

# REPTES I OPORTUNITATS DE LA INFRAESTRUCTURA VERDA METROPOLITANA EN EL CONTEXT DE LA CRISI SOCIOECOLÒGICA ACTUAL

Les àrees metropolitanes estan introduint en el seu planejament un nou paradigma, adoptat per la Unió Europea en temps relativament recents (European Commission, 2010): que els seus espais oberts constitueixen, a més d'un conjunt d'hàbitats d'elevat valor natural, una infraestructura verda proveïdora de serveis ecosistèmics dels quals depèn tant la qualitat de vida de la ciutadania que habita l'espai construït com la possibilitat de desenvolupar una economia més circular i sostenible que l'actual. Aquest canvi de paradigma es considera essencial perquè les metròpolis puguin desplegar el rol que els pertoca en els Objectius de Desenvolupament Sostenible proposats en l'Agenda 2030 de les Nacions Unides i assumits pels governs espanyol i català.

Tanmateix, el debat que s'ha dut a terme per concretar aquest nou enfocament de la interdependència entre l'espai construït i l'espai obert també ha posat de manifest la necessitat de conèixer i avaluar les interaccions que es donen —o que es podrien donar— entre aquests espais (van Vliet, 2019). Entomar aquest repte requereix una altra mirada sobre els sistemes socioambientals metropolitanos, que n'identifiqui el paper en el funcionament del territori i en permeti quantificar els fluxos de matèria i energia que es mouen en ambdues direccions. Això permetrà comprendre com aquest bescanvi configura una determinada biodiversitat i unes determinades estructures d'usos del sòl que s'expressen en paisatges que han de proveir d'uns serveis ecosistèmics vitals per a la sostenibilitat de les metròpolis i l'adaptació al canvi global.

El 55,3% de la població mundial (4.220 milions de persones) habitava en àrees urbanes en acabar la primera dècada del segle XXI, i es calcula que un 60,4% de la població mundial (5.167 milions de persones) habitarà en una ciutat d'almenys 500.000 habitants cap al 2030 (United Nations, 2019). Aquest creixement urbà comportarà un important increment de la demanda d'energia, aliments i materials, i una expansió de l'espai construït, aproximadament d'1,2 milions de km<sup>2</sup> en tot el món (Seto et al., 2012). També suposarà una degradació i fragmentació del territori molt considerable, comportant una greu pèrdua d'hàbitats i d'espècies, i comprometent la funcionalitat dels ecosistemes i la seva capacitat per proveir de serveis ecosistèmics la societat (Riley et al., 2003; McDonald et al., 2013; Liu et al., 2016).

Aquest escenari de creixement urbà comporta grans reptes per a la sostenibilitat de les metròpolis, especialment en relació amb la mitigació i adaptació al canvi climàtic (Demuzere et al., 2014), la disponibilitat i qualitat de l'aigua, la provisió d'aliments i altres recursos naturals, o la gestió de residus (Chen, 2007; Satterthwaite et al., 2010). Reptes que transcendeixen els límits urbans i involucren entorns periurbans i rurals. Per aquesta raó, una de les preguntes que cal fer-se és com planificar el desenvolupament d'aquests territoris altament antropitzats, compaginant el creixement poblacional amb les seves demandes metabòliques, la conservació dels ecosistemes i la protecció de la biodiversitat, posant el focus en el benestar humà. Resulta evident que per planificar les metròpolis és fonamental una perspectiva socioecològica (Pickett et al., 2011) i un tractament del territori com a sistema (Marull et al., 2021).

Això implica la consideració d'una miriada d'interaccions entre diverses perspectives, com ara l'ecològica, l'econòmica, la social, la cultural o la tecnològica, que incloguin els elements clau al llarg del gradient urbà-rural. Una aproximació per abordar aquest repte són les solucions basades en la natura (Cohen-Shacham et al., 2016; Maes i Jacobs, 2017), i particularment les relacionades amb la implementació d'una 'infraestructura verda' metropolitana. Tot i que aquest és un concepte força ampli en la seva definició i aplicació (per exemple, podem parlar d'infraestructura verda com una eina estructural dels paisatges, però també com un marc estratègic per a la planificació territorial), es troba relativament consolidat i actualment és el focus d'importants debats sobre la sostenibilitat de les metròpolis (Chatzimentor et al., 2020).

