

# ForESmap

## AVALUACIÓ I CARTOGRAFIA DELS SERVEIS ECOSISTÈMICS DELS BOSCOS DE CATALUNYA



Foto: JLuis Ordóñez

Febrer 2016



Oficina Catalana  
del Canvi Climàtic



## Autors:

M. Banqué, M. Cusó, J. Martínez-Vilalta, J. Vayreda

## Agraïments:

Volem donar les més sinceres gràcies a totes les persones que han col·laborat en la obtenció de dades del projecte ForESmap: José Antonio Bonet, Sergio de Miguel i Miquel de Cáceres del CTFC (Centre Tecnològic Forestal de Catalunya); Salvador Blanch i Joaquim Rodríguez de la Direcció General de Medi Natural i Biodiversitat; Alicia Martín del CPF (Centre de la Propietat Forestal); Marc Anton i Sergi Herrando de l'ICO (Institut Català d'Ornitologia) i Jordi Ramot i Montse de Wikiloc®.

## ÍNDEX

---

ELS SERVEIS ECOSISTÈMICS.....	3
ELS SERVEIS ECOSISTÈMICS DELS BOSCOS.....	3
CLASSIFICACIÓ DELS SERVEIS ECOSISTÈMICS .....	3
OBJECTIUS DEL ForESmap.....	4
AVALUACIÓ BIOFÍSICA DELS SERVEIS ECOSISTÈMICS .....	4
INDICADORS.....	5
RESULTATS .....	6
○ Distribució espacial dels serveis ecosistèmics .....	6
○ Relació amb els paràmetres socioeconòmics .....	8
CONCLUSIONS.....	9
ANNEX 1 .....	11
○ Metodologia de càlcul per l'estandardització dels indicadors .....	11
ANNEX 2 .....	12
○ Taula resum dels indicadors emprats per avaluar els SE.....	12
ANNEX 3 .....	15
○ Mapes municipals del valor estandarditzat de cada indicador. ....	15
Bibliografia - fonts.....	20

## ELS SERVEIS ECOSISTÈMICS

---

Els serveis ecosistèmics (SE o ES, de l'acrònim anglès *Ecosystem Services*) són **els beneficis que l'home obté dels ecosistemes** (Daily, 1997, de Groot *et al.* 2002). Sustenten la nostra salut, la nostra economia i qualitat de vida malgrat que molts ens puguin passar desapercebuts.

Parlar de serveis ecosistèmics pot portar-nos a una visió antropocèntrica i utilitarista de la natura perquè situa el benestar humà com a fita del bon funcionament dels ecosistemes. No obstant, també són una eina prometedora que hauria de permetre una comunicació més fluida entre disciplines fins fa poc molt allunyades com l'ecologia, l'economia o la sociologia, així com una comparació més explícita entre alternatives de gestió dels sistemes naturals. Els resultats de l'avaluació de les variacions espacials i temporals dels serveis ecosistèmics poden utilitzar-se per determinar i comunicar a la societat els impactes de plans i polítiques futures i per involucrar les comunitats locals en la presa de decisions. També pot ser una eina pedagògica per entendre com la conservació d'aquests béns i serveis (a través de la conservació dels ecosistemes que els proveeixen) pot ser clau en l'economia a totes les escales (de la local a la mundial).

## ELS SERVEIS ECOSISTÈMICS DELS BOSCOS

---

El bosc és un dels proveïdors més rellevants de serveis ecosistèmics (Elkin *et al.* 2013; Thorsen *et al.* 2014). Però l'actual increment de les pressions a les que estan sotmesos, ja siguin les causades pels canvis d'usos del sòl (Hansen *et al.* 2013) o pel canvi climàtic (Bonan, 2008), fan que sigui d'especial interès identificar i quantificar quins serveis ens proveeixen aquests ecosistemes, quines zones en són les principals proveïdores i quines són més vulnerables en un context de canvi global.

El projecte ForESmap ha avaluat i cartografiat els SE que proveeixen els boscos, sense tenir en compte les aportacions dels altres ecosistemes (conreus, prats, matollars, ecosistemes aquàtics, etc).

## CLASSIFICACIÓ DELS SERVEIS ECOSISTÈMICS

---

En aquest estudi s'han establert 4 grups: serveis de provisió, de regulació, culturals i biodiversitat. Les definicions contingudes al Science for Environmental Policy (2015) són les següents:

PROVISIÓ	REGULACIÓ	CULTURALS	BIODIVERSITAT
			
Són els productes obtinguts dels ecosistemes com ara la fusta o la llenya	Són els beneficis obtinguts de la regulació de l'ecosistema, incloent serveis com la purificació de l'aigua, el control davant l'erosió o la regulació del clima via embornals de carboni	Són aquells beneficis que la societat obté dels ecosistemes a través de l'enriquiment personal, el desenvolupament cognitiu, la reflexió, la recreació, i les experiències cognitives	Biodiversitat és la contracció dels mots "biological diversity" i generalment es refereix a la varietat i variabilitat de la vida a la Terra. (*)

(\*) La definició més acceptada de biodiversitat es va adoptar al [Conveni sobre Diversitat Biològica el 1992](#). La biodiversitat és la variabilitat d'organismes vius de qualsevol font, inclosos, entre altres, els ecosistemes terrestres, marins, altres ecosistemes aquàtics, i els complexos ecològics dels quals formen part; comprenent la diversitat dins de cada espècie, entre les espècies, i dels ecosistemes.

