

Projecte 6.1.1

# ***Gap analysis* sobre la informació disponible i necessària per al desplegament del model conceptual del LET**

**Laboratori Metropolità  
d'Ecologia i Territori de Barcelona**



20/12/2018

Direcció i execució de l'informe:

Laboratori Metropolità d'Ecologia i Territori de Barcelona

# Índex

	Pàgina
1. Introducció.....	5
2. Formulació conceptual.....	6
3. Metodologia.....	7
4. Resultats.....	8
4.1 Patrons generals.....	8
4.2 Eficiència metabòlica.....	10
4.3 Conservació de la biodiversitat.....	11
4.4 Funcionament del paisatge.....	13
4.5 Canvi global.....	15
4.6 Serveis ecosistèmics.....	16
4.7 Cohesió social.....	17
5. Conclusions.....	18
5.1 Necessitat d'actualització i millora de la informació en les dimensions de conservació de la biodiversitat i serveis ecosistèmics.....	18
5.2 Necessitat de reforçar models de les dimensions de funcionament del paisatge, canvi global, eficiència metabòlica i cohesió social.....	19
5.3 Necessitat d'un sistema integrat d'indicadors socio-ecològics dels espais oberts metropolitans.....	20
6. Referències.....	21
Annex I. Informació disponible de les diferents dimensions del model, amb les seves dades bàsiques i una valoració experta de la seva qualitat.....	23
A1. Eficiència metabòlica.....	23
B1. Conservació de la biodiversitat.....	25
C1. Funcionament del paisatge.....	30
D1. Canvi global.....	32
E1. Serveis ecosistèmics.....	37
F1. Cohesió social.....	46



# 1. Introducció

L'Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona (IERMB), el Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF) i l'Àrea Metropolitana de Barcelona (AMB) i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) estan desenvolupant el Laboratori Metropolità d'Ecologia i Territori de Barcelona (LET), que vol aprofundir en l'anàlisi dels territoris metropolitans des d'un punt de vista funcional. En particular, l'AMB està introduint en el seu planejament la noció fonamental de que els espais oberts constitueixen una infraestructura verda proveïdora de tot un seguit de serveis ecosistèmics dels quals en depèn tant la qualitat de vida de la gent que habita l'espai construït, com el desenvolupament d'una economia més circular i sostenible que l'actual. D'altra banda, la conservació de la biodiversitat està superant el paradigma clàssic basat en la preservació dels valors més singulars, per a acostar-se a una valoració del paper d'aquesta en el manteniment de les funcions ecològiques bàsiques i la provisió de serveis ecosistèmics a la població (vegeu Basnou et al. 2014; Basnou et al. 2018).

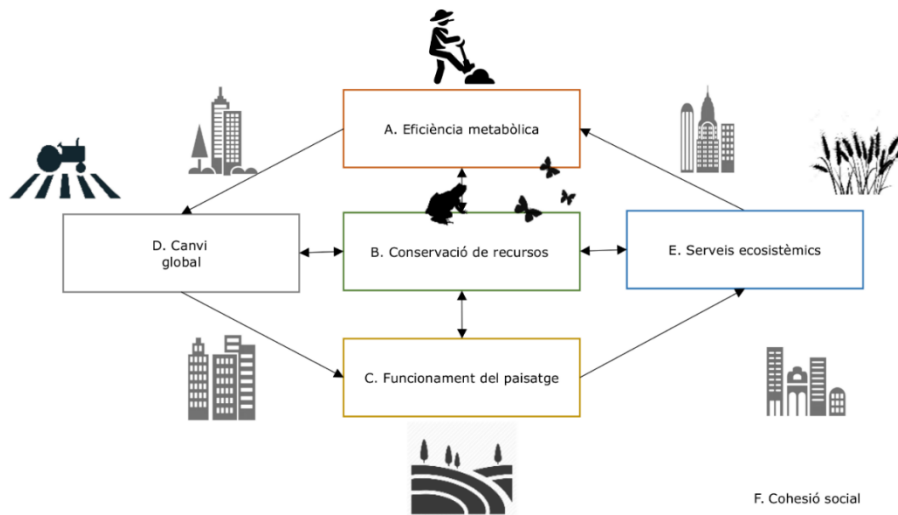
La ordenació del territori metropolità fa temps que es recolza en el marc conceptual i metodològic proposat per l'ecologia del paisatge (vegeu, per exemple Forman 2004). Aquesta permet identificar els patrons dels usos del sòl i una certa aproximació als processos ecològics associats, així com a la seva relació amb el manteniment de la biodiversitat i els serveis ecosistèmics. Tanmateix, sovint manca incorporar la perspectiva de com l'activitat humana, més enllà de pertorbar els ecosistemes, permet l'existència de processos que poden ser beneficiosos des d'un punt de vista de sistema metropolità (proveïment d'aliments, generació de llocs de treball, reducció del risc d'incendis, reducció de la petjada energètica global, etc.).

Per tal de concretar aquest nou enfocament simultani i interdependent dels espais oberts i construïts del territori metropolità caldrà desenvolupar nous conceptes, eines innovadores i bases de dades encara no disponibles. En primer lloc, cal, tanmateix, identificar la informació disponible i els buits més rellevants. Aquesta és la tasca que s'ha volgut dur a terme amb el present *gap analysis*.

## 2. Formulació conceptual

Basat en Cardinale et al. (2012), proposem un marc conceptual que aborda els diversos elements del sistema metropolità des del punt de vista energètic, ecològic i de provisió de serveis a la població (Marull et al., 2018a). L'objectiu d'aquest enfoc conceptual és aprofundir en les diverses dimensions en que els sistemes d'espais oberts contribueixen en el conjunt del sistema metropolità. Això vol dir no només identificar quins són els serveis ecosistèmics que s'estableixen en la direcció naturalesa – societat sinó tot el conjunt d'interaccions entre aquests dos elements que permeten a la vegada el manteniment dels processos ecològics i la provisió de béns i serveis útils per a la societat, partint dels principis establerts entre l'economia ecològica i l'ecologia del paisatge (Georgescu-Roegen 1971; Giampietro 1997; Brookfield and Stocking 1999; Perfecto and Vandermeer 2010).

Dins d'aquest esquema, identifiquem un seguit de dimensions que són: a) l'eficiència metabòlica en la gestió dels espais agraris que exerceixen les activitats humanes derivada dels inputs i outputs de matèria i energia entre les diverses unitats del paisatge; b) la conservació dels valors naturals i de la biodiversitat en general com a element estructural fruit de la interacció entre el funcionament del paisatge i el metabolisme social; c) el funcionament del paisatge des d'una perspectiva dels patrons i processos que tenen lloc en la matriu territorial; d) els rol que els diversos components de la infraestructura verda tenen en el canvi global, és a dir, les externalitats que generen els espais oberts en el propi i en altres territoris; e) la provisió de serveis ecosistèmics a la població i f) quina és la contribució d'aquests espais en la cohesió social, entenent-ho des d'una perspectiva de l'anàlisi de les relacions socials que s'hi estableixen.



**Figura 1.** Esquema conceptual de la contribució dels espais oberts en el sistema socioecològic metropolitana amb els seus diversos components o eixos. Font: Marull et al. (2018a) a partir de Cardinale et al. (2012).

### 3. Metodologia

La recopilació dels indicadors de les diverses dimensions del model conceptual s'ha dut a terme a través de la consulta de totes les fonts disponibles, prioritant aquelles que tenen una expressió cartogràfica. S'ha partit d'una primera identificació dels diversos tipus d'estudis -inèdits i publicats-, revisions bibliogràfiques i recerques científiques centrada inicialment en la l'àrea metropolitana i la província de Barcelona, que s'ha complementat posteriorment amb una cerca exhaustiva de nous treballs de cartografia a nivell de Catalunya. Les consultes s'han fet a través d'entrevistes amb els diversos experts en el tema i a partir de revisions bibliogràfiques prèvies en les múltiples dimensions. Amb tots els estudis rellevants identificats a nivell metropolitana i català s'ha procedit a detectar els serveis amb indicadors suficientment complets i els que presenten mancances.

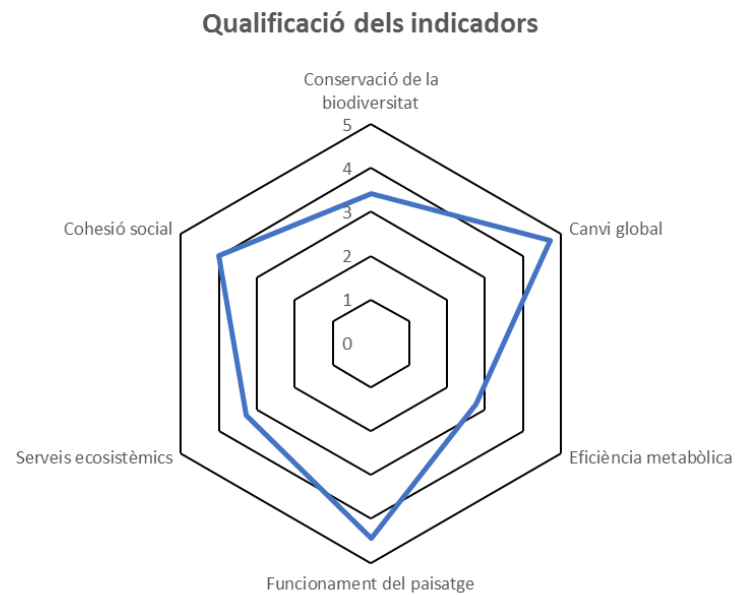
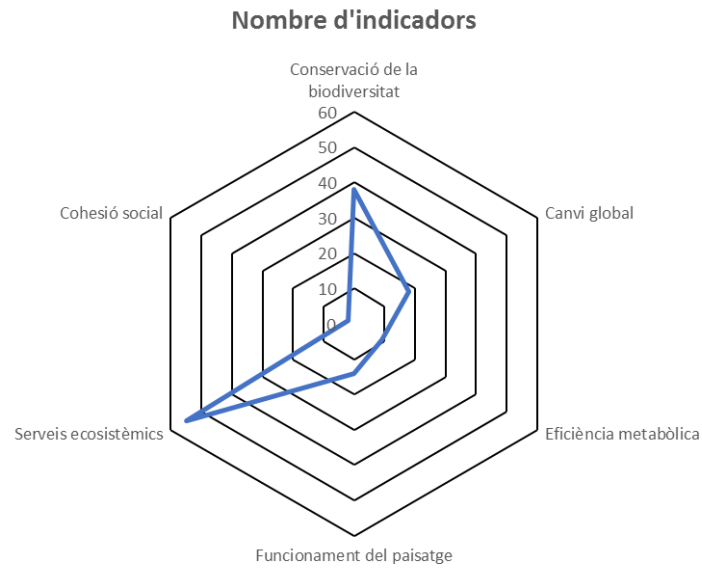
Per a cadascun dels indicadors s'han recollit dades rellevants per a determinar la qualitat de la informació associada, com ara l'àmbit territorial cobert, la resolució espacial, la data de recopilació de la informació, etc. (vegeu les taules de l'annex). A partir d'aquestes dades s'ha assignat a cada indicador un valor de qualitat entre 1 i 5, segons la resolució espacial, la cobertura territorial, les mancances i la utilitat de l'indicador resultant. També s'ha considerat rellevant la quantificació biofísica, la inclusió de tots els factors rellevants i la robustesa estadística de l'indicador.

