come quello sulle rinnovabili mediante il meccanismo del *burden sharing* (ripartizione degli oneri). Ogni regione è dotata di un Piano energetico regionale che contiene le declinazioni della *governance* energetica con alcune specifiche indicazioni per gli strumenti di pianificazione. All'interno dei piani vengono definiti i quadri normativi, i meccanismi di sostegno, gli assetti energetici regionali (riepilogo di consumi e produzioni), le descrizioni delle infrastrutture energetiche, gli scenari e gli obiettivi del *burden sharing*, la definizione dei potenziali nei consumi e nella produzione di FER, le strategie e le misure di attuazione e i sistemi di monitoraggio del piano. Il Piano rappresenta uno strumento tecnico di pianificazione energetica, dove le considerazioni spaziali rimangono marginali o occasionali.

Per quanto riguarda la pianificazione territoriale alla scala regionale troviamo, solitamente, due strumenti di *governance* che includono variamente considerazioni energetiche: il Piano Territoriale di Coordinamento e il Piano paesaggistico, o l'unificazione dei due<sup>38</sup>, dove il primo fissa gli obiettivi e fornisce le linee programmatiche dell'assetto dell'ambito territoriale vasto, mentre il secondo definisce le trasformazioni del territorio compatibili con i valori paesaggistici.

Scendendo alla scala locale possiamo osservare come, anche qui, il contesto europeo abbia imposto l'integrazione negli strumenti urbanistici di questioni legate al cambiamento climatico e al miglioramento di prestazione dell'insediamento urbano (Zanon and Verones 2012). Il ripensamento della pianificazione punta a creare consumi energetici urbani sostenibili in relazione alle caratteristiche fisico/spaziali della città basate sul principio di

<sup>38</sup> Il Piano paesaggistico e quello territoriale possono essere congiunti all'interno di un unico strumento, tendenzialmente definito Piano territoriale con valenza paesaggistica.

efficienza energetica<sup>39</sup>.

Il primo tentativo di introdurre una pianificazione energetica alla scala urbana si ebbe con la Legge 10/91 che, all'articolo 5, stabiliva come i Piani Regolatori Generali dei Comuni con popolazione superiore ai cinquantamila abitanti dovessero prevedere uno specifico Piano Energetico Comunale-PEC relativo all'uso razionale dell'energia, al risparmio energetico e all'uso delle fonti rinnovabili. L'introduzione di questo strumento non ebbe i risultati sperati: infatti, solo il 38% delle municipalità si dotarono del Piano, nelle restanti realtà lo strumento fu interpretato come indipendente e quindi quasi mai integrato al Piano Regolatore (De Pascali and Bagaini 2018).

Negli anni 2010, su un nuovo impulso delle strategie comunitarie, torna l'interesse a livello sub-regionale per l'integrazione energetica nelle politiche territoriali (Asarpota and Nadin 2020). Questa nuova spinta è stata fortemente influenzata dall'iniziativa promossa dalla Commissione Europea denominata "Patto dei Sindaci" (*Covenant of Mayor*), un'azione dal basso mirata alla produzione di Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima-PAESC (*Sustainable Energy and Climate Action Plan-SECAP*), ovvero, strumenti senza vincoli di obbligatorietà riferibili alla pianificazione di settore e in particolare a quella energetica<sup>40</sup>. Il PAESC ha uno strettissimo ancoraggio alla disciplina urbanistica: non opera alla scala dell'edificio, ma a quella dell'intero territorio municipale o intercomunale, dando la possibilità di recepire la trasformazione e di valorizzarne le peculiarità (Delponte 2012). Il Piano è particolarmente diffuso nel contesto nazionale, dove è presente in oltre cinquemila comuni, ma anche in quello europeo sino a diversi esempi a scala globale. L'obiettivo del PAESC è quello di mettere in relazione e garantire la fattibilità complessiva di un set di azioni, traguardate da un doppio orizzonte temporale breve/lungo, che puntano a contenere i consumi energetici e,

<sup>39</sup> È bene ricordare come nel campo della pianificazione urbanistica, a partire dagli anni '70, sono stati portati avanti diversi studi teorici legati, in particolar modo, ai consumi del patrimonio edilizio e alla mobilità: oltre al già citato "The cost of sprawl" del 1974, seguirono interessanti studi come quelli di Susan Owens (1986) che per la prima volta mette in relazione energia e organizzazione fisico-funzionale della città, definendo il carattere pervasivo dell'energia sia sul piano fisico-spaziale e socioeconomico, sia sul piano che interessa la pianificazione alle diverse scale territoriali; lo studio "Car oriented city" di Newman e Kenworthy che concettualizza le importanti relazioni tra consumo energetico e mobilità; sino ad arrivare al quadro concettuale proposto da Pohekar e Ramachandran (2004) sull'importanza di integrare le questioni energetiche insieme a quelle spaziali in una pianificazione multi-criteriale.

<sup>40</sup> Per maggiori approfondimenti sull'iniziativa del Patto dei Sindaci e per esplorare la geografia dei piani prodotti si rimanda al portale ufficiale <https://www.pattodeisindaci.eu/it/>, consultato a novembre 2022.

di conseguenza, anche le emissioni atmosferiche inquinanti (Delponte 2012). Il Piano, seppur con qualche eccezione, segue una struttura standard: una *baseline* con l'inventario delle emissioni; tre livelli di interventi basati sulla conservazione dell'energia, l'efficienza e l'uso delle rinnovabili; due *timeline* di strategie (a breve e lungo termine) e delle schede d'azione in cui viene dettagliato il tipo di intervento.

Questo "indice tipo" per alcune municipalità diventa un punto di debolezza: vengono omologate le soluzioni che definiscono tipi di intervento generici e quindi a-contestuali, lasciando inalterate le criticità energetico-climatiche da pianificare (De Pascali and Bagaini 2018).

Nonostante l'evoluzione e la diffusione di questi nuovi strumenti urbanistici, emergono ancora grossi limiti al processo d'integrazione spaziale: si registra ovunque la mancanza di un'adeguata rappresentazione spaziale, mediante cartografie, che descriva la correlazione tra energia ed elementi urbani come la densità, la forma urbana, l'uso del suolo, i mix di funzioni, la mobilità, le risorse energetiche locali, le reti energetiche ecc. Come documentato da De Pascali e Bagaini (2018), vi è ancora una profonda lacuna nella visualizzazione territoriale dei consumi e delle produzioni energetiche che dovrebbero essere alla base delle strategie energetiche e di efficientamento. I piani restituiscono diverse informazioni di carattere quantitativo ma quasi mai spazializzate, immergendo così la transizione in un vuoto spaziale e rendendo complessa la reale integrazione tra spazio ed energia.



**CAPITOLO 3**

**UNA  
TRANSIZIONE  
A-SPAZIALE**



### 3.1 MAPPARE L'INVISIBILE E L'IMPALPABILE

Sebbene oggi parlare di transizione obblighi un approccio multidisciplinare e multiscalare, data la pervasività della questione energetica, è bene comprendere entro quali confini il proprio campo disciplinare può contribuire. Nello svolgimento della tesi sono state diverse le occasioni di riflessione attorno alla pertinenza di alcuni argomenti e questioni energetiche: comprendere dove e come l'energia tocca a terra, definire i processi energetici che trasformano lo spazio, cogliere le possibili prese progettuali, dare un nome alle nuove spazialità, ecc.; tutte questioni che, tramite operazioni di *mapping*, trovano rappresentatività, contribuendo a delineare meglio il perimetro del “fare urbanistico” nel campo della transizione energetica.

La rappresentazione dell'energia deve fare però i conti con una questione particolarmente rilevante: cosa è realmente mappabile? L'energia, infatti, tra i diversi flussi territoriali, è contraddistinta da più caratteristiche non-fisiche poiché è sia impalpabile che invisibile. L'energia si manifesta solo in ciò che muove, illumina, riscalda, mentre il suo sistema è riconoscibile solo in ciò che viene spazialmente configurato per la sua produzione, per il suo trasporto e per il suo consumo. Il riconoscimento delle parti del sistema non è mai immediato proprio perché l'infrastruttura energetica, per ragioni funzionali, estetiche e politiche, spesso viene nascosta, sotterrata e camuffata (Ferrario e Castiglioni 2015). Vi sono poi aspetti dell'energia particolarmente complessi perché “escono” dalle infrastrutture: è il caso dei consumi energetici, vari nel tempo e nello spazio e che spesso non sono adeguatamente monitorati (Ferrari et al. 2021). Queste condizioni hanno da sempre ostacolato le operazioni di mappatura dell'energia che, nell'attuale transizione, sono rese ancora più complesse per l'aggiunta di alcuni aspetti di seguito enunciati.

“*Eravamo abituati ad altro*”. Nel passato paradigma energetico, nonostante le difficoltà già menzionate, le infrastrutture di produzione dell'energia si concentravano in spazi definiti ed esclusivi, solitamente molto grandi che costituivano entità territoriali riconoscibili (bacini idroelettrici, centrali termoelettriche) e con oggetti particolarmente evidenti (ciminiera, dighe, condotte). Anche i sistemi di trasporto erano più facili da individuare seguendo la monodirezionalità dell'energia che si manifestava per spazi standardizzati e gerarchizzati. Nell'attuale

transizione queste (poche) certezze decadono per l'avvento di spazialità inedite, molto complesse, come la polverizzazione esito dell'*energy sprawl*, l'aumento dei consumi di suolo, la varietà di combinazioni di nuovi elementi nei paesaggi energetici e le rinnovate relazioni contestuali tra nuove infrastrutture e sistemi territoriali locali.

*La variabile temporale.* La transizione è un processo in costante mutamento e dagli esiti incerti, che a fatica cogliamo e comprendiamo. La ri-territorializzazione dei sistemi energetici è avvenuta in un tempo molto rapido, non dando il tempo necessario per sperimentare nuove forme di rappresentazione e ostacolando le operazioni di monitoraggio che oggi dimostrano la scarsità e il non aggiornamento di dati spazializzati disponibili sull'energia.

*Uno strato informativo inaccessibile, opacizzato e disomogeneo.* Quello dell'energia è considerato un settore strategico e sensibile, per questo motivo molti dati risultano non pienamente accessibili per motivi commerciali, legali, di privacy, ecc. La liberalizzazione del mercato dell'energia ha poi aumentato la difficoltà di raccolta e condivisione dei dati: venendo a mancare una regia unica sul sistema, si sono moltiplicati i soggetti e quindi la sistematizzazione e il monitoraggio dei dati si è frammentata e disarticolata. Gli stessi dati, inoltre, stando alle logiche di un mercato energetico concorrenziale, sono spesso opacizzati, gonfiati e troppo diversificati.

Addentrando poi nella questione operativa del *mapping* energetico emerge una fondamentale questione: come viene rappresentata la transizione energetica oggi? Per rispondere al quesito è necessaria una ricognizione delle rappresentazioni convenzionali, e quindi più diffuse, dell'energia oggi. La raccolta intrapresa nel lavoro di ricerca non rappresenta una sistematica comparazione di immagini, ma più una panoramica atta a restituire le principali tendenze iconografiche legate alla transizione energetica. Questo panorama è stato costruito indagando gli apparati iconografici dapprima nei principali strumenti di governo dell'energia alla scala nazionale (Piano Nazionale Integrato Energia e Clima-PNIEC 2020, Piano di Sviluppo delle Reti Terna 2021, Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza-PNRR, 2020), poi alla scala di alcuni contesti regionali (Piano energetico regionale del Veneto – PERFER 2017; Piano Energetico Regionale



dell'Emilia-Romagna, 2017; Piano Energetico Regionale del Friuli Venezia Giulia, Piano Energetico Ambientale della Puglia, 2007), poi i Piani Energetici Comunali-PEC di interessanti casi come Bolzano (in corso), Bologna (2007) e Prato (2013); per concludere nei Piani di Azione per il Clima e l'Energia-PAESC di alcuni comuni come quelli di Padova (2011), Limana (2014) Treviso (2012) Udine (2020), Venezia (2013). In secondo luogo, sono state ricercate le rappresentazioni che includessero contenuti energetici negli strumenti di governo del territorio alla scala regionale (PTPR Emilia-Romagna 1993, PPR Friuli-Venezia Giulia 2017, PTR-PTP Lombardia 2010, PPR Piemonte 2017, PPR Sardegna 2006, PIT Toscana 2015, PTRC Veneto 2020). Sono state selezionate infine diverse immagini da documenti, report, studi scientifici incontrati nel percorso di ricerca provenienti da diversi ambiti (es. European Joint Research Center, Commissione Europea, ENEA, Gestore dei Servizi Energetici-GSE, ecc).

Da una prima sistematizzazione e riflessione dei materiali sono emerse tre famiglie di rappresentazioni che sono state definite, in questo lavoro, come "quantitative", "a cartogrammi" e "ingenue".

**Figura 11**  
RAPPRESENTAZIONI QUANTITATIVE

Nella prima famiglia, quella più presente nei documenti delle *policies* (energetiche e territoriali), al centro della rappresentazione c'è il dato quantitativo (consumo in KWh, produzione in MW, numero di impianti, ecc.) che viene espresso sotto forma di grafico, diagramma, tabella, ecc. La principale natura delle informazioni che emerge è di tipo statistico e riprende il linguaggio legato a discipline economiche e tecnologiche. Queste rappresentazioni, pur comunicando dati imprescindibili per comprendere, misurare e pianificare la transizione, non riescono in nessuna operazione di spazializzazione mancando la relazione con attributi spaziali, come superfici e localizzazioni geografiche, e con altri sistemi e informazioni territoriali (uso del suolo, tipologia del costruito, viabilità, ecc.).

L'energia e la sua transizione vengono così espresse in termini virtuali, quando è invece necessario tradurle in strumenti concreti e visuali (Sijmons et al. 2014).

Tra gli esempi raccolti è possibile notare come molte delle informazioni esprimano valori potenzialmente spazializzabili (superfici di coltivazioni agro-energetiche, tipologia di edifici con più alto potenziale per installazione di impianti fotovoltaici, potenziale di biomassa recuperabile da aree verdi pubbliche, ecc.) ma, proprio per la loro forma non spazializzata, richiamano ad

aspetti astratti e difficilmente implementabili in un progetto o un piano.

Strettamente connessa alla rappresentazione quantitativa che trova diffusione tra gli strumenti di pianificazione, ma anche nei numerosi report strategici e negli studi scientifici, è quella dei cartogrammi. Queste rappresentazioni comunicano dei dati quantitativi in forma aggregata entro confini geografici definiti da unità amministrative come regioni, province, comuni. Il dato, così come le informazioni trasmesse, è di tipo statistico e spesso trova definizione a scale intermedie (regioni e province) e meno a quelle dettagliate (comune, quartiere, frazione, ecc.).

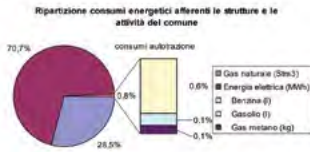
Queste rappresentazioni definiscono un legame con enti territoriali, piuttosto che con il territorio, concependo quest'ultimo come un supporto meramente statistico. La forma di rappresentazione a cartogramma delinea alcune geografie della transizione, ma non fa emergere le dirette correlazioni tra energia e spazio, come densità del costruito, forma urbana, uso del suolo, mix funzionale, mobilità, risorse locali, reti energetiche ecc. I cartogrammi, inoltre, distribuiscono indistintamente l'informazione entro confini amministrativi (politici e non fisici) fornendo informazioni generali, appiattite imprecise e soprattutto incapaci di cogliere le differenze varie e minute: ad esempio, a poco servono i dati aggregati dei consumi energetici di una data unità amministrativa al fine di agire con politiche e progetti mirati a sostenere l'efficientamento di alcuni edifici energivori, o a potenziare le capacità di alcune infrastrutture.

Spesso, proprio la mancanza di visualizzazione energetica è la responsabile della standardizzazione di molte strategie energetiche e della bassa integrazione negli strumenti di pianificazione spaziale (De Pascali e Bagaini 2018).

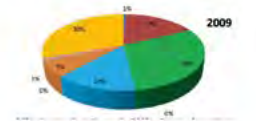
La terza famiglia di rappresentazioni energetiche identificata in questa ricerca è quella che approccia le questioni spaziali in modo ingenuo, producendo rappresentazioni oleografiche. Queste restituzioni grafiche idealizzano alcuni modelli energetici astraendoli, però, da un reale contesto. La tendenza di queste immagini è di rappresentare un certo modello in un contesto spaziale basico e standardizzato, privo pertanto di connotati. L'obiettivo che si coglie da queste immagini è quello di fornire suggestioni e stimolare una certa visione o idea di transizione energetica, ma la totale astrazione e i connotati spaziali banalizzati

**Figura 12**  
RAPPRESENTAZIONI A  
CARTOGRAMMA

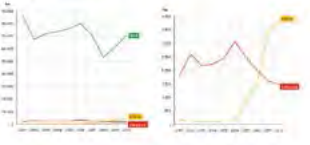
**Figura 13**  
RAPPRESENTAZIONI INGENUE



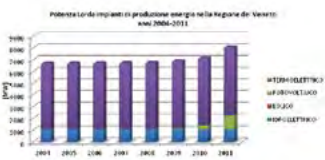
Ripartizione consumi energetici afferenti le strutture e le attività del comune



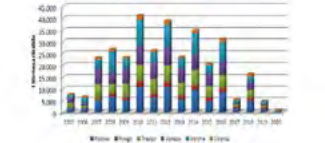
Ripartizione consumi energetici strutture comunali Comune di Prato, 2011, Piano Energetico Comunale



Ripartizione in percentuale delle emissioni di CO2 per settore di utilizzo (2006-2009) Comune di Treviso, 2011, Piano Azione Energia Sostenibile



Potenza installata degli impianti FER Regione del Veneto, 2017, Piano Energetico Ambientale Regionale



Biomassa ritirabile dagli impianti Short Rotation Coppice Regione del Veneto, 2017, Piano Energetico Ambientale Regionale

Legno da potestà arborea (t/anno)	
VERONA	261
VENEZIA	7363
BELLUNO	239
TREVISO	6408
VENEZIA	11207
PADOVA	12648
ROVERETO	2405
Totale	34473

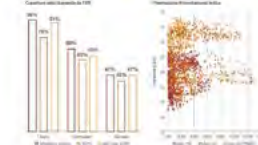
Disponibilità biomassa da aree verdi urbane Regione del Veneto, 2017, Piano Energetico Ambientale Regionale



Consumi energetici fonte e per settore 2017 Comune di Padova, 2020, Piano Azione Energia Sostenibile

POTENZIALE POTENZIALE DI GENERAZIONE FOTOVOLTAICA PER NUOVI EDIFICI E RIFABBRICAZIONE EDIFICI ESISTENTI (KWh/anno)									
Comune	Superficie (m²)	Superficie (m²)	Superficie (m²)	Superficie (m²)	Superficie (m²)	Superficie (m²)	Superficie (m²)	Superficie (m²)	Superficie (m²)
VERONA	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
VENEZIA	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
BELLUNO	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
TREVISO	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
VENEZIA	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
PADOVA	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
ROVERETO	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
Totale	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000

Potenziale di generazione elettrica fotovoltaica su edifici Regione del Veneto, 2017, Piano Energetico Ambientale Regionale



Penetrazione delle FER durante il lockdown TERNA, 2021, Piano di Sviluppo delle Reti

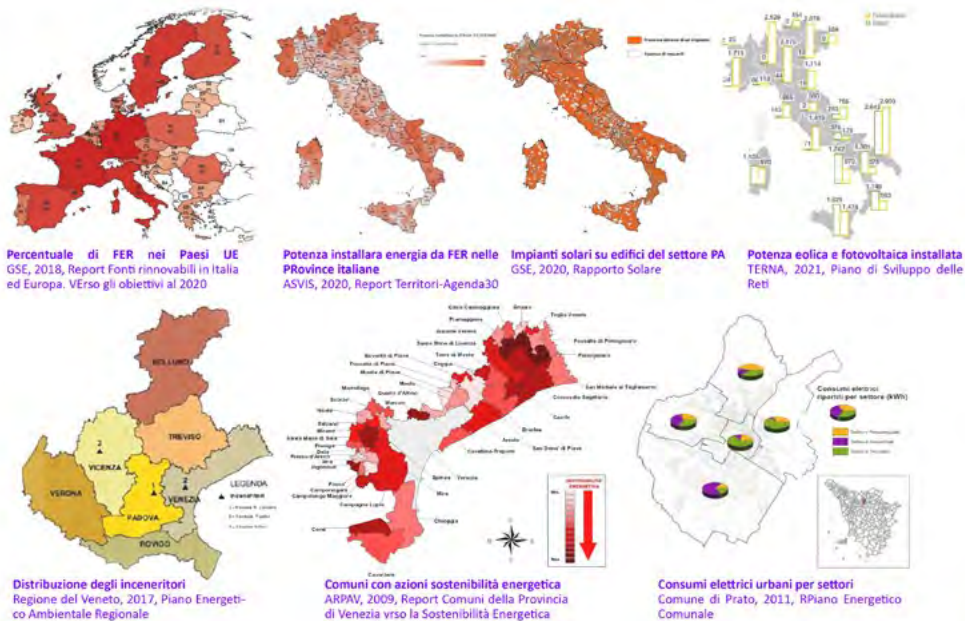
Figura 11

Rappresentazioni quantitative dell'energia, l'apparato iconografico più diffuso tra gli strumenti come Piani energetici regionali e comunali. Vi sono diverse informazioni spaziali non spazializzate: ad esempio, nell'immagine in basso a sinistra è mostrata la variazione delle superfici coltivate ad agroenergie nel tempo, un'informazione utile alla valutazione economica, ma poco incisiva per le ricadute territoriali indirette (dove si concentrano queste coltivazioni? In che contesto agrario si inseriscono? Su quali sistemi energetici si collegano?). Elaborazione dell'autore, 2022.

spesso limitano l'applicazione in reali contesti. Le immagini vengono costruite su, e non a partire da, un territorio, il che le rende standardizzate e difficilmente radicabili a un contesto. In queste immagini, poi, si riflette molto della retorica “green” legata alla transizione, dove prevalgono scenari eco-modernizzanti che alludono spesso a situazioni utopiche, estremamente positivistiche e quindi troppo pacificate. Questo tipo di rappresentazioni, pur conservando un certo grado di stimolo propositivo, sono incapaci di generare dibattito e di entrare nelle concrete questioni spaziali, assomigliando più a immagini slogan che a strumenti utili a un agire sul territorio.

Da questa breve ricognizione sulle rappresentazioni dell'energia e della transizione emergono importanti lacune: le rappresentazioni quantitative astraggono la transizione e l'energia dal territorio, quelle a cartogrammi appiattiscono e generalizzano le informazioni e quelle “ingenue” idealizzano i modelli energetici. Si percepisce ancora una certa distanza tra energia e spazio e i tentativi di integrazione sono spesso sbilanciati verso un linguaggio esclusivamente tecnico ed economico, fattore che ribadisce ancora un'appartenenza delle politiche di transizione alla regia techno-economica.

La rappresentazione di ciò che intercorre tra energia e spazio, come ribadisce Sijmons (2014), è un'occasione per integrare in modo intelligente e desiderabile la transizione al territorio. L'energia delinea, in modo diretto, delle quantità, ma anche delle qualità, per questo sono necessarie operazioni che spazializzino i diversi dati e che misurano e definiscono i processi di transizione. In questa spazializzazione la transizione diventa una “genuine design challenge” (Sijmons et al. 2014) per tutte le discipline che si occupano di progetto di territorio. Tra le operazioni di rappresentazione, lo strumento cartografico diventa primario nell'integrazione e gestione della transizione energetica nel territorio e in modo particolare nei processi *basin-decision making* (De Pascali e Bagaini 2018). L'*energy mapping* è uno strumento fondamentale ancora scarsamente compreso ed utilizzato negli strumenti territoriali del contesto italiano: alcuni rari esempi, che però ci mostrano l'importanza di tale operazione,



**Figura 12**

Rappresentazioni a cartogramma. I dati quantitativi vengono espressi entro unità geografiche amministrative (politiche e non fisiche). Le informazioni che emergono sono meramente statistiche e paiono particolarmente efficaci alla definizione di geografie generiche (immagini in alto) o a supporto di operazioni funzionali (l'immagine in basso al centro rappresenta la ricognizione a livello provinciale di interventi di efficientamento energetico, di impianti da FER, di infrastrutture per la mobilità sostenibile, ecc.). Elaborazione dell'autore, 2022.

sono costituiti dall'atlante web "Atlaimpianti"<sup>01</sup> realizzato dal Gestore dei Sistemi Energetici<sup>02</sup> che risulta, ad oggi, l'esempio di spazializzazione più completo degli impianti da fonti rinnovabili presenti nel territorio nazionale, che però ha funzioni statistiche e lascia quindi sullo sfondo le potenzialità di pianificazione e di progetto. Altri cenni sono i tentativi di aggiornamento dei database cartografici sull'uso del suolo che in questi anni stanno aggiungendo la categoria "energetica" (In Veneto la CCS le ha aggiunte nell'aggiornamento del 2018) o le mappature delle colture agroenergetiche all'interno dei Piani culturali grafici<sup>03</sup>. All'interno dei piani energetici troviamo qualche (raro) esempio di mappatura esito spesso dell'importazione da studi scientifici come le cartografie prodotte per l'analisi del potenziale energetico delle fonti rinnovabili della regione Veneto (PER 2007). Tuttavia, queste mappature sono legate ad aspetti e obiettivi di natura tecnica (analisi del potenziale dell'energia, distribuzione degli incentivi fiscali, ecc.) e scarsamente sono messi in relazioni con le qualità di un territorio.

La profonda lacuna di rappresentazione e conoscenza spaziale negli strumenti di governo del territorio è direttamente responsabile dell'emersione di inerzie agli sviluppi della transizione. Molte, infatti, sono le resistenze dal territorio che inficiano il raggiungimento di diversi obiettivi di *policies* e le storture responsabili della propagazione di disuguaglianze socio-spaziali. Nei prossimi paragrafi verranno esplorate le maggiori criticità socio-spaziali della transizione nel contesto nazionale: dalla pianificazione "ingessata" degli iter di costruzione di impianti di energia da FER, ai difficili progetti di efficientamento nella città del Novecento, passando dagli scenari titubanti per le incoerenze spaziali dei sistemi a rete.

<sup>01</sup> Atlaimpianti è un atlante geografico interattivo che permette di visualizzare l'ubicazione territoriale degli impianti di produzione di energia elettrica e termica incentivati dal GSE e di altre informazioni come: tipologia, fonte utilizzata e meccanismo di incentivazione. Il sistema è stato lanciato a febbraio 2017 ed è in continuo aggiornamento. Nella raccolta sono esclusi gli impianti non incentivati dal GSE. Dato che la maggior parte degli interventi si beneficia degli incentivi, il database "Atlaimpianti" rappresenta lo strato informativo più vicino alla rappresentazione reale del sistema di produzione energetico. Il database, ad oggi, è solamente consultabile e non consente la condivisione e l'utilizzo dei dati (download) come materiale di studio e di progetto.

<sup>02</sup> Il GSE, Gestore Servizi Energetici, è l'organo responsabile dell'erogazione dei contributi finanziari a imprese, enti pubblici e privati cittadini, attraverso la gestione dei principali meccanismi di incentivazione della produzione di energia da fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica

<sup>03</sup> Un buon esempio è il database cartografico *open source* realizzato da AGREA, l'agenzia dei pagamenti in agricoltura della regione Emilia-Romagna che identifica tra le tipologie culturali anche quelle agroenergetiche e di quello di AVEPA per il Veneto.



**Modello energetico territoriale**  
EU Commission - Documento presentazione  
European Green Deal



**Benefici della sinergia tra agricoltura ed energia solare**  
Clean Energy Council, 2021



**Modello di Comunità Energetica**  
ENEA, Report le comunità energetiche in Italia



**Modello di Positive Energy District**  
JPI Urban Europe



**Transizione dei sistemi di trasporto: verso le smart grid**  
ENEA, 2020, Le Smart Grid per un futuro energetico sostenibile e sicuro

### Figura 13

Rappresentazioni ingenue. Queste immagini rappresentano modelli energetici ideali applicati a un contesto spaziale basilico e standardizzato, privo di connotati, che trasmettono perlopiù informazioni legate a soluzioni ideali, astratte e pacificate. Elaborazione dell'autore, 2022.

### 3.2 LE RINNOVABILI TRA BUROCRAZIA E CONFLITTI TERRITORIALI

Al fine di raggiungere i prossimi obiettivi vincolanti della Strategia energetica europea al 2030 (almeno un 32% di consumo lordo di energia da fonti rinnovabili) ogni paese è chiamato a partecipare con un proprio obiettivo incrementale. Quello italiano prevede di raggiungere un consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili pari al 33% del totale, differenziandosi in tre settori energetici: 55% nel settore elettrico, 40% in quello termico e 22% in quello dei trasporti. Questo si traduce nella necessità di installare almeno 70 GW di potenza da fonti rinnovabili in meno di dieci anni (PNIEC 2020).

L'urgenza è alta e il tempo è limitato; nonostante ciò, il perseguimento degli obiettivi sulle rinnovabili è oggi tutt'altro che certo. Negli ultimi anni si assiste a una forte contrattura della potenza installata, fatto principalmente attribuibile alla lentezza del rilascio delle autorizzazioni, alla discrezionalità nelle procedure di Valutazione di Impatto Ambientale - VIA, ai blocchi da parte delle Soprintendenze, alle normative regionali disomogenee e ai contenziosi istituzionali (Legambiente 2021), tutti elementi che evidenziano la forte inerzia innescata da una ancora inadeguata *governance* spaziale dell'energia.

Per comprendere genesi e sviluppi di questa inerzia bisogna ricostruire il processo dal suo inizio: a partire dal 2009, con il lancio della prima Strategia Energetica Nazionale al 2020, un generoso sistema di incentivi economici ha reso particolarmente attrattivo l'investimento nella costruzione di nuovi impianti, innescando un fenomeno inatteso nel panorama nazionale denominato poi "corsa alle rinnovabili". Questa corsa ha generato una vertiginosa crescita di nuova potenza installata da FER, passando dai 219.274 MW nel 2009, ai 495.544 MW quattro anni più tardi (Fonte: GSE, Report Energie Rinnovabili 2009; 2013).

Da un punto di vista energetico ed economico il fenomeno ha costituito un vero e proprio successo, portando al raggiungimento degli obiettivi vincolanti al 2020 già nel 2017 e superando la soglia prevista del 17% di consumi finali lordi prodotti da FER con un +18,3% (PNIEC, p.19).

Se osserviamo lo stesso processo da un punto di vista spaziale, però, emerge tutta un'altra dimensione: nello stesso (breve) periodo è stato costruito un elevatissimo numero di nuovi impianti

**Figura 14**  
INCREMENTO POTENZA INSTALLATA



(620.723), dai 34.518 presenti nel 2009 ai 655.241 nel 2013 (oggi sono 1.029.190). Il fenomeno è stato particolarmente intenso per alcune tecnologie come il fotovoltaico, dove si passa dai 31.875 impianti presenti nel 2009 ai 648.196 nel 2013, e l'eolico, dove il numero di parchi cresce da 203 a 1.386 unità in soli quattro anni (Fonte: GSE, Report Energie Rinnovabili 2009; 2013).

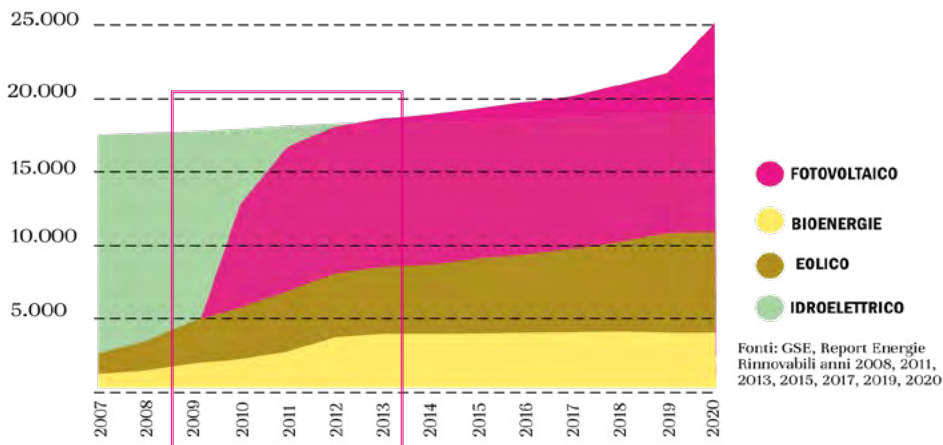
Il fenomeno da un punto di vista territoriale non ha precedenti: in brevissimo tempo una buona parte del sistema produttivo dell'energia si è frammentato e ridistribuito sul territorio con un'altissima richiesta di spazio.

Questo processo, oltre a non essere previsto dalle *policies*, è stato scarsamente, se non per nulla, rappresentato: la completa assenza di una geografia della polverizzazione, ha nascosto per molto l'emergere di un'inarrestabile ri-territorializzazione accidentata dei sistemi energetici.

Gli effetti negativi di questo processo non hanno tardato a manifestarsi con l'accentuarsi di fenomeni di accaparramento di risorse e spazi, depauperamento ambientale, trasformazioni speculative di paesaggi e a farsi notare da comunità locali, abitanti e frequentatori dei territori che, a loro volta, hanno avviato un'intensa stagione di conflitti territoriali. Il rumore sempre più forte di queste proteste ha inevitabilmente influenzato l'opinione pubblica e la politica locale (soprattutto in merito al consenso), portando all'attenzione le ricadute socio-spaziali della transizione energetica.

La rapidità ed intensità del fenomeno non hanno consentito la maturazione di una *governance* territoriale a regia comune, avviando così una eterogenea campagna di rivisitazione degli strumenti autorizzativi a più scale, tutti orientati a procedure più restrittive con diversi vincoli e veti. Questo ha portato, come già anticipato, a una normativa confusa e contraddittoria, basata sulla discrezionalità da parte degli organi deputati all'autorizzazione con un sistema decisionale "caso per caso". Si allungano così i tempi degli iter burocratici, ingolfando i processi autorizzativi con effetti critici a cascata come, ad esempio: l'obsolescenza di progetti con soluzioni tecnologiche non aggiornate; la scarsa attrattività del mercato nazionale delle rinnovabili, sia in termini di investitori sia in termini di sperimentazioni; il rallentamento

## INCREMENTO POTENZA (MW) FER

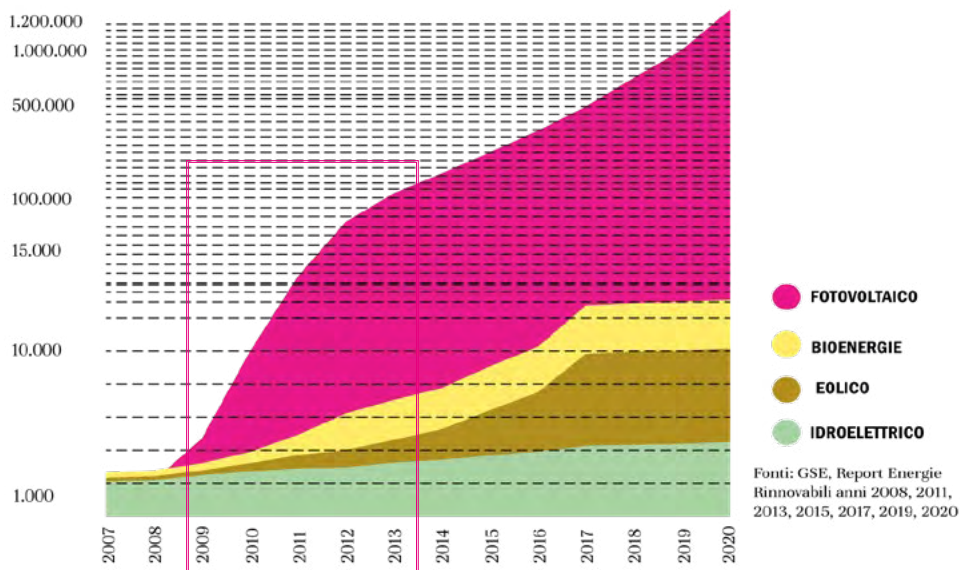


**Figura 14**

Incremento della potenza installata (MW) da fonti rinnovabili (fotovoltaico, bioenergie, eolico e idroelettrico) tra il 2007 e il 2020. Nel riquadro è evidenziato il periodo della "Corsa alle rinnovabili".

Fonti: GSE, Report Energie Rinnovabili anni 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2020.  
Elaborazione dell'autore, 2022.

## INCREMENTO NUMERO DI IMPIANTI FER



**Figura 15**

Incremento del numero di impianti da fonti rinnovabili (divisi per fonte) costruiti nel contesto italiano tra il 2007 e il 2020. Nel riquadro è evidenziato il periodo della “Corsa alle rinnovabili”.

Fonti: GSE, Report Energie Rinnovabili anni 2008, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2020. Elaborazione dell'autore, 2022.

dei processi di ristrutturazione della rete di trasmissione<sup>04</sup>.

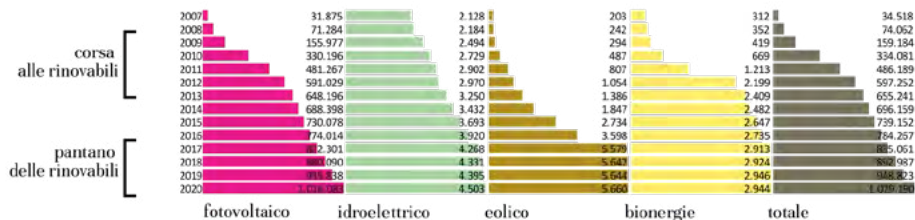
Per comprendere alcuni elementi di criticità di questo contesto si può esaminare lo strumento delle “Linee guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”<sup>05</sup>, emanato con il DM del 10 settembre 2010, tutt’ora ancora valido e mai aggiornato. Queste Linee guida, tra i vari aspetti, introducono il concetto di “aree o siti non idonei” all’installazione di specifiche tipologie di impianti sotto il profilo ambientale e paesaggistico. Il Decreto invita le Regioni a individuare, secondo dei criteri specificati<sup>06</sup>, delle aree non idonee tenendo conto anche dei pertinenti strumenti di pianificazione ambientale, territoriale e paesaggistica. Pur conservando alcune caratteristiche innovative, come il tentativo di coordinare i principali strumenti di pianificazione territoriale ed energetica, lo strumento ha finalità di “offrire agli operatori un quadro [...] di riferimento e orientamento per la localizzazione dei progetti [...] come atto di accelerazione e semplificazione dell’iter di autorizzazione alla costruzione e all’esercizio” (Allegato 3, DM 10.09.10), sostanzialmente una perimetrazione cartografica delle aree tutelate (laddove presente) o un elenco delle stesse dove si suggerisce un’alta probabilità che l’autorizzazione venga negata.

<sup>04</sup> I finanziamenti delle nuove progettualità di Terna vengono dirottati nelle aree di maggior stabilità e fervore nei processi di transizione (Legambiente 2021). Questo aspetto accentua le disparità socio-spaziali, oltre a creare un sistema di reti poco efficiente poiché tecnologicamente scostante.

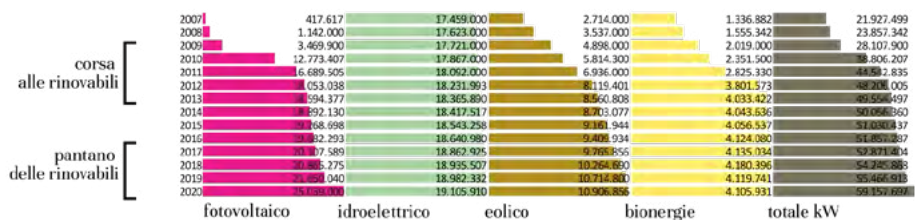
<sup>05</sup> Le linee guida sono state editate dall’allora (2010) Ministero dello sviluppo economico in concerto con il Ministero per i beni e le attività culturali e per il turismo e il Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare.

<sup>06</sup> I criteri elencati all’Allegato 3 del DM 10-09.10 sono: i siti inseriti nella lista UNESCO, le aree e i beni di notevole interesse culturale (parte seconda del dlgs 42/2004), nonché gli immobili e le aree dichiarati di notevole interesse pubblico (art. 136 dlgs 42/2004); zone all’interno di coni visuali la cui immagine è storicizzata e identifica i luoghi anche in termini di notorietà internazionale di attrattività turistica; zone situate in prossimità di parchi archeologici e nelle aree contermini ad emergenze di particolare interesse culturale storico e/o religioso; le aree naturali protette ai diversi livelli nazionale, regionale, locale (legge 3/141/11); le zone umide di importanza internazionale (convenzione di Ramsar); le aree incluse nella Rete Natura 2000 (direttiva 92/4 3/CEE e direttiva 79/409/CEE); le *Important Bird Area* (IBA); le aree non comprese in quelle ai punti precedenti ma che svolgono funzioni importanti per la conservazione della biodiversità (fasce di rispetto aree contigue delle aree naturali oggetto di proposta del Governo ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla giunta; aree di connessione e continuità ecologico-funzionale tra i vari sistemi naturali e seminaturali: aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette; aree in cui è accertata la presenza di specie animali e vegetali soggette a tutela dalle Convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle direttive comunitarie (79/409/CEE e 92/43/CEE); le aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni DOP, IGP, STG, DOC, DOCG) produzioni agroalimentari e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-naturale, in coerenza e per le finalità di cui all’art.12, comma 7, del decreto legislativo 387 del 2003 anche con riferimento alle aree caratterizzate da un’elevata capacità d’uso del suolo; le aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nei PAI (Autorità di Bacino, dl 180/98 e smi); zone individuate ai sensi dell’art. 142 del dlgs. 42 del 2004 valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti.

## NUMERO IMPIANTI



## POTENZA INSTALLATA



**Figura 16**

Confronto dell'incremento tra potenza installata e numero di impianti costruiti per le principali fonti rinnovabili in Italia tra il 2007 e il 2020.

Fonti: GSE, Report Energie Rinnovabili anni 2008, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2020. Elaborazione dell'autore, 2022.

Da questo strumento, ma anche da ciò che emerge dalle indicazioni sulle rinnovabili contenute nei Piani territoriali e in quelli paesaggistici o, viceversa, di quelle territoriali contenute nei piani energetici regionali, emerge come l'integrazione delle rinnovabili sul territorio sia interpretata come un mero problema di inserimento (Ferrario, Puttilli, e D'Angelo 2020). La questione territoriale delle rinnovabili viene così banalizzata come un problema di "impatto paesaggistico" (non è un caso che le maggiori riflessioni siano per impianti più visibili come quelli fotovoltaici ed eolici), aspetto per definizione negativo e che impone un approccio territoriale basato sul vincolo, sul limite, sulla mitigazione o sulla compensazione.

Questa posizione "vincolistica" degli strumenti ha di fatto ingessato il processo di costruzione di nuovi impianti, creando una situazione statica che potremmo ribattezzare, in contrasto alla "corsa", come "pantano delle rinnovabili". Questo pantano ha inizio nel 2017, quando si rende evidente il forte rallentamento all'installazione di nuovi impianti che, da lì al 2020, porterà all'allacciamento di soli 62.862 MW (0,8 GW/anno in media) (Legambiente 2021) e la costruzione di appena 190.000 nuovi impianti (GSE, Report rinnovabili 2018, 2020). Di contro, quello che cresce è il numero di nuove infrastrutture ferme alla fase progettuale: dai dati Elemens per l'eolico in Italia<sup>07</sup>, dal 2017 ad 2021, sono pervenute richieste per 20 GW di installazioni, di cui effettivamente realizzate risulta essere solo lo 0,67%. 1 GW dei 20 totali corrisponde a richieste che hanno ricevuto un effettivo parere negativo (tra VIA e PAUR) mentre il restante è ancora in attesa di essere vagliato o in corso di valutazione. Questa inerzia costituisce quella che potremmo definire come una "transizione di carta", espressa da un gran numero di progetti ipotetici che non toccano mai a terra, stretti entro un comparto normativo farraginoso, non certo nuovo al contesto italiano, ulteriormente complicato dai riflettori puntati dai conflitti e dalla scarsa accettazione sociale.

A partire dal 2019, sulla spinta dell'aggiornamento delle politiche incentivanti e dei sistemi di autorizzazione (in vista del lancio della nuova strategia al 2030), è emersa una nuova

<sup>07</sup> Per maggiori informazioni si rimanda all'evento di Elemens dal titolo "La questione autorizzativa per le rinnovabili italiane. I numeri del *permitting* di progetti eolici, disponibile al link <https://www.elemens.it/anevpermtting21/>, ultimo accesso a novembre 2022.

consapevolezza sull'importanza dello spazio e della sua rappresentazione nella transizione energetica: nel PNIEC (2020) viene evidenziato come la transizione “comporta l'esigenza di significative superfici” (PNIEC, p. 126) e pertanto, questa maggior richiesta di spazio, deve essere condivisa con il territorio con “una maggiore consapevolezza delle comunità locali coinvolte [...] nelle scelte territoriali” (ibidem). Nel piano emerge un'inedita linea territoriale di sviluppo che punta a limitare il consumo di suolo mediante operazioni di *revamping* e *repowering* di impianti esistenti<sup>08</sup> e stimolando la costruzione di impianti fotovoltaici su edifici, tettoie, parcheggi, aree di servizio ecc. Un'ulteriore misura a basso impatto spaziale che si individua è quella che prevede operazioni di preservazione e incremento della produzione nei grandi impianti idroelettrici già esistenti (PNIEC, p.56). Il Piano riconosce come, per raggiungere gli obiettivi prestabiliti, la trasformazione di nuove superfici sia inevitabile in particolar modo per gli impianti fotovoltaici a terra<sup>09</sup>. In questo senso, però, si privilegeranno zone compromesse e non destinate ad altri usi quali le superfici non utilizzabili ad uso agricolo, le aree già artificializzate (con riferimento alla classificazione SNPA), i siti contaminati, le discariche e le fasce lungo il sistema di infrastrutture.

Queste indicazioni sono sintomo di un cambio di visione verso un approccio attivo che non si limita a perimetrare vincoli, ma piuttosto a suggerire dove è meglio intervenire. In questo senso il PNIEC ha introdotto una nuova strategia per semplificare l'iter autorizzativo degli impianti mediante l'individuazione, da parte delle regioni, di “aree e siti idonei” all'installazione di impianti da FER, in coerenza con le esigenze di tutela delle aree agricole e forestali, del patrimonio culturale e del paesaggio, delle qualità dell'area e dei corpi idrici.

Questo cambio, tuttavia, sembra conservare molti dei limiti precedentemente descritti: la questione territoriale delle rinnovabili viene ancora banalizzata come un mero inserimento di infrastrutture, dove prevalgono indicazioni sul “dove” piuttosto

<sup>08</sup> Il *revamping* energetico prevede l'ottimizzazione e ammodernamento di un impianto che presenta problemi di performance mediante la sostituzione di alcune sue parti. Il *Repowering*, invece, prevede interventi di modifica delle componenti per il potenziamento energetico, senza però una loro sostituzione.

<sup>09</sup> Per quanto riguarda le altre fonti rinnovabili è prevista una crescita contenuta (geotermica e mini-idroelettrico) e una leggera flessione delle bioenergie al netto dei bioliquidi dove invece è attesa la graduale fuoriuscita a fine incentivo.

che sul “come”. Così facendo ci si concentra solo sugli effetti diretti dell’inserimento degli impianti, trascurando tutte le trasformazioni indirette che comporta la ri-territorializzazione di un sistema energetico.

Ciò che sembra ancora mancare è una regia collettiva che pianifichi lo sviluppo energetico nel territorio con un approccio propositivo alla trasformazione spaziale, in grado di ispirare tutti gli attori coinvolti nel processo di valutazione, autorizzazione, ma anche di costruzione, progetto e gestione, per una nuova “cultura progettuale” della transizione energetica. In questa cultura ciò che dovrebbe cambiare, rispetto a quanto emerso, è la concezione residuale dello spazio dell’energia dove si considerano solo gli aspetti visivi ed estetici del risultato sullo spazio e sul paesaggio. Strumenti come l’individuazione delle aree idonee o non idonee definiscono un approccio allo “zoning delle rinnovabili”, una considerazione troppo distante da quell’idea e necessità di integrazione tra spazi e funzioni e di contestualizzazione delle infrastrutture. In questo senso l’urbanistica dovrebbe offrire il suo contributo con uno sguardo transcalare che superi le tendenze attuali e produca nuovi approcci e strumenti sperimentali verso un’idea di “progetto di suolo delle rinnovabili”, che intende, quindi, una maggior cura delle relazioni socio-spaziali nei progetti di costruzione dei nuovi impianti da fonti rinnovabili.

### **3.3 LE INCOERENZE SPAZIALI DELLE RETI**

La transizione della rete di trasporto energetico riveste un ruolo di importanza trasversale in tutti e cinque pilastri individuati nell’Unione dell’Energia: sicurezza energetica, efficienza energetica, integrazione dei mercati, decarbonizzazione e ricerca innovazione<sup>10</sup>. La transizione delle reti energetiche, e in particolar modo del sistema di trasmissione, punta a caratteri di sicurezza ed efficienza, resilienza e interoperabilità. Se da un lato sembra chiara la definizione degli obiettivi da raggiungere, e quindi le operazioni da intraprendere; dall’altro lato risulta

<sup>10</sup> Il 25 febbraio 2015 è stato adottato dalla Commissione Europea l’*Energy Union*, finalizzata a fornire ai consumatori energia sicura, sostenibile e competitiva. La strategia si articola in cinque dimensioni strettamente interconnesse: sicurezza energetica, efficienza energetica, integrazione dei mercati, decarbonizzazione e ricerca innovazione. Maggiori informazioni al link: <https://www.consilium.europa.eu/it/policies/energy-union/>, consultato a novembre 2022.



ancora “complesso stimare l’entità complessiva degli interventi di ammodernamento necessari a raggiungere [questi] obiettivi, stante la variegata collocazione geografica di generazione distribuita [...] ed elettrificazione degli usi finali” (PNIEC, p.89). Emerge quindi un quadro di azioni consapevoli del come, ma non del dove, delineando, anche qui, un’inerzia spaziale dovuta a una scarsa rappresentazione. Particolarmente critica risulta l’incoerenza spaziale tra zone di generazione e di carico: le prime diffuse prevalentemente su aree extraurbane o rurali a loro volta a bassa richiesta energetica; le seconde, invece, concentrate nelle aree densamente abitate dove si percepiscono maggiormente gli esiti dei processi di elettrificazione dei consumi finali. La localizzazione degli impianti di generazione, così come dei sistemi di accumulo (sia idroelettrici che elettrochimici), definisce una differenza distributiva anche a scala nazionale: ad esempio, l’eolico e il fotovoltaico *utility-scale* sono prevalenti nelle regioni del Meridione (specie in Puglia, Sicilia e Campania), mentre il fotovoltaico integrato e l’idroelettrico sono più diffusi al Nord.

L’ incoerenza tra punti di generazione e aree di consumo è un fattore sì spaziale, ma anche temporale: i periodi delle due attività spesso non coincidono e, soprattutto, non possono essere programmati; questo complica oltremodo il “traffico energetico” tra aree di produzione e di consumo, generando fenomeni di sovraccarico delle reti e strozzature elettriche.

Il fattore spazio-temporale disegnato dalla distanza tra territori produttori e territori consumatori delinea la necessità di una profonda integrazione tra la pianificazione territoriale e quella energetica. Come ribadito nel Piano di Sviluppo di Terna (2021), è necessaria una “pianificazione complessiva” che sia in grado di monitorare l’evolversi dei fenomeni per poter anticipare, ed eventualmente aggiornare, la pianificazione e lo sviluppo degli interventi infrastrutturali (ibidem, p. 4). Tuttavia, la differenza in termini di potenza e di distribuzione geografica degli impianti definisce ancora un ostacolo alla pianificazione integrata, fattore ulteriormente aggravato da un generale senso di incertezza circa lo sviluppo e le scelte da prendere per il futuro del sistema energetico. Questa incertezza è in parte insita del processo di transizione, dove non si sa come possano evolvere alcuni aspetti come: l’evoluzione dei consumi e il ruolo dei consumatori, l’evoluzione dei prezzi dei combustibili fossili e delle *commodity*, le politiche energetiche nazionali e comunitarie in evoluzione,

gli effetti del “pantano delle rinnovabili” che disincentiva gli investimenti a rinnovare le infrastrutture di trasporto. Altri aspetti legati a questa incertezza sono determinati dalla mancata pianificazione e monitoraggio (sinora) delle scelte messe in campo come: il mancato controllo sull’espansione della generazione distribuita e quindi della localizzazione degli impianti e del tempo di entrata in esercizio o la mancata pianificazione sulle sorti di impianti obsoleti e di quelli da fonti fossili (Legambiente, 2021; Terna, Piano di Sviluppo delle Reti, Evoluzione Rinnovabile, p32).

Sulla complessa integrazione dei sistemi di pianificazione energetica e territoriale stanno anche ricadendo, negli ultimi anni, gli esiti dei contrasti sul territorio legati alla mancata accettazione sociale per la costruzione di nuove infrastrutture che genera ritardi e inerzie ai progetti di sviluppo della rete<sup>11</sup>. Sono infatti diversi i conflitti legati alla costruzione di nuovi tracciati di elettrodotti, al loro ammodernamento o alla costruzione o implementazione di stazioni elettriche e cabine primarie<sup>12</sup>. Le azioni messe in campo per fare fronte ai contrasti territoriali sono quelle che puntano a generare un minor impatto nel paesaggio, nell’ambiente e nelle comunità territoriali con misure mitigative che prevedono, in gran parte, azioni di interrimento dei cavi (Terna, Piano di Sviluppo, p. 266). I cavidotti elettrici sostituiscono l’infrastruttura soprassuolo con un sistema di condutture elettriche interrate che, però, riservano notevoli oneri di costruzione, alte sfide progettuali (gestione della dissipazione termica e isolamento elettrico) e complesse operazioni di manutenzione. È chiaro come sotterrare l’infrastruttura energetica non possa essere l’unica azione per risolvere la questione spaziale del trasporto dell’energia. La tendenza a nascondere e camuffare le infrastrutture energetiche evidenzia, così come riscontrato per le inerzie spaziali delle rinnovabili, una considerazione meramente estetica delle infrastrutture che non si commisura con gli aspetti fisici dello spazio e i valori di un passaggio.

<sup>11</sup> *European Union Agency for Cooperation-ACER*, “Consolidated report on the progress of electricity and gas Projects of Common Interest, giugno 2021. Disponibile al link: [www.acer.europa.eu/Official\\_documents/Acts\\_of\\_the\\_Agency/Publication/2021.pdf](http://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Publication/2021.pdf). Consultato a novembre 2022.

<sup>12</sup> Secondo la mappatura dei conflitti territoriali dell’Osservatorio Nimby Forum, nel territorio veneto, cinque dei venti conflitti registrati sono legati ad interventi sulle infrastrutture di trasporto energetico: Elettrodotto Cortina-Auronzo; Elettrodotto Polpet-Scorzè, Elettrodotto Dolo-Camin; Metanodotto Ravenna-Mestre; Stazione elettrica di Volpago.



**Figura 17**

L'ampia fascia territoriale dell'elettrodotto denominato "Vallone Moranzani" (VE): una sequenza di spazi non connotati da particolari funzioni, inaccessibili e caratterizzati da suoli degradati in un paesaggio di rilievo ambientale come quello perilagunare. Fonti: Bing maps, 2021.

Questa cecità impedisce, inoltre, di rappresentare e progettare gli spazi prodotti dalle reti che, negli anni, hanno creato numerose, ampie e articolate fasce di territorio non costruito, spesso interdette e caratterizzate dalla presenza di tralicci e piloni semplicemente precipitati nel contesto. Questi ritagli di spazi sono esito delle indicazioni sulle fasce di rispetto degli elettrodotti, definite dal DM 29.05.08<sup>13</sup>, che normano uso e accessibilità degli spazi lungo la tratta energetica (anche sottosuolo), caratterizzato da un'induzione magnetica di intensità elevata. Queste fasce, per la presenza di inquinamento elettromagnetico che dipende dal voltaggio della linea di passaggio, costituiscono quindi delle buffer zone dove non è consentita la destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario o di qualunque attività che prevede la permanenza non inferiore a quattro ore (DM 29.05.2008). Questo vincolo ha rafforzato una considerazione residuale dello spazio "sotto" l'elettrodotto, specialmente negli attraversamenti urbani delle linee più inquinanti, generando un gran numero di superfici di risulta con funzione indefinita, geometrie frastagliate e scarsa fruibilità.

Le ancora presenti incoerenze spaziali che congestionano il traffico energetico lungo le reti, da una parte, e la considerazione residuale degli spazi "sotto" le infrastrutture, dall'altra, definiscono una certa inerzia negli strumenti di pianificazione territoriale e spaziale. Emerge quindi l'esigenza di rappresentare l'integrazione tra i sistemi energetici e territoriali per governare il traffico elettrico e per gestire la coerenza spazio-temporale tra punti di carico e di consumo. Inoltre, una corretta pianificazione delle localizzazioni degli impianti di produzione, e quindi delle "rotte" delle infrastrutture che attraversano il territorio, pare fondamentale per garantire sicurezza, flessibilità ed efficienza al trasporto dell'energia in coerenza con le filiere di sviluppo e le risorse locali. Infine, un ripensamento dello spazio fisico degli elettrodotti che, vista la diffusione sul territorio e la sensibilità sociale della loro trasformazione, ci spingono a progettare, con una rinnovata coscienza spaziale e non più solo tecnica, lo spessore e il suolo coinvolto dalle infrastrutture, anche per

<sup>13</sup> Il decreto del 29 maggio 2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" è costituito sulla "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti" definiti nel DPCM 8.07.2003



**Figura 18**

Infrastrutture come “limite urbano”. Passaggio dell’elettrodotto denominato Dolo-Camin nel centro di Spinea. Secondo il DM 29.05.2008 sotto gli elettrodotti ad alta tensione deve costituirsi una fascia di rispetto dove non è consentita la costruzione di edifici che prevedono la permanenza di persone per oltre quattro ore. Fabrizio D’Angelo, Spinea (VE), luglio 2022.

potenziare l'integrazione con sistemi simili, così come stabilito dagli indirizzi di interoperabilità delle politiche europee, e includendo anche altre reti del territorio come quelle ecologiche.

### 3.4 IL DIFFICILE EFFICIENTAMENTO DELLA CITTÀ DEL NOVECENTO

Il prossimo traguardo dell'Unione Europea al 2030 è quello di raggiungere un 32,5% di efficienza energetica. Nel contesto nazionale questo si traduce in una riduzione dei consumi pari al 43% dell'energia primaria e al 39,7% dell'energia finale rispetto al 2007 (PNIEC). L'obiettivo, tradotto in consumo di energia espresso in Mtep<sup>14</sup>, secondo quanto declinato dalla pianificazione energetica nazionale, prevede una riduzione di consumi di energia finale da politiche attive pari a quasi 9,3 Mtep/anno al 2030. Questo risparmio energetico è ripartito in settori (residenziale, terziario, industriale, dei trasporti) in base al maggior potenziale di efficientamento espresso da evoluzioni delle prestazioni e costi delle tecnologie, privilegiando, tra tutti, quello residenziale<sup>15</sup>. L'efficientamento energetico del settore edilizio prevede azioni complesse e radicali alla scala urbana definite, in primis, da importanti operazioni di riqualificazione edilizia del patrimonio esistente. Proprio partendo dallo stato dell'arte di quest'ultimo, emergono i primi tratti critici che connotano un'inerzia spaziale: oltre il 60% del parco edilizio nazionale ha più di 45 anni (PNIEC) che, per le questioni energetiche, significa anche essere stato costruito prima della legge 373/1976 che introdusse, per la prima volta nel panorama italiano, delle norme sul contenimento del consumo energetico.

La maggior parte degli edifici residenziali in Italia è stata costruita durante il boom edilizio del Dopoguerra. La forma urbana che in poco tempo ha riconfigurato l'intera Penisola è quella della "città del ventesimo secolo" caratterizzata da

**Figura 19**  
EDIFICI PER EPOCA DI COSTRUZIONE

<sup>14</sup> La tonnellata equivalente di petrolio (tep) è un'unità di misura di energia. In pratica, è la quantità di energia sprigionata dalla combustione di una tonnellata di petrolio grezzo. Il tep è utilizzato per rendere più semplice l'utilizzo di grandi valori energetici. Quando si ragiona su consumi nazionali, l'unità di riferimento è il Mtep (Megatep), corrispondente 1 milione di tep.

<sup>15</sup> Il totale dei 9,3 Mtep di riduzione dei consumi sono così divisi tra i settori: 3,3 per il residenziale, 2,4 per il terziario, 1 per l'industria e 2,6 per i trasporti.

<b>EPOCA DI COSTRUZIONE</b>	<b>NUMERO EDIFICI</b>	<b>METRIQUADRI</b>
<1919	1.832.503	824.318.007
1919-1945	1.327.007	596.929.863
1945-1960	1.700.834	756.089.112
1961-1970	2.050.830	922.528.420
1971-1980	2.117.649	952.585.727
1981-1990	1.462.766	657.998.570
1991-2000	871.017	391.811.090
2001-2005	465.092	209.213.142
2006-2011	359.991	161.935.377
2011-2018	232.714	104.682.143
<b>TOTALE</b>	<b>12.420.403</b>	<b>5.587.091.450</b>

**Figura 19**

Edifici in Italia per epoca di costruzione con metriquadri di superfici. Si evince come la gran parte degli edifici, pari a 4.168.479, sia stata costruita nel ventennio 1961-80, costruzioni della cosiddetta città del Novecento, esito del boom edilizio, caratterizzata da alloggi privi di soluzioni per il contenimento dei consumi energetici, introdotti solo con la legge 373 del 1976.

Fonti: Ministero dello Sviluppo Economico, 2020, Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030.

Elaborazione dell'autore, 2022.

fenomeni di intensa utilizzazione dello spazio urbano di alcuni centri (terziarizzazione); la costruzione di grandi parti di città pubblica; il progressivo aumento dello spazio per la mobilità dell'automobile; e i fenomeni di dispersione dell'abitare e le nuove relazioni spaziali della città porosa (Secchi 2005). I paradigmi di consumo energetico di questa città sono molto distanti dagli attuali: disomogenee concentrazioni urbane di energia; elevati consumi negli spostamenti della *car-oriented-city*; diffusione e dispersione energetica nello *sprawl* urbano; vincoli di intervento nel patrimonio storico; parco edilizio costruito spesso con una scarsa attenzione alla qualità abitative, specialmente in termini di isolamento acustico e termico (Magnani, Carrosio, e Osti 2020).

Intervenire in questa forma di città è particolarmente complesso: vi è una difficile misurazione e spazializzazione dei consumi effettivi; gli abbondanti spazi e funzionalità legate all'uso dell'automobile spesso ostacolano l'introduzione di forme e mezzi di spostamento più sostenibili; il patrimonio edilizio poco efficiente risulta vecchio e scarsamente mantenuto nel tempo. Quest'ultimo aspetto delinea anche un ulteriore grado di inerzia tenuto nel tempo: si registra, infatti, per un lungo periodo, una scarsa iniziativa alla ristrutturazione: sino al 2000 solo il 20% del patrimonio edilizio italiano era stato rinnovato e solo in minima parte con interventi energetici (Magnani, Carrosio, e Osti 2020). Questa inerzia ci lascia oggi un parco immobiliare composto per 62% da edifici al di fuori dei canoni di qualità energetica, con un 37,1% di immobili in classe energetica G e il 24,9% in classe F (fonte PNIEC).

Con l'avvio delle politiche di transizione sono state introdotte importanti misure di finanziamento che puntano al miglioramento delle prestazioni energetiche agevolando il recupero dell'esistente, contraendo così il processo pluridecennale di costante crescita urbana. Ad esempio, nel 2008 è stato introdotto lo strumento dell'ecobonus, una detassazione del 65% per interventi di efficientamento energetico, inteso come cambio infissi, isolamento e cambio caldaia. Nel 2020, invece, il Superbonus al 110% ha previsto incentivi per interventi di isolamento termico, sostituzione impianti termici e interventi in abbinamento come installazione di impianti fotovoltaici, sistemi di accumulo, colonne di ricarica per veicoli elettrici, schermature solari, sostituzione di infissi ecc. Queste misure, unite all'introduzione del sistema di certificazioni energetiche, hanno avviato una inedita stagione





**Figura 20**

Segni della transizione energetica nella città del Novecento. Negli ultimi anni si sta assistendo a una ristrutturazione immobiliare delle città italiane senza precedenti. Nell'esempio un cantiere per interventi di isolamento termico in un edificio di Mestre. Fabrizio D'Angelo, Mestre, maggio 2022.

di trasformazione urbana denominata “*Retrofitting* energetico” (Figura 17). Dal nono Rapporto Annuale sull’Efficienza Energetica dell’ENEA emerge che dal 2007 al 2019 sono stati oltre 42 i miliardi investiti per interventi di riqualificazione energetica, di cui 3,5 solo nel 2019, con un risparmio complessivo di circa 17.700 GWh/anno, di cui poco più di 1.250 GWh/ anno nel 2019.

Nonostante questa inedita stagione di *retrofitting*, non vi è stata una vera e propria territorializzazione dell’efficienza energetica: gli strumenti messi in campo hanno sì reso economicamente vantaggiose alcune pratiche edilizie altrimenti fuori mercato ma, allo stesso tempo, non avendo conoscenza e rappresentazione spaziale delle ricadute hanno portato alla realizzazione di interventi parziali (Carrosio e Magnani 2022), fatti di singole operazioni di modernizzazione degli edifici, come la sostituzione di infissi senza un isolamento termico o la sostituzione di impianti termici senza una riorganizzazione dei consumi. L’obiettivo di queste operazioni sembra quindi aver sostenuto e alimentato il mercato delle costruzioni piuttosto che il raggiungimento degli obiettivi di contenimento dei consumi energetici.

Esiste poi un’ulteriore criticità di natura socio-spaziale che rafforza l’inerzia all’efficientamento urbano: le politiche e gli strumenti messi in campo sono ciechi rispetto alle disuguaglianze sociali e territoriali. Così come pensati gli incentivi hanno stimolato l’innovazione del ceto medio-alto fatto di proprietari di case e famiglie con redditi stabili, entrambi con risparmi e capacità di spesa per affrontare investimenti importanti come l’installazione dei pannelli fotovoltaici, gli interventi strutturali per il risparmio energetico, l’acquisto di una automobile con caratteristiche ecologiche, l’acquisizione di abitazioni in classi energetiche elevate (Carrosio 2018). Queste caratteristiche hanno portato a una geografia differenziata delle ricadute spaziali delle politiche di efficientamento, sia alla scala territoriale che a quella urbana.

Come evidenziato da una analisi di Carrosio e Magnani (2022), esistono sensibili differenze territoriali sugli interventi di efficientamento energetico: la maggior parte degli investimenti si concentrano nelle regioni settentrionali e in particolar modo in Veneto, Trentino-Alto Adige e Valle d’Aosta. I fattori legati a questa differenza sono identificabili nella maggior disponibilità di capitale socio economico e innovativo di questi contesti: una presenza diffusa di imprenditoria locale, diverse compagnie

energetiche con buona capacità di innovazione e la disponibilità di un diffuso capitale sociale. All'interno del contesto urbano troviamo, invece, differenze tra parti di città e talvolta tra singoli edifici, dove, per gli alloggi abitati da ceti medio-bassi e in quelli in locazione risultano sostanzialmente inaccessibili gli incentivi e le misure delle politiche energetiche, rendendo insostenibili e alquanto complesse le operazioni di efficientamento di parti di città che spesso sono quelle maggiormente deficitarie di qualità energetiche. Queste aree corrispondono spesso a interi pezzi di periferie caratterizzati da scarsa qualità del costruito, ma anche dai servizi e dagli spazi urbani che costringono a spostamenti con mezzi motorizzati, aumentando i consumi energetici più inquinanti.

