

Titolo

**Frammentazione e perdita di spazi aperti nelle
metropoli mediterranee:
indici e metriche del paesaggio quali strumenti di analisi e per la
valutazione di scenari di pianificazione resiliente.**

Dottoranda:

Silvia Pili

Tutor:

Luca Salvati

Davide Marino

Piermaria Corona

Cristina Imbrogliani

INDICE

INTRODUZIONEp. 9

**1. AREE METROPOLITANE: RETROSPETTIVA SPAZIO-TEMPORALE E
PROSPETTIVE FUTURE.....p.22**

1.1. Processi di urbanizzazione e formazione delle aree
metropolitane

1.2. Evoluzioni dell'ultimo trentennio: megaregioni, urban shrinkage e
postmetropoli

1.3. Possibili prospettive per futuri resilienti

1.3.1. Il metabolismo urbano per la regolazione dei rapporti
natura, spazio e società

1.3.1.1 La prospettiva agroecologica per ricucire la
spaccatura metabolica

1.3.2. Il paradigma della bioregione urbana

**2. STRATEGIE E PROGETTUALITÀ PER AUMENTARE LA RESILIENZA
DELLE METROPOLI CONTEMPORANEE AI FENOMENI DI PERDITA E
FRAMMENTAZIONE DEGLI SPAZI APERTIp. 59**

2.1. Questioni ambientali emergenti

2.1.1. Cambio climatico

2.1.2. Biodiversità

2.1.2.1. Pan-European Biological and Landscape
Diversity Strategy e Global strategy for biodiversity

- 2.1.3. Servizi ecosistemici del paesaggio
 - 2.1.3.1. Produzioni agricole di prossimità e agricoltura periurbana.
- 2.2. Progettualità legate al recupero di spazi aperti e della connettività nel contesto del Mediterraneo europeo
 - 2.2.1. Restoration ecology
 - 2.2.2. Infrastrutture verdi e piani paesaggistici
 - 2.2.2.1. Green infrastructure: il Pla territorial Metropolitano di Barcellona
 - 2.2.2.2. Piani paesaggistici in Italia
 - 2.2.3. Agricoltura periurbana nel Mediterraneo e contratti di fiume
 - 2.2.3.1. Agricoltura periurbana a Roma
 - 2.2.3.2. Agricoltura periurbana a Barcellona
 - 2.2.3.3. Contratti di fiume

3. L'ECOLOGIA DEL PAESAGGIO APPLICATA ALLA PIANIFICAZIONE E ALLA PROGETTAZIONE DEI TERRITORI METROPOLITANI FUTURI.....p. 152

- 3.1. Inquadramento dei concetti chiave
 - 3.1.1 Connettività e frammentazione
- 3.2. Indici e metriche del paesaggio
 - 3.2.1. Indici di frammentazione nei paesi Europei
- 3.3. Scale di analisi, scale temporali e aspetti cartografici
- 3.4. Modelli di analisi per la pianificazione di futuri resilienti
 - 3.4.1. Patch matrix Model e Gradient Model
 - 3.4.2. Reti ecologiche
 - 3.4.3. Modelli socio-ecologici

3.4.3.1. MuSIASEM: Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism

3.4.3.2. L'analisi integrata Energia - Territorio

3.4.3.3. Modelli socio-ecologici per la pianificazione delle aree metropolitane: l'esperienza di Barcellona.

4. OSSERVAZIONE DEI FATTORI E DELLE DINAMICHE DEGLI SPAZI APERTI NELLE AREE METROPOLITANE DELL'ECOREGIONE MEDITERRANEA TRAMITE L'IMPIEGO DI METRICHE DI FRAMMENTAZIONE E PERDITAp. 227

4.1. Osservazione delle dinamiche nei casi studio

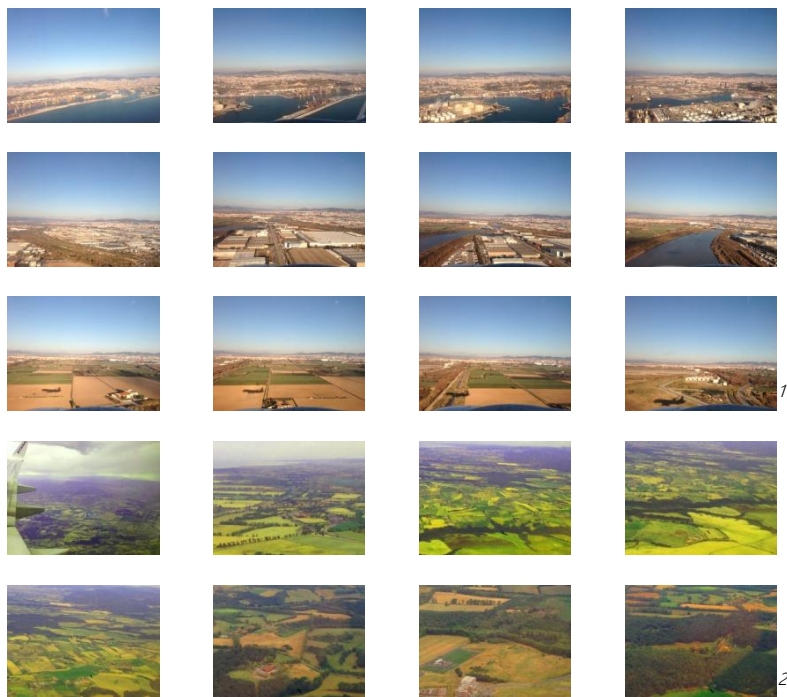
4.1.1. Conclusioni sulle dinamiche osservate

4.2. Resilienza alla perdita di servizi ecosistemici a sostegno della fauna silvestre mediterranea: proposta di una metodologia GIS.

4.2.2. Osservazioni conclusive sui risultati della metodologia applicata

CONCLUSIONIp.332

BIBLIOGRAFIA



¹ Foto della scrivente scattate in occasione di uno dei viaggi di ritorno a Barcellona da Roma. Nell'area ritratta si passa dal paesaggio portuale con la città e la catena del Collserola sullo sfondo, per poi sorvolare sul vecchio alveo del fiume e sull'area logistica ed infine arrivare sul Parco Agrario del Baix Llobregat, adiacente all'aeroporto El Prat.

² In questa sequenza sono ritratti i paesaggi eterogenei del viterbese sorvolati durante un viaggio di ritorno a Roma.

Un prato fiorito ispezionato da una farfalla apparirà composto solamente

dai fiori di cui quella farfalla si nutre,

la farfalla non vedrà tutti gli altri fiori.

Questo vale ovviamente per tutti gli altri insetti pronubi

ma a seconda della specie le loro preferenze alimentari saranno diverse ed

il loro paesaggio sarà specie-specifico.

Quindi alla fine esisteranno tanti paesaggi floreali

quanti saranno non solo le specie di farfalle presenti

ma anche le loro relative popolazioni.³

³ Farina, A. (2006). Il paesaggio cognitivo. Franco Angeli, p. 32

Introduzione

La ricerca si inserisce nel solco degli studi sul mantenimento della funzionalità ecologica degli spazi aperti e sulla pianificazione della resilienza ai fenomeni di frammentazione e perdita degli stessi, determinati questi ultimi dai processi di espansione urbana e di crescita infrastrutturale delle aree metropolitane del mediterraneo.

La scelta di lavorare sull'area mediterranea⁴ è motivata dal fatto che questa rappresenta una delle principali eco-regioni del pianeta il cui portato storico-culturale e ambientale si trova minacciato su vari fronti dall'*erosione della varietà genetica di numerose specie (specie rare e specie agrarie, ad esempio) ai cambi socio-economici globali che stravolgono drasticamente la composizione del giardino Mediterraneo*⁵ (Barbera e Cullotta, 2016). Quest'ultimo costituisce un *hotspot* di diversità biologica con una lunga storia di modificazione degli ecosistemi ad opera umana e una delle regioni che si troverà a dover far fronte ai cambi climatici (Maiorano et al., 2011). La composizione di questo centro primario e secondario di diversificazione di specie agrarie e forestali è il risultato di innumerevoli, lunghi e complessi processi storico-culturali (Ricciardi e Filippetti, 2000) che assicuravano un complessivo equilibrio tra uso delle risorse territoriali, mantenimento dell'eterogeneità da parte dei mosaici culturali, sostegno alla biodiversità, agli equilibri idrogeologici e a quelli climatici. Le differenti aree della bioregione mediterranea mostrano un alto livello di unità in termini fisici e

⁴ Come ravvisabile dai prodotti di ricerca elaborati durante gli ultimi tre anni, il Mediterraneo è stato l'ambito su cui ho concentrato i miei sforzi accademici.

⁵ Termine che si riferisce a numerosi sistemi agricoli e agroforestali, come anche a numerosi paesaggi policolturali e polivalenti tipici mediterranei (Barbera e Cullotta, 2016).

climatici (Barbera e Cullotta, 2016) ed un'elevata diversità derivante dai fattori geomorfologici, geobotanici e climatici nonché dalle varie civiltà che vi hanno vissuto e dalle pratiche attraverso le quali hanno generato il proprio habitat.

In Europa, e nel Mediterraneo in particolare, tuttavia, il suolo è una risorsa limitata e al contempo fortemente consumata: negli ultimi cinquanta anni la percentuale di spazio per abitante nelle città è più che duplicata, la superficie agricola diminuita e l'abbandono delle terre a gestione agricola estensiva ha impattato sulla ricchezza delle varietà agricole (Agenzia Europea dell'Ambiente, 2007). La pressione e la rapida trasformazione cui è sottoposta attualmente la varietà ambientale ed ecologica delle aree metropolitane del mediterraneo⁶, richiamano la necessità di (i) identificare le potenzialità perdute e (ii) ricalibrare le traiettorie future con strategie resilienti. Si rende pertanto necessario poter valutare degli scenari migliorativi rispetto alle condizioni di frammentazione, omologazione e perdita degli spazi aperti contemporanei, mettendo in campo conoscenze interdisciplinari al fine di formulare strategie per il mantenimento o il ripristino (resilienza) delle strutture e delle funzioni ecosistemiche anche in presenza di una importante espansione urbana e infrastrutturale.

Struttura e articolazione della tesi. Per gli obiettivi appena espressi si è deciso di aprire il percorso di ricerca della tesi con una panoramica sui fattori e le modalità attraverso le quali si sono andate generando l'organizzazione e la composizione spaziale delle

⁶Si consideri a tal proposito la rete di trasporti prevista nel libro bianco della Commissione Europea sui trasporti ("Trasporti 2050 verso uno spazio unico europeo dei trasporti").

forme osservabili oggi nei contesti metropolitani dell'area mediterranea. In particolare è stata posta attenzione sui fattori dello sviluppo urbano e infrastrutturale e sulle forme postmetropolitane. Nel secondo capitolo si propone una raccolta delle direttive europee e delle esperienze di recupero della connettività in ambiente mediterraneo attraverso il recupero della funzionalità ecologica e di una naturalità diffusa. Nel terzo capitolo si propone una raccolta degli strumenti di analisi derivanti dalle scienze geografiche e dall'ecologia del paesaggio impiegabili in fase di ideazione delle strategie di pianificazione metropolitana. Nell'ultimo capitolo si presenta un'analisi delle dinamiche che durante gli ultimi trenta anni hanno riguardato i grandi agglomerati urbani nella regione mediterranea e, a valle dell'esperienza condotta⁷, sono infine presentate le elaborazioni e le analisi di connettività svolte all'interno dell'Istituto di Studi Regionali e Metropolitani di Barcellona in collaborazione con gli architetti e gli ecologi del *Plan Director Urbanistico* dell'Area metropolitana di Barcellona.

Un esercizio stereoscopico: dinamiche globali e riflessi locali sui paesaggi. Come avvertono diversi autori, viviamo in un *planeta-città* (Angeoletto et al, 2015; Fernández Durán, 2011; Fernández Durán, 2009) e assistiamo sempre più alla formazione di sistemi urbani transnazionali (Sassen, 2010). L'urbanizzazione planetaria e massiccia dei territori -inseriti o anche solo attraversati dal *network*

⁷Faccio riferimento al progetto di ricerca congiunto dal titolo RiPPerT che ha visto la formulazione, in collaborazione con i colleghi del dipartimento di Architettura e Progetto della Sapienza, di una proposta di ricerca riguardante la rigenerazione dei paesaggi periurbani in trasformazione (da cui l'acronimo RiPPerT). Nel mio caso l'obiettivo del progetto di mobilità ha riguardato l'applicazione dei concetti dell'ecologia del paesaggio nello studio della connettività del paesaggio agroforestali.

globale- è il fenomeno ecologico e il processo socio-economico più importante della nostra epoca (Angeoletto et al., 2015). Il "*processo globale di urbanizzazione [...] suppone un tale consumo di risorse e un così elevato impatto inquinante sull'insieme degli ecosistemi della terra, che le incertezze che da esso derivano ci portano ad affermare che siamo immersi in un processo che non ci assicura il futuro e che pertanto è insostenibile*" (Rueda, 2011, p. 7).

Il Mediterraneo assiste sempre più frequentemente ad un cambio nei modelli di crescita urbani, con uno slittamento da forme compatte tipiche della città mediterranea (ma anche delle città coloniali dell'America Latina) verso strutture frammentate che generano una maggiore infrastrutturazione dei territori: tale processo di ristrutturazione urbana nelle metropoli contemporanee può considerarsi insostenibile in quanto favorisce la segregazione sociale, il consumo di risorse e la degradazione dell'ambiente e, in definitiva, solleva questioni di giustizia socio-ambientale (Ruiz, 2009).

*"Al crescere del metabolismo delle economie industriali si intensificano le attività estrattive e la produzione di residui con impatti sociali ed ambientali che producono conflitti e resistenze in tutto il mondo. Questa espansione del capitalismo globale porta ad una sconnessione tra le geografie dell'ingiustizia lungo le catene di estrazione, trasporto e spreco delle merci"*⁸. Pur occupando una percentuale di superficie limitata a livello globale (tra l'1 e il 5%) l'influenza delle aree urbane si ripercuote su tutta la biosfera a causa degli enormi flussi in entrata e in uscita, infatti, "le città sono

⁸ Leah Temper, Bene, D. del, & Alier, J. M.-. (2015). Mapping the frontiers and frontlines of global and nvironmental justice: the EJAtlas. *Journal of Political Ecology*, 22(266642), p. 258.

ecosistemi che possiedono ambienti di entrata (territori da cui provengono le diverse materie prime) e di uscita (punti della biosfera che ricevono i residui del metabolismo urbano)” (Angeoletto et al. , 2015, p. 143). In tal senso le metropoli e i relativi processi ecologici non terminano in corrispondenza dei limiti amministrativi, geografici o politici ma, al contrario, presentano caratteri transcalari. Come affermano, tra gli altri, Heynen et al. (2006) le città sono dense reti di intrecciati processi socio-spaziali che sono allo stesso tempo locali e globali. La crescente quantità di flussi di energia e materiali nell’economia mondiale⁹ e la produzione di residui da parte dei sistemi eterotrofi urbani contemporanei sono un campo di estrema attualità su cui si concentrano gli sforzi accademici della disciplina dell’ecologia politica¹⁰ e del metabolismo sociale.

⁹Nel mediterraneo il porto di Barcellona vanta oggi il terzo posto per produttività (misurata in termini di inport-export) e mira ad essere la porta commerciale del Mediterraneo con un crescente ruolo nella distribuzione di merci da e verso il Nord Africa, il Medio oriente e i paesi asiatici. Significativa rispetto al ruolo della capitale catalana nel contesto della globalizzazione, la proclamazione del Porto (in sinergia con l’aeroporto) quale hub logistico di interesse primario per i commerci cinesi. Il caso dell’ampliamento dell’area aeroportuale è stato studiato dalla sottoscritta per la stesura del progetto di mobilità. Dalla raccolta bibliografica sugli impatti ambientali del Plan Delta della fine degli anni ‘90 emerge che il modello economico persegue i propri obiettivi a scapito degli ecosistemi, in questo caso quelli deltizi del fiume Llobregat, con alto valore ecologico (i Margenet, 2009). Nell’ultimo capitolo, a valle del progetto di ricerca cui la scrivente ha preso parte, sono presentati i risultati e le valutazioni sulla diminuzione della connettività nella zona aeroportuale in seguito a quello che è conosciuto come Plan Delta.

¹⁰ Joan Martínez-Alier, docente di economia e storia economica, esponente di fama internazionale dell’ecologia política e curatore dell’ *Environmental Justice Atlas*, in collaborazione con l’equipe dell’ Istituto di Scienza e Tecnologie Ambientali (ICTA) dell’Università Autonoma di Barcellona, ha individuato e studiato un numero interminabile di conflitti ambientali. A causa degli impatti dei progetti a servizio dell’economia globale, da cui originano questi conflitti, la vita delle persone viene sottoposta a crescenti gradi di vulnerabilità.

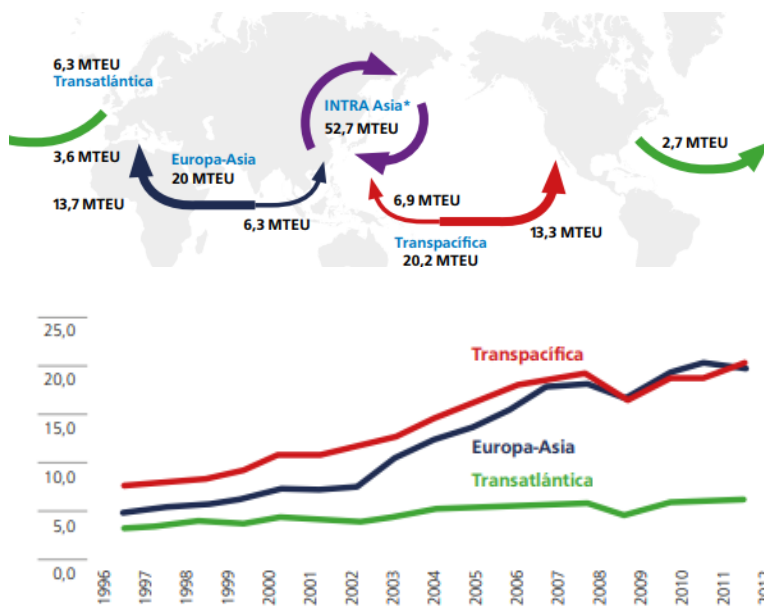


Fig. 1. Le connessioni del commercio globale. Il traffico mondiale di container. L'unità di misura (1 MTEU) corrisponde a un milione di *Twenty food equivalent unit* (TEU unità di misura del trasporto marittimo corrispondente ad un container di circa 38 m³). Fonte: III Piano Strategico del Porto di Barcellona 2015-2020.

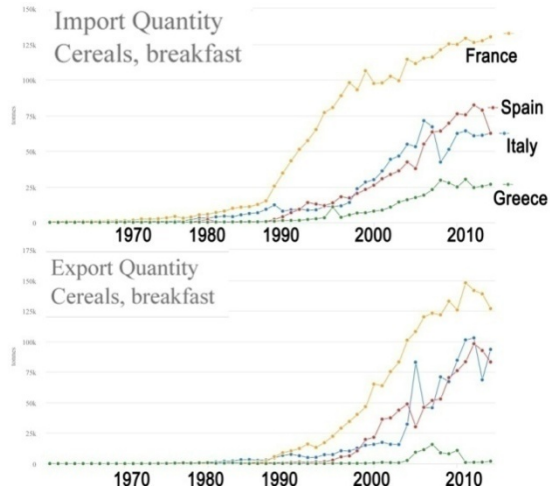


Fig. 2 Grafici sul commercio di grano¹¹ in 6 paesi della regione mediterranea. Si noti la crescita esponenziale degli scambi a partire dagli anni '90. Fonte: sito web FAO, 2018.

Brauman et al. (2007) citati in Syrbe e Waltz, (2012), osservano che con l'aumento della densità della popolazione umana, il *mismatch* tra il luogo di produzione e consumo di servizi ecosistemici è in crescita (Fig. 1) e la fornitura continua di servizi è a rischio laddove la conversione del suolo risulta essere più intensa. Congruentemente, i ricercatori dell'Istituto viennese di Ecologia Sociale al *Wegener Center for Climate and Global Change* (si vedano ad esempio gli

¹¹ Come affermano Erb et al. (2009) per analizzare l'impatto del commercio internazionale sugli ecosistemi, la bilancia commerciale fisica (Physical Trade Balance, PTB) seppur in presenza di equilibrio tra importazioni ed esportazioni di prodotti risultano essere insufficienti a mettere in relazione drivers e impatti: nel caso ad esempio di un paese che esporta 1.000 tonnellate di carne e importa 1.000 tonnellate di cereali, eserciterà una pressione maggiore sugli ecosistemi rispetto a quanto suggerito dalla PTB in quanto la produzione di carne richiede un maggior impiego di biomassa che quella di cereali.

scritti di Fischer-Kowalski, Erb e Heberl) affermano che i trend di crescita della popolazione globale e della domanda bioenergetica e i cambi negli stili alimentari porteranno a un aumento della domanda di servizi ecosistemici i) impattando sul mantenimento di altri servizi, ii) minacciando la resilienza dei sistemi socio-ecologici e iii) sul futuro delle società umane (Erb et al., 2010).

Aspetti spaziali, ecologia del paesaggio e pianificazione resiliente. Quella che si propone in questa tesi è una visione ecosistemica (e non antropocentrica) del paesaggio. Il paesaggio, infatti, rappresenta il livello più alto della gerarchia secondo cui è organizzata la vita sulla terra. Come spiega l'ecologo Almo Farina (2006) ogni livello superiore incorpora quello inferiore cosicché ad ogni salto di livello le possibili combinazioni e l'informazione in esso contenuto, aumentano in maniera esponenziale: il paesaggio è un sistema di ecosistemi quindi l'ecologia del paesaggio si occupa del rapporto tra questi ecosistemi spazialmente dislocati (Farina, 2005).

Negli ultimi centocinquanta anni, a partire dalla rivoluzione industriale, molte specie sono scomparse e altre rischiano l'estinzione per effetto della pressione degli esseri umani sull'ecosistema. L'attuale preoccupazione per i tassi di estinzione (Fig. 3) deriva dal fatto che le attività umane hanno notevolmente accelerato questo processo naturale. La specie umana –che consuma direttamente o indirettamente un 40% della produzione fotosintetica primaria netta¹² terrestre e un 35% di quella marina (Angeoletto et al., 2015)- ha modificando radicalmente, e spesso irreversibilmente, la struttura e la funzionalità degli ecosistemi

¹² Approfondimento sull'indicatore *Human Appropriation of Net Primary Production* nel secondo capitolo.

naturali (i) compromettendo la sopravvivenza delle popolazioni che li compongono e (ii) appropriandosi eccessivamente delle risorse ambientali. Le maggiori minacce rivolte alla diversità biologica, infatti, derivano dall'impatto delle attività umane sugli habitat e sulle biocenosi: la perdita di ambienti naturali ha origine dalla distruzione diretta del patrimonio naturale e dal lento deterioramento causato dalla frammentazione (Battisti, 2004).



Fig. 3. Areale del felino iberico *Lynx pardinus*¹³, ad alto rischio di estinzione a causa, tra le altre, della scomparsa e frammentazione degli habitat (San Miguel, 2006; Farina, 2008). Fonte: Ministero dell'Ambiente, Museo Nazionale di Scienze Naturali, citato in keeptheplanet.org.

Nell'attualità stiamo inequivocabilmente assistendo a trasformazioni senza precedenti negli ambiti naturali e semi-naturali: la massiccia espansione delle aree urbane e delle infrastrutture di trasporto all'interno di ambiti agro-forestali rappresenta un fenomeno critico che merita di essere valutato al fine di mantenere in vita il capitale naturale (Costanza, 1991) e di preservarlo dalle esternalità prodotte

¹³Si veda Ferreras, P. 2001. Landscape structure and asymmetrical inter-patch connectivity in a metapopulation of the endangered Iberian lynx. *Biol. Conserv.* 100: 125-136.

da un'eccessiva frammentazione e perdita. La resilienza è qui intesa come la capacità dei sistemi socio-ecologici metropolitani appartenenti, nello specifico, alla bioregione mediterranea, di mantenere i processi e la funzionalità degli ecosistemi di fronte alle perturbazioni derivanti dai processi globali e internazionali.

Le caratteristiche spaziali (distribuzione, numero, abbondanza e dimensione) degli elementi del paesaggio e la loro variazione nel tempo rappresentano un elemento chiave della ricerca condotta. Gli attributi spaziali risultano essere un fattore chiave per interpretare quello che Soja (2015) definisce il passaggio dagli *spazi dei luoghi* a quelli dei *flussi*. L'assegnazione di un ruolo nuovo alla spazialità e l'insostituibilità del sapere geografico sono rilanciati da Soja per una adeguata comprensione della complessa evoluzione storica dell'urbanizzazione e degli effetti che la globalizzazione e la riorganizzazione economica, sociale e culturale comportano negli spazi urbani attuali. Intendendo lo spazio urbano quale prodotto storico, sociale e spaziale, al fine di effettuare una *escursione* spazio-temporale sulle tracce della storia della città e dell'urbanizzazione, Soja utilizza il termine *geostoria* enfatizzando così l'inscindibilità della geografia dalla storia (e viceversa).

Forse oggi più che mai stiamo diventando consapevoli di noi stessi come esseri intrinsecamente spaziali, continuamente impegnati nell'attività collettiva della produzione di spazi e luoghi, territori e regioni, ambienti e habitat. [...] Da un lato le nostre azioni e i nostri pensieri plasmano gli spazi intorno a noi ma allo stesso tempo gli spazi e i luoghi più grandi, prodotti collettivamente o socialmente, all'interno dei quali viviamo, modellano le nostre azioni e i nostri pensieri attraverso modalità che solo adesso stiamo cominciando a

*comprendere*¹⁴.

L'idea di fondo che ha stimolato la ricerca è che i paesaggi che ci circondano, *esposti ai venti della storia globale* (Bevilacqua, 2016), sono almeno in parte e con diversi gradi di intensità lungo il mediterraneo, il risultato di dinamiche globali; queste modellano i territori e rendono problematica ma al tempo stesso necessaria la ricerca di nuovi valori da dare ai paesaggi e di nuove traiettorie (ri-) territorializzanti in sintonia con le specificità dei luoghi (Magnaghi, 2000) ed in un'ottica di mantenimento e ripristino delle valenze naturali e seminaturali.

Poiché assistiamo ad una crescente frammentazione e perdita di ambiti agroforestali, riconoscere il rilievo che i pattern del paesaggio hanno sui processi ecologici, risulta essere un passo necessario verso la formulazione di progettualità resilienti. Lo studio delle relazioni tra pattern e processi ecologici ha trovato nell'ecologia del paesaggio una disciplina promettente (Farina, 2005; Galante et al., 2009). L'organizzazione spaziale dei mosaici paesaggistici influenza fortemente processi quali la persistenza delle popolazioni, il mantenimento della biodiversità e della salute degli ecosistemi e dei flussi di energia. La frammentazione genera alterazione in termini di numerosità, forma, grandezza, disposizione spaziale e isolamento dei tasselli agro-forestali: tali modificazioni a loro volta influenzano i flussi legati al suolo, all'acqua, all'energia e agli organismi attraverso il paesaggio (Mitchell et al., 2015).

La dimensione spaziale che lega l'ecologia del paesaggio e la

¹⁴ Soja, E. W. (2008). *Postmetrópolis. Estudios críticos sobre las ciudades y las regiones*. Madrid, p.37

pianificazione(Geneletti e Pistocchi, 2001), rappresenta il fattore che conduce le due discipline a lavorare su un campo in comune¹⁵ (Aguilera et al., 2011). La pianificazione ha la possibilità di trovare soluzioni ai processi spaziali di frammentazione (e ai rischi indotti da tali processi) dotandosi di concetti, metriche ed indici propri dell'ecologia del paesaggio utili ad offrire indicazioni pratiche. Tale disciplina, di fatto, fornisce concetti chiave per interpretare la trasformazione degli habitat e per la pianificazione (Leitão e Ahern, 2002; Bennett, 1999; Szabó e Csorba, 2012), rivolta al mantenimento della complessità biologica ed ecologica della Terra e degli associati servizi ecosistemici.

Gli ecosistemi a scala metropolitana, oggetto di studio della ricerca proposta, sono costituiti da sottosistemi interconnessi formati da componenti abiotiche e biotiche: ciascuno di questi sottosistemi rappresenta un sistema complesso -che influenza gli altri sia dal punto di vista funzionale che strutturale (Alberti, 2005; McGarigal, 2002)- la cui evoluzione si manifesta su diverse scale spazio temporali. In accordo con Pickett et al., (2001) si propone in questa ricerca di interpretare le aree metropolitane adottando una definizione ampia che rifletta gli scambi e le influenze tra le aree urbane e i paesaggi circostanti.

I grandi agglomerati urbani sono gli ecosistemi maggiormente dominati dall'influenza umana (Grimm et al., 2000), tuttavia, al pari del resto degli ecosistemi, i sistemi ecologici metropolitani

¹⁵ In tal direzione, ad esempio, si muove la ricerca di strategie di prevenzione passiva al fenomeno degli incendi nelle aree di interfaccia urbano-agroforestale in continua espansione: al fine di ottenere una riduzione della vulnerabilità al rischio di incendio si sta valutando di integrare la gestione forestale con interventi sulla composizione del paesaggio (Ortega et al., 2012; Mancini et al., 2017)

presentano tre caratteristiche principali: struttura, funzione e cambiamento (Dramstad et al., 1996). Come effetto della continua interazione tra sfera sociale, ambientale, economica e istituzionale, la struttura e il funzionamento degli ecosistemi metropolitani sono in continua evoluzione. L'espansione urbana, l'*urban sprawl* e l'aumento di barriere infrastrutturali influenzano significativamente la struttura degli ecosistemi nei grandi agglomerati urbani (Fernández Durán, 2011) e la capacità del paesaggio di fornire servizi ecosistemici (Peng et al., 2017).

Aree metropolitane: retrospettiva spazio-temporale e prospettive future

La storia non è altro che una continua serie di interrogativi rivolti al passato in nome dei problemi e delle curiosità -nonché delle inquietudini e delle angosce- del presente che ci circonda e ci assedia.

Braudel, 2003.

Ricostruire da una prospettiva spazio-temporale le traiettorie storiche che hanno accompagnato la nascita e l'evoluzione delle metropoli mediterranee, la strutturazione fisica del territorio e quindi del paesaggio, apre il tema della ricerca con l'obiettivo di (i) comprendere i fattori determinanti dell'organizzazione spaziale attuale e (ii) poter ipotizzare scenari futuri sulla scorta degli insegnamenti del passato.

1.1. Processi di urbanizzazione e formazione delle aree metropolitane nel mediterraneo.

Negli scritti del sociologo Guido Martinotti, una ricostruzione del recente passaggio dalla forma città a quella metropolitana viene fornita mettendo in rilievo il ruolo dei vincoli funzionali con i territori contermini e della mobilità. Le aree metropolitane, come stabilito a termine di un ampio dibattito iniziato negli anni sessanta sulla definizione del termine, costituiscono un tipo di insediamento umano di recente formazione, una struttura urbana caratterizzata da un nucleo circondato da un territorio su cui insistono vincoli

funzionali. Tali vincoli funzionali definiscono i bacini di pendolarità e l'infrastrutturazione dei territori. La mobilità, dunque, è il fattore esplicativo dell'organizzazione spaziale dei paesaggi metropolitani: l'aumento dei mezzi di trasporto di massa, sia privati¹⁶ che pubblici, ha determinato il passaggio dalla forma "città" alla forma metropolitana (o megaregione o meta-città). In accordo con le osservazioni di Martinotti, l'ingegnere e urbanista Ramón Fernández Durán nel libro "Un pianeta di metropoli" afferma che la crescita inedita dell'urbanizzazione e la creazione delle grandi città non sarebbero state fattibili in assenza dello sfruttamento dei combustibili fossili e in particolare delle riserve di petrolio. L'urbanizzazione del pianeta ha subito un'impennata notevole durante gli ultimi cento anni e la popolazione urbana è aumentata a ritmi rapidissimi. Come nota Fernández Durán l'aumento della popolazione urbana ha subito un'accelerata soprattutto negli ultimi cinquanta anni del XX secolo, quando il petrolio s'è convertito nel regime energetico dominante a scala globale, fomentando la mobilità di merci e persone e aprendo la strada alla dispersione insediativa (*sprawl*¹⁷). La dilatazione senza precedenti della mobilità motorizzata (per terra, aria e mare) è stata garantita dall'utilizzo dei

¹⁶ Secondo Fernández Durán (2009) il mezzo di trasporto privato, a partire dalla sua apparizione a fine XIX secolo, era rimasta un artefatto ad uso e consumo delle classi dominanti, fino a quando, a partire dalla seconda decade del XX secolo, l'avvio della produzione e del consumo di massa fordista ne ha fatto sempre più un fattore di infrastrutturazione delle aree metropolitane emergenti. Arriva ad essere un elemento determinante nel disegno dei paesaggi contemporanei e un agente principale dell'espansione urbana solo nell'ultimo secolo (Fernández Durán, 2009).

¹⁷ Sul tema è stato condotto dalla sottoscritta in collaborazione con Luca Salvati e Ilaria Tombolini sulla dispersione dei tessuti urbani nelle aree metropolitane italiane, pubblicato nel 2016 sul Rapporto Annuale sul Consumo del Suolo a cura di ISPRA. I dati di uso del suolo del 2012 sono stati sottoposti a trattamento informatizzato attraverso il software GUIDOS il quale ha restituito, in forma di metriche morfologiche, l'immagine della dispersione urbana che sta interessando larga parte delle aree metropolitane italiane.

derivati del petrolio e pertanto la mobilità e il trasporto si sono convertiti nel nucleo duro della crisi ecologica globale (Fernández Durán, 2011).

Seguendo le osservazioni di Martinotti è possibile individuare delle fasi cruciali in cui si sono andati definendo i flussi urbani di traffico:

- *Nascita delle metropoli di prima generazione* tra la fine degli anni venti fino alla seconda guerra mondiale. Le prime aree metropolitane hanno avuto origine negli anni venti nel Nord America e da quel momento si sono riprodotte in tutto il pianeta. La grande abbondanza di terre intorno alle città, l'inizio della diffusione del mezzo privato automobilistico e la creazione delle società di massa favorita dal fordismo, sono le premesse alla creazione delle metropoli di prima generazione. Quest'ultime si caratterizzano per essere entità senza limiti precisi, con un alto grado di differenziazione territoriale tra centro e periferia, una larga diffusione di insediamenti eterogenei e una struttura labirintica di infrastrutture di trasporto. Il movimento pendolare quotidiano per motivi di lavoro (e con esso la nascita di nuovo tipo di abitante, i *commuters*¹⁸) ha modellato il paesaggio urbano e ha aperto il passo al movimento di grandi quantità di investimenti per la realizzazione di infrastrutture di mobilità;

- *Seconda generazione di metropoli*: a partire dalle ricostruzioni del secondo dopoguerra fino agli anni Settanta queste caratterizzano i Paesi occidentali e in parte quelli asiatici e sono generate da un grande impulso di sviluppo economico. Nelle

¹⁸ Martinotti legge i processi di urbanizzazione attraverso l'interpretazione di quattro tipi di cittadini. Secondo il sociologo, oltre ai commuters, anche un nuovo tipo di popolazione, gli users, influisce sulle dinamiche di produzione degli spazi metropolitani. Più avanti, nella trattazione dei casi studio verrà ripreso il tema sulle interazioni tra trasformazione dei paesaggi urbani, users, grandi eventi e marketing.

metropoli di seconda generazione la mobilità dalla periferia al centro è aumentata ed è divenuta comune a tutti sistemi urbani mondiali. La diffusione del mezzo privato nella vita urbana contemporanea, favorito dall'immaginario generato dai mezzi di comunicazione di massa¹⁹ e dalla de-classazione dell'immagine della vita cittadina hanno favorito l'aumento della frammentazione del territorio causata dalla costruzione di infrastrutture, erosione della campagna e aumento dei problemi di inquinamento. Come rilevato da Martinotti il danno ambientale prodotto dalle metropoli in questa fase è proporzionale allo stato di sviluppo di ciascuna regione/città²⁰;

- *Metropoli di terza generazione.* Caratterizzate da profonde crisi urbane, spreco di energia, inquinamento e congestione del traffico veicolare nelle metropoli di terza generazione, si nota l'insorgenza di nuove sensibilità che spingono a riconsiderare temi energetici e ambientali da cui la definizione di metropoli "conservazioniste".

Una simile lettura si ritrova in Gomà²¹ (2016). Lo studioso di scienze politiche e direttore dell'Istituto di studi Regionali e Metropolitanari di Barcellona (IERMB) ricostruisce l'evoluzione storica delle strutture urbane individuando tre tappe principali:

- La città industriale della metà del novecento, caratterizzata da forma monocentrica, tendenza all'espansione e produzione di

¹⁹ Per un approfondimento a tal proposito, lo storico romano Bruno Bonomo ha prodotto diverse ricerche (si veda, ad esempio, "Storie di case: abitare l'Italia del boom", del 2013) su espansione urbana e immaginario dell'automobile nella Roma del secondo dopoguerra.

²⁰ In accordo con Soja (2008), tra la prima guerra mondiale e gli anni Settanta la metropoli presenta una configurazione tale da permettere individuare un mondo urbano monocentrico circondato da periferie suburbane.

²¹ In Sostenibile, u. (2016) Papers 58 Megarregiones y desarrollo.

periferie in forma di poligoni residenziali. La città di questo tipo consuma beni standard derivanti dalla produzione di massa perpetrando un modello insostenibile con gravi impatti ambientali;

- La città post-industriale che caratterizza le ultime decadi del XX secolo, caratterizzata da una morfologia metropolitana, policentrica, con logiche di gerarchia urbana. In essa appare la produzione flessibile, con tendenza alla terziarizzazione delle basi economiche. In questo contesto iniziano a sorgere istanze legate all'ecologia e alla mobilità sostenibile ma, dall'altro lato, si osserva una complessità crescente, con molti assi di disuguaglianza e dove si mettono in marcia processi di governance e partecipazione;

- La città della conoscenza che inizia a prendere forma nelle prime decadi del XXI secolo. In essa si cristallizzano le megaregioni caratterizzate da una forte densità di interazioni e logiche di policentrismo orizzontale (dove il modello di rete guadagna terreno su quello di gerarchia di metropoli). In questa città viene generato valore a partire dalla conoscenza e dalla creatività e si prospetta come una città socialmente ed economicamente innovatrice.

| | Forma urbana | Regime produttivo | Struttura sociale | Modello ambientale | Contesto istituzionale |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|--|-----------------------------------|
| <i>Città industriale</i> | Città monocentriche | Fordista | Società di classi | Intenso uso di risorse e produzione di emissioni | Stato del benessere centralizzato |
| <i>Città postindustriale</i> | Metropoli policentriche | Flessibile | Società complessa | Transizione ecologica | Governance |
| <i>Città dell'informazione / della conoscenza*</i> | Reti di metropoli | Creativo | Società liquida | Sviluppo sostenibile ¹ | Municipalismo in rete |

Tab. 1. Evoluzione storica delle strutture urbane. Fonte: Gomà, 2016. p. 13 Paper 58 dell'IERMB.

Una riflessione sulla sostenibilità delle aree urbane basata sull'informazione e sulla conoscenza appare nell'articolo *El urbanismo ecológico* di Salvador Rueda (2011). Secondo l'urbanista (2011) le strategie competitive appartenenti alle logiche economiche e di potere sono insostenibili in quanto si basano sul consumo illimitato: indicatori macroeconomici quali il PIL, infatti, crescono all'aumentare del consumo di risorse. "Sviluppo e sostenibilità, con l'attuale strategia di competizione [...], sono due parole contraddittorie, ossia costituiscono un ossimoro" (Rueda, 2011, p. 8). Una conciliazione dei termini, secondo Rueda, è raggiungibile cambiando strategia, aumentando l'informazione e la conoscenza concentrato nelle "persone giuridiche" (attività economiche, istituzioni, associazioni, etc.) che stabiliscono il livello di complessità organizzativa e delle varie relazioni. In maniera simile, Magnaghi

(2010) afferma che “la città della conoscenza²² alimenta la propria potenza innovativa prestando attenzione alle peculiarità dei luoghi, [...] mettendo in gioco i giacimenti patrimoniali locali (ambientali, territoriali, socioculturali, produttivi, artigianali artistici” (Magnaghi, 2010, p.80).

In conclusione Rueda e Magnaghi propongono una maggior efficienza in tutte le componenti del sistema urbano realizzabile attraverso: (i) complessità territoriale (vs crescita monofunzionale, specializzazione e semplificazione dei tessuti); (ii) efficienza nei flussi metabolici (vs consumo di risorse); (iii) stabilità e coesione sociale (vs crescita delle periferie e segregazione sociale).

Rueda inoltre, in accordo con Angeoletto et al. (2015) sottolinea la necessità di ripensare i modelli di occupazione urbana e degli strumenti di trasformazione (tra i quali quelli urbanistici) nell’ottica di dar soluzione alle problematiche della società urbana legate alla sostenibilità. L’urbanistica ecologica (o “nuova urbanistica”) concretizza le proprie proposte definendo un elenco di indicatori che guidino la pianificazione elaborata considerando tre piani a scala urbanistica: uno in altezza, uno in superficie e uno nel sottosuolo. Nel paragrafo 1.3 tornerò sulle proposte dell’urbanistica ecologica di Rueda.

Sul ruolo della mobilità quale fattore esplicativo della formazione delle regioni metropolitane moderne, in accordo con Martinotti, si trovano le posizioni di Edward Soja (2008) il quale afferma che le

²² Tre esempi di politiche fondate sulla conoscenza, secondo Magnaghi (2010), sono lo *schema directeur d’agglomeration* Lyon del 2010, il piano strategico di Barcellona, il *Great London Plan* del 2002.

radici della regione metropolitana moderna (seppur rintracciabili nell'organizzazione urbana già di fine '800 quando le città più grandi cominciarono a generare centri industriali satellite e periferie *a portata di tram*) sono da situarsi negli anni Venti, quando, sotto lo stimolo della produzione e del consumo di massa fordista le regioni metropolitane assumono la forma più rappresentativa: "un mondo urbano cosmopolita concentrato nel cuore della città e un più ampio mondo periferico amministrativamente segmentato attratto dagli spazi aperti della campagna ma con rapporti di dipendenza (sempre più dipendenti dall'automobile) dal cuore cittadino" (Soja, 2007, p. 15)

Nel volume *Postmetropolis* l'urbanista statunitense costruisce una teoria dinamica per la comprensione della città e propone una ricostruzione della storia dell'urbanizzazione che chiama la *geostoria* della città e dell'urbanesimo. *L'escursione a ritroso nello spazio e nel tempo* ha origine più di 11.000 anni fa (8.350 a.C.) nelle regioni montuose dell'Asia sud-occidentale: secondo quanto ricostruito da Soja la Prima Rivoluzione urbana prese vita dal *sinecismo* che condusse alla formazione delle città di Gerico nella valle del fiume Giordano in Palestina e Çatal Hüyük nell'Anatolia meridionale: questi sarebbero stati i primi insediamenti urbani preagricoli di cacciatori, raccoglitori e commercianti nei quali il potere era detenuto dalle donne e la struttura degli agglomerati urbani permetteva distinguere un *dentro* e un *fuori* agricolo circostante la città. La Seconda Rivoluzione urbana invece avrebbe avuto luogo nelle città sumeriche della Mezzaluna Fertile 5000 anni dopo stimolando la formazione di città-stato con struttura gerarchica, classista e patriarcale. Solo dopo 5-6 millenni la Rivoluzione industriale inglese alla fine XVIII secolo vide la

formazione delle metropoli regionali (*città- mondo*) con un numero di abitanti simile a quello dell'antica Roma. In città come Manchester, Chicago, Londra e Parigi il capitalismo industriale è spinta propulsiva di un'urbanizzazione e modernizzazione senza precedenti. La metropoli diviene il simbolo della modernità. La straordinaria migrazione di massa dalle campagne alle città industrializzate delle nuove classi emergenti del capitalismo urbano-industriale determina la riorganizzazione dello spazio in base alle richieste dalla produzione industriale²³ o, concretamente: un alloggio per i milioni di migranti e le infrastrutture per la produzione industriale.

Con quanto scritto in queste pagine è stato possibile comporre un breve quadro riassuntivo dell'evoluzione dalla forma città alla forma metropolitana in termini generali e globali. È ora necessario rivolgere l'attenzione sul Mediterraneo per avvicinarci all'ambito di ricerca della tesi. Una lettura delle traiettorie storiche percorse dalle metropoli mediterranee si trova negli scritti del geografo Jean-Francois Troin. Il Mediterraneo²⁴ è stato la culla di numerose

²³ Manchester nel 1750 era un ricco paese di mercato in un'area densamente popolata del Lanchashire. "Venne su come un punto di raccolta di un sistema di paesi, villaggi e fattorie specializzati principalmente nella cucitura a mano dei tessuti di cotone per integrare le entrate descescenti provenienti dalla produzione agricola. Il prodotto di questa industria [...] cominciava ad essere esportato grazie alla crescita del porto di Liverpool già riconosciuto come un centro importante della tratta di schiavi e come fonte di cotone grezzo che veniva importato dalle piantagioni dell'America settentrionale. Questo collegamento fu consolidato negli anni Sessanta del Settecento mediante la costruzione, tra Liverpool e Manchester, del primo importante canale di lunga distanza della Gran Bretagna, rafforzato durante gli anni '30 dell'Ottocento dalla prima importante linea ferroviaria interurbana" (Soja, 2008, p.123)

²⁴ Coerentemente con quanto osservato da Troin (1997), lo storico francese Braudel, autore del libro "Il Mediterraneo: lo spazio, la storia, gli uomini, le tradizioni" (2003), afferma che "nel concerto della storia mediterranea l'economia ha svolto un ruolo

metropoli (*città-madri*²⁵ come precisa l'autore rilanciandone il significato etimologico) che con la propria urbanizzazione hanno segnato profondamente le rive del *Mare Nostrum*. Fasce continue di urbanizzazione lungo i litorali del bacino mediterraneo si trovano lungo "la costa catalana spagnola e francese che si estende fino a Port-la- Nouvelle, la regione di Valencia, ampie zone della riviera francese, l'essenziale delle coste italiane salvo qualche "finestra" ancora vergine (in Puglia, Calabria e sul litorale toscano), le coste dell'Attica intorno ad Atene, quelle di Istanbul e del sud del Bosforo, le coste sirio-libanesi, il litorale israeliano e quello di Gaza, le spinte tentacolari attorno a Tripoli (Libia), Tunisi, Algeri, il Sahel tunisino, [...] ecc" (Troin, 1997, p. 14). Lunghi periodi di letargo (es. Roma dopo la partenza dei papi ad Avignone e Barcellona dopo l'apertura della Spagna verso l'Atlantico) si sono succeduti nella storia di queste città mediterranee, fino all'impennata demografica avvenuta tra il XIX e il XX quando l'apertura del canale di Suez (1869) e l'espansione coloniale hanno aperto una fase di particolare *effervescenza* delle città mediterranee. Il legame tra questa effervescenza economica e il consolidamento delle metropoli, seguendo il ragionamento di Troin, spiega il peso ed il destino delle città mediterranee, la scarsa vitalità dei territori dell'interno e il fenomeno di litoralizzazione²⁶.

spesso determinante. [...] La società non esisterebbe senza lo sfruttamento economico che le conferisce equilibrio e, senza di esso gli stati sarebbero corpi inerti." (Braudel, 2003, p. 113).

²⁵ Dal greco antico *mētēr* e *polis* ossia città-madre (Troin, 1997): il significato della parola, in accordo con Soja (2008) rimanda a "una capitale o un centro dominante di una costellazione di città, paesi, villaggi da essa dipendenti, sommati ai suoi hinterland popolati con minore densità."" (Soja, 2008, p. 45)

²⁶ Attualmente nella regione del Mediterraneo oltre un terzo della popolazione vive in unità amministrative costiere, le quali ricoprono meno del 12% della superficie dei paesi mediterranei (Dinarès, 2014).

Come nota Soja (2005), economista e figura di spicco degli studi urbani critici, il legame tra lo sviluppo delle grandi città e il commercio mondiale non è una novità ma, al contrario, ha origini lontane. Durante i secoli e ovunque nel mondo, città commerciali, imperiali e religiose si sono adoperate per ricoprire il ruolo di maggior rilievo nel commercio mondiale. Nel XVI secolo, ad esempio, il centro più importante dell'economia europea si concentrava nei Paesi Bassi attraverso i quali transitavano i flussi mondiali del commercio e della finanza. Più tardi, nel XIX secolo Londra, passando da un milione a 6,7 milioni di abitanti in un secolo, era la più grande città del mondo, capitale mondiale del commercio, della finanza, della politica e della creazione culturale (Toledo,2013). Durante l'ultima metà del secolo passato, tuttavia, si è assistito a un'accelerazione nella globalizzazione del lavoro, del capitale (Soja, 2008) e della cultura. Accelerazione che produce effetti significativi sulle città e sulla vita urbana in tutto il mondo. Secondo le proiezioni delle Nazioni Unite (2011), la popolazione che vive in aree urbane, che attualmente è stimata essere più della metà della popolazione totale, è destinata a raggiungere il 60% nel 2030.

Nel contesto attuale della globalizzazione, le metropoli mediterranee sono investite da un'accelerazione e un aumento degli scambi di persone, beni, capitali, informazione e tecnologie: il maggior o minor peso di ciascuna nel panorama internazionale è legato al ruolo assolto nell'*ingranaggio economia-mondo*, ossia al volume di traffico che transita nei porti e aeroporti. Accordi commerciali sanciti della CEE, tuttavia, hanno prodotto un certo grado di retrocessione dell'area mediterranea nel panorama del commercio globale: le facilitazioni tariffarie favoriscono infatti la

concorrenza di altri insiemi mega regionali, quali ad esempio quella dei paesi Asiatici che si affacciano sul Pacifico e dei paesi Latinoamericani (Fernández Durán, 2011).

1.2. *Evoluzioni dell'ultimo trentennio: megaregioni, urban shrinkage e postmetropoli*

*Il Paesaggio non è un
grande presepe,
esso vive nella nostra epoca,
esposto ai venti
della storia mondiale.²⁷*

Le narrative sull'*Urban growth* si concentrano sui fenomeni di crescita delle aree metropolitane che, in alcuni casi, assumono caratteri transmetropolitani. Tali studi descrivono il recente fenomeno di nascita di reti di metropoli definite sulla base delle relazioni funzionali tra centri complementari o similari²⁸. Per un approfondimento, di seguito viene preso in considerazione il volume monografico dell'IERMB dedicato alle megaregioni (2016) che descrive queste nuove entità urbane quali spazi transmetropolitani con forti densità di interazioni e con logiche di policentrismo orizzontale, in cui il modello di rete prende il posto del modello di organizzazione gerarchica della città di stampo post-industriale. Nell'impossibilità di determinare i confini di queste entità urbane (in accordo con Soja, 2008), Gomà et al. (2016), hanno condotto uno studio basato sull'impiego di immagini satellitari

²⁷Piero Bevilacqua, su Comune del settembre 2016.

²⁸ In opposizione ai modelli gerarchici così come modellizzati da Christaller a principio del XX secolo.

notturne che permettono di identificare una continuità fisica tra insediamenti umani. A scala mondiale è possibile rilevare la presenza di 40 megaregioni di cui 12 situate in Europa (Tab. 2). Le dieci più popolate del pianeta si trovano in ambiti extraeuropei: 4 in zona asiatica (Delhi-Lahre, Shangai, Tokio, Seül) e tre nordamericane (Boston-Washington, Chicago-Pittsburg, Città del Messico).

| | Superficie (kmq) | Popolazione (milioni) | Posizione |
|---|---------------------|--------------------------|-----------|
| Amsterdam, Lilla, Anversa, Bruxelles, fino a Colonia e alla regione della Ruhr | 160.840 | 60,8 | 1 |
| Vienna-Budapest | 159.577 | 35,7 | 2 |
| Roma-Milano-Torino | 140.606 | 43,9 | 3 |
| Frankfurt-Stuttgart | 103.960 | 28,6 | 4 |
| Londra, Liverpool, Birmingham, Leeds, Manchester | * Dato assente | 50,2 | 5 |
| Barcellona-Lione | 88.934 | 27,6 | 6 |
| Praga | 79.762 | 20,4 | 7 |
| Parigi | 39.327 | 10,3 | 8 |
| frangia atlantica da Lisbona a La Coruña | 32.241 | 9 | 9 |
| Glasgow ed Edimburgo | 9.966 | 4,7 | 10 |
| Madrid | 12.966 | 4,7 | 11 |
| Berlino | 5.886 | 2,7 | 12 |

Tab. 2 Megaregioni europee su dati demografici del 2012. Fonte: Elaborazione propria a partire da Marull et al. 2016.

Il superamento del limite delle città metropolitane e quindi l'idea di struttura urbana transmetropolitana risale alla prima metà del XX secolo.

Nel decennio del 1930, in seguito ad un dibattito tra il pensatore nordamericano Lewis Mumford ed il direttore del Piano della regione di New York, Thomas Adams, vanno prendendo forma

due maniere di intendere la crescita delle città (Lang e Nelson, 2009). Adams considerava che le città dovessero mantenere la forma del XIX secolo crescendo fino ai 10 o 20 milioni di abitanti e con una estensione fino a 50 km o più dal centro. Al contrario, Mumford prevede un cambio radicale della struttura metropolitana, lontana dalla metropoli policentrica e orientata ad una rete più dispersa di città e villaggi situati in uno spazio ampio ma integrato, che chiama 'regione urbana' [...]. [La megaregione] rappresenta una nuova unità funzionale di analisi che emerge dall'espansione delle aree metropolitane, le quali non solo aumentano in dimensione e densità, ma si uniscono con altre metropoli. Una megaregione pertanto è formata da una agglomerazione policentrica di città e dai loro intorno meno densi'²⁹.

Come già osservato per le aree metropolitane, la mobilità e le reti di trasporto costituiscono elementi esplicativi dell'organizzazione spaziale delle entità geografiche megaregionali in cui si registra un aumento sostanziale delle dotazioni durante gli ultimi decenni (Marull et al., 2016). La strategia Europea 2020 fomenta lo sviluppo di reti policentriche di metropoli considerandole come una chiave di volta verso un minor consumo energetico ed una maggior efficienza territoriale (intesa come misura che relazione la crescita economica e preservazione della qualità degli ecosistemi). Come riportato da Marull et al. (2016) il dibattito sul concetto di megaregioni è un dibattito aperto e, in sintesi, si basa sui seguenti temi: posizioni pro-crescita urbana e infrastrutturale di stampo neoliberale da un lato e studi critici che mettono in luce l'insostenibilità dei modelli

²⁹ IERMB (2016) Papers 58, Megarregiones Y Desarrollo, p. 20.

megaregionali soprattutto in relazione alla svalutazione degli spazi pubblici e della qualità di vita a scala locale.

Rispetto al *modello di reti di città*, Magnaghi (2010) fa presente che tale modello promosso dalle politiche di policentrismo europee, si presta ad almeno due interpretazioni contrapposte: la prima interpretazione fa riferimento alla messa in rete finalizzata al rafforzamento dei ruoli competitivi delle città e delle aree metropolitane (elevamento del rango urbano); la seconda interpretazione vede nei modelli reticolari la volontà di realizzare un nuovo protagonismo municipale nell'ottica di risolvere soluzioni ai cambiamenti dei modelli di sviluppo attraverso la cooperazione.

Un'altra narrativa sulle evoluzioni più recenti delle aree metropolitane, quella sull'*urban shrinkage*, indaga le dinamiche di dispersione dei tessuti urbani e sulla formazione di *arcipelaghi di isole urbane* (Fratini, 2000). Alcune interpretazioni collegano il declino urbano con le dinamiche demografiche. Il contesto contemporaneo della globalizzazione, infatti, ha stimolato un profondo cambiamento demografico nei paesi sviluppati con riduzione del tasso di natalità e invecchiamento della popolazione. Tali cambiamenti introdotti dalla seconda transizione demografica (Fig. 4) hanno profonde relazioni con le caratteristiche dello sviluppo urbano nelle metropoli contemporanee. Il termine di *urban shrinkage*³⁰, o declino urbano, è divenuto comune in Europa a partire dal principio del nuovo millennio (Cunningham-Sabot, 2004). È utilizzato in riferimento alle aree urbane (città o parti di esse,

³⁰ I primi riferimenti a *shrinking cities* risalgono agli anni '70 negli Stati Uniti. Nello stesso periodo compare il termine in tedesco, "*schrumpfende städte*" (Fol et Cunningham-Sabot, 2010).

intere aree metropolitane, ecc.) ai trend demografici, economici, geografici e sociali osservabili soprattutto negli USA, nel Regno Unito e in Germania a partire dagli anni settanta. In contrasto con il concetto di *urban growth*, il declino urbano indica (i) perdita di popolazione, di attività e funzioni da parte delle città, e (ii) processi di periurbanizzazione e deindustrializzazione (Fol et Cunningham-Sabot, 2010; Oswalt, 2006).

Come affermano Martinez-Fernandez et al. (2012) “la globalizzazione dell’economia , i flussi finanziari globali e i processi di internazionalizzazione dei prodotti sono le potenti cause dello *shrinkage* in numerose città industriali che non sono state capaci di trovare una nicchia nel contesto della corrente competitività economica internazionale”. I sopracitati autori aggiungono che i processi di globalizzazione risultano particolarmente duri nelle ricadute sociali, demografiche ed economiche soprattutto nelle aree urbane ove era presente una singola industria o una concentrazione di attività in un singolo settore: la presenza di tali fattori ha determinato il declino di alcune città a causa della crescente competizione su scale sempre più ampie determinando l’esclusione delle stesse dai *networks* globali (Martinez-Fernandez et al., 2013). Come affermano Pallagst et al. (2013) le città che un tempo si svilupparono quali centri religiosi, politici, culturali ed economici si sono andate trasformando durante l’ultimo secolo, assumendo la forma di *luoghi mediocri* e, in alcuni casi, divenendo *rovine*.

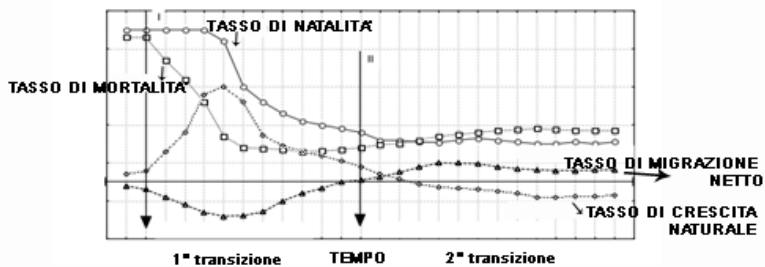


Fig. 4. Modello della prima e della seconda transizione demografica. Van de Kaa (1987) giustifica il declino del tasso di natalità in molti paesi prendendo in considerazione i cambi nelle norme, nei valori e quindi nei comportamenti che hanno interessato alcuni paesi a partire dagli anni sessanta. Fonte: traduzione a partire da Van de Kaa.

Sotto la direzione di Philipp Oswalt, il progetto *Shrinking Cities* del Federal Cultural Foundation (2002-2005) ha individuato quattro casi studio: Detroit (USA), Halle/Leipzig (Germania), Manchester/Liverpool (Inghilterra), e Ivanovo (Russia). In tali città è possibile osservare dinamiche quali sub-urbanizzazione e de-industrializzazione, oltre che dinamiche di riappropriazione e riorganizzazione.³¹

Da un contributo di Weichmann e Wolff (2013) sull'*urban shrinkage* tra il 1990 e il 2010, emerge che nell'attualità il fenomeno è ampiamente diffuso in tutta Europa: sulla base dei dati demografici raccolti in 37 paesi europei viene rilevato che *shrinking cities* sono

³¹ In accordo con Oswalt, Soja (2008) difende il diritto di riappropriazione di spazi e luoghi della città affermando che tali processi sono l'espressione delle rivendicazioni di dignità e giustizia sociale da parte di tutti quei soggetti che a diverso titolo vivono una condizione di disagio nelle postmetropoli.

presenti in 33 paesi e che tra queste sussistono differenze relative a differenti distribuzioni spaziali, dimensioni e velocità legate ai processi di *shrinkage*. I cinque *drivers* individuati dai due autori attraverso la letteratura recente sul tema sono: le trasformazioni economiche, la suburbanizzazione³², il cambio demografico, la trasformazione della struttura urbana e l'inquinamento ambientale.

Quali strategie di pianificazione sono state ideate per gestire gli spazi in disuso delle città in declino? Pallagst et al. (2013) hanno rintracciato l'esistenza di due principali strategie: quelle di *urban renewal* e quelle di rigenerazione ecologica dei *brown fields* con la conversione dei tessuti dismessi in elementi di *green infrastructure* (Frazier & Bagchi-Sen, 2015). Il dibattito sulle strategie di pianificazione e gestione delle *shrinking cities* risulta strettamente legato alle politiche urbane volte ad aumentare la capacità seduttiva e competitiva delle città in declino, attraverso l'attrazione di investimenti e di nuove tipologie di popolazione (Cunningham-Sabot et al., 2015; Nefs et al., 2013) tramite politiche più o meno evidenti di *gentrification*. Un altro dibattito molto attivo soprattutto in città con un declino critico di popolazione, è quello della localizzazione delle risorse finanziarie dedicate alle politiche di rigenerazione (Cunningham-Sabot et al., 2015; Ehrenfeucht & Nelson, 2018): una questione aperta a tal proposito riguarda la possibile imparzialità e iniquità derivante dalla scelta (e quindi dall'esclusione) dei luoghi, delle zone o dei quartieri cui destinare i progetti e cui destinare gli investimenti.

³² A causa della diffusione urbana, i paesaggi agroforestali limitrofi ai grandi agglomerati urbani in fase di declino costituiscono le aree maggiormente minacciate dai processi legati al degrado del suolo (Salvati et al. 2015).

In linea con queste osservazioni, uno studio portato avanti dal gruppo di ricerca spagnolo "Territorio, popolazione e cittadinanza"³³ si inserisce nel solco delle considerazioni di Wolff e Weichmann sulla contrazione demografica delle città in favore dei sobborghi esteri. I risultati sono stati presentati durante il seminario internazionale "Le grandi città in trasformazione: dinamiche residenziali, segregazione e vulnerabilità" svoltosi nel dicembre 2017 presso l'Università di Barcellona. Il gruppo di ricerca ha prodotto un'interessante analisi sull'evoluzione demografica di cinque aree metropolitane spagnole: Madrid, Barcellona, Bilbao, Valencia e Siviglia. Le aree metropolitane analizzate in generale hanno mostrato (i) una crescita delle urbanizzazioni ad alte densità tra gli anni cinquanta e la metà dei settanta; (ii) dagli ottanta al duemila ha avuto luogo il processo di decentralizzazione / dispersione con una crescita suburbana a basse densità e con la comparsa di periferie residenziali; (iii) infine, dopo una parentesi in cui è osservabile un processo di ripresa della crescita demografica delle città consolidate nel decennio al principio del duemila (iv) questi ultimi anni dal 2010 ad oggi riflettono una contrazione demografica urbana (Bayona et al., 2014). Un cambio nella struttura socio-demografica osservabile con gradi differenti nelle aree studiate, mostra un certo recupero del peso della popolazione giovane nei centri urbani e lo sviluppo di processi di gentrificazione. Come rilevato da Porcel et al. (2015) i principali fattori che strutturano lo spazio urbano delle principali metropoli

³³ Il gruppo di ricerca *Territori, población i ciudania* dell'Università di Barcellona ha presentato l'11 e 12 dicembre 2017 nell'Università di Barcellona i risultati del progetto *Cambios sociales y procesos de transformación urbana en un contexto de crisis en las periferias urbanas de las grandes áreas metropolitanas de España, el caso de la RMB* e del progetto *Disigualdad social, polarización territorial y formación de espacios vulnerable en las grandes áreas metropolitanas españolas*.

spagnole sono (i) il corso di vita e (ii) l'origine geografica dei residenti collegata a una generalizzata polarizzazione socio-residenziale che genera un aumento della vulnerabilità urbana.

Un quadro teorico che risulta utile a spiegare le trasformazioni urbane contemporanee, incluse quelle delle *shrinking cities* (Pallagstet al., 2013) è quello delle postmetropoli elaborato da Soja. Come spiega il geografo statunitense nel volume *Postmetropoli* (2015) il termine è equivalente a *metropoli postmoderna* e *urbanesimo postmoderno* e, sostanzialmente, fa riferimento al processo di riorganizzazione urbana della metropoli moderna nell'epoca post-fordista. Questi processi di riorganizzazione hanno stimolato lo sviluppo di nuovi costrutti teorici. Con il passaggio *dallo spazio dei luoghi allo spazio dei flussi* nell'era della neo-globalizzazione, la complessità della città contemporanea registra un' inedita e incessante crescita in cui le dinamiche tra il macro (mondo globalizzato) e il micro (la dimensione locale) diventano *sempre più opache e sfuggenti*. Per tal motivo alle geografe e ai geografi spetta il compito di occuparsi dei risultati geografici dei nuovi processi di urbanizzazione degli effetti concreti sulla pianificazione, dei progetti sull'ambiente (costruito e non).

Nel volume *Postmetropoli* Soja esplora gli effetti dello sviluppo capitalista sul paesaggio geografico e della crisi urbana che esplosa in tutto il mondo negli anni Sessanta: con la suburbanizzazione di massa in crescita a partire da quegli anni, l'ambiente sembra essere sempre più relegato ad un ruolo di sfondo. Con la trattazione di quelle che definisce *Exopoli* Soja, riassume il dibattito sulla riorganizzazione della forma urbana raccogliendo i tratti principali delle geografie postmetropolitane contemporanee. L'autore spiega:

Il prefisso ex- (fuori) è un riferimento diretto alla crescita delle "outer" city e indica inoltre l'importanza crescente delle forze esogene che rimodellano la città nell'era della globalizzazione.[...] Uso il termine Exopoli anche per esprimere una nuova posizione critica sulle molte tesi contrastanti e in opposizione tra loro che hanno caratterizzato il discorso generale sulla forma urbana. La nuova geografia dell'urbanesimo postmetropolitano viene considerata il risultato sia di un decentramento che di un ri-centramento, di una de-territorializzazione e di una ri-territorializzazione, di una continua estensione e nucleazione urbana intensificata, [...]»³⁴.

In sintesi, Soja individua le seguenti geografie postmetropolitane contemporanee:

- *Mega-città o galassie metropolitane*: fa sostanzialmente riferimento all'enorme quantità di persone che vivono nei più grandi agglomerati urbani del mondo e alle strutture socio-spaziali definite da Castells (2002) come costellazioni dell'urbanizzazione del terzo millennio, caratterizzate da frammenti spaziali, policentrismo e tratti caleidoscopici. Di fronte alla difficoltà di determinare i confini delle mega-città che si estendono su territori enormi anche oltre i confini nazionali, i criteri di censimento tradizionali risultano essere inadeguati ad interpretarne la complessità.
- *Outer City, post-periferie e fine dell'era delle metropoli*: il termine ha a che vedere con il dibattito sullo spazio urbano postmetropolitano che vede la trasformazione verso la fine del

³⁴ Soja, E. W. (2008). *Postmetrópolis. Estudios críticos sobre las ciudades y las regiones*. Madrid, p. 290

secolo scorso delle periferie urbane. L'urbanizzazione delle periferie e la crescita delle *Outer Cities* rappresentano il prodotto dell'interazione continua tra forze centrifughe e centripete generate da una città centrale dominante. Nelle metropoli moderne si riscontra un rallentamento delle annessioni alla città centrale ed uno sviluppo dei processi di periferizzazione, favoriti questi ultimi dalla ricerca di abitazioni migliori, dal favore del settore immobiliare, dal miglioramento dei trasporti pubblici e dall'incremento nell'uso di quelli privati. Il risultato paesaggistico delle post-periferie consiste in una composizione di villette e casette con superamento della dicotomia città-campagna.

- *Edge City*: Il termine fa riferimento alla natura policentrica dello spazio cittadino metropolitano e ai tratti visibili dello sviluppo metropolitano quali centri commerciali e sviluppi intorno agli uffici in quanto luoghi simbolo dell'era dell'informazione. Come riporta Soja, la *Edge City* ha *più posti di lavoro che camere da letto*.

- *City Lite*: il concetto fa riferimento all'urbanizzazione leggera che determina una rottura (da cui deriva la *nostalgia* postmetropolitana) con la ricchezza culturale e creativa delle città storiche in cui erano presenti università, musei, biblioteche e la considerazione della città da parte della classe media come *parco divertimenti* (un posto da visitare, dove fare compere).

- Simulare il *New Urbanism*: in questa parte l'autore fa riferimento alla banalizzazione storica contemporanea promossa all'ideale della città nuova in stile preindustriale con illusori richiami storici alle piccole città.

Considerando, dunque la produzione dei paesaggi metropolitani contemporanei come frutto dell'interazione tra processi e dinamiche globali e locali (Soja, 2008) è possibile giungere ad

un'interpretazione olistica-multiscalare delle metropoli contemporanee. Nell'esaminare il mutante ruolo della città nell'economia globale, fortemente vincolato al passaggio da un'economia industriale ad un'economia post-industriale (Harvey 1990), le riflessioni del mondo della ricerca sulle postmetropoli si stanno concentrando sul rapporto odierno tra sviluppi urbani, investimenti privati, partenariati pubblici-privati, spazi pubblici, segregazione residenziale e creazione dei nuovi paesaggi del consumo. Secondo Brenner (2013) a causa della *fluidità socio-spaziale e dell'implacabile dinamismo del fenomeno urbano sotto il capitalismo moderno* ci troviamo davanti a tre effetti principali (i) esplosione delle morfologie ereditate su tutte le scale spaziali; (ii) creazione di nuove e ridimensionate formazioni territoriali urbanizzate; (iii) espansione dei processi di urbanizzazione nel mondo attraverso l'intensificazione delle interdipendenze tra luoghi, territori e scale (Brenner e Schmid, 2014).

In accordo con Brenner (2013), secondo Soja (2008) il neoliberismo globalizzato si configura nell'attualità quale causa del mutamento dell'identità della città sia in termini territoriali che dal punto di vista concettuale: nella post-modernità, infatti, le lobby a capo del neoliberismo globalizzato sono gli agenti generatori degli *spazi dei flussi*. Le metropoli contemporanee vivono in un contesto di crescente globalità ove gli spazi urbani sono organismi in continua trasformazione guidati da una "nuova classe globale di imprenditori economici e politici che operano non solo a livello transnazionale ma anche su scala nazionale, regionale, metropolitana e locale per consolidare le condizioni che facilitano le libertà del capitalismo globale" (Soja, 2015, p.250). Come notava Harvey già negli anni novanta l'accelerazione del ciclo di produzione determina una

parallela accelerazione degli scambi e del consumo. "La circolazione di merci attraverso il sistema di mercato avviene ora a velocità maggiori grazie ai migliori sistemi di comunicazione, al flusso delle informazioni³⁵ e alla razionalizzazione delle tecniche di distribuzione [...] all'*eletronic banking* [...] e a servizi e mercati finanziari " (Harvey, 1990, p.348).

Nel libro di storia ambientale a firma di McNeill e Engelke, *The Great Accelation* (2014), viene proposta con un approccio critico postmetropolitano la lettura dei risultati ecologici dei cambiamenti socio-economici: perdita di biodiversità, erosione del suolo, acidificazione degli oceani, alterazione della geochimica globale, ecc. Gli ultimi studi sul cambiamento climatico e sull'innalzamento del livello del mare, fanno notare i due autori, suggeriscono che l'accumulazione delle turbolenze ambientali non mostra segni di rallentamento. Nel volume viene esplicito come dalla biologia degli oceani più profondi alla chimica della stratosfera le azioni umane hanno portato ad una alterazione degli ecosistemi terrestri e marini. Vengono inoltre riconosciute le responsabilità del moderno sistema energetico e dello sviluppo economico: i ritmi di crescita del consumo energetico, della popolazione umana, dell'uso di acqua potabile, delle emissioni di anidride carbonica, dell'estinzione delle specie, tra gli altri indicatori utilizzati dai due autori, portano gli studiosi dei cambi ambientali ad etichettare come *La Grande Accelerazione* il periodo a partire dal 1950.

Secondo Dinarés (2014) i grandi agglomerati urbani svolgono un ruolo importante nella maggior parte delle agende mondiali ma rimangono sotto-studiati come agenti principali nei flussi di materia

35

ed energia, così come sono poco riconosciuti gli impatti locali e globali dell'espansione delle aree metropolitane. Lo sviluppo delle aree urbane, habitat primario per la maggior parte della popolazione umana globale, oltre ad implicare un cambiamento fondamentale nella distribuzione degli insediamenti ha prodotto una drammatica trasformazione dell'ambiente fisico. La crescita urbana, diffusa oggi a livello planetario e cominciata tra il XIX e il XX secolo in Europa e in America, è il risultato della diffusione dell'industrializzazione e del rapido incremento nell'uso di combustibili fossili (Dinarès, 2014; Fernández Durán, 2011). Come conseguenza dell'espansione del sistema urbano-agro-industriale a scala globale (chiamato da Soja *neoliberalismo globalizzato*), una nuova era geologica si è aperta nel XX secolo: con l'Antropocene, infatti, per la prima volta nella storia dell'umanità, la maniera in cui l'essere umano abita, produce e consuma i territori urbani sono riusciti ad alterare il sistema ecologico e geomorfologico globale. Le società umane costituiscono il più grande fattore di modificazione dell'ecologia globale (McNeill e Engelke, 2014). Oltre ad aver generato modificazioni nella composizione dell'atmosfera (e quindi del clima) e dell'acqua (fiumi, mari, oceani), come anche nella diversità biologica, la nuova era porta con sé un'inedita trasformazione del paesaggio e del territorio in cui il sistema urbano-agro-industriale si manifesta quale principale forza geomorfologica (Fernández Durán, 2011). Come affermano McNeill e Engelke (2014) nel libro *The Great Acceleration*, la società attuale si trova immersa dentro un *gigantesco esperimento senza controllo* provocato da sé stessa³⁶. I due autori definiscono "grande

³⁶ In accordo con McNeill e Engelke, Rueda afferma che "al principio dell'era industriale non sembrava che le risorse fossero limitate e che i grandi sistemi della terra potessero degradarsi. Nell'era dell'informazione i limiti si sono fatti dolenti e i

accelerazione" la turbolenza ambientale prodotta durante le prime decenni dell'Antropocene³⁷: a partire dal 1945, infatti, l'interferenza umana sull'ecologia terrestre ha registrato una intensificazione (risultato dell'aumento della popolazione, del maggior uso di energia e delle tecnologie trasformative ecc.) che obbliga alla ricerca di nuovi paradigmi da applicare a tutti i campi della realtà con l'adozione di una forte prospettiva storica che aiuti ad intendere il presente.

1.3. Possibili prospettive per futuri resilienti

*La resilienza è un elemento fondamentale che riflette la maniera in cui le società si adattano a cambi imposti dall'esterno.*³⁸

Di seguito vengono presi in considerazione alcuni modelli ritenuti

grandi sistemi della terra mostrano in continuazione cambi che mettono in pericolo la sostenibilità del mondo che conosciamo, soprattutto il mondo degli umani e del loro futuro" (Rueda, 2011, p. 1).

³⁷ A proposito della dipendenza umana dai combustibili fossili, così si esprimono McNeill e Engelke " *Before 1700, people used little in the way of fossil fuels, but over the next two hundred years coal became the most important energy source. When oil entered the picture, coal and oil soon accounted for seventy-five percent of human energy use. This allowed far more economic activity and produced a higher standard of living than people had ever known-but it created far more ecological disruption. We are now living in the Anthropocene. [...] Humans have dramatically altered the planet's biogeochemical systems without consciously managing them. If we try to control these systems through geoengineering, we will inaugurate another stage of the Anthropocene. Where it might lead, no one can say for sure.*" (McNeill e Engelke, 2016, p.58)

³⁸ Berkes, F., Colding, J. F., & Folke, C. (2003). Navigating nature's dynamics: building resilience for complexity and change. *New York: Cambridge*, p. 15

utili ad incrementare la resilienza metropolitana nel Mediterraneo.

1.3.1. Il metabolismo urbano per la regolazione dei rapporti natura, spazio e società.

Come visto nei paragrafi precedenti, durante il XX secolo le forme che le aree urbane assumono nel territorio hanno sperimentato drastici cambiamenti, trasformando la natura sia nel campo che nella città (Martinotti, 2008), aumentando l'impronta ecologica e l'occupazione di spazio bioprodotivo. Sotto la spinta del neoliberalismo globalizzato (Soja, 2008), l'urbanizzazione si è espansa a scale sempre maggiori, fino a raggiungere la scala regionale, creando *giganti galassie urbane* (Brenner e Schmid, 2014) e assumendo forme sempre più complesse e policentriche. Il mondo agricolo, in questo contesto, è stato sempre più corroso dai processi di produzione post-industriale e di speculazione finanziaria (Brenner e Schmid, 2014). I processi prevalenti in Europa durante gli ultimi sessanta anni, infatti, riguardano (i) la crescita dell'*urban sprawl* e dei tessuti industriali e (ii) l'abbandono delle pratiche agro-silvo-pastorali. La crescita urbana ha indotto un aumento della pressione sulle pratiche del mondo agricolo; pressione finalizzata ad aumentare la produzione con pratiche produttive sempre più dipendenti dall'uso delle macchine e di prodotti chimici tossici (Martinotti, 2008). I paesaggi produttivi dell'agricoltura hanno cambiato aspetto a causa dei processi di modernizzazione, attraverso la trasformazione degli usi e della copertura del suolo e lo sfruttamento intensivo della terra, causando una grave perdita di eterogeneità nei paesaggi culturali (Erb et al., 2009b). Mentre i mosaici agroforestali tradizionali sostenevano alti livelli di biodiversità all'interno di una matrice eterogenea ma continua, la

frammentazione causata dall'espansione urbana ha causato una trasformazione della struttura fisica dei paesaggi produttivi, incidendo anche sulle funzioni di sostegno alla biodiversità (Marull et al., 2014; Barbera e Cullotta, 2016). Il modello delle grandi aree metropolitane ha generato i *territori di mezzo* e la rivoluzione verde (la meccanizzazione delle valli e delle pianure) ha prodotto l'abbandono e la marginalizzazione delle regioni difficili da sfruttare secondo il modello di produzione industriale (Poli, 2015). Emerge proprio a partire dalle dinamiche di abbandono e di produzione intensiva, la necessità di ripensare i modelli che guidano la pianificazione urbana ed i modelli di produzione agricola. Per apportare un efficace contributo all'aumento di naturalità diffusa è necessario considerare il territorio come sistema funzionale e basare le strategie di conservazione della stabilità degli ecosistemi sull'analisi degli scambi di energia, di materia e di informazione tra le società umane e i sistemi naturali (Marull et al. , 2008).

Di fronte alla crisi della civilizzazione moderna o industriale e, conseguentemente, alla necessità di costruire un quadro concettuale che permetta di realizzare analisi adeguate sulle relazioni tra processi naturali e processi sociali da una prospettiva olistica, la teoria del metabolismo sociale rappresenta uno degli strumenti più significativi, proposto dalla socioecologia negli ultimi decenni, per comprendere la complessa realtà attuale (Toledo, 2013). Il concetto di metabolismo urbano è stato usato in tempi recenti come mezzo di valutazione delle condizioni attuali e in prospettiva storica, come strumento attraverso cui interpretare le modalità con le quali fattori ambientali, sociali ed economici interagiscono e concorrono a dar forma ai processi ed ai fenomeni urbani (Dinarés, 2014). "Per la scienza della sostenibilità il riferimento

al metabolismo, piuttosto che rappresentare un' altra *buzz-word* di moda, costituisce una robusta narrativa scientifica che è necessaria a concettualizzare e comprendere la natura ed il funzionamento di sistemi complessi " (Giampiero et al., 2014, p. 5). Il quadro concettuale offerto dal metabolismo metropolitano, infatti, risulta utile a comprendere il funzionamento delle aree urbane considerando contemporaneamente l'insieme della struttura orizzontale e dei flussi che in esse sussistono.

Secondo l'urbanista Sebine Barles, autrice dell'articolo "*Ecologie territoriale et metabolisme urbain*" (2017) il metabolismo territoriale, espressione dei regimi socio-ecologici locali, consiste nell'insieme di flussi di energia e materia messi in gioco per il funzionamento delle società umane. L'ecologia territoriale fa delle interazioni tra società e biosfera una chiave di comprensione del funzionamento dei territori. Il concetto di metabolismo urbano è stato usato negli ultimi anni come strumento e metodo di analisi per rilanciare la comprensione del modo in cui i fattori ambientali, sociali e economici interagiscono per dar forma ai processi e al fenomeno urbano. Esso fornisce un'importante approssimazione all'analisi della sostenibilità o insostenibilità dei modelli di sviluppo (Dinarés, 2014).

Le aree urbane, a causa delle conseguenze ambientali derivanti dal loro sviluppo, costituiscono non solo un importante fattore dello sviluppo socioeconomico ma rappresentano anche la sorgente della pressione umana sugli ecosistemi (Dinarés, 2014; Rueda, 2011). Su scala globale, gli insediamenti urbani occupano una piccola parte della superficie terrestre del mondo, eppure utilizzano oltre i tre quarti delle risorse mondiali e scaricano quantità simili di rifiuti nell'ambiente (Dinarés, 2014; Angeoletto et al., 2015). Heynen et al.

(2006) affermano che poca attenzione è dedicata all'urbano in quanto terreno di scambi socio-ecologici e sottolineano che i dibattiti sui problemi ambientali globali e sulla possibilità di fondare futuri sostenibili, ignorano abitualmente il fatto urbano come causa principale di tali problemi. In accordo con Heynen et al. (2006), Toledo (2013) ritiene che il mondo della ricerca deve spendere ulteriori energie nel campo degli studi sul metabolismo a scala di comunità, locale, comunale e regionale: studi di questo tipo analizzano in maniera integrata l'articolazione che esiste tra gli scambi ecologici e scambi economici in contesti concreti.

Al fine di godere di una panoramica più ampia sul concetto di metabolismo, di seguito si propone una sintesi a partire da Dinarès (2014). Durante gli anni settanta l'approccio ecologico al metabolismo urbano è stato largamente influenzato dall'ecologo Howard Thomas Odum il quale è stato pioniere degli studi e dei modelli di flussi di energia tra ecosistema e ambiente. Prima di Odum³⁹, il concetto di metabolismo era stato utilizzato dai chimici nel campo dell'agricoltura per spiegare il ciclo di nutrienti e di materia organica e per stimolare il riuso dei residui organici urbani come fertilizzanti nelle produzioni agricole. Durante l'ottocento nel campo delle scienze sociali Marx, ispirato dal chimico del suolo Justus von Liebig, ha utilizzato il concetto di metabolismo in studi socioeconomici (Krausmann e Fischer-Kowalski, 2013⁴⁰), per far riferimento al metabolismo tra sistemi umani e natura e, nello specifico, in relazione al ciclo dei nutrienti vegetali in termini di condizioni di fertilità, sistemi agricoli produttivi e urbanizzazione.

³⁹ Gli studi di Odum hanno una relazione stretta con il concetto di entropia, ossia con la dispersione dell'energia determinata dalla seconda legge della termodinamica.

⁴⁰ In Jit Singh et al., 2013

Secondo Marx i processi di urbanizzazione e migrazione delle popolazioni rurali verso le aree urbane, essendo la causa della riduzione delle interazioni tra società umane e ambiente, hanno determinato una rottura del metabolismo, inducendo ad una crescita del commercio a larga distanza di prodotti alimentari e di altri beni. Con il concetto marxiano di *metabolic rift* o spaccatura metabolica, si indica l'astrazione, il distacco delle società capitaliste dalle condizioni naturali della propria esistenza sulla terra; spaccatura da cui dipendono le implicazioni sociali ed ambientali dell'urbanizzazione e dell'agricoltura industriale. Fu nella seconda metà del secolo passato che il concetto fu applicato alla sfera urbana: il primo a produrre uno studio del metabolismo urbano è stato l'ingegnere e geografo Wolman il quale ha modellato il metabolismo di un'ipotetica città americana di un milione di abitanti in termini di *input* (es. acqua, cibo, combustibili) e *output* (es. rifiuti, inquinamento).