## 4. Resultats

### 4.1. Patrons generals

Els resultats de l'anàlisi posen de manifest la gran heterogeneïtat d'informació entre dimensions, tant pel que fa a la quantitat d'indicadors disponibles com a la seva qualitat (Fig. 2). De les dimensions estudiades, la conservació de la biodiversitat i la provisió de serveis ecosistèmics són les que concentren la major part dels indicadors. Això és degut en primer lloc a l'enfoc tradicional de la conservació, centrada durant dècades en els valors naturals del territori (vegeu Marull et al. 2005; 2007) i, en segon lloc, a l'eclosió d'una visió força més antropocèntrica i utilitarista (vegeu Basnou et al. 2015), centrada en la provisió de béns i serveis a la població. D'altra banda, aquesta concentració d'indicadors en aquestes dues dimensions és també el resultat de projectes específics, que han posat força recursos per a la recerca i posada a punt d'informació específica per aquestes dues dimensions. Cal esmentar en particular el SITxell i el PSAMB, sota els quals es van desenvolupar bona part dels indicadors de biodiversitat i de serveis ecosistèmics recollits, i que han servit de pauta per al desenvolupament d'indicadors semblants, més actualitzats o per a àmbits territorials més grans, en iniciatives com el PDU. A més a més, els enfocaments tradicionals i utilitaristes de la conservació són els que han desenvolupat un major nombre d'indicadors territorialitzats, fonamentals per tal de poder realitzar propostes en l'anàlisi de polítiques que tinguin un resultat diferencial al llarg de la matriu territorial. És per això que la major part dels indicadors corresponents a les altres dimensions no acostumen a disposar d'informació territorialitzada per sota de l'escala municipal (i sovint ni autonòmica).





**Figura 2.** Nombre d'indicadors (a dalt) i qualitat mitjana (a baix) dels mateixos per cadascun dels eixos del model conceptual sobre el qual es recolza el LET

En contrapartida, les dimensions més associades al funcionament socio-ecològic del territori (eficiència metabòlica, funcionament del paisatge) i aquelles que descriuen les pressions sobre aquest o d'altres (canvi global, i fins i tot cohesió social) no recullen ni una tercera part (43 indicadors, 31.6%) del total d'indicadors. El coneixement d'aquest funcionament socio-ecològic i dels factors de canvi associats al mateix és, per tant, força més sumari. Val a dir, però, que alguns

dels indicadors recollits en les plataformes abans esmentades intenten recollir aquestes dimensions. Respecte la dimensió de la contribució dels espais oberts a la cohesió social, si bé aquest és un aspecte en el que un gran nombre d'organismes hi treballen a nivell urbà o de límits administratius, no s'han identificat en la recerca bibliogràfica feta indicadors específics sobre aquesta contribució a nivell territorial.

Un segon punt general a destacar fa referència a la qualitat dels indicadors. Tot i no ser baixa, aquesta no és òptima per a bona part dels mateixos i, precisament, en aquelles dimensions que compten amb més dades (conservació de la biodiversitat i serveis ecosistèmics). Això és degut a la poca actualització i a l'escassa resolució de bona part de les dades, especialment d'aquelles relacionades amb les cobertes del sòl i amb els diversos components de la biodiversitat. En efecte, bona part dels indicadors de canvi global, de funcionament del paisatge i de serveis ecosistèmics es basen en els mapes de cobertes del sòl del CREAM (MCVSC, [www.cream.uab.es/mcsc](http://www.cream.uab.es/mcsc)), i sovint empen la darrera (2009) o fins i tot la penúltima (2005) edició disponible per a tot Catalunya. Alguns dels darrers indicadors desenvolupats en el marc del PDU ja incorporen, tanmateix, l'edició de 2015 disponible per a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i àmbit adjacent. La major part de la informació relativa a la biodiversitat va ser posada a punt en el marc del SITxell durant la primera dècada del present segle i mostra, per tant, una certa desactualització tret d'alguns grups com les papallones i els ocells que són objecte d'un seguiment continuat (en plataformes com el SOCC o el CBMS i, des d'aquest any, l'uBMS). En molts casos, a més, la informació s'obté a escales territorials poc precises (2x2 km<sup>2</sup> o fins i tot 5x5 km<sup>2</sup>) o a partir d'un conjunt de mostres (transsectes fixos) insuficients per a una anàlisi fina a escala metropolitana.

Seguidament es detallen els resultats de l'anàlisi per a cada dimensió en particular.

#### **4.2. Eficiència metabòlica**

En un context de preocupació sobre la pressió creixent, absoluta i relativa, que s'exerceix als estocs de recursos naturals (tant renovables com no renovables), cada vegada pren més rellevància l'anàlisi de les relacions entre la quantitat de producte obtingut i la quantitat d'inputs utilitzats. Aquesta dimensió doncs, pretén avaluar quina és l'eficiència en l'ús dels recursos existents, és a dir, dels recursos que es destinen al medi per tal que aquest proveeixi de les funcions i serveis ecosistèmics, i permetre identificar potencials millores en el metabolisme dels espais oberts, així com quina és la fracció de recursos que permeten el manteniment o millora dels processos ecològics ecosistèmics necessaris per al bon desenvolupament de l'activitat agrària

(agrícola, silvícola i ramadera). Com es recull a la taula corresponent de l'Annex, bona part les dades considerades en la dimensió d'eficiència metabòlica no són territorialitzables més enllà de l'escala municipal. A més, una part important d'aquestes variables corresponen a estadístiques disponibles via web (IDESCAT, INE), que en molts casos són incompletes degut al paper residual de l'activitat agrària en alguns municipis o bé degut a limitacions d'accés a les mateixes per tal de garantir el secret estadístic. Això fa que, en alguns casos, l'evolució anual que s'hi observa sigui poc coherent (com és el cas d'alguns rendiments de conreu a escala comarcal). En d'altres (HANPP), les dades cartogràfiques només són disponibles a una resolució encara més poc precisa (10x10 km<sup>2</sup>) i es basen en informació cartogràfica relativament poc actualitzada (com el MCSC de 2009).

L'anàlisi metabòlica dels sistemes agraris ha fet grans desenvolupaments com a disciplina, sobretot en els darrers anys, incrementant de forma rellevant la seva capacitat explicativa de les dinàmiques agràries en relació a l'eficiència en l'ús dels recursos, principalment a través de les metodologies MEFA (*Material and Energy Flow Analysis*). El repte continua essent doncs el de disposar d'informació que es pugui territorialitzar amb un grau de confiança elevat. En aquest sentit, l'actualització anual que realitza el Servei d'Informació Geogràfica de Parcel·les Agrícoles (SIGPAC) podria suposar una base de dades de partida per tal de disposar d'informació específica. Tanmateix, això requeriria una anàlisi detallada, en col·laboració amb la institució responsable d'aquest servei (el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació), que hauria de ser una tasca important a realitzar en aquest àmbit per garantir avançar en la qualitat i credibilitat de la informació disponible.

### **4.3. Conservació de la biodiversitat**

Com ja s'ha apuntat abans, la informació sobre la biodiversitat d'aquest territori és dispersa i, sovint, poc precisa i actualitzada malgrat l'elevat nombre d'indicadors cartogràfics disponibles. Així, bona part de la informació data d'inicis de la dècada del 2000, recollida en plataformes com el SITxell o en l'únic treball específic disponible per a l'AMB (Pino & Basnou 2013). En aquest treball es constata que l'estat de coneixement és força desigual tant per territoris com per als diversos components de la biodiversitat, cosa que pot comportar biaixos en les anàlisis que se'n poden derivar. El treball també destaca la lògica concentració de dades als espais naturals protegits, tot i que fins i tot en aquests també es detecta una manca general d'informació cartogràfica detallada i recent, que és la realment necessària per una anàlisi robusta. La resta del

territori compta amb dades molt generals, en la majoria de casos pensades per a la divulgació dels valors naturals entre el públic. D'altra banda, algunes àrees naturals i seminaturals no incloses als principals espais naturals protegits del territori (els parcs i reserves naturals i els anomenats Parcs de la Diputació de Barcelona) no compten amb informació rellevant sobre la seva biodiversitat: en són exemples la plana del Vallès i determinats sectors de la serralada Litoral (Ordal), i també les valls baixes del Llobregat i el Besòs.

Les dades cartogràfiques més detallades i actualitzades es concentren en determinats grups d'organismes molt emblemàtics i que compten amb molts afeccionats, com ara els ocells. Els hàbitats compten també amb cartografia recent i detallada per a l'AMB, degut en part a les necessitats d'aplicació de les directives de conservació europees (Directiva Habitats, xarxa Natura 2000, etc.). Curiosament, altres grups emblemàtics com ara la resta de vertebrats compten amb molt poques dades. Per exemple, grups clau de les xarxes tròfiques mediterrànies, com ara les plantes vasculares, els rosegadors o els artròpodes, compten amb informació molt reduïda i fragmentada, limitada als elements més conspicus (ropalòcers) o interessants per a la conservació (plantes i comunitats vegetals d'interès).

El present recull també constata l'auge de l'anomenada ciència ciutadana i el seu paper clau en l'obtenció de dades de biodiversitat en temps recents. En efecte, plataformes com el SOCC ([www.ornitologia.org](http://www.ornitologia.org)), el CBMS ([www.catalanbms.org](http://www.catalanbms.org)), Ornitho ([www.ornitho.cat](http://www.ornitho.cat)) o EXOCAT ([exocat.creaf.cat](http://exocat.creaf.cat)) lideren actualment l'obtenció de dades en diversos grups de biodiversitat, relativament populars entre el gran públic com és ara les papallones diürnes, els ocells, altres vertebrats o les espècies exòtiques. Amb tot, la potència d'aquestes iniciatives és limitada, no només per l'evident concentració de les dades a grups molt concrets, sinó també pel fet que compten amb una resolució espacial insuficient per a una anàlisi fina a escala metropolitana. Així, l'Àrea Metropolitana de Barcelona compta només amb uns 6 transectes del SOCC i uns 15 del CBMS. Altres iniciatives, com Ornitho i el visor de fauna dels parcs de l'AMB ([amb.ico-apps.org/viewer/amb](http://amb.ico-apps.org/viewer/amb)) proporcionen dades molt menys sistemàtiques i, per tant, menys útils per a una anàlisi robusta.

Uns darrers indicadors particularment interessants per l'enfocament conceptual del model, són els desenvolupats de forma transdisciplinària que avaluen la interacció entre els patrons i processos del paisatge i el metabolisme entre societat i naturalesa existent en el mateix. Es tracta de models basats en la hipòtesi de la perturbació intermèdia que mesuren la relació entre l'estructura funcional del paisatge i els motius de distribució dels fluxos metabòlics que circulen en aquest a través de les activitats agràries (forestals, ramaderes, agrícoles). Aquests models

s'apliquen a dues escales diferents: l'IDC (Intermediate Disturbance Complexity; Marull et al., 2018b) per a l'escala regional; i l'ELIA (Energy Landscape Integrated Analysis; Marull et al., 2016) per a l'escala de paisatge. La relació entre aquests indicadors i la diversitat de determinats taxons de biodiversitat ha estat confirmat estadísticament a escala regional per a l'IDC (en el mateix estudi). Per al cas de l'ELIA també s'ha trobat una relació estadística entre valors elevats d'aquest indicador i diversitat d'aus i papallones (Marull et al., inèdit).

Una altra conclusió important és que bona part d'aquesta informació es troba dispersa en plataformes diverses i amb poca coherència entre elles, cosa que dificulta la seva utilització conjunta. Aquesta situació, també extrapolable a bona part de la resta de dimensions, és especialment punyent en aquest cas atès que la posada a punt d'un repositori de dades comú - per a totes les observacions i seguiments o estudis de la biodiversitat- està previst dins l'Estratègia de Patrimoni Natural i Biodiversitat aprovada pel Govern de la Generalitat de Catalunya el 2018.

#### **4.4. Funcionament del paisatge**

L'anàlisi dels indicadors disponibles posa de manifest una tendència general en aquest àmbit: sovint, els processos associats al funcionament del paisatge són inferits a partir d'indicadors més relacionats amb els patrons del mateix. En el fons, això posa de manifest la dificultat de produir indicadors de processos.