La infraestructura verda es defineix com una xarxa d'àrees naturals i seminaturals que ha estat estratègicament planificada i administrada amb l'objectiu de «donar suport a les espècies natives, mantenir els processos ecològics naturals, sostenir els recursos d'aire i aigua, i contribuir a la salut i la qualitat de vida de les comunitats i les persones» (Benedict i McMahon, 2002). Aquesta xarxa pot estar constituïda per espais oberts molt diversos, en zones rurals i urbanes, tant terrestres com d'aigua dolça, costaneres i marines. Inclouen des de parcs i reserves naturals fins a vies verdes i servituds de conservació, terres agrícoles i altres elements creats per l'ésser humà, com ara ecoductes o carrils bici (Naumann et al., 2011). En

aquest sentit, el concepte de 'multifuncionalitat' de la infraestructura verda és fonamental, ja que està directament associat a la capacitat que té aquesta xarxa i els seus components de proveir la societat d'importants serveis ecosistèmics que sovint no tenen substituïts (Hansen i Pauleit, 2014; Tzoulas et al., 2007), promovent la cohesió social i el funcionament dels ecosistemes (Salomaa et al., 2017).

Tot i que el concepte d'infraestructura verda s'està aplicant cada cop més a nivell internacional, els seus principals avenços en matèria d'implementació en diferents àrees i regions metropolitanes s'han produït principalment al Nord Global, i especialment a Europa, on ha aconseguit consolidar-se com un element essencial de les principals estratègies per afrontar el canvi climàtic (EU Adaptation Strategy) i la pèrdua de biodiversitat (EU Biodiversity Strategy 2030). Per exemple, aquesta darrera estratègia cerca la consolidació d'una xarxa transeuropea d'espais oberts, basada en l'enfortiment de l'actual Xarxa Natura 2000, restaurant i connectant millor els ecosistemes dels diversos territoris, millorant la connectivitat ecològica i la provisió de serveis ecosistèmics (European Commission, 2021).

Des de la Directiva Hàbitats (article 10) s'instà els Estats membres de la UE a millorar la coherència ecològica de la xarxa Natura 2000. En particular, per a Espanya, l'article 46 de la Llei 42/2007, del Patrimoni Natural i la Biodiversitat, emplaça les comunitats autònomes a «fomentar, en el marc de les seves polítiques mediambientals i d'ordenació territorial, la conservació de corredors ecològics i la gestió d'aquells elements del paisatge i àrees territorials que resulten essencials o tenen primordial importància per a la migració, la distribució geogràfica i l'intercanvi genètic entre poblacions d'espècies de fauna i flora silvestres». Per al cas de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, l'alta fragmentació dels espais oberts, l'homogeneïtzació del paisatge i els efectes sobre el canvi climàtic, entre altres impactes derivats de les activitats urbanes i industrials, són les principals amenaces per a la sostenibilitat d'aquest territori i el principal desafiament per a una infraestructura verda funcional. És per això que des de la planificació territorial (com ara el Pla Director Urbanístic metropolità, en curs d'elaboració) es treballa per desenvolupar eines que guiaran les normatives necessàries, a escales supramunicipals i locals, per assolir els objectius de millora de la connectivitat ecològica, naturalitzar el territori, potenciar els valors de la matriu biofísica i millorar l'eficiència del metabolisme urbà, minimitzant els impactes ambientals tot potenciant els valors, funcions i serveis de la infraestructura verda (Àrea Metropolitana de Barcelona, 2020).