A partire dagli anni novanta il metabolismo urbano ha sollecitato un crescente interesse arrivando a coinvolgere considerazioni sulla salute umana, sullo sviluppo sociale e sulla crescita economica (Toledo, 2013). Negli studi sul metabolismo urbano emergono due questioni principali: (i) la capacità del pianeta di ospitare e mantenere la popolazione urbana in crescita e (ii) la riconosciuta forza umana distruttiva che non considera la limitatezza delle risorse della terra. Nell'attualità la disponibilità di indici, metodi e fonti statistiche concorrono a sviluppare le potenzialità di calcolo di flussi di materia ed energia a scala nazionale e i cambi nel tempo: esistono ad oggi *profili metabolici* di una trentina di paesi europei, latinoamericani (Cile, Ecuador, Messico, Perù y Venezuela) e asiatici (China, Laos, Filippine y Thailandia) (Toledo, 2013).

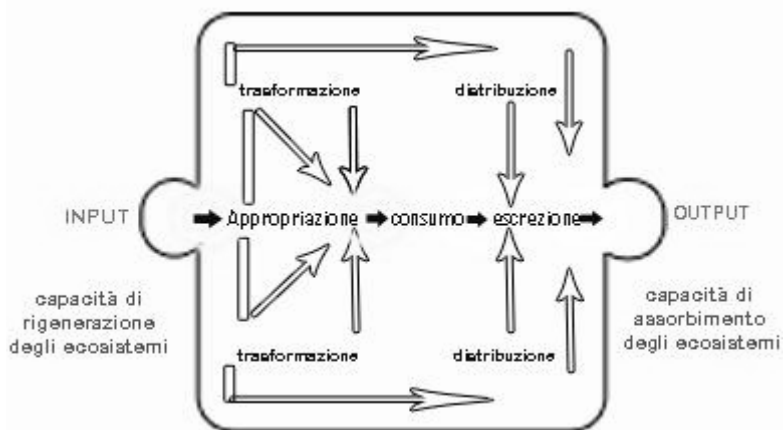


Fig. 5. Riproduzione tradotta dallo schema di Gonzales de Molina e Toledo, 2011 sul metabolismo urbano.

L'ecologia urbana, scienza che integra teorie e metodologie delle scienze naturali e sociali, orienta i propri sforzi alla comprensione del funzionamento delle aree urbane in quanto ecosistemi in senso biologico adottando un punto di vista in analogia con il metabolismo degli organismi: le aree urbane, alla stessa maniera che gli altri esseri viventi, consumano risorse presenti nell'ambiente e rilascia residui. Come affermato da Angeoletto et al. (2015) sono ancora pochi gli studi di ecologia urbana e la pianificazione urbanistica in generale fatica ad includere considerazioni di carattere ecologico. Eppure le agglomerazioni metropolitane valutate sotto la lente dell'ecologia urbana, sono strutture dissipative, lontane da un equilibrio termodinamico: per sostenere le attività umane secondo il modello vigente, le aree metropolitane hanno bisogno di crescenti scambi con territori periferici e marginali

(es. regioni rurali del medioriente⁴¹). L'obiettivo delle analisi basate sul metabolismo urbano a scala territoriale⁴², in definitiva, è quello di fornire degli elementi di valutazione per orientare le aree urbane verso una maggior sostenibilità rispetto al tema della produzione di risorse e di scarti e in termini di dipendenza dei territori metropolitani da territori più o meno lontani.

Quali sono le proposte volte a creare relazioni sinergiche tra la pianificazione e il metabolismo urbano per dar risposta alle questioni della sostenibilità urbana? L'urbanista Salvador Rueda, in linea con altri autori (es. Angeoletto et al., 2015) propone di risolvere i problemi urbani legati ai temi dell'energia, dell'acqua, dei flussi di materiali, della dispersione urbana, dell'uso massivo del mezzo privato, ecc., attraverso un cambio di strategie anche in campo urbanistico⁴³, progettando lo spazio urbano non più soltanto sulle tradizionali due dimensioni ma bensì su tre: in altezza, in superficie e nel sottosuolo. Alcune delle proposte elaborate dal punto di vista dell'urbanistica ecologica di Rueda, incluse quelle di carattere metabolico, sono schematizzate di seguito:

⁴¹ Significativo dell' insostenibilità del modello economico attuale, Confagricoltura esalta le possibilità offerte all'agrobusiness italiano dagli accordi italo-kazaki. Come si legge sul mensile Il Mondo Agricolo n. 12 di Confagricoltura 2012 " L'obiettivo è quello di sviluppare le filiere cerealicole ed ortofrutticole con un'apposita *joint venture* per l'acquisto e la conduzione di terreni in loco, dove produrre grano duro, grano tenero e semi oleosi nelle regioni a nord, e ortaggi e frutta nelle regioni del sud e sud-est"" (Il Mondo Agricolo, 2012, n.12. p. 31).

⁴² Il metabolismo urbano può essere valutato anche da scale più piccole quali quelle di quartiere o isolato (si veda Rueda, 2011)

⁴³ La pianificazione urbanistica elabora un documento normativo che stabilisce parametri e condizioni che guidano la trasformazione del territorio da urbanizzare.

| Obiettivi | Selezione di alcune proposte | |
|--|---|---|
| Mantenimento della biodiversità ⁴⁴ e delle valenze geografiche e naturali | <ul style="list-style-type: none"> • Definizione di due livelli di verde urbano, uno in altezza e uno in superficie collegati tra loro e in rapporto all'esterno. • Utilizzo delle risorse naturali quali acqua piovana, sole, etc. | |
| Metabolismo urbano | <ul style="list-style-type: none"> • Autosufficienza idrica: recupero dell'acqua piovana (per servizi, per irrigare e per ricarica delle falde acquifere) e riutilizzo | <ul style="list-style-type: none"> • Autosufficienza energetica • Autosufficienza dei materiali e del suo riciclo secondo il principio delle 3R (ridurre, riciclare, riutilizzare). |
| Servizi e logistica urbana | <ul style="list-style-type: none"> • Piattaforme logistiche da togliere dallo spazio pubblico. | <ul style="list-style-type: none"> • Nel futuro le piattaforme sotterranee potrebbero servire anche ai servizi di trasporto postale. |
| Mobilità e funzionalità | <ul style="list-style-type: none"> • Reti di trasporto differenziate per funzione • Aumento delle reti di mobilità in superficie e sotterranee | <ul style="list-style-type: none"> • Riorganizzazione della mobilità tramite il sistema delle <i>supermanzane</i> che consentano un incremento degli spazi pedonali • Riduzione al massimo dei parcheggi in superficie negli spazi pubblici |
| Spazio pubblico | <ul style="list-style-type: none"> • Rendere usufruibile tutto lo spazio urbano | <ul style="list-style-type: none"> • Incorporare nel disegno urbano variabili quali il |

⁴⁴ In accordo con Rueda, Angeoletto et al. (2015) affermano che una buona gestione degli spazi urbani può diminuire gli impatti che le aree urbane producono sull'ambiente. Nell'ottica di sostenere la biodiversità propongono di mettere in rilievo il potenziale delle aree urbane aperte vegetate. "Anche se di dimensioni limitate, i pati urbani costituiscono habitat per diverse specie e pertanto a livello urbanistico viene proposto di aumentare la copertura vegetale" Angeoletto et al. (2015, p. 15).

| | | |
|---|--|---|
| | liberandolo dal passaggio veicolare | comfort termico, la luce, la canalizzazione dell'aria, paesaggi sonori, etc. |
| Complessità urbana e società della conoscenza | <ul style="list-style-type: none"> • Compattezza delle forme urbane⁴⁵, complessità, efficienza, coesione sociale | <ul style="list-style-type: none"> • Localizzazione delle attività più attrattive in superficie e interrimento di quelle che generano "deserti urbani" |

Tab. 3. Strategie di urbanesimo ecologico proposte da Rueda. Fonte: riproduzione sintetica di Rueda (2011).

Per quanto riguarda il primo punto della Tab. 3, Rueda fornisce indicazioni di disegno urbano: i due livelli di verde urbano progettati in altezza e in superficie, connessi con alberi d'alto fusto, pareti vegetali, etc. contribuirebbero alla biodiversità urbana e potrebbero essere messi in relazione ad altri programmi quali la creazione di paesaggi sonori per attrarre la fauna insettivora, programmi di auto-compostaggio domestico, benefici energetici derivanti dall'isolamento delle coperture verdi (Rueda, 2011).

Le indicazioni di metabolismo urbano utili alla pianificazione ecologica fornite da Rueda riguardano :

- *uso efficiente delle risorse idriche e autosufficienza* realizzabili tramite (i) ottimizzazione della domanda legata al consumo

⁴⁵ Rueda propone indicatori legati alla morfologia e alla struttura urbana e avverte, in riferimento ai sostenitori delle alte densità sotto forma di grattacieli, che la compattezza è condizione necessaria ma non sufficiente. Uno degli indicatori - *compacidad corregida*- collega il volume costruito (i) agli spazi di relazione (attività, organizzazione urbana) e (ii) al verde urbano. La proposta dell' urbanistica ecologica in relazione alla compattezza dei tessuti urbani è che il rapporto tra lo spazio costruito e quello del verde e e delle attività prevede che l' edificato presenti valori maggiori al 50% (su una maglia 100x100m).

domestico, pubblico e commerciale e attraverso misure di risparmio; (i) soddisfacimento della domanda di acqua non potabile con l'impiego delle risorse idriche presenti nel contesto urbano (piovane, di scarto, etc.); (iii) uso di materiali da risorse rinnovabili e di materiali riciclate nei processi di costruzione; efficienza energetica; compostaggio domestico. Rueda, inoltre, predispone una serie di indicatori impiegabili in sede di elaborazione dei piani urbanistici nell'ottica di includere la pianificazione del metabolismo urbano. Essi riguardano ad esempio l'autosoddisfacimento per almeno il 35% sia della domanda energetica per casa, sia delle esigenze idriche legate all'uso di acqua potabile; la minimizzazione degli impatti del sistema di raccolta delle acque residuali sullo spazio pubblico; riserva di spazi per il compostaggio urbano e per orti urbani.

Sul metabolismo urbano tornerò più avanti in relazione alla valutazione di modelli socio-ecologici utili all'elaborazione di scenari migliorativi per il prossimo futuro. È stato presentato nel primo capitolo per mettere esprimere l'esistenza di alternative valide sul piano teorico e prassi ai modelli urbano-centrici che hanno reso il fatto urbano una delle cause principali delle crisi ambientali e sociali odierne. Come visto, infatti, il concetto di metabolismo territoriale e urbano porta con sé valide potenzialità nei confronti della possibilità (i) di formulare strategie resilienti ai processi che incidono sulla struttura e sul funzionamento dei paesaggi e (ii) di stimolare studi di carattere interdisciplinare per giungere ad una maggior comprensione della complessità che trasforma i territori che abitiamo.

1.3.1.1 La prospettiva agroecologica per ricucire la spaccatura metabolica

Francis et al. (2003), propongono di definire l'*agroecologia* come analisi dell'ecologia dei sistemi del cibo per stimolare la produzione di studi dal carattere interdisciplinare che mirino a ricercare una maggior sostenibilità nell'agricoltura e nei *food systems*.

A partire dalla seconda metà del XX secolo si sono evolute forme di agricoltura sempre più specializzate ed intensive che hanno permesso di aumentare la produttività nel breve termine, ma che hanno provocato una serie di squilibri ecologici con dannose reazioni a catena su vasta scala. L'intensificazione agricola, intesa come aumento di input a parità di superficie coltivata, implica un aumento dell'uso delle macchine agricole, dei fertilizzanti chimici e dei pesticidi. Diverse le esternalità indotte dai processi di meccanizzazione agricola a partire dall'utilizzo di combustibili e quindi dalle emissioni inquinanti. L'obiettivo della meccanizzazione agraria è quello di aumentare la produttività rendendo possibile il trattamento di vaste aree in tempi ridotti, attraverso l'automatizzazione delle diverse pratiche agricole: dalla preparazione del terreno, alla semina fino alla raccolta. L'impatto di ripetuti passaggi di mezzi pesanti sui terreni provoca danni alla struttura del terreno⁴⁶ in termini di compressione del suolo incidendo quindi sulla riduzione della capacità di infiltrazione e di presenza di ossigeno. La raccolta meccanizzata elimina gran parte della biomassa presente negli strati superficiali del suolo riducendo la quantità di sostanza organica. L'insieme di questi fattori, espone i

⁴⁶ La struttura del terreno viene alterata anche durante i movimenti in profondità operati dalle macchine agricole in tempi di semina.

terreni ad una maggiore vulnerabilità, ai fenomeni di inquinamento, erosione⁴⁷ e desertificazione.

L'intensificazione agricola ha contribuito alla degradazione dei suoli attraverso forme d'inquinamento dirette e indirette: nel primo caso si fa riferimento all'impiego di fertilizzanti chimici e fitofarmacie all'accumulo di reflui zootecnici; nel secondo caso alle acque d'irrigazione contaminate e alle piogge acide. L'inquinamento del suolo si può definire in termini generali come un'alterazione degli equilibri chimici e biologici causata dall'apporto di sostanze estranee oppure dall'accumulo di sostanze in eccesso. L'inquinamento tende a ridurre le naturali capacità autodepurative del suolo in quanto gli agenti inquinanti modificano le caratteristiche dei terreni con ripercussioni negative sul loro potere assorbente, sulla capacità di agire da tamponi e sull'attività biotica dei microrganismi edafici. Questi squilibri possono provocare una perdita della fertilità, una predisposizione all'erosione, l'ingresso di sostanze estranee nelle catene alimentari e, di conseguenza, alterazioni nelle altre sfere ambientali (idrosfera e atmosfera). Come accennato, la meccanizzazione riduce l'assorbimento dell'acqua piovana provocando squilibri nel ciclo idrogeologico con ripercussioni negative in termini di rischi idrogeologici e quindi di stabilità del terreno⁴⁸. L'acqua piovana che non infiltrandosi confluisce nel ruscellamento superficiale, oltre ad allontanare le particelle di terreno, opera l'asporto delle sostanze nutritive causando

⁴⁷ Anche in relazione al pascolo intensivo si assiste ad un'accelerazione dei processi erosivi, derivanti dalla modificazione dei paesaggi con drastica riduzione della vegetazione e aumento della compattazione del suolo.

⁴⁸ Questo tipo di situazione si verifica con maggior serietà dopo il raccolto quando vengono rimosse anche le radici.

l'impovertimento dei suoli a discapito della fertilità degli stessi⁴⁹.

A livello territoriale i risultati dei processi di intensificazione agricola si traducono in una modificazione morfologica dei mosaici, proprio in ragione della razionalizzazione nell'uso del suolo e della meccanizzazione delle pratiche agricole. Con l'obiettivo di massimizzare la produzione, viene operata una semplificazione dei paesaggi agrari attraverso la rimozione degli ostacoli fisici presenti sui terreni al fine di consentire il passaggio delle macchine agricole: siepi ed alberature vengono rimosse contribuendo alla riduzione dell'eterogeneità dei mosaici e dei corridoi biologici. In tal senso, dunque, la meccanizzazione incide sul degrado del suolo e la semplificazione dei paesaggi agrari induce una riduzione degli habitat naturali e della biodiversità.

Dall'insieme delle caratteristiche di ciascun suolo dipende la capacità di ospitare le comunità vegetali ed animali, la capacità produttiva e la qualità dell'acqua. Essendo interfaccia tra diversi ecosistemi ed esplicando differenti funzioni essenziali per il sostegno alla vita delle specie viventi, dalle sue proprietà e dal suo stato dipende lo sviluppo della biomassa vegetale e dunque l'alimentazione umana ed animale nonché la produzione altre materie prime quali legname e fibre vegetali. Il suolo regola il ciclo dei nutrienti (ad es. del carbonio), controlla la quantità di anidride carbonica nell'atmosfera, supporta la biodiversità floristica e faunistica, funge da regolatore del ruscellamento superficiale e da filtro a salvaguardia delle acque sotterranee (es. falde acquifere).

⁴⁹ Parte di questo paragrafo riporta il paragrafo 1.2 e 1.3 del libro scritto in collaborazione con Luca Salvati e Ilaria Zambon dal titolo "Agro-ecosistemi e rischio ambientale. Per una sociologia del paesaggio" uscito nel 2018.

Come visto, pertanto, le pratiche agricole intensive che si sono andate sostituendo durante il secolo scorso a quelle tradizionali, non implicano solo un cambiamento nell'aspetto dei paesaggi culturali (es. monoculture vs sistemi policolturali, banalizzazione del paesaggio vs eterogeneità) ma influenzano e pregiudicano anche le funzioni del suolo. Il suolo è un sistema dinamico, sottoposto a continui scambi di materia e energia con i sistemi circostanti: guadagni, perdite, movimenti e trasformazioni di sostanza ne condizionano i processi e le caratteristiche interne. L'irreversibilità di alcune alterazioni derivanti dall'azione umana, determinano la perdita di una delle risorse non rinnovabili più importanti per la sopravvivenza delle specie e della biodiversità.

In tempi relativamente recenti l'immissione di energia esterna potenzialmente dannosa all'interno degli agro-ecosistemi (con l'introduzione della lavorazione meccanizzata del terreno e della concimazione minerale oltre che con l'impiego di pesticidi per il controllo delle erbe infestanti) ha fatto sì che i processi di produzione agricola cominciasse ad influire in maniera crescente sulla struttura e sul funzionamento degli ecosistemi. L'azione antropica all'interno degli agro-ecosistemi⁵⁰ è di varia natura e si declina in relazione alle scelte ed ai modelli gestionali che concorrono in maniere differenti alla conservazione o alla degradazione del suolo. Il tipo di gestione che si sceglie di adottare

⁵⁰ "L'interferenza per convertire gli ecosistemi originari [foreste e praterie] in agroecosistemi è stata pesante fin dall'inizio [a partire dall'era neolitica], ma necessaria per l'affermazione della specie umana. Empiricamente l'uomo ha imparato che la coltivazione forniva più cibo della foresta e della prateria e, mettendo a frutto tale acquisizione, ha praticamente avviato il processo di espansione demografica" (Caporali, 1991, p. 16)

in agricoltura incide drasticamente sulle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche del terreno ed in particolare su: porosità, permeabilità, portanza, disponibilità idrica e di elementi nutritivi, tenore di sostanza organica, presenza di specie erbacee, parassiti e microrganismi (patogeni o simbiotici). Gli equilibri che si instaurano nel tempo fra le diverse specie erbacee e fra queste e la microflora tellurica, vengono alterati dalle pratiche di gestione del suolo. La rimozione della flora spontanea e ruderale, ritenuta un potenziale elemento di competizione con le colture agrarie avviene tramite lavorazioni meccaniche o diserbo chimico. Tali pratiche finora ritenute efficaci sono messe in discussione proprio in relazione al potenziale effetto degradante nei confronti del suolo.

In quanto ecosistemi cui si sovrappone l'attività agricola, gli agro-ecosistemi osservano le leggi dell'ecologia. Il funzionamento non differisce da quello dei sistemi naturali: l'energia solare viene convertita in biomassa ed in parte viene capitalizzata nel suolo sotto forma di sostanza organica; di questa una parte verrà mineralizzata dai microrganismi presenti nel suolo andando a formare gli elementi nutritivi impiegati da nuova biomassa. Nell'assumere una prospettiva agro-ecologica, gli spazi agricoli non vengono più intesi come spazi limitati e circoscritti ma come spazi aperti appartenenti ad uno spazio di relazioni con l'ambiente circostante e con le dinamiche globali di perdita di biodiversità, dei cambi climatici, etc. Come afferma Caporali (1991) esistono motivi fondamentali per rivalutare il rapporto agricoltura-ambiente.

1.3.2 Il paradigma della bioregione urbana

*È possibile che l'umanità viva in un futuro senza città e senza territorio?*⁵¹

Come visto nel corso di questo capitolo, siamo di fronte a quella che Françoise Choay chiama *il regno dell'urbano e la morte della città* (2009). La riorganizzazione degli agglomerati urbani contemporanei ha bisogno di dotarsi di nuove visioni per andare incontro alla crescente complessità che ci circonda, ricostruendo i "legami fondativi identificativi e identitari con i luoghi dell'abitare, rigenerando la città [e le regioni metropolitane] attraverso lo sviluppo di relazioni sinergiche con i territori di riferimento e moltiplicandone al tempo stesso la centralità" (Poli, 2013, p. 2). "Individui produttori e consumatori (non più comunità di abitanti di luoghi), nel delirio di una crescita esponenziale della produzione e della circolazione di merci, sono indotti a divorare e devastare, non avendone più coscienza spaziale e temporale, il proprio stesso ambiente di vita e il proprio paesaggio." (Magnaghi, 2012, p. 67).

Magnaghi (2000) propone di invertire la deterritorializzazione in corso attraverso quelli che definisce tre movimenti:

- La *gestione del territorio* attraverso piccole municipalità, superando l'organizzazione monofunzionale delle grandi città, delle metropoli e delle megalopoli a sostegno di relazioni conviviali di prossimità multipolari (all'interno e tra municipi);

⁵¹ Magnaghi, A. (2012). Pianificazione territoriale e servizi ecosistemici: Il progetto della bioregione urbana. Le scienze del territorio: dagli spazi costruiti agli spazi aperti, p. 67.

- *Riorganizzazione delle regioni in un sistema di bioregioni urbane.* Queste andrebbero costituite secondo un modello policentrico -in contrapposizione con quello regionale gerarchico centro-periferico (aree centrali, periferiche, marginali) – che sia capace di realizzare nuove sinergie tra città e territorio rurale (*nuova ruralità*⁵²) in un’ottica di autosostenibilità (ambientale, sociale economica) e di autogoverno.

- *Valorizzazione delle piccole città storiche,* dotate di relazioni equilibrate tra territorio agricolo e spazi urbani, come strategia per risanare la progressiva dipendenza periferica cui queste ultime sono state sottoposte come conseguenza dello sviluppo delle aree metropolitane.

Il concetto di bioregione urbana, secondo Poli (2013) può essere assunto quale valido riferimento per conciliare le varie dimensioni del territorio in un progetto integrato in radicale contrapposizione al modello metropolitano (Magnaghi, 2010).

La bioregione urbana è il riferimento concettuale appropriato per un progetto di territorio che intenda trattare in modo integrato le diverse componenti - da quelle economiche (riferite al sistema locale territoriale), a quelle politiche (autogoverno dei luoghi di vita e di produzione), ambientali (ecosistema territoriale), dell'abitare (luoghi funzionali e di vita di un insieme di città, borghi e villaggi)⁵³.

⁵² Con nuova ruralità Magnaghi intende il rafforzamento del ruolo degli spazi aperti finalizzata alla produzione di qualità alimentare, ecologica, paesaggistica, energetica, fruitiva e di riqualificazione dei margini urbani (Magnaghi, 2010).

⁵³ Poli, D. (2014). Per una ridefinizione dello spazio pubblico nel territorio intermedio della bioregione urbana. In *La regola e il progetto* (pp. 43-67). Firenze University

Nella bioregione urbana, spiega Magnaghi (2010) , ogni nodo della rete policentrica di città federate, è dotato di un'alta qualità dell'abitare, del produrre, del paesaggio e del vivere collettivo in equilibrio coi servizi ecosistemici. Ogni sistema insediativo della bioregione è dotato di un equilibrio ecologico tra spazi aperti e spazi urbani.

In accordo con Poli, Fanfani (2017) evidenzia il contributo del paradigma della bioregione urbana nella definizione di un modello di governo del territorio e di pianificazione fisica a carattere integrato volto a superare la deterritorializzazione che caratterizza i grandi agglomerati urbani e le rispettive zone di influenza. Il modello di sviluppo che soggiace al concetto di bioregione è un modello di sviluppo autosostenibile⁵⁴ che vede la riattivazione dei rapporti co-evolutivi tra sistemi urbani e bacini ecosistemici di riferimento, basata sul recupero delle risorse materiali e locali (Passaro et al., 2015). Come visto nelle pagine precedenti, la progressiva crescita della popolazione urbana mondiale è il risultato dell'azione congiunta di due processi: la polarizzazione e concentrazione di enormi masse di persone intorno ad alcune megalopoli e *regional cities* e , dall'altra parte, la progressiva, incessante urbanizzazione territoriale a scala regionale caratterizzata in gran parte dai territori dello *sprawl* e dagli espandimenti infrastrutturali. In questi contesti post-metropolitani si concretizzano le sfide rivolte ad incontrare dei modelli alternativi a quelli che li hanno attuali, portatori di iniquità e problemi ambientali. Con il

Press. p. 382

⁵⁴ La differenza tra il paradigma di efficienza territoriale e quello di bioregione urbana risiede in una distinta visione dei modelli di sviluppo: prodotto di modelli decisionali esogeni nel primo caso; incentrato sulle capacità endogene nel secondo.

concetto di bioregione urbana si vuole rilanciare la necessità di ri-localizzare i sistemi insediativi, dando nuovo significato alla natura e al territorio rurale e alle funzioni agricole (Fanfani, 2017) per favorire un nuovo patto città-campagna (Magnaghi, 2010).

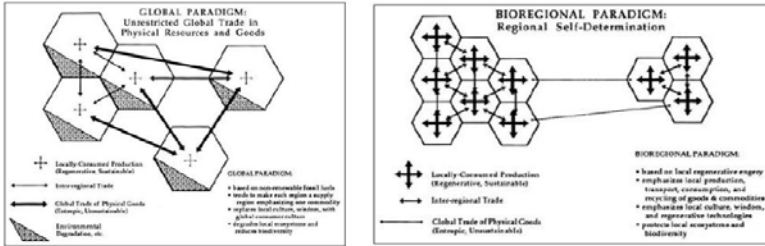


Fig. 6. Modello di relazioni nello sviluppo locale secondo il paradigma globale e bioregionale. Fonte: Fanfani, 2017.

Il paradigma di bioregione incontra quello di metabolismo nel tentativo di chiudere i cicli di energia e materia in un contesto bioregionale piuttosto che globale, secondo logiche di auto-sufficienza "Policentrismo spaziale e *self-reliance* si combinano dunque nel configurare un nuovo paradigma socio-spaziale *agropolitano* [...] affine al modello della bioregione urbana e che, dal punto di vista del sistema agro-urbano si struttura secondo un principio di equilibrio co-evolutivo fra centri urbani ed aree agricole cricostanti". (Fanfani, 2017, p.4).

La bioregione urbana di Magnaghi è costituita da una molteplicità di sistemi territoriali locali organizzati a loro volta in grappoli di città piccole e medie, ognuna in equilibrio ecologico, produttivo e sociale con il proprio territorio agroforestale. A differenza del modello metropolitano centro-periferico la bioregione urbana produce la propria ricchezza valorizzando e mettendo in rete ogni nodo

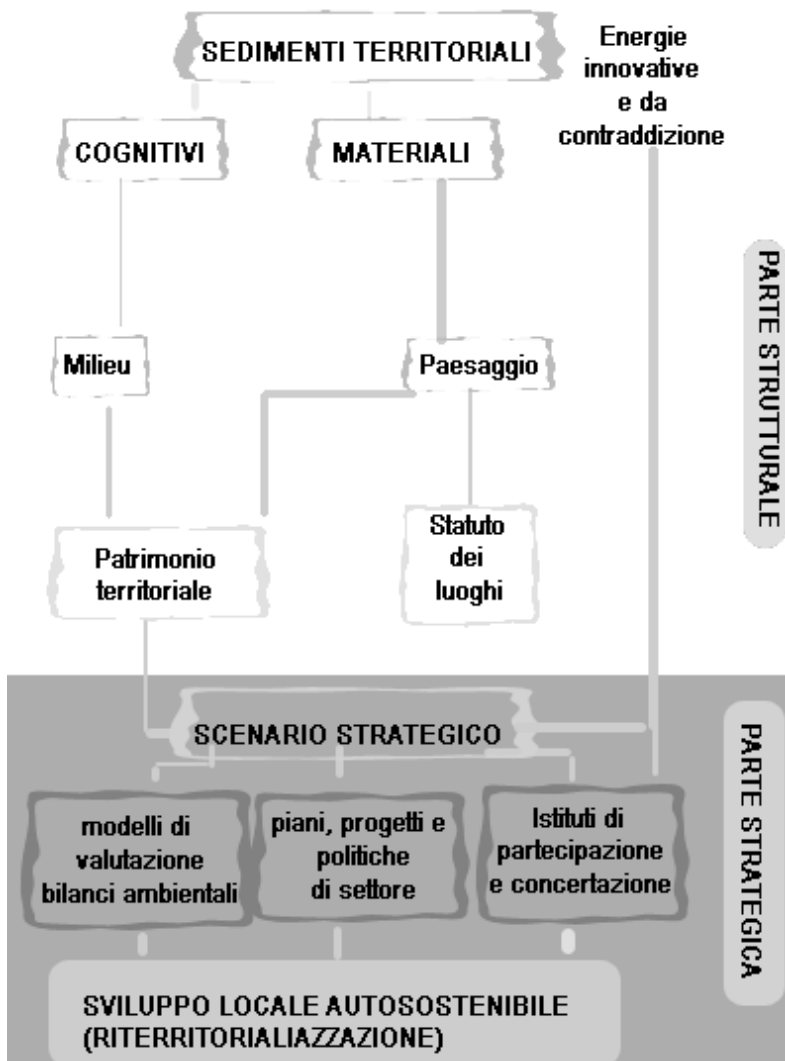


Fig. 7. Schema di piano per lo sviluppo locale autosostenibile. Fonte: riproduzione da Magnaghi, 2010, p.82

⁵⁵ In tal maniera, secondo Magnaghi, si troverebbe soluzione anche a questioni quali congestione del traffico, inquinamento, costi energetici e la mobilità "inutile".

riducono l'impronta ecologica ovvero l'insostenibilità dovuta al prelievo di risorse da regioni lontane e impoverite" (Magnaghi 2012, Magnaghi, 2010). I concetti che corredano quello di bioregione urbana fanno riferimento ai principi di bioeconomia di Georgescu-Roegen e di economia sistemica e solidale in un'ottica inversione del modello di globalizzazione neoliberista e verso un'auto-sostenibilità *dello sviluppo* proveniente dall'*autoriconoscimento* dei patrimoni comuni da mettere in rete (Magnaghi, 2010; Magnaghi, 2000).

Nella pratica, seguendo Magnaghi (2010), il progetto locale di scomposizione delle grandi città e delle metropoli per la composizione di bioregioni urbane si articola attraverso due punti essenziali :

- *a livello infra-urbano*: con la messa in rete dei diversi centri attraverso una riorganizzazione reticolare dei trasporti pubblici e la pedonalizzazione di vaste aree urbane, lo sviluppo di attività produttive locali e la ricostruzione dello spazio pubblico con forme partecipative;
- *a livello territoriale*: promuovendo reti di città compatte (vs *spraw*), diffusione polarizzata dei servizi rari, e una nuova alleanza tra mondo urbano e rurale.

Gli esempi di bioregioni urbane reticolari riportati da Magnaghi ⁵⁶ presentano nelle proprie ragioni e nelle modalità di costituzione, dei caratteri di affinità con i contratti di fiume, incentrati entrambi nell'autoriconoscimento dei patrimoni territoriali e nella messa in rete degli attori sociali.

⁵⁶ Es. il piano della Comunità Montana del Valle Bormida e Uzzone

2. Strategie e progettualità per aumentare la resilienza delle metropoli contemporanee ai fenomeni di perdita e frammentazione degli spazi aperti

2.1. Questioni ambientali emergenti

Come affermano gli autori dell'articolo *Global patterns in human consumption of net primary production* (Imhoff et al., 2004) la popolazione umana e i suoi consumi impattano profondamente sugli ecosistemi terrestri. Una stima di tali impatti viene fornita dal *Net Primary Production* (NPP) di cui le popolazioni umane di appropriano per il proprio consumo. L'appropriazione umana di biomassa (HANPP) "oltre a lasciare altre specie senza o con meno risorse disponibili, altera la composizione dell'atmosfera, i livelli di biodiversità, i flussi di energia all'interno delle catene trofiche e la fornitura di servizi ecosistemici" (Imhoff et al., 2004, p. 870).

Come affermato da Erb et al. (2009a) il commercio globale di biomassa genera una *disconnessione spaziale crescente tra i luoghi di produzione e i luoghi di consumo*: regioni densamente popolate, a prescindere dal livello di sviluppo economico, risultano essere le grandi consumatrici di biomassa mentre regioni scarsamente popolate sono principalmente produttrici. Erb et al. (2009) hanno calcolato l'appropriazione di NPP per la produzione di ogni tonnellata di biomassa consumata per stimare la sconnessione globale tra luoghi di produzione e consumo della biomassa riflettendo la pressione umana sull'ambiente.

Le attività umane alterano la produttività biologica misurabile come

produzione annuale di biomassa prodotta della fotosintesi ovvero *Net Primary Production* (NPP). Un indicatore utilizzato nelle ricerche legate al metabolismo socio-ecologico e all’impatto delle attività umane sulla produttività biologica (es. al grado di modificazione dei sistemi naturali da parte della specie umana) è l’*Human Appropriation of Net Primary Production* (HANPP⁵⁷). La produzione primaria netta è un parametro fondamentale del funzionamento degli ecosistemi e corrisponde all’ammontare di biomassa prodotta dalle piante verdi attraverso la fotosintesi ogni anno (Haberl et al, 2007; Erb et al., 2010).

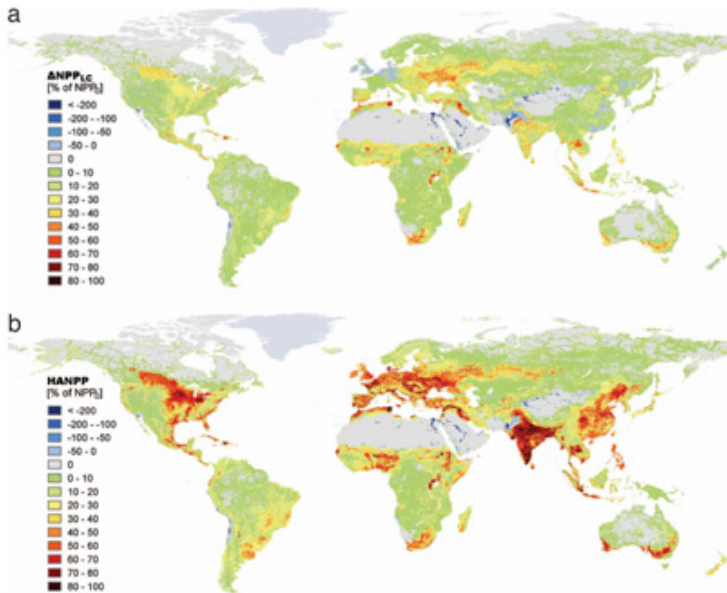


Fig. 8. Mappa degli indicatori ΔNPP_c e HANPP a livello globale. Lo scambio

⁵⁷ “The human appropriation of NPP (HANPP) has been defined as the aggregate effect of land conversion and biomass harvest on the amount of NPP available per year for ecosystem processes (Haberl et al., 2007)” (Erb et al., 2009, p.3)

di *embodied* HANPP tra regioni consumatrici e produttrici è dominato da flussi da paesi a bassa densità di popolazione a paesi con alte densità di popolazione. Fonte immagine: Haberl et al., 2007, p. 12943. La mappa in alto è calcolata a partire dai seguenti dati: uso del suolo, modelli di vegetazione, statistiche agrarie e forestali. Non sono inclusi dati di densità di popolazione e la biomassa è considerata per il luogo di produzione piuttosto che quello di consumo. La mappa in basso illustra la concentrazione del consumo di HANPP a livello globale.

Per quanto riguarda la biodiversità, vi sono prove empiriche del fatto che la ricchezza di specie è minore in contesti in cui l'attività umana riduce la disponibilità di biomassa: la biodiversità di specie di uccelli, ad esempio, è correlata positivamente con gli stocks di biomassa presenti negli ecosistemi (Haberl et al. , 2013). L'NPP ha relazioni fondamentali con la vitalità degli ecosistemi in quanto determina la disponibilità di energia nelle catene trofiche per tutti gli organismi eterotrofi (animali, funghi, microorganismi), la capacità di resilienza degli ecosistemi, quella di fornire servizi e la capacità di assorbimento di residui ed emissioni (Haberl et al. , 2013).

L'HANPP è un indicatore che riflette sia la quantità di area utilizzata dagli umani che l'intensità nell'uso della

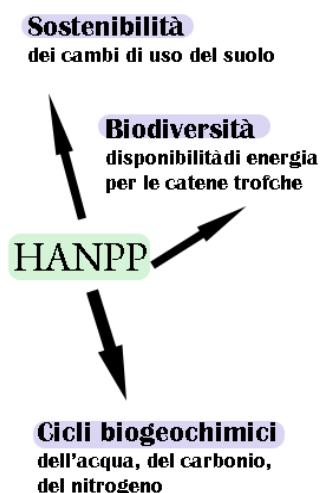


Fig . 9. Fig. Relazioni tra l'indicatore HANPP e le tematiche di interesse che emergono nelle analisi sul metabolismo socio-ecologico. Elaborazione grafica propria a partire da Haberl et al. , 2013 e Haberl et al. , 2007.

terra: giacchè il prelievo antropico di biomassa è una delle principali componenti dell'HANPP, esso è anche legato al metabolismo socio-economico (Haberl et al., 2007). L'HANPP riflette ciò che rimane della quantità di energia trofica che sarebbe disponibile per organismi eterotrofi (tra cui animali selvatici) in assenza di attività umane: in tal senso è utile a misurare il grado di predominio umano sugli ecosistemi (Haberl et al., 2007, Haberl et al. , 2013).

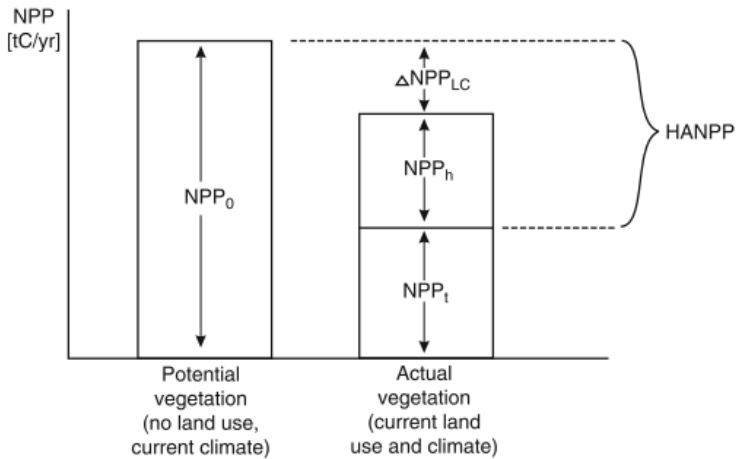


Fig. 10. Definizione dell'HANPP⁵⁸ proposta da Haberl et al., 2007. Fonte : Haberl et al. , 2013, p. 38. L'unità di misura dell'NPP (tC/year) corrisponde a tonnellate di carbonio/anno.

Come specificato da Haberl et al. (2013) è possibile comprendere il significato dell'indicatore HANPP attraverso due definizioni. La prima, di carattere strettamente ecologico, definisce l'indicatore quale risultato della differenza tra la vegetazione naturale potenziale (NPP_0) che esisterebbe in un determinato luogo in assenza dell'intervento umano e la parte di vegetazione che rimane dopo il

⁵⁸ Altre definizioni sono definite ad es. da Vitousek e Wright.

raccolto/utilizzo della stessa (NPP_{harvest}). La formula risulta essere $HANPP = NPP_0 - NPP_t$ ove NPP_t corrisponde a $NPP_0 - NPP_{\text{harvest}}$. Altra definizione dell'HANPP è di carattere socioeconomico ed è riassumibile nella formula $HANPP = \Delta NPP_{LC} + NPP_{\text{harvest}}$ dove ΔNPP_{LC} ⁵⁹ corrisponde alla differenza, causata dai cambi di uso del suolo, tra la vegetazione naturale potenziale (NPP_0) e quella attuale (NPP_{act}) per cui $HANPP = (NPP_0 - NPP_{\text{act}}) + NPP_{\text{harvest}}$.

L'indicatore è impiegato per valutare la sostenibilità dei modelli socioecologici in termini di fornitura di alimenti, conversione degli usi del suolo ad esempio da forestali a infrastrutture, campi coltivati o aree inerti. Può essere calcolato in ambiente GIS valutando tre proprietà i) NPP_0 ossia la vegetazione potenziale, ii) NPP_{act} la vegetazione prevalente attualmente, iii) NPP_h il prelievo umano di biomassa. Per il primo sono presenti numerosi modelli, i cosiddetti *Dynamic Global Vegetation Models* che possono essere impiegati per calcolare l' NPP_0 a scala globale. Per scale minori si fa riferimento alle Carte di Vegetazione Potenziale.

Gli impatti dell'attuale modello di sviluppo si esprimono a livello regionale e locale non solo in termini di alterazione dei cicli biogeochimici, biodiversità e sostenibilità ma anche nella progressiva de-territorializzazione dei sistemi urbani rispetto al proprio territorio di riferimento. I territori metropolitani contemporanei sono entità che mostrano criticità ecosistemiche e ambientali (oltre che socio-economiche) ove la dipendenza dall'esterno è in continua crescita: essi consumano la maggior parte delle risorse del pianeta con ricadute locali e globali (emissioni e residui) e producono pressioni senza precedenti sugli ambiti naturali

⁵⁹ L' ΔNPP_{LC} è fortemente product-specific e region-specific (Erb et al., 2009)

(es. frammentazione e perdita di habitat) su piccola e vasta scala (Fanfani, 2017).

*Ridurre la pressione sui sistemi di supporto è il primo punto della sostenibilità, è il cammino per aumentare la nostra capacità di anticipazione oggi ridotta a causa dell'aumento crescente delle incertezze frutto dell'azione di trasformazione umana (soprattutto urbana) sugli ecosistemi della Terra. [...] La pressione e l'impatto inquinante aumentano oggi [...] in maniera esplosiva a causa delle logiche inerenti il modello attuale di produzione della città.*⁶⁰

L'insieme delle interazioni tra processi sociali, economici ed ecologici rende nota la necessità di ricercare nuove forme di gestione del patrimonio territoriale, di pianificazione e di governance.

*2.1.1. Cambio climatico*⁶¹

Tra le attività umane che hanno una maggiore incidenza sui cambi climatici i) l'uso dei combustibili fossili in progressivo aumento soprattutto a partire dal dopoguerra; ii) diffusione di sostanze chimiche (es. clorofluorocarburi) in tutte le sfere ambientali; iii) azioni dirette e indirette di modifica dei paesaggi geografici che incidono sul clima soprattutto a scala regionale (Pinna, 1996). Tali

⁶⁰ Rueda, S. (2011). El urbanismo ecológico. *Territorio, Urbanismo, Sostenibilidad, Paisaje, Diseño Urbano*, 1-34, p. 7

⁶¹ Parti di questo paragrafo riprendono il libro scritto in collaborazione con Luca Salvati e Ilaria Zambon dal titolo "Agro-ecosistemi e rischio ambientale. Per una sociologia del paesaggio" uscito nel 2018.

attività derivano dal modello economico di produzione e consumo attuale⁶². In tal senso si rende necessario intervenire sui modelli attuali per sostenere la resilienza ai cambiamenti climatici.

Secondo l'*Intergovernmental Panel on Climate Change* (Gruppo Intergovernativo sul Cambiamento del Clima – IPCC) l'aumento delle concentrazioni di gas serra nell'arco dell'ultimo secolo è da attribuirsi alle emissioni prodotte dall'impiego di combustibili fossili quali il carbone, il petrolio ed il gas naturale. Secondo l'IPCC, inoltre, i cambiamenti climatici hanno già prodotto i loro effetti e altri di maggiore impatto potranno manifestarsi nei prossimi anni sulla salute umana, sulla sicurezza alimentare, sullo sviluppo socio-economico, sulle risorse idriche e sulle infrastrutture, se non verranno adottate azioni di risposta immediate.

Nel 1992 durante la Conferenza delle Nazioni Unite sull'Ambiente e lo Sviluppo è stata aperta alle firme la Convenzione-quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). I governi firmatari (154 alla data dell'apertura) si impegnavano, anche se in maniera non vincolante, a ridurre le emissioni atmosferiche col fine di prevenire interferenze tra sistema antropico e sistema climatico. La prima Conferenza delle Parti (COP1) si svolse a Berlino nel 1995 dove fu deciso di individuare delle azioni coerenti con gli obiettivi dell'UNFCCC : la riforestazione ad esempio, fu intesa come azione perseguibile al fine di immagazzinare il carbonio atmosferico e

⁶² Fenomeni quali la variazione dei parametri dell'orbita terrestre, i fattori astronomici, i grandi moti oceanici e atmosferici, l'interazione oceano-atmosfera e l'attività vulcanica sono in grado di spiegare i cambiamenti climatici su scala millenaria, secolare e decennale; tuttavia se si considera il passato recente ed il prossimo futuro non si può trascurare il ruolo che l'essere umano ha esercitato e ancora esercita sui cambiamenti climatici.

come compensazione delle emissioni di gas serra. La Conferenza di Marrakech (COP22, battezzata la *Cop dell’Azione*) svoltasi nel novembre del 2016, rappresenta la più recente conferenza delle parti. L’obiettivo della Conferenza ha riguardato la definizione degli aspetti di implementazione dell’Accordo di Parigi coinvolgendo i paesi firmatari del Protocollo di Kyoto entrato in vigore nel 2005.

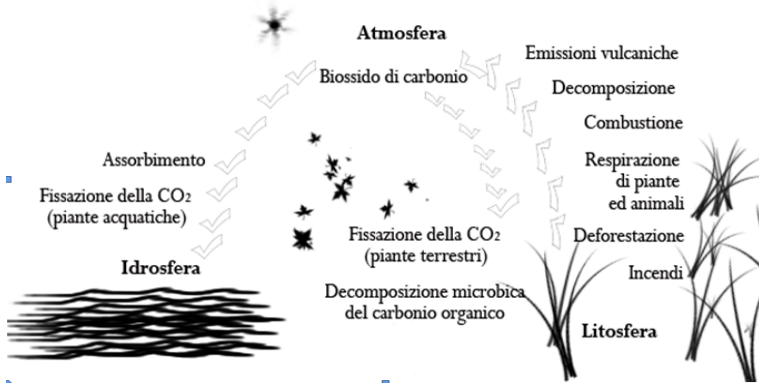


Fig. 11. Attori principali del ciclo del carbonio. Le piante utilizzano il carbonio inorganico presente nell’atmosfera sotto forma di CO_2 trasformandolo in carbonio organico; questo viene trasformato dall’attività della fauna terrestre cosicché: i prodotti intermedi della degradazione costituiscono la componente umica del suolo; il resto viene convertito nuovamente in carbonio inorganico. Elaborazione propria.

A livello globale è stato rilevato (si veda, tra gli altri, Field et al., 2004) che le variazioni di uso e di gestione del territorio stanno attualmente contribuendo a circa il 25% delle emissioni globali antropiche dovute all’alterazione del ciclo del carbonio. La biosfera terrestre ha un ruolo fondamentale all’interno del ciclo di tale nutriente: essa scambia grandi quantità di carbonio con l’atmosfera tramite le piante, che catturano grandi masse di CO_2 dall’atmosfera con la fotosintesi e ne rilasciano una quota con la respirazione. Altra CO_2 è fissata nella materia vivente di piante e animali, come anche

nella lettiera e nel suolo. L'asportazione o la sottrazione degli strati superficiali del suolo, che attraverso la sostanza organica in essi contenuta rappresentano la più grande riserva terrestre di carbonio, contribuisce direttamente ed indirettamente ad un aumento delle concentrazioni della CO₂ atmosferica. Infatti l'alterazione della capacità dei suoli di immagazzinare carbonio causata dai processi di degradazione del suolo, genera un aumento dei gas serra

L'aumento della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera durante gli ultimi cento anni rivela come le attività umane influiscono sui cambiamenti climatici e sulla capacità stessa della Terra di ristabilire i propri equilibri. L'alterazione della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera è causata da diversi fattori, quali ad esempio la sottrazione di superfici forestali a favore di modelli intensivi di agricoltura e allevamento che a loro volta implicano diminuzione della capacità di assorbimento del carbonio da parte degli ecosistemi terrestri nonché l'aumento delle emissioni in atmosfera. Gli effetti a catena provocati dai cambiamenti climatici e dall'effetto serra, riguardano ad esempio l'aumento della temperatura media, l'innalzamento del livello medio del mare, lo scioglimento dei ghiacciai e delle calotte polari e l'intensificazione della frequenza di eventi atmosferici devastanti.

La sensibilità del ciclo idrologico alla variazione della temperatura e delle precipitazioni comporterà significative modificazioni nell'umidità del suolo, nello scorrimento superficiale dell'acqua, nella portata dei fiumi e dei laghi. Questo esporrà gli ecosistemi a sostanziali cambiamenti nella disponibilità di acqua, nella qualità della stessa e nel rischio di alluvioni e siccità. Cambiamenti significativi sono attesi anche negli oceani: in particolare, riduzione

delle aree ghiacciate al Polo nord, modificazione della salinità e delle correnti, riduzione della pescosità. Molte aree costiere sperimenteranno un aumento dell'invasione delle acque marine, dell'erosione e della salinizzazione delle falde.

Il cambiamento climatico ha ripercussioni sulla stabilità degli ecosistemi provocando squilibri ed instabilità e comportando una perdita di biodiversità. I cambiamenti nella distribuzione di flora e fauna sono oggi al centro dell'attenzione da parte della comunità scientifica: come affermato da Chapin lii et al., (2000) è previsto che i cambi di uso del suolo avranno il più grave impatto globale da qui a cento anni, accompagnati dai cambiamenti climatici, dalla deposizione di nitrogeno e dall'introduzione di specie invasive.

L'attivazione del Protocollo di Kyoto ha riconosciuto a livello internazionale l'importanza delle cenosi naturali nella mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici in quanto serbatoi di carbonio. Le coperture forestali, infatti, giocano un ruolo fondamentale nella prevenzione dei fenomeni di riscaldamento globale, fissano anidride carbonica, favoriscono l'approvvigionamento delle falde acquifere, influenzano in modo determinante i cicli biogeochimici (di carbonio e azoto) e il ciclo dell'acqua. Una cattiva gestione delle foreste tuttavia, può compromettere i servizi di stoccaggio e facilitare la diffusione di incendi con conseguente emissione di anidride carbonica nell'atmosfera.

Le foreste sono la più importante fonte di servizi ecosistemici (FAO , 2010) : svolgono un ruolo decisivo nel contenere l'effetto serra, la desertificazione, la perdita di biodiversità negli ecosistemi (valore di

uso indiretto); forniscono approvvigionamento energetico di tipo rinnovabile e prodotti forestali commestibili quali tartufi e funghi (valore d'uso diretto); e costituiscono un bene fruibile dalla collettività nonché un elemento di identificazione culturale e di mantenimento degli equilibri idrogeologici (valore intrinseco). La gestione forestale, spingendosi in un approccio ecosistemico oltre la protezione di singole specie o di biotopi, interessa gli ecosistemi, il loro funzionamento e i benefici che le società umane possono trarre da questi ambienti. Come rilevato da Tomao et al. (2013) le politiche nazionali e internazionale si stanno dirigendo con lentezza in questa direzione cercando oltretutto di risolvere i potenziali conflitti tra conservazione da un lato e massimizzazione delle funzioni produttive dall'altro. Dallo studio *Global Forest Resources Assessment* (2010), condotto dalla FAO in 233 paesi attraverso l'impiego di 90 indicatori, emerge che la ricerca di un equilibrio tra uso della risorsa naturale bosco e la pianificazione e gestione delle pratiche forestali è un processo attivo. Tra gli obiettivi di una gestione forestale orientata alla salvaguardia degli ecosistemi e alla valorizzazione delle loro funzioni si inseriscono: gli interventi di ampliamento delle superfici forestali, la preservazione da fattori di disturbo, la rinaturalizzazione boschiva e l'uso produttivo.

Come affermato da Hobbs (2005) la recente storia del mondo è stata caratterizzata da un drammatico incremento dell'incidenza dei disturbi *human-induced* dal momento che utilizziamo crescenti quote di superficie terrestre, di capacità produttive e di risorse naturali (Weins e Moss, 2005). Tali disturbi oltre a determinare la perdita spesso permanente e irreversibile di suolo fertile, causano ulteriori impatti negativi, come la frammentazione del territorio, la riduzione della biodiversità, le alterazioni dei cicli idrogeologici e

varie modificazioni microclimatiche. Per tutta l'Europa meridionale, le modifiche previste dagli scenari climatici (incremento delle temperature medie annue, riduzione delle precipitazioni estive, aumento di intensità e di frequenza di forti precipitazioni) comporteranno la riduzione della disponibilità di risorse idriche, l'aumento del rischio di alluvioni, il deterioramento della qualità dei suoli, l'aumento della frequenza degli incendi, la crescita dell'erosione e la perdita di zone umide nelle aree costiere. In Italia le alterazioni del clima si trovano riflesse nella riduzione dell'estensione dei ghiacciai alpini, nel generale aumento delle temperature medio lungo tutta la penisola ed nel dilatamento dei periodi di siccità al sud, con gravi conseguenze in termini di economie locali e regionali in territori fortemente caratterizzati da tradizioni ed identità agricole. Il fenomeno della desertificazione è diventato una minaccia reale proprio in ragione dell'incidenza dei cambiamenti di origine antropica.

2.1.2. Biodiversità

Le trasformazioni indotte dall'influenza umana hanno ricadute significative sul paesaggio e sulla biodiversità: la frammentazione antropogenica legata ai cambi di uso del suolo rappresenta la più citata minaccia alla diversità genetica e specifica nel mondo (Uuemaa et al., 2013). Il progetto *Biological Dynamics of Forest Fragments Project* (BDFFP), è stato il più esteso studio sperimentale sulla frammentazione degli habitat (Laurence et al., 2002) condotto nelle foreste tropicali iniziato alla fine degli anni settanta da Lovejoy, basato sulla teoria delle isole biogeografiche (Haila, 2002). Più di trenta anni di studi hanno raccolto una enorme quantità di dati per comprendere l'effetto della riduzione e frammentazione forestale in

contesti tropicali.

Per quanto riguarda il Mediterraneo, uno studio del WWF ha portato alla realizzazione della lista dei *Global 200* quali siti di cui dedicare priorità di conservazione. Le ecoregioni sono state individuate alla fine del 1998 e aggiornate nel 2001 da David Olson ed Eric Dinerstein sulla base di due indicatori: *Biological Distinctiveness Index* ed il *Conservation Status Index*. Quest'ultimo è stato ideato per misurare il grado di alterazione e frammentazione degli habitat e i patterns spaziali dei frammenti rimanenti: l'indice mette in relazione di proporzionalità diretta i processi di frammentazione ed alterazione con l'interruzione della funzionalità dei processi naturali e con l'erosione della biodiversità (Abell et al., 2000). Le ecoregioni individuate seguendo i principi di biologia della conservazione hanno l'obiettivo di mantenere la vitalità della attraverso il mantenimento dei processi e della vitalità delle popolazioni e la conservazione di superfici non frammentate di habitat naturali sufficientemente estesi da assicurare la resilienza ai disturbi a grande scala e ai cambiamenti a lungo termine. Le ecoregioni globali (qui sotto è rappresentata la delimitazione di Dinerstein et al. 1995 citata in Olson et al. 2001) sono state definite in base i) alle peculiarità delle caratteristiche di biodiversità (specie endemiche, rarità di taxa, ricchezza di specie, presenza di fenomeni ecologici ed evolutivi inusuali ed esclusività dei tipi di habitat, ii) alle minacce alla biodiversità, allo stato di conservazione degli habitat e delle specie ed allo stato di protezione (Olson et al., 2001).

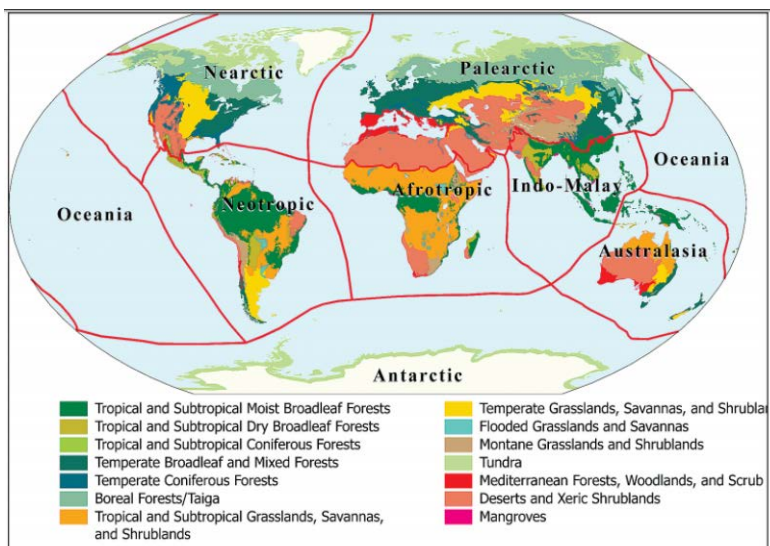


Fig. 12. Bioregioni globali. Fonte: Olson et al., 2001, p. 934.

L'ecoregione delle foreste, dei boschi e della macchia mediterranea è caratterizzata da estati secche e calde e da inverni freddi, piovosi ed umidi. Nell'insieme le cinque aree che compongono l'ecoregione mediterranea (che si trova nel Mediterraneo, nel sud ovest e centrosud dell'Australia, nel sud Africa, in una parte del Cile e della California) raccoglie il 10% delle specie vegetali terrestri. Come riportato da Olson et al. (2002) i requisiti minimi per il mantenimento della biodiversità in questa ecoregione riguardano:

- l'esistenza di blocchi di habitat naturali sufficientemente ampi per sostenere i regolari incendi in modo che le zone non percorse dal fuoco fungano da rifugio per le specie;
- esistenza di corridoi ecologici che consentano il movimento stagionale necessario per alcune specie sulla base della disponibilità di cibo;
- zone ripariali di interfaccia tra habitat terrestri, marini e fluviali di

importanza critica per la sopravvivenza di molte specie.

Cambiando scala, gli studi a livello di paesaggio che riguardano il sostegno della biodiversità sono prevalenti in molti articoli di ecologia, di storia naturale e di biologia della natura. Con il termine biodiversità si fa riferimento alla varietà degli esseri viventi e all'insieme dei processi ecologici ed evolutivi che ne supportano l'esistenza: essa è solitamente caratterizzata su quattro livelli: (i) diversità genetica, (ii) diversità di specie, (iii) diversità di comunità e, infine, (iv) diversità del paesaggio. Queste scale sono interconnesse dal momento che i processi che creano biodiversità riguardano molteplici scale spaziali e temporali.

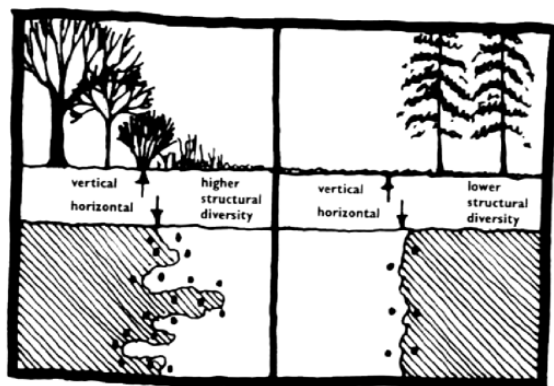


Fig. 13. Ad una maggior diversità vegetale (verticale e e orizzontale) generalmente corrisponde una maggior presenza di specie animali. Fonte: Drumstad et al., 1996, p. 28.

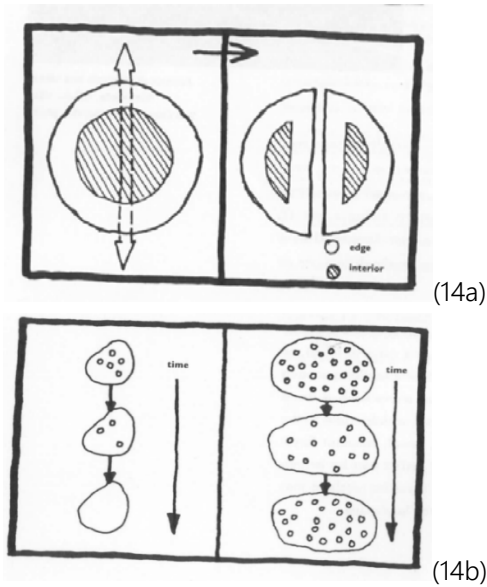


Fig. 14. Sopra, 14a: frammentazione dell'habitat (*dissection*) e riduzione dell'estensione dell'habitat interno, con effetti sulle popolazioni e sul numero di specie di importanza per la conservazione. Sotto, 13b : probabilità di estensioni associate alla grandezza delle patch. Fonte: Drumstad et al., 1996, p. 20.

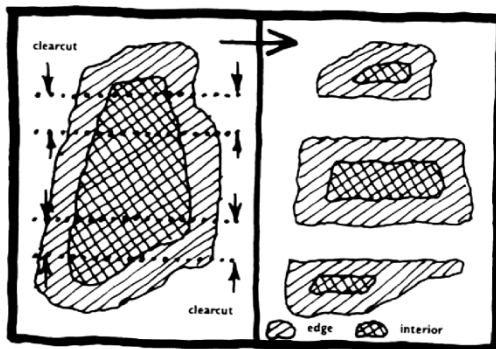
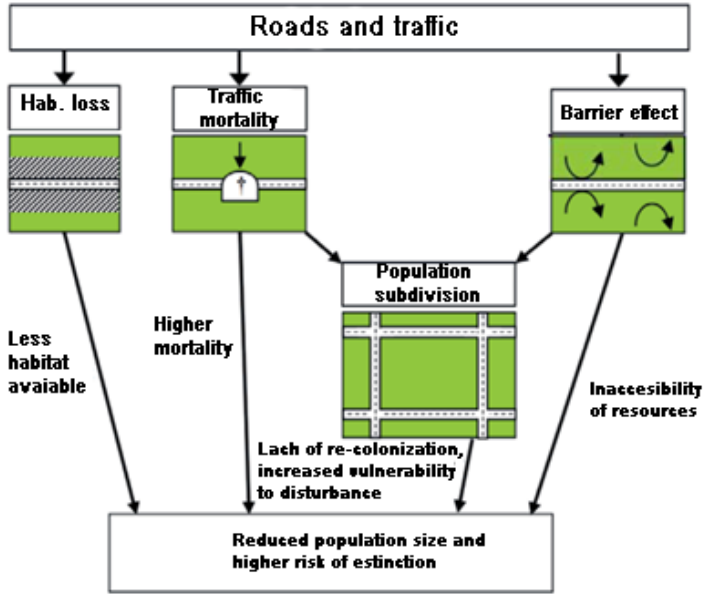


Fig.15 . Frammentazione, riduzione degli habitat interni e aumento delle aree di margine con conseguenze in termini di biodiversità. Fonte:

Drumstad et al., 1996, p. 23.

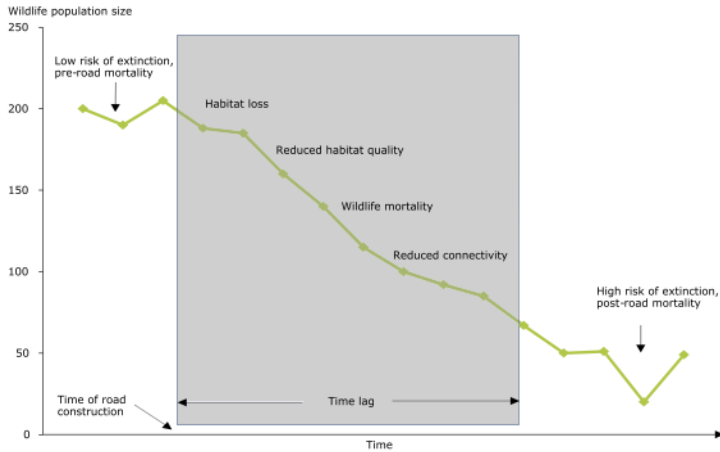
Dal punto di vista ecologico gli habitat frammentati sono notevolmente più sensibili alle minacce esterne rispetto a quelli non frammentati: i lembi o i brani di habitat relitti solitamente presentano una maggiore lunghezza perimetrale e, quindi un habitat marginale più vasto rispetto all'ambiente originario (maggior effetto marginale). La distruzione e la trasformazione degli ambienti naturali, la loro riduzione in termini di superficie e l'aumento dell'isolamento influenzano, infatti, la struttura e la dinamica di popolazioni animali e vegetali sensibili, fino ad alterare i parametri di comunità, le funzioni sistemiche e i processi ecologici. Il cambiamento di densità, temperatura, inquinamento da gas atmosferici, erosione, sedimentazione, accumulo di rifiuti, sono alcune delle alterazioni che hanno incidenza sulla distribuzione delle specie. Oltre alla perdita effettiva di habitat, una conseguenza dell'espansione degli insediamenti urbani e dell'ampliamento infrastrutturale è rappresentata dalla creazione di una matrice territoriale con un maggior numero di barriere⁶³ (architettoniche, infrastrutturali, sonore etc.) che ostacolano la dispersione delle specie.

⁶³ La funzione di queste barriere però è spesso duplice: se da una parte interrompono parzialmente o del tutto il flusso di alcune specie, allo stesso tempo possono dar luogo a corridoi biologici per altre specie marginali generaliste



(16a)

Four ecological impacts of roads on animal populations and the time lag for their cumulative effect



(16b)

Fig. 16. In alto (16a): Principali impatti ecologici della costruzione di infrastrutture sulle popolazioni animali. Sull'asse delle ascisse l'ampiezza delle popolazioni e su quella delle ordinate il tempo. Fonte : Eea-foen, 2011, p . 18. In basso (16b): effetti principali della presenza di infrastrutture di trasporto in riferimento alla fauna selvatica. Fonte: Eea-foen , 2011, p. 15.

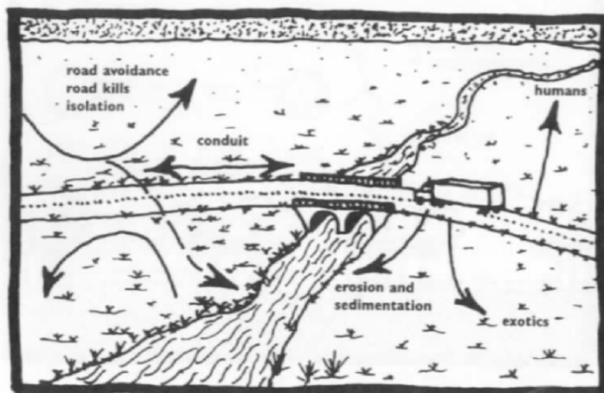


Fig. 17. Strade, autostrade e ferrovie nel paesaggio fungono: da barriere che suddividono le popolazioni di specie in meta-popolazioni; da conduttori di specie generaliste (*disturbance-tolerant*); sorgenti di erosione, sedimentazione, specie esotiche, effetti umani sulla matrice. Fonte : Drumstad et al., 1996, p. 38.

Come effetto dell'interazione tra processi e caratteristiche spaziali, gli ambienti a forte connotazione antropica facilitano la diffusione di specie invasive e generaliste. Di fatti, in generale, solo le specie più resistenti e capaci di adattarsi ad ambienti con scarse caratteristiche di naturalità sono capaci di resistere negli ambienti urbani. In ambiente periurbano tuttavia si registrano alti livelli di biodiversità, favoriti dalla presenza di piante esotiche.

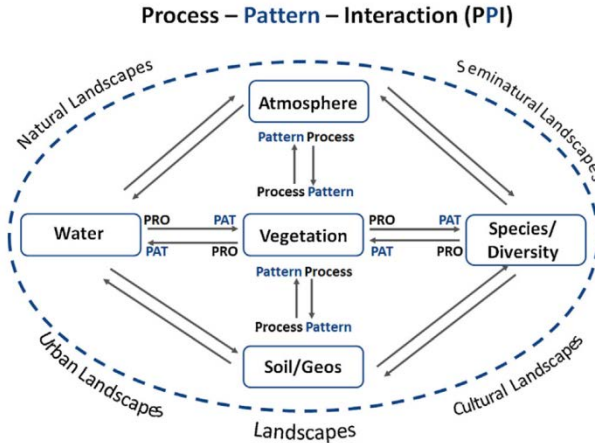


Fig. 3. Process–pattern interactions (PPI) in landscapes.

Fig. 18. Interazioni tra processi e pattern. I processi che influenzano la struttura del paesaggio sono: successioni vegetali naturali, eventi di disturbo di origine naturale (es. fuoco), attività umane, politiche legate all'uso del suolo (es. Riforme dell'Unione Europea), nuove tecnologie ed approcci umani alla produzione di cibo (Lausch et al., 2015). Fonte: Lausch et al., 2015, p. 36.

Per quanto riguarda la flora, effettivamente, è possibile distinguere in ambiente urbano: specie esotiche, quali le ornamentali o le naturalizzate da una parte e le ruderali che popolano i margini delle città dall'altra. La diffusione di specie invasive è diventato sempre più un problema ecologico ed economico che può essere affrontato solo approfondendo il tema dei flussi ecologici legati alle dinamiche spaziali del paesaggio (Wu e Hobbs, 2002). Per quanto concerne la fauna, oltre alle specie domestiche e a quelle addomesticate per l'allevamento, la fauna urbana è caratterizzata da un eterogeneo gruppo di specie opportuniste. L'offerta di alimenti provenienti dai residui organici associati al consumo umano che si producono in zone residenziali, centri commerciali, mattatoi,

poligoni industriali, discariche, depuratori, ecc risulta un attrattivo per numerose specie. I parchi e i giardini rappresentano sistemi bioproduttivi ove i processi biologici vengono tenuti sotto controllo dall'intervento umano ma dove, tuttavia, è presente almeno una minima produzione basica e primaria costituita da massa vegetale, semi, insetti, larve etc. (Espanol Echaniz, 1996).

Di seguito si farà riferimento ad alcune delle principali politiche internazionali a sostegno della funzionalità degli ecosistemi e della diversità del paesaggio attraverso una rassegna di due strategie internazionali.

2.1.2.1. Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy e Global strategy for biodiversity

L'importanza associata al paesaggio nella conservazione della natura trova espressione nella *Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy* (PEBLDS) nel 1996, promossa dalla UNEP e dal Consiglio d'Europa (Council of Europe, 1996), e ancora prima dalla Direttiva Habitat⁶⁴ del 1992. La direttiva Habitat mira alla conservazione delle specie selvatiche e del loro habitat, invitando gli Stati membri ad individuare zone speciali di conservazione e stabilire piani di gestione atti a coniugare la conservazione a lungo termine dei siti con le attività economiche e sociali, al fine di realizzare una strategia di sviluppo sostenibile (Commissione Europea, 2002, p. 15). Tra gli obiettivi principali della strategia, la creazione di una Rete Ecologica Pan-Europea (PEEN) e lo sviluppo

⁶⁴ Come rilevato da Biondi et al. (2012) la Direttiva Habitat non include disposizioni per la pianificazione e la gestione di siti o territori spazialmente e funzionalmente connessi sebbene sarebbe opportuno ampliare la rete Natura 2000 attraverso l'integrazione tra ecosistemi.

di corridoi ecologici (Jongman e Kamphorst, 2002). L'obiettivo delle reti ecologiche è quello di conservare e rigenerare i corridoi che supportano la dispersione delle specie e le *stepping stones* (Jongman et al. 2004), assegnando specifiche funzioni a differenti aree in relazione al loro valore ecologico e al loro potenziale di risorse naturali (Blasi et al., 2008). Come affermato nella '*Guidelines for the development of the PEEN*' l'obiettivo della Rete ecologica pan-europea non corrisponde necessariamente all'esclusione generalizzata delle attività umane dalla rete, ma piuttosto alla permanenza di certe forme di uso del suolo che rappresentano un contributo alla conservazione della biodiversità.

Nel 2010 la Conferenza delle Parti, con la decisione X/17 ha adottato la Strategia Globale per la Conservazione delle Piante (*Global strategy for biodiversity - GSPC*) 2011-2020. Si tratta di uno strumento flessibile, un documento di indirizzo, adottato già nel 2002 dalla COP6 e aggiornato nel 2010, che può essere sviluppato tra gli obiettivi internazionali, nazionali e regionali, adattandolo alle condizioni locali della biodiversità. La strategia ha l'obiettivo di arrestare la perdita di biodiversità attraverso la protezione della diversità a livello genetico, specifico e di comunità ed attraverso il mantenimento degli habitat e delle associazioni ecologiche. La logica alla base della GSPC è quella di far fronte al pericolo di estinzione delle specie vegetali, delle comunità e delle interazioni ecologiche (incluse quelle piante-culture/comunità umane) minacciate da fattori *human-induced* quali il cambio climatico, la frammentazione e la perdita di habitat⁶⁵, sovra-sfruttamento,

⁶⁵ Come riportato da San Vicente e Lozano (2008), l'aumento di superfici agricole e urbane e dell'uso di pesticidi, hanno comportato in Europa e in Nord America una

inquinamento. Come riportato tra le *Rationale for the Strategy* (GSPC, 2010), applicando la strategia i principali risultati attesi consistono nella possibilità: da parte delle società umane del mondo, di poter continuare a contare su beni e servizi ecosistemici offerti dalle piante (cibo, medicine, acqua pulita, mitigazione climatica, paesaggi produttivi, risorse energetiche, pulizia dell'aria); di poter utilizzare il potenziale delle piante nel loro ruolo di mantenimento della resilienza degli ecosistemi; diminuire il rischio di estinzione e salvaguardare la diversità genetica; mantenere, rinnovare e praticare le conoscenze locali basate sulla conoscenza delle piante. Nel 2014 è stato pubblicato dalla Convention on Biological Diversity (CBD) il report *Plant Conservation Report* (2014) sullo stato di attuazione degli obiettivi proposti nel 2010. Come si legge nel report, dei 16 obiettivi ⁶⁶ della GSPC, l'unico che può considerarsi sufficientemente raggiunto è il primo ossia la creazione di una flora globale online di tutte le piante conosciute. Interessante commentare che attraverso la strategia, oltre alla conservazione delle specie vegetali minacciate, si propone l'identificazione, la ricognizione e la salvaguardia dei siti d'importanza per la conservazione della biodiversità: una considerevole attenzione è quindi posta alla scala di paesaggio per assicurare la connettività e la funzionalità dei processi che sostengono la biodiversità (Brooks et al., 2006).

diminuzione degli impollinatori per via della perdita di piante native utilizzate da questi organismi.

⁶⁶ 16 *target* espressi in 5 obiettivi: 1- *Plant diversity is well understood, documented and recognized*, 2- *Plant diversity is urgently and effectively conserved*, 3- *Plant diversity is used in a sustainable and equitable manner*, 4- *Education and awareness about plant diversity, its role in sustainable livelihoods and importance to all life on earth is promoted*, 5- *The capacities and public engagement necessary to implement the Strategy have been developed*.

| | | | |
|---|--|---|----------------------|
| La biodiversità e i servizi ecosistemici, nostro capitale naturale, sono conservati, valutati e, per quanto possibile, ripristinati, per il loro valore intrinseco e perché possano continuare a sostenere in modo durevole la prosperità economica e il benessere umano nonostante i profondi cambiamenti in atto a livello globale e locale. | | | VISIONE |
| Biodiversità e servizi ecosistemici | Biodiversità e cambiamenti climatici | Biodiversità e politiche economiche | TEMI CARDINE |
| Entro il 2020 garantire la conservazione della biodiversità, intesa come la varietà degli organismi viventi, la loro variabilità genetica ed i complessi ecologici di cui fanno parte ed assicurare la salvaguardia e il ripristino dei servizi ecosistemici al fine di garantire il ruolo chiave per la vita sulla Terra e per il benessere umano. | Entro il 2020 ridurre sostanzialmente nel territorio nazionale l'impatto dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, definendo le opportune misure di adattamento alle modificazioni indotte e di mitigazione dei loro effetti ed aumentando la resilienza degli ecosistemi naturali e seminaturali. | Entro il 2020 integrare la conservazione della biodiversità nelle politiche economiche e di settore, anche quale opportunità di nuova occupazione e sviluppo sociale, rafforzando la comprensione dei benefici dei servizi ecosistemici da essa derivanti e la consapevolezza dei costi della loro perdita. | OBIETTIVI STRATEGICI |

Tab. 4. Tabella riepilogativa della Strategia Nazionale per la Biodiversità.
Fonte: Ministero dell'Ambiente del Territorio e del Mare, 2010.

2.1.3. Servizi ecosistemici del paesaggio

Come affermano Marino et al., (2014) i concetti di servizi ecosistemici e del paesaggio stanno ricevendo una crescente attenzione negli ambiti accademici. Essi costituiscono il quadro concettuale per effettuare una valutazione bilanciata delle risorse economiche, ecologiche e sociali del paesaggio. Il paesaggio, infatti, fornisce beni e servizi come quelli di regolazione dei processi ecologici, di produzione di beni materiali, di habitat per le specie, etc. Il termine *landscape services* identifica questo insieme di servizi che possono essere valutati attraverso approcci spazialmente espliciti⁶⁷ (Baró et al., 2017). L'approccio ai *landscape services* costituisce un quadro entro il quale valutare contemporaneamente gli assetti ereditati, le caratteristiche strutturali, le condizioni storico-culturali che sono difficilmente assumibili dall'approccio ecosistemico (Syrbe et Waltz, 2012).

L'eterogeneità e la configurazione del paesaggio influiscono sulla fornitura di servizi ecosistemici, sul sostegno alla biodiversità e al benessere umano. Le metriche dunque rappresentano degli indicatori dei servizi forniti dal paesaggio: l'eterogeneità è una misura chiave della biodiversità; la connettività tra habitat è una valutazione (i) della struttura del paesaggio in relazione alla capacità di mantenimento delle popolazioni e (ii) della capacità del paesaggio di fornire servizi ricreativi (Syrbe et Waltz, 2012).

Nel passaggio dall'epoca industriale a quella post-industriale,

⁶⁷ Mentre approcci spazialmente espliciti sono stati più frequentemente adottati in relazione all'offerta di servizi ecosistemici, questi sono stati meno applicati alla domanda (Baró et al., 2017).

l'umanità ha raggiunto un punto di svolta cruciale nei suoi rapporti con la natura (Naveh, 2000). L'azione della specie umana determina nuovi corsi dei processi naturali: il concetto di Antropocene si riferisce a tale ampiezza dell'intervento umano⁶⁸ (Haberl et al., 2013). I fattori politici, culturali e socio-economici, ossia i comportamenti e gli stili di vita della società umana, hanno un riflesso concreto nell'evoluzione dei paesaggi e dell'uso del suolo. Assumere una concezione quanto più possibile olistica e orientata al futuro sembra, dunque, l'unica via percorribile per affrontare le sfide odierne. Dal momento che gli umani, al pari degli altri animali, dipendono dai servizi ecosistemici (o semplicemente dalla natura) per cibo, acqua, e altri aspetti altrettanto importanti, il cambiamento delle condizioni ecologiche che ha scaturisce dall'azione antropica finisce per avere effetti sulla salute e sul benessere degli esseri umani (Alberti et al., 2011) stessi e del resto delle specie.

L'urbanizzazione influenza significativamente il funzionamento locale e globale dei sistemi ecologici e dei servizi forniti alle specie animali (incluso l'essere umano). Lo sviluppo urbano infatti frammenta, isola e degrada gli habitat naturali, introduce interruzioni nei sistemi idrologici, semplifica e omogenizza la composizione di specie, modifica il flusso di energia e il ciclo dei nutrienti (Alberti et al., 2003). Da un punto di vista ecologico, lo sviluppo urbano interessa la struttura delle patch alterandone la grandezza, la forma, l'interconnessione e la composizione. Diverse

⁶⁸ Più avanti, nel paragrafo 1.3.1, si vedrà come l'indicatore HANPP, in quanto misura dell'impatto delle attività umane sulla produttività degli ecosistemi, è stato impiegato per avvalorare la tesi dell'entrata nell'era dell'Antropocene. Come spiegato da Harbel et al. (2013) il livello globale dell'HANPP al 2000 risulta corrispondere ad un quarto della produttività naturale netta decretando il ruolo delle attività umane quale più grande forza della natura.

configurazioni della struttura urbana implicano *alternative outcomes* (Alberti, 2011) nell'organizzazione spaziale delle *patch* e, quindi, differenti effetti sul funzionamento dell'ecosistema⁶⁹.

Da uno studio di Baró et al. (2017) sull'analisi congiunta della domanda e dell'offerta (potenzialità e bisogni della società) di servizi ecosistemici (valutati attraverso gli indicatori riprodotti nella Fig. 18) lungo i gradienti urbani-rurali nella Regione Metropolitana di Barcellona risulta quanto rappresentato nella figura qui sotto. I risultati mostrano che la copertura del suolo e le condizioni socio-ecologiche danno forma ai pattern di domanda e offerta di SE nell'RMB.

| ES | Indicator/proxy | Quantification unit |
|---|--|---|
| Food provision (provisioning) | Crop production (supply) | kg edible crop production ha ⁻¹ year ⁻¹ |
| | Livestock production (supply) | Livestock units km ⁻² year ⁻¹ |
| | Population density (demand) | Inhabitants ha ⁻¹ |
| Global climate regulation (regulating) | Carbon sequestration (supply) | kg C ha ⁻¹ year ⁻¹ |
| | Carbon emissions (demand) | kg C ha ⁻¹ year ⁻¹ |
| Air purification (regulating) | NO ₂ dry deposition velocity (supply) | mm s ⁻¹ ha ⁻¹ |
| | NO ₂ concentration levels (demand) | µg NO ₂ m ⁻³ (annual mean) |
| Erosion control (regulating) | Erosion control capacity (supply) | Dimensionless index (0-5) |
| | Soil loss potential (demand) | Dimensionless index (0-3) |
| | | |
| Outdoor recreation (cultural) | Recreational potential (supply) | Dimensionless index (0-1) |
| | Recreational demand (demand) | Dimensionless index (0-5) |

Fig.19. Indicatori proposti per studiare I servizi ecosistemici da Baró et al., 2017. Fonte: Baró et al., 2017, p. 4.

⁶⁹ Le metropoli differiscono dagli altri ecosistemi per diversi motivi: input di materiali ed energia e output di residui ed emissioni; mancanza di integrazione tra habitat/patch ed invasione di specie; microclima, idrologia e suolo.

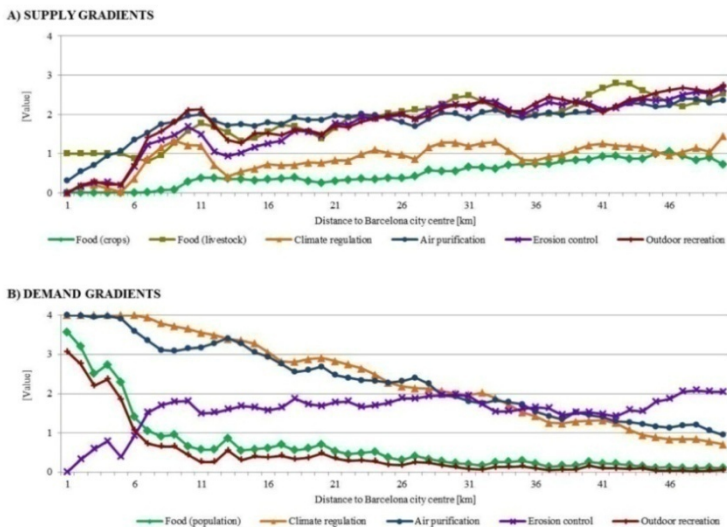


Fig. 20. Rappresentazione grafica biplot⁷⁰ dell'analisi delle componenti principali (PCA) per gli indicatori di domanda e offerta ES e il loro rapporto con le strategie di pianificazione territoriale (PTMB). Fonte: Baró et al., 2017, p. 9.

Le tipologie di municipi raggruppati per domanda e offerta di SE sono: *urban core*, *cropland*, *forestland*, *suburban nodes*, *periurban green*. Dal punto di vista dell'approccio "*land sharing*" versus "*land sparing*" risulta che i primi tre seguono principalmente un modello di *sparing landscape* conservando un tipo predominante di copertura del suolo. Al contrario gli ultimi due gruppi seguono configurazioni spaziali di tipo *sharing* consistente in un mix di coperture del suolo.

⁷⁰ Il Bi-plot è una tecnica grafica (plot) per rappresentare insieme nel piano sia le variabili che le unità di una matrice dei dati metrici.

