
Verso la neutralità climatica: progettare una transizione sostenibile ed equa

Primo volume
dello Spoke 4
Città, Architettura e
Design Sostenibile

Verso la neutralità climatica: progettare una transizione sostenibile ed equa

Primo volume
dello Spoke 4
Città, Architettura e
Design Sostenibile

Colophon

Questo volume e gli esiti di ricerca in esso pubblicati sono stati finanziati dall'Unione europea - NextGenerationEU attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) Missione 4 "Istruzione e ricerca" Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa" Investimento 1.5 - Ecosistema ECS_00000043 "iNEST - Interconnected Nord-Est Innovation Ecosystem" (CUP F43C22000200006) - Spoke 4.

Verso la neutralità climatica: progettare una transizione sostenibile ed equa

a cura di

Mattia Bertin
Susanna Piscicella
Rosaria Revellini
Daniela Ruggeri
Chiara Semenzin
Linda Zardo
Elisa Zatta

ISBN (cartaceo)

979-12-5953-126-1

ISBN (digitale)

979-12-5953-192-6

DOI

10.57623/979-12-5953-192-6



Il presente volume è pubblicato in modalità Open Access Gold. Il file è scaricabile dalla piattaforma Anteferma Open Books www.anteferma.it/aob/

editore

Anteferma Edizioni
via Asolo 12, Conegliano, TV
edizioni@anteferma.it

progetto grafico

Giulia Ciliberto
Luca Coppola
Pietro Costa
Giacomo Dal Prà

copyright



Quest'opera è distribuita con Licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale

iNEST

Spoke 4

Città, Architettura
e Design Sostenibile

Coordinatore

Lorenzo Fabian

Coordinamento
scientifico

Massimiliano Condotta (Iuav)
Lorenzo Fabian (Iuav)
Luciano Gamberini (UniPD)
Elena Marchigiani (UniTS)
Alberto Sdegno (UniUD)
Lorenzo Bellicini (CRESME)
Pierpaolo Campostrini (CORILA)

Nota per le attribuzioni:

Questo volume è frutto della collaborazione tra docenti e ricercatori di iNEST Spoke 4. Sebbene i capitoli introduttivi debbano essere intesi come collettanei, per la loro redazione sono stati invitati a collaborare gli studiosi che in questi anni hanno fatto parte del raggruppamento iNEST Spoke 4 - Iuav, che hanno altresì discusso, rivisto e condiviso ogni parte del libro. Per chiarezza e completezza, i differenti contributi sono stati segnalati accanto al titolo con la sigla derivata dal nome e cognome degli autori che hanno partecipato alla stesura dei testi.

Hanno partecipato alla stesura dei capitoli introduttivi:

Lorenzo Bellicini (L.B.), Mattia Bertin (M.B.), Massimiliano Condotta (M.C.), Lorenzo Fabian (L.F.), Marco Marino (M.M.), Laura Miola (L.M.), Susanna Piscicella (S.P.), Rosaria Revellini (R.R.), Daniela Ruggeri (D.R.), Chiara Semenzin (C.S.), Antonella Stemperini (A.S.), Linda Zardo (L.Z.), Elisa Zatta (E.Z.).

GRUPPO DI LAVORO

Attività di ricerca:

Università Iuav di Venezia (Spoke leader)

Lorenzo Fabian (coordinatore), Maddalena Bassani, Matteo Basso, Mattia Bertin, Massimiliano Condotta, Davide Crippa, Sara Di Resta, Jacopo Galli, Andrea Iorio, Giovanna Marconi, Marco Marino, Micol Roversi Monaco, Stefano Munarin, Elena Ostanel, Susanna Pisciella, Rosaria Revellini, Daniela Ruggeri, Chiara Semenzin, Massimiliano Scarpa, Valeria Tatano, Linda Zardo, Elisa Zatta, Anna Saetta, Ilaria Visentin.

Università degli Studi di Padova

Luciano Gamberini (coordinatore), Alice Bettelli, Jacopo Bonetto, Guido Furlan, Andrea Giordano, Gianmario Guidarelli, Claudia Marino, Marialuisa Menegatto, Laura Miola, Greta Montanari, Francesca Pazzaglia, Elena Svalduz, Alessio Vieno, Adriano Zamperini.

Università degli Studi di Trieste

Elena Marchigiani (coordinatrice), Sara Basso, Thomas Bisiani, Ludovico Centis, Paola Cigalotto, Matteo D'Ambros, Ilaria Garofolo, Gianfranco Guaragna, Paola Limoncin, Giuseppina Scavuzzo, Carlo Antonio Stival.

Attività trasversali:

Università Iuav di Venezia

Ileana Ippolito (coordinatrice).

CC0 Identità visiva consorzio iNEST: Alberto Bassi, Giulia Ciliberto, Pietro Costa (coordinatori), Luca Coppola, Giacomo Dal Prà.

CC1 Iuav start-ups e spin-offs: Lorenzo Fabian (coordinatore), Alberto Bassi, Massimo Rossetti, Serena Ruffato.

CC2 Iuav Lab Village: Davide Crippa (coordinatore), Daniela D'Avanzo, Giovanni Marras, Fabio Peron.

Università degli Studi di Udine

Alberto Sdegno (coordinatore), Alessandra Biasi, Alberto Cervesato, Giovanni Comi, Vincenzo D'Abramo, Anna Frangipane, Giada Frappa, Giulia Fini, Giovanni La Varra, Margherita Pauletta, Claudia Pirina, Isabella Zamboni.

CRESME – Centro Ricerche Economiche Sociologiche e di Mercato nell'Edilizia

Lorenzo Bellicini (coordinatore), Sandro Baldazzi, Enrico Campanelli, Paolo D'Alessandris, Alessandra Santangelo, Antonella Stemperini, Francesco Toso.

CORILA – Consorzio per il coordinamento delle ricerche inerenti al sistema lagunare di Venezia

Pierpaolo Campostrini (coordinatore), Francesca Coccon, Caterina Dabalà, Chiara Dall'Angelo, Barbara Giuponi, Alessandro Meggiato, Enrico Rinaldi, Andrea Rosina.

CC3 Iuav Citizen Engagement: Elena Ostanel (coordinatrice), Maddalena Bassani, Stefania Marini, Stefano Munarin.

CC4 Iuav Education: Massimiliano Condotta (coordinatore), Giuseppe D'Acunto, Angelo Maggi, Caterina Mazzetto, Fabio Peron.

Indice

	Introduzione Lorenzo Fabian	p. 10
CAPITOLO 1	Verso la neutralità. Lo stato delle reti del Nord-Est a cura di Mattia Bertin e Lorenzo Fabian	p. 21
	Provvisorio e permanente. La pianificazione dell'edilizia temporanea emergenziale Eugenia Vincenti, Mattia Bertin	p. 62
	Acque, clima e progetto di territorio Paola Cigalotto, Elena Marchigiani	p. 66
	Progetto negativo. La selezione delle permanenze per una transizione a Nord-Est Mattia Bertin	p. 74
	Reti ambientali nel progetto urbanistico del territorio che cambia Paola Cigalotto, Matteo D'Ambros	p. 78
	Il Nord-Est, laboratorio di sperimentazione per la transizione energetica Ilaria Visentin	p. 84
CAPITOLO 2	Il ruolo del settore delle costruzioni nell'economia del territorio del Nord-Est nell'attuale fase di transizione a cura di Lorenzo Bellicini e Antonella Stemperini	p. 89
	Il progetto come driver dell'innovazione. Caratteri dell'offerta nel mercato della progettazione in Friuli-Venezia Giulia e indirizzi strategici Thomas Bisiani	p. 104
	Criticità della catena circolare delle costruzioni in Friuli-Venezia Giulia: un dialogo con ANCE-FVG Anna Frangipane	p. 108

Capitolo 1

GRUPPO DI LAVORO	Coordinatori	Lorenzo Fabian Elena Marchigiani
	Università Iuav di Venezia	Lorenzo Fabian Mattia Bertin Anna Saetta Chiara Semenzin Ilaria Visentin
	Università degli Studi di Trieste	Elena Marchigiani Paola Cigalotto Matteo D'Ambros Sara Basso Giuseppina Scavuzzo Ilaria Garofolo Carlo Antonio Stival
	Università degli Studi di Udine	Giovanni Comi Vincenzo D'Abramo Giulia Fini Claudia Pirina Alberto Sdegno
	CRESME	Lorenzo Bellicini Enrico Campanelli Alessandra Santangelo Antonella Stemperini Francesco Toso

Verso la neutralità.

Lo stato delle reti del Nord-Est

a cura di	Mattia Bertin Lorenzo Fabian
elaborazioni grafiche e mappe di	Alice Gasparini Ilaria Visentin
testi e note lunghe alle mappe di	Alice Gasparini
Standardized Precipitation Index (SPI) Map di	Alessandra Longo Chiara Semenzin Linda Zardo Alice Gasparini (editing)
LST Land Surface Temperature Map di	Davide Longato Denis Maragno Nicola Romanato Alice Gasparini (editing)

Autori

M.B e L.F.

Affiliazione

Università Iuav di
Venezia



Il modello di insediamento del Nord-Est può ancorarsi alla conversione già avviata ad un modello di produzione energetica basato su una moltitudine di produttori-consumatori di energia rinnovabile. Gli edifici, i terreni e le attrezzature, attraverso processi di progettazione sistemica, stabiliscono nuove forme di alleanze e sinergie per il raggiungimento degli obiettivi sistemici di neutralità e vivibilità per il Nord-Est.

Verso la neutralità.

Lo stato delle reti del Nord-Est

Guardare al Nord-Est attraverso la lente della neutralità climatica richiede un esame approfondito delle sue reti ambientali, energetiche e di mobilità. Questi sistemi interoperanti svolgono un ruolo cruciale nel plasmare la resilienza, la sostenibilità e l'impatto ambientale complessivo di una regione. Le crisi economiche, ambientali e pandemiche globali hanno messo radicalmente in discussione la sostenibilità dell'attuale costituzione delle reti. Per ipotizzare le forme del futuro progetto territoriale e di architettura del Nord-Est dobbiamo indagare lo stato e l'evoluzione delle reti ambientali energetiche e della mobilità, e la loro interazione, per descrivere una panoramica sinottica delle questioni territoriali della regione. L'approccio tematico tripartito consente di avere un quadro dettagliato della condizione attuale, delle criticità e del potenziale dei sistemi di ambiente costruito nel Nord-Est italiano. Ciascuno dei temi esplorati in questo capitolo ha permesso di determinare alcuni risultati provvisori, su cui sono basate le pratiche di indagine dello scenario che saranno raccontate nel capitolo successivo.

LE RETI AMBIENTALI

FIGURA 01 – P. 34

FIGURA 03 – P. 36

FIGURA 05 – P. 41

FIGURA 07 – P. 46

FIGURA 02 – P. 35

FIGURA 04 – P. 40

FIGURA 06 – P. 42

FIGURA 08 – P. 47

Le reti ambientali comprendono gli ecosistemi, la biodiversità e le risorse naturali. Un'analisi dettagliata di queste reti fornisce indicazioni sulla capacità ecosistemica della regione e ha strette relazioni con il concetto di sostenibilità. La capacità ecologica di una regione, si riferisce infatti alla sua capacità intrinseca di sostenere determinate popolazioni di specie e di mantenere il funziona-

mento dei suoi ecosistemi nel tempo. La neutralità climatica solleva domande etiche fondamentali riguardo al nostro dovere nei confronti dell'ambiente e delle generazioni future. Aldo Leopold, con il suo concetto di "*land ethic*", ha sottolineato l'importanza di considerare la Terra e tutti i suoi abitanti come parte di un'unica comunità morale (Leopold, 2010). La capacità ecologica è influenzata da una serie di fattori, tra cui la disponibilità di risorse naturali, la diversità biologica, l'equilibrio degli ecosistemi, la resilienza agli impatti ambientali e le interazioni tra gli organismi viventi e il loro ambiente. In sostanza, rappresenta la capacità di un ecosistema di fornire risorse e servizi ecosistemici in modo sostenibile senza compromettere la sua integrità a lungo termine (Barrett e Odum, 2005). Le reti ambientali hanno inoltre grande valore nell'assorbire e mitigare gli impatti del cambiamento climatico: sequestrando il carbonio, sostenendo la biodiversità e l'adattamento a condizioni climatiche mutevoli.

Esiste una vulgata che descrive l'inadeguatezza del territorio del Nord-Est al *land ethic*, a sostenere cioè modelli di sviluppo ecologici e la sua condanna alla marginalità causata dall'inquinamento diffuso, dall'estensiva antropizzazione dei suoi sistemi naturali e dalla frammentazione e dispersione di fabbricati e infrastrutture. Ci siamo chiesti quanto tutto ciò sia suffragato da dati oggettivi e quanto sia frutto di uno scenario implicito di status quo. L'indagine si è poggiata su una vasta letteratura di ricerche locali realizzate negli ultimi cinquant'anni da enti di ricerca e agenzie governative. Ciò ha prodotto un vasto archivio interpolato di letture, concetti e dati. Sullo stesso territorio inoltre sono disponibili in dettaglio i Representative Concentration Pathways (RCP) sviluppati dall'IPCC (Bednar-Friedl *et al.*, 2022; Begum *et al.*, 2022; ESPON - European Spatial Planning Observation Network, n.d.; ESPON, 2022; IPCC, 2018).

Conformazione ambientale storica e di lungo periodo

Il Nord-Est italiano si sviluppa come una rapida successione di sei tipi di paesaggi conseguenti. Possiamo intendere questo territorio come un anfiteatro, avente al centro della scena l'Alto Adriatico, già conosciuto come Golfo di Venezia. Un ipotetico osservatore posto al centro del Golfo avrebbe attorno a sé un susseguirsi coerente di platee disposte a raggera: la costa anfibia; la pianura umida; la pianura asciutta; la fascia pedemontana; la prima montagna pre-dolomitica; l'alta montagna dolomitica.

Come corridoi in teatro queste platee sono solcate da sistemi verticali, i grandi fiumi che organizzano e connettono questa teoria di paesaggi. Visto trasversalmente, ciascuno di questi fiumi è taglio di osservazione di in una sezione di valle che raccoglie i diversi paesaggi in una successione organica, ripetuta con sufficiente coerenza nei diversi sistemi fluviali. L'abitare umano si sviluppa conformemente ai fondovalle descritti da questi sistemi fluviali, e una mappa dell'urbanizzazione del Nord-Est rappresenta con chiarezza, e senza bisogno di dati altimetrici, la distribuzione dei pendii e delle pianure. La progressione lungo le sezioni di valle accompagna, da un territorio infrastrutturato solo lungo gli assi fluviali, rado e concentrato, a un cambio repentino di forme una volta raggiunto il territorio pedemontano, dove si fa diffuso e policentrico. Questo sistema sparso, detto città diffusa, si raccoglie attorno ad alcuni gangli strategici di maggiore dimensione, e tocca la costa in tre città di alto valore portuale logistico e industriale: Venezia, Monfalcone e Trieste. Sebbene sia evidente una crescita dei flussi economici e demografici a partire dalle periferie di questo territorio verso i suoi centri, e nonostante una vulgata comune che vuole questo territorio come scarsamente convertibile alla neutralità, la ricerca qui descritta ha messo in discussione le prospettive di sostenibilità della regione. Abbiamo provato a valutare con approccio scientifico le condizioni di possibilità dei sistemi territoriali del Nord-Est per lo sviluppo di un progetto operativo di transizione (Camagni *et al.*, 2009). In particolare l'interesse era comprendere come la città diffusa possa essere un'alternativa alla completa dipendenza in termini energetici, alimentari, idrici e di rischio delle città dense rispetto alle aree meno urbanizzate (Bezner Kerr *et al.*, 2022) Rimettere in discussione lo sviluppo del Nord-Est, abbandonando la narrazione del fal-

limento inevitabile della terra dello sprawl e del consumo estensivo (ESPON, 2022; Peduzzi *et al.*, 2009), significa comprendere questo legame di dipendenza e favorire il passaggio da una geografia poli-periferie ad una di tipo non gerarchico e sistemico.

Processi climatici in corso

L'impatto del Cambiamento Climatico sulle Alpi Orientali, nelle regioni Veneto, Trentino-Südtirol e Friuli-Venezia Giulia, si sta manifestando con chiarezza. Gli impatti sono di diverso tipo: precipitazioni intense; calore intenso; vento intenso; neve intensa; frane; incendi in periodi di grave siccità; risalita del cuneo salino; aumento del livello del mare.

L'aumento delle temperature medie annue nel periodo 1993-2023, quindi a Cambiamento Climatico già conclamato presenta un valore medio di 0,6°C ogni 10 anni. L'estate 2023, anno di riferimento dell'analisi, ha manifestato 3 ondate di calore. La temperatura massima assoluta del 2023 è di 38,8°C, misurata il 23 agosto sia dalla stazione di Frassinelle Polesine (RO), sia dalla stazione di Roverchiara (VR) e sia da quella di Sorgà (VR), questo risulta essere il valore più elevato di temperatura massima mai misurato da queste stazioni dal 1993 (ARPAV, 2023a). È notevole l'incremento delle temperature minime e il numero di notti tropicali, ossia di notte con temperatura minima superiore ai 20°C. Tanto la media delle temperature massime quanto la media delle temperature minime raggiungono il secondo valore più alto mai misurato in questo territorio nell'anno 2023. L'autunno 2023 è stato particolarmente caldo, con uno scarto superiore di 7,3°C rispetto alla media 1991-2020 nella prima decade di ottobre anche nelle stazioni in alta quota. «In seguito condizioni di temperature sopra le medie e assenza di ulteriori precipitazioni portano alla quasi totale scomparsa del manto nevoso, che risulta pressoché assente all'inizio della successiva stagione invernale» (ARPAV, 2023b).

Dal punto di vista delle piogge, si rilevano al contempo un eccesso di acqua nelle singole precipitazioni e un crescente problema di scarsità e di contesa delle risorse idriche. In aprile e maggio nell'ultimo decennio le precipitazioni sono molto superiori alla norma con un surplus pluviometrico rispettivamente del +79% e del +137%. Numerosi studi hanno dimostrato che i fenomeni meteorologici estremi e improvvisi nel Nord-Est sono alternati da un aumento generale della siccità e da una riduzione sostanziale e

progressiva del tempo di ritorno delle piogge. L'anno 2023 dimostra una riduzione del volume precipitato rispetto ai 1.236 mm della media del periodo 1994-2022: si può affermare abbia piovuto il -15% circa in meno della norma. Inoltre il calore intenso aumenta la perdita idrica per evapotraspirazione, con un valore di 400 mm superiore alla media annua dell'ultimo ventennio (ARPAV, 2023a, 2023b).

Stato ecologico del territorio

La ricerca ha utilizzato il modello interpretativo della Matrice di Burkhard per misurare la capacità ecosistemica attuale e potenziale del Nord-Est (Bertin *et al.*, 2023; Burkhard *et al.*, 2014, 2012; Burkhard, Maes, 2018, 2017; Zardo *et al.*, 2023). La matrice di Burkhard è uno strumento di valutazione della capacità ecosistemica definito per la prima volta da Benjamin Burkhard nel 2009 e applicato in molti studi di diversi settori. La matrice, perfezionata in pubblicazioni successive, determina i livelli di efficacia ecosistemica di ogni tipo di copertura del suolo (in base alla legenda Corine Land Cover) su scale qualitative per 30 effetti diversi, organizzati in 3 categorie: effetti normativi, effetti di approvvigionamento e effetti culturali.

Il risultato più importante per il Nord-Est riguarda la capacità di regolazione climatica globale dei tessuti. Forse grazie alla sua conformazione di città diffusa, il territorio ha, se comparato ad altre aree del Paese simili per estensione e sviluppo economico, un inatteso buon equilibrio nel rapporto tra la cattura e l'emissione di sostanze climalteranti. Le mappe prodotte mostrano un gran numero di territori climaticamente neutri o tendenti alla neutralità, in cui le emissioni di gas serra generate dalle attività umane sono parzialmente bilanciate o compensate da azioni che rimuovono la stessa quantità di gas serra dall'atmosfera. L'equilibrio tra sostanze climalteranti potenzialmente prodotte e assorbite tendente a zero riguarda soprattutto l'area più abitata, tra il pedemonte e il mare. Le mappe descrivono un vasto territorio che, esclusi i centri urbani più rilevanti, ha il suo cuore nella campagna urbanizzata a densità variabile. Sono questi gli spazi a urbanità ibrida in cui le sostanze climalteranti prodotte dalle abitazioni, dalla mobilità su strada e dalle attività produttive sono parzialmente compensate da sistemi ambientali diffusi fatti di giardini privati, parchi urbani, fasce di vegetazione ripariale lungo la rete idrografica e al bordo dei campi agricoli, piccoli boschi pianiziali.

Rischi legati all'evoluzione degli ecosistemi: rischi catastrofici

Il territorio del Nord-Est manifesta una propensione agli eventi sismici, idrogeologici e di esondazione. La raccolta georeferenziata delle analisi di rischio e degli eventi storici evidenzia una significativa e crescente estensione di aree prone a eventi estremi, sia con impatto catastrofico che non catastrofico¹.