Tanmateix, malgrat aquest marc estratègic i el seu suport politicolegislatiu, encara existeixen reptes importants per a la correcta i efectiva implementació territorial de la infraestructura verda a l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Sense anar més lluny, actualment (2021) està en debat l'ampliació de l'aeroport del Prat, que podria ocasionar impactes irreversibles en les escasses zones humides que encara resten a la metròpoli, essencials per a la regulació del sistema hídric deltaic i la biodiversitat que acull. I no fa tant de temps (2012), es van arribar a considerar macroprojectes

d'oci i joc, com ara Eurovegas, que haurien afectat greument el Parc Agrari del Baix Llobregat (unes 800 hectàrees), essencial per a la provisió d'aliments i el funcionament ecopaisatgístic d'un territori amb tantes pressions urbanístiques i infraestructurals com el metropolità de Barcelona. Serveixen aquests dos exemples per constatar la fragilitat de la infraestructura verda metropolitana davant d'inversions econòmiques amb gran capacitat transformadora del territori, i, per tant, per mostrar també la necessitat de consolidar, tan aviat com sigui possible, una infraestructura verda que permeti afrontar els importants reptes socioecològics actuals i futurs. Algunes de les preguntes que cal fer-se es refereixen justament a com s'hauria de fer aquesta implementació territorial de la infraestructura verda metropolitana, a escala local però també supramunicipal, i com avaluar-ne la funcionalitat des d'un punt de vista sistèmic, així com la seva capacitat de proveir serveis ecosistèmics a la societat (Slätmo et al., 2019; Chatzimentor et al., 2020). L'encara àmplia —i en ocasions difusa— definició d'infraestructura verda, a la pràctica no ha permès que convergeixin les visions dels diversos actors territorials per arribar a consensos entre model econòmic, benestar social, conservació de la biodiversitat i planejament urbanístic, posem per cas.

Per entomar aquests reptes, l'any 2018 es va posar en marxa el Laboratori Metropolità d'Ecologia i Territori de Barcelona (LET). El LET es constitueix per mitjà d'un acord entre l'Àrea Metropolitana de Barcelona, l'Institut d'Estudis Regionals i Metropolitanos de Barcelona i el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF). El LET es proposa quatre objectius fonamentals: completar i actualitzar les bases de dades i la informació cartogràfica sobre les variables biofísiques més significatives a la metròpoli de Barcelona, d'acord amb les administracions implicades, perquè puguin ser utilitzades en la planificació sostenible del territori; fer un seguiment de les dimensions clau (eficiència metabòlica, conservació de la biodiversitat, funcionament del paisatge, serveis ecosistèmics, canvi climàtic i cohesió social) i les eines de planificació (infraestructura verda, agricultura periurbana, etc.) del territori metropolità; impulsar la recerca aplicada per generar coneixement sobre el sistema socioecològic metropolità i identificar elements crítics/estratègics per al planejament i la gestió del territori; i elaborar eines innovadores per a la transferència d'informació i la participació ciutadana. L'objectiu d'aquest monogràfic de *Papers 64*, coordinat pel LET, és d'identificar els reptes i les oportunitats que ofereix actualment la implementació del concepte d'infraestructura verda metropolitana.

Com es veurà al llarg del monogràfic, són diverses les aproximacions a l'estudi de la infraestructura verda. Això es reflecteix en el prolífic desenvolupament de mètodes i reflexions al voltant d'aquest concepte, però també es presenta com un gran desafiament a l'hora d'incorporar-lo en polítiques públiques efectives, així com per assegurar-ne la monitorització i assolir els objectius traçats al voltant de la conservació de la biodiversitat, la mitigació del canvi climàtic i la protecció dels ecosistemes. Hi trobarem articles amb recerques aplicades a problemàtiques reals de la infraestructura verda en diferents àrees metropolitanes, en les quals es presenten diverses aproximaci-

ons per comprendre i superar reptes com ara la pèrdua de l'heterogeneïtat i funcionalitat dels paisatges metropolitanos i els impactes que això comporta sobre la biodiversitat i la prestació de serveis ecosistèmics. Sobresurten marcs conceptuals com el metabolisme social, l'ecologia del paisatge i la teoria de sistemes, integrats a través d'eines com ara Sistemes d'Informació Geogràfica, Anàlisis Socioecològiques Integrades i Sistemes de Suport a la Decisió, amb un gran potencial com a instruments de planificació territorial. Així mateix, és transversal a les contribucions d'aquest monogràfic el diàleg amb polítiques públiques relacionades amb la planificació de la infraestructura verda.