2.1.3.1. Produzioni agricole di prossimità e agricoltura periurbana

Il tema dell'agricoltura urbana e peri-urbana emerge come elemento strategico di gestione degli spazi aperti della metropoli contemporanea, in un'ottica di riequilibrio territoriale tra ambiti rurali ed urbano. I territori peri-urbani hanno sperimentato, negli ultimi decenni, un sensibile aumento delle loro estensioni, creando aree che non sono né urbane né rurali ma che, tuttavia, acquisiscono i caratteri fondanti di entrambe le tipologie territoriali (Galli et al., 2010; Salvati, 2016). La recente e continua crescita di questi territori, come conseguenza della loro particolare localizzazione geografica, dà luogo ad interazioni socio-economiche ed interdipendenze spaziali soggette a rapida evoluzione, che possono stimolare gli agricoltori, principali attori di questa trasformazione latente, a sperimentare diverse pratiche di gestione delle terre.

La definizione che la FAO (2007) fornisce per l'agricoltura urbana e periurbana fa riferimento a quelle pratiche agricole svolte all'interno e intorno alle città, che forniscono beni e servizi che possono soddisfare le richieste della popolazione urbana. Assolvendo a molteplici funzioni legate alle dimensioni sociali, economiche, ambientali, ecologiche e simboliche, le attività di coltivazione in aree urbane e peri-urbane costituiscono un effettivo contributo in termini di (i) gestione e pianificazione della sostenibilità, (ii) resilienza ai cambiamenti climatici, (iii) salvaguardia e presidio del territorio, (iv) nonché di valorizzazione del potenziale sociale, ambientale ed economico offerto dagli spazi aperti.

Negli ultimi decenni in molte aree metropolitane si assiste in vario

modo a una rivitalizzazione o lento recupero delle pratiche agricole tradizionali, cui si accompagna la salvaguardia del paesaggio e la sperimentazione di nuove relazioni tra gli abitanti e il proprio contesto di vita urbano e peri-urbano. Citando Magnaghi (2010) assistiamo alla crescita di "energie da contraddizione che ovunque stanno reagendo alla de-territorializzazione dei mondi di vita, ricostruendo legami affettivi con i luoghi, prendendosene cura, ricostruendo spazi pubblici, comunità, autogoverno locale, in un processo di crescita della coscienza di luogo" (Magnaghi, 2010, p., 76).

Le iniziative legate alle attività agricole, di orticoltura e giardinaggio, andando oltre la sola produzione di beni (cibo e fibre tessili naturali) cui erano ascrivibili tradizionalmente, sono ricche di valori sociali oltre che economici e ambientali: attraverso la realizzazione di progetti legati alle aree verdi interne alle città e ai margini di queste, si trovano spazi per soddisfare il desiderio di naturalità e ruralità che pervade i cittadini metropolitani odierni, i quali trovano nell'agricoltura multifunzionale un luogo in cui svolgere attività di svago, didattiche e aggregative. Oltre a produrre paesaggio ricreativo, l'agricoltura contribuisce a creare impiego, servizi sociali e culturali, costituendo di fatto un'opportunità per la creazione di reddito e/o per l'autoconsumo, soprattutto per le fasce disagiate. L'agricoltura urbana, indicata dalla FAO come una *via d'uscita dalla povertà*, diffusa già durante le guerre come mezzo di sostentamento per le fasce di popolazione svantaggiate, sostiene storicamente la sicurezza alimentare e l'autoconsumo. L'agricoltura urbana assume forme e ruoli diversi a seconda dei rapporti che si stabiliscono tra le nuove realtà urbane. Prendendo in considerazione Jouve e Padilla (2007) in uno studio sull'agricoltura

peri-urbana nel Mediterraneo, possono essere riconosciute diverse tipologie: agricoltura produttiva professionale, agricoltura familiare specializzata, agricoltura di necessità e agricoltura multifunzionale. Le modalità di produzione agricola sono decisive per la funzionalità ecologica e dunque per il benessere umano in tutte le sue dimensioni. Attualmente l'interesse emergente verso questo fenomeno è legato ad un insieme di aspetti, tra cui la richiesta di qualità e di trasparenza rispetto ai prodotti consumati quotidianamente dalle popolazioni urbane appare particolarmente rilevante. Il sostegno alle filiere corte, rintracciabile nella fioritura di Gruppi di Acquisto Solidale (GAS) e di mercati locali, costituisce un elemento di successo sia in termini ambientali che economici, contribuendo indirettamente a ridurre le emissioni di carbonio da un lato e i costi di distribuzione dall'altro.

Lo spopolamento che caratterizza le aree rurali ed il conseguente aumento della popolazione nelle aree metropolitane, pone in risalto il portato dell'agricoltura urbana rispetto alla capacità di provvedere un giusto accesso a cibo adeguato, fornendo alimenti locali freschi e contribuendo al mantenimento di popolazioni sane (Opitz et al., 2016). Il tema dell'agricoltura urbana e peri-urbana è legato intimamente a quello della sicurezza alimentare. La gestione agricola degli spazi verdi dovrebbe svolgere attualmente un ruolo di rilievo nelle politiche territoriali delle città in quanto strumento utile a limitare l'espansione urbana e a contribuire efficacemente in termini di sostegno alla biodiversità. Da essere considerati ambiti privi di rilevanza, le aree aperte e i vuoti urbani tornano ad acquistare importanza nell'ottica della gestione sostenibile del territorio. La creazione di cinture verdi urbane e di parchi agricoli rappresenta un'opportunità per la creazione di reti multifunzionali

godibili dalle popolazioni locali. A livello europeo, il passaggio sancito dalla Convenzione Europea del paesaggio (2000) da una concezione essenzialmente estetica ad una nozione del paesaggio come elemento fondamentale del patrimonio culturale e naturale – e dunque base del benessere sociale ed individuale delle popolazioni – ha acceso i riflettori sulla necessità di salvaguardare e gestire gli spazi agricoli dando possibilità ai territori di creare reddito e di presidiare il territorio.

A determinare l'abbandono del paesaggio agricolo tradizionale e l'accrescimento delle aree urbane sono stati i cambiamenti socio-economici che hanno coinvolto le regioni Mediterranee, sebbene in modo eterogeneo, a partire dal secondo dopoguerra. Le piccole imprese sono state sfavorite dal mercato non potendosi adattare ai processi di industrializzazione della produzione e alla specializzazione produttiva richieste. La marginalizzazione del mondo agricolo ha portato a due effetti contrastanti: da una parte è stato registrato negli ultimi decenni un ampliamento delle superfici forestali (Marchetti et al., 2018), e dall'altro si è assistito alla perdita permanente di suolo fertile soprattutto a causa dell'espansione urbana metropolitana. Di fronte a tali cambiamenti è richiesto un nuovo rapporto tra città-campagna. L'agricoltura peri-urbana si presta a progetti di interesse pubblico, avendo essa stessa la capacità di costituire parte di più ampie infrastrutture naturali di interesse pubblico (Donadieu, 2006) caratterizzate da una prospettiva territoriale. In tema di fornitura di beni pubblici da parte dell'agricoltura, va rilevato che nel corso degli ultimi decenni, il processo di offerta è cambiato a seguito dell'evolversi della domanda (Nazzaro, 2008). In tal senso, le stime sull'incremento demografico che interesserà la regione Mediterranea nei prossimi

anni, unite al fenomeno migratorio in continua crescita, riflettono la necessità di approfondire i temi della sicurezza alimentare e del rapporto tra mondo agricolo e città.

La struttura delle città Mediterranee è in rapida evoluzione ed è largamente caratterizzata da spontaneità e disorganizzazione, densificazione delle frange peri-urbane ed aumento della popolazione nelle zone limitrofe al centro città (Salvati, 2012). In questo contesto si ridefiniscono i tradizionali rapporti tra mondo urbano e mondo rurale. Nell'arco di mezzo secolo la popolazione del Mediterraneo sarà passata da meno di 300 milioni di abitanti del 1970 a più di 500 milioni nel 2020. La dinamica demografica che sta interessando l'area Mediterranea – non ultimo il fenomeno migratorio – inserisce il tema dell'agricoltura nel dibattito contemporaneo sull'aumento della povertà urbana, sulla sicurezza alimentare e sulla progettazione delle città sensibile al tema della non rinnovabilità e quindi della esauribilità di alcune risorse naturali.

L'agricoltura urbana e peri-urbana contribuisce alle strategie sostenibili di pianificazione delle città metropolitane, costituendo un bene comune utile non solo a fini alimentari ma anche nei processi di inclusione sociale e lotta alla povertà. Insieme alla pianificazione strategica, il progetto degli spazi aperti riveste un ruolo importante a scala metropolitana ma anche locale, contribuendo ad arginare la metropolizzazione dei territori e a progettarne di più abitabili e vitali (Magnaghi e Fanfani, 2009). Tuttavia, nei contesti peri-urbani insistono molteplici minacce quali, ad esempio, l'inquinamento delle acque e del suolo per via della prossimità di attività non compatibili con quelle agricole. In questo senso, il semplice sostegno economico alle imprese agricole non è sufficiente se non è inserito

in una diffusa e corretta gestione degli ambienti naturali, delle loro risorse, della loro biodiversità e all'interno di un contesto che favorisca gli agricoltori e la permanenza delle peculiarità agricole nei territori. L'avvenuta rottura delle tradizionali relazioni tra mondo urbano e rurale derivante dalle nuove modalità insediative ha generato l'esigenza di riequilibrare i due ambiti, profondamente cambiati e in continua evoluzione, facendone dei soggetti dialoganti e vitali (Bonafede e Canale, 2015).

L'agricoltura, con particolare riferimento a quella multifunzionale, creando degli spazi di raccordo-confronto tra le esigenze dei territori, riveste infatti un ruolo di rilievo anche a livello di pianificazione territoriale (Magnaghi e Fanfani, 2009). Con l'introduzione del concetto di impresa agricola multifunzionale sono entrate a far parte delle attività agricole anche quelle orientate alla fornitura di servizi, ivi comprese attività di ricezione ed ospitalità, di valorizzazione del territorio, del patrimonio rurale e forestale. Oltre ad essere la residenza e la fonte di autoconsumo degli agricoltori, le aziende agricole offrono servizi specifici per le popolazioni urbane, rispondendo al bisogno di spazi aperti con un ventaglio di opportunità diverse (Henke et al., 2014).⁷¹

Le politiche agricole peri-urbane sono oggi profondamente rinnovate da tre grandi movimenti: la sostenibilità urbana, la questione alimentare e un ritorno, ancorché lento, all'economia territoriale (Bonnefoy, 2014). In questo contesto, tuttavia, il paesaggio rurale mediterraneo, caratterizzato da una ricca

⁷¹ Questa parte è stata in parte estratta dall'articolo scritto dalla sottoscritta dal titolo "Agricoltura metropolitana: dinamiche socio-demografiche, crescita urbana e relazione cibo-città nel Mediterraneo" pubblicato sul Bollettino della società geografica italiana.

biodiversità culturale e naturale, frutto di interazioni millenarie tra uomo e natura, ha subito nel corso dell'ultimo secolo delle importanti modificazioni. L'espansione delle aree urbane ha modellato e dato nuova forma al rapporto tra città e campagna e ai paesaggi che hanno sperimentato, nel tempo, queste interazioni. L'espansione urbana e la conservazione del paesaggio di frangia, sono attualmente fenomeni con rilevanti implicazioni sia socioeconomiche, che territoriali ed ambientali. La conservazione ed il recupero del paesaggio agrario nelle frange urbane in rapida evoluzione, costituisce uno degli strumenti riconosciuti recentemente come elementi chiave di una pianificazione integrata dei territori metropolitani.

A dare impulso all'espansione delle aree metropolitane mediterranee è stata la rapida crescita demografica dell'ultimo cinquantennio. Insieme con la trasformazione socioeconomiche e politiche sfavorevoli verso gli agricoltori hanno prodotto un generale abbandono delle campagne ed un'inedita crescita delle aree urbane. In questo contesto le regioni peri-urbane sono state quelle che hanno registrato una maggiore crescita di popolazione in Grecia, Italia, Spagna e Turchia (Salvati, 2016). I processi di diffusione urbana che hanno interessato le città mediterranee, hanno contribuito alla frammentazione delle superfici forestali e alla degradazione dei terreni agricoli nelle aree collinari e di pianura, alterando i tradizionali gradienti urbano-rurali.

Nei paesaggi urbani e peri-urbani contemporanei tuttavia, si registrano cambiamenti che raccontano un riavvicinamento alla terra ed una rivalutazione del valore nell'uso che si fa del suolo. I processi che interessano attualmente il settore agricolo in ambiti

urbani e peri-urbani riflettono le modificazioni che l'agricoltura elabora nelle sue nuove forme, nel paesaggio e nella produzione di nuovi servizi legati all'ospitalità, alla ricezione e all'offerta di servizi per i cittadini. L'organizzazione dell'agricoltura, infatti, plasma l'offerta di prodotti e servizi intorno alla domanda urbana che non necessariamente si limita ai prodotti agro-alimentari, ma che bensì si fa portatrice di contenuti sociali ed ambientali, con creazione di impiego, di possibilità didattiche e culturali. All'interno degli spazi urbani, la coltivazione di aree abbandonate pubbliche e private riflette una nuova dimensione nella cura degli spazi di vita quotidiani, che non necessariamente devono rispondere a necessità alimentari, ma anche di rigenerazione urbana, di svago e ricreative: orti urbani, aree trasformate in orti-giardini comuni, con attrezzature a costo zero per il tempo libero, stabiliscono nuove relazioni sociali, creando nuovi spazi di interazione tra cittadini ed il contesto ambientale.

La diffusione di nuovi modelli d'utilizzo del suolo urbano e peri-urbano si riscontra nella moltitudine di realtà e progetti esistenti in tutto il panorama europeo i quali rivelano, da una parte, la volontà delle comunità metropolitane di farsi protagoniste della gestione delle aree verdi comprese all'interno delle matrici urbane, e dall'altra, una determinata ed efficace attenzione nei confronti della limitazione del consumo di suolo. Diversi gli esempi europei di attivazione di processi legati alla gestione attiva degli spazi aperti in disuso: a Berlino, il *Prinzessinen Garten* è il risultato della sottrazione di uno spazio pubblico ad un processo di privatizzazione, che ha visto una partecipata mobilitazione della comunità locale. L'area situata nel centro di Kreuzberg, si estende su 6.000 m². Si tratta di uno spazio pubblico che non percepisce finanziamenti di alcun

genere ma che, al contrario, si autosostiene con la vendita degli ortaggi ivi prodotti e con il ristorante. È uno spazio dedicato all'orticoltura urbana (libera da pesticidi e sostanze chimiche) e alla creazione di spazi di socializzazione: sono presenti una caffetteria ed un ristorante che trasforma gli ortaggi prodotti, una zona gioco per i più piccoli, un'area per l'apicoltura, una biblioteca su tematiche ambientali. Situandosi in un quartiere fortemente multietnico (con migranti provenienti dal Mediterraneo, dai Balcani, dall'Asia, Africa e Latino America) l'orto riflette la grande varietà di cui si compone il suo intorno: le sementi vengono riportate dagli abitanti di ritorno da viaggi nelle loro terre di origine, aumentando così la diversità delle specie coltivate ed il legame tra questo luogo e la collettività. I lotti di terra non sono assegnati e fissi, ma vengono co-gestiti in modo spontaneo dai fruitori degli orti. In maniera collettiva ed autonoma vengono realizzate piantumazioni, irrigazione degli orti, suddivisione dei frutti e degli ortaggi. La coltivazione viene realizzata anche in fioriere mobili in modo da poter aprire il progetto ad iniziative di *guerrilla gardening* nella città.

Nel rivolgere l'attenzione ai paesi europei le realtà dell'agricoltura metropolitana sono varie e diversificate ma essenzialmente riflettono un comune slancio verso una gestione ecologica e sociale degli spazi aperti urbani. In Francia, ad esempio, attraverso la mobilitazione della società civile l'agricoltura di prossimità rappresenta una posta in gioco sociale (Bonnefoy, 2014). Sono numerosi, e spesso politicizzati, i movimenti e le associazioni (come *Terres de Liens* o *Terres du Lac*) che si fanno carico di un approccio basato sui temi dell'agricoltura contadina, della prossimità e sul supporto alla creazione di progetti legati all'agricoltura in aree periurbane. *Terres de Liens*, ad esempio, presente su tutto il territorio

nazionale, è un'associazione che si occupa di favorire l'accesso alla terra ai proponenti di progetti, a partire dalla ricerca dei terreni. In secondo luogo l'associazione si adopera per sostenere il progetto e per creare le condizioni di un riavvicinamento tra mondo urbano e mondi agricoli, coltivando nelle comunità locali la questione della conservazione dei terreni agricoli, del biologico e del consumo di prossimità.

In conclusione, il fenomeno dell'agricoltura urbana e peri-urbana rivela la multi-dimensionalità delle attività agricole ed extra-agricole che stanno interessando gli spazi aperti delle città Mediterranee. La presenza di agricoltori in contesti metropolitani, oltre a riflettere un cambiamento nella distribuzione spaziale dell'agricoltura, riflette un avvicinamento della società civile alle questioni ambientali e rurali, cui fa seguito la rivitalizzazione del settore primario con la sperimentazione di nuove forme di relazione tra abitanti e coltivatori. Dagli orti urbani agli orti comuni, passando per la rigenerazione di spazi degradati fino alle aziende agricole professionali e a quelle multifunzionali, la vivacità di esperienze nelle città di Roma, Barcellona ed Atene riflette un rinnovato interesse per le attività di cura e presidio del territorio sia su iniziativa delle comunità locali che attraverso iniziative istituzionali. La realtà dell'agricoltura peri-urbana, mostrandosi particolarmente variegata, si compone di interventi a basso costo pensati per gestioni transitorie di spazi interclusi in città, fino a progetti a scala più grande, che riguardano la pianificazione delle aree metropolitane. Il ritorno alla terra e la gestione degli spazi aperti da parte di associazioni, gruppi informali ed agricoltori professionali sono descrivibili come percorsi di ri-territorializzazione ossia di valorizzazione del territorio, arrivando ad assumere attualmente

particolare valore in relazione alle valenze ambientali, economiche e sociali cui si accompagnano.

2.2. Progettualità legate al recupero di spazi aperti e della connettività nel contesto del Mediterraneo europeo

Nei seguenti paragrafi verranno presentati alcuni casi in cui le progettualità realizzate in diversi contesti del mediterraneo settentrionale hanno avuto l'obiettivo esplicito di recuperare connettività e spazi aperti. Una premessa sulle teorie della pianificazione ecologica del paesaggio, tuttavia, risulta necessaria.

Con l'intento di definire un modello di osservazione e di attuazione che definisca "il posto che la natura occupa nel mondo degli esseri umani", l'architetto del paesaggio Ian Mc Harg alla fine degli anni sessanta nel libro *Design with nature* aveva messo in discussione l'antropocentrismo che caratterizza il mondo occidentale: in particolare proponeva di discuterne i valori imperanti e di dedicare una maggior attenzione e sforzo "per riunire i dati necessari, analizzarli e contribuire a risolvere le questioni" alle quali la società attuale si trova a far fronte. Il contributo principale di *Design with nature* consiste nel proporre un modello di studio dei territori sottoposti a modificazione per esigenze di sviluppo (es. costruzione di un'autostrada/espansione residenziale nelle aree metropolitane) attraverso la presa in considerazione dei valori sociali (intesi come commistione tra processi sociali e naturali) che sussistono in ciascun mosaico interessato da progetti di sviluppo.

Gli ambiti naturali e seminaturali sono concepiti da McHerg come sistemi interattivi in cui l'alterazione di una parte può

compromettere l'insieme del sistema: il modo in cui viene gestita la terra influisce retroattivamente sulla risorsa acqua, rendendo esplicito il legame inscindibile tra i processi legati all'acqua dolce con l'uso del suolo. Prendendo ad esempio l'urbanizzazione, afferma l'autore, questa induce conseguenze sia in termini di scorrimento superficiale, di infiltrazione e ricarica delle falde acquifere, di erosione del suolo che di sedimentazione.

McHarg propone di risolvere le questioni che interessano la società attuale attraverso la *conoscenza* dei processi naturali che intervengono in ciascun luogo. Evitare che l'installazione di una nuova industria, ad esempio, produca un maggior inquinamento nelle aree urbane dovrebbe prevedere la conoscenza dei processi naturali delle conche aeree e dei venti dominanti che intervengono in ciascun territorio.

Quanto affermato da McHarg nei precedenti passaggi può essere ritenuto la base del *Landscape Urbanism* (LU), branca della *landscape ecology* diffusasi in ambito anglosassone grazie all'architetto del paesaggio Charles Waldheim⁷² e che focalizza i propri sforzi di ricerca sullo studio delle relazioni fra attività umane e paesaggio naturale. Il LU, afferma Waldheim in *On Landscape, Ecology, and Other Modifiers to Urbanism* (2010), emerge come

⁷² Come afferma Waldheim in un'intervista rilasciata a Scenario Journal nel 2011 "One of the more interesting areas for research for landscape urbanism today is the question of energy, resource extraction, production, and flows in relationship to urbanism. From its origins, landscape urbanism aspires to build an understanding of urbanism in which the ecological forces and flows that support urbanism are considered as part of the city [...] Our challenge is to find models in which both the questions of sustainability and the renewability of energy sources can be explored, while also looking to reform and improve the global systems of production and distribution".

disciplina critica dell'*urban design* tradizionale poiché incapace di includere considerazioni di tipo ecologico ma di essere piuttosto orientata allo sviluppo di una cultura del disegno asservita alle necessità dello sviluppo urbano.

Attraverso l'approccio del *Landscape Urbanism* nell'urbanistica contemporanea il paesaggio prende il posto dell'architettura, (Waldheim, 2006; Thoren, 2007): mentre l'urbanistica tradizionale, afferma Steiner (2001) si è sempre e unicamente occupata dell'ambiente costruito lasciando le aree verdi ad un ruolo marginale⁷³, il *landscape urbanism* di Wadheim prende forma dalla cultura dell'*urban design* intrecciandola con la visione ecologica di McHarg. Nella tradizione anglosassone l'intreccio, particolarmente sentito, fra ecologia, paesaggio e disegno urbano è alla base di una cospicua tradizione di ricerca interdisciplinare. Come afferma Chiesa (2013) tramite questo approccio è possibile sperimentare letture e interpretazioni dei caratteri dinamici di multi-temporalità e di prossimità multipla dell'ecosistema urbano contemporaneo quale importante teatro di scambio di energie e relazioni molteplici.

Per fare riferimento ad alcuni esempi di progetti realizzati adottando la prospettiva del LU, Steiner (2001) propone due casi: quello del progetto del Fresh Kills Competition di New York e quello dell'High line di New York. Nel primo caso si tratta di un intervento di recupero ed *ecological restoration* (si veda a tal proposito 2.2.4) della discarica di calcinacci (derivanti dall'abbattimento delle torri gemelle) e nel secondo caso della creazione di una fascia verde sulla sopraelevata in disuso.

⁷³ Ruolo marginale che vede gli spazi verdi ridotti a funzioni di ornamento o semplicemente quali aree relitte che sono state scartate dall'edificazione

Nell'articolo *Landscape ecological urbanism: Origins and trajectories* (2001) Steiner presenta la disciplina del *Landscape ecological Urbanism* quale figlia del LU e dell'*Urban Ecology*. Quest'ultima rappresenta la disciplina iniziata da Forman e Godron che, sulla base di osservazioni scientifiche mette in relazione l'ecologia del paesaggio e la pianificazione. In definitiva tuttavia, come afferma Steiner, i casi applicativi delle qui esposte discipline sono pochi, lasciando i concetti elaborati dagli ecologi, urbanisti, architetti del paesaggio delle suddette discipline sul piano teorico.

In Europa secondo Donadieu (2006) abbiamo degli esempi di *landscape urbanism* nel recupero dei *brownfield* abbandonati. Altri esempi sono presenti nei risultati del progetto di ricerca BURAN del 2016 (Martinat et al., 2018). Dal punto di vista di un urbanista quale Francesco Indovina, tuttavia, c'è il pericolo che tali interventi possano essere ascritti a quella che lui stesso chiama "*La città occasionale*"⁷⁴ ossia quella città ove l'opera da realizzare finisce per essere rilevante non dal punto di vista funzionale, della sua necessità (in questo caso di recupero ecologico di spazi dismessi) ma solo per ciò che mette in moto.

2.2.1. Restoration ecology

Le modificazioni umane hanno portato in molti casi ad aumentare la degradazione dei componenti degli ecosistemi comportando

⁷⁴ Un esempio significativo di *città occasionale*, così come definita da Indovina, è quello che viene generato da un vuoto urbano o un evento (es. esposizioni internazionali, manifestazioni sportive, ecc.). "Gli stessi eventuali progetti di risanamento " afferma Indovina "diventano un'occasione [...] per utilizzare risorse pubbliche, per mettere in moto processi di valorizzazione (es. espulsione-ricambio di popolazione), per attivare processi speculativi, magari, per tangenti" (Indovina, 2012, p. 121).

declino del valore degli ecosistemi, sia in termini produttivi che per propositi di conservazione (Weins e Moss, 2005). Parallelamente si è andata sviluppando la consapevolezza di un necessario arresto o inversione di tendenza nei fenomeni di degradazione e, di riflesso, dell'importanza della rigenerazione o riparazione degli ecosistemi danneggiati. Nel contributo di Hobbs "Restoration ecology and landscape ecology" (2005) lo scienziato ambientale delinea i recenti sviluppi nel campo della rigenerazione ecosistemica mettendo in risalto i legami con l'ecologia del paesaggio. In accordo con Allen (2003) i termini che si incontrano nel campo della *restoration ecology* riguardano la rigenerazione, la riabilitazione, la reclamazione, la ricostruzione e la ricollocazione. Similmente al concetto di resilienza, la rigenerazione (*restoration*) si riferisce a riportare un sistema degradato allo stadio precedente la degradazione; la riabilitazione (*rehabilitation*) riguarda gli sforzi volti a sviluppare una sorta di sistema protettivo; mentre la ricollocazione (*reallocation*) concerne lo spostamento da un luogo all'altro, ecologicamente più produttivo, di un ecosistema danneggiato.

Gli obiettivi degli interventi e le tecniche differiscono in base ai diversi casi di *restoration ecology*. Come afferma Allen (2003) le finalità possono essere diverse e dipendere dal grado di perturbazione o dalla necessità di conservazione delle specie e degli habitat locali. In generale l'obiettivo di questi interventi è quello di restituire agli ecosistemi compromessi delle coperture che siano protettive, produttive, esteticamente piacevoli o rilevanti in termini di conservazione. Alcuni esempi riportati da Hobbs (Weins e Moss, 2005) riguardano:

- il miglioramento delle proprietà chimiche e fisiche di cave al fine di consentire il ritorno della vegetazione;

- interventi per invertire i processi di erosione del suolo e i problemi di salinizzazione in suoli produttivi (agricoli o forestali);
- aumento della conservazione della natura in paesaggi protetti disturbati da (i) introduzione di bestiame, (ii) specie invasive di piante, animali e patogeni, (iii) inquinamento, (iv) frammentazione;
- per rigenerare i processi ecologici a scale larghe di paesaggio o a scale regionali. Come già detto, la protezione di singole aree non è risulta efficace in termini di conservazione della biodiversità nel lungo periodo.⁷⁵

Le caratteristiche dell'ecosistema che devono essere comprese tra gli obiettivi di rigenerazione ecologica sono : le specie presenti e la loro abbondanza relativa (composizione); la disposizione verticale e le componenti del suolo (struttura); disposizione orizzontale delle componenti del sistema (pattern); l'insieme della composizione e del pattern (eterogeneità); l'efficacia dei processi ecologici di base legati ad acqua, trasferimento di nutrienti ed energia (funzione); dispersione di semi, impollinazioni e processi simili (interazioni tra specie); processi di successione (dinamiche) e recupero da disturbo (resilienza).

La rigenerazione a scala di paesaggio mostra relazioni di interdipendenza da quella a piccola scala: i processi a scala regionale o di paesaggio spesso sono responsabili della degradazione a piccola scala e pertanto sono richiesti interventi multi-scala. Tra le esigenze delle strategie di recupero ecosistemico a vasta scala, la ricerca di soluzioni spazialmente esplicite gioca un ruolo di rilievo. Le variabili che descrivono la salute dell'ecosistema: la produttività e la vitalità, la diversità e il numero di interazioni tra

⁷⁵ Il modello offerto dal Biosphere Reserve risulta essere un esempio di questo tipo di interventi di rigenerazione.

componenti del sistema; la resilienza ossia la capacità di mantenimento delle strutture e delle funzioni in presenza di stress.

A proposito delle capacità di resilienza ai fenomeni di degrado degli ecosistemi tramite interventi di rigenerazione, come riporta Hobbs (2005), rimangono irrisolti alcuni quesiti quali: (i) in un paesaggio interessato da interventi di rigenerazione, le specie faranno ritorno alla stessa velocità con cui si sono ritirate dall'habitat danneggiato o perso? (ii) laddove pattern e processi non sono saldamente interconnessi come si articolano gli interventi di rigenerazione? Per fare un esempio di questi casi, l'autore propone l'esempio della scomparsa della transumanza delle pecore in centro Europa (processo): in questi casi il ruolo nella dispersione dei semi nel paesaggio non può essere assolto dagli interventi di *restoration ecology* intervenendo sui pattern del paesaggio ma piuttosto sul processo, ossia reintegrando le pratiche transumanti.

Tra i vari interventi di *restoration ecology* assumono particolare rilevanza quelli relativi ai fiumi. Come affermato da Gonzalez del Tanago et al. (2012) la *river restoration* in Europa ha preso impulso con la *Water Framework Directive* (WFD) la quale, dal 2006 ha avviato in Spagna una serie di interventi per ri-naturalizzare i fiumi. Tra questi possiamo citare il caso di Manzanares a Madrid, ambito degradato ecologicamente e recentemente tornato a funzionare quale connettore biologico (Perini, 2017; Del Tánago et al., 2012; Magdaleno, 2017) per le specie e spazio multifunzionale per le attività del tempo libero.

In maniera simile l'ecologa Edith Allen nell'introduzione del libro "*Restaurazione di ecosistemi mediterranei*" (Rey Benayas et al, 2003)

si chiede quali sono i limiti della restaurazione di ecosistemi perturbati. Questi sono essenzialmente: la bassa diversità di specie piantate e / o di specie autoctone colonizzatrici; l'invasione di specie esotiche aggressive; le condizioni di povertà del substrato; le funzioni alterate dell'ecosistema che già non danno la possibilità di far fronte alle perturbazioni naturali, etc. In generale, afferma Allen (2003), la restaurazione della biodiversità è l'obiettivo più difficile da raggiungere. Costituiscono esempi di *restoration ecology* a scala regionale le *Biosphere Reserves*. Per riserva della biosfera si intende un tipo di area protetta istituita nell'ambito di un programma dell'UNESCO e promuovono soluzioni che conciliano la conservazione della biodiversità con usi sostenibili. Le riserve della biosfera sono aree che comprendono sistemi terrestri, marini, costieri. Si tratta di aree in cui si stanno investigando approcci interdisciplinari per comprendere e gestire i cambi e le interazioni tra sistemi ecologici e sociali, includendo la prevenzione di conflitti e la gestione della biodiversità. Le riserve sono individuate dai governi nazionali e, pur rimanendo legati agli stati in cui sono localizzati dal punto di vista giurisdizionale, sono riconosciuti internazionalmente. Ci sono 669 riserve biosferiche in 120 paesi, inclusi 20 siti transnazionali. Solo tra Spagna, Italia, Francia, Grecia si trovano 79 riserve.

2.2.2 Infrastrutture verdi e piani paesaggistici

È comunque significativo come nella contemporaneità la somma degli interessi privati usi essere definita "sviluppo", mentre chi prova a porre al centro il tema dell'interesse collettivo sia tacciato di "ambientalismo"

Marson, 2015

Green infrastructure è un termine che descrive l'abbondanza e la distribuzione di elementi naturali nel paesaggio: il concetto nasce dalla crescente perdita e frammentazione degli spazi naturali a causa delle espansioni urbane e infrastrutturali (Orellana Valdez, 2014; Weber et al., 2006). Il concetto di preservazione della natura è stato portato avanti durante gran parte del secolo attraverso l'istituzione di aree protette, messe in salvo dalla crescita urbana e demografica. Negli ultimi decenni la pianificazione di infrastrutture verdi è definitivamente vocata, oltre che alle funzioni ricreative, al supporto della stabilità ecologica dei sistemi territoriali. Gli indirizzi programmatici del Consiglio d'Europa (2000) si muovono in tale direzione proponendo l'implementazione di una serie di procedure metodologiche da impiegare nei processi di gestione delle risorse territoriali. Tali obiettivi sono espressi nella Convenzione Europea del Paesaggio.

La sola protezione di grandi superfici (es. parchi nazionali, regionali) se da un lato costituisce un elemento fondamentale per la tutela della biodiversità, dall'altro sembra non essere del tutto sufficiente a garantire il mantenimento dei processi naturali. Ad esempio il processo migratorio dei volatili, in quanto fenomeno biologico che interessa intere ecoregioni, non può essere assicurato solo

attraverso le politica delle aree protette ma è il ruolo funzionale dell'intera ecoregione che deve essere tutelato assicurando il mantenimento delle rotte migratorie, dei siti di riproduzione, di svernamento e di stop-over (Bulgarini et al., 2006).

Dall'inizio degli anni novanta i contributi di distinte discipline, quali l'ecologia del paesaggio e la biologia, favoriscono il passaggio da posizioni definite di tipo conservazionista a una prospettiva di sistema integrato e multifunzionale che mira all'integrazione e messa a sistema degli spazi aperti.

Le infrastrutture verdi, sistema integrale di spazi aperti che compiono funzioni ecologiche, territoriali e sociali, emergono quali strategie di pianificazione e definizione della rete di parchi, aree agricole, vie verdi etc. nella prospettiva del mantenimento delle specie native, dei processi ecologici e della conservazione delle risorse idriche come anche della qualità dell'aria: fornendo servizi ecosistemici esse contribuiscono alla qualità della vita delle comunità (Orellana Valdez, 2014; Weber et al., 2006).

| | |
|-----------------------|--|
| Funzione ecologica | Conservazione biodiversità Regolazione clima Regolazione ciclo idrico |
| Funzione territoriale | Guidare l'espansione urbana Evitare la saldatura di nuclei urbani contigui (conurbazioni) |
| Funzione sociale | Ricreative Turismo Produzione di alimenti Educazione ambientale |

Tab. 5. Funzioni delle infrastrutture verdi . Elaborazione propria a partire da Orellana Valdez, (2014)

La prima *Green Infrastructure* viene realizzata nello stato di Maryland a principio degli anni novanta (Orellana Valdez, 2014) a valle di una metodologia di identificazione degli spazi aperti basata sull'elaborazione di un modello GIS. Nel documento *Maryland's Green Infrastructure Assessment* viene utilizzato per la prima volta il termine infrastruttura verde. Il metodo utilizzato è strettamente ecologico:

- identificazione della varietà delle risorse naturali di un luogo sulla base di parametri quali la qualità ambientale, la biodiversità, la grandezza, la topografia, l'idrografia, la distanza dalle aree urbane e l'organizzazione del sistema infrastrutturale;
- identificazione di aree naturali ecologicamente significative (*hubs*) e corridoi che contribuiscono alla creazione di una rete;
- inclusione delle aree protette a diversi livelli amministrativi.

L'impiego di metodologie GIS prende origine dal metodo di *overlay* proposto alla fine degli anni sessanta da McHarg per individuare le aree adatte a essere sottoposte a sviluppo urbano: nel caso dello studio del Maryland invece, la finalità è quella di individuare le aree ove è necessario scoraggiare lo sviluppo al fine di preservare le valenze naturali (Orellana Valdez, 2013). L'analisi multiscalare e la collaborazione tra istituzioni locali e regionali si situa alla base dell'elaborazione di un'infrastruttura verde. Lo studio non ha carattere normativo ed è inserito nel Piano territoriale quale documento di indirizzo della pianificazione locale: l'obiettivo è da una parte guidare le attività pubbliche e private che operano nel paesaggio e dall'altra orchestrare le attività di conservazione e di rigenerazione (Orellana Valdez, 2014).

Jongman et al. (2004) propongono una panoramica sulle pratiche e

sullo sviluppo di idee di infrastrutture verdi nel contesto europeo. Secondo quanto raccolto dagli autori, già dal principio del XX secolo l'idea di infrastrutture verdi era stata sviluppata nel campo della pianificazione urbanistica per connettere le aree metropolitane con le aree naturali e le zone forestali: ne sono un esempio i piani ed i sistemi creati ad inizio secolo a Londra, Mosca, Berlino, Praga, Budapest e Copenaghen. Anche se riflettevano finalità prevalentemente ricreative (una sorta di vie di fuga dalle città superaffollate ed inquinate), questi piani in definitiva hanno aperto la strada a quelle che attualmente definiamo come infrastrutture verdi.

Come afferma Orellana Valdez (2013) nell'ambito dell'Unione Europea il concetto appare per la prima volta nel 2009 nel Libro Bianco della commissione sull'adattamento ai Cambi Climatici principalmente come strategia (i) per ovviare alla perdita di spazi naturali e suolo agricolo e (ii) per superare l'inefficacia del Progetto Rete Natura 2000. Quest'ultimo ha stabilito un alto numero di aree protette ma non ha conseguito proteggerle dalle minacce alla biodiversità insistenti sui territorio limitrofi non protetti. Nel 2012 la Commissione stabilisce *GreenInfranet*, una rete di scambio di buone pratiche, conoscenze ed esperienze cui partecipano dodici soci appartenenti a dieci paesi: Spagna⁷⁶, Italia, Lettonia, Irlanda, Paesi Bassi, Portogallo, Malta, Ungheria, Cipro e Bulgaria. Le strategie legate all'organizzazione degli spazi aperti in una prospettiva sistemica si distinguono nei seguenti casi: Barcellona e Valencia in Spagna, Bologna in Italia, Flevoland nei Paesi Bassi, Fingal in Irlanda.

⁷⁶ I soci spagnoli sono la *Diputació de Barcelona* e la *Generalitat Valenciana*.

2.2.2.1. Green infrastructure: il Pla territorial Metropolitano di Barcellona

Il *Plan Territorial Metropolitano* di Barcellona (2010) e la definizione di un Sistema di Spazi Aperti porta la capitale catalana ad essere riconosciuta come pioniera nell'applicazione del concetto di infrastruttura verde (anche se è assente tale dicitura) nelle sue metodologie, nelle politiche e nei piani di azione territoriale (Comunità Europea, 2012 citata in Orellana Valdez, 2014).

Nel PTMB rappresenta uno dei sette piani parziali del Piano Territoriale Generale di Catalunya (PTGC) del 1995. Questi sono redatti tenendo conto di tre principali problematiche territoriali:

- la matrice biofisica
- gli insediamenti
- la rete infrastrutturale di mobilità.

La matrice biofisica è stata riconosciuta quale referente principale della pianificazione affinché lo sviluppo economico e sociale non provochi la perdita di biodiversità.

L'urbanista Orellana Valdez (2014) riassume le tre tappe storiche che hanno accompagnato Barcellona sul cammino della valorizzazione dei sistemi aperti. Queste sono corrispondenti a (i) individuazione di elementi isolati da sottoporre a protezione, (ii) intento di connessione degli elementi isolati, (iii) Sistema di Spazi Aperti.

Di seguito si propone un riassunto schematica di quanto ricercato da Orellana Valdez (2013).

1. Prima tappa: Elementi isolati.

Tutte le zone protette di concentrano nella Cordillera Litoral e Pre Litoral.

- 1929 - Esposizione universale di Barcellona: delimitazione del delta del Llobregat quale zona di

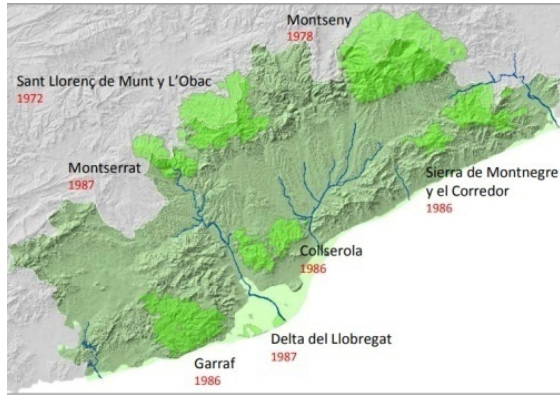


Fig. 21a: Aree protette dalla prima tappa. Fonte: Orellana Valdez (2014, p. 5)

- produzione agricola e del massiccio del Collserola quale riserva naturale
- 1932 - Piano Territoriale Regionale di Catalunya ed identificazione di aree naturali (agricole e pastorali, bellezze naturali e aree turistiche) da conservare che verranno protette mezzo secolo più tardi dall'amministrazione della Regione Metropolitana di Barcellona
- 1980 - La Regione Metropolitana di Barcellona sottopone a protezione i massicci del Garraf, del Collserola, di Sant Llorenç del Munt, Montseny, Montnegre.
- 1985 - Piano degli Spazi di Interesse Naturale (PEIN) derivante dalla Legge 12/1985 principalmente per contrastare la crescente urbanizzazione e perdita di spazi naturali e seminaturali e di biodiversità. Il piano individua nove aree che si aggiungono a quelle delimitate nel 1932. Il criterio generale è quello della protezione di

aree boschive di montagna e di habitat di specie di grandi dimensioni.

- 1998 – La Diputació de Barcelona include i suoli di valore agricolo , il Parco Agrario del Llobregat

2006 - Il Summit di Rio de Janeiro del 1992 aveva istituito la Rete Natura 2000 che vede l'inclusione di altre 4 zone della regione metropolitana. Nel 2006 le aree della Rete vengono incluse nel PEIN.

Fig. 21b. Aree incluse nel PEIN del 1985 che si aggiungono a quelle delimitate nel 1932. Fonte: Orellana Valdez (2014, p. 6).

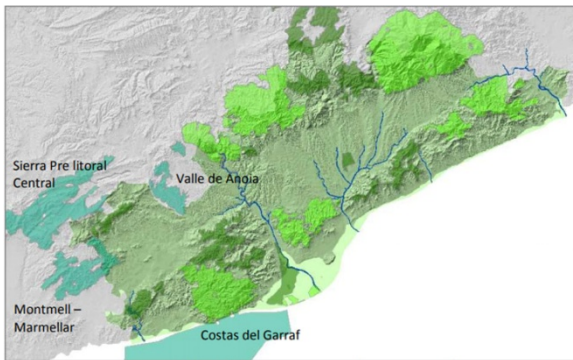
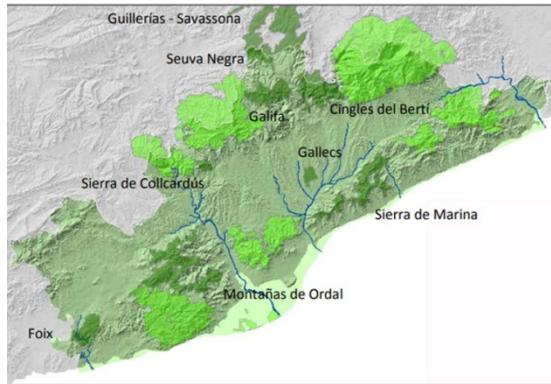


Fig. 21c. Aree protette che si aggiungono con la Rete Natura 2000 a quelle delimitate negli anni ottanta. Fonte: Orellana Valdez (2014, p. 6).

2. Seconda tappa: tentativi di connessione degli elementi isolati.

- 1999 - Anello Verde di Barcellona. La Diputació⁷⁷ propone il primo sistema di spazi aperti che connette le aree protette attraverso corridoi ecologici e che riconosce nella Cordillera Litorale e Pre Litorale due elementi strategici di gestione del territorio quali barriere naturali alla crescita e alla dispersione urbana e alla frammentazione del suolo agricolo. Vengono messi in valore sia gli elementi morfologici che fisiologici del territorio.
- 2000 - La Matrice Ecologica⁷⁸: a valle della tesi di dottorato di Enric Battle viene formulata l'idea di una possibile matrice ecologica composta da quattro elementi: le cordigliere Litorale e Pre Litorale, le reti idrografiche (fiumi Foix, Llobregat, Besos, Tordera), le aree protette dal PEIN, e infine il suolo non urbanizzato compreso tra le cordigliere. Alla costruzione della matrice concorrono gli spazi frammentati, vuoti, residuali e degradati che vengono valorizzati quali elementi integranti della matrice.
- La *Red Esmeralda*. 2001 – Forman è invitato dalla Diputació di Barcellona ad elaborare un'analisi territoriale della Regione Metropolitana applicando l'approccio del *Land Mosaic*. Forman riconosce grande valore agli spazi protetti nel mantenimento della biodiversità e nomina *Red Esmeralda* gli spazi agricoli e la rete idrografica.

⁷⁷ Il criterio dell'Anello Verde si basa sulle delle teorie dell'Ecologia del Paesaggio e sul modello di mosaico territoriale proposto da R. Forman: aree, corridoi e matrice.

⁷⁸ “[...] la matrice ecologica potrebbe essere compatibile con il concetto di città compatte perchè da struttura al territorio e può contenere l'urbanizzazione però allo stesso tempo la città è intesa in maniera continua con gli spazi liberi, nei quali i flussi e i movimenti dei sistemi nonumani sono importanti quanto quelli umani” (Orellana Valdez (2014, p. 9).

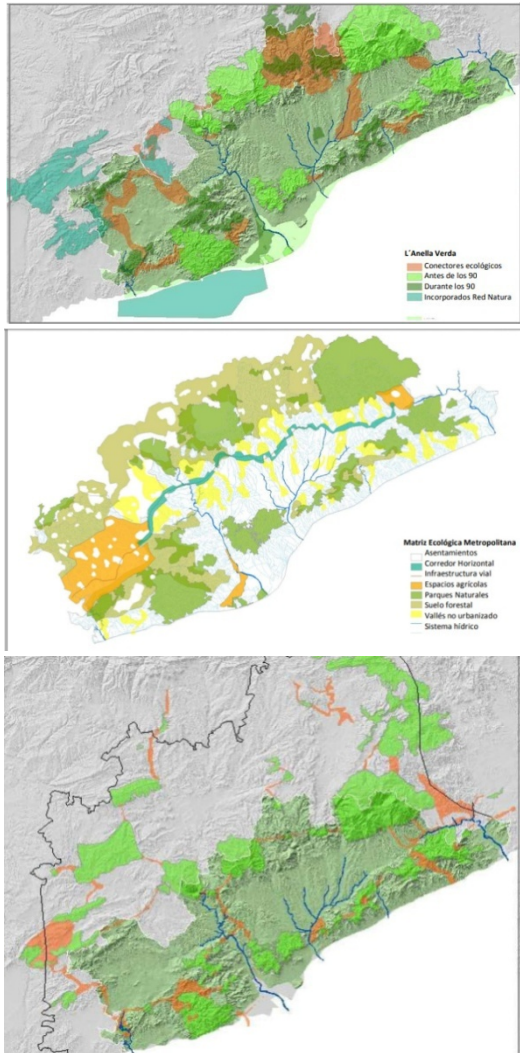


Fig. 22. Dall'alto in basso: anello verde, matrice ecologica, rete azzurra (*red esmeralda*). Fonte: Orellana Valdez (2014, pp. 8, 9, 10).

3. Terza tappa: Matrice strutturale.

- 2001 – Sistema di Informazione Territoriale della Rete di Spazi Aperti della provincia (SITxell) della Diputaci3n di Barcellona. Caratterizzazione e valorizzazione dei terreni non urbanizzabili sulla base delle caratteristiche ecologiche, paesaggistiche e socioeconomiche a scala 1: 50.000.
- (2005-) 2010 – Piano Territoriale Metropolitan di Barcellona. Il PTMB intende per spazi aperti le formazioni forestali, i mosaici agroforestali, la frangia costiera e il paesaggio della vigna. Dopo un'analisi diagnostica viene proposta l'identificazione di aree di interesse per le seguenti categorie: zona di alto valore agricolo; zona di interesse per la flora, la vegetazione e la fauna; spazi di interesse per la connettivit3; spazi naturali gi3 protetti.
- Il Sistema degli Spazi Aperti del PTMB individua:
 - spazi di protezione speciale per valore naturale e agricolo (PEIN, Rete Natura 2000 e Suoli protetti nei piani urbanistici corrispondente ai corridoi ecologici perpendicolari alle cordigliere);
 - spazi di protezione speciale delle vigne (area del Pened3s);
 - spazi di protezione preventiva corrispondenti a suoli non urbanizzabili

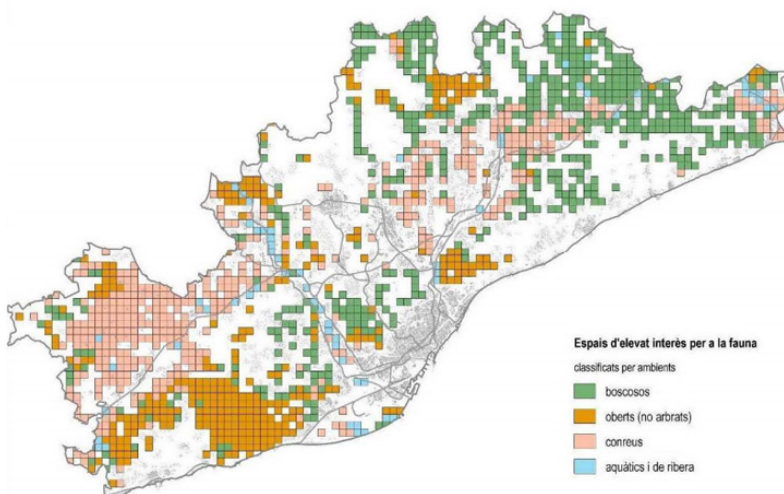
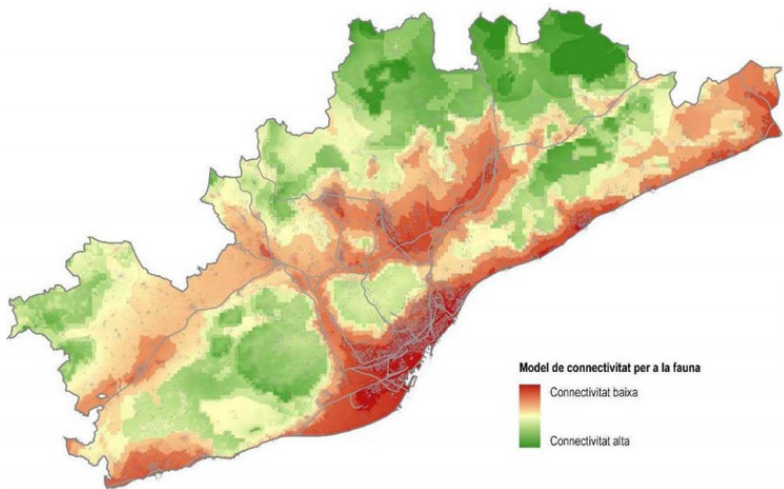


Fig. 23a. Risultati dell'analisi condotta sulla base di metodologie GIS sulla connettività e sugli spazi di interesse per la fauna. Come si può vedere dall'immagine le aree della costa centrale, della piana del Vallés e dei fiumi Llobregat e Besòs risultano essere quelle con minor livello di connettività (in rosso). Fonte: Orellana Valdez (2014, p. 11).

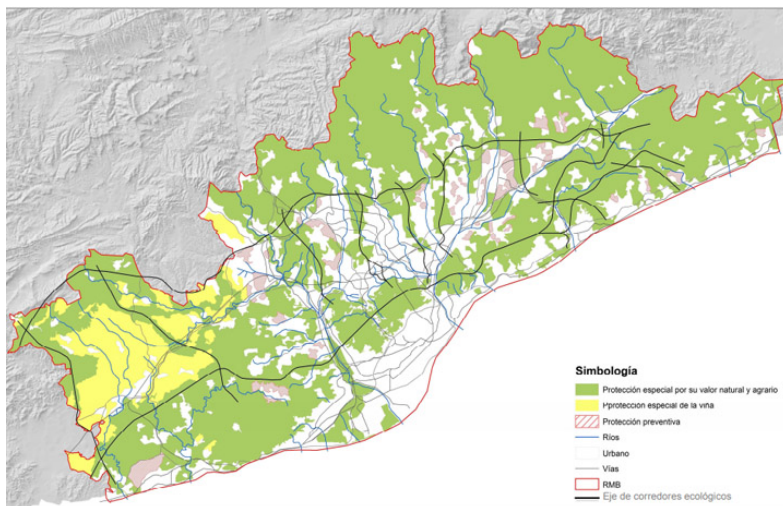


Fig.23b. Sistema degli Spazi Aperti del PTMB. Fonte: Orellana Valdez (2014, p. 13).

2.2.2.2. Piani paesaggistici in Italia

In Italia⁷⁹ la Convenzione Europea del Paesaggio (2000) ed il Codice dei beni culturali e del paesaggio (2004) rappresentano i riferimenti

⁷⁹ Per quanto riguarda la normativa in tema di paesaggio in Italia, è importante rilevare lo spostamento dell'attenzione apportata dal Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (2004) da un approccio vincolistico, che contemplava prescrizioni limitate ai soli beni paesaggistici, ad uno che guarda al territorio nel suo complesso, includendo nei Piani paesaggistici anche i paesaggi degradati, le periferie, le infrastrutture, le aree industriali, gli interventi idrogeologici, gli impianti agroindustriali, etc. (Marson, 2015, p.6). Tale cambio di prospettiva è stato favorito anche dalla Convenzione europea del paesaggio, primo trattato internazionale sul tema della qualità paesaggistica. Il modello di sviluppo che è porposto dalla visione dei Piani paesaggistici di ultima generazione, mette in luce che per costruire una ricchezza durevole per le comunità, è necessario mettere al centro la valorizzazione del patrimonio territoriale e paesaggistico (Marson, 2015)..

normativi di maggior rilievo in tema di paesaggio. I piani di seguito esposti prendono origine da queste due normative. Sul piano dell'intervento pubblico a favore della cura e della pianificazione del paesaggio va rilevato come la regione Puglia e la regione Toscana hanno realizzato per prime una politica inaugurata dal Codice dei beni culturali e del paesaggio (2004) che trova integrazione legislativa e soprattutto culturale nella Convenzione Europea del Paesaggio (CEP), adottata a Firenze nel 2000 ed entrata in vigore nel 2004 (Bevilacqua, 2016). Di seguito sono analizzati i due Piani paesaggistici e territoriali.

La Regione Toscana nel periodo 2010-2015 si è distinta in Italia per essersi dotata di una riforma degli strumenti di governo delle trasformazioni territoriali. Già nel 2005, con la legge sul governo del territorio, avevano preso avvio i lavori per la costruzione di rappresentazioni identitarie dei luoghi da cui originano gli atlanti del patrimonio territoriale come quello della Val di Cornia nell'Alta Maremma (Magnaghi, 2010). Il piano riflette la volontà di adottare nuove modalità descrittivo-interpretative, normative, gestionali e operative, provenienti soprattutto alla scuola dei territorialisti, che trovano un focus di ricerca in termini quali: atlanti del patrimonio identitario, invarianti strutturali, statuti del territorio, scenari strategici, progetti integrati.

Il Piano Paesaggistico Toscano si contraddistingue per la manifesto contrasto al consumo di suolo e per l'accento posto sulla qualità dei luoghi (Marson, 2015). Nel piano viene dato risalto e centralità allo Statuto del Territorio ossia a quelle regole di tutela e riproduzione

del Patrimonio Territoriale⁸⁰. L'Art. 6 comma 1 delle L.R. 65/2014 afferma che lo Statuto del territorio costituisce l'atto di riconoscimento identitario mediante il quale la comunità locale riconosce il proprio patrimonio territoriale e ne individua le regole di tutela, riproduzione e trasformazione.

Il Piano stabilisce le "invarianti strutturali" declinate come a) la struttura idro-geomorfologica, che comprende i caratteri geologici, morfologici, pedologici, idrologici e idraulici; b) la struttura ecosistemica, che comprende le risorse naturali aria, acqua, suolo ed ecosistemi della fauna e della flora; c) la struttura insediativa di valore storico-territoriale ed identitario, che comprende città e insediamenti minori, sistemi infrastrutturali, artigianali industriali e tecnologici; d) la struttura agro-forestale, che comprende boschi, pascoli, campi e relative sistemazioni nonché i manufatti dell'edilizia rurale. Per ciascuno dei quattro morfotipi appena menzionati il piano prevede una descrizione di caratteri intrinseci, valori, criticità e obiettivi di qualità e, attraverso le invarianti strutturali, definisce le regole generative, di manutenzione e di trasformazione che assicurano la permanenza del patrimonio territoriale. Per ogni morfotipo è stata prodotta cartografia a livello regionale :

- Carta dei Sistemi Morfogenetici
- Carta della Rete Ecologica
- Carta del Sistema Insediativo Storico e Contemporaneo
- Carta dei Morfotipi Insediativi
- Carta delle Figure Componenti I Morfotipi Insediativi
- Carta dei Morfotipi Rurali.

⁸⁰ Lo Statuto del P.I.T. riconosce come valore da assoggettare a disciplina di tutela e valorizzazione il Patrimonio Territoriale toscano, inteso come "l'insieme delle strutture di lunga durata prodotte dalla coevoluzione fra ambiente naturale e insediamenti umani, di cui è riconosciuto il valore per le generazioni presenti e future" (Articolo 6).

imprese economiche soprattutto da parte delle grandi imprese (multinazionali del vino e del marmo, del turismo, ecc)» (Marson, 2015, p. 8).

In definitiva i gruppi di interesse che si sono contrapposti al Piano ostentano una visione arretrata di futuro basata ancora « sulle infrastrutture pesanti, ideologizzate come strumenti di modernizzazione e non sulla cura capillare e amorevole del territorio» (Toscano, 2014, p.1). Marson conclude il ragionamento chiedendo «questo modello di sviluppo non è forse alla base della crisi economica che stiamo vivendo?» (Marson, 2015, p. 8).

Vannetiello (2009) ha realizzato all'interno del PRIN "Il progetto di territorio: metodi, tecniche, esperienze" un approfondimento su progetti toscani volti alla costruzione di modelli sviluppo autocentrati e autosostenibili (bioregioni urbane). Dalla ricerca risultano, tra gli altri, essere meritevoli di attenzione i seguenti progetti : Progetto di rinascita della Val Bormida, 1988-2000; Progetto di bonifica, riconversione, valorizzazione ambientale del bacino dei fiumi Lambro-Seveso-Olona, 1994; Progetto di valorizzazione ambientale e paesistica di Chiaravalle e della valle della Vettabbia, 1999; PTCP di Prato, 2003; Progetto per un parco fluviale del Valdarno empoiese, della bassa Valdelsa e della bassa Val di Pesa, 2006; Atlante del patrimonio territoriale del Circondario Empoiese-Valdelsa, 2006; Scenario di deframmentazione e riconnessione ecologica della bioregione della Toscana centrale, 2007; Progetto del parco agricolo di Prato; il piano strutturale di Arezzo ; il piano territoriale di coordinamento della Provincia di Arezzo.

Altro Piano meritevole di attenzione, come accennato, è quello pugliese⁸³. Alla pari di quello toscano, il piano pugliese si è mosso in direzione di un cambiamento sostanziale nella cultura e nei metodi della pianificazione territoriale tradizionale (Vettori, 2017). I due piani sono l'oggetto di indagine dell'articolo intitolato "Il piano paesaggistico alla prova. I modelli della Toscana e della Puglia" pubblicato nel 2017 e scritto da Nicoletta Vettori. Riassumendo i punti essenziali, entrambe i piani:

- hanno adottato la tipologia di piano urbanistico territoriale con specifica considerazione dei valori paesaggistici elaborando (i) un'analisi, (ii) una descrizione del territorio e (iii) sottoposto a disciplina tutto il territorio regionale ;
- sono divisi in due parti: Statuto del territorio e Scenario strategico. Il primo si presenta composto da un quadro conoscitivo e schede d'ambito in cui vengono descritte e analizzate le strutture morfo-tipologiche del territorio e sono definite le invarianti strutturali che ne connotano le regole generative, di manutenzione e di trasformazione. Dal quadro conoscitivo è scaturita una valutazione tecnica di sintesi, frutto della cooperazione multidisciplinare di esperti delle scienze naturali (geografia,

⁸³ Oltre ai piani pugliesi e toscani, tra quelli meritevoli di menzione rispetto all'attenzione posta sulla componente della connettività, il Piano Paesaggistico della Regione Piemonte approvato nel 2017. La Tavola P5 "Rete di connessione paesaggistica" elaborata a scala 1:250.000 (Fig. 27) rappresenta i principali elementi funzionali alla realizzazione delle Rete di connessione paesaggistica che è costituita dall'integrazione di elementi della rete ecologica, della rete storico-culturale e di quella fruitiva. La prima costituisce un sistema integrato di risorse naturali interconnesse e individua quali elementi di base i nodi, le connessioni ecologiche, le aree di progetto e le aree di riqualificazione ambientale; la seconda è costituita dall'insieme dei sistemi di valorizzazione del patrimonio culturale; la terza si fonda su un insieme di località storico-culturali e naturali di diverso interesse e capacità attrattiva, collegate tra loro da itinerari rappresentativi del paesaggio regionale. L'integrazione delle tre reti, a partire dagli elementi individuati in Tavola P5, rappresenta uno dei progetti strategici del piano paesaggistico.

ecologia, biologia) e delle scienze sociali (urbanistica, architettura, archeologia, sociologia).

- metodi di co-pianificazione tra regioni e organismi ministeriali.

Le parti strategiche presentano delle differenze. Quella del piano della Puglia (PPTR) ha un'impronta sostanzialmente paesaggistica: delinea le strategie per la creazione di nuovi paesaggi o per la riqualificazione e valorizzazione di paesaggi degradati. Nel PIT-PRP toscano, invece, i valori paesaggistici e urbanistici territoriali tendono a svolgere il medesimo ruolo, individuando obiettivi e criteri di intervento per la realizzazione di infrastrutture di interesse generale in linea con le esigenze emergenti nei vari contesti di paesaggio. Anche nei metodi di partecipazione, sono constatabili alcune dissimilarità: nel piano pugliese si parla esplicitamente di "produzione sociale del paesaggio" con riferimento ai principi di sussidiarietà e partecipazione previsti dalla legge regionale in materia (Norme per la pianificazione paesaggistica del 2009). Contemplate nelle Norme Tecniche, le forme di concertazione/copianificazione possono essere di tre tipi: verticale, orizzontale e intra-istituzionale. "Alla concertazione verticale si riferiscono le norme sugli atti di collaborazione tra Stato, regioni e autonomie locali (protocolli di intesa, accordi di programma, patti territoriali locali, progetti integrati di paesaggio ecc.); a quella orizzontale le norme sugli strumenti di partecipazione di soggetti privati, singoli ma soprattutto associati (il sito web interattivo, le conferenze d'area, i contratti di fiume, gli ecomusei). Infine, la concertazione 'intra-istituzionale' è promossa dalle disposizioni sulle misure di coordinamento e di consultazione fra i vari settori dell'amministrazione regionale interessati dalla disciplina posta dal

piano (art. 98-bis, 99 delle NTA) ” . Il processo partecipativo ha avuto l’obiettivo di riunire soggetti esperti (interni ed esterni alle amministrazioni), soggetti interessati (operatori turistici, produttori, agricoltori) e soggetti non esperti (gli abitanti) per individuare i profili di criticità e negoziare la definizione delle regole statutarie. Nel piano toscano, invece, nella fase conoscitiva, sono state coinvolte ampie parti della società civile (in particolare il mondo accademico, le associazioni portatrici di interessi diffusi, i singoli cittadini), mentre è risultata scarsa la concertazione con gli altri enti territoriali e con i gruppi professionali.

2.2.3 Contratti di fiume

I sistemi fluviali costituiscono corridoi di valore eccezionale per la connettività ambientale (Dramstad et al., 1996; Forman, 2004): strumenti di governance quali i contratti di fiume hanno la possibilità di salvaguardare e riqualificare questi paesaggi, promuovendone una fruizione condivisa. Alla sottoscrizione dei contratti di fiume partecipano gli enti e le autorità direttamente interessate nella gestione del fiume, le popolazioni locali e i portatori di interessi con l’intento di ragionare sui temi quali il pericolo idraulico, la qualità delle acque, la funzione condivisa del territorio, l’assetto urbanistico, l’educazione ambientale e i servizi ecosistemici.

In accordo con l’architetta urbanista fiorentina Poli (2015) e con il territorialista Magnaghi (2011) i contratti di fiume, così come i parchi agricoli multifunzionali, emergono quali importanti dispositivi di pianificazione, strategici per la riqualificazione dei nuovi spazi

periurbani e delle città di mezzo. “Nei territori intermedi si concentrano aree fortemente a rischio da più punti di vista (sicurezza alimentare, sicurezza idro-geomorfologica, perdita di identità culturale, perdita dei valori paesaggistici, ecc.), che tuttavia offrono, grazie alla presenza ampia di territorio agroforestale, grandi potenzialità di rigenerazione” (Poli, 2014, p. 383). La Poli mette in luce l’efficacia dei contratti di fiume in quanto strumenti partecipativi e concertativi tra pubblico e privato attraverso alcuni casi. Nel primo caso, individuato nella Media Valle del Serchio in provincia di Lucca, il progetto “Custodi del territorio” ha avuto il merito di attivare circoli virtuosi che hanno oltrepassato la visione economica semplicista in favore della promozione di rapporti di reciprocità. Il progetto ha visto il coinvolgimento degli agricoltori, remunerati per i servizi ecosistemici offerti, soprattutto in relazione al sostegno alla sicurezza idrogeologica e al mantenimento delle aree marginali per una fruizione allargata del territorio. Nel secondo caso si tratta del parco agricolo peri-fluviale dell’Arno, promosso dalla Città metropolitana di Firenze insieme ai Comuni di Firenze, Scandicci e Lastra a Siena e all’Unità di Ricerca Progetto Bioregione Urbana del Dipartimento di Architettura dell’Università di Firenze. Attraverso il progetto denominato “Coltivare con l’Arno - Parco agricolo peri-fluviale” l’obiettivo che si vuole raggiungere è quello della proposta di un piano strategico di azione locale quale *progetto pilota di riqualificazione integrata e intersettoriale del contesto rurale* (Poli, 2014, p. 384) in cui si riconosce agli agricoltori un ruolo attivo nel promuovere i servizi ecosistemici attraverso un’*agricoltura multifunzionale e paesaggistica* (Poli, 2014).

paesaggio;

-da un punto di vista metabolico, incentiva la chiusura dei cicli a livello locale.



Fig. 26. Progetto locale per il contratto di fiume dell'Arno. Fonte: 8° Tavolo Nazionale Contratti Di Fiume.

Come riporta Rubino (2009) le aree agricole vengono ricomposte in un quadro unitario appartenente ad un *sistema operativo* e, in un'ottica bioregionale diventano "la struttura portante di un contesto ambientale e territoriale integrato" (Rubino, 2009, p. 1).

Nelle tavole del piano sono cartografate, tra le altre (sistema insediativo e riconnessione città-fiume; sistema della fruizione del parco fluviale etc) le aree utili alla ricostruzione del sistema agro-ambientale. Oltre alle aree identificate quali aree agricole con differenti funzioni prevalenti, sono indicati i parchi agricoli

multifunzionali, le aree a valore ambientale, le aree di riqualificazione di orti urbani.

Da quanto si può leggere nella disciplina del piano, si rende nota la volontà di "favorire il mantenimento, riqualificazione e lo sviluppo dei sistemi fluviali, delle destinazioni ad uso agricolo, a parco e ricreativo-sportive, in coerenza con la funzione idraulica e di salvaguardia ambientale dell'area e senza pregiudicare l'assetto ecologico del reticolo esistente" (Art. 15, 2a), di "incentivare forme di intervento che assicurino l'incremento delle superfici permeabili e il mantenimento e lo sviluppo degli spazi aperti" (Art. 15, 2c) , e, nel caso di opere, il piano richiede che "l'intervento migliori lo stato ecologico e lo stato idro-morfologico dei corsi d'acqua, tuteli gli ecosistemi ed incrementi la biodiversità attraverso la realizzazione di azioni dirette alla riqualificazione integrata dei corsi d'acqua quali il ripristino morfologico, interventi naturalistici, riduzione dell'artificialità, gestione dei sedimenti" (Art. 24, 2).

2.2.4. Agricoltura periurbana nel mediterraneo⁸⁴

A determinare l'abbandono del paesaggio agricolo tradizionale e l'accrescimento delle aree urbane, hanno partecipato i cambiamenti socio-economici che hanno coinvolto le regioni Mediterranee, sebbene in modo eterogeneo, a partire dal secondo dopoguerra. Le piccole imprese sono state sfavorite dal mercato non potendosi adattare ai processi di industrializzazione della produzione e alla

⁸⁴ Questa parte riporta alcuni paragrafi del seguente articolo : Pili S., Mavrakis A., Sateriano A., Serra P., Salvati L., (2017) Agricoltura metropolitana: dinamiche socio-demografiche, crescita urbana e relazione cibo-citta' nel mediterraneo, Bollettino società geografica, Serie XIII, Vol X,Fascicolo 1-2, Gennaio-Giugno 2017.

specializzazione produttiva richieste. La marginalizzazione del mondo agricolo ha portato a due effetti contrastanti: da una parte si è registrato negli ultimi decenni un ampliamento delle superfici forestali e dall'altro si è assistito alla perdita permanente di suolo fertile.

Di fronte a tali cambiamenti è richiesto un nuovo rapporto tra città-campagna. L'agricoltura peri-urbana si presta a progetti di interesse pubblico, avendo essa stessa la capacità di costituire parte di più ampie infrastrutture naturali di interesse pubblico (Donadieu, 2013) caratterizzate da una prospettiva territoriale. In tema di fornitura di beni pubblici da parte dell'agricoltura, va rilevato che nel corso degli ultimi decenni, il processo di offerta è cambiato, a seguito dell'evolversi della domanda (Nazzaro, 2008). In tal senso, le stime sull'incremento demografico che interesserà la regione Mediterranea nei prossimi anni, unite al fenomeno migratorio in continua crescita, riflettono la necessità di approfondire i temi della sicurezza alimentare e del rapporto tra mondo agricolo e città. La struttura delle città Mediterranee è in rapida evoluzione ed è largamente caratterizzata da spontaneità e disorganizzazione, densificazione delle frange peri-urbane ed aumento della popolazione nelle zone limitrofe al centro città (Salvati 2012). In questo contesto si ridefiniscono i tradizionali rapporti tra mondo urbano e mondo rurale. Nell'arco di mezzo secolo la popolazione del Mediterraneo sarà passata da meno di 300 milioni di abitanti del 1970 a più di 500 milioni nel 2020. La dinamica demografica che sta interessando l'area Mediterranea e le crescenti migrazioni ambientali⁸⁵ inserisce il tema dell'agricoltura nel dibattito

⁸⁵ In relazione al tema delle migrazioni indotte dai cambiamenti ambientali (es. degradazione ambientale, erosione dei suoli, cambi climatici, Altiero e Marano (2016)

contemporaneo sulla povertà urbana, sulla sicurezza alimentare e sulla progettazione delle città attenta alla non rinnovabilità di alcune risorse naturali. L'agricoltura urbana e peri-urbana costituisce un bene comune utile non solo a fini alimentari ma anche nei processi di inclusione sociale e lotta alla povertà e pertanto rappresenta un valido contributo alle strategie di pianificazione resiliente delle città metropolitane.

Unito alla pianificazione strategica, il progetto degli spazi aperti riveste un ruolo importante a scala metropolitana ma anche locale, contribuendo ad arginare la metropolizzazione dei territori e a progettare territori più abitabili e vitali (Magnaghi e Fanfani, 2009). Tuttavia, poiché i territori peri-urbani sono sottoposti a molteplici pressioni urbane, su di essi si confrontano problematiche quali l'inquinamento delle acque e del suolo, per via della prossimità di attività non compatibili (poiché potenzialmente o direttamente dannose) con quelle agricole. In questo senso, il semplice sostegno economico alle imprese agricole non è sufficiente se non è inserito in una diffusa e corretta gestione degli ambienti naturali, delle loro risorse, della loro biodiversità, e all'interno di un contesto che favorisca gli agricoltori e la permanenza delle peculiarità agricole nei territori.

Con la rottura delle tradizionali relazioni tra mondo urbano e rurale derivante dalle nuove modalità insediative è dunque sorta l'esigenza di riequilibrare i due mondi, profondamente cambiati e in continua evoluzione, facendone dei soggetti dialoganti e vitali (Bonafede e Canale, 2015). L'agricoltura, con particolare riferimento a quella

affermano che le migrazioni ambientali rappresentano una parte consistente del gravoso carico di ingiustizia sociale imposto dal sistema economico e di produzione.

multifunzionale, creando degli spazi di raccordo-confronto tra le esigenze dei territori, riveste infatti un ruolo di rilievo anche a livello di pianificazione territoriale (Magnaghi e Fanfani, 2009). Con l'introduzione del concetto di impresa agricola multifunzionale, sono entrate a far parte delle attività agricole anche quelle orientate alla fornitura di servizi, ivi comprese attività di ricezione ed ospitalità, di valorizzazione del territorio, del patrimonio rurale e forestale. Oltre ad essere la residenza e la fonte di autoconsumo degli agricoltori, le aziende agricole offrono servizi specifici per le popolazioni urbane, rispondendo al bisogno di spazi aperti con un ventaglio di opportunità diverse (Henke et al., 2014).

2.2.4.1. Agricoltura urbana e periurbana a Roma.

La storica presenza di orti nella città di Roma è rintracciabile attraverso una famosa rappresentazione cartografica delle città preunitaria. La "Nuova pianta di Roma" realizzata meticolosamente da Giovan Battista Nolli tra il 1736 e 1744, restituisce l'immagine di una città ricca di ville, vigne e giardini che nel complesso occupavano i due terzi dell'area all'interno delle mura. Con l'elezione di Roma a Capitale d'Italia nel 1871, ha inizio la cosiddetta stagione della "febbre edilizia" ben descritta da Insolera (2011): grandi ville, grandiosi giardini e boschi presenti nella città di Roma, vennero distrutti per costruire case, case e case. Durante le guerre gli orti urbani tornarono a popolare la città di Roma per assicurare approvvigionamento alimentare alle fasce più disagiate. Sono noti esempi di orti familiari sorti sotto gli acquedotti dell'antica Roma. Nelle aree limitrofe a Roma l'agricoltura ha costituito, fino agli anni del boom economico, un elemento importante delle economie locali finché è stata marginalizzata in favore del settore industriale

prima e di quello dei servizi poi (Piccioni, 1993).

A partire dagli anni settanta le modalità di espansione dell'area urbana, assumendo le note caratteristiche di discontinuità e diffusione insediativa, hanno accompagnato la metropolizzazione dell'hinterland rurale. Le trasformazioni nell'uso del suolo sono state favorite dall'abbandono delle attività agricole; l'urbanizzazione di terreni precedentemente coltivati è avvenuta seguendo modalità differenti, lungo le maglie delle reti infrastrutturali, con l'espansione quantitativa dell'urbanizzazione di borghi preesistenti, con la creazione di nuove città in contesti ad alto potenziale agricolo ed, infine, secondo modelli insediativi a bassa densità sparsi sul territorio (Cazzola, 2005). Mentre la crescita della città tra gli anni sessanta e ottanta avviene seguendo un modello compatto, a partire dagli anni novanta inizia lo sprawl dell'area metropolitana che, da un'organizzazione spaziale tipicamente monocentrica, passa a modelli dispersi e moderatamente policentrici (Salvati, Pili, Tombolini, 2016).

La città di Roma costituisce un caso emblematico a livello europeo per la particolare storia del suo sviluppo agricolo, che ne fa ancora oggi il comune agricolo più grande d'Europa. Su una superficie comunale di 128.530 ha, la superficie agricola utilizzata (SAU) è di 37.000 ha e, in generale, la superficie agricola è di poco inferiore, coi suoi 51 mila ettari, all'intera città di Madrid, una delle più grandi municipalità urbane d'Europa. A determinarne tale particolarità tre sono i fattori principali: la vasta estensione del comune di Roma, la presenza di vaste aree verdi - in parte protette - dentro e fuori la città ed, infine, il tradizionale rapporto tra la città di Roma ed i territori agricoli limitrofi (Piccioni, 1993).

Per quanto riguarda le relazioni tra pianificazione, spazi aperti e agricoltura periurbana a Roma, il Piano Territoriale Generale della Provincia di Roma, approvato dal Consiglio Generale nel 2010 ha individuato nel territorio metropolitano i tipi di paesaggio elencati nella Fig. sottostante ed ha introdotto nuovi strumenti di azione quali i parchi agricoli comunali e intercomunali o provinciali. Come si legge nel Rapporto Territorio (Cap. 8) del PTPG relativamente agli strumenti di urbanistica comunale “[...] il sistema ambientale e agricolo sembra, in generale, risentire di una non organica, e tendenzialmente poco attiva, strategia di valorizzazione da parte di molti comuni . [...] Tale mancanza, considerato che per le aree protette questi contenuti sono demandati agli specifici strumenti di pianificazione, risulta particolarmente evidente e grave per le aree agricole non assistite da specifiche indicazioni di tutela e promozione dei valori agro-ambientali” (PTPG, cap. 8, p. 648).

| paesaggio | ambito geografico | uso del suolo prevalente | attività antropiche determinanti | caratteri insediamento | morfologia prevalente | caratteri storico-paesistici dominanti |
|--|---|-----------------------------------|---|---|--|--|
| Paesaggio agroforestale montano e collinare | montano e collinare | agro-forestale (bosco e pascolo) | gestione del bosco e pascolo | estensivo | variabile | |
| Paesaggio agroforestale costiero e retrocostiero | costiero e retrocostiero | agro-forestale (bosco e pascolo) | gestione del bosco e pascolo | estensivo con nuclei agricoli e borghi | variabile | |
| Paesaggio agricolo collinare con coltivazioni miste | collinare | agricolo misto | agricole differenziate per modo e forma di conduzione | misti, con insediamento diffuso | | |
| Paesaggio agricolo collinare con coltivazioni miste ad elevata intensità insediativa | collinare | misto agricolo e non agricolo | differenziate | misti, con elevata intensità insediativa | | |
| Paesaggio agricolo collinare con prevalenza di oliveti | collinare | olivo | agricole differenziate | misti con insediamento diffuso | | terrazze pietra |
| Paesaggio agricolo collinare con prevalenza di vigneti | collinare | vigna | agricole differenziate | misti, con insediamento diffuso a media intensità insediativa | | |
| Paesaggio agricolo della pianura irrigua | pianura | coltivazioni irrigue | agricole | misti | | |
| Paesaggio agricolo della pianura costiera di bonifica | pianura costiera | coltivazioni foraggere e orticole | agricole | misti | | rete dei canali e poderi di bonifica |
| Paesaggio agricolo della pianura costiera con coltivazioni miste | pianura costiera | coltivazioni foraggere e orticole | agricole | misti | | |
| Paesaggio agricolo della campagna romana oltretevere | pianura e pendici collinari a nord del Tevere | cerealicolo-foraggero | agricole | estensivo con nuclei insediativi e case sparse | pianori con presenza di forti incisioni idrografiche | |
| Paesaggio agricolo della campagna romana sud-orientale | pianura e pendici collinari a sud del Tevere | cerealicolo-foraggero | agricole | estensivo con nuclei insediativi, case sparse e frange periurbane | pianura ondulata o con lievi pendenze | intensità di segni archeologici |
| Paesaggi della agricoltura urbana e periurbana | | agricolo misto e verde urbano | agricolo e urbano | urbano e periurbano | | |

Tab. 6. Matrice di controllo dei criteri di individuazione dei paesaggi rurali.
Fonte: Tab.8 PTPG Roma.

Come rilevato dal PTPG quindi è necessario predisporre, sia in termini di pianificazione che di programmazione territoriale, azioni volte al sostegno di forme di gestione sostenibile degli spazi rurali del territorio metropolitano. In tal senso si muove la proposta del PTPG nel promuovere nuovi strumenti di programmazione dello sviluppo territoriale quali i parchi agricoli i quali non costituiscono

un vincolo ma piuttosto un programma di sviluppo rurale locale. In altri termini il PTPG non stabilisce dei parchi agricoli⁸⁶ ma suggerisce che all'interno della pianificazione comunale venga promossa la realizzazione di parchi agricoli a gestione comunale e che vengano supportate, reinserite e valorizzate le attività agricole e le funzioni svolte dalle aziende agricole in termini di i) manutenzione del paesaggio, dell'ambiente e dei sentieri, ii) educazione ambientale, iii) manutenzione delle aree archeologiche e del patrimonio storico, iv) sviluppo dell'agriturismo e del turismo rurale, v) garantire prospettive e condizioni equilibrate di abitabilità e funzionalità ecologica del territorio. La proposta di creazione di parchi agricoli nella pianificazione provinciale di Roma non hanno effetti vincolistici (come nel caso del Parco di Milano SUD) ma piuttosto costituisce un'indicazione progettuale. All'interno delle aree a parco agricolo, inoltre, il PTPG chiede ai comuni che rispettino i principi di coerenza in senso strategico non avallando destinazioni urbanistiche non compatibili con la valorizzazione del paesaggio rurale e delle attività agricole. Pertanto non tutti i terreni interni al parco agricolo devono avere una destinazione agricola ma "nell'ottica di una agricoltura multifunzionale [...] dovrà considerarsi una destinazione compatibile quella a verde pubblico" mentre sono da considerarsi incompatibili "ampie zone di espansione residenziale, commerciale e industriale, ma anche grandi infrastrutture, inclusi depuratori, discariche, cave

⁸⁶ "Dal punto di vista della protezione dell'ambiente l'ipotesi [di promuovere parchi agricoli] sfugge alla logica cautelativa tradizionale [...] come è nel caso delle aree protette, gestite di norma mediante enti e strumenti di pianificazione sovraordinati (Parchi Nazionali, Regionali o provinciali) " ma piuttosto "consente di avvicinare due dimensioni, conservazione e sviluppo locale" (PTPG, Cap. 8, p. 650). Nello stesso Rapporto Territorio si fa menzione i) del caso delle Aree Protette di Interesse Locale stabilite dalla legislazione regionale toscana e affidate alla gestione comunale (assenti nella legislazione della Regione Lazio) e ii) del Parco agricolo Milano SUD affidato alla gestione provinciale e approvato dalla Giunta Regionale nel 2000.

che danneggino e dequalifichino gravemente il paesaggio rurale e con esso le prospettive di sviluppo agro-ambientale e turistico” (PTPG, Cap. 8, p. 653). Alcuni parchi agricoli sono stati individuati cartograficamente rilevando in essi una importanza strategica di interesse sovracomunale (per l’estensione) e sono:

- Parco Agricolo della Campagna Romana,
- Parco Agricolo delle pendici dei Castelli Romani,
- Parco Agricolo del Tevere.

Due parchi agricoli, quello di Casal del Marmo e quello archeologico di Gabii-Castiglione⁸⁷, sono considerati dal PTPG nell’ambito dei paesaggi dell’agricoltura urbana e periurbana, quali progetti pilota e strumenti volti alla ricerca di rinnovate forme di gestione agricola degli spazi aperti.

La Regione Lazio, a partire dall’introduzione nella legislazione italiana dei distretti rurali e agroalimentari di qualità (Art. 13 del D.L. n.228 del 18 maggio 2001) quali sistemi produttivi locali, prevede, in accordo con la Provincia all’individuazione dei distretti e, “per il carattere metropolitano degli spazi rurali della Provincia [...] possono far parte dei distretti rurali aree agricole periurbane che, pur in contesti di forti dinamiche insediatrici extragricole, presentano uno spiccato interesse agricolo di carattere multifunzionale coerente con le politiche comunitarie per lo sviluppo rurale e con le tradizioni e le vocazioni naturali del territorio ” (PTPG, Cap. 8, p. 568).

⁸⁷ Promossi rispettivamente dal comune di Roma e da Roma Capitale

2.2.4.2. Agricoltura urbana e peri-urbana a Barcellona.

La regione metropolitana di Barcellona si estende su una superficie di 3.244 km² e vanta una ricca presenza di aree agricole e boscate entro un raggio di 50 km dal centro città. Dal punto di vista dell'organizzazione della struttura metropolitana, che vede Barcellona quale centro altamente popolato, diverse città di medie dimensioni che si trovano in prossimità della capitale catalana e altri centri a bassa densità: essa può essere definita una regione urbana poli-nucleare con un modello ibrido compatto-disperso (Baró et al., 2017).