Le fragilità sono associate a un rischio sismico alto o molto alto per una parte significativa del territorio. Eventi recenti di rilevanza internazionale come Vaia (2019), le acque alte straordinarie di Venezia (1966, 2018, 2019), o come il terremoto del Friuli (1976), sono testimonianza puntuale di un carattere proprio di questa macroregione. A questi si unisce una storica suscettibilità ai rischi idraulici e idrogeologici. Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) testimonia che il 6,5% del territorio è soggetto a rischio idraulico elevato, con impatti che in queste aree riguardano oggi il 6,3% superfici artificiali, il 16,7% degli ambienti naturali e il 60,3% delle superfici agricole (PAI, 2006). Questa compresenza di rischi sismici e idraulici disegna una geografia sensibile a eventi complessi, che possono unire componenti geologiche a componenti meteorologiche. Eventi come il terremoto (quattro scosse superiori a 5 Mw in poche ore) e la nevicata intensa (3,6 m di neve fresca accumulati nella giornata del terremoto e nelle due precedenti) di Rigopiano del 2017 testimoniano come in un periodo di cambiamento climatico non siano impossibili queste interazioni.

Se letto alla luce cronologica degli eventi estremi questo territorio testimonia un notevole aumento degli eventi di catastrofe (Legambiente, 2023), coincidente con l'aumento della pressione antropica e con l'impermeabilizzazione del territorio in aree caratterizzate da livelli già elevati di fragilità demografica. Altri studi concomitanti al PAI, sviluppati congiuntamente da ARPAV e Università Iuav di Venezia, a partire da una lettura progressiva e non statica degli eventi estremi nel territorio, arriva a suggerire come questa estensione raggiunga il 57% del territorio (Bertin, 2021). Le cause sembrano connesse alla riduzione delle attività di manutenzione ordinaria degli ecosistemi verdi e blu, un progressivo impoverimento dei suoli a causa di agricolture intensive, la deviazione delle acque di superficie a usi industriali diffusi, la copertura diffusa dei terreni di ricarica della falda e l'abbandono della gestione forestale in quota e sui versanti testimoniano l'assenza di una strategia sistemica e di una pianificazio-

ne delle interazioni ecologiche, coadiuvata da interventi correttivi post-emergenziali molto localizzati (Brunetti *et al.*, 2001; Fabian, Bertin, 2021; Fabian, Viganò, 2010; De Gregorio Hurta-do *et al.*, 2014).

Rischi legati all'evoluzione degli ecosistemi: rischi non catastrofici

I rischi non catastrofici sono causati da eventi meteorologici o geologici intensi ma non distruttivi, come piccole frane, allagamenti di sottopassi o di porzioni ridotte di città, sospensione della viabilità per neve, ma che si ripetono a distanza di un anno o pochi mesi, causando effetti cumulativi gravi. Di solito sono trattati come manifestazioni isolate di lieve entità. Abbiamo ritenuto interessante valutare il danno potenziale dato da queste ripetizioni. Abbiamo ipotizzato uno scenario di progressione degli eventi e riconosciuto il danno a lungo termine. Le mappe della pericolosità idraulica che abbiamo realizzato restituiscono dati allarmanti: il 20% del territorio è già oggi a soggetto a rischio idraulico basso, con impatti che in queste aree riguardano il 9,59% delle superfici artificiali, il 9,52% dei territori boscati e degli ambienti seminaturali e il 74% delle superfici agricole. I processi di tropicalizzazione del clima porteranno a una riduzione dei tempi di ritorno degli eventi avversi, con una probabile conversione delle aree oggi soggette a rischio idraulico basso in aree a rischio medio o elevato. A questo si devono aggiungere i rischi derivati dall'aumento del livello medio del mare e dall'intrusione del cuneo salino. La mappatura degli scenari dell'IPCC per l'alto adriatico al 2100 ci dicono che il 6,67% della superficie territoriale sarà colpito dal fenomeno del *sea level rise*. Su tali territori gli impatti riguarderanno il 6% delle superfici urbanizzate, l'82% delle superfici agricole e il 2% degli ambienti semi naturali. Ne è emerso un quadro significativo e sottovalutato, associato alla riduzione dell'appetibilità dei territori per gli investimenti turistici, agricoli e artigiano-industriali (Bertin, 2024). Questa riduzione di appetibilità, una volta superato un punto critico, porterebbe rapidamente al collasso dei sistemi economici, con effetti importanti di contrazione dell'offerta di lavoro e di abbandono. I dati ci dicono che stiamo parlando complessivamente di circa il 20% dell'intero territorio che, con l'evoluzione del clima, potrebbe essere interessato da fenomeni di questo tipo.

Inoltre, non esiste un piano integrato di riduzione del rischio di catastrofi su scala transnazionale che affronti questi problemi (Birkmann, von

Teichman, 2010). La pianificazione dello spazio alpino, e in particolare gli eventi estremi nelle Alpi Orientali, viene gestita come finanziamento per lo sviluppo intensivo di un territorio strategico quanto delicato (SNAL, 2013). In questa visione, gli eventi catastrofici sono visti come incidenti in un percorso di sviluppo, e non come una manifestazione intrinseca di un conflitto prodotto dal modello di sviluppo adottato.

La catalogazione degli eventi estremi nelle Alpi Orientali ci parla di un incremento molto evidente degli eventi estremi non catastrofici: si pensi che solo le frane di alta quota passano da una media stabile di 13 l'anno nel periodo 2000-2007 a una media stabile di 87 nel periodo 2017-2023 (Nigrelli *et al.*, 2024). L'analisi qui condotta testimonia l'urgenza di un processo di pianificazione e progettazione delle Alpi Orientali, delle aree di costa e in generale degli ecosistemi del Nord-Est che considerino gli eventi minori come una testimonianza di una sofferenza generale. Questo processo deve essere realizzato in diverse aree: paesaggistica, urbana, economica e infrastrutturale (Berke *et al.*, 2014, 2009; Berke, Campanella, 2006; Meyer, Schwarze, 2019).

Urge progettare l'anticipazione di questi processi, attraverso una profonda trasformazione del territorio nella sfera edilizia e socio-economica (Ahrens, Rudolph, 2006; Burby, 2009). Senza questo tipo di processo a diverse scale, assisteremo a un aumento degli eventi minori che inevitabilmente porteranno a minare non solo il territorio. Il collasso dei delicati passaggi transfrontalieri, via di mobilità logistica e di persone strategica per l'unità Europea, potrebbe portare all'arresto delle forniture di cibo, farmaci, beni e valuta, con importanti ricadute sul continente.

RETI ENERGETICHE

FIGURA 09 – P. 50

FIGURA 11 – P. 53

FIGURA 13 – P. 56

FIGURA 10 – P. 52

FIGURA 12 – P. 56

Vi è una profonda e biunivoca corrispondenza tra le forme spaziali di un territorio, le sue caratteristiche sociali e le sue reti energetiche. Spazio e società orientano necessariamente la distribuzione e i modelli di produzione dell'energia, ma altrettanto l'opportunità e il livello tecnologico di un elemento della rete ha un effetto locale e regionale sugli abitati e sulle relazioni. Le reti energetiche innervano la produzione, il consumo e la sostenibilità energetica di un'area, sono sistemi complessi di generazione, trasmissione

e distribuzione di energia, risultano al contempo geometrie strategiche e punti di fragilità del sistema. Le reti energetiche usano, consumano e modificano lo spazio (Ghosn, 2010): comprendono infrastrutture fisiche come centrali elettriche, linee di trasmissione elettrica, sottostazioni, reti di distribuzione e impianti di stoccaggio energetico. La trasmissione e la distribuzione di energia avvengono attraverso una serie di interconnessioni che consentono il flusso dell'energia da fonti di produzione ai consumatori finali. Le reti non sono ideologicamente neutre, ma vengono sviluppate secondo concezioni topologiche anche molto diverse. Lo studio del sistema energetico regionale, comprensivo della scelta delle fonti e della misurazione dell'efficienza energetica attuale e potenziale, è fondamentale per valutare la capacità di un territorio a raggiungere la neutralità climatica. Inoltre, le forme spaziali della produzione e distribuzione energetica sono un motore di progetto implicito per il territorio a tutte le scale.

L'ipotesi vagliata nella ricerca è che il modello basato sulla generazione energetica distribuita (GED) possa avere nel Nord-Est, più che altrove, una certa congruenza con le condizioni insediative specifiche che caratterizzano la parte centrale di questa macro-regione. La generazione elettrica distribuita si riferisce alla produzione di energia elettrica in piccole unità localizzate vicino ai punti di consumo, anziché attraverso grandi centrali elettriche centralizzate. Questo approccio decentralizzato alla produzione di energia offre diversi vantaggi, tra cui una maggiore efficienza energetica, una riduzione delle perdite di trasmissione e una maggiore affidabilità del sistema elettrico. Dal punto di vista scientifico, la generazione distribuita può essere definita come un paradigma che sfrutta una serie di tecnologie diffuse per produrre energia elettrica direttamente nei luoghi di consumo. Questo approccio è spesso integrato con sistemi di gestione dell'energia intelligente e tecnologie di stoccaggio dell'energia per massimizzare l'efficienza e ottimizzare l'utilizzo delle risorse energetiche (Peron *et al.*, 2012). La decentralizzazione del potere in ambito energetico solleva questioni di democrazia energetica e potere politico (Rifkin, 2003), offre opportunità per una maggiore partecipazione pubblica nella produzione e nel consumo di energia, incoraggiando un maggiore coinvolgimento delle comunità locali e promuovendo una maggiore consapevolezza e responsabilità ambientale (Ostrom, 1990).

L'ipotesi soggiacente a questa ricerca è che la generazione distribuita sia un modello energetico che potrebbe essere particolarmente efficace per territori urbanizzati, come il Nord-Est, in cui le attività produttive, agricole e residenziali sono disperse sul territorio e sono il risultato di consolidate dinamiche socioculturali di trasformazione basate su processi incrementali e di mobilitazione individuale (Cappelli *et al.*, 2016).

Conformazione energetica storica e di lungo periodo

Ogni modello energetico ha avuto conseguenze spaziali precise e specifiche, depositate nei modelli di insediamento che negli ultimi due secoli hanno plasmato il territorio, i suoi edifici, le sue attrezzature e i modi in cui queste sono state distribuite sul territorio. L'infrastruttura energetica del Nord-Est ha iniziato a prendere forma, come in molti altri territori occidentali, all'inizio del XIX secolo e ha coinciso per vari motivi con lo sviluppo dell'elettricità. Se oggi osserviamo questo processo infrastrutturale, in modo ampio e schematico, possiamo riconoscere tre fasi, alle quali corrispondono anche tre principali razionalizzazioni del modello energetico regionale.

Il primo periodo, consolidato nel corso del XIX secolo, corrisponde a un sistema chiuso basato sulla produzione di energia localizzata nel luogo di consumo. Esso coincide con la prima industrializzazione della macro-regione quando furono costruite piccole centrali elettriche nelle zone pedemontane, dove il dislivello favoriva lo sfruttamento dell'energia idrica, in luoghi e intorno alle fabbriche che furono protagoniste di questa stagione (Fabian *et al.*, 2016;). La seconda stagione, sviluppata nel corso del XX secolo e ancora in uso, si evolve e segue le razionalità del progetto che furono del conte Volpi e della società elettrica SADE (Società Adriatica Di Elettricità) operante fra il Veneto, il Friuli il Trentino-Alto Adige. È una fase che si struttura attorno a un sistema centralizzato e fortemente gerarchico, e che si afferma grazie alla costruzione delle grandi dorsali di distribuzione. Queste dorsali hanno favorito la produzione di energia in poche grandi centrali, dapprima quasi esclusivamente idroelettriche nella fascia alpina, poi termoelettriche, concentrate soprattutto negli emergenti poli industriali di Porto Marghera e Monfalcone (Magrin, 2015; Venezia, 2021, 2022; Wacogne, 2019; Wacogne, Fontanari, 2023).

Il terzo modello, per il momento solo ipotetico e ancora in fase di sviluppo, sembra ora emergere grazie alle possibilità di produzione diffu-

sa offerta dalle nuove tecnologie di generazione energetica distribuita e dalle linee di distribuzione intelligente (*smart network*). Questi ultimi aspetti troveranno infatti una concreta ricaduta nelle politiche europee a sostegno delle comunità energetiche. Si vedano in particolare a riguardo la Direttiva sulle energie rinnovabili RED II (EU, 2018) che stabilisce obiettivi vincolanti per la quota di energia rinnovabile da raggiungere entro il 2030 e include disposizioni specifiche per favorire l'autoconsumo e le comunità energetiche e la Direttiva sull'efficienza energetica EED (EU, 2012) che mira a promuovere l'efficienza energetica e include misure per incentivare l'autoconsumo e la produzione distribuita di energia.

Fabbisogno, consumo e autonomia

Per gli studi sui consumi energetici del Nord-Est è stato preso il Veneto come regione di riferimento: si tratta del territorio a maggior richiesta e con maggior potenzialità dell'area, e, per questo tema, è completamente esemplificativo delle caratteristiche anche degli altri territori. Il Veneto è oggi, insieme a Lombardia, Puglia ed Emilia Romagna, prima regione italiana per consumi energetici e per contributo alle emissioni in valore assoluto (ISPRA, 2023; TERNA, 2022).

Fino all'anno 2000, la Regione Veneto era in una condizione di sostanziale autonomia nella produzione di energia elettrica (TERNA, 2022; Zardo *et al.*, 2023). Le sette grandi centrali termoelettriche di Enel ed Edison, concentrate a Venezia e Rovigo, vicino al delta dei grandi fiumi (delta del Po) e alla laguna (Marghera), da sole contribuivano al 70% del fabbisogno elettrico della regione. Si trattava di impianti a combustione fossile, in parte vetusti e inquinanti, che sono stati fortemente ridotti per la loro pericolosità. In meno di dieci anni (2009), il Veneto è arrivato a importare circa il 50% dell'elettricità per soddisfare le proprie esigenze. Mentre è scesa la capacità produttiva, i consumi energetici sono cresciuti, soprattutto nelle aree urbane discontinue e nelle piccole aree commerciali-industriali. Nel Nord-Est l'energia da fonti fossili conta al 2021 su 486 impianti con una potenza installata complessiva di 1.000 MW e una potenza media installata di 2 MW, segno della definitiva chiusura della stagione delle grandi centrali. Le centrali vanno oggi dai micro impianti termici di 0,99 kW ai pochi grandi impianti termoelettrici rimasti, come la centrale termoelettrica di Monfalcone a Gorizia che, con 336 MW installati, è attualmente la più grande centrale del Nord-Est (GSE, 2024). La centrale è ubicata lungo la sponda orientale del

Canale Valentinis e sorge su un'area di superficie di circa 30 ettari. Le sezioni 1 e 2, alimentate sia con carbone, sia con gasolio per la fase di avviamento, hanno una potenza rispettivamente di 165 e 171 MW, e sono entrate in esercizio rispettivamente nel 1965 e nel 1970. Fino al 2012 sono rimaste in servizio anche le sezioni 3 e 4, risalenti al biennio 1983-84. Queste ultime, per ragioni di carattere economico, sono state dichiarate fuori servizio alla fine del 2012. Nelle due sezioni a carbone, nei primi mesi del 2008 sono entrati in servizio gli impianti DeSOx per l'abbattimento delle emissioni di SO₂, mentre dal 1 gennaio 2016 sono in regolare servizio anche i DeNOx per l'abbattimento delle emissioni di NO_x (A2A, 2024). Si tratta pertanto di un territorio fortemente energivoro e climaticamente impattante, la questione è quale sia il livello di autonomia produttiva e quale il potenziale di riduzione di impatti e dipendenza. Mentre gli attuali sistemi di produzione di energia mostrano i loro limiti, le politiche regionali sembrano ancora preferire modelli di gestione dell'acqua e dell'energia che sono debitori di un'idea di progetto basata sui principi di concentrazione della produzione e di gerarchia della rete, in una topologia fragile, inefficiente e poco ridondante. Alla luce dei danni ambientali generati da questa distribuzione, e della criticità della catena dei combustibili fossili, abbiamo analizzato i modelli di produzione e distribuzione energetica potenziali nel Nord-Est provando a rivedere le topologie energetiche rileggendo il territorio a partire dalle sue caratteristiche di città diffusa, acefala, favorendo reti di trasmissione intelligenti basate su biomassa, energia solare e impianti micro-idroelettrici.

Verso un sistema energetico distribuito

Il termine energia diffusa illustra il potenziale multiplo delle strategie per la produzione di energia attraverso la moltiplicazione degli operatori energetici e la diffusione di piccoli sistemi di produzione di energia rinnovabile sul territorio (Akadiri *et al.*, 2019; Cappelli *et al.*, 2016; Zafar *et al.*, 2018). Già da un ventennio migliaia di cittadini e piccoli investitori, sulla base degli incentivi fiscali, hanno deciso di investire nella ristrutturazione della propria casa o di guadagnare attraverso lo sfruttamento del potenziale energetico disperso, ma resta poco rispetto alle necessità del Nord-Est. Le mappe degli impianti energetici da fonti rinnovabili del Nord-Est restituiscono l'immagine di un territorio attraversato da un pulviscolo diffuso di produzione energetica con una forte polarizzazione legata

alla geografia: gli impianti di tipo idroelettrico e micro idroelettrico sono distribuiti nel settore pedemontano e alpino, gli impianti di solare fotovoltaico nella fascia pedemontana e della pianura alluvionale, pochi gli impianti eolici, più sensibile e diffuso l'impatto delle fonti da biomassa. Al 2021 l'idroelettrico del triveneto consta di 1.283 impianti per un totale di potenza nominale installata di 2.917 MW. Tolti i 197 grandi impianti dolomitici con potenze nominali installate che vanno fino a 370 MW (impianto di Santa Massenza, in Trentino), la restante produzione idroelettrica fa riferimento a circa un migliaio di impianti di micro e piccola taglia diffusa con una potenza media di circa 212,39 kW. La fonte energetica più diffusa è il solare fotovoltaico con 190.189 impianti e potenza totale installata pari a 2.918 MW (sostanzialmente analoga all'intero comparto idroelettrico e circa tre volte il termoelettrico da fonti fossili). Sono essenzialmente micro impianti domestici che hanno una potenza nominale media installata da 15 kW. Fanno eccezione solo i due grandi impianti solari centralizzati di Rovigo che hanno complessivamente una potenza installata pari circa a 120 MW. L'eolico resta marginale con 18 impianti per un totale di 10 MW. Più sensibile il contributo delle bioenergie con 754 impianti per un totale di potenza installata di 1.200 MW con impianti piccoli da 2 kW fino ai grandi impianti di 640 MW (potenza media degli impianti 1,5 MW). Nel complesso i dati restituiscono l'immagine di un territorio che registra la fine del termoelettrico da fonti fossili che complessivamente mantiene una produzione di soli 1.000 MW concentrati in 486 impianti piccoli e pochi impianti di grande taglia, superato per numero e potenza da un pulviscolo di piccoli impianti alimentati ad energia rinnovabile. Fra idroelettrico, eolico, fotovoltaico e biomassa si tratta di 192.244 impianti per una potenza di energia installata complessiva di 7.045,8 MW. La griglia multipolare che emerge da questa distribuzione garantisce scarsa predisposizione al rischio di collasso, e una valorizzazione dei caratteri inaspettati del Nord-Est.

La biomassa come prima fonte della città diffusa

Leggere le fonti potenziali di produzione energetica significa connettere forma e opportunità di un territorio, non calando dall'alto un modello ideologico, ma sviluppando un progetto spaziale *tailor-based* che lo valorizzi al massimo, riducendo rischi, costi e impatti socio-ambientali. Abbiamo fatto nuovamente riferimento alla matrice di Burekhardt, in particolare alla misura

di energia da biomassa laddove le misurazioni di essa sono, da un lato, una funzione della presenza di alberi o piante potenzialmente utilizzabili come fonte di energia derivata dalla valorizzazione degli scarti e dall'attività di manutenzione degli ecosistemi e, dall'altro, della domanda energetica potenziale legata alle attività di un determinato uso del suolo. Questa biomassa può essere ottenuta da piante, alghe, residui agricoli, rifiuti organici o altre fonti biologiche. Il potenziale ecosistemico da biomassa dipende da diversi fattori, tra cui la disponibilità di terra coltivabile, il clima, le condizioni del suolo e le pratiche agricole (Bentsen, 2019). Questo concetto è rilevante nel contesto delle energie rinnovabili e della transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio, in quanto la biomassa può essere utilizzata per produrre energia termica, elettrica o biocarburanti, contribuendo alla riduzione delle emissioni di gas serra e alla diversificazione delle fonti energetiche (UNEP, 2016).

Abbiamo approfondito i potenziali modelli di produzione e distribuzione di energia da biomassa e la connessione tra questi e il mercato edilizio sviluppando cartografie e schemi distributivi. I risultati dell'analisi dell'energia da biomassa descrivono un potenziale bilancio fortemente positivo per il Nord-Est.