## OBJECTIUS DEL ForESmap

El projecte ForESmap pretén: 1) **avaluar i cartografiar els serveis ecosistèmics** dels boscos de Catalunya a escala municipal; 2) estudiar **les relacions entre serveis i entre grups de serveis** per detectar possibles sinèrgies i compromisos; 3) determinar quins **factores socioeconòmics i climàtics** s'associen amb la variabilitat espacial dels SE forestals a Catalunya.

## AVALUACIÓ BIOFÍSICA DELS SERVEIS ECOSISTÈMICS

Tot i que la importància d'avaluar els serveis ecosistèmics està àmpliament acceptada, hi ha molta discussió metodològica sobre quina és la millor aproximació per realitzar aquestes avaluacions. Algunes aproximacions persegueixen una avaluació econòmica, però posar un valor (monetari) a la natura és una idea molt controvertida i hom prefereix utilitzar indicadors biofísics. El projecte ForESmap ha fet una avaluació de 10 serveis ecosistèmics (de les 4 categories definides anteriorment) a partir d'indicadors biofísics basats en una cerca prèvia de la literatura rellevant. En alguns casos s'han fet servir més d'un indicador per servei (p.e. purificació d'aigua), tal i com s'aprecia a la taula següent (vegeu taula 1).

## INDICADORS

Per tal d'avaluar els serveis ecosistèmics s'han fet servir 15 indicadors de 10 serveis ecosistèmics. Els indicadors han de ser quantificables, temporalment i espacialment explícits, escalables i han de permetre caracteritzar l'estat actual dels serveis i detectar possibles canvis temporals en la seva provisió.

**Taula 1:** Relació dels serveis ecosistèmics dels boscos i llurs indicadors.

PROVISIÓ		
SERVEI	INDICADOR	UNITATS
Aliments	Producció de bolets	kg/ha.Municipi/any
Matèries primeres	Producció de fusta i llenya	Mg <sup>o</sup> /ha.Municipi/any
Aigua dolça	Escorrentiu	l/m <sup>2</sup> /any

oMg=Tones

REGULACIÓ		
SERVEI	INDICADOR	UNITATS
Regulació climàtica	Embomal de carboni forestal	Mg <sup>o</sup> /ha.Municipi/any
Manteniment de la fertilitat del sòl	Estoc de carboni orgànic al sòl	Mg <sup>o</sup> /ha.Municipi
Regulació hídrica	Emmagatzematge d'aigua capçada i el sòl	l/m <sup>2</sup> /any
Purificació d'aigua	Coberta de bosc natural	(ha.bosc/ha.Municipi) *100
	Coberta de bosc de ribera	(ha.bosc ribera/ha.buffer) *100
Control de l'erosió	Coberta forestal en zones pendents	(ha.bosc /ha.>30% pendent) *100

CULTURAL		
SERVEI	INDICADOR	UNITATS
Turisme	Turisme rural	Places/ha.Municipi
	Xarxa Natura 2000	(ha. XN2000/ha.Municipi) *100
	Observacions d'animals	Núm observ/ha.Municipi/any
	Tracks del Wikiloc®	Núm tracks/ha.Municipi

BIODIVERSITAT		
SERVEI	INDICADOR	UNITATS
Biodiversitat	Riquesa d'espècies llenyoses	Núm total d'espècies
	Riquesa d'espècies d'ocells	Núm total d'espècies

Per a una informació més completa dels indicadors, consulteu els Annexos 1 i 2 on es detalla la metodologia de càlcul, la descripció, la font, etc. de cadascun d'ells.

## RESULTATS

---

### ○ Distribució espacial dels serveis ecosistèmics

A partir dels mapes de distribució de cadascun dels indicadors a escala municipal (veure Annex 3) s'han obtingut els mapes de distribució espacial dels serveis ecosistèmics. Per tots els grups de serveis es presenten dos mapes: a l'esquerra s'ha representat el valor mitjà dels indicadors de cada grup de SE en termes *quantitatius*, i a la dreta el valor mitjà en termes *qualitatius*.

En el cas dels serveis de provisió, regulació i culturals el càlcul s'ha realitzat considerant:

#### **Serveis de provisió, regulació i culturals:**

**Qualitatiu:** Valor mitjà d'un indicador per unitat de superfície del municipi coberta per bosc. Aquest indicador depèn només de les pròpies característiques del bosc, i no de la proporció de cobertura forestal del municipi.