La metropolizzazione di Barcellona ha avuto inizio negli anni sessanta, in seguito ad un rapido processo di urbanizzazione, contestualmente a grandi movimenti migratori provenienti da diverse regioni della penisola e all'aumento della mobilità interna al territorio. Degen e Garcia nel libro "Metaciudades" descrivono attraverso tre fasi la recente modernizzazione di Barcellona:

- durante il periodo franchista (1960-1975) l'area metropolitana ha visto un'espansione delle periferie e delle città satelliti con una crescita urbana caotica sostenuta principalmente da imprese private.
- transizione democratica (1979-1994) e concessione dell'autonomia regionale alla Catalunya. Dal punto di vista della pianificazione il governo del territorio è guidata dal Piano Generale Metropolitano del 1976 (ad oggi vigente). La "ricostruzione di Barcellona" è affidata dall'amministrazione comunale all'architetto Bohigas. In questa epoca si consolidano i rapporti di partenariato tra settore privato e governo locale da cui derivano la costruzione della

Villa Olimpica e la ricostruzione della Ciutat Vella. Dai giochi Olimpici del 1992 ha inizio la consegna del centro città al turismo.

- dal 1995 ad oggi il mercato ha assunto un ruolo sempre più rilevante nella determinazione dello sviluppo della città.

Secondo quanto affermato dalle due autrici, la "rinascita urbana" di Barcellona, celebrata a livello internazionale come modello di ristrutturazione post-industriale della città, si erge principalmente su tre caratteristiche fondamentali: in primo luogo la capacità di integrare e dar forma a interessi locali sia pubblici che privati; in secondo luogo, la gestione impresariale al fine di accrescere la competitività e l'attrazione del capitale finanziario e di creare occupazione; ed infine, il ruolo delle identità locali, delle forme di partecipazione e della coesione sociale. Il "modello Barcellona"⁸⁸, ossia il coordinamento tra interessi economici e politici con una prospettiva verso l'interesse civico generale, è frutto del contesto storico, sociale ed economico della città e delle sue connessioni globali (Degen e Garcia, 2008).

Per quanto riguarda il tema del rapporto tra pianificazione, spazi aperti e agricoltura periurbana a Barcellona, nel 1983 la *Generalitat de Catalunya*, organizzazione territoriale della comunità autonoma catalana, ha provveduto all'istituzione del *Pla Territorial General de Catalunya* in cui sono - tra le altre - definite le aree di particolare interesse per l'agricoltura e per usi forestali del suolo. Nel piano sono definiti tre sistemi territoriali: spazi aperti, insediamenti ed infrastrutture. Gli spazi aperti, includendo le aree non urbane, sono considerati dal piano come componenti chiavi della pianificazione.

⁸⁸ A proposito del Modello Barcellona si veda "La ciudad mentirosa. Fraude y miseria del Modelo Barcelona" di Manuel Delgado del 2007.

Come si vedrà nel sottocapitolo 2.3 in relazione all'approfondimento sul PTMB, il Sistema di Spazi Aperti tre livelli di protezione in base alle caratteristiche del sito: spazi con protezione speciale per la rilevanza naturalistica ed agricola (2.032 km²) che includono i siti Natura 2000 e le aree protette; spazi di protezione speciale per i vigneti (230 km²); spazi di protezione preventiva (143 km²). Con l'approvazione del Pla Territorial Metropolità de Barcelona (PTMB) nel 2010, il 74% dell'area metropolitana è inclusa nella categoria di spazi aperti, di cui il 70% ricade in zone a protezione speciale (Giacché e Toth, 2013; Orellana Valdez ,2014; Baró et al., 2017). Per quanto riguarda la pianificazione agricola regionale non sono previste misure specifiche per l'agricoltura urbana e peri-urbana. Tra il 2009 e il 2011 sono state sviluppate delle iniziative volte al rilancio delle filiere corte in cui le tematiche della qualità dei prodotti agro-alimentari hanno promosso un ambiente sociale favorevole alla protezione delle aree peri-urbane non urbanizzate.

Con l'adesione di Barcellona al progetto *Rururba!*, la comarca del Vallès Oriental, area periurbana situata a nord-est del capoluogo catalano, è stata interessata da iniziative in questo senso. Il progetto di cooperazione co-finanziato dal fondo europeo all'interno del Programma MED, ha avuto l'obiettivo di sperimentare modelli per lo sviluppo locale sostenibile ed equilibrato dei territori periurbani, attraverso la valorizzazione, la commercializzazione e la promozione dei prodotti agroalimentari locali. A livello regionale sono stati concessi sussidi, poi tagliati e ridotti nel 2013 a causa della crisi economica, ai parchi agricoli peri-urbani come quelli di Gallecs e del *Parc Agrari del Baix de Llobregat* (BLAP), prossimi all'area urbana consolidata. Il parco agricolo del Baix Llobregat, istituito nel 2008 in un contesto caratterizzato dalla presenza dell'Aeroporto El Prat di

Barcellona, da centri urbani medi e da aree coltivate, costituisce un patrimonio culturale, economico ed ecologico di oltre 3 mila ettari che unisce la funzione agrituristica a quella di rete alimentare alternativa, sostenendo le filiere corte e il contatto diretto tra produttori e consumatori. Il parco inoltre si inserisce nell'anello verde della città posto in comunicazione tra il Parco di Collserola (a nord-est), il Parco Naturale del Garraf e lo Spazio d'Interesse Naturale dell'Ordal (ad ovest), e le Riserve Naturali del Delta del Llobregat (a sud).

A livello municipale, a Barcellona, sono stati promossi numerosi orti comuni e giardini didattici, anche su impulso del *Plan del Verde y de la Biodiversidad* del 2020 presentato nel 2013, in sintonia con la strategia per la biodiversità dell'Unione Europea. Il primo orto urbano di Barcellona, Hort de L'Avi, è datato 1986 e ha preso vita dall'iniziativa di un gruppo di residenti nel quartiere di Gràcia. I prodotti degli orti e giardini realizzati con il Piano del verde devono rispettare i principi dell'agricoltura biologica. Nel 2012 il Comune di Barcellona ha avviato la prima edizione del Pla BUIITS⁸⁹ (*Buits Urbans Amb Implicació Territorial i Social*): si tratta di un concorso ideato dal dipartimento Ecologia, Urbanisme i Mobilitat che ha l'obiettivo di recuperare terreni in disuso all'interno della città di Barcellona. L'iniziativa ha coinvolto entità, associazioni e fondazioni senza scopi di lucro per la gestione transitoria (da 1 a 3 anni) di aree verdi in disuso destinate alla realizzazione di progetti di interesse pubblico. I progetti riguardano offerte didattiche, sportive, ricreative, artistiche, ambientali, paesaggistiche e sociali e sono accompagnati dalla possibilità di installare manufatti necessariamente temporanei, smontabili o compostabili. Nel 2015 è stata avviata la seconda

⁸⁹ *Buits* in catalano significa "vuoti"

edizione.

In totale i progetti avviati sono circa una ventina e sono distribuiti in varie zone dell'area metropolitana di Barcellona. Tra il 2013 e il 2015, congiuntamente al *Pla BUIITS*, il *Plan de Microurbanizaciones* del comune di Barcellona, prevede il recupero di spazi pubblici dall'estensione di 200 fino a 6.000 m² per convertirli in spazi di prossimità aperti ai cittadini. Si tratta di interventi a basso costo (da 14 a 300 €/m²) pensati intorno alle esigenze dei singoli quartieri, nei quali sono stati tenuti in maggior considerazione il disegno del progetto, la ridotta impronta ecologica e l'offerta di servizi gratuiti agli abitanti. Nel 2013 è stata condotta attraverso l'*European Cost-Action Urban Agriculture Europe Project* un'indagine sui vigneti e le cantine della regione a denominazione d'origine protetta (PDO) di Alella, di particolare rilievo nel contesto periurbano dell'area metropolitana di Barcellona. Si tratta di una regione vitivinicola che si estende su 28 comuni con un'estensione di 314 ha. Il territorio non urbanizzato nella regione d'origine protetta ammonta al 68% di cui una larga parte è costituita da suolo forestale e il 18% da aziende agricole. I vigneti, storicamente presenti in tutta la regione vitivinicola, hanno subito una riduzione importante soprattutto a partire dal tardo '800 a causa dell'emergenza della phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*). Dagli anni novanta sono state reintrodotte varietà d'uva (es. uva rossa di Matarò) abbandonate dai tempi dell'epidemia. La diffusione urbana ha ridotto l'estensione dei vigneti a contesti peri-urbani altamente parcellizzati e frammentati, che richiedono uno specifico sforzo di recupero.

3. L'ecologia del paesaggio applicata alla pianificazione e alla progettazione dei territori metropolitani futuri

In questo capitolo sono illustrati (i) i concetti chiave che supportano le applicazioni dei concetti dell'ecologia del paesaggio nella pianificazione e progettazione, (ii) le potenzialità di indici e metriche del paesaggio e (iii) al termine di questo capitolo e con l'obiettivo di introdurre la parte finale-applicativa, vengono esaminati gli avanzamenti metodologici (la modellistica ambientale con l'impiego dei GIS per lo studio di scenari) prodotti dagli ambiti della ricerca sulla connettività ambientale inerenti l'impiego di strumenti informatici cartografici. La necessità di elaborare soluzioni alle problematiche ambientali locali e globali motivano la presente ricerca nel campo dell'ecologia del paesaggio nell'ottica di promuovere strategie di resilienza dei territori contemporanei al cambio climatico, alla sicurezza alimentare, alla perdita di biodiversità.

In termini di pianificazione resiliente al fenomeno di frammentazione degli spazi aperti, focalizzare l'attenzione su alcune specie o su alcuni gruppi ha mostrato nel tempo i suoi limiti. Il paesaggio è percepito in maniera differente dalle varie specie e, pertanto, anche il significato di *connettività* varia tra specie e comunità (Farina, 2006; Biondi et al., 2012). Una vasta letteratura scientifica affronta a tal proposito il tema del miglioramento del modello della Rete ecologica⁹⁰ per renderlo uno strumento di

⁹⁰ Ad esempio Biondi et al. (2012) suggeriscono di implementare il concetto di rete ecologica con l'analisi geo-sinfitosociologica utilizzando la vegetazione come (i) bioindicatore capace di interpretare la storia del paesaggio attraverso le pressioni umane (passate e presenti) e (ii) come guida per promuovere una diffusa naturalità del territorio.

pianificazione più efficace che valuti la struttura e il funzionamento ecologico del mosaico spaziale nel suo complesso.

3.1. Inquadramento dei concetti chiave dell'ecologia del paesaggio

Come riconosciuto anche dalla Convenzione Europea del Paesaggio (2000), il paesaggio rappresenta un elemento centrale degli studi di tipo ecologico e della pianificazione territoriale ambientale. I paesaggi nell'ecologia sono definiti quali sistemi aperti, sede di scambi di energia, materiali ed organismi sia al proprio interno che verso l'esterno. Poiché simultaneamente sono contenuti e contengono altri paesaggi, il contesto in cui li definiamo e delimitiamo per analizzarli è del tutto dipendente dal fenomeno analizzato (Galante et al., 2009).

I pilastri fondativi della scienza dell'ecologia del paesaggio, come spiega Farina in un passaggio del libro "*Paesaggio cognitivo*"⁹¹, sono essenzialmente due: il recente paradigma del paesaggio⁹² e la formulazione del paradigma dell'ecosistema⁹³ come sistema aperto

⁹¹ Dal paesaggio ecosistemico al paesaggio cognitivo. Farina considera il paesaggio come elemento del contesto soggettivo di ogni organismo.

⁹² "Quest'ultimo soggetto [il paesaggio] è divenuto terreno di incontro ma anche di scontro tra discipline apparentemente distanti tra di loro come la geografia, l'antropologia, la psicologia, l'estetica, la sociologia, l'architettura e la stessa ecologia. Lo studio del paesaggio dal punto di vista ecologico ha incontrato non poche incomprensioni proprio da parte dell'ecologia che studia gli ecosistemi e che ha faticato a riconoscerne ruoli distinti o anche solo complementari. "" (Farina, 2005, p 12)

⁹³ "La teoria che sta alla base del paradigma dell'ecosistema considera la trasformazione dell'energia lungo le catene trofiche e assume che un tale sistema sia aperto e dissipativo. [...] Il paesaggio è un aggregazione di oggetti che in vario modo vengono percepiti dagli organismo. Il paesaggio quindi non è solo una semplice entità geografica, ma è anche un'entità percettiva. Senza la percezione il paesaggio non esisterebbe, è come se volessimo parlare di ecosistema senza considerare l'energia o il flusso dei nutrienti ""(Farina, 2005, pp.18-19)

formato da elementi abiotici e biotici e rappresentazione funzionale di più elementi tra di loro connessi da rapporti energetici, flusso di nutrienti e spostamento di organismi. Intendendo il paesaggio come una superficie, un'interfaccia di collegamento tra un organismo/una società e le sue risorse, in cosa differisce in definitiva un paesaggio da un ecosistema? I due paradigmi, afferma Farina (2006), sono complementari e in definitiva differiscono per la componente spaziale, assente nel modello di ecosistema e per contro presente nel concetto di paesaggio

L'ecologia del paesaggio è la disciplina che studia le interazioni tra elementi biotici e abiotici che avvengono in un paesaggio. Essa sta guadagnando sempre più rilevanza negli ambiti della ricerca legati alla conservazione della funzionalità dei paesaggi, grazie alla capacità di coniugare discipline differenti per studiare i processi fisici e biologici che hanno luogo in una determinata porzione di territorio. Il paesaggio è interpretato come un mosaico chilometrico in cui specifici ecosistemi locali e usi del suolo ricorrono formando un modello (Forman, 1998 in Betts, 2000) ; o , da un punto di vista strettamente biologico, un mosaico di frammenti di habitat lungo i quali gli organismi si muovono, risiedono, si riproducono ed, eventualmente, muoiono (Maser, 1993 in Betts, 2000).

I paesaggi analizzati sotto la lente dell'ecologia sono caratterizzati da una serie di habitat differenti e da diversi gradi di eterogeneità.

Per quanto riguarda la biodiversità, ogni specie presente in un determinato paesaggio è evoluta fino ad un certo punto in relazione alle condizioni ambientali in contesti di maggiore o minore dipendenza ed esclusività con l'habitat. Alcune specie sono capaci di vivere e riprodursi solo in un determinato ambiente e pertanto si definiscono specie specializzate, mentre le specie generaliste si adattano a qualsiasi tipo di ambiente, inclusi quelli a forte connotazione antropica. Mentre le generaliste proliferano facilmente in diversi ambienti, le specializzate sono quelle esposte a maggior rischio di estinzione e per poter mantenere la loro conservazione è necessario proteggere gli ambienti a cui si sono adattate dal punto di vista dell'evoluzione.

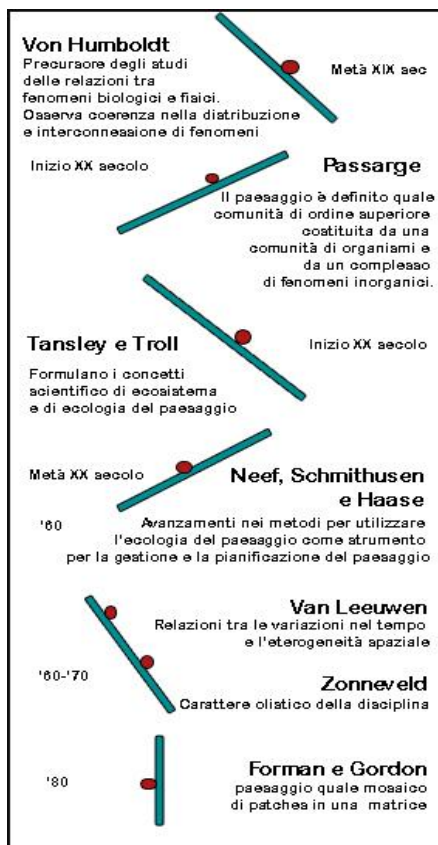


Fig. 27. Origini della disciplina dell'ecologia del paesaggio. Elaborazione grafica propria a partire da Cushman et al. 2006.

Gli aspetti spaziali che caratterizzano gli habitat sono la dimensione, la disposizione territoriale, la composizione dei nuclei e dei bordi e la forma di questi ultimi (es. irregolare o rettilinea). Da queste

caratteristiche, dalle condizioni ambientali e dalle relazioni di dipendenza tra specie ed habitat dipende la capacità di supporto per il mantenimento delle comunità biotiche che albergano in un determinato o in un insieme di habitat.

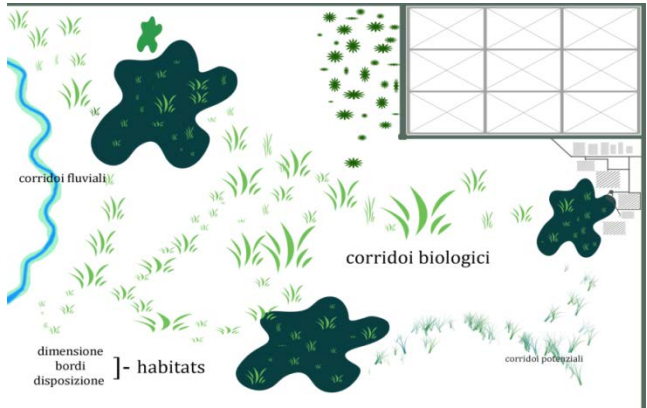


Fig. 28. Elementi principali delle reti ecologiche: corridoi biologici, fluviali, potenziali e habitat. Fonte: rappresentazione propria.

Un habitat in buone condizioni, ovvero evolutosi attraverso processi naturali⁹⁴, è capace di proteggere le specie nei momenti di maggior fragilità quali i momenti iniziali della vita, i processi riproduttivi e le epoche di stress ambientale. Similarmente, un territorio è tanto più in equilibrio quanto più l'insieme di habitat che lo costituisce si è evoluto attraverso processi naturali. Gli habitat più maturi e che presentano condizioni ambientali più variegata offrono maggiori opportunità per il mantenimento delle comunità di esseri viventi (es. boschi densi, rive, zone umide). Al contrario, habitat più semplici e

⁹⁴ A tal proposito si segnala la presenza di dibattiti su cosa si debba intendere per naturale (naturalness) specialmente in relazione a paesaggi con una lunga storia di modificazione di origine antropica.

meno vari (es. monoculture) offrono opportunità minori per le specie. Le aree inerti e le aree urbane, infine, sono quelle caratterizzate da una scarsa qualità ecologica e da ridotte capacità di supporto alla presenza delle specie. La ricchezza e biodiversità di un territorio dipendono dall'insieme di habitat che lo compongono.



Fig. 29. Diversità di condizioni ambientali e capacità di sostenere la biodiversità. A parità di superficie, gli habitat con maggior diversità sono capaci di sostenere una maggiore diversità biologica. Elaborazione propria

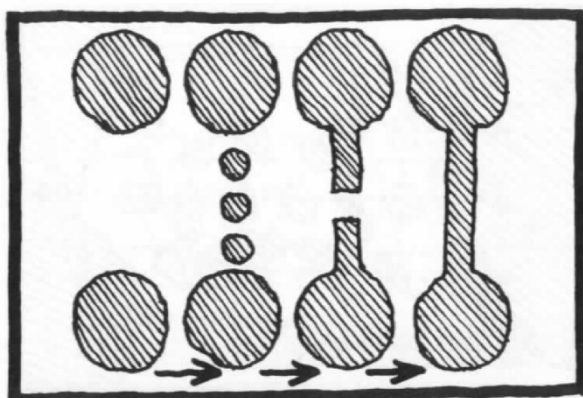


Fig 30. *Stepping stones* e connettività. In questo esempio viene rappresentato il ruolo delle *stepping stones* nei confronti della connettività. Sono rappresentati vari livelli di connettività tra habitat: assenza di un corridoio (a sinistra) e presenza di un corridoio (a destra).

La diversità di habitat in un paesaggio dipende dalla ricchezza di usi del suolo. Nell'ecologia il paesaggio è costituito da una serie di *patch* (o una sola nel caso di un paesaggio a eterogeneità nulla). Una *patch* può essere definita come una superficie non lineare, spesso inserita in una matrice, che si distingue da ciò che ha intorno. Principali caratteristiche ecologiche delle patch:

- grandezza la quale influenza la quantità di energia e nutrienti presenti in ciascuna patch;
- forma le cui caratteristiche determinano il peso dell'*edge effect*;
- numerosità e configurazione.

I quesiti di interesse che riguardano le *patch* dal punto di vista della pianificazione e dell'architettura del paesaggio riguardano la grandezza ottimale delle patch la realizzazione di determinati obiettivi (es. produzioni agricole, mantenimento di animali ed estrazione di massa legnosa).

Altro concetto chiave dell'ecologia del paesaggio è rappresentato da quello di corridoio. La crescente espansione urbana ha avuto ricadute in termini di frammentazione del paesaggio, perdita di spazi verdi e, in particolare, di corridoi di dispersione delle specie. Si definisce corridoio ecologico un ambito territoriale che svolge la funzione di connettere due o più settori con caratteristiche simili e che risulti attraversabile dalle componenti biotiche. La connettività attraverso i corridoi è trattata dall'ecologia per descrivere la continuità spazio-temporale, strutturale e funzionale del paesaggio (Grafius et al., 2017). Questi spazi offrono possibilità di movimento attraverso isole di habitat favorendo gli spostamenti migratori e e la ricchezza di specie seppur non tutte le specie necessitano avere dei

corridoi (Betts, 2000). Il mondo accademico sta progressivamente riconoscendo l'efficacia dei corridoi ecologici per la conservazione delle specie in ambienti frammentati (San Vicente e Lozano, 2008). A tal proposito Farina (2018) mette in evidenza il crescente utilizzo di tecniche di telemetria per l'osservazione dell'uso dei corridoi.⁹⁵ In particolare si ritiene utile ampliare gli studi portandoli a livelli multiscalari (Firehock, 2015), dal locale al regionale fino al continentale, per il disegno e per l'efficacia dei corridoi ecologici. I fattori che influiscono maggiormente sull'efficacia di un corridoio sono: la qualità dell'habitat; la configurazione spaziale del corridoio; la copertura dell'habitat frammentato e la composizione della matrice in cui è inserito il corridoio. Come riportano San Vicente e Lonzano (2008) nella determinazione dell'efficacia dei corridoi ecologici è necessario porre in pratica il principio di precauzione per far fronte alla perdita e alla frammentazione degli habitat, rafforzando, proteggendo o rigenerando i corridoi funzionanti. Nell'ostacolare gli studi sull'efficacia dei corridoi concorrono:

- la mancanza di programmi con una sufficiente ampiezza temporale che studino le condizioni precedenti e posteriori alla creazione di un corridoio in relazione all'uso dello stesso e alla dinamica delle popolazioni;
- la scelta di contesti o siti adeguati;
- la scelta delle specie oggetto di studio in relazione alle necessità ecologiche delle stesse.

⁹⁵ Come riporta Farina (2018) studi di telemetria sono stati utilizzati per studiare i movimenti di otto tartarughe marine (*Dermochelis coriacea*) dopo la deposizione di uova sulle spiagge costaricane. Lo studio ha fatto emergere movimenti ristretti tra il luogo della riproduzione e l'oceano aperto, favorendo l'ipotesi dell'esistenza di un corridoio marino. Tal corridoio è stato studiato in differenti anni e risultato funzionale anche per altri esemplari.

Nel caso di specie animali, in alcuni casi è necessario che diverse generazioni trovino spazio di riproduzione e capacità di movimento lungo il corridoio affinché una popolazione possa muoversi da un habitat ad un altro. Il rilievo della presenza di specie lungo il corridoio non risulta sufficiente a testare l'efficacia del corridoio senza la registrazione della frequenza dei movimenti (ad esempio attraverso la tecnica del radio-tracking) ed un aumento dei passaggi rispetto alla matrice (San Vicente e Lozano, 2008).

Per quanto riguarda le specie vegetali, ancora poche evidenze empiriche hanno dimostrato l'utilizzo dei corridoi da parte delle piante (San Vicente e Lozano, 2008). Si distinguono in base alle strategie di dispersione: le anemocore, le idrocore, le zoocore. Gli organismi (insetti, uccelli) che si alimentano del polline o del nettare dei fiori giocano un ruolo di primaria importanza nella riproduzione delle specie vegetali.

La Genetica del Paesaggio risulta essere una tecnica utile a testare l'efficacia di corridoi ecologici: studiando in maniera multi-temporalmente la struttura genetica degli individui di diverse popolazioni è possibile osservare se la connettività funzionale è aumentata, diminuita⁹⁶ o si è tenuta stabile dopo l'istituzione di un corridoio (San Vicente e Lozano, 2008).

Altro strumento concettuale di primaria importanza nella disciplina dell'ecologia del paesaggio è quello di *stepping stone*. queste costituiscono e sono costituite da spazi ecologicamente importanti

⁹⁶ Effetti negativi legati alla costituzione di un corridoio di scarsa qualità o con una forma non adatta sono dati dalla possibile competizione tra specie generaliste e specie native.

(Espanol Echaniz, 1996) e possono essere interpretate come “isole” in mezzo a territori di maggiore o minore interesse naturale connessi da corridoi che supportano i flussi ecologici. Nel caso delle specie volatili gli spazi verdi urbani costituiscono un habitat favorevole fornendo luoghi per la nidificazione e per la ricerca di risorse alimentari (Grafius et al., 2017) : i parchi urbani dunque rappresentano dei validi *stepping stones* per queste specie.

A valle di questa breve panoramica sui concetti chiave su cui si fondano le ricerche nel campo dell'ecologia del paesaggio, si propone qui di seguito una rassegna delle *research questions* che marcano le indagini contemporanee in questa disciplina. In un articolo pubblicato sulla rivista *Landscape Ecology* nel 2004, Wu e Hobbs, riassumono i temi principali di ricerca presentati dalle ricercatrici e dai ricercatori che l'anno precedente avevano preso parte all'annuale simposio di ecologia del paesaggio⁹⁷. Dieci temi di maggior rilevanza sono stati raccolti dai due autori i quali hanno messo in luce lo stato di avanzamento delle ricerche per ciascun filone. Le tematiche sono qui di seguito riassunte:

- *flussi ecologici nei mosaici di paesaggio*. Mentre le analisi sulle caratteristiche spaziali hanno goduto di larga pratica, le ricerche che legano i flussi di materia, energia ed informazione con le dinamiche ed i meccanismi spaziali sono ancora un campo che necessita attenzione ;
- *cause, processi e conseguenze dei cambiamenti di uso e copertura del suoli*. Questi ultimi, determinati da fattori di carattere socioeconomico, sono responsabili della struttura, del

⁹⁷ Si tratta del sedicesimo simposio annuale organizzato dall'Associazione Internazionale di Ecologia del paesaggio e della sessione spaziale intitolata “Top 10 list for Landscape Ecology in the 21st century”svoltosi in Arizona tra il 25-29 aprile 2001.

funzionamento e delle dinamiche della maggior parte dei mosaici e, secondo molti dei partecipanti al simposio, necessitano incorporare concetti di geografia economica al fine di studiare come le attività economiche determinano l'uso del suolo;

- *dinamiche non lineari e complessità del paesaggio.* I paesaggi, sistemi complessi caratterizzati da processi non lineari, necessitano lo sviluppo di teorie ecologiche che sappiano interpretare la complessità e la non linearità dei paesaggio;
- *ecologia del paesaggio e scale.* Ulteriori sforzi sono necessari per chiarire il modo in cui l'informazione prodotta ad una scala fine può essere estratta e tradotta da una scala (spaziale e temporale) ad un'altra. In particolare, come scrivono i due autori, è necessario procedere alla formulazione di un approccio integrato che combini misure sul campo, riproduzioni sperimentali, telerilevamento, GIS e sviluppo di modelli per intendere meglio il tema della scala ;
- *sviluppi metodologici.* I due autori riportano che i partecipanti al simposio hanno enfatizzato la necessità di approcci olistici che includano la teoria della complessità, i metodi ad essa associati, i GIS e le analisi statistiche ;
- *relazioni tra metriche e processi ecologici.* Alcune questioni aperte riguardano ad esempio la capacità di rilievo da parte delle metriche di cambiamenti lievi nel paesaggio o, meglio, i partecipanti al simposio si interrogavano su quanto un paesaggio deve cambiare prima che le metriche siano capaci di individuarlo;
- *integrazione degli umani e delle loro attività nell'ecologia del paesaggio.* I processi socioeconomici sono riconosciuti quali fattori determinanti dei cambi di uso e copertura del suolo i quali al loro volta influenzano struttura, funzione e dinamiche dei paesaggi. Di conseguenza le attività umane devono costituire parte integrante

dell'ecologia del paesaggio e la pianificazione deve interagire maggiormente con gli aspetti biofisici dell'ecologia del paesaggio. Di fatti in Europa questo obiettivo è stato già trattato da una prospettiva olistica che mette in relazione i sistemi umani e naturali (vedi Naveh, 2000);

- *ottimizzazione dei patterns del paesaggio.* In questo campo sono richiesti ulteriori sforzi per capire se (i) vi è possibilità di stabilire un optimum spaziale che integri natura e cultura, (ii) i pattern del paesaggio possono essere ottimizzati in termini sia di composizione che di configurazione delle patch e delle caratteristiche del mosaico in un'ottica di conservazione della biodiversità, gestione degli ecosistemi, sostenibilità del paesaggio;
- *conservazione del paesaggio e sostenibilità.* Nel quadro della continua crescita demografica e degli associati cambi ambientali e di uso del suolo, la natura dinamica del paesaggio è evidente al mondo della ricerca. Tuttavia rimane del lavoro da fare per sviluppare una definizione comprensiva e operativa di (i) sostenibilità del paesaggio, (ii) servizi ecosistemici del paesaggio che includa i valori intangibili quali quelli culturali, estetici, spirituali e non legati all'uso. Mentre gli ecologisti si sono occupati principalmente di sostenibilità in termini di specie ed ecosistemi, va riconosciuto come la percezione e il valore che gli umani attribuiscono al paesaggio influenza significativamente sia la scienza che la pratiche legate alla sostenibilità.
- *Valutazione dell'accuratezza e dell'acquisizione dei dati.* La disponibilità e la qualità di dati, insieme alla disponibilità di periodi di tempo estesi sono elementi chiave per le ricerche di ecologia del paesaggio. Gli avanzamenti tecnologici e quelli legati all'*information-processing costituiscono* un grande potenziale per le ricerche di ecologia del paesaggio (es. tecniche di telerilevamento,

global positioning system). Sono richiesti: dettagliate collezioni di dati biologici su organismi e specie; metodologie di campionamento e metodi statistici (o combinazione di quelli già esistenti)

3.1.1. Connettività e frammentazione

Il tema della riduzione dell'isolamento delle patch da patch dello stesso tipo apre ad un caleidoscopico panorama di concetti e prospettive. L'isolamento degli habitat aumenta con il progredire dei processi di frammentazione e può costituire una barriera nei confronti della persistenza e della colonizzazione delle patch da parte delle specie: per diffondersi o per persistere gli individui di una specie hanno bisogno di colonizzare nuove patch al ritmo con il quale le popolazioni vanno incontro ad estinzione (Betts, 2000). La continuità spaziale tra tipi di habitat è ritenuta utile a rilanciare la vitalità delle popolazioni in molte specie. La frammentazione, in definitiva, può essere considerata il negativo della connettività (Farina, 2008).

La frammentazione del paesaggio può essere di origine antropica o può far parte delle caratteristiche intrinseche di un paesaggio: quella che è conosciuta come *geogenic fragmentation* (Jaeger, 2000) o frammentazione derivante da processi geologici, ad esempio, è legata alla presenza di barriere naturali che ostacolano la dispersione di alcune specie animali (es. fiumi, cascate, canyon). Dalla frammentazione di origine antropica derivano i processi di perdita di specie animali e vegetali native, l'invasione di specie aliene, l'aumento dell'erosione del suolo e la diminuzione della qualità dell'acqua (Farina, 2008; Farina et al., 2005). La frammentazione infatti è un processo che ha influenze negative su

molte specie vegetali e animali, sui processi ecologici e sui mari.

Come affermano San Vicente e Lozano (2008) il tema della connettività ecologica si configura come uno dei più prolifici e appassionanti nei dibattiti e nella produzione scientifica nel quadro dell'attuale crisi della biodiversità. Mentre la conservazione della natura ha preso impulso limitando il proprio obiettivo alla protezione degli habitat di specifiche specie minacciate da estinzione, posteriormente l'attenzione è stata rivolta alla protezione degli spazi naturali per poi passare a scale territoriali più vaste: da una visione semplicistica, dunque, si è passati ad una arricchita da un tentativo di comprensione più integrale delle strutture ecologiche del territorio, da cui deriva la definizione di reti di spazi naturali. C'è una crescente consapevolezza del fatto che le sole aree protette non consentono di soddisfare le aspettative di conservazione della biodiversità nel lungo termine (Hobbs⁹⁸, 2005).

La nozione di connettività del paesaggio è di difficile definizione se non è valutata in base alla scala di interazione (Fig. 34a) tra un organismo ed il paesaggio (D'Eon et al., 2002) ed in generale, per una corretta gestione a livello di paesaggio è necessario conoscere (i) la teoria ed il comportamento degli ecosistemi, (ii) come i processi ecologici sono mantenuti o cambiati dalle modificazioni naturali o indotte dagli esseri umani (Betts, 2000). Come già accennato in precedenza il principio fondativo dell'ecologia del paesaggio è che esista una relazione tra processi e pattern: in tal senso prendendo in esame un processo (es. il movimento delle comunità biotiche) è possibile prevedere l'influenza che l'alterazione dei pattern esercita sui processi.

⁹⁸ In Wiens e Moss, 2005.

Come affermato da Hobbs, c'è sempre più confidenza nella possibilità di valutare e predire il livello di connettività in un paesaggio sulla base della proporzione e disposizione dei differenti tipi di copertura⁹⁹. Al variare della copertura di un tipo di suolo, un valore soglia determina la rapida decrescita della connettività; congruentemente, quanto più i paesaggi diventano frammentati, tanto più si avvicina il valore soglia che determina il restringimento delle comunità biotiche (Wiens e Moss, 2005). Superato il valore soglia che apre all'estinzione di talune specie, la ricolonizzazione di un sito isolato è strettamente dipendente dalla distanza dei frammenti dalle aree *core* e dalla qualità degli habitat limitrofi. Gli effetti della frammentazione sugli organismi sono largamente dipendenti dalla scala di percezione delle specie. Ad esempio le specie generaliste sono meno influenzate da una frammentazione a grana fine che quelle specializzate); la scala su cui agisce un processo di frammentazione, dall'altra parte, ha diretto impatto sugli organismi (Farina, 2008).

L'espansione urbana aumenta la frammentazione del paesaggio, induce a perdita di connettività, riduce gli spazi verdi e aumenta gli impatti ecologici su di essi (Grafius et al. 2017); l'espansione infrastrutturale influenza i processi ecologici, soprattutto negli animali di piccola e media taglia (Farina, 2008). La frammentazione e l'omogenizzazione del paesaggio costituiscono i principali processi di dinamica recente sulle superfici emerse: in particolare gli habitat naturali e gli agroecosistemi estensivi sono quelli che hanno sofferto la maggior riduzione e perdita di qualità ambientale (San

⁹⁹ Questo punto troverà ampio spazio nel IV capitolo nel presentare i risultati delle elaborazioni all'interno del progetto portato avanti con l'IERMB

Vicente e Lozano, 2008).

Jongman et al. (2004) precisano alcuni principi ecologici utili ad inquadrare l'utilità delle reti ecologiche. Il movimento in sé delle specie animali è un prodotto dell'evoluzione delle specie finalizzato alla sopravvivenza e alla riproduzione delle stesse. All'interno del suo areale, un taxon deve essere capace di accedere ai propri spazi di alimentazione, rifugio, riproduzione e, se è il caso, di migrazione (San Vicente e Lozano, 2008). Tre tipi di movimenti sono distinguibili: movimenti locali su piccola scala; dispersione o spostamento dal luogo di nascita per fini riproduttivi (è questo il caso di molti anfibi quali il *Bufo bufo*) che può concludersi o meno con il ritorno al luogo di partenza (es. la tartaruga marina *Caretta Caretta*); migrazioni ossia movimenti, solitamente stagionali e a lunga distanza, che prevedono un rientro al punto di partenza (es. la *Locustra migratoria*). La capacità di movimento influisce sulla varietà genetica e quindi sulla biodiversità.

In generale, tre sono gli aspetti funzionali del paesaggio che assumono rilevanza rispetto alla capacità di dispersione e di mantenimento delle popolazioni: *connectedness*, *connectivity* e corridori (Farina, 2008). I primi due si riferiscono rispettivamente: *connectedness* alle connessioni strutturali tra elementi del paesaggio e, *connectivity* ai pattern funzionali che misurano i processi attraverso i quali le popolazioni sono connesse in unità demografiche funzionali (*connectivity*). Nel primo caso si fa riferimento alla connessione fisica tra elementi simili, elementi mappabili del paesaggio. In tal senso interpreta il concetto opposto overoc a quello di isolamento. Nel secondo caso, invece, il concetto corrisponde a quello di connettività biologica e

rappresenta una misura della quantità di habitat favorevoli per determinate specie. In alcuni casi i due aspetti coincidono, come ad esempio nel caso delle specie di mammiferi che si muovono attraverso superfici boscate continue; in altri casi, invece, connessione fisica e funzionale non corrispondono, come ad esempio nel caso dei ragni (Jongman et al., 2004). In alcuni casi anche in presenza di bassi gradi di *connectedness* si possono avere alti livelli di *connectivity*. Per tal motivo assumono estrema rilevanza il mantenimento e/o il recupero dei corridoi ecologici funzionali.

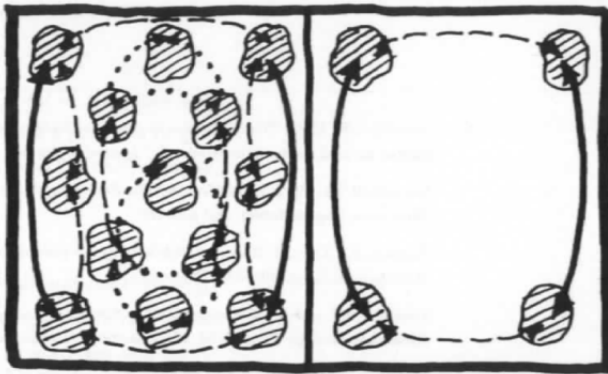


Fig. 31. Percezione animale della scala cui avviene la frammentazione. A sinistra l'habitat frammentato con le patch disposte a brevi distanze è normalmente percepito come un habitat continuo dalle specie animali mentre nel secondo caso, ove le patch sono di meno e più distanziate l'habitat è percepito come discontinuo (eccezione fatta per le specie abituate a percorrere lunghe distanze). Fonte : Drumstad et al., 1996.

Due sono i paradigmi emersi per concettualizzare la perdita di habitat e i processi di frammentazione: il *modello statico di isole biogeografiche* e quello di *mosaico dinamico di paesaggi*. Nel primo i frammenti di paesaggio sono considerati come isole oceaniche in un mare inospitale o in una matrice ecologicamente neutra.

Adottando questo modello le patch di habitat si considerano inserite in una matrice uniforme di non-habitat e la connettività è valutata in base ai parametri di grandezza e forma dei frammenti e alla presenza di corridoi. Ai principi della formulazione del concetto di frammentazione il modello statico delle isole biogeografiche ha rappresentato il modello più semplice per spiegare la perdita di habitat e i processi di frammentazione (Cushman et al., 2006; Cushman et al., 2008; Cushman et al., 2010a; Cushman et al., 2010b). I parametri di grandezza e forma dei frammenti spiegano infatti la persistenza delle specie a livello di patch. Tuttavia, nonostante consenta indagare i processi di frammentazione, questo modello è stato superato da quello dinamico. Nel secondo e più recente modello, infatti, il paesaggio (i) non è interpretato in maniera binaria bensì come insieme spazialmente complesso ed eterogeneo di tipi di copertura ed (ii) è trattato dalla prospettiva di uno specifico processo ecologico o quella di uno o un insieme di organismi. La connettività nel modello dinamico costituisce una proprietà rilevante del paesaggio derivante dall'interazione tra organismi e struttura del paesaggio ed è valutata in base alla possibilità (es. corridoi, *stepping stones*) o impossibilità (barriere) di movimento attraverso diversi tipi di frammenti nel paesaggio. Il modello dinamico fornisce una comprensione più affine alla realtà rispetto alla maniera in cui gli organismi percepiscono e interagiscono con i patterns del paesaggio.

Gli effetti dei processi di frammentazione a livello di paesaggio riguardano la creazione di segmenti di habitat, ecosistemi o usi del suolo circondati da una matrice di aree o elementi lineari utilizzate intensivamente (es. discariche e infrastrutture) le quali modificano le interazioni ecologiche tra i segmenti (Jaeger, 2000).

I processi di frammentazione possono essere attribuiti a quattro gruppi (Betts, 2000):

- Effetto bordo: può essere causato da (i) caratteristiche geomorfologiche locali derivanti dal tipo di suolo o dalla pendenza ad esempio; (ii) disturbi naturali; (iii) attività umane. Si manifesta dove si manifestano cambi nei parametri di umidità, illuminazione, temperatura, etc. lungo i bordi tra patch differenti. L'abbondanza di specie che si trovano in queste di bordo è per lo più determinata da specie generaliste;

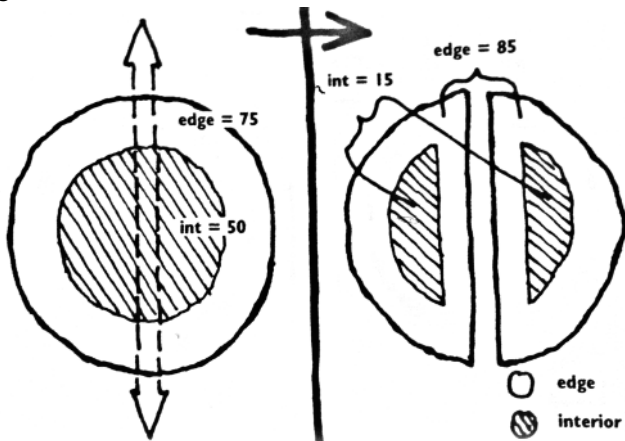


Fig. 32 .Edge habitat e specie. Fonte: Drumstad et al, 1996, p. 20.

- Grandezza dei frammenti (*patch size*): molti organismi sono influenzati dall'estensione dell'habitat per cui sono dette specie *area sensitive*. Per fare alcuni esempi, la presenza di uccelli tende ad essere dipendente dall'estensione delle aree forestali, le popolazioni di anfibi tendono ad essere meno dense in aree con estensione minore di 10 ha (Betts, 2000), le piante presentano una minore diversità genetica e maggiori tassi di estinzione in aree più piccole. È da notare che le metriche *patch size* nel caso in cui vengano

impiegate per il confronto di paesaggi differenti necessitano essere ponderate.

- Distanza tra le patch: la distanza tra frammenti limita la capacità di dispersione e di colonizzazione di nuove patch degli organismi. La creazione di corridoi biologici consente accorciare le distanze favorendo i processi appena indicati.

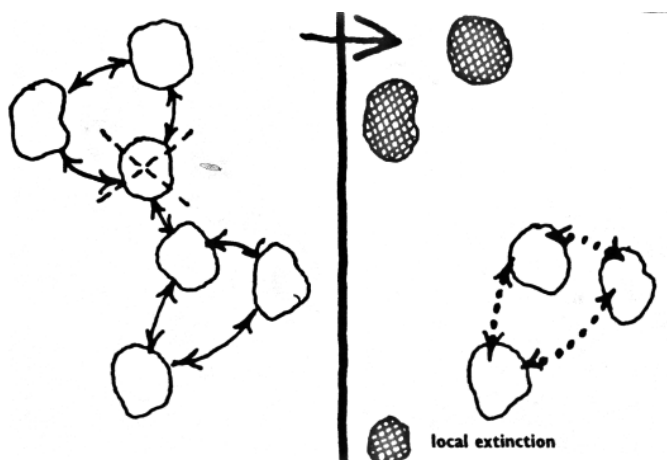


Fig. 33. Dinamiche delle meta popolazioni. Fonte: Drumstad et al, 1996, p. 23.

- Forma delle patch: le forme compatte permettono una maggiore efficacia nella conservazione della natura mentre forme più frammentate danno luogo a maggiori interazioni tra l'interno delle patch e la matrice. Forme a reticolo, infine, hanno la funzione di favorire il movimento degli organismi come ad esempio le patch forestali nei mosaici agroforestali.

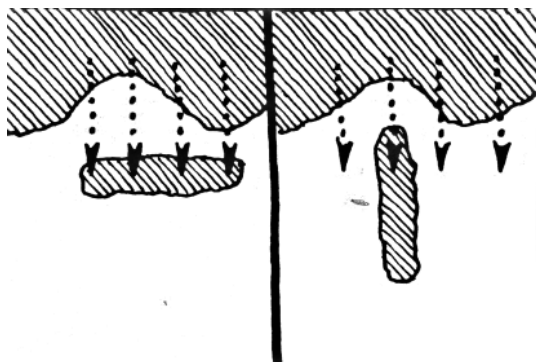
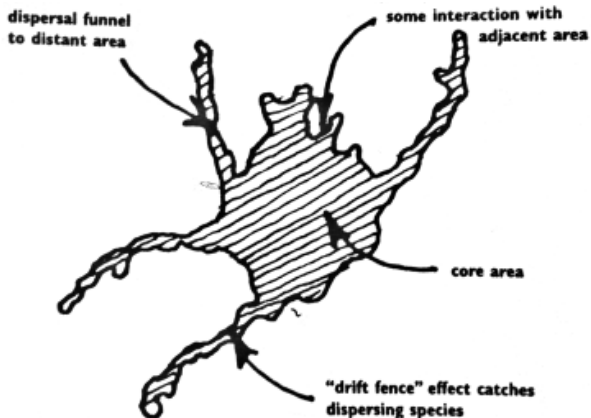


Fig. 34 . Sopra: *Optimum* ecologico nella forma della patch. Sotto: forma e orientazione delle patch e relazione con la possibilità di colonizzazione da parte delle specie. Fonte: Drumstad et al, 1996, p. 32

La frammentazione del paesaggio di origine antropica, una delle maggiori cause di perdita di specie nei paesi industrializzati, causata dal sistema infrastrutturale (stradale e ferroviario) e dall'espansione degli insediamenti ha tra i suoi effetti (i) favorire la dispersione di contaminanti e di emissioni acustiche, (ii) influenzare le condizioni climatiche locali (e globali), il bilancio idrico, il paesaggio, l'uso del

suolo (Jaeger, 2000). Al fine di mantenere o restaurare la connettività, i pianificatori dovrebbero identificare gli habitat migliori e corridoi potenziali considerando non solo il parametro della distanza tra la patch di spazi verdi ma anche quello della grandezza della densità della vegetazione e la resistenza del paesaggio al movimento delle specie ossia delle barriere imposte dal paesaggio o dall'uso del suolo (Grafius et al., 2017).

Diversi processi causano isolamento e perdita di habitat. La sintesi che segue deriva da un approfondimento su Cushman et al. (2006), Dramstad et al. (1996), Battisti (2004).

- Perforazione (*perforation*): implica la creazione di "buchi" all'interno di habitat e matrici di habitat essenzialmente intatti . Produce perdita diretta di habitat a causa della conversione di uso del suolo. Ne sono un esempio le espansioni urbane e la deforestazione;
- Dissezione (*dissection*): può precedere o avvenire contemporaneamente alla perforazione. Ne costituisce un esempio la costruzione di elementi lineari di infrastrutture in superficie;
- Frammentazione: riduzione nell'estensione e nel grado di agglomerazione di un habitat;
- Restringimento (*shrinkage*): riduzione dell'estensione di uno o più habitat;
- Logoramento (*attrition*): scomparsa di uno o più habitat.

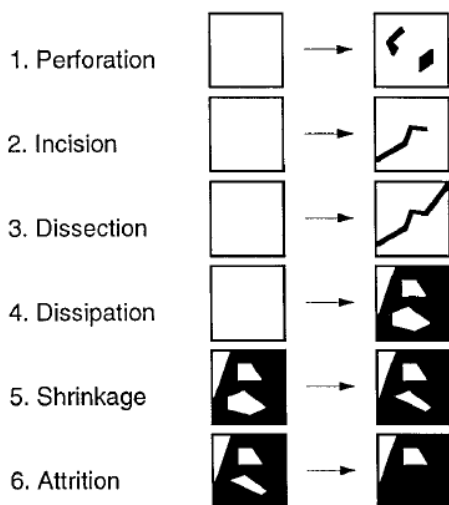


Fig. 35 Fasi di frammentazione del paesaggio. Tal tipo di rappresentazione sottintende una scelta degli elementi del paesaggio che intendiamo quali frammenti¹⁰⁰. Fonte: Jaeger, 2000, p. 116.

Seppure possa essere distinta una fase dall'altra, le fasi di frammentazione del paesaggio non sono necessariamente separate le une dalle altre dal momento che diverse di esse hanno luogo simultaneamente (Jaeger, 2000). A differenza Forman (1995), Jaeger distingue tra i processi quello di dissipazione (risultante dalla combinazione della dissezione e del restringimento) e quello di incisione.

¹⁰⁰ La rappresentazione fa riferimento ad una specifica scelta degli oggetti di studio: in tal senso si distingue tra habitat e non habitat (come nel modello di isole biogeografiche) o tra un'area forestale e non forestale.

3.2. Indici e metriche del paesaggio

L'uso delle metriche del paesaggio ha conosciuto un successo crescente negli ultimi tempi (Uemaa et al., 2013; Aguilera et al., 2011). Considerando l'ecologia del paesaggio che mette in relazione processi e struttura, la pianificazione ha la possibilità di organizzare l'uso sostenibile delle risorse fisiche, biologiche e culturali del paesaggio. L'ecologia del paesaggio, pertanto, rappresenta una fonte di concetti spaziali su cui basare le scelte gestionali e la pianificazione dell'uso del suolo applicando concetti attivi, che supportano le fasi valutative e decisionali, con proposte pratiche e operative. La scelta degli strumenti quantitativi è collegata ai fini delle analisi in cui gli indici e le metriche vengono impiegati e risente del contesto in cui si applica (Pileri, 2012).

| Aree logiche per le analisi sulle variazioni di uso e copertura dei suoli | Indicatori | Principali riferimenti bibliografici |
|--|---|---------------------------------------|
| Composizione tra le differenti classi di uso e/o copertura del suolo all'interno di una pre-determinata unità territoriale | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Coefficiente di copertura o indice di composizione ✓ Variazione di uso del suolo ✓ Tasso di variazione ✓ Indicatore di incidenza ✓ Perdite o guadagni | Frenkel A., Ashkenazi M. |
| Variazione quantitativa delle superfici appartenenti alle differenti classi di uso e/o copertura del suolo | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Velocità di cambiamento ✓ Velocità di cambiamento pro-capite. Indicatore di incidenza annuale o periodico | Pileri, P. Maggi, M., Pontius et al., |

| | | |
|---|--|--------------------------------------|
| <p>Variazione nel tempo delle superfici appartenenti alle differenti classi di uso e/o copertura del suolo</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Intensità d'uso dei suoli o densità abitativa netta ✓ Dotazione di suolo per abitante ✓ Variazione pro-capite di suolo Indice statistico di sprawl | <p>Frenkel A., Ashkenazi M., EEA</p> |
| <p>Intensità o dotazione cioè quelle misure che rapportano la superficie con altri parametri come gli abitanti, il reddito, etc.</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Compattezza ✓ Frammentazione ✓ Dimensione media ✓ Patch density etc. | <p>McGarigal K., Marks, Turner.</p> |
| <p>Geometria o configurazione ossia lo studio della forma (e la sua relativa variazione) dei poligoni che compongono le differenti classi di uso e/o copertura del suolo (alla forma sono spesso associate prestazioni agro-ecopaesistiche come suggeriscono l'ecologia del paesaggio e la landscape metrics)</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Variazione stock di carbonio nel suolo ✓ Mancata produzione di ossigeno ✓ Perdita di terreni fertili | <p>Leitão A.B.</p> |
| <p>Effetti ambientali e sociali indotti dalle variazioni di uso e/o copertura del suolo</p> | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Riduzione della capacità produttiva agricola Impermeabilizzazione o superficie non drenante ✓ Riduzione degli spazi aperti fruibili etc. | |

Tab. 6. Raggruppamento in aree tematiche degli indicatori di variazione di uso del suolo utili per la pianificazione territoriale e la valutazione ambientale. Fonte: Paolo Pileri (2012).

Indici e metriche rappresentano strumenti utili alla pianificazione del

territorio e alla progettazione eco-paesaggistica: essi infatti svolgono un ruolo chiave nel facilitare la comprensione dei fenomeni, nel dargli forma, nel comunicare, nel mettere ordine e nel comparare (Pileri, 2012). I paesaggi contengono complessi pattern spaziali nella distribuzione delle risorse le quali variano nel tempo e nello spazio. La stima di questi cambiamenti è realizzabile mettendo in campo metriche che quantificano la struttura del paesaggio su varie scale spaziali: a livello di patch, di classi di patch e a livello di interi mosaici di paesaggio. Una sola patch è caratterizzata da un limitato numero di caratteristiche spaziali (area, perimetro, forma); tuttavia un insieme di *patch* possiede una varietà di proprietà sulla scorta dell'aggregazione per classi o per gruppi di classi. È possibile, dunque, analizzare il paesaggio considerando diversi livelli di eterogeneità spaziale (McGarigal, 2002).

| | |
|-------------------------------|--|
| <i>A livello di cella</i> | Corrisponde alla risoluzione più fina di caratterizzazione della struttura del paesaggio. Le metriche elaborate a questo livello non fanno riferimento ad una singola classe o patch ma piuttosto caratterizzano il contesto delle singole celle con un valore per ciascuna di esse. |
| <i>A livello di patch</i> | Le metriche elaborate a questo livello, che restituiscono un singolo valore per patch, rispecchiano le caratteristiche spaziali e/ o del contesto di ciascuna di esse. |
| <i>A livello di classe</i> | Le metriche a livello di classe possono essere calcolate come media semplice o ponderata e/o essere aggregate in base alla configurazione delle patch lungo il paraggio. |
| <i>A livello di paesaggio</i> | Come le metriche a livello di classe, quelle a livello di paesaggio possono essere integrate dal calcolo della media semplice o ponderata e aggregate in base alla configurazione del mosaico. Restituiscono un valore unico per l'intero paesaggio considerato. |

Tab. 7. Livelli gerarchici di osservazione delle caratteristiche spaziali del paesaggio. Elaborazione propria a partire da McHarg , 2002.

In accordo con Aguilera et al. (2011) sebbene è possibile trovare in letteratura un ampio uso delle metriche applicate negli Stati Uniti, sarebbe necessario sviluppare l'applicazione delle metriche allo studio delle città Europee e in special modo di quelle Mediterranee date l'unicità delle sue forme.

Due i tipi di metriche che sono impiegabili nella pianificazione: metriche spaziali e metriche del paesaggio. Le prime sono quelle adottate per la descrizione delle forme urbane e sono utilizzabili dalla pianificazione per studiare i processi di espansione urbana e le sue conseguenze; le seconde, trattate in dettaglio in questo paragrafo, sono quelle che fanno riferimento alle funzioni ecologiche. Attraverso le metriche spaziali è possibile studiare le conseguenze dei processi urbani in termini di:

- sostituzione dei pattern di crescita tipici della città mediterranea con altri di tipo globale;
- trasformazione degli stili di vita e incremento della dipendenza nell'uso dell'automobile;
- cambi nei paesaggi periurbani;
- valutazione di scenari futuri;
- validazione dei modelli di simulazione.

Comunemente l'uso del termine *landscape metrics* fa riferimento agli indici sviluppati per la produzione di mappe tematiche e per la quantificazione delle proprietà del paesaggio legate alle funzioni ecologiche (Aguilera et al., 2011; Gökyer, 2013) esse vengono calcolate attraverso algoritmi e mezzi informatici (es. *Fragstats* e *Patch Analyst*) che quantificano specifiche caratteristiche spaziali delle patch, di gruppi di patch o di interi paesaggi. Il calcolo di indici e metriche è generalmente supportato da mappe tematiche di uso e

copertura del suolo (Lasting et al., 2015) e risulta utile a confrontare il livello di frammentazione tra più paesaggi o per comparare i cambi di un singolo paesaggio all'interno di un determinato arco di tempo.

Una varietà di caratteristiche della distribuzione spaziale degli usi del suolo (ovvero l'architettura dell'uso del suolo in un paesaggio) influenza la *performance* del suolo e dei sistemi ecologici (Pileri, 2012). Queste includono (i) area, forma e frammentazione delle patch di una classe di uso del suolo, (ii) configurazione degli usi all'interno di una regione (in particolare interposizione e giustapposizione). Tali qualità spaziali sono comunemente descritte attraverso l'impiego di metodi derivanti dall'ecologia del paesaggio associata ai sistemi informativi geografici. I GIS infatti permettono di analizzare le diverse scale del paesaggio con flessibilità (Wein e Moss, 2005). Nel complesso la modellizzazione del paesaggio trova nei sistemi informativi geografici un mezzo potente capace di : supportare modelli integrati, condurre analisi spaziali interattive lungo scale multiple nell'ottica di comprendere meglio i processi e catturare le complesse proprietà del paesaggio (Goodchild, 1996).

| Area e perimetro | | | |
|-------------------------|--|------------------|------------------------------|
| <i>Nome</i> | <i>Definizione</i> | <i>Unità</i> | <i>Livello¹⁰¹</i> |
| <i>Class Density</i> | Rapporto tra l'area della classe e quella del SO | % | Cl |
| <i>Edge Density</i> | Corrisponde alla somma dei perimetri degli oggetti di una classe (o del SO) diviso per l'area del SO | m/m ² | Cl,SO |
| <i>Boundary Density</i> | Rappresenta la relazione tra l'area e il perimetro d'un oggetto e misura la complessità delle classi | Nessuna | Cl |

¹⁰¹ O = oggetto (es. poligono urbano), Cl= classe (es. urbano), SO=super-oggetto (es. area metropolitana).

| | | | |
|-------------------------------------|--|-----------------|----------------|
| <i>Weighted Urban Fragmentation</i> | Valuta la frammentazione dovuta alla presenza di aree urbane, è ponderata sull'area del SO in modo da consentire comparazioni tra valori di frammentazione | Nessuna | SO |
| Forma | | | |
| <i>Nome</i> | <i>Definizione</i> | <i>Unità</i> | <i>Livello</i> |
| <i>Fractal Dimension</i> | È un indice basato sulla relazione perimetro-area nel quale perimetro e area sono trasformati con funzione logaritmica | Nessuna | O,CI,SO |
| <i>Perimeter-Area-mean-ratio</i> | Descrive la relazione tra area e perimetro degli oggetti | Nessuna | O,CI,SO |
| Aggregazione | | | |
| <i>Nome</i> | <i>Definizione</i> | <i>Unità</i> | <i>Livello</i> |
| <i>Effective mesh Size</i> | Dimensione degli oggetti quando il SO è diviso in n-aree (es. griglia quadrata) | Km ² | CI,SO |
| <i>Class Compactness</i> | Misura il grado di aggregazione spaziale degli oggetti di una classe | % | CI |
| Diversità | | | |
| <i>Nome</i> | <i>Definizione</i> | <i>Unità</i> | <i>Livello</i> |
| <i>Number of classes</i> | Numero di classi per SO | N° classi | SO |
| <i>Shannon diversity</i> | Corrisponde a meno la somma dell'abbondanza proporzionale di ogni classe di oggetti moltiplicato per questa proporzione | Nessuna | SO |
| <i>Simpson Diversity</i> | La probabilità che due oggetti randonsiano di due classi differenti | Nessuna | SO |
| Contrasto | | | |
| <i>Nome</i> | <i>Definizione</i> | <i>Unità</i> | <i>Livello</i> |
| <i>Boundary Contrast Ratio</i> | Corrisponde alla somma dei segmenti di perimetro di un oggetto (o di una classe o SO) adiacente ad una classe differente, diviso per il perimetro dell'oggetto (o della classe o del SO) | % | O,CI,SO |
| <i>Change proportion</i> | Misura l'intensità di espansione: è il rapporto tra l'area di cambio di una classe e l'area del SO | % | CI |

Tab. 8. Metriche ed indici di frammentazione del paesaggio. Riproduzione propria di alcuni degli indici presentati nella guida all'uso del software IndiFrag di Sapena e Ruiz (2015).

In accordo con McGarigal e Marks (1995), le metriche possono essere suddivise in due categorie: (i) metriche che quantificano la composizione senza far riferimento alle caratteristiche spaziali e (ii) metriche che quantificano la configurazione spaziale del paesaggio. Le prime riguardano la diversità e l'abbondanza dei diversi tipi di patch e sono calcolate a livello di paesaggio. Le principali metriche di questo tipo sono ad esempio: il numero di classi presenti in un'area e l'estensione di ciascuna classe, la proporzione di ciascuna classe in relazione all'intero paesaggio, la diversità (es. Shannon's, Simpson's). Le misure sulla diversità sono influenzate i) dal numero di classi presenti (*richness*) e ii) dall'uniformità che si riferisce all'abbondanza relativa delle diverse classi (*evenness*). Le metriche che rispecchiano la configurazione, invece, riguardano la disposizione, la posizione e l'orientamento delle patch all'interno di una classe o a livello di paesaggio. Alcuni aspetti della configurazione, quali isolamento e adiacenza, misurano le relazioni spaziali tra più patch o tra diverse classi. A questa categoria appartengono: area e bordi delle patch, complessità delle forme (es. semplice complessa, regolare o irregolare), contrasto tra i bordi delle patch, aggruppamento e, converso, la dispersione delle classi. È possibile inoltre distinguere tra metriche strutturali e funzionali: delle prime fanno parte quelle concernenti composizione e configurazione, mentre le seconde fanno esplicito riferimento alle caratteristiche spaziali dei mosaici e dipendono dai processi presi in considerazione in ciascuna analisi.

Come sottolineato da McGarigal (2002) prima del computo di qualunque metrica è necessario che chi effettua la ricerca definisca il paesaggio, includendo i suoi contenuti tematici, la risoluzione, la grana spaziale, l'estensione e i confini del soggetto-paesaggio

indagato. Pertanto il valore restituito da ciascuna metrica è una funzione delle scelte di colei o colui che investiga nonché dell'enfasi posta sulla struttura piuttosto che sulla funzionalità del paesaggio.

Come detto, dunque, le metriche del paesaggio rappresentano uno dei metodi più conosciuti per studiare quantitativamente i pattern del paesaggio. Durante gli ultimi decenni sono stati introdotti diversi indici del paesaggio (*es. dominance, diversity, contagion, fractal dimension*). Da una *literature review* di Uuemaa et al., 2013 sul tema delle metriche ed indici del paesaggio risulta che tra il 2000 e il 2010 l'applicazione di metriche del paesaggio ha conosciuto un incremento significativo per la caratterizzazione di: servizi ecosistemici, funzioni del paesaggio, funzioni di regolazione (*es. controllo incendi*), informazioni estetiche.

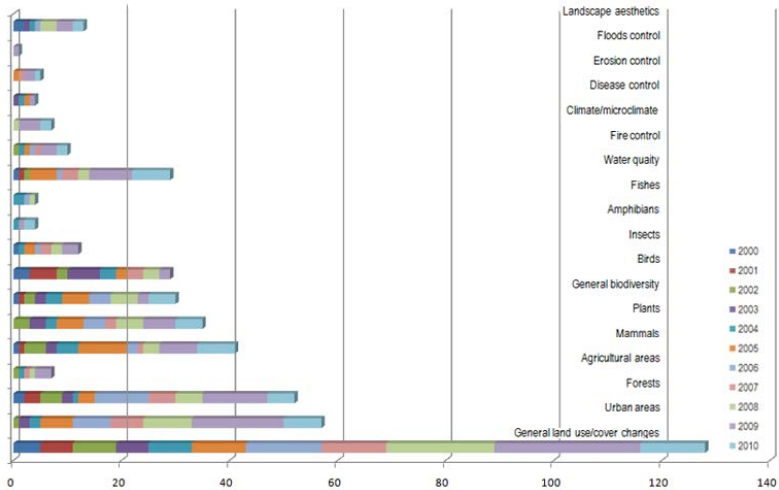


Fig. 35. Campi di impiego delle metriche e degli indici del paesaggio nei risultati della *literature review* a di Uuemaa et al., 2013. Fonte: elaborazione grafica propria a partire dai dati tabellari di Uuemaa et al., 2013.

In riferimento a quanto riportato nella Tab. qui sopra, si distinguono

le metriche in base all'oggetto dell'investigazione:

1) *Metriche per lo studio del paesaggio in quanto habitat.* Come si deduce dai dati della tabella, per quanto riguarda l'utilizzo delle metriche in studi sulla funzione di habitat dei paesaggi emerge che il maggior numero di paper analizzati dagli autori dell'articolo si sono concentrati su specie animali mammifere (41), un'altra buona parte su specie vegetali (35) e sulla biodiversità in generale (31), e un numero consistente su specie di uccelli (29).

Nel caso di mammiferi per quantificare la distribuzione e la qualità degli habitat per differenti specie attraverso le metriche vengono utilizzati dei modelli a fini predittivi. Emerge dallo studio che la distribuzione e abbondanza di specie di mammiferi dipende più dalla composizione (usi del suolo e proporzione di potenziali habitat ad es.) del paesaggio piuttosto che dalla configurazione (es. forma). Diversi autori propongono la valutazione della biodiversità attraverso un *core set* di metriche tra cui assumono particolare importanza la proporzione relativa di habitat favorevoli e grandezza delle patch.

Nel caso delle piante, allo stesso modo che per i mammiferi, risultano essere più rilevanti le caratteristiche legate alla composizione piuttosto che alla forma delle patch tuttavia la complessità della forma dei frammenti risulta essere correlata con la ricchezza di specie. L'eterogeneità spaziale del paesaggio influisce sulla distribuzione della ricchezza di piante autoctone e alloctone.¹⁰²

¹⁰² A tal proposito, va segnalato come la connettività risulta essere un elemento di pericolo, e controproducente in un certo senso, quando l'obiettivo è quello di mantenere la purezza delle coltivazioni in coltivazioni geneticamente modificate.

In base a quanto rilevato da Uuemaa et al., 2013 le ricerche che le metriche del paesaggio e la funzione di habitat del paesaggio necessiterebbero dedicare maggiore attenzione al tema del contrasto tra bordi, in quanto campo ancora poco studiato.

In accordo con Uuemaa et al., 2013, uno studio di Betts, 2000 dal titolo *In Search of Ecological Relevancy: a Review of landscape Fragmentation Metrics and Their Application for the Fundy Model Forest*, ha rilevato attraverso una *literature review* che le metriche più citate in ricerche sulle necessità spaziali di diversi gruppi di specie di differenti taxa (uccelli, mammiferi, anfibi, piante, insetti) riguardano principalmente la configurazione delle patch (connettività, isolamento, contatto), la dimensione delle patch, la proporzione di habitat favorevoli. Questi risultano essere i fattori del paesaggio che maggiormente riescono a spiegare la distribuzione, il movimento e i successi riproduttivi. Nell'ottica di dare priorità ad una metrica o ad un'altra nelle fasi applicative è richiesto adottare un approccio relativo ad una specie-indicatore che sia sensibile alle caratteristiche del paesaggio.

2) Metriche legate alle funzioni di regolazione. L'analisi dei servizi di regolazione del paesaggio è una nuova e promettente area di ricerca nell'ecologia del paesaggio e nell'uso delle metriche. La più esplorata, come si evince dalla tabella, è quella relativa alla qualità dell'acqua. Secondo quanto rilevato da Uuemaa et al. , 2013, una sfida futura della ricerca in questo campo potrebbe essere quella di stabilire delle soglie nella composizione, ovvero nella proporzione e distribuzione di certi usi del suolo, oltre la quale la qualità dell'acqua subisce cambi irreversibili. Altro tema che ha ricevuto attenzione da parte delle metriche è quello della funzione del paesaggio di

regolazione degli incendi. In questo caso è stato rilevato come la frammentazione ha relazioni dirette con la diffusione di incendi.

3) *Metriche legate alla funzione di informazione*: numerosi studi mettono in relazione la percezione visuale e la struttura del paesaggio ossia l'insieme di composizione e configurazione: ad esempio la specie umana risulta essere molto attratte da spazi aperti ed eterogenei con presenza di corpi idrici. Le metriche del paesaggio non possono misurare tutti gli aspetti visuali del paesaggio ma possono essere utili in termini di monitoraggio dei valori estetici .

| | Biodiversità | Note aggiuntive su relazioni tra fattori |
|---------------------|-------------------------------------|--|
| Habitat function | Diversità animale (mammiferi) | Uso del suolo e proporzione delle coperture influenzano e sono influenzate dalla diversità di mammiferi |
| | | <i>Edge effect</i> influenza i processi biologici dei mammiferi |
| | Diversità vegetale (piante) | Complessità delle forme delle patch influenza la distribuzione e la ricchezza di specie |
| | | <i>Patch size</i> influenza la diversità genetica e i tassi di estinzione delle piante |
| | Diversità animale (uccelli) | <i>Edge density</i> influenza l'abbondanza di uccelli |
| | | La forma delle patch influenza la diversità di specie di uccelli |
| | Diversità animale (insetti, anfibi) | <i>Patch size</i> influenza l'abbondanza delle popolazioni di anfibi |
| Regulation function | Qualità dell'acqua | La configurazione spaziale influenza la qualità dell'acqua |
| | Incendi | I tipi di di coperture presenti influenzano la gravità degli incendi (minore laddove vi è più diversità) |

| | | |
|----------------------|--------------------|---|
| | | di coperture arboree e con maggiore patch density) |
| | | Metriche di frammentazione interagiscono con la probabilità di diffusione degli incendi |
| | Clima (microclima) | La configurazione spaziale influenza l'intensità delle isole di calore |
| Information function | Percezione visuale | É influenzata dalla configurazione e dalla composizione |

Tab. 9 Individuazione delle metriche adatte a ciascun ambito di studio in cui vengono impiegate. Elaborazione propria a partire da Uuemaa et al. (2013) e Betts (2000). In viola le metriche di composizione; in giallo quelle di configurazione e in rosa entrambe.

Laush et al. (2015) affermano che le metriche che hanno maggior capacità di predire gli effetti dei pattern del paesaggio sulla biodiversità sono: *largest patch index*, *edge density*, *nearest neighbour*, *proximity index* e l'indice di diversità di Simpson.

Queste metriche sono elaborate prendendo in considerazione un modello *Patch Matrix Model* (di cui si tratterà più avanti) e hanno dimostrato la propria efficacia soprattutto in relazione a quelle specie di cui sono conosciute le esigenze ecologiche e il funzionamento del ciclo vitale, mentre poche evidenze sono state prodotte in riferimento all'efficacia di tali metriche in relazione a specie meno conosciute¹⁰³.

¹⁰³ Per ovviare a tale limite Laush et al. (2015) propongono di adottare un modello GM (Gradient Model) con il supporto di dati telerilevati che permettono una rappresentazione più realistica dei patterns vegetali e delle risultanti strutture del paesaggio comprendendo misure quanti-qualitative su vegetazione e habitat.

| Parametro | Peso | Luoghi di nidificazione | Dispersione dei semi | Alimentazione | Riproduzione |
|--------------------|------------------------------|---|---|---|--|
| Habitat Patch size | Basso: < 1 ha | <p>- Molte specie colonizzano con successo patches grandi piuttosto che patches di dimensioni ridotte.</p> <p>- La densità di popolazione diminuisce al diminuire della dimensione delle patches.</p> | <p>Parchi grandi tendono a supportare una più ampia diversità di habitat e specie di alberi e a ridurre l'effetto margine favorendo popolazioni più stabili</p> | <p>Preferenze non casuali rispetto all'alimentazione. Le aree a prati con alti livelli di gestione e disturbo umano non sono i luoghi preferiti da questa specie per soddisfare le esigenze alimentari.</p> | <p>Aree coperte da strati cespugliosi, arborei o stagni con area > 0,05 ha. Parchi più grandi con più visitatori possono supportare più specie onnivore nella stagione della riproduzione. L'estinzione casuale aumenta al diminuire della grandezza degli habitat.</p> |
| | Medio-basso: da 1 a 2 ha | | | | |
| | Medio: da 2 a 3 ha | | | | |
| | Medio-alto: da 3 a 4 ha | | | | |
| | Alto: da 4 a 5 ha | | | | |
| | <p>Moito alto: > 5 ha</p> | | | | |
| Patch distance | Maximum distance | <p>La presenza di semi entro un chilometro dal nido influenza la scelta del sito per nidificare.</p> | <p>Tutte le parti dell'abero sono ugualmente adatti.</p> | <p>Se un individuo di questa specie ha scelto la traiettoria ottimale, incontra meno pericoli, spende meno tempo nel viaggio e viaggia attraverso habitat con alti livelli di produttività.</p> | <p>Dipende dalla disponibilità di cibo e semi. Questa specie opera a scale grandi dovuto alla grande mobilità nei periodi di non riproduzione.</p> |

Tab. 10. Peso dei parametri di distanza tra le patch e la dimensione delle patch (ossia della struttura dello spazio verde) per la specie di volatile

Eurasian tree sparrow (*Passer montanus*). Tale ricerca è stata condotta in ambienti asiatici. Fonte: Grafius et al. 2017, p. 10.

3.2.1. Indici di frammentazione nei paesi Europei

Secondo quanto si apprende dal report congiunto European Environmental Agency (EEA) e del Federal Office for Environment (FOEN)¹⁰⁴ del 2011 sulla frammentazione del paesaggio in Europa i cambi principali sono causati dalla crescente densità delle reti di trasporto e dell'ampliamento delle aree urbane. A valle di uno studio statistico sulle relazioni tra frammentazione del paesaggio e una gamma di variabili predittive, le variabili statistiche che risultano giocare un ruolo di maggior rilievo nella frammentazione in Europa sono:

- La densità di popolazione
- Il PIL pro capite
- Densità di passeggeri
- quantità di beni caricati e scaricati pro capite.

Nel report è impiegato l'indicatore dell'*effective mesh density* (S_{eff}) che quantifica il grado con cui la possibilità di movimento della fauna selvatica è interrotto da barriere. I dati di uso del suolo utilizzati sono quelli del Corine Land Cover 2006 e, per gli elementi lineari, i dati TeleAtlas del 2009. L'indagine è stata condotta su 28 paesi con l'impiego di una maglia di 1 km x 1 km. I valori registrati mostrano un'alta variabilità tra i paesi scandinavi (bassa

¹⁰⁴ Sono stati applicati una serie di modelli statistici per determinare quali fattori (socioeconomici e geofisici) influiscono maggiormente sulla frammentazione del paesaggio in Europa. Il grado di frammentazione spiegato tramite le variabili predittive ha registrato un'alta variabilità (tra 46 e 91%) in zone distinte.

frammentazione) e quelli dell'Europa centrale e occidentale (molte aree altamente frammentate risultano essere localizzate in Belgio, Danimarca, Olanda, Germania, Francia, Polonia e Repubblica Ceca). In particolare i valori di frammentazione più alti sono stati registrati nelle vicinanze dei grandi agglomerati urbani e dei principali corridoi infrastrutturali; al contrario valori più bassi sono associati a zone di difficile accesso o di montagna.

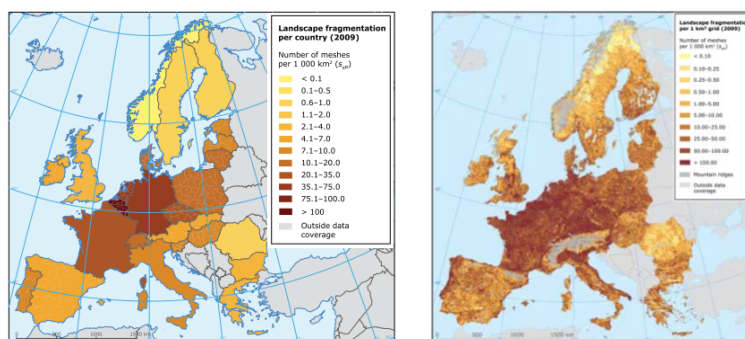


Fig. 36. A sinistra: Frammentazione del paesaggio in Europa calcolato per paese a partire dal valore medio dell' *Effective Mesh Density* su una maglia di 1x1km. A destra: frammentazione del paesaggio con valori dell' *Effective Mesh Density* per cella quale misura del grado di difficoltà al movimento posto dalla presenza di barriere. Fonte: Eea-foen 2011, p. 38.

Come rappresentato nella Fig. 37 il livello di frammentazione in Europa si presenta i) con valori bassi nei paesi settentrionali, ii) mediamente altri in quelli meridionali e iii) alti in quella centrale¹⁰⁵. Per via dell'attrattività turistica esercitata dal litorale e delle variabili topografiche e climatiche, valori molto alti dell' s_{eff} caratterizzano in

¹⁰⁵ "In the central part of Europe, the major transportation corridors and the neighbouring areas are highly fragmented, including areas of high urban sprawl"(Eea-foen , 2011, p. 37).

area mediterranea le aree costiere,

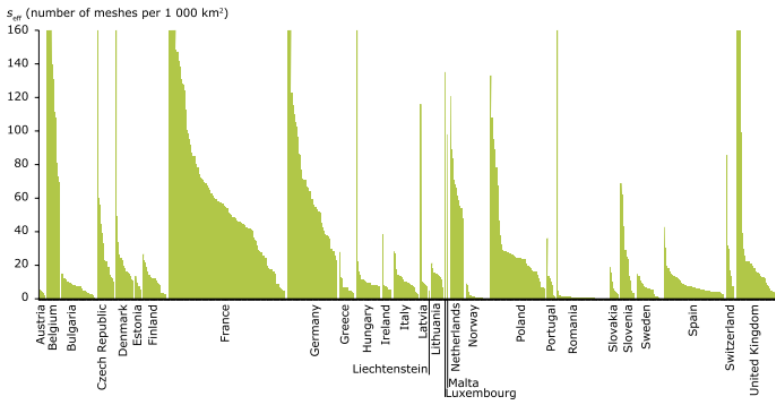
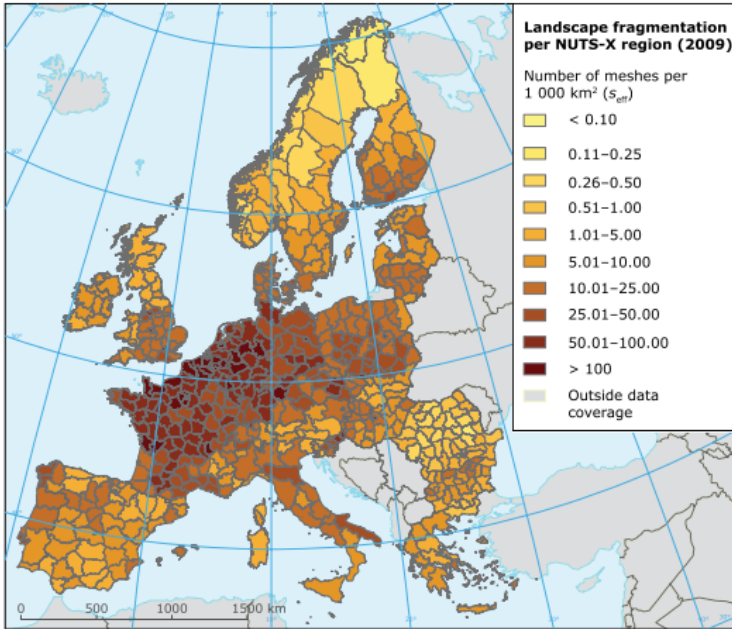


Fig. 37. Frammentazione per Nuts-region¹⁰⁶ e frammentazione per NUTs-X

¹⁰⁶ "The Nomenclature of Statistical Territorial Units (NUTS) is a hierarchical system for dividing up the territory of the EU for the purpose of the collection of regional

regions raggruppati per paese. Fonte: Eea-Foen, 2011, p. 36 e 41.

Nel contesto di ciascun paese il livello di frammentazione cambia al variare in base alle diverse aree Nuts. La regione metropolitana di Parigi, quella di Londra, seguita da Bruxelles e dalla Città del Vaticano risultano essere quelle maggiormente frammentate con valori dell'*Effective mesh density* maggiori a 1.000 mesh per 1.000 km².

Il Report EEA-FOEN mette in evidenza che, dal punto di vista geografico, la frammentazione ha una relazione di proporzionalità inversa rispetto alla distanza dai centri urbani e, al fine di valutare la dipendenza della frammentazione da altri parametri di tipo socioecologico, una serie di variabili (demografiche, trasporti, economia, educazione e coscienza ambientale, variabili geografiche) sono state studiate. L'ipotesi di partenza dal quale muove lo studio è che una regione è tanto più frammentata quanto più presenta:

- alti livelli (i) di densità abitativa, (ii) di PIL, (iii) di quantità di merci e persone trasportate, (iv) di popolazione con un buon livello di formazione, (v) di consapevolezza ambientale;
- bassi livelli di barriere naturali e di *Island size Index*.

Come si legge nel Report vi è una crescente richiesta e necessità di includere indicatori di frammentazione del paesaggio nei sistemi di monitoraggio della sostenibilità dello sviluppo, della biodiversità e della qualità del paesaggio.

statistics, socioeconomic analyses of the regions and framing of policies. NUTS-X denotes a combination of NUTS-2 (basic regions for the application of regional policies) and NUTS-3 (small regions for specific diagnoses)." (Eea-foen, 2011, p. 19)

Jaeger (2000) introduce e suggerisce l'utilizzo di tre nuove metriche per descrivere la frammentazione di origine antropica del paesaggio: queste sono presentate da Jaeger sulla base delle caratteristiche geometriche dei frammenti rimanenti, (i) spiegandone le interazioni con le varie fasi di cui il processo si compone e (ii) confrontandole con altre metriche in termini di intuitività dell'interpretazione, sensibilità alle patch di limitate dimensioni, capacità di individuare differenze strutturali e reazione uniforme alle differenti fasi di frammentazione. Gli indici introdotti da Jaeger sono:

-Degree of landscape division (D)

-Splitting Index (S)

-Effective mesh size (m).

Questi si basano sulla capacità di due animali che si trovano in due punti differenti, di incontrarsi in un determinato paesaggio ed equivale alla probabilità che due luoghi scelti in maniera random vengano trovati nella stessa area frammentata. La capacità di incontrarsi è condizione fondamentale per la sopravvivenza di una popolazione e prende in considerazione la grandezza delle aree frammentate, l'accessibilità alle aree di habitat.

3.3. Scale di analisi, scale temporali e aspetti cartografici

Come affermano Davidson e Simpson (Wiens e Moss, 2005) è importante comprendere che l'ecologia del paesaggio è una scienza che dipende dall'analisi spaziale per chiarire i processi del paesaggio. La rappresentazione delle coperture vegetali di un' area boscata, in quanto semplificazione e approssimazione della

complessità, a seconda della scala scelta, può nascondere in misura maggiore o minore dettagli sulla reale ricchezza di una determinata area. In accordo con Espanol Echaniz (1996), Pileri (2012) afferma che una buona semplificazione può essere più efficace che molte elaborazioni complesse. La cartografia, in effetti, è una semplificazione, un tentativo di riproduzione della realtà che ci circonda: essa costituisce un mezzo essenziale per l'ecologia del paesaggio e per la modellizzazione delle dinamiche in esso presenti. Si tratta pertanto di riconoscerne da una parte l'insostituibile utilità e, dall'altra, l'intrinseca limitatezza (legata alla capacità umana) di cogliere l'infinita complessità in cui ci troviamo.

Le relazioni ecologiche che legano gli spazi agroforestali e gli spazi aperti si sviluppano su distinte scale spaziali ad ognuna delle quali corrisponde un certo grado di vitalità e autonomia (Espanol Echaniz, 1996). Localmente è possibile identificare habitat discreti con differenti condizioni ambientali (es. giardini, parchi urbani e parchi agricoli) mentre a vasta o media scala, un insieme di biotopi possono essere analizzati come un' unica area funzionale (habitat complesso es. un tracciato fluviale) o sistema di habitat.