A més del present article introductori, el monogràfic presenta 17 articles escrits per autors experts en diferents àrees de coneixement, des de les ciències ambientals, la biologia i l'ecologia, passant per l'arquitectura, l'urbanisme i la geografia, fins a l'economia, la sociologia i la història, oferint un ampli ventall d'aproximacions, tant conceptuals com metodològiques, així com aplicacions de la infraestructura verda en diverses metròpolis d'arreu del món. El monogràfic consta de tres parts: la primera té com a objectiu introduir el concepte d'infraestructura verda i la seva evolució des de l'experiència a la metròpoli de Barcelona; la segona aborda la importància de la infraestructura verda en el manteniment de les funcions i serveis socioecològics, també a la metròpoli de Barcelona; i la tercera compta amb diverses visions i aplicacions de la infraestructura verda en cinc àrees metropolitanes de diverses parts del món: Nova York (EUA), Concepció (Xile), Cali (Colòmbia), Qazvin (Iran) i Oslo (Noruega).

Els articles d'aquest monogràfic posen en evidència la forta relació entre l'espai obert i l'espai construït, però també la necessitat d'afrontar cinc grans reptes i oportunitats a l'hora de comprendre i, per tant, gestionar i planificar el sistema metropolità, que podríem resumir en els conceptes següents: *xarxes multifuncionals*: cal passar de ciutat a xarxa de ciutats (p.e., incorporant la infraestructura verda com una xarxa ecològica estructuradora del territori); *sistemes complexos*: cal passar d'ecologia urbana a ecologia metropolitana (p.e., considerant l'agricultura periurbana com a nexa aigua-energia-aliments-societat); *sistemes dissipatius*: cal passar de metabolisme urbà a anàlisi socioecològica integrada (p.e., mitjançant un model metaboolico-territorial que avalui els cicles d'energia-usos del sòl i les emissions que se'n deriven); *anàlisi multiescalar*: cal passar d'escala urbana a regió metropolitana (p.e., en el funcionament del cicle de l'aigua o el manteniment de paisatges agraris en mosaic); *anàlisi multidimensional*: cal passar de polítiques sectorials a polítiques transversals (p.e., incorporant un planejament sistèmic en l'avaluació estratègica de plans i programes).

En síntesi, cal introduir en el planejament urbanístic i territorial el nou paradigma esmentat a l'inici d'aquest article: la necessitat d'una infraestructura verda multifuncional que permeti proveir d'un seguit de serveis ecosistèmics essencials dels quals depèn tant la qualitat de vida dels ciutadans com la possibilitat de desenvolupar una economia més circular i sostenible, tot mitgant i adaptant-se al canvi global. Aquest canvi de paradigma és imprescindible perquè les ciu-

tats puguin desplegar els Objectius de Desenvolupament Sostenible, però requereix nous criteris i mètodes innovadors per al planejament de les ciutats en relació amb les seves metròpolis, a més de voluntat política.

## Referències

ÀREA METROPOLITANA DE BARCELONA (2020). «Avanç del Pla Director Urbanístic Metropolità», en: *Quaderns PDU metropolità*. Barcelona.

BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. (2002). «Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21 Century». *Renewable Resources Journal*, 20, 12-18.

CHATZIMENTOR, A.; APOSTOLOPOULOU, E.; MAZARIS, A. D. (2020). «A review of green infrastructure research in Europe: Challenges and opportunities». *Landscape and Urban Planning*, 198(March 2019), 103775. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103775>

CHEN, J. (2007). «Rapid urbanization in China: A real challenge to soil protection and food security». *CATENA*, 69(1):1-15. <https://doi.org/10.1016/J.CATENA.2006.04.019>

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. (2016). «Nature-based solutions to address global societal challenges», en: *Nature-based solutions to address global societal challenges*. Gland, Switzerland: IUCN. xiii + 97 pp.