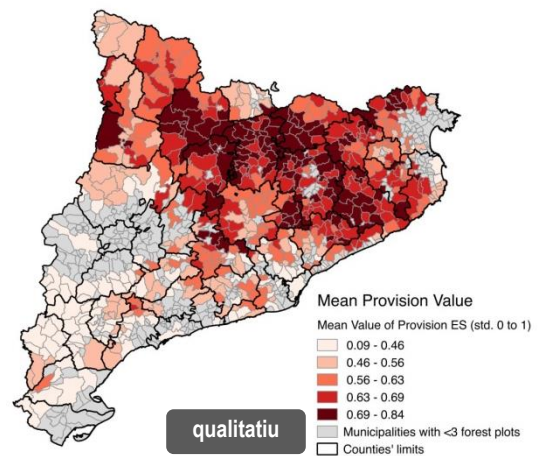
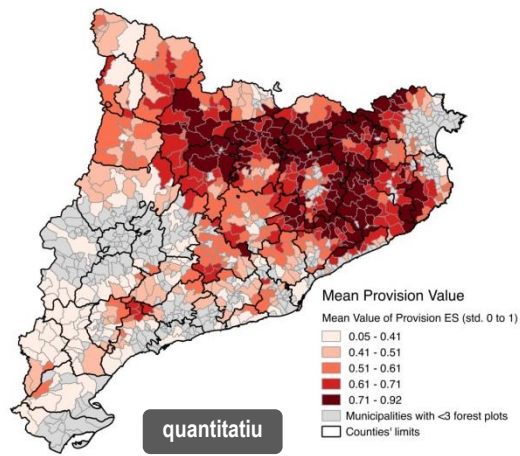
**Quantitatiu:** Valor mitjà d'un indicador per unitat de superfície total del municipi. Aquest indicador augmenta amb la proporció de cobertura forestal del municipi, ja que es calcula amb la proporció de superfície de bosc / superfície del municipi.

Suposem dos municipis que tenen el mateix valor per un determinat servei de provisió per 1 hectàrea de bosc, per exemple, **24 kg de bolets / hectàrea de bosc**. Aquest seria el valor **qualitatiu** de l'indicador i seria idèntic pels dos municipis. Ara bé, si un dels municipis té un 57% de bosc (superfície de bosc / superfície total del municipi) i l'altre un 75%, el primer municipi proveeix en total **13 kg de bolets/hectàrea de municipi**, mentre que el segon proveeix **18 kg de bolets/hectàrea de municipi**. Aquests darrers serien els valors **quantitatius** per cada municipi, respectivament.

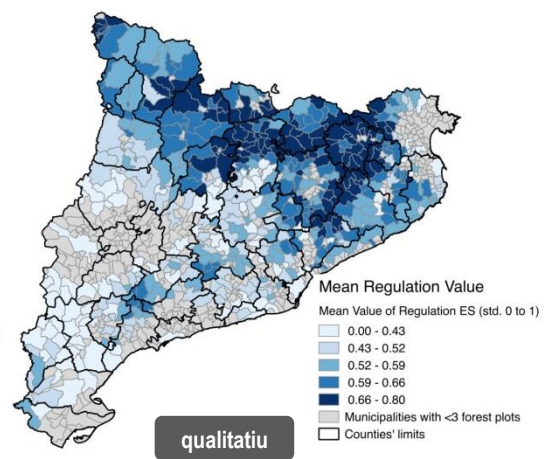
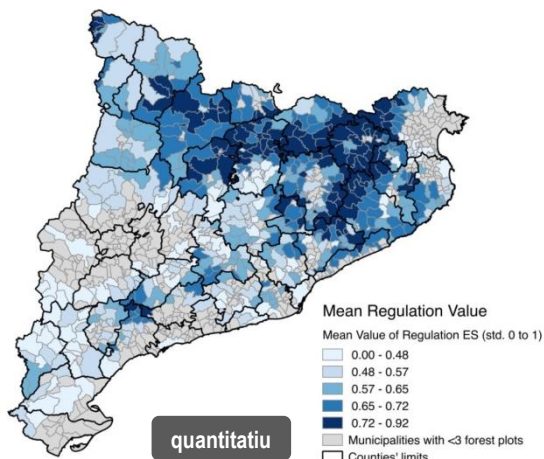
Pels serveis de provisió, regulació i culturals els resultats mostren poques diferències en el patró espacial entre aquestes dues representacions, fet que indica un estret lligam entre el servei ecosistèmic i el percentatge de superfície arbrada del municipi.

Per la **biodiversitat**, les unitats i el procediment de càlcul són diferents, ja que en un cas es fa servir la riquesa d'espècies total per municipi (quantitatiu) i en l'altre la riquesa mitjana per unitat de mostreig (qualitatiu). En aquest cas s'aprecia que a la muntanya mitjana (prelitoral i litoral) hi ha més biodiversitat per unitat mostreig que en alta muntanya (Pirineu) (vegeu conclusions).