RETI DI MOBILITÀ

FIGURA 14 – P. 58

FIGURA 15 – P. 59

Riconoscere l'idoneità di un sistema territoriale a un progetto di sostenibilità presuppone di approfondirne anche l'uso e il modello evolutivo dal punto di vista viario, trasportistico e di mobilità (Fabian, Munarin, 2017; Viganò *et al.*, 2016). Il Nord-Est presenta due geografie molto diverse, prossime ma indipendenti. La vasta pianura, fortemente infrastrutturata, ha un carattere altro rispetto alle montagne, solcate da pochi assi con grande fragilità e poca ridondanza. I due ambiti hanno necessità profondamente diverse, anche se la loro interazione va progettata con attenzione: gli effetti delle politiche e degli investimenti infrastrutturali nelle aree di montagna, e le decisioni puntuali dei piccoli comuni di quest'area, possono aver altissima ricaduta sul territorio macro-regionale in generale, e secondariamente sui territori da esso dipendenti per fornitura, mercato o logistica (Bertin, 2021). La ricerca ha interrogato la macroregione del Nord-Est per comprenderne efficacia e strategicità dei siste-

mi della mobilità a diverse scale interpretative. La strategicità risponde a una domanda di senso sulle infrastrutture della mobilità, l'efficacia risponde a una domanda di idoneità dei modelli esistenti di mobilità.

Rilevanza internazionale come nodo Ten-T

Nel suo insieme, il Nord-Est costituisce una delle principali intersezioni infrastrutturali a livello nazionale, europeo e globale. Fin dall'antichità è un nodo di passaggio tra Mediterraneo e Baltico, e tra Oriente e Occidente. L'efficiente sistema di transito merci e persone che si sviluppa nel suo territorio coinvolge ferrovie, rotte marittime, vie d'acqua interne, porti e aeroporti, ed è stato analizzato con l'obiettivo di individuare i fattori e gli strumenti che consentono di evidenziarne il valore strategico (Costa *et al.*, 2020; European Commission, n.d.). La ricerca ha valutato il Nord-Est come *hub* strategico globale prendendo in considerazione i nodi e i corridoi principali qui insediati.

In primo luogo riconosciamo che tre dei nove "Core Network Corridor" (CNC) si intersecano nel territorio della macro-regione: il Corridoio nord-sud Scandinavo-Mediterraneo, il Corridoio est-ovest Mediterraneo, il Corridoio Baltico-Adriatico. Questi tre assi, moderna evoluzione dei flussi antichi e classici di merci e persone, oggi hanno pianificazione e priorità comunitarie. Un'ulteriore componente da tenere in considerazione è la confluenza nel territorio dei flussi marittimi legati alla Nuova Via della Seta che collega Cina ed Europa, oggi non più formalmente coinvolgente il Governo Italiano, ma nei fatti ancora accesso prioritario di questo traffico.

In secondo luogo abbiamo analizzato il valore odierno del trasporto logistico su ferrovia rispetto alla capacità europea. I trasporti logistici del Nord-Est su ferro corrispondono al 12% del valore complessivo del Continente (ESPON, 2020). Per quanto riguarda i flussi marittimi, i porti di Venezia e Trieste contano un totale di 91.914.830 tonnellate/anno. Il numero di navi container che interessano i flussi marittimi dell'Adriatico raggiunge le 9.000 unità/anno (ESPON, 2018). In particolare, il porto di Trieste conta 9.224.722 container/anno, mentre quello di Venezia 5.688.133 container/anno (ESPON, 2018). La rete logistica del Nord-Est italiano risulta pertanto vitale, sia economicamente sia strategicamente, tanto per il territorio stesso quanto per l'intera Unione. Si tratta però di una rete fragile, soprattutto considerando che la sua rilevanza globale è difficilmente percepita a livello locale. Questo fattore è dovuto principalmente

alla difficile intersezione tra i grandi nodi infrastrutturali e il tessuto urbano diffuso. Inoltre la marginalizzazione delle aree montane e collinari in dissesto, descritta nella rete ambientale, pesa dove la rete infrastrutturale ha passaggi obbligati, come ad esempio valichi o canali alpini. È necessaria una pianificazione strategica territoriale approfondita per evitare che questi importanti beni siano messi a rischio da eventi estremi di maggiore o minore intensità.

Mobilità ferroviaria attuale e futura

Nel Nord-Est, l'uso estensivo del territorio si interseca con i percorsi dei circa 3.800.068 pendolari che ogni giorno si spostano nella città diffusa per motivi di studio o di lavoro, pari al 52% della popolazione residente. Di questi il 2,6% usa ferrovia o tram mentre l'auto privata è usata dal 62,6% del totale. L'enorme flusso quotidiano di persone che si spostano per studio o lavoro è quasi interamente assorbito dall'uso estensivo dell'auto di proprietà (ISTAT, 2024, p. 202).

Nel complesso, il sistema infrastrutturale è piuttosto esteso. La mancanza principale è un collegamento tra i nodi di Conegliano e Verona, recentemente realizzato per il traffico logistico con la nuova Superstrada Pedemontana Veneta, ma ancora inesistente per il traffico ferroviario. Dal punto di vista dei servizi, invece, la rete è carente e l'unica linea sufficientemente adoperata, ma con ampio potenziale di crescita, è la linea Trento-Venezia. In assenza della realizzazione del Sistema Ferroviario Metropolitan Regionale (SFMR), a lungo promesso e pienamente pianificato, la mobilità non privata come reale alternativa è impensabile. Questa assenza ha anche gravi effetti sulla vivibilità del territorio, aumentando il rischio, lo stress e il tempo impiegato nella guida.

L'interazione tra mobilità hard e mobilità soft

Secondo ISTAT, a livello italiano, gli spostamenti in bicicletta e quelli legati alla micromobilità stanno aumentando il loro peso passando dal 3,3% nel 2019 al 4,7% nel primo semestre del 2022 (ISTAT e ACI, 2023). Associando questo aumento alla contestuale crescita dell'uso dei motocicli, pari al 4,7% nel 2022 (era il 2,6% nel 2019), si può affermare che la soluzione a due ruote, sia essa motorizzata, elettrica o non motorizzata, sta diventando un'opzione, spesso preferita, nelle scelte di viaggio. Questa disposizione si scontra però con la limitata e inefficiente disponibilità di trasporto pubblico, che non favorisce il trasporto leggero. Ancor più, però, la mobilità a due ruote è ostacolata dall'organizzazione gerarchica dei

percorsi, che non sviluppa un sistema di mobilità sicuro. La rete di mobilità a due ruote esiste ed è abbastanza capillare, ma è mal pianificata e poco sicura. I percorsi ciclistici e pedonali, sia urbani che extraurbani, sono interrotti da intersezioni continue con il traffico motorizzato, anche ad alta velocità (Fabian, Munarin, 2017; Munarin, Velo, 2022). Abbiamo mappato le intersezioni pericolose tra viabilità a motore e i percorsi ciclopedonali e ne emerge un'impraticabilità strutturale.

Infine, è stato considerato l'impatto aggiunto dalla rete stradale logistica dei veicoli di grandi dimensioni con tre o più assi, che nel Nord-Est non ha uno spazio dedicato, ma viaggia in un sistema con un pulviscolo diffuso di aree produttive. Le aree industriali del Nord-Est si trovano principalmente a più di 10 km dalle infrastrutture strategiche, risultando così eccessivamente onerose in termini di gestione dell'ultimo miglio e di logistica.

I dati esposti, insieme alla consapevolezza che la città diffusa veneta «[...] nasce e vive come città dell'auto» (Indovina, 1990, p. 42), porterebbero a considerare impraticabile uno scenario di riduzione consistente della proprietà dell'auto a favore di altre forme di mobilità. Al contrario, però, i costi, sia economici che legati alla salute, che la proprietà dell'auto ha avuto sulla configurazione dello spazio, sulla vivibilità, sulla qualità dell'aria e sui concetti di accessibilità, prossimità urbana ed equa distribuzione delle risorse, rendono inevitabile un'ipotesi di revisione, anche se apparentemente radicale, dell'attuale modello di mobilità.

CONCLUSIONI

La ricerca condotta ha dimostrato che, nonostante i suoi problemi ambientali, l'elevato consumo di energia fossile e gli alti tassi di emissione di gas climalteranti, la regione del Nord-Est dimostra una forte idoneità alla neutralità climatica, grazie alla sua particolare intersezione di sistemi ecologici e urbani. I dati qui descritti in termini di servizi ecosistemici sfidano la narrativa del futuro sviluppo del Nord-Est, suggerendo un allontanamento dall'inevitabile fallimento fondiario dello sprawl e del consumo estensivo (ESPON, 2022; Peduzzi *et al.*, 2009) e favorendo un passaggio da una geografia polo-periferia a una non gerarchica e diffusa (Secchi, 2016, pp. 202-209).

Il modello di insediamento del Nord-Est può ancorarsi alla conversione già avviata ad un modello di produzione energetica basato su una moltitudine di produttori-consumatori (*prosumers*) di energia rinnovabile. Gli edifici, i terreni e le at-

trezzature, attraverso processi di progettazione sistemica, stabiliscono nuove forme di alleanze e sinergie, dove i rifiuti di un'attività possono diventare una risorsa energetica per la successiva. In questa prospettiva, gli obiettivi di riduzione dei consumi e di efficienza energetica possono essere raggiunti attraverso la progettazione di una rete basata sui principi di flessibilità, distribuzione e interazione tra produttori e consumatori. Dal punto di vista della sicurezza emerge un'urgenza comune tanto per la riduzione dei rischi di eventi estremi, quanto per la appetibilità dei percorsi di mobilità leggera: è necessario un profondo ripensamento progettuale delle vaste aree a basso valore socio-economico che possono essere reinterpretate senza tensioni significative con istituzioni o cittadinanza. Si tratta di un tema progettuale diffuso e complesso, che necessita tanto di soluzioni innovative quanto di una pianificazione strategica unitaria. Per quanto riguarda gli impianti industriali, tanto per la logistica quanto per la disponibilità energetica, la progettazione e pianificazione del territorio è necessario uno sforzo specifico di sviluppo di strategia e modelli di trasformazione per consentire l'approdo alla neutralità della macro-regione.

A valle dell'analisi possono prospettarsi due scenari di sviluppo per il raggiungimento degli obiettivi sistemici di neutralità e vivibilità per quanto riguarda le reti del Nord-Est. Il primo scenario vede la realizzazione di modelli *hub-to-satellite* attraverso gangli centralizzati con una rete minuta di distribuzione. Il secondo scenario prevede la realizzazione di un sistema neurale *peer-to-peer* in cui ogni punto è un ganglio paritario. Questi scenari sono ipotizzabili tanto nelle reti elettriche (grandi centrali e distribuzione/produzione domestica e di micro-impianti), quanto nelle reti ecologiche (grandi aree forestali/sistemi agro-forestali pianiziali), quanto nelle reti idrauliche (casce di espansione dei grandi fiumi e vaste aree di infiltrazione/*micro-suds* e aree forestali inondabili), e così nelle reti della mobilità e della logistica (TEN-T e sviluppo centralizzato/mobilità pubblica capillare e logistica *smart* nell'ultimo miglio). Non si tratta di progetti completamente alternativi: solo una oculata pianificazione trans-scalare potrà coniugare gli aspetti virtuosi dei due modelli e contenere i potenziali output negativi di ciascuno dei due. Il tema sarà dedicato nel dettaglio nel "Capitolo 4: Scenari".

Riferimenti bibliografici

- A2A (2024) *A2A - Piano Strategico 2024-2035*. Disponibile su: <https://content.gruppoa2a.it/sites/default/files/2024-03/120324-piano-strategico-24-35.pdf> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Ahrens, J., Rudolph, P.M. (2006) 'The Importance of Governance in Risk Reduction and Disaster Management'. *Contingencies & Crisis Mgmt*, 14, pp. 207–220. Disponibile su: <https://doi.org/10.1111/j.1468-5973.2006.00497.x>.
- Akadiri, S.S., Alkawfi, M.M., Uğural, S., Akadiri, A.C. (2019) 'Towards achieving environmental sustainability target in Italy. The role of energy, real income and globalization'. *Science of The Total Environment*, 671, pp. 1293–1301. Disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.448>.
- ARPAV (2023a) *Estate 2023. Commento meteorologico e agro-meteorologico del periodo estivo*. Disponibile su: <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/meteo/commenti-meteoclimatici/estate-2023> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- ARPAV (2023b) *Commento meteorologico autunno 2023*. Disponibile su: <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/meteo/commenti-meteoclimatici/autunno-2023> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Barrett, G.W., Odum, E.P. (2005) *Fundamentals of ecology*, 5th ed., Belmont, CA: Thomson Brooks/Cole.
- Bednar-Friedl, B., Biesbroek, R., Schmidt, D.N., Alexander, P., Børshheim, K.Y., Carnicer, J., Georgopoulou, E., Haasroot, M., Le Cozannet, G., Lionello, P., Lipka, O., Möllmann, C., Muccione, V., Muntonen, T., Piepenburg, D., Whitmarsh, L. (2022) 'Europe', in H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M.M.B. Tignor, et al. (a cura di) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Begum, R.A., Lempert, R., Ali, E., Benjaminsen, T.A., Bernauer, T., Cramer, W., Cui, X., Mach, K., Nagy, G., Sukumar, N.C.S.R., Wester, P. (2022) 'Point of departure and key concepts', in H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M.M.B. Tignor, et al. (a cura di) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bentsen, N.S. (2019) 'Biomass for biorefineries: availability and costs', in J.R. Bastidas-Oyanedel, J.E. Schmidt, *Biorefinery. Integrated Sustainable Processes for Biomass Conversion to Bio-materials, Biofuels, and Fertilizers*. Cham (CH): Springer Cham, pp. 37–48.
- Berke, P., Cooper, J., Aminto, M., Grabich, S., Horney, J. (2014) 'Adaptive planning for disaster recovery and resiliency. An evaluation of 87 local recovery plans in eight states' in *Journal of the American Planning Association* 80, 310–323. Disponibile su: <https://doi.org/10.1080/01944363.2014.976585>.
- Berke, P.R., Campanella, T.J. (2006) 'Planning for postdisaster resiliency', in *The ANNALS of the American academy of political and social science* 604, pp. 192–207.
- Berke, P.R., Song, Y., Stevens, M. (2009) 'Integrating hazard mitigation into New Urban and conventional developments'. *Journal of Planning Education and Research*, 28, pp. 441–455. Disponibile su: <https://doi.org/10.1177/0739456X09331550>.
- Bertin, M. (2024) 'When the Unexpected Becomes Frequent', in Forino, G. (a cura di) *Disasters and changes into society and politics. Contemporary Perspectives from Italy*. Bristol (UK): Bristol University Press.
- Bertin, M. (2021) 'Fate presto. L'urgenza di un governo metropolitano integrato per la riduzione dei rischi climatici locali', in P. Costa, C. Nicosia, L. Ferranna (a cura di) *Venezia Metropolitana per il Nord-Est Post-Covid*. Venezia: Marsilio.
- Bertin, M., Fabian, L., Semenzin, C., Visentin, I. (2023) 'Rovesciare la piramide. Il ruolo potenziale delle università nella transizione dei processi di sviluppo urbano', in *Siu - Società Italiana degli Urbanisti XXV Conferenza Nazionale, Transizioni, Giustizia Spaziale e Progetto Di Territorio*. Milano: Planum editore.
- Bezner Kerr, R., Hasegawa, T., Lasco, R., Bhatt, I., Deryng, D., Farrell, A., Gurney-Smith, H., Ju, H., Lluch-Cota, S., Meza, F., Nelson, G., Neufeldt, H., Thornton, P. (2022) 'Food, fibre, and other ecosystem products', in H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M.M.B. Tignor, et al. (a cura di) *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Birkmann, J., von Teichman, K. (2010) 'Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: Key challenges-scales, knowledge, and norms', in *Sustainability Science*, 5, pp. 171–184. Disponibile su: <https://doi.org/10.1007/s11625-010-0108-y>.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Nanni, T. (2001) 'Changes in total precipitation, rainy days and extreme events in Northeastern Italy', in *International Journal of Climatology*, 21, pp. 861–871. Disponibile su: <https://doi.org/10.1002/joc.660>.
- Burby, R.J. (2009) 'Natural Disaster Analysis after Hurricane Katrina: Risk Assessment, Economic Impacts and Social Implications', in *Journal of the American Planning Association*, 75, pp. 379–380. Disponibile su: <https://doi.org/10.1080/01944360902967228>.
- Burkhard, B., Kandziora, M., Hou, Y., Müller, F. (2014) 'Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification', in *Landscape Online*, pp. 34–34. Disponibile su: <https://doi.org/10.3097/L0.201434>.
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F. (2012) 'Mapping ecosystem service supply, demand and budgets', in *Ecological Indicators. Challenges of sustaining natural capital and ecosystem services*, 21, pp. 17–29. Disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.ecoind.2011.06.019>.
- Burkhard, B., Santos-Martín, F., Nedkov, S., Maes, J. (2017) 'An operational framework for integrated Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES)', in *One Ecosystem*, 3, p. e22831, JRC109464.
- Burkhard, B., Maes, J. (a cura di) (2017) *Mapping ecosystem services*. Sofia, Bulgaria: Pensoft Publishers.
- Camagni, R., Borri, D., Ferlaino, F. (2009) 'Per un concetto di capitale territoriale', in D. Borri, F. Ferlaino (a cura di) *Crescita e sviluppo regionale: strumenti, sistemi, azioni*. Milano: Franco-Angeli, pp. 66–90.
- Cappelli, A., Fabian, L., Ferrario, V., Munarin, S., Nocera, S., Tosi, M.C., Viganò, P. (a cura di) (2016) *Un manifesto per il territorio veneto: scenari, obiettivi, azioni*. Sesto San Giovanni: Mimesis.
- Costa, P., Haralambides, H., Roson, R. (2020) 'From Trans-European (Ten-T) to Trans-Global (Twn-T) Transport Infrastructure Networks. A Conceptual Framework', in F. Cerniglià, F. Saraceno (a cura di) *A European Public Investment Outlook*. Cambridge (UK): OpenBook Publishers.
- ESPON Database Portal (2022) *ESPON CLIMATE - Climate Change and Territorial Effects on Regions and Local Economies in Europe*. Disponibile su: <https://www.espon.eu/projects/espon-climate-climate-change-and-territorial-effects-regions-and-local-economies-europe> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- ESPON Database Portal (2020) *Rail freight regional intensity*. Disponibile su: <https://database.espon.eu/indicador/2624/> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- ESPON Database Portal (2018) *Maritime freight regional intensity*. Disponibile su: <https://database.espon.eu/indicador/2633/> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- ESPON Database Portal (s.d.) *European Spatial Planning Observation Network*. Disponibile su: <https://www.espon.eu/publications/new-working-paper-empowering-small-and-medium-sized-cities-balanced-territorial> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- EU (2018) *Directive 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources*. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- EU (2012) *Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE*. Disponibile su: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:315:0001:0056:it:PDF> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- European Commission (2024) *Trans-European Transport Network (TEN-T) - European Commission*. Disponibile su: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t_en (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Fabian, L., Bertin, M. (2021) 'Italy is fragile. Soil consumption and climate change combined effects on territorial heritage maintenance', in *Sustainability*, 13, pp. 1–19. Disponibile su: <https://doi.org/10.3390/su1316389>.
- Fabian, L., Centis, L. (2022) *The lake of Venice. A scenario for Venice and its lagoon*. Conegliano: Antefarma.