DEMUZERE, M.; ORRU, K.; HEIDRICH, O.; OLAZABAL, E.; GENELETTI, D.; ORRU, H.; BHAVE, A. G.; MITTAL, N.; FELIÚ, E.; FAEHNLE, M. (2014). «Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure». *Journal of Environmental Management*, 146:107-115.

EUROPEAN COMMISSION (2010). *Green Infrastructure. Summary report, nature and environment, leaflet no. KH-32-10-314-EN-C*

EUROPEAN COMMISSION (2021). *EU Biodiversity Strategy for 2030*. European Union.

HANSEN, R.; PAULEIT, S. (2014). «From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for Urban Areas». *Ambio*, 43(4):516-529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>

LIU, Z.; HE, C.; WU, J. (2016). «The relationship between habitat loss and fragmentation during urbanization: an empirical evaluation from 16 world cities». *PLoS One*, 11(4), e0154613

MAES, J.; JACOBS, S. (2017). «Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development». *Conservation Letters*, 10(1):121-124. <https://doi.org/10.1111/conl.12216>

MARULL, J.; PADRÓ, R.; CIRERA, J.; GIOCOLI, A.; PONS, M.; TELLO, E. (2021). «A socioecological integrated analysis of the Barcelona metropolitan agricultural landscapes». *Ecosystem Services*, 51, 101350. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101350>

- MCDONALD, R. I.; MARCOTULLIO, P. J.; GÜNERALP, B. (2013). *Urbanization and Global Trends in Biodiversity and Ecosystem Services*. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-7088-1\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-7088-1_3)
- NAUMANN, S.; RAYMENT, M.; NOLAN, P.; FOREST, T. M.; GILL, S.; INFRASTRUCTURE, G.; FOREST, M. (2011). *Design, implementation and cost elements of Green Infrastructure projects. Final Report*. 070307
- PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L.; GROVE, J. M.; BOONE, C. G.; GROFFMAN, P. M.; IRWIN, E.; KAUSHAL, S. S.; MARSHALL, V.; MCGRATH, B. P.; NILON, C. H.; POUYAT, R. V.; SZLAVECZ, K.; TROY, A.; WARREN, P. (2011). «Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress». *Journal of Environmental Management*, 92(3):331-362. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.08.022>
- RILEY, S. P. D.; SAUVAJOT, R. M.; FULLER, T. K.; YORK, E. C.; KAMRADT, D. A.; BROMLEY, C.; WAYNE, R. K. (2003). «Effects of urbanization and habitat fragmentation on bobcats and coyotes in southern California». *Conservation Biology*, 17(2):566-576.
- SALOMAA, A.; PALONIEMI, R.; KOTIAHO, J. S.; KETTUNEN, M.; APOSTOLOPOULOU, E.; CENT, J. (2017). «Can green infrastructure help to conserve biodiversity?». *Environment and Planning C: Government and Policy*, 35(2):265-288. <https://doi.org/10.1177/0263774X16649363>
- SATTERTHWAITE, D.; MCGRANAHAN, G.; TACOLI, C. (2010). «Urbanization and its implications for food and farming». *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365:2809-2820. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0136>
- SETO, K. C.; GÜNERALP, B.; HUTYRA, L. R. (2012). «Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools». *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(40):16083-16088. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- SLÄTMO, E.; NILSSON, K.; TURUNEN, E. (2019). «Implementing green infrastructure in spatial planning in Europe». *Land*, 8(4). <https://doi.org/10.3390/land8040062>
- TZOULAS, K.; KORPELA, K.; VENN, S.; YLI-PELKONEN, V.; KAŻMIERCZAK, A.; NIEMELA, J.; JAMES, P. (2007). «Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review». *Landscape and Urban Planning*, 81(3):167-178. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.02.001>
- UNITED NATIONS (2019). «World population prospects 2019», in: *Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019*. (Issue 141). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>
- VAN VLIET, J. (2019). «Direct and indirect loss of natural area from urban expansion». *Nature Sustainability*, 2:755-763. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41893-019-0340-0>