Questa cecità contribuisce all'aumento della povertà energetica, aspetto particolarmente aggravato dall'attuale crisi energetica sulle forniture di gas (ENPOR, 2023 Report on Energy Poverty in the PRS). Per fare fronte a questo problema, sino ad ora, sono stati introdotti dei contributi di aiuto al pagamento delle bollette (es. bonus energetico per famiglie a reddito basso) che, però, anche qui, ignorando le questioni spaziali, agiscono a valle del problema, lasciando inalterata la criticità di partenza, ovvero un patrimonio edilizio inadeguato direttamente responsabile dell'aumento dei consumi energetici e quindi dell'accrescere delle condizioni di povertà energetica (Carrosio 2018). Sintomatici di questa cecità spaziale sono i parametri considerati per definire le condizioni di povertà, basati solo su informazioni demografiche e di reddito, ma non sulle qualità spaziali dell'abitato e dell'urbano e sul costo minimo necessario per mantenere standard abitativi accettabili (Amato 2020).

L'efficienza energetica urbana, che passa attraverso gli interventi di *retrofitting* del patrimonio costruito, il ripensamento della mobilità e l'uso degli spazi pubblici, è uno scenario improrogabile per le sfide energetiche, economiche, sociali ed ambientali del contesto europeo. La stessa, però, pare avere una complessa declinazione nel contesto italiano, caratterizzato da un denso patrimonio storico (in cui vigono vincoli di intervento) e uno, ben più esteso, della città del Novecento caratterizzato da una scarsa qualità energetico-abitativa, una lunga stagione di poca manutenzione e un'organizzazione degli spostamenti incentrata sull'uso dell'automobile. A questa condizione di partenza si aggiungono le criticità determinate da politiche energetiche

poco attente alle questioni socio-spaziali che incentivano e prediligono la trasformazione selettiva di alcune parti di città (quelle solitamente composte da case unifamiliari o abitate da ceti medio-alti e specialmente nelle regioni del Settentrione), lasciando di fatto inalterate altre parti spesso nelle periferie urbane, negli alloggi in locazione o abitati da ceti medio bassi e in aree marginali o del Meridione. Inoltre, gli interventi messi in campo sembrano concorrere a un'idea di mera modernizzazione del patrimonio costruito, che talvolta avviene solo parzialmente, senza considerare un ripensamento generale sulla riduzione dei consumi che coinvolga anche la dimensione socio-spaziale e non solo quella tecno-economica, che sia in grado di appiattire le disuguaglianze e quindi le condizioni di povertà energetica e che sia ambientalmente attenta, non solo alla riduzione delle emissioni come prevedono le operazioni di efficienza, ma anche con il limite delle risorse e delle filiere territoriali.

In questo senso sembra interessante introdurre brevemente un concetto che troverà approfondimento nel corso della tesi, ovvero la sufficienza energetica. Questo concetto definisce una condizione di moderatezza nell'uso dell'energia in una situazione di equa accessibilità e condivisione dei servizi energetici misurati entro limiti ambientali e confini geografici<sup>16</sup>. L'idea di sufficienza supera il concetto di efficienza poiché punta a una minor richiesta di energia e non solo a un suo uso ottimizzato (Erba e Pagliano 2021). Il concetto di sufficienza applicata alla trasformazione della città prevede soluzioni che stimolano da una parte comportamenti energetici a basso consumo, come, ad esempio, l'uso del trasporto pubblico o della bicicletta per gli spostamenti, la condivisione di spazi di lavoro e domestici, la sensibilizzazione su pratiche energivore; altri a creare condizioni spaziali e architettoniche che riducano l'esigenza di consumo come la predisposizione di stenditori per evitare l'uso di asciugatrici o le schermature su edifici e i sistemi di ombreggiatura su spazi pubblici per ridurre l'uso di sistemi di raffrescamento. Il concetto di sufficienza prevede un orizzonte di complesse trasformazioni che prevedono soprattutto un cambio culturale (Kramer e Cristiano 2022) che può essere colto anche dall'urbanistica e dai suoi strumenti.

<sup>16</sup> Per maggiori informazioni di rimanda al portale *Energy Sufficiency*, un progetto dell'*European Council for an Energy Efficient Economy* con il supporto di *KR Foundation*, disponibile al link: [www.energysufficiency.org/about/living-well-within-the-limits-the-credo-of-this-project/](http://www.energysufficiency.org/about/living-well-within-the-limits-the-credo-of-this-project/). Consultato a novembre 2022.



**Figura 21**

La trasformazione urbana per l'efficiamento energetico: *retrofitting* di un edificio lungo il canale Osellino a Mestre.  
Fabrizio D'Angelo, Mestre, settembre 2021.



**CAPITOLO 4**

# ***IL VENETO IN TRANSIZIONE***





## 4.1 UN CASO STUDIO PARADIGMATICO

Il territorio veneto è un caso studio ampiamente utilizzato per descrivere la varietà geomorfologica e le particolari condizioni urbane, sociali ed economiche che qui generate hanno finito per connotare l'intero territorio del Nord est italiano. Innanzitutto, l'area della regione rappresenta un caso di eccezionale varietà geografica: in un territorio poco esteso si addensa una costellazione tale di morfologie da comprendere tutte le categorie di ecosistemi terrestri ed acquatici descritti dalla scienza (Susmel 2020). A nord una montagna prima alpina e dolomitica, dove spicca la presenza di rilievi rocciosi e quella di foreste, pascoli e coltivazioni in fondovalle poco profondi; poi prealpina, con rilievi più levigati, fondovalle urbanizzati e paesaggi agrari diversificati tra estese superfici boschive. Poi si apre la pianura padano-veneta distinta in quella alta e asciutta, caratterizzata dal deposito di suoli ghiaiosi e una scarsa presenza di corpi idrici; e quella bassa e alluvionale esito oggi di lunga storia di bonifiche. Al limitare della pianura, o in gruppi isolati, prendono poi forma complessi e distinti sistema collinari come quelli Euganei, Berici e Trevigiani; mentre a ovest, la presenza del lago di Garda connota ambiente e clima di un'ampia fascia di territorio. Infine, la costa adriatica, caratterizzata dalla presenza di una decina di foci di grandi fiumi (tra cui Piave, Tagliamento, Brenta, Adige e Sile) e la presenza di diverse lagune, tra cui quella molto estesa di Venezia. Questa complessità geografica, seppur qui solo accennata, evidenzia la varietà e l'articolazione dei materiali che hanno connotato i processi storici di territorializzazione, anche dal punto di vista energetico, definendo una varietà di risorse energetiche e configurazioni che hanno influenzato, e lo fanno tutt'ora, lo sviluppo di sistemi energetici.

Il Veneto è inoltre un caso particolarmente studiato dalla disciplina urbanistica anche per lo sviluppo socio-economico che fortemente ha connotato la forma urbana dell'area della pianura centrale. Qui, a partire dagli anni Sessanta del Novecento, e in diverse epoche di costruzione, prende corpo quella che verrà definita prima città diffusa (Indovina 1990) e poi metropoli orizzontale (Cavaliere e Viganò 2019). La genesi di questo processo è nel miglioramento economico del secondo Dopoguerra che spinse un parziale abbandono delle attività agricole per quelle secondarie, facendo decadere il modello di comunità rurale e

aprendo a nuovi modi di abitare, produrre, consumare e muoversi. Questo aspetto modificò tanto il paesaggio agrario, tanto quanto la forma urbana degli insediamenti. Prima manifestazione di questa nuova condizione fu l'autocostruzione di unità abitative unifamiliari nei terreni coltivati, spesso giustapposte all'abitazione rurale di famiglia (Vallerani and Varotto 2005) che, con lo sviluppo dell'economia della microimpresa, vengono trasformate in luoghi di produzione, configurando uno dei dispositivi più riconoscibili del paesaggio veneto: la casa-capannone. In assenza di una precisa pianificazione, questo nuovo modo di abitare-produrre si diffuse sulle trame del territorio rurale, già dispersamente abitato, determinando così la creazione di una fitta rete plurimodale di connessioni, ragione a sua volta dell'esplosione e della segmentazione degli spostamenti diffusi su tutto il territorio (Munarín and Tosi 2002). Sulla città diffusa, tra gli anni Novanta e Duemila, prende corpo un ulteriore sviluppo, questa volta caratterizzato dalla costruzione di placche residenziali e industriali con improbabili riproduzioni di brani di città compatta (Ferrario, 2012). Il nuovo sistema, definito insularizzazione-polarizzazione, ha visto la costruzione di nuovi quartieri residenziali, cittadelle commerciali e poli industriali con confini ben marcati e privi di relazione con il contesto (Munarín e Tosi, 2001).

Nel pluridecennale sviluppo della città diffusa, e con l'avvento della modernizzazione agricola, gli spazi coltivati hanno subito notevoli trasformazioni tese in parte a una progressiva riduzione e frammentazione degli appezzamenti e, dall'altra, a una semplificazione del paesaggio e alla perdita di antiche forme colturali (Ferrario 2019). Tuttavia, lo sviluppo urbano irregolare ha permesso di intrappolare molte superfici coltivate che, trovandosi all'interno della trama urbana, spesso sono state caratterizzate da pratiche e dinamiche distinte e caratterizzate da elementi di eccezionalità e innovazione (Ferrario 2009).

Il continuum di spazi dell'abitare, del produrre e del coltivare; i caratteri di isotropia e il ribaltamento tra pieni e vuoti sviluppati nell'area centrale del Veneto hanno portato a occasioni uniche di riflessioni e di progetto per ripensare il ruolo della città contemporanea. La stessa città è oggi al centro di un profondo processo di transizione: l'evidenza anche qui di eventi climatici estremi e il declino del modello di sviluppo, ma anche le ricadute di politiche di transizione e programmazioni internazionali,

stanno investendo la regione con una rinnovata stagione di ricerche urbanistiche.

Una delle traiettorie più seguite da queste ricerche è quelle che punta a riattivare il capitale spaziale esistente, costruendo scenari non più basati sulla tabula rasa, ma piuttosto sul riciclo, la rigenerazione e la riqualificazione che ridefinisce l'idea di città come una "risorsa rinnovabile" (Paola Viganò 2012). A queste si aggiungono anche le molteplici declinazioni della transizione ecologica che affronta rischi ed emergenze sotto diversi aspetti. Tra questi, la questione energetica sembra riguardare tutte le aree tematiche e i contesti di studio, definendo una sorta di sfondo comune alle tante transizioni del Veneto.

*Nuovi cicli di produzione.* Il sistema produttivo pulviscolare Veneto, basato sul modello della piccola e microimpresa, accusa segni di un profondo declino. Tuttavia, si intravedono alcuni sviluppi di nuovi cicli innescati dall'avvento di tecnologie digitali e dall'internet delle cose. Riprendendo proprio il modello energetico della autoproduzione diffusa, dello scambio sul posto e dell'uso di *smart-grid*, si sta costituendo un inedito sistema produttivo basato sulla micro-imprenditoria che vede la proliferazione di start-up innovative innescate da processi top-down e *bottom-up* (Bassi and Fabian 2018). Diverso è l'esito dei grandi siti industriali, come quello di Porto Marghera, dove la multifunzionalità ha condannato l'abbandono di un imponente capitale spaziale (Faraone and Tosi 2021), che oggi tenta di essere rifunzionalizzato, anche per accogliere nuovi sviluppi energetici<sup>01</sup>.

*Scenario post-car.* La mobilità in buona parte del Veneto è ancora profondamente dipendente dall'uso dell'automobile privata. Tuttavia, l'emersione di nuove forme di mobilità leggera e nuovi investimenti sul trasporto pubblico, grazie anche alle tecnologie di trazione elettrica, stanno riconfigurando l'accessibilità territoriale. Da un lato, la crescente attenzione per la mobilità ciclopedonale offre nuove occasioni di progetto di suolo e di riqualificazione urbana e porta alla riscrittura di spazi tipici della città diffusa (piazzali e parcheggi) con l'allontanamento o la rarefazione della presenza dell'automobile (Munarin, Fattori, and

<sup>01</sup> Nel polo industriale di Porto Marghera, nel 2021, è stato firmato un importante progetto di sviluppo di una *hydrogen valley* che diventi un *hub* energetico di rilievo per tutto il Nord-Est. <https://www.metropolitano.it/hydrogen-valley-marghera-venezias/>, consultato ad aprile 2023.

Orsanelli 2022). Dall'altro, infrastrutture minori (strade bianche, argini, sentieri) vengono ripensate per una accessibilità slegata dalla visione automobilistica che riscopre il "retro delle cose", interconnettendo e valorizzando diversi elementi del paesaggio. Queste tendenze portano al ripensamento del ruolo dello spazio stradale, proiettandolo verso forme di accessibilità e mobilità alternative all'automobile e più inclusive, prevedendo inoltre le possibilità dell'intermodalità treno-bicicletta o autobus-bicicletta nei contesti metropolitani di media e bassa densità (Velo and Munarin 2023).

*Spazi agropolitani e infrastrutture del foodscape.* Il cambiamento climatico, la crisi alimentare e la transizione energetica stanno avviando l'agricoltura verso scenari post-industriali che richiedono strategie radicalmente diverse per il governo dello spazio agrario (Ferrario 2017). Le politiche agricole europee, orientate alla sostenibilità, ripensano sia la dimensione fisica dello spazio coltivato, sia il miglioramento delle filiere alimentari. La particolare condizione ibrida di spazi coltivati e abitati dentro la città diffusa offre, in questo senso, occasioni di sperimentazione uniche orientate alla multifunzionalità: nello stesso spazio, oltre la produzione agricola industriale, prendono posto l'autoproduzione di cibo e di energia, le attività legate al tempo libero oltre che di elementi per la mitigazione ambientale e per l'aumento della biodiversità (Ferrario 2016, 2017; Ferrario, Geronta, and D'Angelo 2018). Una seconda tendenza particolarmente presente nel territorio veneto è quella della specializzazione di alcune filiere che portano a importanti riorganizzazioni spaziali (De Marchi 2018). È in aumento la presenza di serre per la produzioni fuori stagione, la specializzazione di colture come quella vitivinicola, la diffusione di allevamenti intensivi e l'affermarsi della grande distribuzione con la crescente costruzione di infrastrutture legate alla logistica che condiziona il peso dei consumi energetici.

*Paesaggio e delle infrastrutture dell'acqua.* Gran parte del territorio veneto è caratterizzato dalla presenza di una rete idrica minuta che nel tempo ha consentito di organizzare il territorio, coltivare le sue diverse parti e avviare una produzione diffusa (P. Viganò, Fabian, and Secchi 2016). Oggi questo patrimonio, insieme a quello dei grandi fiumi che attraversano la regione, è stressato dai cambiamenti climatici, dalla mancata cura quotidiana, dall'eccessiva impermeabilizzazione e dai prelievi

insostenibili. Considerando anche le ripetute stagioni di siccità in Veneto<sup>02</sup>, l'acqua, i suoi spazi, i suoi paesaggi, così come le sue infrastrutture, sono al centro di numerose riflessioni. Alcuni esempi sono il ripensamento della rete minuta di scoline e piccoli canali per infittire la rete ecologica del territorio, oppure gli spazi configurati per assolvere urgenti funzioni di governo idraulico (Magnabosco 2022). Vi è poi una nuova relazione tra la città e i fiumi che l'attraversano, come il caso dei "fiumi metropolitani" al centro di progetti per creare spazi del welfare e attrezzature per il tempo libero, per lo sport e per la diffusione di naturalità e biodiversità (Renzoni and Tosi 2016). Il Veneto è poi un caso particolarmente studiato per gli scenari di innalzamento medio-marino, dove si prefigurano gli effetti dell'allagamento di vaste aree della costa e la risalita del cuneo salino in una gran parte della bassa pianura (Fabian and Centis 2022; Ranzato and Vanin 2021).

*Transizione energetica.* Il tema energetico è stato variamente trattato nel caso studio del Veneto. Le principali riflessioni si sono concentrate nell'evoluzione dei paesaggi e nelle trasformazioni socio-spaziali dello sfruttamento idroelettrico sia storico che contemporaneo (Briffaud and Ferrario 2015; Ferrario and Castiglioni 2015b) e sulle significative razionalità generate dall'infrastruttura idroelettrica (Longhin 2021).

A livello sistematico il tema energetico è stato approfondito solo nell'area della pianura centrale (Cavaliere 2015; Paola Viganò et al. 2013) tramite la costruzione di scenari per una "città come risorsa rinnovabile". Qui la relazione con la dispersione abitativa solleva interessanti elementi per l'individuazione di un capitale spaziale per il riciclaggio dell'energia grigia e per il raggiungimento di regimi di autosufficienza di energia elettrica, termica e per lo spostamento.

Infine, si individuano alcuni studi specifici sulle rinnovabili legati perlopiù ai conflitti territoriali per lo sfruttamento dei fiumi alpini nella costruzione di mini impianti idroelettrici (Ferrario and Castiglioni 2015a) o nella produzione di biogas all'interno della città diffusa (Ferrario and Reho 2015).

<sup>02</sup> Un esempio di evento estremo è stata la primavera 2023 dove è caduto solo il 25% di precipitazioni attese; per approfondimenti si rimanda ai comunicati stampa dell'Agenzia regionale di protezione e prevenzione ambientale <https://www.arpa.veneto.it/arpav/comunicati-stampa/archivio-comunicati/comunicati-2023/siccita-a-meta-marzo-in-veneto-17-millimetri-di-precipitazione>. Consultato ad aprile 2023.

Dalla breve ricognizione dello stato dell'arte sulle ricerche a tema energetico nel contesto veneto, emerge come il processo di transizione sia stato approcciato solo agli albori per poi essere trascurato, fatto che definisce contenuti e considerazioni oggi poco aggiornate o addirittura superate.

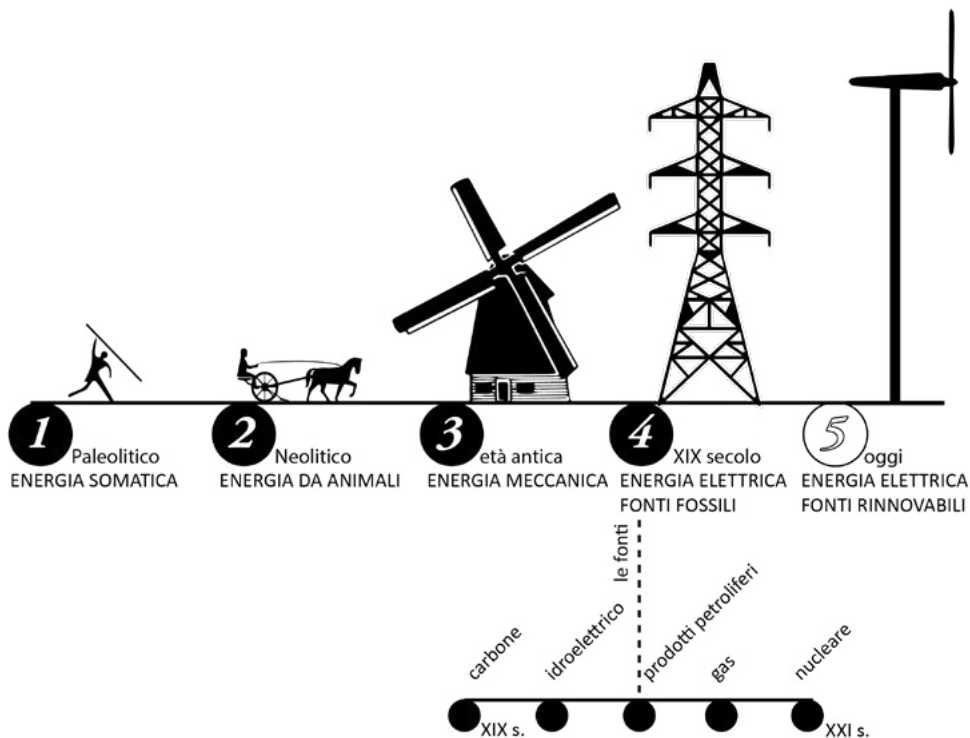
A distanza di dieci anni dal lancio delle politiche energetiche di transizione<sup>03</sup>, sembra essere giunto il momento maturo per tornare ad osservare, con uno sguardo più sistematico e arricchito di informazioni, gli esiti spaziali della transizione sul contesto veneto, questa volta tentando uno sguardo ampio e più complesso.

## **4.2 IL PALINSESTO ENERGETICO DEL VENETO**

Il territorio non è un dato ma l'esito di processi, per questo dobbiamo considerare la dimensione spaziale come luogo sovraccarico di tracce e di letture passate che definiscono un palinsesto unico che, a sua volta, se "raschiato", fa riemergere elementi nuovamente utili per rispondere alle esigenze contemporanee (Corboz 1983). Tracce di un palinsesto dell'energia sono ancora ben visibili nel territorio d'indagine.

Sin dall'epoca pre-industriale il fabbisogno energetico era basato principalmente sullo sfruttamento di risorse idriche e della biomassa legnosa, quest'ultima impiegata per produrre energia termica in modo diretto e indiretto con il carbone vegetale (Smil 2021). Nel territorio veneto, durante gran parte del dominio della Repubblica di Venezia, lo sfruttamento della biomassa legnosa portò a importanti implicazioni socio-spaziali, soprattutto nello sfruttamento delle foreste montane e nell'infrastrutturazione dei corsi d'acqua per il trasporto e il commercio del legname (Bonan 2020). In questo tempo si strinsero forti legami tra i territori alpini e prealpini, bacini di estrazione delle risorse, e quelli di pianura, sede delle comunità urbane più energivore (Briffaud and Ferrario 2015). A questa risorsa si affiancava l'impiego dell'acqua per muovere ruote idrauliche che alimentavano mulini, magli, segherie, folli, filatoi, ecc. Lo sfruttamento dell'acqua dei fiumi portò, in un periodo lungo, alla modifica di alvei, rive, e corsi di torrenti, soprattutto nelle aree montane, pedemontane e dell'alta

<sup>03</sup> La tesi è stata iniziata nel 2019, esattamente dieci anni dopo il lancio delle prime politiche energetiche europee.



**Figura 22**

Evoluzione storica delle transizioni energetiche. Secondo lo storico dell'energia Vaclav Smil abbiamo assistito a quattro transizioni energetiche epocali. Le prime due erano legate all'energia somatica generata dalla forza dell'uomo e, dopo la rivoluzione agricola del neolitico, sul lavoro degli animali. La terza ha introdotto l'energia meccanica prodotta da motori azionati dall'acqua e dal vento, mentre la quarta, sviluppata in tempi rapidi a partire dal XVIII secolo, ha visto l'introduzione delle fonti fossili e l'avvento dell'elettricità. Fonti: Vaclav Smil, 2021, *Energia e civiltà: una storia*. Hoepli. Elaborazione dell'autore, 2021.

pianura (Longhin 2021). Nella montagna veneta vennero costruiti numerosi opifici lungo affluenti secondari organizzati in distretti produttivi specializzati. Si pensi, ad esempio, all'importante produzione di spade negli opifici del torrente Ardo a Belluno tra XV e XVII secolo, o alle concentrazioni di segherie (quasi 200) lungo il Piave a valle della confluenza del Boite (Bonan 2020). Nelle aree pianeggianti si prediligeva la costruzione di opifici lungo i fiumi di risorgiva, meno soggetti a piene (diversi esempi sono ancora conservati lungo il Sile e nella città di Treviso) e, nel caso dell'alta pianura asciutta, si ricorreva alla costruzione di rogge artificiali che derivavano il corso dei fiumi alpini (ancora attive sono le antiche rogge della Piavesella del 1395 e Brentella del 1429).

Su questo vasto patrimonio, di cui si apprezzano ancora oggi le tracce, nel corso del XIX secolo prese forma la transizione dall'energia idromeccanica a quella idroelettrica<sup>04</sup>. Lungo l'area pedemontana le ruote idrauliche vennero elettrificate per il funzionamento di opifici tessili che diedero vita a importanti distretti (Valdagno, Schio, Vittorio Veneto) e che introdussero le prime forme di industrializzazione della regione (Viganò et al. 2014). A differenza di altri territori europei, dove la transizione al fossile trasformò principalmente centri urbani compatti, nel Veneto permase un nesso localizzativo con le diffuse risorse di legno e acqua, avviando così le forme primordiali di dispersione abitativa (P. Viganò, Fabian, and Secchi 2016).

L'avvento vero e proprio della modernizzazione energetica si ebbe con la costruzione dei primi sistemi idroelettrici a cavallo tra XIX e XX secolo sulla fascia prealpina, per salire poi su quella alpina (D'Angelo 2018). La possibilità di produrre energia a tensioni elevate, l'introduzione dei generatori e, soprattutto, la costruzione di linee elettriche, portarono alla rottura del secolare vincolo localizzativo tra luoghi di produzione e di consumo.

Il primo sistema idroelettrico venne completato nel 1905 sull'asta del torrente Cellina (bacino del Livenza), portando alla simbolica illuminazione elettrica di Venezia. Fu però la costruzione, nel 1914, del sistema Piave-Santa Croce che segnò il vero e proprio passaggio all'industrializzazione della regione: le grandi quantità di energia prodotte nella val Lapisina

<sup>04</sup> L'introduzione dell'elettricità trovò subito applicazione nell'energia cinetica dell'acqua; questo portò alla sostituzione tecnologica nei tanti opifici delle ruote idrauliche con turbine idroelettriche producendo così il fabbisogno elettrico necessario alle attività produttive. I primi impianti appositamente costruiti servivano per produrre elettricità per l'illuminazione pubblica (Smil, 2017).



alimenteranno la costruzione e lo sviluppo del polo industriale di Porto Marghera (1919).

Protagonista di quest'operazione fu la SADE (Società idroelettrica di Energia), creata nel 1905 dall'allora ministro delle finanze del Regno d'Italia, destinata ad avere un ruolo primario nella transizione energetica dell'intero Nordest, sino agli anni Sessanta (Sirena 2016). La società, nel corso degli anni, costituirà un vero e proprio monopolio energetico, esteso anche oltre regione, in parte acquisendo società e piccoli impianti già esistenti, in parte costruendo nuove infrastrutture. Gli sviluppi della SADE ebbero particolare intensità nel bacino del Piave e del Livenza: negli anni '30, con l'effetto delle politiche di autarchia energetica<sup>05</sup>, vennero costruiti gli impianti del Cordevole, del Piave-Ansiei e potenziato quello del Piave-Santa Croce. Nel secondo Dopoguerra, invece, su impulso della ricostruzione e del boom economico, vennero costruiti gli impianti Piave-Boite-Maè e prese avvio il progetto denominato "Grande Vajont", ovvero l'unificazione dei principali impianti idroelettrici del bacino del Piave e del Livenza.

Il 1962 e il 1963 segnarono due date particolarmente significative nel panorama energetico del Veneto e dell'Italia intera. Nel 1962 il settore energetico viene nazionalizzato e l'intero sistema energetico SADE passa nella mani dell'Ente Nazionale di Energia Elettrica – ENEL, contribuendo in modo consistente al processo di interconnessione elettrica d'Italia (Giannetti 1985). Nel 1963, un solo anno dopo il processo di nazionalizzazione, un'enorme frana si stacca dal monte Toc (Longarone-BL) e crolla dentro il bacino del Vajont, da poco ultimato, generando un'onda tricuspidale alta fino a 250 metri che devastò dapprima l'intera valle del Vajont e poi, scavalcando la diga, la media valle del Piave da Castellavazzo sino a Belluno. L'evento causò la morte di quasi duemila persone, la distruzione completa di sei paesi e il danneggiamento di altri venti e la rovina di campagne, infrastrutture e industrie. L'evento, in piena responsabilità alla SADE (Paolini and Vacis 1997), segnò profondamente l'opinione pubblica e politica determinando, indirettamente, la fine dello sviluppo idroelettrico della montagna veneta e il ridimensionamento di quello dell'intera Italia (Ferrario and Castiglioni 2015a).

La catastrofe del Vajont accelerò indirettamente anche la

<sup>05</sup> A seguito delle politiche economiche autarchiche dell'Italia degli anni Trenta, fu dato un forte impulso e sostegno allo sviluppo dell'industria idroelettrica per garantire una autosufficienza elettrica ai territori del Regno d'Italia.

transizione al fossile nel Veneto che, con l'avvento di condizioni economiche più favorevoli, a partire dagli anni '70 del Novecento, adottò un modello energetico basato sull'importazione, la raffinazione e il consumo di grandi quantità di combustibile fossili (Geroldi and Pessina 2021). La centralità della produzione scese dalle montagne ai territori costieri: il sito di Fusina-Porto Marghera e più tardi quello di Porto Tolle, più accessibili per le navi importatrici di combustibili, accolsero due importanti poli energetici. In particolare, sarà proprio l'impianto di Porto Tolle (delta del Po), realizzato tra il 1980 e il 1984, a raggiungere una elevatissima produzione, diventando la centrale termoelettrica più potente d'Italia (PER Veneto 2017). L'impianto produrrà, da solo, l'8% del fabbisogno energetico nazionale e garantendo, tra gli anni '80 e i primi del 2000, la piena autosufficienza energetica della regione (Geroldi and Pessina 2021).

A seguito dell'introduzione delle politiche energetiche europee e le crescenti proteste ambientali, l'impianto verrà dismesso a partire dal 2003, influenzando pesantemente sulla produzione regionale (Terna, bilancio elettricità e regioni, 2020) e portando così il sistema regionale verso una nuova transizione.

### **4.3 USCENDO DALLO SCENARIO FOSSILE**

La transizione contemporanea del sistema elettrico veneto vede il passaggio da un modello di autosufficienza, basato su una grande produzione (spesso in surplus) in centrali termoelettriche alimentate da fonti fossili, a uno sempre più influenzato dall'uso delle fonti rinnovabili, con, tuttavia, una profonda dipendenza dagli apporti esterni. Il deficit elettrico è determinato dalla combinata presenza di forti consumi (il Veneto è la seconda regione più energivora d'Italia), dalla riduzione dell'impiego di fonti fossili ad alta densità energetica e dalle difficoltà nello sfruttamento di alcune fonti rinnovabili per fattori ambientali, geologici e di utilizzo del territorio fortemente antropizzato (PER 2022, documento preliminare, pag.5).

I consumi energetici regionali dell'ultimo decennio, sia elettrici, che termici che dei trasporti, si attestano tra gli 11.000 e i 12.000 Mtep. Gli ultimi anni registrano una tendenziale crescita dei consumi oltre i 12.000 Mtep, unica eccezione è il 2020, dove, a causa delle restrizioni della pandemia da Covid-19, i consumi

sono calati di oltre 1.000 Mtep.

Secondo il PER (2017)<sup>06</sup> più del 38% dei consumi è soddisfatto dal gas naturale (4.300 Mtep), seguito dal gasolio (2.365 Mtep) e dall'energia elettrica (2.729 Mtep) e poi, in quantità minori, da benzina (841 Mtep), biomassa (409 Mtep), Gpl (281 Mtep), oli combustibili (113 Mtep) ed energia termica industriale (5,4 Mtep).

I settori maggiormente energivori sono quello industriale (3.240,53 Mtep nel 2010) e dei trasporti (3.165,20 Mtep), seguiti da quello residenziale (2.992,42 Mtep) e terziario (1.289,87 Mtep), mentre quello agricolo risulta consumare molto meno (186,50 Mtep).

Approfondendo poi i consumi elettrici, secondo il Rapporto Consumi finali di Terna (2019), l'energia consumata per abitante in Veneto è di 6.441 Mtep, una quantità maggiore rispetto alla media nazionale attestata a 5.095 Mtep. I settori che maggiormente consumano elettricità sono l'industria (52%)<sup>07</sup>; i servizi (26%)<sup>08</sup> e il residenziale (18%), mentre, anche qui, l'agricoltura richiede in minima parte elettricità (2,6%).

Il sistema di produzione in transizione è caratterizzato da un mix di diverse forme di energia, sia locali che importate, sia fossili che rinnovabili. Osservando i dati Terna (2021) presentati nel "Report Evoluzione mercato elettrico" emergono alcune interessanti considerazioni: la principale fonte di energia elettrica in Veneto è quella importata, infatti, oltre il 50% del fabbisogno è coperto dagli apporti esterni<sup>09</sup>. La seconda quota del fabbisogno è per oltre il 20% soddisfatta dalla produzione termoelettrica da fonti fossili, in particolare carbone, olio combustibile denso OCD, gasolio, combustibile derivato da rifiuti CDR, metano e idrogeno. Gli impianti termoelettrici in Veneto sono trecento ottantatré (PER 2017) e hanno prodotto nell'ultimo decennio terawattora che

<sup>06</sup> I valori raccolti nel Piano Energetico Regionale risalgono al 2010. Da quella data si possono considerare sensibili variazioni di cui, però, non si possiedono quantità certe.

<sup>07</sup> Nel settore industriale i consumi sono così distribuiti: attività manifatturiere (14.736,6), costruzioni (238,0) estrazioni di materiali (70,4); reti fognarie rifiuti e risanamento (761,1); produzione elettrica, gas, vapore e aria condizionata (761,1) (Terna, 2019, Rapporto Consumi finali).

<sup>08</sup> Nel settore dei servizi i consumi sono così distribuiti: commercio (2.234,7); trasporto e magazzinaggio (853,7); amministrazione pubblica e difesa (339,9); sanità e assistenza sociale 517,0); servizi veterinari (73,2); illuminazione pubblica (368,7); servizi rete autostradale (19,6); istruzione (119,1); alberghi e ristoranti (1.151,1); informazione e comunicazione (415,3); finanza e assicurazioni (143,1); immobiliare (235,4); attività professionali scientifiche e tecniche (917,2); altri servizi (959,6) (Terna, 2019, Rapporto Consumi finali).

<sup>09</sup> Negli ultimi dieci anni, su un fabbisogno regionale espresso tra i 30 e i 32 TWh, risultano importati tra i 12 TWh e i 16 TWh (Terna, 2021, Report Evoluzione mercato elettrico)

variano dai 7,1 del 2011 agli oltre 10 del 2015 (nel 2020 sono stati 7). La terza quota del fabbisogno regionale è soddisfatta dall'energia idroelettrica prodotta in trecentonovantanove con una potenza installata complessiva pari a 1.184 MW. L'idroelettrico è la principale produzione rinnovabile della regione e contribuisce al fabbisogno regionale con una quota che oscilla tra il 5 e il 10%. Nel territorio vi sono diverse tipologie di impianti che contribuiscono in modo differenziato alla produzione totale: vi sono ventidue impianti di taglia grande (>10 Mw) che da soli contribuiscono all'82% dell'intero fabbisogno, mentre vi sono duecentonovantotto piccoli e mini-impianti (tra 20 kW e 1 MW) che contribuiscono ad appena il 5 % dell'intero fabbisogno (PER 2022).

La quota restante del fabbisogno regionale, circa il 5%, è coperto dal fotovoltaico e dalle bioenergie, entrambe produzioni che variano dai 1,5 ai 2 Terawattora. Il fotovoltaico, nonostante un discreto irraggiamento solare presente nella regione<sup>10</sup>, è particolarmente sviluppato: il Veneto ha avuto il più grande aumento di impianti fotovoltaici installati in Italia dall'avvio delle politiche di transizione (GSE, Rapporto statistico FER 2020) e, con i suoi oltre centotrentamila impianti, ricopre il 6,5% del totale parco nazionale. La potenza installata totale è di 3.649 MW (dati GSE 2021), pari al 10% della potenza nazionale. La tipologia di impianti più diffusa, oltre il 90%, è quella degli impianti di piccola taglia (<20 kWp) integrata agli edifici, mentre il restante 10% è costituito da grandi impianti a terra. Per quanto riguarda la produzione da biomassa, distinta nei vettori del biogas (63%), delle biomasse (24%) e dei bioliquidi (14%), nella regione troviamo trecentonovantadue impianti con una potenza installata pari a 371 MW, una quantità che fa del Veneto la terza regione produttrice di questa energia.

Infine, una quota poco rilevante nel fabbisogno energetico è rappresentata dalla produzione eolica e geotermica. Gli impianti eolici in Veneto sono appena quindici, con una potenza installata di 13 MW; la scarsa produzione eolica è determinata dal basso indice di ventosità presente in tutta l'Italia Settentrionale<sup>11</sup>. Per quanto riguarda la produzione geotermica, utilizzata solo per la produzione termica, il Veneto produce il 30% della potenza

<sup>10</sup> Per conoscere i valori dell'irraggiamento del territorio nazionale si può fare riferimento all'Atlante italiano della Radiazione Solare, prodotto da Enea e consultabile al link <http://www.solaritaly.enea.it/>, consultato a maggio 2023.

<sup>11</sup> Per conoscere gli indici di ventosità si rimanda all'Atlante eolico prodotto da RSE e consultabile al link <https://atlanteeolico.rse-web.it/start.phtml>, consultato a maggio 2023.



**Figura 23**

La centrale termoelettrica Andrea Palladio lungo la gronda lagunare di Venezia. L'impianto, di proprietà Enel produzione spa, è stato costruito tra gli anni '60 e '70 del secolo scorso ed oggi è alimentato a carbone, metano, nafta pesante e olio combustibile leggero. Fabrizio D'Angelo, Fusina (VE), giugno 2021.

nazionale, seconda regione dopo la Toscana, fattore reso possibile dagli alti indici geotermici presenti nella pianura euganea.

Mentre le fonti rinnovabili sono disponibili in loco, quelle fossili si basano sulle importazioni dal mercato globale, nonostante il Veneto conservi, comunque, una discreta potenzialità estrattiva. Nel sottosuolo dell'alta pianura trevigiana vi sono importanti giacimenti di gas naturale: nei primi due mesi del 2020, infatti, 158.734 Smc di gas è stato estratto dai siti di Nervesa della Battaglia e di Vittorio Veneto. Un potenziale ben più elevato è quello dei giacimenti presenti nei fondali marini di fronte alla costa veneta i cui permessi di concessione per l'esplorazione e per la coltivazione di idrocarburi, però, sono sospesi poiché ricadenti in aree soggetta a fenomeni di subsidenza costiera.

L'importazione delle fonti fossili inoltre prevede l'articolazione di infrastrutture di stoccaggio e di trasporto. Il sistema di stoccaggio regionale è caratterizzato dalla presenza di due importanti siti: un deposito da 50.500 t di benzina nel Comune di Venezia<sup>12</sup> e uno di gas naturale nel sito di Collalto (Susegana) che occupa un'area di 88,95 km<sup>2</sup>. Vi sono poi due infrastrutture di stoccaggio con funzione strategica per il sistema nazionale, ovvero, il rigassificatore *off-shore* "Adriatic LNG" al largo di Porto Viro (Rovigo), che immette nella rete di gasdotti nazionale circa otto miliardi di Smc/anno di gas naturale liquefatto, e la raffineria "Green Refinery" a Porto Marghera che produce biocarburanti a partire da biomasse oleose (grassi animali e oli esausti di frittura). È in corso di realizzazione (2023) una terza infrastruttura a Porto Marghera denominata "Deposito Costiero Venice LNG", che avrà la capacità di stoccare 32.000 mc di gas naturale liquefatto. Oltre a queste infrastrutture strategiche vi sono più di duemilacinquecento impianti di stoccaggio di carburanti liquidi sulla rete distributiva regionale e trentanove stabilimenti strategici per la lavorazione e lo stoccaggio di oli minerali.

Osservando ora il sistema di trasporto energetico regionale, si vede la presenza di 560 km di linee elettriche a 380 kV e 1.345 a 220 kV, entrambe ad alta tensione, che attraversano la regione trasversalmente e longitudinalmente, con un collegamento transfrontaliero (Soverzene-Lienz). Sulla rete di trasmissione

<sup>12</sup> Fonte Acquirente Unico Organizzazione Centrale di Stoccaggio Italiano [https://www.ocsit.it/geolocalizzazione\\_scorre\\_ocsit](https://www.ocsit.it/geolocalizzazione_scorre_ocsit), consultato a maggio 2023.

vi sono undici stazioni elettriche e centoquarantuno cabine primarie che modulano la tensione tra le diverse tratte. La rete di distribuzione elettrica, invece, ha una ampia diffusione capillare nel territorio ed è gestita, in gran parte, da un unico operatore (e-Distribuzione). Per il trasporto del gas naturale, invece, vi è la combinazione di due infrastrutture a rete: 800 km di metanodotto nazionale e 2048 km di rete regionale con quattrocentocinquantotto punti di riconsegna. Alcune zone montane del Bellunese non sono raggiunte dall'infrastruttura a rete e quindi sono servite da distributori di GPL. Si ricorda infine il transito di importanti infrastrutture di trasporto del gas come il collegamento "russo" del gasdotto nazionale lungo la pianura centrale e quello di connessione con il rigassificatore "Adriatic GNL" nel Polesine. Esistono poi anche due oleodotti che attraversano la regione: la tratta Ravenna-Porto Tolle e la Porto Marghera-Mantova.

#### **4.4 STRUMENTI DI TERRITORIALIZZAZIONE**

La pianificazione energetica, l'attuazione delle politiche comunitarie di transizione e la territorializzazione dei sistemi energetici sono definiti dal contesto amministrativo regionale. La competenza in materia di energia, infatti, è regolata dall'articolo 117 della Costituzione Italiana che prevede una legislazione concorrente tra Stato e Regioni. Allo Stato spetta, tramite lo strumento del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC), la definizione strategica alla scala nazionale e l'integrazione delle direttive europee, mentre alle regioni tocca la declinazione territoriale delle politiche tramite il Piano Energetico Regionale (PER), un strumento di pianificazione che programma e indirizza gli interventi in campo energetico individuando priorità di sviluppo e di regolamentazione secondo una prospettiva integrata energia-territorio. Nel piano energetico sono individuate potenzialità e priorità di sviluppo delle fonti rinnovabili e non rinnovabili, dell'efficienza e del risparmio energetico, delle infrastrutture energetiche di trasporto e di stoccaggio nell'orizzonte degli obiettivi regionali e nel panorama degli obiettivi nazionali ed europei.

Il Piano Energetico del Veneto è stato adottato una prima volta nel 2013 (DGRV n. 1820 del 15.10.13) e aggiornato poi nel 2017

(Deliberazione Consiliare N. 6 9.02.17), dopo un iter intrapreso già nel 2014. Ad oggi è in corso un ulteriore aggiornamento, attualmente solo approvato (e non adottato) con il DGRV n. 313 del 29 marzo 2022. Lo strumento in vigore prende il nome di Piano Energetico Regionale – Fonti Rinnovabili - Risparmio Energetico – Efficienza Energetica (PERFER) ed è suddiviso in aree tematiche individuate sulla base delle cinque dimensioni dell'energia<sup>13</sup>: decarbonizzazione, efficienza energetica, sicurezza energetica, contrasto alla povertà energetica, ricerca innovazione e competitività.

Nel piano sono definiti i termini del *Burden sharing* veneto, ovvero gli obiettivi regionali di produzione da fonti rinnovabili secondo le politiche europee; gli scenari e gli obiettivi (espressi con quantità di produzione e di consumo); il quadro normativo vigente in materia di energia (fonti rinnovabili, contenimenti dei consumi, forme di semplificazione); i regimi di sostegno e l'assetto energetico regionale espresso, perlopiù, in forma quantitativa: consumi finali lordi, emissioni di energia per settori, consumi finali per settore, produzione energetica e bilancio energetico regionale. Più connessi a una dimensione territoriale sono invece i capitoli del Piano inerenti alle infrastrutture di produzione e quello dei potenziali di contenimento dei consumi e di sviluppo delle fonti rinnovabili.

Nel capitolo delle infrastrutture viene descritto l'assetto attuale tra produzione, stoccaggio e trasporto riportando alcuni aspetti territoriali come il numero di impianti, la localizzazione geografica (di massima), la lunghezza delle reti e alcuni obiettivi con implicite ricadute territoriali come la chiusura e/o conversione di alcune centrali termoelettriche (p. 128); la realizzazione di progetti di nuovi impianti di produzione da FER (p. 130); la difficoltà nel ricostruire alcune filiere come quelle della legna da ardere (p. 134), ecc. La ricostruzione dello stato dell'arte in questo capitolo non è mai spazializzata, offrendo un quadro di dati meramente quantitativi e spazialmente astratti.

Più centrato su questioni territoriali sembra invece essere il capitolo sui potenziali di contenimento dei consumi e di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili che definisce, di fondamentale importanza, l'individuazione dello spazio di intervento legato

<sup>13</sup> Le cinque dimensioni dell'energia sono i pilastri della *governance* dell'Unione dell'energia, definite dal Regolamento (UE) 2018/1999 sulla *governance* dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima, consultato a maggio 2023.



al territorio, valorizzandone le peculiarità e le potenzialità presenti” (p.185). Per il potenziale del settore dei consumi nel settore residenziale vengono espressi quantitativamente i valori di contenimento relazionando pratiche energetiche alle caratteristiche del parco immobiliare. Per il settore industriale, terziario e agricolo, invece, vengono delineate alcune soluzioni tecnologiche e pratiche innovative in grado di recuperare e conservare energia con relativi calcoli dettagliatamente suddivisi in base alla tipologia, funzione, proprietà, ecc. Ancora una volta le considerazioni proposte non sono mai spazializzate né dettagliate a specifici contesti, ma descrivono piuttosto situazioni e soluzioni generiche che assumono l’aspetto di un “prontuario di pratiche” più che di uno strumento di pianificazione.

Diverse invece sono le riflessioni sul potenziale di produzione di energia da fonti rinnovabili dove si distingue il potenziale teorico, da quello tecnico-economico. Sostanzialmente, il potenziale teorico di ogni fonte definisce quello che potrebbe essere interpretato come capitale spaziale disponibile per la produzione, mentre quello tecno-economico esprime la disponibilità di strumenti incentivanti e di determinate tecnologie.

Pur mancando anche qui di esercizi di spazializzazione, il potenziale teorico di ciascuna fonte ci restituisce uno strato informativo rilevante per territorializzare la transizione. Ad esempio, per la generazione di energia da biomassa legnosa vengono quantificati gli ettari disponibili di foreste, distinguendole per tipologie (fustaia-ceduo) ed esprimendo il valore energetico in t/anno. O ancora vengono quantificate le superficie delle coperture degli edifici per installare impianti fotovoltaici individuando tipologia e funzione che fornisce condizioni più favorevoli (es. edifici industriali con copertura piana).

Il Piano energetico, tuttavia, non definisce come territorializzare la transizione, ruolo che, per competenze, spetta alla pianificazione territoriale. Lo strumento vigente in Veneto è il Piano Territoriale di Coordinamento nel suo aggiornamento del 2020 (PTRC 2020), adottato con Delibera di Consiglio n.62 del 30.06.20. Nel Piano il capitolo energetico è trattato insieme a quello ambientale e definisce alcuni macro-obiettivi di natura socio-spaziale come: la programmazione di nuove reti razionalizzando l’esistente e rifunzionalizzandolo tecnologicamente; incentivare l’uso di risorse rinnovabili; promuovere il risparmio e l’efficienza energetica nell’edilizia abitativa, negli insediamenti industriali,

commerciali e per i servizi; contrastare e ridurre l'innalzamento termico delle città; prevedere adeguati standard energetici nelle nuove costruzioni e promuovere la riduzione del fabbisogno termico degli edifici esistenti; valorizzare la raccolta dei rifiuti per la produzione energetica. All'interno del Piano si colgono indicazioni che possono essere interpretate come prese progettuali: l'utilizzo di salti d'acqua presenti lungo i collettori di bonifica per la produzione di energia idroelettrica; la localizzazione di impianti di produzione di energia elettrica in aree degradate; il diritto collettivo di legnatico per favorire la razionalizzazione e l'auto-sostenibilità energetica di comunità montane; la riorganizzazione di aree residenziali con l'adozione di criteri di progettazione ad alti livelli di prestazione energetica. Inoltre, una certa attenzione viene data alla relazione con il suolo e, in particolare, all'installazione degli impianti a terra: "la progettazione degli impianti fotovoltaici al suolo deve prevedere un corretto inserimento paesaggistico ed eventuali opere di mitigazione paesaggistica e/o compensazione (art. 32). A livello di rappresentazione vi sono alcuni tentativi di spazializzazione dei sistemi energetici mediante la mappatura delle principali infrastrutture della produzione elettrica (centrali termoelettriche a fonti fossili attive, in dismissione e quelle a fonti rinnovabili, oltre che alle centrali idroelettriche) e di quella del gas (rigassificatori, rete di distribuzione nazionale e quella regionale), mancano però tutte le infrastrutture relative alla produzione da fonti rinnovabili (fotovoltaico, biogas, eolico), gli aspetti spaziali dei consumi, le filiere energetiche, ecc.

A valle dell'analisi dei due piani emerge come l'integrazione tra energie e territorio rappresenta ancora alcune importanti lacune: oltre a una diffusa assenza di spazializzazione delle questioni energetiche e l'abbondanza di indicazioni e descrizioni vaghe e generali, la pianificazione energetica è sproorzionata verso un approccio tecnico-economico ed espresso con dati meramente quantitativi, mentre nella pianificazione territoriale troviamo sì alcune rappresentazioni spaziali, limitate però a uno strato superficiale dei sistemi energetici (mancano infatti diversi layer cartografici) e le indicazioni che si propongono non vengono mai territorializzate a specifici contesti (rare sono le indicazioni sulla transizione energetica nelle schede descrittive dei diversi ambiti di paesaggio).

Lo strumento che ad oggi rappresenta la forma più prossima a

un'idea di pianificazione integrata tra energia e territorio rimane l'individuazione delle aree idonee e non idonee all'installazione di impianti energetici. Nel 2010, il DM 10.09.10 ha definito delle "linee guida per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili", con l'obiettivo di gestire l'inserimento di nuovi impianti energetici nel territorio, tenendo conto la tutela dell'ambiente e la conservazione delle risorse naturali e culturali. Pur essendo soprattutto volto alla regolamentazione e alla semplificazione delle procedure di autorizzazione, il Decreto dedica una particolare attenzione all'inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio. Sulla base di alcuni criteri definiti dal medesimo DM, ciascuna regione ha poi definito e declinato le proprie «aree o siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti».

Nel Veneto l'individuazione di queste aree è stata portata avanti per le fonti fotovoltaiche, idroelettrico, biomasse solide e biogas. Con piccole variazioni tra fonte e fonte, le aree non idonee sono indicate dai seguenti areali: Siti Unesco, Beni culturali (d.lgs 42/04); zone all'interno di coni visuali; SIC ZPS (Rete Natura 2000); aree naturali protette nazionali e regionali; geositi; aree soggette a dissesto idrogeologico (da Piano Assetto Idrogeologico, adottate da Autorità di Bacino); corpi idrici superficiali e sotterranei la cui risorsa è destinata al consumo umano (da Piano Tutela delle Acque); Important Birds Area; zone umide della Convenzione di Ramsar; corpi idrici in stato elevato dissesto o comprendenti siti di riferimento; aree di produzione di prodotti D.O.P., I.G.P., I.G.T., D.O.C. e D.O.C.G.; aree agricole di particolare pregio nel contesto paesaggistico e culturale ed aree ad elevata capacità del suolo.

L'individuazione di queste aree non rappresenta un vincolo ma è, invece, da considerarsi come un modo per accelerare le procedure di autorizzazione, offrendo ai promotori indicazione su dove non conviene investire per l'elevata probabilità che in sede istruttoria l'esito della valutazione di un progetto sia negativo. Inoltre, le connessioni con la pianificazione territoriale si limitano alla perimetrazione delle aree tutelate e solo in qualche caso sono riferite a contenuti più strettamente pianificatori.

Considerato il "pantano delle rinnovabili" che coinvolge tutto il territorio nazionale, con l'adozione del PNIEC nel 2019 è stata aggiunta l'individuazione di "aree idonee", al fine di proporre uno sguardo più proattivo verso la costruzione di nuovi impianti.

La Regione del Veneto, in questo senso, ha recentemente

emanato, con la legge 17 del 19.07.22, le “Norme per la disciplina per la realizzazione di impianti fotovoltaici con moduli ubicati a terra” individuando alcune aree con «indicatori di idoneità». La finalità della legge è quella di “preservare il suolo agricolo quale risorsa limitata e non rinnovabile” (art. 1), un’attenzione quasi inedita per delle considerazioni di rilevante carattere socio-spaziale. Nel documento, oltre a definire meglio i già esistenti indicatori di presunta “non idoneità”<sup>14</sup>, all’articolo 7 vengono definite le aree con indicazioni di idoneità, ovvero dove promuovere l’installazione di un impianto. I siti elencati sono: le aree a destinazione industriale, artigianale, per servizi e logistica, ivi incluse quelle dismesse; i terreni agricoli abbandonati o incolti che non siano stati destinati a uso produttivo da almeno cinque annate agrarie; le superfici di tutte le strutture edificate, ivi compresi capannoni industriali e parcheggi secondo soluzioni progettuali volte ad assicurarne la funzionalità; le aree interessate da discariche o lotti di discarica chiusi e ripristinati, da miniere, cave o lotti di cave; le aree già interessate da processi di urbanizzazione o dalla realizzazione di opere o di attrezzature pubbliche, nonché le relative aree di pertinenza e di rispetto; i siti ove sono già installati impianti della stessa tipologia e in cui vengono realizzati interventi di modifica che non aumentano l’area perimetrale dell’impianto, o comunque qualificabili come non sostanziali ai sensi della normativa vigente. La stessa legge all’articolo 4, riporta che le istanze valuteranno la tipologia, le soluzioni progettuali proposte, oltre che la localizzazione; e che, nei terreni agricoli, sarà valutata la realizzabilità di grandi impianti (superiori a 1 MW) solo in forma di agro-voltaico e che le zone classificate agricole siano almeno pari a quindici volte l’area occupata dall’impianto stesso.

Con l’individuazione di aree idonee e le indicazioni aggiuntive sulla valutazione delle istanze, la Legge implicitamente promuove delle soluzioni progettuali oltre che pianificatorie di particolare interesse. Le stesse indicazioni suggeriscono inoltre un’integrazione maggiormente sostenibile dei sistemi di produzione energetici in quelli territoriali, perseguendo obiettivi come il contenimento del consumo di suolo, la rigenerazione di

<sup>14</sup> Ad esempio, per le aree interessate da produzioni agroalimentari di qualità (produzioni biologiche, DOP, IGP, STG, DOCG, DE.CO), la non idoneità è limitata alle superfici agricole effettivamente destinate alla coltura, mentre prima veniva considerato non idoneo tutto l’areale di produzione.

siti e aree degradate, la valorizzazione di infrastrutture esistenti, ecc.

La “cassetta degli attrezzi” per territorializzare la transizione in Veneto pare ancora poco fornita e in disordine. La frammentarietà normativa, gli aggiornamenti a macchia di leopardo e le indicazioni a carattere generico, creano una confusione pianificatoria; mentre la mancanza di chiare disposizioni costringe gli organi deputati alla gestione delle approvazioni degli impianti ad agire sulla base della discrezionalità, allungando notevolmente i tempi di progetto e innescando potenziali conflittualità. Un aspetto rilevante che si scorge da questi strumenti è la considerazione residuale del territorio: termini come “inserimento dell’impianto”, “aree non idonee”, “impatto visivo”, “compensazione”, sono tutti segnali della banalizzazione delle ricadute a un’idea di paesaggio estetico e di un problema (e non un’opportunità) nella costruzione di nuove infrastrutture energetiche. Infine, la clamorosa assenza di rappresentazioni spaziali impedisce, da un lato, una consapevolezza territorializzata di quanto sinora è stato costruito e, dall’altro, impedisce di avere uno strumento adeguato su cui costruire scenari futuri.

#### **4.5 RICADUTE ACCIDENTALI: TRE STORIE DAL BACINO DEL PIAVE**

La perimetrazione del caso studio, e l’analisi del suo contesto portata avanti nei precedenti paragrafi, prepara il terreno per affrontare interessanti esplorazioni. Le ricadute accidentali della transizione producono esiti spaziali che solo da vicino possono essere colte pienamente. In questo senso sembra particolarmente utile rintracciare i conflitti territoriali dell’energia, in quanto storie che illuminano frammenti di territori e di comunità dove gli effetti della transizione si sono fatti più evidenti.

Il territorio veneto, in questo senso, ha visto nascere e svilupparsi un’interessante e paradigmatica stagione di battaglie contro l’avanzare accidentale e predatorio dello sfruttamento idroelettrico nelle valli del Piave.

Negli ultimi decenni, un gran numero di nuovi impianti idroelettrici piccoli, mini e micro del Veneto è stato installato nella rete idrografica secondaria libera da derivazioni, soprattutto nella montagna del Piave. Il capitale d’acqua “intatto” ha attirato qui

numerosi investitori esterni al territorio, soprattutto raccolti in società private costituite ad hoc, avviando una frenetica “corsa alle concessioni” che ha portato a crescere, dal 2003 al 2013, il numero di impianti da 3.039 a 18.301 (Fonte GSE, 2014). Qui il bacino idrografico è già ampiamente sfruttato dall’infrastrutturazione idroelettrica storica, quindi la costruzione di nuovi impianti si è concentrata in corsi minori, spesso con sistemi a cascata e interessando le headwaters, ovvero i tratti subito a valle della sorgente. Seppur “mini” questi impianti hanno trasformato in modo importante il territorio. Gli effetti sull’ecosistema di queste opere sono ampliati nei piccoli bacini idrografici come quelli dolomiti, dove molti torrenti preservano ancora un elevato valore ecologico. Questa condizione si è conservata proprio grazie alla marginalità e all’impervietà della geografia in cui si trovano e che oggi definisce un valore per pratiche di turismo naturalistico e attività ricreative (SNAI, 2014), oltre che a rafforzare il valore affettivo (“idrofilia”) delle comunità locali (Cozzarini, 2018).

Davanti a questo spettro di valori e usi è facile dedurre come la costruzione sregolata di molti impianti abbia sollevato diversi conflitti, la maggior parte dei quali, nati proprio in seno alle comunità marginali, dove la dimensione culturale e l’attaccamento al territorio è più profonda (Carrosio, 2015; Magnani, 2018). In Veneto, e in particolare nelle comunità montane, la questione energetica è particolarmente dibattuta, complice anche il (pesante) passato di sfruttamento idroelettrico e il vivido ricordo del disastro del Vajont, che qui ha segnato profondamente la sfera culturale delle comunità locali e, in particolare, la memoria storica, creando una diffusa opinione tendenzialmente ostile allo sfruttamento.

Tra le numerose proteste, si è scelto di raccontarne tre particolarmente significative di una ingiustizia procedurale direttamente influenzata dalla qualità dei progetti portati.

*Prima storia:* la corsa all’ultimo tratto libero del Piave<sup>15</sup>. In Valbelluna il Piave scorre per più di trenta chilometri libero da infrastrutture idroelettriche. In passato la SADE aveva progettato qui un impianto, ma abbandonò l’idea per l’insufficiente portata idrica (Sirena, 2016). L’ampio greto, una volta coltivato e ora ri-

<sup>15</sup> Le notizie di questo paragrafo sono state raccolte principalmente dai seguenti articoli di cronaca locale: De Vidi Marco, “l’energia del Piave”, in «Altrecronomia», 11 marzo 2016; Reolon Martina, “La centralina di Limana fa acqua da ogni parte”, in «Corriere Alpi», 27 giugno 2017; SN, “Giù le mani dal Piave, una delibera per combattere le centraline”, in «Corriere Alpi», 02 giugno 2017.

naturalizzato spontaneamente, costituisce un sito d'interesse della Rete Natura 2000. Nel 2015 una società privata altoatesina richiede all'Autorità di Bacino tre concessioni di derivazione lungo una tratta di dieci chilometri, presso il ponte di Santa Caterina (Ponte nelle Alpi), il ponte della Vittoria (Belluno) e la località Praloràn (Limana). La notizia di questi progetti arriva dopo diverse battaglie contro lo sfruttamento idroelettrico nei territori del Piave<sup>16</sup> e scatena subito un'organizzata protesta. Ad ottobre dello stesso anno, in occasione del primo tavolo tecnico presso il Comune di Limana, un sit-in ostacola l'ingresso ai tecnici e le parti coinvolte nella Casa Comunale (figura QQ). Per paura di ulteriori tafferugli gli incontri presso le altre due amministrazioni vengono rinviati. Alla voce di cittadini e comitati si aggiunge presto anche quelle dei tre comuni che esprimono forti perplessità sui dettagli dei progetti presentati: mancanza di adeguate valutazioni geologiche<sup>17</sup>, sovrapposizione con progetti di rigenerazione urbana<sup>18</sup>, scarsa attenzione all'impatto visivo sul paesaggio storico e naturale<sup>19</sup> e scarsa considerazione del valore simbolico per le comunità locali<sup>20</sup>. Particolarmente interessante è il fatto che le amministrazioni ribadiscano il valore immateriale e l'attaccamento delle comunità verso i propri corsi d'acqua: significativa, in questo senso, è la delibera del Comune di Limana (2015) in cui si riconosce -l'asta del fiume Piave quale patrimonio irrinunciabile per la comunità per il suo valore culturale, storico, architettonico e paesaggistico-. A causa delle proteste e dei pareri sfavorevoli dei tre comuni, la società diserta i successivi incontri e ad oggi (2022) la situazione segue ancora in stallo. Analizzando le vicende, sembra sospettoso il "ritardo" con cui la società privata presenta il progetto rispetto alla grande corsa

<sup>16</sup> Per approfondire le vicende conflittuali del Piave si rimanda al Report di Acqua Bene Comune, WWF OA Terre alte del Piave, Italia Nostra - sezione di Belluno, Comitato Peraltrestrade Dolomiti, "Centraline. Come distruggere l'ambiente per mettere le mani sul pubblico denaro", 2017.

<sup>17</sup> L'amministrazione limanese lamenta la scarsa considerazione per la vicina foce del torrente Cicogna, noto localmente per le sue frequenti e violente alluvioni, mentre quella di Belluno dichiara che il bacino che si andrebbe a creare lambirebbe una storica frana, ancora in movimento.

<sup>18</sup> Il Comune di Belluno dichiara che l'impianto interferirebbe con i progetti di rigenerazione urbana previsti sull'area interessata (costruzione nuovo ponte, spiaggia fluviale, piste ciclabili ecc).

<sup>19</sup> A Belluno l'impianto verrebbe costruito sotto lo storico ponte della Vittoria, presso l'antico porto fluviale di Borgo Piave, andando così a modificare il paesaggio storico del centro cittadino

<sup>20</sup> Parole del sindaco di Ponte nelle Alpi raccolte da Marco de Vidi per Altreconomia l'11 marzo 2016 "Ci dobbiamo difendere dalle provocazioni. Avete presentato un progetto di centralina sotto il ponte di Santa Caterina che è il simbolo del nostro Comune. Voi pensate che noi lasceremo che il nostro stemma veda comparire anche la vostra barriera? Lo avete fatto in modo irrispettoso, venite qui a presentarlo senza nemmeno interloquire con l'amministrazione comunale. Basta con le continue aggressioni al nostro territorio, speculando sui beni comuni".

alle concessioni (2009-2012) e proprio sull'unico tratto di Piave da sempre ignorato per lo sfruttamento idroelettrico. Guardando al comportamento della società proponente emerge come i suoi interessi siano meramente economici, mancando l'attenzione al territorio nei tre interventi e il dialogo e la partecipazione con le comunità locali<sup>21</sup>.

*Seconda storia:* Valore naturale vs valore economico: il “mini” impianto nel cuore delle Dolomiti<sup>22</sup>. Ci troviamo in Val del Grisol, nel Parco Nazionale delle Dolomiti bellunesi. Siamo nelle aree interne del Zoldano, nel comune di Longarone (BL). Il carattere appartato della valle, scarsamente frequentata, ha preservato un alto grado di naturalità nel corso degli ultimi decenni. L'omonimo corso d'acqua che vi scorre è classificato di “elevata qualità” secondo il D.Lgs. 152/06 (recepimento Direttiva “acque” 2000/60/CE). Nel 2014, una società milanese ottiene dalla Regione la concessione per derivare il torrente nei pressi del ponte della Madonna, qualche metro fuori il perimetro del Parco, per alimentare un piccolo impianto idroelettrico (241 kW). La notizia dell'imminente costruzione dell'impianto solleva forti proteste tra i frequentatori della valle. Viene organizzata una raccolta fondi con il supporto di comitati, associazioni private e Comune, per fare ricorso al Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche (d'ora in poi TSAP), ribadendo il mancato rispetto delle condizioni ecologiche e chimiche previste dal già citato D.Lgs. 152/06. Il TSAP, considerando le lacune normative in materia, ritira la concessione dando ragione al ricorso. La società, solo una volta ritirata la concessione, cerca di stabilire un accordo con il Comune per poi, una volta negato, muovere un contro ricorso, andato poi a vuoto. In questa vicenda colpisce in primo luogo la consapevolezza attiva della cittadinanza che non solo acquisisce un sapere esperto (conosce il campo normativo) ma ha le forze per portare a termine una battaglia legale con il coinvolgimento

<sup>21</sup> Parole del sindaco di Belluno raccolte dal Corriere delle Alpi il 27 giugno 2017: “Le imprese di Bolzano costruiscono centraline in Alto Adige. Con le aziende bellunesi c'è sempre stato confronto, con loro non abbiamo mai parlato. Ci hanno chiesto un incontro solamente dopo la vittoria del nostro ricorso al Tar”.

<sup>22</sup> Il paragrafo è stato costruito principalmente dalla lettura dei seguenti articoli di cronaca locale: SN, “Centralina in val del Grisol c'è un nuovo progetto”, in «Corriere Alpi», 06 marzo 2013; SN, “Centralina sul Grisol, è mobilitazione”, in «Corriere delle Alpi», 12 maggio 2017; De Col Enrico, “La Cassazione ferma del tutto la centralina sul torrente Grisol a Longarone”, in «Corriere delle Alpi», 04 gennaio 2019; SN, “La Valle del Grisol non si tocca. Padrin: La Cassazione ha deciso l'annullamento totale della concessione di prelievo idrico per fini idroelettrici”, in «Belluno Press», 03 gennaio 2019.





**Figura 24**

Conflitti dell'energia. Sit-in di protesta a Limana (BL) per la costruzione di un mini impianto idroelettrico lungo il fiume Piave.

Fonti: Corriere delle Alpi 10.30.21

di più attori (auto-giustizia territoriale). In secondo luogo, emerge il forte contrasto tra gli interessi economici (seppur leciti) di trasformare il corso del torrente per una manciata di kW con quelli di tutelare un ambiente ad alto grado di naturalità. In terzo luogo, si nota l'assenza di un arbitro, in questo caso la Regione, che con una confusa normativa non è riuscita a limitare azioni speculative.

*Terza storia:* Concorrenza tra interessi pubblici e privati: le battaglie legali del Comelico<sup>23</sup>. Siamo nelle aree interne del Comelico, il Comune di San Nicolò (392 abitanti a 1.061 m.s.l.m.) possiede un “mini” impianto idroelettrico di proprietà pubblica sul torrente Digón, che frutta alle casse del piccolo ente circa un milione di entrate annuali. Visto i buoni profitti del primo impianto, lo stesso Comune richiede nel 2013 alla Regione una nuova concessione nel medesimo torrente, in concorrenza con una richiesta mossa da una società privata. Quando il parere della Regione si esprime a favore del piccolo Comune la società privata fa ricorso al TSAP, sospendendo la concessione e costringendo l'Ente a scendere in giudizio (con spese legali sottratte al bilancio pubblico). Medesime le dinamiche accadute nei vicini corsi del Piave e del Padola dove altre due società private portano in tribunale rispettivamente il Comune di Sappada e l'Unione Montana Comelico. In queste vicende emergono i limiti di un iter di concessione intricato dove gli enti pubblici sono costretti a dimostrare, di fronte a un tribunale, come i loro interventi abbiano maggior importanza in quanto opere di pubblico interesse. Inoltre, la concorrenza tra attori pubblici e privati nelle aree marginali parte da condizioni economiche sproporzionate, dove i piccoli comuni montani, spesso non possedendo le capacità finanziarie delle società private, rischiano di far vincere (a tavolino) l'interesse speculativo.