Es considera, a més, que la informació sobre el funcionament del paisatge és força incompleta. La majoria d'indicadors fan referència a l'estructura del paisatge i, dins d'aquesta, hi predominen les mètriques de composició (ex. percentatge de les diverses cobertes del sòl) o derivades (ex. diversitat de cobertes). Aquesta informació es deriva de la gran profusió de mapes de cobertes existents al territori: hom disposa de diverses edicions del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (1993, 2000, 2005 i 2009 i 2015), i també del Mapa de Cobertes del Sòl de la Província de Barcelona del 1956. A més, existeix el Mapa d'Usos i Cobertes del Sòl de Catalunya per a diversos anys (1987, 1992, 1997, 2002, 2007 i 2012). Amb tot, bona part dels indicadors disponibles es basen en dades de 2009 o fins i tot de 2005, per la qual cosa cal fer un esforç d'actualització important. És el cas, per exemple, dels indicadors de paisatge calculats per cel·les de 2x2 km<sup>2</sup> per a la província de Barcelona, a partir del MCSC 2005, en l'àmbit del SITxell (Pino & Rodà 2005). Aquesta actualització s'està fent, en bona part, per a l'AMB en el marc de la col·laboració entre el LET i el PDU).

Amb tot, cal esmentar el cas de la connectivitat ecològica. Aquesta es considera un atribut funcional especialment rellevant, que ha estat objecte d'una atenció especial a Catalunya (Mallarach & Germain 2006). Així, s'han desenvolupat dos indicadors cartogràfics especialment detallats i basats en diverses edicions del MCSC (2005 i 2009 per a Catalunya i 2015 per a l'AMB) i en informació cartogràfica complementària (ex. xarxa de vies de comunicació, passos de fauna, etc.). Aquests índexs són l'Índex de Connectivitat Ecològica (ICE; BR-IERMB) i l'Índex de Connectivitat Terrestre (ICT; DTES-CREAF-Minuarta), que aporten visions complementàries sobre aquest procés, altrament difícil de parametritzar. L'ICE va ser el primer índex que va aplicar una visió quantitativa de la connectivitat al conjunt de Catalunya, i es basa en un model de distància de costos de desplaçament que relaciona una sèrie d'àrees ecològiques funcionals que es pretenen connectar, a través d'una superfície d'impedància que, al seu torn, es calcula aplicant criteris d'afinitat entre hàbitats i d'efecte de les barreres antropogèniques (Marull & Mallarach 2005). L'ICT, en canvi, que no considera la lògica de clapes discretes d'hàbitat en el paisatge (*patch-based approach*) proposada per Forman (1995) i seguida per l'ICE, sinó que avalua la connectivitat de forma contínua, tant dins d'una determinada tessel·la d'hàbitat com entre les mateixes, i afegint també l'efecte de les tessel·les d'altres hàbitats segons la seva afinitat (Basnou et al. 2014). Ambdós índexs han estat millorats recentment per a l'AMB, fent servir la cartografia de les cobertes del sòl més recent i afegint informació detallada i recent de les infraestructures de transport que creuen aquest territori.

Cal esmentar també l'existència d'indicadors complexos, que incorporen elements del funcionament del paisatge però també de la seva estructura. És el cas d'índexs com l'IAT (Índex d'Aptitud Territorial; Marull et al. 2007), l'IEE (Índex d'Estructura Ecopaisatgística; Marull et al. 2007) i el Le (Landscape Ecology Index; Marull et al. 2018).

Finalment, cal destacar que bona part d'aquests indicadors són disponibles de forma compartimentada per al territori, ja que la major part de capes recullen els seus valors mitjans per a unitats territorials de mida relativament gran (2x2 km<sup>2</sup> en el cas dels indicadors del SITxell, i 10x10 km<sup>2</sup> en altres casos; vegeu Marull et al. 2018). Només els models de connectivitat mostren una resolució més elevada (píxels de 10-25 m). En definitiva, cal desenvolupar models més actualitzats i precisos d'aquests indicadors de funcionament (i d'estructura) del paisatge, basats en anàlisi contínua del territori mitjançant metodologies com la dels *moving windows*. Això és especialment necessari per a indicadors clau com ara la diversitat de cobertes, la fragmentació, o l'abundància d'ecotons.

#### 4.5. Canvi global

L'anàlisi posa de manifest que la majoria dels indicadors disponibles corresponen a anàlisis retrospectives, centrades en el canvi més o menys recent de les cobertes del sòl (des de 1956 o 1987, segons la sèrie de mapes) i de les variables climàtiques (a partir de models obtinguts de les sèries meteorològiques). En canvi, les anàlisis prospectives són molt rares, atès que només són mínimament consistents pel que fa a les variables climàtiques. Així, hom compta amb una modelització climàtica dels diversos escenaris socioeconòmics formulats pel panell intergovernamental del canvi climàtic (IPCC; [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)). Aquestes anàlisis són, tanmateix, poc precises atès que cobreixen tota la península Ibèrica amb una resolució espacial d'1x1 km<sup>2</sup>). Els patrons resultants observats a escala metropolitana amb aquests models són poc clars (Pino & Basnou 2014).

També es constata la poca diversitat de components del canvi global que cobreixen els indicadors disponibles. Com ja s'ha comentat abans, la major part d'aquests indicadors corresponen a canvis més o menys recents en les cobertes del sòl (i processos relacionats com les pressions sobre la biodiversitat que se'n deriven) i a canvis en les principals variables climàtiques. Hom compta també amb alguns indicadors relacionats amb canvis en la configuració i el funcionament del paisatge, com ara l'increment de la fragmentació dels hàbitats i la pèrdua de connectivitat ecològica. La resta de components (risc d'incendi, risc d'invasió per espècies exòtiques, increment de la pressió humana i de la pressió ramadera) compten amb pocs indicadors, sovint poc actualitzats i amb una resolució espacial poc òptima. També manca cartografia sobre contaminació atmosfèrica, de l'aigua i dels sòls. Pel que fa a la contaminació atmosfèrica, l'Àrea Metropolitana de Barcelona disposa d'una xarxa d'estacions de seguiment, i s'han obtingut alguns mapes de contaminants, que s'usen per al càlcul del servei ecosistèmic de regulació de la qualitat de l'aire. En canvi, la contaminació de l'aigua i dels sòls estan molt menys estudiades.

Par altra banda s'observa també la manca d'informació relativa a les accions de mitigació d'adaptació al canvi global. En aquest sentit entenem que disposar d'informació sobre estoc total de carboni, balanços de carboni (per identificar la capacitat de segrest del mateix), de gasos d'efecte hivernacle i d'ús d'aigua en els espais oberts són tasques a desenvolupar de forma prioritària per tal d'avançar en l'àmbit del potencial de mitigació i adaptació a la principal pressió en termes de canvi global com és el canvi climàtic. Pel què fa a l'estoc de carboni al sòl hi ha accessibles dos mapes principals: el de carboni orgànic del sòl en boscos, matollars i prats (Doblas-Miranda et al., 2013) i el de carboni orgànic als 30 primers cm de sòls agrícoles. Unificar

les dues bases de dades per tal d'obtenir un primer mapa seria un pas de cara a poder establir models conjunts de dinàmica del espais oberts en termes tant de carboni com d'emissions de gasos d'efecte hivernacle.

Finalment, un dels objectius d'aquesta dimensió és cobrir no tant sols les externalitats generades al propi territori per les activitats (o inactivitats) agràries o l'activitat econòmica en el seu conjunt (contaminació local, risc d'invasions, canvis d'usos del sòl), sinó també incloure el paper que juguen aquests espais oberts en el metabolisme global. Aquesta és una dimensió que ha estat molt poc treballada i que implicaria tenir en compte quina és la petjada ecològica que s'exerceix en altres territoris. Un cas paradigmàtic serien els gasos d'efecte hivernacle, ja tractats en l'anterior paràgraf, però també ho seria la superfície virtual (així com l'aigua virtual o els nutrients) que s'estan important de territoris externs (per exemple, per al manteniment de la ramaderia). Considerar també aquest subdimensió és fonamental per evitar processos d'expulsió de la insostenibilitat cap a territoris externs quan es prenen decisions per millorar l'estat ecològic del propi territori, un procés que s'ha donat de forma sistemàtica en els països desenvolupats (Clark and Foster 2009). Tanmateix, és un repte fer operativa aquesta dimensió permetent-ne la territorialització d'aquests processos, que caldrà ser afrontat dins del marc del desenvolupament metodològic del model conceptual.

#### **4.6. Serveis ecosistèmics**

L'eix dels serveis ecosistèmics és, de llarg, el més complet pel que fa a quantitat, varietat i qualitat dels indicadors disponibles. Tanmateix, convé destacar que en molts casos es tracta de versions millorades o actualitzades amb cartografia més recent, o simplement ampliades a àmbits territorials més grans. Per altra banda, la cartografia de serveis ecosistèmics és força completa en alguns aspectes i per a algunes cobertes en el conjunt de l'AMB, però no per a totes. Els serveis de regulació han estat els més habitualment calculats, mentre que els d'aprovisionament no han estat tan desenvolupats. A més a més, hi ha un biaix cap a la cartografia de serveis de les cobertes arbrades, cosa que en part és deguda a que aquestes cobertes proporcionen molts serveis i de l'altra a un cert biaix ideològic.

La regulació de la qualitat de l'aire, la pol·linització, la connectivitat ecològica o els estocs (i increment) de carboni són indicadors força ben desenvolupats. No obstant, el càlcul de la regulació hídrica presenta mancances degudes a informació poc detallada de la hidrogeologia.



Caldrà veure en aquest sentit si els treballs que s'estan desenvolupant en el Pla Director del Cicle de l'Aigua o el Pla Director d'Aigües Pluvials permeten millorar aquestes informacions. L'aprovisionament de biomassa està ben desenvolupat, mentre que l'aprovisionament d'aliments és poc complet, i l'aprovisionament d'aigua de moment està limitat als boscos. També hi ha disponibles uns pocs indicadors de serveis culturals basats en diferents aspectes, i caldria valorar quins podrien ser de més utilitat. En tot cas, els indicadors culturals i de lleure disponibles són molt limitats encara, a causa de les dificultats òbvies per a desenvolupar-los i la incertesa metodològica i conceptual entorn a què s'ha d'avaluar d'aquests serveis, que inclouen qüestions ambigües com ara el valor espiritual, cultural i recreatiu.

#### **4.7. Cohesió social**

Ara per ara aquesta és una dimensió de la que no es disposa d'informació més enllà de la quantitat de llocs de treball generats en els espais oberts (específicament destinats a l'activitat agrària del sector primari). Es tracta doncs d'una dimensió a desenvolupar donada la seva rellevància i interès de cara a fer una avaluació integrada de la contribució dels espais oberts al sistema metropolità. Probablement, caldrà establir col·laboracions amb els organismes que treballen amb indicadors de cohesió social a altres escales per a compartir amb el LET les dades i els indicadors que produeixen.

L'objectiu d'incorporar aquesta dimensió és fer un salt conceptual important en els vectors considerats clau en el paper que aquestes cobertes agràries tenen, o podrien tenir, en el conjunt del sistema metropolità. Per tal de transcendir una visió estrictament conservacionista i avançar en una comprensió de la seva funcionalitat, considerem prioritari tenir en compte com aquests espais, en la interacció entre societat i naturalesa, no només proveeixen de serveis ecosistèmics de regulació, suport, aprovisionament o culturals (espirituals, de pertinença o de lleure). També poden jugar un paper rellevant en la generació de llocs de treball o en la creació de cadenes de valor de circuit curt que garanteixin una major estabilitat econòmica, ecològica i social de l'activitat agrària, influïnt també en la mitigació de les desigualtats socials al llarg de la cadena de valor agrària. De fet, aquesta és una dimensió important a considerar en una transició cap a uns espais agraris més actius i/o agroecològics. Elaborar doncs indicadors territorialitzats fiables sobre quina contribució poden fer els diferents elements de la infraestructura verda en la cohesió social global, és una necessitat i un repte a mig termini pel laboratori.