- Fabian, L., Munarin, S. (2017) *Re-cycle Italy*. Siracusa: LetteraVentidue.
- Fabian, L., Renzoni, C., Tosi, M.C., Viganò, P. (2016) 'Oltre il rischio idrogeologico. La rete dell'acqua come infrastruttura integrata', in A. Cappelli, L. Fabian, V. Ferrario, et al. (a cura di) (2016) *Un manifesto per il territorio veneto: scenari, obiettivi, azioni*. Sesto San Giovanni: Mimesis, pp. 18-23.
- Fabian, L., Viganò, P. (2010) 'The extreme city. Climate change and the transformation of the waterscape', in *Territorio*, 53, pp. 91-100.
- Ghosh, R. (a cura di) (2010) *Landscapes of Energy, Graduate School of Design New Geographies Series*. Harvard (USA): Harvard University Graduate School of Design.
- GSE (2024) *Atlaimpianti*. Disponibile su: https://www.gse.it/Dati-e-Scenari_site/Pagine/default.aspx (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- De Gregorio Hurtado, S., Olazabal, M., Salvia, M., Pietrapertosa, F., Olazabal, E., Geneletti, D., D'Alonzo, V., Feliù, E., Di Leo, S., Reckind, D. (2014) 'Implications of governance structures on urban climate action: evidence from Italy and Spain', in *BC3 Working Paper Series*. Basque Center for Climate Change. Disponibile su: http://www.bc3research.org/lits_publications.html (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Leopold, A. (2010) 'The land ethic', in D.R. Keller (a cura di) *Environmental Ethics. The Big Questions*. Chichester (UK): Blackwell Publishing, pp. 193-201.
- Indovina, F. (1990) *La città diffusa, ricerche e convenzioni. Strate-ma: laboratorio di strategie territoriali*. Venezia: Università luav di Venezia.
- IPCC (2018) *Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Cambridge: Cambridge University Press. Disponibile su: <https://doi.org/10.1017/9781009157940>.
- ISPRA (2023) *Inventario Nazionale emissioni*. Disponibile su: <http://emissioni.sina.isprambiente.it/inventario-nazionale/> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- ISTAT (2024) *I.Stat. Banca dati completa di Istituto Italiano di Statistica*. Disponibile su: <http://dati.istat.it/?lang=en> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- ISTAT, Istituto Italiano di Statistica, ACI, Automobil Club d'Italia (2023) *Incidenti stradali - Anno 2023*. Disponibile su: <https://www.istat.it/wp-content/uploads/2024/07/REPORT-INCIDENTI-STRADALI-2023.pdf> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Legambiente (2023) *Rapporto Città Clima*. Disponibile su: <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Bilancio-CittaClima-2023.pdf> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Magrin, A. (2015) 'Italia 1945-1995. Il progetto urbanistico della città storica', in B. Albrecht, A. Magrin, *Esportare il centro storico*. Soveria Mannelli: Rubettino, pp. 146-161.
- Meyer, P.B., Schwarze, R. (2019) 'Financing climate-resilient infrastructure. Determining risk, reward, and return on investment', in *Frontiers of Engineering Management*, 6, pp. 117-127. Disponibile su: <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0009-4>.
- Munarin, S., Velo, L. (2022) 'Walkability: il progetto di suolo come progetto di mobilità', in *Territorio*, 99. Disponibile su: <https://doi.org/10.3280/TR2021-099004>.
- Nigrelli, G., Paranzunzio, R., Turconi, L., Luino, F., Mortara, G., Guerini, M., Giardino, M., Chiarle, M. (2024) 'First national inventory of high-elevation mass movements in the Italian Alps', in *Computers & Geosciences*, 184, p. 105520. Disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2024.105520>.
- Ostrom, E. (1990) *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action, Political Economy of Institutions and Decisions*. Cambridge: Cambridge University Press. Disponibile su: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>.
- PAI (2006) *PAI Piano di Assetto Idrogeologico - Distretto delle Alpi Orientali*. Disponibile su: <https://distrettoalpiorientali.it/piano-assetto-idrogeologico/> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Peduzzi, P., Dao, H., Herold, C., Mouton, F. (2009) 'Assessing global exposure and vulnerability towards natural hazards: the Disaster Risk Index', in *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, pp. 1149-1159. Disponibile su: <https://doi.org/10.5194/nhess-9-1149-2009>.
- Peron, F., Romagnoni, P., Righi, A., Turvani, M. (2012) 'Analisi integrata di scenari di miglioramento dell'efficienza energetica del settore civile e commerciale della regione Veneto', in *Atti VI Congresso Associazione Italiana Gestione Dell'Energia*. Ferrara: Casa editrice Tresogni.
- Rifkin, J. (2003) *The hydrogen economy: the creation of the worldwide energy web and the redistribution of power on Earth*. New York: J.P. Tarcher/Penguin.
- Secchi, B. (2016) 'Shifting Models', in P. Viganò, L. Fabian, B. Secchi (a cura di) *Water and Asphalt: The Project of Isotropy*. Zürich (CH): Park Books, pp. 202-209.
- SNAI (2013) *Strategia nazionale per le Aree interne: definizione, obiettivi, strumenti e governance. Documento tecnico collegato alla bozza di Accordo di Partenariato trasmessa alla CE il 9 dicembre 2013*. Roma: Agenzia per la Coesione territoriale.
- SNPA Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (2023) 'Il clima in Italia nel 2023', in *Report ambientali SNPA n. 42/2024*. Disponibile su: <https://www.snambiente.it/snpa/il-clima-in-italia-nel-2023/> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- TERNA (2022) *Statistiche regionali di consumo energetico 2021*. TERNA PER SISTAN. Lavori inseriti nel: Programma Statistico Nazionale 2020-2022 Delibera CIPE Gazzetta Ufficiale Serie Gen. n.202 24/08/2021) TER-00001 e TER-00007.
- UNEP (2016) *Emissions Gap Report*. Disponibile su: <https://www.unep.org/resources/emissions-gap-report-2016> (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Venezia2021 (2022) *Venezia2021 report*. Disponibile su: http://venezia2021.corila.it/home_ve2021/ (Ultimo accesso: 25 ottobre 2024).
- Wacogne, R. (2019) *La fabbrica del patrimonio urbano in Italia. Il caso della città giardino di Marghera*. Doctoral dissertation, Università luav di Venezia.
- Wacogne, R., Fontanari, E. (2023) 'Beyond historic urban cores. Conservation and regeneration practices in the Garden City Area of Marghera (Venice, Italy)', in *Planning Practice & Research*, 38, pp. 391-408.
- Zafar, R., Mahmood, A., Razaq, S., Ali, W., Naeem, U., Shehzad, K. (2018) 'Prosumer based energy management and sharing in smart grid', in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, pp. 1675-1684.
- Zardo, L., Granceri Bradaschia, M., Musco, F., Maragno, D. (2023) 'Promoting an integrated planning for a sustainable upscale of renewable energy. A regional GIS-based comparison between ecosystem services tradeoff and policy constraints', in *Renewable Energy*, 217, p. 119131. Disponibile su: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119131>.

Note

1 L'analisi delle condizioni di rischio si è basata su indagini dirette su dati ufficiali nazionali, europei e IPCC. In particolare i database, i piani e i report interrogati sono stati: (IPCC, 2018; ISPRA, 2020; *Rapporto integrale sullo stato dell'ambiente del Trentino 2020*, 2020; ARPAV, 2021, 2021; IPCC, 2022; ARPAV, 2022; ESPON, 2022; IPCC, 2023; ISPRA, 2023a; ARPAV, 2023a, 2023a; DPC, 2023; Library - IPCC, s.d; DPC, s.d.; ESPON - European Spatial Planning Observation Network, s.d.; *Pianificazione di Bacino - Regione del Veneto*, no date; *Bollettini - Regione del Veneto*, s.d.; *VenetoAdapt*, s.d.).

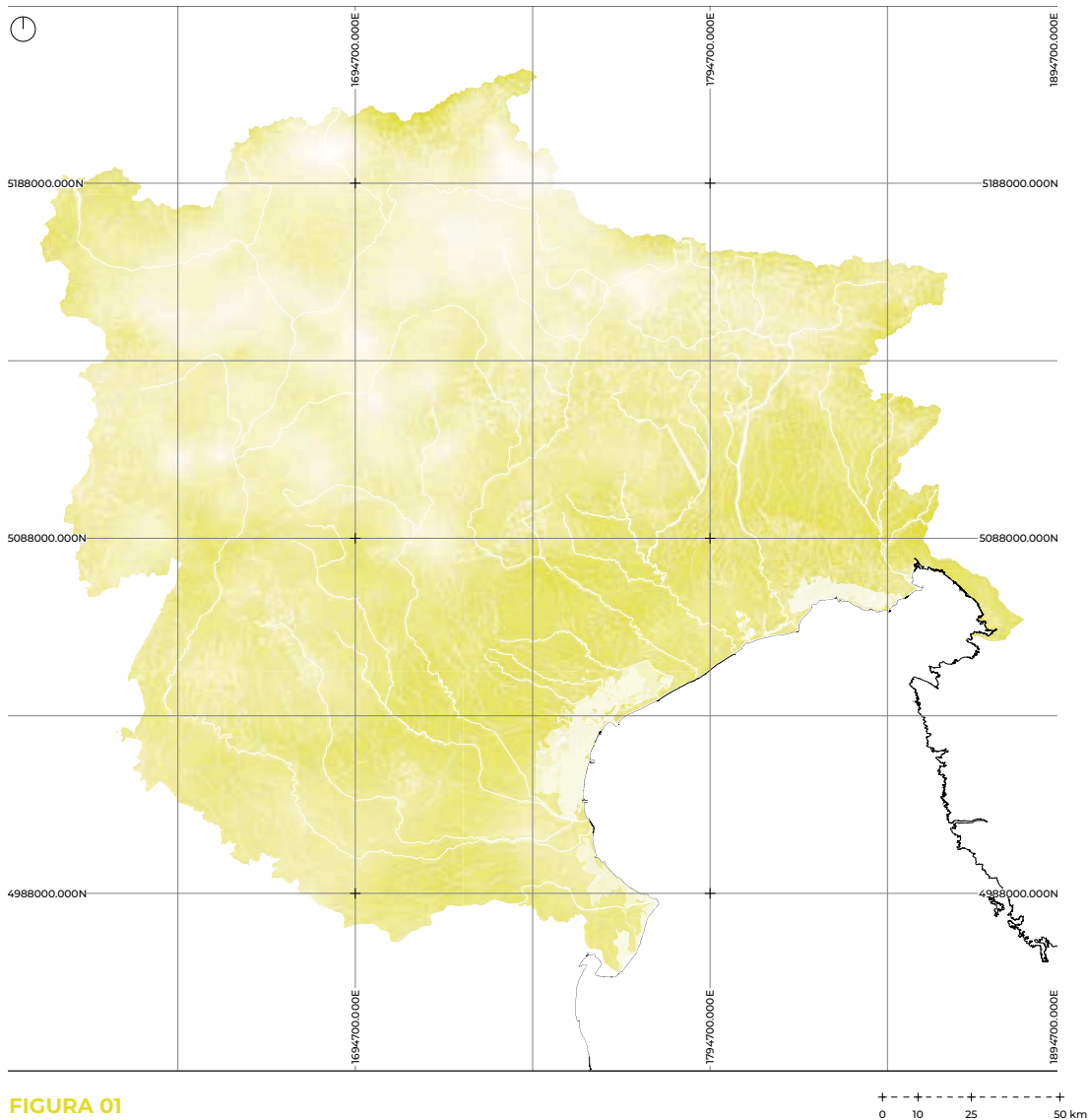


FIGURA 01

Standardized Precipitation Index (SPI) Map

L'indice SPI, sviluppato da McKee et al. (1993), è uno degli indicatori utilizzati a livello internazionale per il monitoraggio della siccità (meteorologica, idrologica e agricola). La mappa illustra la rarità di un evento siccitoso (inteso come deficit di precipitazioni) su una determinata scala temporale, basandosi su dati storici. Valori negativi di SPI (in colore intenso) indicano precipitazioni inferiori rispetto alla climatologia di riferimento, ossia condizioni siccitose di varia intensità; valori positivi (in bianco) indicano precipitazioni superiori, ossia condizioni più umide.

Fonti: European Environment Agency (EEA) 2023; ISPRA, Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), 2023.

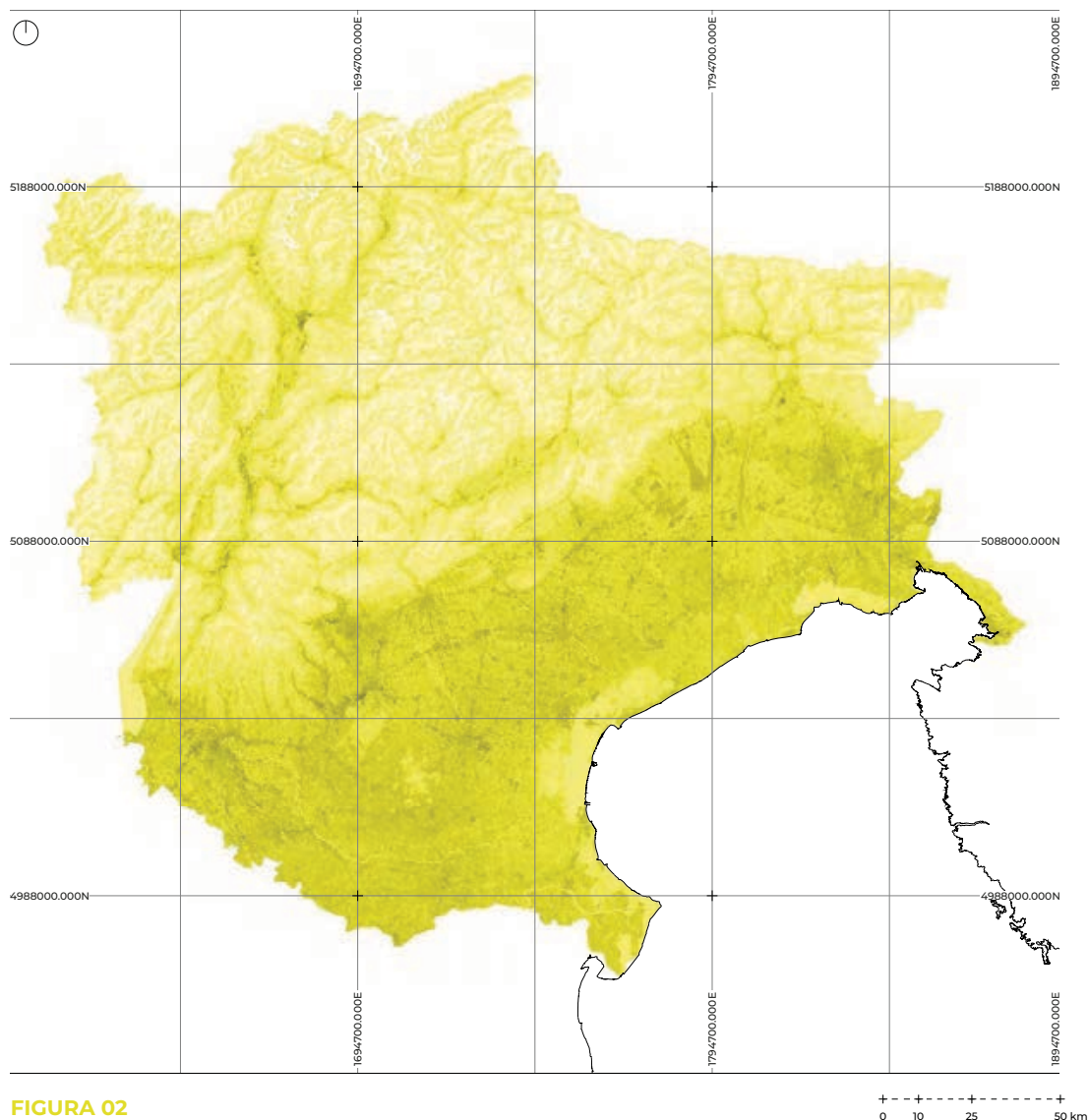


FIGURA 02

LST Land Surface Temperature Map

La mappa illustra la temperatura superficiale (LST), ovvero la temperatura radiante rilevata al suolo. Il calore che emana la superficie terrestre in uno specifico luogo è rilevante perché influenza i modelli meteorologici e climatici globali, e viceversa. Le misurazioni della LST nel territorio del Nord-Est evidenziano in scala di colore un generale surriscaldamento delle aree urbanizzate rispetto alle aree a bassa antropizzazione, con anomalie termiche piuttosto rilevanti.

Fonti: Landsat 8; Mean Land Surface Temperature (S.4)
Romanato N., Longato D., Maragno D.



Energy maps

Le mappe contenute in questa e nelle successive pagine illustrano il territorio del Nord-Est a partire da alcuni servizi ecosistemici riconducibili all'energia. Le mappe sono realizzate utilizzando la matrice di Burkhard applicata all'uso del suolo con lo scopo di valutare i servizi ecosistemici, ossia i benefici che gli ecosistemi naturali forniscono agli esseri umani (Burkhard et al 2012). Questa matrice associa diversi tipi di servizi ecosistemici con specifiche unità di paesaggio o habitat, valutandone la capacità di fornire tali servizi. Per studiare le relazioni fra territorio e energia, in queste pagine sono stati analizzati i servizi ecosistemici relativi a l'exergia e alla regolazione globale del clima, messi in relazione con le differenti classi di uso del suolo della Corine Land Cover. Emergono alcuni territori con grande potenziale energetico e di regolazione del clima, altri con consumi superiori alla capacità di rigenerazione, altri con condizioni di sostanziale equilibrio.

FIGURA 03

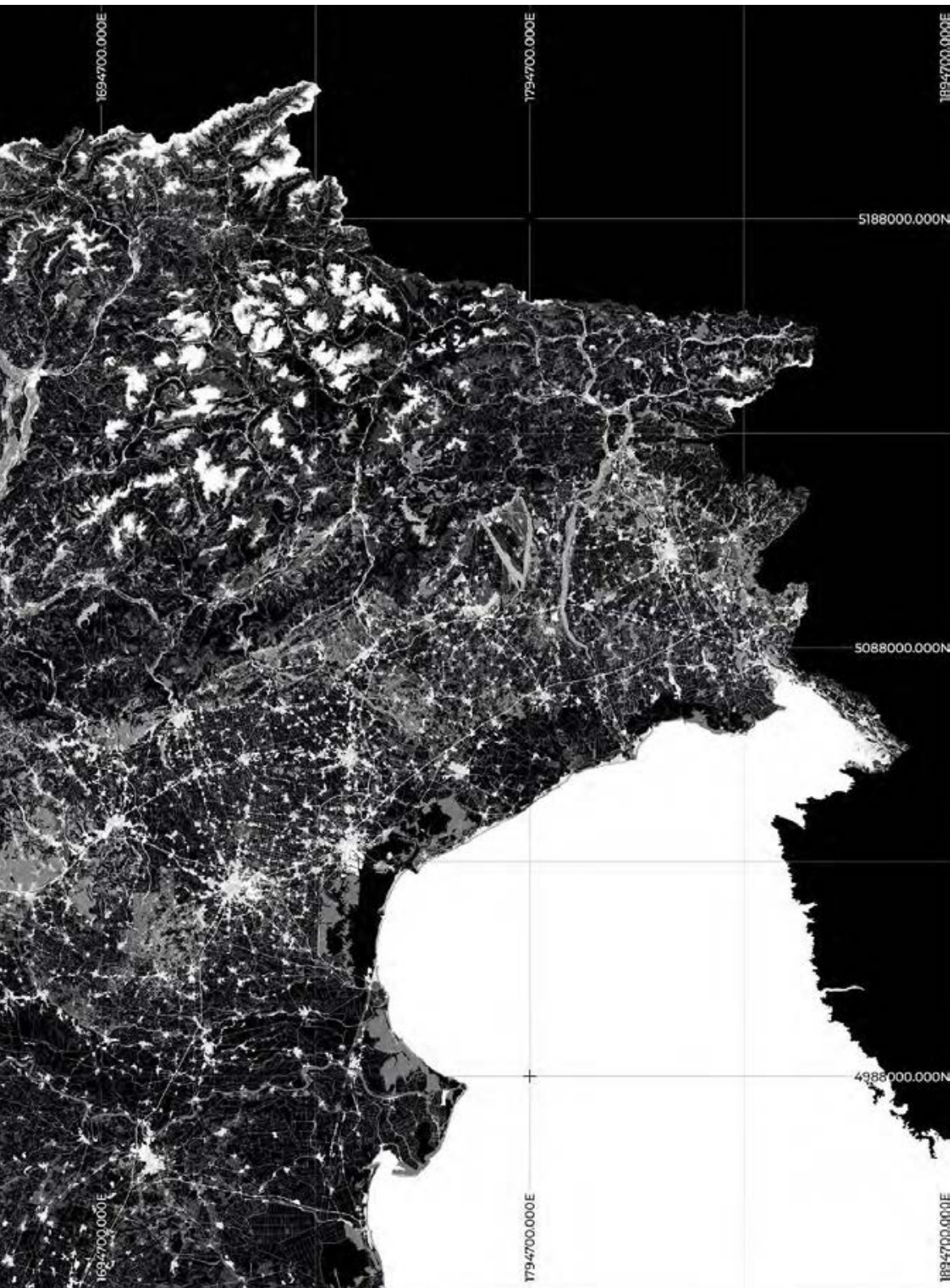
Exergy

Le mappe in questa e nella successiva pagina illustrano la capacità exergetica del territorio. L'exergia deriva dalla termodinamica e misura la frazione di energia che può essere trasformata in lavoro meccanico. Negli ecosistemi, l'exergia catturata viene utilizzata per costruire la biomassa (ad esempio, attraverso la produzione primaria) e le strutture. Per estensione l'exergia è anche un misuratore del costo metabolico e dell'efficienza di uno specifico ecosistema. L'exergia tende a conservarsi nei processi reversibili e diminuisce nei processi irreversibili, è impiegata nell'ambito della termoeconomia per valutare il valore economico di un flusso energetico.

La mappa illustra in scala di grigio quanto gli ecosistemi del Nord-Est sono o meno capaci di conservare i flussi energetici, trasformando l'energia ricevuta in energia utilizzabile (in nero massima capacità di conservazione dell'energia, in bianco minima capacità).

Fonti: CLC 2018, Open Street Map 2024, Burkhard Matrix 2012.