I processi ecologici di un paesaggio possono essere interpretati a distinte scale spaziali ma anche temporali. Le questioni legate alla scala sono essenzialmente riferibili a due semplici aspetti (i) tematiche organismo-centriche nel caso in cui si consideri la maniera in cui specifici organismi percepiscono, rispondono e si muovono attraverso il paesaggio, e (ii) tematiche di *probing problems* ossia riferite alla maniera in cui la ricercatrice o il ricercatore imposta la ricerca, il monitoraggio e le misure (Weins e Moss, 2005). Come riportato da San Vicente e Lozano (2008) nello

studio dell'efficacia di un corridoio ecologico la scelta della scala è legato alla selezione delle specie oggetto di studio: quanto più la pianificazione territoriale è effettuata a scala larga regionale e con specie "ombrello" (ossia con specie la cui protezione apporta benefici anche alla protezione di altre specie), tanto più verranno assicurate la sopravvivenza di specie con necessità ecologiche legate ad habitat a scala più piccola¹⁰⁷.

Per quanto riguarda le scale temporali negli studi di ecologia del paesaggio si fa generalmente riferimento ai processi di successione ecologica: questi rappresentano processi spontanei di cambio e diversificazione e che fa parte dei processi naturali che caratterizzano la biosfera. Nel caso delle formazioni vegetali, laddove non intervengono eventi quali incendi e inondazioni, il processo di maturazione e diversificazione giungerà allo stadio di climax.

Davidson e Simpson (in Wein e Moss, 2005) argomentano l'importanza di far interfacciare l'ecologia del paesaggio con l'archeologia ambientale e la storia ambientale al fine di combinare le analisi spaziali e temporali. Le interazioni con scale spaziali ampie risulta essere un elemento di rilievo (i) per comprendere i processi a lungo termine e (ii) per costruire modelli robusti capaci di prevedere i paesaggi futuri.

¹⁰⁷ Le specie più esigenti in termini di spazio vitale e di processi di dispersione garantiscono indirettamente, nella pianificazione del territorio, il mantenimento dei taxa con necessità di connessione più ridotte.

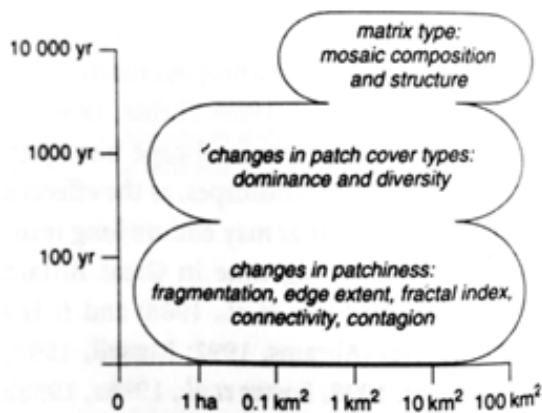


Fig. 38. Previsione di cambi nell'eterogeneità del paesaggio e relazione tra scale spaziali e temporali. Diagramma delle gerarchie spazio-temporali per l'analisi integrata di dati di ecologia del paesaggio su una serie di *nested scales*. Fonte Weins e Moss, 2005, p. 160.

3.4. Modelli di analisi per la pianificazione di futuri resilienti

Lo studio della struttura del paesaggio come anche i modelli rappresentano un elemento cardine per la pianificazione (Forman, 1995), per studi quantitativi di ecologia del paesaggio (Lausch et al., 2002) e per la previsione di scenari di modificazione futuri (Aguilera et al., 2011). Come afferma Carta (2010¹⁰⁸) agli scenari si assegnano due compiti principali: un compito suggestivo-comunicativo ed uno conoscitivo. Nell'insieme queste due funzioni hanno l'obiettivo di aprire l'orizzonte delle possibilità e della rappresentazione dell'esito delle trasformazioni.

Quando parliamo di *modeling* stiamo trattando di una semplificazione, astrazioni della realtà (Costanza e Voinov, 2004): si

¹⁰⁸ In Hacia un urbanismo alternativo

tratta di strumenti di analisi che volontariamente o involontariamente utilizziamo anche nella vita quotidiana (modelli mentali, grafici, etc). Goodchild (1996) afferma che il *modeling* a scala di paesaggio presenta, tra gli altri, i seguenti potenziali: mappatura dei flussi di energia, materiali e informazione, determinazione delle minacce di origine antropica, risolvere problemi di scala. Con l'impiego delle tecnologie informatiche e con lo sviluppo di software (es. *Spatial Modeling Environment*) durante le ultime decadi, contemporaneamente allo sviluppo dei GIS è stato possibile creare modelli spaziali dinamici per l'analisi di ecosistemi reali a grande scala (*large-scale real-life*) che consentono l'elaborazione di modelli del paesaggio a livello locale, regionale, globale che integrano le scienze naturali e sociali.

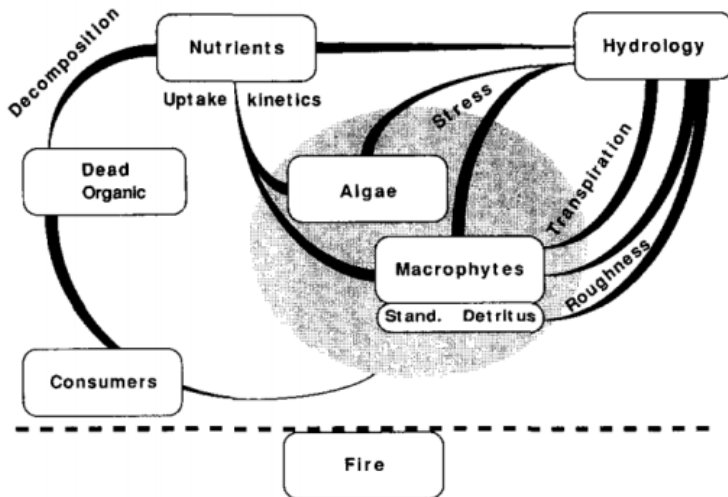


Fig. 39. Modello Generale degli Ecosistemi per riprodurre e simulare vari tipi di ecosistemi. Elaborato in gran parte attraverso l'uso di algoritmi, il modello cattura la risposta in zone montane, zone umide e acque poco

profonde delle comunità di macrofite e algali a livelli simulati di nutrienti, acqua e input ambientali. Incorpora esplicitamente processi ecologici che determinano i livelli dell'acqua, produzione vegetale, ciclo dei nutrienti associato alla decomposizione della materia organica, dinamiche di consumo e incendio. Il modello è stato superato dal *Modular Ecosystem model*. Fonte: Fitz et al. 1996. P. 269.

I modelli del paesaggio sono per definizione spazialmente espliciti e possono essere elaborati su base empirica o su processi, da un punto di vista dinamico o statico, in maniera complessa o semplice, con risoluzioni spazio-temporali maggiori o minori: tale variabilità fa sì che, a seconda dell'obiettivo perseguito, un modello sia più adatto di un altro a rappresentare il paesaggio indagato.

Con l'intento di definire un modello di osservazione e di attuazione che definisca "il posto che la natura occupa nel mondo degli esseri umani", l'architetto del paesaggio Ian Mc Harg propone nel 1969 di dedicare una maggior attenzione e sforzo "per riunire i dati necessari, analizzarli e contribuire a risolvere le questioni" alle quali la società attuale si trova a far fronte. Il contributo principale del libro *Design with nature* consiste nel proporre un modello di studio dei territori sottoposti a modificazione per esigenze di sviluppo (es. costruzione di un'autostrada/espansione residenziale nelle aree metropolitane) attraverso la presa in considerazione dei valori sociali -intesi come commistione tra processi sociali e naturali- che sussistono in ciascun mosaico interessato da progetti di sviluppo. Gli ambiti naturali e seminaturali sono concepiti come sistemi interattivi in cui l'alterazione di una parte può compromettere l'insieme del sistema: il modo in cui viene gestita la terra influisce retroattivamente sulla risorsa acqua, rendendo esplicito il legame inscindibile tra i processi legati all'acqua dolce con l'uso del suolo.

L'urbanizzazione produce conseguenze sia in termini di scorrimento superficiale, che di infiltrazione e ricarica delle falde acquifere, di erosione del suolo e di sedimentazione. McHarg propone di risolvere le questioni che interessano la società attuale attraverso la conoscenza dei processi naturali che intervengono in ciascun luogo¹⁰⁹.

3.4.1. *Patch matrix Model e Gradient Model*

Il modello *Patch-corridor-matrix* proposto da Forman è uno dei modelli largamente utilizzati per indagini di ecologia del paesaggio (Betts, 2000). Per la quantificazione e il *modelling* dei pattern del paesaggio il *Patch Mosaic Model* (PMM) e il *Gradient Model* (GM) risultano essere i modelli fondamentali utilizzati nel campo dell'ecologia del paesaggio (Lausch et al. , 2015). Secondo Lausch e i suoi colleghi, in accordo con McGarigal e Cushman (2005¹¹⁰) il modello PMM è stato utile per ottenere avanzamenti importanti nel campo dell'ecologia del paesaggio fornendo inoltre indicazioni pratiche per il disegno e la gestione del paesaggio; tuttavia esso può ostacolare una comprensione più verosimile delle relazioni tra processi e pattern e la rappresentazione dell'eterogeneità di un sistema. Il PMM descrive le strutture del paesaggio come un mosaico discreto di aree omogenee divise da limiti di discontinuità. Tale interpretazione genera una semplificazione che talvolta risulta

¹⁰⁹ Evitare che l'installazione di una nuova industria, ad esempio, produca un maggior inquinamento nelle aree urbane dovrebbe prevedere la conoscenza dei processi naturali (in questo caso delle conche aeree e dei venti dominanti) che intervengono in ciascun territorio.

¹¹⁰ McGarigal, K., & Cushman, S. (2005). The gradient concept of landscape structure [Chapter 12]. In: Wiens, J. A.; Moss, M.R., eds. *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge University Press. p. 112-119.

inadatta e ostacola la nostra capacità di comprendere gli effetti della struttura del paesaggio sui processi ecologici. Il Modello a gradiente, invece, rappresenta caratteristiche su una superficie continua senza una classificazione arbitraria della vegetazione e dell'uso del suolo e pertanto non necessita l'individuazione di limiti netti tra aree. Il GM permette di ottenere una rappresentazione più realistica delle caratteristiche di una specifica area.

Lausch et al. (2015) delineano le prospettive e i limiti di ciascuno dei due modelli avvertendo, tuttavia che i processi ecologici ed antropogenici che intervengono in un paesaggio sono decisivi per : la scelta di indicatori continui o discreti, l'approccio utilizzato nell'analisi quantitativa dei pattern, nella scelta della scala e dei dati da utilizzare nell'analisi. In definitiva, affermano Lausch et al. (2015) il GM è più adatto a descrivere ambienti caratterizzati da un basso grado di emerobia (alto grado di naturalità e bassa pressione antropica) e quindi da un'alta eterogeneità spazio-temporale interna tra i pattern. Il PMM, invece, risulta più adatto ad essere impiegato per ambienti ad alta emerobia e quindi con una minore eterogeneità spazio-temporale tra i pattern. Similmente McGarigal e Cushman (2005) affermano la necessità di adottare il modello di Gradiente e di intendere il Patch-Mosaic Model come uno speciale caso all'interno del Gradient model.

| Grado di emerobia | Impatto umano | Grado di naturalness | Tipo di margini | Indicatori | Approccio quantitativo |
|-------------------|---------------|----------------------|-----------------|------------|------------------------|
| Basso | Nulla | Naturale | Lievi | Continui | GM |
| Moderato | | | | | GM/PMM |
| Alto | Alto | Artificiale | Netti | Discreti | PMM |

Tab. 12. Classificazione del grado di emerobia e del corrispondente grado di naturalità. Tali fattori influiscono sulle relazioni pattern- processi. Riproduzione a partire da Lausch et al., 2015, p.32.

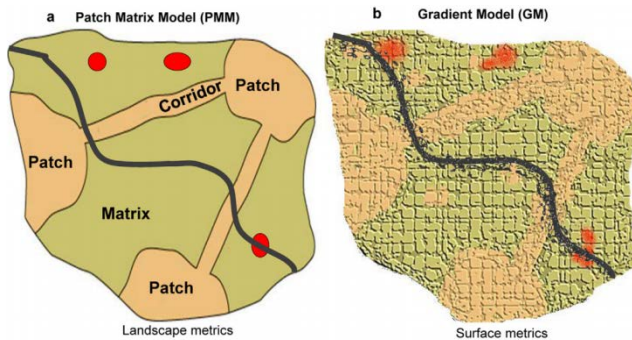
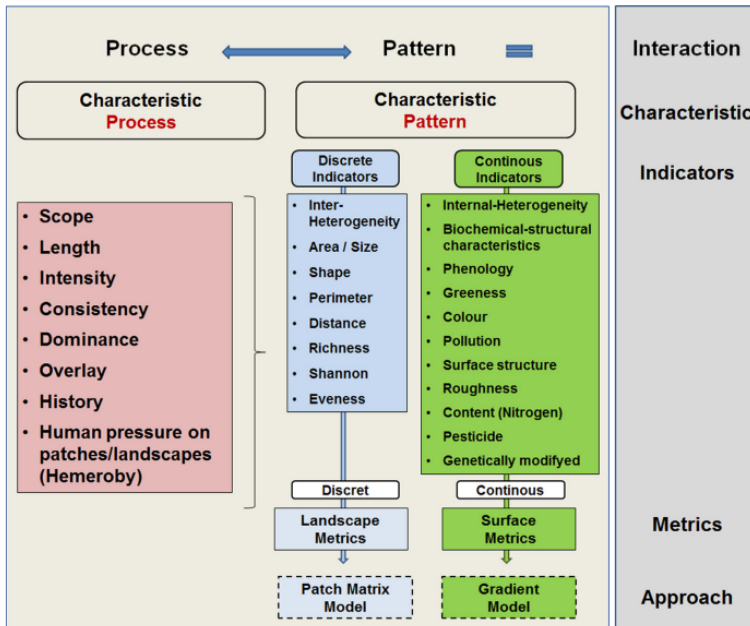


Fig. 1. Representation of landscape structure: (a) Patch matrix model (PMM), (b) Gradient model (GM).

Fig. 40. Rappresentazione dei due modelli : Patch Matrix model e Gradient Model. Fonte: Lausch et al. 2015, p. 34.

3.4.2. Reti ecologiche

Nonostante alcuni progressi nella formulazione di strategie e strumenti di conservazione, rimane ancora molto da realizzare per garantire l'incorporazione dei valori naturali come ulteriore criterio della pianificazione territoriale (Espanol Echaniz, 1996). Anche se la maggior parte dei paesi europei sta enfatizzando il bisogno di preservare la biodiversità ed assicurare la connettività del paesaggio (CBD, Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy, Direttiva Habitat e Convenzione Europea del paesaggio) tuttavia è in aumento la discrepanza tra gli obiettivi politici e lo sviluppo reale della pianificazione delle reti ecologiche (Jaeger et al., 2011).

L'obiettivo delle reti ecologiche è quello di mantenere o ripristinare la connettività tra gli elementi naturali del territorio, limitando l'effetto della loro frammentazione (Biondi et al., 2012). Lo sviluppo delle reti ecologiche prevede la protezione degli spazi verdi esistenti, la creazione di nuove forme spaziali, la rigenerazione ecologica e il mantenimento della connettività tra e patch di spazi verdi (Grafius et al. 2017).

La pianificazione delle reti ecologiche è stata stimolata dalla dichiarazione EECONET del 1991 con l'intenzione di preservare la rigenerazione ecologica attraverso la connessione di aree con valenze ambientali. La conservazione puntuale realizzata attraverso aree protette si è dimostrata essere poco efficace ad assicurare adeguati livelli di protezione della biodiversità. L'effetto margine, l'estensione dei collegamenti con altre patch naturali e seminaturali, o la connettività strutturale sono alcuni dei fattori che possono pregiudicare l'efficienza di una conservazione di questo tipo. In

generale l'effetto margine della matrice sui bordi di un corridoio ecologico sono maggiori quanto più piccolo è il corridoio.

Sulla base di queste premesse il concetto di sistema reticolare (Schilleci et al. 2017) può contribuire ad un approfondimento delle dinamiche del paesaggio nelle reti ecologiche. Assumendo un approccio ecologico, la rete di aree protette può essere integrata in una strategia di conservazione che includa i paesaggi a forte connotazione antropica (Falcucci et al., 2006; Salvati e Carlucci, 2011; Ferrara et al., 2014). Il piano della rete ecologica, in generale è composto da diverse componenti ognuna delle quali è caratterizzata da diversi livelli di protezione: *core areas*, *buffer zone*, *corridors*, *restoration areas*, *stepping zones* (Blasi et al., 2008; Monacci et al., 2013).

Il concetto di reti ecologiche, basato sui principi dell'ecologia del paesaggio, ha il fine di ottenere una maggior connettività all'interno dei mosaici paesaggistici. Come visto nel capitolo precedente, la protezione dei valori ecologici, botanici e faunistici di un territorio è associata nei principi della Rete Natura 2000 al mantenimento dei processi e dei meccanismi che ne garantiscono la sopravvivenza e la vitalità.

L'interesse principale nel veicolare la pianificazione territoriale tramite criteri derivanti dall'ecologia del paesaggio, è dato dalla possibilità/necessità di mantenere i valori ecologici, la diversità, l'eterogeneità e la complessità di determinato sito seppur in contesti antropizzati. L'ecologia del paesaggio sposta gli assiomi dell'ecologia verso una visione territoriale: le nozioni delle scienze astratte dell'economia, dell'ecologia e della sociologia vengono trasformate in contributi per le scienze spaziali. Il coordinamento

delle reti ecologiche con la pianificazione territoriale rappresenta lo strumento (tecnico e procedurale) con il quale guidare la conservazione del territorio regolando gli usi del suolo.

L'approssimazione sistemica della disciplina dell'ecologia del paesaggio intende il territorio come una composizione di zone e macchie di habitat dotate di una certa omogeneità, dotate di specifiche estensioni e disposizioni spaziali. Assumendo una visione territorializzata del paesaggio¹¹¹, dunque, le relazioni funzionali e di interdipendenza che esistono tra i diversi ecosistemi di un determinato territorio, da cui dipendono il mantenimento e la vitalità dei valori naturali, sono interpretate considerando i parametri di distanza, prossimità, accessibilità e isolamento. I quattro elementi basilari per l'ecologia del paesaggio, ovvero gli habitat di interesse, gli ecotoni, i corridoi biologici e le reti di habitat costituiscono i riferimenti concettuali territorializzati delle relazioni di supporto al mantenimento delle funzioni e delle comunità biotiche.

La valutazione della connettività per lo sviluppo di una rete ecologica attraverso l'impiego di modelli efficienti è essenziale per limitare gli effetti della rapida espansione urbana odierna (Grigius et al. 2017). Grifius et al. (2017) affermano l'utilità della combinazione di modelli per conservare la biodiversità e per la pianificazione: lo studio si concentra su due specie di uccelli e sulla connettività tra gli habitat forniti dagli spazi verdi urbani in tre città del sud asiatico (Kuala Lumpur, Jakarta e Metro Manila). Lo studio è finalizzato ad

¹¹¹ A tal proposito Echaniz propone di sostituire la traduzione letterale di Landscape Ecology con Ecologia territoriale. In tal maniera, come spiega l'ingegnere madrileno, si potrebbe far meno confusione con tutte le altre accezioni (estetiche, identitarie, artistiche etc.) legate alla parola paesaggio e far riferimento in maniera più esplicita alla visione spaziale di questa disciplina.

identificare corridoi potenziali per integrare struttura e funzione delle patch di spazi verdi e realizzare modelli di connettività ecologica nelle città .

La proposta di *modeling* di potenziali corridoi è stata condotta sulla base di due specie target di uccelli (*Passer montanus* e *Pycnonotus goiavier*) (i) identificando un modello di superficie di resistenza sulla base dei parametri selezionati,(ii) modellando ipotetici corridoi di dispersione a partire dal modello precedente e utilizzando la teoria dei circuiti, (iii) identificando corridoi prioritari e valutando la loro connettività combinando *circuit models*, *connectivity analysis* e *least-cost modelling*.

Landscape resistance value for Eurasian tree sparrow (*Passer montanus*).

| LULC | Resistance value | Justification |
|---------------|------------------|---|
| Green space | 1 | Usually forages on the ground and on trees [15]. |
| Built up area | 60 | Most abundant in development areas, less found in new growth areas and not found in the forest reserves [30]. The abundance of human-associated species increase as the amount of building cover increased [15]. Feeding guild (granivores) was higher in developed areas and sometimes found in areas with greater intensity of land use [30]. |
| Road | 70 | Along with all routes, most birds were observed in trees and appeared to be either foraging, nesting or singing, with little evidence of the routes being used as flyways [42]. |
| Waterbody | 20 | Marked preference for breeding sites adjacent to aquatic habitats over sites on farmland associated with wetland habitats, breeding season preference for areas containing water bodies [43]. |

Landscape resistance value for Yellow-vented bulbul (*Pycnonotus goiavier*).

| LULC | Resistance value | Justification |
|---------------|------------------|---|
| Green space | 1 | Species abundance increased when vegetation cover increased. Nest in urban gardens; arboreal and make untidy, cup-shaped nests in trees [28, 45]. |
| Built up area | 90 | Rarely found in non-vegetation areas [28]. |
| Road | 80 | Recognises only dense trees, lower tree fractions equal to no trees [42]. Prefer denser trees but can traverse non-tree as last resort [42]. |
| Waterbody | 10 | Yellow-vented bulbul (<i>Pycnonotus goiavier</i>) was recorded the highest densities in the open waterbody habitat [51]. |

Fig. 41. Esempio di valori di resistenza del paesaggio (effetto barriera) in relazione alla specie *Passer Montanus* e a *Pycnonotus Goiavier*. Fonte: Grifius et al. 2017.

Le caratteristiche impiegate riguardano la *landscape resistance*¹¹²(fig. qui sopra) e la struttura degli spazi verdi secondo i parametri di grandezza e distanza tra le patches e densità della vegetazione. Di seguito sono esposti i vantaggi offerti dai tre modelli citati, secondo quanto rilevato da Grafius et al. (2017).

-*Circuit*¹¹³ *model*: è utile a interpretare facilmente i pattern spaziali della resistenza del paesaggio o della permeabilità facilitando inoltre il calcolo di metriche e la modellazione di *linkage*;

-*Least-cost models*: metodo efficace per pianificare la conservazione attraverso l'analisi e il disegno di corridoi di habitat;

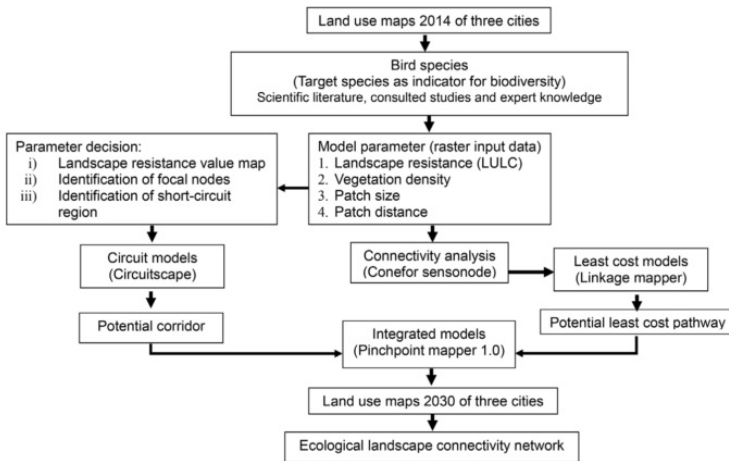
- *Connettivity models*¹¹⁴: l'analisi di connettività è stata condotta per calcolare metriche di distanza lineare tra nodi per utilizzarle nei modelli *least-cost path*.

Lo sviluppo di modelli di connettività utilizzando la teoria dei circuiti e considerando le caratteristiche strutturali quali dimensione e densità degli spazi verdi consente la modellizzazione di più percorsi tra i nodi. Lo schema concettuale dell'integrazione dei tre modelli in Grafius et al. è rappresentato nella figura qui sotto.

¹¹² Resistenza al movimento

¹¹³ "Circuits are defined as networks of nodes connected by resistors electrical components that conduct current, voltage and resistance and were used to represent potential corridor maps." Grafius et al. 2017 p . 6

¹¹⁴ "Connectivity analysis was conducted to calculate linear distance metrics between nodes to be used in least-cost path models" Grafius et al. 2017 p . 6



Methodological framework.

Fig. 42 Nel modello sono presi in considerazione 4 parametri rappresentativi del comportamento di due specie : la resistenza del paesaggio sulla base dei dati di uso e copertura del suolo; la densità della vegetazione che ha relazione con le possibilità di alimentazione e di nidificazione; la dimensione delle patch che ha relazione con la nidificazione e la riproduzione; e, infine, la distanza tra le patch che influenza la dispersione dei semi. Fonte:Grafius et al. , 2017 , p. 7.

3.4.3. Modelli socioecologici

Come visto nei paragrafi precedenti, il territorio così come interpretato dall'ecologia del paesaggio è inteso in termini di capacità di mantenimento degli esseri viventi ossia come base spaziale degli ecosistemi, dei flussi di materia, energia ed informazione che in essi avvengono.

I *framework* concettuali su cui si è concentrata l'ecologia del paesaggio sono distinguibili tra: approcci di carattere umanistico-

olistico che mettono enfasi sull'eterogeneità spaziale e sui suoi effetti sui processi ecologici, attraverso analisi quantitative (soprattutto analisi dei pattern spaziali e *modeling*); e, dall'altro, approcci bio-ecologici e analitici. Come riportato da Wu e Hobbs (2002) lo sviluppo dell'ecologia del paesaggio in anni recenti indica la necessità di integrare queste due prospettive in una più comprensiva ed olistica supportata da rigore scientifico. Ad esempio in Naveh trova enfasi il potenziale della disciplina in quanto abile a rispondere allo stesso tempo alle necessità di *problem-inquiry* e *problem-solving* attraverso un'inclusione di approcci interdisciplinari.

Come afferma Naveh¹¹⁵ (in Wein e Moss, 2005) nel periodo attuale per la prima volta nella storia della terra l'*Homo sapiens* ha acquisito il potere di sradicare la maggior parte della vita nei paesaggi naturali e seminaturali, non solo minacciando le funzioni di supporto alla vita ma anche sé stesso. Le dure crisi ecologiche, socioeconomiche e culturali aprono alla necessità di prendere dei cammini più sostenibili, basati sull'adozione di innovazioni tecnologiche riguardanti metodi di rigenerazione e di riciclo, sull'utilizzo di risorse solari o altre fornite pulite e rinnovabili (Naveh, 2005).

"È necessario che gli ecologi del paesaggio si compromettano moralmente nella ricerca di soluzioni alle attuali crisi ecologiche e sulle sue implicazioni nei paesaggi futuri, di allargare la propria visione disciplinare e di agire con un approccio trans-disciplinare e integrato" (Naveh, 2005, p. 346-347). Tra gli scopi dell'ecologia del paesaggio, come detto in precedenza, l'analisi dei flussi ecologici

¹¹⁵ Naveh, (2005) "Toward a transdisciplinary landscape science" p. 246.

nei mosaici. Gli ambienti urbani e in particolare le aree compatte ad alta densità di edificazione, presentano condizioni ambientali molto dure per lo sviluppo spontaneo naturale degli esseri viventi. Gli habitat artificiali quali le città, i laghi artificiali, gli argini artificiali di un fiume e le infrastrutture di trasporto rappresentano habitat di scarsa qualità poiché nella maggior parte dei casi scarseggiano in vitalità propria e in termini di disponibilità di risorse vitali per le specie che vi abitano. Negli ecosistemi urbano-metropolitani possiamo distinguere (i) un'area *core* dove la presenza umana è dominante e dove i sistemi ecologici sono costruiti dall'essere umano, (ii) un'area periurbana ove le attività e la presenza umana sono minori mentre sono presenti patch di habitat naturali indisturbate, (iii) allontanandosi sempre più dal *core* si incontreranno isole di sviluppo urbano e (iv) villaggi agricoli ove la strutturazione fisica dello spazio è solo in parte influenzata dalla presenza umana ma ove tuttavia gli effetti delle attività umane possono avere influenza anche su vasta area. Le città e le metropoli sono sistemi socioecologici aperti, lontani ecologicamente dall'equilibrio auto-organizzativo: importano energia e la dissipano in forme meno efficienti (perdita di paesaggi inquinamento, diminuzione della biodiversità) producendo una crescente entropia e disordine¹¹⁶ (Salvati, Pili, Tombolini, 2016).

Data la crescente capacità trasformatrice degli esseri umani nello

¹¹⁶ Il Landscape Urbanism, branca dell'ecologia del paesaggio diffusasi nell'ultimo ventennio in ambito anglosassone grazie soprattutto a Corner e Waldheim, focalizza i propri sforzi di ricerca sullo studio delle relazioni fra le attività umane e il paesaggio naturale. Nella tradizione anglosassone l'intreccio, particolarmente sentito, fra ecologia, paesaggio e disegno urbano è alla base di una cospicua tradizione di ricerca interdisciplinare. Una delle più recenti esperienze in tal senso coincide con le espressioni teoriche del Landscape Urbanism (si veda Waldheim, 2015).

spazio e nel tempo, attraverso gli approcci allo studio del metabolismo sociale è possibile ripensare i modelli urbani per renderli più autosufficienti e sostenibili. Gli ecosistemi urbani sono sistemi dissipativi: per aumentare il proprio ordine interno hanno bisogno di apporti energetici considerevoli, provenienti dai sistemi naturali che li sostengono, e producono residui (es. contaminanti atmosferici). In quanto esseri eterotrofi i sistemi urbani importano energia, acqua, alimenti e materie prime da altri territori incidendo sulla morfologia della matrice territoriale.

Il quadro concettuale della modellizzazione quantitativa dei gradienti urbano-rurale è stato valutato come uno strumento efficace nelle ricerche ecologiche sull'influenza che l'urbano ha sugli ecosistemi e, in termini sociologici, sullo stato sociale (Arnaiz-Schmitz et al., 2018). Arnaiz-Schmitz et al. (2018) propongono un modello sociologico per la gestione ambientale e la pianificazione territoriale da una prospettiva socio-ecologica. Nello studio proposto, basato sulla regione metropolitana di Madrid, Arnaiz-Schmitz et al. hanno utilizzato un set di dati socio-ecologici (22 metriche del paesaggio e 29 indicatori socio economici) per produrre un modello delle relazioni tra paesaggio e struttura socioeconomica. Lo studio ha consentito la differenziazione di diversi tipi di municipi in base a metriche del paesaggio e proxy di *social welfare*. Le variabili sullo stato sociale sono state distinte in (i) indicatori spaziali come area urbana pro capite, area agricola e forestale pro capite, (ii) indicatori che riflettono gli standard di vita come ad esempio il numero di studenti e il reddito pro capite.

Comprendere la relazione tra metabolismo sociale e struttura funzionale del paesaggio è fondamentale per il trattamento del

territorio come un sistema. È questo, infatti, l'obiettivo delle analisi sul metabolismo sociale. In letteratura, secondo Fraňková, et al. (2018), il termine *societal metabolism* (cui più avanti si è andato sostituendo quello di *social metabolism* e *socioeconomic metabolism*) compare a metà degli anni novanta con la ricercatrice austriaca Fisher-Kowalski per studiare lo sviluppo delle società umane nel contesto di una narrativa biofisica sulla base di un approccio alternativo a quello puramente *monetary-based* di taglio neoliberale.

Due sono i principali gruppi di ricerca sui temi del metabolismo sociale in Europa: la scuola di Vienna dell'Istituto di Ecologia Sociale dell'Università Alpen-Adria con studiosi quali Fisher-Kowalsky, Krausmann, Haberl, Erb; e la scuola di Barcellona coi ricercatori dell'Istituto di Scienza e Tecnologia Ambientale dell'Università Atunoma di Barcellona quali Giampietro e colleghi, ripresa da Enric Tello e suoi collaboratori del Dipartimento di Storia Economica dell'Università di Barcellona. Entrambi gli approcci servono a valutare la sostenibilità dell'agricoltura e dei sistemi di produzione del cibo. Un approfondimento specifico sulle differenze tra le due scuole è presente in Fraňková, et al. (2018). Di seguito sono presi in considerazione gli approcci delle scuole catalane con la presentazione dei due approcci allo studio del metabolismo sociale: il MuSIASEM e l'analisi Energia-Territorio.

3.4.3.1. MuSIASEM: Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism

Le preoccupazioni a livello nazionale e internazionale rispetto a questioni quali cibo, acqua, sicurezza energetica, crescente richiesta

di suolo ed altre risorse naturali da parte di una popolazione mondiale in crescita oltre ai cambiamenti climatici, presentano una connessione tematica (Beddington, 2010 citato in Giampietro et al., 2014) che sta richiamando l'attenzione del mondo della ricerca e dei policy makers. Al fine di comprendere le relazioni, di natura integrativa, adattativa, gerarchica e multi-scalare, che intercorrono nell'interfaccia tra acqua-energia-suolo-popolazione l'adozione del concetto di connessione o *nexus* enfatizza la necessità di analisi integrate utili ad apportare elementi da sottoporre alla valutazione della sostenibilità (Giampietro et al., 2014).

In questo paragrafo presento l'approccio quantitativo di analisi proposto dall'ambientologo Mario Giampietro dell'Istituto di Scienze e Tecnologie Ambientali (ICTA) dell'Università Autonoma di Barcellona. L'approccio prende il nome di MuSIASEM e consiste nel fornire un quadro di concetti basilari di analisi e di strumenti pratici da far servire nell'analisi integrata delle varie componenti del *nexus*: attraverso tale approccio si consente di superare il riduzionismo di molte analisi quantitative che tengono conto di una sola scala e una sola dimensione alla volta (Giampietro et al., 2014). Il modello ha la capacità di offrire analisi diagnostiche sull'attualità ed è impiegabile anche al fine di valutare scenari (Fraňková et al., 2018). Prende origine dall'integrazione di diversi modelli di analisi quantitative dalla bioeconomia e dalla teoria dei sistemi complessi, quali ad esempio modello *flow-fund* proposto dall'economista¹¹⁷ Georgescu-Roegen per l'analisi biofisica dei processi economici. Il

¹¹⁷ L'economia ecologica esamina le relazioni tra ecologia ed economia. Essa distingue: human-made capital generato dalle attività economiche umane e natural capital ossia l'insieme delle risorse non rinnovabili estratte dagli ecosistemi, delle risorse rinnovabili prodotte da processi e funzioni dell'ecosistema e i servizi ecostemici (Becker et al., 2003)

ruolo dei GIS per l'applicazione di MuSIASEM è essenziale. In quanto strumento di simulazione multi-scala e multi-dimensione esso offre l'opportunità di valutare la fattibilità di possibili scenari.

L'Approccio comprende sei *step* fondamentali:

1) definizione del sistema socio-economico come una gerarchia annidata (*nested gerarchy*) di compartimenti funzionali che garantiscono la sopravvivenza, la riproduzione e l'adattabilità del sistema stesso. Le società sono definite quali *dissipative self-organising hierarchical systems*;

2) definizione e quantificazione del profilo di utilizzazione degli stock e delle riserve (*fund elements* possono essere l'attività umana, la terre utilizzate, la materia organica presente nel suolo, etc.) lungo i comparti funzionali del sistema (*dendograms of fund elements*);

3) definizione quantitativa dei flussi (di cibo, acqua, energia, denaro) richiesti per espletare le funzioni (*dendograms of flow elements*);

4) generazione di una rappresentazione multi-livello e multi-dimensionale dei pattern metabolici;

5) validazione della fattibilità (*viability*) e della desiderabilità (*desiderability*) dei pattern metabolici (definizione dei vincoli interni per la sostenibilità). Poiché la somma dei fattori di produzione (lavoro umano, capacità tecniche e gestione delle terre insieme ad elementi quali acqua, energia e cibo) dev'essere uguale alla dotazione della società presa in considerazione, la fattibilità si riferisce alla valutazione della stabilità delle dinamiche di bilancio. La desiderabilità può essere interpretata come pressione bioeconomica.

6) validazione della praticabilità (*feasibility*) del pattern metabolico in termini di risorse richieste e di pressioni ambientali (definizione dei vincoli esterni per la sostenibilità). La stima aggregata della

richiesta lorda di flussi biofisici e risorse naturali rispetto alla fornitura e al flusso di residui consente di valutare la pressione ambientale di un determinato modello metabolico.

3.4.3.2. L'analisi integrata Energia – Territorio

L'ipotesi da cui prende origine l'analisi Energia- Territorio mette in relazione la struttura funzionale della matrice territoriale (complessità del paesaggio) con l'energia disponibile per il mantenimento dei processi ecologici e la biodiversità (perturbazione antropica= attraverso differenti usi del suolo (panificazione del territorio).

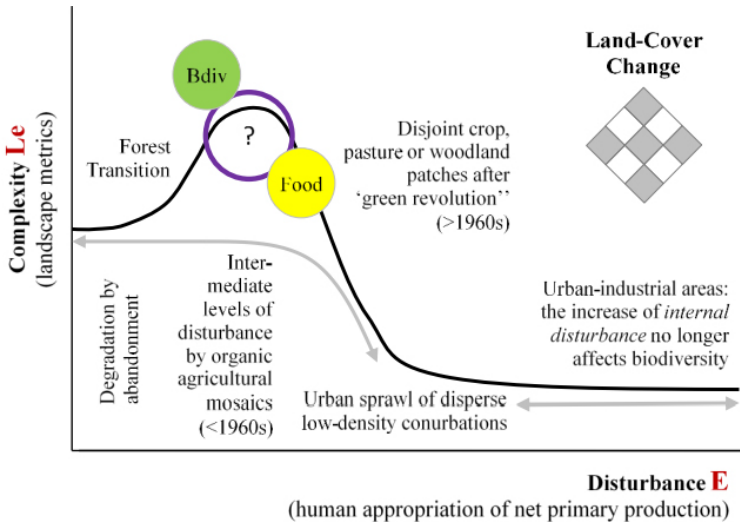


Fig. 43. Schema dell'ipotesi di perturbazione Intermedia applicata ai paesaggi bioculturali mediterranei. Il sostegno alla biodiversità è favorito da livelli medi o medio-bassi di HANPP e alti livelli di complessità (misurata attraverso l'eterogeneità e la connettività).

Nello schema è rappresentato il modello che sostiene l'efficacia dei

mosaici agro-silvo-pastorali nel permettere il mantenimento dei processi ecologici e della biodiversità. Inoltre, ad una progressiva degradazione della struttura funzionale del paesaggio derivante dall'intensificazione agricola, dallo sviluppo urbano, dall'abbandono agricolo e dalla transizione forestale corrisponde una diminuzione della biodiversità.

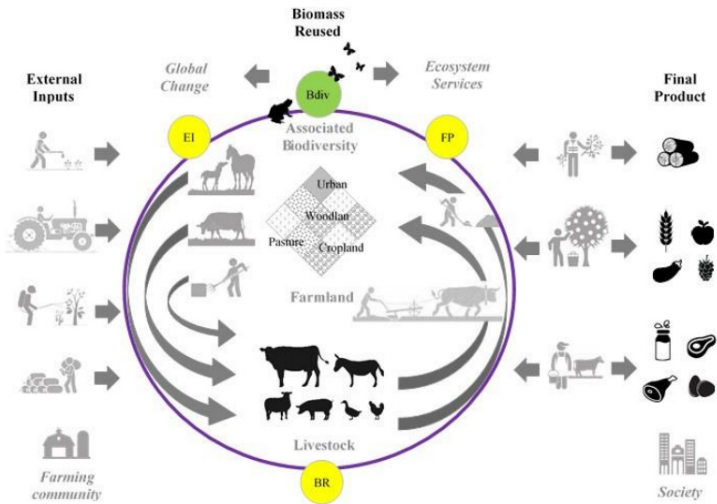


Fig. 44. Schema delle relazioni tra le componenti dell'analisi EROI: EI – External inputs, FP – Final Product, BR – Biomass Reused. Nello schema sono rappresentate le relazioni tra metabolismo sociale e qualità ecologica del territorio, biodiversità e servizi ecosistemici. Fonte: Sinergia –Territori (IERMB).

Il quadro metodologico dell'Analisi Energia - Territorio proposto dal gruppo di ricerca del Laboratorio di Ecologia e Territorio dell'IERMB si fonda su due modelli:

- Modello *Intermediate Disturbance Complexity* (IDC) che studia la relazione tra metabolismo sociale, usi del suolo e struttura

funzionale del paesaggio, mettendo in rilievo il ruolo dei paesaggi culturali nel sostenere la biodiversità. Tale modello si basa sull' HANPP (*Human Appropriation of Net Primary Production*) e sulla complessità del paesaggio. Si applica a scala regionale e può essere considerata una misura della capacità del paesaggio di ospitare biodiversità. Il modello include metriche del paesaggio quali *Land Cover Richness*, *Shannon-Weaver Indexed Effective Mesh Size*.

- Analisi Integrata Energia-Territorio (ELIA) che studia la relazione tra la quantità di energia che si re-inverte nel territorio, la forma con la quale questa energia è ridistribuita e, infine, l'impronta che tale energia imprime sul territorio. Il modello si basa sul bilancio tra ritorno per la società e l'energia investita nel sistema (EROI; Energy Return Of Investments) e si applica a scala locale. L'analisi ELIA (*Energy – Landscape Integrated Analysis*) permette la territorializzazione dei flussi energetici nella matrice territoriale attraverso (i) l'identificazione di indici di ecologia del paesaggio e (ii) lo studio delle sue relazioni con il metabolismo sociale.

| | Variables | | | RMB | PROV |
|--------------------------|---|---|---|-----|------|
| | Typology | Code | Name | | |
| Primary Energy Variables | | FEI r | Farmland External Input renewable | * | |
| | | FEI nr | Farmland External Input no-renewable | * | |
| | | FEI | Farmland External Input | * | |
| | | UB | Unharvested Biomass | * | |
| | | FW | Farmland Waste | * | |
| | | FBR | Farmland Biomass Reused | * | |
| | | LBR | Livestock Biomass Reused | * | |
| | | FFP | Farmland Final Produce | * | |
| | | LEI R | Livestock External Input | * | |
| | Agro-ecological Indicators | NPP-EROI | Net Primary Production - Energy Return of Investment | * | |
| | AF-EROI | Agro-ecological - Energy Return of Investment | * | | |
| | B-EROI | Biodiversity - Energy Return of Investment | * | | |
| Energy Indicators | | E | Energy Storage | * | |
| | | Ee | Energy Effort | * | |
| | | I | Energy Information | * | |
| | | HANPP | Human Appropriation of Net Primary Production | * | * |
| Landscape | Landscape Composition | CR-LC | Cropland | * | * |
| | | GR-LC | Grove | * | * |
| | | VN-LC | Vineyard | * | * |
| | | GS-LC | Grassland | * | * |
| | | SC-LC | Scrubland | * | * |
| | | FR-LC | Forest | * | * |
| | | WT-LC | Wetland | * | * |
| | | UN-LC | Unproductive | * | * |
| | UR-LC | Urban | * | * | |
| | Landscape Configuration | LPI | Largest Path Index | * | * |
| | | PD | Polygon Density | * | * |
| | | ED | Edge Density | * | * |
| | | EMS | Effective Mesh Size | * | * |
| | | L | Landscape Heterogeneity | * | * |
| ECl | | Landscape Connectivity | * | * | |
| Le | Landscape Ecology metric | * | * | | |
| Energy - Landscape | ELIA | ELIA IDC | Energy - Landscape Integrated Analysis Intermediate Disturbance Complexity | * | * |
| Biodiversity (transects) | Birds | TBB-SR | Total Breeding Bird Species Richness | 69 | 96 |
| | | FBB-SR | Farmland Breeding Bird Species Richness | | |
| | | TBB-OB | Total Breeding Bird Observations | | |
| | | FBB-OB | Farmland Breeding Bird Observations | | |
| | | TWB-SR | Total Wintering Bird Species Richness | | |
| | | FWB-SR | Farmland Wintering Bird Species Richness | | |
| | | TWB-OB | Total Wintering Bird Observations | | |
| | FWB-OB | Farmland Wintering Birds Observations | | | |
| | Butterflies | TB-SR | Total Butterfly Species Richness | 23 | 34 |
| | | TB-OB | Total Butterfly Observations | | |
| | | OPE-SR | Open-space Butterfly Species Richness | | |
| | | OPE-OB | Open-space Butterfly Species Observations | | |
| | | CLOS-SR | Close-space Butterfly Species Richness | | |
| | | CLOS-OB | Close-space Butterfly Species Observations | | |
| GEN-SR | | Generalist Butterfly Species Richness | | | |
| GEN-OB | Generalist Butterfly Species Observations | | | | |
| SPE-SR | Specialist Butterfly Species Richness | | | | |
| SPE-OB | Specialist Butterfly Species Observations | | | | |

Fig. 45 Variabili utilizzate nell'Analisi Energia – Territorio per applicare i modelli IDC (alla scala della regione metropolitana di Barcellona) ed ELIA (alla scala locale della provincia di Barcellona).

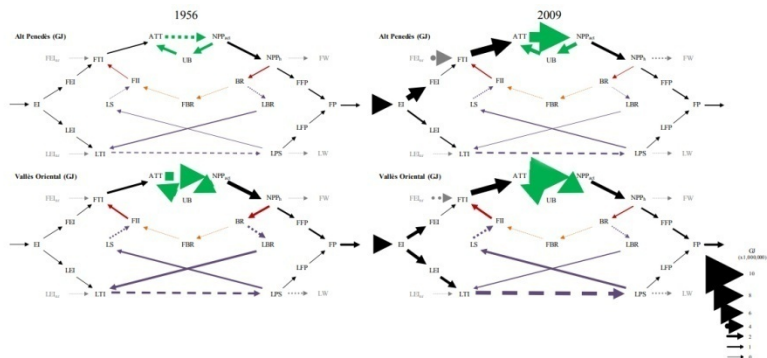


Fig. 46. Schema dell'analisi ELIA nella comarca dell'Alt Penedès. Nell'immagine sono rappresentati i cambi nei cicli metabolici degli agro-ecosistemi tra il 1956 e il 2009.

Per comprendere come le società umane incidono sull'organizzazione dello spazio è necessario concettualizzare e formalizzare quantitativamente la relazione tra le entrate di energia esterna e la struttura funzionale della matrice territoriale. Nell'analisi Energia – Territorio sono utilizzati: i dati della copertura del suolo su multiple scale spazio-temporali (a livello provinciale e di regione metropolitana nel periodo compreso tra il 1956 e il 2009) e le basi socio-metaboliche derivanti dall'Analisi multi-EROI. L'analisi multi-EROI mette in relazione: i flussi energetici in entrata (es. lavoro umano, o input di energia rinnovabile o non rinnovabile), quelli che ri-circolano (es. biomassa non asportata o biomassa utilizzata nell'allevamento) e i flussi in uscita (es. prodotti finali dell'allevamento, dell'agricoltura e forestali) nei sistemi agroecologici. Nell'analisi si comparano i flussi di prodotti finali (derivanti dalla terra e dall'allevamento) o la produttività primaria con i flussi in input.

Gli impatti dell'analisi attraverso il modello Energia-Territorio

riflettono la necessità di dare risposta ai seguenti punti tematici:

- il ruolo dell'agricoltura periurbana nel contribuire a risolvere il dilemma tra produzioni alimentari e conservazione della biodiversità;
- l'ipotesi di uso degli spazi aperti (IDC) e le implicazioni sulla gestione degli agroecosistemi;
- risolvere il dibattito tra *land-sharing* e *land-sparing*¹¹⁸ in relazione alle implicazioni sulla biodiversità;
- economia circolare e progressi metropolitani verso orizzonti più sostenibili;
- infrastrutture verdi.

Lo studio condotto dall'IERMB nel 2017 sulla Regione Metropolitana di Barcellona ha l'obiettivo di orientare i sistemi metropolitani nell'ottica di una maggior circolarità economica (ad esempio basata sul riutilizzo della biomassa) e nell'ottica di una maggior sovranità alimentare: infatti lo studio ha evidenziato come, all'espansione urbana realizzatasi durante il periodo di studio ha corrisposto un decremento della superficie agricola totale e per abitante implicando una maggior dipendenza dall'importazione dei prodotti agricoli. Inoltre lo studio promuove di recuperare il concetto per cui le società (prima della rivoluzione verde) non solo vivevano nel territorio ma anche *del* territorio ad esempio attraverso una buona gestione del bosco come fonte di biomassa e di energia rinnovabile. Infine lo studio, analizzando la presenza di diversi taxa, ha messo in evidenza la relazione tra perdita di biodiversità e uso integrato del territorio. Ad es. le orchidee nell'area di studio sono risultate positivamente correlate all'eterogeneità e alla densità di poligoni di

¹¹⁸ Conservazione di aree discrete di spazi naturali (land sharing) vs modello continuo di paesaggio (land sparing) in cui l'agricoltura assume un ruolo fondamentale.

uso del suolo differenti (rispettivamente *H- fIndex* e *PD – Polygon density*) e negativamente correlate alla frammentazione del territorio causata dall'espansione urbana (*Effective Mesh Size*) e alle grandi masse forestali (*Large Patch Index*).¹¹⁹

Lo studio fornisce alcune indicazioni per orientare la pianificazione del territorio metropolitano di Barcellona fauna prospettiva ecologica. In particolare lo studio suggerisce di (i) proteggere gli sazi agricoli e forestali dalla conversione ad altri usi con nuove figure di pianificazioni quali i parchi agrari per forniscono un sostegno all'eterogeneità e alla connettività del paesaggio; (ii) favorire la transizione agroecologica, le catene corte di produzione e consumo, (iii) evitare l'abbandono del bosco e delle zone di pascolo e includere soluzioni di selvicoltura sostenibile e allevamento estensivo ecologico quale strumento di gestione ambientale attiva degli spazi naturali protetti.

Le soluzioni paesaggistiche offerte dallo studio intendono il paesaggio quale espressione territoriale del metabolismo sociale .

3.4.3.3. Modelli socio-ecologici per la pianificazione delle aree metropolitane: l'esperienza di Barcellona.

La proposta contenuta all'interno di questa parte conclusiva del percorso di ricerca deriva dall'esperienza condotta all'interno del Laboratorio di Ecologia e Territorio dell'Istituto di Studi Regionali e Metropolitani di Barcellona (IERMB). Il progetto vede la collaborazione dell'istituto di ricerca e il settore di urbanistica

¹¹⁹ La presenza di orchidee è fortemente legata a quella di spazi aperti (pascoli e arbusteti). É difficile trovare orchidee in aree agricole intensivee (sensibilità ai pesticidi), in aree forestali e in aree urbane.

dell'Area Metropolitana di Barcellona (AMB) e prende il titolo di "Modello socioecologico degli spazi aperti". Ha l'obiettivo di fornire osservazioni su scenari di pianificazione alternativi a quelli elaborati all'interno dei singoli piani comunali. Attraverso il *Plan Urbanistico Director* (PDU), infatti, l'amministrazione metropolitana, coinvolgendo numerosi istituti di ricerca (tra i quali l'IERMB) si propone quale sostenitrice di una visione ampia del territorio capace di connettere la gestione. Le osservazioni e le analisi verranno incluse nello studio di impatto ambientale del Piano.

Il modello sul quale di basa il progetto studia il territorio contemporaneamente da un duplice punto di vista: quello dell'ecologia del paesaggio¹²⁰ e dal punto di vista del metabolismo metropolitano.

Il lavoro svolto all'interno del Laboratorio di Ecologia e Territorio dell'IERMB è consistito innanzitutto in un'analisi in prospettiva storica degli usi del suolo tra il 1956, il 2009 ed il 2015. Oltre alle statistiche di uso del suolo sono stati elaborati le metriche del paesaggio (es. LPI, EMS, PD, ED) e misurato il grado di connettività tra gli spazi aperti tramite il modello proposto da Marull e Mallarach, (2005). Dopo aver studiato le trasformazioni avvenute durante gli ultimi sessanta anni, i lavori del gruppo di ricerca del laboratorio si sono concentrati sull'analisi di proposte alternative di pianificazione con lo studio delle variazioni in termini di metriche del paesaggio, dell'indice di connettività e degli indici del metabolismo. Tre proposte alternative sono state valutate rispetto ai

¹²⁰ Il mio ruolo all'interno del progetto ha fatto sì che mi occupassi della prima variabile e concretamente ho collaborato con l'area cartografica dell'Istituto al: calcolo di metriche del paesaggio; recupero e sistemazione dei dati per il calcolo dell'indice di connettività (Marull e Mallarach, 2005)

piani elaborati dai singoli piani comuni (POUM- *Pla De Ordenació Urbana Municipal*). L'ordine dei quattro scenari è da intendersi come un avvicinamento ad una diffusa e crescente presenza di aree a carattere ecosistemico nell'Area Metropolitana di Barcellona.

Nello scenario tendenziale (scenario 1) si elaborano le metriche e gli indici di metabolismo supponendo la piena realizzazione del congiunto dei piani municipali (scenario tendenziale con aumento delle aree urbane discontinue e dei parchi urbani e decremento delle superfici agricole, forestali e arbusteti); nel primo scenario alternativo (scenario 2) alcune classi urbanistiche di *suolo non urbanizzabile* (es. parchi urbani) presenti nello scenario 1 passano ad essere agricole; nel secondo (scenario 3) si trasformano ulteriori poligoni pianificati appartenenti alla classe urbanistica di *suoli urbanizzabili* in aree agricole; infine nel terzo (scenario 4) si propone il recupero di tutte le aree agricole che erano presenti al 1956 e che non sono state fino ad oggi interessate da espansioni urbane e infrastrutturali.

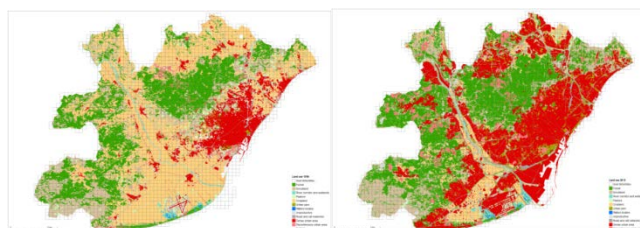


Fig. 47. Usi del suolo al 1956 e al 2015 nell'Area Metropolitana di Barcellona. In rosso e aree urbane, in beige le agricole e in verde le forestali.

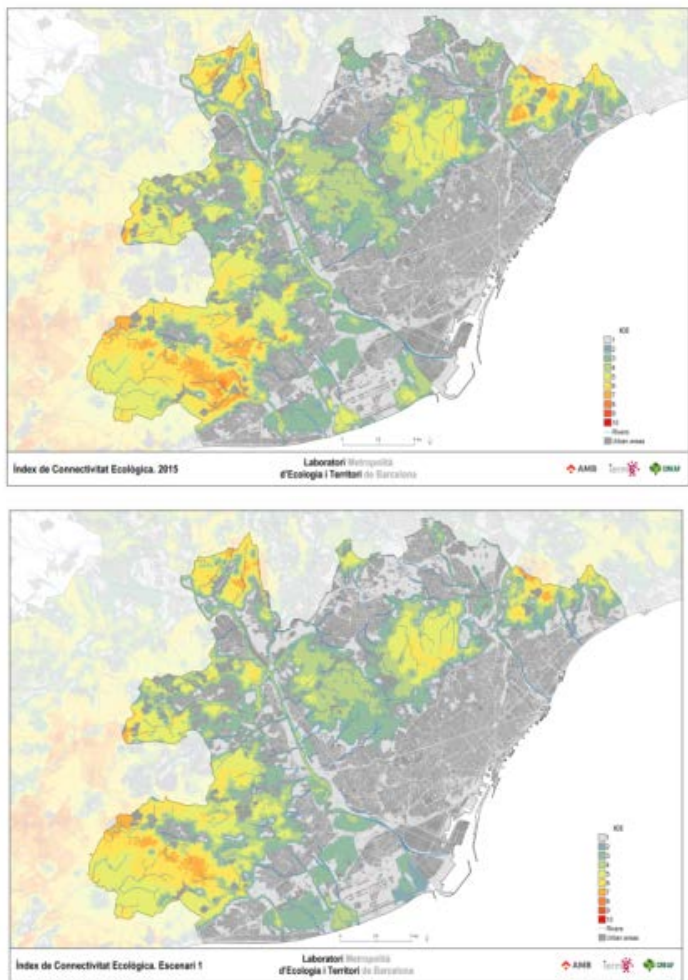


Fig. 48 Variazione dell'indice di connettività nell'AMB tra il 2015 e lo scenario tendenziale.

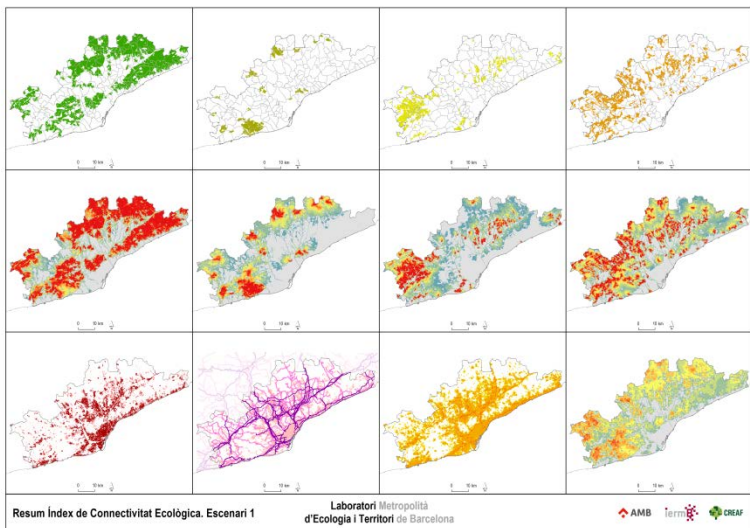
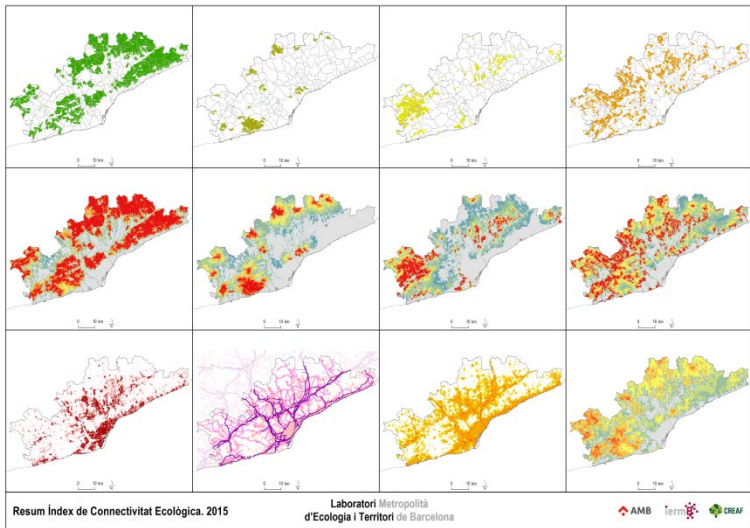


Fig. 49. Components of the elaboration of the calculation of the ICE for 2015 and for the trend scenario in the metropolitan region of Barcelona.

Per ogni scenario sono stati elaborati i seguenti indici:

- connettività ecologica (ICE; *Ecological Connectivity Index*), indice che valuta le relazioni ecologiche potenziali tra le aree ecologiche funzionali (quelle abbastanza grandi da poter sostenere la biodiversità). Si basa sulla stima dell'accessibilità tra usi del suolo ecosistemici e sulla presenza di barriere artificiali (es. reti stradali, ferroviarie, nuove aree urbane, etc.)
- Efficienza metabolica dell'agricoltura metropolitana che corrisponde all'EFEROI, che misura la quantità di energia ottenuta dagli spazi agricoli rispetto alla quantità di energia investita. L'indicatore utilizzato per l'analisi del bilancio metabolico e dell'analisi energetica i) definisce i flussi in entrata e in uscita per ogni spazio coltivato sulla base di dati municipali e ii) permette di valutare le relazioni tra i differenti elementi dell'agroecosistema dell'area metropolitana e le relazioni di dipendenza dall'esterno (input di energia quali ad es. fertilizzanti)
- Servizi ecosistemici legati alla fornitura di prodotti agricoli. L'indicatore è costruito sulla base dei dati di produzione agricola locale ed è stimato il valore medio per tipo di uso del suolo.
- Complessità paesaggistica quale misura della struttura funzionale della matrice territoriale. Tale indicatore comprende l'eterogeneità del paesaggio e la connettività ecologica in modo da valutare simultaneamente i pattern (tramite l'indice di Shannon¹²¹ modificato per non comprendere l'aumento di eterogeneità causato dall'aumento delle aree urbane) e i processi (ICE; indice di connettività ecologica).

¹²¹ L'indice di Shannon è calcolato come: meno la somma, per tutti i tipi di usi, dell'abbondanza proporzionale di ogni tipo di uso, moltiplicato per il logaritmo neperiano di tale abbondanza proporzionale.

- Analisi integrata energia – territorio in base alla quale per comprendere il funzionamento ecologico della matrice territoriale e la biodiversità dei paesaggi studiati è necessario quantificare anche la quota di input di energia esterna introdotta nel sistema e la distribuzione della stessa. L'indice si compone di misure a municipale della quantità di energia reinvestita e ridistribuita nel sistema (i dati derivano dai censimenti agricoli) e degli effetti che questa imprimono sulla complessità paesaggistica (trattata nel punto precedente).
- Emissione di gas serra. Tale indicatore è basato sulla stima di energia non rinnovabile investita nell'attività agricola (es. uso di macchinari, fertilizzanti, erbicidi, combustibili ed elettricità) e nell'allevamento (es. importazione di foraggi). La metodologia utilizzata vede un bilancio tra la disponibilità energetica locale e la richiesta per la produzione agricola sulla base di dati statistici a livello municipale.
- Riutilizzo di nutrienti (es. fosforo) quale parte del bilancio metabolico. L'indicatore valuta la disponibilità di nutrienti d'origine locale (es. riutilizzo della biomassa vegetale residuale o delle deiezioni degli animali alimentati con prodotti agricoli locali).

La valutazione complessiva degli indici nei vari scenari consente di valutare ed individuare quali sono le zone in cui la pianificazione tendenziale impatta maggiormente sul mantenimento delle funzioni ecologiche legate alla connettività degli ecosistemi terrestri. Al termine del progetto l'amministrazione metropolitana si occuperà di influenzare la pianificazione dei singoli comuni nelle aree che presentano una concentrazione di criticità (per l'insieme degli indicatori) o che rappresentano fattori altamente negativi per uno degli aspetti tenuti incontro.

L'analisi degli scenario di cambi del grado di connettività ecologica è stata eseguita adottando l'indice di connettività ideato per la valutazione delle condizioni attuali della connettività e per la previsione quantitativa degli effetti della pianificazione urbana o di infrastrutture di trasporto e delle possibili alternative. L'indice è calcolato applicando la metodologia GIS proposta da Marull e Mallarach (2005) sulla base della definizione di aree ecologicamente funzionali e di un modello *cost-distance*: quest'ultimo include l'effetto barriera (differenziando tra tipi di barriera es. infrastruttura, edificato urbano continuo e discontinuo), le distanze tra aree funzionali e la prossimità tra tipi di uso e di vegetazione.

4. Osservazione dei fattori e delle dinamiche degli spazi aperti nelle aree metropolitane dell'ecoregione mediterranea tramite l'impiego di metriche di frammentazione e perdita

All'interno dell'ecoregione terrestre mediterranea, le comunità naturali terrestri risultano essere altamente sensibili i) alla frammentazione degli habitat, ii) al pascolo, iii) all'alterazione dei regimi degli incendi, iv) all'invasione di specie esotiche di piante e animali (Olson et al., 2001).

Al fine di elaborare una panoramica delle variazioni dell'estensione e dello stato della connettività nelle aree metropolitane del mediterraneo sono stati presi in considerazione i seguenti dati¹²² in formato shapefile:

- Ecoregione Mediterranea europea come identificata dall'EEA (*European Environmental Agency*): questa identifica la regione ecologica e geografica mediterranea che si estende su tre continenti (Europa, Asia, Africa) lungo 5.300 km da ovest a est e 2.200 km da nord a sud (Maiorano et al., 2011).
- Aree urbane come identificate da Urban Audit¹²³. Le aree considerate sono quelle in ambito Europeo facenti parti dell'ecoregione mediterranea (Fig. 46).
- Dati di uso del suolo Corine Land Cover (CLC) riferiti al 1990 e al 2012. I dati CLC sono stati riclassificati come riportato nella tabella seguente.

¹²² La qualità dei dati influenza l'abilità degli ecologi del paesaggio sia rispetto all'individuazione dei pattern che al metterli in relazione con i processi (Wu e Hobb, 2002). I risultati e le raccomandazioni pratiche per la pianificazione, pertanto, esibiscono un elevato grado di dipendenza dalla qualità e disponibilità dei dati.

¹²³ <http://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/urban-audit>

| | Codice Corine | Codice Classi | Uso del suolo |
|--------------|---|---------------|---|
| Artificiali | 111 | CUF | Urbano denso |
| | 112 | DUF | Urbano discontinuo |
| | 122 | RORA | Infrastrutture viarie e ferroviarie |
| | 121, 123, 124 | ICT | Industriale, commerciale, trasporti |
| | 131, 132, 133 | MDC | Zone estrattive, discariche e aree in via di costruzione |
| | 141, 142 | GRAUS | Parchi urbani e aree per attività sportive e del tempo libero |
| Agricole | 211, 212, 213 | AR | Arativi |
| | 221, 222, 223 | PC | Colture permanenti |
| | 231 | PA | Pascoli |
| | 241, 242, 243, 244 | HAA | Mosaici Agroforestali |
| Forestali | 311, 312, 313 | FOR | Foreste ed aree boscate |
| | 321, 322, 323, 324, 331, 332, 333, 334, 335 | SHEOP | Arbusteti e vegetazione degli spazi aperti |
| Zone umide | 411, 412, 421, 422, 423 | WET | Zone umide |
| Corpi idrici | 511, 512, 521, 522, 523 | WAT | Corpi idrici |

Tab. 13. Riclassificazione propria a partire da legenda Corine Land Cover.
Fonte: Elaborazione propria.

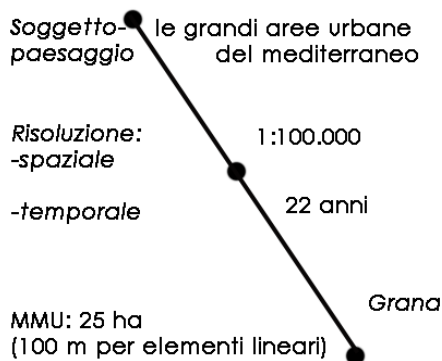


Fig. 50. Definizione della risoluzione e della grana del soggetto analizzato in questo capitolo. Elaborazione propria.

Riprendendo McGarigal (2002) prima del computo di qualunque metrica è necessario che chi effettua la ricerca definisca il paesaggio, includendo i suoi contenuti tematici, la risoluzione, la grana spaziale, l'estensione e i confini del soggetto-paesaggio indagato.

Giacchè il tema della tesi corrisponde alla possibilità di impiego di indici e metriche dell'ecologia del paesaggio nella pianificazione delle aree metropolitane, è stato scelto di esaminare le recenti evoluzioni delle grandi aree urbane mediterranee a partire dalle unità statistiche amministrative *Functional Urban Areas* (FUA) così come definite da Urban Audit¹²⁴. Le aree di studio sono state selezionate sulla scorta di due criteri:

¹²⁴ Le FUA sono definiti dall'OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) sulla base della densità di popolazione, della contiguità dello spazi costruito . Fonte del dato vettoriale: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units/urban-audit>

a) *Dimensione*: sono state individuate le FUA con superficie maggiore di 2.000 km² (14 entità¹²⁵) e successivamente quelle con superficie superiore a 1.000 km² (38 entità¹²⁶).

b) *Continuità spaziale* o una stretta vicinanza con le 52 aree precedentemente individuate (45 entità).

In totale sono state analizzate 97 FUA.

Per le FUA selezionate quali casi di studio sono stati estratti i dati di uso del suolo a partire dai database Corine Land Cover del 1990 e del 2012. Per l'elaborazione degli indici e delle metriche è stata utilizzata una maglia a quadri da 5 x 5 km ricoprente l'intera ecoregione mediterranea. Ogni cella dunque, fatta eccezione per quelle tagliate dai limiti amministrativi¹²⁷, rappresenta una superficie di 25 km². Tale scala di analisi è stata ritenuta la più opportuna per condurre lo studio alla scala spazio-temporale considerata.

Al fine di calcolare le dinamiche degli spazi aperti (es. agricoli, forestali, zone umide) nelle FUA prese in considerazione, sono stati create delle cartografie tematiche e calcolati indici e metriche di paesaggio.

¹²⁵ Madrid, Roma, Sevilla, Lisbona, Marsiglia, Spalato, Atene, Saragozza, Barcellona, Albacete, Nizza, Càceres, Montpellier, Badajoz.

¹²⁶ Palma de Mallorca, Cagliari, Córdoba, Lorca, Napoli, Perpignan, Valencia, Sassari, Cuenca, Granada, Coimbra, Larisa, Málaga, Nîmes, Burgos, Palermo, Ajaccio, Potenza, Thessaloniki, Zadar, Ioannina, Mérida, Jerez de la Frontera, Firenze, Murcia, Grosseto, L'Aquila, Valladolid, Cosenza, Bari, Taranto, Toulon, León, Campobasso, Terni, Genova, Pamplona/Iruña, Foggia.

¹²⁷ Sulla maglia è stata effettuata un'operazione di clip sulla base del limite delle FUA. Sono state escluse dall'analisi le celle con superficie <= 2 km².

4.1. Osservazione delle dinamiche nei casi studio con maggior estensione

I risultati sono organizzati secondo la seguente scaletta:

1) Prima scheda:

- usi artificiali del suolo (1990 in alto a sinistra e 2012 in alto a destra);
- usi ecosistemici del suolo (1990 in basso a sinistra e 2012 in basso a destra)

2) Seconda scheda:

- presenza percentuale di habitat potenziali per ogni cella (1990 in alto a sinistra e 2012 in alto a destra) calcolata come rapporto tra l'estensione dell'insieme di tutte le macro-categorie di usi eccetto (Tab. 13) quelli artificiali diviso l'area della cella corrispondente. Tra gli habitat potenziali sono stati compresi anche le aree verdi urbane con superficie maggiore e uguale a 100 ha;
- variazione negativa delle percentuali tra il 2012 e il 1990 (in basso a sinistra). Tale variazione può essere messa in relazione ai processi di perdita di connettività;
- variazione positiva o assenza di modificazione delle percentuali di potenziali habitat (in basso a destra).

3) Terza scheda:

il contenuto di tali schede deriva dall'elaborazione dei dati vettoriali eseguita con l'impiego dell'estensione Patch Analyst¹²⁸ di ArcMap.

- in alto rappresentazione della metrica del paesaggio *Mean Patch Fractal Dimension* (1990 a sinistra e 2012 a destra) che risulta essere relazionata positivamente con la frammentazione degli habitat, con la complessità delle forme e con l'effetto margine.

¹²⁸ Estensione realizzata dal *Centre for Northern Forest Ecosystem Research* (OMNR) e il *Sustainable Forest Management Network* (NCE)

- in basso *Mean Patch Size* (1990 a sinistra e 2012 a destra). Tale metrica riflette la frammentazione degli habitat per cui ad una diminuzione del valore corrisponde una crescita del grado di frammentazione.

4) Quarta scheda:

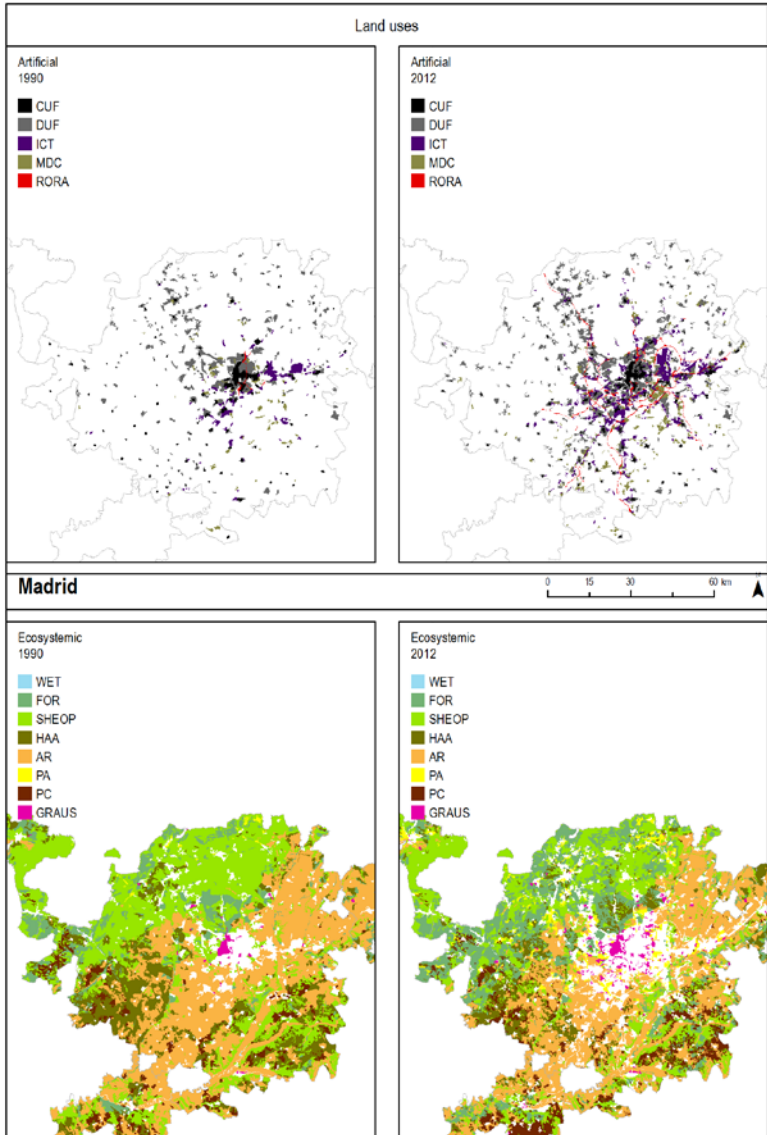
il contenuto di tali tipi di schede è stato calcolato in ambito ArcMap - in alto rappresentazione dell'*Effective Mesh Size* (1990 a sinistra e 2012 a destra). Tale metrica misura l'area delle patch continue di habitat potenziali accessibili a partire da una cella random. È pertanto una misura della connettività.

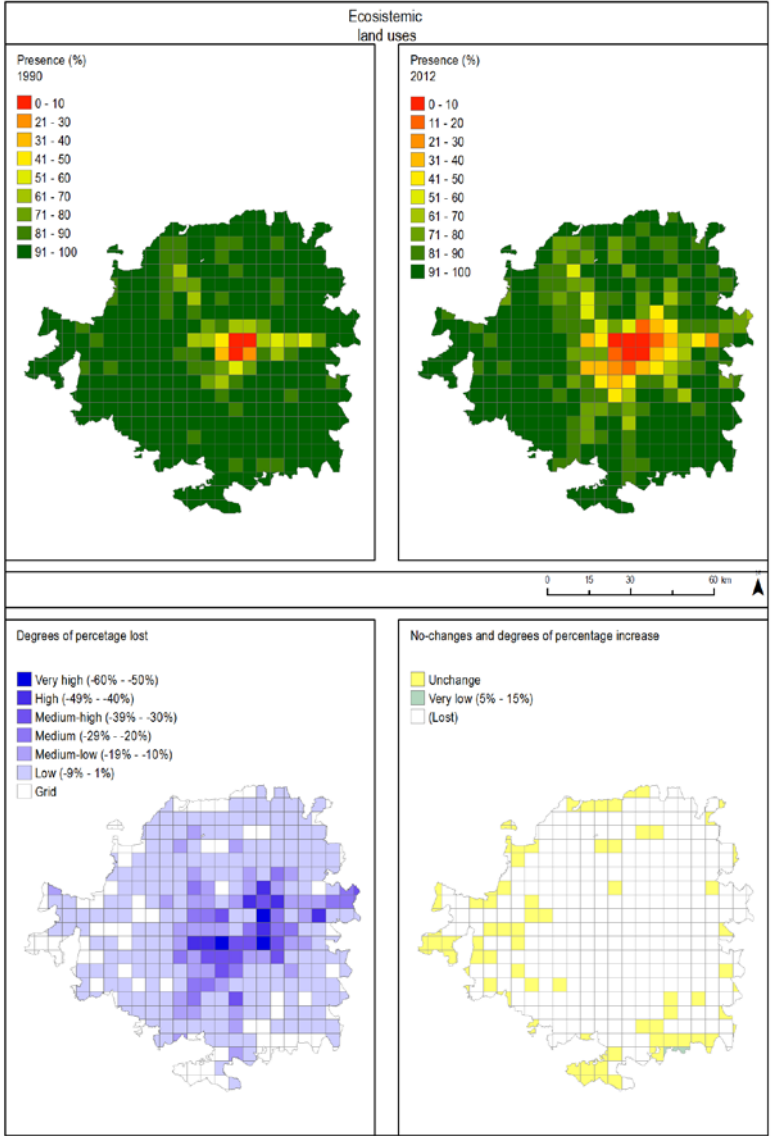
- in basso *Largest Patch Index* (1990 a sinistra e 2012 a destra). Anche questa metrica ha relazioni con la connettività e misura la quota di habitat compresi nella stessa patch più grande. L'LPI rappresenta un fattore importante per il mantenimento delle funzioni vitali di molte specie (soprattutto mammiferi).



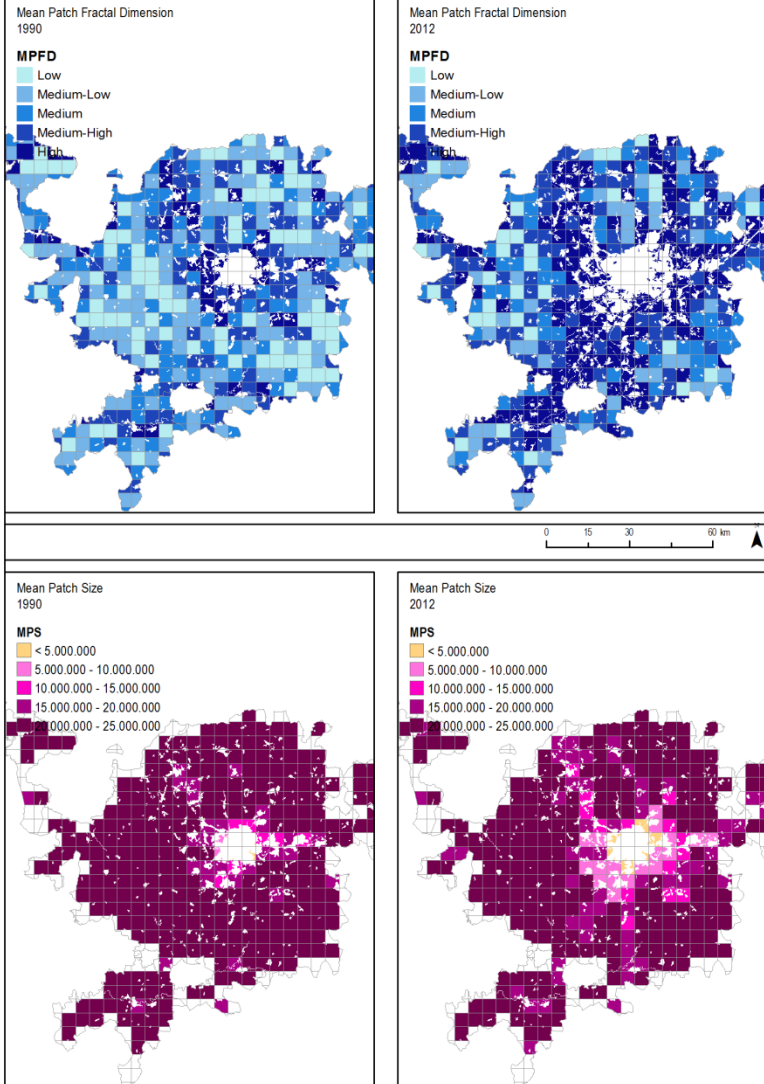
Fig. 51. Areale europeo dell'ecoregione mediterranea e localizzazione dei casi studio con estensione maggiore a 2.000 km². Fonte: elaborazione propria.

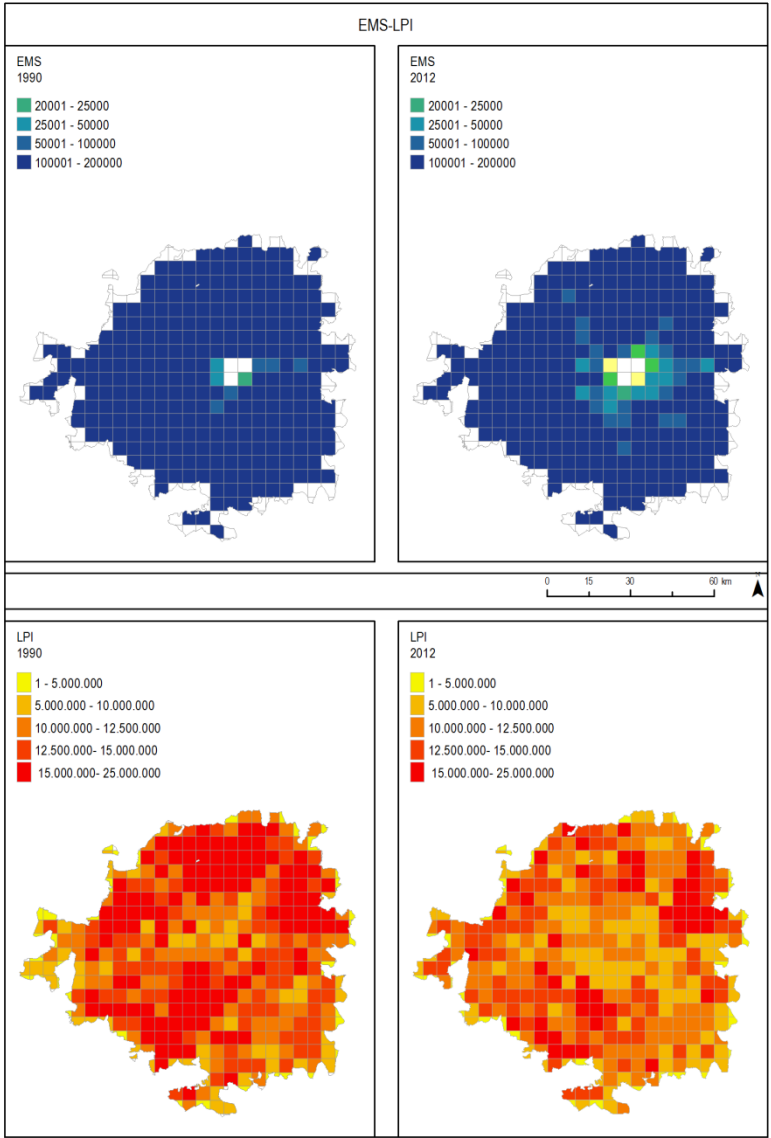
Di seguito i risultati dell'indagine sono presentati con la disposizione delle schede come appena descritto.





MPFD-MPS





Schede Madrid. Elaborazione propria con ArcMap.

Madrid

Scheda 1) Nel complesso l'area madrilenha ha registrato una crescita dei tessuti residenziali continui (CUF) principalmente come conseguenza dell'ampliamento dei nuclei già esistenti (es. Colmenar Viejo, Alcobendas a nord ovest). I tessuti discontinui (DUF) caratterizzano la crescita del nucleo consolidato madrilenha (es. Urbanizzazione Diplomaticos sul limite nord occidentale del Parque Casa de Campo) e quella delle aree in prossimità della rete infrastrutturale. Lungo le direttrici E, S, SSO e N-NNE è possibile che, al procedere dell'urbanizzazione, si concretizzi una conurbazione dei centri più prossimi alla capitale spagnola. In tutta l'area si osserva un marcato *shift* verso forme post-metropolitane con lo sviluppo di centri urbani a carattere disperso e discontinuo con caratteristiche affini a quelle che Soja definisce *Outer Cities* o *post-periferie*. La presenza di numerose MDC nella zona a SSO è indicativa di una trasformazione degli usi in corso (al 2012) verso tessuti artificiali in questa direzione. La rete infrastrutturale (RORA) risulta chiaramente accresciuta. Si tratta delle linee AVE ad alta velocità costruite tra il 2007 e il 2011 che collegano la capitale con le altre città spagnole (es. Alicante, Malaga, Siviglia, Valladolid, Valencia, etc) e francesi (Marsiglia, Parigi, Lione, Tolosa). Lungo la direttrice est, verso Guadalajara, si riscontra un notevole accrescimento delle ICT (Mercadona, Decathlon, Cars&Cars) già in parte presenti con una discreta quota al 1990.