## 5. Conclusions

Seguidament es detallen de forma breu les principals conclusions extretes de l'anàlisi de les diverses dimensions. Aquestes es divideixen en tres línies de treball prioritàries: una corresponent a aquelles dimensions que ja han estat afrontades de forma específica a nivell de cartografia i que disposen d'una selecció àmplia d'indicadors però que necessiten millores; una altra per a aquelles dimensions per a les que molts enfocaments conceptuals són més incipients o exploratoris o bé el nombre d'indicadors és menor; i una darrera conclusió al voltant de la necessitat d'un sistema d'indicadors socio-ecològics integrats.

### 5.1. Necessitat d'actualització i millora de la informació en les dimensions de conservació de la biodiversitat i serveis ecosistèmics

Una de les conclusions més repetides al llarg de l'anàlisi és que la informació en la que es basen els diversos indicadors desplegats és relativament antiga i de qualitat mitjana-baixa. La situació és especialment dolenta pel que fa a molts indicadors de biodiversitat, basats en informació molt genèrica (per exemple valors mitjans per tipus d'hàbitat), desactualitzada (bona part de les dades van ser recollides a la dècada del 2000-2010) i a una resolució relativament baixa (fins i tot per UTM de 2x2 o de 10x10 km). Els projectes de ciència ciutadana que recullen dades de manera sistemàtica (ex. el SOCC, el CBMS i més recentment l'uBMS) o més ocasional (ex. Ornitho, o els diversos projectes de Natusfera) no permeten, ara per ara, una cobertura adequada del conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona. Per tot plegat cal que les administracions liderin una nova prospecció de la biodiversitat del territori, sistemàtica i estesa als diversos components, tal com va coordinar el SITxell pel conjunt de la província de Barcelona a mitjans de la dècada del 2000.

Una situació relativament millor és la corresponent als indicadors de canvi de cobertes del sòl i dels serveis ecosistèmics aportat per cada tipus de coberta o hàbitat. Les dades són relativament recents (els darrers mapes d'hàbitats i de cobertes daten respectivament del 2013 i el 2015) i a una resolució espacial molt acceptable. D'altres, com les dades LIDAR utilitzades en la modelització dels estocs i el segrest de Carboni, són menys òptimes (existeix un sòl vol LIDAR de qualitat, limitat a l'àmbit estricte de l'AMB), i la situació és encara menys adequada pel que fa a les dades d'emissions de contaminants o de propietats del sòl que haurien de permetre una bona modelització de la regulació de la qualitat de l'aigua o dels recursos hídrics, per exemple. el cas

dels mapes de cobertes o de les dades LIDAR que suporten bona part dels indicadors de canvi d'usos o de serveis ecosistèmics informació que suporta.

## **5.2. Necessitat de reforçar models de les dimensions de funcionament del paisatge, canvi global, eficiència metabòlica i cohesió social**

Tal com posen de manifest els gràfics de la Fig. 2, la necessitat d'actualitzar i millorar la informació de base és especialment punyent en aquells eixos que aborden aspectes més relacionats amb el funcionament socioecològic del territori metropolità i els seus canvis (funcionament del paisatge, eficiència metabòlica, canvi global, i cohesió social). En aquests casos, a més, cal un esforç conceptual addicional per tal de desenvolupar indicadors més adequats. Bona part dels indicadors actuals fan referència a patrons socioambientals, i no als processos subjacents que són la informació que precisem per a una correcta gestió del territori com a sistema.

El cas dels indicadors del paisatge és especialment il·lustratiu d'aquesta problemàtica, a la qual se li suma el fet que la informació disponible és relativament grollera -calculada per paisatges de 2x2 o de 10x10 km<sup>2</sup>, i, en alguns casos força desactualitzada (amb dades cartogràfiques de fa més de 10 anys, en el cas de la informació del SITxell).

Pel que fa a l'apartat de canvi global, ja s'ha comentat que fins ara l'esforç s'ha posat en l'anàlisi retrospectiva dels canvis (a partir de dades històriques de clima o de cobertes del sòl, principalment) i manquen models prospectius dels principals factors de canvi (aquests models es limiten al canvi climàtic, i mostren una resolució espacial poc adequada).

Caldria també, en relació a les dimensions i indicadors que fan referència a l'activitat agrària (forestal, ramader i agrícola) com a tal (eficiència metabòlica, petjada sobre la resta de territoris o serveis d'aprovisionament de l'agricultura així com la regulació dels cicles de nutrients o de l'aigua o la cohesió social), d'establir una estratègia més detallada d'anàlisi de la informació que es recull per part dels serveis de l'administració per tal de veure si es poden obtenir indicadors amb capacitat de ser territorialitzats de forma més robusta.

### **5.3. Necessitat d'un sistema integrat d'indicadors socio-ecològics dels espais oberts metropolitans**

Una darrera conclusió important és que bona part d'aquesta informació es troba dispersa en plataformes diverses i amb poca coherència entre elles, cosa que dificulta la seva utilització conjunta. Un dels objectius del LET ha de ser, per tant, servir de punt de referència per a la localització i accés a la informació sobre els sistemes socioeciològics metropolitans.

D'altra banda, no existeixen metodologies comunes que permetin l'avaluació integrada i la modelització prospectiva de la contribució que els espais oberts tenen dins del sistema metropolità sobre una mateixa base cartogràfica. Una part d'aquests indicadors tenen el potencial de ser integrats metodològicament en un procés de modelització socio-ecològica sistèmica (incloent-hi aspectes d'ecologia del paisatge, de la conservació o dels fluxos circulants). Això permetria recollir de forma el màxim d'actualitzada possible, i amb capacitat prospectiva, l'estat d'aquesta contribució dels espais oberts metropolitans. Precisament, aquesta interacció entre els fluxos metabòlics i el funcionament del paisatge conforma l'estructura vertebral del model conceptual (figura 1, dimensions A i C) de les quals depenen els serveis ecosistèmics que proveeixen els espais oberts, la conservació de la biodiversitat i la contribució de la infraestructura verda al canvi global.

Per tant, per tal d'assolir aquest objectiu de disposar d'un model socio-ecològic capaç d'analitzar escenaris i fer estudis prospectius, es requereix un procés iteratiu de modelització, partint dels vectors fonamentals de les transformacions (estructura de la matriu territorial i fluxos principals entre societat i natura en el marc de la infraestructura verda) i incorporant-hi progressivament les variables i indicadors que n'estiguin interrelacionats. Aquesta és la motivació principal de la generació d'un marc conceptual i metodològic bàsic de com els espais oberts participen al conjunt del sistema metropolità, fent ús de metodologies multicriteri.

## 6. Referències

- Basnou, Corina, Sara Maestre-Andrés, Francesc Baró, Johannes Langemeyer, and Joan Pino. 2018. "Definició, Caracterització i Difusió de la Infraestructura Verda de la província de Barcelona en el Marc del Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures (SITxell)". Resum executiu. Informe inèdit, Diputació de Barcelona
- Basnou, Corina, Jordi Vayreda and Joan Pino. 2014. "Serveis ecosistèmics de la infraestructura verda de l'Àrea Metropolitana de Barcelona: primera diagnosi". Àrea metropolitana de Barcelona (AMB); [www.amb.cat/web/medi-ambient/actualitat/publicacions/detall/-/publicacio/serveis-ecosistemics-de-la-infraestructura-verda-de-l-area-metropolitana/1605483/11818](http://www.amb.cat/web/medi-ambient/actualitat/publicacions/detall/-/publicacio/serveis-ecosistemics-de-la-infraestructura-verda-de-l-area-metropolitana/1605483/11818)
- Basnou, Corina, Joan Pino, and Jaume Terradas. 2015. Ecosystem services provided by green infrastructure in the urban environment. CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources 10(0004). DOI:10.1079/PAVSNNR201510004
- Brookfield, Harold, and Michael Stocking. 1999. "Agrodiversity: Definition, Description and Design." *Global Environmental Change* 9 (2): 77–80. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(99\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(99)00004-7).
- Cardinale, Bradley J., J. Emmett Duffy, Andrew Gonzalez, David U. Hooper, Charles Perrings, Patrick Venail, Anita Narwani, et al. 2012. "Biodiversity Loss and Its Impact on Humanity." *Nature* 486 (7401): 59–67. <https://doi.org/10.1038/nature11148>.
- Clark, Brett, and John Bellamy Foster. 2009. "Ecological Imperialism and the Global Metabolic Rift Unequal Exchange and the Guano/Nitrates Trade." *International Journal of Comparative Sociology* 50 (3–4): 311–34. <https://doi.org/10.1177/0020715209105144>.
- Doblas-Miranda, E., P. Rovira, L. Brotons, J. Martínez-Vilalta, J. Retana, M. Pla, and J. Vayreda. 2013. "Soil Carbon Stocks and Their Variability across the Forests, Shrublands and Grasslands of Peninsular Spain." *Biogeosciences* 10 (12): 8353–61. <https://doi.org/10.5194/bg-10-8353-2013>.
- Forman, RTT. 1995. "Some General Principles of Landscape and Regional Ecology." *Landscape Ecology* 10 (3): 133–42.
- Forman, RTT. 2004. *Mosaico territorial para la región metropolitana de Barcelona*. Gustavo Gili, Barcelona.
- Georgescu-Roegen, Nicholas. 1971. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Giampietro, Mario. 1997. "Socioeconomic Constraints to Farming with Biodiversity." *Agriculture, Ecosystems and Environment* 63 (2–3): 145–67. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(97\)00014-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(97)00014-5).
- Mallarach, Josep Maria, and Josep Germain. 2006. "Bases per a les directrius de connectivitat ecològica de Catalunya". Departament de Medi Ambient i Habitatge. Generalitat de Catalunya.
- Marull, J., Mallarach, J.M. 2005. "A GIS Methodology for Assessing Ecological Connectivity: Application to the Barcelona Metropolitan Area." *Landscape and Urban Planning* 71 (2–4): 243–62. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.03.007>.
- Marull, J., Pino, J., Carreras, J., Ferré, A., Cordobilla, M.J., Llinás, J., Rodà, F., Carrillo, E., Ninot, J.M. 2005. Primera proposta d'Índex de Valor del Patrimoni Natural de Catalunya (IVPN), una eina cartogràfica per a l'avaluació ambiental estratègica. *Butlletí de la ICHN* 72: 115-138.
- Marull, J., Pino, J., Mallarach, J.M., Cordobilla, M.J. 2007. "A Land Suitability Index for Strategic Environmental Assessment in Metropolitan Areas." *Landscape and Urban Planning* 81 (3): 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.11.005>.

- Marull, J., Font, C., Padró, R., Tello, E., Panazzolo, A. 2016. "Energy–Landscape Integrated Analysis: A Proposal for Measuring Complexity in Internal Agroecosystem Processes (Barcelona Metropolitan Region, 1860–2000)." *Ecological Indicators* 66: 30–46. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>.
- Marull, J., Tello, E., Bagaria, G., Font, X., Cattaneo, C., Pino, J. 2018a. "Exploring the Links between Social Metabolism and Biodiversity Distribution across Landscape Gradients: A Regional-Scale Contribution to the Land-Sharing versus Land-Sparing Debate." *Science of the Total Environment* 619–620. Elsevier B.V.: 1272–85.
- Marull, J., Cattaneo, C., Tello, E. 2018b. Transició socioecològica de l'agricultura metropolitana. Factors estratègics per al planejament territorial. *Anuari Metropolità de Barcelona 2017*, 239–280. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.196>.
- Perfecto, I., Vandermeer, J.. 2010. "The Agroecological Matrix as Alternative to the Land-Sparing/Agriculture Intensification Model." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107 (13): 5786–91. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>.
- Pino, Joan, and Corina Basnou. 2013. "Diagnosi de l'estat de conservació de la biodiversitat a l'àrea metropolitana de Barcelona". Barcelona Regional i Àrea Metropolitana de Barcelona. <https://issuu.com/ambcomunicacio/docs/biodiversitat>
- Pino, Joan, and Corina Basnou. 2014. "Anàlisi de les pressions sobre la biodiversitat a l'Àrea Metropolitana de Barcelona i de les seves tendències futures". Barcelona Regional i Àrea Metropolitana de Barcelona. <http://www3.amb.cat/repositori/PSAMB/Estudis/An%C3%A0lisi%20de%20les%20pressions%20sobre%20la%20biodiversitat%20a%20l%E2%80%99AMB%20i%20de%20les%20seves%20tend%C3%A8ncies%20futures.pdf>
- Pino, Joan, and Ferran Rodà. 2005. "Sistema d'Informació Territorial de la Xarxa d'Espais Lliures de la província de Barcelona (SITxell). Classificació dels paisatges II: combinació de la geomorfologia i de l'estructura del paisatge vegetal considerant diversos mètodes i escales". Informe inèdit, Diputació de Barcelona.