Le tre storie evidenziano una tendenza ricorrente della transizione energetica: una relazione con il territorio superficiale ed estrattiva. Questa relazione è in parte generata da una dimensione spaziale scarsamente esplorata. Ancora oggi, molti impianti vengono realizzati mediante progetti isomorfi, ovvero con comuni soluzioni tecniche adattabili ad ogni sito, senza però

<sup>23</sup> Paragrafo composto dalla lettura dei seguenti articoli di periodici locali: Lucio Eicher Clere, Il Comune vuole la centrale il privato tenta di bloccarla, in «Il Gazzettino», 13 marzo 2015; SN, In Cassazione le centraline negate, in «Il Gazzettino», 27 agosto 2016; SN, La guerra dell'acqua di Valentino Vascellari contro i Comuni del Comelico, in «Il Gazzettino», domenica 12 Aprile 2015

considerare che quel sito fa parte di un contesto con un insieme di questioni territoriali relazionate. Poco viene pensato sulle sorti future di questi spazi energetici; non si prevedono gli effetti e i bilanci ambientali e raramente vengono considerate le questioni locali che spaziano dalle relazioni con il contesto socioeconomico, alle istanze e le potenzialità espresse dagli attori, ai caratteri del paesaggio, agli aspetti culturali e alle diverse pratiche nel contesto. La tendenza comune nella transizione è quella di realizzare progetti curati solo sotto il loro aspetto tecnico e ragionati per il massimo profitto e massima producibilità, con l'unico intento di rimediare agli impatti solo dal punto di visivo-estetico.

#### 4.6 SPAZI IN CONTROTENDENZA: OSSERVAZIONI SUL CAMPO

Gli impianti isomorfi, le loro soluzioni spaziali standardizzate e l'estetica "tecnologica" che esprimono sono stati diffusamente riconosciuti durante le diverse esplorazioni nel caso studio. Tra i tanti esiti osservati, però, alcuni esempi si sono distinti da quella tendenza progettuale proponendo alcune soluzioni spaziali in controtendenza e quindi di particolare interesse per questa ricerca. La selezione dei casi è esito di esplorazioni sul campo (a volte sconfinando poco oltre i confini del Veneto) a cui si sono aggiunti alcuni esempi esaminati "da remoto" durante le operazioni di *desk-study*<sup>24</sup>. Dopo attente riflessioni è stato possibile ordinare i casi raccolti entro gruppi con pratiche progettuali ed esiti spaziali simili.

*Spazi agrivoltaici.* Il primo gruppo di progetti è quello che definisce l'integrazione spaziale tra produzione energetica e agricola, soluzione particolarmente interessante per risolvere i fenomeni di consumo di suolo agricolo e di *trade-off* tra produzione di cibo e di energia. Ai grandi impianti *utility-scale* osservati nel Polesine, si contrappongono alcune pratiche innovative e in crescita negli ultimi anni, definite agri-voltaiche. Queste soluzioni impiantistiche prevedono l'installazione di moduli elevati da

<sup>24</sup> Si precisa che le esplorazioni sul campo nel lavoro di tesi sono state fortemente limitate e condizionate a causa dei limiti di spostamento imposti dalle politiche di contrasto alla pandemia COVID19.

terra, con apposite inclinazioni e disposti secondo precise maglie in modo da garantire la coltivazione o la continuità pastorale nei terreni sottostanti<sup>25</sup>. Il primo caso osservato è quello del grande prato-pascolo fotovoltaico a Sant'Alberto di Ravenna<sup>26</sup> dove, sotto i pannelli fotovoltaici, pascolano a rotazioni le greggi della locale azienda agricola<sup>27</sup>. L'impianto è stato realizzato nel 2010 nel contesto delle pianure di bonifica ferraresi su terreni caratterizzati da decenni di agricoltura industriale intensiva. L'impianto da 34,6 MW si sviluppa su settantuno ettari ed è stato configurato appositamente per permettere il pascolo di circa un centinaio di pecore. Il prato-pascolo è stato seminato con una selezione di erbe che siano in grado di crescere in situazioni di penombra sotto i pannelli e che siano, inoltre, adatte all'alimentazione del bestiame e alla fertilizzazione il suolo (leguminose azotofissatrici). I pannelli sono posizionati su strutture a cavalletto, prive di fondazioni in cemento, minimizzando così l'impatto sul terreno e garantendo una più rapida versatilità al sito. Oltre ai pannelli fotovoltaici è presente anche una pala eolica e un impianto fotovoltaico sulla copertura del caseificio che completano il fabbisogno energetico dell'azienda. Il carattere prevalente del progetto è la multifunzionalità dell'uso del suolo: nello stesso spazio si pratica la produzione energetica e agro-alimentare; inoltre, la presenza dei pannelli e la semina del prato con piante azotofissatrici sottrae temporaneamente allo sfruttamento agricolo intensivo ampie superfici, permettendo la decontaminazione da agenti inquinanti.

Un secondo esempio rilevato è quello delle colture agrovoltaiche a Borgo Virgilio (MN), dove i moduli fotovoltaici sono sospesi a cinque metri sopra il terreno, permettendo la coltivazione di seminativi, ortaggi, piante da frutto e ornamentali<sup>28</sup>. L'impianto è stato costruito nel 2011 con una potenza di 2,4 MW su un terreno agricolo di quindici ettari. L'impianto è composto da pannelli ad inseguimento solare appesi a una struttura di sostegno a cinque

**Figura 25**  
IMPIANTO AGROVOLTAICO BORGO  
VIRGILIO

<sup>25</sup> Elevazione e disposizione dei moduli devono garantire la crescita delle colture, il loro soleggiamento e un adeguato apporto idrico, oltre che alla lavorabilità dei terreni con il passaggio di macchine agricole.

<sup>26</sup> Per maggiori informazioni si rimanda alla scheda del progetto nel portale Comuni rinnovabili di Legambiente <https://www.comunirinnovabili.it/caseificio-buon-pastore/>, consultata a gennaio 2020.

<sup>27</sup> Il progetto è stato promosso dal gruppo Tozzi Green spa, tramite la partecipata Solar Farm. Il gruppo è un importante sviluppatore di progetti di elettrificazione rurale e di produzione di energia da fonti rinnovabili con particolare attenzione all'integrazione con le attività agricole. Dall'iniziativa è nata la Solar Farm Società Agricola srl che gestisce il caseificio, l'impianto e le altre attività connesse.

<sup>28</sup> L'impianto è stato realizzato da REM TEK e Azienda agricola Vostok, <https://remtec.energy/agrovoltaico/impianti/29-borgo-virgilio>, consultato a gennaio 2020.



**Figura 25**

Spazi agrovoltaici. L'esempio dell'impianto agri-voltaico di Borgo Virgilio  
Fonti: Rem-tec, [www.remtec.energy](http://www.remtec.energy) (consultato a maggio 2021).

metri e distribuiti su una griglia con un passo di sei metri tra un pannello e l'altro per non limitare l'ombreggiamento e la caduta della pioggia. La struttura di sostegno garantisce la piena agibilità dei mezzi agricoli e integra, nelle sue componenti, il sistema di irrigazione automatica e quello antigrandine.

*Brownfield energetici.* Il secondo gruppo di progetti raccoglie le pratiche che rifunzionalizzano aree degradate o marginali (*brownfield*) che spesso essendo contaminate, compromesse o inservibili, faticano a trovare nuovi usi. L'esito spaziale ottenuto in queste operazioni varia considerevolmente dall'uso di suolo di partenza e dal tipo di progetto portati avanti. Alcuni esempi osservati sono gli impianti fotovoltaici installati nella ex area estrattiva di San Niccolò nella periferia di Bologna; nelle ex discariche di Casaglia a Ferrara e di Goro nel Delta del Po; nelle ex basi militari della NATO a Zelo (RO) e nel monte Calvarina (VR) o nelle ex caserme di Spilimbergo e Cà Turcata ad Eraclea (VE). Nella rifunzionalizzazione degli spazi demilitarizzati si osservano due tendenze progettuali interessanti e distinte qui tra "tabula plena" e "tabula rasa". Nel primo caso osserviamo l'esempio dell'impianto fotovoltaico realizzato nella ex-base missilistica Nike di Zelo (RO) dove i pannelli sono stati organizzati mantenendo la conformazione dell'area. L'impianto è stato realizzato nel 2013 dal Comune di Giacciano con Baruchella (RO) nell'ex area di lancio missilistica NATO. Quasi l'intera area della base, tredici ettari, è ricoperta da pannelli che hanno mantenuto inalterate le strutture, così come i tracciati delle strade interne e il suolo vegetale. L'impianto ha sfruttato la presenza della recinzione esistente, in parte recuperata, per costituire il sistema di protezione del sito. Queste pratiche possono essere definite "tabula plena" in quanto lavorano con quanto già esiste sul sito: nell'impianto non sono state alterate le conformazioni spaziali esistenti e sono stati recuperati elementi come accessi interni, baracche e recinzioni per le funzioni dell'impianto. La costruzione ha comportato comunque operazioni di livellamento al terreno, la rimozione della vegetazione soprasuolo e la demolizione di porzioni di strutture; ma l'installazione dei pannelli sollevata da terra e con strutture metalliche infisse al terreno riduce le alterazioni del suolo e garantisce una maggiore reversibilità delle superfici. Diversi, invece, sono gli esiti spaziali dei progetti "tabula rasa" che, al contrario del progetto appena descritto, comportano la completa trasformazione spaziale dell'area. Un

**Figura 26**  
IMPIANTO EX-BASE MILITARE A  
ZELO (RO)

esempio particolarmente interessante è quello della ex caserma di Spilimbergo, una cittadella militare dismessa negli anni '90 del secolo scorso e completamente demolita per lasciare posto, nel 2014, a un impianto fotovoltaico da 10 MW<sup>29</sup>. L'area occupa diciassette ettari dove la ventina di fabbricati presenti è stata demolita e con le macerie è stata livellata la superficie del sito, alzandola di un metro. L'intervento ha rifunzionalizzato un'area abbandonata, comportando però una certa alterazione del suolo (ricoperto di macerie) e al paesaggio (demolizione di edifici e manufatti, rimozione vegetazione esistente compresa quella prativa)<sup>30</sup>.

*Palinsesto.* Un terzo gruppo di pratiche è quello che definisce l'integrazione degli impianti in altre infrastrutture del territorio, funzionanti o recuperate. È il caso degli impianti idroelettrici costruiti sulle infrastrutture idriche (canali di irrigazione, depuratori, acquedotti) o su antiche opere di derivazione (briglie, rogge), ma anche i pannelli fotovoltaici installati su sostegni esistenti come pensiline, barriere autostradali, ecc. "L'aggancio" di questi impianti a strutture esistenti limita il consumo di suolo e conserva parte dei materiali, energia e forza lavoro già impiegati per la costruzione ospitante. Un esempio interessante è quello dell'impianto fotovoltaico costruito nel 2009 da Autostrada del Brennero spa lungo un tracciato di poco più di un chilometro all'altezza di Isera (TN)<sup>31</sup>. L'impianto è stato realizzato come barriera autostradale riparando il paese dai rumori dell'autostrada, oltre che a produrre energia pari a 750.000 kWh/anno. Un ulteriore aspetto interessante è la potenziale valorizzazione di siti e manufatti storici che avviene nel recupero di infrastrutture esistenti. L'esito spaziale in questi interventi dipende dal tipo di progetto portato avanti. Nelle diverse osservazioni sono emerse due dialoghi con il patrimonio esistente: in taluni casi, l'integrazione dell'impianto avviene in modo indifferente rispetto al patrimonio storico; questo è il caso osservato nel "grappolo"

<sup>29</sup> L'impianto è realizzato dalla partnership tra Sg Amient (gruppo Grafica Veneta spa) e il Comune di Spilimbergo che riceve ogni anno 120.000€ annui per i canoni. L'area da diversi anni era sotto l'interesse dell'Amministrazione locale che preveda la trasformazione dell'area per creare impianti sportivi o per eventi culturali.

<sup>30</sup> Per altri approfondimenti si rimanda al post Sara Capuzzo "Rigenerazione territoriale delle aree demilitarizzate in Friuli" su energoclub, disponibile all'indirizzo: <https://www.energoclub.org/news/rigenerazione-territoriale-delle-aree-demilitarizzate-in-friuli>, consultato a gennaio 2023

<sup>31</sup> Per maggiori approfondimenti si rimanda alla scheda del progetto <https://www.autobrennero.it/it/sostenibilita/fotovoltaico/>, consultato a gennaio 2023.

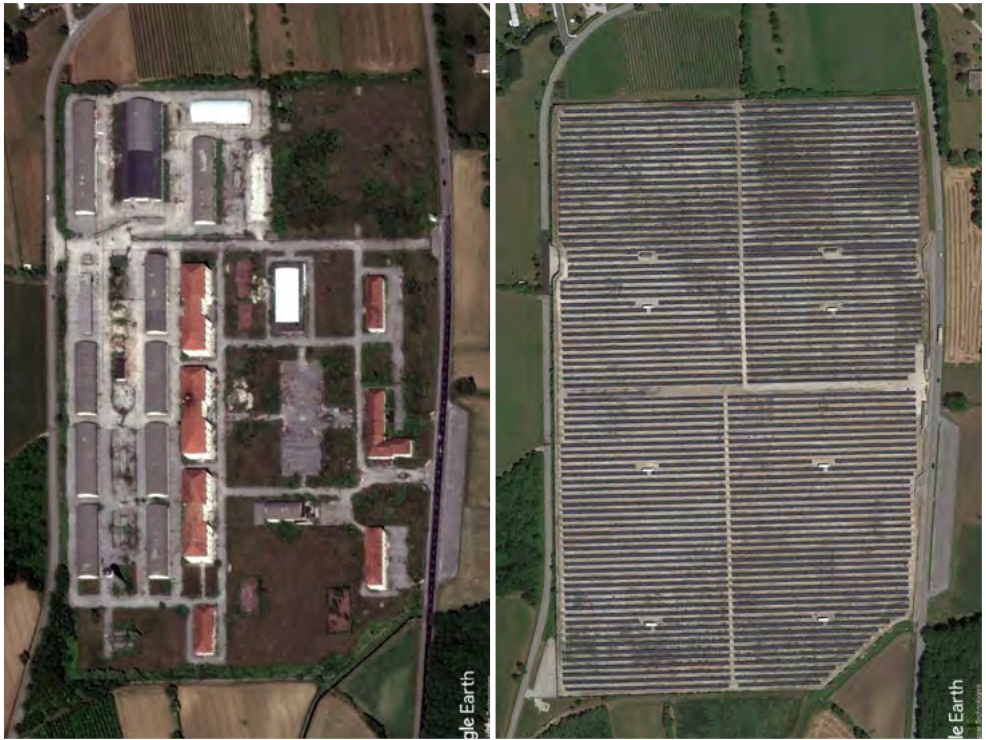


## Figura 26

Brownfield energetici. L'impianto fotovoltaico nella ex base missilistica Zelo (RO). Progetto "tabula plena" in cui sono state mantenute le conformazioni spaziali esistenti e i nuovi interventi si sono adattati, in parte riutilizzando, gli elementi del sito.

Fonti: Google Street View, 2021.





**Figura 27**

Brownfield energetici. Prima e dopo la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sul sedime della ex caserma militare di Spilimbergo (PN). L'azione di progetto "tabula rasa" ha portato alla completa demolizione di tutti gli edifici e strutture e il livellamento delle macerie sul suolo dell'area.

Fonti: Google Earth, 2021.

di impianti idroelettrici costruiti sulle derivazioni storiche del Meschio, dove i manufatti idraulici sono stati utilizzati, e in parte recuperati, solo per un uso funzionale (derivazioni, salti e canali) mentre edifici come mulini e vecchi opifici vengono utilizzati come meri contenitori o lasciati inalterati (spesso diroccati) ai margini dell'area d'intervento. In altri casi, invece, come nella rifunzionalizzazione della centrale dell'Altanon (Santa Giustina, BL), di Montorio (VR) del vecchio mulino di Martignacco (UD) vi è stato un completo recupero delle infrastrutture storiche e una loro valorizzazione.

**Figura 28**  
DERIVAZIONE IDROELETTRICA SUL  
FIUME MESCHIO (TV)

*Reti energetico-ambientali.* Questi progetti sono quelli che recuperano e valorizzano alcuni elementi ed aspetti ambientali del contesto. Alcuni esempi rilevati sono: l'impianto fotovoltaico in via Aravena a Ferrara, dove è stato riqualificato il locale sistema di maceri e dove sono state messe a dimora delle siepi campestri e l'impianto eolico sul monte Mesa a Rivoli Veronese, dove è stato portato avanti un importante progetto di conservazione e implementazione della vegetazione del crinale collinare. Nel primo caso, l'impianto da 11,6 MW realizzato nel 2014, è stato costruito in un'area agroindustriale nei pressi del polo petrolchimico di Pontelagoscuro<sup>32</sup>. L'impianto si sviluppa su una superficie di trentacinque ettari in un contesto agroindustriale risultato di un processo di semplificazione agro paesaggistica, nonché di un impoverimento del suolo a causa di colture intensive. I pannelli sono stati installati su strutture metalliche infisse nel terreno evitando opere di fondazione più invasive; all'interno del sito è stato riqualificato un macero con l'intento di creare un'area di studio per la ricerca su fauna e flora autoctona; lungo tutto il perimetro sono state messe a dimora delle siepi campestri di specie autoctone (pruno selvatico, rosa canina, ecc.) per mitigare visivamente l'impianto, aumentare la presenza di reti ecologiche e complessificare il paesaggio agrario. Nel secondo caso, l'impianto eolico da 8 MW realizzato tra il 2013 e il 2017 ha coinvolto l'area dei crinali del Monte Mesa e Crivellino (anfiteatro morenico

**Figura 29-30**  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO A  
FERRARA

<sup>32</sup> L'impianto è stato realizzato da Rete solare (gruppo Tozzi energia) in co-progettazione con il Comune di Ferrara per il recupero ambientale. Altre informazioni progettuali sono disponibili nella procedura di autorizzazione disponibile al bur della Regione Emilia-Romagna <https://bur.regione.emilia-romagna.it/area-bollettini/settembre-periodico-parte-seconda-la-quindicina-3/decisione-merito-alla-procedura-di-verifica-screening-per-installazione-impianto-fotovoltaico-da-14.78-mwp-in-porotto-fe-via-pelosa-localita-aranova.-ditta-nuova-rete-solare-s.r.l/anteprima>, consultato a gennaio 2023.



### **Figura 28**

Palinsesto. Recupero di una antica derivazione per uso idroelettrico sul fiume Meschio. Delle nuove paratie sono posizionate su un vecchio manufatto idraulico di inizi '900. Fabrizio D'Angelo, San Giacomo di Veglia (TV), maggio 2021.



### **Figura 29**

Reti energetico-ambientali. Riqualificazione di un macero (stagno) tra i pannelli fotovoltaici dell'impianto di via Aranova .  
Fabrizio D'Angelo, Ferrara, Luglio 2020.



**Figura 30**

Reti energetico-ambientali. Inserimento di nuove siepi campestri lungo il perimetro dell'impianto fotovoltaico di via Aranova a Ferrara, operazione portata avanti con l'intento di ri-complexificare il paesaggio circostante e di creare nuove reti ecologiche. Fabrizio D'Angelo, Ferrara, luglio 2020.

del Garda), contesti caratterizzati dalla presenza del SIC Monte Mesa, particolare per i suoi prati aridi e per la fioritura delle orchidee. L'impianto, essendo situato in un'area di particolare pregio ambientale, ha visto determinati accorgimenti per non stravolgere le condizioni ambientali ed implementare alcune dinamiche ecosistemiche: il terreno sbancato è stato sottoposto a setacciamento vegetale e minerale per non modificare le caratteristiche pedologiche nella realizzazione di piste e piazzole; i bulbi raccolti nel setacciamento sono stati coltivati per poi essere seminati nelle aree di cantiere.

*Spazi produttivi e spazi educanti.* Queste pratiche sono quelle che hanno portato alla creazione di spazi per attività ricreative o didattico-educative. Tra i numerosi esempi riscontrati si cita la rifunzionalizzazione della storica centrale dell'Altanon nelle Dolomiti bellunesi che ha portato, oltre al ripristino delle infrastrutture idroelettriche, anche la sistemazione di un itinerario a tema energetico-ambientale e la creazione di un ostello e il Parco delle Energie Pulite e Rinnovabili (PEPER park) a Badia Calavena (VR) dove, con l'occasione di installare una grande pala eolica sulla sommità di una collina, è stato creato un itinerario turistico a tema energetico. Il primo progetto, promosso da Enel Green Power e dal Comune di Santa Giustina (BL), ha previsto la rifunzionalizzazione della vecchia centrale idroelettrica dell'Altanon, sita entro il confine meridionale del Parco Nazionale delle Dolomiti bellunesi. La centrale è di fatto un monumento storico, costruita nel 1905 e rimasta in funzione sino al 1967. Dopo decenni di abbandono, agli inizi del 2000, è iniziato il ripristino dell'area: l'opera di presa storica, il sedime delle condotte e parte dell'edificio della centrale sono stati rifunzionalizzati per la produzione idroelettrica (300 kW); la restante parte della centrale è utilizzato come deposito per le attività del Parco Nazionale delle Dolomiti bellunesi, mentre la casa del custode è stata adibita a ostello comunale. Tutta l'area è accessibile ed attrezzata per usi ricreativi e ricettivi; partendo dall'ostello è stato sistemato un itinerario didattico/turistico che ripercorre l'intero impianto dall'opera di presa sino alla centrale con un percorso che corre parzialmente lungo la condotta forzata. Il progetto ha prodotto degli spazi multifunzionali: produzione di energia, ricettività, attività turistiche e ricreative e educative.

Il secondo progetto ha visto la realizzazione, nel 2008, di una pala eolico sul Monte Pecora a Badia Calavena (VR) con

**Figura 31**  
RIFUNZIONALIZZAZIONE CENTRALE  
IDROELETTRICA DELL'ALTANON (BL)



**Figura 31**

Spazi produttivi e spazi educanti. La vecchia centrale dell'Altanon. A sinistra l'edificio che ospita le turbine di un piccolo impianto idroelettrico e il deposito dei materiali dell'Ente parco Nazionale delle Dolomiti bellunesi, a destra la ex "casa del guardiano" che ospita le strutture di un ostello comunale.  
Fabrizio D'Angelo, Santa Giustina (BL), maggio 2021.

una potenza di 1 MW<sup>33</sup>. Grazie al progetto partecipato con l'amministrazione pubblica, sul sito di intervento è stato avviato una trasformazione più ampia con l'intento di creare un polo di attrazione turistica con percorsi escursionistici accompagnati da tabelloni a tema energetico e sulla sostenibilità ambientale e una struttura polifunzionale che ospita sale didattiche, un ostello con bar-ristorante e un centro informazioni turistiche<sup>34</sup>.

Osservando questi esempi emergono delle tendenze progettuali atte a creare spazi multifunzionali che limitano il consumo di suolo, come nel caso degli impianti agro-voltaici dove convivono, nello stesso spazio, produzioni energetiche e agro-alimentari; ad azioni di rigenerazione di *drosscape*, come nell'utilizzo di superfici degradate di ex-discardie e cave o di spazi di complessa rifunzionalizzazione come quelli demilitarizzati; di integrazione tra infrastrutture territoriali esistenti, come nell'utilizzo di canali di irrigazioni e briglie per la produzione idroelettrica o di pensiline e barriere autostradali per l'inserimento di pannelli fotovoltaici; di recupero ambientale, come nelle nuove siepi campestri piantate lungo gli impianti *utility scale* o nel recupero vegetale e minerale dei suoli sbancati nella costruzione di impianti eolici sui crinali collinari. Gli esempi più interessanti di radicamento territoriale hanno una regia che coinvolge sia la componente privata, che quella pubblica, quest'ultima coinvolta nella progettazione per produrre benefici alla comunità locale sia sotto forma di entrata economica (ricavi da canoni di affitto, vendita di energia a prezzo agevolato, ecc.) sia come nuovi spazi e opportunità per la comunità. Un ulteriore aspetto in controtendenza è la forte relazione con il contesto: tutti gli impianti mediano e dialogano con funzioni e configurazioni esistenti e, in taluni casi, danno vita a nuove relazioni territoriali. I progetti radicati nel territorio portano a interessanti declinazioni progettuali a partire da nuovi dispositivi spaziali (impianti agro-voltaici, parchi eolico-paesaggistici; infrastrutture idroelettriche sul patrimonio storico, ecc.), in grado anche di agevolare l'accettazione sociale contemplando le sfere locali (sociali, politiche, ambientali, istituzionali, ecc.).

<sup>33</sup> Per maggiori dettagli sul progetto di rimanda alla scheda per la valutazione disponibile al Bur della Regione Veneto <https://bur.regione.veneto.it/BurVServices/pubblica/burVGalleryDettaglio.aspx?id=320>, consultato a gennaio 2023.

<sup>34</sup> Per approfondimenti si rimanda al paper "Innovazioni e conflitti nella gestione locale delle energie rinnovabili: quattro casi italiani a confronto", (2012), Petrella A, in Stato e mercato No. 95 (2) (agosto 2012), pp. 283-321





**Figura 31bis**

Spazi produttivi e spazi ricreativo-educativi. Il “percorso dell’energia” un cammino che , costeggiando le condutture idroelettriche collega l’opera di presa sino al mini impianto idroelettrico dell’Altanon.

Fabrizio D’Angelo, Santa Giustina (BL), maggio 2021.



**CAPITOLO 5**

# **ESPLORAZIONI CARTOGRAFICHE**



## 5.1 LA TERRITORIALIZZAZIONE DELLA PRODUZIONE FER

L'avvento delle politiche di transizione ha comportato una ri-territorializzazione dei sistemi energetici e la creazione di nuove geografie e spazialità inedite. Il processo di trasformazione è particolarmente evidente nella produzione energetica da fonti rinnovabili. La costruzione del sistema è stata rapida e intensa, generando nuovi spazi e consolidando tendenze di trasformazione che hanno dato vita a nuovi paesaggi e a inediti fenomeni spaziali. Ma come si traduce questo complesso processo dal punto di vista spaziale? Dove e come toccano a terra i nuovi sistemi di produzione? Quali contesti coinvolgono? Come cambiano i territori? Attraverso la rappresentazione cartografica è possibile rispondere a questi quesiti. Tuttavia, questa operazione ad oggi risulta particolarmente complessa vista la mancanza di dataset geografici completi, aggiornati o accessibili. Per questo motivo è necessario uno sforzo cognitivo a monte.

### metodologia

Dopo una approfondita ricognizione nei geo-portali istituzionali e la verifica dell'insufficienza delle informazioni *open source*, è stato intrapreso un dialogo con il Gestore Servizi Energetici (GSE)<sup>01</sup>, l'organismo nazionale incaricato di finanziare gli impianti energetici da fonte rinnovabile e quindi in possesso di dati spaziali sulla produzione. Con il Gestore è stato concordato l'accesso a parte del database, denominato *Atlaimpianti*, dove sono conservate le informazioni su localizzazione, proprietà e potenza di tutti gli impianti finanziati sul territorio veneto. I dati estratti, con determinate selezioni su limiti di potenza e tecnologie, sono stati spazializzati tramite operazioni di *geocoding* con *software GIS*, trasformando così il dato quantitativo, prima ordinato in tabelle, in un dato spaziale georeferenziato.

Il database realizzato ha consentito pertanto di generare gli strati informativi fondamentali per poter sperimentare la rappresentazione spaziale della “nuova” produzione a diverse scale e secondo diverse categorizzazioni.

<sup>01</sup> Il Gestore dei servizi energetici (GSE) è una società per azioni nata nel 1999 e interamente partecipata dal Ministero dell'economia e delle finanze, alla quale è attribuito l'incarico di promozione e sviluppo delle fonti rinnovabili e dell'efficienza energetica. La Società svolge i propri compiti in conformità con gli indirizzi strategici e operativi definiti dal Ministero dello sviluppo economico e dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) ed è assoggettata al controllo della Corte dei Conti. Il GSE ricopre un ruolo centrale nell'incentivazione economica dell'uso delle fonti rinnovabili in Italia, oltre che nella promozione dell'efficienza energetica e della cultura dell'uso sostenibile dell'energia.

Per ciascun dato puntuale si è scelto di rappresentare l'informazione di localizzazione e, allo stesso tempo, di potenza nominale. La rappresentazione della potenza nominale, infatti, è un fattore imprescindibile dell'*energy mapping* e la sua definizione ha richiesto particolari operazioni per uniformare le grandezze provenienti da diversi attributi raccolti.

Per complementare la rappresentazione del sistema produttivo, è stato ordinato un database relativo alle infrastrutture della produzione da fonti fossili utilizzando i *dataset* disponibili nel geoportale regionale. In particolar modo sono stati utilizzati i dati relativi alla localizzazione e potenza degli impianti termoelettrici (Regione del Veneto, Centrale termoelettrica a combustibile fossile autorizzata. PTRC 2020; Regione del Veneto, Centrale termoelettrica a combustibile fossile in dismissione. PTRC 2020). Non è stato possibile spazializzare il dato di altri impianti alimentati da fonti fossili, circa duecento quarantasei impianti (fonte GSE, Atlaimpianti) e distribuiti su tutta la regione con particolare concentrazione nelle città di Verona, Vicenza, Treviso, Mestre, Bassano del Grappa e Padova.

I *dataset* costruiti e raccolti sulla produzione energetica hanno permesso la produzione di diverse cartografie, dapprima utilizzando i dati in forma aggregata per poi, categorizzandoli in base a tecnologia e fonte, approfondire le nuove filiere delle rinnovabili.

Confrontando il *dataset* costruito sulla localizzazione e potenza degli impianti da fonti rinnovabili con quelli da fonti fossili è stato possibile delineare un'inedita geografia della produzione. La generazione energetica da fonti fossili si suddivide in una decina di impianti con elevata potenza installata e concentrati in due poli, entrambi siti lungo la costa veneta<sup>02</sup>. A Porto Marghera troviamo sei impianti con una potenza installata complessiva di 5.512 MW, nel Delta del Po, invece, poste a pochi chilometri di distanza, ci sono la mega-centrale di Porto Tolle (2400 MW), ora dismessa, e quella di Porto Viro (179 MW).

La produzione da fonti rinnovabili, invece, è polverizzata in un numero elevatissimo di impianti distribuiti su tutto il territorio regionale. Le principali concentrazioni di potenza sono quelle

dataset

**Figura 33**  
FOSSILE VS RINNOVABILE:  
GEOGRAFIE E DENSITÀ  
ENERGETICHE

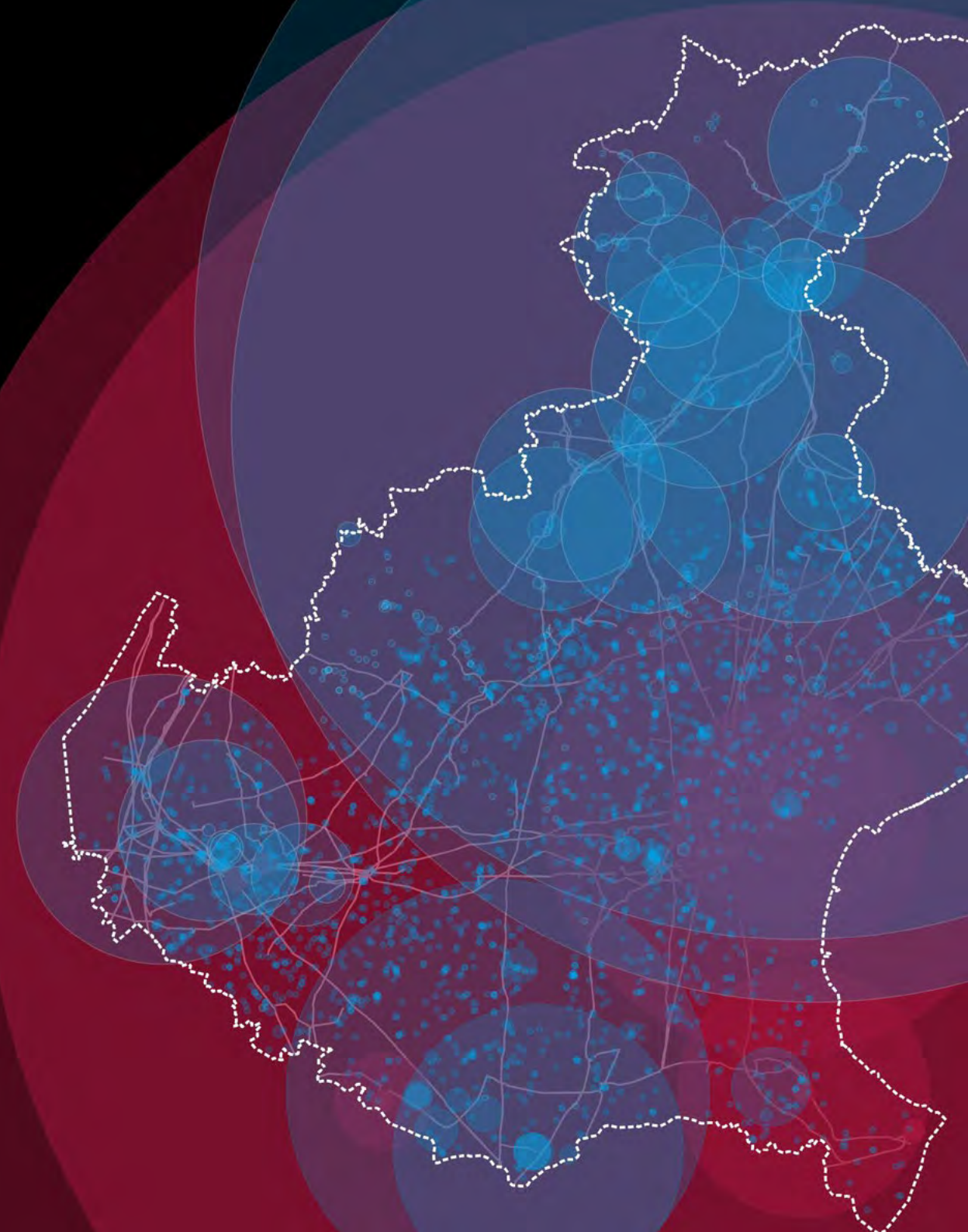
<sup>02</sup> Dal dataset sulle centrali termoelettriche sono stati esclusi gli impianti alimentati a biomassa solida di Ospitale di Cadore (BL), la cartiera di Cadividav (VR) e l'inceneritore di Cà del Bue (VR), tutti impianti non alimentati da fonti fossili.

SOLARE	VENETO	Padova	MONTAGN	622.92	45.21877	
SOLARE	VENETO	Padova	URBANA	100	45.18931	11.4
SOLARE	VENETO	Verona	ARCOLE	167.67	45.37201	11.28
SOLARE	VENETO	Verona	ROVERE' V	198.49	45.58816	11.0
SOLARE	EMILIA R	Ferrara	BONDENO	110.88	44.89918	11.40
SOLARE	EMILIA R	Ferrara	LAGOSAN	113.16	44.76147	12.14
SOLARE	VENETO	Vicenza	MONTECC	199.87	45.4973	11.4
SOLARE	EMILIA R	Forlì-Cese	SARSINA	331.2	43.9197	12.14
SOLARE	EMILIA R	Ravenna	MASSA LO	198	44.43381	11.8
SOLARE	VENETO	Verona	CASTEL D'	115	45.37432	10.95
SOLARE	VENETO	Treviso	SAN FIOR	157.44	45.90091	12.34
SOLARE	EMILIA R	Bologna	OZZANO D	310.94	44.44306	11.4
SOLARE	VENETO	Verona	PALU'	215.6	45.32679	11.13
SOLARE	EMILIA R	Bologna	VALSAMOI	199.92	44.39559	11.07
SOLARE	EMILIA R	Forlì-Cese	GAMBETTI	194.88	44.12278	12.34
SOLARE	EMILIA R	Piacenza	PONTE DE	118.4	44.86504	9.644

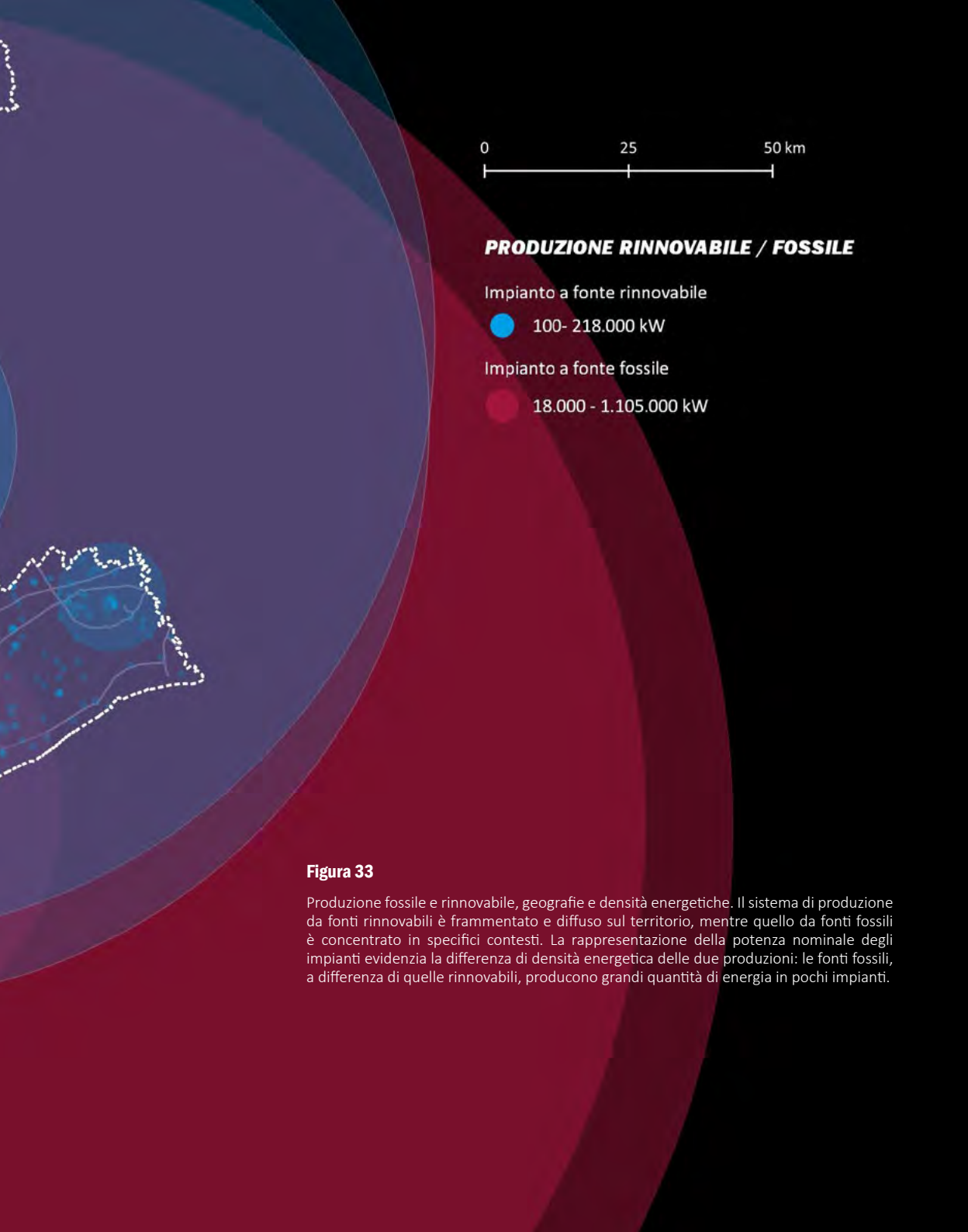
**Figura 32**

Estratto dello strato informativo spazializzato: schede tecniche degli impianti da FER censiti da GSE. I dati originali sono espressi in forma quantitativa e ordinati entro tabelle. Grazie alla presenza di informazioni geografiche (coordinate) è stato possibile trasformare il *dataset*, con operazioni di *geocoding*, in dati georeferenziati.

Fonti: GSE, 2021, portale Atlaimpianti.







0 25 50 km

### **PRODUZIONE RINNOVABILE / FOSSILE**

Impianto a fonte rinnovabile

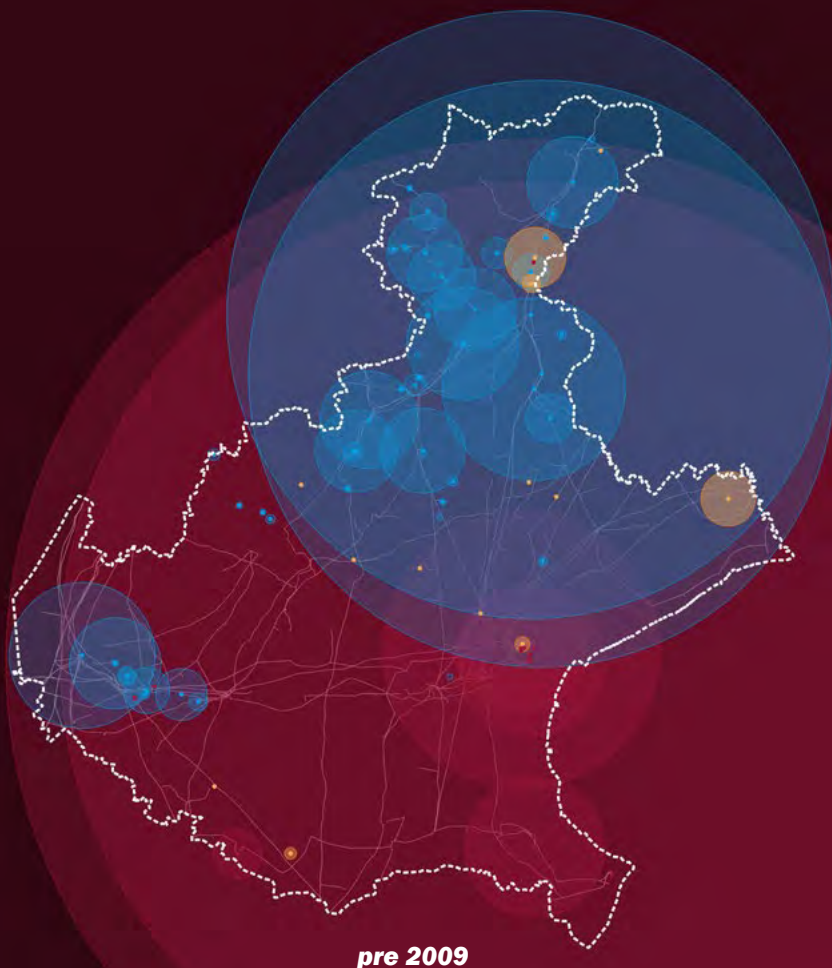
● 100- 218.000 kW

Impianto a fonte fossile

● 18.000 - 1.105.000 kW

**Figura 33**

Produzione fossile e rinnovabile, geografie e densità energetiche. Il sistema di produzione da fonti rinnovabili è frammentato e diffuso sul territorio, mentre quello da fonti fossili è concentrato in specifici contesti. La rappresentazione della potenza nominale degli impianti evidenzia la differenza di densità energetica delle due produzioni: le fonti fossili, a differenza di quelle rinnovabili, producono grandi quantità di energia in pochi impianti.

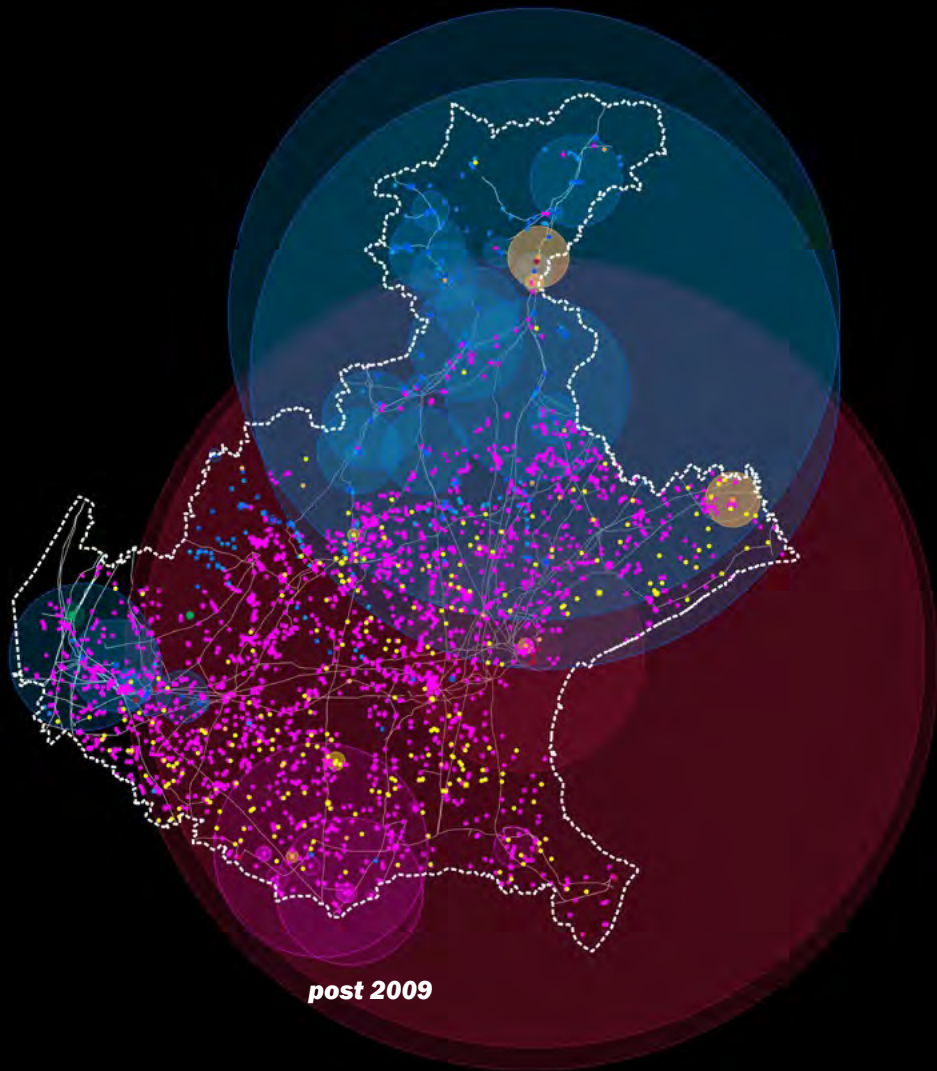


### Figura 34

Pre 2009 (prima del lancio delle politiche energetiche comunitarie). Si nota la prevalenza di impianti idroelettrici nella montagna del Piave e lungo l'Adige e una concentrazione di impianti termoelettrici, la maggioranza alimentata da fonti fossili, nel sito industriale di Porto Marghera e nel Polesine (Porto Tolle e Porto Viro).

### Figura 35

Post 2009. Sistema di produzione in transizione (2009, lancio delle politiche energetiche comunitarie). Sono evidenti gli esiti dell'energy sprawl di nuove tecnologie (fotovoltaico, eolico, mini-idroelettrico e bioenergie) su tutto il territorio Veneto. La produzione termoelettrica è ridotta dopo lo spegnimento di diversi impianti, tra cui la mega-centrale di Porto Tolle.



**post 2009**

0 25 50 km



- Impianto a fonte fossile
- Impianto idroelettrico
- Impianto fotovoltaico
- Impianto eolico
- Impianto a biogas
- Impianto a biomassa solida

nella montagna veneta e nell'asta veronese dell'Adige, legate alla storica produzione idroelettrica, e in quelle di alcuni megaimpianti fotovoltaici presenti nel Polesine centrale.

Concentrandosi sulla rappresentazione della potenza installata dei singoli impianti si può ben comprendere la differenza di densità energetica delle due produzioni. La decina di impianti alimentati da fonti fossili produce tanta energia quanto quella frammentata nel migliaio di impianti da fonti rinnovabili; ciò significa che per produrre la medesima quantità di energia, le fonti rinnovabili richiedono molto più spazio. A confermare questa immagine sono i dati Terna sulla produzione elettrica in Veneto (report Energie nelle regioni, 2018) con cui è stato possibile calcolare, in modo approssimativo, la differenza di densità energetica delle due tipologie di fonti: La produzione da fonti fossili si attesta a 6.962 GWh, distribuita in 752 impianti, mentre quella rinnovabile è di 6.875 GWh (4.675 GWh di idroelettrico, 2.178 GWh di solare fotovoltaico e 22 GWh di eolico), distribuita per 134.101 impianti. Suddividendo quindi la potenza complessiva per il numero di impianti emerge come una centrale alimentata da fonti fossili produce mediamente 9,25 GWh, mentre quella da fonti rinnovabili appena 0,05 GWh.

Utilizzando gli stessi *dataset*, questa volta però distinguendoli in base all'epoca di costruzione, è stato possibile rappresentare il processo di transizione con il confronto delle infrastrutture presenti prima e dopo la simbolica data del 2009.

Osservando gli esiti cartografici ci si rende conto di come il precedente sistema energetico coinvolgesse in particolar modo il contesto montano e l'asta veronese dell'Adige, dove si articolano i grandi sistemi idroelettrici, e lungo la costa nei già citati siti termoelettrici di Porto Marghera, Porto Tolle e Porto Viro. A questi impianti si affiancano anche le centrali termoelettriche alimentate da biomassa solida, i cui principali siti erano collocati a Ospitale di Cadore (valle del Piave) e a Fossalta di Portogruaro (Veneto Orientale).

La rappresentazione post 2009 mostra una situazione assai diversa. È ben visibile, infatti, l'esito del fenomeno di *energy sprawl*, con la diffusione di tanti piccoli impianti su tutto il territorio regionale, anche in aree, come la bassa pianura e quella centrale, prima pressoché prive di sistemi di produzione.

Nelle aree pianeggianti e maggiormente urbanizzate troviamo con più frequenza impianti fotovoltaici e a biogas, mentre sulla

**Figura 34-35**  
SISTEMI DI PRODUZIONE IN  
TRANSIZIONE

montagna veneta e nella fascia pedemontana si vede l'addensarsi di una nuova produzione idroelettrica. Compaiono anche alcune produzioni eoliche: nove impianti, circoscritti perlopiù all'area veronese dell'anfiteatro morenico del Garda.

Osservando poi l'evoluzione degli impianti storici, si nota il ridimensionamento della potenza installata per lo spegnimento di alcune centrali e in particolar modo per quella di Porto Tolle.

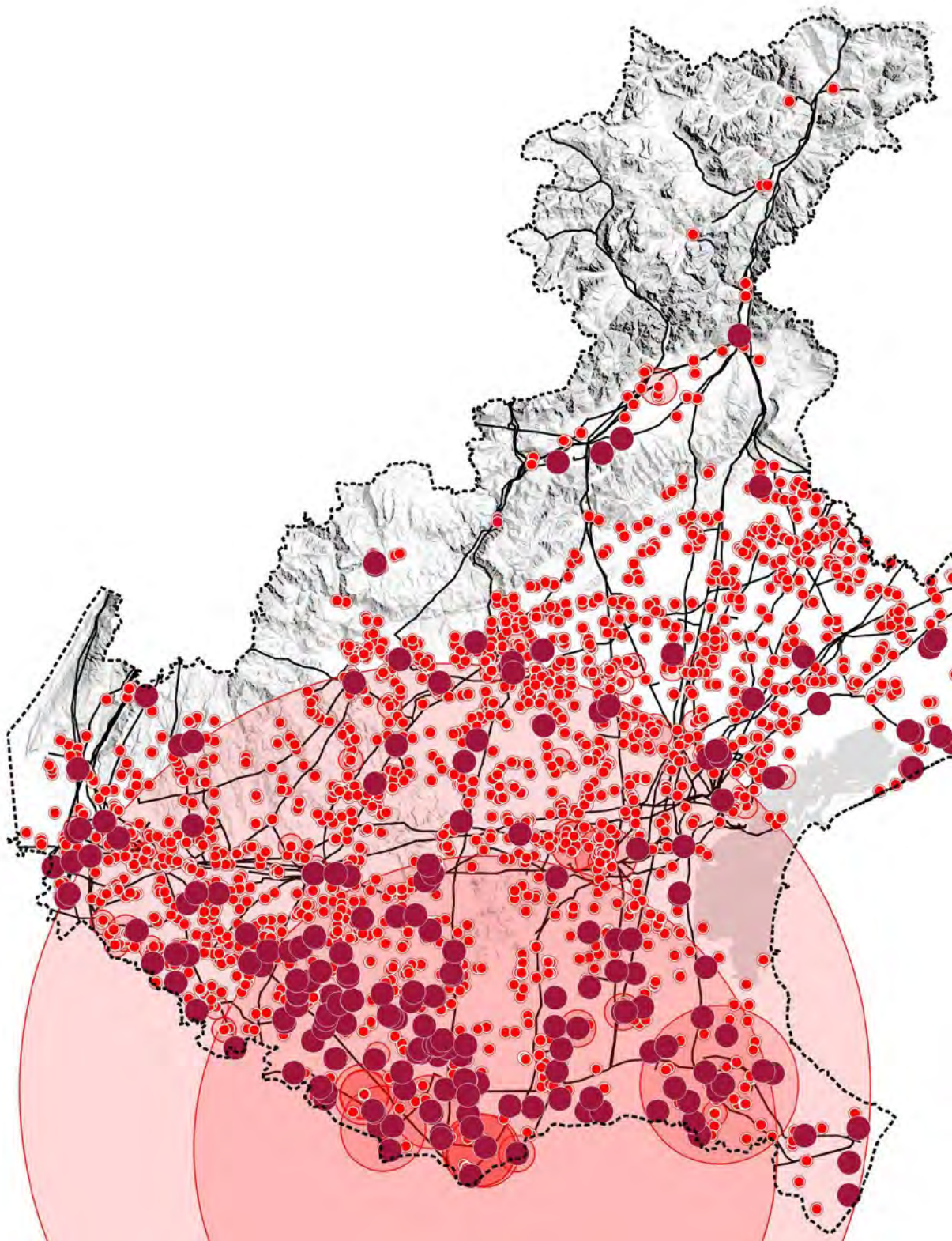
### 5.1.1 FOTVOLTAICO: DAI “CAPANNONI FOTVOLTAICI” ALLE CENTRALI SOLARI

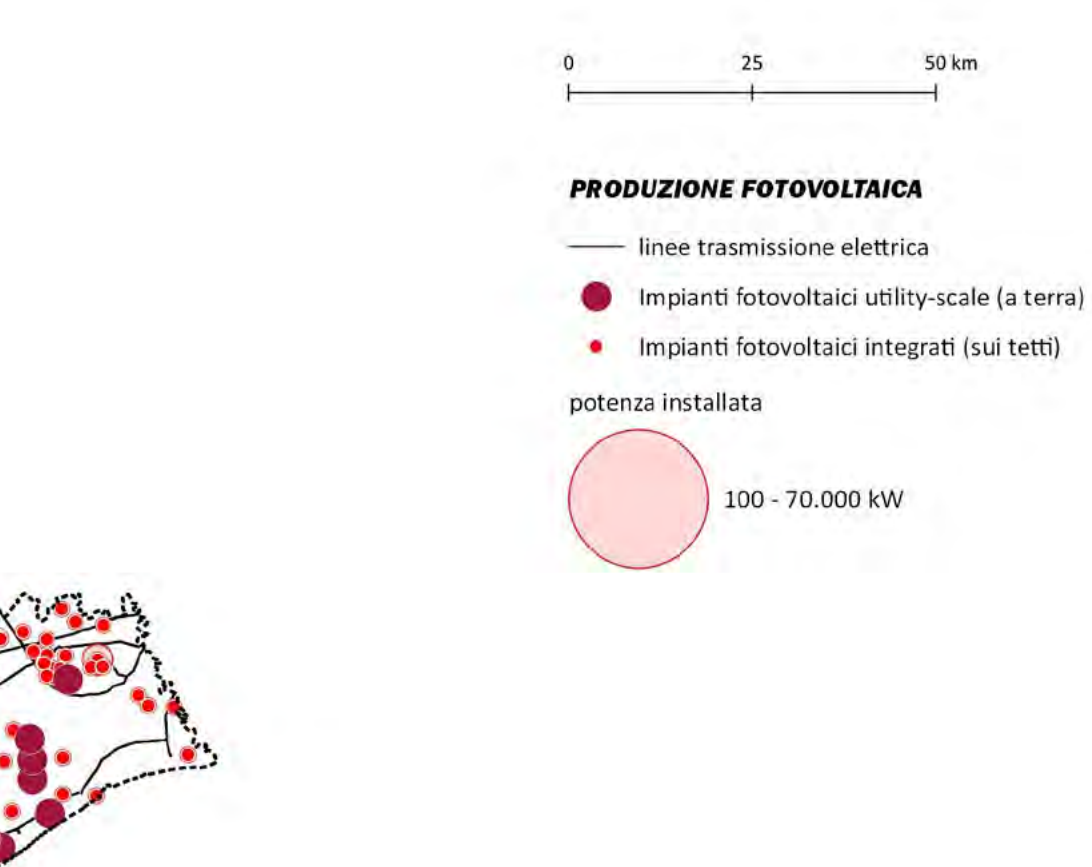
La produzione fotovoltaica si basa sulla conversione dell'energia solare in elettricità, ottenuta tramite un pannello fotovoltaico composto da moduli e celle fotovoltaiche. Dal punto di vista spaziale si producono ricadute diverse in base al tipo di supporto utilizzato. Si distinguono pertanto gli impianti “integrati”, ovvero posizionati su manufatti esistenti, solitamente coperture di edifici, da quelli *utility scale*, posizionati invece al suolo. Nel primo caso, data la limitata superficie utilizzabile, il limite di potenza nominale è solitamente inferiore a 1 MW e le infrastrutture accessorie sono circoscritte alla presenza di alcuni dispositivi (*inverter*, allacci elettrici, ecc.). Nel secondo caso, avendo la possibilità di configurare ampie superfici e di evitare vincoli di posizionamento dei pannelli (ombreggiamento e orientamento), gli impianti sono generalmente di grande taglia e corredati da infrastrutture spazialmente rilevanti come stazioni elettriche, cabine primarie, elettrodotti e manufatti.

#### metodologia

Categorizzando il *dataset* delle fonti rinnovabili<sup>03</sup> per la tecnologia fotovoltaica è stato possibile rappresentare le ricadute spaziali di questa produzione. Nell'operazione non è stato possibile spazializzare gli impianti di piccola taglia, <100kW, scelta necessaria per poter gestire un numero adeguato di informazioni e per concentrarsi sugli impianti con una maggiore rilevanza spaziale. Il limite di potenza esclude quindi i numerosi impianti domestici di tipologia integrata, distribuiti sostanzialmente su gran parte del costruito della regione, eccetto in alcuni tessuti

<sup>03</sup> Si fa riferimento al dataset creato grazie alle operazioni di geocoding dei dati GSE esplicitate a inizio capitolo.





**Figura 36**

Distribuzione della produzione fotovoltaica a scala regionale. Si distinguono diverse concentrazioni di impianti "integrati" e "utility-scale": i primi maggiormente diffusi nella Pianura Centrale, territorio della dispersione abitativa, mentre i secondi nei territori di bonifica della Bassa pianura veronese e del Polesine.

urbani storici<sup>04</sup>. Utilizzando i dati sull'uso del suolo (Regione del Veneto, Carta della Copertura del Suolo, 2020) sono state estratte poi le informazioni spaziali relative alla presenza di impianti a terra (categoria “infrastrutture tecnologiche di pubblica utilità”), particolarmente utili per la mappatura degli impianti *utility-scale*.

dataset

Da una rappresentazione a scala regionale delle due tipologie spaziali di impianti integrati e *utility-scale*, emergono già prime relazioni con il territorio. Le infrastrutture “integrate”, la cui maggior parte ha una potenza nominale tra i 100 e i 200 kW, sono diffuse in tutta la pianura veneta, con zone di particolare concentrazione nella pianura centrale e in quella veronese e zone più rarefatte nella bassa pianura veronese, nel Veneto Orientale e nel Polesine. Nel contesto montano la produzione fotovoltaica integrata è poco diffusa, ad eccezione della Valbelluna.

**Figura 36**  
LA DISTRIBUZIONE  
FOTOVOLTAICA

Gli impianti *utility-scale*, invece, sono maggiormente distribuiti nelle zone di bassa pianura con particolari concentrazioni nel Polesine e nella bassa pianura veronese. Interrogando le informazioni spaziali degli impianti a terra è emerso come nella regione vi siano duecentocinque centrali, la maggior parte con estensioni tra i due e i tre ettari (sessantasette impianti) o comunque entro i cinque ettari<sup>05</sup>. Nel territorio del Polesine troviamo impianti particolarmente grandi, tutti oltre i venti ettari, come quelli di Canaro (166 ha per 70.000 MW), di San Bellino (78 ha per 70.000 MW), di Loreo (37 ha per 12.000 MW) e di Castelguglielmo (33 ha e 5600 MW).

Le diverse forme di distribuzione emerse alla scala regionale individuano possibili relazioni con il territorio e pertanto perimetrano alcune aree da approfondire in una discesa di scala. Queste aree sono le zone di particolare concentrazione della forma “integrata” nella Pianura centrale, e di quella *utility-scale* nel Polesine.

Nella pianura centrale, sovrapponendo il *dataset* della produzione fotovoltaica a quello dell'uso del suolo, è emerso come la produzione integrata combaci direttamente con le numerose e frammentate aree produttive presenti in questo territorio.

**Figura 37**  
DISPERSIONE FOTOVOLTAICA  
NELLA PIANURA CENTRALE

<sup>04</sup> Queste considerazioni sono state fatte osservando il *dataset* completo della distribuzione degli impianti fotovoltaici sul territorio regionale, disponibile dal portale GSE “Atlaimpianti”. Link: [https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti\\_Internet.html](https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html), consultato a maggio 2023.

<sup>05</sup> Cinquantasette impianti hanno una superficie estesa di meno di un ettaro; trentasette tra 1 e 2 ettari; tredici tra 3 e 4 ettari; infine, 7 tra 4 e 5 ettari.



**Figura 38-39**  
CAPANNONE FOTVOLTAICO

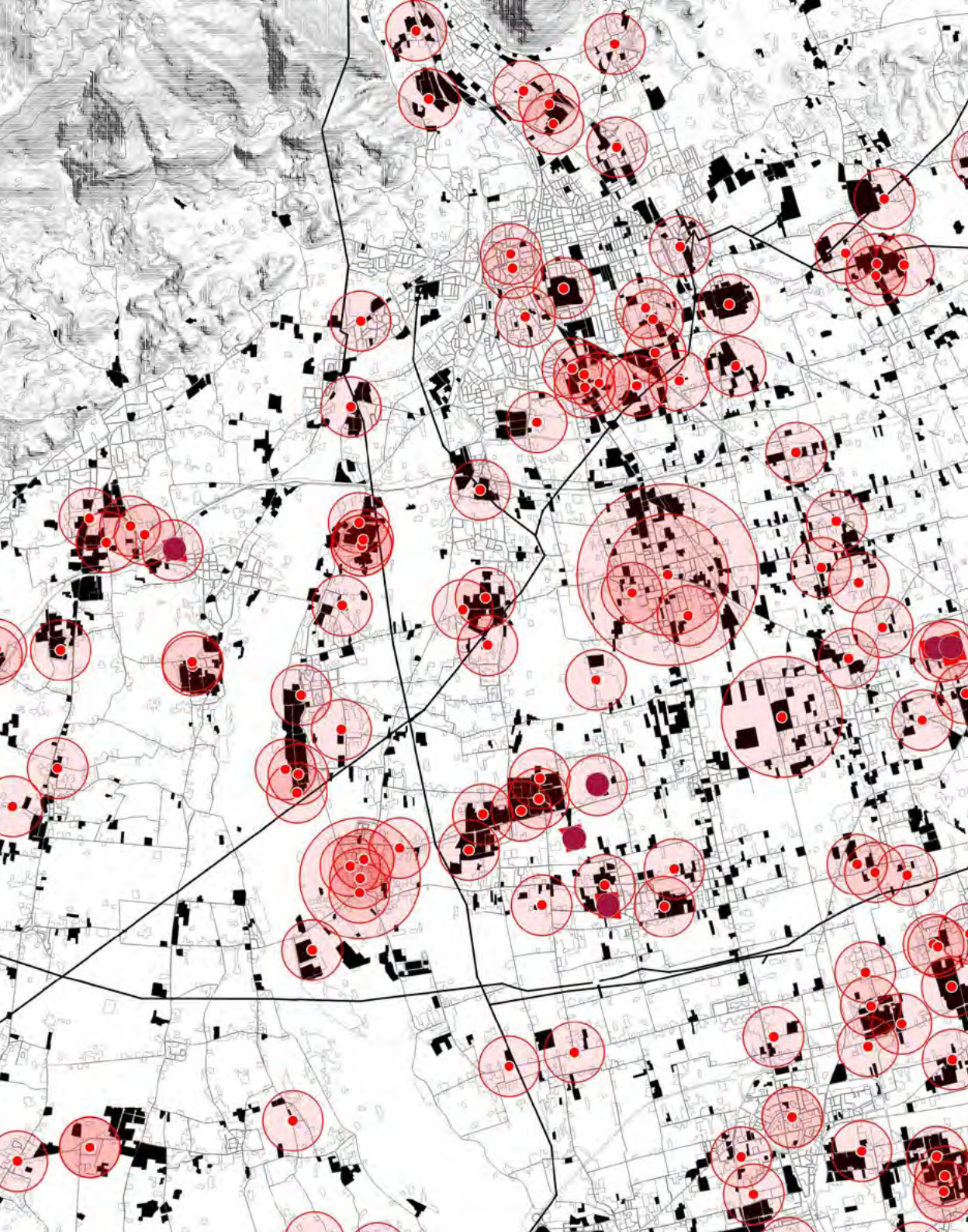
Le coperture degli edifici produttivi, solitamente piane e con poche zone ombreggiate, si prestano particolarmente alla posa di pannelli fotovoltaici. Nella pianura centrale la presenza di tante piccole e medie imprese offre quindi un patrimonio diffuso di supporto alla produzione fotovoltaica, una caratteristica spaziale da considerare nel potenziale territoriale della risorsa fotovoltaica. La presenza di pannelli fotovoltaici sulle coperture degli edifici produttivi, già iconemi nel paesaggio della città diffusa, può essere definita come nuovo dispositivo urbano che in questa tesi nomineremo “capannone fotovoltaico”. In questo senso, l’installazione dei pannelli deve avvenire entro un progetto spaziale e architettonico accurato, che possibilmente coinvolga le altre componenti dell’area produttiva, scendendo dalle coperture, per integrarsi nelle ampie superfici di piazzali, parcheggi e aree di stoccaggio.