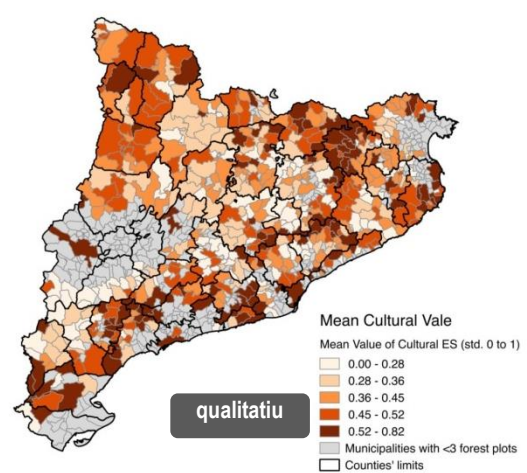
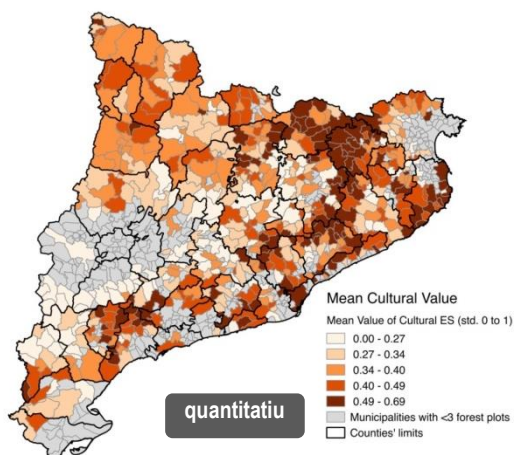
PROVISIÓ

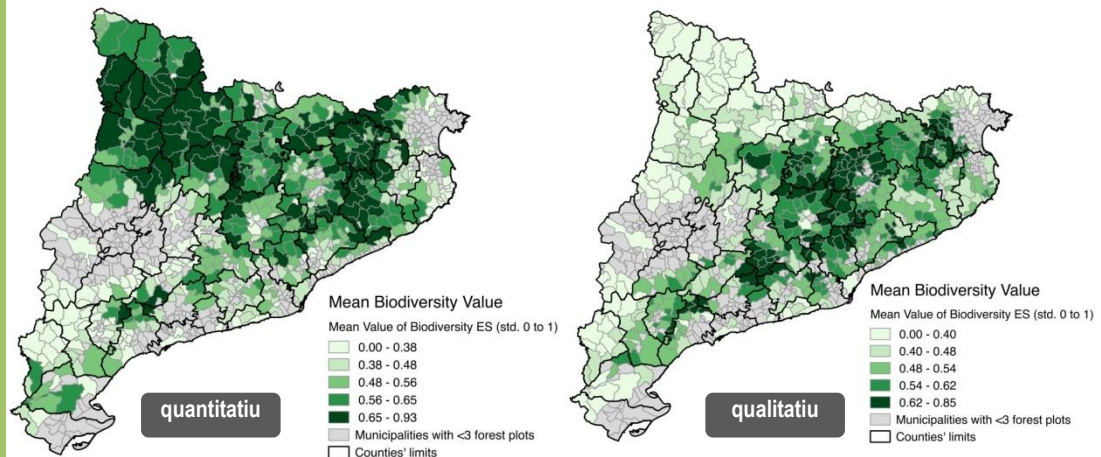


REGULACIÓ



CULTURAL





○ **Relació amb els paràmetres socioeconòmics**

Un cop establerts els patrons espacials, també s'ha estudiat quina relació hi ha entre els SE i alguns factors socioeconòmics i climàtics que podrien explicar els patrons espacials observats. Els factors que finalment s'han estudiat són els que es presenten a les següents matrius de correlacions:

Matrius de correlacions entre els grups de SE expressats en termes **quantitatius** (esquerra) i amb les variables socioeconòmiques i climàtiques (dreta)

	P	R	C	B
P	1			
R	0.76	1		
C	0.31	0.38	1	
B	0.66	0.59	0.3	1

	P	R	C	B
Densitat població	-0.18	-0.23	0.13	-0.24
Atur	-0.1	-0.07	0.06	-0.05
Agricultura	-0.06	0.01	-0.25	0
Indústria	0.15	0.09	-0.03	0.03
Construcció	0.09	0.14	0.03	0.04
Serveis	0.13	0.13	0.34	0.08
Temperatura	-0.3	-0.4	-0.11	-0.45
Precipitació	0.65	0.66	0.42	0.62



Matrius de correlacions entre els grups de SE expressats en termes **qualitatius** (esquerra) i amb les variables socioeconòmiques i climàtiques (dreta)

	P	R	C	B
P	1			
R	0.51	1		
C	0.04	0.06	1	
B	0.23	0.17	-0.14	1

	P	R	C	B
Densitat població	-0.18	-0.19	0.09	0.2
Atur	-0.16	-0.14	0.06	0.13
Agricultura	-0.02	0	-0.13	-0.16
Indústria	0.13	0.07	-0.11	0.41
Construcció	0.03	0.14	-0.01	-0.07
Serveis	0.1	0.18	0.25	-0.1
Temperatura	-0.35	-0.49	-0.07	0.35
Precipitació	0.59	0.72	0.22	-0.08

P= Provisió; R= Regulació; C= Cultural; B= Biodiversitat. En **verd** les correlacions positives de més de 0.2 i en **vermell** les correlacions negatives de més de 0.2.