## Annex I. Informació disponible de les diferents dimensions del model, amb les seves dades bàsiques i una valoració experta de la seva qualitat

A. Eficiència metabòlica							
Indicador	Valor	Font	Cobertura territorial	Resolució espacial	Detalls	Mancances	Referència
Ús d'aigua en les explotacions agrícoles	2	Encuesta de distribución de agua a las explotaciones agrícolas por comunidad autónoma (MAGRAMA)	Espanya	Comunitat Autònoma	Informació molt general i poc desagregada	El DARPA disposa d'informació detallada a nivell de Comunitats de Regants que caldria adaptar	<a href="http://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t26/p067/p03/serie/10/&amp;file=02003.px&amp;L=0">http://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t26/p067/p03/serie/10/&amp;file=02003.px&amp;L=0</a>
Ús de fitosanitaris en l'agricultura	2	Estadística quinquenal de utilització de productos fitosanitarios en agricultura (MAPAMA)	Espanya	Estatal	Informació de consum de fitosanitaris per a determinats cultius (blat, ordi, hortalissa, olivera, cítrics i vinya)	Es tracta d'una estadística quinquenal, poc actualitzada i es troba a escala estatal.	<a href="https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fitosanitarios.aspx">https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fitosanitarios.aspx</a>
Ús de fertilitzants en l'agricultura	3	Estadística mensual de fertilizantes (MAGRAMA)	Espanya	Comunitat Autònoma	Informació molt detallada per tipus de fertilitzant però només a nivell agregat, sense distingir entre cultius i a nivell de Comunitat autònoma	Aquestes dades no permeten una territorialització dels fluxos però són adequades per a estimar quins són els principals fertilitzants dels que s'està fent ús en cada moment	<a href="https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fertilizantes.aspx">https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fertilizantes.aspx</a>
Ús de maquinària agrícola	3	Dades de maquinària	Catalunya	Municipal	-	Dades no actualitzades, que	<a href="http://www.idescat.cat/pub/?id=censaq&amp;n=152">http://www.idescat.cat/pub/?id=censaq&amp;n=152</a>

		propietat exclusiva de l' explotació (IDESCAT)				s'han d'adaptar amb les inscripcions mensuals de cada tipologia de maquinària i no contempla les baixes.	
	3	Utilització de maquinària que no és propietat exclusiva de l' explotació (IDESCAT)	Catalunya	Municipal	-	Dades no actualitzades, que s'han d'adaptar amb les inscripcions mensuals de cada tipologia i no contempla les baixes.	<a href="https://www.idescat.cat/pub/?id=expagr&amp;n=7963">https://www.idescat.cat/pub/?id=expagr&amp;n=7963</a>
Ús de pinsos externs a l' explotació	3	Balances de gestión de cereales (MAPAMA)	Espanya	Estatal	Dona informació de quina part de cereals s'importa, s'exporta i es destina per a diferents tipologies de consum.	La informació és a nivell Estatal, el que dificulta la seva interpretació per a balanços d'escala municipal.	<a href="https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/cereales/balances-de-gestion-de-cereales/">https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/cereales/balances-de-gestion-de-cereales/</a>
	3	Dades de comerç internacional de productes (DATACOMEX)	Unió Europea	Estatal	Informació sobre tot tipus de comerç internacional, en pes i per a un grau de detall elevat.	No distingeix les importacions per a consum humà de les de pinso	<a href="http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx">http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx</a>
Eficiència energètica dels agroecosistemes	3	Cens 2009 IDESCAT, MAGRAMA, MCSC 2009 IERMB	Regió metropolitana de Barcelona	Municipal 1x1 km <sup>2</sup>	Avaluació detallada dels cicles metabòlics dels agroecosistemes metropolitans	Informació territorialitzada, amb estimacions fetes a partir d'escala municipal	Cattaneo, Marull, Tello. 2018 <a href="https://doi.org/10.3390/su10124722">https://doi.org/10.3390/su10124722</a>
Apropiació humana de la producció primària neta	3	Cens 2009 IDESCAT, MAGRAMA, MCSC 2009 IERMB	Catalunya	10x10 km <sup>2</sup>	Càlcul de la fracció de biomassa neta produïda per la vegetació que és apropiada per l'activitat humana	Informació territorialitzada de baixa resolució	Marull, Tello, Bagaria, et al. 2018 <a href="https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.196">https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.196</a>



## B. Conservació de la biodiversitat

Indicador	Valor	Font	Cobertura territorial	Resolució espacial	Detalls	Mancances	Referència
Biodiversitat singular	4	CREAF, 2015	Província de Barcelona	2x2 km	Índex compost dels índexs IIC, IIH, Àrees sensibles per a la flora, Boscos singulars i diversos índexs ICONST	Poc actualitzat Baixa resolució a causa dels índexs ICONST	Basnou et al. 2018
Biodiversitat singular	4	CREAF, 2018	Catalunya	1x1km	Índex compost dels índexs IIC, IIH, Àrees d'Interès Faunístic i Florístic, Boscos singulars i índexs ICONST per als ocells únicament	Poc actualitzat i menys complet que l'anterior. Dades ICO molt antigues (1998-2002) Millor resolució	Basnou et al. 2018. No publicat
Valoració intrínseca (IIH) de la Cartografia dels Hàbitats	4	GEOVEG-UB 2013	Catalunya	Vectorial; 1:50000	Valors mitjans per a tots els polígons d'un habitat determinat	Poc actualitzat i territorialitzat	Ferrer et al. 2013 Pino & Basnou 2013
Valoració corològica (IIC) de la Cartografia dels Hàbitats de la província de Barcelona	4	GEOVEG-UB 2013	Província de Barcelona	Vectorial; 1:50000	Valors mitjans per a tots els polígons d'un habitat determinat	Poc actualitzat i territorialitzat	Ferrer et al. 2013 Pino & Basnou 2013
Hàbitats d'Interès Comunitari (HIC) de la província de Barcelona	5	GEOVEG - UB, 2012	Província de Barcelona	Vectorial; 1:50000		-	Pino & Basnou 2013
Àrees sensibles per a flora amenaçada	5	Eurogeotècnica, 2008	Província de Barcelona	Vectorial	Àrees que es consideren importants per a conservar les espècies amenaçades o amb problemes importants de conservació segons el Llibre Vermell de Flora Amenaçada de Catalunya (Sàez et al., 2010).	-	Pino & Basnou 2013
Àrees d'Interès Faunístic i Florístic	5	DTES	Catalunya	Vectorial 1:50000?	Elaborat amb la suma de les àrees més crítiques de	Resolució baixa	

					totes les espècies de fauna i flora amenaçades i protegides amb informació detallada i precisa espècies a tot el territori català.		
Bosc singulars de Catalunya	5	CREAF, 2012	Catalunya	Vectorial	Amb interès especial respecte a valors locals o globals, que no poden ser aportats per la matriu de boscos de la zona.	-	Pino & Basnou 2013
Riquesa i composició de les espècies llenyoses als boscos	5	IFN3, 2000	Espanya	Vectorial; 1 pt/km2	La riquesa d'espècies llenyoses ha estat modelitzada per al conjunt de la província de Barcelona (Pino 2006).	-	Pino & Basnou 2013
Plantes exòtiques	5	CREAF, 2012	Província de Barcelona	Vectorial	Presència i abundància de plantes vasculares exòtiques, en 750 punts de mostreig estratificats per hàbitats. Models a escala de província	-	Pino & Basnou 2013
Base EXOCAT	3	CREAF, 2008	Catalunya	10x10 km (1x1 km, punts)	Base de dades de presència d'espècies exòtiques	Baixa resolució. Falta incorporar-hi dades de més fonts	
EXOQUA	3	CREAF, 2008	Catalunya	Vectorial (1:50000)	Informació limitada a les masses d'aigua	Poc actualitzada	
Índex de conservació de ropalòcers	4	Museu de Granollers, 2010	Província de Barcelona	2x2 km	Suma de models de distribució de 47 espècies de ropalòcers.	Poca resolució	Pino & Basnou 2013
Índex de conservació d'amfibis	4	Minuartia, 2007	Província de Barcelona	2x2 km	Suma de models de distribució d'espècies d'amfibis.	Poca resolució	Pino & Basnou 2013

Índex de conservació de rèptils	4	Minuartia, 2007	Província de Barcelona	2x2 km	Suma de models de distribució d'espècies de rèptils.	Poca resolució	Pino & Basnou 2013
Índex d'interès de conservació dels ocells (mitjana estiu i hivern)	5	ICO, 2005 i 2011	Catalunya	1x1 km	Valoració pels ocells d'estiu, d'hivern, i globalment tenint en compte les dues perspectives temporals pels ocells indicadors.	-	Pino & Basnou 2013
Presència d'ambients d'interès per a la conservació de l'ornitofauna	4	ICO, 2005	Catalunya	1x1 km	Diversos bioindicadors (de l'impacte de l'activitat humana sobre diversos sistemes naturals de l'àmbit d'estudi) basats en la probabilitat d'aparició espècies concretes d'ocells, segons les dades de l'Atlas dels ocells nidificants de Catalunya.	-	Pino & Basnou 2013
Resistència acumulada a la dispersió d'ocells forestals, d'ambients agrícoles i d'ambients oberts	4	Minuartia, 2005 i 2006	Província de Barcelona	2x2 m? (en base a MCSC?)	Dificultat de desplaçament pel territori dels diversos grups focals, en funció de les seves característiques biològiques i ecològiques i del paisatge en què es mouen, usant el model DISPERSA.	-	Pino & Basnou 2013
Àrees de moviment i de cria de l'àliga perdiguera	4	UB, 2006.	Província de Barcelona	Vectorial	Territoris de nidificació ocupats per l'espècie.	Només una espècie. Poc actualitzat	Pino & Basnou 2013
Distribució potencial de mamífers	4	Minuartia, 2006 i 2008	Província de Barcelona	2x2 km	Models de distribució per a 17 espècies de mamífers	Poca resolució. Poques espècies	Pino & Basnou 2013
Resistència acumulada a la dispersió de mamífers	3	Minuartia, 2006 i 2008	Província de Barcelona	10x10 km (2x2 km)?	Dificultat de desplaçament pel territori de 57 espècies en funció del paisatge en	Poca resolució	Pino & Basnou 2013

					què es mouen, usant el model DISPERSA.		
Banc de Dades de Biodiversitat de Catalunya	3	UB-CARTOVEG	Catalunya	10x10 km (1x1 km)	Banc de Dades de la Biodiversitat de Catalunya	Poca resolució. Poc actualitzat	
Atlas de biodiversidad de España	2		Espanya peninsular	10x10 km		Escassa resolució i actualització	Judit Lecina (com. pers.)
Base de dades OrnithoCat	4	OrnithoCat	Catalunya i Andorra	1x1 km (punts)		Grups taxonòmics limitats	
SOCC	3	ICO	Catalunya	Transsectes	Seguiment d'Ocells Comuns a Catalunya	Dispersos pel territori, sense un mostreig regular ni estratificat	Pino & Basnou 2013
CBMS	3	Museu de Granollers	Catalunya i Andorra	Transsectes	Catalan Butterfly Monitoring Scheme. Seguiment molt intensiu	Dispersos pel territori, sense un mostreig regular ni estratificat	Pino & Basnou 2013
uBMS	3	CREAF	Barcelona i Madrid	Transsectes	Observatori ciutadà de papallones urbanes	Àmbit limitat, i només en parcs urbans	
Biodiversitat dels parcs	4	Diputació de Barcelona	Província de Barcelona	10x10 km 1x1 km	Portal de Biodiversitat de la Xarxa de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona.	Àmbit limitat. Dades d'altres fonts (GBIF). Actualment no funciona	
Atlas dels ocells nidificants de Catalunya	5	ICO, 1999-2002	Catalunya	1x1 km	Abundància relativa		Estrada et al. 2004
Atlas dels ocells de Catalunya a l'hivern	5	ICO, 2006-2009	Catalunya	1x1 km	Abundància relativa		Herrando et al. 2011
Hàbitats del Delta del Llobregat	4	ICHN, 2018	Delta del Llobregat	Vectorial; 1:1500	Dins Els Sistemes Naturals del Delta del Llobregat	Àmbit limitat	
Els Sistemes Naturals del Delta del Llobregat	3	ICHN, 2018	Delta del Llobregat	Diverses, segons el grup biològic	Recull de dades de presència d'espècies de diferents grups biològics, a diferents graus de detall.	Àmbit limitat i diferent grau de detall segons el grup. Cartografia	