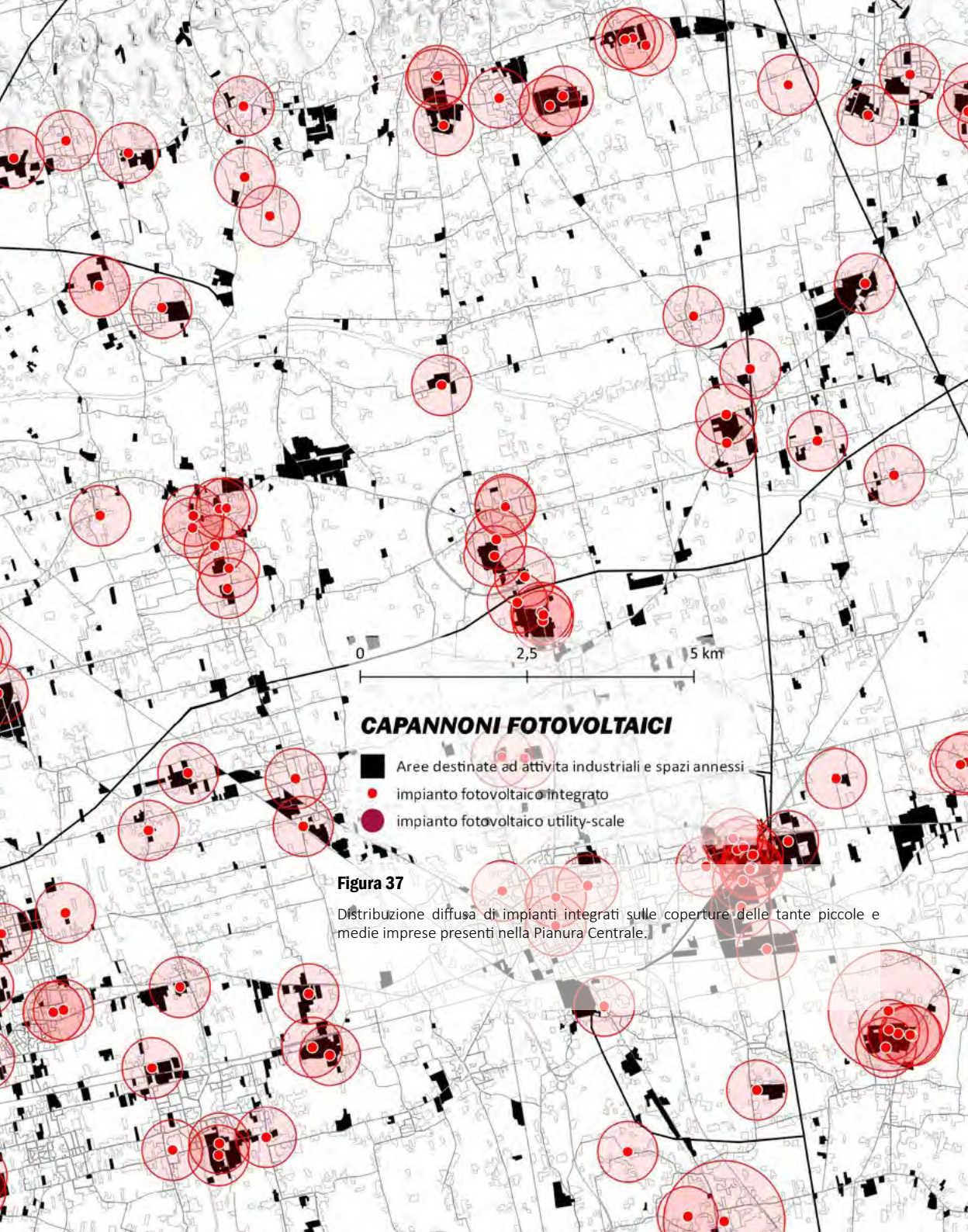
La presenza di un sistema territoriale diffuso della produzione diventa una presa progettuale dove sperimentare un’attuatività spaziale inedita per territorializzare la produzione e, allo stesso tempo, rigenerare o implementare le aree produttive. Questo panorama spinge a sviluppare forme di rappresentazione ancora più approfondite atte a mappare il potenziale territoriale secondo diverse categorizzazioni: tipologie di coperture, concentrazione di superfici disponibili, aree produttive in trasformazione, superfici e tipologie degli spazi aperti, ecc.

**Figura 40**  
CONCENTRAZIONE  
FOTVOLTAICA NEI POLI  
INDUSTRIALI

Diverse sono le considerazioni nelle combinazioni tra fotovoltaico integrato e grandi poli industriali. Osservando la distribuzione in alcune aree industriali dense ed estese, come nella ZIP di Padova, si vede una numerosa concentrazione di impianti (una ventina) con estensioni da qualche migliaio di metri quadri sino a tre ettari. La somma delle potenze nominali, in quest’area circoscritta, supera i ventidue MW, cifre paragonabili a quelle dei grandi impianti *utility-scale*. Vi sono poi edifici particolarmente estesi che da soli possono determinare soluzioni altamente produttive. È il caso di un’azienda nel comune di Trebaseleghe dove nella copertura è stato organizzato un impianto di quasi sette ettari e con una potenza nominale di 4000 kW.

Questa forma concentrata offre un’occasione ulteriore di progetto, orientando forme di gestione e produzione condivisa di energia, come testimoniano alcuni esempi di comunità





**Figura 37**

Distribuzione diffusa di impianti integrati sulle coperture delle tante piccole e medie imprese presenti nella Pianura Centrale.



### **Figura 38**

Dettaglio di “capannone fotovoltaico” in Valbelluna. L’inserimento dei pannelli, come intuibile nell’immagine, è visibile e si relazione con il paesaggio circostante.  
Fabrizio D’Angelo, Limana (BL), febbraio 2022.



**Figura 39**

Progetto di “capannone fotovoltaico” nell’area produttiva di Padova. I pannelli sono installati su diverse coperture (pensilina del parcheggio, edificio produttivo, magazzino). La composizione dei pannelli segue le geometrie delle superfici e non solo la miglior esposizione solare.

Fonti: Bing maps, 2022.

energetiche sperimentate in zone industriali<sup>06</sup>. Queste forme, inoltre, possono rivelarsi interessanti occasioni di rigenerazione per aree industriali in transizione, come quella di Porto Marghera, tuttora priva di installazioni fotovoltaiche.

Le riflessioni sopra riportate riprendono gli obiettivi della pianificazione regionale che sostiene la forma fotovoltaica “integrata” per limitare il consumo di suolo in una regione fortemente antropizzata (Regione del Veneto, PER 2017, p.402). La stessa pianificazione offre un’analisi indicativa del potenziale di integrazione del fotovoltaico (PER 2017) indicando le coperture degli edifici civili, industriali, agricoli e dell’edilizia scolastica e sanitaria come quelle maggiormente sfruttabili ai fini energetici. Lo stesso potenziale definisce, con opportuni coefficienti di correzione, il numero di ettari di superfici disponibili: per gli edifici industriali in tutta la regione si contano cento ettari, pari al 26,7% di tutte le coperture potenzialmente sfruttabili<sup>07</sup>. Se osserviamo la producibilità stimata delle superfici industriali, pari a 3.152.829 MWh, ci si accorge come, seppur le coperture degli edifici produttivi non siano quelle con più ettari, la producibilità è più elevata rispetto agli edifici civili (1.460.313 MWh), agli allevamenti (1.132.565 MWh); alle scuole (91.255 MWh) e agli ospedali (22.484 MWh).

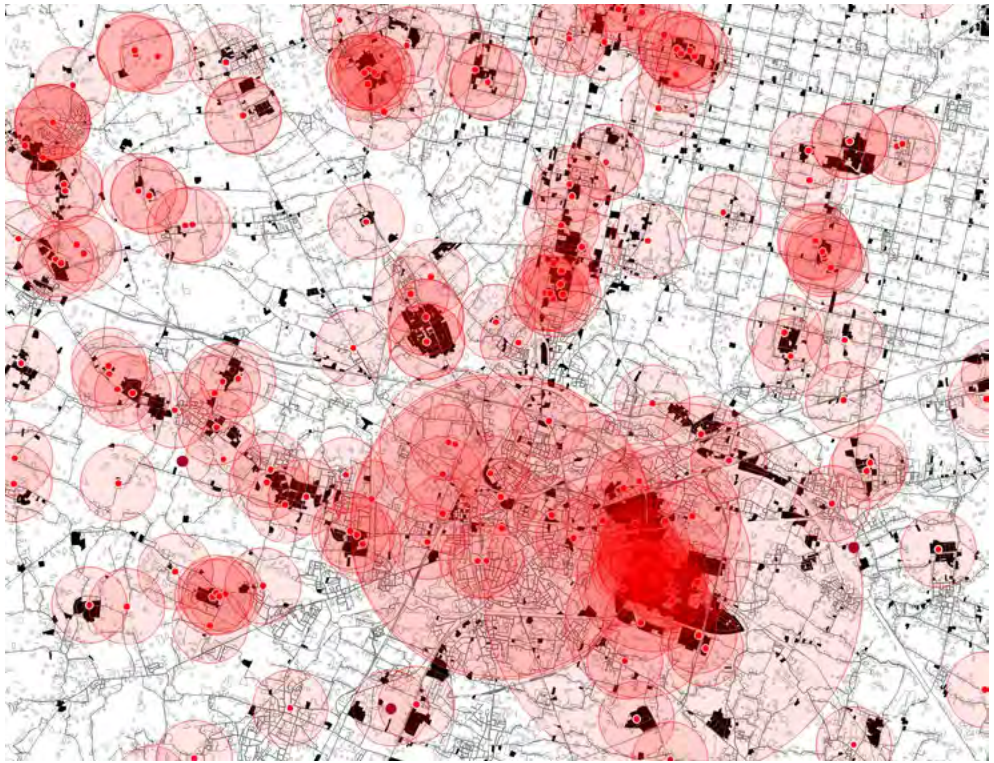
La presenza di impianti fotovoltaici integrati si fa più rada nei territori meno urbanizzati come quelli del Veneto Orientale, del Polesine e della Bassa pianura Veronese dove, invece, sono diffusi gli impianti *utility-scale* a terra.

Sovrapponendo il *dataset* della produzione fotovoltaica a quella dell’uso del suolo, anche in ordine sincronico (Regione del Veneto, Carta della Copertura del Suolo 2020, 2018, 2015), ci si rende conto di come questi impianti ricadano in contesti agrari e siano andati a sostituire, nel tempo, ampie superfici prima coltivate a seminativo. Osservando la distribuzione di questi impianti, non spicca tanto la numerosità, ma quanto la grandezza per estensione

**Figura 41**  
DIFFUSIONE IMPIANTI UTILITY-  
SCALE NEL POLESINE

<sup>06</sup> Un interessante esempio è quello della comunità energetica GECO che, realizzata nel quartiere Pilastro-Roveri di Bologna, utilizza le coperture di una vasta area industriale e quelle di alcuni edifici di un quartiere di edilizia residenziale pubblica, ibridando la produzione, ricavi e consumi tra zona residenziale e produttiva. Per maggiori approfondimenti si rimanda al sito ufficiale dell’iniziativa: <https://www.gecocommunity.it/partners/>. Consultato a maggio 2023.

<sup>07</sup> Il calcolo del potenziale individuato nel Piano Energetico Regionale (2017) ha individuato 234,2 ettari di coperture disponibili per gli edifici civili, 34,9 ettari per quelli agricoli (stalle, fienili e allevamenti), 0,9 ettari per gli ospedali e 4 ettari per gli edifici scolastici.



**Figura 40**

Concentrazione di impianti fotovoltaici integrati nella zona industriale di Padova. La ventina di impianti presenti ha una potenza nominale complessiva di 22 MW.

0 2,5 5 km

■ Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi

● impianto fotovoltaico integrato

● impianto fotovoltaico a terra

potenza nominale (MW)

○ 100 - 1107

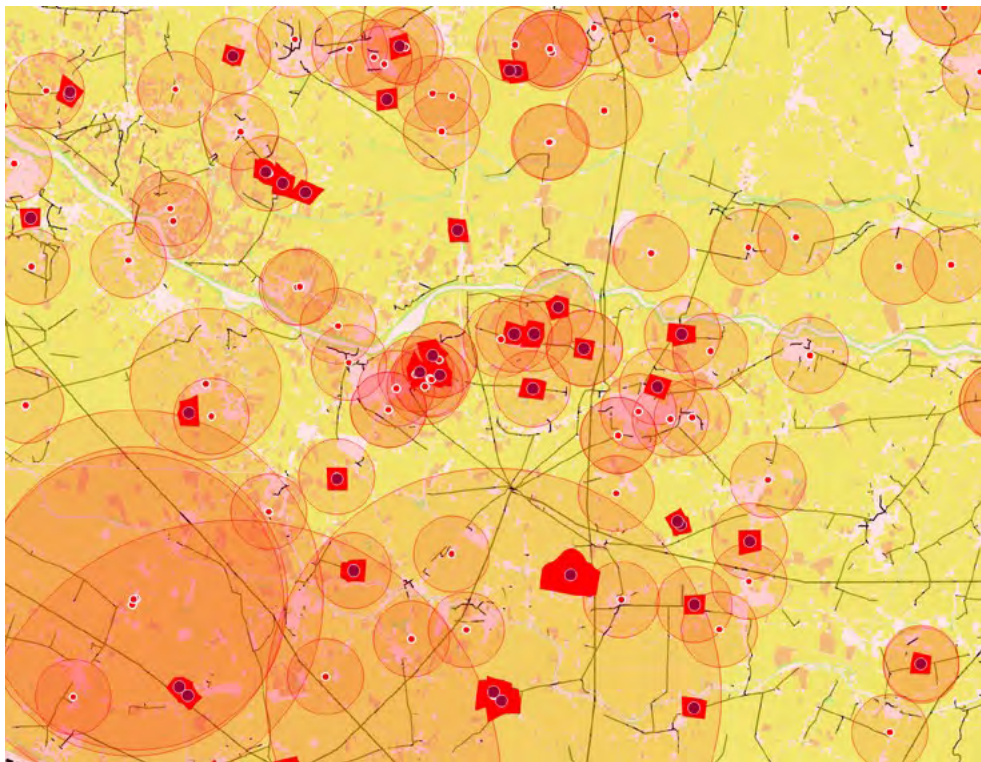
e di conseguenza di potenza.

Gli impianti più estesi si concentrano in determinate aree come il Polesine, area caratterizzata da ampie superfici cerealicole a carattere agroindustriale (mais, soia, ecc.). Qui sono stati costruiti gli impianti più estesi e potenti del contesto nazionale, come lo “storico” impianto di San Bellino, che occupa 78 ettari e ha una potenza installata di 70.000 MW, e quello di Canaro, esteso su 166 ettari e con 70.000 MW di potenza nominale.

Il Polesine e più in generale la provincia di Rovigo, comparata con altre aree del Nordest, non possiede molti impianti (circa 5.300) ma, per contro, detiene un’elevata capacità installata pari a 72 MW (fonte GSE, Rapporto fotovoltaico 2021). Questo confronto evidenzia come, in questo territorio, vi sia un’elevata densità energetica con pochi ma estesi impianti, in grado di generare ingenti quantità di energia.

Osservando ancora più da vicino questi impianti, grazie alle esplorazioni sul campo, è stato notato come la loro costruzione non avvenga con la semplice posa di pannelli sul terreno, bensì con la costruzione di una pesante infrastrutturazione composta da stazioni elettriche, cavidotti, elettrodotti, strade e piazzali, sistemi di illuminazione e videosorveglianza e recinzioni. Durante i rilievi è emerso come sia proprio il sistema di membrane, costituite da recinzioni, muretti e sistemi di videosorveglianza, a generare le criticità spaziali maggiori: tutti gli impianti sono perimetrati da cordoli in calcestruzzo su cui è installata una rete metallica alta oltre i due metri e, spesso, coronata da filo spinato. Lungo tutto questo perimetro vi sono sistemi di videosorveglianza e dispositivi come pannelli, cartelli, segnali che vietano l’ingresso e l’avvicinamento al sito. Questo sistema di membrane impedisce la fruizione di ampie parti di territorio da parte degli abitanti che, spesso nei contesti rurali, utilizzano strade bianche, argini e capezzagne per attività ricreative. La presenza di queste membrane, inoltre, genera interferenze e disturbi nelle reti ecologiche, impedendo fisicamente l’attraversamento da parte della fauna di ampie porzioni di territorio.





**Figura 41**

Diffusione di impianti fotovoltaici *utility-scale* nel Polesine orientale. È ben visibile l'estensione "da record" di alcuni impianti come quello di San Bellino (78 ettari) e di Canaro (166 ettari).

0 2,5 5 km

- Impianto fotovoltaico integrato
- Impianto fotovoltaico utility-scale
- superficie impianto fotovoltaico

Potenza nominale

○ 100 - 1107

Superfici coltivate

- seminativi
- vigneti, frutteti, coltivazioni orticole, arboricoltura
- superfici a copertura erbacea

— linea elettrica

## PRODUZIONE FOTOVOLTAICA VS AGRO-ALIMENTARE: CONSUMO E CONFLITTO DI SUOLO

Uno degli aspetti più critici della presenza di impianti *utility scale* in contesto agricolo è il consumo di suolo coltivabile e la relazione concorrenziale tra produzione agro-alimentare ed energetica.

Nel Veneto si osservano pochi impianti costruiti su suoli compromessi (*brownfield*), come discariche, cave estinte, ex basi militari<sup>08</sup>, mentre la maggior parte ricade su superfici precedentemente coltivate. Pur rispettando spesso la trama agricola a livello di disegno di impianto, i tipi di intervento prevedono importanti modificazioni al suolo e all'ambiente come: alterazione della topografia con movimenti di terra per livellamenti e scavi per posa di cavidotti e fondazioni; impermeabilizzazione parziale del suolo con operazioni di sigillatura e cementificazione per la predisposizione di strade, accessi, zone di stazionamento e per la creazione di cordoli sia per le recinzioni che per i supporti dei pannelli; modificazioni e alterazione ecologica per l'eliminazione di vegetazione (siepi e boschetti), per l'interramento di canali e scoli e per la presenza di recinzioni e sistemi di illuminazione notturna che disturbano

la fauna e ne limitano l'accessibilità.

Questi interventi risultano particolarmente impattanti se confrontiamo il ciclo di vita di un impianto fotovoltaico, che è compreso tra i venticinque e i trent'anni e al termine del quale si può optare per il *repowering* del sito o per la sua dismissione.

Nel caso di rifunzionalizzazione energetica si conferma la scelta di nuovo uso del suolo (compromettendo definitivamente la conversione agricola), mentre, nel caso di dismissione, il ritorno all'uso agricolo dipende da come è stato progettato e realizzato l'impianto. Tutt'ora vi è una scarsa attenzione progettuale alla reversibilità dell'impianto, prediligendo soluzioni standardizzate ed economicamente favorevoli, fattore che compromette la qualità del suolo e del paesaggio, specialmente in ottica futura (Peri et al. 2011).

Inaccessibilità e interferenze ecologiche, consumo di superfici coltivabili, concorrenza tra produzione agro-alimentare ed energetica e degradazioni del suolo e del paesaggio, sono tutti aspetti critici legati spesso a due soli fattori: l'inesistenza di un progetto spaziale spesso coniugata a operazioni di speculazione e accaparramento di suoli agricoli per la produzione fotovoltaica. Queste operazioni avvengono con intensità in precisi contesti come quello del Polesine: un territorio marginale, caratterizzato da una scarsa densità insediativa e una debole rappresentanza delle istituzioni locali, ma ricco di risorse energetiche

<sup>08</sup> Un esempio è la riconversione della ex base missilistica Nike di Zelo, dove, tra i comuni di Giacciano con Baruchella e Ceneselli (RO), nel 2013, i tredici ettari della vecchia base sono stati ricoperti di pannelli fotovoltaici mantenendo i tracciati delle strade interne e gli edifici esistenti.



### **Figura 42**

Impianto fotovoltaico di Canaro: sono evidenti le recinzioni che impediscono la fruibilità umana e non umana di ampie parti di territorio, oltre ai dispositivi che alterano il paesaggio per la presenza di stazioni elettriche, elettrodotti, sistemi di illuminazione, di videosorveglianza e nuovi accessi.  
Fabrizio D'Angelo, Canaro (RO), giugno 2019.

rappresentate da estese superfici a carattere agroindustriale e quindi a bassa redditività. I generosi incentivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, emanati con i primi pacchetti di politiche europee, hanno attirato grandi gruppi di investimento su questi territori (Carrosio e Magnani 2022). Il potere economico di questi soggetti si impone con facilità per ottenere il diritto di superficie dei terreni coltivati da parte degli agricoltori locali, proponendo contratti estremamente favorevoli: affitti lunghi (anche trenta e quarant'anni) con un guadagno doppio rispetto alle attività agricole precedenti (Frascarelli e Ciliberti 2011).

In questo territorio si riscontra anche una scarsa opposizione da parte della società civile (Carrosio e Magnani 2022), in parte erede della consolidata immagine di “serbatoio di oggetti scomodi” dove far atterrare le infrastrutture meno accettabili dalla comunità (Ferrario 2017). Il lungo silenzio di fronte alle speculazioni e il vuoto normativo hanno permesso di installare, in quest'area, una delle più alte concentrazioni di grandi impianti del Nord Italia<sup>09</sup>. Il comune di Canaro

(RO) è, a livello nazionale, quello con la più alta percentuale di impianti fotovoltaici per superficie comunale: circa il 4,5% del territorio è ricoperto da pannelli fotovoltaici (fonte Rapporto stato politiche di paesaggio), suddivisi, in particolare, in tre macro-centrali fotovoltaiche, tra cui l'impianto più esteso d'Italia<sup>10</sup>.

Negli ultimi anni sta emergendo una nuova consapevolezza riguardo questo fenomeno speculativo, una diversa presa di coscienza che si manifesta anche a livello locale, come dimostra l'insorgere di alcune proteste testimoniate dalla cronaca locale. Per fronteggiare il fenomeno, la Regione ha fatto entrare in vigore la già citata Legge Regionale n.17 19.07.22. Qui è particolarmente rilevante l'individuazione di criteri di non idoneità (art.3, comma 1, lettera C) come le superfici iscritte in aree di produzione agroalimentare di qualità, le superfici definite entro il Registro nazionale dei paesaggi rurali di interesse storico e le aree agricole di pregio. La stessa Legge, inoltre, promuove la tipologia di impianto agrovoltaiico che apre a interessanti progetti di spazio integrato e multifunzionale.

<sup>09</sup> Il Veneto è la regione che conta il più alto numero di impianti fotovoltaici integrati pari a 147.687 (fonte GSE, Rapporto fotovoltaico 2021) distribuiti maggiormente nelle province della pianura centrale come Treviso, la terza provincia italiana per numero di impianti (3,2% di impianti). Poco infrastrutturate risultano le province marginali di Belluno e Rovigo (intorno al 0,5% del numero totale sul territorio nazionale). Confrontando la potenza installata totale degli impianti ci si accorge però di come la provincia di Rovigo, che conta poco più di 5.000 impianti, possieda una potenza installata paragonabile a quella di Treviso (tra i 300 e i 400 MW), dove invece gli impianti sono quasi 33.000 (fonte GSE, Rapporto fotovoltaico 2021).

<sup>10</sup> L'impianto fotovoltaico, noto come “di Canaro”, ha una potenza installata di 48 MW e un'estensione di 162 ettari; costruito nel 2011 da un'azienda tedesca è stato finanziato dalla Deutsche Bank.



**Figura 43**

Fondazione con plinti in calcestruzzo di un impianto fotovoltaico. L'intervento altera le caratteristiche del suolo limitando una eventuale riconversione del sito a usi futuri come quelli agricoli.

Fabrizio D'Angelo, Canaro (RO), giugno 2019.

### 5.1.2 BIOMASSE SOLIDE: TRASPORTO E COLTIVAZIONE DELLA RISORSA

La produzione convenzionale di energia da biomasse solide (o legnose o lignocellulosiche) prevede la combustione di sostanze organiche legnose con la generazione di energia termica<sup>11</sup> o elettrica o entrambe in assetto cogenerativo. Gli impianti vengono distinti per taglia e fonte energetica prodotta: i piccoli e medi impianti (>5MW) sono quelli più diffusi e vengono impiegati per la produzione di energia termica, mentre i grandi impianti (<2 MW) vengono utilizzati nella produzione di elettricità e, eventualmente, di calore in regime co-generativo<sup>12</sup>.

La provenienza e natura delle risorse è distinguibile in tre filiere territoriali: forestale, agricola e urbana-industriale. Il comparto forestale prevede l'utilizzo di sottoprodotti derivanti da interventi di taglio (cimali e ramaglie) o da prelievi direttamente dai boschi. A seconda del tipo di foresta, del governo e dell'accessibilità, il potenziale del comparto forestale cambia notevolmente<sup>13</sup>. Il comparto agricolo può invece prevedere l'utilizzo di sottoprodotti provenienti da colture erbacee (paglie, stocchi e tutoli di mais), espunti di piante a fine vita o potature (vigneti, frutteti), ma sono anche molto diffuse le colture lignocellulosiche, ovvero coltivazioni di piante a scopo energetico a rapida crescita (pioppi, eucalipti, robinie, salici, ecc.). Le filiere urbane e industriali, infine, prevedono l'utilizzo di scarti e rifiuti legnosi; la prima fa riferimento alla raccolta di scarti di potature del verde pubblico e privato o l'utilizzo di rifiuti legnosi raccolti negli ecocentri pubblici; la seconda, invece, può utilizzare una quantità maggiore di materiali, soprattutto quelli provenienti da attività di lavorazione del legno come segherie e falegnamerie (refili, sciaveri, trucioli, segatura e polveri) o nelle aziende che utilizzano imballaggi legnosi (pallet).

Categorizzando il *dataset* della produzione da fonti rinnovabili per la tecnologia di impianti a biomassa è emersa una prima informazione su localizzazione e potenza nominale di ciascun

metodologia

<sup>11</sup> La generazione di energia termica di questi impianti è esclusa in questa ricerca, pur riconoscendo il rilevante impatto sull'organizzazione del territorio e delle città che hanno soprattutto le reti di teleriscaldamento.

<sup>12</sup> Distinzioni definite nel documento "Stato dell'arte della bioenergia in Italia", 2014, Report prodotto dal Tavolo di Filiera per le Bioenergie, DM 9800 del 27.04.12.

<sup>13</sup> Sono da escludere per una inaccessibilità ai mezzi forestali le superfici boscate presenti in aree a eccessiva pendenza (oltre i 45°) e quelle distanti da strade forestali, mentre per ragioni di tutela quelle ricadenti in aree tutelate o a rischio idrogeologico, ecc.

dataset

impianto presente sul territorio. Essendo questa produzione dipendente da articolate filiere, è stata necessaria un'ulteriore operazione con l'obiettivo di rappresentare le spazialità e gli elementi territoriali dei diversi comparti energetici. Per il comparto forestale è stato utilizzato il dato delle superfici forestali accessibili ai mezzi di prelievo (Regione del Veneto, Valutazione dell'accessibilità al bosco, 2019); per il comparto agricolo sono state utilizzate le classi di uso del suolo "cedui a biomasse" contenute nei Piani Colturali Grafici (AVEPA, 2022); per il comparto industriale è stato creato un dato ex-novo sulla localizzazione delle segherie presenti nella regione, ottenuto mediante la spazializzazione degli indirizzi delle aziende presenti negli elenchi telefonici *on-line*.

**Figura 44**  
PRODUZIONE E FILIERE DELLA  
BIOMASSA SOLIDA NEL VENETO

Dalla rappresentazione degli impianti e delle filiere ottenuta è stato possibile fare una prima riflessione sulla localizzazione dei ventiquattro impianti presenti, distinguendoli tra grande e piccola taglia.

Nella regione si contano cinque centrali di grande taglia (tra i 4 e i 20 MW), tutte impiegate per la produzione elettrica. Queste si trovano lungo la Valle del Piave a Ospitale di Cadore (20 MW) e Longarone (5 MW)<sup>14</sup>, nel polo industriale di Porto Marghera (4 MW)<sup>15</sup>, nel Polesine (Bagnolo di Po da 4 MW) e nel Veneto Orientale (Fossalta di Portogruaro da 17 MW).

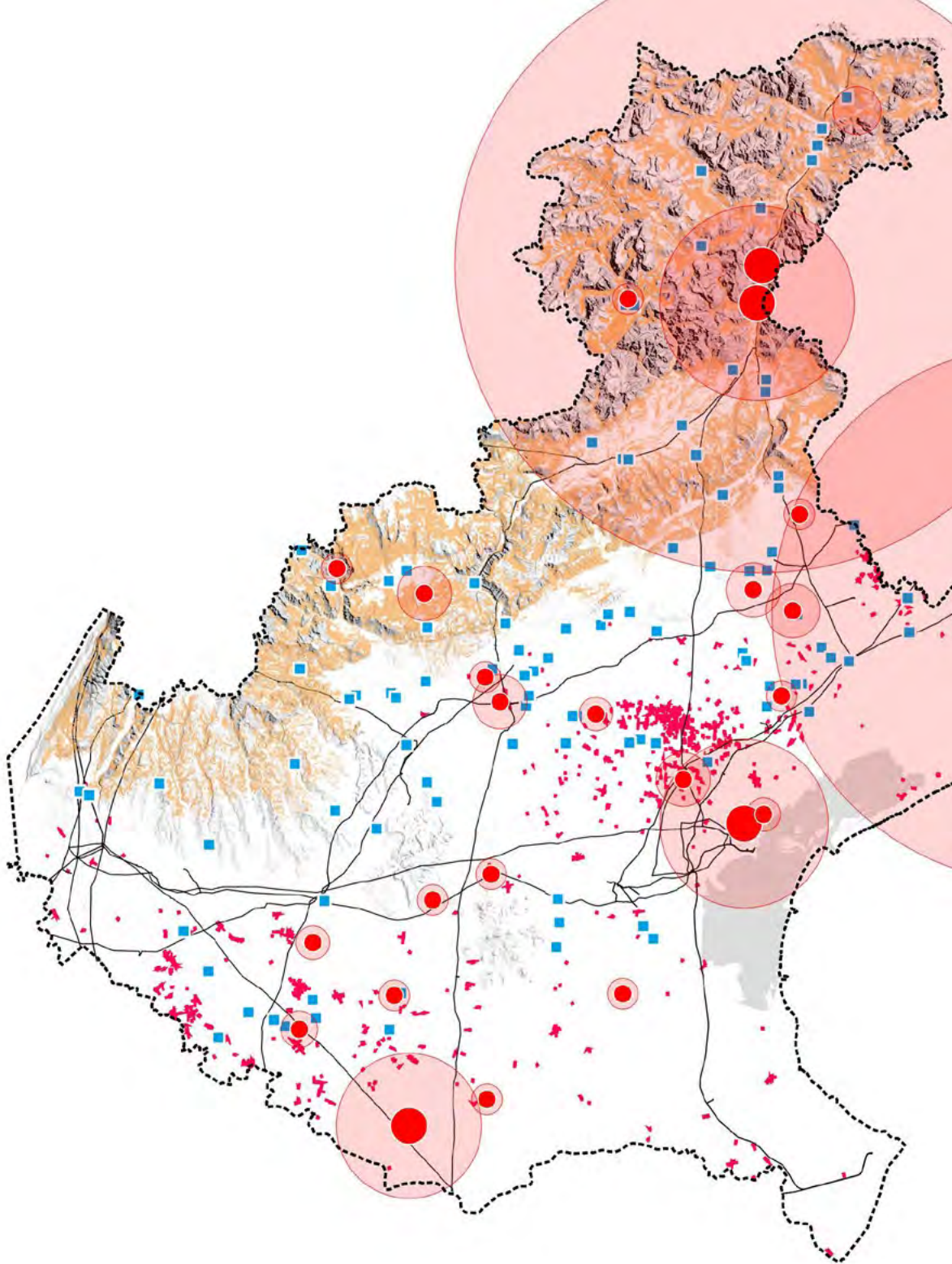
Dalle esplorazioni sul campo è emerso come questi siti si trovino all'interno di aree produttive lungo importanti vie di comunicazione<sup>16</sup> e nei pressi di una stazione elettrica o una cabina primaria. Le superfici occupate dagli impianti sono particolarmente estese e gli oggetti che vi si trovano sono molto evidenti. Ad esempio, nell'impianto di Ospitale di Cadore, sviluppato su oltre 10 ettari, troviamo, oltre all'infrastruttura della centrale, camini e caldaie di grande taglia, diverse aree di stoccaggio e lavorazione della risorsa composte da cumuli di cippato, segatura, trucioli e cataste di rifiuti legnosi e materiale vergine. Inoltre, all'interno e nei dintorni dell'impianto si nota un

**Figura 45**  
IMPIANTO DI OSPITALE DI  
CADORE (BL)

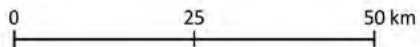
<sup>14</sup> Le due centrali sulla valle del Piave appartengono oggi (2023) alla Sicot - Società Italiana Centrali Elettrotermiche s.r.l. che insieme costituiscono il polo più produttivo di questo tipo in Italia.

<sup>15</sup> La centrale di Porto Marghera appartiene al gruppo Triaera e produce energia da biocombustibili e biomassa solida.


<sup>16</sup> Le centrali della Valle del Piave si trovano lungo la Strada Statale 51 d'Alemagna, subito a nord dello sbocco dell'autostrada A27; la centrale di Fossalta si trova lungo la strada Statale 14 della Venezia Giulia e vicino al casello autostradale di Portogruaro (A28 e E70); la centrale di Bagnolo di Po si trova lungo la Strada Provinciale 24 e vicino alla Strada Statale 343 Transpolesana.









### **PRODUZIONE DA BIOMASSA SOLIDA**


 impianto a biomassa solida (grande taglia)

 impianto a biomassa solida (piccola taglia)


potenza nominale

 100 - 20000 MW


Filiera industriale


 segheria, laboratorio artigianale del legno, falegnameria

Filiera agricola

 coltura energetica per la produzione di biomassa legnosa

Filiera forestale

 zona forestale accessibile con rimorchio

 linea di trasmissione elettrica

**Figura 44**

Produzione e filiere della biomassa solida nel Veneto. La rappresentazione mostra gli spazi effettivi e potenziali delle principali risorse utilizzate nella produzione energetica da biomassa solida secondo la filiera industriale, agricola e forestale.

consistente traffico di mezzi pesanti che trasportano la biomassa all'impianto.

Osservando la localizzazione delle rimanenti “piccole” centrali si vede come la maggior parte di esse stia tra l'alta e la bassa pianura (sedici impianti), mentre solo quattro si trovino in area montana (Altopiano dei Sette Comuni, Valdastico, Conca Agordina, Comelico).

Il numero contenuto di piccoli impianti ha permesso un rapido approfondimento della filiera di ciascuno di essi<sup>17</sup>. La maggior parte degli impianti si appoggia ad una filiera agricola con l'utilizzo di colture dedicate, come negli impianti di Nove (200 kW), Tezze sul Brenta (999 kW), Cervarese Santa Croce (200 kW), Albaredo d'Adige (249 kW), Santa Lucia di Piave (998 kW) e Cordignano (198 kW); oppure utilizzano scarti da lavori di potatura di frutteti e altre colture, come negli impianti presso aziende agricole ad Arre (199 kW), Villaga (125 kW) e Cerea (380 kW). Seguono gli impianti della filiera industriale, posizionati all'interno di stabilimenti o zone industriali, che recuperano scarti di lavorazione del legname come di un mobilificio a Montagnana (198 kW), di una segheria a Treville di Castelfranco Veneto (330 kW), di un'azienda produttrice di pellet e tronchetti a Cimadolmo (996 kW) e di altri complessi industriali a Villanova del Ghebbo (199 kW) e Olmo di San Biagio (198 kW). Un unico impianto si appoggia alla filiera urbana recuperando i rifiuti solidi legnosi presso l'ecocentro di Mestre (242 kW) e uno al comparto forestale presente nel sedime di una ditta di scavi e lavori forestali a Noale (999 kW). Infine, vi sono gli impianti termici legati alle reti di teleriscaldamento pubbliche ad Asiago (990 kW), Santo Stefano di Cadore (800 kW) e San Pietro di Valdastico (198 kW) e una privata presso uno stabilimento industriale di Agordo (198 kW).

Infine, osservando la distribuzione delle filiere emergono considerazioni sul potenziale sfruttamento delle biomasse. Il comparto forestale è definito da una vasta area boschiva accessibile, in particolar modo nel contesto Prealpino. Secondo il calcolo di potenziale descritto all'interno del PERFER Veneto del 2017 (p. 221-229), nella regione è possibile il prelievo di

<sup>17</sup> Tramite lo strumento di Google Maps è stato possibile individuare, per ciascuna centrale, le adiacenti attività correlate alla produzione energetica quali aziende agricole, laboratori del legno, ecc. L'esiguo numero di impianti ha permesso anche una rapida esplorazione della filiera energetica caso per caso, consultando siti aziendali, report e documenti di progetto.



**Figura 45**

Impianto di Ospitale di Cadore lungo la media valle del Piave. L'estensione dell'impianto è notevole, vi sono diverse aree per il deposito di diversi substrati (legname vergine, truciolo e cippato, rifiuti legnosi) una stazione elettrica con innesto sull'elettrodotto Soverzene-Lienz e la centrale con le caldaie e i camini ben visibili. L'impianto è collegato alla Strada Statale 51 d'Alemagna, a pochi chilometri dell'innesto nell'Autostrada A27. Elaborazione dell'autore.



#### **Figura 46**

Area centrale dell'impianto di Ospitale di Cadore: sulla sinistra sono visibili le cataste di legno proveniente dalla filiera forestale; un deposito coperto di cippato; in primo piano il deposito delle ceneri (scarti della combustione); e in secondo piano, invece, la caldaia con i camini che rilasciano vapore acqueo.

Fabrizio D'Angelo, Ospitale di Cadore (BL), maggio 2021.



**Figura 47**

Ingresso dell'impianto di Longarone: percepibile il traffico di autocarri che trasportano biomassa da e per l'impianto.  
Fabrizio D'Angelo, Longarone (BL), maggio 2021.

854.000 t/anno su una superficie di oltre 300.000 ettari. La maggior disponibilità è presente nella montagna veneta: 157.289 ettari nella provincia di Belluno, 82.373 in quella di Vicenza, 39.889 in quella di Verona e 29.028 in quella di Treviso. Assai ridotta è invece la disponibilità nell'area pianeggiante (1.376 ettari nella provincia di Venezia e solo 873 in quella di Rovigo). Per il comparto agricolo si notano diverse aree di concentrazione di colture dedicate, soprattutto nella pianura centrale e in quella Veronese. In Veneto il potenziale delle colture dedicate è pari a circa 167.000 t/anno, mentre oggi ne viene utilizzato meno del 10% per scopi energetici (PERFER, 2017, p. 224). Il comparto urbano/industriale è molto meno rappresentabile; il dato sulle industrie del legno definiscono comunque una certa presenza diffusa sul territorio, senza delineare particolari concentrazioni.

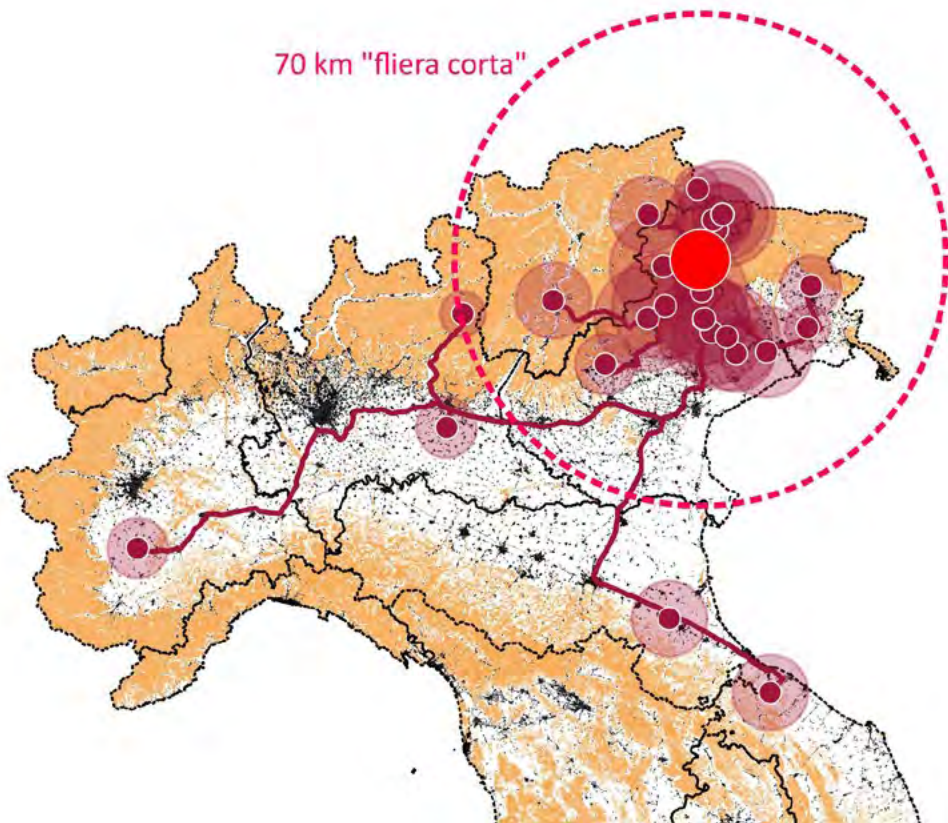
Dalle prime analisi cartografiche e dalle riflessioni colte dal lavoro sul campo è emersa l'esigenza di rappresentare in dettaglio la filiera di un impianto. Per questa ragione è stato selezionato l'impianto di Ospitale di Cadore, tra i siti più potenti nel contesto nazionale. Di questo impianto è stata spazializzata la filiera dei fornitori della centrale mediante le informazioni contenute nel Contratto Quadro 28/02/2014 (e successivi addendum)<sup>18</sup> tra Sicut s.r.l. (azienda operatrice dell'impianto) e gli operatori agroenergetici. Il dato ottenuto è la localizzazione delle aziende da cui è stato ricavato poi il tragitto (ipotetico) di trasporto della biomassa via mezzi motorizzati<sup>19</sup>.

Osservando la rappresentazione ottenuta è emerso come il materiale che alimenta la centrale proviene da una trentina di aziende di commercializzazione del legname distribuite in sette regioni (Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Marche; Trentino-Alto Adige), anche se la maggior parte delle tonnellate di biomassa è fornita da aziende entro la filiera corta. Il concetto di filiera corta delle biomasse è stato definito dal DM 02.03.2010 e prevede il reperimento della biomassa entro un raggio di settanta chilometri. Questa definizione allude a una produzione sostenibile che si basa su criteri di vicinanza geografica tra produttori e consumatori, di

**Figura 48**  
IL TRASPORTO DELLA BIOMASSA

<sup>18</sup> Dati da Contratto Quadro agroenergetico del 28 febbraio 2014, e Addendum I, II, III, IV, V, V pubblicato dal MIPAAF sul proprio sito.

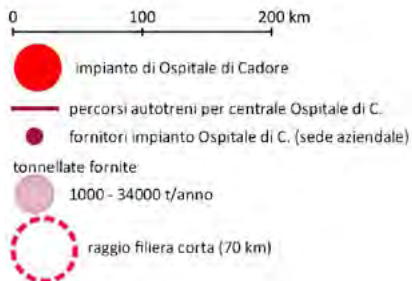
<sup>19</sup> Si precisa come il dato sulla localizzazione dei fornitori non sia spesso sufficiente per definire l'effettiva dimensione della filiera; infatti molti fornitori fungono solo da commercianti di legno reperito altrove.



70 km "fiera corta"

**Figura 48**

La filiera delle biomasse di Ospitale di Cadore. I fornitori provenienti da sette regioni diverse sono aziende che commercializzano il legname e quindi definiscono solo il punto finale della filiera. La maggior parte di essi è inclusa nel raggio della filiera corta, definita da decreto entro i 70 km. L'eccessiva distanza tra il punto di prelievo e quello di consumo, costringe il trasporto via gomma con effetti negativi su consumi energetici ed emissioni di gas climalteranti.



capacità di generare valore aggiunto e profitto su scala locale, di equità sociale ed equilibrata redistribuzione del valore lungo la filiera e di sostenibilità ambientale (FIPER, 2015). La distanza eccessiva tra i punti di prelievo della biomassa e il luogo di produzione dell'energia, costringe al trasporto su autoarticolati per lunghe distanze generando un consumo di energia ed emissioni di gas climalteranti, in forte contraddizione con gli obiettivi delle politiche energetiche sulle rinnovabili. La maggior parte delle aziende, commercializzando legname, possono attingere a un bacino ben più ampio di quello rappresentato, aumentando notevolmente la filiera anche oltre i confini nazionali.

Un aspetto da approfondire cartograficamente, già notato nella rappresentazione delle filiere alla scala regionale, è la presenza di notevoli superfici di colture dedicate. Queste si basano sul sistema denominato *Short Rotation Forestry SRF* (o *Short Rotation Coppice SRC*, o cedui da biomassa), ovvero la piantumazione, ad elevata densità, di specie arboree caratterizzate da una rapida crescita che vengono ceduate a intervalli frequenti per la produzione del cippato da destinare prevalentemente alla produzione energetica.

Dalla categorizzazione dei Piani Culturali Grafici (AVEPA) è stato possibile individuare 1.545 appezzamenti coltivati specificatamente per produzione di biomassa solida, per un totale di 1.200 ettari. La coltura dedicata più diffusa è quella del pioppo (1.113 ettari), ma troviamo anche altre varietà come il bambù e il bambù gigante (135 ettari), la robinia (11 ettari), l'eucalipto (5 ettari) e il salice (meno di un ettaro).

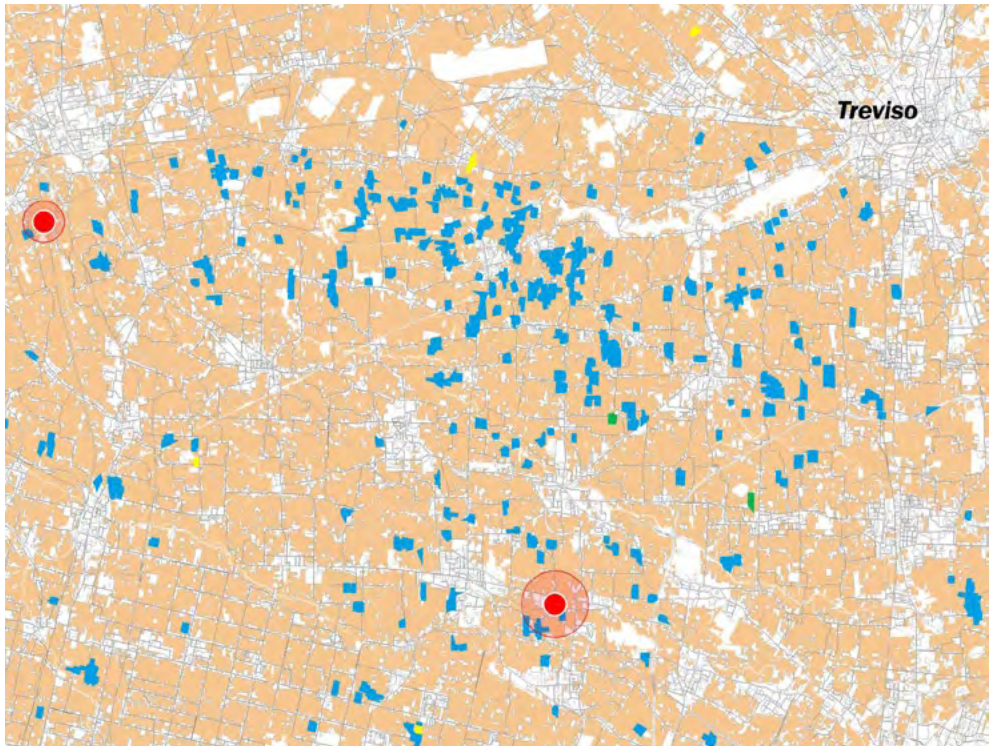
Pur diffusi su tutta la pianura, si notano tre aree di concentrazione: la bassa pianura veronese, la pianura centrale e la pianura del Veneto Orientale tra Portogruaro e Oderzo. L'area di maggior concentrazione è sicuramente quella della pianura centrale, nel quadrante nordorientale della città diffusa. Qui si trova la metà delle superfici (circa 500 ettari) coltivate quasi esclusivamente a pioppi in appezzamenti mediamente estesi 0,6 ettari. Osservando alcune aree tramite immagini satellitari in ordine sincronico (Google Earth) è emerso come i pioppeti sono presenti qui da decenni, prima coltivati per la produzione di legname da cellulosa, oggi in parte convertiti per la produzione energetica (PTRC, 2009).

Dalle osservazioni sul campo nella pianura centrale è emerso come i pioppeti si inseriscono in un paesaggio agropolitano, intervallati quindi da seminativi semplici a carattere intensivo

**Figura 49**  
LA COLTIVAZIONE DELLA  
RISORSA: I PIOPPETI ENERGETICI

**Figura 50**  
VARIABILE TEMPORALE DEI  
PIOPPETI





**Figura 49**

La concentrazione di pioppeti per la biomassa energetica nel quadrante nordorientale della pianura centrale veneta.



(mais e frumento) e il tessuto urbano della città diffusa. Gli impianti arborei costituiscono spesso i pochi elementi di vegetazione soprassuolo presenti e, pertanto, rappresentano un elemento significativo per il paesaggio pianeggiante dell'area. Significativa è anche la temporaneità legata a questi elementi: i pioppeti, infatti, sono soggetti a rapida crescita e quindi a rapido taglio, definendo una repentina variabile nel paesaggio e nell'uso del suolo. La temporaneità, unita al carattere produttivo di queste colture, limita notevolmente la possibilità che si creino condizioni ecologiche di valore e di progetti con usi diversi da quelli produttivi.

Da queste operazioni di rappresentazione è stato possibile, innanzitutto, comprendere la numerosità, tipologia e localizzazione degli impianti presenti sul territorio. Allo stesso tempo è stata l'occasione per individuare gli spazi configurati dalle filiere, non sempre con un nesso localizzativo tra il luogo di produzione e quello di provenienza. Solo in alcuni piccoli impianti è prevedibile un utilizzo in-situ di scarti, per la maggior parte della produzione, invece, è emerso come la provenienza delle risorse avvenga in contesti "altrove" di cui è fondamentale, in un'ottica di sostenibilità dell'impronta ecologica, ma anche economica ed energetica, comprendere la distanza e la tipologia di trasporto.

Particolarmente interessante dal punto di vista spaziale lo riveste il comparto agricolo della biomassa legnosa, ovvero gli spazi dedicati alla coltivazione di cedui da biomassa, diffusi nel territorio di pianura, che influiscono sull'uso del suolo spesso generando *trade-off* con produzioni agro-alimentari. La presenza di queste colture influenza notevolmente il paesaggio: le masse boschive tra i pochi elementi vegetali percepibili nel paesaggio, spesso semplificato, della pianura. Il paesaggio che costituiscono questi elementi è, però, estremamente variabile nel tempo e la gestione industriale di crescita e taglio limitano il valore ecologico che potrebbero temporaneamente creare.



**Figura 50**

La variabilità temporale delle colture dedicate alla biomassa: evoluzione di un ceduo a biomassa presso Caserini (TV).

Fonti Google Earth.

Rielaborazione dell'autore

### 5.1.3 **BIOGAS: LE COMPLESSE FILIERE TERRITORIALI**

La produzione da biogas è una tecnica di valorizzazione energetica delle biomasse che consiste nella fermentazione (o digestione) batterica anaerobica di residui organici come vegetali, scarti dell'agroindustria, rifiuti organici, liquami zootecnici o fanghi di depurazione. Il prodotto di questa lavorazione è il biogas, una miscela formata per la maggior parte da metano e anidride carbonica, mentre il residuo è il digestato, un materiale che viene utilizzato come fertilizzante o ammendante. Il biogas ottenuto può essere utilizzato per la produzione di energia elettrica e termica in impianti di cogenerazione o essere trasformato in biometano, diventando così un biocarburante. Nella quasi totalità degli impianti italiani vi sono motori endotermici in grado di operare nell'assetto cogenerativo producendo prima calore e poi energia elettrica.

Esistono diverse tipologie di impianti che dipendono dal substrato utilizzato. Le principali biomasse utilizzate in questa produzione sono: effluenti zootecnici, residui delle coltivazioni erbacee e di colture dedicate, scarti dell'industria agroalimentare, frazione organica dei rifiuti solidi urbani FORSU, acque reflue o fanghi di depurazione.

L'utilizzo di ciascuno di questi substrati determina inevitabili filiere territoriali con specifiche ricadute spaziali.

La filiera agricola e agroindustriale è molto articolata. L'impiego di effluenti zootecnici, ovvero le deiezioni di animali d'allevamento, impone una stretta relazione con gli stabilimenti zootecnici; il materiale viene utilizzato in co-digestione con matrici organiche quali colture dedicate e sottoprodotti dell'industria agroalimentare. I residui colturali, invece, sono definiti dagli scarti delle attività agricole a scopo alimentare, altrimenti non utilizzabili, come paglie di cereali, stocchi, sarmenti di vite, ramaglie di potatura ecc. Questo tipo di filiera coinvolge in particolare modo gli spazi aziendali dei settori vitivinicoli, della produzione frutticola o quello vivaistico<sup>20</sup>. Infine, l'impiego di substrato derivato da colture dedicate prevede la coltivazione di vegetali al solo scopo energetico. Questi substrati, utilizzati come

<sup>20</sup> L'utilizzo di scarti dell'industria agroalimentare deriva dalla trasformazione di prodotti alimentari come le bucce e i residui della lavorazione di verdure e frutti o da interi alimenti scartati per non conformità. Gli scarti più utilizzati sono il siero del latte ed altri residui dell'industria casearia; gli scarti della lavorazione della frutta come i succhi e le bucce; gli scarti dell'industria della carne come grasso, sangue, contenuto stomacale o ruminale e viscere.

insilati, si dividono in colture primavera-estate come il mais, il sorgo, la bietola e il girasole e in colture autunno-inverno come l'orzo, il triticale, la segale e la loiessa. Le coltivazioni agro-energetiche possono venire impiegate nei processi di rotazione e riposo, oppure nelle aree incolte, degradate o irrigate da depuratori urbani, ma spesso vengono sfruttate come principale coltura di un appezzamento.

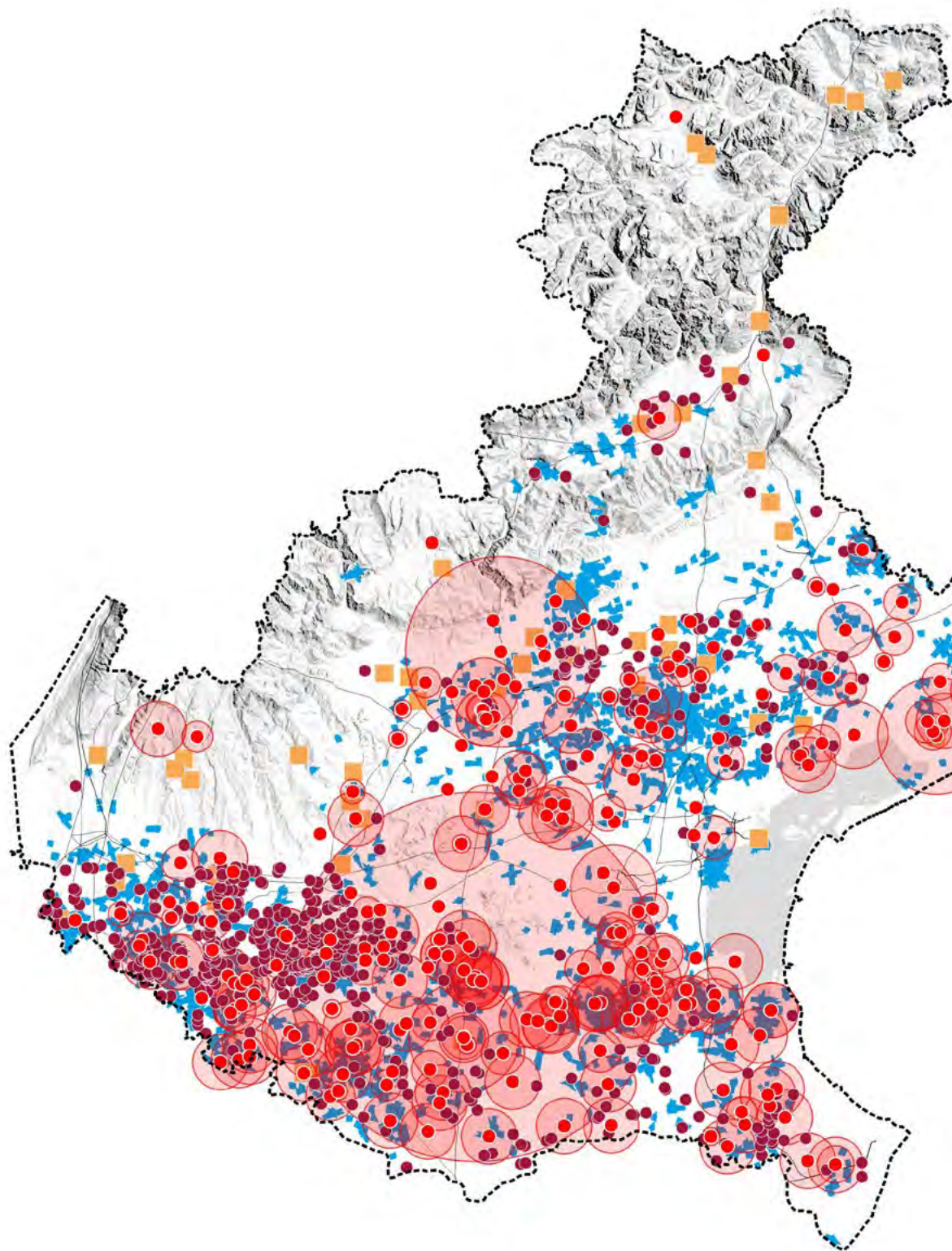
La filiera urbana, infine, prevede l'impiego dei rifiuti della frazione organica o i fanghi derivati dalla depurazione delle acque reflue urbane, coinvolgendo quindi gli spazi dei centri di smistamento e raccolta dei rifiuti come ecocentri e discariche. L'utilizzo della FORSU comporta la produzione di biogas con buone rese (la frazione organica ha un alto contenuto di umidità) e lo smaltimento dei rifiuti. Oltre alla frazione organica sono incluse, nella filiera, anche gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali. L'utilizzo dei fanghi di depurazione della rete fognaria permette, invece, il recupero di materiale da un ciclo industriale energivoro, ed è più sostenibile nei grandi impianti di depurazione.

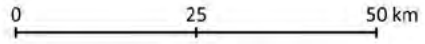
metodologia  
dataset

Categorizzando il *dataset* della produzione da fonti rinnovabili per la tecnologia di impianti a biogas è emersa una prima informazione su localizzazione e potenza nominale di ciascun impianto presente nel territorio. Anche qui, come nel caso della biomassa, è necessario uno sforzo di rappresentazione delle filiere territoriali. Per la filiera urbana è stata utilizzato il *dataset* delle discariche attive (Regione del Veneto, Localizzazione delle discariche attive, 2018), per la filiera agroindustriale zootecnica è stata utilizzata la classe “insediamenti zootecnici” del database sull'uso del suolo (Regione del Veneto, Carta della Copertura del Suolo 2018), per la filiera agroindustriale delle colture dedicate, infine, è stata utilizzata la classe “coltivazione ad uso energetico” estratta dai Piani Colturali Grafici (AVEPA, 2022

Osservando la carta sulla distribuzione della produzione e interrogando i dati rappresentati, è stato possibile ricavare alcune interessanti informazioni. Innanzitutto, emerge come nella regione vi sia un elevato numero di impianti (il Veneto, insieme a Lombardia ed Emilia-Romagna, è tra le regioni a maggior diffusione di questa produzione). Infatti qui si contano 263 impianti a biogas, di cui la maggior parte tra le provincie di Padova, Verona e Venezia. Confrontando il *dataset* sulla produzione da

**Figura 51**  
LA PRODUZIONE ENERGETICA  
DA BIOGAS NEL VENETO





### **PRODUZIONE DA BIOGAS**

- impianto a biogas
- 20 - 7000 kW
- filiera agricola e agroindustriale
  - insediamento zootecnico
  - coltura energetica
  - superficie coltivata
- filiera urbana
  - discarica attiva



**Figura 51**

La produzione energetica da biogas nel Veneto. Filiera agricola, agroindustriale e urbana. (fonti: Regione del Veneto CCS 2018, Regione del Veneto, discariche; AVEPA, piano culturale grafico 2020; GSE, impianti a biogas).

biogas con quella dell'uso del suolo (Regione del Veneto, Carta della Copertura del Suolo, 2018), emerge come il biogas si concentri nelle aree agricole prevalentemente a seminativo o a prato, con particolare concentrazione negli ambiti<sup>21</sup> di bonifica dal Piave al Tagliamento nella bassa pianura Veronese e padovana, nel Polesine e nella pianura centrale. I contesti agrari<sup>22</sup> in cui ricadono le filiere del biogas sono quelli ad elevata utilizzazione agricola e quelli agropolitani, mentre sono scarsamente coinvolte le aree ad agricoltura mista a naturalità diffusa e le aree agricole periurbane.

Secondo la potenza installata individuiamo nella regione 13 impianti di taglia medio-grande (>1 MW); l'impianto più potente è quello di Este (6 MW), seguito da quelli di Bassano del Grappa (3 MW), Jesolo e di Sant'Urbano (2 MW). La maggior parte degli impianti (162) ha una potenza installata compresa tra i 1000 e i 500 kW, seguono 76 impianti con potenza tra i 500 e i 100 kW e solo 12 con una potenza inferiore ai 100 kW.

Taglia, tipologia e distribuzione degli impianti sono direttamente influenzati dalla filiera territoriale dei substrati che si crea in un dato contesto. Per la filiera urbana è possibile individuare come vi è una corrispondenza tra diversi impianti a biogas e la localizzazione delle discariche. Questi impianti sono quelli con la maggior potenza installata (Bassano del Grappa 3.400 kW; Sant'Urbano, 700+700+2.000 kW; Este 6.000+999 kW; Jesolo 3.100 kW, Ponte San Nicolò 1.600; Limena 1600 kW)<sup>23</sup>. Il contesto in cui ricadono questi impianti è quello di zone industriali e artigianali del periurbano, dove si trovano gli ecocentri comunali, o in contesti agrari extraurbani, vicino a lotti di discariche.

Osservando la filiera agricola e agroindustriale si nota una prima corrispondenza con i numerosi insediamenti zootecnici, concentrati in particolar modo nella pianura veronese e nell'Alto Polesine. La correlazione tra impianti a biogas e insediamenti zootecnici è certa solo nei casi di coincidenza spaziale, ovvero la presenza, nel medesimo sedime dell'allevamento,

**Figura 52**  
LA FILIERA URBANA DEL BIOGAS

**Figura 53-54**  
IL BIOGAS E GLI ALLEVAMENTI  
DIFFUSI

<sup>21</sup> La definizione è quella degli ambiti di paesaggio individuati nel Piano Territoriale Regionale di Coordinamento del 2020.

<sup>22</sup> La definizione e la perimetrazione delle aree agricole è contenuta all'interno del Piano Territoriale Regionale di Coordinamento 2009.

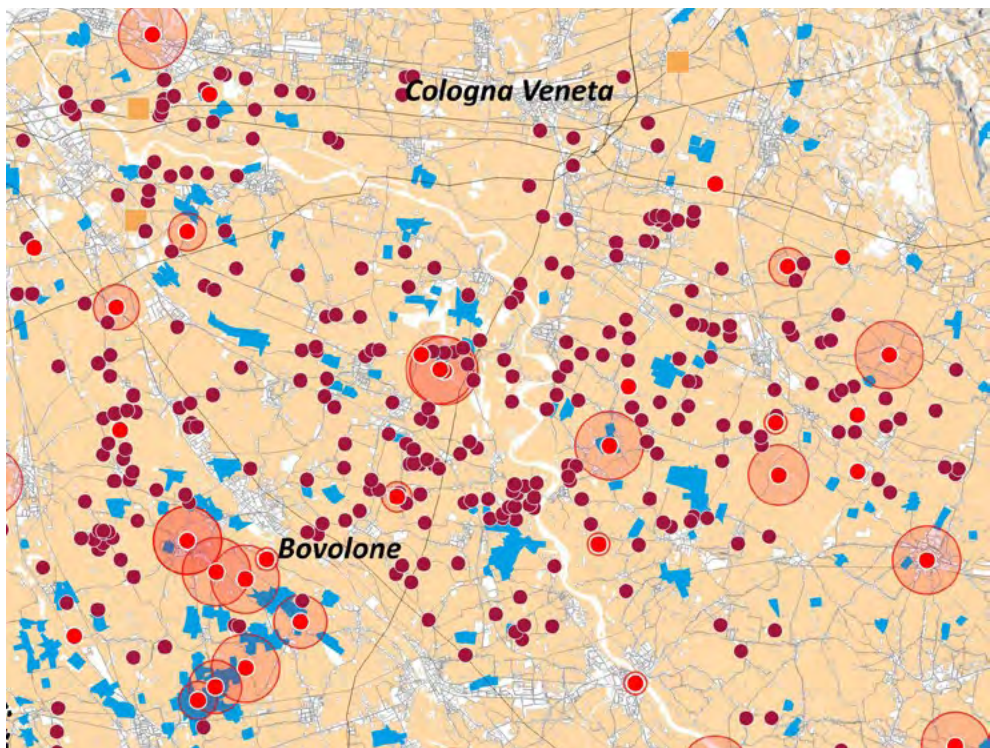
<sup>23</sup> Altri impianti individuati presso discariche o ecocentri sono quelli di Legnago 900 kW; Grumolo delle Abbadesse 900 kW; Santa Giustina 780 kW; Montecchio Precalcino 500 kW e Verona 600 kW.





**Figura 52**

La filiera urbana del biogas: gli impianti della Società Estense di Servizi Ambientali alimentati con rifiuto organico e vegetale da raccolta differenziata di rifiuti urbani e dal biogas captato dalla discarica. L'impianto ha una potenza installata di 10 MW e produce energia elettrica che viene in parte assorbita dalle necessità gestionali del polo impiantistico ed in parte viene immessa nella rete di distribuzione locale. Elaborazione dell'autore.



**Figura 53**

La filiera agricola nella Bassa Pianura Veronese, i substrati dagli effluenti zootecnici. (fonti: Regione del Veneto CCS 2018, Regione del Veneto, discariche; AVEPA, piano culturale grafico 2020; GSE, impianti a biogas).



**Figura 54**

Impianto a biogas nella Bassa Pianura Veronese, nei pressi di Isola della Scala (VR). In molti contesti, l'impianto si trova nei pressi di uno o più insediamenti zootecnici; in alcuni casi al centro di un sistema diffuso di allevamenti. (fonti: Regione del Veneto CCS 2018, Regione del Veneto, discariche; AVEPA, piano culturale grafico 2020; GSE, impianti a biogas).

0 10 km

- impianto a biogas
- 20 - 7000 kW
- filiera agricola e agroindustriale
  - insediamento zootecnico
  - coltura energetica
  - superficie coltivata
- filiera urbana
  - discarica attiva

dell'infrastruttura energetica. Nella maggior parte dei casi, però, l'impianto a biogas si trova nei pressi di uno o più allevamenti zootecnici, a volte costituendo il fulcro centrale di un sistema diffuso di insediamenti zootecnici di medie e piccole dimensioni.

Per quanto riguarda la filiera delle coltivazioni dedicate, il *dataset* ricavato dai Piani Colturali Grafici (AVEPA, 2022) fornisce un'informazione certa sulla presenza di spazi appositamente dedicati alla filiera energetica del biogas. Nel 2022 si contano oltre seimila appezzamenti coltivati a scopi energetici, per un totale di poco meno di 12.000 ettari. Ventisei appezzamenti superano i 30 ettari, quasi tutti concentrati nei comuni veneziani di Cavarzere e Caorle, in quello padovano di Bagnoli di Sopra e in quello veronese di Villa Bartolomea.

All'opposto, gli appezzamenti inferiori all'ettaro sono oltre tremila e rappresentano la metà delle superfici coltivate a fini energetici.

Il *dataset* fornisce anche informazioni sulla varietà coltivata: la maggioranza delle superfici è coltivata a silomais e mais ceroso (5.464 ettari); seguita da sorgo (2.360 ettari); grano tenero (1.426 ettari); triticale (1.008 ettari) e orzo (1.076 ettari). In estensioni ridotte troviamo, invece, 163 ettari a barbabietola; 99 ettari a granoturco; 70 ettari di miscuglio da azotofissatrici; 32 ettari a silfio; 30 ettari ad avena; 25 ettari a colza; 20 ettari a panico; 20 ettari ad arundo; 15 ettari a soia; 10 ettari a segala; 3 ettari a girasole; 2 ettari a patate; 2 ettari a semi di lino; e meno di un ettaro a topinambur e brassica carinata.