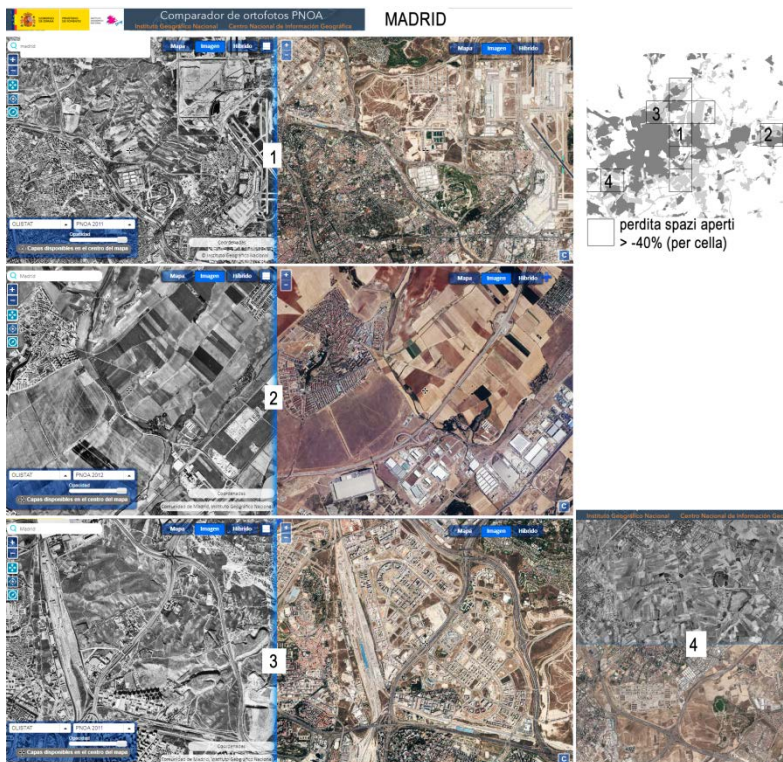


Fig. 52) Espansione tessuti DUF, ICT (terminal aeroporto) e GRAUS nella cella corrispondente alla sezione nord occidentale dell'aeroporto di Madrid; 2) nuovi tessuti ICT e RORA in direzione est; 3) aumento RORA, DUF, CUF a N-NE del centro consolidato.

Per quanto riguarda le dinamiche degli usi ecosistemici, si osserva un accrescimento delle aree forestali (F) lungo l'intero arco Ovest-Nord (in corrispondenza del Parco Regionale *Cuenca Alta Manzanares*) e una diminuzione delle aree SHEOP. In direzione O-SO si registra un aumento delle zone AR a discapito delle aree a mosaico agroforestale (HAA). Tale cambio, in accordo con Marino et

al. (2018) può essere interpretato come un'intensificazione degli usi a scapito dell'eterogeneità ambientale precedentemente esistente. Gli spazi aperti interclusi nelle nuove urbanizzazioni sono divenute parchi urbani o strutture per le attività del tempo libero (es. campi da golf). Gli sviluppi urbani lungo le direttrici E, SSE e SSO, hanno ampliato la "distanza" tra le componenti forestali degli spazi protetti Natura2000 dell'area metropolitana (es. tra *Cuenca del río Manzanares* e *Vegas, cuevas y páramos del sureste de Madrid*).

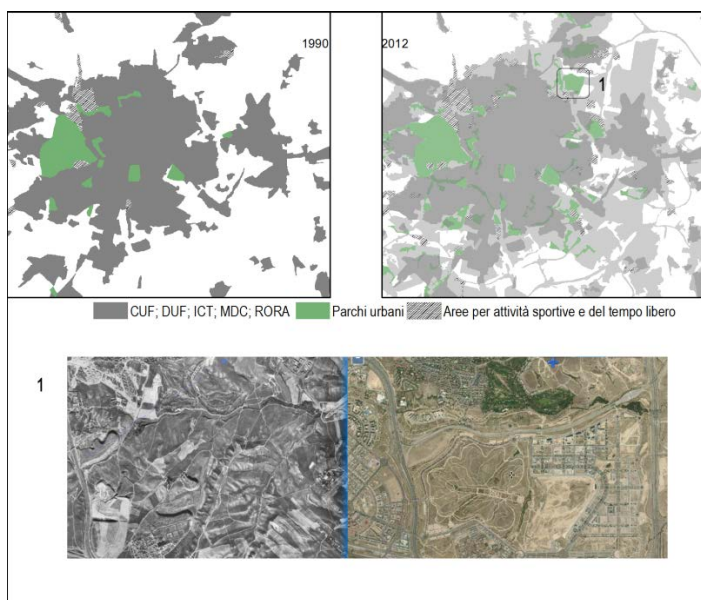


Fig. 53. Madrid: parchi urbani e sviluppo dell'area urbana. Elaborazione propria.

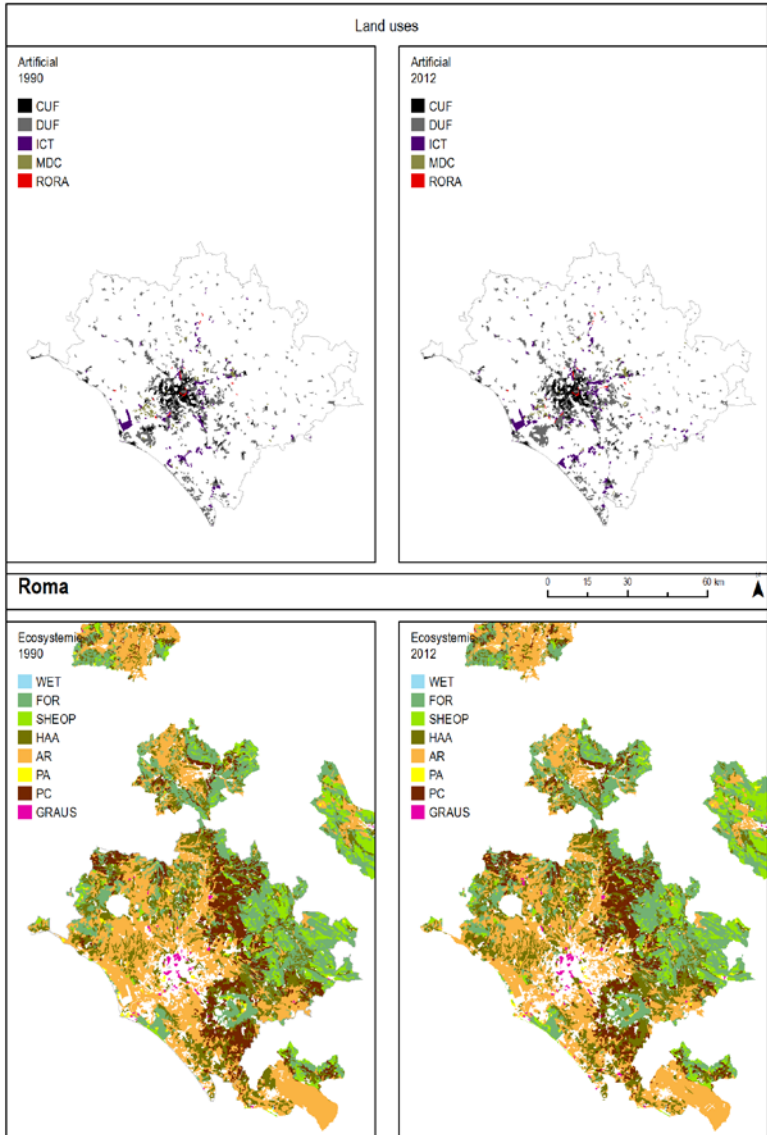
Come illustrato nell'immagine qui sopra, con l'espandersi delle aree urbane in contiguità con il centro consolidato, alcune aree aperte sono rimaste tali e trasformate da agricole a parchi urbani e aree per l'attività sportiva o del tempo libero (es. campi da golf)

Scheda 2) Osservando la seconda scheda il centro consolidato risulta in elevato deficit di aree ad usi ecosistemici e in generale la crescita urbana radiocentrica lungo le direttrici infrastrutturali ferroviarie commentata pocanzi si riflette in una perdita di habitat fino a valori del -60% per cella (ovvero di circa 15 km² per le celle intere).

La scarsa permanenza e crescita di aree favorevoli a costituire habitat risulta fortemente contrastata da una generalizzata diminuzione della percentuale di habitat/cella.

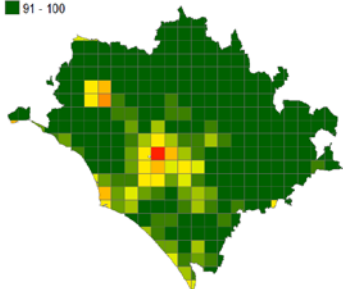
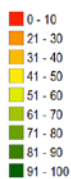
Scheda 3) Le metriche elaborate restituiscono un aumento della complessità delle forme degli spazi aperti come conseguenza dell'espansione urbana e infrastrutturale.

Scheda 4) L'Effective Mesh Size risulta in calo nella maggior parte delle celle. Lo stesso vale per il Largest Pathc index

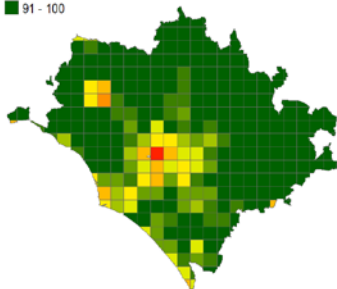
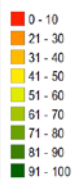


Ecosystemic
land uses

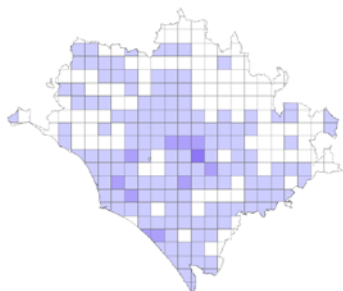
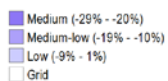
Presence (%)
1990



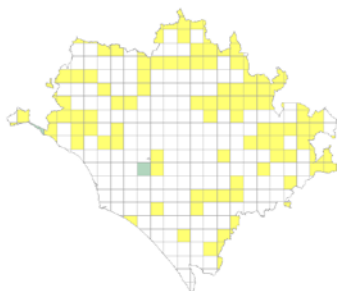
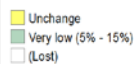
Presence (%)
2012

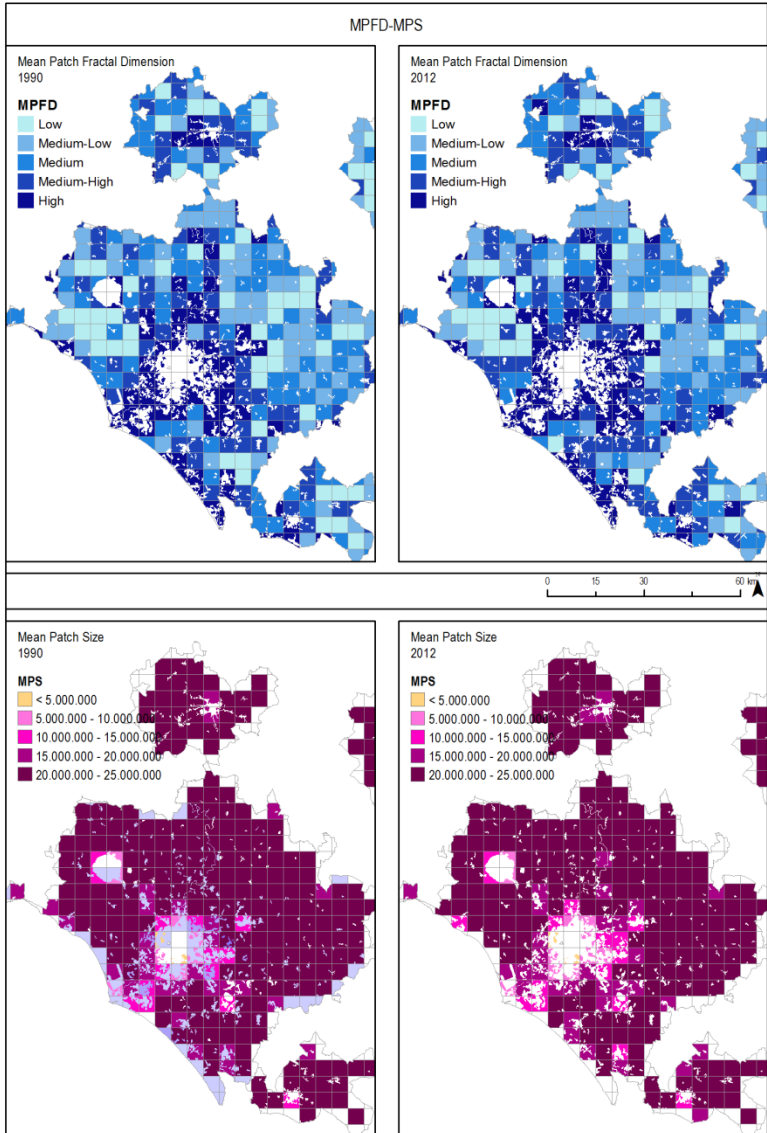


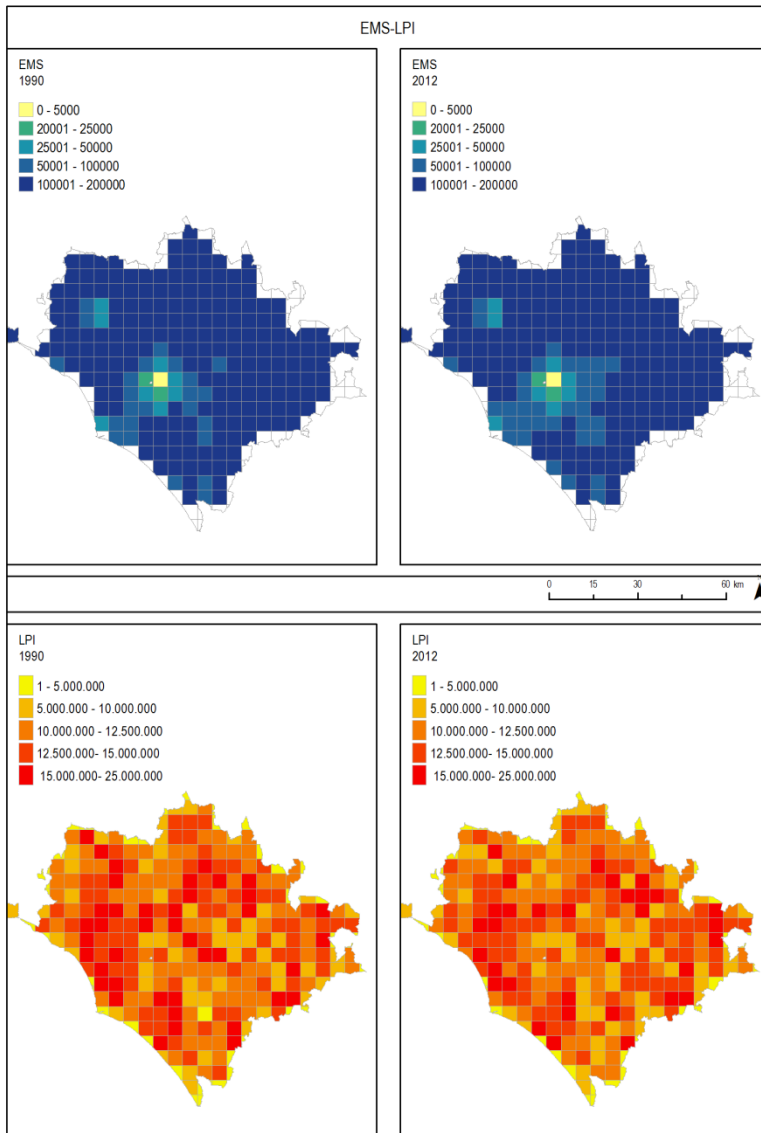
Degrees of percentage lost



No-changes and degrees of percentage increase







Schede Roma. Elaborazione propria con ArcMap.

Roma

Scheda 1) Si registra un aumento dei tessuti DUF in tutte le direzioni fino a 20 km dal centro consolidato. Una particolare concentrazione di nuovi tessuti discontinui si osserva nell'arco E, SE e S come anche nel settore S,SO a distanze fino a 20 km dal centro e a distanze maggiori in direzione del mare. Un particolare aumento dei tessuti ICT è notevole nel settore meridionale della capitale, tra Pomezia e i Castelli Romani. Nel settore orientale sulla direttrice E tra la Casilina e l'autostrada sono aumentati i centri commerciali e le aree per la logistica: ne sono un esempio il centro commerciale Roma Est, il centro di commercio all'ingrosso Metro, il mercato Ittico e quello Agroalimentare comparsi a cavallo del 2000 sulle direttrici stradali Tiburtina e Collatina. Altri esempi di costruzioni ex-novo di ICT e aree residenziali all'interno del tessuto agricolo dell'Agro Romani sono quelli del Polo attrattivo di Valmontone e quello dell'area residenziale Bufalotta-Porte di Roma. Sempre in direzione est rispetto al centro di Roma, le annunciate Olimpiadi di Nuoto del 2009 hanno lasciato sul territorio elementi quali la Vela di Calatrava ed altre strutture previste per la realizzazione della Città dello Sport¹²⁹.

Per quanto riguarda gli usi ecosistemici, si osserva (i) una diminuzione delle AR nella direzione est, a favore delle classi ICT (es. aree logistiche per il commercio e centri commerciali¹³⁰), (ii) una decrescita delle colture permanenti PC nell'arco meridionale del vulcano laziale a favore di HAA. Le aree boschive risultano

¹²⁹ La Città dello Sport è un progetto dell'architetto Calatrava la cui realizzazione è stata affidata ad una delle società della holding company Caltagirone S.p.A.

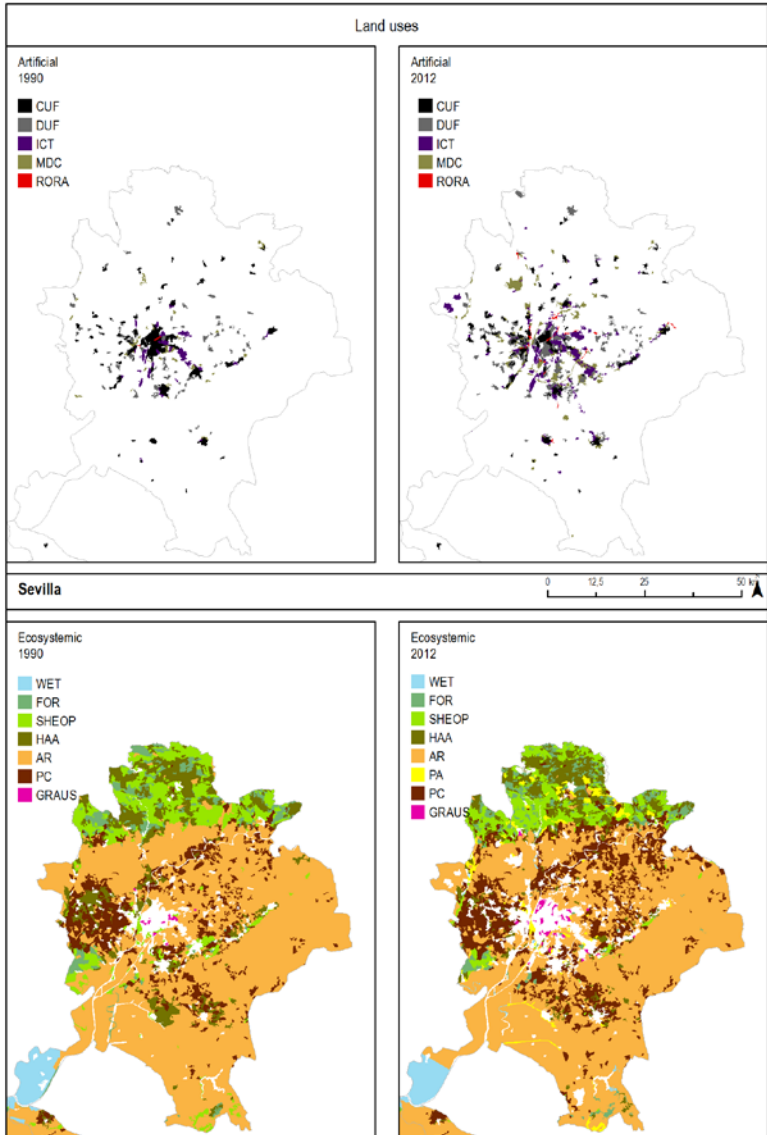
¹³⁰ Su tali cambi di uso del suolo con forte impatto sull'Agro Romano e sulle aree naturali della capitale si veda Pili e Tombolini (2018).

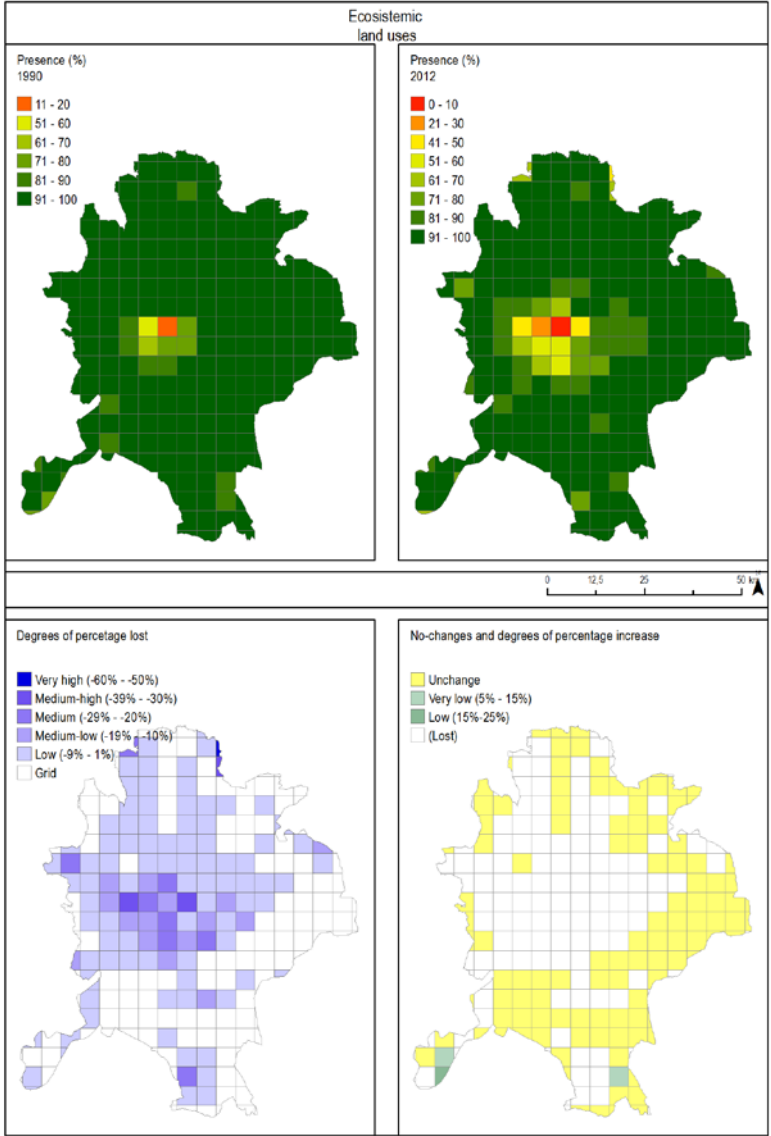
maggiormente compatte in prossimità dell'arco appenninico, mentre l'espansione delle SHEOP nelle aree forestali lungo la costa tirrenica sono indicative degli incendi che sono occorsi in corrispondenza delle aree urbane che, come visto pocanzi, si sono accresciute in questa direzione. In generale è osservabile un aumento della pressione antropica sui sistemi naturali costieri tra i siti protetti di Castel Porziano e Tor Caldara.

Scheda 2) La diminuzione degli habitat è comune a quasi tutto il territorio metropolitano fatta eccezione per la permanenza delle HAA e delle nel viterbese e delle aree prossime all'arco appenninico. In generale, la perdita di habitat si trova rappresentata da livelli da bassi (-9% a 1% corrispondenti a una perdita da 25 ha a 225 ha per cella intera) fino a medio-alti (7 km²/cella).

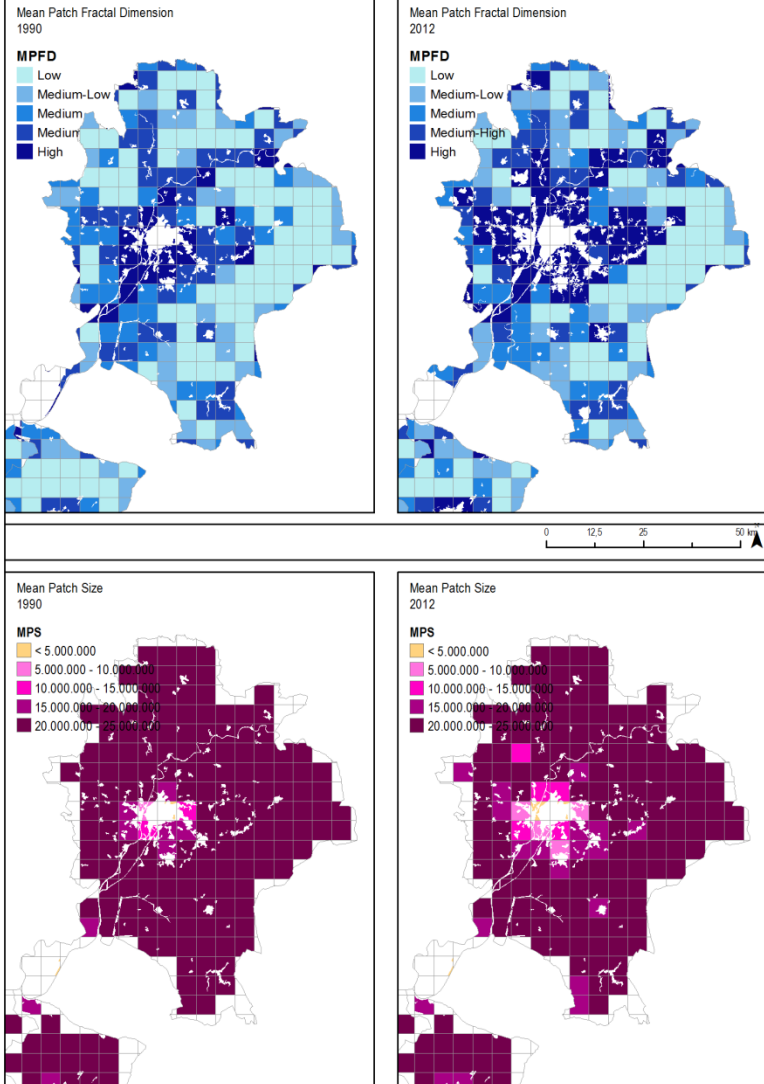
Scheda 3) Le celle che risultano aver sperimentato un maggior aumento dell'MPFD sono localizzate i) nelle vicinanze del centro consolidato sulla direttrice est in uscita dal raccordo,ii) in direzione del mare e iii) in direzione sud. Stessa direzione è osservabile nel caso dei cambi del MPS,

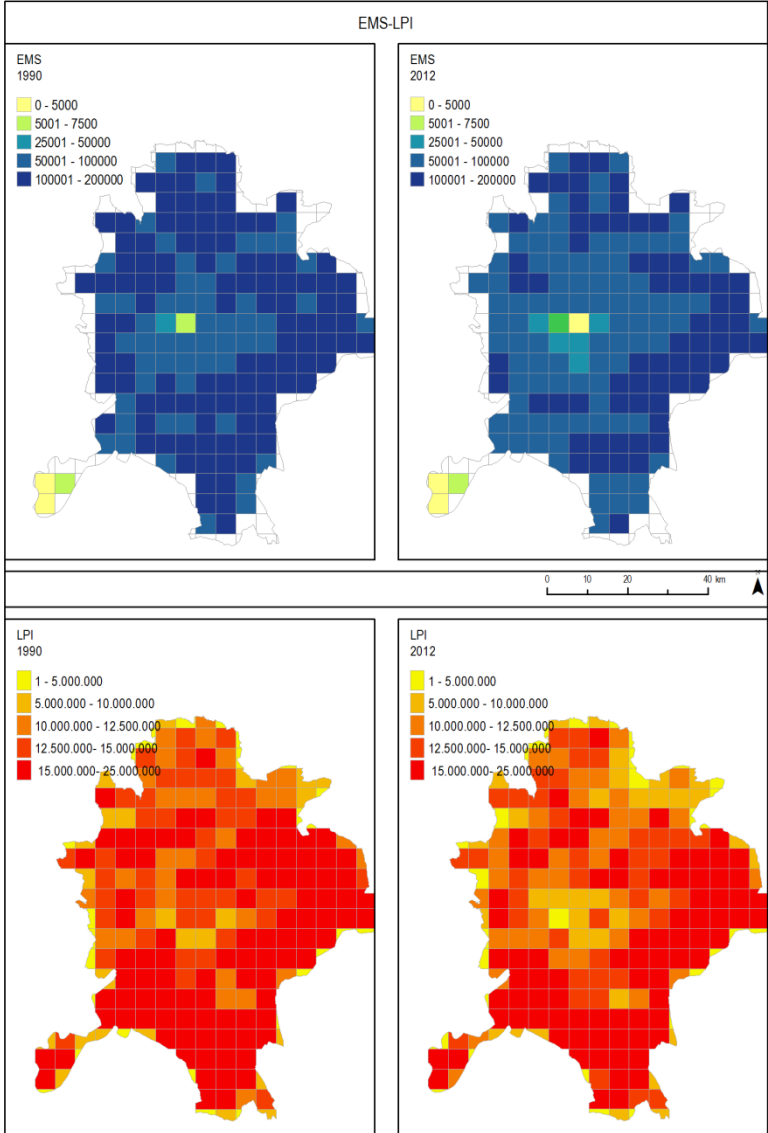
Scheda 4) Le dinamiche pocanzi commentate si riscontrano in un calo dell'EMS nelle zone ad est del centro consolidato, in direzione del mare e in direzione sud. Per quanto riguarda il LPI è osservabile una generalizzata diminuzione del valore per cella in tutta l'area.





MPFD-MPS





Siviglia

Scheda 1) E' osservabile un ampliamento dei tessuti compatti dell'area centrale sia sulla riva sinistra che destra del Fiume Guadalquivir. Tali espansioni corrispondono ad un ampliamento, con tessuti discontinui, dell'estensione della galassia metropolitana in tutte le direzioni. L'analisi suggerisce una possibile futura conurbazione tra Alcalá de Guadaíra e il centro della città di Siviglia, e tra Alcalá de Guadaíra e Carmona. É inoltre riscontrabile un decisivo aumento di RORA dovuta alle nuove infrastrutture costruite per l'Expo del 1992. I tessuti MDC con andatura lineare nel settore meridionale corrispondono alla circonvallazione in costruzione. Nello sviluppo della città sivigliana si nota un aumento delle ICT costituite da (i) parchi divertimenti quali l'Isola Magica, un parco tematico urbano sorto su alcune delle installazioni dell'expo del '92 e (ii) zone di estrazione (es. Aznalcóllar¹³¹) nel settore O-NNO.

Per quanto riguarda gli usi ecosistemici, ai lati del corso fluviale protetto (Natura2000) del Guadalquivir sono osservabili un incremento dei tessuti urbani a scapito degli SHEOP e AR. L'aumento dei GRAUS nell'area centrale è dovuto all'apertura di alcuni parchi urbani. Tra questi quello di Alamillo sull'Isola di Cartuja derivante da un intervento di forestazione. A causa della riduzione della presenza di possibili habitat lungo la fascia NNO-S è aumentata la frammentazione tra le aree a coltivi permanenti.

¹³¹ La diga dell'industria mineraria di Aznalcóllar (di proprietà della società canadese - svedese Boliden Limited) è stata protagonista di un disastro ecologico nel 1998 che ha visto lo sversamento di residui tossici utilizzati per le attività di estrazione.

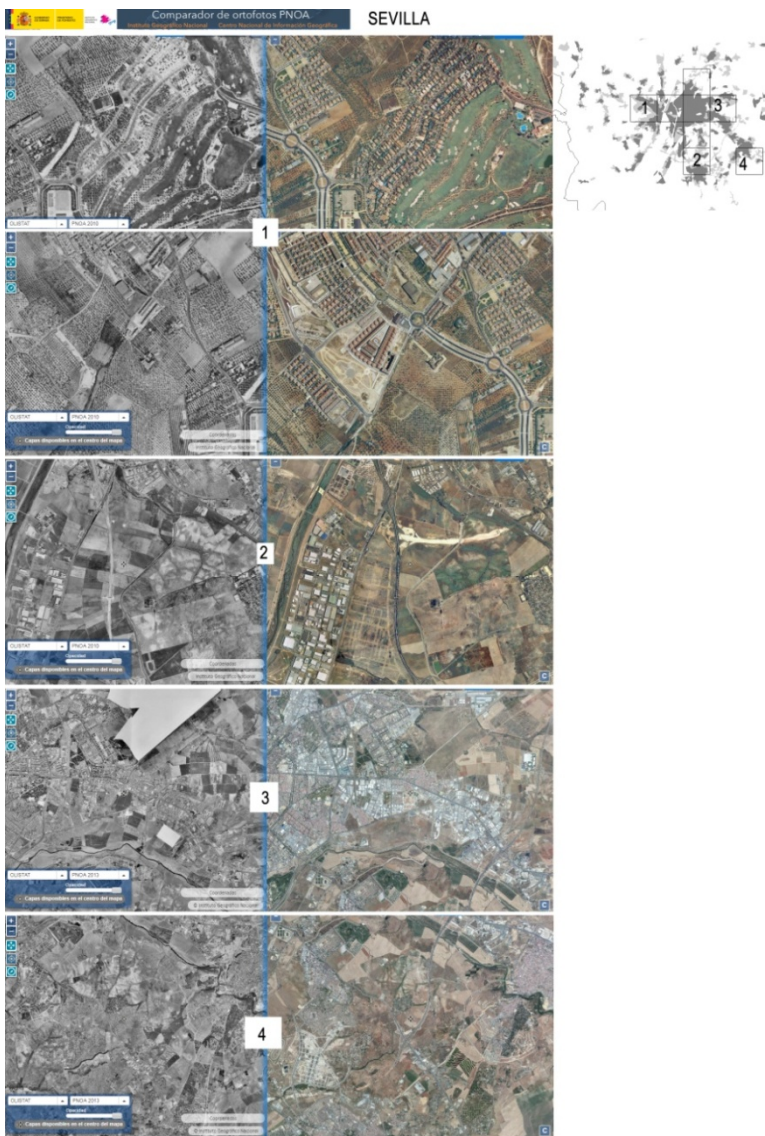


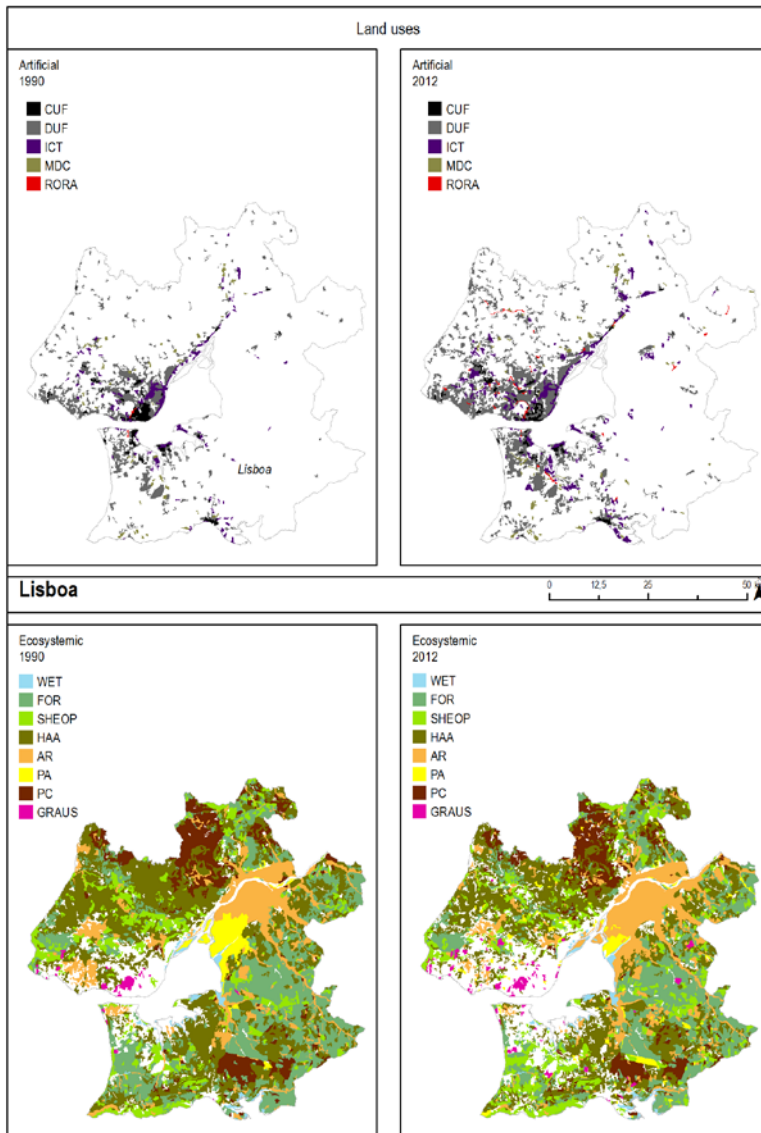
Fig. 54 Estrazione di alcuni esempi di espansioni residenziali e infrastrutturali. Elaborazione propria.

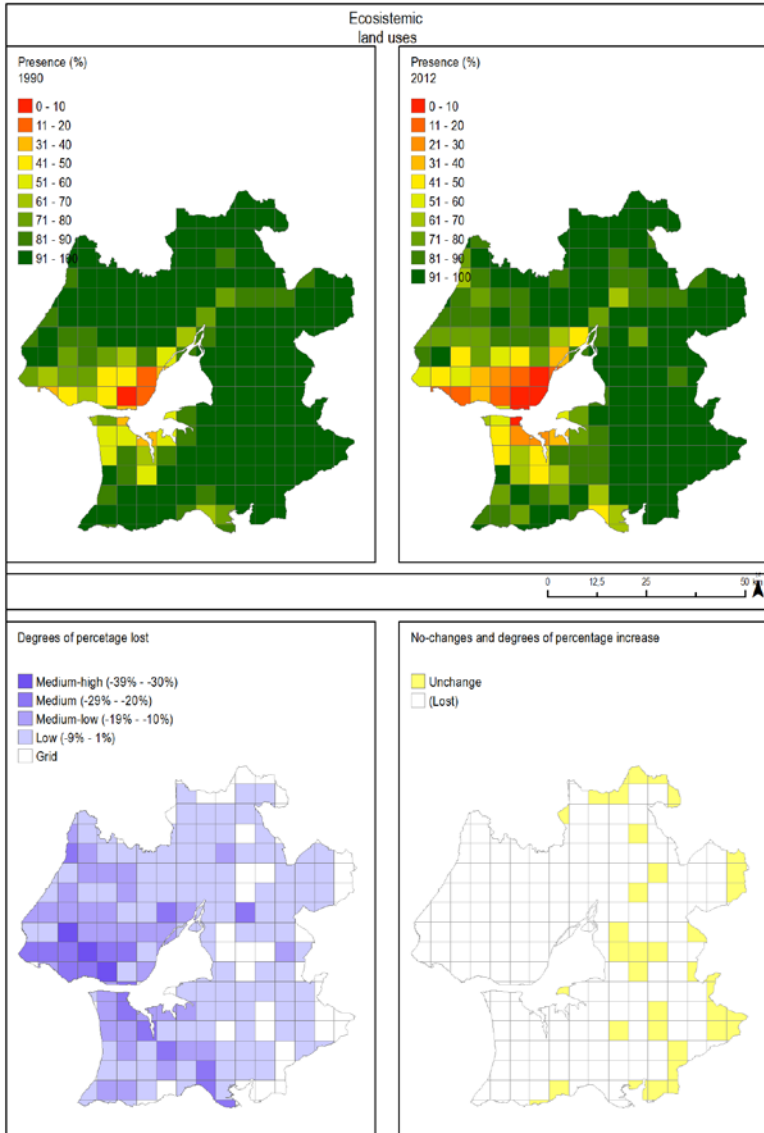
Tali espansioni determinano una crescente pressione sulla parte nord orientale del Parco Nazionale di Doñana, in particolare sulla Riserva Naturale Dehesa de Abajo (istituita nel 2000 per il suo valore ecologico). La rottura di una diga all'interno dell'industria di estrazione mineraria di Aznalcóllar, avvenuta nel 1998 ha determinato un disastro ecologico: nei fiumi Agrio e Guadiamar si sono riversati ingenti quantità di additivi tossici e acqua acida. Quale misura di *restoration ecology* è stata istituita l'area protetta del corridoio verde di Guadiamar.

Scheda 2) L'aumento delle ICT nel settore dell'industria di estrazione mineraria di Aznalcóllar ha determinato la riduzione degli habitat nel settore O-NNO sui limiti del confine della FUA. Le altre celle con perdite particolarmente accentuate di usi ecosistemici sono presenti sugli estremi occidentali e orientali del centro di Siviglia. In generale si nota un'erosione dei suoli con usi ecosistemici lungo una fascia continua fino a 12 km da centro. Altra riduzione significativa è osservabile a distanze maggiori in direzione est.

Scheda 3) Le metriche elaborate riflettono un aumento nella complessità delle forme. Una fascia trasversale compatta, corrispondente alle AR (es. monoculture di cotone tipici della provincia di Siviglia) lungo il bordo sud-orientale della FUA, mostra una mancata variazione dei valori dell'MPFD e del MPS.

Scheda 4) L'EMS e l'LPI mostrano un calo in tutta l'area salvo la summenzionata fascia lungo il bordo sud-orientale caratterizzato da monoculture intensive.



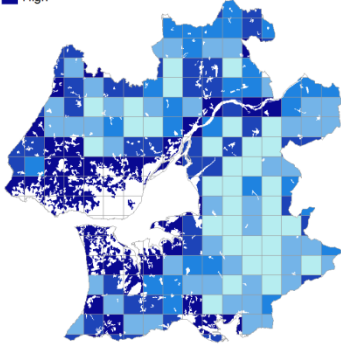


MPFD-MPS

Mean Patch Fractal Dimension
1990

MPFD

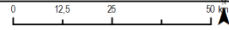
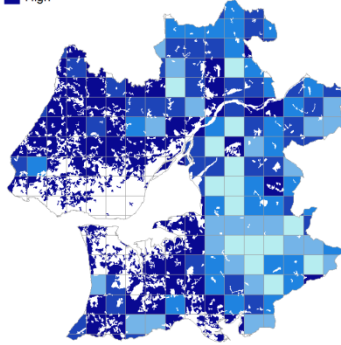
- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



Mean Patch Fractal Dimension
2012

MPFD

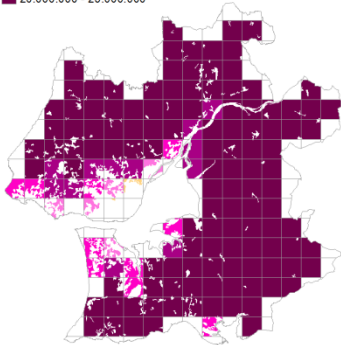
- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



Mean Patch Size
1990

MPS

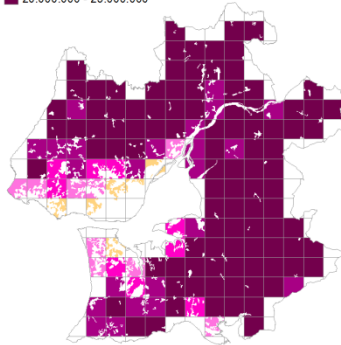
- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000

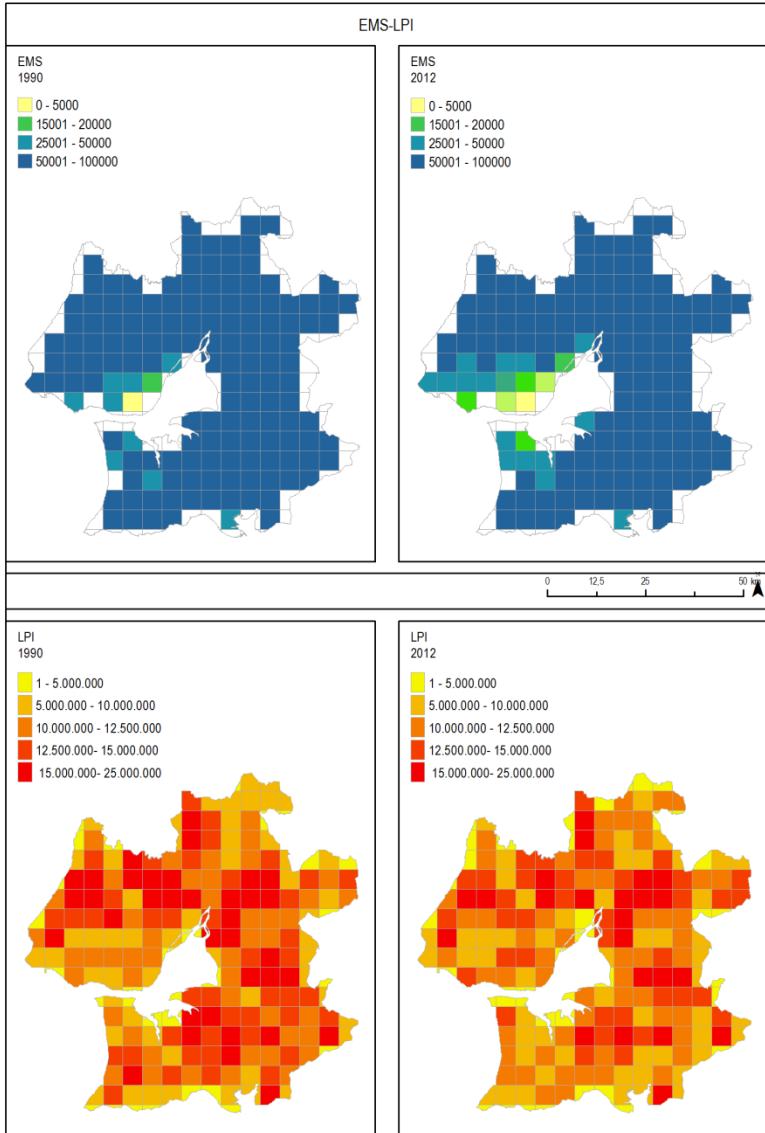


Mean Patch Size
2012

MPS

- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000





Schede Lisboa. Elaborazione propria con ArcMap.

Lisbona

Scheda 1) L'espansione urbana s'è verificata attraverso (i) l'aumento dei tessuti CUF in espansione a partire dai nuclei esistenti al 1990 (Lisbona e il distretto di Setúbal) , notevolmente, (ii) come incremento dei tessuti DUF, ICT e RORA. I tessuti discontinui sono aumentati soprattutto (i) in direzione N-NNO e NE sulle sponde settentrionali dell'estuario del Tago e (ii) nelle cittadine intorno al Parco di Sintra e lungo le sponde dell'estuario tra Cascais e Lisbona. Al 2012 si può notare l'avvenuta conurbazione dei tessuti urbani che risalgono lungo le rive del fiume Tago (Alverca de Ribatejo, Vilafranca de Xira, Carregado). Nel municipio di Algueirão-Mem Martins si evidenzia l'istallazione di un'ampia superficie di ICT insieme alla crescita dei tessuti residenziali. In definitiva è osservabile uno *shift* verso caratteri post-metropolitani per l'aumento dell'estensione della galassia metropolitana ,(ii) conurbazione dei, (iii) aumento delle ROR (es. la stazione Gar d'Oriente di Calatrava inaugurata nel 1998). L'expo del 1998 ha dato luogo all'urbanizzazione del settore orientale della città di Lisbona.

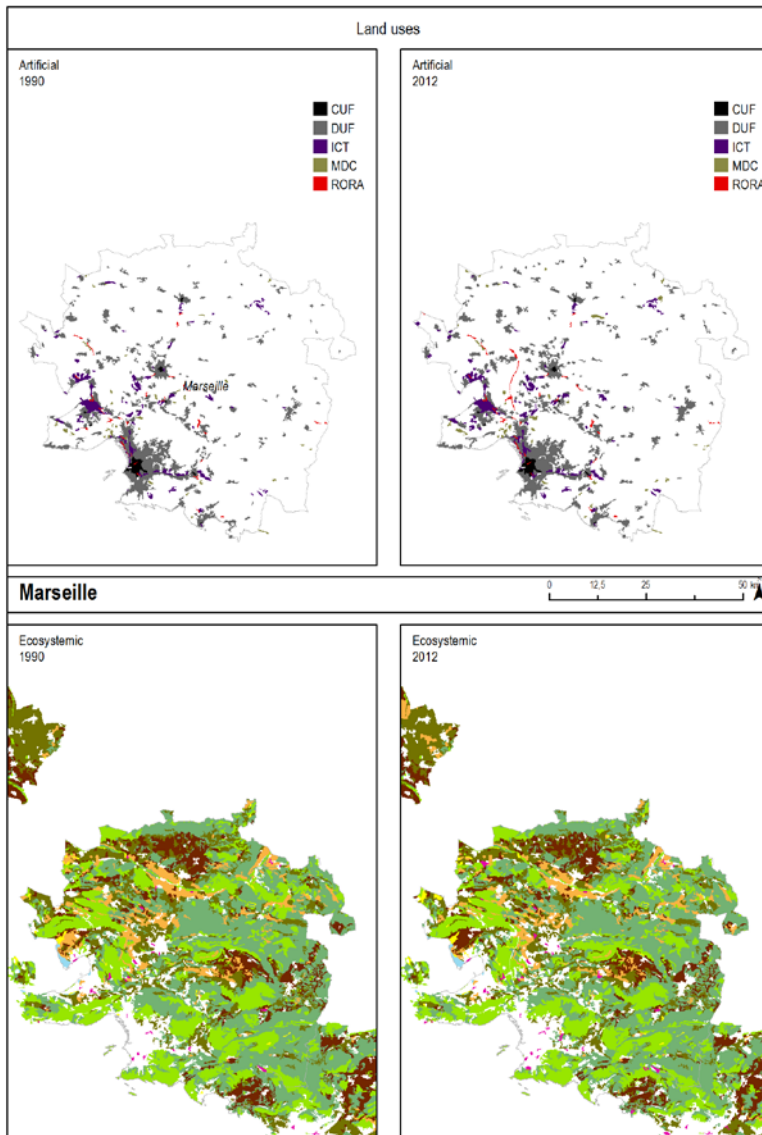
Per quanto riguarda i cambi nella distribuzione degli usi ecosistemici si può notare i) una riduzione per più del 50% dei pascoli in corrispondenza dello sbocco del Tago a favore dell'espansione delle AR. Nel complesso le HAA a nord del centro di Lisbona risultano perforate dall'accrescimento dei tessuti urbani in questa zona. Nelle aree forestali a SO del settore meridionale della FUA, ove sono presenti l'area Protetta Arriba Fossil Da Costa De Caparica e il Parco Naturale di Arribada, si osserva un consistente passaggio da F a SHEOP, indicativo degli incendi che occorrono in queste aree. La maggior parte delle pressioni sui sistemi ecologici nell'area

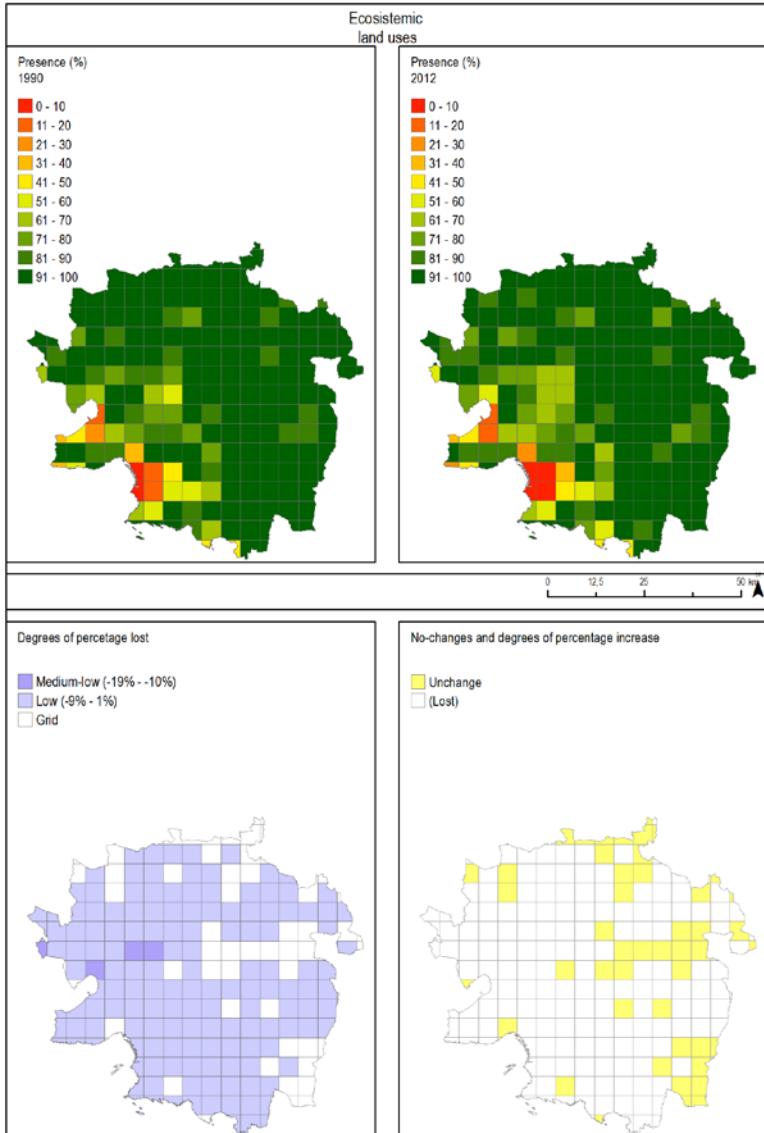
metropolitana di Lisbona derivano dalla vulnerabilità agli incendi forestali che correntemente accadono nella zona (si vedano i recenti incendi nell'area protetta di Sintra).

Scheda 2) Per quanto riguarda la presenza percentuale di aree favorevoli a costituire habitat per le specie selvatiche si rileva una generale riduzione dei valori soprattutto a distanze di 20-40 km a nord dal centro di Lisbona e a 20 km a sud dal municipio di Almada nel distretto di Setabúl. La generalizzata perdita di peso del valore percentuale di habitat / cella è scarsamente contrastato dalle poche celle che presentano una crescita o una permanenza di habitat.

Scheda 3) Le metriche elaborate riflettono un aumento della complessità delle forme degli spazi aperti nella maggior parte dell'area. Il MPS risulta in calo in prossimità dei centri maggiori e anche in celle più distanti.

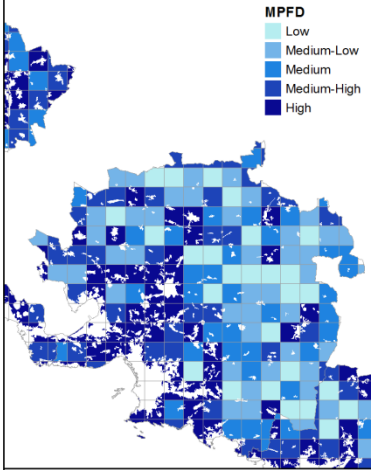
Scheda 4) Sulla riva settentrionale dell'estuario del fiume Tago, e in parte su quella meridionale, è osservabile una riduzione dei valori dell'EMS. L'LPI risulta diminuito nella maggior parte delle celle.



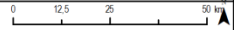
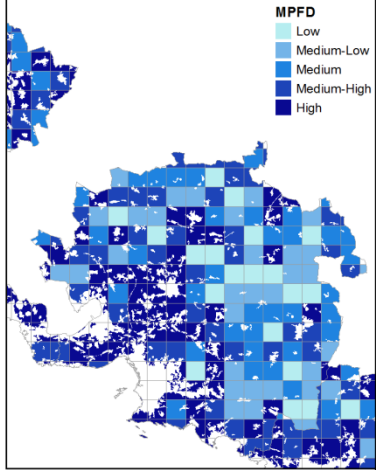


MPFD-MPS

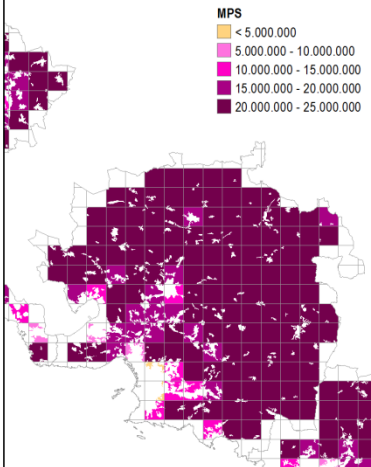
Mean Patch Fractal Dimension
1990



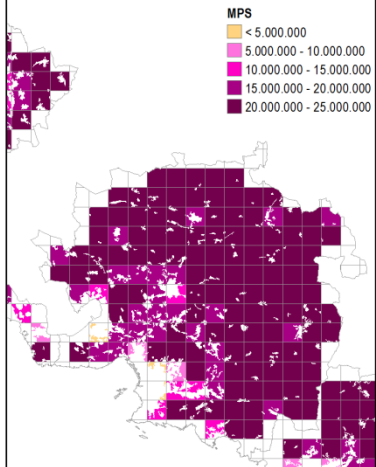
Mean Patch Fractal Dimension
2012

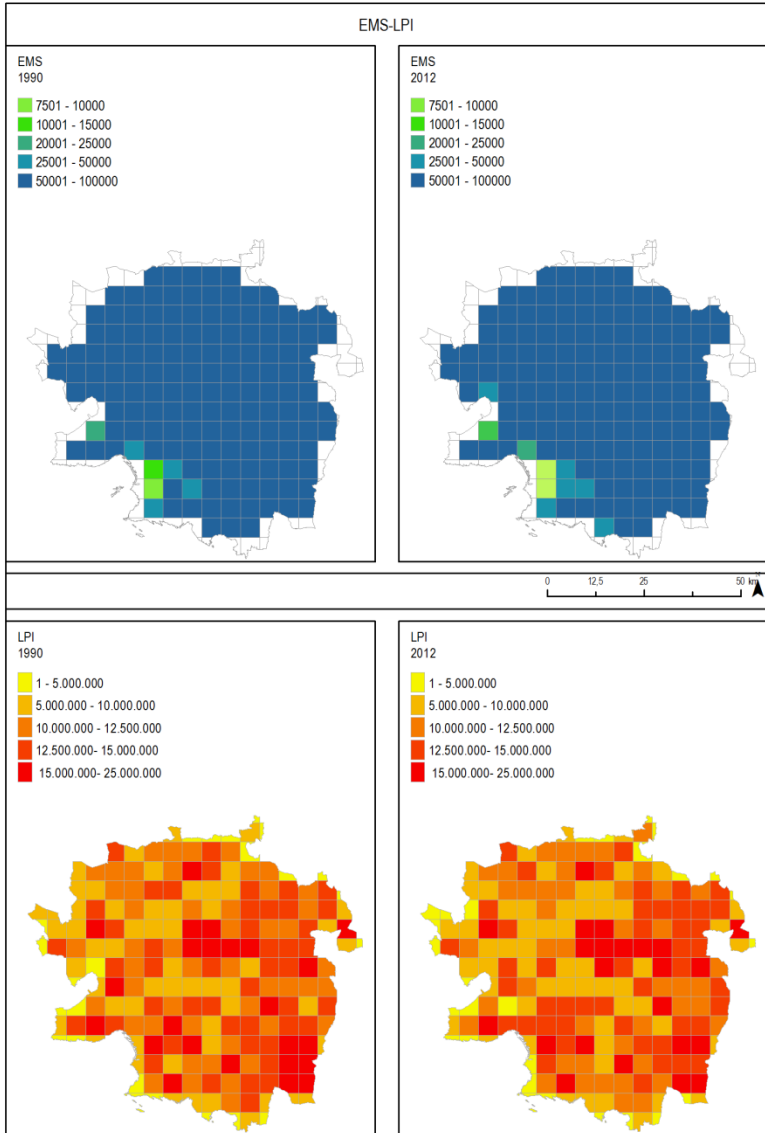


Mean Patch Size
1990



Mean Patch Size
2012





Schede Marsiglia. Elaborazione propria con ArcMap.

Marsiglia

Scheda 1) A differenza degli altri casi studio fin qui presentati, stretta tra il mare e il parco protetto di Plateau de l'Arbois a est e il parco dei calanchi a sud, Marsiglia non ha registrato notevoli crescite dei tessuti residenziali. Fanno eccezione le espansioni nelle aree più prossime al centro consolidato con incremento dei tessuti DUF in direzione E; nel settore orientale il comune di Saint-Maximin-la-Sainte-Baume ove risulta accresciuto l'edificato a bassa densità. Un generalizzato aumento delle RORA è osservabile nel settore nord occidentale dell'area e notevole è la comparsa del tracciato infrastrutturale del Treno ad alta velocità (TGV) che arriva ad Avignone inaugurata nel 2001.

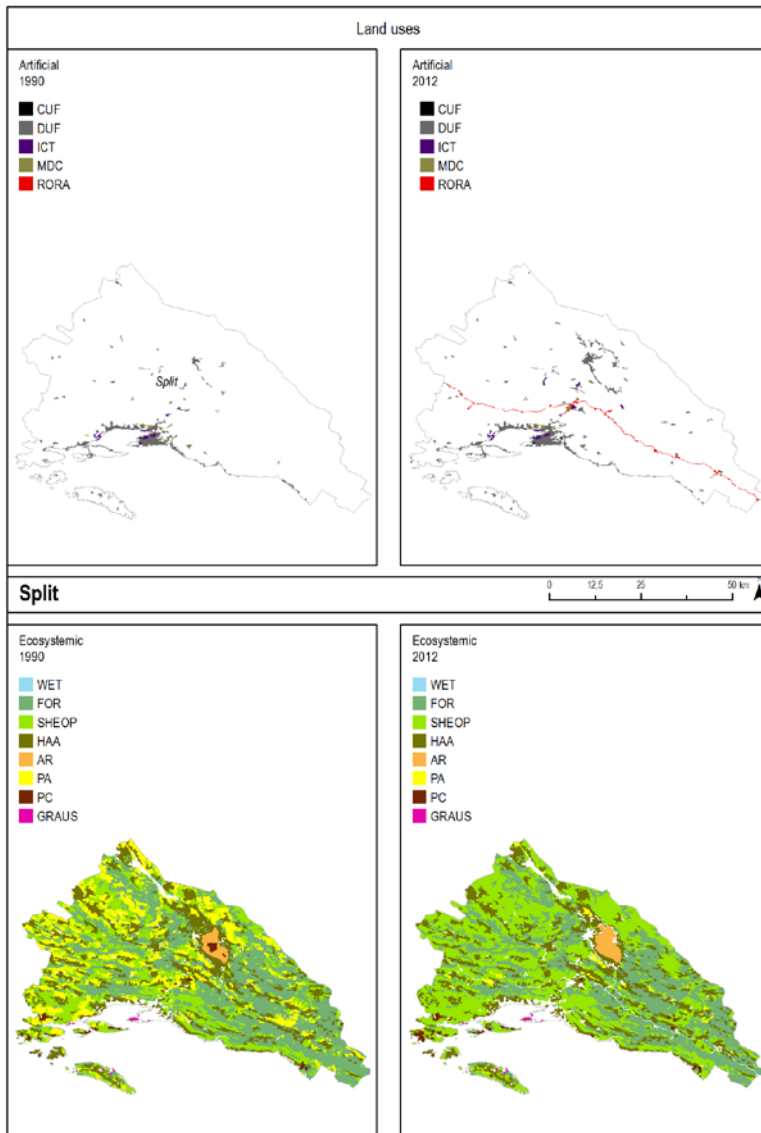
Le dinamiche degli usi ecosistemici risultano poco rilevanti e la perdita di potenziali habitat si assesta su valori inferiori al 19 % nella maggior parte delle celle ricadenti nell'area marsigliese. È rilevabile in generale una perforazione delle aree a PC come effetto delle espansioni urbane.

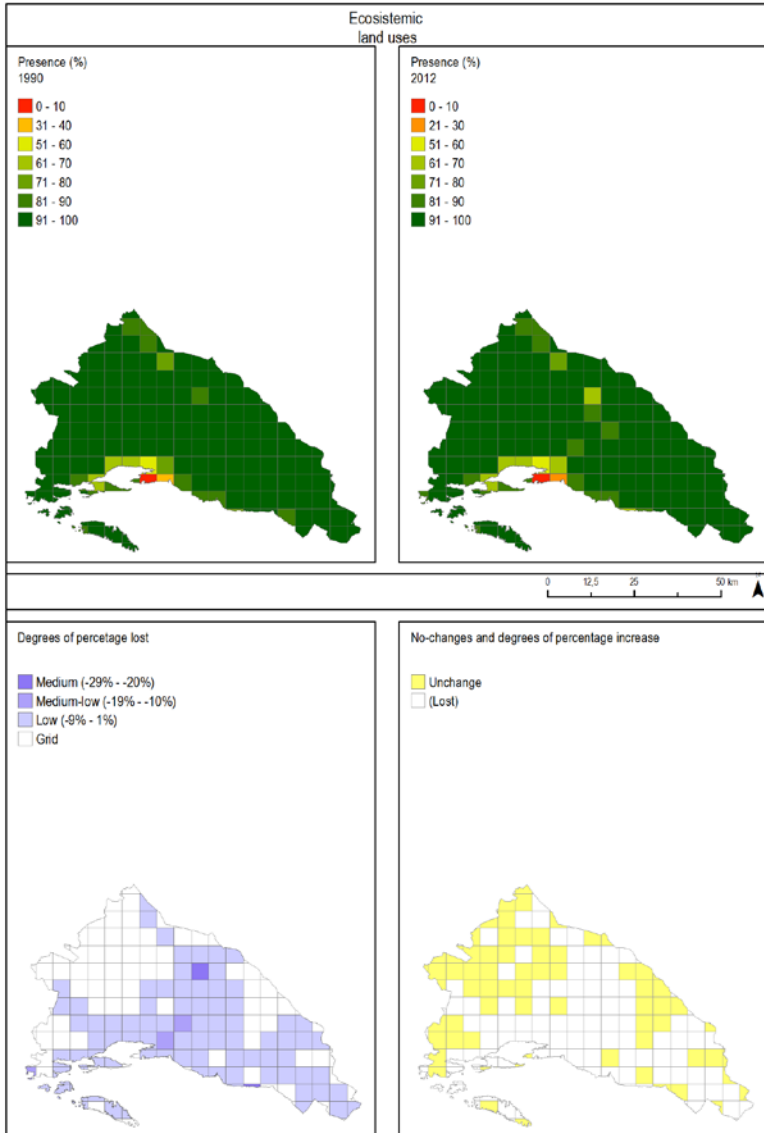
Scheda 2) La presenza percentuale di habitat/cella risulta ridotta nella maggior parte delle celle, salvo una per le aree naturali regionali del Luberon del Verdon. Per quanto riguarda la presenza percentuale di habitat/ cella è rilevabile un peggioramento di tale valore in corrispondenza dell'ampliamento del Porto di Marsiglia e della costruzione del tracciato ferroviario realizzati a cavallo del 2010. A fronte di una generalizzata perdita, seppur lieve, di potenziali habitat nella FUA marsigliese, principalmente per espansione dei tessuti discontinui è scarsamente equilibrata dalla permanenza di habitat intatti (es. Parco dei Calanchi). Una scarsa

quota di celle ove la percentuale di habitat rimane uguale tra il 1990 e il 2012 è in forte contrasto con il generalizzato decremento di habitat osservabile.

Scheda 3) La maggior parte delle celle vede un aumento della complessità delle forme e una diminuzione del MPS in prossimità del centro ma anche in celle distanti.

Scheda 4) Oltre all'aumento del numero di celle con valori bassi in corrispondenza del centro, si osserva una diminuzione in direzione nord e in celle distanti dal centro.



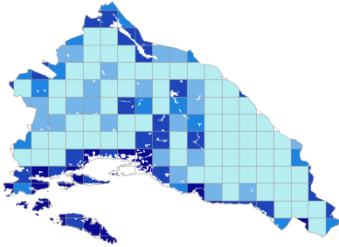


MPFD-MPS

Mean Patch Fractal Dimension
1990

MPFD

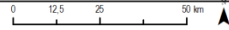
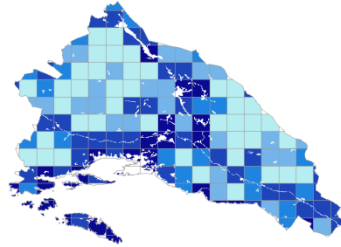
- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



Mean Patch Fractal Dimension
2012

MPFD

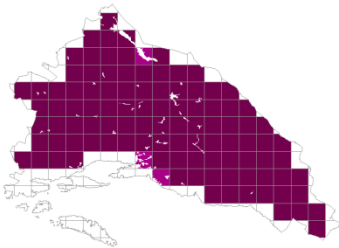
- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



Mean Patch Size
1990

MPS

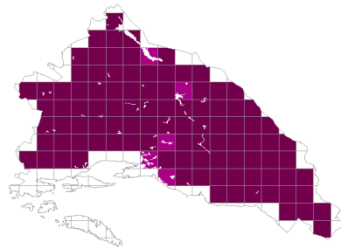
- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000

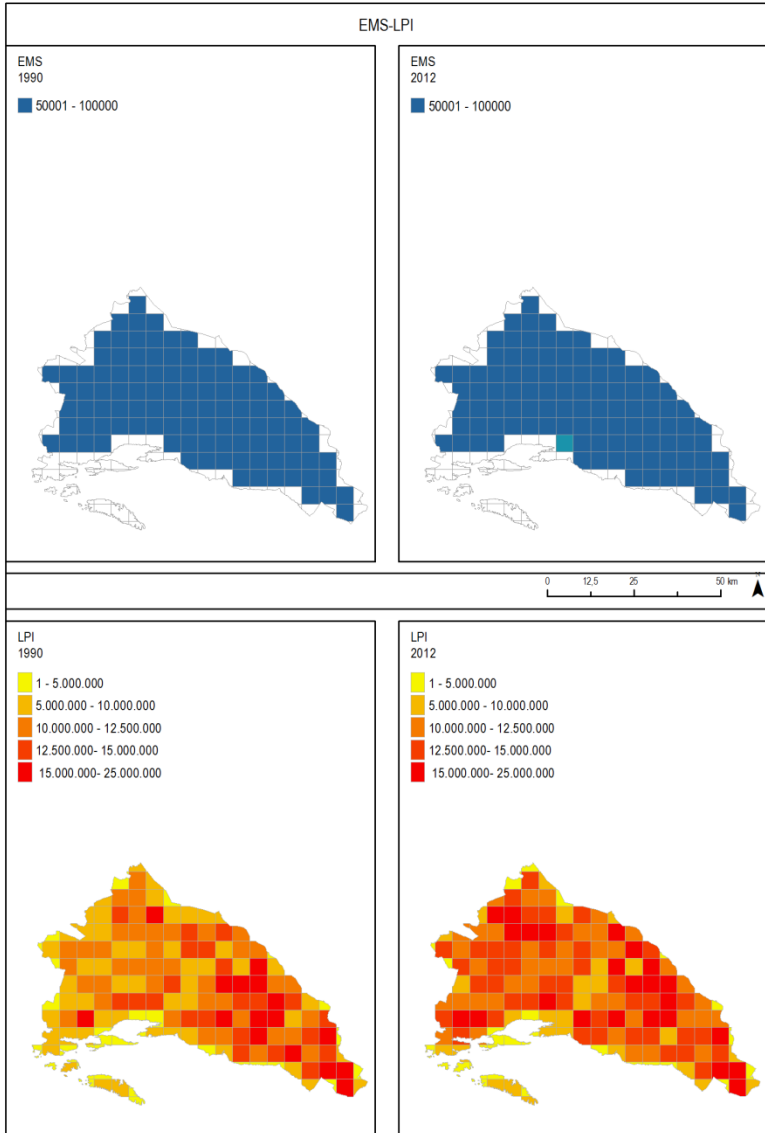


Mean Patch Size
2012

MPS

- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000





Schede Split. Elaborazione propria con ArcMap.

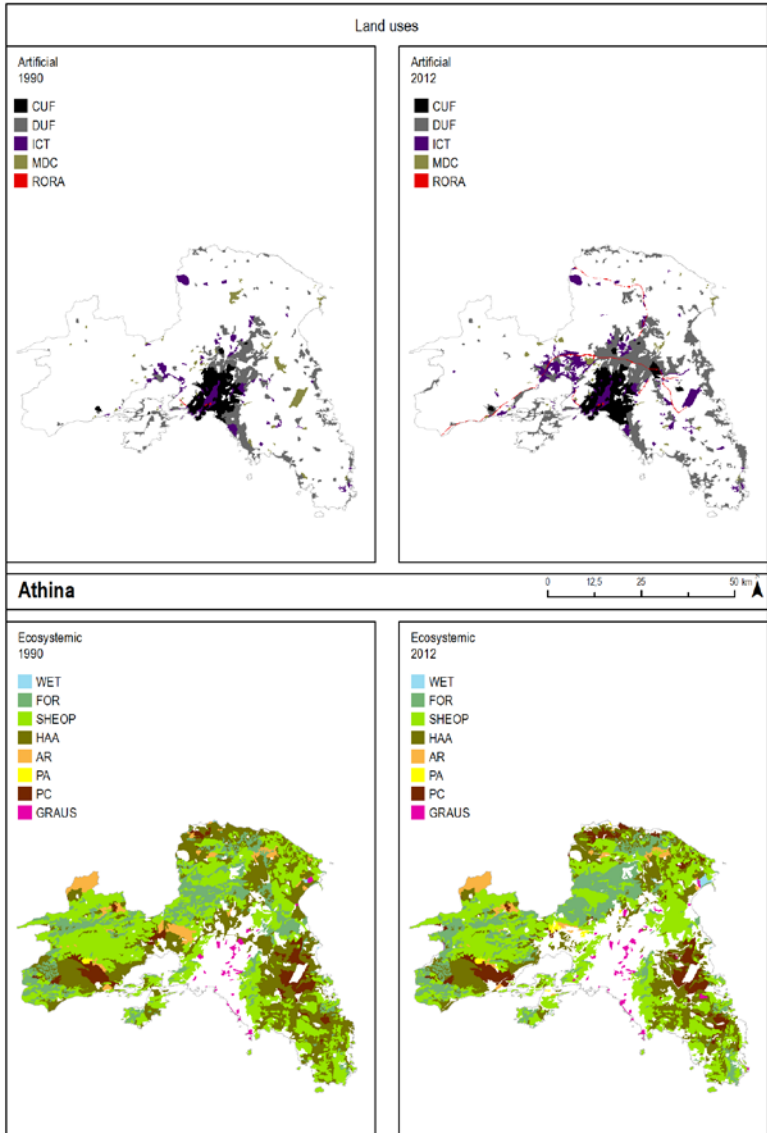
Spalato

Scheda 1) Per le caratteristiche geomorfologiche delle aree circostanti il tessuto urbano risulta quasi inalterato alla scala spazio-temporale considerata. L'unico cambio notevole riguarda la costruzione della linea infrastrutturale autostradale (A1) che unisce la città con Zara fino a Zagabria. Per quanto riguarda gli usi agricoli del suolo si può evidenziare una sostituzione delle aree a pascolo, abbondanti in corrispondenza delle alture montuose al 1990, con un avanzamento generalizzato delle aree di transizione forestale. Inoltre si ravvisa la creazione di una spaccatura longitudinale in direzione NO-SE in corrispondenza della rete autostradale.

Scheda 2) L'espansione, piuttosto limitata, dei centri cittadini determina una perdita generalizzata nella presenza percentuale di habitat che si assesta su valori bassi (da -1% a -9%).

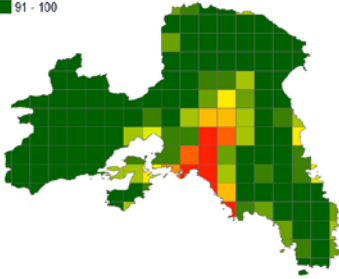
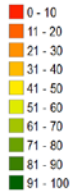
Scheda 3) Si osserva un aumento del MPFD in senso S-NE. Il calo del MPS è limitato e si trova in corrispondenza di sole tre celle.

Scheda 4) L'EMS risulta in calo sull'asse S-NE. Il LPI risulta accresciuto nella maggior parte delle celle nei settori occidentali e orientali rispetto a suddetto asse indicando un queste aree una dinamica di compattazione e accorpamento delle aree agricole e forestali.

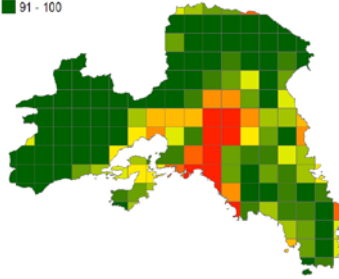
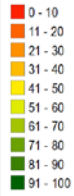


Ecosystemic
land uses

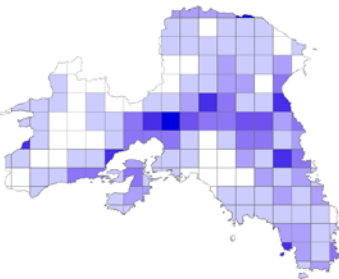
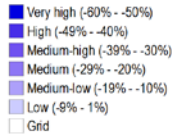
Presence (%)
1990



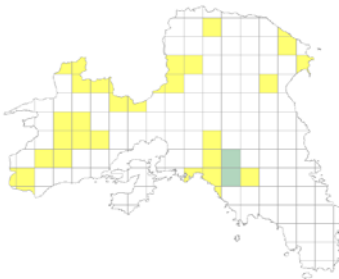
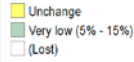
Presence (%)
2012



Degrees of percentage lost



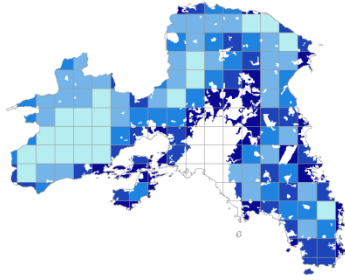
No-changes and degrees of percentage increase



MPFD-MPS

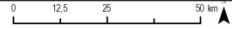
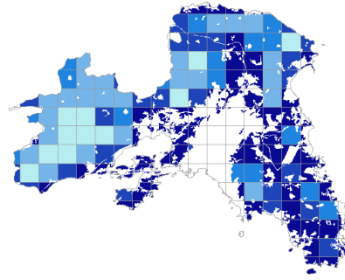
Mean Patch Fractal Dimension
1990

MPFD
Low
Medium-Low
Medium
Medium-High
High



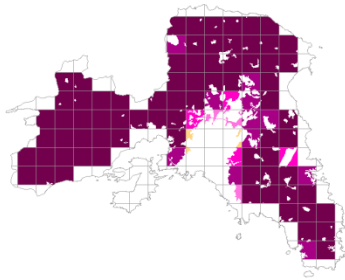
Mean Patch Fractal Dimension
2012

MPFD
Low
Medium-Low
Medium
Medium-High
High



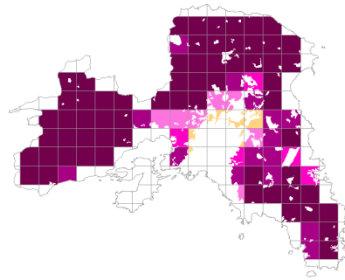
Mean Patch Size
1990

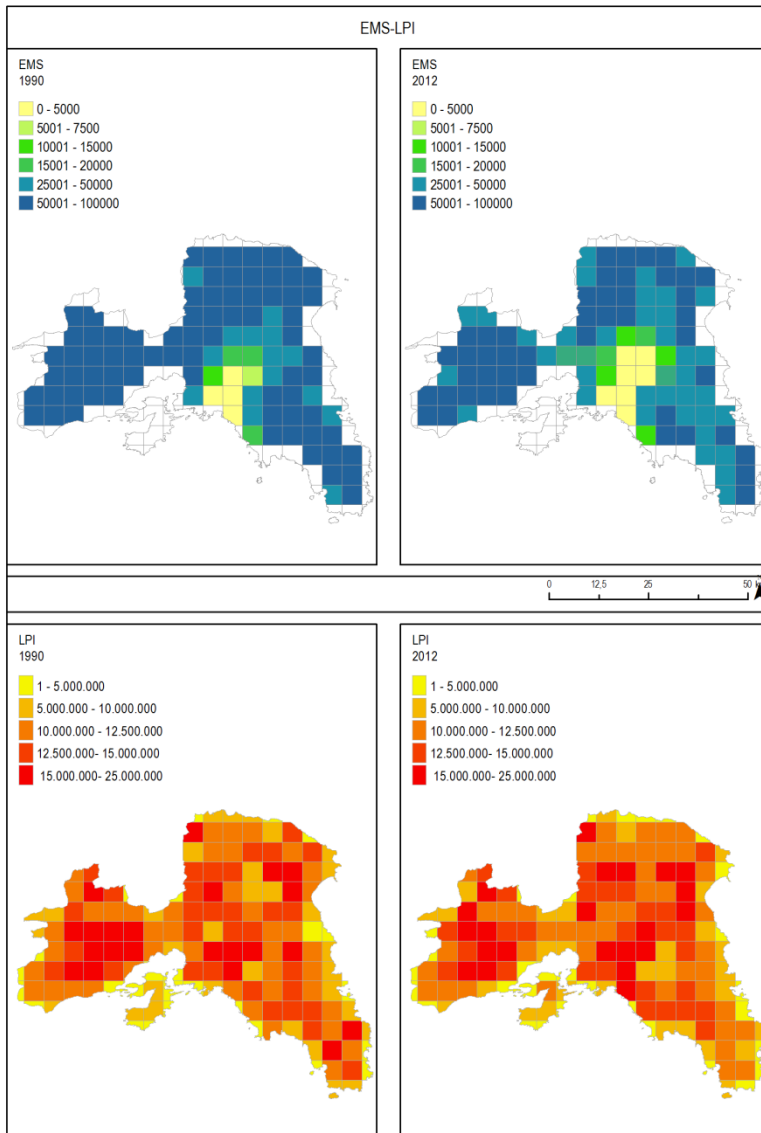
MPS
< 5,000,000
5,000,000 - 10,000,000
10,000,000 - 15,000,000
15,000,000 - 20,000,000
20,000,000 - 25,000,000



Mean Patch Size
2012

MPS
< 5,000,000
5,000,000 - 10,000,000
10,000,000 - 15,000,000
15,000,000 - 20,000,000
20,000,000 - 25,000,000





Schede Atene. Elaborazione propria con ArcMap.

Nelle figure qui sopra è rappresentata la FUA ateniese, settima per estensione tra quelle considerate.

Scheda 1) L'area urbana ateniese risulta ampiamente accresciuta in direzione NE (verso il municipio di Amorousio) e NO (nel municipio di Mandra) rispetto al centro consolidato. La maggior parte delle espansioni è avvenuta con i) un ampliamento notevole delle DUF nei municipi di Acarne, Kifisià, Amorousi, Kalandri, ii) nel municipio di Mandra con DUF e ICT a discapito dei tessuti agricoli (AR,PC, HAA) e iii) nel comune di Spata-Artemida dal passaggio da MCD a ICT in corrispondenza dell'aeroporto internazionale inaugurato nel 2001. Le olimpiadi del 2004 hanno contribuito alla perdita di spazi aperti nel municipio di Amaroussi. Notevole la comparsa del tracciato di due reti infrastrutturali: l'autostrada E94 e la E75. Un indizio di conurbazione è presente tra i municipi di Amorousio e Rafina, posti a oltre 25 km dal centro consolidato. L'area forestale protetta che comprende Voutima, a nord della capitale risulta cambiata nella distribuzione delle SHEOP ma non mostra segni di alterazione. Ad Aspopirgo, nella parte sud occidentale dell'area boscata a nord di Atene, appare al 2012 la raffineria *Hellenic Aspropyrgos refinery*.