## CONCLUSIONS

Les conclusions que es presenten a continuació responen únicament als SE que s'han calculat pels boscos i no tenen en compte les aportacions d'altres ecosistemes (matollars, prats, sistemes agrícoles, etc.) Així mateix, les conclusions fan referència exclusivament als indicadors utilitzats.

- Els serveis de **regulació** i de **provisió**, i en bona mesura també els de **biodiversitat**, tenen un patró espacial molt similar: els valors més alts dels dos primers d'aquests serveis es troben als municipis més arbrats i més productius (pre-Pirineu, Garrotxa, Osona, etc.). En canvi, els valors més baixos es donen en municipis del sud i terres baixes de l'interior on hi ha boscos poc productius i amb una baixa rendibilitat econòmica dels quals, tradicionalment, se'n treuen pocs aprofitaments. Pel que fa a la biodiversitat, el patró general és similar al de regulació i de provisió en termes quantitius, però no tant en termes qualitatius. Per l'indicador de **riquesa mitjana d'espècies llenyoses** expressat de forma qualitativa, no hi ha correlació ni amb els serveis de provisió ni amb els de regulació, ja que moltes espècies llenyoses estan lligades al **bosc mediterrani**, que es troba en zones més baixes i càlides, on malgrat que no hi ha molt bosc, aquest és divers.
- Els serveis culturals (i els indicadors que hem utilitzat) **estàn lligats a la demanda que prové de nuclis de població**, de manera que la seva distribució espacial difereix substancialment de la dels altres tres tipus de serveis. Presumiblement aquests serveis estan molt influïts per aspectes com la facilitat d'accés, la proximitat a nuclis de població o la tradició de turisme de lleure que tenen alguns municipis. Això queda reflectit, per exemple, en la correlació positiva dels serveis culturals amb la proporció de la població dedicada al sector serveis i la correlació negativa amb la població dedicada a l'agricultura.
- Hi ha poques diferències en la distribució dels indicadors dels SE segons si aquests estan ponderats per la superfície total del municipi ('quantitat' de SE) o per les hectàrees de bosc del municipi ('qualitat' del SE). Això

implica que **els municipis amb més superfície de bosc tendeixen a tenir també boscos amb major oferta de serveis**.

- Amb els indicadors utilitzats en cap cas s'han detectat correlacions negatives entre indicadors o entre grups de SE, de manera que **no hem detectat compromisos** (correlacions negatives) **entre serveis**. Això pot ser degut, en part, a la selecció dels indicadors, però en general reflecteix un domini de les sinèrgies i la possibilitat d'agrupar serveis a l'hora de fer valoracions. És important considerar que la manca de relacions negatives entre serveis en l'espai (el que s'ha analitzat aquí) no implica que no existeixin compromisos temporals entre els mateixos serveis.
- **La distribució dels SE estudiats està més associada amb variables climàtiques que amb variables socioeconòmiques**. Només pels SE culturals la importància de les variables climàtiques i les socioeconòmiques és similar (correlaciona positivament amb la població dedicada al sector serveis i negativament amb l'agricultura). La **precipitació** és el principal determinant de la distribució espacial dels SE forestals a Catalunya, amb un **efecte positiu significatiu en tots els casos**: on plou més hi ha valors més alts dels SE. La **temperatura** també té un efecte significatiu pels serveis de producció, regulació i biodiversitat, tot i que en aquest cas l'efecte és **negatiu**. **Aquestes associacions són rellevants en un context de canvi climàtic**.
- És important considerar que la interpretació del valor dels indicadors és **contextual**, i no necessàriament un indicador més alt en una zona determinada indica una major importància local del servei en qüestió (cal tenir en compte, també, per exemple, la demanda local del servei). En aquest sentit, preservar els boscos en zones de muntanya baixa mediterrània és important, malgrat contribueixin relativament poc a la provisió i la regulació comparat amb els boscos de les zones més humides del nord del país. A més a més, els boscos de la muntanya baixa mediterrània tenen un rol especialment important en la conservació de la biodiversitat d'espècies llenyoses.

**Després d'aquesta primera part del ForESmap en què s'han avaluat i cartografiat els SE forestals de Catalunya, en vindrà una segona part per tal de veure quines tendències han seguit aquests indicadors ens els darrers anys. Gràcies a les dades del 4t Inventario Forestal Nacional, l'IFN4 (que previsiblement han d'arribar al llarg de la primavera del 2016) i a alguns dels models desenvolupats per certs indicadors, s'estudiaran les tendències i les relacions temporals que hi pot haver entre els indicadors de SE.**