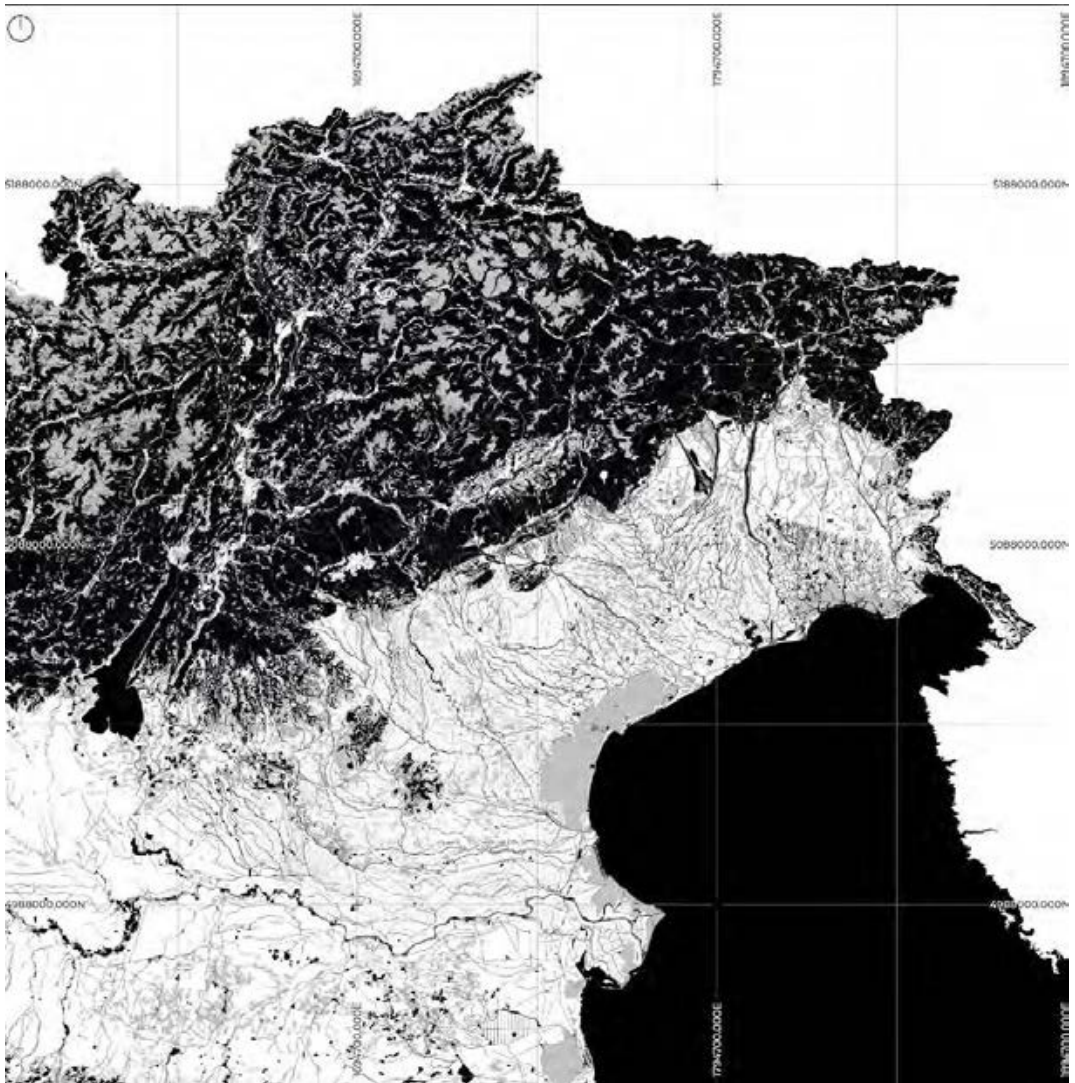
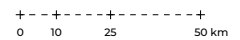


FIGURA 04



Global Climate Regulation Maps, surplus / deficit

Il Global Climate Regulation è il processo attraverso il quale gli ecosistemi terrestri e marini possono regolare e influenzare il clima globale, principalmente attraverso l'assorbimento o il rilascio di gas serra come anidride carbonica, metano e vapore acqueo.

Le mappe contenute in queste pagine illustrano questo indicatore suddividendo gli indici in tre classi: la mappa a sinistra mostra (in nero) i territori a surplus, che hanno capacità di catturare più CO₂ di quanta ne emettono, presenta indici compresi tra +1 e +5, contribuendo a mantenere l'equilibrio climatico del pianeta.

La mappa a destra mostra (in nero) i territori a deficit, che sono fonte di gas climalteranti ovvero che emettono CO₂ più di quanto siano in grado di assorbire, con indici compresi -1 e -5.

Fonti: CLC 2018, Open Street Map 2024, Burkhard Matrix 2012.

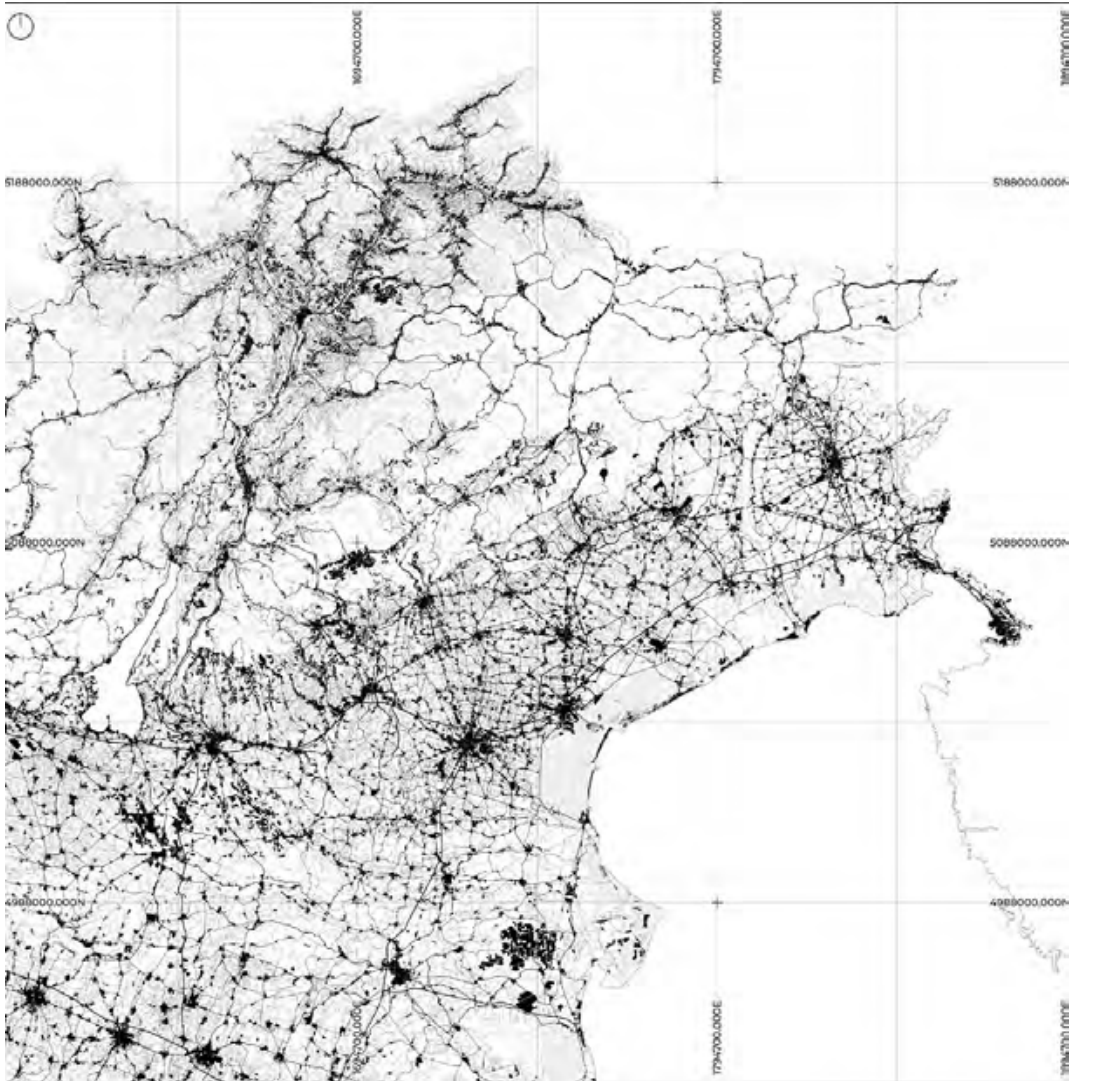


FIGURA 05

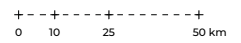
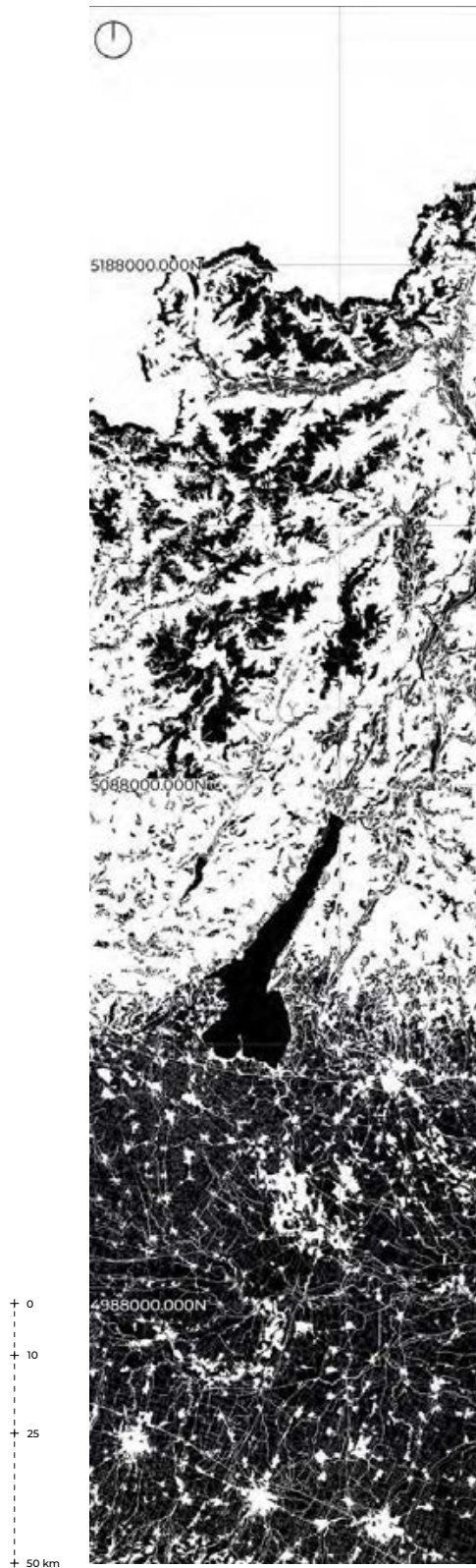


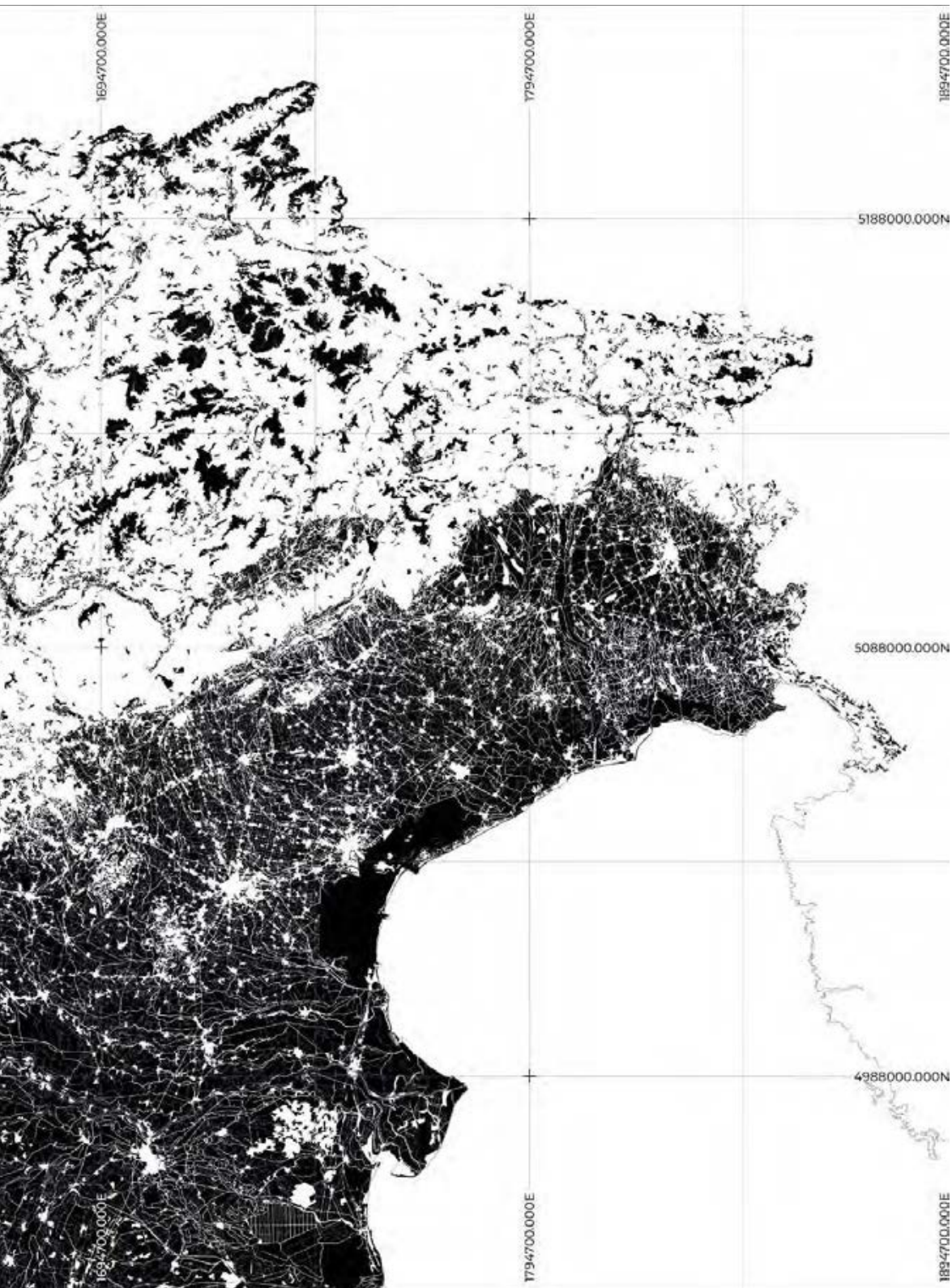
FIGURA 06

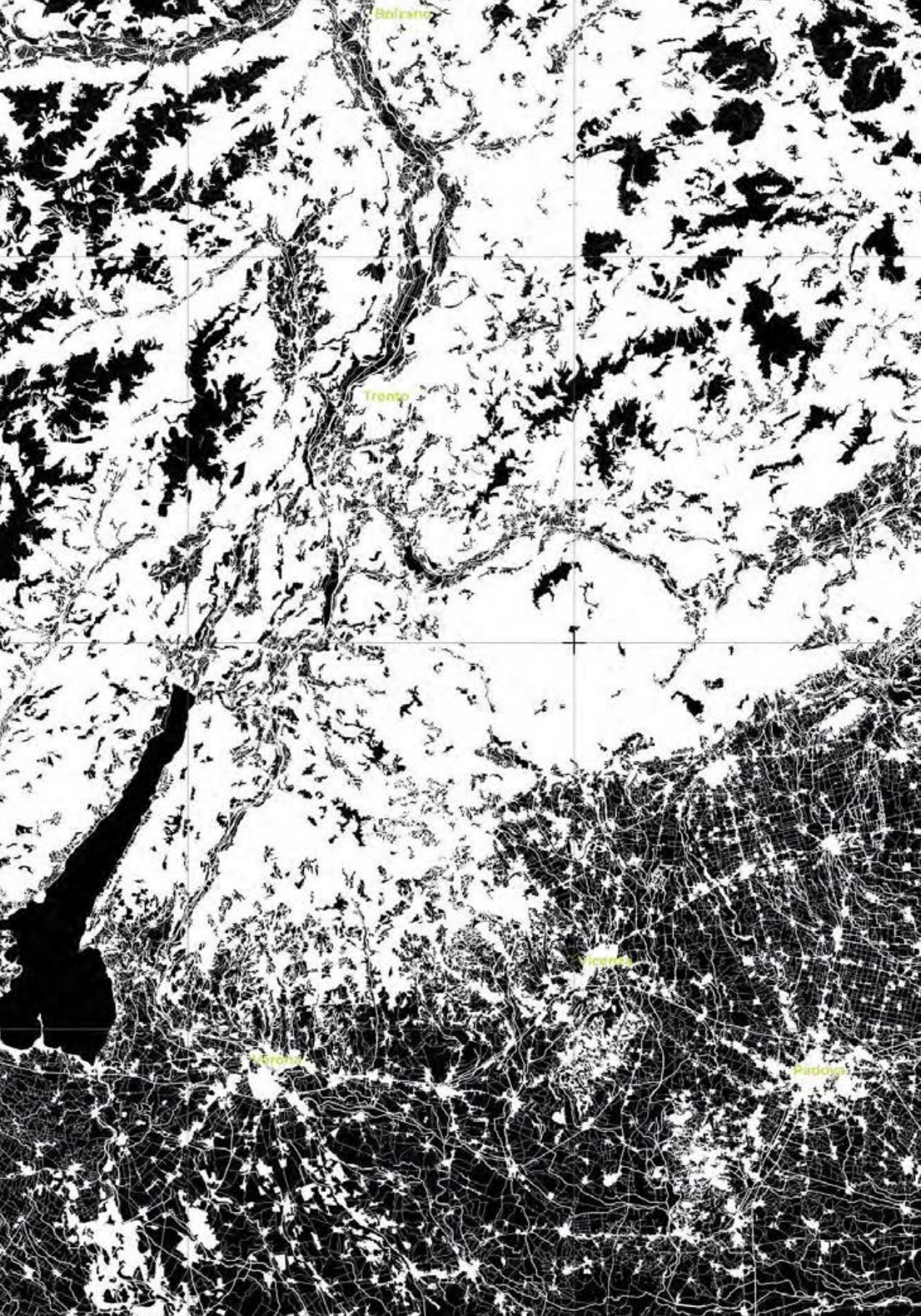
Global Climate Regulation Maps, neutral

La mappa in questa e nella successiva pagina illustra (in nero) i territori neutrali, il cui bilancio fra sostanze climalteranti potenzialmente prodotte e assorbite è tendente a zero, ovvero che presentano lieve surplus e deficit di emissioni, con indici compresi tra -1 e +1. Sono territori che sembra prossimi agli obiettivi di neutralità attesi dalle politiche europee.

Fonti: Uso del suolo CLC 2018, Open Street Map 2024, Burkhard Matrix 2012.







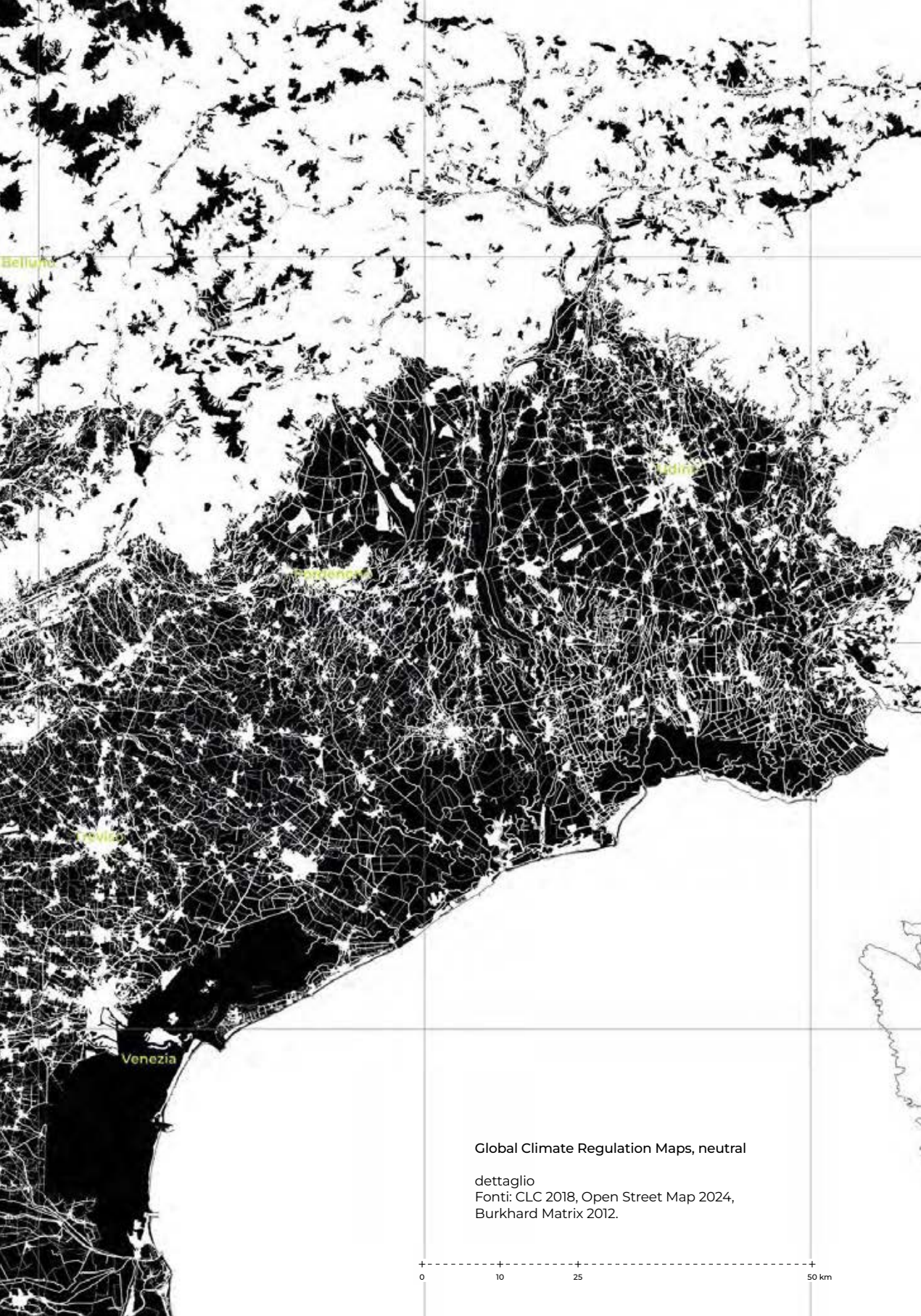
Barbaro

Trento

Verona

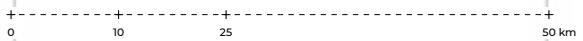
Padova

Belluno

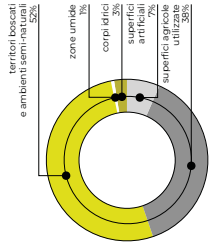


Global Climate Regulation Maps, neutral

dettaglio
Fonti: CLC 2018, Open Street Map 2024,
Burkhard Matrix 2012.