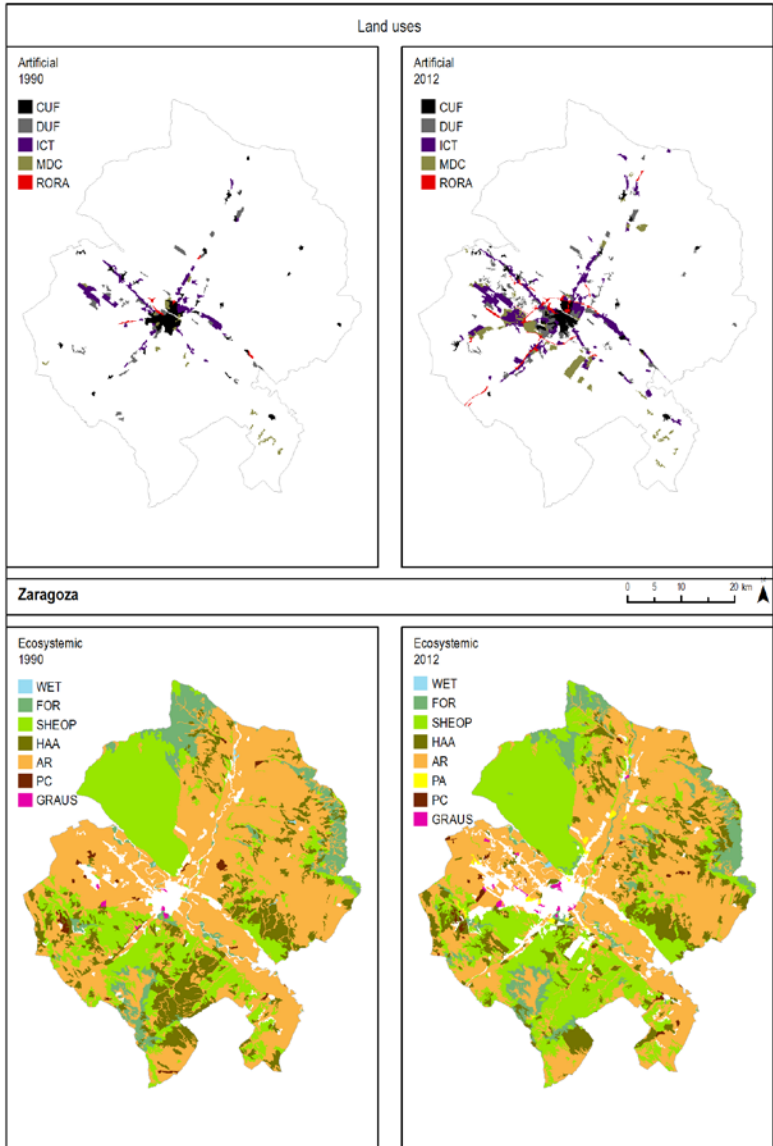
Scheda 2) Per quanto riguarda la presenza percentuale di habitat / cella si ravvisa un aumento delle celle con ridottissima presenza (valori inferiori o uguali a $2,5 \text{ km} / 25 \text{ km}^2$) in un'area di circa 75 km^2 a una distanza di circa 15-20 km dal centro consolidato nei municipi precedentemente elencati.

Alla generalizzata perdita di potenziali habitat corrisponde (i) una scarsa permanenza, rappresentata dalle aree montagnose di Patera

nel settore occidentale, dal monte Ymittos a E del centro cittadino, e (ii) una ridottissima crescita della presenza di potenziali habitat.

Scheda 3) Ad eccezione di un'area di circa 200 km² nei settori occidentali, il resto dell'area ateniese presenta un aumento generalizzato della complessità delle forme degli spazi aperti. Il MPS risulta in forte calo in corrispondenza del centro e in calo moderato-alto in tutte le direzioni nelle celle in prossimità del centro.

Scheda 4) L'EMS risulta stabile su valori medio bassi solo in alcuni settori (es. ovest e nord) e bassi nella maggior parte dell'area. È evidenziabile un calo in direzione est. L'LPI risulta in calo nella maggior parte dell'area.



Ecosystemic
land uses

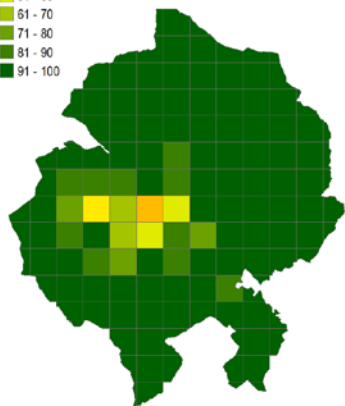
Presence (%)
1990

- 61 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100



Presence (%)
2012

- 31 - 40
- 41 - 50
- 51 - 60
- 61 - 70
- 71 - 80
- 81 - 90
- 91 - 100

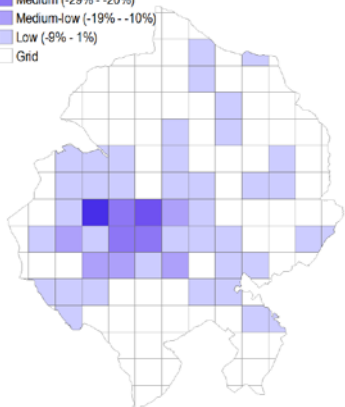


0 5 10 20 km



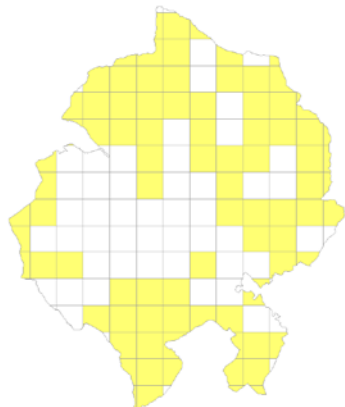
Degrees of percentage lost

- High (-49% - -40%)
- Medium-high (-39% - -30%)
- Medium (-29% - -20%)
- Medium-low (-19% - -10%)
- Low (-9% - -1%)
- Grid



No-changes and degrees of percentage increase

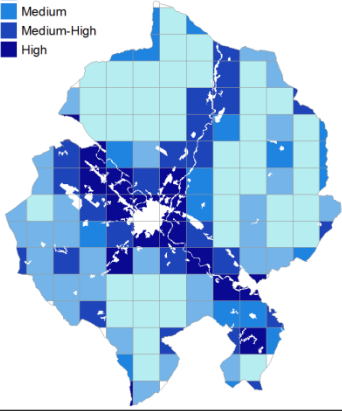
- Unchange
- (Lost)



MPFD-MPS

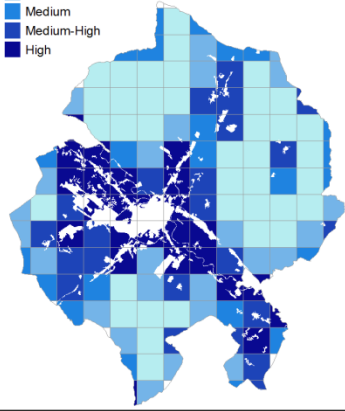
Mean Patch Fractal Dimension
1990

MPFD
Low
Medium-Low
Medium
Medium-High
High



Mean Patch Fractal Dimension
2012

MPFD
Low
Medium-Low
Medium
Medium-High
High

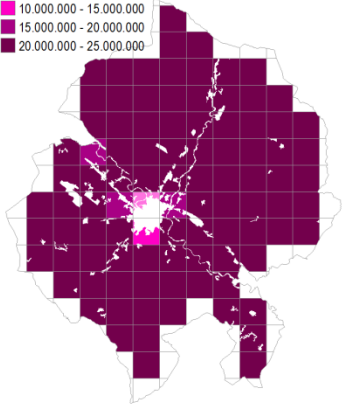


0 5 10 20 km



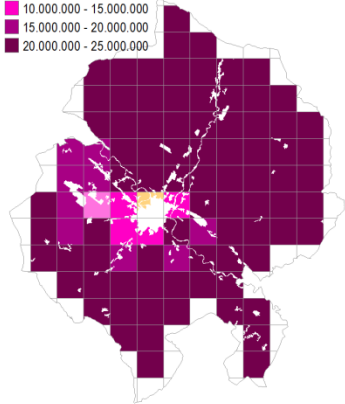
Mean Patch Size
1990

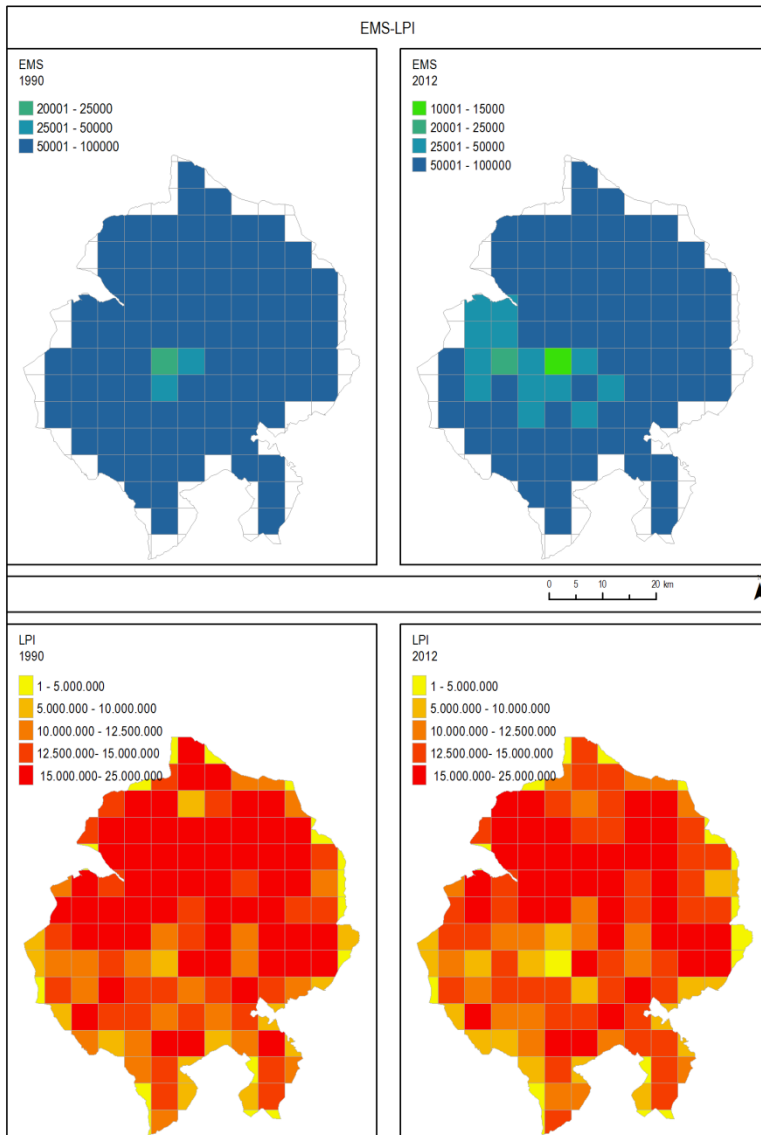
MPS
< 5,000,000
5,000,000 - 10,000,000
10,000,000 - 15,000,000
15,000,000 - 20,000,000
20,000,000 - 25,000,000



Mean Patch Size
2012

MPS
< 5,000,000
5,000,000 - 10,000,000
10,000,000 - 15,000,000
15,000,000 - 20,000,000
20,000,000 - 25,000,000





Schede Saragozza. Elaborazione propria con ArcMap.

Saragoza

Scheda 1) Si osserva un aumento delle aree DUF in prossimità del centro consolidato e in due casi isolati (le due urbanizzazioni disperse, una nelle vicinanze di Mediana de Aragon a SE e l'altra nei pressi di Almudevar. Inoltre si ravvisa i) una consistente crescita della rete infrastrutturale RORA in direzione SO, O e NE, e ii) una importante crescita dei tessuti ICT lungo gli assi NNO-NNE-SSE-SSO. Per quanto l'aumento delle RORA si tratta delle linee ferroviarie ad alta velocità che uniscono Saragoza con Huesca, Bilbao, Madrid, Barcellona inaugurate alle soglie del 2000.

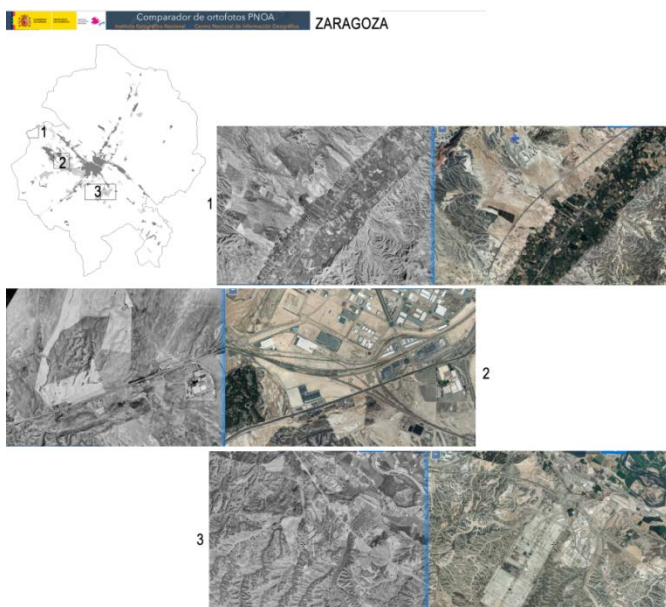


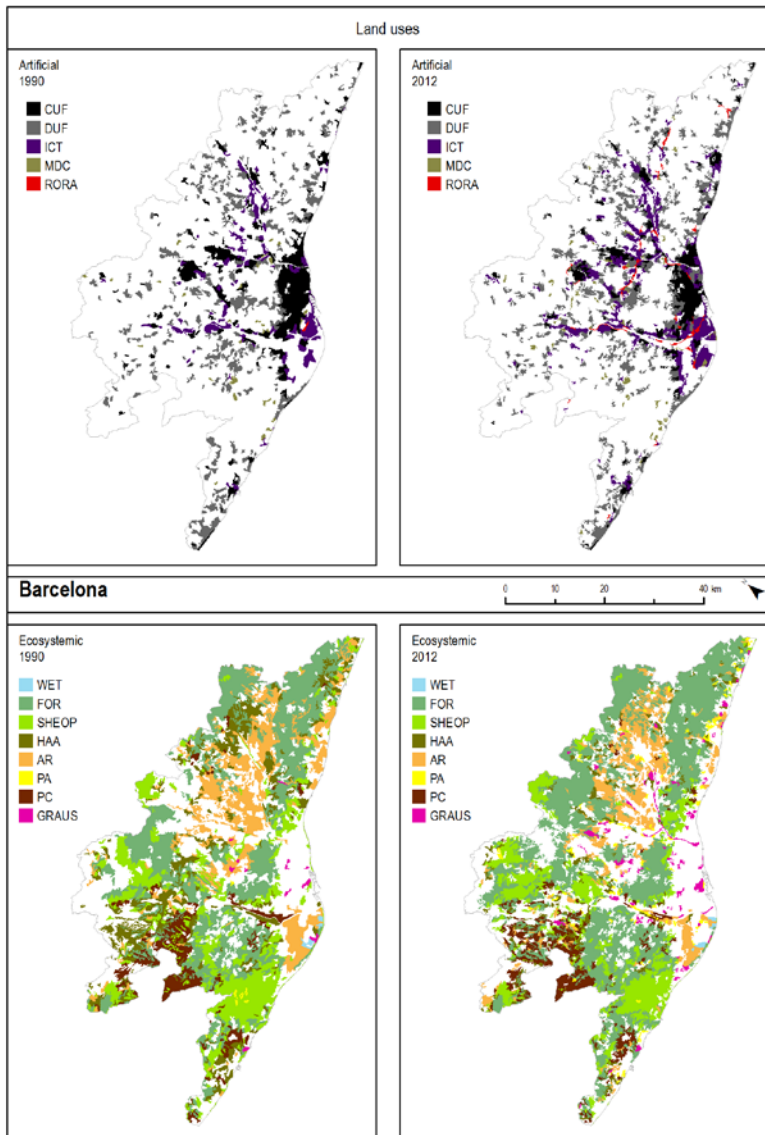
Fig. 55. Esempi di frammentazione di spazi aperti. Fonte: elaborazione propria.

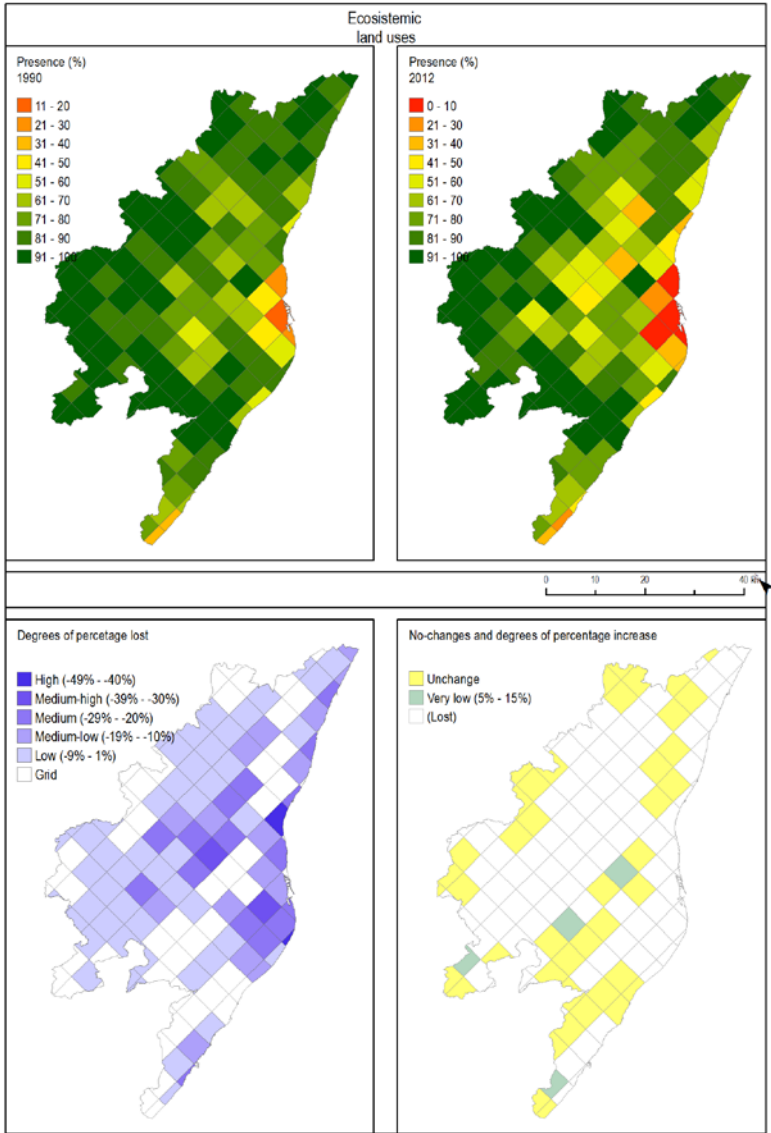
Per quanto riguarda i risultati rappresentati nella parte bassa della scheda, la dinamica più evidente riflette una scomparsa di vaste aree di HAA a favore di SHEOP. Tale dinamica potrebbe segnalare una successione forestale e un abbandono delle pratiche agricole associate alle composizioni di mosaico agroforestale nel settore sud.

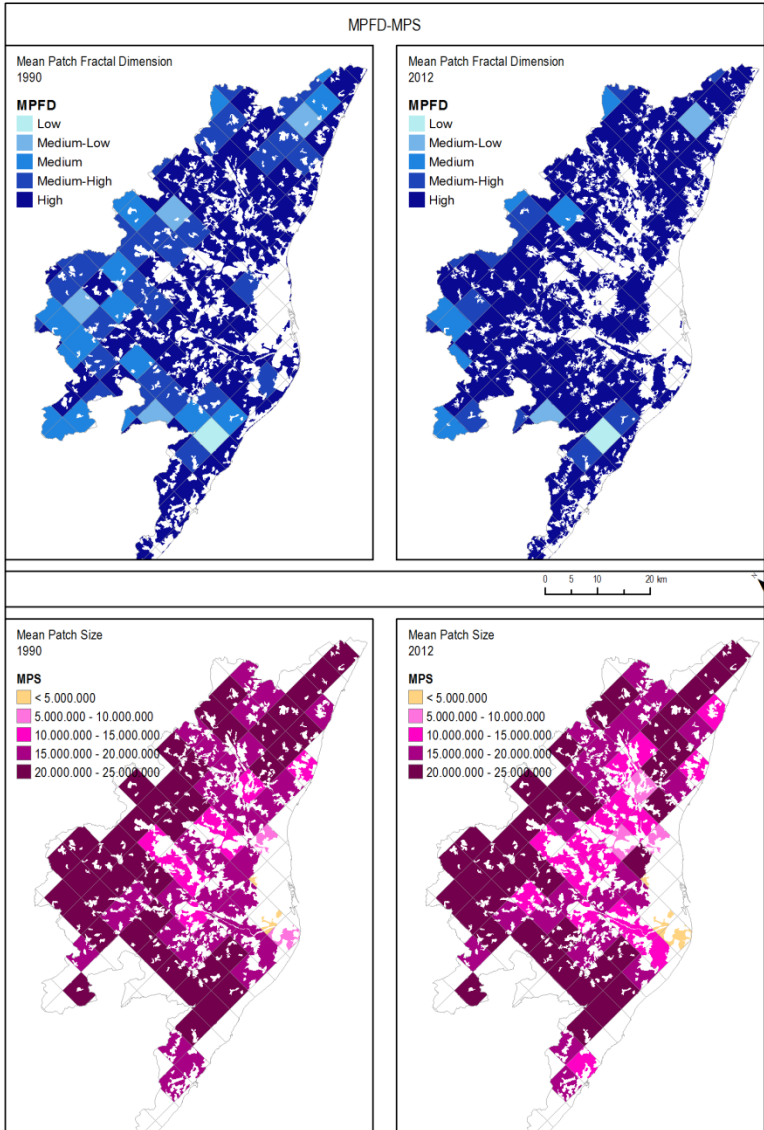
Scheda 2) La presenza percentuale di potenziali habitat risulta essere diminuita in quasi la totalità delle celle comprese ad una distanza di 15 km dal centro consolidato. La variazione negativa della percentuale di presenza di spazi aperti si esprime con valori molto altri in prossimità del centro.

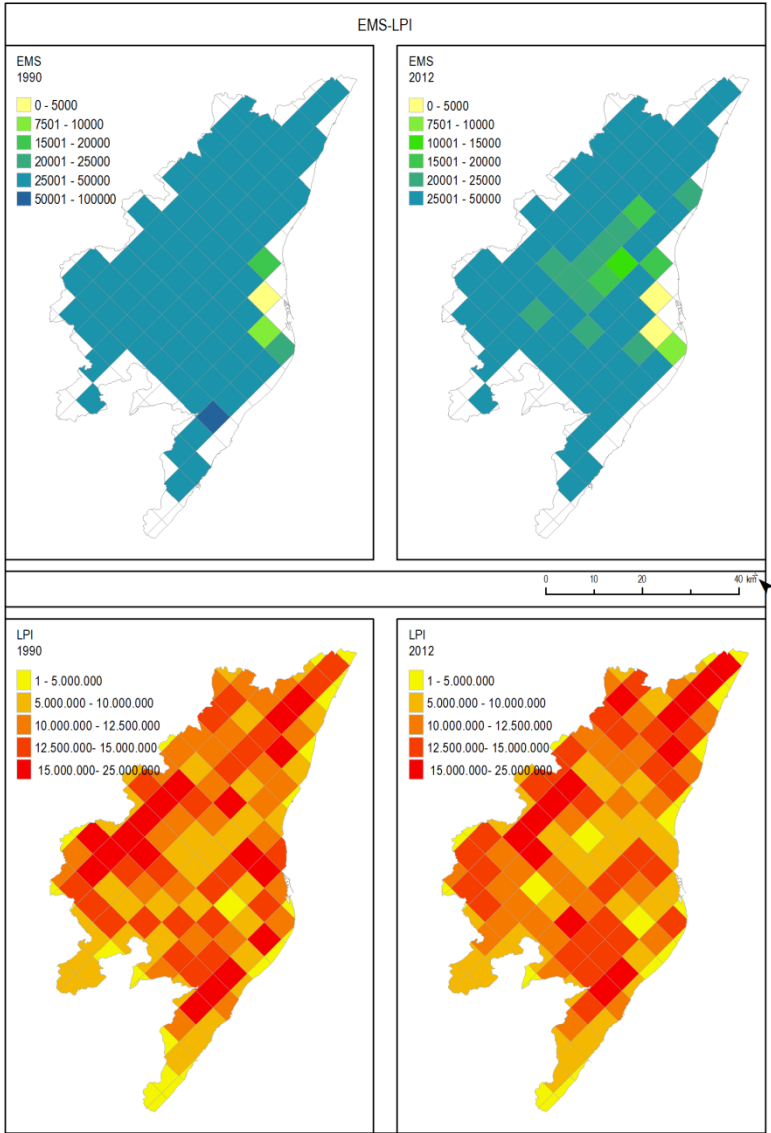
Scheda 3) Un aumento generalizzato dei valori di MPFD si registra in corrispondenza dei nuovi assi ferroviari delle linee ad alta velocità. Il MPS risulta in calo soprattutto nelle celle limitrofe al centro consolidato ed in un'area di approssimativamente 200 km² in corrispondenza del limite est dell'area.

Scheda 4) L'EMS mostra un calo nel settore occidentale in direzione NO rispetto al centro. L'LPI risulta ridotto nella maggior parte delle celle.









Schede Barcellona. Elaborazione propria con ArcMap.

Barcellona

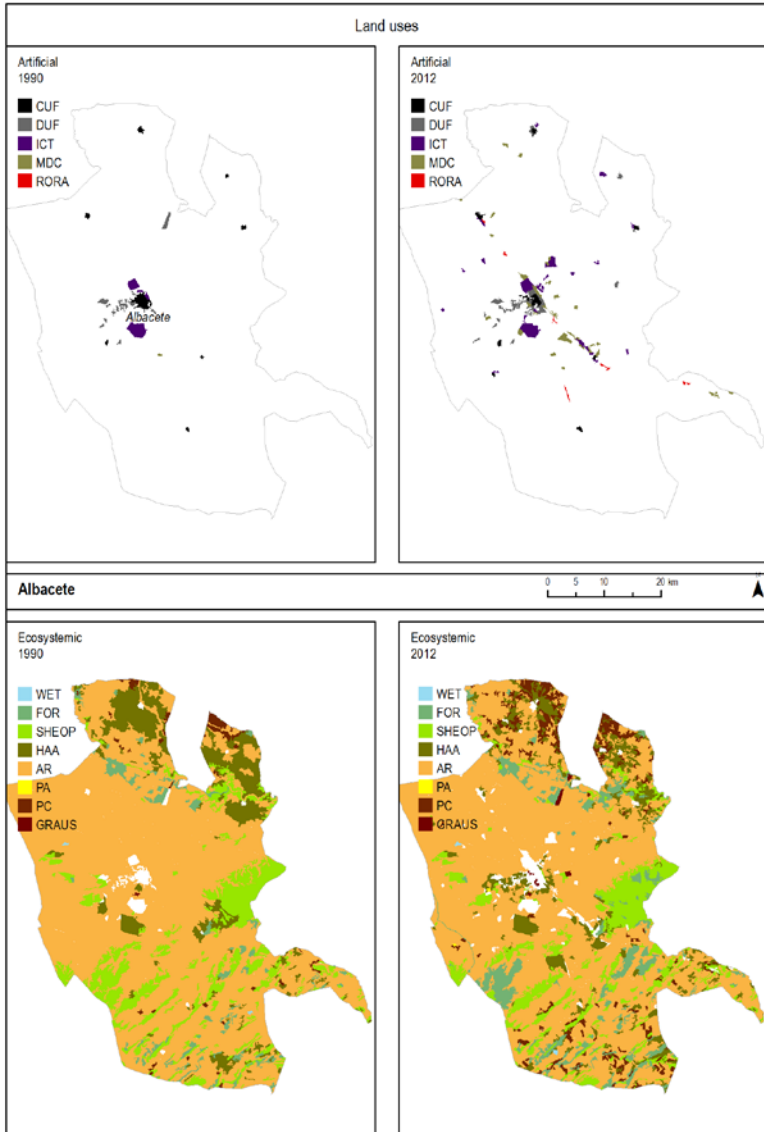
Scheda 1) E' ravvisabile un ampliamento delle superfici DUF, soprattutto nei municipi della costiera settentrionale del Maresme (Badalona, Matarò) e nel Vallés Orientale. Risultano aumentate le RORA in corrispondenza della costruzione del treno ad alta velocità (AVE) che unisce Barcellona a Parigi.

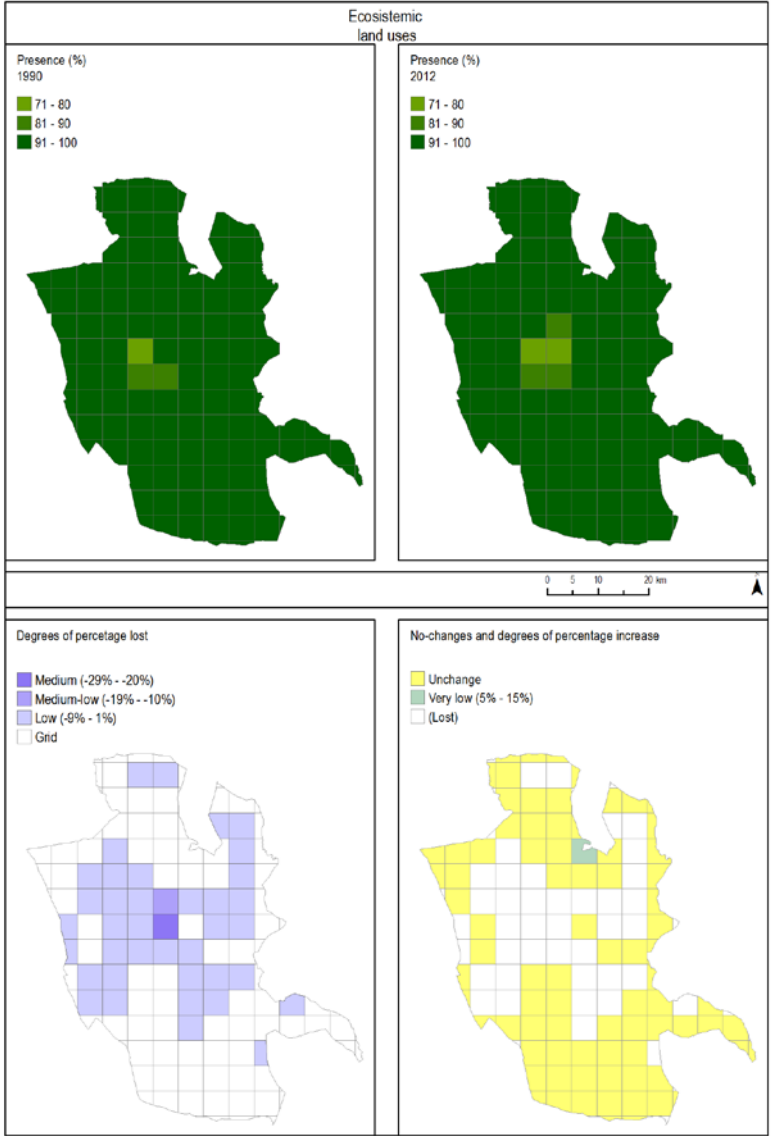
Le dinamiche degli spazi naturali vedono (i) una sostanziale permanenza degli usi forestali in corrispondenza del massiccio del Collserola e della catena del Monseny, (ii) una diminuzione delle AR a favore delle aree urbane e, in prossimità del Parco Agricolo del Llobregt, come conseguenza dell'ampliamento dell'aeroporto. Nel complesso la conversione ad usi urbani lungo la linea di costa barcellonese compresa tra il porto e lo sbocco del fiume Besòs, ha determinato un peggioramento nella presenza di potenziali habitat. Tale dinamica è principalmente attribuibile alle costruzioni delle Olimpiadi del 1993, con l'istallazione, ad esempio, del Parc del Forum (14 ha) nel distretto di Sant Martí.

Scheda 2) La generalizzata riduzione nella percentuale di habitat potenziali nell'area barcellonese è contrastata da una compatta conservazione delle aree forestali della Sierra Litoral e Prelitoral.

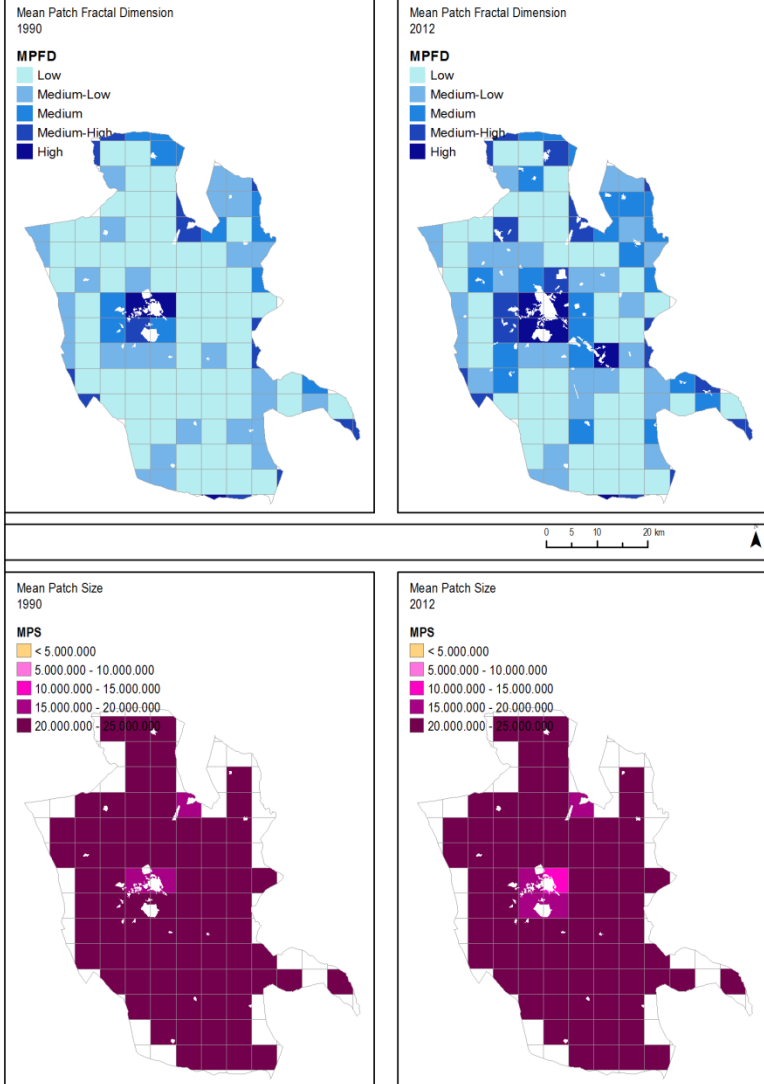
Scheda 3) La dimensione frattale delle forme degli spazi aperti è in aumento in tutta l'area. Il MPS è in calo in numerose celle i) a distanze di 5 km in direzione est e ii) a distanze crescenti in direzione nord.

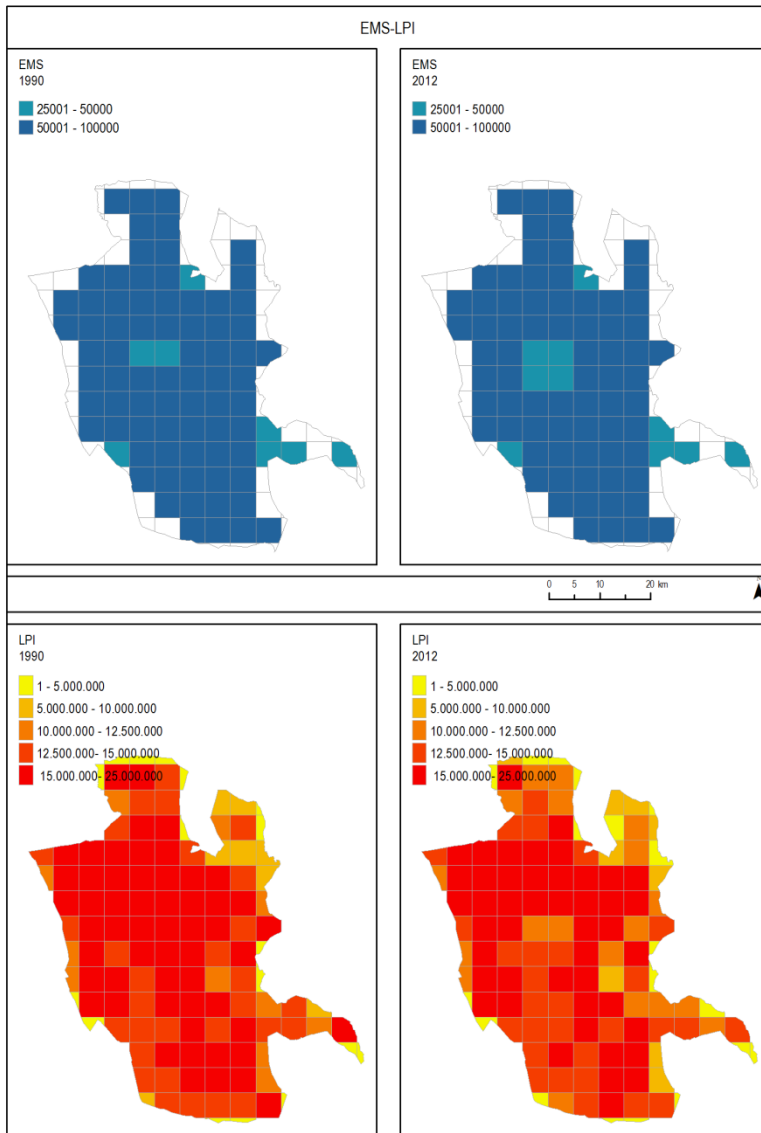
Scheda 4) L'EMS risulta stabile su livelli molto bassi in tutta l'area. Il LPI risulta in calo nella maggior parte delle celle e stabile o accresciuto in alcuni tratti disposti in senso latitudinale.





MPFD-MPS





Schede Albacete. Elaborazione propria con ArcMap.

Albacete

Scheda 1) L'area urbana di Albacete ha sperimentato una crescita dei tessuti DUF e ICT entro i 5 km dal centro consolidato. Compaiono dei tratti viari che al 1990 non erano presenti e che si sviluppano in direzione NO-SE. Per quanto riguarda le dinamiche degli usi si ravvisa i) un aumento delle PC nel settore nord orientale e in quello meridionale.

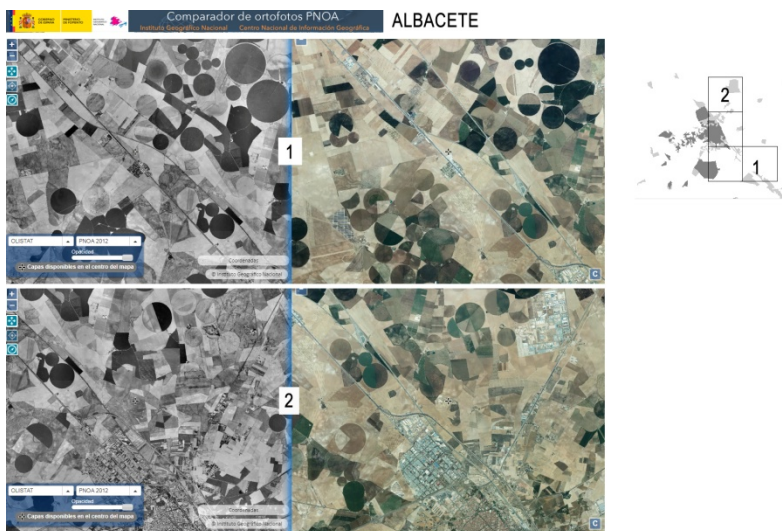


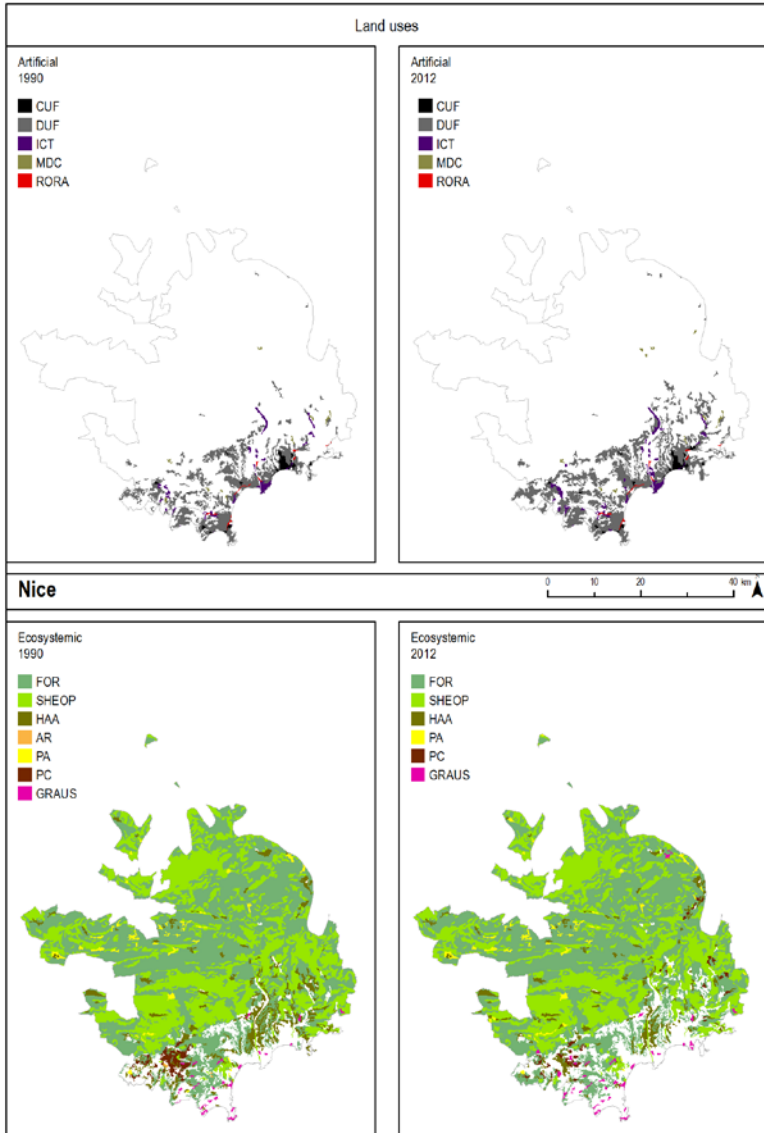
Fig. 56. Frammentazione e sviluppo infrastrutturale. Fonte: elaborazione propria.

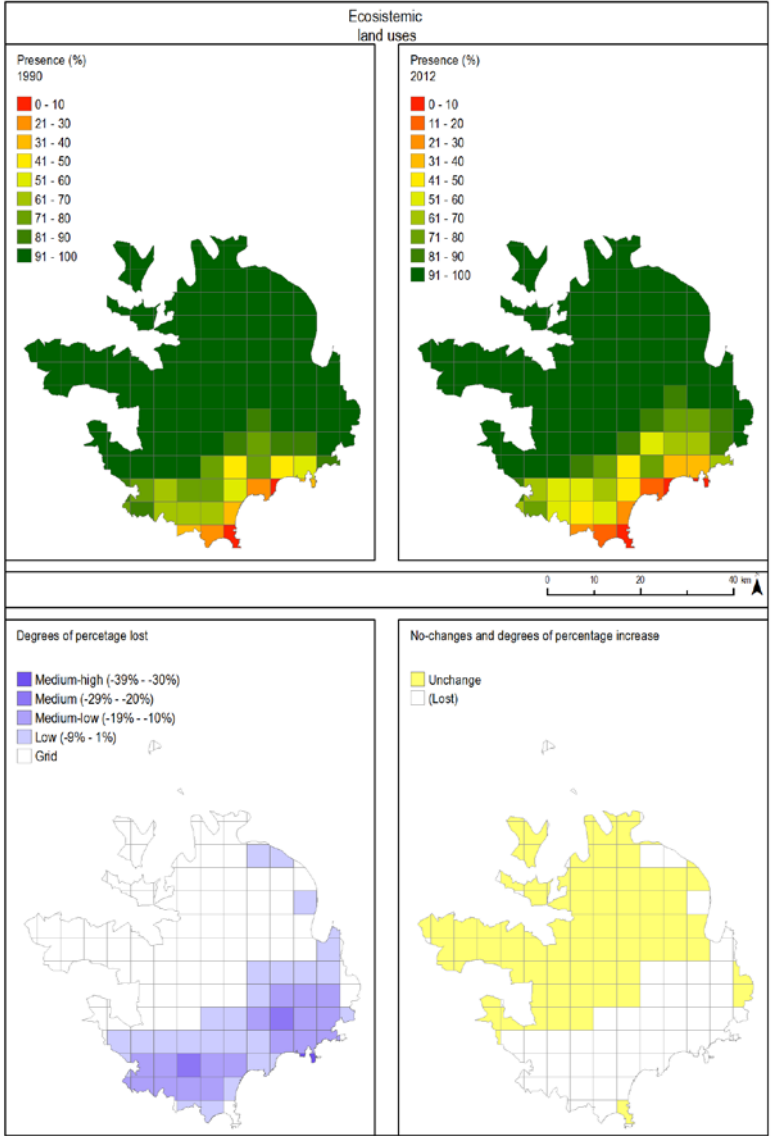
Scheda 2) La scarsa espansione urbana registrata dai dati Corine Land Cover si riflette nella contenuta riduzione del valore percentuale di potenziali habitat per cella. La perdita generalizzata nell'area di assesta su valori bassi e medio bassi. Il settore dove si

registra un aumento della presenza percentuale di potenziali habitat si deve all'estensione di aree umide WET.

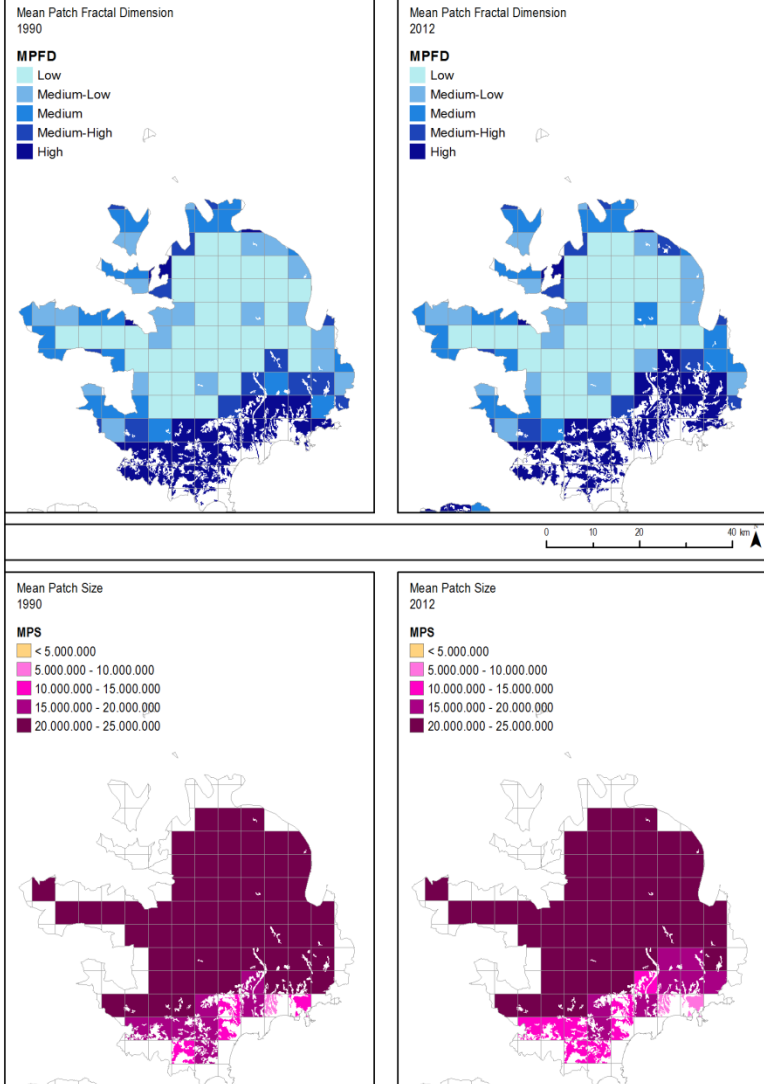
Scheda 3) Seppure le precedenti schede suggerivano una limitata dinamicità del paesaggio di Albecete, le variazioni del MPFD riflettono un aumento della complessità delle forme degli spazi aperti e una diminuzione dei valori di MPS nelle celle prossime al centro urbano.

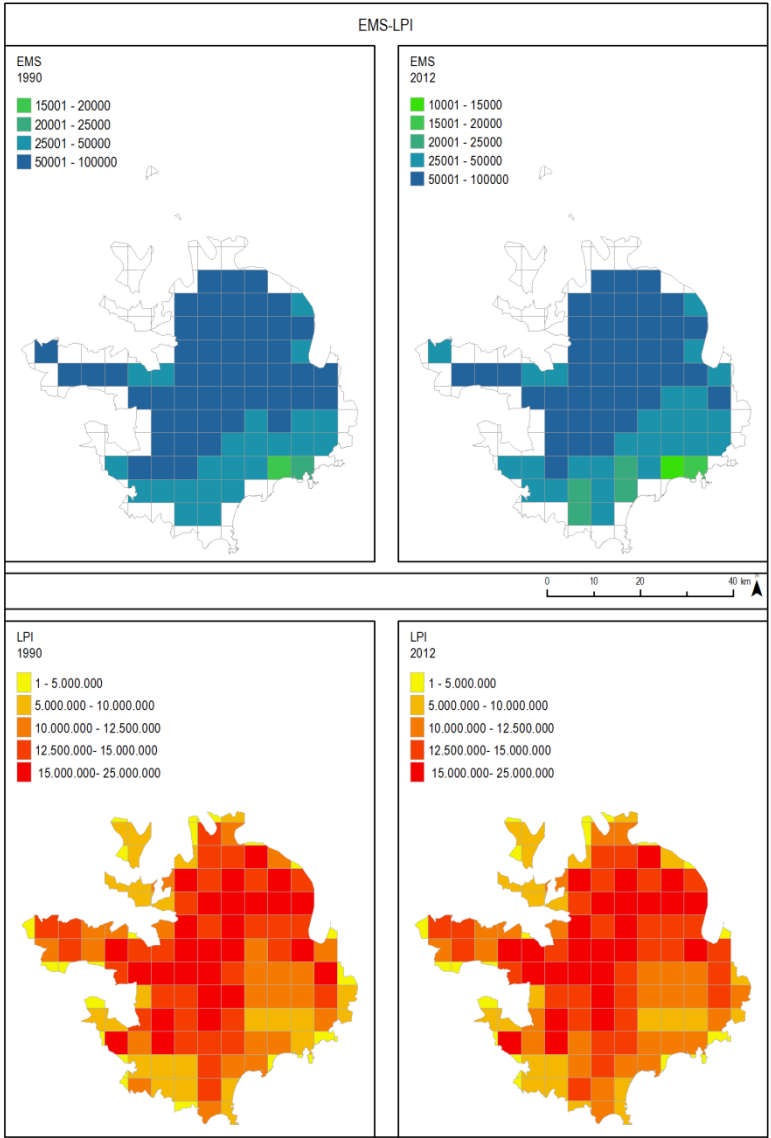
Scheda 4) Le perdite relative ai valori dell' EMS si registrano in corrispondenza del centro consolidato in un'area di circa 100 km². I valori del LPI, invece, diminuiscono in tutto il settore meridionale e in parte in quello nord orientale.





MPFD-MPS





Schede Nizza. Elaborazione propria con ArcMap.

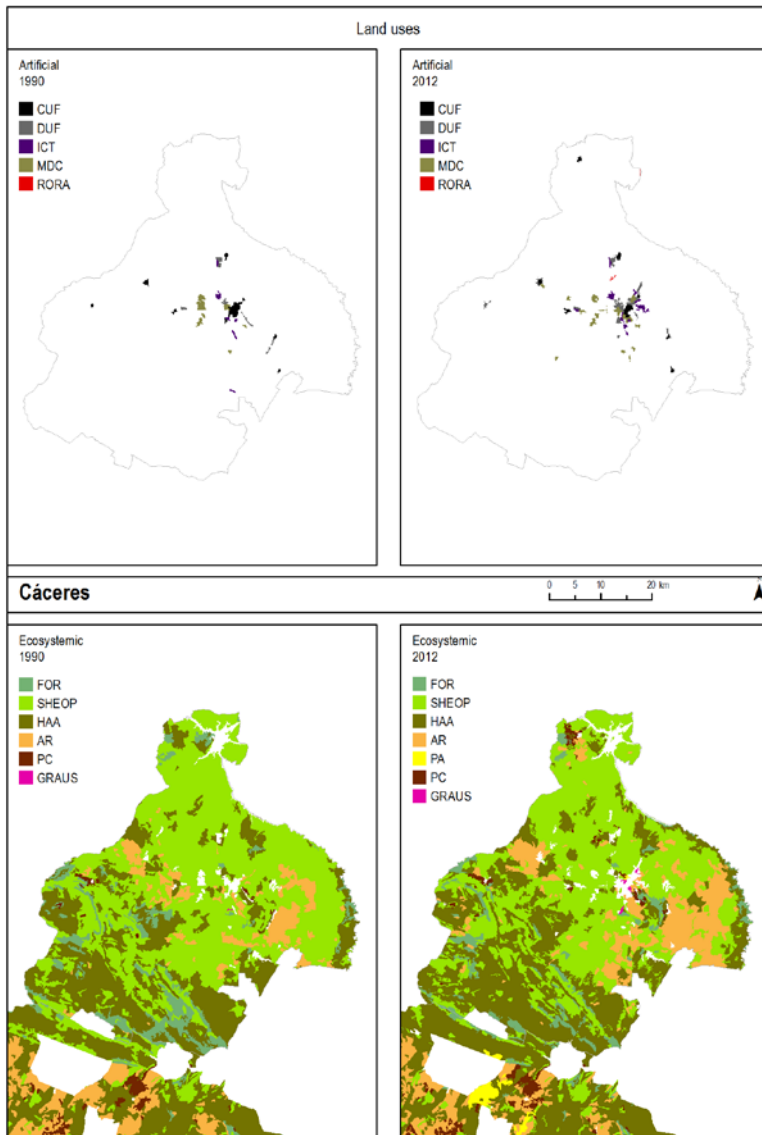
Nizza

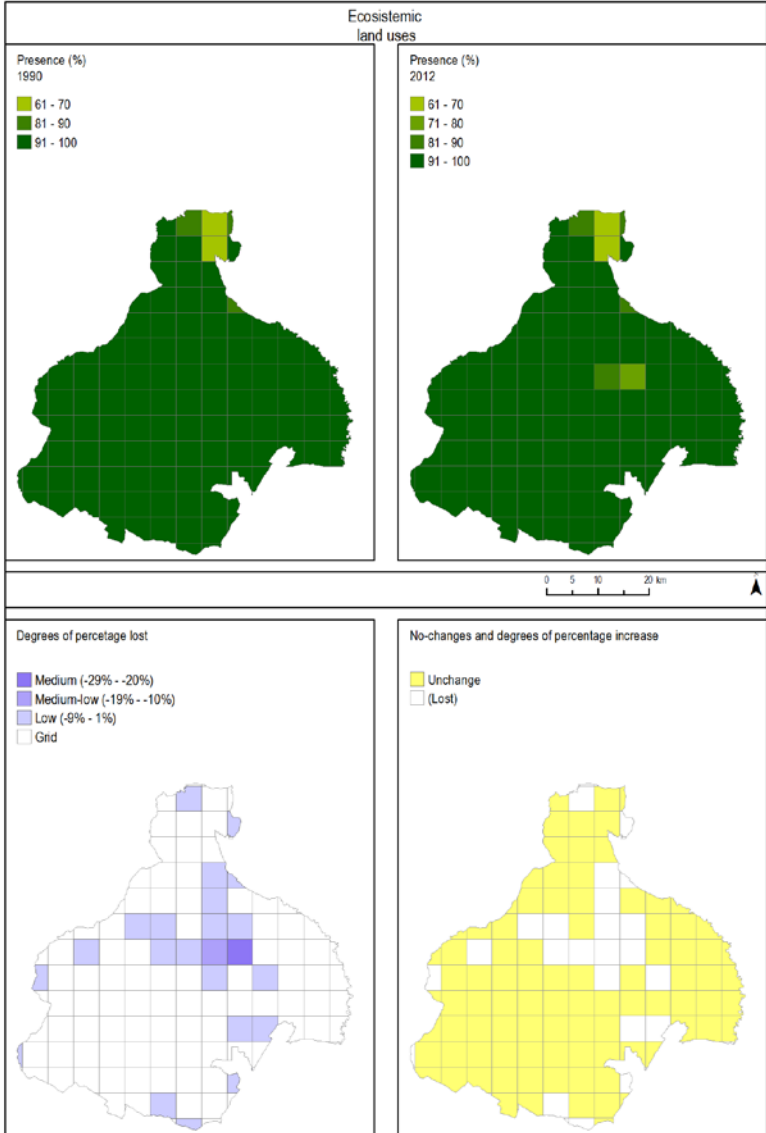
Scheda 1) Nizza ha sperimentato una elevata crescita dei tessuti DUF lungo un'intera fascia fino a 20 km dalla costa. Le altre classi artificiali non risultano accresciute nel periodo considerato. Le urbanizzazioni a bassa densità si sono espanse soprattutto in ambiti forestali.

Scheda 2) L'ampliamento della forbice delle percentuali di potenziali habitat per cella vede la comparsa al 2012 di celle con percentuali molto basse comprese tra 10 e 20%. Diverse celle nel quadrante SO che al 1990 presentavano percentuali comprese tra 60 e 80%, al 2012 al 40-50%. La perdita di spazi infatti si sviluppa su intervalli da bassi a medio alti ed è scarsamente o per nulla contrastata da una crescita della presenza percentuale di spazi aperti per cella (solo una cella e mezzo risultano accresciute in questo indicatore).

Scheda 3) Le celle interessate dall'espansione dei tessuti DUF risultano quelle dove si registra un aumento della dimensione frattale degli spazi aperti. Il MPS risulta ridotto in un'area di circa 50 km² all'estremità sud occidentale della FUA nizzese e in un centinaio di chilometri quadrati nel quadrante SE.

Scheda 4) I valori dell'EMS risultano stabili in quasi tutta l'area eccetto nel quadrante cui si è appena fatto riferimento in relazione alla diminuzione del MPS. Per quanto riguarda l'LPI la situazione risulta variegata e senza tendenze particolari.



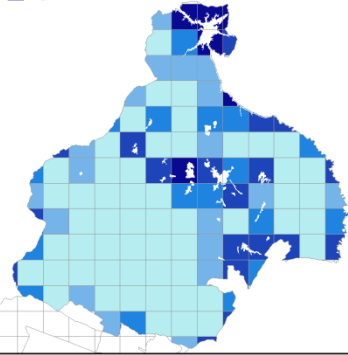


MPFD-MPS

Mean Patch Fractal Dimension
1990

MPFD

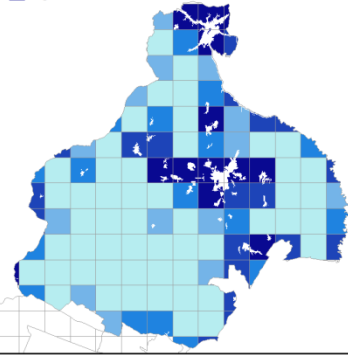
- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



Mean Patch Fractal Dimension
2012

MPFD

- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



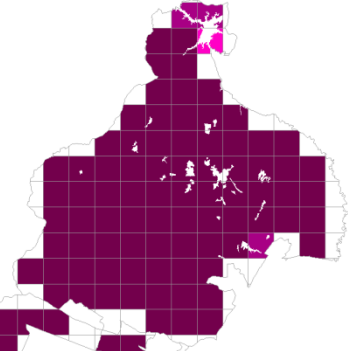
0 5 10 20 km



Mean Patch Size
1990

MPS

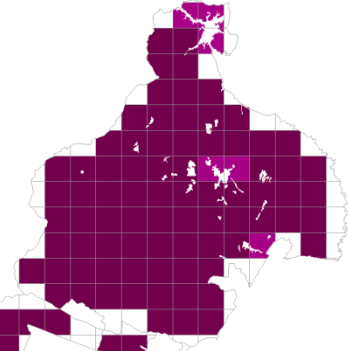
- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000

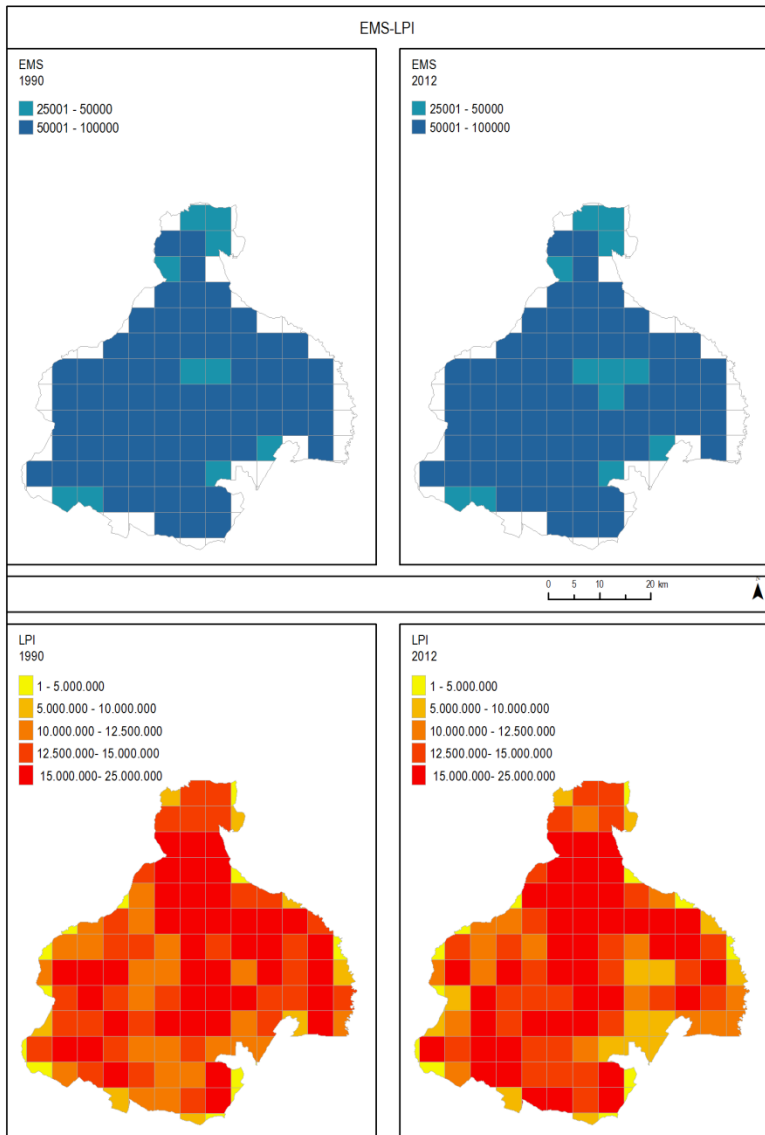


Mean Patch Size
2012

MPS

- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000





Schede Caceres. Elaborazione propria con ArcMap.

Cáceres

Scheda 1) L'area urbana risulta essersi ampliata soprattutto con tessuti di tipo DUF in direzione NE. Per quanto riguarda gli usi ecosistemici, le dinamiche apprezzabili attraverso l'impiego del Corine rivelano una espansione delle HAA nelle aree forestali nel settore meridionale della FUA.

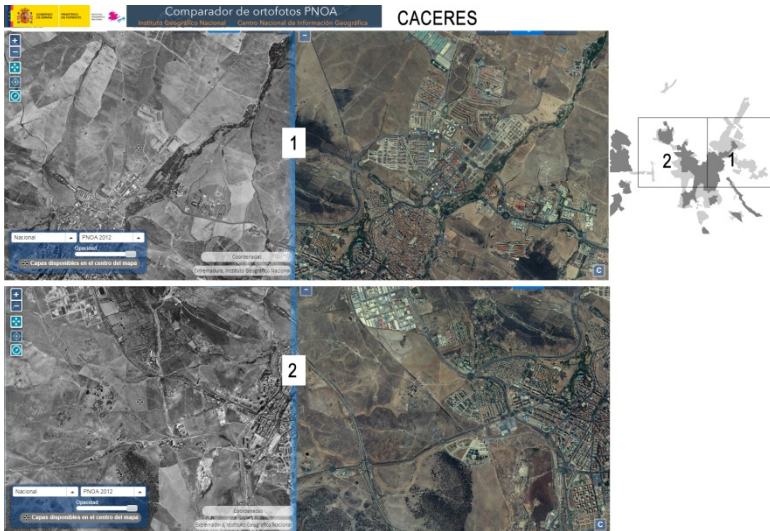
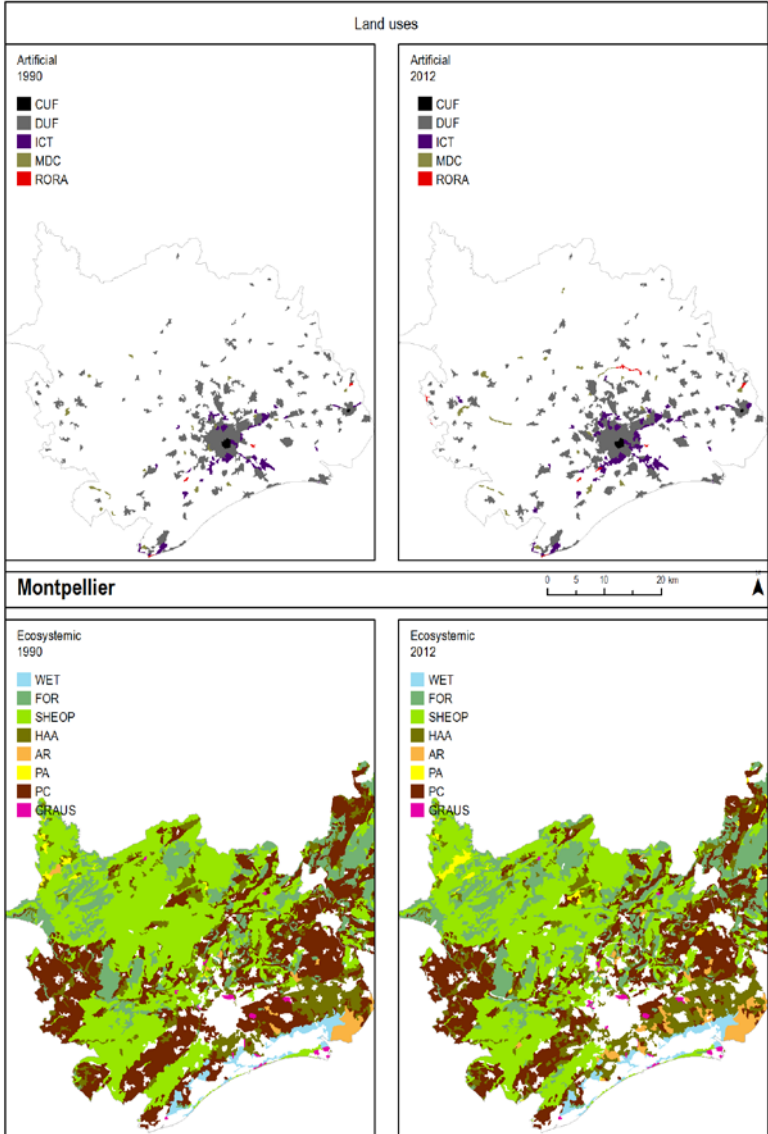


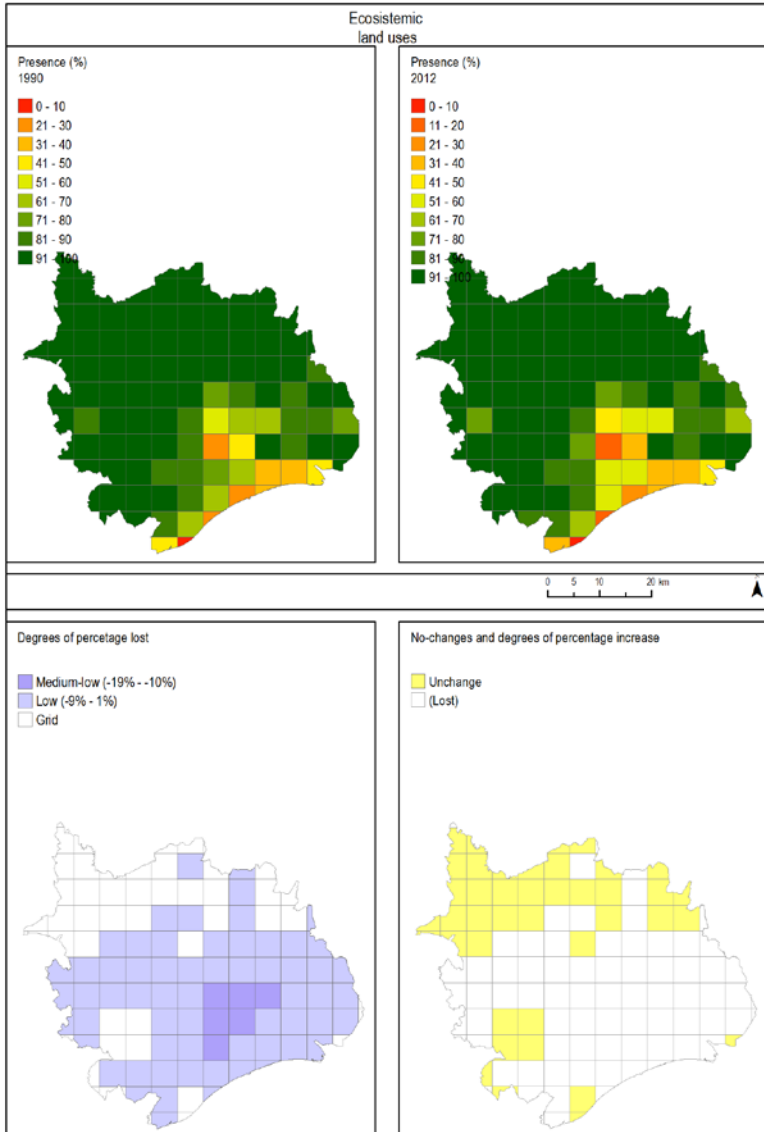
Fig. 57 Espansione dei tessuti DUF. Fonte: elaborazione propria

Scheda 2) La scarsa intensità delle dinamiche di espansione urbana si riflettono in una debolissima riduzione dei valori percentuali di presenza di potenziali habitat localizzati nelle strette vicinanze del centro consolidato.

Scheda 3) I risultati presenti in questa scheda confermano quanto detto. Si osserva una debole e generalizzata perdita nei valori dell'MPFD e del MPS.

Scheda 4) L'EMS risulta in calo in un'area di circa 50km² in corrispondenza delle aree limitrofe al centro cittadino. L'LPI risulta invece ridotto nel settore sud orientale.



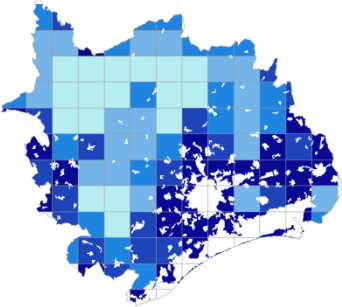


MPFD-MPS

Mean Patch Fractal Dimension
1990

MPFD

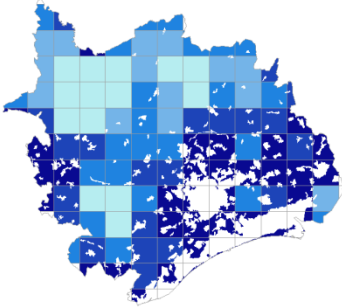
- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



Mean Patch Fractal Dimension
2012

MPFD

- Low
- Medium-Low
- Medium
- Medium-High
- High



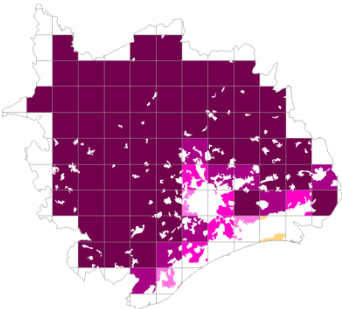
0 5 10 20 km



Mean Patch Size
1990

MPS

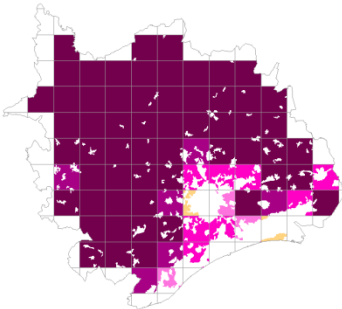
- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000

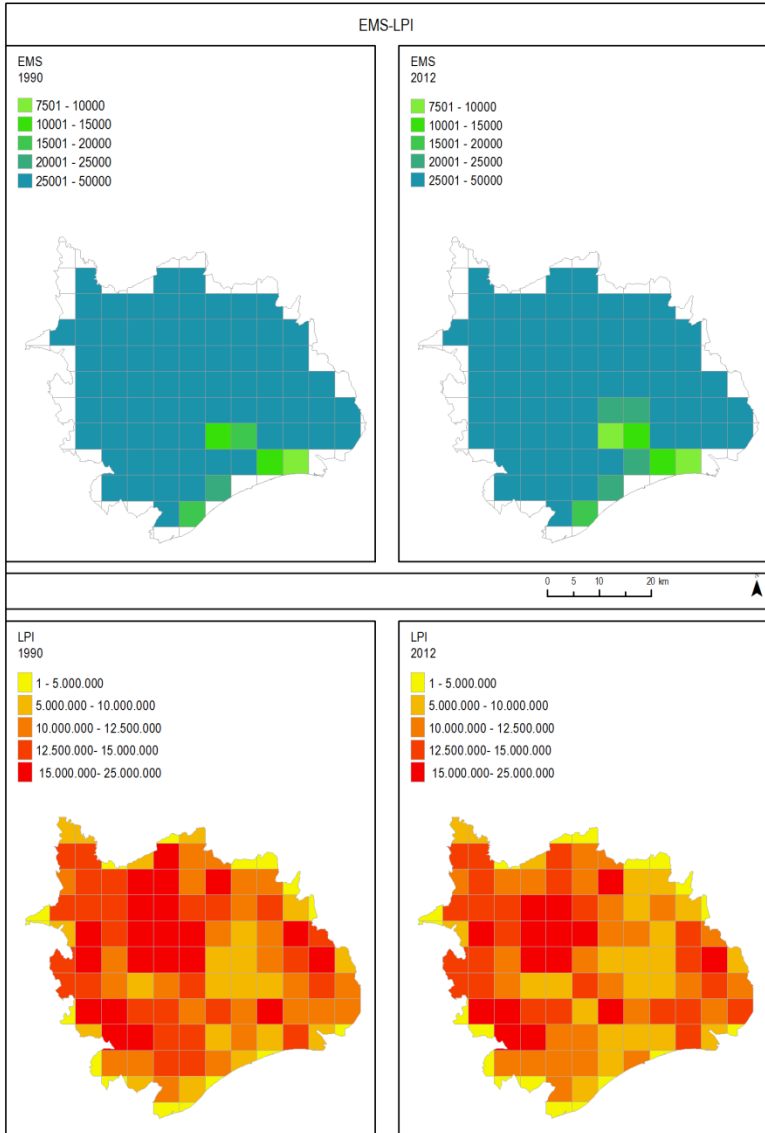


Mean Patch Size
2012

MPS

- < 5,000,000
- 5,000,000 - 10,000,000
- 10,000,000 - 15,000,000
- 15,000,000 - 20,000,000
- 20,000,000 - 25,000,000





Schede Montpellier. Elaborazione propria con ArcMap.

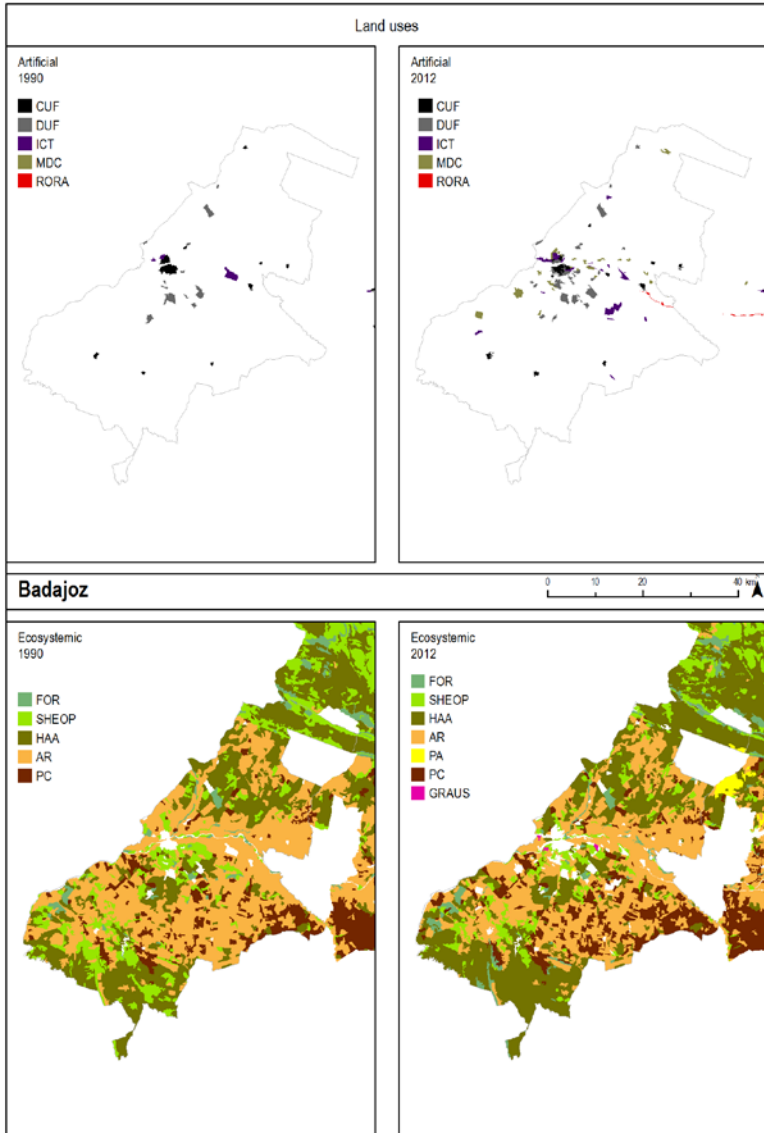
Montpellier

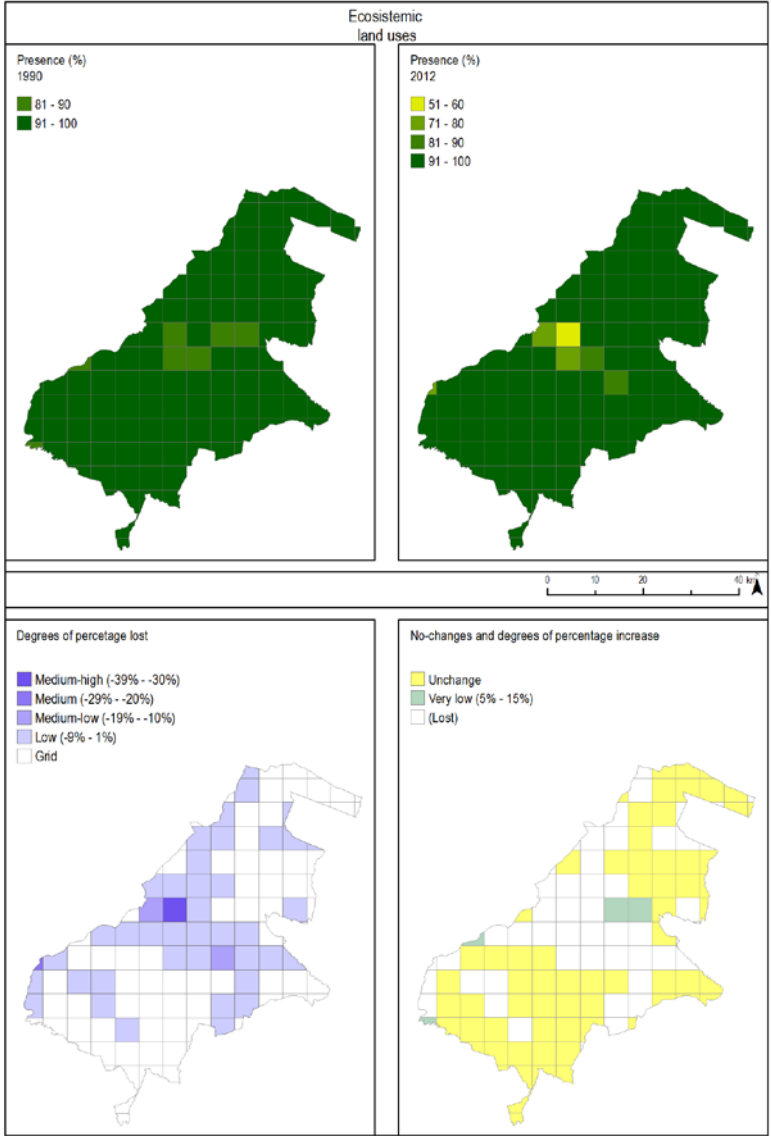
Scheda 1) crescita dei tessuti urbani DUF nelle aree limitrofe al nucleo consolidato e, in maniera sparsa, fino a 15 km dal centro. Risultano inoltre accresciute le RORA in corrispondenza della realizzazione della tratta ferroviaria ad alta velocità che unisce Montpellier a Lyon completata a cavallo del 2010. L'espansione dei tessuti urbani ha avuto effetti su diversi tipi di usi ecosistemici.

Scheda 2) La decrescita dei valori percentuali di presenza di potenziali habitat per cella è generalizzata alla maggior parte delle celle comprese nella FUA di Montpellier e si staglia su valori inferiori medi inferiori al 10% ad eccezione che per alcune celle (6) ove la perdita si stima essere intorno al 10-20%.

Scheda 3) La metrica MPFD risulta in crescita in numerose celle ad eccezione di due blocchi compatti localizzati nel quadrante NO e SO. I valori di MPS decrescono soprattutto in prossimità del centro.

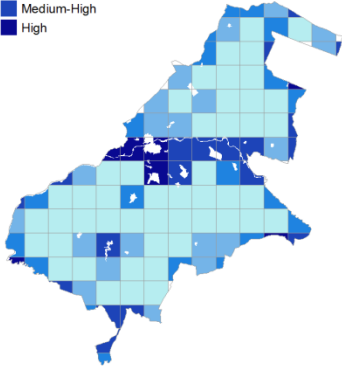
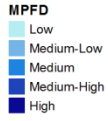
Scheda 4) Mentre per quanto riguarda la dinamica dell'EMS non vi sono cambi rilevanti alla scala spazio temporale considerata, l'LPI mostra una decrescita in numerose celle ed in particolare nel settore nord orientale.