## ANNEX 1

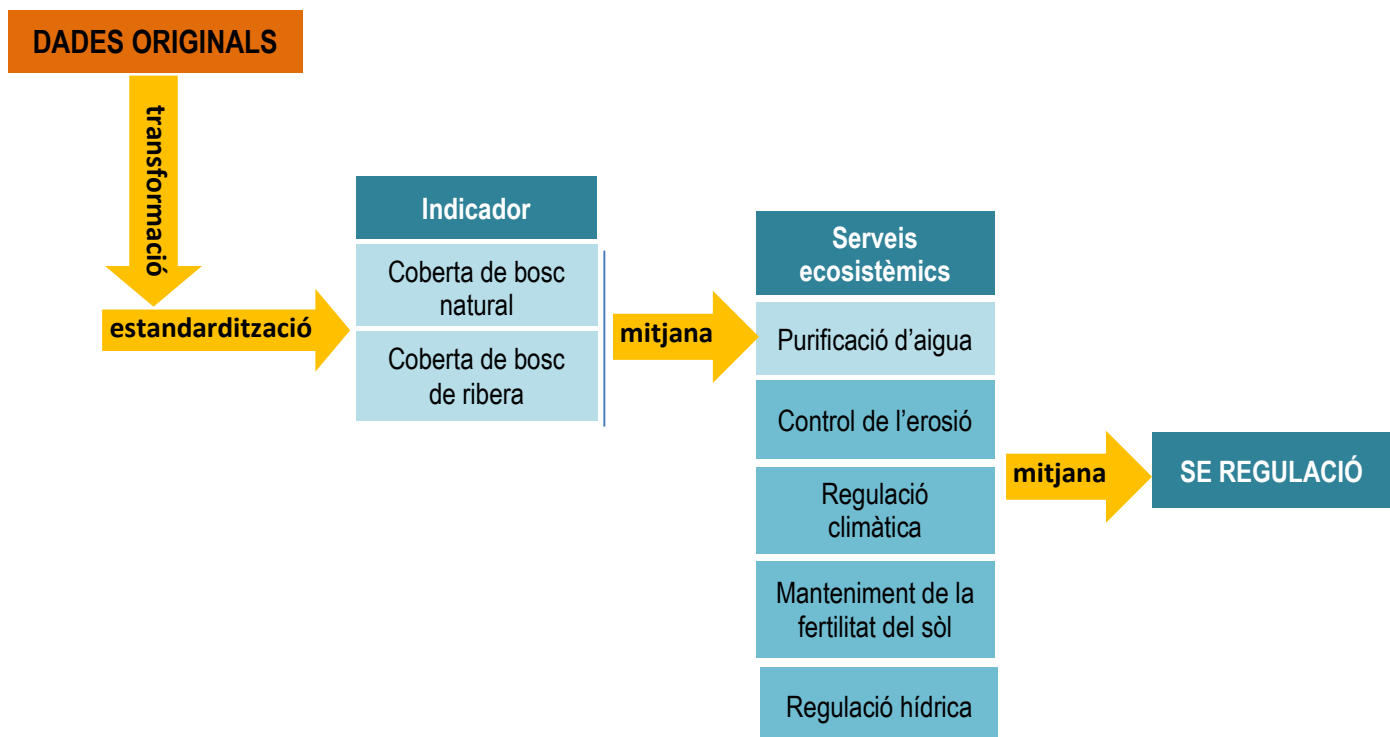
### ○ Metodologia de càlcul per l'estandardització dels indicadors

Atès que els indicadors tenen diferents unitats cal estandarditzar-los per tal de fer-los comparables. En primer lloc foren **transformats** en els casos que es va considerar necessari (podeu consultar la transformació que es va fer a cada indicador a la Taula de l'Annex 2), per tal d'assegurar que seguien una distribució normal, aplicant funcions logarítmiques o arrels quadrades, segons el cas.

Posteriorment, tots els indicadors van ser **estandarditzats de 0 a 1**, fent servir la metodologia *proximity-to-target* (Rodríguez-Loinaz et al. 2015). Aquest mètode assigna un 0 al valor més baix del rang de dades de l'indicador, un 1 al més alt; i distribueix la resta de valors entre 0 i 1.

Després d'estandarditzar-los, es van **agrupar** els indicadors en dos nivells. Primer a nivell de SE fent la **mitjana** dels indicadors corresponents: pel servei de purificació de l'aigua es va fer la mitjana dels dos indicadors corresponents (coberta de bosc natural i coberta de bosc de ribera); i pel servei cultural de turisme la mitjana dels quatre indicadors corresponents (turisme rural, XN2000, observacions d'animals i tracks del Wikiloc). Una vegada estandarditzats per cada SE, es van calcular els valors mitjans per a cada grup de SE (Provisió, Regulació, Culturals i Biodiversitat).

A continuació es presenta esquemàticament l'exemple de la metodologia de càlcul per als SE de regulació.



## ANNEX 2

○ Taula resum dels indicadors emprats per avaluar els SE.