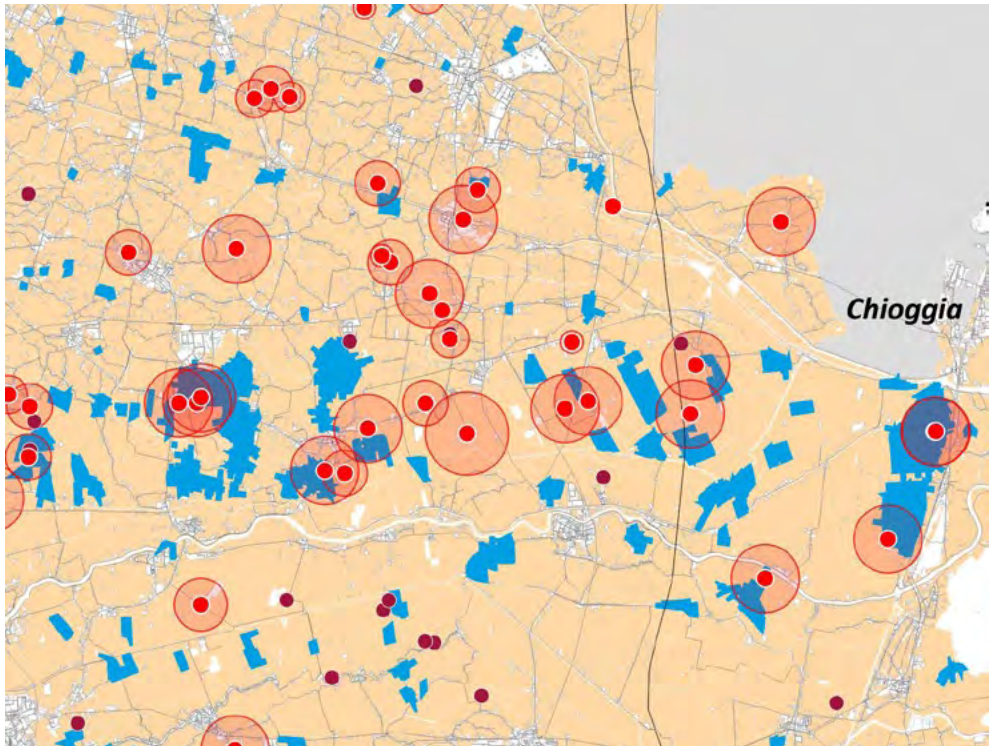
Osservando la distribuzione delle varietà colturali emerge come vi siano particolari contesti legati alla coltivazione di un substrato piuttosto che un altro.

Nell'Alta Pianura e in quella centrale troviamo una particolare concentrazione di piccoli e dispersi appezzamenti coltivati a sorgo, soprattutto nell'area a nord dei Colli Asolani. Qui, in un paesaggio agrario tipico dell'alta pianura, gli appezzamenti sono frammentati ai seminativi per usi diversi.

In quest'area si nota una scarsa presenza di impianti a biogas, aspetto che suggerisce l'esportazione delle risorse altrove.

**Figura 56**  
LE COLTURE DEDICATE

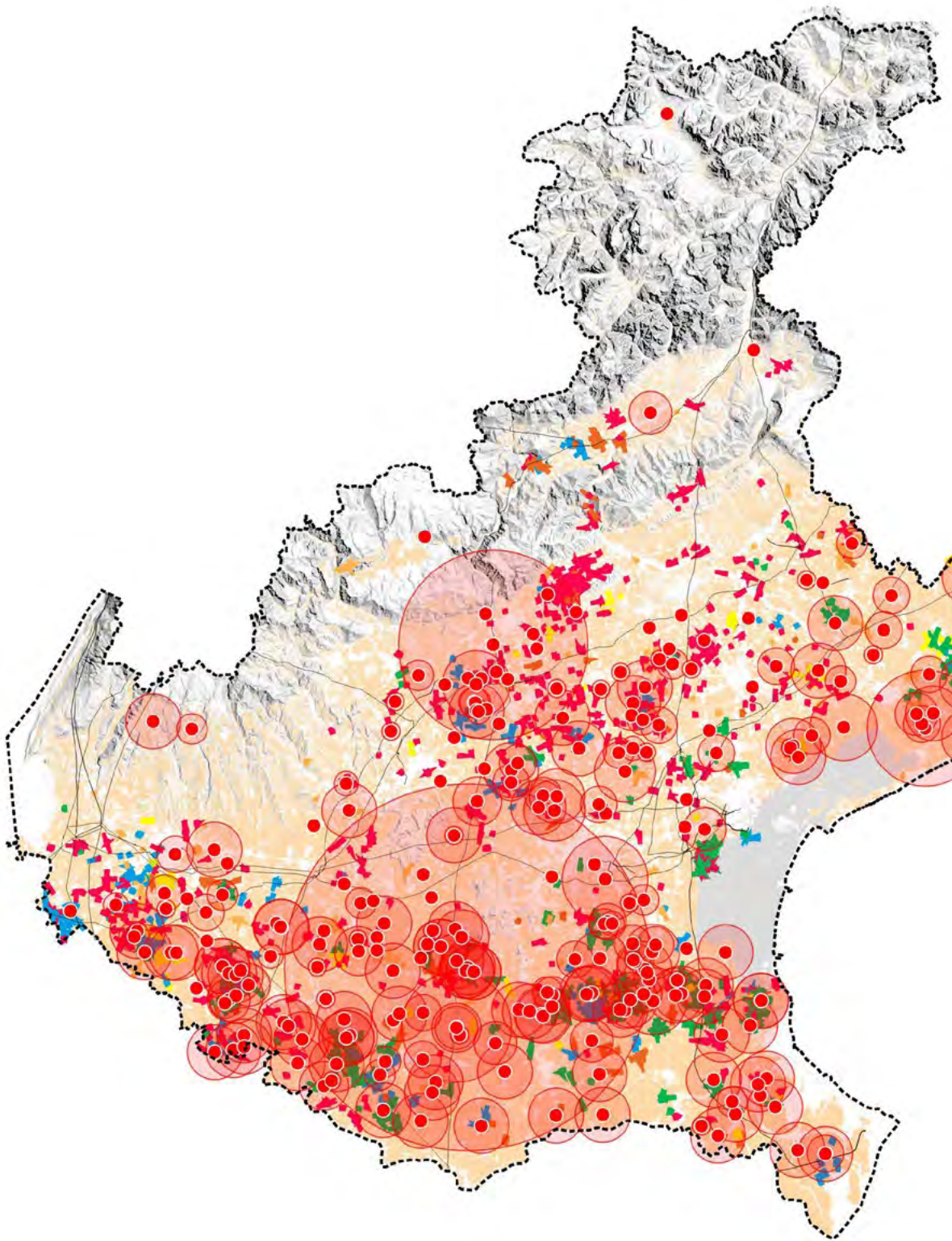
**Figura 57**  
IL SORGO ENERGETICO

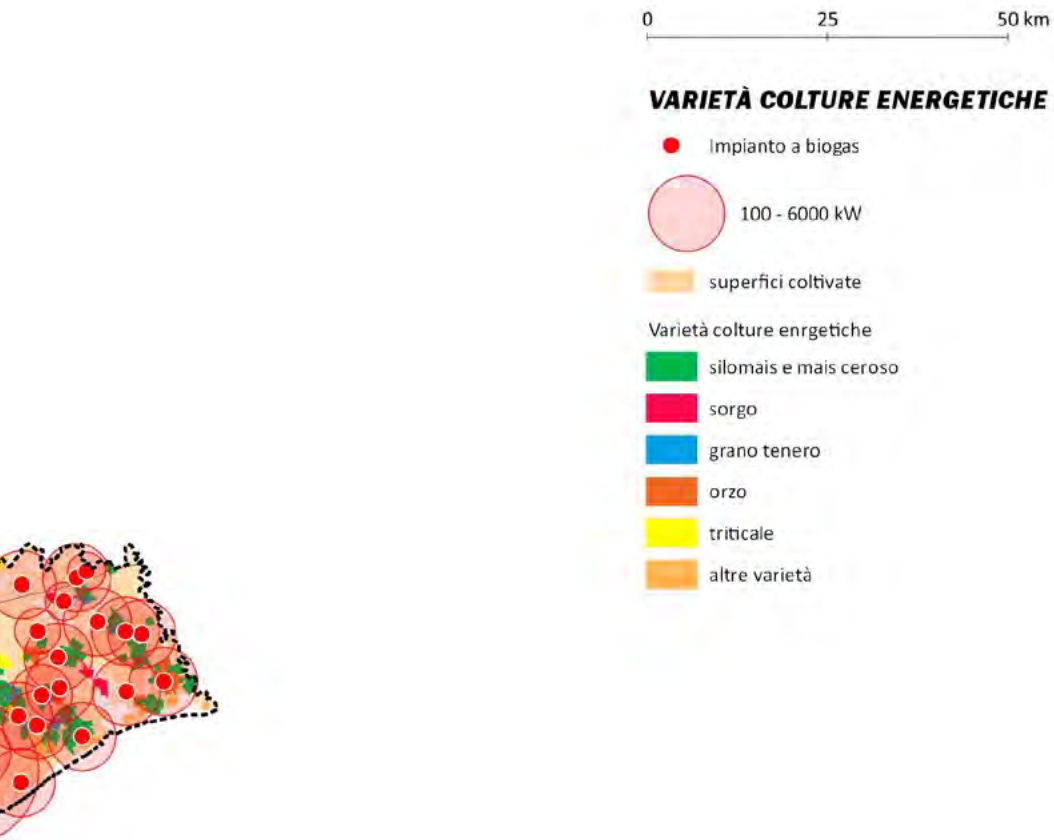


**Figura 55**

la filiera agricola nella Bassa Pianura tra il fiume Brenta e Adige, i substrati da coltivazioni dedicate. (fonti: Regione del Veneto CCS 2018, Regione del Veneto, discariche; AVEPA, piano culturale grafico 2020; GSE, impianti a biogas).

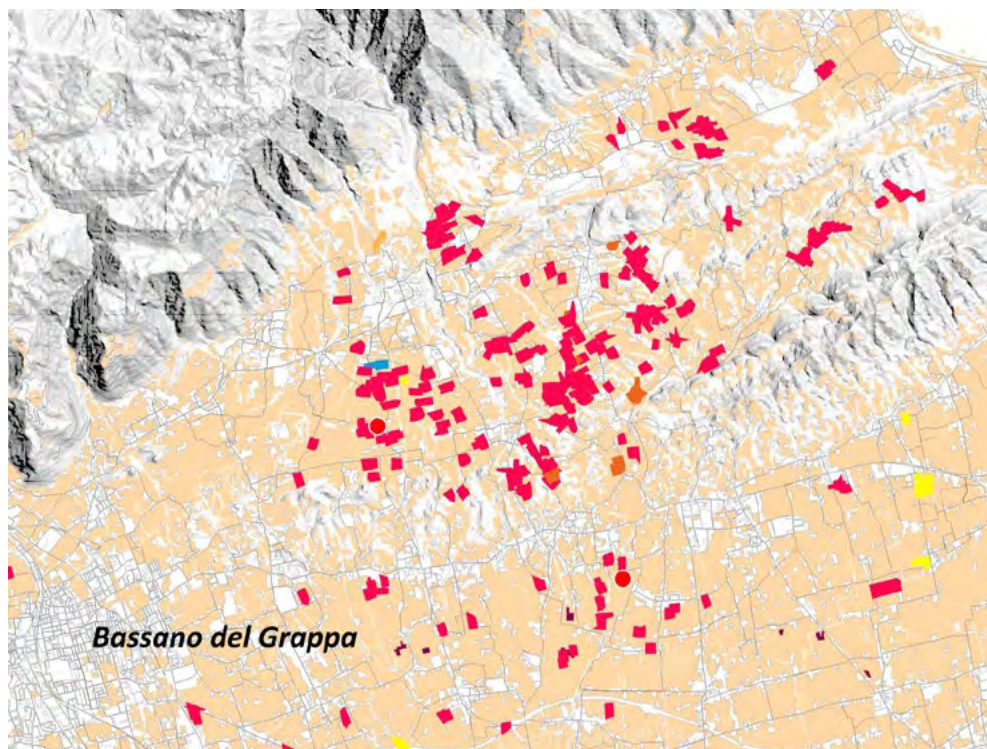






**Figura 56**

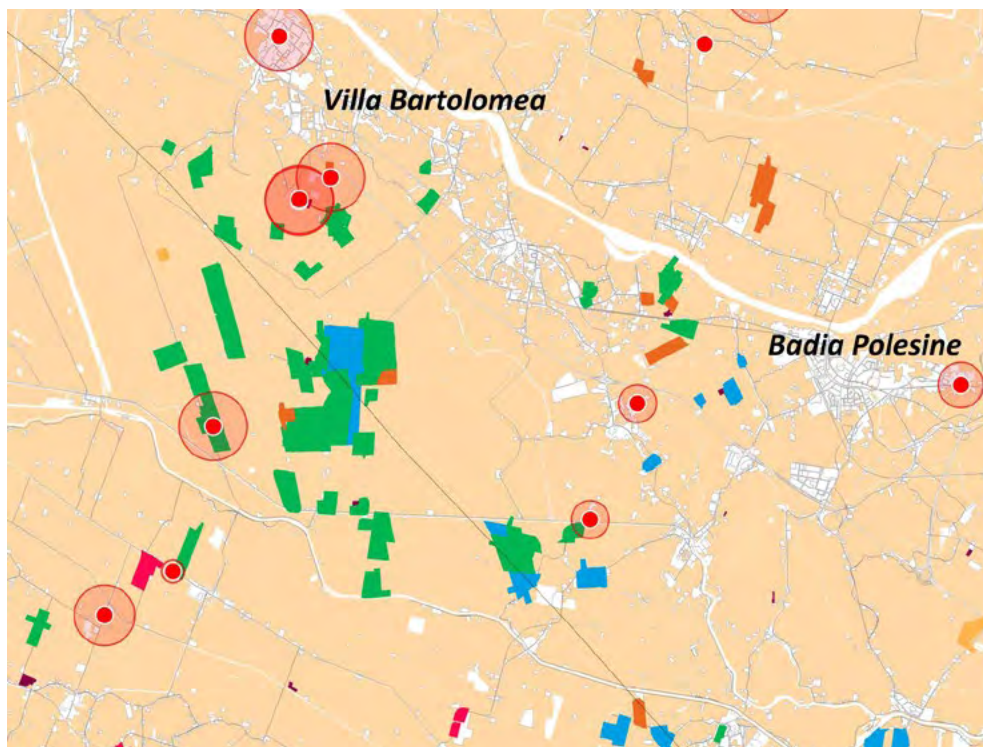
Distribuzione delle superfici di colture dedicate alla produzione energetica in base alla varietà coltivata



**Figura 57**

Sorgo energetico: area di concentrazione di colture a sorgo per la produzione energetica nell'Asolano.





**Figura 58**

Silomais energetico: area di concentrazione di colture a silomais per la produzione energetica nel Polesine Orientale

0 5 km

- impianto a biogas
  - 20 - 6000 kW
  - superfici coltivate
- Varietà colture energetiche
- grano tenero
  - orzo
  - silomais e mais ceroso
  - sorgo
  - triticale
  - altre varietà

Le colture energetiche a silomais si concentrano invece nelle aree di bonifica (Polesine Orientale, Polesine Occidentale e bonifiche del Veneto Orientale), in un paesaggio caratterizzato da estesi appezzamenti con coltivazioni agroindustriali cerealicole e seminatave; la concentrazione di impianti a biogas è qui particolarmente elevata.

**Figura 58**  
IL SILOMAIS ENERGETICO

Nella regione si notano, contesti dove la filiera del biogas pare particolarmente sviluppata. Queste aree si trovano tutte nella bassa pianura e nelle aree di bonifica del Polesine, del Veneto Orientale e in quella tra i fiumi Brenta e Adige. Quest'ultima sembra davvero significativa per la filiera energetica del biogas: qui si registra una cinquantina di impianti e superfici dedicate a diverse varietà di colture energetiche estese e continuate nel territorio.

**Figura 59**  
LA VALLE DEL BIOGAS

Da una rapida ricognizione, sembra che nella “valle del biogas” si siano sviluppate negli ultimi anni diverse aziende specializzate nel settore agro-energetico<sup>24</sup>.

La presenza di coltivazioni dedicate, soprattutto in grandi quantità come nel contesto appena descritto, genera spesso controversi *trade-off* tra produzione alimentare ed energetica (Cavarzan, 2020). La filiera del biogas si serve sempre più di colture dedicate, piuttosto che del recupero di scarti, diventando uno dei *driver* più importanti di nuovo consumo di suolo “energetico” (Rossi e Bientinesi 2016).

Negli ultimi anni si assiste a una ripresa di controllo sulle speculazioni di questa filiera e, secondo il modello del “Biogasfattobene” elaborato dal Consorzio Italiano del Biogas, gli obiettivi per una produzione sostenibile, anche a livello territoriale, sono quelli di ridurre l'impiego di biomassa di primo raccolto per l'alimentazione del digestore, prediligendo una dieta che preveda colture di copertura (secondo raccolto) prima o dopo le colture tradizionali per alimenti e mangimi. Si preferisce poi, per aumentare resilienza e valore ecologico dei suoli, l'impiego

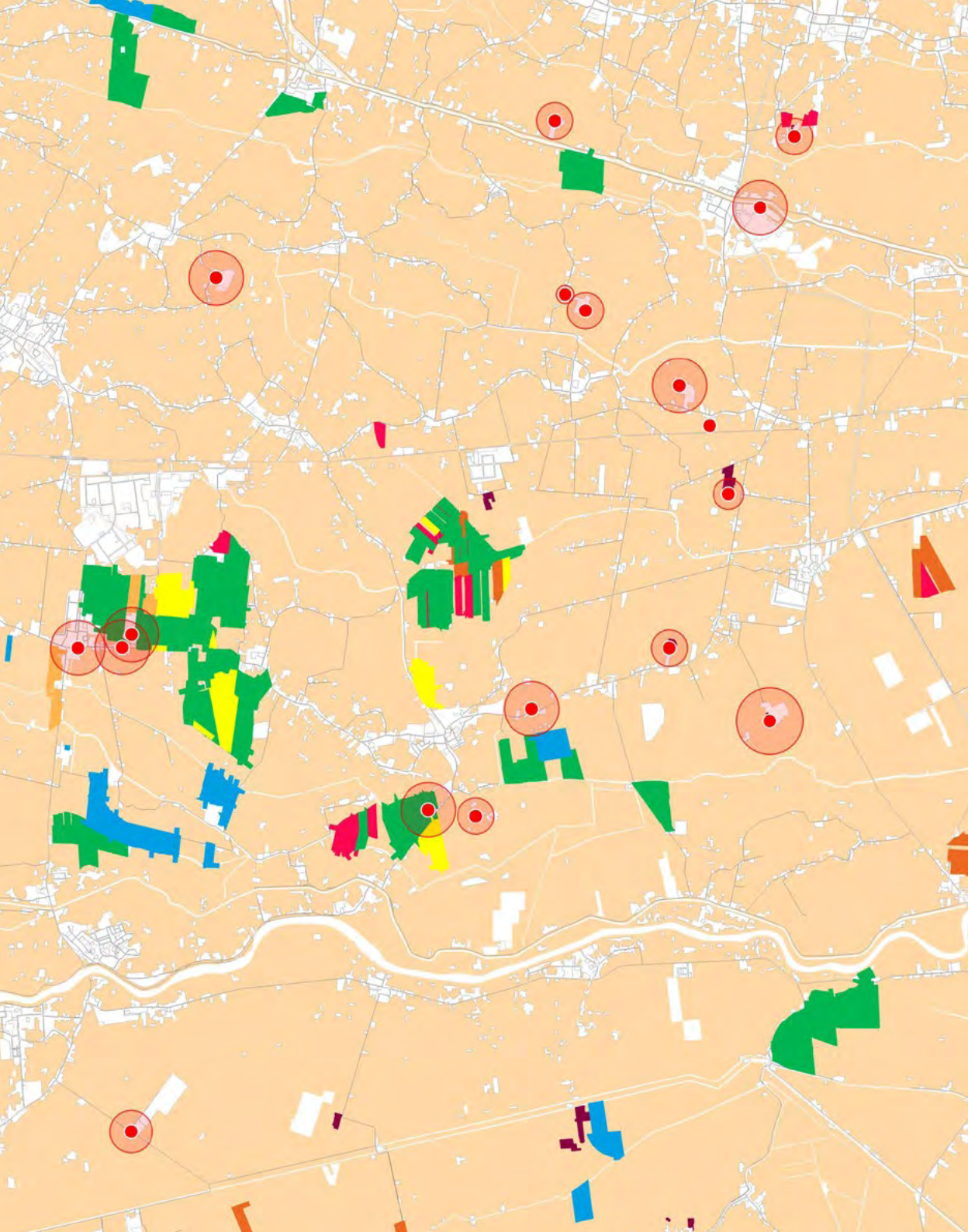
<sup>24</sup> Tra i casi presi in esame si ricorda la Tenuta di Bagnoli (nel comune di Bagnoli di Sopra) e l'azienda Valgrande presso Chioggia dove si stanno portando avanti alcune buone pratiche di riorganizzazione degli spazi e del paesaggio agrario con la filiera del biogas. Per maggiori approfondimenti si rimanda al link: <https://www.comunirinnovabili.it/azienda-santanna-di-bagnoli-di-sopra>, consultato a maggio 2023.

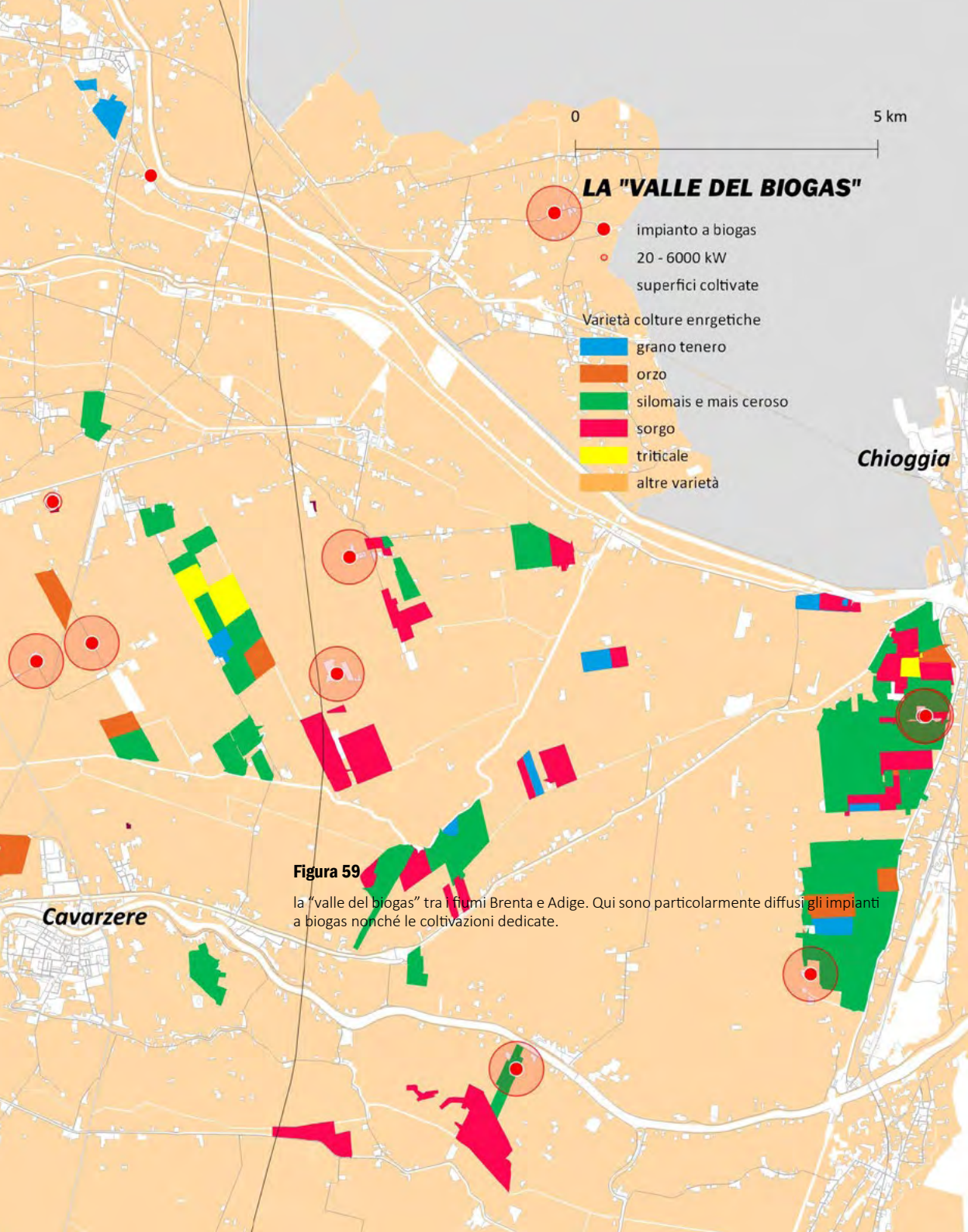
di piante azotofissatrici in rotazione con altri cereali e di colture perenni in terreni messi a riposo soggetti a desertificazione o con suoli degradati.

Dal punto di vista spaziale, pare utile produrre accurati strati informativi dei suoli degradati e soggetti a desertificazione dove le colture energetiche possono essere impiegate come azione di bonifica e allo stesso tempo essere produttive per la filiera energetica.

Un ulteriore aspetto territoriale da tenere in considerazione è legato all'accettazione sociale: dal punto di vista paesaggistico le colture sono integrate nel contesto e vengono percepite come altre varietà coltivate (Ferrario e Reho 2015), ciò che invece viene maggiormente percepito è la presenza degli impianti, le “cupole verdi”, specie nella pianura centrale agropolitana dove la presenza di queste infrastrutture è estremamente vicina agli spazi abitati e spesso ha generato diverse criticità per i problemi di traffico, inquinamento ed emanazione di odori sgradevoli (Ferrario e Reho 2015).

La scelta localizzativa deve, anche grazie ad accurate analisi cartografiche, considerare la vicinanza di queste infrastrutture a contesti sensibili come centri abitati ed aree protette.





**Figura 59**

la "valle del biogas" tra i fiumi Brenta e Adige. Qui sono particolarmente diffusi gli impianti a biogas nonché le coltivazioni dedicate.

#### 5.1.4 IDROELETTRICO: LA TRANSIZIONE AL PICCOLO, MINI E MICRO

L'idroelettrico è una forma di produzione storicamente presente in Veneto già dalla prima metà del XX secolo e diffusa, prevalentemente, nel contesto pedemontano e montano.

Alcune note storiche sono qui utili per comprendere il contesto contemporaneo. Inizialmente la produzione avveniva alla piccola scala in opifici precedentemente alimentati da energia meccanica (ruote idrauliche), convertiti per la produzione elettrica (turbine idrauliche) per alimentare prevalentemente manifatture. Con gli sviluppi dell'industria idroelettrica, a partire dagli anni '20, sono stati costruiti nelle valli alpine e prealpine dei complessi sistemi idroelettrici a scala territoriale composti da dighe, bacini, condotte e centrali che hanno riconfigurato interi ambienti, spesso in un'ampia scala territoriale.

Se inizialmente i sistemi idroelettrici erano controllati da piccole società sia pubbliche che private, nello sviluppo dell'industria idroelettrica si è formato un monopolio, dapprima sotto la società privata SADE e poi, con il processo di nazionalizzazione, sotto la società pubblica ENEL. A partire dal secondo Dopoguerra vi fu un intenso sviluppo di infrastrutture idroelettriche sul bacino del Piave che culminò con il disastro del Vajont (1963), segnando sia l'interruzione dell'espansione idroelettrica, sia inasprimento dell'opinione pubblica nei confronti dello sfruttamento idroelettrico. Per molti decenni non furono avanzati nuovi sviluppi sino agli anni '10 del Duemila: l'avvento delle politiche energetiche con gli incentivi fiscali per la produzione di energia da fonte idroelettrica e la liberalizzazione del mercato energetico, nonché l'avvento di nuove tecnologie per ottimizzare la produzione in piccoli impianti, ha avviato una nuova stagione di sviluppo idroelettrico.

La nuova produzione, abbandonati i grandi e potenti sistemi territoriali, si è ricostituita in una generazione elettrica minuta e diffusa che, proprio per queste sue caratteristiche, viene definita "mini-idroelettrico".

Questi impianti, in verità, vengono distinti più precisamente per diverse tipologie di piccolezza: quelli "piccoli" hanno una potenza nominale inferiore ai 10.000 kW (sopra si parla di grande idroelettrico), quelli "mini" meno di 1.000 kW; quelli "micro" meno di 100 kW e infine quelli "pico" meno di 5 kW.

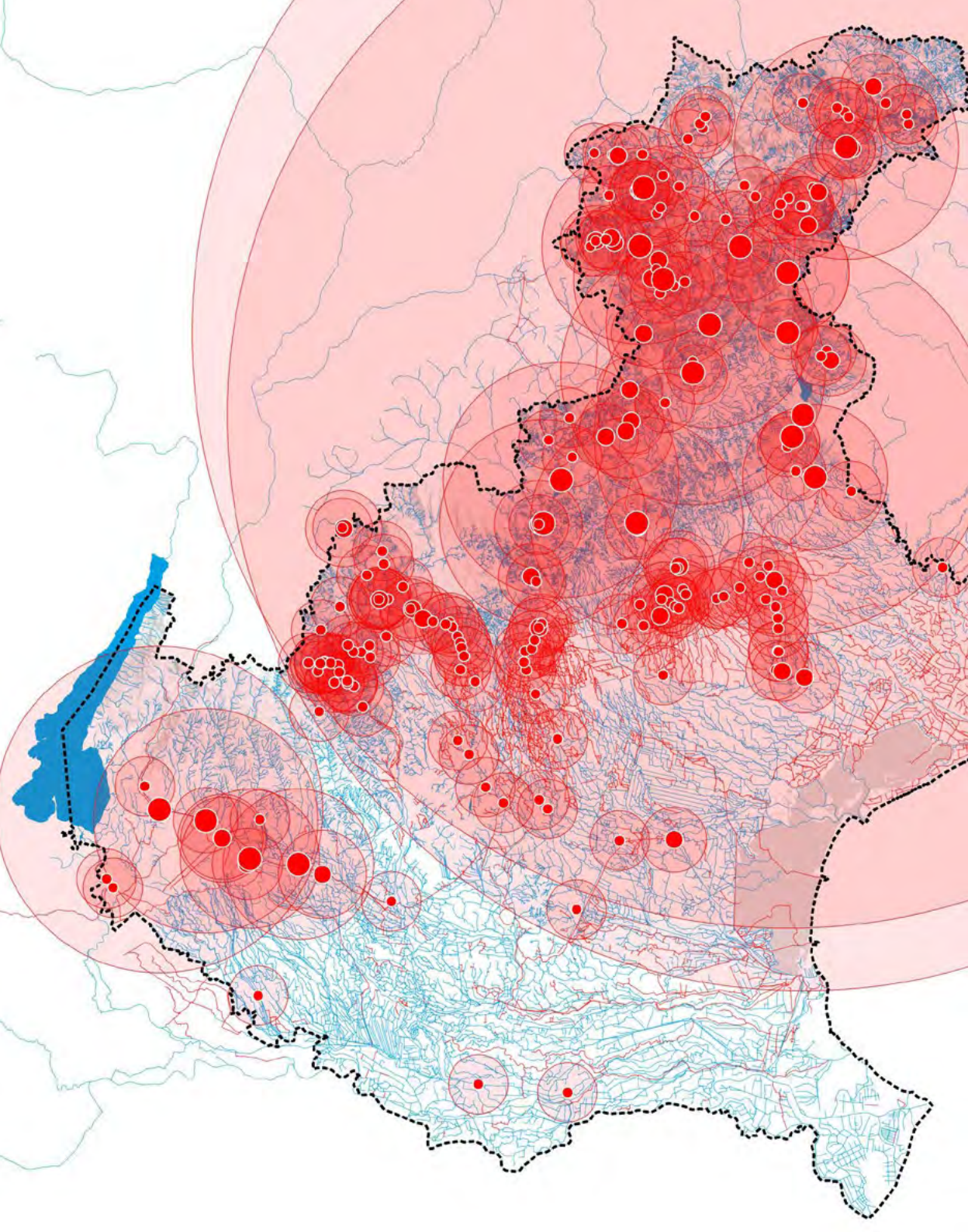
Gli stessi impianti vengono poi suddivisi in base alla loro tecnologia che varia, a sua volta, in base alle caratteristiche

di potenza installata e al contesto della risorsa. Nei territori pianeggianti troviamo diffusi gli impianti “ad acqua fluente a pelo libero” con taglia mini ( $p < 1000$  kW). Questi impianti utilizzano la portata del corso d’acqua mediante una derivazione costruita da una traversa in alveo che termina in una vasca di carico e da qui alla turbina. Le infrastrutture si sviluppano per qualche decina di metri nell’alveo del fiume o nelle immediate vicinanze e l’acqua prelevata è restituita subito a valle dell’edificio di centrale. Nei contesti montani e collinari<sup>25</sup>, troviamo la tecnologia “ad acqua fluente con condotte a pressione” con impianti solitamente di taglia piccola ( $p < 10.000$  kW). Gli impianti possiedono un’opera di presa a monte, costituita da una traversa che deriva l’acqua a una condotta forzata fino a un pozzo piezometrico posto a valle e, da lì, all’edificio di centrale dove muove le turbine. Tra l’opera di presa e l’opera di restituzione vi sono diversi chilometri di condotte (spesso sotterranee) che sottraggono l’acqua al corso naturale del fiume, che, per quel tratto, viene definito “sotteso”.

#### metodologia dataset

Da questa prima suddivisione emerge come ciascun impianto, in base alla potenza, tecnologia e soprattutto contesto, produce relazioni territoriali e configurazioni spaziali diverse. La rappresentazione del sistema ha utilizzato il *dataset* della produzione rinnovabile categorizzata per la tecnologia rinnovabile, a cui sono stati aggiunti quelli del sistema del grande idroelettrico, reperiti dal geoportale regionale: impianti idroelettrici (Centrale idroelettrica autorizzata. PTRC 2020); condotte (elemento estratto dalla categorizzazione del *dataset* “Elemento idrico”); bacini artificiali (elemento estratto dalla categorizzazione del *dataset* “Laghi”). Per la rappresentazione delle condotte, opere di presa e altre infrastrutture dei mini impianti è stato necessario un lavoro di mappatura da fotointerpretazione, con l’utilizzo di immagini satellitari (*Google Earth*) e in parte da lavori di rilievo sul campo.

<sup>25</sup> Nei contesti montani troviamo anche i grandi impianti a bacino che prevedono lo sbarramento di un fiume con la costruzione di una diga dal quale partono condotte forzate che convogliano l’acqua a una centrale a valle. La differenza di quota tra bacino e centrale (di diverse centinaia di metri) è definita “salto” e si traduce in pressione idrodinamica che dà forza alle turbine. Il bacino è sempre a monte e può essere alimentato dall’acqua del fiume sbarrato o da condotte provenienti da altri corsi idrici. Lo stesso bacino può poi alimentare una o più centrali organizzate in un sistema a cascata. L’impianto a bacino viene definito ad accumulo se a valle della centrale vi è una vasca di carico che raccoglie l’acqua in uscita dalle turbine per pomparla al bacino superiore, generando un sistema di stoccaggio della risorsa e rendendo l’impianto flessibile all’uso. Queste tecnologie sono presenti e funzionanti negli impianti “storici”, ma non vengono più impiegate nei nuovi sviluppi.








0 25 50 km

### **PRODUZIONE IDROELETTRICA**

impianto idroelettrico

-  grande
-  piccolo
-  mini
-  micro

potenza installata

-  100 - 200.000 kW

idrografia

**Figura 60**

Distribuzione e potenza degli impianti idroelettrici sul territorio regionale: sono visibili quattro classi di impianti ordinati in base alla potenza nominale: grande, piccolo, mini e micro.

Da un primo sguardo alla carta a scala regionale del sistema idroelettrico emergono diverse riflessioni sulla distribuzione dei diversi impianti suddivisi per taglia. Osserviamo la presenza di “grandi” impianti nelle valli alpine (15 impianti per 793.104 kW) e lungo l’asta veronese dell’Adige (4 impianti per 119.047 kW). La produzione “piccola” si concentra nei medesimi contesti di quella grande (17 impianti per 36.219 kW nelle valli alpine e 5 impianti lungo l’Adige per 20.999 kW), oltre che nelle valli prealpine dell’Astico (4 impianti per 10.838 kW) e del Brenta (3 impianti per 8.600 kW) e nell’alta pianura dei canali irrigui del Piave (6 impianti per 10.720 kW). La produzione “mini” si addensa nella regione alpina (21 impianti per 9162 kW nell’Agordino; 13 impianti per 6713 kW nell’Alto Cadore; 12 impianti per 4.650 kW nella Val del Boite; 9 impianti per 4464 kW nella Valbelluna; 3 impianti per 1.660 kW nel Zoldano) e nel contesto prealpino (27 impianti per 8.719 kW nei canali irrigui dell’alta pianura del Piave; impianti per 9.388 kW lungo il torrente Astico; 17 impianti per 6.167 kW lungo il torrente Agno; 6 impianti per 2066 kW lungo il torrente Leogra; 12 impianti per 2.228 kW lungo il fiume Brenta; 5 impianti per 935 kW lungo il torrente Meschio). Infine, per la produzione “micro” non è possibile fare considerazioni precise in quanto il lavoro di mappatura, per quantità di dati, si è concentrato in contesti specifici (Alta pianura trevigiana).

Confrontando il dato sulla distribuzione con quello categorizzato dell’idrografia (Regione veneto, idrografia PTRC 2020), emerge come la presenza di impianti sia legata sia a importanti corsi d’acqua, soprattutto sulla montagna alpina e prealpina, ma anche alla presenza di una capillare rete idrografica artificiale come testimonia l’abbondante presenza di piccoli impianti nei canali irrigui.

Nel contesto alpino, quello dell’alto bacino del Piave (montagna bellunese), la produzione idroelettrica vede la compresenza di grandi impianti storici e di “mini” impianti contemporanei. I nuovi impianti ricadono sulla rete idrografica secondaria ancora libera da concessioni e derivazioni, fatta di affluenti minori come piccoli torrenti o *headwaters*. La tecnologia di impianto più diffusa è quella “ad acqua fluente con condotte a pressione”.

Nel contesto di approfondimento (Conca Agordina) si vede come, per un tratto di poco più di una decina di chilometri del torrente Cordevole, vi siano sei affluenti sfruttati da altrettanti impianti idroelettrici (Corpassa 1.400 kW; Tegnass 1280 kW; Rova

**Figura 60**  
LA DISTRIBUZIONE DELLA  
PRODUZIONE IDROELETTRICA  
NEL VENETO

**Figura 61**  
LA PRODUZIONE NEL CONTESTO  
ALPINO

333 kW; Missiaga 359 kW; Sarzana 540 kW), oltre alla presenza dei due impianti storici di Agordo (24.000 kW) e di Cencenighe (27.000 kW). Le condotte forzate dei mini impianti si sviluppano per 1 o 2 km, creando dei tratti sottesi superiori ai 2 km.

**Figura 62**  
TRASFORMAZIONE  
DELL'AMBIENTE NATURALE

L'esplorazione sul campo ha evidenziato come il contesto di questi impianti, e dei torrenti coinvolti, sia quello di un ambiente montano ad alta naturalità e poco artificializzato. La costruzione di impianti seppur "mini" genera importanti trasformazioni territoriali: da quanto emerge dalla letteratura (Couto e Olden 2018; Boano et al. 2011; CIRF 2014) gli effetti di queste opere possono essere evidenti come la riduzione del regime naturale delle portate, la costruzione di nuovi manufatti e strade, la modifica degli alvei con barriere che si oppongono alla migrazione longitudinale della fauna acquatica o all'avvicinamento di quella ripariale, l'abbattimento di alberi ed escavazioni che alterano l'habitat e la morfologia del paesaggio.

Altri effetti, invece, sono meno percepibili e possono definire l'abbassamento della falda, la compromissione degli schemi della biodiversità animale e vegetale, il restringimento del greto con aumento del rischio idrogeologico<sup>26</sup>.

Le cause sono evidenti problemi ambientali, spesso esacerbati nei piccoli bacini idrografici, dove anche minime variazioni si ripercuotono su una serie di fattori che agiscono a differenti scale (Lehner e Weissbach 2009).

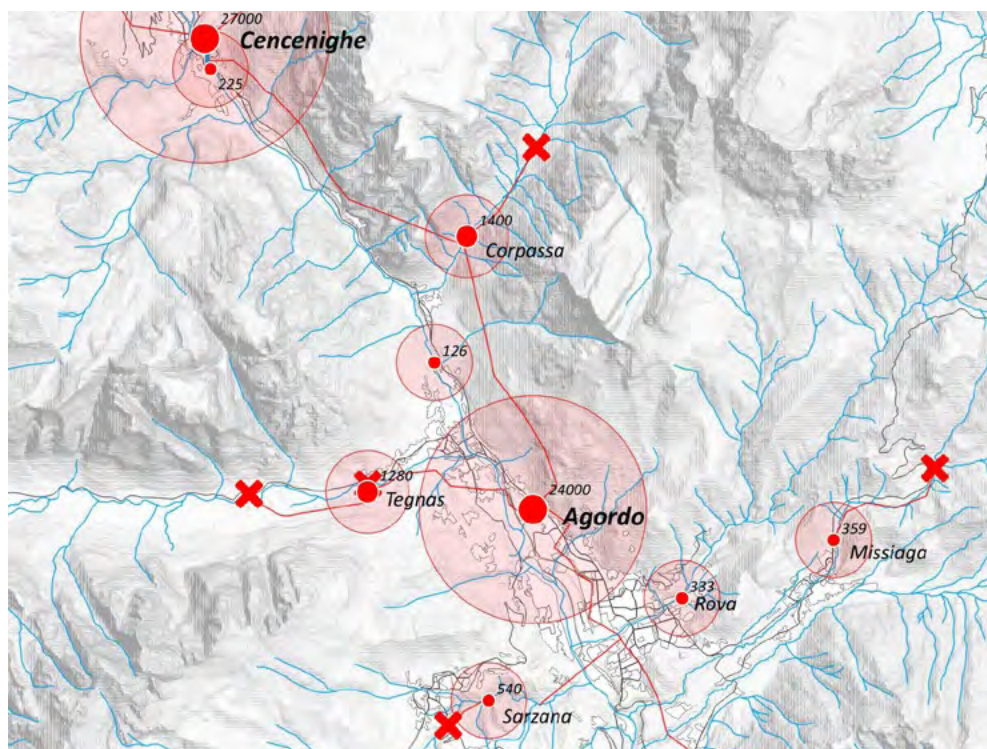
**Figura 63**  
LA PRODUZIONE NEL CONTESTO  
PREALPINO

La produzione idroelettrica nel contesto prealpino si concentra in particolare nelle valli dell'Agno, del Leogra e dell'Astico, nel canale del Brenta e lungo il fiume Meschio.

Qui si nota una distribuzione di impianti in successione lungo l'asta idrica o nelle sue immediate vicinanze. La taglia degli impianti varia tra il "piccolo" e il "mini", mentre la tipologia prevalente è quella ad acqua fluente con un sistema sviluppato in alveo per qualche decina di metri.

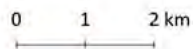
Da alcuni sopralluoghi e analisi foto-interpretative, è emersa una forte relazione con il patrimonio idraulico storico fatto di vecchie centrali elettriche (spesso rifunzionalizzate) e nuovi

<sup>26</sup> Gli impatti ambientali, pur suscitando profonde preoccupazioni, sono oggi scarsamente indagati a fronte della giovane vita di queste tecnologie e soprattutto in mancanza di un monitoraggio sul lungo periodo (Couto e Olden, 2018).



**Figura 61**

La produzione idroelettrica nel contesto alpino: la Conca Agordina. Lungo l'asta del Cordevole, in poco più di dieci chilometri, sei affluenti vengono sfruttati da altrettanti "mini" impianti idroelettrici. LA derivazione di acqua nelle condotte forzate genera importanti effetti ambientali, in contesti ad elevata naturalità.



impianto idroelettrico



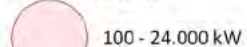
grande

piccolo

mini

micro

Potenza installata



100 - 24.000 kW



Opera di derivazione

idrografia

— corso naturale (o parzialmente naturale)

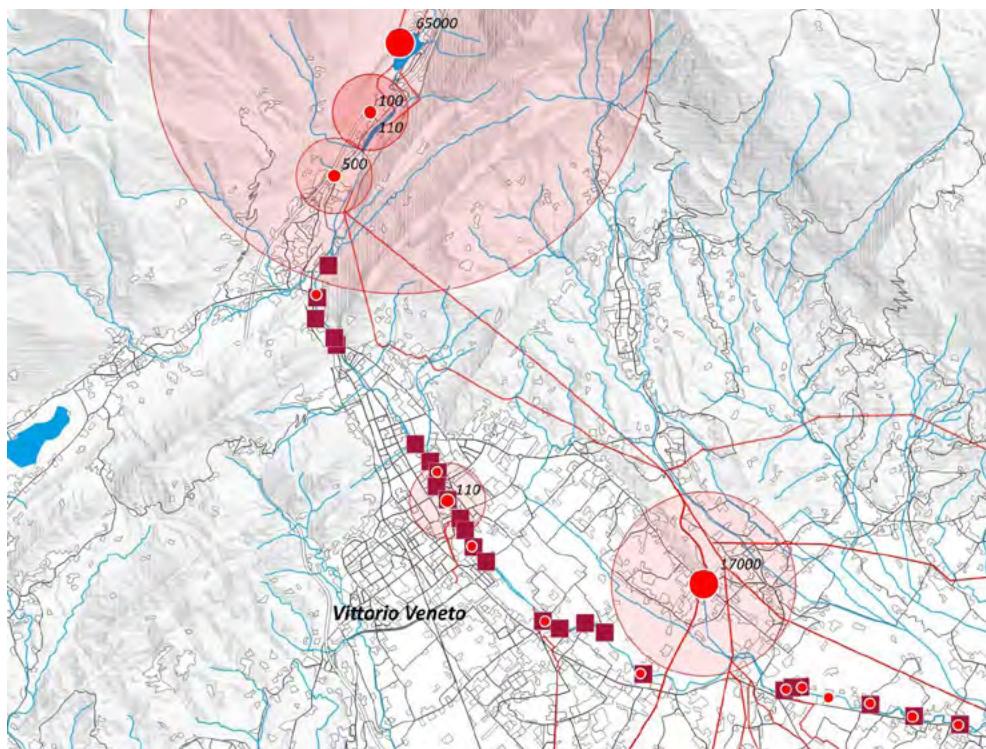
— corso altamente artificializzato



**Figura 62**

L'opera di presa di un mini impianto idroelettrico nella valle del Corpassa. La briglia genera un'interruzione ecologica lungo il corso del torrente, mentre la presa sottrae acqua alla portata naturale dal tratto a valle.

Fabrizio D'Angelo, La Valle Agordina (BL), maggio 2021.



**Figura 63**

Produzione idroelettrica nel contesto Prealpino: l'asta del Meschio nella città di Vittorio Veneto. Gli impianti "mini" e "micro" ricadono nel sedime di vecchi opifici idraulici.

0 1 2 km





**Figura 64**

Mini impianto idroelettrico costruito su un'antica roggia nella borgata storica di Meschio di Vittorio Veneto (TV). In primo piano si vede il rivestimento della coclea (turbina) e il canale di scarico delle acque; in secondo piano, invece, si vede l'edificio diroccato del vecchio opificio idraulico di cui sono state recuperate le sole opere di derivazione. Fabrizio D'Angelo, Vittorio Veneto (TV), settembre 2021.

impianti costruiti su opere idrauliche storiche. Nel contesto di approfondimento, l'asta del Meschio, è emerso come la produzione idroelettrica ricada in un contesto urbano caratterizzato da un tessuto storico (Serravalle, Meschio, San Giovanni di Veglia), dove, come emerge dalla rappresentazione cartografica, gli impianti di nuova costruzione vanno a posizionarsi su vecchie rogge, ex-mulini e opifici idraulici dismessi. Dai sopralluoghi lungo il Meschio è emerso come vi siano dodici impianti, tutti di taglia “micro”, costruiti sfruttando antiche derivazioni. In alcuni casi la turbina si trova all'interno di vecchi edifici industriali che fungono da mero involucro, in altri, invece, la turbina si trova vicino a vecchi opifici e mulini di cui riutilizzano solo le opere di derivazione come briglie e rogge, mentre in alcuni casi la costruzione dell'impianto comporta anche il recupero del manufatto storico.

**Figura 64**  
GLI IMPIANTI SULLE STORICHE  
DERIVAZIONI DEL MESCHIO

Nell'ambito di Alta Pianura troviamo una particolare concentrazione di impianti lungo i canali irrigui del Medio corso del Piave. Qui si trovano alcuni impianti storici costruiti lungo i sistemi irrigui della Piavesella e della Brentella a cui, negli ultimi anni, si sono aggiunti nuovi impianti la cui tipologia è “ad acqua fluente” e di taglia “mini” e “micro”. Dalla cartografia si evidenzia una certa relazione con l'idrografia artificializzata, esito delle opere di bonifica e di irrigazione e che struttura il contesto agrario dell'alta pianura asciutta. Gli impianti vengono costruiti ricavando spazio lungo i canali, “rompendo” le sponde impermeabili (spalle in calcestruzzo) dove vengono ricreati piccoli salti ed è posizionata una coclea. Lo spazio occupato da questi impianti è contenuto, solitamente con uno sviluppo di 30-40 metri per un'ampiezza di circa 10 metri.

**Figura 65**  
LA PRODUZIONE NELL'ALTA  
PIANURA

Da questa rappresentazione emerge come vi sia un nuovo sviluppo territoriale dell'idroelettrico che è andato a “saturare” i contesti storici, occupando i corsi d'acqua ancora liberi da derivazioni. In base al contesto, la ri-territorializzazione dell'idroelettrico ha prodotto ricadute talvolta positive, talvolta negative.

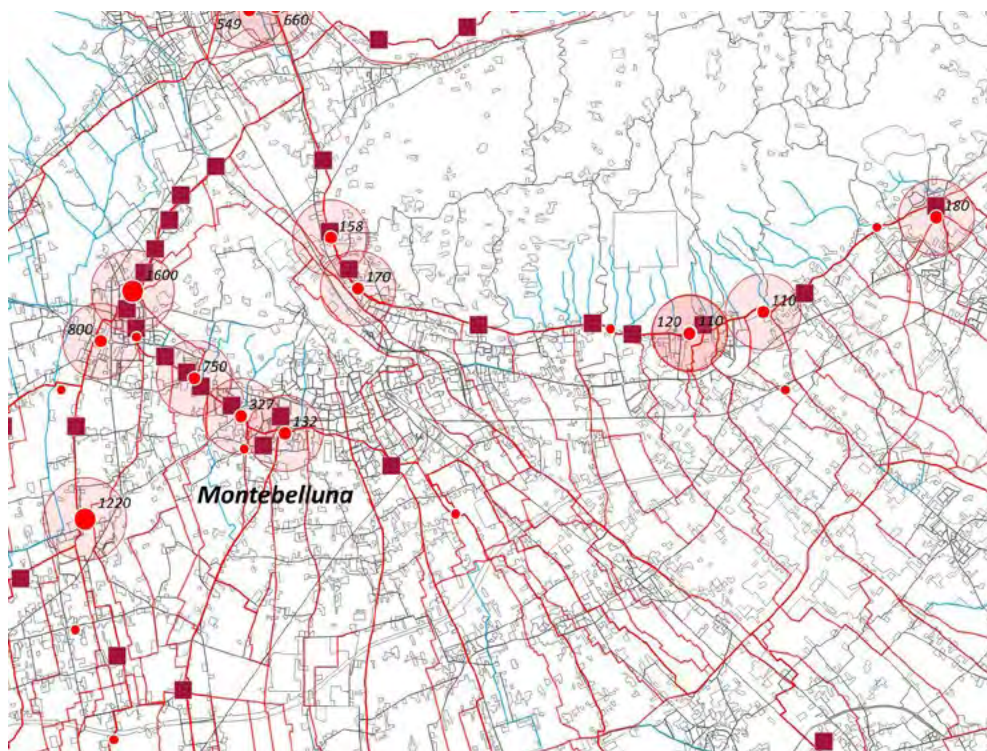
Nei contesti alpini, l'installazione di impianti in piccoli torrenti ha alterato notevolmente ecosistemi con elevati valori naturalistico-ambientali a discapito di una esigua produzione energetica. Nei contesti prealpini e di alta pianura, invece, il dialogo con il palinsesto territoriale dell'energia, seppur spesso inconsapevole,



ha fornito alcune prese progettuali particolarmente interessanti che hanno recuperato o integrato infrastrutture idrauliche esistenti, producendo un triplice effetto positivo: preservare l'energia grigia utilizzata in passato (materiali, forza lavoro, ecc.); limitare il consumo di suolo, ambienti e risorse; recuperare, laddove progettato, un patrimonio storico.

Quest'ultimo aspetto, tuttavia, non è molto sviluppato e pertanto urgono ancora riflessioni e progettualità. Dal quadro appena descritto emerge come l'individuazione di un capitale spaziale per la produzione idroelettrica, che guardi al palinsesto territoriale e in particolare alle infrastrutture idrauliche esistenti, definisca uno scenario progettuale maggiormente sostenibile (si evita il depauperamento di contesti fluviali naturali) oltre che dal valore culturale (recupero storico di edifici e manufatti).

Una accurata rappresentazione di questo capitale può fungere da supporto per sviluppare progetti spaziali dell'energia maggiormente territorializzati.



**Figura 65**

I mini e micro impianti sulla rete di irrigazione dell'alta pianura

0 1 2 km





**Figura 66**

Impianto idroelettrico lungo il canale irriguo Boschetto ai piedi del Montello. L'infrastruttura è stata realizzata allargando l'alveo del canale e creando un piccolo salto. Fabrizio D'Angelo, Volpago del Montello (TV), settembre 2021.

## 5.2 L'ISOTROPIA DELLA RETE

La rete di trasporto è l'infrastruttura che letteralmente “tiene insieme” il sistema energetico e che assolve le primarie funzioni di trasmissione e distribuzione elettrica. La principale caratteristica in transizione della rete è il mutare da un sistema gerarchizzato (monodirezionale, piramidale) a uno isotropo (bidirezionale e diffuso). Le nuove spazialità che si determinano non hanno una lettura immediata e pertanto devono essere intercettate lungo tutto il sistema. Per questo è fondamentale servirsi di una traccia che mappi le principali infrastrutture di trasporto alla scala regionale.

La mappatura del sistema è stata possibile utilizzando *dataset* ottenuti da diversi geoportali. Per il sistema di trasmissione sono stati utilizzati i dati puntuali di stazioni elettriche e cabine primarie a scala nazionale (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Rete elettrica - stazioni e centrali, 2005) e quello delle reti ad alta tensione a scala regionale (Regione Veneto, linee elettriche, 2015). Per il sistema di distribuzione, invece, sono stati utilizzati gli *shapefile* lineari a scala regionale delle tratte di distribuzione (Regione Veneto, linee elettriche, 2015), mentre per le cabine secondarie si è proceduto all'estrazione, dalle carte tecniche in scala 1:10.000 di tutto il territorio regionale, degli edifici categorizzati secondo tale uso. Una volta ottenuti i *dataset* primari, si è proceduto quindi alla costruzione delle cartografie rappresentative del complesso sistema di trasporto energetico e, da lì, all'analisi delle diverse infrastrutture nella loro relazione territoriale e spaziale.

Considerando il sistema a rete, dipendente da scale ben più ampie di quella regionale, è necessario rappresentare l'infrastruttura di trasmissione in un contesto più ampio.

Il ritaglio scelto è quello che inquadra la Zona di Mercato Nord, ovvero l'area inclusa in un unico sistema di scambio energetico<sup>27</sup>. Il Veneto, parte della divisione Nord-Est, è particolarmente strategico in quanto punto di snodo della rete di trasmissione tra il sud Italia e i collegamenti transfrontalieri con Slovenia e

metodologia  
dataset

**Figura 67-68**  
LA RETE DI TRASMISSIONE  
DELLA ZONA DI MERCATO NORD  
E DIVISIONE NORD-EST

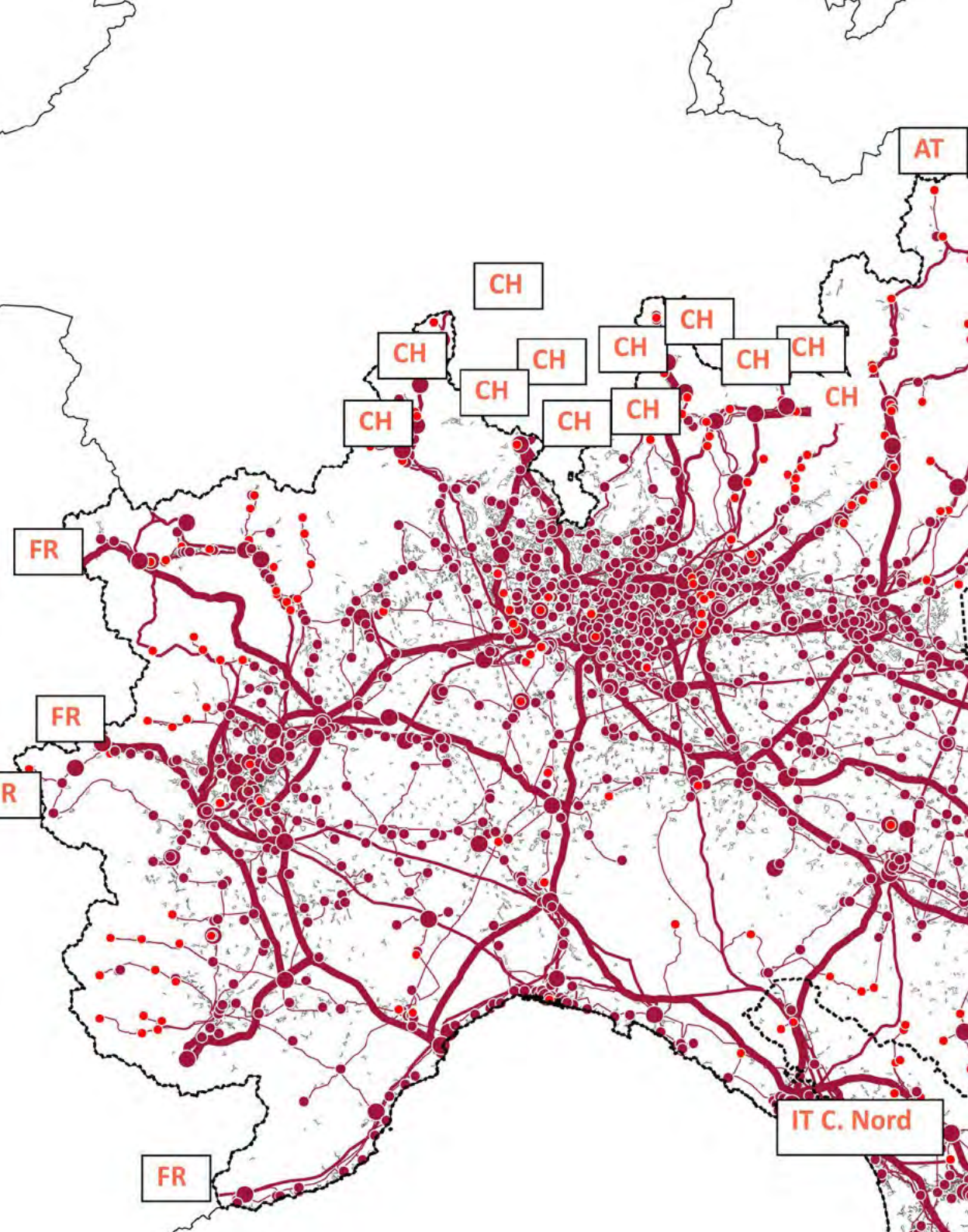
<sup>27</sup> Il sistema elettrico nazionale, sempre più connesso con l'estero (Unione dell'energia e interconnessioni nel Mediterraneo), è stato suddiviso in Zone di Mercato dove produttori e consumatori possono vendere e acquistare energia elettrica liberamente, mentre esistono delle limitazioni alla compravendita di energia tra zone diverse.

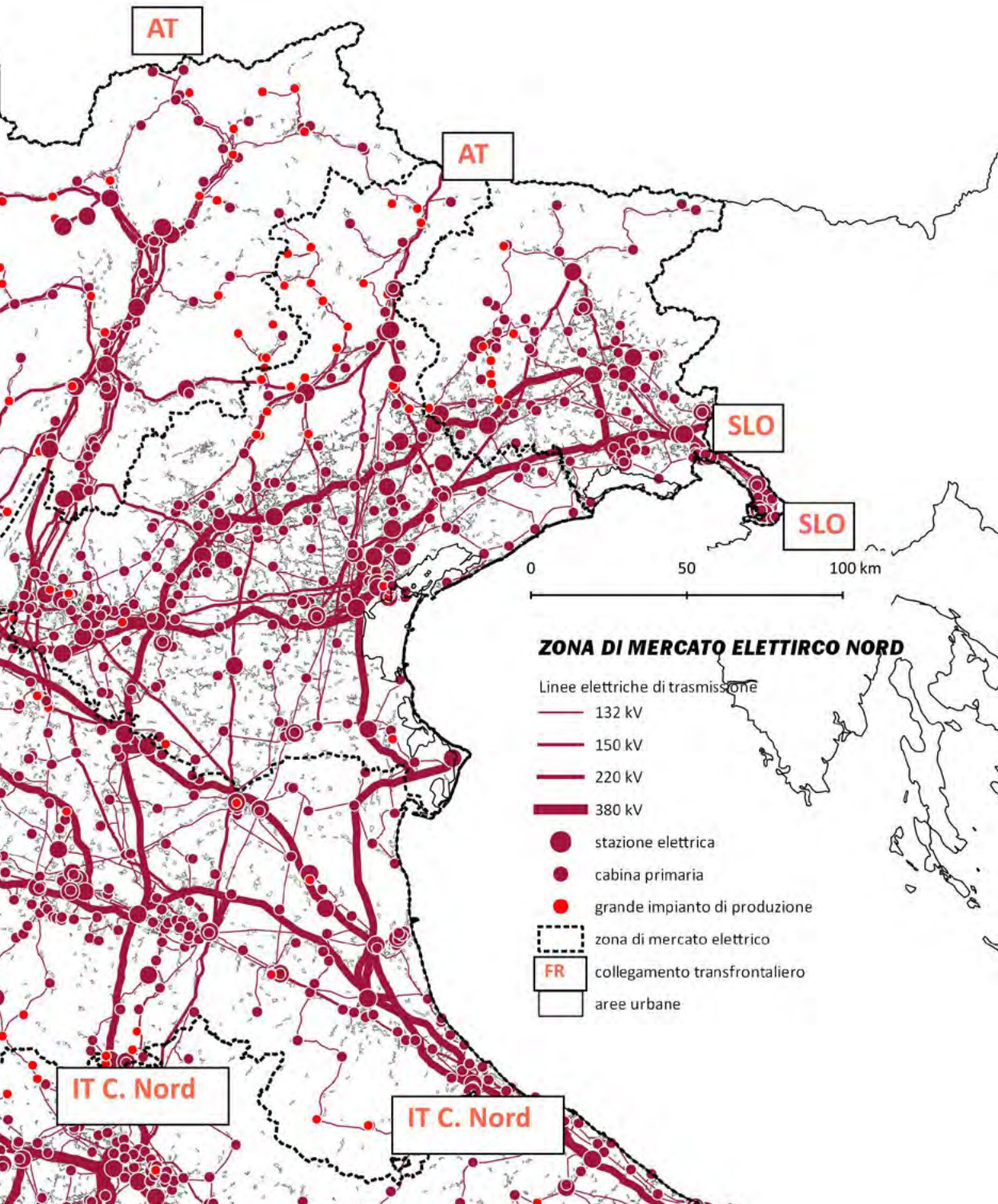
Austria; con quest'ultima vi è un collegamento diretto tramite l'elettrodotto Soverzene-Lienz 220 kv.

Osservando poi con attenzione la distribuzione di elettrodotti, stazioni elettriche e cabine primarie, possiamo comprendere alcune logiche geografiche. La Regione è attraversata da quattro importanti direttrici che si annodano in modo rilevante in cinque stazioni elettriche: Bussolengo e Dugale (nel veronese), Padova, Dolo e Scorzè (nel Veneto centrale). Il principale asse che attraversa il territorio ricalca il tracciato del "corridoio cinque" della mobilità europea e quindi corre in senso longitudinale per tutta la pianura, creando un complesso fascio di elettrodotti e stazioni elettriche da Verona a Portogruaro, toccando i nodi di Padova e Mestre-Porto Marghera. A nord di quest'asse distinguiamo due ramificazioni importanti: la prima parte dalla città di Verona e si dirige verso Trento (proseguendo poi verso l'Austria), la seconda si ramifica sull'alta pianura per poi addentrarsi lungo la valle del Piave a intercettare le numerose centrali idroelettriche, fino a interconnettersi con la rete austriaca a Cima Vallona. A sud, invece, troviamo due fasci che scendono verso Ostiglia e Ferrara, per poi convogliare presso Bologna, e un terzo che raggiunge l'ormai spenta centrale termoelettrica di Porto Tolle e poi, in direzione Ravenna, prosegue sulla dorsale adriatica della penisola verso il sud Italia. Osservando il percorso degli elettrodotti si nota come queste reti, oltre ad intercettare punti strategici di smistamento definiti dalle stazioni elettriche, si relazionano con i maggiori siti di produzione energetica e in particolare le centrali termoelettriche di Porto Marghera, Fusina e Porto Tolle e le centrali idroelettriche nell'alta valle del Piave e quelle a nord di Verona.

Il passaggio di queste infrastrutture produce spazialità determinate dalle tre principali componenti: l'elettrodotto, la stazione elettrica e la cabina primaria.

Per cogliere al meglio le caratteristiche di queste configurazioni il territorio è stato osservato tramite foto satellitari con specifici zoom-in nelle zone di maggior interesse individuate nella cartografia.