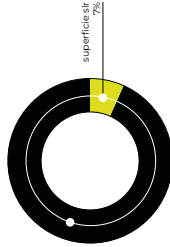


Uso del suolo

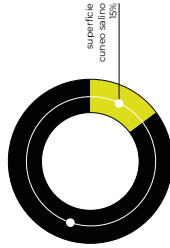


Superficie colpita su superficie territoriale

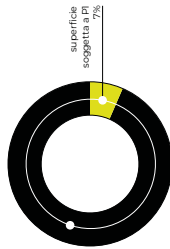
Sea Level Rise



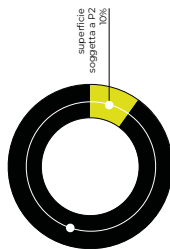
Cuneo salino



PI elevata

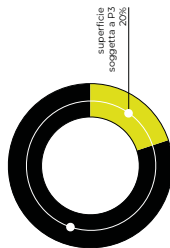


PI media

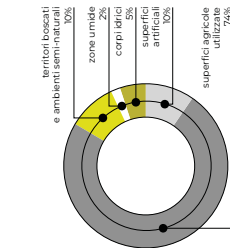
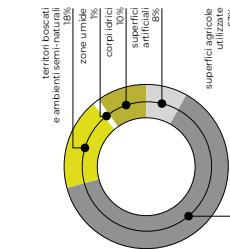
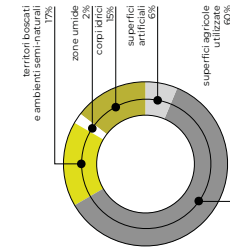
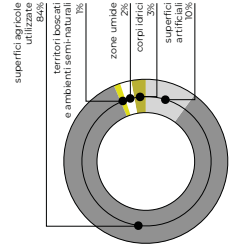
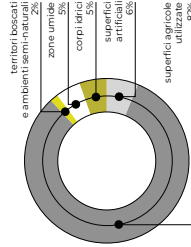


Pericolosità Idraulica (PI)

PI bassa



Usi del suolo della superficie colpita



Geografie di impatto



FIGURA 07

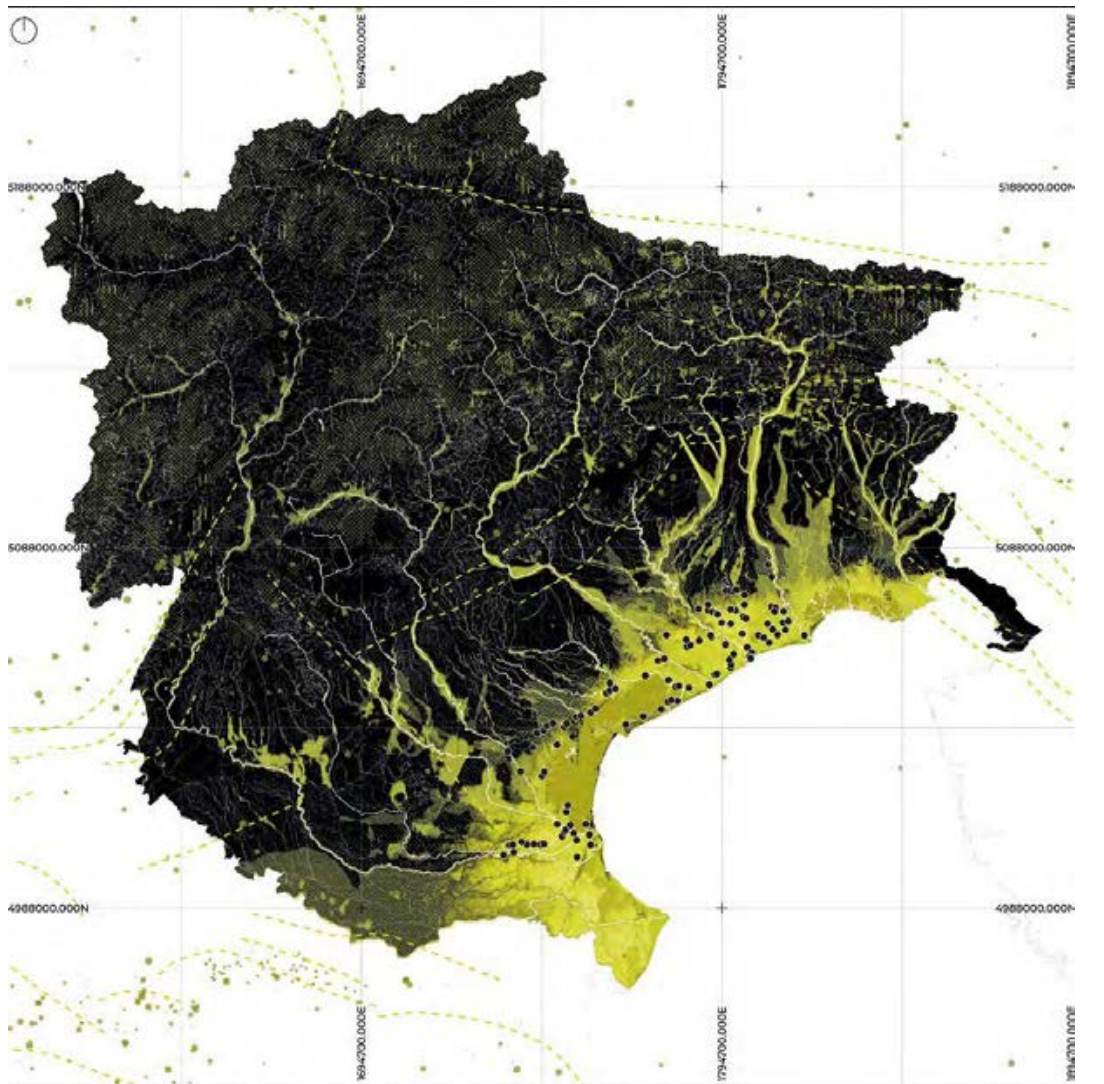
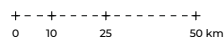


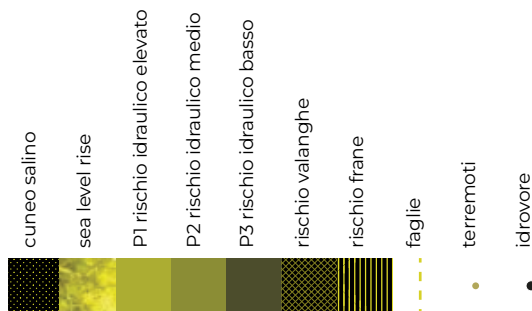
FIGURA 08



Mapa dei Rischi

La mappa dei rischi illustra una propensione del Nord-Est agli eventi sismici, idrogeologici e di esondazione. Le fragilità sono associate ai rischi idrogeologici e sismici alti o molto alti per una parte significativa del territorio montano e pedemontano. A questi si unisce una storica suscettibilità ai rischi idraulici che si concentra nel bacino scolante. Questa compresenza di rischi sismici ed idraulici disegna una geografia sensibile ad eventi complessi, che possono unire componenti geologiche a componenti meteoroclimatiche. A questo si aggiungono i rischi derivati dall'aumento del livello medio del mare e dall'intrusione del cuneo salino.

Fonti: ISPRA (perisolosità idraulica, frane); INGV (sismi storici e fraglie sismogenetiche); IPCC (sea level rise, cuneo salino); Geoportale Regione Veneto (idrovoce).



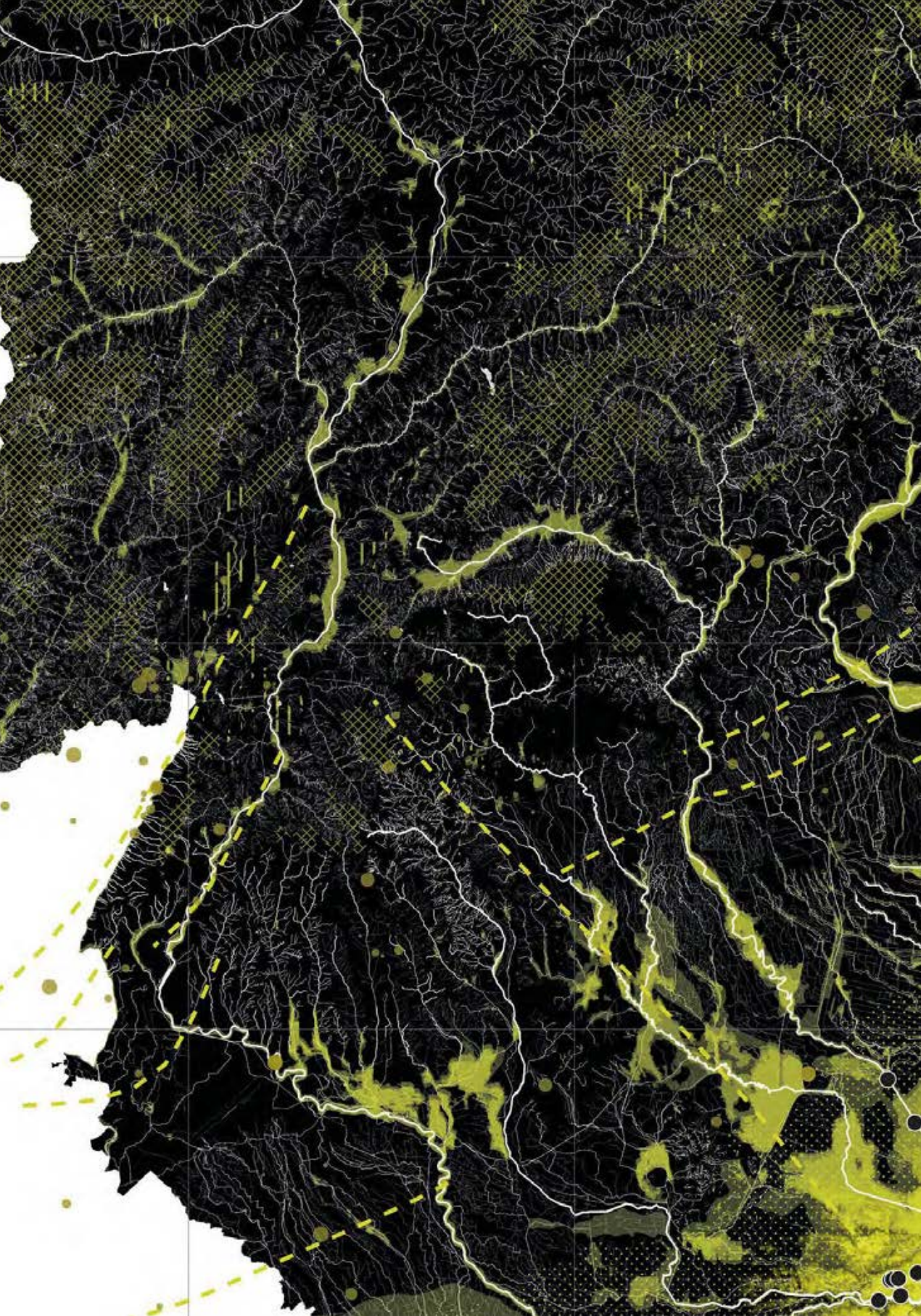
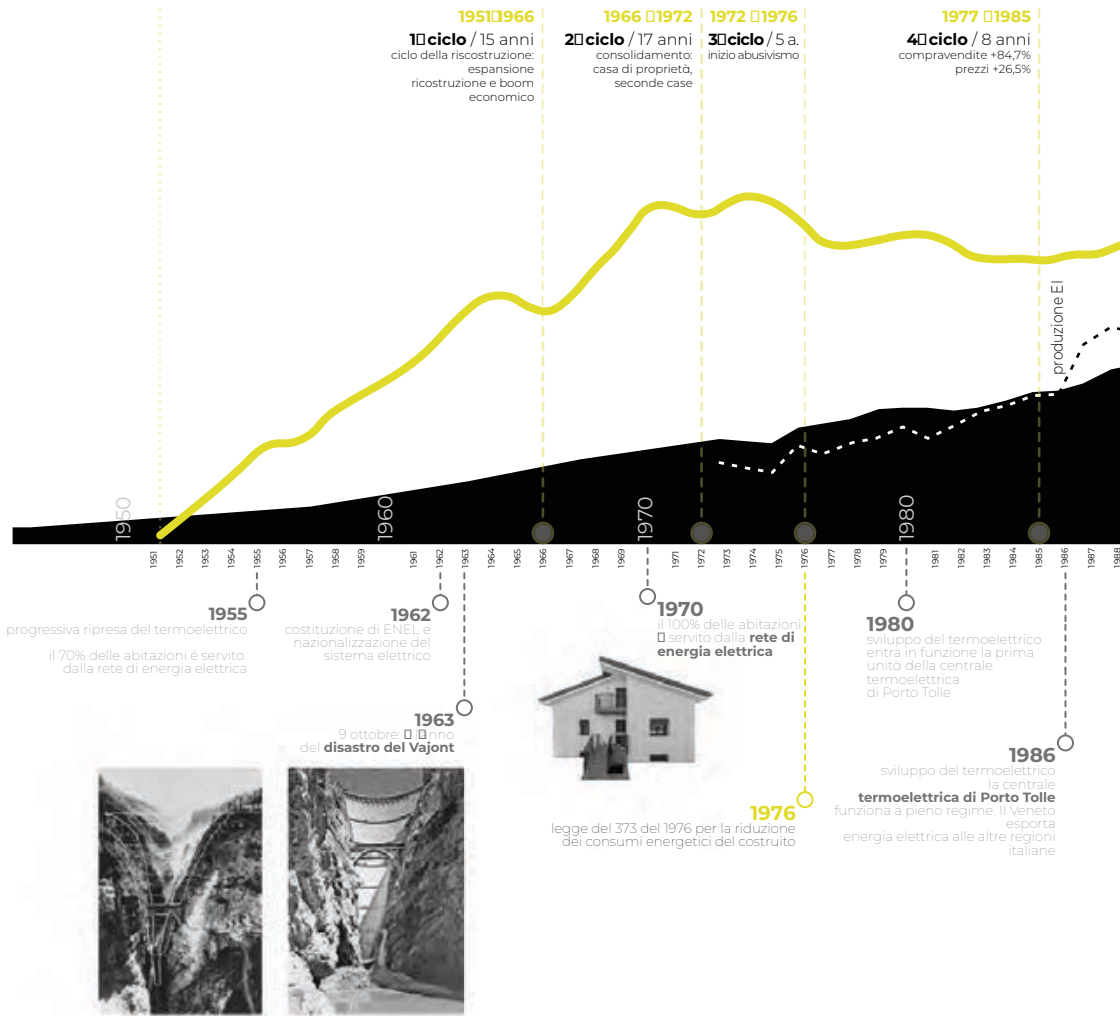


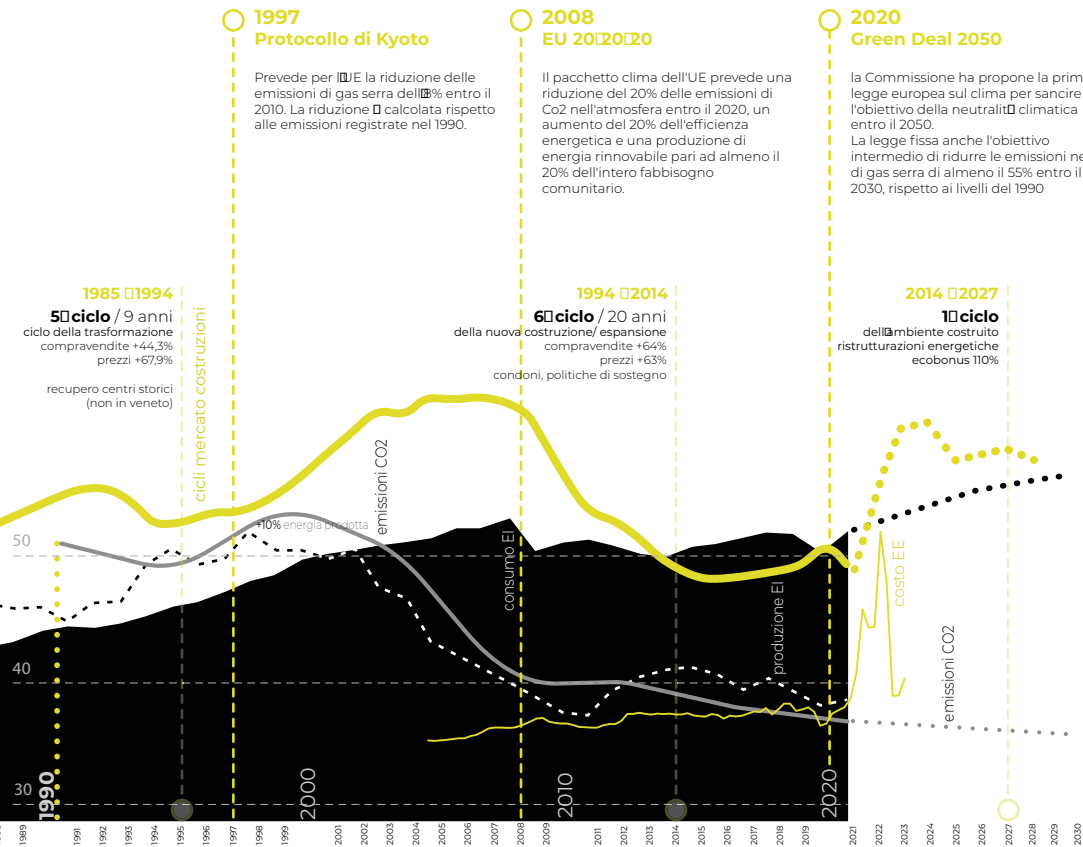
FIGURA 09



Energia e territorio

Lo schema illustra il carattere ricorsivo delle relazioni fra: cicli del mercato delle costruzioni (linea verde spessa); consumi energetici (area nera); produzione energia (linea trattaggiata nera); emissioni di CO2 (linea grigia); costo dell'energia (linea verde fina); eventi storici e eventi legislativi in materia di energia (sotto e sopra).

Fonti: nostra elaborazione da CRESME; serie storiche Terna sui consumi energia elettrica.



1991
viene proposta, approvata ma non resa attuativa la legge 10

2002
picco delle emissioni di gas serra in atmosfera
Direttiva Europea 2002/91/CE, chiamata EPDB (Energy performance of building directive)

2005
il decreto legislativo 192 del 19/08/2005 rende attuativa la legge 10 del 2001, con il fine di recepire la direttiva 2002/91/CE

1989
viene proposto e approvato il piano energetico nazionale, non viene però mai attuato

2007
dimissioni della centrale elettrica di Porto Tolle

2015
Paris Agreement accordo globale per limitare l'aumento della temperatura media globale al di sotto dei 2°C rispetto ai livelli preindustriali, con l'obiettivo di limitarlo a 1,5°C. Incoraggia la transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

2023
Seconda regione italiana per numero di interventi di ristrutturazione
Superbonus 110%
edifici ristrutturati 4.332, di cui 6.043 condomini; 26.471 Edifici unifamiliari; 21.788 Ul indipendenti.