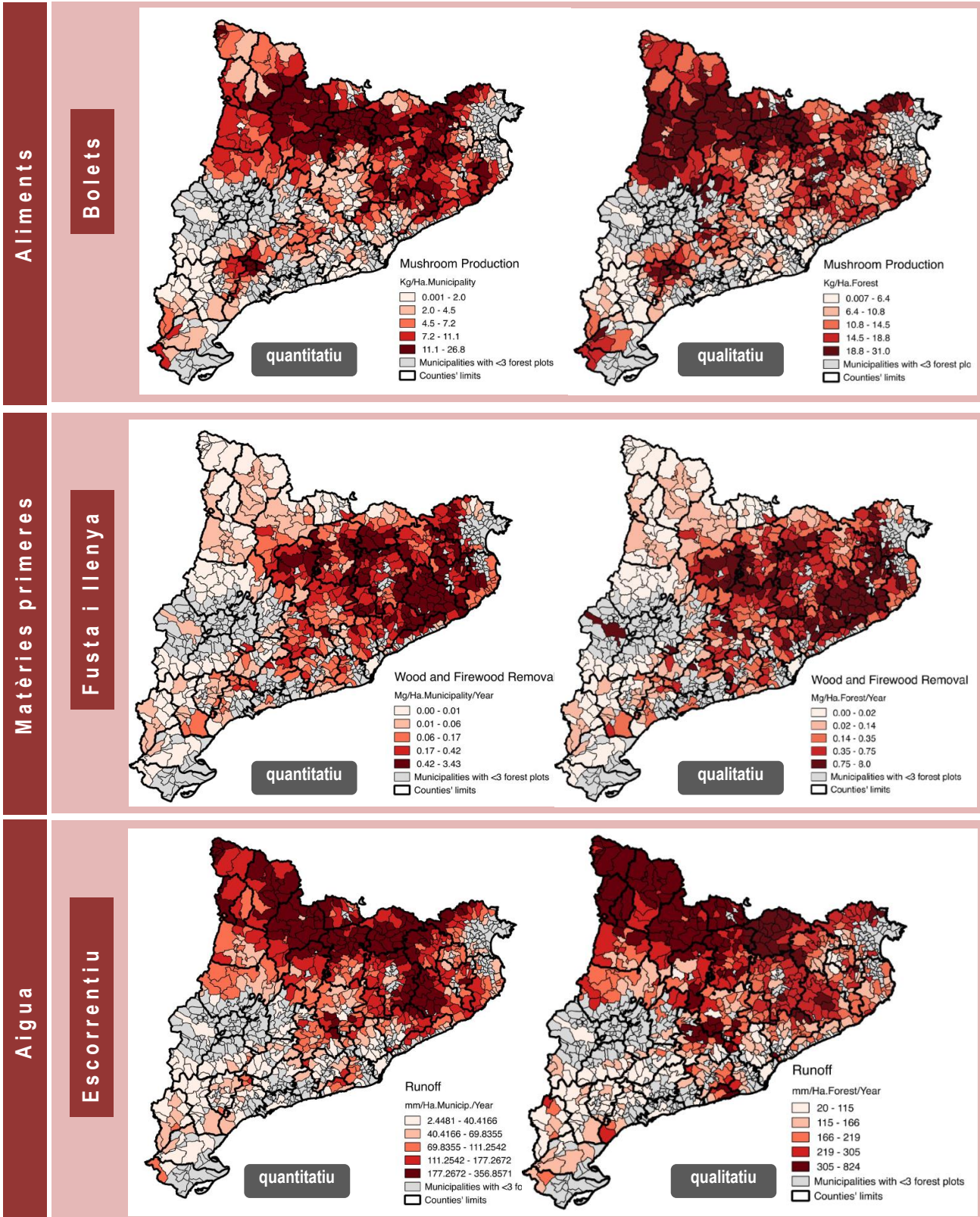
CODI	SERVEI	NOM	UNITATS	TRANSFORMACIÓ	DESCRIPCIÓ	FINESTRA TEMPORAL	FONT
P1	Aliments	Producció de bolets	Kg/ha.Municipi/any	$\text{Ln}(X+0.1)$	Producció mitjana anual de bolets comestibles pels boscos de pins, roures i avets.	2013	Modificat de De-Miguel, S. et al. 2014, CTFC
P2	Matèries primeres	Producció de fusta i llenya	Mg/ha.Municipi/any	$\text{Ln}(X+0.001)$	Mitjana anual dels aprofitaments de fusta i llenya en boscos públics (licitacions) i privats (amb Pla Tècnic i sense) a nivell municipal.	2000-2014	Subdirecció General de Boscos, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació, Generalitat de Catalunya
P3	Aigua dolça	Escorrentiu	L/m <sup>2</sup> /any	$\text{Ln}(X)$	Aigua exportada anualment per escorrentiu o percolació subterrània en cada parcel·la del IFN3 a Catalunya.	Simulacions període 1990-2010 per les parcel·les del IFN3	Modificat de De-Cáceres, M. et al. 2015, CTFC-CREAF
R1	Regulació climàtica	Embornal de carboni	Mg/ha.Municipi/any	Sense transformar	Capacitat d'embornal de carboni dels boscos de Catalunya	1990-2000	Inventario Forestal Nacional 2 i 3 (IFN2, IFN3)
R2	Manteniment de la fertilitat del sòl	Estoc de carboni orgànic al sòl	Mg/ha.Municipi	$\text{Sqrt}(X)$	Carboni orgànic al sòl als boscos de Catalunya	1975-2007	Modificat de Doblas-Miranda et al. 2013, CREAM