					En alguns casos la valoració podria ser més elevada	no disponible en la publicació	
Orquídies (Delta del Llobregat)	4		Delta del Llobregat	1x1 km		Àmbit limitat	González et al. 1998, González & del Hoyo 2001
Amfibis (Delta del Llobregat)	3		Delta del Llobregat	1x1 km	Prospecció i escoltes nocturnes, anys 2009 i 2010.	Àmbit limitat	Montori 2012
Mamífers (Delta del Llobregat)	3		Delta del Llobregat	1x1 km	Distribució actual i passada dels mamífers al delta del Llobregat	Àmbit limitat	Ballesteros & Degollada 2001
Estudis Parc Natural de Collserola	2	PN Collserola	PN Collserola	Diverses, segons l'estudi	Treballs molt diversos	Àmbit limitat i metodologies molt diverses	
Bioindicadors - orquídies	3	IERMB (Wilcox)	Figaró-Montmany	Localització (UTM)	Relació amb mètriques del paisatge	Àmbit limitat	Marull, Tello, Wilcox, et al. 2014. <a href="http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.030">http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.06.030</a>
Bioindicadors - papallones	3	IERMB (CBMS)	Olzinelles, Sant Celoni	Transectes (CBMS)	Dinàmica temporal (1994-2012)	Àmbit limitat	Marull, Otero, Stefanescu, et al. 2015 <a href="https://doi.org/10.1007/s10457-015-9808-8">https://doi.org/10.1007/s10457-015-9808-8</a>

C. Funcionament del paisatge							
Indicador	Valor	Font	Cobertura territorial	Resolució espacial	Detalls	Mancances	Referència
Connectivitat ecològica (ICT 2005)	4	CREAF 2014	AMB/ Catalunya	25x25 m	Primer model d'ICT, estret del model fet per al PTSC, calculat sobre el MCSC 2005 Disponible per a l'AMB i per a Catalunya	Poca resolució a l'àmbit metropolità	Pino & Basnou 2014
Connectivitat ecològica (ICT1956)	4	CREAF 2014	AMB/ província de Barcelona	25x25 m	Model d'ICT calculat per al MCS56-B. Disponible per a la província de Barcelona	Poca resolució a l'àmbit metropolità	Pino & Basnou 2014
Connectivitat ecològica (ICT 2015)	5	CREAF 2018	AMB	10x10 m	Model d'ICT calculat per al MCSC 2015		Gordillo et al., no publicat
Índex de Conectivitat ecològica (ICE)	5	BR	Regió metropolitana de Barcelona	5x5 m <sup>2</sup>	Mapa ICC-BR 2001. Avaluació planejament urbanístic	Alta resolució	Marull, Mallarach. 2005 <a href="https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.03.007">https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2004.03.007</a> Mallarach, Marull. 2006 <a href="https://doi.org/10.3152/147154606781765228">https://doi.org/10.3152/147154606781765228</a>
Índex d'Aptitud Territorial (IAT)	5	BR-CREAF	Regió metropolitana de Barcelona	1:50.000	Mapa ICC-IET 2003. Avaluació planejament urbanístic	Bona resolució	Marull, Pino, Mallarach, et al. 2007 <a href="https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.11.005">https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.11.005</a>
Índex d'Estructura Ecopaisatgística (IEE)	4	BR-CREAF-UB	Vallès	Mapes cadastrals, fotografies aèries, imatges satel·litàries	Mapes històrics (1853-1956-2004)	Resolució correcta	Marull, Pino, Tello, et al. 2010 <a href="https://10.1016/j.landusepol.2009.07.004">https://10.1016/j.landusepol.2009.07.004</a>
Mètriques del Paisatge	5	BR-CREAF	Catalunya	1:50.000	Criteris ecològics i mètodes paramètrics per al tractament del territori com a sistema	Bona resolució	Marull, Pino (dirs). 2008. La Matriu Territorial <a href="https://iermb.uab.cat/wp-content/uploads/2015/11/Matriu_Territorial.pdf">https://iermb.uab.cat/wp-content/uploads/2015/11/Matriu_Territorial.pdf</a>
Índex de Connectivitat Ecològica (ICE)	4	IERMB-CREAF-UB	Maresme	Mapes cadastrals, fotografies	Mapes històrics (1850-1950-2005)	Resolució correcta	Parcerisas, Marull, Pino. 2012. <a href="https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.08.002">https://doi.org/10.1016/j.envsci.2012.08.002</a>

				aèries, imatges satel·litàries			
Índex de Connectivitat Ecològica (ICE)	5	CREAF-IERMB	Regió metropolitana de Barcelona	1.50.000	Mapa ICC-IET 2003. Avaluació planejament urbanístic	Bona resolució	Pino, Marull. 2012 <a href="https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.11.004">https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.11.004</a>
Landscape Ecology Index (Le)	4	IERMB-CREAF	Catalunya	10x10 km	MCSC 2009. Relació amb metabolisme i biodiversitat	Escassa resolució	Marull, Tello, Bagaria, et al. 2018 <a href="https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.196">https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.196</a>
Mètriques del paisatge	4	CREAF-SITxell	Província de Barcelona	2x2 km	Càlcul d'una bateria completa de mètriques de composició i configuració del paisatge, a partir del MCSC 2005	Relativament poc actualitzat	SITxell
Grau de fragmentació per infraestructures:	4	CREAF 2018	Àrea Metropolitana de Barcelona	20x20m	Distància actual a infraestructures de transport (graf AMB)		Gordillo et al. no publicat
Intermediate Disturbance Complexity (IDC)	4	IERMB	Catalunya	10x10 km	Model de pertorbació intermèdia que combina HANPP amb la complexitat del paisatge. Calculat sobre el MCSC 2009. Relació amb dades de plantes vasculares, anfibis, rèptils, ocells i mamífers (BDBC)	Baixa resolució	Marull, Tello, Bagaria, et al. 2018 <a href="https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.196">https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.196</a>
Energy–Landscape Integrated Analysis (ELIA)	5	IERMB	Regió metropolitana de Barcelona	Transectes (CBMS, ICO) 1x1 Km2	Càlcul dels fluxos metabòlics als agroecosistemes, a partir del MCSC 2009 i d'estadístiques d'energia. Relació amb dades empíriques de papallones (CBMS) i ocells (ICO)	Alta resolució. Mostres per transectes distribuïts en el territori	Marull, Cattaneo, Tello, et al. 2018. Anuari Metropolità de Barcelona 2017  Marull et al. 2019. En curs d'elaboració

D. Canvi Global							
Indicador	Valor	Font	Cobertura territorial	Resolució espacial	Detalls	Mancances	Referència
Canvis en les cobertes del sòl	4	CREAF 2014	Província de Barcelona	2x2 m	Canvis en la composició de cobertes del sòl entre períodes, per al nivell N1F de la llegenda del MCSC. Tres períodes: 1956 (Mapa de Cobertes del Sòl de 1956 de la província de Barcelona, MCS56_B), 1993 (MCSC-1) i 2009 (MCSC-4). Els canvis s'han reclassificat en: progressius (més naturalitat), regressius (menys naturalitat), sense canvi i altres.	Les categories de canvi són una mica simplistes, però ja es detallen més a "Pressions sobre la biodiversitat"	Pino & Basnou 2014
Canvis en les cobertes del sòl (% per píxel)	5	CREAF 2017	Catalunya	300x300 m	Percentatge de canvi de cada una de les cobertes principals (boscos, matollar, plantacions, conreus, prats, urbà i altres) entre períodes. Per a dos períodes del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya: 1993 (MCSC-1) i 2009 (MCSC-4), i tres del Mapa d'Usos i Cobertes del Sòl de Catalunya: 1987 (MUCSC-1987), 2007 (MUCSC-2007) i 2012 (MUCSC-2012).		Gordillo et al. no publicat
Pressions sobre la biodiversitat	5	CREAF 2014	Província de Barcelona	2x2 m	Basat en els canvis de cobertes del sòl, amb les categories: aforestació (conversió d'hàbitats obert a boscos), desforestació (substitució del bosc per cobertes forestals no arbrades), abandonament de conreus (conversió cap a prats i pastures) i urbanització (transformacions cap a recobriments urbans, sistemes viaris, àrees de lleure, zones en construcció, etc.).		Pino & Basnou 2014
Pressions sobre la biodiversitat	5	CREAF 2018	Catalunya	2x2 m	Basat en els canvis de cobertes del sòl 1993-2009, amb les categories:		Gordillo et al. no publicat



					aforestació (conversió d'hàbitats oberts a boscos), desforestació (substitució del bosc per cobertes forestals no arbrades), abandonament de conreus (conversió cap a prats i pastures) i urbanització (transformacions cap a recobriments urbans, sistemes viaris, àrees de lleure, zones en construcció, etc.).		
Canvis en les cobertes del sòl (% per píxel)	5	CREAF 2017	Catalunya	300x300 m	Percentatge de canvi de cada una de les cobertes principals (boscos, matollar, plantacions, conreus, prats, urbà i altres) entre períodes. Per a dos períodes del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya: 1993 (MCSC-1) i 2009 (MCSC-4), i tres del Mapa d'Usos i Cobertes del Sòl de Catalunya: 1987 (MUCSC-1987), 2007 (MUCSC-2007) i 2012 (MUCSC-2012).		Gordillo et al. no publicat
Grau de fragmentació per infraestructures:	4	CREAF 2018	Àrea Metropolitana de Barcelona	20x20m	Distància actual a infraestructures de transport (graf AMB)		Gordillo et al. no publicat
Increment de la fragmentació dels hàbitats	4	CREAF 2014	Àrea Metropolitana de Barcelona	Vectorial	Basat en els canvis entre les versions 1 (1996-1997) i 2 (2010) de la Cartografia d'Hàbitats de Catalunya (GEOVEG-UB). S'ha calculat la reducció de l'hàbitat entre els dos períodes, a partir d'una combinació vectorial, comparant la mida inicial amb la mida dels fragments resultants. La vall baixa i el delta del Llobregat, amb gran rellevància ecològica, han patit una forta fragmentació.	Diferències en la metodologia de les dues versions podrien causar artefactes	Pino & Basnou 2014