AT

AT

SLO

SLO

0 50 100 km

### ZONA DI MERCATO ELETTRICO NORD

Linee elettriche di trasmissione

- 132 kV
- 150 kV
- 220 kV
- 380 kV

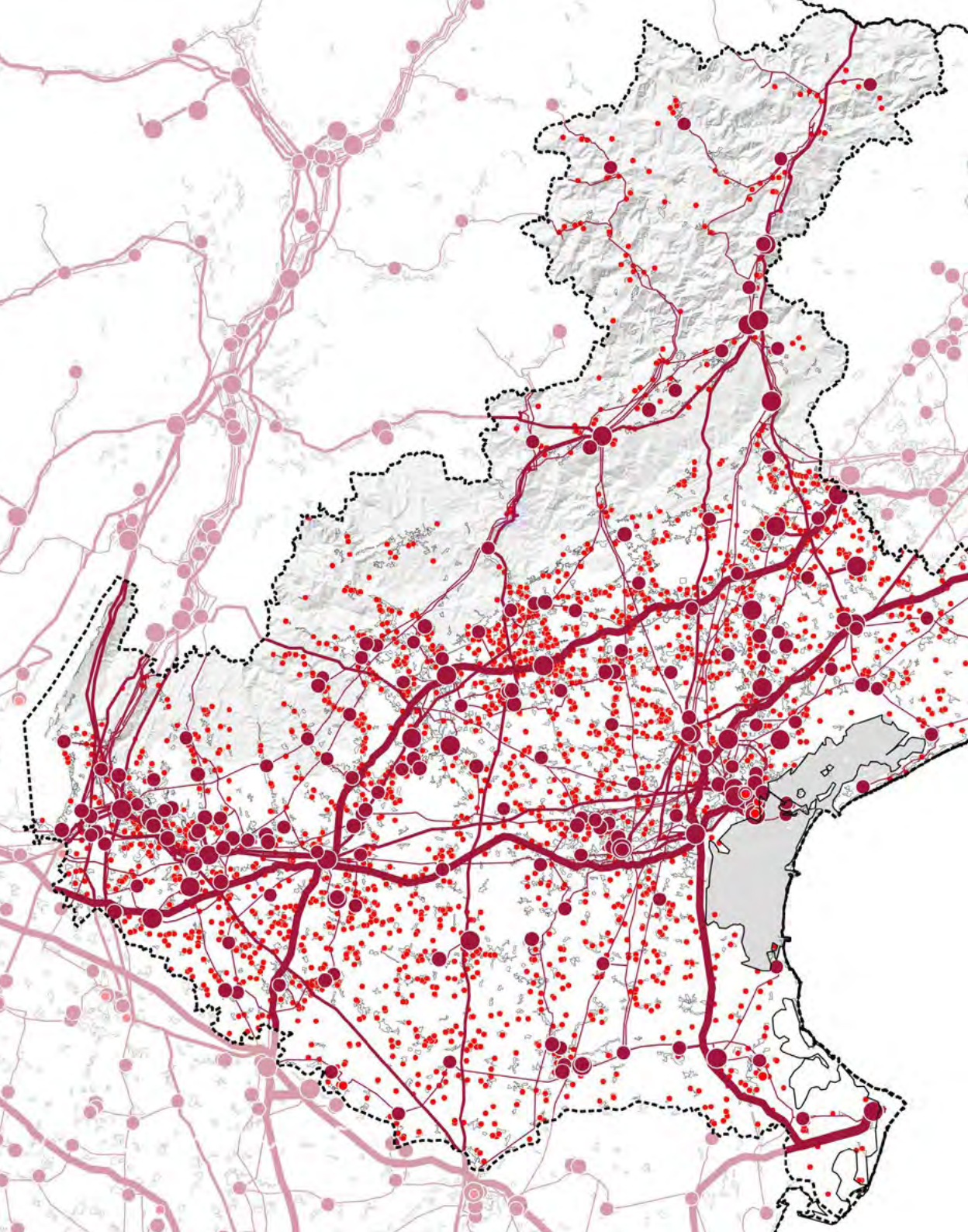
- stazione elettrica
- cabina primaria
- grande impianto di produzione

zona di mercato elettrico

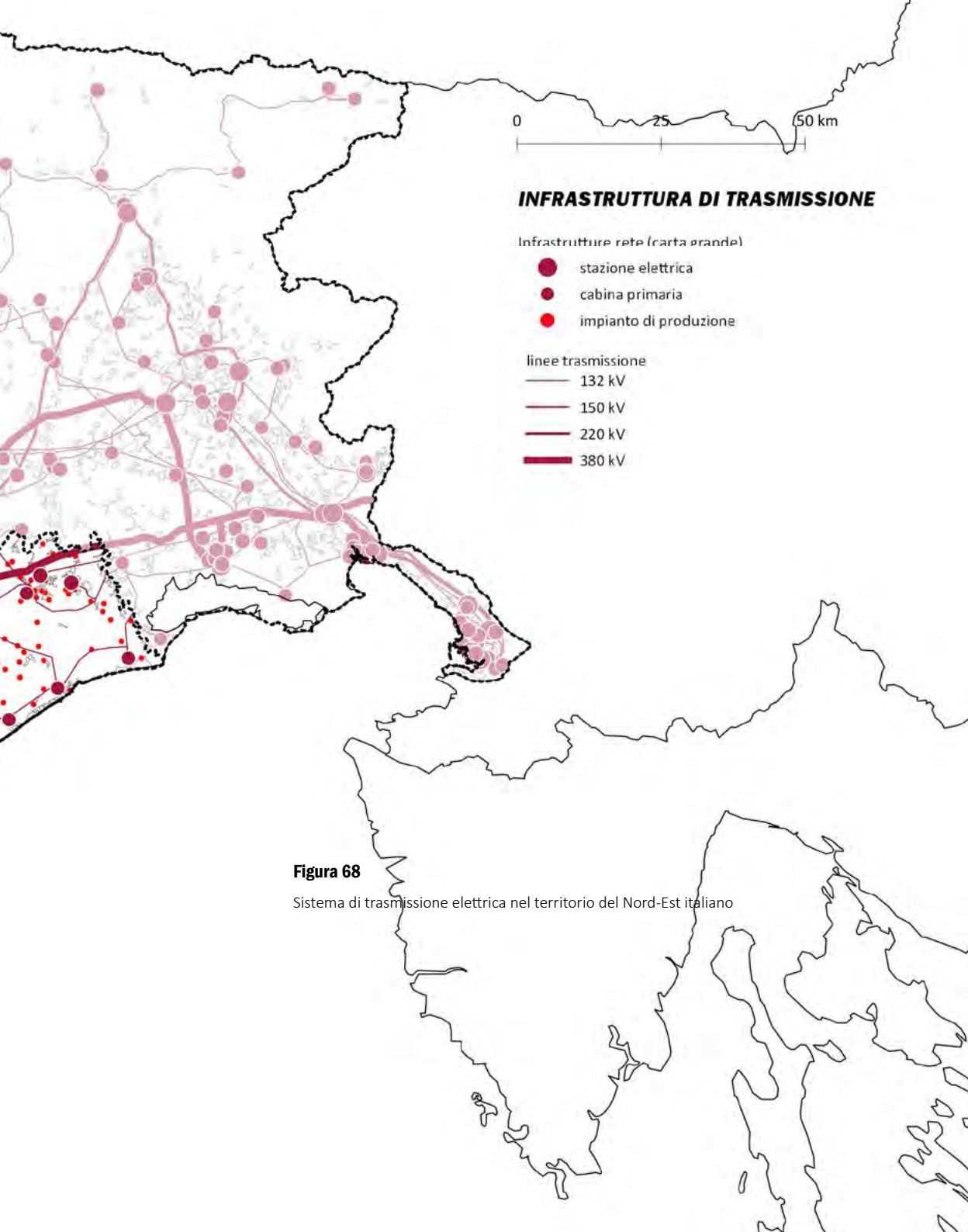
- FR collegamento transfrontaliero
- aree urbane

IT C. Nord

IT C. Nord







## INFRASTRUTTURA DI TRASMISSIONE

Infrastrutture rete (carta grande)

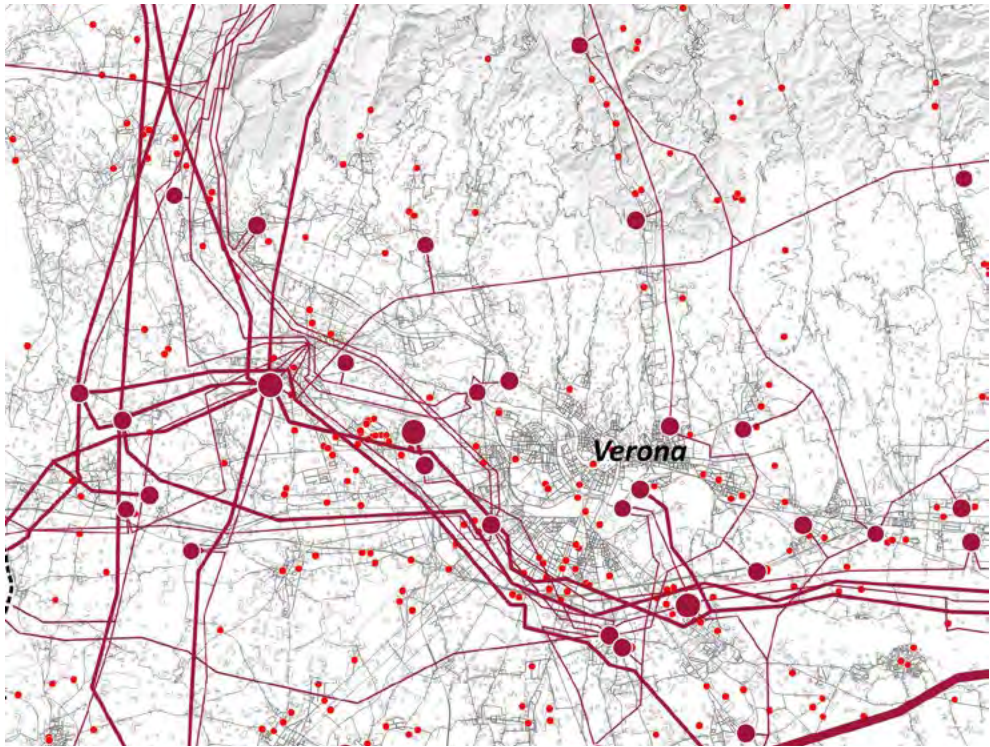
- stazione elettrica
- cabina primaria
- impianto di produzione

linee trasmissione

- 132 kV
- 150 kV
- 220 kV
- 380 kV

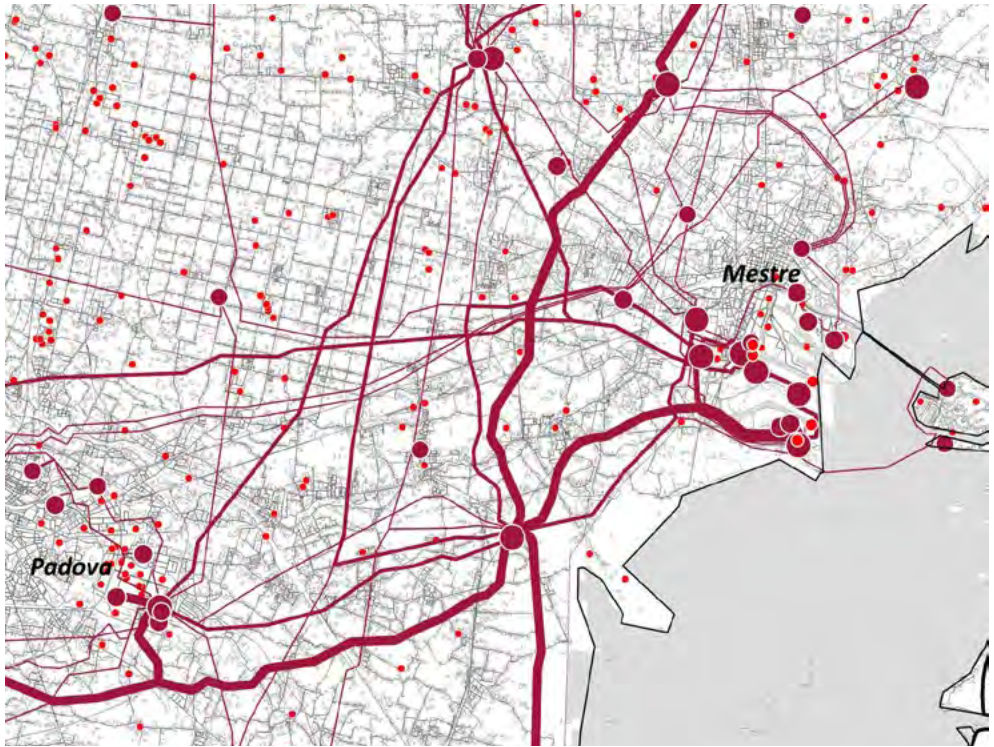
**Figura 68**

Sistema di trasmissione elettrica nel territorio del Nord-Est italiano



**Figura 69**

Nodo di Verona, snodo tra il “corridoio 5 dell’energia” e la direttrice verso Trento-Brennero-Austria



**Figura 70**

Nodo di Porto Marghera, raccordo con importanti siti produttivi, oggi in parte in riconversione.

0 2,5 5 km

- stazione elettrica
- cabina primaria
- impianto di produzione

linee trasmissione

- 132 kV
- 150 kV
- 220 kV
- 380 kV

Gli elettrodotti, per la maggior parte aerei, sono composti da piloni alti decine di metri e cavi che interconnettono impianti di produzione, stazioni elettriche e cabine primarie. Queste infrastrutture reticolari, pur toccando a terra solo alla base dei piloni, generano corridoi di rispetto dove non possono trovare spazio certe funzioni a causa dell'inquinamento elettromagnetico che genera il passaggio di elettricità ad alto voltaggio.

**Figura 71**  
L'ELETTRODOTTO

La stazione elettrica costituisce, invece, il nodo principale della rete di trasmissione dove l'energia viene smistata, convertita o trasformata. Esistono tre tipologie di stazioni: quelle di smistamento ripartiscono energia tra stazioni ed elettrodotti allo stesso livello di tensione; quelle di conversione trasformano la tensione da alternata in continua e viceversa; quelle di trasformazione, invece, portano l'energia da un livello di tensione ad un altro.

**Figura 72**  
LA STAZIONE ELETTRICA

Spazialmente le stazioni sono superfici mediamente estese per una decina di ettari, composte da una struttura modulare con più sezioni a loro volta costituite da un sistema di sbarre e da un insieme di derivazioni denominate montanti o stalli. Oltre la struttura modulare, l'area si connota per la presenza di locali per la manutenzione e il controllo dell'impianto, accessi, piazzali asfaltati e recinzioni. Attorno alla stazione convergono uno o più elettrodotti che, vista la loro elevazione, caratterizzano il paesaggio circostante. In Veneto si contano trentotto stazioni elettriche, con una particolare concentrazione nell'area industriale di Porto Marghera in cui ve ne sono sei, tutte collegate alle grandi centrali termoelettriche.

La cabina primaria è il secondo nodo della rete e ha la funzione di trasformare l'energia elettrica ad alta tensione (solitamente 120, 132 o 150 kV, ma anche 60 o 220 kV) in energia elettrica a media tensione (8.4, 10, 15 o 20 kV). Questi nodi rappresentano il punto di giunzione tra il sistema di trasmissione e quello di distribuzione. La cabina primaria è composta dai medesimi oggetti della stazione elettrica, solo che in scala ridotta e quindi con meno sezioni e meno superficie occupata. Le cabine primarie sono distribuite in modo diffuso nel territorio e il loro numero è elevato rispetto alle stazioni (nel territorio Veneto se ne contano centodieci).

**Figura 73**  
LA CABINA PRIMARIA



**Figura 71**

Pilone dell'elettrodotto Malcontenta-Scorzè: l'attacco a terra di queste strutture, e la fascia di rispetto che determinano, influenzano le configurazioni spaziali e l'uso del suolo. Fabrizio D'Angelo, Spinea (VE) luglio 2022.



**Figura 72**

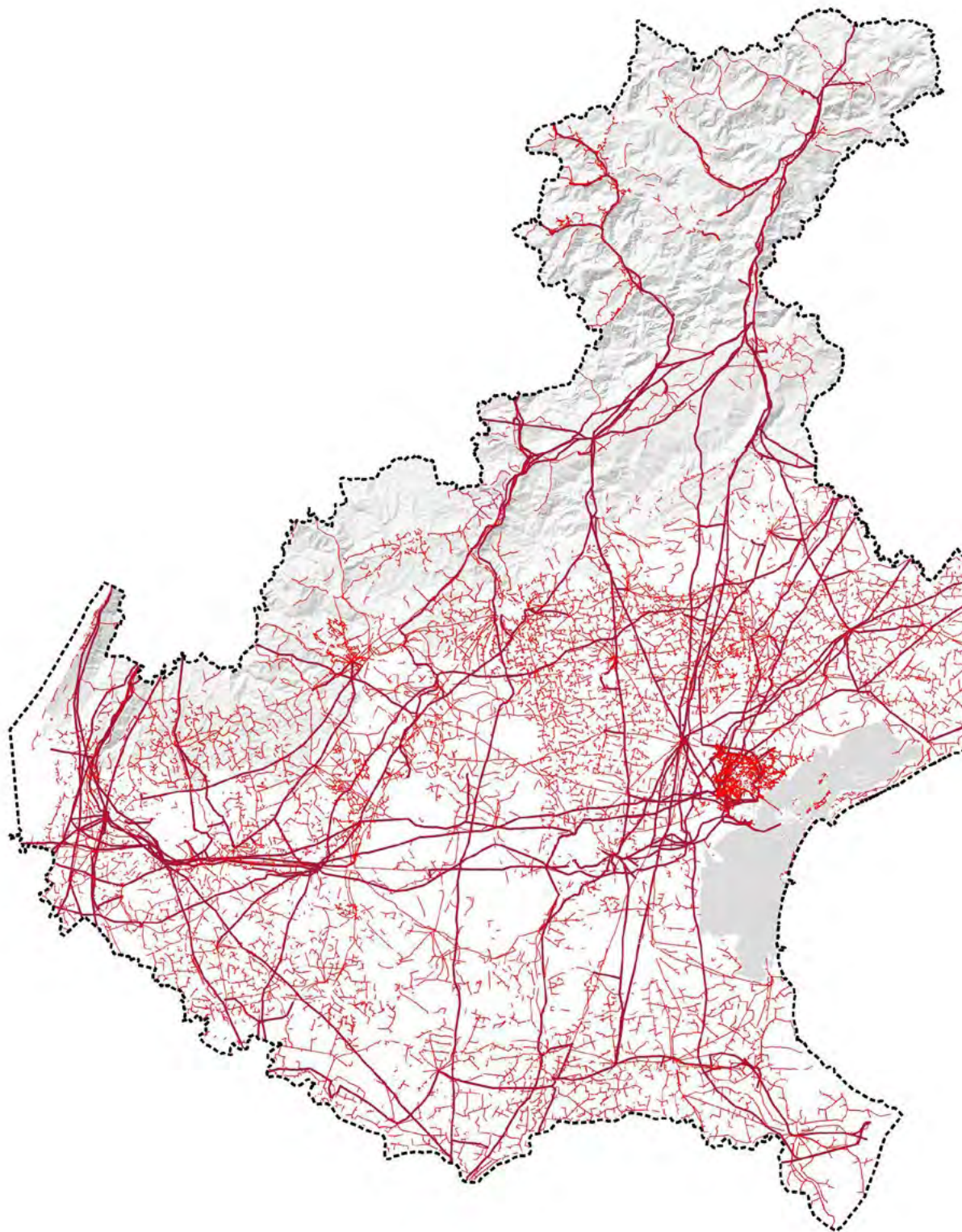
La stazione elettrica di Camin-Padova, snodo fondamentale della rete veneta, è una delle infrastrutture spazialmente più estese della regione.

Fonti: Bing maps, 2021.

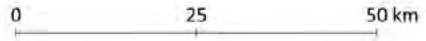


**Figura 73**

Cabina Primaria di San Lazzaro-Padova.  
Fonti: Bing maps, 2021.







### **INFRASTRUTTURA DI DISTRIBUZIONE**

- linea elettrica di distribuzione (media-bassa tensione)
- linea elettrica di trasmissione (alta tensione)



**Figura 74**

L'infrastruttura della distribuzione elettrica nel territorio regionale. Sono rappresentate solo le infrastrutture soprassuolo, mentre i numerosi chilometri di linee interrato non sono mappati.

La distribuzione è il secondo livello dell'infrastruttura di trasporto con il compito di portare l'energia a media e bassa tensione fino alle utenze finali o viceversa in caso di impianti di autoproduzione. La rete è composta da un fitto e capillare intreccio di linee elettriche con dei punti di snodo definiti dalle numerose cabine secondarie, in cui si trasforma l'energia tra media e bassa tensione.

La rete di distribuzione si sviluppa soprassuolo con sostegni di moderata altezza che, a differenza delle reti di trasmissione, non richiedono fasce di rispetto, oppure in modo sotterraneo con cavidotti posati spesso sotto il manto stradale.

La visibilità e invisibilità della rete caratterizza la rappresentazione cartografica che qui si limita a ciò che sta sopra il suolo. Osservando gli esiti cartografici è possibile notare un certo addensarsi di reti nei principali centri urbani; una griglia particolarmente fitta nell'area della pianura centrale con aree a maglia regolare (aderenza al graticolato romano); una rete a segmenti intermittenti nel territorio montano (qui molti passaggi sono interrati).

Osservando da vicino l'infrastruttura nella pianura centrale è possibile cogliere una diversa logica spaziale rispetto alla trasmissione: le linee non attraversano semplicemente il territorio, ma ne prendono la forma, adattandosi alla forma urbana e alle razionalità determinate da reti stradali e idrografiche. In questa rappresentazione è evidente la corrispondenza delle linee con la forma urbana, a sua volta adattata alla rete stradale costruita sull'antica forma dell'agro centuriato romano. Dalla stessa rappresentazione si coglie la configurazione di una rete capillare, condizione determinata dalla diffusione abitativa e dalla necessità di ricoprire una dispersa presenza di utenze.

Infine, si nota la presenza di particolari concentrazioni di cabine secondarie nelle zone produttive: qui il rapporto è uno a uno con gli edifici produttivi che richiedono pertanto ciascuno la propria infrastruttura energetica. A livello architettonico le cabine si distinguono in due tipologie di manufatti: la torretta, diffusa nel passato, e il box contemporaneo. Spesso, nei contesti urbani compatti e nelle aree industriali, le cabine sono inglobate in edifici esistenti.

**Figura 74**  
LA RETE DI DISTRIBUZIONE

**Figura 75**  
LA RETE DI DISTRIBUZIONE  
NELLA PIANURA CENTRALE

**Figura 76-77**  
LE CABINE SECONDARIE



**Figura 75**

Dettaglio della rete di distribuzione nella pianura centrale. Si percepisce una maggior relazione con le razionalità territoriali e in particolar modo le strade. Sullo stesso ritaglio si vede, al contrario, come le linee della trasmissioni (in rosso) attraversino il territorio in modo indifferente rispetto alle spazialità che incontrano.

0 2 4 km

Rete distribuzione

— linea elettrica a bassa-media tensione

■ cabina secondaria (Media e Bassa Tensione)

Rete trasmissione

● Cabina Primaria

● Stazione Elettrica

— rete trasmissione (Alta tensione)

area urbana

□ tessuto residenziale e misto

■ aree destinate ad attività industriali e commerciali



**Figura 76**

Dettaglio della rete di distribuzione nella pianura centrale. Si evince come la presenza delle cabine secondarie si addensano nelle aree produttive (quasi ogni unità produttiva possiede una propria cabina). La numerosa presenza di queste infrastrutture fa emergere un alto apporto e richiesta di energia in queste aree.

0 2 4 km

**Rete distribuzione**

— linea elettrica a bassa-media tensione

■ cabina secondaria (Media e Bassa Tensione)

**Rete trasmissione**

● Cabina Primaria

● Stazione Elettrica

— rete trasmissione (Alta tensione)

**area urbana**

□ tessuto residenziale e misto

■ aree destinate ad attività industriali e commerciali



**Figura 77**

Esempi di cabina secondaria della tipologia a box con architettura "vernacolare".  
Fabrizio D'Angelo, Passo Cereda (BL), 2021.

## 5.2.1 IL TRAFFICO ELETTRICO E LA VULNERABILITÀ CLIMATICA

*Traffico elettrico.* Il Veneto importa molta energia soprattutto dal Sud Italia e dall'estero generando particolari situazioni di congestione elettrica nei nodi già descritti della pianura veneta<sup>28</sup>. Inoltre, la presenza sempre più consistente di impianti di produzione da fonti rinnovabili diffusi sul territorio e la distanza che intercorre tra i luoghi della produzione e quelli del consumo generano una complessa geografia del traffico elettrico.

Per conoscere la distribuzione dei fenomeni di *overgeneration* nella regione, è stato creato un *dataset* ex-novo ottenuto mappando le aree di maggiore congestione elettrica così come riportate all'interno del Piano di Sviluppo di Terna (2021).

Dalla rappresentazione prodotta riconosciamo alcune situazioni legate, in particolar modo, alla relazione con le aree di produzione e con lo stato delle infrastrutture di trasporto. Lungo la valle del Piave troviamo delle congestioni per “forte idraulicità”, una condizione legata ai picchi di produzione dei diversi impianti idroelettrici qui presenti che devono gestire l'immissione di grandi quantità di elettricità in rete, in tempi spesso difficili da programmare.

Nella pianura centrale, e in particolar modo nella linea di trasmissione tra Padova e Porto Marghera, riconosciamo diversi punti di congestione per “scarsa immissione tra reti”. Queste congestioni definiscono la situazione che si verifica presso stazioni elettriche e cabine primarie, oggetto di incontro di importanti linee di trasmissione spesso sovraccariche di elettricità, che non riescono a smaltire in modo fluido le quantità di energia sulla rete, generando quindi strozzature.

Un ultimo grado di congestione è quello che si registra presso il passaggio transfrontaliero con l'Austria a Cima Vallona (San Nicolò di Comelico-BL) dove cambia il sistema di gestione delle reti.

Queste particolari situazioni di criticità hanno portato Terna a un piano di interventi atti a ridurre le situazioni di congestione e

metodologia  
dataset

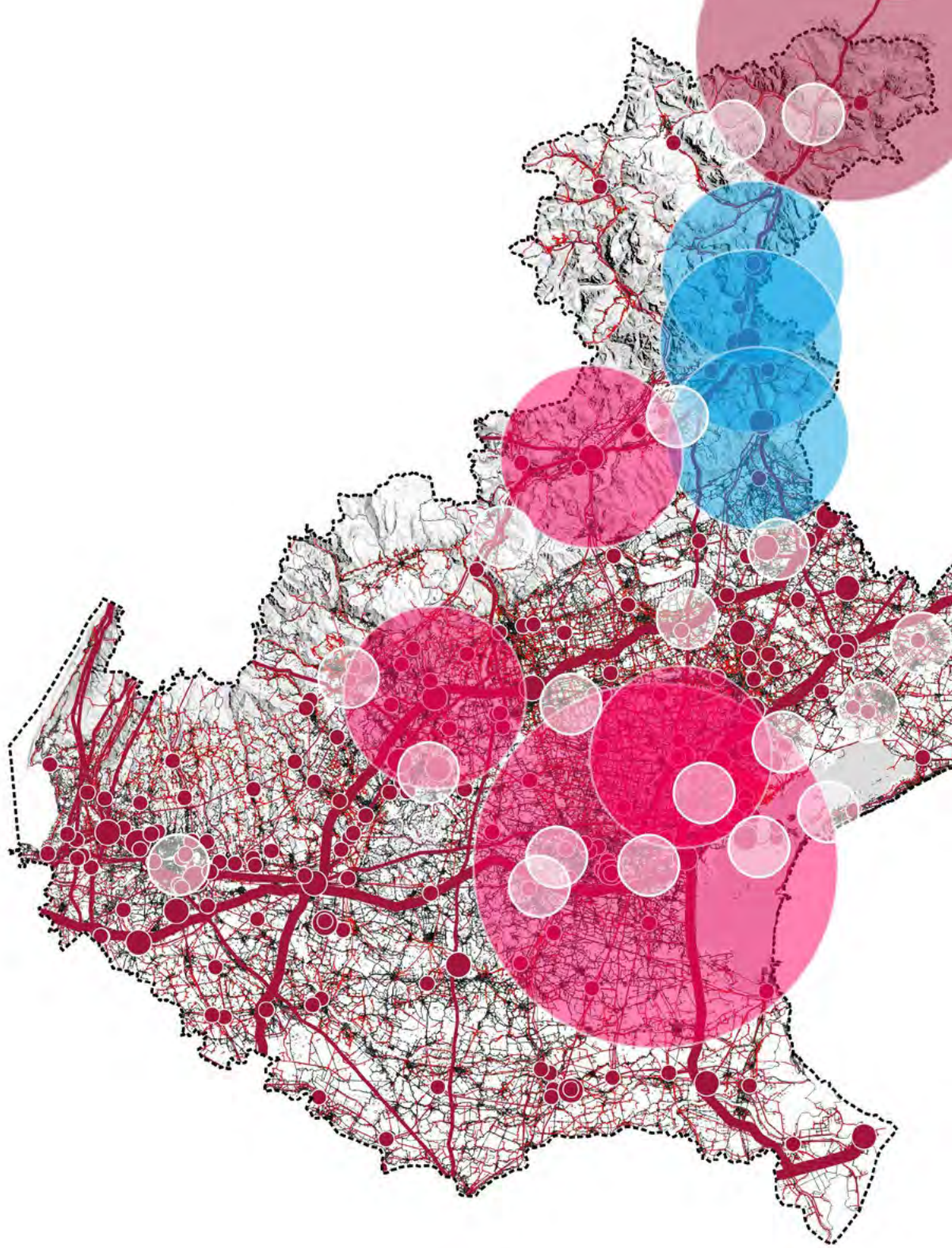
**Figura 79**  
IL TRAFFICO ELETTRICO

<sup>28</sup> In Italia i punti di maggior congestioni si concentrano nella Zona di Mercato Nord, dove lungo le Alpi si concentrano gli interscambi transfrontalieri e a sud quelli tra la Zona di Mercato Nord con quella Centro Nord.

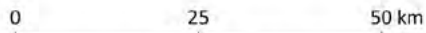


**Figura 78**

Smontaggio di una rete di distribuzione nelle opere di razionalizzazione elettrica della Valbelluna  
Fabrizio D'Angelo, Cesa (BL), luglio 2022.







### **IL TRAFFICO ELETTRICO**

Aree di congestione elettrica

-  forte idraulicità
-  mancata immissione tra reti
-  passaggio transfrontaliero
-  Aree di intervento Terna per efficienza e sicurezza
-  Cabina Primaria
-  Stazione Elettrica
-  linea elettrica ad alta tensione

**Figura 79**

Rappresentazione spazializzata dei punti e tipologia di maggior congestione elettrica e delle aree oggetto di intervento infrastrutturale. La maggior parte di congestioni si concentra nell'asse centrale del sistema regionale, dalla forte idraulicità del contesto montano, alle mancate immissioni in rete della pianura centrale.

migliorare così la sicurezza elettrica del territorio. La mappatura delle aree di intervento, ottenuta tramite la spazializzazione delle schede dei progetti del Piano di Sviluppo delle Reti (Terna, 2021), ha portato a definire alcune geografie del progetto dell'infrastruttura di trasporto. L'area con gli interventi più numerosi è quella del veneziano (tra la stazione di Camin-Padova e il collegamento regionale con il Friuli-Venezia Giulia). Qui gli interventi sono incentrati nella razionalizzazione della rete tramite operazioni di "magliatura", ovvero la creazione di nuove connessioni di elettrodotti in grado di alleggerire il traffico di stazioni elettriche e cabine primarie<sup>29</sup>.

Questi interventi portano in molti casi all'interramento della rete, con importanti modificazioni sia la paesaggio che all'uso del suolo; in altri, invece, vengono costruite nuove infrastrutture; entrambe le soluzioni richiedono un attento progetto di spazio.

*Vulnerabilità climatica.* Come emerso dallo stato dell'arte, negli ultimi vent'anni, il susseguirsi di eventi calamitosi sempre più avversi e peggiorati dal cambiamento climatico ha generato forti preoccupazioni sulla tenuta del sistema elettrico, particolarmente esposto a *blackout* e dis-alimentazioni. Anche il Veneto registra negli ultimi decenni numerose situazioni di *blackout* generate spesso da alluvioni e forti neviccate.

Per comprendere la misura e la geografia di questi fenomeni è stata prodotta una prima mappatura sperimentale. Il lavoro cartografico ha realizzato un nuovo *dataset* della localizzazione dei *blackout*, mappando le informazioni raccolte nel Report Città e Clima (Legambiente; 2018, 2020) e dalla cronaca dei quotidiani locali<sup>30</sup>. Il lavoro ha l'intento di produrre informazioni puramente indicative in quanto fa riferimento ad eventi successi solo nell'ultimo decennio e si basa su una raccolta non sistematica di informazioni. Non potendo mappare con precisione le aree coinvolte dai *blackout*, è stato dato un grado di ampiezza territoriale a ciascun evento (da 1 a 3), definendo 1 come evento localizzato su un centro abitato o su una infrastruttura, mentre

metodologia

<sup>29</sup> I principali interventi finanziati sono il collegamento tra la cabina primaria di Quarto d'Altino e l'elettrodotto 132 kV Spinea-Fossalta; il raccordo della stazione elettrica di Fossalta all'elettrodotto 132 kV Musile-Salgareda; e il raccordo tra la cabina primaria di Cessalto e Levada all'elettrodotto 132 kV Fossalta-Portogruaro.

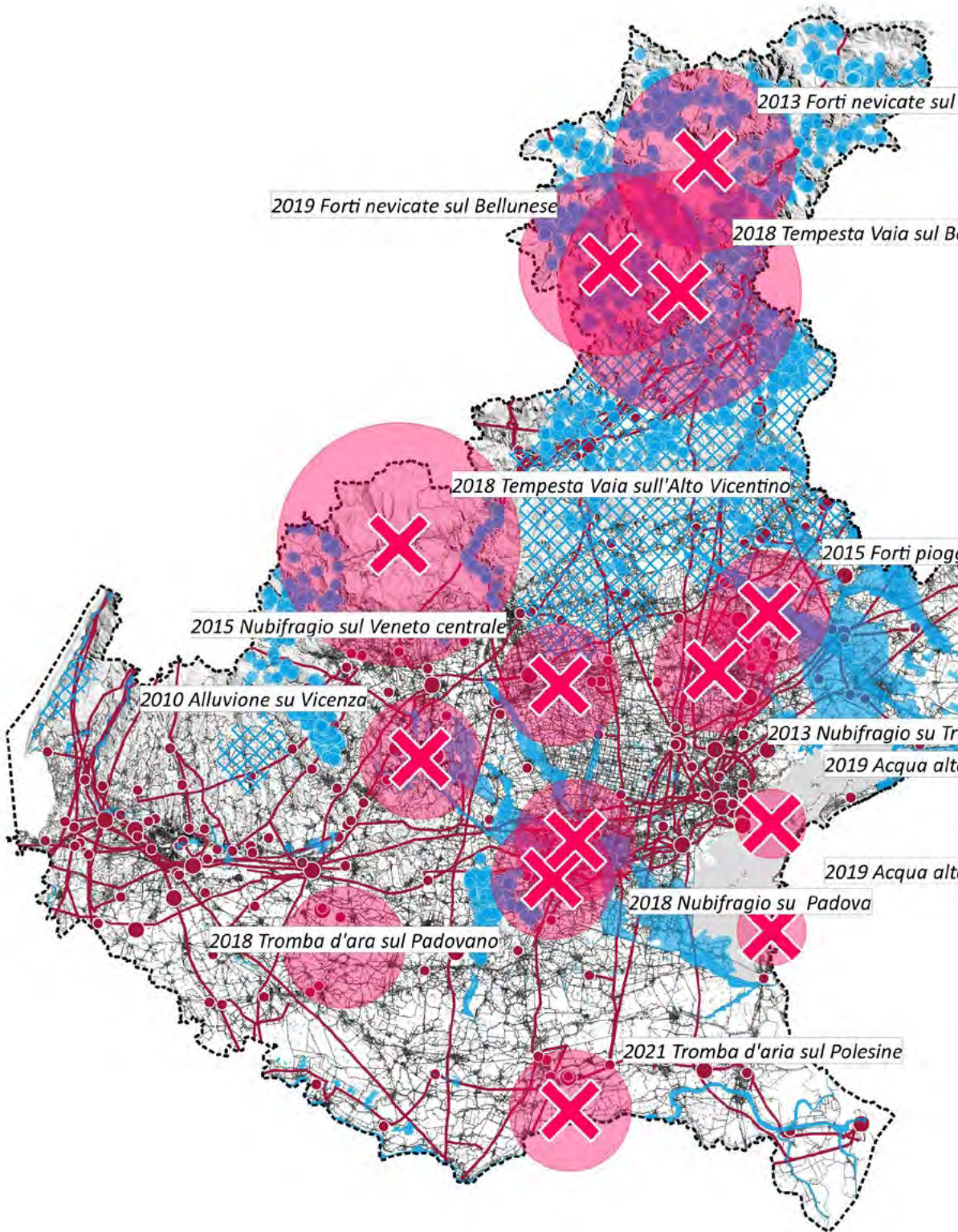
<sup>30</sup> La ricerca nella letteratura grigia dei quotidiani locali si è servita principalmente del motore di ricerca Google News, inserendo le parole chiave "blackout elettrici", "Veneto", "maltempo", "neviccate", "alluvioni", "gelo". Sono state prese in considerazioni le sole informazioni comprese nell'arco temporale 2010-2022.

dataset

3 un evento che ha coinvolto a macchia di leopardo anche intere provincie. I *dataset* di sfondo, un confronto con le fragilità territoriali, è definito dai diversi livelli di vulnerabilità ambientale estratti dalla pianificazione regionale (PAI e PTRC) e identificati come aree a pericolosità geologica e idraulica (Regione del Veneto, PTRC, 2020), le aree a rischio valanghivo nonché la pericolosità sismica (Regione del Veneto, mappa di pericolosità sismica del Veneto, 2016).

**Figura 80**  
CARTA DEI BLACKOUT PER  
MALTEMPO

Dalla spazializzazione delle interruzioni elettriche emerge una diversa incidenza degli eventi calamitosi sui sistemi elettrici che risultano particolarmente vulnerabili nella montagna veneta e nella pianura centrale. Nel primo territorio si registrano i blackout più vasti e duraturi generati dalla caduta di sostegni o di alberi sulle linee per forti nevicate o tempeste (2019 e 2013 forti nevicate sul Bellunese, 2018 tempesta “Vaia”). Nella pianura centrale, invece, riscontriamo numerosi e brevi blackout in genere legati ad alluvioni (2010 a Vicenza, 2019 acqua alta eccezionale a Venezia e Pellestrina) e nubifragi (2015 sul Veneto centrale, 2015 sul Trevigiano, 2013 sul Trevigiano, 2018 a Padova). La pianura centrale, inoltre, essendo un territorio diffusamente urbanizzato, e quindi con più infrastrutture elettriche, si espone con più facilità alle interruzioni elettriche per le diffuse occasioni di danneggiamento alle parti del sistema (caduta di alberi, scariche elettriche, ecc.).



Bellunese

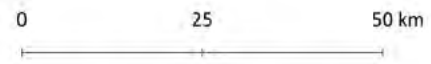
ellunese

ge sul Trevigiano

veviso

la eccezionale a Venezia

la eccezionale a Pellestrina



**BLACKOUT PER MALTEMPO**

-  blackout elettrico per maltempo (2010-2020)
-  estensione evento
-  area pericolosità idrogeologica
-  zona sismica
-  area pericolosità idraulica
-  linea elettrica ad alta tensione

**Figura 80**

Carta dei blackout elettrici per maltempo. Gli eventi più estesi sono quelli verificatisi nella montagna veneta a causa di alluvioni e forti nevicate.

## **I GIORNI DI “VAIA”, IL GRANDE BLACKOUT ELETTRICO NELLA MONTAGNA DEL TRIVENETO.**

Il blackout più esteso geograficamente e temporalmente registrato nell'ultimo decennio è senza dubbio quello scatenato dalla “tempesta Vaia”, un evento eccezionale che ha sollevato una forte preoccupazione sul tema della resilienza delle reti e che ha portato a una serie di interventi di trasformazione sia nelle infrastrutture di trasmissione che in quelle di distribuzione.

Con la denominazione “tempesta Vaia” si identifica l'evento meteorologico estremo che ha interessato il Nord-Est, e in particolare l'area montana veneta, dal 26 al 30 ottobre 2018. Questo evento, senza precedenti, si è manifestato con piogge persistenti e venti che hanno raggiunto la velocità di uragani (grado 12 della Scala Beaufort).

I forti venti, soffiando tra i 100 e i 200 km/h per diverse ore, hanno provocato lo schianto di milioni di alberi (si calcola la distruzione di decine di migliaia di ettari) con la devastazione di alcuni edifici e infrastrutture come strade, acquedotti e, in particolar modo, le reti elettriche di trasmissione e distribuzione.

La caduta degli alberi lungo le linee elettriche, il crollo di diversi piloni o gli stessi travolti dai corsi d'acqua in piena, hanno portato a fortissimi disagi alla distribuzione di corrente elettrica su tutto il territorio montano del

Triveneto.

Si calcola che oltre 200.000 utenze dell'area siano rimaste senza corrente elettrica per più di cinque giorni, fino al 30 ottobre<sup>31</sup>, e almeno 220 km di linee, tra media e alta tensione, e anche tre cabine primarie sono state distrutte o fortemente danneggiate<sup>32</sup>.

Le operazioni di ripristino sono state particolarmente complesse dovendo intervenire in un territorio montano impervio e reso ulteriormente inaccessibile dagli schianti degli alberi, dalla chiusura delle strade e dagli smottamenti diffusi. Per diversi giorni intere comunità hanno dovuto usufruire di energia elettrica da generatori alimentati a benzina e gasolio (sessantasei gruppi elettrogeni solo nel bellunese), trasportati spesso in elicottero.

L'evento, pur avendo un carattere eccezionale, ha da un lato dimostrato la vulnerabilità del sistema elettrico di fronte a questi eventi potenzialmente sempre più frequenti, dall'altro ha spinto a mettere in pratica azioni di resilienza non più procrastinabili.

Il dopo-Vaia è stata l'occasione per realizzare i primi interventi di resilienza da parte di enti gestori della rete di trasmissione (Terna) e di aziende che gestiscono la distribuzione localmente (es. e-Distribuzione).

<sup>31</sup> Fonti dall'articolo di Andrea Alba, “Maltempo, la devastazione dell'Altopiano di Asiago”, in <Corriere della Sera>, 31 ottobre 2018.

<sup>32</sup> Fonti raccolte dalla newsletter di e-distribuzione, disponibile al link: [www.e-distribuzione.it/archivio-news/2020/10/quando-vaia-sconvolse-litalia.html](http://www.e-distribuzione.it/archivio-news/2020/10/quando-vaia-sconvolse-litalia.html), consultato a maggio 2023.

Le opere di ricostruzione della rete hanno richiesto ingenti risorse economiche con interventi protratti sino al 2021, a tre anni di distanza dall'evento.

(oltre venti chilometri nella Provincia di Belluno, fonte e-distribuzione) e l'interramento delle linee per ridurre l'impatto visivo in particolari contesti (parchi naturali, passi montani, ecc.).

I principali interventi hanno riguardato il ripristino degli elettrodotti, approfittando, laddove possibile, per l'interramento delle infrastrutture, onde evitare, soprattutto nei contesti montani, danni a causa di ulteriori cadute di alberi o crollo dei sostegni.

Questa operazione ha portato "al riparo" quarantaquattro chilometri di linee di distribuzione nella sola Provincia di Belluno (fonte e-distribuzione).

Le stesse linee sono state coinvolte da un ammodernamento tecnologico tramite la dotazione di sensori e apparecchiature che permettono agli impianti, istantaneamente e autonomamente, di reagire agli eventi climatici e, qualora questo non fosse possibile, di trasmettere i dati per agire da remoto o geolocalizzare il guasto per un'azione mirata.

Altri interventi di resilienza sono stati l'utilizzo di "smorzatori", dispositivi che consentono in caso di caduta di piante di salvaguardare la struttura delle linee, e la creazione di fasce di rispetto tra le linee aeree e le superfici boscate.

Il contesto di questi vasti interventi ha portato anche a operazioni di razionalizzazione della rete locale con la demolizione di reti obsolete



**Figura 81**

Il forte vento ha, in più punti, sradicato e abbattuto soprattutto alberi di abeti che si sono rovesciati, o come in questo caso appesi, alle linee elettriche danneggiandole.

Fonti: Corriere del Veneto, "l'urlo di Vaia", 12.11.2021.





**Figura 82**

La forte pressione del vento e il peso di oggetti estranei sui cavi elettrici ha compromesso la stabilità di molti sostegni, come nel caso di questo traliccio piegato a San Tomaso Agordino-BL.

Fonti: La Stampa, "A un anno dalla Tempesta Vaia", 1.10.2019.

## 5.2.2 DI CHI SONO LE RETI?

Negli scenari di sviluppo territoriale delle infrastrutture di trasporto, soprattutto in relazione all'interoperabilità che sempre più porterà ad integrare il sistema energetico con le altre reti territoriali (telecomunicazioni, mobilità, acqua ecc.), è necessario acquisire la dimensione spaziale dei soggetti gestori, delle loro scale e delle loro geografie. Inoltre, nuove esigenze tecnico-operative, come la distribuzione bidirezionale, la produzione diffusa da risorse rinnovabili, le diverse forme di comunità energetiche e di autoconsumo, richiedono un ripensamento delle reti alla scala locale ristabilendo un nesso localizzativo tra infrastrutture e *governance* locale.

La liberalizzazione del mercato energetico (e di tante altre infrastrutture territoriali) ha portato alla frammentazione e ricostruzione dei sistemi di gestione e proprietà, facendo decadere i sistemi di monopolio e di gestione unificata e piramidale, per lasciare spazio a un'eterogenea geografia di gestori e proprietari che si accostano e sovrappongono nel territorio.

La possibilità di gestire le reti alla scala locale facilita un'integrazione tra più sistemi a rete e quindi tra più infrastrutture. La transizione ha aperto a nuove figure di gestione territoriali che assumono la denominazione di *multiutility*, ovvero delle società multiservizi di pubblica utilità che attuano una convergenza di operazioni in più settori (energia elettrica, gas naturale, acqua, telecomunicazioni).

La gestione multiservizi delle infrastrutture ha indubbe potenzialità sulla pianificazione territoriale con possibili ricadute anche sul progetto spaziale delle infrastrutture nella dimensione locale.

Per conoscere la complessa geografia della gestione elettrica e delle reti affini è stata necessaria la spazializzazione dei gestori delle infrastrutture di distribuzione, prima elettriche e poi idriche e del gas. La costruzione del dato *ex-novo* è stata compiuta con i dati ARERA 2021 degli operatori dei servizi a rete (settori elettricità, acqua, gas, teleriscaldamento).

Tramite operazioni di unioni tabellari sono state spazializzate le informazioni alfanumeriche contenute negli elenchi dei gestori dei servizi per municipalità, entro i *dataset* dei comuni italiani (ISTAT 2018). L'operazione ha portato alla creazione di tre *dataset*

metodologia  
dataset

**Figura 83**  
GESTIONE DELLA  
DISTRIBUZIONE ELETTRICA

che hanno poi permesso la composizione di tre strati informativi (gestione della distribuzione elettrica, gestione della distribuzione idrica, gestione della distribuzione di gas).

Utilizzando il *dataset* della gestione della distribuzione elettrica a scala comunale, emerge una rappresentazione significativa della ancor forte presenza delle tracce della gestione dell'ex-Ente nazionale. La quasi totalità delle reti di distribuzione dei comuni veneti, infatti, è affidata a e-distribuzione spa, società del gruppo Enel che ha ereditato nel 1999 (Decreto 77/99) la gestione del precedente sistema nazionalizzato.

Questa tendenza è tipica nella maggior parte del territorio nazionale che vede, fatta eccezione per alcune regioni (Trentino Alto-Adige e Valle d'Aosta), alcune realtà urbane (Roma, Milano, Torino, Parma, Modena, Brescia, Terni, Verona e Vicenza) e alcune municipalità minori, la gestione delle reti di distribuzione sotto un unico grande *player* "nazionale", appunto e-distribuzione spa.

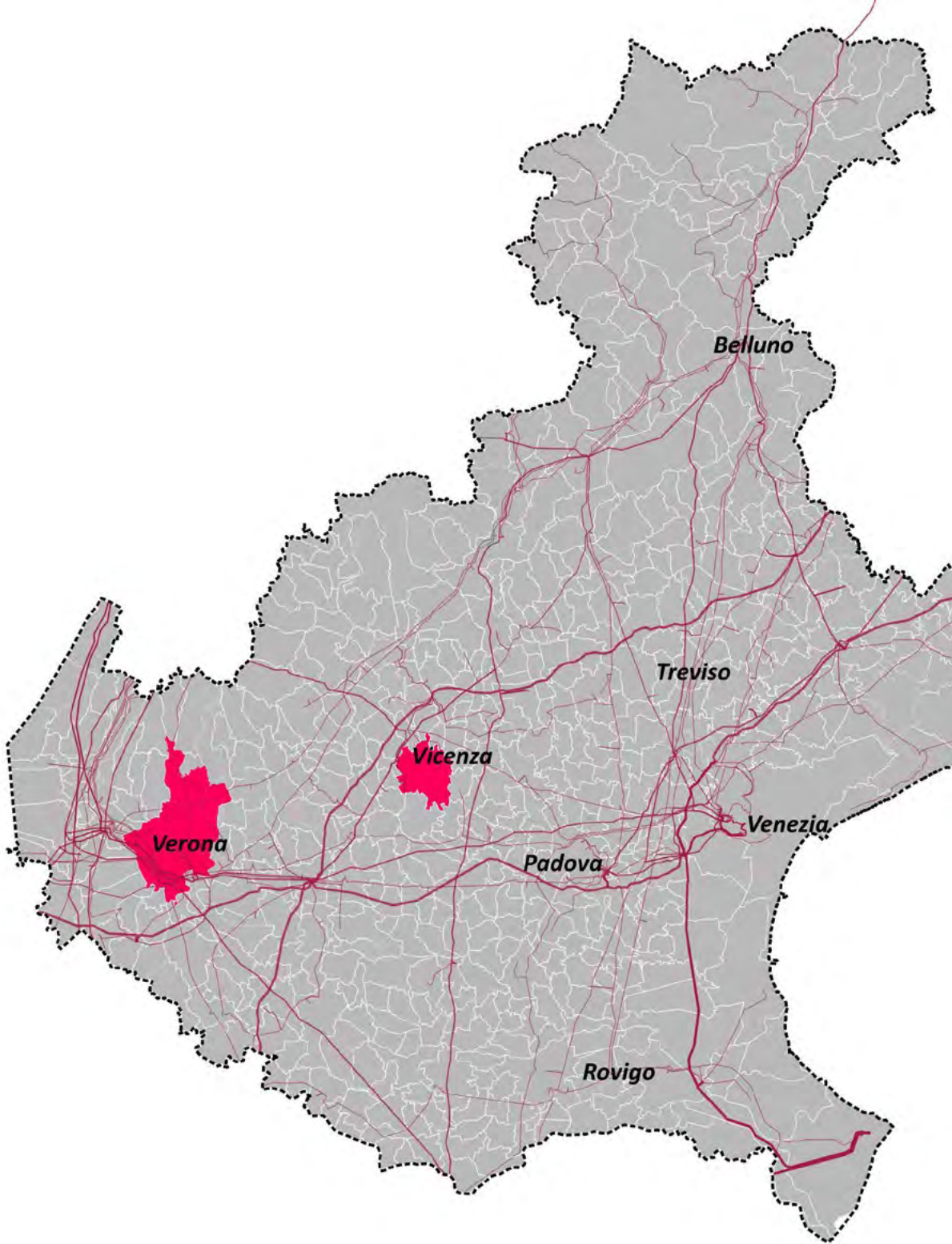
Le uniche realtà che si distinguono nel contesto veneto sono quelle delle aree urbane di Verona, in cui rientra anche il confinante comune di Grezzana, e quella di Vicenza. In questi contesti la gestione è affidata a società private che svolgono attività di pubblica utilità.

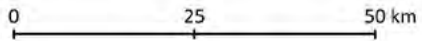
Nel contesto veronese, la distribuzione elettrica è affidata alla società Megareti spa, società del gruppo AGSM-AIM con sede nel capoluogo scaligero. La società si occupa della gestione della rete energetica di distribuzione, ma anche di quella del gas che include i comuni della Valle d'Illasi, il comune mantovano di Goito e i comuni vicentini di Chiampo, Arzignano, Nogarole Vicentino, San Pietro Mussolino, Altissimo e Crespadoro.

Nel contesto della città di Vicenza, la gestione della distribuzione elettrica è affidata alla società Servizi a rete srl (sempre gruppo AGSM-AIM); la stessa azienda gestisce poi anche i sistemi di telecomunicazione e illuminazione pubblica, sia nella città di Vicenza che nei comuni limitrofi.

**Figura 84**  
GESTIONE DELLA RETE DEL GAS

Interrogando i *dataset* ottenuti nella rappresentazione della gestione territoriale della distribuzione del gas emerge la presenza di tre grandi operatori che agiscono in tutta la scala nazionale: AP, Italgas e 2I rete. Oltre a questi soggetti, a livello regionale si possono identificare dei contesti in cui prevale un operatore





## GESTIONE DISTRIBUZIONE ELETTRICA

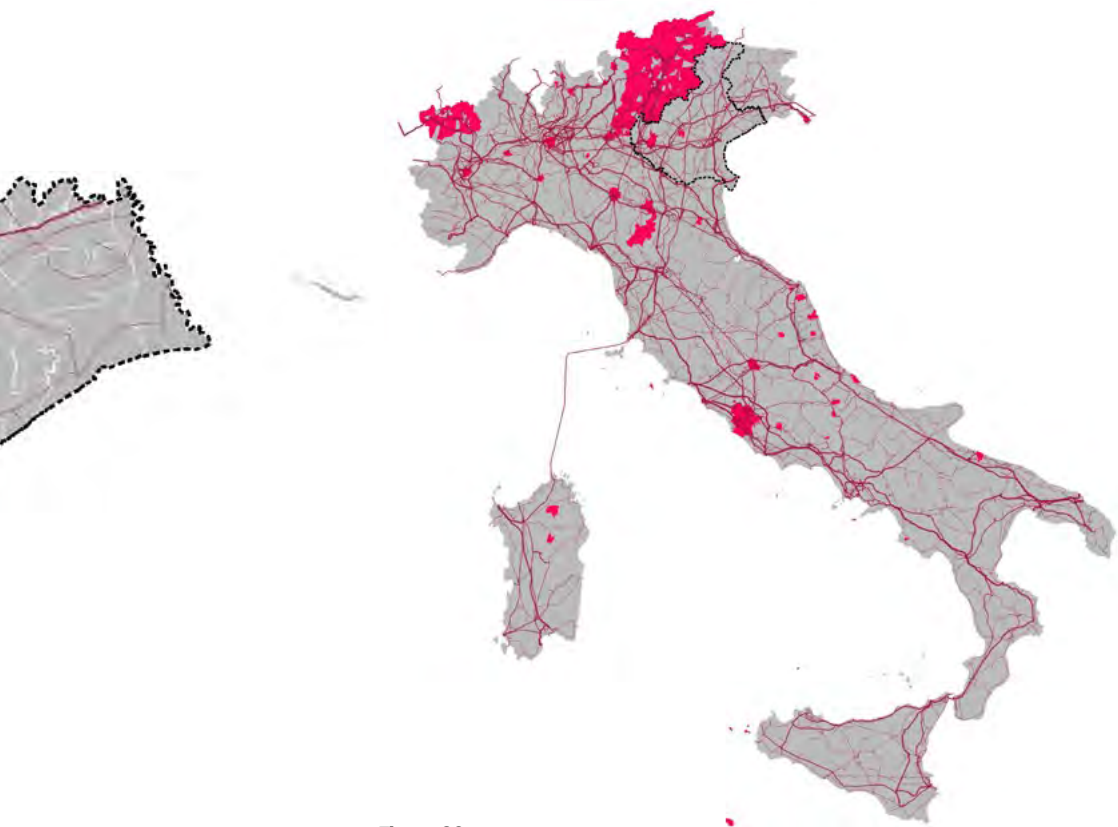
— linea distribuzione elettrica

Gestori rete distribuzione elettrica (scala comunale)

■ E-Distribuzione spa

■ Megartei spa (Verona-Grezzana)

■ Servizi a Reti srl (Vicenza)



**Figura 83**

Geografia della gestione delle reti di distribuzione elettrica del Veneto. Tutti i comuni, eccetto Verona, Grezzana e Vicenza sono gestiti da un unico player, e-distribuzione spa, traccia del precedente sistema nazionalizzato.

locale: Servizi a rete srl, AP reti gas Vicenza spa, Megareti spa, Rete morenica, Erogasmet, GEI società di distribuzione, BIM Belluno infrastrutture spa.

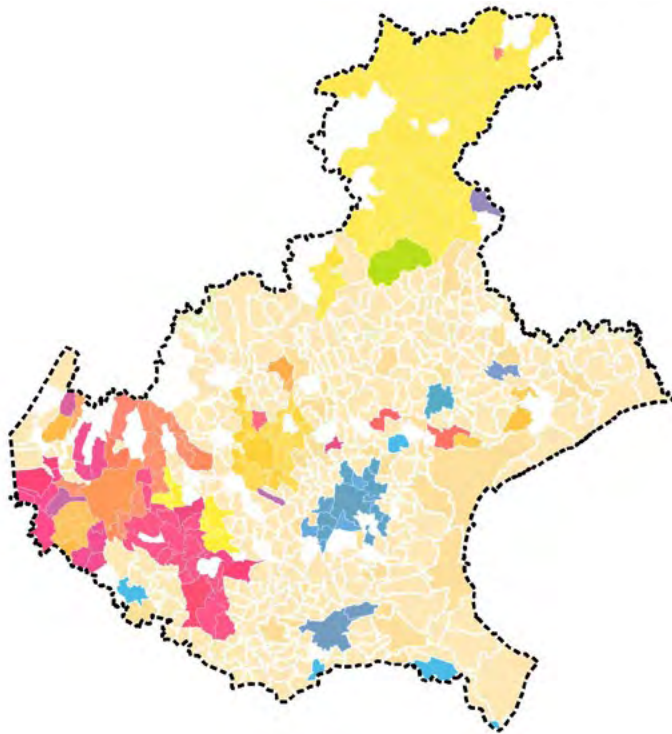
Per quanto riguarda la rappresentazione della gestione dei servizi idrici si nota una maggior compattezza di *multiutility* su aree pressappoco coincidenti con i territori provinciali: VERITAS (Veneziano); Piave servizi spa e Alto Trevigiano servizi (Marca trevigiana); ETRA spa e Viacqua spa (vicentino), Acque veronesi (veronese); AcegasAPSAmg (Padova); GSP Gestione Servizi Pubblici (bellunese).

**Figura 85**  
GESTIONE DELLA RETE IDRICA

In alcuni casi, come nella montagna bellunese, la gestione delle reti di servizi converge in un unico grande attore, ovvero il gruppo Gestore Servizi Pubblici (GSP), erede dell'ex consorzio BIM Piave di Belluno. La società è partecipata al 100% dai Comuni della provincia di Belluno (esclusi Arsìe e Lamon) e si occupa di distribuzione di gas e acqua, nonché della gestione dei servizi di fognatura e di depurazione delle acque. L'azienda possiede quote di partecipazione in società per la produzione idroelettrica ed è soggetto promotore di reti di teleriscaldamento.

Un altro caso è quello del veneziano con la VERITAS, una società a capitale pubblico con cinquantuno Comuni soci. La società è organizzata in tre divisioni: ambientale, idrico integrato, servizi pubblici locali. Il gruppo sostanzialmente si occupa di servizi di igiene ambientale (raccolta e smaltimento rifiuti e produzione di energia dai rifiuti), servizio idrico integrato (captazione, adduzione, sollevamento, potabilizzazione e distribuzione di acqua a uso civile), servizi urbani collettivi (gestione servizi cimiteriali, mercato ittico, bonifiche ambientali, discariche post-mortem, e altri servizi urbani), produzione energia da fonti rinnovabili e biomasse tramite il fotovoltaico. La società, inoltre, gestisce cinquantadue impianti di cogenerazione con rete di teleriscaldamento in complessi immobiliari pubblici o privati. La multiservizi sovrintende anche l'illuminazione pubblica e semaforica a Chioggia, Fiesse d'Artico e Portogruaro.

Da questa prima analisi territoriale della gestione delle reti, emerge come la transizione energetica stia apportando modifiche anche alla gestione delle infrastrutture sul territorio. Attualmente sono solo tre i comuni in cui la distribuzione è affidata a un soggetto



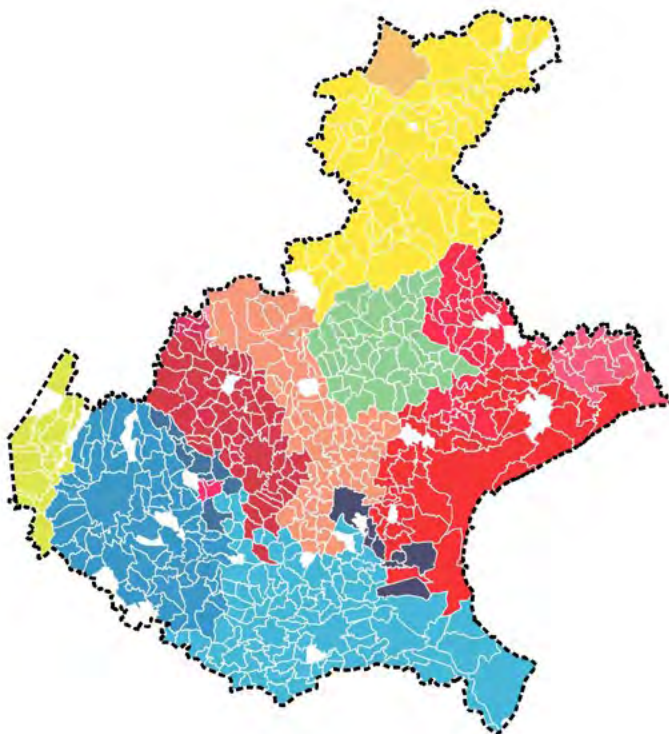
**Figura 84**

Geografia della gestione delle reti energetiche di distribuzione del gas.



locale, ma, osservando l'evoluzione e la crescita delle multiutility nel contesto regionale, si può intravedere un margine di crescita di reti energetiche territorializzate, dove il trasporto dell'energia rientra nella gestione di servizi a scala locale e urbana, aprendo ad altre progettualità e sviluppi maggiormente contestualizzati anche in scala ecologica.





**Figura 85**

Geografia della distribuzione delle reti dei servizi idrici (acquedotti e servizi fognari)



## 5.3 **CONSUMI ELETTRICI SPAZIALIZZATI**

### 5.3.1 **USO DEL SUOLO ENERGIVORO**

La rappresentazione del sistema dei consumi è tra gli aspetti più critici e meno esplorati della transizione energetica. Alcuni tentativi di mappatura dei consumi sono stati portati avanti in isolati casi di pianificazione, come nel Piano Energetico Comunale di Bologna<sup>33</sup> o nelle sperimentazioni in corso nella città di Bolzano per il monitoraggio del livello di efficienza energetica degli edifici<sup>34</sup>. Tuttavia, nella maggior parte dei contesti, prevale la logica dello strumento di pianificazione del PAES, dove i consumi vengono espressi in modo standardizzato, in forma aggregata alla scala comunale e meramente quantitativa (De Pascali e Bagaini 2018). Gli stessi dati esprimono informazioni per categorie di uso o per tipologie di costruito tramite quantità mai spazializzate, mentre le parti del sistema energetico (impianti di produzione, linee di trasporto energetico, ecc.) vengono descritte testualmente e mai mappate.

Riferimenti grafici e di metodo nel campo della strumentazione urbanistica non paiono quindi particolarmente soddisfacenti, fattore determinato anche dalla scarsa disponibilità e accessibilità di dati, spesso frammentati dietro una gestione multi-attoriale o non monitorati adeguatamente.

Questa lacuna incide sulla pianificazione e sul progetto spaziale in quanto non definisce una misura e una conoscenza spazializzata dell'energia consumata: ad esempio, alla scala urbana, non è possibile definire con precisione quale forma del costruito (compatta, dispersa, tessuto storico, ecc.) o caratteristica architettonica (epoca di costruzione, tecnologie installate, orientamento, funzione, ecc.) consumi di più o di meno, né quale sia l'evoluzione dei consumi nel tempo corto (giornata)

<sup>33</sup> Nel Piano Energetico Comunale della città di Bologna sono state editate alcune carte che hanno tentato di declinare i consumi nei tessuti della città, differenziando le diverse funzioni e mappando le principali infrastrutture energetiche. Il lavoro, tuttavia, non ha trovato proseguimento e non è stato più aggiornato.

<sup>34</sup> La sperimentazione nella città di Bolzano parte dai dati dei consumi aggregati per edificio (consumi metano forniti da SEAB, consumi di teleriscaldamento ed elettrici forniti da Alperia), assieme ai dati sulle superfici forniti dal Catasto, individua per ogni edificio (pubblico o privato) il consumo medio reale dello stesso espresso in [kWh/m<sup>2</sup>/anno]. Per maggiori informazioni si rimanda al sito istituzionale del progetto: <https://opencity.comune.bolzano.it/Servizi/Mappatura-dei-consumi-energetici-degli-edifici-del-Comune-di-Bolzano>. Consultato a febbraio 2023.

e lungo (mesi e anni). Per le stesse ragioni, alla scala territoriale, non è possibile definire le differenze di consumo tra diverse aree funzionali (industriali, commerciali, residenziali, miste, ecc.), tessuti (centri compatti, dispersione, ecc.) e contesti geografici o climatici (montagna, aree rurali, costa, ecc.).

A questi aspetti si aggiunge, all'interno della strumentazione urbanistica, una debole conoscenza dei possibili usi della cartografia.

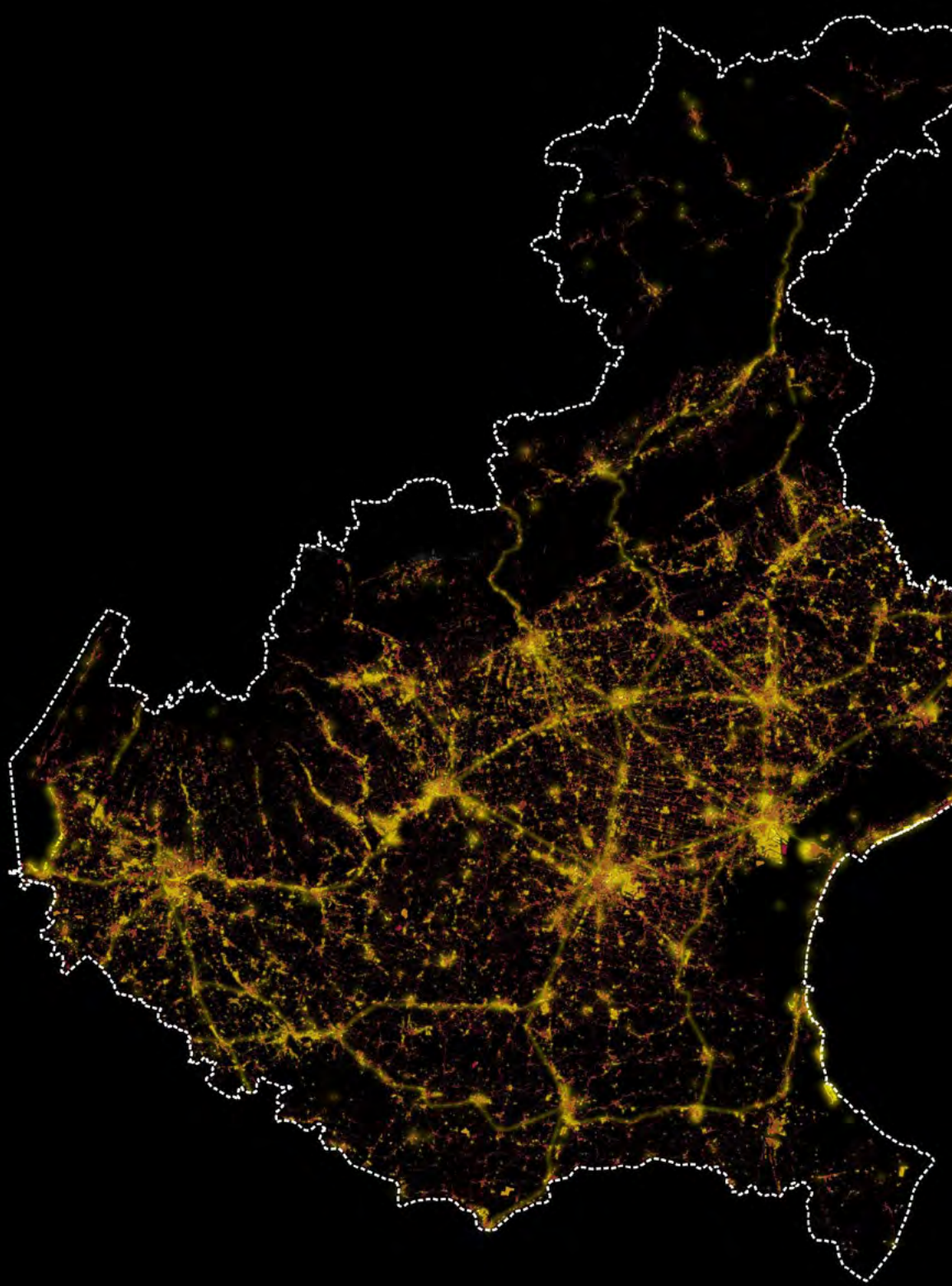
Alcuni esempi interessanti di spazializzazione dei consumi sono invece quelle che provengono dalla ricerca scientifica. In particolare, molto del lavoro di mappatura sperimentale portato avanti in questa tesi fa riferimento al progetto di ricerca "Energie et recyclage-Ignus Mutant Res" (Viganò, Secchi, Fabian, Barucco, Cavallaro e Furlan, 2013). In questa esplorazione è stata prodotta una sperimentale spazializzazione dei dati aggregati di bisogni "teorici", non riferibili quindi a un preciso contesto, e legati ai settori dell'ambiente, dell'agricoltura, delle infrastrutture di trasporto, e dell'insediamento sulle superfici dell'uso del suolo del *Grand Paris* e del Veneto.