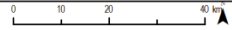
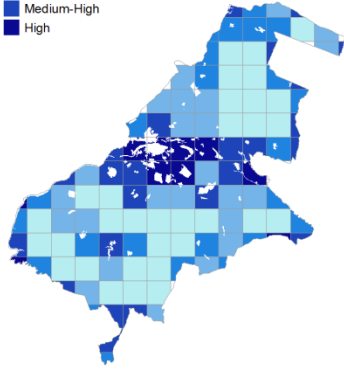
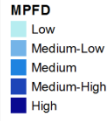


MPFD-MPS

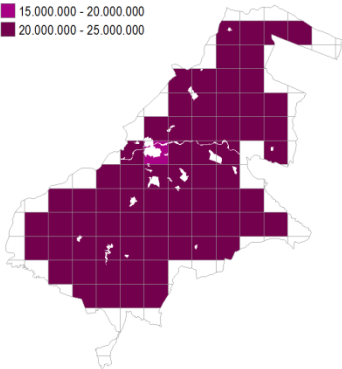
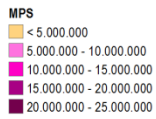
Mean Patch Fractal Dimension
1990



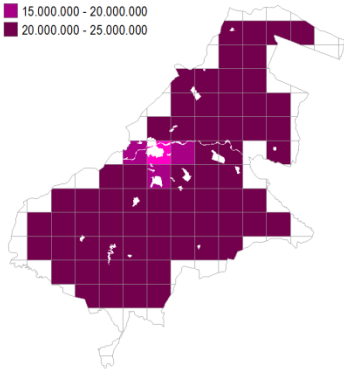
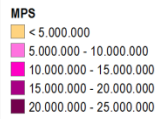
Mean Patch Fractal Dimension
2012

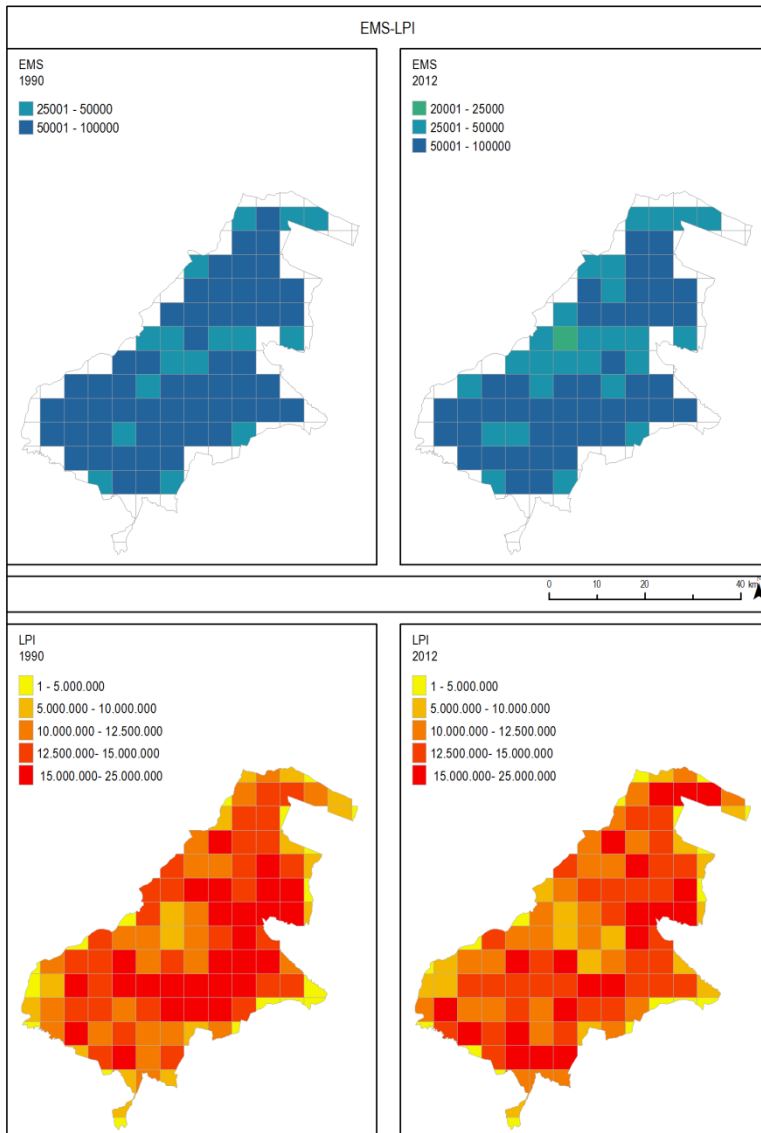


Mean Patch Size
1990



Mean Patch Size
2012





Schede Badajoz. Elaborazione propria con ArcMap.

Badajoz

Scheda 1) Nel periodo osservato l'espansione delle aree urbane è piuttosto limitato e si realizza con ampliamento dei tessuti CUF e RORA. La rete infrastrutturale che compare nel 2012, assente al 1990, è rappresentata da i) la linea ferroviaria ad alta velocità che unisce Valencia a Lisbona, passando, appunto per Badajoz e Merida completata a cavallo del 2010 e ii) la rete autostradale A66 che unisce Merida a Huelva, inaugurata nel 2007. In ambo i casi le linee infrastrutturali hanno sezionato in due aree AR precedentemente contigue. Per quanto riguarda gli usi ecosistemici, si vede una crescita delle colture permanenti nella parte meridionale di Badajoz e la comparsa di aree a pascolo in corrispondenza di SHEOP nel municipio di Merida.



Fig. 58 Espansione dei tessuti DUF. Fonte: elaborazione propria

Scheda 2) La FUA presenta livelli alti di presenza di habitat/cella (tra 61 e 100%) al 1990. Tale quadro vede un peggioramento al 2012 seppur limitato. Confrontando la perdita, permanenza e la crescita nel valore percentuale di habitat per cella si può affermare un sostanziale equilibrio nel numero di celle.

Scheda 3) La scarsa dinamicità rilevata nelle schede anteriori si riflette in una limitata perdita dei valori del MPS. Dall'altro lato rileva una diminuzione dei valori del MPFD in tutta l'area.

Scheda 4) La perdita nei valori dell'EMS si concentra in alcuni settori quali i) quello centrale, ii) in un tratto che si sviluppa in senso longitudinale a partire dalla costa nord orientale e infine in una cella nel quadrante sud occidentale.

4.1.1. Conclusioni sulle dinamiche osservate

Con l'espansione oltre i confini nazionali di un *network* di città che funzionano da spazio transnazionale (Sassen, 2010), l'urbanizzazione moderna non si concretizza solo nell'imponente crescita dei tessuti residenziali dai caratteri più o meno dispersi, ma anche in una grande crescita infrastrutturale e dei poli della logistica legati alla fornitura di servizi all'economia globale. Le ripercussioni sui territori in termini fisici, ma anche sulla qualità dei luoghi e sul benessere delle comunità viventi a livello locale, mostrano un certo grado di dipendenza dalle dinamiche globali.

In che misura i paesaggi delle metropoli mediterranee sono alterati da tali dinamiche? Alla luce dell'analisi condotta, è possibile affermare che le metropoli mediterranee stanno assumendo (con diversi gradi e differenze locali) caratteristiche sempre più post-metropolitane con sviluppo di tessuti ICT, RORA e DUF. È inoltre possibile affermare che questo *shift* da aree urbane piuttosto compatte a *sprawled areas* e *outer cities* non favorisce il mantenimento degli usi ecosistemici e, pertanto, ostacola la salvaguardia della funzionalità ecologica dei paesaggi mediterranei. Altri tipi di espansioni urbane attribuibili a quelle che Soja chiama *City Lite* sono ravvisabili nella costruzione di grandi centri commerciali e parchi divertimenti.

Prendendo in considerazione gli indici impiegati nelle "seconde schede" delle analisi qui sopra presentate, è osservabile un alto grado di correlazione spaziale tra livelli *molto alti*, *alti* e *medio-alti* di perdita di usi ecosistemici e un importante sviluppo infrastrutturale (autostradale e treni ad alta velocità), residenziale discontinuo e dei poli della logistica (vedi "schede 1"). Tra i casi studiati, quelli particolarmente rappresentativi di tale *shift* verso caratteristiche post-metropolitane sono: Madrid, Sevilla, Lisbona, Atene, Zaragoza, Barcellona, Nizza, Badajoz.

È infine rilevabile una relazione di causalità tra realizzazione di grandi eventi (Olimpiadi ed Esposizioni universali) e aumento del consumo di usi del suolo di tipo ecosistemico.

4.2. Resilienza alla perdita di servizi ecosistemici a sostegno della fauna silvestre mediterranea: proposta di una metodologia GIS.

All'interno dei processi ecologici che il paesaggio ospita e che sono minacciati dalla riduzione, frammentazione e perdita, in questa sessione prendo in considerazione quelli specificamente legati alla presenza di biomassa e di risorse idriche. In tal senso la proposta metodologica presentata è volta a formulare indicazioni utili per pianificare la resilienza delle aree urbane studiate rispetto alla recente perdita dei servizi di *habitat* e *food and drink supply* svolti dal paesaggio, essenziali per il mantenimento della fauna silvestre mediterranea.

Di seguito sono esposti i risultati delle analisi condotte su tutte le FUA considerate nella bioregione mediterranea. Le FUA sono state raggruppate per elaborare delle rappresentazioni a scala 1:1.250.000. Per ciascun insieme di FUA è presentata una proposta di individuazione di aree di prioritizzazione degli interventi di recupero di spazi aperti.

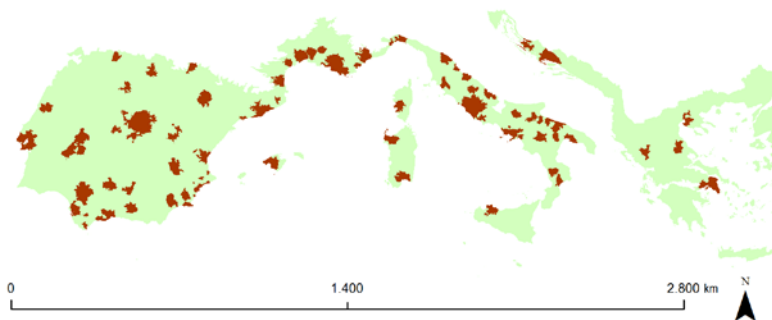


Fig. 59. Distribuzione spaziale dei casi studio qui di seguito esposti.
Fonte: elaborazione propria.

I valori rappresentati per indicare le aree ove si ritiene necessario intervenire per facilitare la resilienza dei paesaggi metropolitani alla perdita e frammentazione, favorendo pertanto il sostegno alla biodiversità silvestre, derivano dall'assegnazione di un valore alle seguenti variabili:

1. variazione negativa nella presenza di aree forestali;
2. variazione negativa nella presenza di aree agroforestali.
3. adiacenza o corrispondenza delle suddette celle ove si è realizzata perdita di usi ecosistemici¹³² ai corridoi fluviali;
4. prossimità o intersezione delle suddette celle a siti Natura 2000 quale indicatore della pressione sugli ecosistemi protetti.

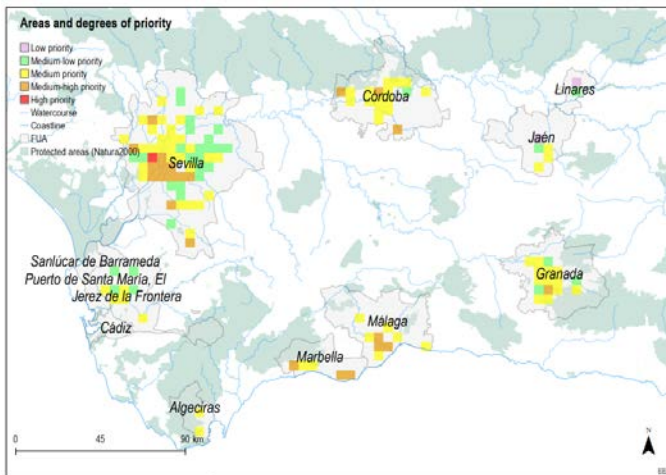
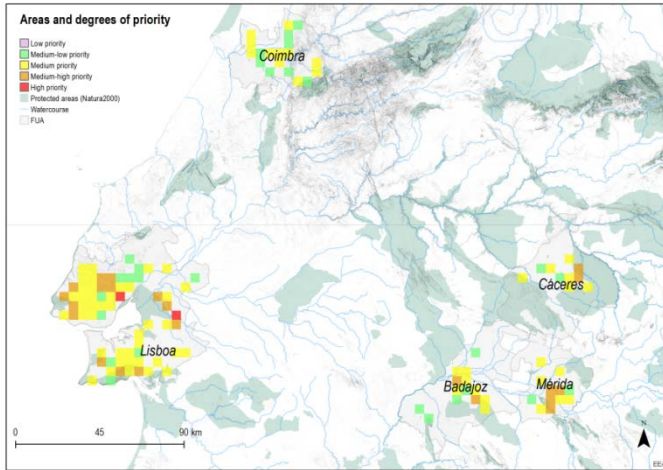
Queste ultime due variabili, in accordo con Olson et al. (2001), sono state considerate per la rilevanza nel sostenere la biodiversità in riferimento alla fornitura di biomassa per le catene trofiche e di habitat per le specie.

Le celle individuate derivano dalla somma effettuata in ambito GIS dei valori assegnati ad ogni variabile per ciascuna cella: i valori più alti, rappresentati in rosso, indicano le celle in cui si concentrano le criticità più impattanti rispetto a perdita di potenziali habitat e pressione antropica sulle catene trofiche. Le celle in color rosso indicano le aree più critiche, seguite da quelle arancioni, gialle, verdi e infine quelle rosa dove la concentrazione di criticità è minima e riferibile ad una sola delle variabili considerate.

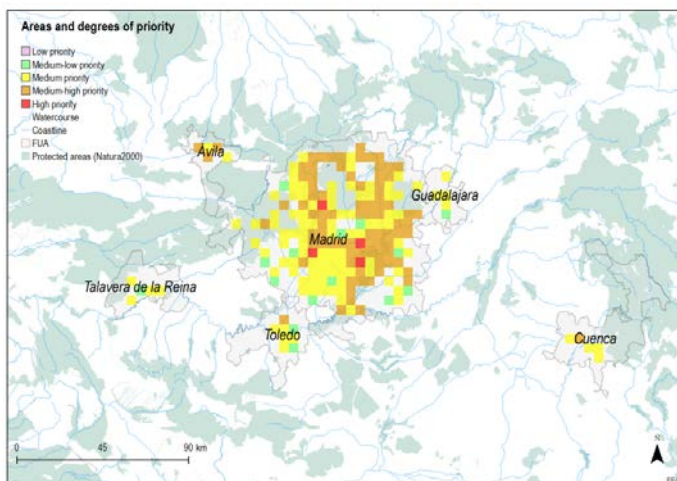
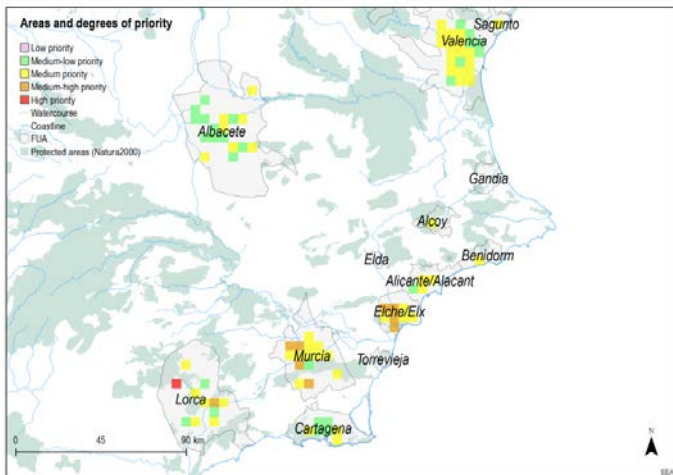
¹³² Non sono state considerate le colture permanenti in quanto generalmente, soprattutto nelle aree agricole a gestione intensiva, non rappresentano habitat adatti a fornire cibo per le specie silvestri (ad es. a causa dell'impiego di prodotti chimici).

Per le celle considerate si ritiene necessario intervenire con progetti di *restoration ecology* o progetti legati alla connettività quali ad esempio corridoi ecologici, foreste urbane, parchi agricoli, rigenerazione ecologica, etc. Come già osservato nel terzo capitolo, tuttavia, l'efficacia degli interventi e dei corridoi ecologici è strettamente correlata alla qualità delle coperture dei suoli limitrofi¹³³.

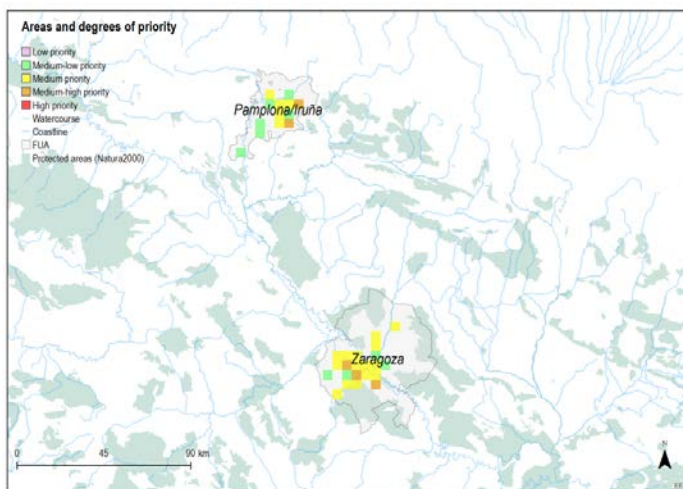
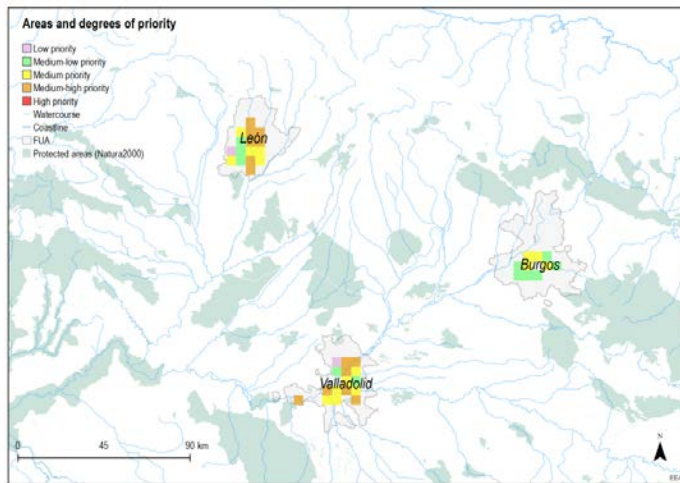
¹³³ A tal proposito di veda il disastro ecologico di Aznalcóllar del 25 aprile 1998 che ha visto la contaminazione di 450.000 ha di coltivazioni , dei fiume Agrio e del Parco nazionale di Doñana.



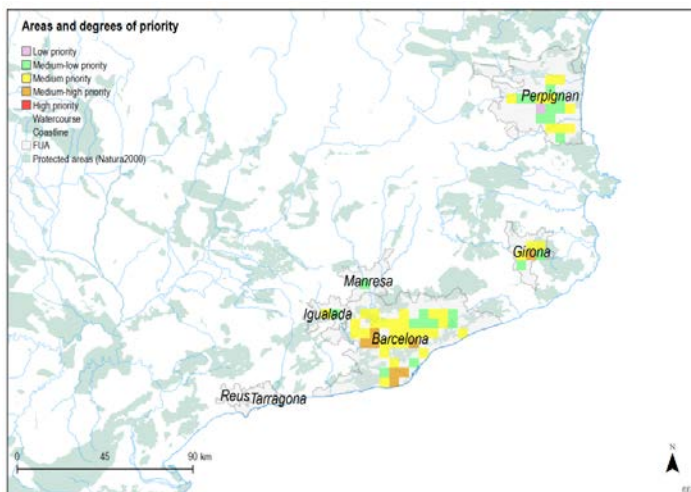
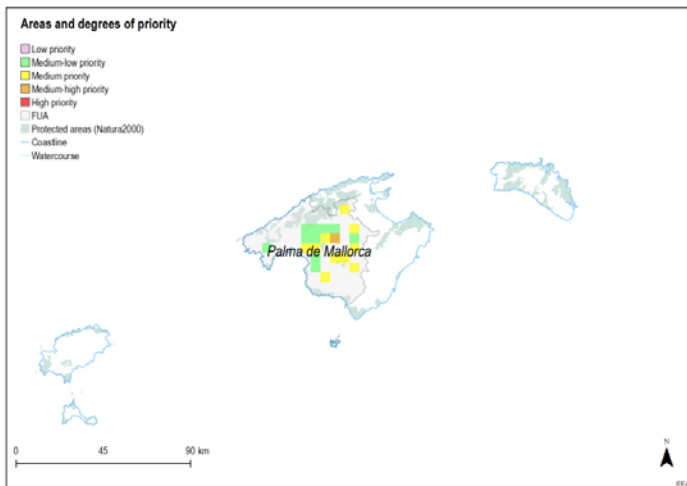
Schede Lisbona e Coimbra in Portogallo e Caceres, Merida e Badajoz in Estremadura, Spagna (in alto); Sanlúcar d Barrameda, Puerto de Santa Maria, Jerez de la Frontera, Cadiz, Sevilla, Cordoba, Algeciras, Marbella, Malaga, Granada, Jaen, Linares in Andalusia, Spagna (in basso).



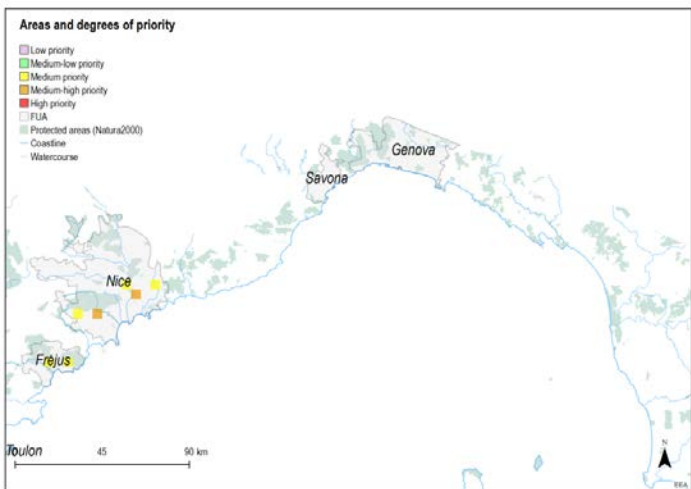
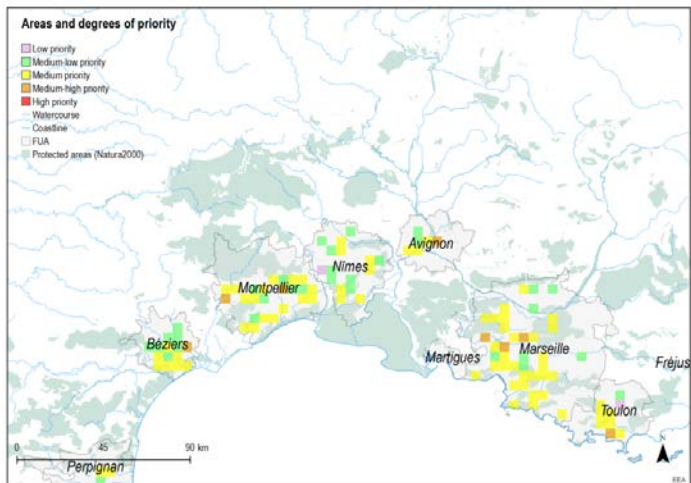
Schede: Sagunto, Valencia, Albacete, Gandia, Alcoy, Benidorm, Elda, Alicante, Elche, Murcia, torrevieja, Catagena eLorca nelle Comunità Valenciana e Murciana, Spagna (in alto); Madrid, Avila, Talavera de la Reina, Toledo, Guadalajara e Cuenca nella Comunità di Madrid, Spagna (in basso).



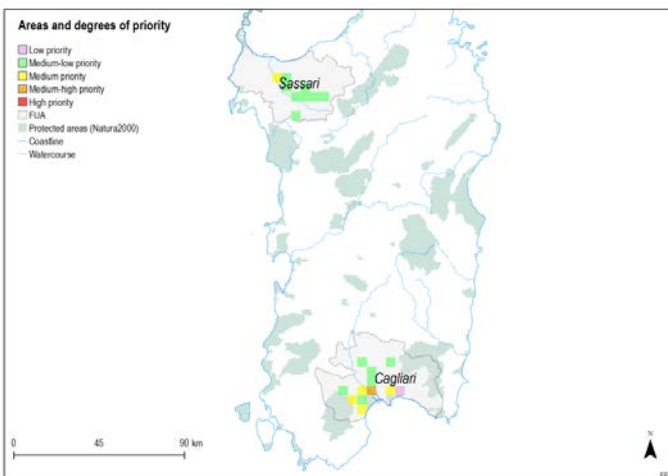
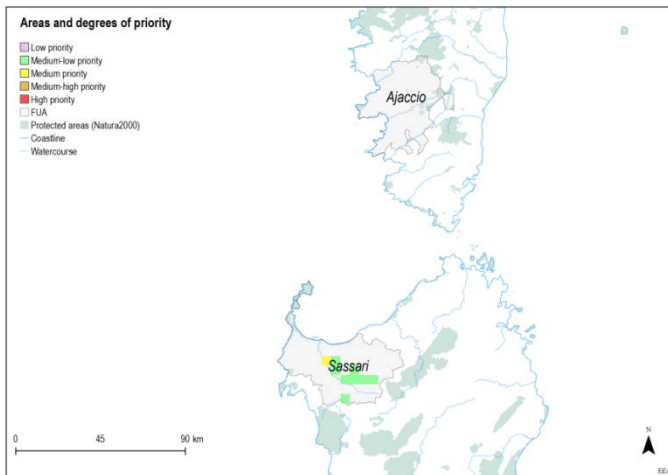
Schede: León, Valladolid e Burgos nella Comunità di Castiglia e León, Spagna (in alto); Zaragoza e Pamplona nella Comunità di Aragona, Spagna (in basso).



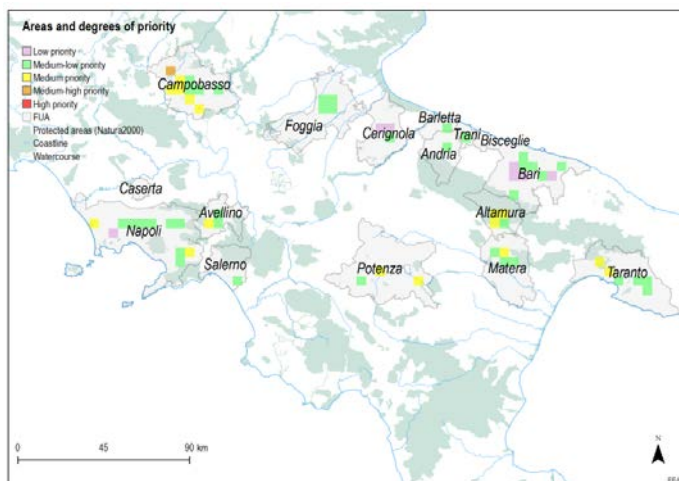
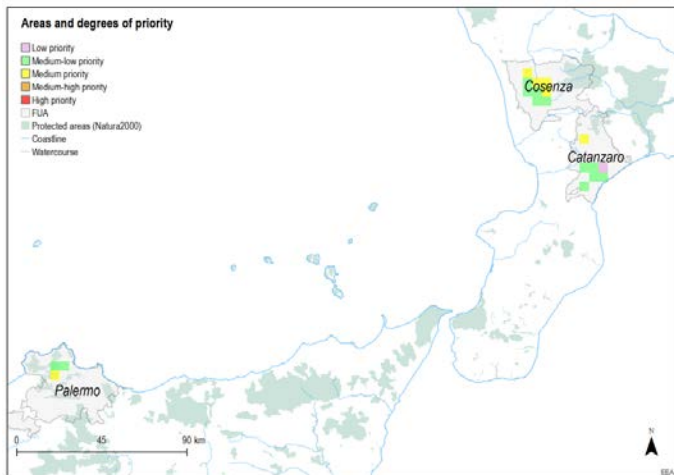
Schede Palma di Mallorca nelle Isole Baleari, Spanga (in alto); Barcellona, Manresa, Igualada, Reus, Tarragona e Girona in Catalogna, Spagna e Perpignan nella regione dell' Occitania , Francia (in basso).



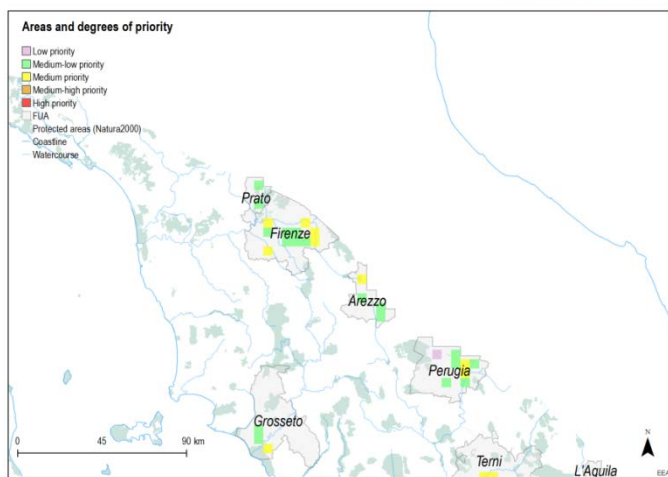
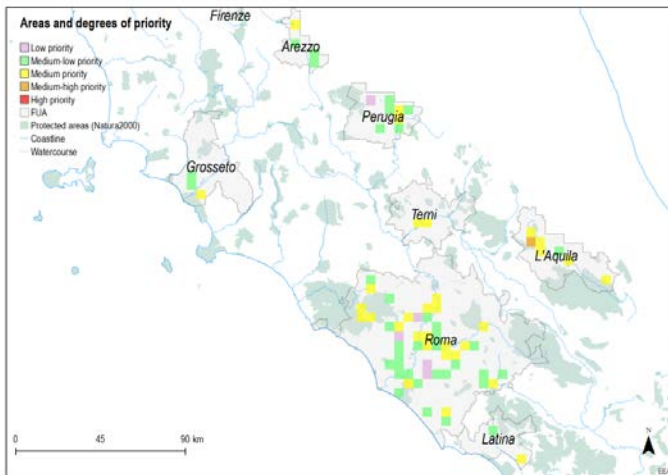
Schede: Béziers, Montpellier, Nîmes, Avignone, Martigues, Marseille e Toulon nella regione Provenza-Alpi-Costa Azzurra (in alto); Nizza e Frejus nella regione Provenza-Alpi-Costa Azzurra (in basso).



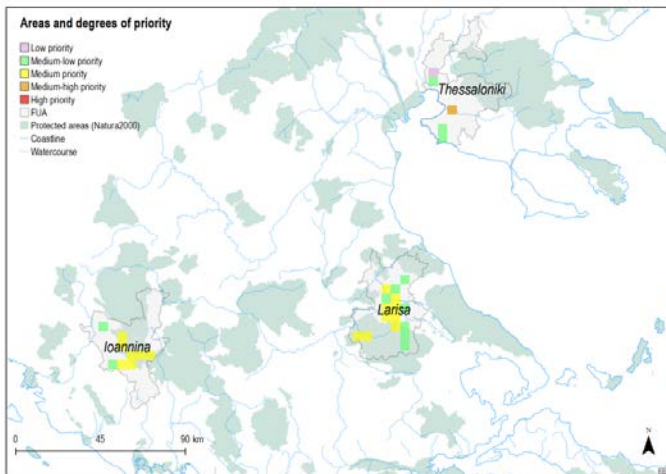
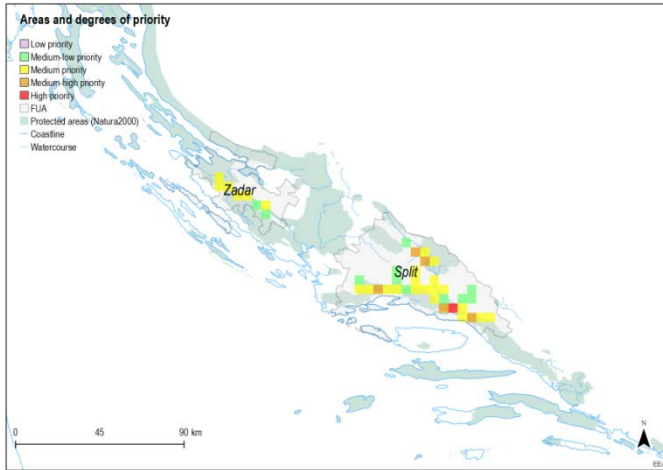
Schede: Ajaccio in Corsica, Francia e Sassari in Sardegna, Italia (in alto); Sassari e Cagliari, Italia (in basso).



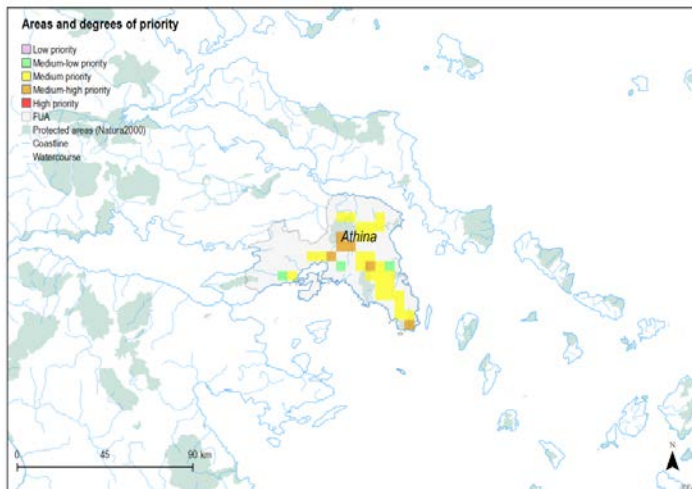
Schede: Cosenza, Catanzaro in Calabria e Palermo in Sicilia (in alto); Campobasso, Caserta, Napoli, Avellino, Salerno, Foggia, Cerignola, Barletta, Trani, Andria, Bisceglie, Bari, Altamura, Matera, Potenza, Taranto (in basso).



Schede: Firenze, Arezzo, Grosseto, Perugia, Terni, L'aquila, Roma, Latina (in alto); Prato, Firenze, Arezz, Grosseto (in basso).



Schede: Zara e Spalato, Croazia (in alto); Salonicco, Larisa e Ioannina, Grecia (in basso).



Scheda : Atene, Grecia.

4.2.2 Osservazioni conclusive sui risultati della metodologia applicata

Per sostenere la funzionalità ecologica dei paesaggi mediterranei è stata qui presentata una strategia per individuare le aree ove sarebbe opportuno intervenire per rigenerare o recuperare gli spazi aperti delle aree metropolitane. Infatti, gli effetti delle espansioni urbane e infrastrutturali a livello metropolitano hanno riflessi a livello bioregionale sulla disponibilità di habitat per molte specie.

Commentando quanto emerso dalle schede qui sopra rappresentate, i processi osservabili nel campione di aree urbane analizzate si riflettono principalmente: in una minor connettività tra aree naturali forestali e agroforestali, una pressione antropica sui corridoi azzurri (corpi d'acqua) e sui bordi delle aree protette. Le FUA che si distinguono per la presenza di celle con alta criticità (in

rosso) sono: Madrid (100 km²), Lisbona (50 km²), Sevilla (25 km²), Spalato (25 km²), Lorca (25 km²). Da un'analisi di *overlay* spaziale, in linea con quanto rilevato nella prima parte di questo capitolo, le celle che presentano una maggior criticità sono quelle che hanno visto una crescita urbana importante in particolare dei tessuti urbani discontinui, delle reti ferroviarie ad alta velocità, delle aree industriali, commerciali e delle unità private.

L'accumulazione di elementi di criticità derivanti dall'analisi multitemporale, determina i vari gradi di prioritizzazione degli interventi di recupero degli usi e dei servizi ecosistemici del paesaggio. Si può, in definitiva, confermare il precedentemente osservato *shift* delle grandi aree urbane del mediterraneo: da forme compatte a forme disperse, da spazio dei luoghi a spazio dei flussi, da aree con alti gradi di diversità di habitat ad aree a forte antropizzazione.

Conclusioni

Le trasformazioni degli usi del suolo che hanno accompagnato la nascita e lo sviluppo delle forme urbane metropolitane sono riconducibili a modelli di crescita illimitati. In accordo con Waldheim e Berger (2008) le forme urbane si sono andate adattando alle trasformazioni dei modelli produttivi: dalle produzioni industriali centralizzate, come visto nel primo capitolo, si è arrivati in tempi recenti alla distribuzione internazionale delle merci con una *disconnessione spaziale crescente tra i luoghi di produzione e i luoghi di consumo* (Erb et al, 2003b). Gli sviluppi della produzione hanno generato dei modelli di distribuzione e consumo basati sulla perdita irreversibile di ampie porzioni di territorio per l'istallazione di grandi magazzini e l'ampliamento delle piattaforme aeroportuali. Molte attività umane alterano deliberatamente le proprietà biofisiche degli ecosistemi al fine di aumentare le opportunità di produzione (Haberl et al. 2013) , di distribuzione e di competitività economica e, nel farlo, inducono cambi negli *stock* e nei flussi di materiali ed energia negli ecosistemi. Tali modelli, in accordo con diversi autori (es. Soja, Magnaghi, Giampietro, Waldheim, Rueda, Erbtra) sono ritenuti pervasivi *drivers* dei cambiamenti ambientali globali (es. perdita di biodiversità, cambio climatico, etc) e alimentano una crescente *sconnessione tra le geografie dell'ingiustizia lungo le catene di estrazione, trasporto e spreco delle merci* (Leah Temper et al., 2015).

Le direttive prese in considerazione all'inizio del secondo capitolo, come anche le strategie basate sulla protezione di porzioni limitate di superficie terrestre non risulteranno efficaci al mantenimento di alti gradi di naturalità diffusa in assenza di una critica sostanziale dei

modelli che guidano lo sviluppo dei territori. Soluzioni efficaci dovrebbero essere elaborate dalle amministrazioni metropolitane a partire dall'adozione di modelli di analisi e di previsione di scenari che non considerino l'ambiente quale mero supporto fisico per lo sviluppo residenziale, industriale, infrastrutturale e logistico, quanto piuttosto l'habitat di tutte le specie. Come discusso nella tesi, i pianificatori delle entità amministrative metropolitane hanno l'opportunità di intervenire sui processi di de-territorializzazione, di crescente spaccatura metabolica e di frammentazione ambientale che pervadono le grandi aree urbane contemporanee. Tra gli strumenti a disposizione della pianificazione delle aree metropolitane: gli indici e le metriche del paesaggio. Utili però non sufficienti da soli.

Su cosa si può o si dovrebbe basare la resilienza delle aree metropolitane contemporanee ai fenomeni presi in considerazione? Nella trattazione di questa tesi sono state riconosciute le potenzialità degli indici e delle metriche del paesaggio quali strumenti a supporto dell'analisi spaziale¹³⁴. Contemporaneamente è stata riconosciuta la necessità di far interagire le analisi derivanti dall'ecologia del paesaggio con altre analisi, ad esempio quelle di tipo metabolico, al fine di raggiungere una conoscenza integrale dei vari livelli che concorrono a caratterizzare la complessità delle realtà urbane contemporanee. Alla luce di quanto rilevato nel primo

¹³⁴ È da segnalare come nella letteratura consultata vi sia un ricorrente richiamo alla flessibilità e al potenziale offerto dai sistemi informativi geografici nell'applicazione dei concetti dell'ecologia del paesaggio. La possibilità di rappresentare e comunicare dati di uso del suolo ed altre informazioni geograficamente riferite, consente di arricchire le analisi sui cambiamenti nella composizione e nella configurazione del paesaggio con dati ambientali e socio-economici, rendendo i GIS un potente mezzo di ricerca e divulgazione.

capitolo, la pianificazione territoriale e urbana, nell'atto di accogliere e far proprie considerazioni di taglio metabolico, ha la possibilità di (i) concepire un futuro più sostenibile rispetto agli insediamenti metropolitani e di (ii) favorire il ruolo di infrastruttura verde degli spazi aperti, capaci di provvedere servizi ecosistemici, di sostenere la qualità della vita e, finanche, di sviluppare un'economia più circolare e sostenibile rispetto al modello economico attuale. Al tavolo delle ricerche per il miglioramento della capacità di resilienza degli agglomerati urbani di fronte alle sfide attuali, infatti, si fa chiara l'esigenza che le discipline dell'ecologia, dell'architettura del paesaggio, quelle geografiche, sociologiche ed economico-statistiche creino relazioni sinergiche per dibattere strategie condivise all'ombra di una visione alternativa di sviluppo, che abbia la capacità di rompere e invertire le disastrose tendenze attuali .

Nel recente allineamento delle metropoli mediterranee alle forme *exopolitane* è riconoscibile l'effetto delle forze esogene che rimodellano le metropoli nell'era della globalizzazione (Soja, 2008). I modelli socio-ecologici, quali quelli proposti dalla scuola di Vienna (poi ripresi da quella catalana), nonché gli approcci urbanistici, quali quello elaborato dalla scuola dei territorialisti italiani, si distinguono per proporre, attraverso analisi complesse e strutturate, scientifiche e multidisciplinari, una visione olistica dei modelli di uso del territorio. La rilevanza degli approcci presi in considerazione risiede nella capacità di proporre non solo una lettura critica del fenomeno metropolitano contemporaneo ma anche di guidare la formulazione di alternative, dal carattere teorico e pratico, per il mantenimento di ambienti ecologicamente in equilibrio, a vantaggio dell'insieme degli esseri viventi.

*La frammentazione è influenzata dall'essere umano ma anche l'essere umano è influenzato dai livelli di frammentazione, soprattutto nel Mediterraneo dove le trasformazioni occorse durante i secoli passati hanno modificato anche il comportamento delle persone in relazione alle caratteristiche dei frammenti*¹³⁵

Ampliando il senso dell'affermazione dell'ecologo Almo Farina, potremmo stabilire un parallelo tra le scale e i livelli di frammentazione/perdita ed il crescente valore attribuito da alcuni gruppi di popolazioni umane metropolitane ai lembi di spazi aperti scappati all'impermeabilizzazione attuale: alla piccola scala – intrametropolitana - la relazione tra frammentazione e *human-attributed value* può essere rappresentato dal valore associato agli orti urbani e ai servizi ricreativi svolti dai parchi urbani; a scala intermedia i parchi agricoli periurbani divengono allo stesso tempo mete privilegiate dell'educazione ambientale e strumenti per arrestare il crescente consumo di suolo; a scala metropolitana i frammenti naturali di superfici protette sono spesso le mete del turismo del fine settimana e nelle pratiche sportive che in essi si svolgono. Cambiando scala, le costellazioni di paesini e i luoghi remoti dove si assapora un equilibrio nella coesistenza tra esistenza umana e natura, solitamente rappresentano luoghi dal ruolo rigenerante, ricreativo, finanche meditativo. Si potrebbe dunque ipotizzare che la ricerca di aree remote, al crescere della perdita degli spazi aperti in zone a forte antropizzazione, diviene una attività considerevole e a carattere sostitutivo che genera un crescente flusso di persone in cerca di paesaggi ameni o meno artificiali? Tale flusso, eseguendo un ulteriore cambio di scala, potrebbe essere per esempio rappresentato dall'aumento del

¹³⁵ Farina, A.(2008), Paesaggio cognitivo, p. 130

turismo verso i cosiddetti paesi in via di sviluppo o le mete esotiche, ove la semplicità dei modelli di vita e la natura sembrano essere una buona (e soprattutto economica) alternativa al caos dei paesaggi metropolitani dei paesi cosiddetti sviluppati?

Come discusso nella tesi, i processi di frammentazione e perdita di spazi aperti nelle aree metropolitane sono fortemente influenzati dalle decisioni umane in termini di pianificazione dell'uso del suolo. In tal senso nel trattare delle possibilità di resilienza delle aree metropolitane a tali fenomeni, si rende necessario evidenziare che nessun recupero è possibile in assenza di un cambio di rotta da visioni semplicistiche, puramente utilitaristiche, a visioni più ampie. Secondo Berckers et al. (2003), la resilienza socio-ecologica ai processi globali e internazionali rappresenta una funzione dell'ordine di grandezza dell'insieme dei fattori di disturbo che possono essere assorbiti o respinti senza che il sistema venga sottoposto a cambi fondamentali nelle proprie caratteristiche funzionali. Carpenter et al. (2001) aggiungono che la resilienza socio-ecologica è funzione (i) della capacità di apprendere e adattarsi del sistema stesso e (ii) del grado di auto-organizzazione (in contrapposizione a mancanza di organizzazione e organizzazione determinata da fattori esogeni).

Ora, se i sistemi socioecologici sono per loro natura sistemi complessi in fase di continuo adattamento¹³⁶, dobbiamo domandarci: su quali elementi e connessioni possiamo intervenire

¹³⁶ "Nei sistemi complessi adattativi ci sono spesso molti partecipanti, forse anche molti tipi di partecipanti. Essi interagiscono in modi intricati che continuamente ridanno forma al loro futuro collettivo. Nuovi modi di fare le cose – anche nuovi tipi di partecipanti – possono sorgere, e vecchi modi – o vecchi partecipanti – possono svanire" De Toni et al, 2005.

per avere effetti osservabili a sostegno della resilienza ai processi trattati in questa tesi? A livello di singoli interventi, iniziative quali l'istituzione dei parchi agricoli, gli orti urbani e l'agricoltura periurbana, assumono rilevanza quali elementi che compongono un mosaico di esperienze riferibili ad un *altro modo* di intendere i suoli, i territori e i paesaggi che li compongono. Tali strumenti risultano efficaci ad organizzare la resilienza a piccole e medie scale, riflettendo nell'insieme sia la varietà di pratiche e progettualità per recuperare o rigenerare servizi ecosistemici associati al paesaggio, sia una predisposizione sociale alla resilienza¹³⁷. Quest'ultima assume concretezza nelle forme di resistenza dei territori ad intendere il proprio ambiente di vita sotto un'ottica economica legata al valore di scambio generato dall'urbanizzazione. In tali esperienze credo prenda forma la volontà delle società umane di recuperare la spaccatura metabolica che ha generato il distacco delle società capitaliste dalle condizioni naturali della propria esistenza sulla terra.

È possibile pianificare il recupero di spazi aperti nelle città mediterranee? La risposta non sembra facile. Ad esempio, se considerassimo la possibilità di aumentare gli spazi verdi in aree a forte artificializzazione senza evitare che un dato intervento di *landscape ecological urbanism* diventi una "occasione"¹³⁸ per attivare processi speculativi, ci troveremmo di fronte a quella categoria di dinamiche urbane che prende il nome di *green gentrification*. In tal caso, in assenza di regolazione delle dinamiche del mercato, gli interventi di rigenerazione ecologica corrispondono

¹³⁷ Con questa espressione intendo far riferimento alle iniziative prese dalle popolazioni locali che danno vita alle cosiddette *pratiche urbane* (Cellamare, 2008) a loro volta espressione delle *energie da contraddizione* (Magnaghi, 2001).

¹³⁸ Si veda Indovina, 2012.

a interventi di valorizzazione che hanno come riflesso l'espulsione della popolazione meno abbiente e la moltiplicazione esponenziale delle disuguaglianze: gli studi urbani critici (si veda Gould e Lewis, 2016) valutano negativamente tali tipi di interventi rilevando uno scarso carattere egualitario nell'aumento del valore di mercato degli immobili in zone con accresciuta disponibilità di verde. Si pensi a tal proposito alle forme di urbanizzazione post – metropolitana ove la presenza di atmosfere naturali è venduta a caro prezzo all'interno di contesti totalmente privati, e spesso, piuttosto affini al concetto di *gated communities*. Al contrario, l'aumento di aree a usi ecosistemici, piuttosto che avere tali riflessi derivanti dalle dinamiche del mercato, dovrebbe essere guidato dall'interesse nel sostenere la varietà degli esseri viventi, la diversità del paesaggio e la disponibilità diffusa di servizi ecosistemici.

In ragione del grado di alterazione, riduzione e frammentazione degli spazi aperti presenti nelle aree metropolitane mediterranee, come emerso dalla tesi presentata, sembra essere urgente l'adozione di approcci integrati e multi-disciplinari che aiutino a formulare strategie di intervento dal carattere pratico, al fine di prevenire e risanare la degradazione degli ecosistemi e la perdita di servizi ecosistemici diffusi e disponibili per tutte le specie. Ovviamente, poiché ciascuna metropoli, habitat, corridoio o paesaggio è dotato di una propria unicità e complessità, un modello di intervento unico applicabile ovunque non è né auspicabile né efficiente. È opportuno che le strategie vengano di volta in volta valutate ed elaborate considerando le reali condizioni del contesto in cui si vuole intervenire per rilanciare al meglio la connettività e la presenza diffusa di naturalità ecologicamente funzionale. Lo studio proposto nell'ultimo capitolo, infatti, non ha la pretesa di essere

esaustivo ma solo di proporre una metodologia applicabile in ambiente GIS¹³⁹, col supporto dei software di calcolo di metriche del paesaggio per l'individuazione di ambiti prioritari di intervento.

*I cambi nei bisogni delle società
guidano e danno forma ai paesaggi
e alla fornitura dei servizi ecosistemici*¹⁴⁰

*Le società modificano ed interagiscono con l'ambiente al fine
di garantire il necessario flusso di materiali ed energia per il
mantenimento del proprio metabolismo [...]
Tuttavia le variazioni nelle caratteristiche dell'ambiente [...]
influiscono sul metabolismo delle società*¹⁴¹

Si rivela di basilare importanza associare al paesaggio il compito di stimolare una riflessione ad ampio respiro sulle relazioni tra territori

¹³⁹ Come osservato da Geneletti e Pistocchi (2001) il ruolo delle tecnologie dell'informazione si è rivelato essenziale per gli studi di ecologia del paesaggio, consentendo, grazie al miglioramento delle tecniche di gestione dell'informazione spaziale, lo sviluppo di nuovi modelli concettuali per descrivere il funzionamento dei sistemi ecologici alla scala del paesaggio. Attraverso l'impiego di tecnologie di indagine derivanti dagli sviluppi della cibernetica, della teoria generali dei sistemi e loro implicazioni, la costruzione di modelli ecologici è utile a fornire un quadro conoscitivo di base per l'analisi spaziale dei fenomeni ecologici e consente di valutare gli scenari possibili a seguito del verificarsi di un evento. Alcuni dei modelli spaziali utilizzabili in ambiente ArcGis sono: Guidos, Conefor, Connect, Connecting landscapes, Fragam, Biomod.

¹⁴⁰ Willemen, L., Veldkamp, A., Verburg, P. H., Hein, L., & Leemans, R. (2012). A multi-scale modelling approach for analysing landscape service dynamics. *Journal of Environmental Management*, 100, p. 1.

¹⁴¹ Fraňková, E., Haas, W., & Singh, S. J. (Eds.). (2018). *Socio-metabolic Perspectives on the Sustainability of Local Food Systems: Insights for Science, Policy and Practice* (Vol. 7). Springer, p.93.

e società. È necessario inoltre trovare soluzioni paesaggistiche¹⁴² intendendo il paesaggio quale espressione territoriale del metabolismo che ogni società mantiene con i sistemi naturali che ne sostengono l'esistenza. Gli spazi aperti delle metropoli hanno bisogno di essere mantenuti come tali piuttosto che diventare bene economico legato al valore di scambio (Donadieu et al., 2006), di essere sottoposti, come dice Bevilacqua "ai miopi appetiti della classe dirigente della nostra epoca [...] che (dal paesaggio) vorrebbe ricavare soldi e legna da bruciare nel misero focolare della crescita" (Bevilacqua, 2016, p.1). In linea con quanto osservato nell'ultimo capitolo, in questa infinita fase di *great acceleration* con l'ampia diffusione di linee ferroviarie ad alta velocità, di aree residenziali costruite ex-novo in contesti ameni come anche il proliferare di centri della logistica, rappresentano un segnale chiaro della rinuncia di alcuni territori metropolitani a mantenere le funzionalità (in termini di salute, di produzioni agricole, di sostegno alla biodiversità) del paesaggio e dei servizi da esso offerti. Gli usi ecosistemici, infatti, si trovano sempre più perimetrati, interclusi, parcellizzati all'interno di brani di città, zone logistiche, ampliamenti aeroportuali, costruzione di autostrade e di ferrovie. Gli ambiti periurbani diventano per alcuni versi i luoghi più instabili del territorio metropolitano e quelli maggiormente investiti dai processi di trasformazione: sono "i suoli delle future periferie, dei prossimi vuoti in attesa di processi di valorizzazione immobiliare oppure [...] spazi che diventeranno slarghi di svincoli autostradali, aree interstiziali difficili da interpretare" (Mininni in Donadieu et al., 2006, p. 8).

¹⁴² Donadieu auspica infatti la nascita di una società paesaggistica che, dotandosi di nuovi orizzonti ecologici e simbolici, ripositioni le idee di sostenibilità e benessere in un'accezione di più vasta abitabilità.

In conclusione, un qualsiasi progetto di paesaggio nell'accezione di territorio (Valeria Fedeli, 2000) non può prescindere dai concetti dell'ecologia del paesaggio, disciplina che, indagando le forme, i processi e il cambiamento del paesaggio, collabora alla creazione di nuovi concetti. Alla lettura bilineare del pieno e del vuoto, l'ecologia del paesaggio oppone il riconoscimento di elementi quali corridoi e macchie, coinvolgendo i concetti di eterogeneità, frammentarietà e connettività nella valutazione dell'equilibrio funzionale dei paesaggi. Alla luce di quanto esposto, infine, un patto mutuo tra le domande degli ecologi, sociologi, pianificatori e architetti del paesaggio è richiesto dalle questioni paesaggistiche e ambientali della contemporaneità.

Riferimenti bibliografici:

Abell, R. A., Olson, D. M., Dinerstein, E., Hurley, P. T., Eichbaum, W., Diggs, J. T., ... & Hedao, P. (2000). *Freshwater ecoregions of North America: a conservation assessment* (Vol. 2). Island Press.

Acebillo, J., & Folch, R. (2000). *Atles ambiental de l'àrea de Barcelona* [Document cartogràfic]: Balanç de recursos i problemes. Ariel: Barcelona Regional, Barcelona.

Aguilera, F., Valenzuela, L. M., & Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning*, *99*(3–4), 226–238. <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.10.004>

Alberti, M. (2005). The effects of urban patterns on ecosystem function. *International regional science review*, *28*(2), 168–192.

Alberti, M., Asbjornsen, H., Baker, L. A., Brozovic, N., Drinkwater, L. E., Drzyzga, S. A., ... & Liu, J. J. (2011). Research on coupled human and natural systems (CHANS): approach, challenges, and strategies. *The Bulletin of the Ecological Society of America*, *92*(2), 218–228.

Alberti, M., Marzluff, J. M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C., & Zumbrunnen, C. (2003). Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *AIBS Bulletin*, *53*(12), 1169–1179.

Allen, E. B. (2003). New directions and growth of restoration ecology. *Restoration Ecology*, *11*(1), 1–2.

Angeoletto, F., Da Silva, F. F., & Albertin, R. M. (2015). El Planeta Ciudad y Ecología de Los Ecosistemas Urbanos. *Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis*, *12*(2), 115–141.

Arnaiz-Schmitz, C., Schmitz, M. F., Herrero-Jáuregui, C., Gutiérrez-Angonese, J., Pineda, F. D., & Montes, C. (2018). Identifying socio-ecological networks in rural-urban gradients: Diagnosis of a changing cultural landscape. *Science of the Total Environment*, *612* (November 2017), 625–635. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.215>

Barbera, G., & Cullotta, S. (2016). The traditional mediterranean polycultural landscape as cultural heritage: Its origin and historical importance, its Agro-Silvo-Pastoral complexity and the necessity for its identification and inventory. In *Biocultural diversity in Europe* (pp. 21-48). Springer, Cham.

Baró, F., Gómez-baggethun, E., & Haase, D. (2017). Ecosystem service bundles along the urban-rural gradient: Insights for landscape planning and management, *24*, 147–159. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.02.021>

Battisti, C. (2004). Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. *Provincia di Roma*, 278.

Bayona, J., Gil-Alonso, F. I Pujadas, I. (2014) Suburbanisation versus recentralisation. Changes in the effect of international migration inflows on the largest Spanish metropolitan areas (2000-2010) in *Revue Quetelet*, vol. 1, n° 2, págs. 93-118. DOI: 10.14428/rqj2014.01.02.04.

Becker, C. D., & Ghimire, K. (2003). Synergy between traditional ecological knowledge and conservation science supports forest preservation in Ecuador. *Conservation ecology*, 8(1).

Bennett, A. F. (1999). *Linkages in the landscape: the role of corridors and connectivity in wildlife conservation* (No. 1). Iucn.

Berkes, F., Colding, J. F., & Folke, C. (2003). Navigating nature's dynamics: building resilience for complexity and change. *New York: Cambridge*.

Betts, M. (2000). *In search of ecological relevancy: a review of landscape fragmentation metrics and their application for the Fundy Model Forest*. Natural Resources Canada.

Bevilacqua P. , (2016) Il Piano e il Paesaggio, Eddyburg, Settembre

Biondi, E., Casavecchia, S., Pesaresi, S., & Zivkovic, L. (2012). Natura 2000 and the Pan-European Ecological Network: a new methodology for data integration. *Biodiversity and Conservation*, 21(7), 1741-1754.

Blasi, C., Copiz, R., & Zavattoni, L. (2008). Il ruolo della Rete Ecologica Territoriale nella pianificazione urbanistica. *Semestrale di Studi e Ricerche di*

Geografia, (2).

Bonafede, G., & Canale, L. (2015). Mani verdi per la città. Scenari di agricoltura urbana multifunzionale nella Piana dei colli a Palermo. *Scienze del Territorio*, 3, 204-213.

Bonnefoy, S., (2014) Ville et agriculture périurbaine: la trajectoire française, in «Scienze Del Territorio», 1, pp. 173-194.

Leitão, A.B. , & Ahern, J. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*, 59(2), 65-93. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(02\)00005-1](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(02)00005-1)

Braudel F.(2003), *Il Mediterraneo*, Bompiani, Milano.

Brenner, N. (2013). Theses on urbanization. *Public culture*, 25(1 (69)), 85-114.

Brenner, N., & Schmid, C. (2014). The 'urban age' in question. *International Journal of Urban and Regional Research*, 38(3), 731-755.

Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., da Fonseca, G. A., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., ... & Rodrigues, A. S. (2006). Global biodiversity conservation priorities. *science*, 313(5783), 58-61.

Bulgarini, F., Petrella, S., & Teofili, C. (2006). Biodiversity vision dell'ecoregione Mediterraneo centrale. *WWf Italia-MIUR*, Roma, 175.

Carta, M. (2010). Patrimonio territoriale, descrizione strutturale, statuti del territorio, scenari di trasformazione e progetti integratis. *Hacia un urbanismo alternativo*, 19, 101.

Cazzola A., (2005) I paesaggi nelle campagne di Roma, Firenze, *Firenze University Press*.

Cellamare, C. (2008). Fare città. *Pratiche urbane e storie di luoghi*. Milan: *Elèuthera*.

Chapin Iii, F. S., Zavaleta, E. S., Eviner, V. T., Naylor, R. L., Vitousek, P. M., Reynolds, H. L., ... & Mack, M. C. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405(6783), 234.

Chiesa A., (2013), Landscape urbanism: un approccio ecologico al territorio urbano. Antonia Chiesa

Choay, F. (2009). El reino de lo urbano y la muerte de la ciudad. *Andamios*, 6(12), 157-187.

Costanza, R. (1991). The ecological economics of sustainability. *Environmentally Sustainable Economic Development: Building on Brundtland*. UNESCO, Paris, 83-90.

Costanza, R., & Voinov, A. (Eds.). (2003). *Landscape simulation modeling: a spatially explicit, dynamic approach*. Springer Science & Business Media.

Council of Europe, UNEP, European Centre for Nature Conservation, (1996). The Pan-European Biological and Landscape Diversity Strategy: A Vision for Europe's Natural Heritage

Cushman, S. A. (2006). Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*, 128(2), 231-240.

Cushman, S. A., & McGarigal, K. (2008). Landscape metrics, scales of resolution. In *Designing Green Landscapes* (pp. 33-51). Springer Netherlands.

Cushman, S. A., Compton, B. W., & McGarigal, K. (2010a). Habitat fragmentation effects depend on complex interactions between population size and dispersal ability: modeling influences of roads, agriculture and residential development across a range of life-history characteristics. In *Spatial Complexity, Informatics, and Wildlife Conservation* (pp. 369-385). Springer Japan.

Cushman, S. A., Evans, J. S., & McGarigal, K. (2010b). Landscape ecology:

past, present, and future. In *Spatial Complexity, Informatics, and Wildlife Conservation* (pp. 65-82). Springer Japan.

D'Eon, R. G., Glenn, S. M., Parfitt, I., & Fortin, M. J. (2002). Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. *Ecology and Society*, 6(2). <https://doi.org/10>

Degen, M., Garcia, M. (2008) *La metaciudad: Barcelona: transformación de una metrópolis*, Anthropos. ISSN 10: 8476588593 ISSN 13: 978-8476588598

Del Tánago, M. G., De Jalón, D. G., & Román, M. (2012). River restoration in Spain: theoretical and practical approach in the context of the European Water Framework Directive. *Environmental management*, 50(1), 123-139.

Dinarès, M. (2014). Urban metabolism: a review of recent literature on the subject. *Documents d'anàlisi geogràfica*, 60(3), 551-571.

Donadieu, P., De Stefano, P., & Mininni, M. (2006). *Campagne urbane: una nuova proposta di paesaggio della città*. Donzelli.

Dramstad, W., Olson, J. D., & Forman, R. T. (1996). *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. Island press.

EEA (2007) Land-use scenarios for Europe: Qualitative and quantitative analysis on a European Scale (PRELUDE), *Technical report No 9/2007*. European Environment Agency, Copenhagen.

EEA-FOEN, J. (2011). *Landscape fragmentation in Europe*.

Ehrenfeucht, R., & Nelson, M. (2018). Just revitalization in shrinking and shrunken cities? Observations on gentrification from New Orleans and Cincinnati. *Journal of Urban Affairs*. Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/07352166.2018.1527659>

Erb, K. H., Krausmann, F., Lucht, W., & Haberl, H. (2009a). Embodied HANPP: Mapping the spatial disconnect between global biomass production and consumption. *Ecological Economics*, 69(2), 328-334.

Erb, K., Haberl, H., Krausmann, F., Lauk, C., & Plutzer, C. (2009b). Eating the Planet : Feeding and fuelling the world sustainably , fairly and humanely – a scoping study, (November).

Espanol Echaniz, i. (1996). Integration of roads in the natural environment. Adverse effects on the landscape. In *III Simposio nacional sobre carreteras y medio ambiente. desarrollo sostenible y avances tecnologicos*.

Europea, C. (2002). Strategia europea per la protezione della natura

FAO, (2012). Global Forest Resource Assessment 2010. Rome

Farina, A. (2006). *Il paesaggio cognitivo*. Franco Angeli.

Farina, A. (2008). *Principles and methods in landscape ecology: towards a science of the landscape* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.

Farina, A., Bogaert, J., & Schipani, I. (2005). Cognitive landscape and information: new perspectives to investigate the ecological complexity. *Biosystems*, 79(1-3), 235-240.

Fernández Durán, R. (2009). Un planeta de metrópolis (en crisis). Explosión urbana y del transporte motorizado, gracias al petróleo (A planet of metropolises (in crisis). The boom of cities and motorised transport thanks to oil). *Cuaderno Interdisciplinar de Desarrollo Sostenible* (CUIDES), (2), 81-128

Fernández Durán, R. (2011). *El Antropoceno: La expansión del capitalismo global choca con la biosfera*. Barcelona: Virus, 2011.

Field, C. B., & Raupach, M. R. (Eds.). (2004). *The global carbon cycle: integrating humans, climate, and the natural world* (Vol. 62). Island Press.

Firehock, K. (2015). Strategic green infrastructure planning: a multi-scale approach. Island Press.

Fitz, H. C., DeBellevue, E. B., Costanza, R., Boumans, R., Maxwell, T., Wainger,

L., & Sklar, F. H. (1996). Development of a general ecosystem model for a range of scales and ecosystems. *Ecological modelling*, 88(1-3), 263-295.

Fol, S., & Cunningham-Sabot, E. (2010). Urban decline and shrinking cities: a critical assessment of approaches to urban shrinkage. In *Annales de géographie* (No. 4, pp. 359-383). Armand Colin.

Forman, R. T. (2004). *Mosaico territorial para la región metropolitana de Barcelona*. Barcelona: Gustavo Gili.

Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T. A., Creamer, N., Harwood, R., ... & Wiedenhoft, M. (2003). Agroecology: the ecology of food systems. *Journal of sustainable agriculture*, 22(3), 99-118.

Fraňková, E., Haas, W., & Singh, S. J. (Eds.). (2018). *Socio-metabolic Perspectives on the Sustainability of Local Food Systems: Insights for Science, Policy and Practice* (Vol. 7). Springer.

Fratini F. (2000), *Roma, arcipelago di isole urbane: uno scenario per il XXI secolo*. Gangemi.

Frazier, A. E., & Bagchi-Sen, S. (2015). Developing open space networks in shrinking cities. *Applied Geography*, 59, 1–9.
<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.02.010>

Galante, G., Mandrone, S., Funaro, M., Cotroneo, R., & Panetta, S. (2009). Spatial and temporal changes in Aniene river basin (Latium, Italy) using landscape metrics and moving window technique. *Italian Journal of Remote Sensing*, 41(2), 157-172.

Galli, M., Lardon, S., Marraccini, E., & Bonari, E. (2010). Agricultural management in peri-urban areas. In *The experience of an international workshop*. Gezzanho, Felice Editore.

Geneletti, D., & Pistocchi, A. (2001). L'ecologia del paesaggio come metodo della pianificazione territoriale: riflessioni su un caso di studio. *Genio Rurale–Estimo e Territorio*, 64(1).

- Giampietro, M., Aspinall, R. J., Ramos-Martin, J., & Bukkens, S. G. (Eds.). (2014). *Resource accounting for sustainability assessment: The nexus between energy, food, water and land use*. Routledge.
- Gökyer, E. (2013). Understanding landscape structure using landscape metrics. *Advances in landscape architecture.*, InTech.
- Goodchild, M. F. (1996). *GIS and environmental modeling: progress and research issues*. John Wiley & Sons.
- Gould, K. A., & Lewis, T. L. (2016). *Green gentrification: Urban sustainability and the struggle for environmental justice*. Routledge.
- Grafius, D. R., Najihah, A., Nor, M., Corstanje, R., Harris, J. A., & Grafius, D. R. (2017). Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. *Heliyon*, (December 2016), e00325. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00325>
- Grimm, N., Grove, J., Pickett, S., & Redman, C. (2000). Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems . *BioScience*, *50*(7), 571–584.
- Haberl, H., Erb, K. H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., ... & Fischer-Kowalski, M. (2007). Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(31), 12942-12947.
- Habitat, U. N. (2016). *World cities report 2016. Urbanization and development. Emerging futures*. Nairobi: UN Habitat.
- Haila, Y. (2002). A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological applications*, *12*(2), 321-334.
- Henke, R., Povellato, A., & Vanni, F. (2014). Multifunctional Aspects of Italian Agriculture: Evidence from the Latest Census. *QA-Rivista dell'Associazione Rossi-Doria*, (1).
- Heynen, N., Kaika, M., & Swyngedouw, E. (2006). *Urban political ecology:*

politicizing the production of urban natures in Heynen, N., Kaika, M., & Swyngedouw, E. (2006). *In the Nature of Cities: Urban political ecology and the politics of urban metabolism* eds. *Urban Geography*, 28(2), 206-208.

Hobbs, R. J. (2005). Restoration ecology and landscape ecology. *Issues and perspectives in landscape ecology*, 217-229.

i Margenet, J. S. (2009). Aproximació a l'impacte ambiental del Pla Delta vers el delta del Llobregat. *Materials del Baix Llobregat*, (15), 31-37.

IERMB (2016) Papers 58, Megarregiones Y Desarrollo.

Imhoff, M. L., Bounoua, L., Ricketts, T., Loucks, C., Harriss, R., & Lawrence, W. T. (2004). Global patterns in human consumption of net primary production. *Nature*, 429(6994), 870.

Indovina, F. (2012). *Governare la città con l'urbanistica*. Maggioli.

INEA (2014) *Rapporto sullo stato dell'agricoltura*. Risorsa digitale

Insolera I., (2011) *Roma moderna*, Torino, Einaudi.

Jaeger, J. A. (2000). Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape ecology*, 15(2), 115-130.

Jongman, R. H., & Kamphorst, D. (2002). Ecological corridors in land use planning and development policies: national approaches for ecological corridors of countries implementing the Pan-European landscape and biological diversity strategy (No. 18-125). Council of Europe.

Jongman, R. H., Külvik, M., & Kristiansen, I. (2004). European ecological networks and greenways. *Landscape and urban planning*, 68(2-3), 305-319.

Jouve, A.M., Padilla, M., (2007) Mediterranean periurban agriculture facing multifunctionality: assuring towns both food and quality landscapes, *Cahiers Agricultures*, 16, 4, pp. 311-317.

Lausch, A., & Herzog, F. (2002). Applicability of landscape metrics for the

monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological indicators*, 2(1-2), 3-15.

Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R. U., Tischendorf, L., & Walz, U. (2015). Understanding and quantifying landscape structure - A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling*, 295, 31-41. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.018>

Leah Temper, Bene, D. del, & Alier, J. M.-. (2015). Mapping the frontiers and frontlines of global environmental justice: the EJAtlas. *Journal of Political Ecology*, 22(266642), 255-278.

Leah Temper, Bene, D. del, & Alier, J. M.-. (2015). Mapping the frontiers and frontlines of global environmental justice: the EJAtlas. *Journal of Political Ecology*, 22(266642), 255-278.

Leitão, A. B., & Ahern, J. (2002). Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and urban planning*, 59(2), 65-93.

Magdaleno, F. (2017). Aesthetic Vs. functional restoration of urban and peri-urban rivers: the Manzanares River in Madrid. *CSE-City Safety Energy*, (1), 48-59.

Magnaghi A. (2000). Il progetto locale. *Bollati Boringhieri, Torino*.

Magnaghi A. e Fanfani (2009) D., Patto città-campagna. Un progetto di bioregione urbana per la Toscana Centrale, Firenze, Alinea.

Magnaghi, A. (2011). Contratti di fiume e pianificazione: uno strumento innovativo per il governo del territorio. *Contratti di Fiume. Pianificazione strategica e partecipata dei bacini idrografici. Approcci, esperienze, casi studio*. Dario Flaccovio Editore, Palermo, 31-44.

Magnaghi, A. (2012). Pianificazione territoriale e servizi ecosistemici: Il progetto della bioregione urbana. *Le scienze del territorio: dagli spazi costruiti agli spazi aperti*.

Maiorano, L., Falcucci, A., Zimmermann, N. E., Psomas, A., Pottier, J., Baisero, D., ... & Boitani, L. (2011). The future of terrestrial mammals in the Mediterranean basin under climate change. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 366(1578), 2681-2692.

Marchetti M, Motta R, Pettenella D, Sallustio L, Vacchiano G (2018). Le foreste e il sistema foresta-legno in Italia: verso una nuova strategia per rispondere alle sfide interne e globali. *Forest@* 15: 41-50. – doi: 10.3832/efor2796- 015 [online 2018-05-03].

Marino, D., Gaglioppa, P., Schirpke, U., Guadagno, R., Marucci, A., Palmieri, M., ... & Gusmerotti, N. (2014). Assessment and governance of Ecosystem Services for improving management effectiveness of Natura 2000 sites. *Bio-based and Applied Economics*, 3(3), 229-247.

Marson, A. (Ed.). (2015). *Riprogettare i territori dell'urbanizzazione diffusa*. Quodlibet.

Martinez-Fernandez, C., Audirac, I., Fol, S., & Cunningham-Sabot, E. (2012). Shrinking cities: Urban challenges of globalization. *International Journal of Urban and Regional Research*, 36(2), 213-225.

Martinotti, G. (2008). The new social morphology of cities by, 4(16), 1–21.

Marull, J., Pino, J., Tello, E., & Cordobilla, M. J. (2010). Social metabolism, landscape change and land-use planning in the Barcelona Metropolitan Region. *Land Use Policy*, 27(2), 497-510.

Marull, J., Pino, J., Tello, E., & Mallarach, J. M. (2008). El tratamiento del territorio como sistema: criterios ecológicos y metodologías paramétricas de análisis. *Ciudad y Territorio: Estudios Territoriales*, (157), 439-453.

McGarigal, K. (2002). Landscape pattern metrics. *Encyclopedia of environmetrics*.

McGarigal, K., & Cushman, S. (2005). The gradient concept of landscape structure [Chapter 12]. In: *Wiens, John A.; Moss, Michael R., eds. Issues and Perspectives in Landscape Ecology*. Cambridge University Press. p. 112-119.

112-119.

McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p, 351.*

McHarg, I. L., & Mumford, L. (1969). Design with nature (pp. 7-17). New York: American Museum of Natural History.

McNeill, J. R., & Engelke, P. (2014). The Great Acceleration: An Environmental History of the Anthropocene since 1945. *Harvard University Press, 42(2)*, 382–383.

Mitchell, M. G., Suarez-Castro, A. F., Martinez-Harms, M., Maron, M., McAlpine, C., Gaston, K. J., ... & Rhodes, J. R. (2015). Reframing landscape fragmentation's effects on ecosystem services. *Trends in ecology & evolution, 30(4)*, 190-198.

Naveh, Z. (2000). What is holistic landscape ecology? A conceptual introduction. *Landscape and urban planning, 50(1-3)*, 7-26.

Naveh, Z. (2005). Epilogue: Toward a transdisciplinary science of ecological and cultural landscape restoration. *Restoration Ecology, 13(1)*, 228-234.

Nazzaro C., (2008) *Sviluppo rurale, multifunzionalità e diversificazione in agricoltura, Pubblicazioni Dipartimento Dades, Università degli studi del Sannio, Milano, FrancoAngeli.*

Nefs, M., Alves, S., Zasada, I., & Haase, D. (2013). Shrinking cities as retirement cities? Opportunities for shrinking cities as green living environments for older individuals. *Environment and Planning A, 45(6)*, 1455–1473. <https://doi.org/10.1068/a45302>

Nor, A. N. M., Corstanje, R., Harris, J. A., Grafius, D. R., & Siriwardena, G. M. (2017). Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. *Heliyon, 3(6)*, e00325.

Olson, D. M., & Dinerstein, E. (2002). The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical garden, 199*-224.

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., ... & Loucks, C. J. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, 51(11), 933-938.

Opdam, P., Steingröver, E., & Van Rooij, S. (2006). Ecological networks: a spatial concept for multi-actor planning of sustainable landscapes. *Landscape and urban planning*, 75(3), 322-332.

Opitz, I., Berges, R., Piorr, A., & Krikser, T. (2016). Contributing to food security in urban areas: Differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 341-358.

Orellana Valdez, D. (2014). Cambios en la valoración de la naturaleza en la Región Metropolitana de Barcelona. In *VI Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Bogotá, junio 2014*. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya.

Oswalt, P. (ed.) 2006. *Shrinking Cities*. Volume 1. International Research. Ostfildern-Ruit: Hatje Cantz Verlag

Pallagst, K. (Ed.), Wiechmann, T. (Ed.), Martínez-Fernández, C. (Ed.). (2014). *Shrinking Cities*. New York: Routledge.

Passaro, A., Francese, D., Diarc, A., & Federico, N. (2015). Rigenerazione urbana e Bioregionalismo, 249–257. <https://doi.org/10.13128/Techne-17522>

Peng, J., Tian, L., Liu, Y., Zhao, M., & Wu, J. (2017). Ecosystem services response to urbanization in metropolitan areas: Thresholds identification. *Science of the Total Environment*, 607, 706-714.

Perini, K. (2017). Madrid Río, Spain—Strategies and Techniques. *Urban Sustainability and River Restoration: Green and Blue Infrastructure*, 117-126.

Piccioni L., (1993) *I castelli Romani. Identità e rapporto con Roma dal 1870 a oggi*, Roma, Laterza,.

Pickett, S. T., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Zipperer, W. C., & Costanza, R. (2001). Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual review of ecology and systematics*, 32(1), 127-157.

Donadieu, P., (2006) Landscape Urbanism in Europe: From Brownfields to Sustainable Urban Development, *Journal of Landscape Architecture*, 1:2, 36-45, DOI: [10.1080/18626033.2006.9723371](https://doi.org/10.1080/18626033.2006.9723371)

Pileri, P. (2002). Interpretare l'ambiente. *Gli indicatori di sostenibilità per il governo del territorio*.

Pili S., Mavrakis A., Sateriano A., Serra P., Salvati L., (2017) Agricoltura metropolitana: dinamiche socio-demografiche, crescita urbana e relazione cibo-città nel mediterraneo, *Bollettino società geografica*, Serie XIII, Vol X, Fascicolo 1-2, Gennaio-Giugno 2017

Pili, S., Tombolini I., (2018) Mediterraneanità di un territorio urbano in trasformazione: il caso di Roma. In *Gli entroterra delle città di mare. Les arrière-pays des villes de mera* cura di Canepari, E., Marin, B., Salmieri, L., L'Harmattan Italia, ISBN:8878923516

Pinna, M. (1996). *Le variazioni del Clima. Dall'ultima grande glaciazione alle prospettive per il XXI secolo*. FrancoAngeli.

Poli D., Saragosa C., (2013) Bioregione urbana: Autosostenibilità, comunità locale, economie solidali, in *Planum. The Journal of Urbanism* ISSN 1723 - 0993 | no. 27, vol. II

Poli, D. (2014). Per una ridefinizione dello spazio pubblico nel territorio intermedio della bioregione urbana. In *La regola e il progetto* (pp. 43-67). Firenze University Press.

Porcel, S., Sarasa, S., & Navarro-Varas, L. (2015) la evolución de la estructura social y residencial de la barcelona postolímpica: ¿hacia una metrópolis más desigual y menos segregada?.

Rey Benayas, J. M., Espigares Pinilla, T., & Nicolau Ibarra, J. M. (2003). Restauración de ecosistemas mediterráneos. *Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares*.

Ricciardi, L., & Filippetti, A. (2000). L'erosione genetica di specie agrarie in ambito mediterraneo: rilevanza del problema e strategie d'intervento. *Cahiers Options Méditerranéennes*, 53, 191-223.

Rubino, A. (2009) La multifunzionalità dell'agricoltura : i parchi agricoli e gli orti urbani, in *Fiume per il territorio : indirizzi progettuali per il parco fluviale del Valdarno empoiese*. Strumenti per la didattica e la ricerca, Firenze, Firenze University Press

Rueda, S. (2011). El urbanismo ecológico. *Territorio, Urbanismo, Sostenibilidad, Paisaje, Diseño Urbano*, 1–34.

Ruiz, C. H., Vásquez, F. A., Aravena, H. R., & Garcia, G. A. (2009). Justicia socio-ambiental y sostenibilidad en el crecimiento de las ciudades medias de Chillán y Los Ángeles, Chile¹. *Las ciudades medias o intermedias en un mundo globalizado/As cidades médias ou intermédias em num mundo globalizado*, 389.

Salvati, L., & Carlucci, M. (2014). Urban Growth and Land-Use Structure in Two Mediterranean Regions: An Exploratory Spatial Data Analysis. *SAGE Open*, 4(4), 2158244014561199.

Salvati, L., Ferrara, A., Tombolini, I., Gemmiti, R., Colantoni, A., & Perini, L. (2015). Desperately seeking sustainability: urban shrinkage, land consumption and regional planning in a Mediterranean metropolitan area. *Sustainability*, 7(9), 11980-11997.

Salvati, L., Pili, S., Tombolini, I. (2016). Compattezza delle forme urbane. In: *ISPRA. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2016. Rapporti ISPRA, p. 64-66, ISBN: 978-88-448-0776-4

Salvati, L., Quatrini, V., Barbati, A., Tomao, A., Mavrakis, A., Serra, P., & Corona, P. (2016). Soil occupation efficiency and landscape conservation in

four Mediterranean urban regions. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, 419-427.

San Miguel (Coord.). 2006. *Manual para la gestión del hábitat el lince ibérico (Lynx pardinus Temminck) y de su presa principal, el conejo de monte (Oryctolagus cuniculus L.)*. Fundación CBD-Habitat. Madrid

San Vicente, M. G., & Lozano, P. J. (2008). Evidencias sobre la eficacia de los corredores ecológicos : ¿Solucionan la problemática de fragmentación de hábitats? *Observatorio Medioambiental*, 11(October), 171-183.

Sapena, M., & Ruiz, L. A. (2015). Analysis of urban development by means of multi-temporal fragmentation metrics from LULC data. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 40(7), 1411.

Sapena, M., & Ruiz, L. A. (2015). Descripción y cálculo de índices de fragmentación urbana: Herramienta IndiFrag. *Revista de teledetección: Revista de la Asociación Española de Teledetección*, (43), 77-90.

Sassen S. (2010), *Le città nell'economia globale*, il Mulino, Bologna

Soja, E. W., Di Blasi, A., & Farinelli, F. (2007). *Dopo la metropoli: per una critica della geografia urbana*. Pàtron editore.

Soja, E. W. (2008). *Postmetrópolis. Estudios críticos sobre las ciudades y las regiones*. Madrid.

Soja, E. (2015). Accentuate the regional. *International Journal of Urban and Regional Research*, 39(2), 372-381.

Sostenible, u. (2016) *Papers 58 Megarregiones y desarrollo*, IERMB, Barcellona.

Steiner, F. (2011). Landscape ecological urbanism: Origins and trajectories. *Landscape and Urban Planning*, 100(4), 333-337. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.01.020>

Syrbe, R. U., & Walz, U. (2012). Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological indicators*, 21, 80-88.

Szabó, S., Csorba, P., & Szilassi, P. (2012). Tools for landscape ecological planning—scale, and aggregation sensitivity of the contagion type landscape metric indices. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7(3), 127-136.

Thoren, R. (2007). The Landscape Urbanism Reader - Edited by Charles Waldheim. *Journal of Architectural Education*, 61(2), 70–71. <https://doi.org/10.1111/J.1531-314X.2007.00156.X>

Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones*, 136, 41–71. <https://doi.org/0185-3929>

Tomao, A., Carbone, F., Marchetti, M., Santopuoli, G., Angelaccio, C., & Agrimi, M. (2013). Boschi, alberi forestali, esternalità e servizi ecosistemici. *L'Italia Forestale e Montana*, 62(2), 57-73.

Toscano, N. (2014). Dal nodo alla rete dell'identità: uno scenario strategico per la Val d'Agri. In *Tra territorio e città* (pp. 77-91). Firenze University Press.

Troin, J. F. (1997). *Le metropoli del Mediterraneo: città di frontiera, città cerniera* (Vol. 10). Editoriale Jaca Book.

Turner, M. G., Neill, R. V. O., Gardner, R. H., & Milne, B. T. (1989). Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern, *Landscape Ecology*, vol. 3, 153–162.

Uuemaa, E., Mander, Ü., & Marja, R. (2013). Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators : A review. *Ecological Indicators*, 28, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.07.018>

Van de Kaa, D. J. (1987). Europe's second demographic transition. *Population bulletin*, 42(1), 1-59.

Vannetiello, D. (2009). Verso il progetto di territorio. *Luoghi, città, architetture, Aión, Firenze*.

Vettori, N. (2017). Il piano paesaggistico alla prova . I modelli della Toscana e della Puglia. <https://doi.org/10.7390/86381>

Waldheim, C. (2010). On Landscape, ecology and other modifiers to urbanism. *Topos, 7*(2).

Waldheim, C. (2015). Is landscape urbanism?. In *Is Landscape...?* (pp. 176-203). Routledge.

Waldheim, C., & Berger, A. (2008). Logistics landscape. *Landscape Journal, 27*(2), 219-246.

Weber, T., Sloan, A., & Wolf, J. (2006). Maryland's Green Infrastructure Assessment: Development of a comprehensive approach to land conservation. *Landscape and urban planning, 77*(1-2), 94-110.

Wiechmann, T., & Wolff, M. (2013, July). Urban shrinkage in a spatial perspective: Operationalization of shrinking cities in Europe, 1990–2010. In AESOP-ACSP Joint Congress (Vol. 1519).

Wiens, J. A., & Moss, M. R. (Eds.). (2005). *Issues and perspectives in landscape ecology*. Cambridge University Press.

Willemen, L., Veldkamp, A., Verburg, P. H., Hein, L., & Leemans, R. (2012). A multi-scale modelling approach for analysing landscape service dynamics. *Journal of Environmental Management, 100*, 86-95.

Wu, J. (2004). Effects of changing scale on landscape pattern analysis: scaling relations. *Landscape ecology, 19*(2), 125-138.

Wu, J., & Hobbs, R. (2002). Key issues and research priorities in landscape ecology: an idiosyncratic synthesis. *Landscape ecology, 17*(4), 355-365.