Freqüència d'incendis forestals (1975-2013)	5	CREAF 2014	Àrea Metropolitana de Barcelona	30x30 m	Freqüència d'incendis, basat en dades de punts d'ignició 1990-2013 (ConSORCI del Parc Natural de la Serra de Collserola), perímetres d'incendis (ConSORCI del Parc Natural de la Serra de Collserola, Agents Rurals, Bombers, Diputació de Barcelona...) i capes d'incendis forestals de més de 30 ha 1975-2009 fotointerpretades d'imatges de satèl·lit Landsat (CREAF).	Dades d'origens força diversos	Pino & Basnou 2014
Pressions i amenaces degudes als incendis forestals	4	CTFC 2018	Catalunya	50x50 m	Model que incorpora 1) La capacitat de la vegetació de persistir i/o re-establir-se després de l'incendi i 2) La intensitat i recurrència dels incendis sobre l'hàbitat	Model poc empíric	Duane et al. 2018, no publicat
Risc d'invasions per plantes	5	CREAF 2014	Província de Barcelona	100x100 m	Model basat en un mostreig de presència de plantes invasores estratificat per hàbitats, i amb l'altitud, el tipus d'hàbitat i la distància a les carreteres com a variables predictorres significatives.	Identificació dels focus d'invasió	Pino & Basnou 2014
Risc d'invasió per neòfits i neozous	4	CREAF 2017	Catalunya	10x10 km	Modelització del risc mitjà (+SD) d'invasió de ≈100 neòfits i neozous (arribats després del 1500), a partir de llur distribució a EXOCAT i MaxEnt	Problemes de convergència a molts models	Lupi3n 2017
Canvi climàtic recent i escenaris climàtics futurs	3	CREAF 2014	Àrea Metropolitana de Barcelona	1x1 km	Precipitació i temperatura en cinc períodes de temps contrastats: (1) 1958-1962; (2) 1991-1995; (3) 2003-2007; (4) 2046-2050; (5) 2096-2100. Les dades climàtiques de 2011-2100 corresponen al model climàtic CGCM2-B2. Els patrons espacials no són molt clars. Pel 2100 es preveu un increment mitjà de temperatura de	Models futurs probablement amb força incertesa, i que mostren patrons poc clars	Pino & Basnou 2014

					3.54°C i una disminució mitjana de la pluviositat de 69.6 mm.		
Sequeres de curt termini	5	CREAF 2018	Catalunya	200x200 m	Confecció de l'índex SPEI 3 a partir dels models climàtics de Ninyerola i Pons. Resolució temporal: Mensual des de 1950 a 2015..		Pons et al., no publicat
Sequeres de llarg termini o residents	5	CREAF 2018	Catalunya	200x200 m	Confecció de l'índex SPEI 24 a partir dels models climàtics de Ninyerola i Pons. Resolució temporal: Mensual des de 1950 a 2015..		Pons et al., no publicat
Recurrències d'episodis de sequera de curt i llarg termini	5	CREAF 2018	Catalunya	200x200 m	Recurrències respectives de més de 3 mesos consecutius, i de més de 7 mesos consecutius. Resolució multi-anual, des de 1952 fins 2015.		Pons et al., no publicat
Estat i canvis en la connectivitat ecològica	5	CREAF 2014	Àrea Metropolitana de Barcelona	25x25 m	Índex de Connectivitat Terrestre (ICT), a partir dels mapes de cobertes del sòl de 1956 i 2005; mitjana de la connectivitat per a una sèrie de cobertes bàsiques (bosc, matolls, prats, roquissars i àrees nues, conreus llenyosos, conreus herbacis i vegetació d'aiguamoll i ribera). També s'ha calculat el mapa d'increment de connectivitat entre 1956 i 2005. La connectivitat mitjana no ha variat molt, però s'ha reduït força a les zones baixes (de gran interès per a la conservació) i ha augmentat a les zones aforestades. Properament, per a l'AMB s'utilitzarà el MCSC 2015 i s'inclourà el tractament dels punts crítics per a la connectivitat en el càlcul de l'índex.	Incloure els punts crítics per a la connectivitat, ja previst	Pino & Basnou 2014
Població: estat i canvis	5	CREAF 2018	Catalunya	Vectorial (municipis)	Nombre d'habitants del padró (IDESCAT). Dades per a cada any a	Resolució municipal	Pons et al., no publicat

					nivell municipal des del 1976 fins el 2016.		
Càrrega ramadera: nombre de caps de bestiar	5	CREAF 2018	Catalunya	Vectorial (municipis)	Nombre de caps de bestiar per tipologia de bestiar: bovins, ovins, cabrum, porcins, aviram, conilles mares, equins (IDESCAT). Dades a nivell municipal pels anys 1982, 1989, 1999 i 2009.	Resolució municipal	Pons et al., no publicat
Càrrega ramadera: nombre d'UR	5	CREAF 2018	Catalunya	Vectorial (municipis)	Unitats ramaderes (IDESCAT). Dades a municipals pels anys 1982, 1989, 1999 i 2009.	Resolució municipal	Pons et al., no publicat

E. Serveis Ecosistèmics							
Indicador	Valor	Font	Cobertura territorial	Resolució espacial	Detalls	Mancances	Referència
Biodiversitat funcional	2	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m (25x25 m?)	Càlcul de l'índex d'especialització per a cadascuna de les espècies de vertebrats (SSI), elaboració d'un mapa poblacional d'especialització (a partir dels models de distribució d'espècies), i combinació dels mapes de vertebrats i vegetació	Servei intermedi. Càlcul poc clar. S'està treballant en un nou indicador	Baró et al. 2015b, Basnou et al. 2016
Biodiversitat funcional	3	DTES	Catalunya	1x1 km (UTM)	En curs. Càlcul a partir de La diversitat (Índex de Shannon) de diversos grups faunístics, calculada a partir de les observacions recollides a Ornitho.cat La diversitat (índex de Shannon) d'espècies vegetals per tipus d'hàbitats, obtinguda de les dades de la Cartografia dels Hàbitats de Catalunya. La proporció de terreny no urbanitzat, obtinguda del MCSC.	Indicador millorat respecte de l'anterior	Basnou et al. 2018, no publicat
Connectivitat ecològica	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m (25x25 m?)	Connectivitat estructural i potencial (Índex Integrat de Connectivitat; IIC). Mapes de resistència acumulada calculats amb el model DISPERSA. Per a l'AMB també s'ha calculat el valor mitjà per polígon d'infraestructura verda.	Només es té en compte la mobilitat d'ocells i mamífers	Baró et al. 2015b
Regulació hídrica: escolament superficial	3	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	Estimat a partir de Tratalos et al. (2007) [ <a href="http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.05.003">http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.05.003</a> ], i utilitzant per a cada combinació de coberta i tipus de sòl	Poc detall (les àrees hidrogeològiques són molt grans)	Baró et al. 2015b

					el curve number (nombre de corba) del Soil Conservation Service		
Pol·linització	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	Model bayesià basat en l'abundància de papallones als transectes del CBMS, i variables topogràfiques i d'hàbitat	Model basat en un nombre limitat de transectes, especialment a les zones altes.	Baró et al. 2015b, Basnou et al. 2016
Pol·linització	4	CREAF-DTES	Catalunya	20x20 m	Model basat en l'abundància de papallones als transectes del CBMS, i variables topogràfiques i d'hàbitat	Model basat en un nombre limitat de transectes, especialment a les zones altes. Repartiment desigual al territori; pocs a Lleida i Tarragona.	No publicat
Regulació climàtica	NA	ICTA	Municipi de Barcelona	NO MAPAT	Model i-Tree Eco. Estoc de carboni, segrest brut de carboni i segrest net de carboni	No cartografiat	Baró et al. 2015a
Biomassa/estoc de carboni	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	A partir de LiDAR (~0.5 pt/m <sup>2</sup> ). Incorporat al SITxell.		Baró et al. 2014, Baró et al. 2015b, Basnou et al. 2016
Biomassa/estoc de carboni	4	DTES	Catalunya	20x20 m	A partir de LiDAR (~0.5 pt/m <sup>2</sup> ). Incorporat al SITxell.	L'origen és el mateix que el del SITxell	Basnou et al. 2018, No Publicat
Biomassa/estoc de carboni	4	SITxell	Àrea Metropolitana de Barcelona	20x20 m	Model GLM d'estoc de carboni relacionant les variables d'un vol LiDAR (4 p /m <sup>2</sup> ) amb el carboni calculat en les parcel·les segons equacions al·lomètriques obtingudes a l'Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya (per bosc) o factors que relacionen la biomassa amb el		Basnou et al. 2014

					volum ocupat per la vegetació (per matollar).		
Biomassa/estoc de carboni	3		Espanya peninsular	10' x 10'		Poca resolució. Limitat a boscos	Vayreda et al. 2012
Biomassa/estoc de carboni en matollars	NA	SITxell	Província de Barcelona	1x1 km	Càlcul de la biomassa de matollar segons l'espècie i recobriment (inferit a partir de parcel·les obertes de l'IFN3 amb l'espècie arbustiva)	Encara no disponible. Limitat a matollars	Judit Lecina (com. pers.)
Carboni aeri total en boscos i matollars	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m			Baró et al. 2015b
Carboni aeri total en boscos i matollars	4	SITxell	AMB	20x20 m	Ajustat per a zones arbrades i matollar del MCSC 2015		Basnou et al. 2014
Increment net de biomassa/segregat de carboni	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	Biomassa + model lineal general per a l'increment entre IFN2 i IFN3, amb variables climàtiques, topogràfiques i tipus de bosc. Incorporat al SITxell	Un segon vol LiDAR hauria permès un càlcul més fiable	Baró et al. 2014, Basnou et al. 2016
Increment net de biomassa/segregat de carboni	4	DTES	Catalunya	20x20 m	Biomassa + model lineal general per a l'increment entre IFN2 i IFN3, amb variables climàtiques, topogràfiques i tipus de bosc. Incorporat al SITxell	L'origen és el mateix que el del SITxell	Basnou et al. 2018, No Publicat
Capacitat d'embornal de carboni del bosc	3		Catalunya	Municipal	Metodologia descrita a Vayreda et al. (2012) [http://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02606.x]	Només boscos i sense dades LiDAR	Roces-Díaz et al. in press
Manteniment de la fertilitat del sòl en boscos	3		Catalunya	Municipal	Mapa obtingut a Doblas-Miranda et al. (2013) [http://doi.org/10.5194/bg-10-8353-2013]	Només en boscos, tot i que la font original inclou també matollars i prats	Roces-Díaz et al. in press
Carboni orgànic als sòls agrícoles	4		Catalunya	180x180 m	Estoc de C (kg C m <sup>-2</sup> ) dels primers 30 cm del sòl, estimat en funció del contingut de matèria orgànica, volum de pedres, densitat aparent i gruix dels horitzons, i modelat en funció	Només en sòls agrícoles	<a href="http://www.icgc.cat/ca/Administracio-i-empresa/Eines/Visualitza-dors-">http://www.icgc.cat/ca/Administracio-i-empresa/Eines/Visualitza-dors-</a>

					de variables de tipus agrícola, climàtic, topogràfic i edàfic		<a href="#">Geoindex/Geoindex-Sols</a>
Manteniment de la fertilitat del sòl	3		Espanya peninsular		És una base de dades amb 7450 punts i càlcul del carboni orgànic al sòl en els 30 primers cm i en tot el perfil	No cartografiat?	Llorente et al., 2018
Humitat del sòl	2		Península Ibèrica	1x1 km	La resolució original és de ~40x40 km, però en fan un desescalat. Els valors prop de la costa no són fiables. Capta la humitat només dels 5 primers centímetres del sòl	És una mesura molt superficial. Els valors prop de la costa no són fiables	<a href="http://bec.icm.csic.es/land-datasets/">http://bec.icm.csic.es/land-datasets/</a>
Emmagatzematge d'aigua en boscos	3		Catalunya	Municipal	Model d'equilibri de l'aigua del sòl de De Cáceres et al. (2015) [ <a href="https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012">https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012</a> ]; capacitat d'emmagatzematge d'aigua a les capçades + capacitat de retenció d'aigua del sòl	Faltarien altres cobertes	Roces-Díaz et al. in press
Manteniment de la fertilitat del sòl	3		Espanya peninsular		És una base de dades amb 7450 punts i càlcul del carboni orgànic al sòl en els 30 primers cm i en tot el perfil	No cartografiat?	Llorente et al., 2018
Humitat del sòl	2		Península Ibèrica	1x1 km	La resolució original és de ~40x40 km, però en fan un desescalat. Els valors prop de la costa no són fiables. Capta la humitat només dels 5 primers centímetres del sòl	És una mesura molt superficial. Els valors prop de la costa no són fiables	<a href="http://bec.icm.csic.es/land-datasets/">http://bec.icm.csic.es/land-datasets/</a>
Emmagatzematge d'aigua en boscos	3		Catalunya	Municipal	Model d'equilibri de l'aigua del sòl de De Cáceres et al. (2015) [ <a href="https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012">https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012</a> ]; capacitat d'emmagatzematge d'aigua a les capçades + capacitat de retenció d'aigua del sòl	Faltarien altres cobertes	Roces-Díaz et al. in press