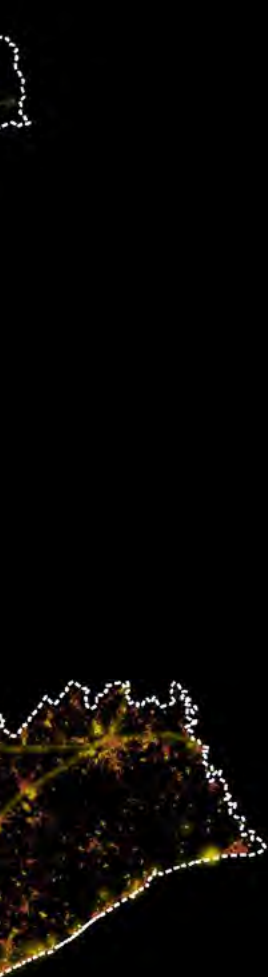
## metodologia dataset

Partendo da questa esplorazione, è stata sperimentata una metodologia di analisi cartografica per definire con maggior dettaglio i consumi spazializzati, utilizzando dei dati quantitativi aggregati riferiti alla sola elettricità consumata nel preciso contesto del Veneto.

I dati di partenza sono quelli raccolti da Terna (2019) nel "Rapporto annuale consumi energetici", dove sono stati estratti i dati quantitativi dei consumi elettrici assoluti riferiti a un anno solare (espressi in GWh/anno). Gli stessi dati sono definiti per i settori dell'agricoltura, del residenziale, dell'industria (suddivisa in attività manifatturiere; costruzioni; estrazioni di materiali da cava e miniere; energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata), e dei servizi (suddivisi per commercio, trasporto e magazzinaggio; amministrazione pubblica e difesa; sanità; servizi veterinari; illuminazione pubblica; servizi rete autostradale; istruzione; alberghi, ristoranti e bar; informazione e comunicazione; finanza e assicurazione; immobiliare; attività professionali).

Da questi dati assoluti sono state intraprese alcune operazioni atte a definire una media dei consumi elettrici per superficie di settore. Per questa operazione sono stati utilizzati i dati spaziali sull'estensione definiti dalle superfici della Carta della Copertura





0 25 50 km

## SPAZI ENERGIVORI

Consumi energetici spazializzati (MW/ha/anno)

15,490
28,330
37,570
49,200
53,240
64,410
75,140
112,710
169,380
263,920
315,450
498,000
498,730
707,450
931,580

**Figura 86**

Distribuzione dei consumi energetici nell'uso del suolo a scala regionale. Le componenti più luminose (giallo) rappresentano gli spazi più energivori, al contrario quelle spente (blu) sono quelle che richiedono un fabbisogno energetico più contenuto.

del suolo (Regione Veneto, 2018). Dopo opportuni passaggi di equiparazione tra settori di consumo elettrico e classi di copertura del suolo, sono state dapprima calcolate le superfici dei diversi settori (ha), per poi dividerle per il dato assoluto dei consumi elettrici (GWh/anno), generando un consumo medio spazializzato (MWh/ha/anno).

Il dato ottenuto è stato poi inserito come nuova categoria della Carta della Copertura del Suolo, creando quindi un nuovo *layer* informativo abbinato ai singoli *dataset*.

Nel calcolo sono state escluse tutte le superfici considerabili prive di consumo e utenze elettriche come gli spazi coltivati, ma non gli edifici agricoli; la rete idrografica, ma non i manufatti idraulici; le superfici stradali, ma non quelle con illuminazione pubblica e tutte le aree non costruite (superfici boscate, rocce, lagune, ecc.)

Per verificare l'operazione è stato eseguito il medesimo procedimento con i dati della regione Emilia-Romagna (con un diverso dato di copertura del suolo) verificando così come i valori individuati corrispondessero con una certa precisione in tutte le categorie. Per ulteriori verifiche è stato fatto riferimento ad alcuni dati di consumi medi noti<sup>35</sup> (in particolar modo a quelli domestici), riscontrando anche qui un'alta coincidenza.

Dal *dataset* prodotto è stato possibile quindi compiere diverse operazioni cartografiche che, seppur esprimendo dei valori indicativi, riescono comunque a fornire interessanti letture.

Tematizzano il *dataset* in base al consumo spazializzato di è stato possibile individuare le aree e gli spazi teoricamente più energivori.

Osservando gli esiti di questa distribuzione emerge come vi siano spazi ad alto consumo elettrico particolarmente estesi e concentrati nei centri urbani principali (Mestre, Padova, Verona, Treviso, Bassano, Vicenza). Qui la continuità di funzioni, come l'industria, il commercio e i servizi, genera diverse e articolate "piastre energivore". Ulteriori spazi ad alto consumo si notano nella pulviscolare distribuzione dei tanti edifici produttivi che punteggiano l'intera pianura, con particolari concentrazioni nella dispersione insediativa della città diffusa.

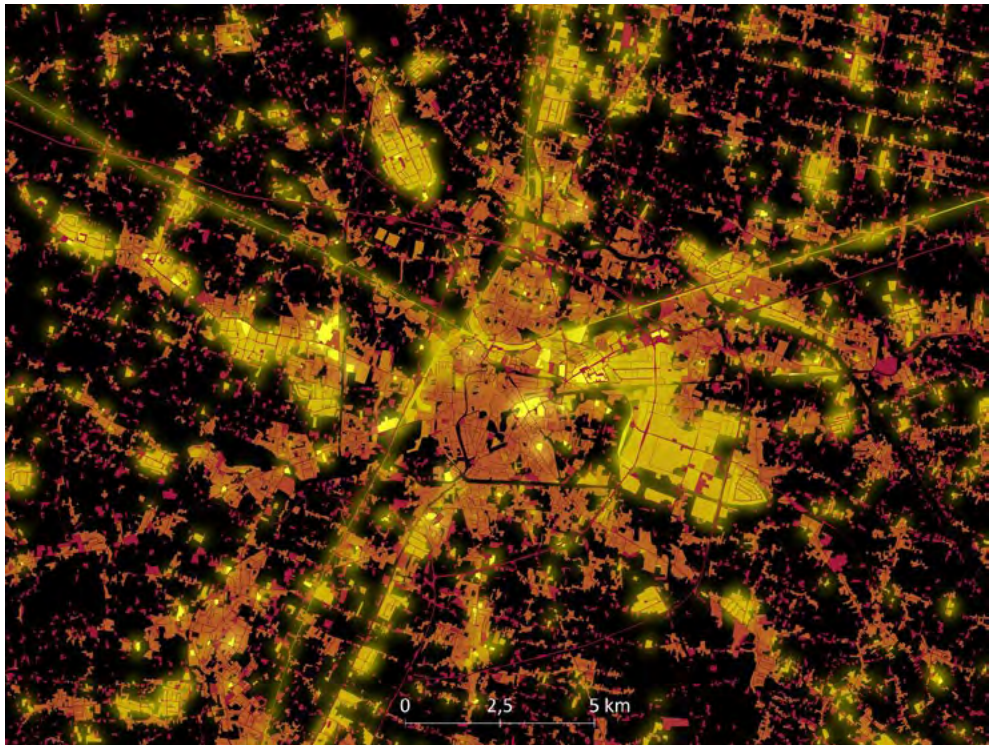
Un ulteriore aspetto osservabile è il fabbisogno degli spazi

**Figura 86**  
DISTRIBUZIONE DEGLI SPAZI  
ENERGIVORI

**Figura 87**  
PIASTRE ENERGIVORE

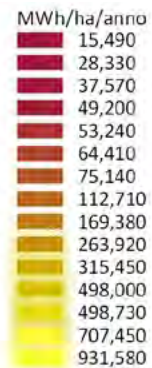
**Figura 88**  
DISTRIBUZIONE SPAZI  
ENERGIVORI NELLA PIANURA  
CENTRALE

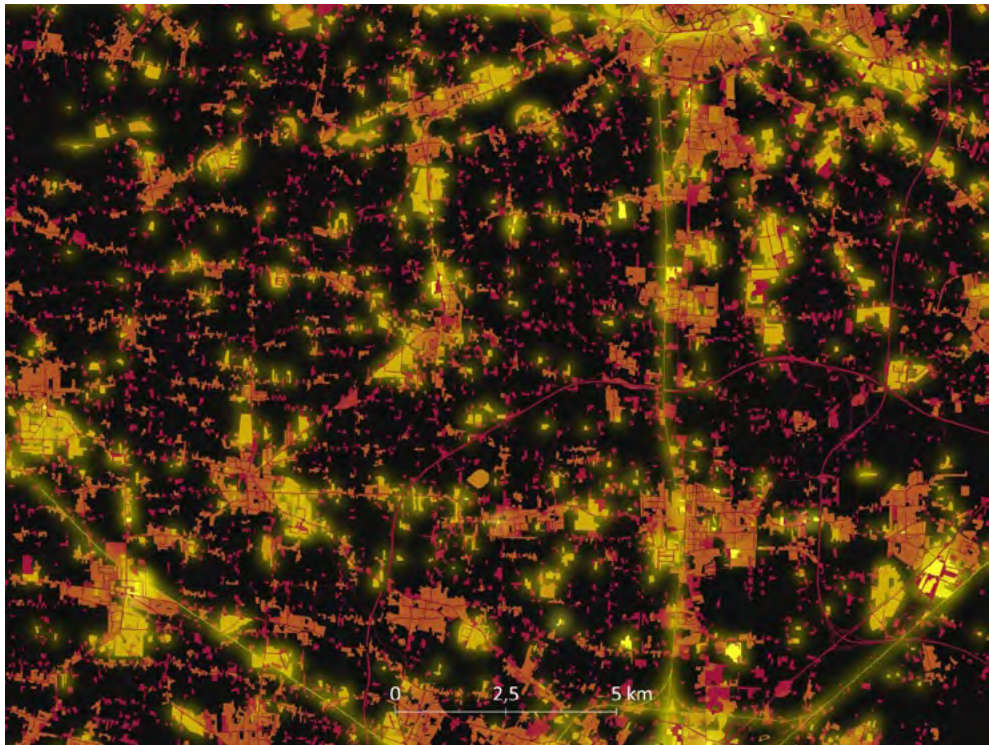
<sup>35</sup> I dati sono quelli estrapolati dal report ENEA "Edifici tipo, indici di benchmark di consumo per tipologie di edificio", 2010.



**Figura 87**

Distribuzione degli spazi energivori nell'area urbana di Padova. La contiguità di grandi spazi ad alto consumo energetico genera delle "piastre energivore"

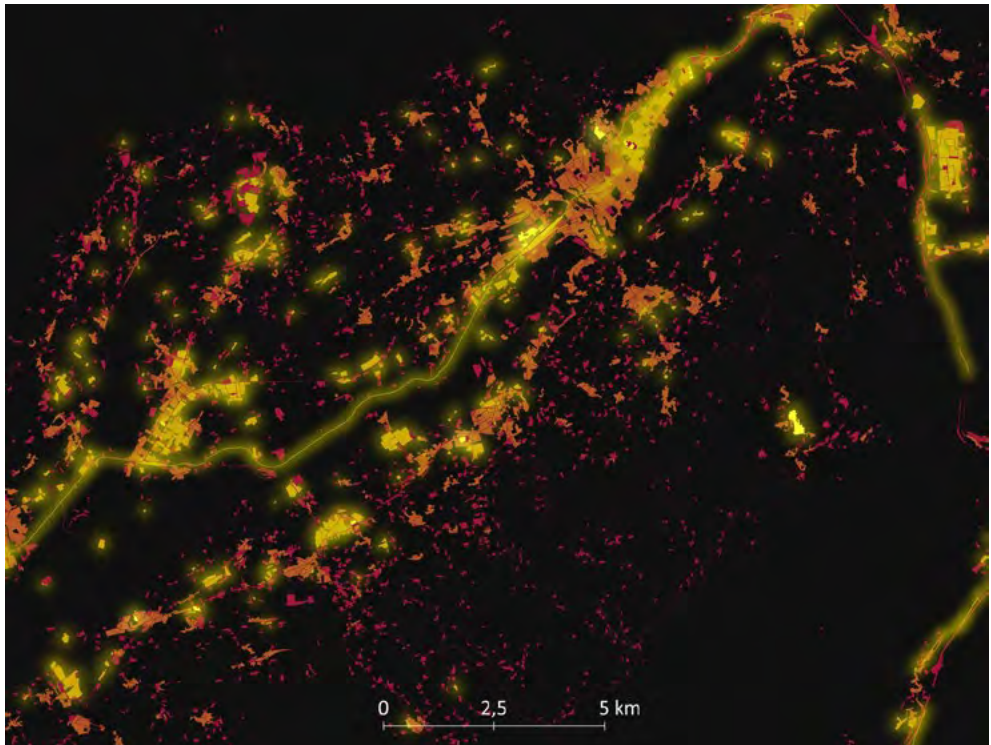




**Figura 88**

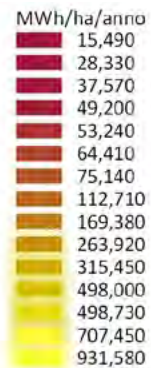
Distribuzione degli spazi energivori nella città diffusa. Sono evidenti i tanti spazi energivori frammentati nel territorio e la presenza di un tessuto più minuto a basso consumo energetico.





**Figura 89**

Distribuzione degli spazi energivori nella montagna veneta (Valbelluna). L'abbondanza di "spazi viola" determina un tessuto a minor consumo energetico rispetto alle aree urbanizzate di pianura.



legati alle infrastrutture viarie: consumi particolarmente elevati si notano lungo le linee ferroviarie elettrificate, mentre più ridotti risultano nella rete stradale dove è comunque presente un fabbisogno elettrico per l'illuminazione pubblica.

Più al "buio" rimangono invece i territori rurali, specie nella montagna veneta, caratterizzati da una minore densità abitativa e da una maggiore estensione di superfici coltivate, forestali e naturali.

**Figura 89**  
DISTRIBUZIONE DEGLI SPAZI  
ENERGIVORI NELLA MONTAGNA  
VENETA

Utilizzando il medesimo *dataset* prodotto con la metodologia precedentemente descritta, questa volta però categorizzandolo e vestendolo secondo l'uso del suolo, è stato possibile definire un'ulteriore rappresentazione: al contrario della precedente, in cui vengono rappresentati gli spazi in base al consumo energetico, qui a prevalere è la relazione dell'uso del suolo con il consumo che ne deriva. Con questa operazione è stato possibile produrre una nuova classificazione del dato, ordinata poi secondo cinque categorie di consumo per utilizzo del suolo:

- basso tra i 10 e i 50 MW/ha/anno;
- medio-basso tra i 50 e i 100 MW/ha/anno;
- medio tra i 250 e i 350 MW/ha/anno;
- medio-alto tra i 350 e i 450 MW/ha/anno;
- alto oltre i 500 MW/ha/anno.

Osservando in legenda le diverse categorie di uso del suolo rientranti nelle cinque classi di consumo medio di elettricità spazializzato è possibile fare alcune ipotesi.

A basso consumo verrebbero definite: le aree adibite a parcheggio e la rete stradale (15 MW/ettaro/anno); le aree estrattive attive (28 MW/ettaro/anno); gli insediamenti zootecnici, le malghe e i complessi agro-industriali (49 MW/ettaro/anno); i cantieri e gli spazi in costruzione (53 MW/ettaro/anno); le strutture residenziali isolate e il tessuto urbano discontinuo rado (57 MW/ettaro/anno).

Con un consumo medio-basso sarebbero definite: le scuole (64 MW/ettaro/anno); il tessuto urbano mediamente denso (75 MW/ettaro/anno); i centri città e il tessuto urbano molto denso (112 MW/ettaro/anno).

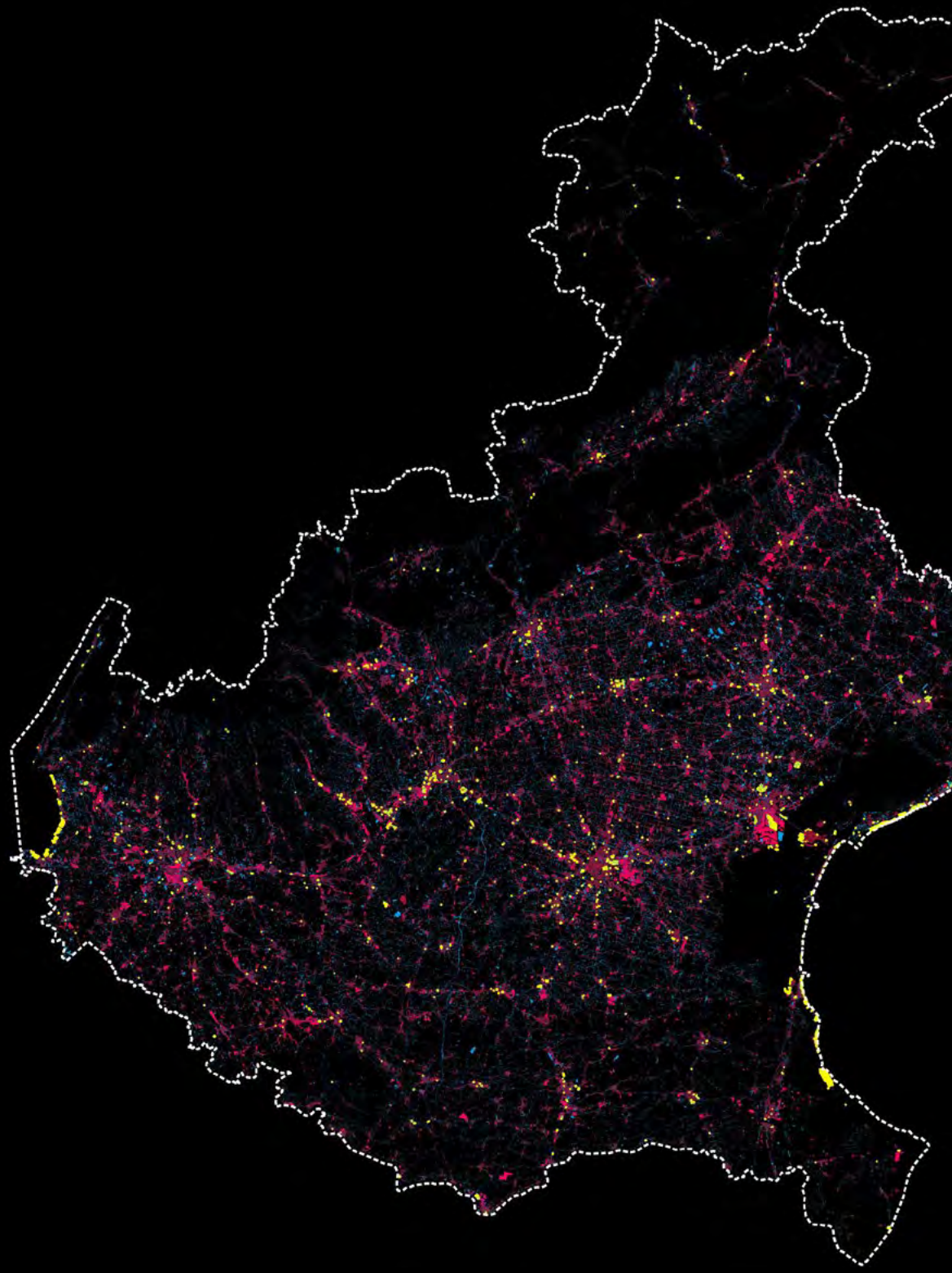
Con un consumo medio verrebbero definite: le aree destinate ai servizi pubblici e militari (169 MW/ettaro/anno); mentre quelle medio-alte includono gli impianti di smaltimento dei rifiuti, i

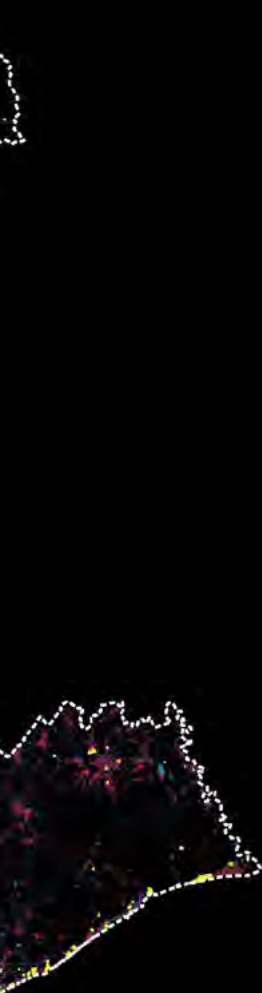


**Figura 90**

Territori della pianura veneta a confronto. A sinistra la pianura Orientale dove gli spazi energivori si concentrano in un centro abitato (Portogruaro) e punteggiano poi il territorio con piccole piastre (zone industriali in viola). A destra la dispersione insediativa a nord-est di Padova: sono evidenti concentrazioni di grandi spazi energivori nelle aree industriali e la densa distribuzione di tanti spazi frammentati lungo i filamenti urbani.

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">■</span> 10- 50 MW/ha/anno<br/>complessi agroindustriali,<br/>aree estrattive,<br/>cantieri,<br/>strade e parcheggi (illuminazione pubblica),<br/>strutture residenziali isolate</li> <li><span style="color: purple;">■</span> 50-150 MW/ha/anno<br/>scuole,<br/>tessuto residenziale mediamente denso,<br/>centro città e tessuto storico</li> <li><span style="color: red;">■</span> 250-350 MW/ha/anno<br/>acquedotti,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> 350-450 MW/ha/anno<br/>aree industriali</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> 500-900 MW/ha/anno<br/>linee ferroviarie elettrificate<br/>aree commerciali,<br/>porti,<br/>strutture turistiche,<br/>strutture socio-sanitarie</li> </ul> |
|---|---|





0 25 50 km

### CONSUMI ELETTRICI SPAZIALIZZATI

- 10- 50 MW/ha/anno  
complessi agroindustriali,  
aree estrattive,  
cantieri,  
strade e parcheggi (illuminazione pubblica),  
strutture residenziali isolate
- 50-150 MW/ha/anno  
scuole,  
tessuto residenziale mediamente denso,  
centro città e tessuto storico
- 250-350 MW/ha/anno  
acquedotti,  
ecocentri e discariche,  
depuratori
- 350-450 MW/ha/anno  
aree industriali
- 500-900 MW/ha/anno  
linee ferroviarie elettrificate  
aree commerciali,  
porti,  
strutture turistiche,  
strutture socio-sanitarie

**Figura 91**

Uso del suolo categorizzato per classi di energia/funzione.

depuratori, gli acquedotti e le discariche (263 MW/ettaro/anno).

Nella fascia medio-alta dei consumi, invece, troviamo: le aree destinate ad attività industriali e gli spazi annessi (315 MW/ettaro/anno).

Infine, gli usi più energivori sarebbero definiti da: le linee ferroviarie elettrificate (500 MW/ettaro/anno); i grandi impianti di concentrazione e smistamento merci (695 MW/ettaro/anno); le aree commerciali; i porti; le strutture turistiche (707 MW/ettaro/anno); e le strutture socio-sanitarie (931 MW/ettaro/anno).

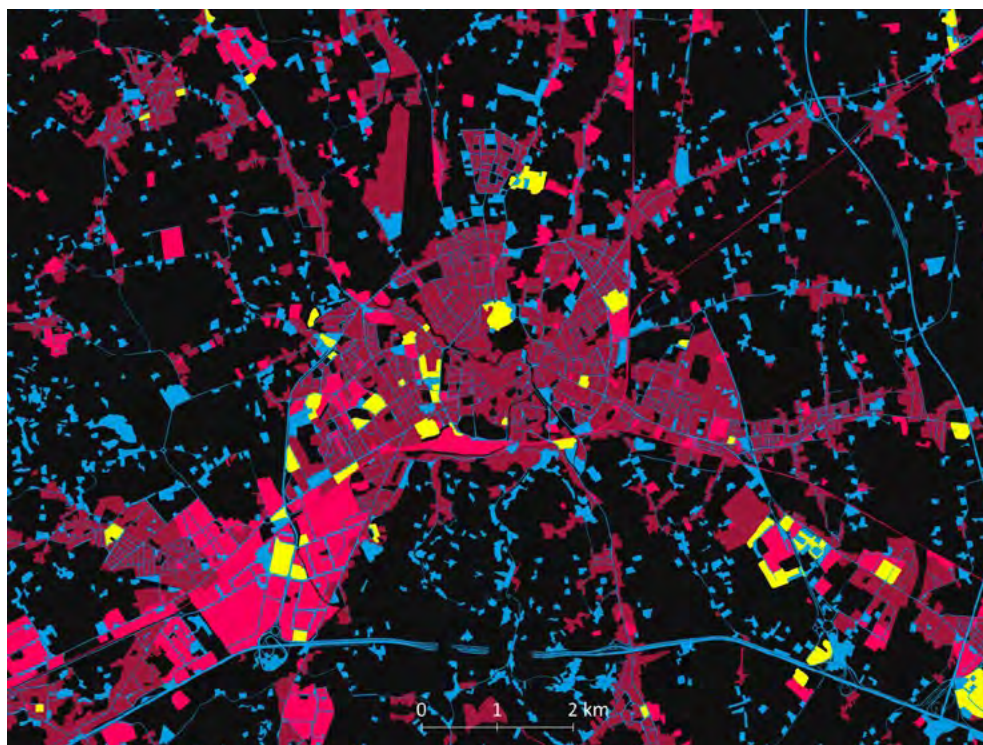
Osservando gli esiti di questa ipotesi cartografica, ci si accorge come le aree urbane dei centri attrattori (capoluoghi di provincia e centri maggiori) sarebbero quelle maggiormente energivore. Confrontando questa rappresentazione con la precedente emergerebbe come la condizione di maggior attrazione di consumi non è definita tanto nella densità abitativa, ma quanto dalla presenza di maggiori servizi e di aree commerciali, entrambi usi del suolo ad alto consumo teorico di elettricità. Questa condizione di addensamento di usi del suolo energivori prenderebbe corpo nei centri storici, ma con maggior intensità nelle piastre commerciali.

Simili condizioni, ma su spazi più frammentati, si riscontrerebbero anche lungo la costa in coincidenza delle località turistiche maggiormente infrastrutturale. Questa condizione metterebbe in luce una chiara dipendenza di certe attività e usi del suolo con una grande richiesta di energia, un fenomeno che se verificato diventerebbe importante per la progettazione urbanistica.

Allontanando lo sguardo dai poli urbani si nota un fitto pulviscolo su tutta la pianura a consumo variabile. Nella frammentazione insediativa si vedono sensibili differenze tra le aree caratterizzate da una maggior presenza di attività produttive (spazi più energivori) e quelle legate invece ad attività agricole (ipoteticamente meno energivore). Se osserviamo poi la dispersione nella pianura centrale emerge con forza un aspetto legato alla densità di spazi ad alto consumo: in questo tessuto non ci sarebbero spazi energivori particolarmente estesi; tuttavia, la distribuzione di tanti frammenti mediamente energivori, tenuti insieme da una fitta rete stradale (illuminata), denoterebbero un consumo diffuso su tutto il territorio che sommato potrebbe raggiungere elevati GW/ettaro/anno.

**Figura 92**  
MIX NEL CENTRO CONSOLIDATO

**Figura 93**  
TERZIARIZZAZIONE  
ENERGIVORA



**Figura 92**

Mix energetico nei centri principali (Vicenza). Si concentrano piastre altamente energivore come i distretti commerciali e le aree produttive, mentre il tessuto abitativo rappresenta diversi gradi di consumo energetico: da quello alto, presente nel centro storico (tessuto compatto) e nella prima periferia (edifici multipiano), a quello basso, nelle abitazioni singole e nella dispersione abitativa.

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">■</span> 10- 50 MW/ha/anno<br/>complessi agroindustriali,<br/>aree estrattive,<br/>cantieri,<br/>strade e parcheggi (illuminazione pubblica),<br/>strutture residenziali isolate</li> <li><span style="color: darkred;">■</span> 50-150 MW/ha/anno<br/>scuole,<br/>tessuto residenziale mediamente denso,<br/>centro città e tessuto storico</li> <li><span style="color: red;">■</span> 250-350 MW/ha/anno<br/>acquedotti,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">■</span> 350-450 MW/ha/anno<br/>aree industriali</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> 500-900 MW/ha/anno<br/>linee ferroviarie elettrificate<br/>aree commerciali,<br/>porti,<br/>strutture turistiche,<br/>strutture socio-sanitarie</li> </ul> |
|--|---|

### 5.3.2 IL PROGETTO SPAZIALE DELLA CITTÀ SUFFICIENTE

L'importanza della rappresentazione spaziale dei consumi (anche per un loro monitoraggio) è fondamentale per gli obiettivi di efficientamento energetico, soprattutto nella tendenza contemporanea ad estendere l'attenzione non solo alla prestazione del singolo edificio, ma alla dimensione urbana (Glicker, et al. 2022).

La conoscenza geolocalizzata dei consumi più o meno energivori fornisce un *layer* informativo fondamentale per politiche urbane mirate. Tuttavia, per stimolare un progetto urbano più completo di efficientamento è necessaria la spazializzazione di: dati socio-spaziali fondamentali tra cui l'epoca di costruzione (stato dell'edificio, tecnologia e materiali usati, storico delle riqualificazioni); la forma dell'abitare e dell'abitante (fragilità sociali, povertà energetica, forma di affitto o di proprietà); i vincoli di intervento (patrimonio storico, edifici in aree fragili); la mobilità pubblica e privata (oltre che attiva e passiva) e gli elementi della qualità climatica (vegetazione, aree umide, permeabilità del suolo, ecc.).

Queste informazioni definiscono parte di un complesso mix di dati che, ad oggi, difficilmente viene raccolto e messo in relazione alla dimensione energetica del piano e del progetto di spazio.

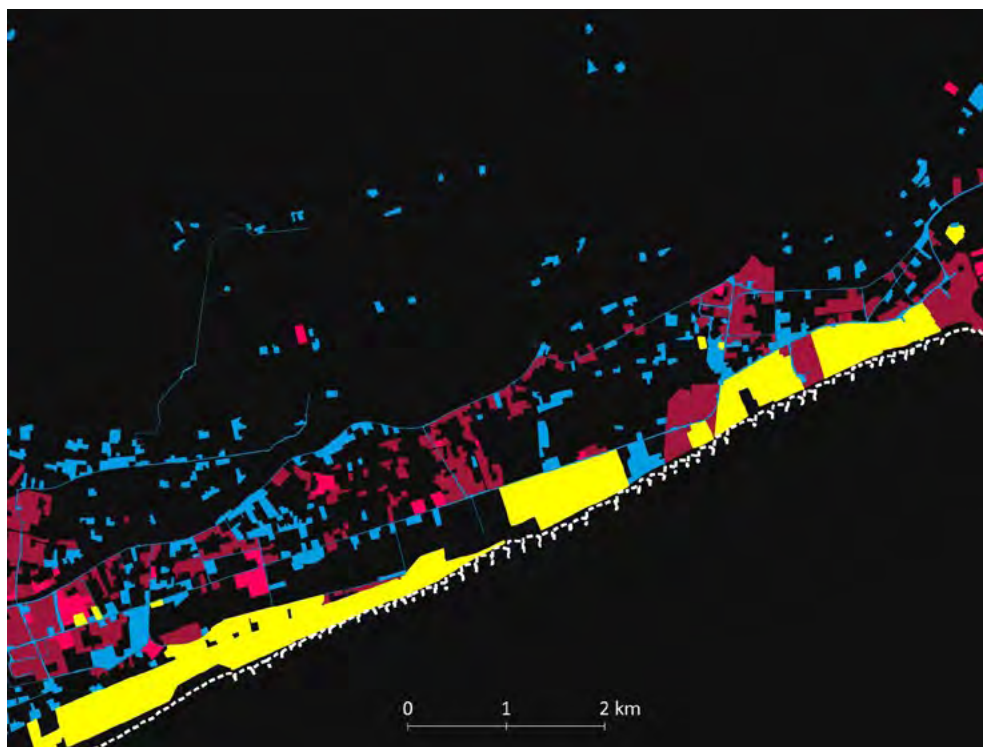
Il lavoro di ricerca pertanto prova a sperimentare una seconda metodologia di analisi che interpreti le potenzialità spaziali che concorrono a uno uso migliore di energia e quindi a una riduzione dei consumi.

Per fare ciò è stato ripreso il concetto di “sufficienza energetica”<sup>36</sup>, un orizzonte che punta a un minor utilizzo di energia, discostandosi leggermente dall'efficienza che invece punta a un consumo migliore. Ma come possono gli spazi urbani e il progetto urbanistico effettivamente contribuire a un minor consumo di energia? E come può la rappresentazione spaziale aiutare in queste progettualità?

L'idea di sufficienza energetica declinata allo spazio trova

<sup>36</sup> Si riprende qui il concetto già accennato nel paragrafo 3.4: con sufficienza si intende un principio introdotto nella disciplina ecologica per declinare i concetti di bastevolezza, moderatezza e adeguatezza (Krahmer e Cristiano, 2022). Applicato all'energia intende superare il concetto di efficienza per definire una sistema che consuma meno energia, piuttosto che farlo meglio (EEECE, 2019). Il concetto di sufficienza energetica, se declinato poi alle discipline del progetto, esplora le caratteristiche e condizioni socio-spaziali che favoriscono tali obiettivi.





**Figura 93**

Esempio di terziarizzazione energivora lungo il litorale veneto (Cavallino-Jesolo): le località turistiche con stabilimenti balneari, strutture ricettive, diversi esercizi commerciali, concentrano spazialmente e temporalmente una grande richiesta di energia.

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: blue;">■</span> 10- 50 MW/ha/anno<br/>complessi agroindustriali,<br/>aree estrattive,<br/>cantieri,<br/>strade e parcheggi (illuminazione pubblica),<br/>strutture residenziali isolate</li> <li><span style="color: red;">■</span> 50-150 MW/ha/anno<br/>scuole,<br/>tessuto residenziale mediamente denso,<br/>centro città e tessuto storico</li> <li><span style="color: pink;">■</span> 250-350 MW/ha/anno<br/>acquedotti,</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: darkred;">■</span> 350-450 MW/ha/anno<br/>aree industriali</li> <li><span style="color: yellow;">■</span> 500-900 MW/ha/anno<br/>linee ferroviarie elettrificate<br/>aree commerciali,<br/>porti,<br/>strutture turistiche,<br/>strutture socio-sanitarie</li> </ul> |
|---|---|

diverse pratiche e progetti spaziali come il riuso, la condivisione, la flessibilizzazione degli spazi e strumenti che facilitino l'incontro tra domanda e offerta (Bohnenberger 2021).

In questo senso la città e il territorio conservano un capitale di spazi ed elementi che possono innescare prese progettuali per agevolare e potenziare alcune di queste pratiche.

L'analisi di questo capitale, e la conseguente rappresentazione cartografica, potrebbero diventare uno strumento particolarmente efficace per individuare, definire e progettare parti di città e di territorio dove integrare azioni innovative su più sistemi socio-spaziali<sup>37</sup>.

Una delle ipotesi per individuare sì questo capitale può derivare dalla interpretazione di alcune pratiche di sufficienza energetica riportate nella letteratura scientifica di riferimento (ECEEE, 2019; Erba e Pagliano 2021; Kramer e Cristiano 2022; Glicker, et al. 2022; Bohnenberger 2021). In questi contributi possiamo distinguere e accomunare alcuni obiettivi/soluzioni:

- la riduzione dei consumi per il raffrescamento tramite soluzioni di ombreggiamento e interventi bioclimatici;
- l'efficientamento e la responsabilizzazione del fabbisogno energetico tramite l'autoconsumo;
- la diminuzione dei consumi negli spostamenti mediante lo sviluppo di mobilità pubblica e lenta;
- l'ammortizzazione dei consumi energetici individuali con la condivisione di spazi, dispositivi e pratiche urbane.

La ricerca spaziale di queste possibili pratiche ha richiesto l'analisi di un contesto urbano a una scala più ravvicinata rispetto le precedenti rappresentazioni. Tra i diversi contesti abitati del Veneto è stata scelta l'area urbana in terraferma di Venezia. La scelta di analizzare questo caso ricade innanzitutto sulla varietà del tessuto qui presente (città storica, città compatta, frangia periurbana, filamenti di città diffusa), la presenza di elementi interessanti dal punto di vista dei consumi energetici (piastre commerciali, aree industriali, distretti di servizi) e di potenziamento dell'efficienza energetica. Quest'ultimo punto,

metodologia

<sup>37</sup> La rappresentazione di questo capitale si allinea con gli obiettivi europei per l'individuazione di distretti e quartieri per il consumo positivo dell'energia (PEDs, PENs), che siano impegnati nella perimetrazione dell'ambiente su cui intervenire, nell'individuazione degli spazi per l'uso delle rinnovabili, nei tessuti sociali dove innescare comunità energetiche, nelle reti su cui rivoluzionare la mobilità, ecc.

soprattutto nell'area centrale del caso studio (Mestre), risulta particolarmente interessante per il ricco patrimonio edilizio ante legge del '73 (quella che introdusse prime norme di efficientamento energetico) e per l'abbondanza di spazi per l'automobile privata, entrambe caratteristiche tipiche della città del Novecento.

Lo stesso tessuto, insieme ad altre parti di città, è inoltre caratterizzato da diverse fragilità sociali e quindi da situazioni di povertà energetica. Questo contesto sembra essere inoltre al centro di una importante trasformazione urbana, che rende il caso scelto ancora più interessante. La selezione del caso studio è determinata, infine, anche da alcune note tecnico-metodologiche, definite da una parte dalla conoscenza approfondita del contesto e dall'altra da una abbondante disponibilità di dati cartografici facilmente reperibili.

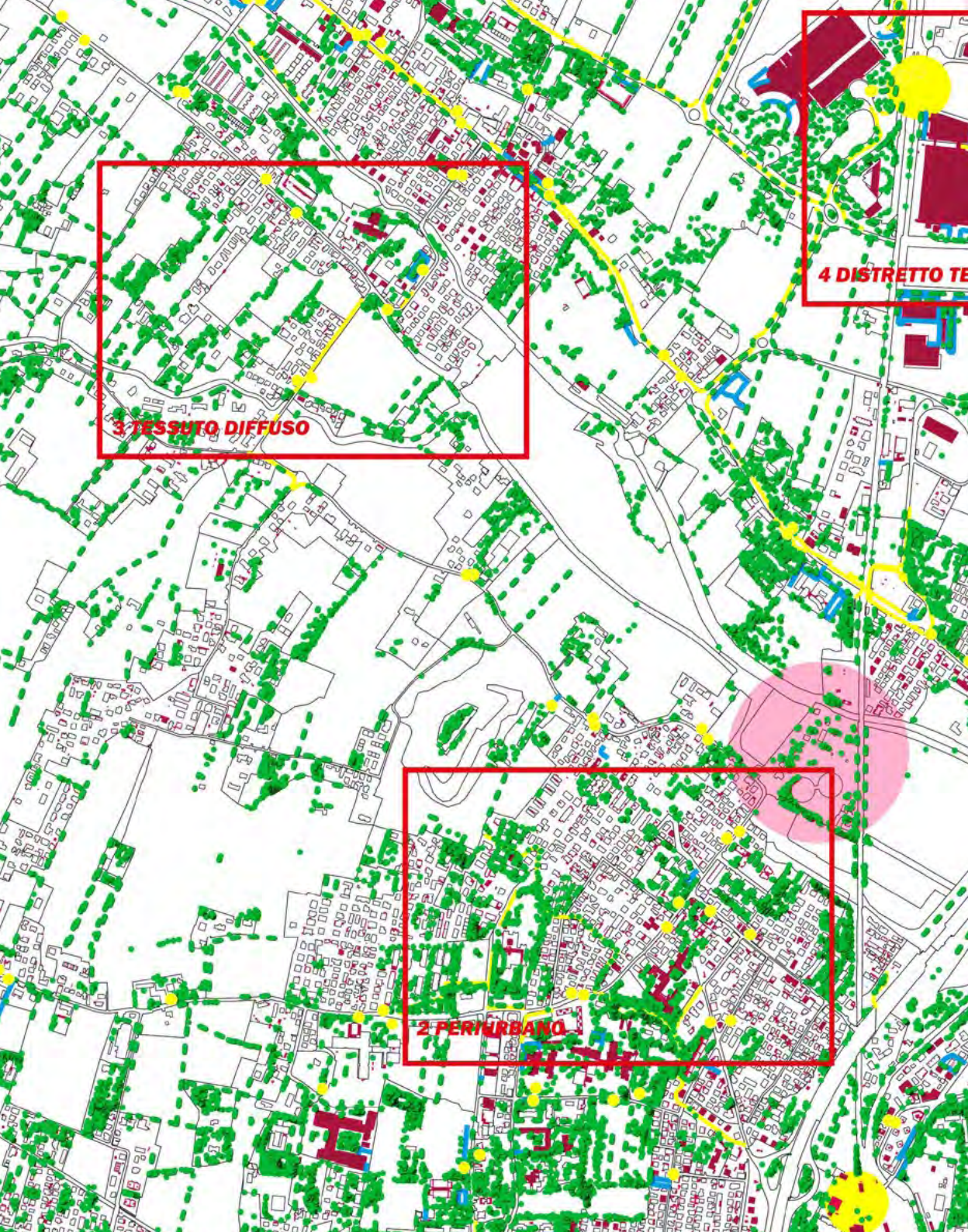
#### dataset

Utilizzando i *dataset* della carta tecnica e altri *layer* cartografici disponibili nel geoportale comunale, è stato possibile individuare tre livelli informativi che individuano spazi ed elementi urbani potenzialmente capaci di contribuire a un minor consumo energetico.

Il primo livello è quello legato alla presenza di alberature, suoli vegetali e aree umide, tutti elementi che possono concorrere a un ombreggiamento e maggior raffrescamento ambientale, garantendo così la riduzione dell'uso di condizionatori e altri dispositivi elettrici per il raffrescamento in edifici pubblici, privati e un maggior comfort degli spazi pubblici.

Un secondo livello è quello che individua il capitale spaziale che facilita l'installazione di dispositivi per l'autoconsumo collettivo (pannelli fotovoltaici, pannelli solari, cisterne di raccolta d'acqua piovana, pompe di calore ecc.), efficientando e responsabilizzando il fabbisogno e portando quindi a sensibili riduzioni dei consumi. Questo capitale è definito in parte dalla presenza di coperture piane in edifici condominiali, commerciali o produttivi, luoghi ideali per posizionare i dispositivi di autoconsumo collettivo; e da parcheggi scoperti, potenziabili con l'installazione di pannelli fotovoltaici aerei che producano energia, ad esempio, per comunità energetiche urbane.

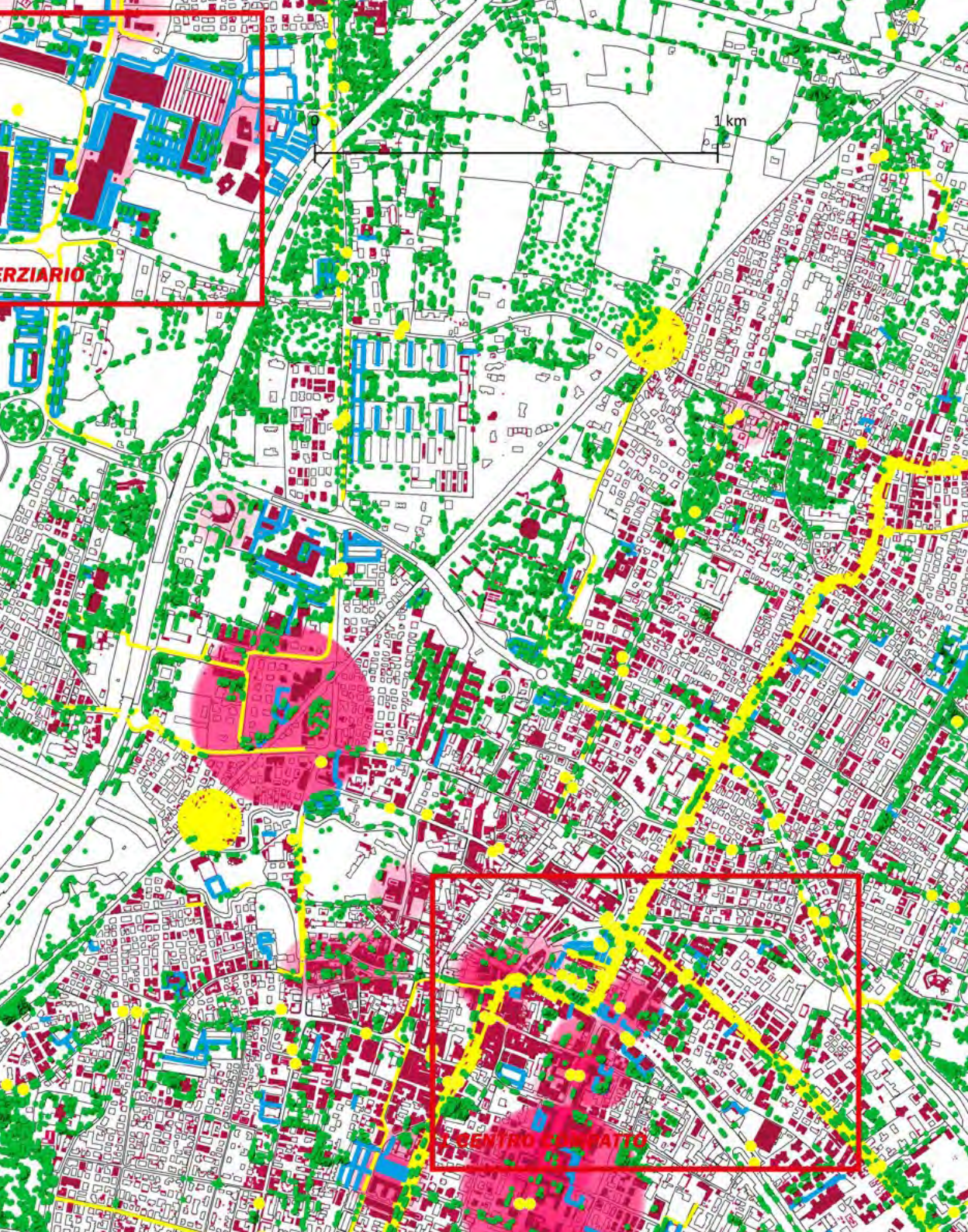
Infine, il terzo livello è quello legato alla riduzione e al ripensamento dell'utilizzo dell'automobile individuale tramite il potenziamento della mobilità pubblica e attiva. Questo capitale è costituito dalle infrastrutture ciclabili, ferroviarie e tranviarie, oltre che dai servizi del trasporto pubblico su gomma e da quelli



**3 TESSUTO DIFFUSO**

**2 PERIURBANO**

**4 DISTRETTO TE**



di condivisione (*car sharing*, *bike sharing*, ecc.).

Gli elementi dei tre livelli sono stati ottenuti dai *dataset* (lineari, areali, puntuali) della carta tecnica di Venezia (GEODBT Lotto Venezia) individuando: alberature, parchi pubblici, argini, elementi idrografici per il primo livello; categorizzando il costruito in base alla tipologia di copertura e al numero di piani (densità) e la rete stradale in base alla funzione (parcheggio scoperto) per il secondo; segnando piste ciclabili, stazioni ferroviarie, linee tranviarie e fermate di autobus (dato ACTV) per il terzo.

Nel praticare questo esercizio è bene ribadire che i *dataset* prodotti estremizzano alcune potenzialità spaziali che certamente devono essere osservate in modo critico caso per caso. L'esperimento cartografico, per lo stato attuale, deve essere inteso come proposta metodologica da approfondire con future e più approfondite operazioni di *mapping*.

Osservando i primi risultati, è possibile cogliere come la coincidenza e concentrazione di questi livelli in un determinato quartiere, centro o area, definisca una più alta potenzialità, almeno teorica, per lo sviluppo di progetti di consumo sostenibile dell'energia. Con questa chiave di lettura è quindi possibile distinguere alcune geografie dove la distribuzione di questo capitale<sup>38</sup> non è omogenea, ma dipende dal tipo di tessuto e dalla presenza di infrastrutture e servizi.

Dalle carte prodotte, la maggior potenzialità è definita nelle parti di città più consolidate e con tessuto denso (Mestre Centro).

Qui vi è una prevalenza di edifici multipiano (maggior densità abitativa), con coperture piane e ampie terrazze condominiali (spazi per impianti di autoconsumo e altri dispositivi), oltre che una più fitta rete di linee e fermate di trasporto pubblico (tram-treno-autobus), di piste ciclabili e di servizi per la mobilità in condivisione (*car sharing* e *bike sharing*).

In questo contesto si nota una minor presenza di spazi a copertura vegetale e permeabile, anche se sembra particolarmente efficace la presenza di viali alberati che ombreggiano edifici e

**Figura 95**  
LA CITTÀ COMPATTA

<sup>38</sup> Con capitale spaziale di intende l'insieme delle potenzialità di un individuo nel relazionarsi con lo spazio e delle opportunità che ne derivano per trarne vantaggi nella società in cui opera l'individuo stesso. La nozione di capitale spaziale richiama il pensiero marxista, che trova un punto di incontro con quello strutturalista nell'idea di identificare degli insiemi che prendono senso se messi in rapporto dialettico. In questo senso lo spazio non è inerte, ma è letto nelle potenzialità di pratica utile a un individuo.

spazi pubblici, mitigando il surriscaldamento estivo e quindi la richiesta di elettricità per i sistemi di raffrescamento.

**Figura 96**  
IL DISTRETTO TERZIARIO

Una seconda area ad alto capitale spaziale per la riduzione dei consumi è quella del distretto terziario di Cipressina-Zelarino, un contesto caratterizzato dalla presenza del centro ospedaliero, di edifici commerciali e di uffici multipiano. L'area è caratterizzata da ampie coperture piane e vaste aree adibite a parcheggio che potrebbero ospitare diversi ettari di pannelli fotovoltaici, a compensare l'alto fabbisogno energetico che queste attività richiedono.

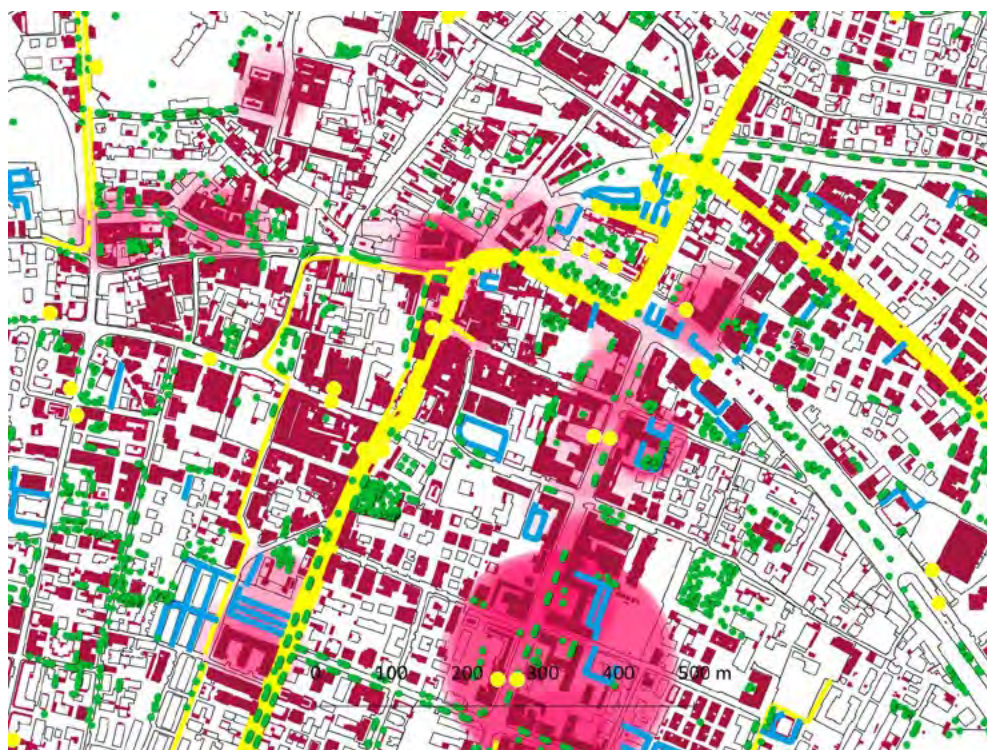
L'installazione di pannelli fotovoltaici sulle aree a parcheggio contribuirebbe anche all'ombreggiamento di vaste superfici asfaltate, riducendo gli effetti di isole di calore e mitigando quindi anche l'impiego degli apparecchi elettrici di raffrescamento. L'area è inoltre servita da una stazione ferroviaria e da una linea di autobus. Questo tipo di tessuto urbano è caratterizzato da un uso del suolo altamente energivoro; pertanto, le pratiche proposte sarebbero qui particolarmente importanti.

**Figura 97**  
PERIURBANO

Il capitale spaziale si fa via via più rado nei tessuti periurbani e nella dispersione abitativa, dove, ad eccezione delle superfici permeabili e della vegetazione, la presenza di spazi dove potenzialmente innescare progetti di sufficienza energetica è ridotta. In questi tessuti prevalgono i consumi individuali, condizione accentuata dalla scarsa presenza di servizi (commercio, scuole, ecc.) che induce a spostamenti verso le centralità. Il periurbano, tuttavia, presenta anche alcune occasioni strategiche di sufficienza energetica: la presenza di ampie superfici non mineralizzate (aree agricole, aree verdi, superfici boscate), da un lato, e la connessione con la rete di trasporto urbano e la relativa vicinanza a centralità, dall'altro, garantiscono un mix di condizioni stimolanti per un progetto.

**Figura 98**  
DISPERSIONE URBANA

La presenza di elementi per una città sufficiente nella dispersione urbana è assai rarefatta. In questo tessuto prevale la dimensione privata e individuale degli usi e consumi dell'energia che, certamente possono essere efficientati, ma si allontanano dall'idea di condivisione del fabbisogno energetico e della riduzione dell'uso dell'automobile alla base di una concezione di sufficienza. Il frazionamento e la privatizzazione di molti spazi aperti, inoltre, impedisce progetti unitari a beneficio collettivo e



**Figura 95**

Capitale spaziale per la città sufficiente nel contesto denso di Mestre Centro.





**Figura 96**

Capitale spaziale per la città sufficiente nel distretto terziario di Cipressina-Zelarino

- alberatura
- aree densamente abitate
- parcheggio scoperto
- copertura a terrazza - piana
- stazione ferroviaria
- linea tranviaria
- pista ciclabile
- fermate tram-bus



**Figura 97**

Capitale spaziale per la città sufficiente nel periurbano di Gazzera



**Figura 98**

Capitale spaziale della città sufficiente nel tessuto disperso di Assegiano.

- alberatura
- aree densamente abitate
- parcheggio scoperto
- copertura a terrazza - piana
- stazione ferroviaria
- linea tranviaria
- pista ciclabile
- fermate tram-bus

induce quindi all'iniziativa singola.

Dalle rappresentazioni cartografiche emergono alcuni spunti progettuali e indizi per un approccio innovativo nella pianificazione energetica della scala urbana. Le considerazioni sul capitale spaziale sono solo un primo sguardo su questioni urbanistiche molto complesse che spaziano dalla mitigazione, alla rigenerazione, all'adattamento, ecc. Mancano certamente considerazioni sui numerosi differenziali socio-spaziali come il volume degli edifici, la specifica tipologia d'uso, lo stato di conservazione ecc., oltre che sui dati puntuali e in tempo reale dei consumi energetici per ogni utenza.

La proposta vuole aprire a future implementazioni per la costruzione di strumenti che spazializzino il fabbisogno delle realtà urbane. L'obiettivo che però si vuole ribadire è quello di un progetto urbano che interpreti e declini la moderatezza dei consumi energetici e che si basi sul concetto di "sufficienza privata e lusso pubblico"<sup>39</sup>, dove la moderatezza dei consumi nella sfera privata riduca il fabbisogno individuale, mentre la cura e il comfort degli spazi pubblici e di quelli di condivisione porti a spartire il peso dei consumi.

<sup>39</sup> "Private sufficiency and public luxury" è una espressione del giornalista e saggista George Monbiot ripresa anche nell'articolo pubblicato sul «The Guardian» il 30 ottobre 2021, dal titolo "Capitalism is killing the planet – it's time to stop buying into our own destruction". <https://www.theguardian.com/environment/2021/oct/30/capitalism-is-killing-the-planet-its-time-to-stop-buying-into-our-own-destruction> (consultato a maggio 2023).



**Figura 99**

Esempio di dispositivi urbani per la città sufficiente: pensiline fotovoltaiche per l'autosufficienza del servizio di *bike-sharing*. In questo esempio già operativo nella città di Padova vengono combinate soluzioni di auto-produzione elettrica e di mobilità attiva, entrambe riducendo il peso sul fabbisogno energetico urbano. Fabrizio D'Angelo, Padova, maggio 2020.



### **Figura 100**

Esempio di dispositivi urbani per la città sufficiente: pensiline fotovoltaiche nei parcheggi scoperti producono energia e riducono il surriscaldamento del suolo.  
Fabrizio D'Angelo, Spinea (VE), maggio 2022.



### **Figura 101**

Esempio di soluzioni e dispositivi per la città sufficiente: pista ciclabile per la mobilità attiva e linea tramviaria per la mobilità pubblica riducono i consumi di energia per spostamenti individuali. Alberature e isolamento termico delle superfici riducono i consumi domestici con soluzioni bioclimatiche.

Fabrizio D'Angelo, Mestre, maggio 2022.

## 5.4 UNA GRAMMATICA PER SPAZIALIZZARE L'ENERGIA

Gli esercizi, le esplorazioni e gli esperimenti cartografici compiuti hanno prodotto riflessioni sia per aspetti tecnico-metodologici che interpretativo-progettuali. A più riprese nel lavoro di tesi è stata sottolineata, argomentata e dimostrata la lacuna e la difficoltà nel rappresentare l'energia e la transizione dei suoi sistemi nella loro dimensione spaziale.

A questo proposito risulta utile ipotizzare alcuni punti che costituiscono una grammatica cartografica in grado di stimolare un nuovo campo di studio e sperimentazione per territorializzare la transizione energetica.

Osservando le cartografie prodotte è stato possibile individuare tre parti grammaticali ricorrenti che interessano la costruzione del dato, la vestizione grafica e la finalità di utilizzo. Ciascuna di queste parti è poi fortemente influenzata dal sistema a cui si riferisce; pertanto, di seguito verranno elencate le considerazioni in base al sistema di produzione, di trasporto e di consumo.

*Rappresentare la filiera produttiva.* La quantità di dati sulla produzione energetica è oggi maggiore rispetto al passato; la transizione digitale infatti permette un rilevamento e una raccolta di informazioni più grande e con più strumenti. Questa quantità di dati, però, raramente è spazializzata e pertanto sfrutta solo in parte il suo potenziale. Per questo è necessaria un'azione di spazializzazione che richiede particolari accorgimenti, tentativi e sforzi creativi di *mapping*.

Attraverso strumenti GIS e operazioni di *geocoding* è possibile tramutare parametri geografici (coordinate x e y, indirizzi, ecc.), contenuti nelle schede informative degli impianti (ad esempio quelle contenute nel database GSE<sup>40</sup>), in vettori spaziali e georeferenziati. Così facendo si ottiene un ricco strato informativo che costituisce il materiale base per la rappresentazione cartografica della produzione. Un ulteriore aspetto legato all'utilizzo dei dati è la ricerca di strati informativi che rappresentino la filiera di approvvigionamento delle risorse e della gestione degli scarti. Non è sufficiente, ad esempio, rappresentare un impianto idroelettrico senza il sistema di

<sup>40</sup> Il database del Gestore dei Servizi energetici (GSE) si riferisce al portale "Atlaimpanti", dove sono raccolte le schede di tutti gli impianti finanziati dai meccanismi di incentivazione nel territorio italiano. Il database è disponibile e consultabile al link: <https://www.gse.it/dati-e-scenari/atlaimpanti>.



condotte e prese che lo alimenta, o ancora una centrale a biomassa solida non può prescindere dal sistema di trasporto e di estrazione della risorsa legnosa e dallo smaltimento degli scarti prodotti. Per compiere questo esercizio si suggerisce la costruzione di matrici che schematizzino il funzionamento di un impianto (si veda esempio nella figura 101) dove i vari passaggi della filiera sono raggruppati in cluster di fasi input (materie e forze necessarie per un lavoro), *processing* (generazione di una risorsa o di un'energia) e output (prodotto finale o scarto del processo). Per ognuna di queste fasi viene posta una coppia di questioni: quale tipologia di spazio è coinvolta? Qual è la sua dimensione fisica? La risposta orienta poi la ricerca di strati informativi già disponibili in geoportali, oppure alla costruzione di dati ex-novo.

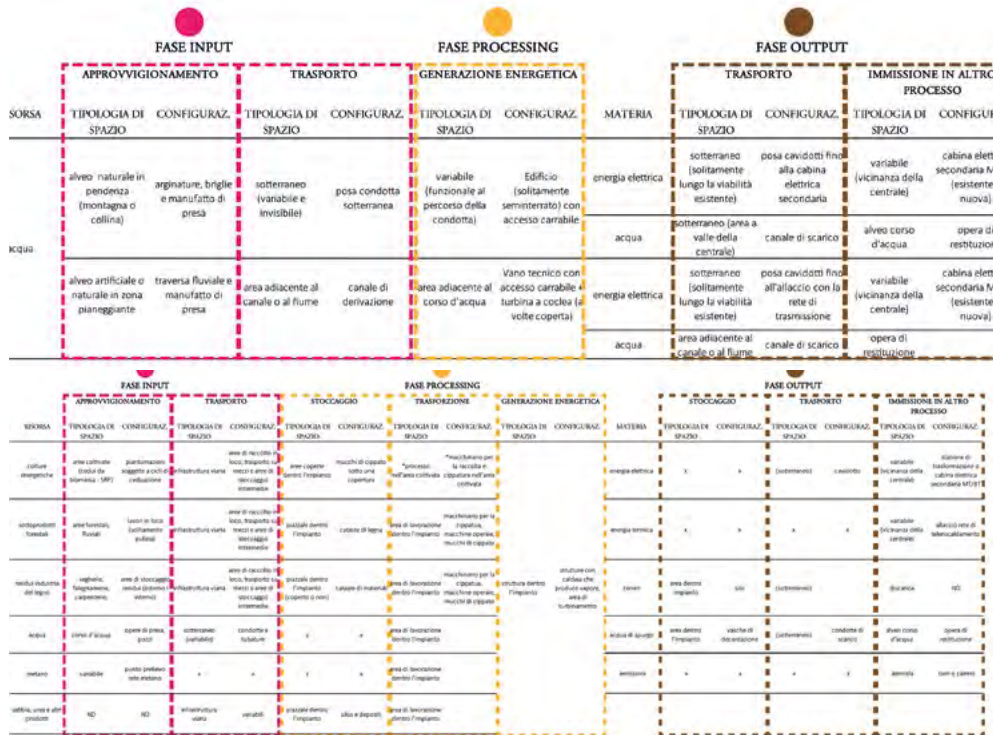
La vestizione grafica della produzione non si limita a rappresentare la localizzazione di un impianto, ma definisce anche la sua dimensione spaziale ed energetica. Per questo è necessario tenere insieme localizzazione (punti), spazio occupato (aree) e potenza installata (cerchi di grandezza). Quest'ultimo aspetto è particolarmente rilevante per le considerazioni spaziali in quanto definisce, oltre all'importanza energetica, anche l'ampiezza delle possibili ricadute territoriali che comporta la sua filiera. Un esempio sono gli impianti di produzione da biomassa (solida e biogas) che, in caso di alta producibilità, comportano un sistema di approvvigionamenti spazialmente complesso ed esteso. Un secondo aspetto grafico è la categorizzazione dei dati in base alla fonte e pertanto alla tecnologia utilizzata. Ad esempio, la spazialità nella produzione delle rinnovabili varia consistentemente tra un impianto fotovoltaico e uno idroelettrico e quest'ultimo varia ancora se si tratta di una grande centrale con bacino artificiale, oppure una turbina ad acqua fluente posta lungo un canale. Si propone quindi una distinzione simbolica e/o cromatica e/o di grandezza delle forme geometriche utilizzate per tale rappresentazione.

Infine, le finalità di utilizzo della cartografia determinano gli output e la scelta di dati da rappresentare. L'energia non viene mai rappresentata da sola, ma sempre associata a ciò che la crea o a ciò che alimenta. In questo senso le operazioni di *layering* diventano fondamentali. Ad esempio, associare la localizzazione di un impianto con l'uso del suolo su cui ricade solleva aspetti conoscitivi e progettuali che possono aprire scenari anche molto

distanti tra loro: il fotovoltaico sul diffuso patrimonio costruito rappresenta una potenziale strategia di intervento, mentre sulle superfici coltivate solleva problemi di concorrenza e consumo di suolo. Le rappresentazioni, in base a queste considerazioni, non sono più neutrali, ma possono diventare strumento di progetto tanto quanto di denuncia. La sovrapposizione di strati informativi è utile anche in un'analisi diacronica delle trasformazioni territoriali in grado di rappresentare gli elementi del palinsesto dell'energia che, all'occorrenza, possono essere riutilizzati. Un esempio è la rappresentazione della produzione idroelettrica con la mappatura di opere idrauliche esistenti che, insieme, delineano possibili integrazioni spaziali con risvolti positivi nel recupero del patrimonio, valorizzandone la storia e l'energia grigia già impiegata.

*Cartografare i movimenti dell'energia.* Un dato fondamentale per la rappresentazione del trasporto energetico è certamente quello del voltaggio per metro lineare (V/m), che disegna, a sua volta, la gerarchia della rete. Tuttavia, oggi bisogna fare i conti con una rete sempre più isotropa e quindi diventa rilevante, quanto complesso, calcolare e poi spazializzare le quantità di energia distinte tra domanda e offerta. Sapere, infatti, che nel Veneto una buona parte dell'energia viene importata dal sud Italia, o dall'estero, definisce delle relazioni territoriali di reciprocità che meritano attenzione e determinano ricadute anche sul territorio locale. Fondamentali sono anche i dati legati alle congestioni elettriche, ai blackout, ai disaccoppiamenti, tutte condizioni che spazializzate possono divenire utili ai fini della pianificazione.