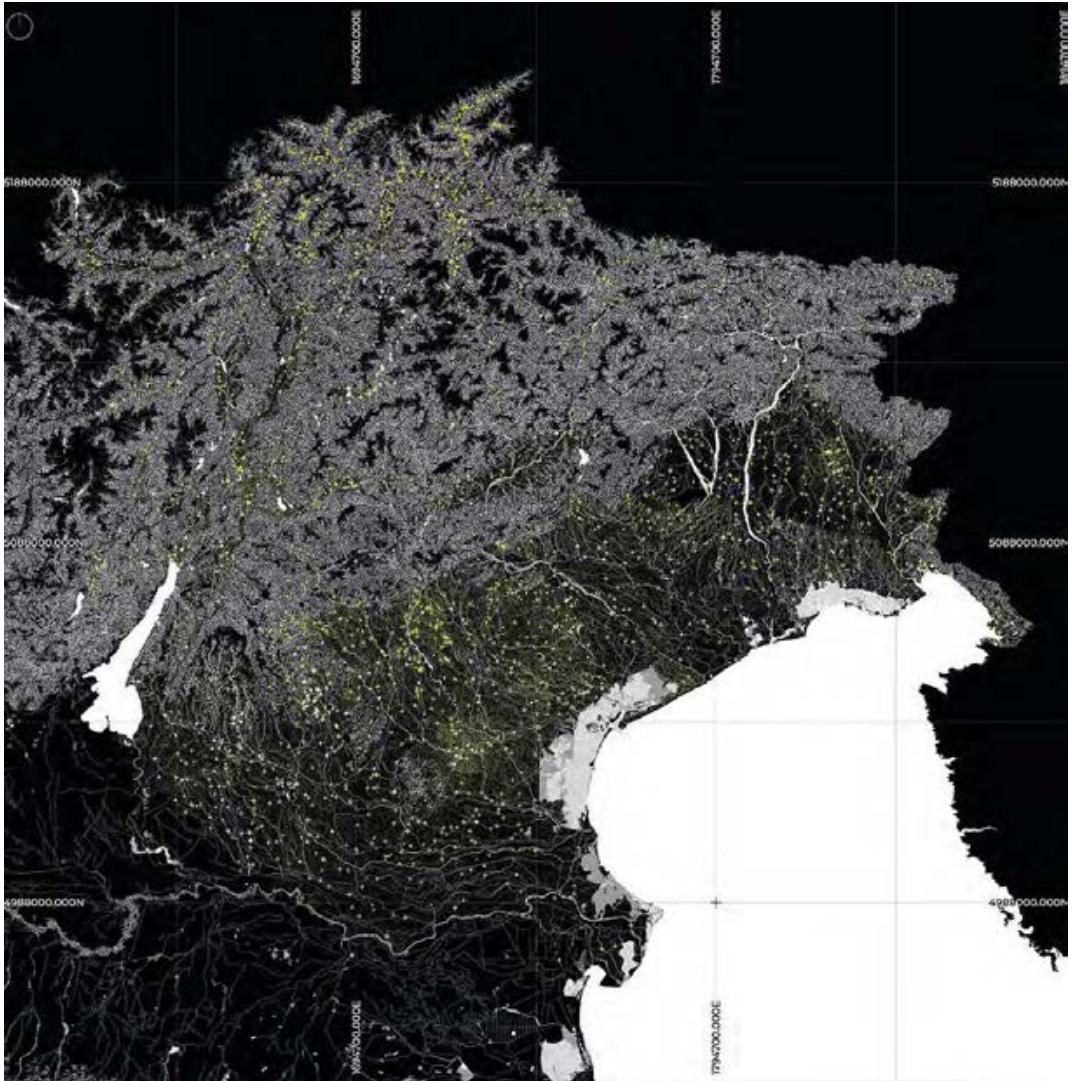
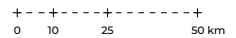


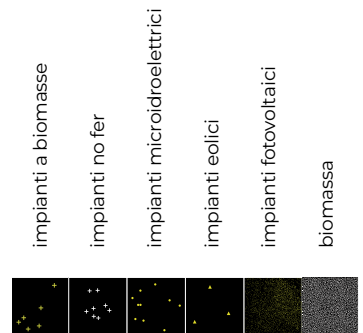
FIGURA 10



Energia nel Triveneto

L'infrastruttura energetica del Nord-Est si può riassumere in due principali sistemi produttivi: il sistema diffuso (illustrato nella mappa in questa pagina) e centralizzato (nella mappa della pagina accanto). Il primo, più recente e in fase di espansione, emerge da migliaia di soggetti e come proliferazione di tecnologie produttive, quali micro-idroelettrico, fotovoltaico, termoelettrico da fonti fossili e da biomassa, eolico. Il secondo sistema, in fase di remissione e consolidatosi nel corso del XX secolo, si compone di grandi centrali gestite da pochi soggetti, principalmente idroelettriche (fascia alpina) e termoelettriche (in pianura).

Fonti: GSE 2021; Uso del suolo CLC 2018.



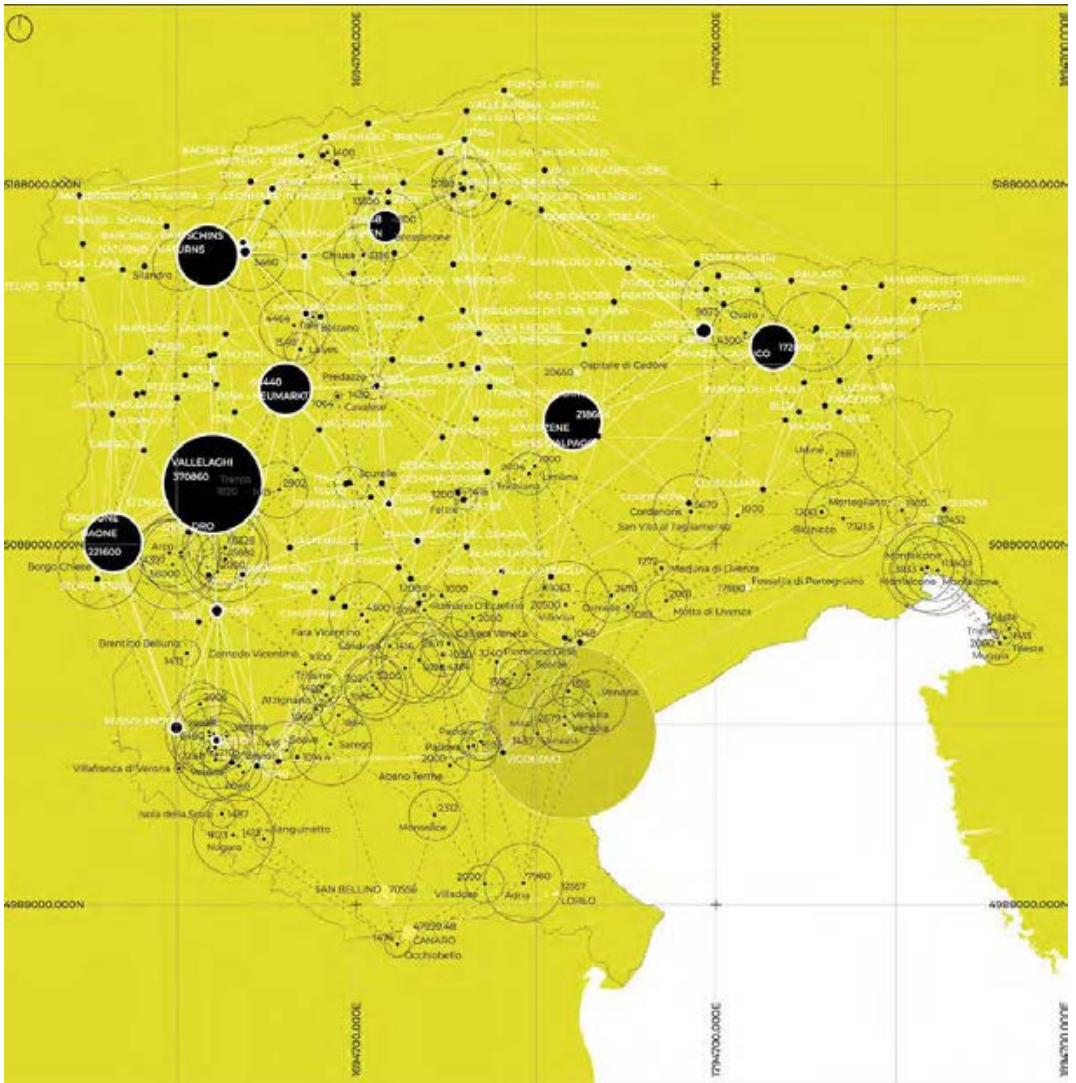
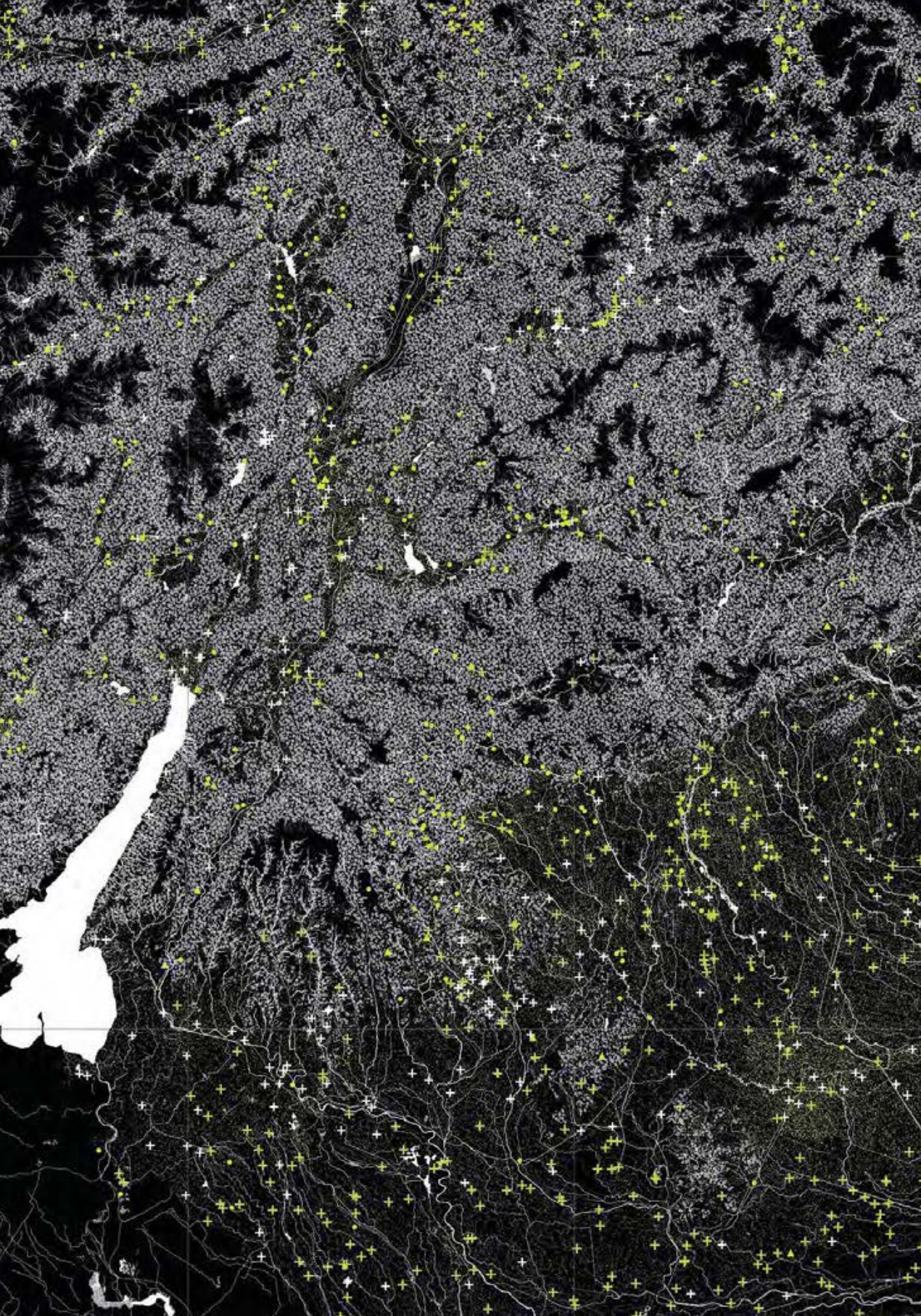
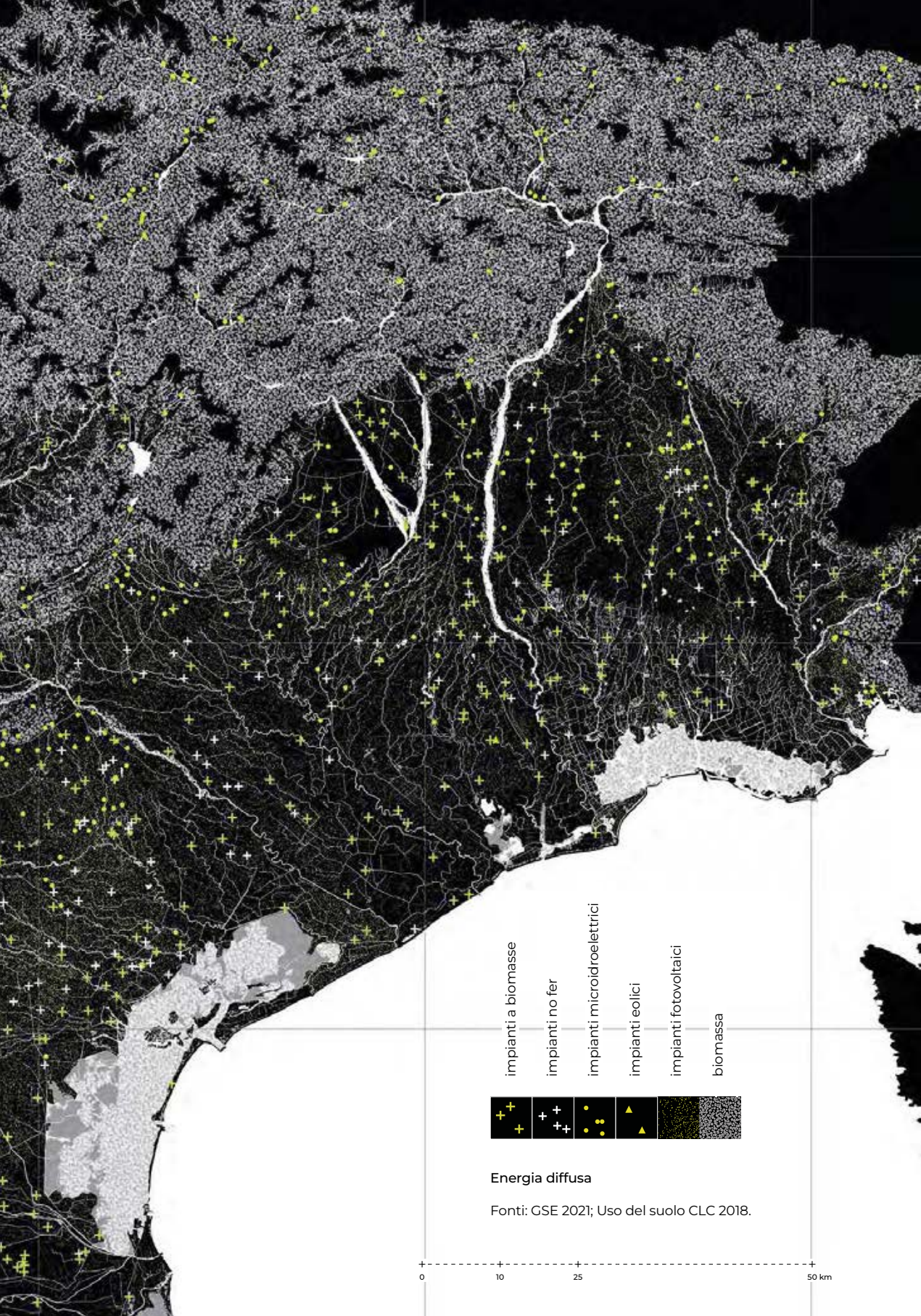


FIGURA 11

0 10 25 50 km







- impianti a biomasse
- impianti no fer
- impianti microidroelettrici
- impianti eolici
- impianti fotovoltaici
- biomassa



Energia diffusa

Fonti: GSE 2021; Uso del suolo CLC 2018.

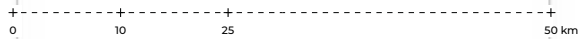


FIGURA 12

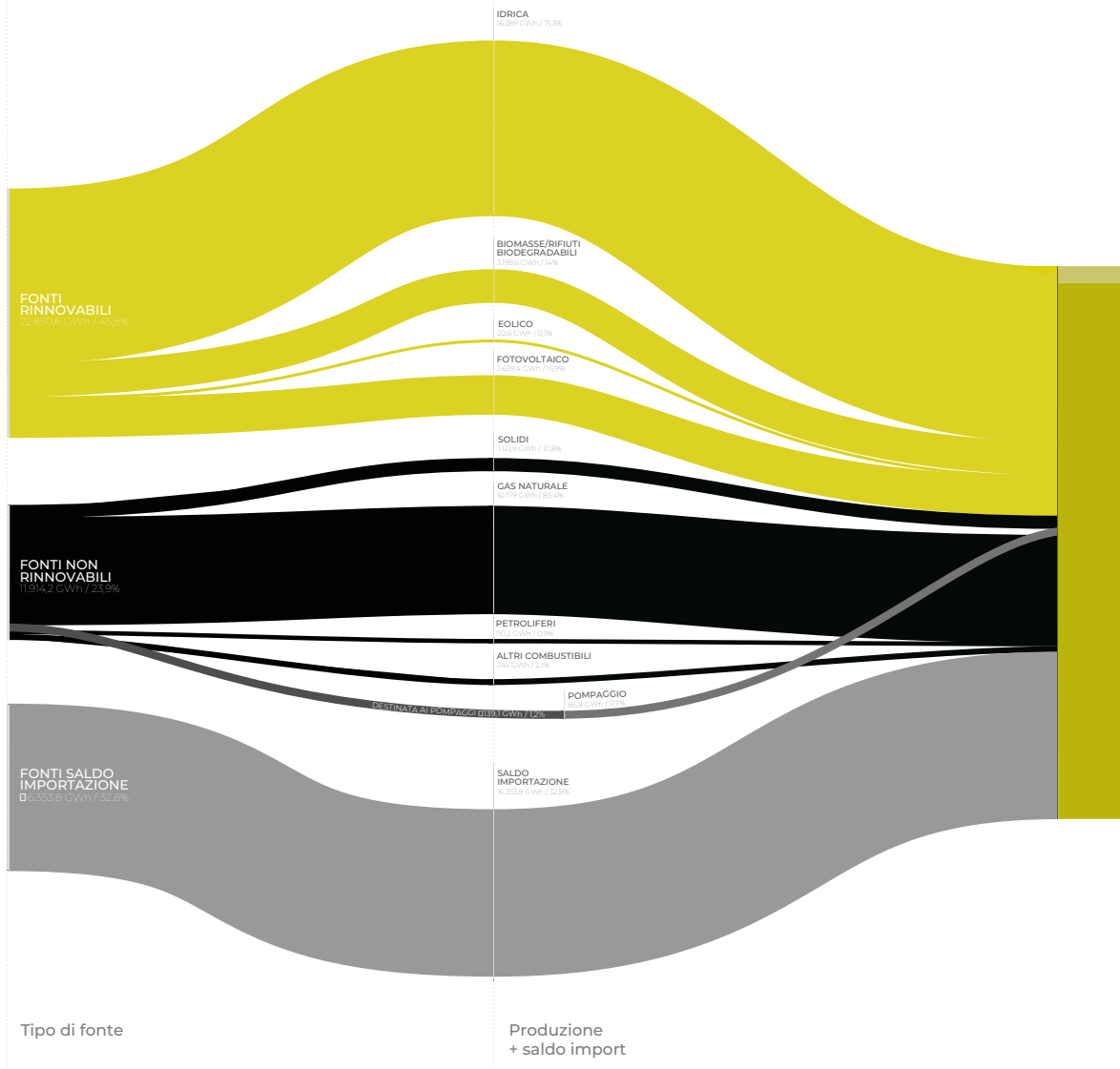
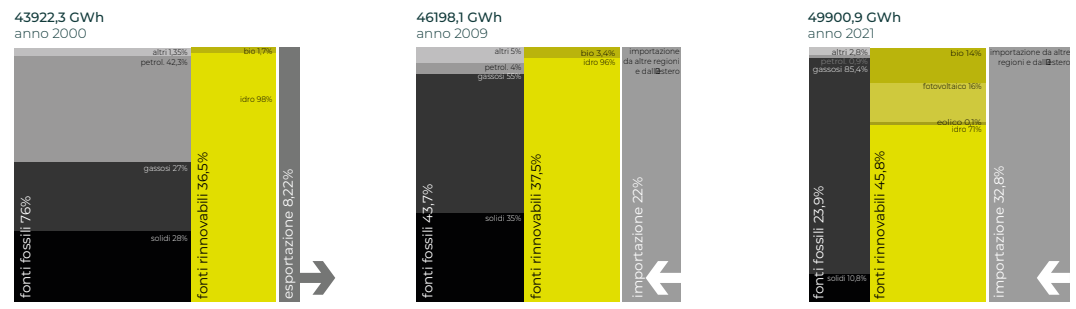
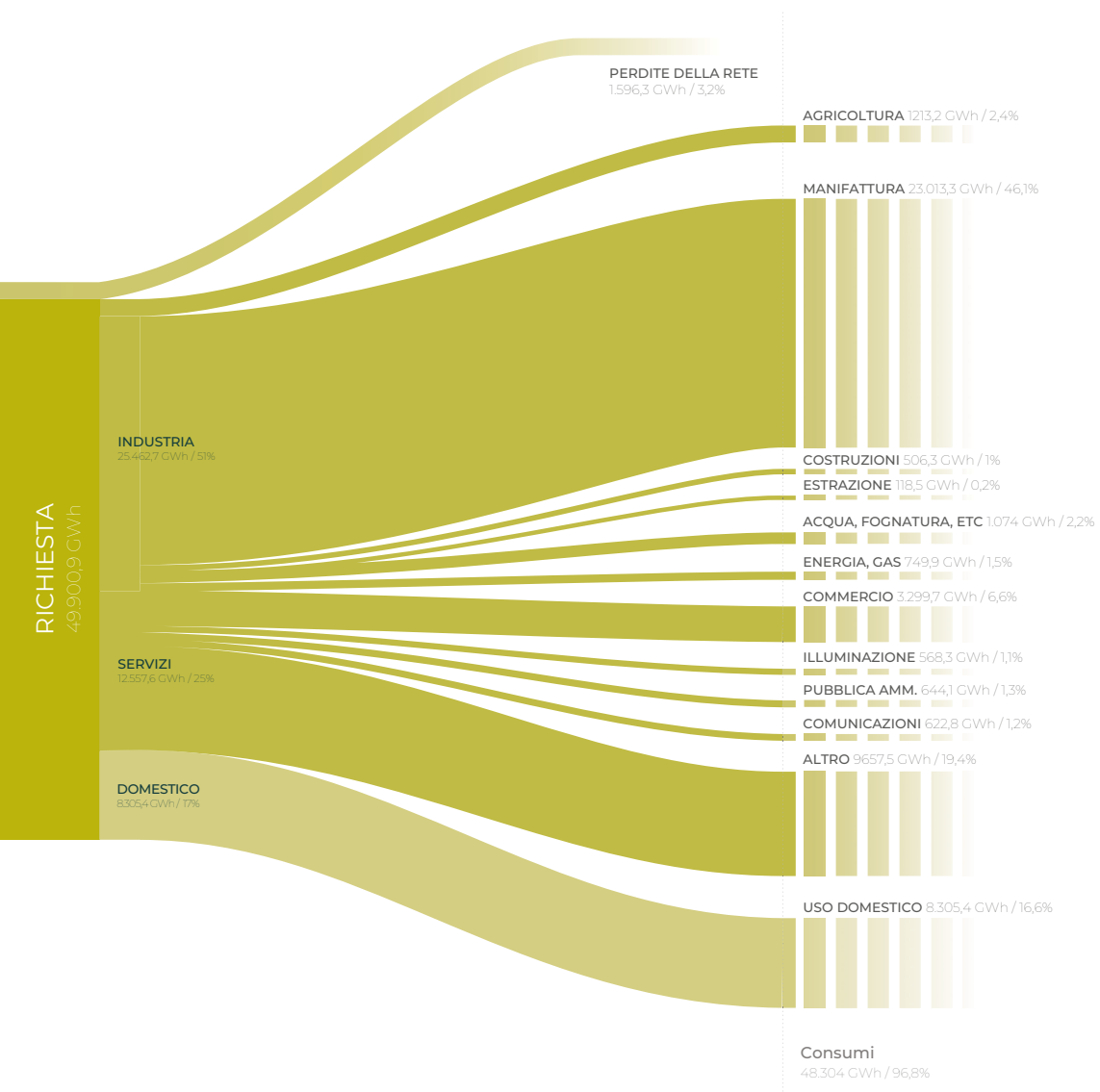