Protecció front a inundacions	2		Catalunya	Municipal	Percentatge d'àrea coberta per bosc de ribera en un buffer de 25 m al llarg dels cursos d'aigua	Hi manquen molts factors importants	Roces-Díaz et al. in press
Control de l'erosió	2		Catalunya	Municipal	Percentatge d'àrea amb més del 30% de pendent coberta per boscos	Hi manquen molts factors importants	Roces-Díaz et al. in press
Control de l'erosió	2	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	Incorporat al SITxell	No és una quantificació biofísica i al càlcul hi manquen factors meteorològics	Baró et al. 2014
Regulació hídrica (escolament superficial)	3	<b>CREAF-DTES</b>	Catalunya	20x20 m		Poca informació pel que fa al comportament del substrat	Basnou et al. 2018. No publicat
Control de l'erosió	4		Conca del Llobregat	200x200 m	Calculat amb el model InVEST. Utilitza una versió de la Universal Soil Loss Equation (USLE), i el càlcul de la ruta del sòl erosionat. L'eficiència de retenció de sediments (específica per a cada ús del sòl) i el llindar de pendent (pendent per sobre del qual la gestió s'atura o canvia a aterrament o estabilització) s'han de calibrar. Calibrat amb valors observats	Difícil de calcular per a tota l'AMB amb aquest mètode	Bangash et al. 2013, Terrado et al. 2014
Evapotranspiració real anual	3	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	Regulació hídrica. Càlcul segons Coeficient evaporatiu de Specht i l'equació Hargreaves-Samani	És un servei intermedi	Basnou et al. 2016
Evapotranspiració real	3	SITxell	Àrea Metropolitana de Barcelona	2x2 m?	Valors per tipus de cobertura segons bibliografia i criteri expert	És un servei intermedi	Basnou et al. 2014
LAI	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	A partir de LiDAR (~0.5 pt/m <sup>2</sup> ); alta correlació amb LAI	És un servei intermedi	Basnou et al. 2016
LAI	3	SITxell	Àrea Metropolitana de Barcelona	2x2 m?	Valors per tipus de cobertura segons bibliografia i IFN3	És un servei intermedi	Basnou et al. 2014

Regulació de la qualitat de l'aire	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m (100x100 m?)	Filtració de contaminants per part de la vegetació. Dades empíriques de concentració escasses fora de l'àrea metropolitana. Càlcul amb el model ESTIMAP	Alguns contaminants, com l'ozó, no s'han tingut en compte	Baró et al. 2015b, Basnou et al. 2016
Regulació de la qualitat de l'aire	3	CREAF-DTES	Catalunya	1x1 km	Model ESTIMAP. Escassa resolució de les dades	Escassa	Basnou et al. 2018. No publicat
Purificació de l'aire	NA		Municipi de Barcelona	NO MAPAT	Model i-Tree Eco	No cartografiat	Chaparro & Terradas 2009, Baró et al. 2015a
Aprovisionament d'aliments (conreus)	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	També estimació de l'aprovisionament en exploracions ramaderes a nivell de municipi (caps de bestiar segons el cens agrari, IDESCAT). Incorporat al SITxell	Les estadístiques comarcals podrien no ser del tot fiables. Es podria complementar amb aprovisionament de ramaderia extensiva	Baró et al. 2014, Baró et al. 2015b, Basnou et al. 2016
Aprovisionament d'aliments (conreus)	4	CREAF-DTES	Catalunya	20x20 m	Estadístiques de producció calculades sobre el SIGPAC		Basnou et al. 2018. No publicat
Aprovisionament d'aliments (explotacions ramaderes)	2	SITxell	Província de Barcelona	Municipal		No té sentit, perquè no està lligat al territori proper	Baró et al. 2015b
Producció de bolets comestibles	3		Catalunya	Municipal	Per a pinedes, model de-Miguel et al. (2014) [ <a href="http://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.014">http://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.014</a> ], que té en compte efectes de la composició i estructura del bosc, i les característiques del lloc. Per a altres boscos, producció mitjana per àrea (J.A. Bonet, unpublished)	Segurament poc poder predictiu per a alguns tipus de boscos (on no es tenen en compte factors ambientals)	Roces-Díaz et al. in press

Aprovisionament de biomassa forestal primària	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m	Distància màxima a camins dependent del pendent. L'increment net de biomassa aèria és un dels serveis prèviament calculat. Incorporat al SITxell	Faltaria incloure-hi la biomassa residual de conreus llenyosos per a un càlcul complet d'aprovisionament de biomassa	Baró et al. 2014, Basnou et al. 2016
Aprovisionament de biomassa residual de conreus llenyosos	4	SITxell	Província de Barcelona	20x20 m		Quin és el detall dels coeficients de producció?	Basnou et al. 2016
Aprovisionament de biomassa total	4	CREAF-DTES	Catalunya	20x20 m	Model basat en els mapes de biomassa de boscos i matollars i conreus anteriorment esmentats		Basnou et al. 2018. No publicat
Fusta estreta de boscos públics i privats	2		Catalunya	Municipal	És un benefici? no un servei	No és un servei	Roces-Díaz et al. in press
Aprovisionament d'aigua de boscos	3		Catalunya	Municipal	Quantitat d'aigua exportada des dels boscos. Escolament superficial + drenatge profund, estimats per un model d'equilibri de l'aigua del sòl (De Cáceres et al. 2015 [ <a href="https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012">https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012</a> ])	Limitat a boscos	Roces-Díaz et al. in press
Aprovisionament d'aigua de matollars	4		Catalunya	1x1 km	Quantitat d'aigua exportada des dels matollars. Escolament superficial + drenatge profund, estimats per un model d'equilibri de l'aigua del sòl (De Cáceres et al. 2015 [ <a href="https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012">https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.06.012</a> ])	Encara no disponible. Limitat a matollars	Judit Lecina (com. pers.)
Aprovisionament d'aigua	3		Conca del Llobregat	200x200 m	Calculat amb el model InVEST. El coeficient de Zhang (constant que representa la distribució estacional de la precipitació) i el coeficient d'evapotranspiració (específic per	Difícil de calcular per a tota l'AMB amb aquest mètode	Bangash et al. 2013, Terrado et al. 2014

					cada ús del sòl) s'han de calibrar. Calibrat amb valors observats		
Turisme rural	3		Catalunya	Municipal		La relació pot ser poc directa	Roces-Díaz et al. in press
Existència de paisatges o organismes rellevants	2		Catalunya	Municipal	Superfície ocupada per àrees protegides incloses a la Xarxa Natura 2000	Només té en compte si és Xarxa Natura 2000, però no l'existència o abundància dels elements rellevants	Roces-Díaz et al. in press
Nombre d'observacions d'animals	4		Catalunya	Municipal	Registres per hectàrea		Roces-Díaz et al. in press
Nombre de rutes	3		Catalunya	Municipal	Tot tipus de rutes a l'aire lliure	No té en compte la freqüentació (per exemple publicacions en xarxes socials des d'aquestes ubicacions)	Roces-Díaz et al. in press
Potencial d'oportunitats recreatives	3	SITxell	Província de Barcelona	10x10 m	Assignació de pesos segons la importància relativa a cada subcomponent amb potencial recreatiu (i estandarditzat 0-1 per components: naturalitat, protecció del patrimoni natural, aigua). Utilització del model ESTIMAP, que té en compte l'accessibilitat segons camins i zones residencials.	Inclou activitats molt diferents, que segurament no tenen el mateix pes	Baró et al. 2015b
Accessibilitat a la infraestructura verda (veïnal: 1 km i a mitja distància: 5 km)	3	AMB	Àrea Metropolitana de Barcelona, Província de Barcelona	25x25 m	Índex que valora l'accés potencial a cada punt de la infraestructura verda per part de la població que es troba dins d'un radi d'influència d'aquest punt (en línia recta)	No té en compte les vies de comunicació, però sí que es contempen en el següent índex)	Basnou et al. 2014, Basnou et al. 2016

Accessibilitat a la infraestructura verda de més de 5 ha (1 km per carreteres i camins) i població mitjana que hi té accés	4	AMB	Àrea Metropolitana de Barcelona	25x25 m	Índex que valora l'accés potencial a cada punt de la infraestructura verda per part de la població que es troba dins d'un radi d'influència d'aquest punt (distància segons camins i carreteres). Índex de població mitjana que té accés a punts de les vores de cada espai.		Basnou et al. 2014
Varis	2		Costa catalana	? / Comarcal	Valoració econòmica segons la literatura, basat en Costanza et al. 1997 [ <a href="http://dx.doi.org/10.1038/387253a0">http://dx.doi.org/10.1038/387253a0</a> ]. Regulació climàtica, regulació de pertorbacions, regulació de l'aigua dolça, provisió d'aigua dolça, control de l'erosió, formació del sòl, regulació i cicle de nutrients, tractament de residus, pol·linització, control biològic, hàbitats/refugis, recursos genètics	No és una quantificació biofísica i la resolució és molt baixa	Brenner et al. 2010
Oportunitats recreatives i turístiques	5	ICTA-DTES	Catalunya	1x1 km	Calculat a partir de diverses capes d'informació model de recreació i les imatges extretes de Flickr, i el programari lliure InVEST	Artefactes deguts a la distribució desigual de les imatges	Calcagni et al. 2018
Apreciació estètica del paisatge	5	ICTA-DTES	Catalunya	1x1 km?	Calculat a partir de l'anàlisi de conques visuals sobre un nombre seleccionat d'Indicadors, basats en els Catàlegs de Paisatge desenvolupats per l'Observatori del Paisatge de Catalunya	Problemes de inconsistència entre indicadors	Calcagni et al. 2018

## F. Cohesió social

Indicador	Valor	Font	Cobertura territorial	Resolució espacial	Detalls	Mancances	Referència
Quantitat de treball humà utilitzat en les activitats agràries	4	Cens agrari 2009 (INE), Població ocupada per sectors (IDESCAT)	Regió Metropolitana de Barcelona	Municipal	-	Es disposa d'informació d'assalariats però no de les hores d'ocupació.	Cattaneo, Marull, Tello. 2018 <a href="https://doi.org/10.3390/su10124722">https://doi.org/10.3390/su10124722</a>
Eficiència energètica i material del treball humà	4	Cens agrari 1999 (INE), Població ocupada per sectors (IDESCAT)	Vallès Occidental	Usos del sòl	-	Es requereix actualitzar la informació.	Padró, Marco, Cattaneo, et al. 2017 <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-69236-4_5">https://doi.org/10.1007/978-3-319-69236-4_5</a>