La principale caratteristica della vestizione grafica dell'infrastruttura di trasporto è quella che distingue il livello di trasmissione da quello di distribuzione. Questa differenziazione di rappresentazione serve sì a distinguere due funzionalità energetiche diverse, ma evidenzia anche una dissimile relazione con il contesto e con lo spazio. Infatti, nel cartografare le reti di trasmissione è bene considerare anche lo spazio di rispetto che si configura al suolo, dove sono interdette alcune funzioni, mentre in quelle di distribuzione, ad esempio, è bene considerare anche i percorsi nascosti (sotterranei o integrati a edifici e altre infrastrutture). La rete, inoltre, non può essere rappresentata solo da segmenti lineari, ma anche da poligoni che definiscono i nodi elettrici di stazioni e cabine. Queste infrastrutture rappresentano



**Figura 101**

Disegnare la filiera energetica: proposta di una matrice per leggere gli spazi del sistema energetico: in alto lo schema della produzione idroelettrica, in basso quella termoelettrica da biomassa solida.

Elaborazione dell'autore, 2021.

punti rilevanti, oltre che per il funzionamento elettrico, anche per la quantità di spazio che richiedono.

Le finalità della rappresentazione della rete energetica rivestono un ruolo di strategica importanza per la gestione dell'intera filiera, anche per rispondere a sfide legate alla gestione del traffico, alla resilienza e all'interoperabilità. Il raggiungimento di questi obiettivi deve essere supportato da una rappresentazione adeguata che compari lo spazio fisico della rete con precisi strati informativi. Per il traffico energetico è necessario rappresentare i punti, i manufatti e i tratti di rete caratterizzati da condizioni di maggior congestione. Ad esempio, rappresentando la rete insieme alla localizzazione degli impianti idroelettrici è possibile prefigurare i punti di forte idraulicità (sovraccarico della rete nella produzione idroelettrica), o ancora, individuando aree di concentrazione di congestione è possibile capire dove la rete è poco rafforzata, suggerendo quindi interventi di magliatura. Per quanto riguarda la sfida della resilienza è necessario rappresentare gli elementi del contesto che minacciano la stabilità del sistema come la presenza di alberature, le aree soggette a smottamenti, ecc. Infine, per quanto riguarda l'interoperabilità, la rappresentazione acquisisce una dimensione progettuale, infatti, sovrapponendo strati informativi di altre reti (viabilità, telecomunicazioni), è possibile ripensare l'integrazione fisica tra diverse infrastrutture in un unico spazio.

*Qualificare spazialmente i consumi.* La qualità e disponibilità di dati sui consumi energetici è alquanto limitata. In assenza di precise e puntuali informazioni, che variano nel tempo, da utenza a utenza e per forma energetica, bisogna costruire dati teorici. Rispetto alle sperimentazioni portate avanti nella tesi, si propone il calcolo e l'utilizzo di medie annue per i consumi di una tipologia edilizia, di un comparto energetico, ecc. Con questi dati è possibile compiere operazioni di spazializzazione tramite software GIS dove, mediante unioni tabellari, è possibile associare informazioni alfanumeriche a vettori spaziali esistenti e quindi applicare i dati sui consumi a configurazioni spaziali, come l'uso del suolo, l'edificato, ecc. Con queste operazioni è possibile spazializzare, ad esempio, i dati sui consumi dei diversi settori energetici su dati della copertura del suolo, trasformando dati aggregati e assoluti (MWh) in dati spaziali (MWh/km<sup>2</sup>).

La restituzione grafica del sistema dei consumi è tra le operazioni più complesse della rappresentazione. Infatti, l'energia nei consumi non è, a differenza delle parti precedenti, retta da precise infrastrutture, ma si “disperde” in ciò che alimenta, muove e illumina. È quindi la rappresentazione degli spazi e degli elementi in cui l'energia viene dissipata e utilizzata che bisogna far ricadere l'attenzione. In questo senso bisogna distribuire sulla superficie di un'utenza (esempio patrimonio edilizio) o di un'infrastruttura (rete elettrificata dei treni) il dato sui consumi che può essere distinto, ad esempio, con gradazioni cromatiche che corrispondono a variazioni di consumo.

Le finalità nella rappresentazione dei consumi hanno una valenza quadruplica. Innanzitutto, la conoscenza dello stato e dell'andamento dei consumi è un aspetto strategico per il funzionamento del sistema energetico: serve infatti a governare il trasporto e il dispacciamento dei consumi, sapendo come muovere energia da aree in stato di surplus ad aree in stato di deficit. I consumi spazializzati servono poi alla costruzione di politiche energetiche mirate, soprattutto in quelle urbane e negli obiettivi di efficienza, sapendo costruire strategie ad hoc e dirottare risorse in precise combinazioni di consumi e utenze (che tipo di patrimonio edilizio e in che condizione è, da chi viene usato e quando). La terza finalità esce dal perimetro meramente energetico ed entra in questioni sociali, spazializzando la povertà energetica, o in quelle ambientali, localizzando i consumi più climalteranti. La quarta valenza è di tipo progettuale: la spazializzazione dei consumi è elemento necessario per la progettazione di nuovi sistemi energetici, come la costruzione di comunità energetiche o la realizzazione di distretti e quartieri a energia positiva (*Positive Energy District-Neighborhood*). In tutte queste rappresentazioni è fondamentale il *layering* con un'ampia gamma di strati informativi “classici” come il patrimonio costruito, l'uso del suolo, le infrastrutture delle viabilità, dell'energia, del welfare, dell'acqua. In alcune occasioni diventa anche necessaria la categorizzazione strategica di livelli cartografici come, ad esempio, il patrimonio costruito in base all'uso e funzione, alla condizione abitativa (edilizia residenziale pubblica, ecc.), all'anno di realizzazione, alla classificazione energetica, ecc.



# ***PROSPETTIVE DI RICERCA***





La tesi si è inserita in uno dei più complessi dibattiti contemporanei dell'urbanistica: la transizione. Di fronte all'evidenza di pervasivi cambiamenti territoriali, e all'urgenza di comprendere verso quali futuri dirigersi, è stato fondamentale ribadire il ruolo della disciplina urbanistica che, per sua natura, viene mobilitata nel comprendere, interpretare e agire in un cambiamento. A mutare, tuttavia, è anche il fare urbanistico; per questo è stato necessario ampliare le riflessioni per orientarsi verso nuove comprensioni, rappresentazioni e strumenti per territorializzare il sapere e il progetto della transizione.

Tra le tante aggettivazioni che fissano una prospettiva sui processi di transizione, quella energetica è sicuramente una delle più complesse, specie se letta da un punto di vista spaziale. L'energia, infatti, è in grado di modificare in modo transcalare e pervasivo un territorio, pur essendo una materia invisibile e impalpabile. Questa "capacità" assume caratteri di estrema complessità se osservata attraverso il convulso processo di transizione guidato dalle politiche europee.

Nonostante la storia delle transizioni abbia insegnato che quando cambia il paradigma energetico si modificano tante cose e che l'innescò è quasi sempre un problema di risorse territoriali, il maggior sforzo delle politiche europee evidenziato è quello di tentare un salto tecnologico, piuttosto che riflettere sull'impronta che la nostra domanda di energia lascia sul territorio.

La tesi ha ricostruito lo stato dell'arte sulla transizione energetica sovrapponendo alle più note considerazioni di carattere tecnico-economico (ben rappresentate da politiche e scenari eco-modernizzanti) il recente e ancora dibattuto "contro-discorso" delle discipline che si occupano di territorio, puntando i riflettori su cause ed effetti delle mancate considerazioni socio-spaziali.

L'evidenza emersa è quella di un processo che, mentre perseguiva obiettivi definiti da una *governance* tecnocratica, man mano neutralizzava lo spazio fino a renderlo materiale inerte e non più vitale. La diffusa astrazione del sistema dal suo territorio e la mancanza di progetto spaziale hanno permesso l'avanzare accidentato e conflittuale della transizione, generando forti inerzie nel momento in cui questa tocca terra.

Se da più fronti emerge l'esigenza di territorializzare la transizione, riportando al centro la dimensione socio-spaziale dell'energia, allora è parso utile orientare le riflessioni nel

comprendere come declinare e interpretare il processo di transizione nello spazio e nel territorio.

La tesi ha così colto indizi da riletture critiche di strumenti e *policies* e, condividendo alcuni sfondi concettuali, ha individuato nella rappresentazione spaziale una delle azioni più urgenti per territorializzare la transizione.

La rappresentazione spaziale non ha costituito per questa tesi un mero supporto tecnico, ma più un'occasione di *agency* in grado di emancipare potenzialità, arricchire esperienze, diversificare territori e includere le varie forze nascoste che sottintendono un lavoro spaziale.

Leggere l'energia attraverso il territorio ha richiesto un approccio creativo che mettesse in discussione le interpretazioni e i punti di vista più convenzionali.

Il primo passo è stato definire la dimensione spaziale del sistema energetico. Utilizzando la figura della filiera territoriale sono stati identificati gli spazi e le configurazioni in cui avvengono le fasi di produzione, trasporto e consumo di un sistema energetico. Con questa matrice sono state analizzate le diverse ricadute spaziali della transizione, dapprima delineando alcune categorie trasformatrici (*l'energy sprawl*, il consumo energetico di suolo, la varietà di paesaggi energetici e la ricostruzione dei nessi localizzativi), per poi concentrarsi sui trend trasformativi più importanti nel processo di transizione: le nuove spazialità delle rinnovabili, le riconfigurazioni degli spazi del fossile, la costruzione delle reti e le trasformazioni urbane per il consumo sostenibile. In questa lettura si è voluto anche approfondire la dimensione sociale e della *governance*, definendo i nuovi attori lungo la filiera e l'evoluzione degli strumenti spaziali.

A questo primo lavoro di ricerca è seguita una rilettura critica delle inerzie legate a una "transizione senza rappresentazione". Burocrazia e confusa pianificazione nella costruzione di nuovi impianti da fonti rinnovabili e relativi conflitti spaziali; incoerenze spaziali nelle fasi di trasmissione elettrica con congestioni energetiche e danneggiamenti alla rete; difficili operazioni di efficientamento nella città del Novecento tra povertà energetica, disuguaglianza distributiva e patrimonio vetusto; sono solo alcuni degli aspetti che hanno arricchito la sfida di rappresentazione spaziale della transizione.

La sfida è stata colta poi cimentandosi in esercizi di spazializzazione a partire dal caso veneto. Qui, grazie alla

relazione con un contesto significativo della contemporanea transizione, definito da politiche e strumenti comuni e segnato da una articolata storia energetica, è stato possibile sperimentare operazioni inedite di *mapping*.

Gestendo *dataset* esistenti, creandone *ex-novo* attraverso complesse operazioni di spazializzazione e osservando da vicino spazi e infrastrutture sul campo, sono stati ricostruiti i principali sistemi energetici del Veneto.

La territorializzazione della produzione FER ha rappresentato: gli spazi del fotovoltaico, tra relazioni con la dispersione insediativa e coltivazioni agroindustriali, sollevando problemi di concorrenza e degradazione ambientale e paesaggistica; le filiere energetiche delle biomasse solide e del biogas, disegnando gli spazi della coltivazione e quelli del trasporto che evidenziano i limiti delle filiere territoriali e i *trade-off* con le produzioni ago-alimentari; la transizione del piccolo, mini e micro idroelettrico tra speculazioni di concessioni e ripristino di vecchie configurazioni territoriali.

Il ridisegno della rete regionale ha portato a spazializzare alcuni effetti dell'isotropia energetica, ovvero il traffico elettrico e la vulnerabilità delle infrastrutture al cambiamento climatico.

Infine, sperimentando metodi cartografici, si è provato a spazializzare il consumo elettrico a diverse scale del Veneto, con particolare attenzione all'area centrale della "città diffusa", facendo emergere evidenze legate a certi usi energivori del suolo e ad alcune prese progettuali per una idea di "città sufficiente".

Il risultato è un atlante cartografico che porta alla conoscenza di spazi, processi e geografie di transizione sinora poco o per nulla rappresentati. Oltre all'evidente operazione conoscitiva e interpretativa, il lavoro sul caso studio ha anche sollevato alcuni aspetti particolarmente interessanti che definiscono *possibili prospettive della ricerca*.

## ***PRIMA PROSPETTIVA: IL PROGETTO E IL RUOLO DELL'URBANISTA***

Tenendo a mente che gli impianti e le infrastrutture devono rispettare alcune configurazioni per funzionare al meglio, difficilmente si è colta una varietà e sperimentazione progettuale negli impianti studiati e visitati. Le attenzioni a tutto ciò

che non è tecnico paiono superflue, determinando così una condizione di forte standardizzazione delle infrastrutture. Unici aspetti “territoriali” curati sono quelli relativi alle operazioni di *camouflaging* che, per limitare problemi di mancata accettazione sociale, ma anche per rispettare normative di tutela del paesaggio, cercano di mimetizzare gli oggetti costruiti.

Il design delle infrastrutture, tuttavia, non si limita ad aspetti tecnico-architettonici ma ricade anche sulla qualità e quantità dello spazio coinvolto. In base al tipo di infrastruttura energetica, infatti, viene condizionato uso e configurazione dello spazio, con soluzioni spesso invasive. Di fronte a queste evidenze diventa fondamentale il ruolo dell'urbanista che deve necessariamente riflettere su due importanti condizioni spaziali, che qui vengono proposte con i termini di “attacco a terra” e “recinto”.

*L'Attacco a terra* è la condizione in cui l'infrastruttura tocca il suolo coinvolgendo solo il punto di appoggio, caratteristica tipica, ad esempio, dei sostegni elettrici o delle pale eoliche. Lo spazio coinvolto in questo caso è limitato; tuttavia, sistemi di fondazione invasivi e composizione degli elementi seriali, come nel caso dei tralicci dell'alta tensione, possono compromettere l'uso, la fruizione e la qualità del suolo, generando oltremodo una polverizzazione di “*terrain vagues*”.

*I recinti*, invece, definiscono gli spazi che ospitano strutture tecnologiche che, per ragioni di gestione, manutenzione e sicurezza, richiedono la costruzione di membrane fisiche e un uso esclusivo del suolo. Queste soluzioni sono oggi quelle più problematiche poiché la frammentazione e la diffusione delle infrastrutture richiedono tanti piccoli e grandi spazi distribuiti sul territorio. Un esempio sono gli impianti fotovoltaici o quelli idroelettrici che precludono uso e accesso anche a porzioni molto vaste di territorio o a siti di importanza vitale per le comunità di viventi.

Il primo punto su cui bisogna lavorare per stimolare un diverso approccio è l'esclusività funzionale che da decenni riconduce le infrastrutture energetiche entro recinti o in oggetti standardizzati. Bisogna far scendere l'attenzione dal singolo apparato tecnico al suolo entro cui è configurato (Secchi, 1986), portando quindi una maggiore attenzione al contesto partendo dal piano fisico e dai processi che lo attraversano. Delineare azioni fisiche di riduzione delle barriere e di uso esclusivo dello spazio energetico; permettere una maggior fruizione a comunità

Un “progetto di suolo”  
dell'energia

umane e non; coinvolgere attori locali nelle fasi di progetto; sono alcune pratiche che permettono la caratterizzazione di spazi e architetture in base a un contesto e alle esigenze della comunità che li vive.

Per aumentare la porosità di questi spazi si può mobilitare il concetto di multifunzionalità spaziale. Questo termine, consolidato all'interno della disciplina economica sin dagli anni '90, indica come un'attività può avere diversi *output* e pertanto può contribuire a diversi obiettivi sociali. Lo stesso concetto permette, oltre a ridefinirne la funzione, di interpretare in modo diverso non solo l'attività produttiva, ma anche l'assetto stesso delle aree e il loro ruolo territoriale.

Le soluzioni combinate di produzione energia e cibo proposte dall'agrovoltaico sono evidenti primi passi verso un'idea di "energy multifunctional landuse", così come emerso in recenti studi (Kupers et al. 2019).

### Tabula plena

Un secondo aspetto, che non può essere più ignorato, è la crescente richiesta di nuovo spazio per la produzione di energia da fonti rinnovabili. Alla luce degli ormai noti e preoccupanti report sul consumo di suolo (ISPRA, 2022), dobbiamo individuare spazi per l'energia in contesti già densamente costruiti e vincolati.

Questo aspetto non deve per forza rappresentare un limite, anzi, a volte offre interessanti prese progettuali. Tutto sta nella lettura del territorio come esito di un processo, dove ogni ciclo ha prodotto degli spazi e depositato un capitale energetico, ovvero un'immensa accumulazione e stratificazione di lavoro umano ottenuto dalla trasformazione di suoli e di materiali (Viganò et al. 2014). I relitti e le tracce di questo capitale offrono oggi importanti e stimolanti occasioni progettuali se interpretati in una *tabula plena*: vecchie infrastrutture idrauliche, reti di irrigazione e canali offrono supporto ad impianti idroelettrici; suoli agricoli degradati, a riposo o salinizzati possono essere utilizzati per coltivare biomasse; o ancora coperture piane di edifici, tettoie di parcheggi e aree industriali dismesse possono essere luogo ideale dove installare impianti fotovoltaici.

### Il ruolo dell'urbanista

Queste suggestioni progettuali inducono anche a un riposizionamento della figura dell'urbanista di fronte ai processi di transizione energetica. Troppo spesso, infatti, le soluzioni energetiche vengono interpretate da figure tecniche il cui ruolo e sapere, sicuramente fondamentale, non può più però bastare

da solo. È necessario riassegnare all'urbanista un ruolo primario, affinché non si adoperi più solo a far spazio a strutture rigide e ad ammortizzare, tuttalpiù, gli impatti più critici, ma si proietti nella direzione della transizione dal basso (dal suolo, da precisi contesti, con il materiale esistente) e non più solo dall'alto (dalle politiche, dai progetti isomorfi, da standard tecnici). L'urbanista, in questo senso, diventa il mediatore per territorializzare la transizione intervenendo con un progetto sin da subito, e non a valle di un processo decisionale, e valorizzando il "capitale energetico" che è stratificato e conservato nello spazio. Il ruolo dell'urbanista viene così riabilitato per rovesciare la ormai secolare condizione di "space as usual" dell'energia per ribadire l'importanza e la centralità di uno spazio che conta (Massey, 2005). Solo con questo cambio di prospettiva l'urbanistica per la transizione riconquista una sua autonomia e riconoscibilità, smarcandosi dalla condizione di pratica *ex post*.

## **SECONDA PROSPETTIVA: IL PIANO E L'ENERGY MAPPING**

Lo strumento del piano è in crisi di fronte al processo di transizione: se in passato si faceva affidamento sulla costruzione di proiezioni lineari, e tuttalpiù incrementali, oggi la transizione definisce scenari incerti e differenziati, impossibili da prefigurare con certezza.

Nel caso specifico dell'energia, il sistema in transizione ha scardinato alcuni noti capisaldi: la possibilità di stoccare le risorse energetiche, l'andamento mono-direzionale del trasporto energetico, la regia e gestione unificata sotto unico ente, erano tutte condizioni di stabilità che permettevano una pianificazione lineare. Oggi queste condizioni non sussistono più: la frammentarietà nella gestione dei sistemi, la variabilità della produzione rinnovabile, l'incertezza dei rifornimenti esterni, la vulnerabilità di alcune infrastrutture e l'obsolescenza di altre, definiscono aspetti dagli sviluppi confusi e incerti.

L'energia non può quindi più essere letta come un programma (di espansione, di crescita, di sviluppo), ma piuttosto come una criticità e in quanto tale non è più sufficiente una semplice delineazione degli obiettivi, ma la costruzione di nuovi strumenti conoscitivi e di azione.

Come emerso dallo stato dell'arte, la relazione tra energia e

territorio soffre di una scarsa rappresentazione che appiattisce e banalizza la dimensione spaziale e progettuale. A livello locale, l'avvento delle politiche europee ha dato il via a una stagione pianificatoria basata sulla compilazione di piani standardizzati (modello PAESC - Patto dei Sindaci) che hanno portato alla raccolta di dati meramente quantitativi e a un campionario di schede di progetti puntuali. A livello regionale, invece, la relazione della pianificazione con l'energia è stata variamente considerata per arginare gli effetti della caotica costruzione di nuovi impianti, emanando una serie di linee guida e regolamenti che vincolano la costruzione a determinate condizioni o contesti (es. linee guida "aree idonee e non idonee").

Partendo dal presupposto che la rappresentazione spaziale è il principale supporto per gli strumenti urbanistici, vengono di seguito riportate alcune considerazioni e traiettorie per "ri-pianificare" l'energia.

### Oltre il piano-template

La redazione dei piani PAESC si basa sulla compilazione di un *template* standard. Questo aiuta certamente un confronto più immediato tra strumenti di diversi contesti, ma allo stesso tempo appiattisce le analisi contestuali ed esclude gli aspetti innovativi.

Si suggerisce quindi una spazializzazione anche nella costruzione dei piani, attraverso un'attenta rappresentazione dello stato di fatto che esplori le diverse dimensioni energetiche (sistemi e infrastrutture), di *governance* (meccanismi di incentivazioni, regolamenti, ecc.), sociali (povertà energetica, comportamenti energetici, ecc.) e ambientali (emissioni di CO<sub>2</sub>, uso risorse locali, ecc.).

Il *mapping* del sistema locale dell'energia, così come sperimentato nel caso studio, diventerebbe uno strumento cognitivo in grado di fornire una diagnosi di potenzialità e criticità meno generalizzata e più aderente al contesto. Una conoscenza più specifica e contestualizzata nutrirebbe poi l'intero piano, costruendo obiettivi e strategie più fattibili e offrendo prese progettuali per una pianificazione maggiormente organica e innovativa.

### Oltre la settorialità: il piano "poroso"

La pianificazione dei sistemi energetici e della transizione viene attualmente declinata tra piani energetici e piani territoriali-paesaggistici, dove il ruolo dei primi è quello di declinare le questioni tecnico-economiche, mentre quello dei secondi di

mitigare gli impatti sul paesaggio. Questo strabismo molto spesso confonde e disorienta, definendo un sistema farraginoso che è più volte ostacolo piuttosto che supporto.

Le rappresentazioni cartografiche operate nella tesi hanno dimostrato come gli elementi, le configurazioni e gli usi del territorio influenzano il funzionamento di una infrastruttura energetica e viceversa. Di fronte a queste evidenze è impossibile pensare a una pianificazione distinta, come lo è ora, tra tecnica e spazio. Le multiple dimensioni territoriali dell'energia, i paradossali itinerari delle biomasse, i terreni della concorrenza cibo/energia, la rivitalizzazione di vecchie infrastrutture idroelettriche, i punti e le aree di vulnerabilità dei sistemi di trasporto, la concentrazione di piastre energivore, sono solo alcuni esempi di spazi che oggi sfuggono da ogni rappresentabilità e quindi da ogni azione di pianificazione.

Si propone quindi l'adozione di un piano "poroso" dell'energia dove la dimensione fisica viene impiegata come supporto per tenere insieme diverse categorie pianificatorie. Con una struttura ad atlante, il piano sarebbe prevalentemente composto da *layer* cartografici esplicitamente dedicati all'infrastruttura (sistemi di produzione, di consumo, di trasporto) che verrebbero sovrapposti a quelli territoriali. Da questa sovrapposizioni emergerebbe una griglia capace di spazializzare le "releted energy issues", ovvero le questioni indirettamente legate al sistema energetico che hanno precise collocazioni o entità spaziali (ad esempio, la povertà energetica in alcuni quartieri, la relazione tra picchi di consumi e condizioni micro-climatiche, ecc.) Con questa struttura porosa è possibile far emergere aspetti energetici nascosti e soprattutto integrare le questioni tecnico-economiche con quelle urbane e territoriali, facendo interagire tra loro le diverse forme dell'energia.

Strettamente connesse al punto precedente sono le considerazioni legate a uno degli strumenti più utilizzati oggi nella pianificazione energetica: la definizione di "aree idonee" e "non idonee". Questo strumento definisce una tendenza allo *zoning* energetico che, se per una dimensione superficiale può anche aiutare ad orientare un avvicinamento al territorio, nello specifico appiattisce e banalizza la multidimensionalità dell'energia. Lo *zoning*, inoltre, alimenta un approccio pianificatorio legato al "vincolo", impegnato a stabilire cosa e dove non fare. Si auspica invece un approccio opposto, più propositivo, che dica dove

Oltre lo zoning  
energetico



intervenire e soprattutto come.

In questo caso torna utile il *mapping* energetico e in modo specifico la costruzione di carotaggi cartografici. Queste operazioni osservano e rappresentano il territorio e il funzionamento energetico da molto vicino, registrando anche i minimi indizi e facendo emergere le specifiche prese progettuali. La costruzione, raccolta e confronto di tanti carotaggi porterebbero poi anche al disegno di dispositivi spazio-energetici in grado di arricchire il piano e l'idea di progetto spaziale dell'energia.

### Pianificare la giustizia spaziale

*“Energy may be one of the Grand Challenges for the 21st century, but this challenge is not the same everywhere (Gavin Bridge)”*

La cartografia, specie se prodotta con metodi creativi, diventa un potente strumento di giustizia spaziale (Casti, 2019). Con questo presupposto è fondamentale pensare all'*energy mapping* anche come occasione per la costruzione partecipata e condivisa di un piano. Questioni sociali dell'energia (povertà energetica, mancata accettazione sociale, ecc.) possono essere colte pienamente solo tramite l'interazione con una comunità. Ad esempio, grazie agli strumenti di *GIS sharing* (come le mappe condivise di google maps) è possibile un'azione collettiva di raccolta dati sui consumi energetici, altrimenti difficilmente monitorabili da un unico soggetto. O ancora, grazie alle *parish map* (come le mappe dei valori e disvalori) è possibile spazializzare la complessa dimensione valoriale legata all'energia e ai suoi spazi.

### Standard urbanistici dell'energia

Da queste considerazioni emerge anche un'ulteriore suggestione, ovvero che lo spazio dell'energia, oltre ad essere co-pianificato, possa diventare uno spazio di diritto. In questo senso è utile provare a declinare un'idea di “standard urbanistico dell'energia”, prevedendo all'interno di aree a servizi e infrastrutture pubbliche una dotazione di spazi-azioni per la transizione energetica, come impianti energetici condivisi in aree pubbliche, *smart-grid* di quartiere, spazi e attrezzature per la mitigazione climatico-energetica, ecc. Questi spazi-azioni devono ovviamente basarsi sulla popolazione residente, su specifiche esigenze “energetiche” e sui sistemi locali di governance.

## TERZA PROSPETTIVA: POLITICHE, DALLA SPACE-BLINDENESS ALLA SPACE-VISIBILITY

Il ruolo delle politiche comunitarie per la transizione energetica è primario: solo la presenza di quadri di riferimento sovranazionali e forme di incentivazione, almeno in questa epoca, garantiscono un certo successo nel raggiungimento degli obiettivi. Il *framework* eco-modernista costruito attorno alle *energy policies* ha espulso ogni tipo di considerazione su spazio e società, producendo esiti accidentali e critici come rappresentato in questa tesi.

La caotica “caduta” al suolo di nuove infrastrutture, le pressioni su risorse e ambiente di certe produzioni e le conflittualità di altre, sono aspetti poco noti e perlopiù evidenti solo alla scala locale. Le politiche, che avrebbero il compito di risolvere questi aspetti in modo sistematico, dal canto loro hanno dimostrato solo una prolungata incapacità di prefigurazione. Oggi la richiesta sociale nella risoluzione di queste inerzie costringe un radicale ripensamento delle strategie contenute nelle *energy policies*.

Ad esempio, aspetti dell'*energy sprawl*, di consumo di suolo, di fine vita di un impianto, di trasformabilità del paesaggio, di peso ecologico, sono alcuni aspetti che dovrebbero essere presi in considerazione, se non addirittura essere fondativi, nella costruzione e sviluppo di nuove politiche energetiche.

Con le esperienze maturate nella tesi è possibile suggerire una prima raccolta di indicazioni per nuove politiche o per l'aggiornamento delle stesse.

Al pari di una incentivazione alla costruzione di impianti è utile promuovere politiche di *repowering* per preservare il consumo di suolo e di risorse. Queste politiche dovrebbero prediligere il recupero e ripotenziamento di infrastrutture esistenti, ad esempio con la sostituzione dei pannelli nelle centrali fotovoltaiche o dei congegni nelle pale eoliche. In questo senso la mappatura e il monitoraggio dello stato delle infrastrutture diventa uno strumento fondamentale di programmazione, sia per orientare finanziamenti che per concentrare innovazione.

Queste politiche comprenderebbero inoltre un'annosa e poco considerata questione, ovvero la gestione del fine vita di un impianto, con le complesse considerazioni su smaltimento dei materiali, recupero ecologico ecc.

**Repowering policies**

## Politiche di filiera corta

Politiche di filiera corta possono essere programmate per evitare impronte territoriali eccessive. Specialmente nelle produzioni basate sull'utilizzo di biomasse, è importante la rappresentazione spaziale dell'intera filiera per comprendere il reale dimensionamento territoriale richiesto per il loro funzionamento. Oltre a ridisegnare i perimetri virtuali di questi impianti, una rappresentazione accurata dei percorsi e degli spazi coinvolti nella filiera è premessa a politiche per promuovere la co-costruzione di filiere energetiche locali, in sintonia con soggetti, imprese e attività e risorse realmente disponibili in un contesto.

## Just transition policies

Per perseguire gli obiettivi di *just transition* proposti dalle politiche europee è necessario comprendere la spazialità di diversi aspetti sociali relativi all'energia.

Osservando i conflitti, i dibattiti sulla scarsa accettazione sociale e i fenomeni di NIMBY, emerge una certa insofferenza per un mancato radicamento della transizione nei contesti locali. Le politiche devono mettere in guardia i decisori e realizzatori materiali del processo circa i rischi di una transizione senza progetto. Una particolare attenzione deve essere dedicata alle cartografie dell'ingiustizia distributiva che devono interpretare specifiche politiche per diversi contesti geografici (es. nord e sud Europa; contesti urbani e rurali, centralità e marginalità) e spaziali (spazi pubblici e privati, edilizia residenziale pubblica, contesti vincolati e/o fragili, ecc.) al fine di garantire l'accessibilità e la definizione mirata delle *policies*, soprattutto se si tratta di sistemi di incentivazione, economica e non.

La rappresentazione cartografica, inoltre, potrebbe alimentare la costruzione di nuove narrative energetiche che a loro volta tradurrebbero aspetti meno tangibili come l'educazione alla transizione e gli *energy behaviours*, in politiche per la costruzione di laboratori culturali a tema energetico, per l'uso di *device* per l'auto-monitoraggio dei consumi, per la creazione di spazi e dispositivi educanti, per progetti ricreativo-turistici sull'uso sostenibile dell'energia, ecc.

## Il focus urbano

Le aree urbane si configurano come sistemi altamente energivori e dipendenti dall'importazione di energia spesso da aree rurali, stabilendo rapporti poco equi e sostenibili.

Proprio per la promozione di politiche eco-moderniste, con la conseguente scarsa considerazione dello spazio, la transizione sinora ha poco meditato sulla dimensione urbana, se non per

limitarsi all'efficiamento (tecnologico) degli edifici. Si propone quindi un maggior contributo delle aree urbane nella transizione energetica attraverso l'emanazione di politiche che puntino alla normazione e incentivazione di spazi legati all'autoproduzione di energia da fonti rinnovabili e per la riduzione dei consumi e delle emissioni di CO<sup>2</sup>. Per fare questo è possibile riprendere l'esperimento cartografico-metodologico affrontato nella tesi atto a individuare il capitale spaziale per la "città sufficiente". Tramite queste rappresentazioni sarebbe possibile individuare luoghi e orientare forze per una programmazione urbana mirata alla riduzione dei consumi energetici del trasporto (mappatura dell'infrastruttura della mobilità attiva e pubblica, spazi di aggregazione, servizi di *car-* e *bike-sharing*, ecc.), all'efficiamento degli edifici pubblici e privati (mappatura qualità patrimonio edilizio, classe energetica, ecc.), all'auto-produzione e condivisione di energia (mappatura utenze e condizioni socio-economiche per la creazione di comunità energetiche); alla mitigazione climatico-energetica (mappatura isole di calore, distribuzione delle vegetazione, dispositivi di mitigazione urbana, ecc.).

La conoscenza spaziale dell'energia e dei suoi sistemi è una fondamentale condizione per la costruzione di politiche. Oltre alle operazioni di mappatura, che diventano il primo necessario passo per la conoscenza della relazione energia-territorio, è necessaria l'istituzione di un sistema di monitoraggio, ovvero la registrazione temporale delle evoluzioni, delle trasformazioni, degli avanzamenti dei processi di transizione energetica. La condizione spazio-temporale è infatti importante sia per affinare la descrizione territoriale, ma anche per proiettarsi nella definizione di scenari.

Il monitoraggio è possibile solo con una certa qualità del dato spaziale. Ad oggi, nel contesto nazionale non vi è una infrastruttura informativa organizzata e integrata per raccogliere e restituire dati spaziali dell'energia. Una proposta migliorativa potrebbe venire dall'aggiornamento della politica pianificatoria regionale e nazionale tramite campagne di spazializzazione, con operazioni simili a quelle affrontate nella tesi (es. *geocoding* dati GSE), che portino l'integrazione, nei geo-portali istituzionali, dei numerosi dati quantitativi in possesso di enti di governo del territorio.

In secondo luogo bisognerebbe delineare meglio l'intreccio tra rappresentazioni spaziali e politiche settoriali. Come emerso

**Politiche di raccolta dati  
e di monitoraggio**

nelle esplorazioni cartografiche, molte rappresentazioni intercettano e sollevano esiti legati direttamente alle politiche energetiche. Tuttavia, sono emersi anche altri collegamenti come con le politiche di turismo (spazi energivori delle attività ricettive), politiche di protezione ambientale (impronta ecologica mini impianti idroelettrici), politiche di mobilità (consumi attivi e condivisi per la città sufficiente); specifiche politiche economiche e produttive (fotovoltaico su aree industriali dismesse, filiere energetiche integrate). In questo senso è necessario includere nella regia delle politiche un maggior utilizzo delle informazioni cartografiche, garantendo un più adeguato monitoraggio, misurazione e confronto degli esiti della transizione sui diversi contesti.

Portando avanti queste prospettive ci si augura il contributo futuro di tante ricerche-azioni che condividino e approfondiscano la tesi qui avanzata. Con diversi lavori di mappatura, lo sviluppo di progetti spaziali dell'energia, la costruzione e sperimentazione di nuovi strumenti urbanistici e di politiche energetiche basate sullo spazio, ci si auspica di poter parlare, finalmente, di una transizione territorializzata.



# ***RIFERIMENTI***





Amato, Anna. 2020. “Riqualificazione Energetica Del Patrimonio Immobiliare Di Edilizia Residenziale Amato, Anna. 2020. «Riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare di edilizia residenziale pubblica». EIA ENEA, 2020.

Amin, Ash, e Nigel Thrift. 2020. *Vedere come una città*. Mimesis.

Andreotta, Chiara. «Visioneering futures: a way to boost regional awareness of the low-carbon future». *Regional Studies, Regional Science* 5(1): 117-124.

Armiero, Marco. 2021. *L'era degli scarti. Cronache dal Wasteocene, la discarica globale*. Einaudi.

Asarpota, Karishma, e Vincent Nadin. 2020. «Energy Strategies, the Urban Dimension, and Spatial Planning». *Energies* 13: 36-42.

Bassi, Alberto, e Lorenzo Fabian. 2018. «Fra design e progetto di territorio, un nuovo ciclo per il Veneto». In *Veneto. Temi di ricerca e azione*, a cura di Maria Chiara Tosi. Mimesis.

Barca, Fabrizio, Philip McCann, e Andrés Rodríguez-Pose. 2012. «The Case For Regional Development Intervention: Place-Based Versus Place-Neutral Approaches». *Journal of Regional Science* 52 (febbraio).

Boano, Fulvio, Carlo Camporeale, Paolo Cavagnero, Stefano Fenoglio, Roberto Revelli, e Luca Ridolfi. 2011. «Mini hydro e impatti ambientali. Sintesi organizzata dello stato dell'arte scientifico». Regione Piemonte.

Bohnenberger, Katharina. 2021. «Can ‘Sufficiency’ reconcile social and environmental goals? A Q-methodological analysis of German housing policy». *Journal of Housing and the Built Environment* 36 (marzo).

Bonan, Giacomo. 2020. *Le acque agitate della patria*. Viella.

Bridge, Gavin. 2018. «The map is not the territory: A sympathetic critique of energy research’s spatial turn». *Energy Research & Social Science* 36: 11-20

Bridge, Gavin, Stefan Bouzarovski, Michael Bradshaw, e Nick Eyre. 2013. «Geographies of energy transition: Space, place and the low-carbon economy». *Energy Policy* 53: 331–40.

Briffaud, Serge, e Viviana Ferrario. 2015. «Ricollegare energia e territorio: il paesaggio come intermediario- Alcune riflessioni a partire dai risultati del progetto Ressources». In *Landscape as mediator landscape as commons. International perspectives in landscape research*, a cura di Benedetta Castiglioni, Fabio Parascandolo, e Marcello Tanca, 83–100. Cleup.

Caciagli, Mario. 2011. «Le Regioni dell’Unione Europea». *Quaderni di sociologia* 55.

Calvert, Kirby. 2016. «From ‘energy geography’ to ‘energy geographies’: Perspectives on a fertile academic borderland». *Progress in Human Geography* 40 (1): 105–25.

Caramizaru, Aura, e Andreas Uihlein. 2020. «Energy communities: an overview of energy and social innovation». European Commission.

Carrosio, Giovanni. 2015. «Il ritorno al futuro delle aree interne: la ri-localizzazione delle filiere energetiche». In *Aree interne e progetti d’area*, a cura di Benedetto Meloni, Rosenberg & Sellier.

———. 2018. «La questione energetica vista dalle aree interne». In *Riabitare l’Italia*, a cura di Filippo Barbera, Fabrizio Barca, Giovanni Carrosio, Domenico Cersosimo, Antonio De Rossi, Donzelli Carmine, Arturo Lanzani, Laura Mascino, e Pier Luigi Sacco, 487–98. Donzelli editore.

Carrosio, Giovanni, e Natalia Magnani. 2022. *Understanding the Energy Transition. Civil society, territory and inequality in Italy*. Palgrave Macmillan.

Carta, Maurizio. 2015. «Urban Hyper-Metabolism: un paradigma dirompente». In *Recycle Italy. Urban Hyper-Metabolism*, a cura di Maurizio Carta e Barbara Lino, 11–17. Aracne editore.

———. 2019. *Futuro*. Rubbettino editore.

Casti, Emanuela. 2019. «Cartografia critica. Dal topos alla chora». Guerini Scientifica.

Cavalieri, Chiara. 2015. «Diffusione di energia. Verso un futuro decentrato». In *Nella ricerca\_Futurecycle*, a cura di Lorenzo Fabian e Sara Marini. Pordenone: Giavedoni Editore.

Cavalieri, Chiara, e Paola Viganò. 2019. *Horizontal metropolis*. Springer.

Chien, Shih-Shen. 2008. «The Isomorphism of Local Development Policy: A Case Study of the Formation and Transformation of National Development Zones in Post-Mao Jiangsu, China». *Urban Studies* 45 (2): 273–94.

CIRF. 2014. «L'energia verde che fa male ai fiumi. Qualità dei corsi d'acqua e produzione idroelettrica in Italia: un conflitto irrisolto». CIRF - Centro Italiano per la Riquilificazione Fluviale.

Coppola, Alessandro, Arturo Lanzani, e Federico Zanfi. 2021. «Tra eredità, riscoperte e un futuro diverso: ripensare le politiche urbanistiche e territoriali». In *Ricomporre i divari. Politiche e progetti territoriali contro le disuguaglianze e per la transizione ecologica*, a cura di Alessandro Coppola, Matteo Del Fabbro, Arturo Lanzani, Gloria Pessina, e Federico Zanfi. il Mulino.

Corboz, André. 1983. «Il territorio come palinsesto». *Diogenè* 121: 14–35.

Corner, James. 1999. «The Agency of Mappings: Speculation, Critique and Invention». In *Mappings*, di Denis Cosgrove. Reaktion Books.

Cosgrove, Denis. 1999. «Introduction: Mapping Meaning». In *Mappings*, di Denis Cosgrove. Reaktion Books.

Couto, Thiago, e Julian Olden. 2018. «Global proliferation of small hydropower plants - science and policy». *Frontiers in Ecology and the Environment* 16 (gennaio).

D'Angelo, Fabrizio. 2018a. «La tesi del bacino domestico». In *La montagna che produce / productive mountains. Book of*

abstracts, a cura di Viviana Ferrario, Mauro Marzo, Viola Bertini, e Chrysafina Geronta, 48–49. Università Iuav.

———. 2018b. «Paesaggi idroelettrici domestici. Progetti e riflessioni nel bacino della Piave». *Ri-vista* 2.

D'Angelo, Fabrizio, Klarissa Pica, Simoni Davide, e Valentina Rossella Zucca. 2023. «Territorializzare la transizione: ripartire dalla dimensione spaziale per nuovi patti territoriali». In *La declinazione della sostenibilità ambientale nella disciplina urbanistica. Atti della XXIV Conferenza Nazionale SIU Dare valore ai valori in urbanistica*. Planum.

Dansero, Egidio, e Alberta De Luca. 2012. «Green e smart? Spazi, progetti e retoriche nella transizione urbana». In *Atti del XXXI Congresso Geografico Italiano*, Vol. I

Deleuze, Gilles, e Félix Guattari. 1980. *Mille piani*. Castelvecchi.

De Marchi, Marta. 2018. «Foodspace. Conflitti e paradossi nello spazio del sistema agroalimentare Veneto». Dottorato, Iuav di Venezia.

Dematteis, Giuseppe. 2021. *Geografia come immaginazione*. Donzelli.

Delponte, Ilaria. 2012. «Approcci alla governance energetica. Il SEAP di Genova». In *Energia e pianificazione urbanistica. Verso un'integrazione delle politiche urbane*. Franco Angeli.

De Pascali, Paolo. 2008. *Città ed energia. La valenza energetica dell'organizzazione insediativa*. Franco Angeli.

———, a c. di. 2015. *L'energia nelle trasformazioni del territorio. Ricerche su tecnologie e governance dell'energia nella pianificazione territoriale*. Franco Angeli.

———. 2017. «Cambiare il lessico: nuove competenze e responsabilità degli urbanisti». In *Cambiamenti dell'urbanistica*, a cura di Maurizio Carta e Paolo La Greca. Donzelli editore.

———. 2021. «Introduzione all'integrazione necessaria

energia-urbanistica». Archivio di studi urbani e regionali : 131, supplemento, 2021.

De Pascali, Paolo, e Annamaria Bagaini. 2018. «Energy Transition and Urban Planning for Local Development. A Critical Review of the Evolution of Integrated Spatial and Energy Planning». *Energies* 12 (35).

De Rossi, Antonio. 2020. «Aree interne e montane, gli atouts da giocare». Il Mulino, *Viaggio nell'Italia dell'emergenza*, aprile 2020.

De Vidovich, Lorenzo, Luca Tricarico, e Matteo Zulianello. 2021. *Community energy map. Una ricognizione delle prime esperienze di comunità energetiche rinnovabili*. Milano: Franco Angeli.

Erba, Silvia, e Lorenzo Pagliano. 2021. «Combining Sufficiency, Efficiency and Flexibility to Achieve Positive Energy Districts Targets». *Energies* 14 (15).

Fabian, Lorenzo, e Michelangelo Savino. 2016. «Acqua, mobilità, energia. Nuove frontiere della ricerca urbanistica». In *Italia 1945-2045. Urbanistica prima e dopo*, a cura di Stefano Munarin e Luca Velo. Donzelli editore.

Fabian, Lorenzo, e Ludovico Centis. 2022. *The Lake of Venice. A scenario for Venice and its lagoon*. Anteferma Edizioni.

Faraone, Claudia, e Maria Chiara Tosi, a c. di. 2021. *Città e lavoro: spazi, attori e pratiche della transizione tra Mestre e Marghera*. Quodlibet.

Favaro, Sabina, Cecilia Furlan, e Alvisè Pagnacco. 2018. *Mapping the urban question*. Officina.

Ferrari, Simone, Federica Zagarella, Paola Caputo, e Giuliano Dall'O'. 2021. «Mapping Buildings' Energy-Related Features at Urban Level toward Energy Planning». *Buildings* 11 (8).

Ferrario, Viviana. 2007. «Lo spazio agrario nel progetto di un territorio. Trasformazioni dei paesaggi rurali nella pianura e nella montagna veneta». Dottorato, Iuav di Venezia.

———. 2009. «Agripolitana. Dispersed city and agricultural spaces in Veneto region (Italy)». In *The 4th International Conference of the International Forum of urbanism*

———. 2017. «L'agricoltura nella complessità del territorio veneto contemporaneo». In *Governare il territorio in Veneto*, a cura di Michelangelo Savino, 101–11. Cleup.

———. 2018. «Il paesaggio come strumento. Il caso delle energie rinnovabili». Ri-Vista 2.

———. 2019. *Lecture geografiche di un paesaggio storico: la coltura promiscua della vite nel Veneto*. Cierre edizioni.

Ferrario, Viviana, e Benedetta Castiglioni. 2015a. «Il paesaggio invisibile delle transizioni energetiche. Lo sfruttamento idroelettrico del bacino del Piave». *Bollettino della Società Geografica Italiana VIII (XIII)*: 531–53.

———. 2015b. «Hydropower exploitation in the Piave river basin (Italian Eastern Alps). A critical reading through landscape». In *Renewable Energies and European Landscapes. Lessons from Southern European Cases*, a cura di Marina Frolova, Alain Nadai, e Maria-José Prados, 155–72. Springer.

———. 2017. «Visibility/invisibility in the “making” of energy landscape. Strategies and policies in the hydropower development of the Piave river (Italian Eastern Alps)». *Energy Policy* 108 (C): 829–35

Ferrario, Viviana, Chrysaфина Geronta, e Fabrizio D'Angelo. 2018. «La costruzione di un quadro conoscitivo per l'implementazione del PaAM, il parco agropaesaggistico metropolitano di Padova. ç'esperienza del progetto Urban Green Belt». In *Veneto. Temi di ricerca e azione*, a cura di Maria Chiara Tosi, 117–37. MIM-edizioni.

Ferrario, Viviana, e Matelda Reho. 2015. «Looking beneath the Landscape of Carbon Neutrality». In *Renewable energies and European Landscapes. Lessons from the southern European cases*, a cura di Marina Frolova, Maria-José Prados, e Alain Nadai, 95–113. Springer.

Ferrario, Viviana, Matteo Puttilli, e Fabrizio D'Angelo. 2021. «Quali politiche per i “paesaggi dell'energia”? Un esame del contesto istituzionale italiano». *Geotema* 65: 138–50.

Frascarelli, Angelo, e Stefano Ciliberti. 2011. «La diffusione del fotovoltaico in Italia e l'impatto sull'agricoltura». *Agriregionieuropa* 7: 2011.

Frolova, Marina, Bohumil Frantál, Viviana Ferrario, Csaba Centeri, Daniel Luque, Viktor Grónás, Standa Martinat, Matteo Puttilli, Lucas Almeida, e Fabrizio D'Angelo. 2020. «Diverse energy transition patterns in Central and Southern Europe: A comparative study of institutional landscapes in the Czech Republic, Hungary, Italy, and Spain». *Journal of Landscape Ecology* 17: 65–89.

Frolova, Marina, Csaba Centeri, Karl Benediktsson, Marcel Hunziker, Robert Kabai, Alessandra Scognamiglio, Georgios Martinopoulos, et al. 2019. «Effects of renewable energy on landscape in Europe: Comparison of hydro, wind, solar, bio-, geothermal and infrastructure energy landscapes». *Hungarian Geographical Bulletin* 68 (dicembre): 317–39.

Frolova, Marina, María-José Parados, e Alain Nadaï, a c. di. 2015. *Renewable Energies and European Landscapes: Lessons from Southern European Cases*. Springer.

Gabellini, Patrizia. 2016. «Paradigma prima incerto, ora nuovo?». In *Italia 1945-2045. Urbanistica prima e dopo*, a cura di Stefano Munarin e Luca Velo. Donzelli editore.

Gasparrini, Carlo. 2019. «La metamorfosi resiliente della città». In *Per una città sostenibile. Quattordici voci per un manifesto*, a cura di Camilla Perrone e Michelangelo Russo, 133–41. Donzelli editore.

Geroldi, Chiara, e Gloria Pessina. 2021. «Power Stations and Petroleum Heritage in Italy». In *Oil Spaces*, di Carola Hein, 243–62. Routledge.

Ghiglione, Giulia. 2019. «La politica energetica europea e i riflessi sul sistema elettrico italiano. Dalla liberalizzazione

del mercato alla promozione della generazione rinnovabile». Dipartimento di Scienze politiche, LUISS.

Giannetti, Renato. 1985. *La conquista della forza. Risorse, tecnologia ed economia nell'industria elettrica italiana (1883-1940)*. Franco Angeli.

Glicker, Jesse, Zsolt Thot, Jonathan Volt, Maarten De Groote, e Paulina Rodriguez Fiscal. 2022. «Positive energy neighbourhoods. Drivers of transformational change». VITO-BPIE.

Gollner, Christoph, Silvia Bossi, Sarah Theierling, Margit Noll, Susan Meyer, e Hans Günther Schwarz, a c. di. 2020. «Europe Towards Positive Energy Districts. First update February 2020 A compilation of projects towards sustainable urbanization and the energy transition». Joint Programming Initiative Urban Europe.

Grandi, Silvia. 2020. «Paesaggi in transizione energetica post-minerari». In *Atti Convegno Agei Oltre la Convenzione*. Firenze.

Hein, Carola. 2021. «Space, time and oil». In *Oil Spaces. Exploring the Global Petroleumscape*, di Carola Hein, 3–18. Routledge.

Ilich, Ivan. 1973. *Elogio della bicicletta*. Bollati Boringhieri.

Indovina, Francesco. 1990. *La città diffusa*. Istituto universitario di architettura di Venezia. Dipartimento di analisi economica e sociale del territorio.

ISPRA. 2008. «Valutazione della sostenibilità ambientale ed integrazione di dati ambientali e territoriali». 82/2008.

Kent Alexander J. 2005. «Aesthetics: a lost cause in cartographic theory?». *The Cartographic Journal* 42 (2): 182-8

Kitchin, Rob e Dodge Martin. 2007. «Rethinking maps». *Progress in Human Geography* 31 (3): 331-44.

Klein, Sharon, e Stephanie Coffey. 2016. «Building a sustainable energy future, one community at a time». *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 60: 867–80.



Kramer, Karl, e Silvio Cristiano. 2022. *Città oltre la crescita*. Un dibattito internazionale per trasformazioni urbane ecologiche e sociali. Roma: Castelvecchi.

La Greca, Paolo. 2017. «Le geografie dei cambiamenti: strategie, saperi, competenze». In *Cambiamenti dell'urbanistica. Responsabilità e strumenti al servizio del paese*, a cura di Maurizio Carta e Paolo La Greca. Donzelli editore.

Lanzani, Arturo. 2020. *Cultura e progetto del territorio e della città*. Franco Angeli Edizioni.

Latouche, Serge. 2007. *La scommessa della decrescita*. Feltrinelli.

Lehner, J, e T Weissbach. 2009. «Global and local effects of decentralised electric power generation on the grid in the Western Balkan Countries». *Energy* 34.5: 555–63.

Legambiente. 2021. «Scacco matto alle fonti rinnovabili. Tutta la burocrazia che blocca lo sviluppo delle rinnovabili favorendo gas e finte soluzioni».

Lino, Barbara, e Stefano Munarin. 2017. «Economia circolare e nuove forme produttive». In *Cambiamenti dell'urbanistica*, a cura di Maurizio Carta e Paolo La Greca. Donzelli editore.

Longhin, Elena. 2021. «The machine in the mountain. Territories of hydro power in the Piave basin». Dottorato, Iuav di Venezia.

Magnabosco, Giacomo. 2022. «Il futuro del progetto di territorio. Adattamento in Veneto tra introiezione e proiezione». Iuav di Venezia.

Magnaghi, Alberto. 2020. *Il principio territoriale*. Bollati Boringhieri.

Magnani, Natalia. 2018. *Transizione energetica e società. Temi e prospettive di analisi sociologica*. Franco Angeli.

Magnani, Natalia, Giovanni Carrosio, e Giorgio Osti. 2020. «Energy retrofitting of urban buildings: A socio-spatial analysis of three mid-sized Italian cities». *Energy Policy* 139 (aprile): 111341.

Marson, Anna. 2019. «Tracce di bio-regione». In *Per una città sostenibile. Quattordici voci per un manifesto*. Donzelli editore.

Massey Doreen. 2005. *For space*. SAGE

Montedoro, Laura, e Michelangelo Russo. 2022. «Fare urbanistica oggi: le culture del progetto. Crisi, risorse, opportunità, traiettorie». In *Fare urbanistica oggi. Le culture del progetto*, a cura di Laura Montedoro e Michelangelo Russo. Donzelli editore.

Munarin, Stefano. 2016. «Le ipotesi, la conferenza, il libro». In *Italia 1945-2045. Urbanistica prima e dopo*. Donzelli editore.

Munarin, Stefano, Nicola Fattori, e Elena Orsanelli. 2022. *Fare sport fa bene alla città. Tra mobilità attiva e spazi collettivi: ricerche e riflessioni a partire dal territorio metropolitano di Venezia*. Anteferma Edizioni.

Munarin, Stefano, e Maria Chiara Tosi. 2002. *Tracce di città*. Franco Angeli.

Nadaï, Alain, e Dan Van der Horst. 2010. «Introduction: Landscapes of Energies». *Landscape Research* 35 (aprile): 143–55.

Osorio Aravena, Juan, Marina Frolova, Julio Terrados, e Emilio Muñoz-Cerón. 2020. «Spatial Energy Planning: A Review». *Energies* 13 (ottobre).

Pasini, Roberto. 2022. «Metabolismo territoriale paesaggistico e futuri scenari spaziali». In *Fare urbanistica oggi. Le culture del progetto*, a cura di Laura Montedoro e Michelangelo Russo. Donzelli editore.

Pasqualetti, Martin. 2011. «Social barriers to renewable energy landscapes». *Geographical Review*, 2011.

Pasqualetti, Martin, e Sven Stremke. 2017. «Energy landscapes in a crowded world: A first typology of origins and expressions». *Energy Research & Social Science* 36 (2018): 94–105.

Pasqui, Gabriele. 2022. «Le condizioni materiali del progetto urbanistico». In *Fare urbanistica oggi. Le culture del progetto*, a

cura di Laura Montedoro e Michelangelo Russo. Donzelli editore.

Paolini, Marco, e Gabriele Vacis. 1997. *Il racconto del Vajont*. Garzanti.

Peri, Alfredo, Enrico Cocchi, Roberto Gabrielli, Maria Cristina Nannetti, Lucina Caravaggi, e Anna Lei. 2011. «Impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica. Criteri per la minimizzazione e la compensazione degli impianti e per la qualità del progetto». Regione Emilia-Romagna.

Perrone, Camilla, e Giancarlo Paba. 2019. «Introduzione». In *Confini, movimenti, luoghi. Politiche e progetti per città e territori*, a cura di Camilla Perrone e Giancarlo Paba. Donzelli editore.

Perrone, Camilla, e Michelangelo Russo, a c. di. 2019. *Per una città sostenibile. Quattro voci per un manifesto*. Donzelli editore.

Pitron, Guillaume. 2019. *La guerra dei metalli rari. Il lato oscuro della transizione energetica digitale*. LUISS University Press.

Puttilli, Matteo Girolamo. 2013. «Discorsi ad “alta tensione”. Un secolo di rapporti tra energia e potere in Italia». In *Costruire una nazione. Politiche, discorsi e rappresentazioni che hanno fatto l'Italia*, a cura di Silvia Aru e Valeria Deplano, 219–37. Verona: Ombre Corte.

———. 2014. *Geografia delle fonti rinnovabili. Energia e territorio per un'eco-ristrutturazione della società*. Franco Angeli.

———. 2015. «Aree interne ed energie rinnovabili. Il radicamento territoriale delle filiere legno-energia in Piemonte». In Meloni B. *Aree interne e progetti d'area*, 141–58. Rosenberg & Seller.

Puttilli, Matteo Girolamo, e Egidio Dansero. 2009. «Paesaggio, vulnerabilità e rischio». In *Patrimonio culturale e paesaggio. Un approccio di filiera per la progettualità territoriale*, a cura di Maria Mautone e Maria Ronza. Gangemi editore.

Raffestin, Claude. 1984. *Regione e regionalizzazione*. Franco Angeli.

Ranzato, Marco, e Fabio Vanin. 2021. *Veneto 2100 - Living with Water*. Silvana.

Real Estate Research Corporation. 1974. *The Costs of Sprawl: Environmental and Economic Costs of Alternative Residential Development Patterns at the Urban Fringe*. Portland Regional Planning History.

Renzoni, Cristina, e Maria Chiara Tosi. 2016. *Marzenego fiume metropolitano. Scenari di riciclo per i territori della dispersione insediativa. Re-cycle Italy*. Aracne.

Ricci, Mosè. 2019. *Habitat 5.0. L'architettura del lungo presente*. Skira.

Rifkin, Jeremy. 2019. *Un green new deal globale*. Mondadori.

Rossi, C, e I Bientinesi. 2016. «Linee guida per realizzare impianti per la produzione di biogas/biometano “fatti bene”». Linee guida. ISAAC increasing social awareness and acceptance biogas and biomethane.

Russo, Michelangelo. 2016. «Variazioni di progetto. Nuovi materiali per un'idea di sviluppo». In *Italia 1945-2045 Urbanistica prima e dopo. Radici, condizioni, prospettive*, a cura di Stefano Munarin e Luca Velo. Donzelli editore.

———. 2017. «Dai cambiamenti i nuovi temi dell'agenda urbana: un inquadramento». In *Cambiamenti dell'urbanistica. Responsabilità e strumenti al servizio del paese*, a cura di Maurizio Carta e Paolo La Greca. Donzelli editore.

Scardino, Gaetano. 2018. «Studio di fattibilità della comunità energetica di Pinerolo». Politecnico di Torino.

Schär, S., e J. Geldermann. 2021. «Adopting multiactor multicriteria analysis for the evaluation of energy scenarios». *Sustainability (Switzerland)* 13 (5): 1–19.

Secchi, Bernardo. 2010. «A New Urban Question». *Territorio* 53: 8–18.

- Secchi, Bernardo. 2005. *La città del ventunesimo secolo*. Laterza.
- Sirena, Toni. 2016. *Le dighe della provincia di Belluno. Storia e immagini*. Editoriale Programma.
- Selman, Paul. 2010. «Learning to Love the Landscapes of Carbon-Neutrality». *Landscape Research*, 2010.
- Seyfang, Gill, Sabine Hielscher, Tom Hargreaves, Mari Martiskainen, e Adrian Smith. 2014. «A grassroots sustainable energy niche? Reflections on community energy in the UK». *Environmental Innovation and Societal Transitions* 13: 21–44.
- Sijmons, Dirk. 2014. *Landscape and energy. Designig transition*. nai010 Publisher.
- Smil, Vaclav. 2000. *Storia dell'energia. Le vie della civiltà*. Il Mulino.
- . 2021. *Energia e civiltà. Una storia*. Hoepli.
- Società Geografica Italiana. 2020. *Energia e territorio. Per una geografia dei paesaggi energetici italiani*. 14° rapporto - Scenari italiani.
- Stemmers, Koen. 2003. «Energy and the city: density, buildings and transport». *Energy and Buildings* 35 (1): 3–14.
- Stoeglehner, Gernot, Nora Niemetz, e Karl-Heinz Kettl. 2011. «Spatial dimensions of sustainable energy systems: New visions for integrated spatial and energy planning». *Energy, Sustainability and Society* 1 (novembre).
- Summeren, Luc van, Anna Wieczorek, Gunter Bombaerts, e Geert Verbong. 2019. «Community energy meets smart grids: Reviewing goals, structure, and roles in Virtual Power Plants in Ireland, Belgium and the Netherlands». *Energy Research & Social Science* 63.
- Susmel, Lucio. 2020. *Il paesaggio veneto: dalla foresta preistorica alla fabbrica*. Padova University Press.

Termini, Valeria. 2020. *Energia. La grande trasformazione*. Laterza.

Tosi, Maria Chiara. 2022. «Insegnare urbanistica». In *Fare urbanistica oggi. Le culture del progetto*, a cura di Laura Montedoro e Michelangelo Russo. Donzelli editore.

Trainor, Anne, Robert Mcdonald, e Joseph Fargione. 2016. «Energy Sprawl Is the Largest Driver of Land Use Change in United States». PLOS ONE 11 (settembre): e0162269.

Turco, Angelo. 1998. *Verso una teoria geografica della complessità*. Unicopli.

Vallerani, Francesco, e Mauro Varotto. 2005. *Il grigio oltre le siepi*. Nuovadimensione.

Vanin, Fabio. 2022. «Energia sociale: sfide e dilemmi dei Positive energy district». In *Oltre il futuro: emergenze, rischi, sfide, transizioni, opportunità*, Atti della XIII GSINU”, Urbanistica Informazioni, 306.

Velo, Luca, e Stefano Munarin. 2023. «Città diffusa, car dependency e regolazione degli spazi e degli usi della strada». In *Ottavo rapporto sulle città. Mobilità & Città: verso una post-car city*, di Urban@it. Il Mulino.

Viganò, Paola. 1999. *La città elementare*. Milano: Skira.

———. 2012. «Element for a theory of the city as renewable resource. A Design and research programme». In *Recycling city. Lifecycles, Embodied Energy, Inclusion*, a cura di Lorenzo Fabian, Emanuel Giannotti, e Paola Viganò, 12–23. Pordenone: Giavedoni Editore.

———. 2016. «Della possibilità di un progetto». In *Italia 1945-2045. urbanistica prima e dopo*, a cura di Stefano Munarin e Luca Velo. Donzelli editore.

Viganò, P., L. Fabian, e B. Secchi. 2016. *Water and Asphalt: The Project of Isotropy*. UFO (Amsterdam, Netherlands). Park Books.

Viganò, Paola, Bernardo Secchi, Lorenzo Fabian, Maria Antonia Baruzzo, Chiara Cavallaro, e Cecilia Furlan. 2013. «IGNIS MUTAT RES. Penser l'architecture, la ville et les paysages au prisme de l'énergie: énergie et recyclage». (Report di ricerca) Ministère de la Culture et de la communication (FR), ministère de l'Écologie du développement durable et de l'énergie (FR), l'Atelier international du Grand Paris (FR).

Wächter, Petra, Michael Ornetzeder, Harald Rohrer, Anna Schreuer, e Markus Knoflacher. 2012. «Towards a Sustainable Spatial Organization of the Energy System: Backcasting Experiences from Austria». *Sustainability* 4 (2): 193–209.

Walker, Gordon. 2009. «Beyond Distribution and Proximity: Exploring the Multiple Spatialities of Environmental Justice». *Antipode* 41 (4): 614–36.

Walker, Gordon, Noel Cass, Kate Burningham, e Julie Barnett. 2010. «Renewable Energy and Sociotechnical Change: Imagined Subjectivities of 'the Public' and Their Implications». *Environment and Planning A: Economy and Space* 42 (4): 931–47.

Woods, Denis. 1992. «How Maps Work». *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization* 29 (3–4): 66–74.

Zanon, Bruno, e Sara Verones. 2012. «Introduzione. Energia, strumenti urbanistici ed efficienza: una nuova questione urbana». In *Energia e pianificazione urbanistica. Verso un'integrazione delle politiche urbane*. Franco Angeli.

Zucconi, Guido. 2022. *La città degli igienisti. Riforme e utopie sanitarie nell'Italia umbertina*. Carrocci Editore.

## **SITOGRAFIA FONDAMENTALE**

Gestore dei Sistemi Energetici-GSE, *Atlaimpianti*, [https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti\\_Internet.html](https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html), consultato a maggio 2023.

European Commission, *Covenant of Mayors*, <https://eu-mayors.ec.europa.eu/en/home>, consultato a Maggio 2023.

European Commission, *Un green deal europeo*, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it), consultato a maggio 2022

Regione del Veneto, *IDT-RV 2.0 – Infrastruttura dati territoriali*, <https://idt2.regione.veneto.it/>, consultato a maggio 2023.

Agenzia Veneta Pagamenti in Agricoltura-AVEPA, *Banca dati uso del suolo*, <https://www.avepa.it/uso-suolo>, consultato a maggio 2023.

## **REPORT FONDAMENTALI**

European Council for an energy Efficient Economy, Anja Bierwith, e Stefan Thomas. 2019. *Energy sufficiency in buildings*. Concept paper.

E-distribuzione. 2021. *Piano di Sviluppo annuale e pluriennale 2021-2023*.

Governo italiano. 2021. *Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)*.

Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC. 2013. *AR6 Synthesis Report*.

Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE). 2020. *Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima 2030 (PNIEC)*.

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. 2017. *Strategia Energetica Nazionale*.



Regione del Veneto. 2020. *Piano Territoriale Regionale di Coordinamento*.

Regione del Veneto. 2017. *Piano Energetico Regionale - Fonti Rinnovabili - Risparmio Energetico - Efficienza Energetica” della Regione del Veneto (PERFER)*.

Terna. 2021. *Piano di Sviluppo della rete*.

Terna. 2021. *Report Elettricità nelle regioni*.



## **RINGRAZIAMENTI**

Rivolgo a tutti quelli che hanno contribuito a costruire e decostruire questa esperienza di ricerca un sincero grazie.

Vorrei anzitutto esprimere riconoscenza a Viviana Ferrario che, oltre ad avermi dedicato tempo e pazienza nel costruire la tesi, è stata la principale fomentatrice di questa “energetica” passione che, ormai, condividiamo da anni. A lei i miei più sinceri auguri per un edificante e continuo lavoro insieme.

Al collegio dell’ambito di ricerca in Urbanistica della Scuola di dottorato Iuav riconosco i diversi stimoli ed insegnamenti, ma soprattutto una costante esortazione alla ricerca libera, approfondita e non convenzionale: Maria Chiara Tosi, Marta De Marchi, Lorenzo Fabian, Enrico Formato, Stefano Munarin, Michela Pace, Giulia Testori, Luca Velo, Paola Viganò e Federico Zanfi.

Una menzione va agli studiosi incontrati lungo il percorso di ricerca che, anche con piccoli gesti, hanno favorito lo svolgimento della tesi: Marina Frolova Ignatieva, Matteo Girolamo Puttilli, Fabio Vanin, Marco Ranzato, Silvio Cristiano, Nadia Carestiato, Mauro Pascolini, Natalia Magnani, Chiara Andreotta, Sandro Fabbro e Claudia Faraone.

La mia più grande riconoscenza va a Federica ed Elisa che con costanza e affetto mi hanno letto, consigliato e supportato nella stesura della tesi;

e ai “ragazzi della transizione”, Davide, Klarissa, Valeria e Valentina Rossella, con cui spero di costruire ancora molto.

Infine un grazie va anche ai colleghi di dottorato, compagni di avventure accademiche e non: Alessandra, Alessia, Alvisè, Amerigo, Amina, Andrea, Cami, Camilla, Eleni, Elvira, Fabrizia, Federico, Felipe, Giacomo, Luca, Mattia, Michele e Samuel;

e a tutti gli amici e familiari per l’interesse e il supporto dimostrato.

Un ultimo segno di gratitudine va ai luoghi, agli spazi e ai territori, soprattutto alle montagne a me più care, che mi hanno incuriosito e stimolato per esplorazioni e approfondimenti, dentro e fuori il tema di ricerca.