FIGURA 13





Energia elettrica

In alto, il diagramma mostra il bilancio energetico del Triveneto al 2021, in cui si evidenzia la relazione fra le quantità di energia per tipologia di fonte prodotte o importate in relazione ai consumi per tipologia d'impiego.

In basso a sinistra è rappresentata la quantità di energia elettrica consumata nel Triveneto, suddivisa per tipologia di fonte, nelle serie storiche del 2000, 2009 e 2021. Nel 2000, le fonti fossili, valorizzate nelle centrali termoelettriche site sulla costa veneta, coprivano

l'intero fabbisogno energetico, generando un surplus destinato all'esportazione verso altre regioni. Tuttavia, con la progressiva transizione verso le fonti rinnovabili e la chiusura di importanti impianti termoelettrici, oggi l'importazione di energia è necessaria per soddisfare la domanda.

Fonte: elaborazione su dati Terna 2021 (diagramma in alto); elaborazioni su dati Terna 2000, 2009, 2020 (grafici a sinistra).

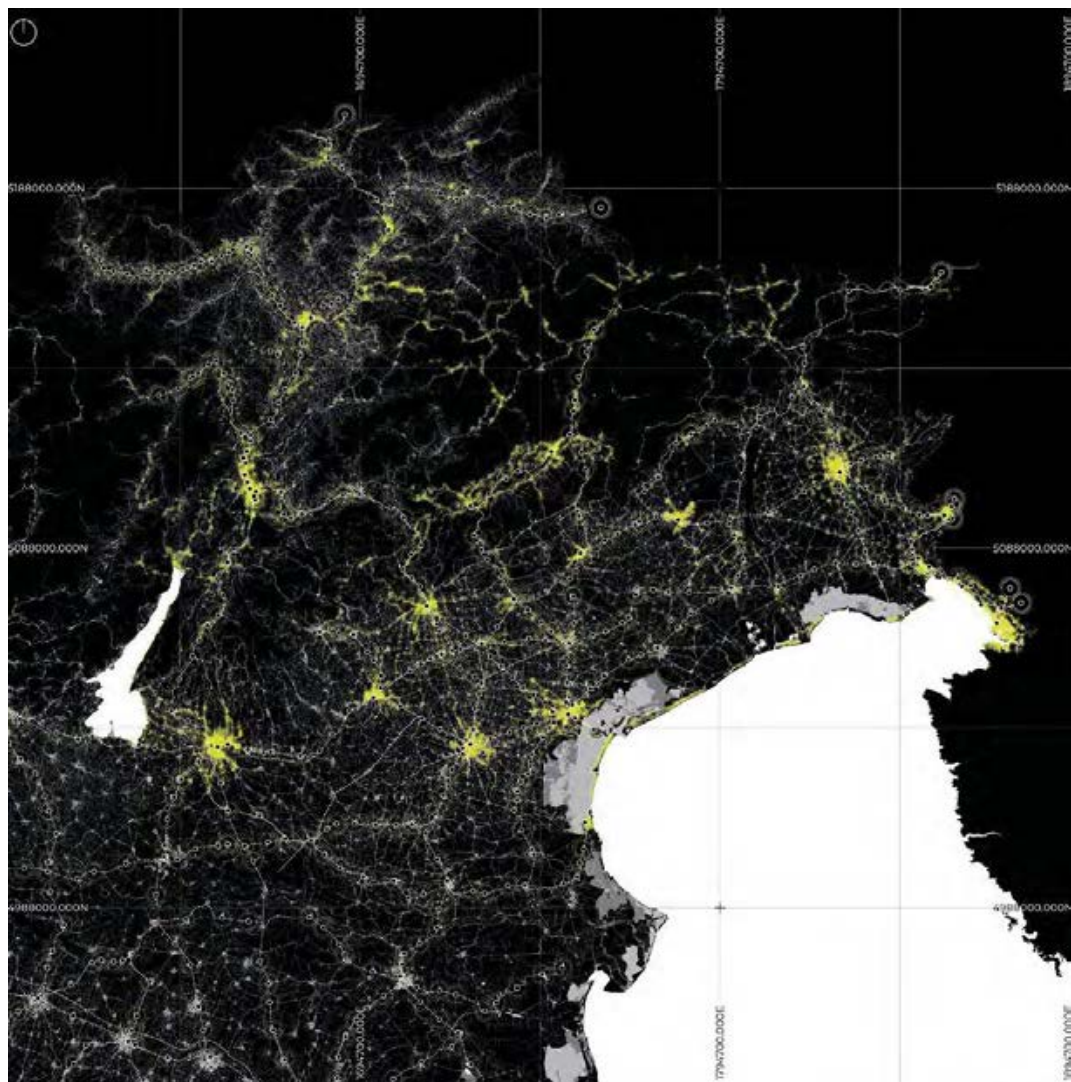
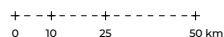


FIGURA 14

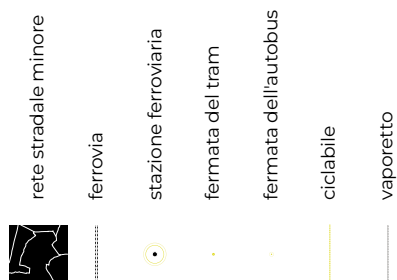


Mobilità nel Triveneto

La mappa del territorio ad alta accessibilità (in alto), illustra la rete minore, una maglia capillare di strade, ciclovie, percorsi pedonali. In questo sistema, la ferrovia collega diversi comuni con molteplici stazioni, mentre il trasporto pubblico locale (autobus e tram) si sviluppa soprattutto all'interno dei principali centri urbani.

La mappa del territorio ad alta velocità (a destra), mostra corridoi che mettono in relazione le diverse province attraverso degli assi Nord-Sud ed Est-Ovest. Le stazioni ferroviarie dell'alta velocità coprono un bacino territoriale di circa 30 km, gli ingressi e le uscite dalle autostrade sono numerosi garantiscono l'interconnessione con la rete minore. Gli aeroporti civili sono cinque. I porti principali si trovano a Venezia, Chioggia, Monfalcone e Trieste.

Fonti: Open Street Map.



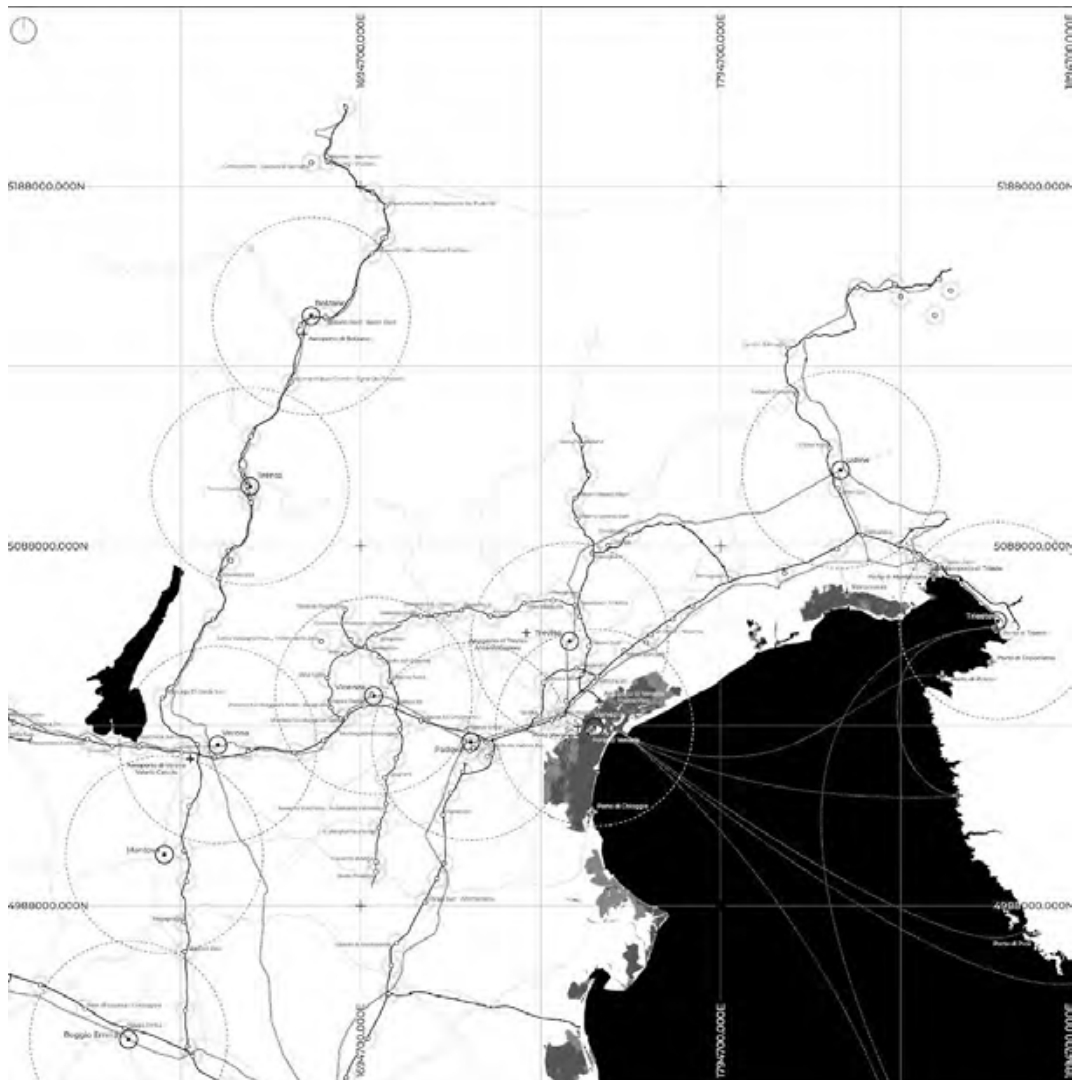
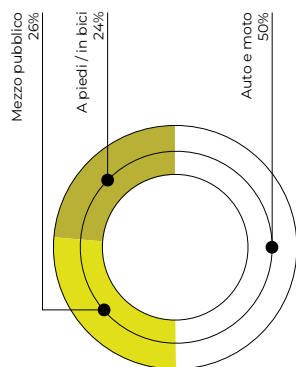


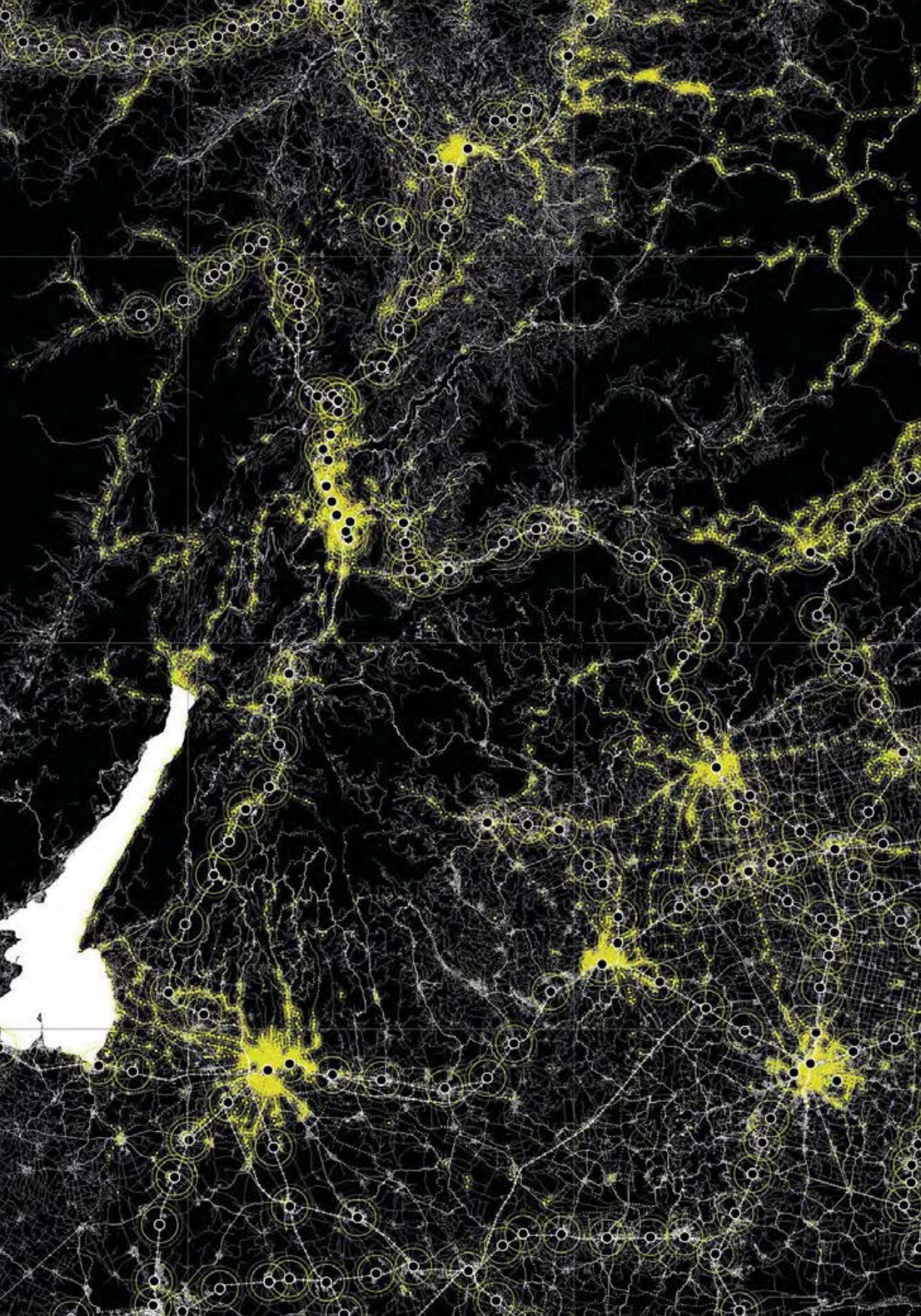
FIGURA 15

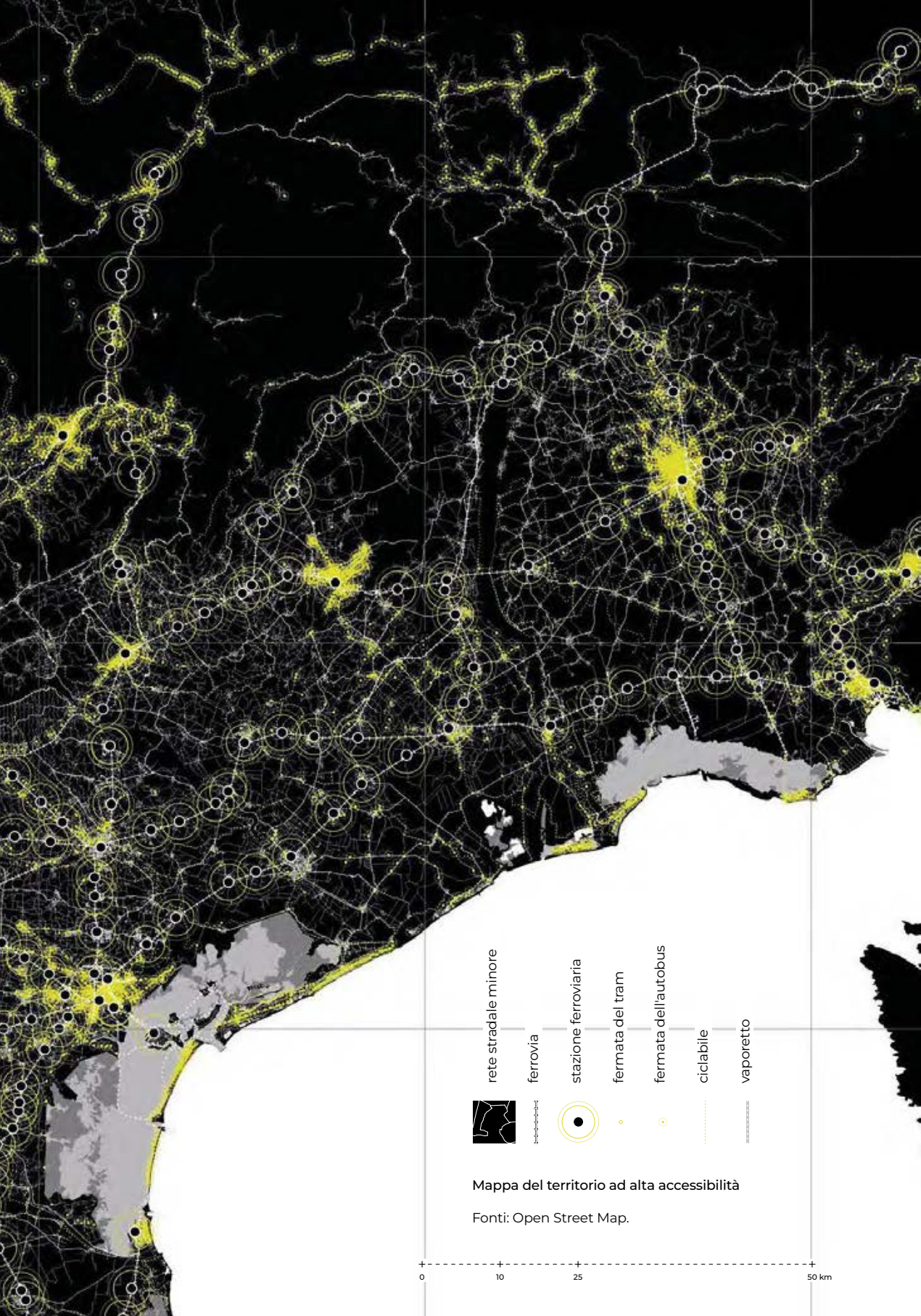
Ripartizione modale dei trasporti



Fonti: Istat 2021.







rete stradale minore

ferrovia

stazione ferroviaria

fermata del tram

fermata dell'autobus

ciclabile

vaporetto



Mappa del territorio ad alta accessibilità

Fonti: Open Street Map.