CODI	SERVEI	NOM	UNITATS	TRANSFORMACIÓ	DESCRIPCIÓ	FINESTRA TEMPORAL	FONT
R3	Regulació hídrica	Emmagatzematge d'aigua capçades i sòl	L/m <sup>2</sup> /any	Ln(X)	Aigua interceptada anualment per les capçades i el sòl a cada parcel·la del IFN3 a Catalunya.	Simulacions període 1990-2010 per les parcel·les del IFN3	Modificat de De-Cáceres, M. et al. 2014, CTFC-CREAF
R4	Purificació de l'aigua	Coberta de bosc natural	(ha.bosc/ha.Municipi)*100	Sense transformar	Coberta de bosc natural a cada municipi.	2009	Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 4a edició (MCSC4)
R5	Purificació de l'aigua	Coberta de bosc de ribera	(ha.bosc ribera/ ha.buffer) *100	Sqrt(X)	Coberta de bosc de ribera dins d'un buffer de 25 metres al voltant dels cursos d'aigua	2009	Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 4a edició (MCSC4)
R6	Control de l'erosió	Coberta forestal en zones pendents	(ha.bosc /ha.>30% pendent) *100	Sqrt(X)	Coberta forestal en zones amb més d'un 30% de pendent.	2009	Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, 4a edició (MCSC4) i Model Digital d'Elevacions (DEM) de 100m de resolució
C1	Turisme	Turisme rural	Places/ha.Municipi	Sqrt(X)	Establiments i places de turisme rural a cada municipi	2014	Guia oficial d'establiments turístics, Generalitat de Catalunya 2015
C2	Turisme	Xarxa Natura 2000	(ha.XN2000/ha.Municipi) *100	Sqrt(X)	Superfície forestal inclosa a la Xarxa Natura 2000	2014	Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya, 2015

CODI	SERVEI	NOM	UNITATS	TRANSFORMACIÓ	DESCRIPCIÓ	FINESTRA TEMPORAL	FONT
<b>C3</b>	Turisme	Observacions d'animals	Núm observ/ ha.Municipi/any	$\text{Ln}(X+0.0001)$	Observacions d'espècies d'animals introduïdes al portal ornitho.cat	2012-2014	Institut Català d'Ornitologia (ICO) <a href="http://www.ornitho.cat">www.ornitho.cat</a>
<b>C4</b>	Turisme	Tracks del Wikiloc®	Núm tracks/ ha.Municipi	$\text{Ln}(X+0.001)$	Rutes registrades a Catalunya i introduïdes pels usuaris a l'app Wikiloc® i al portal web wikiloc.com	2006- 2015 (març del 2015)	Wikiloc® <a href="http://ca.wikiloc.com">ca.wikiloc.com</a>
<b>B1</b>	Biodiversitat	Riquesa d'espècies llenyoses	Núm total d'espècies	Sense transformar	Nombre total d'espècies llenyoses a cada municipi	2000	Inventario Forestal Nacional 3, (IFN3)
<b>B2</b>	Biodiversitat	Riquesa d'espècies d'aus	Núm total d'espècies	Sense transformar	Nombre total d'espècies d'aus forestals a cada municipi	2014	Institut Català d'Ornitologia (ICO) <a href="http://www.ornitho.cat">www.ornitho.cat</a>

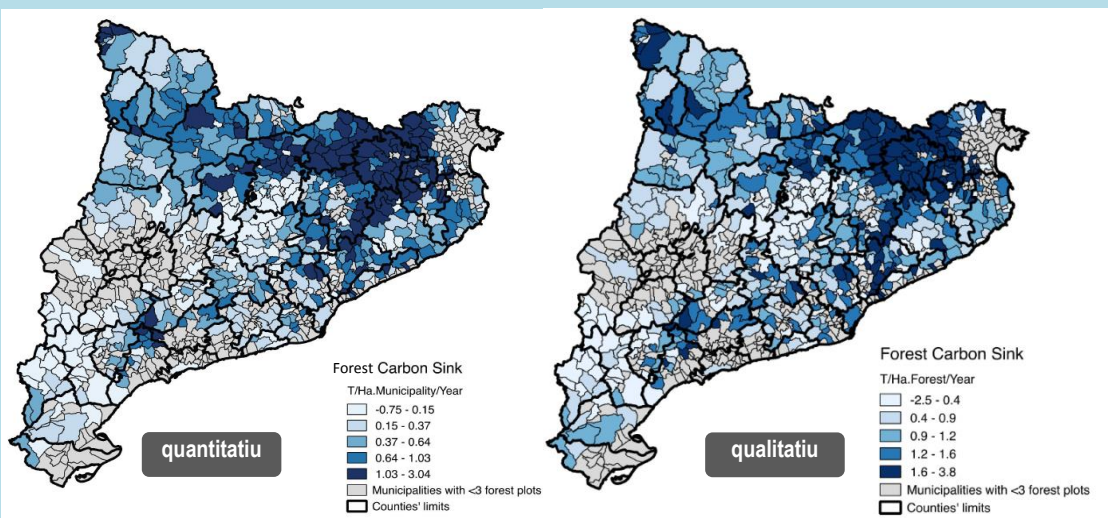
# ANNEX 3

- Mapes municipals del valor estandarditzat de cada indicador.



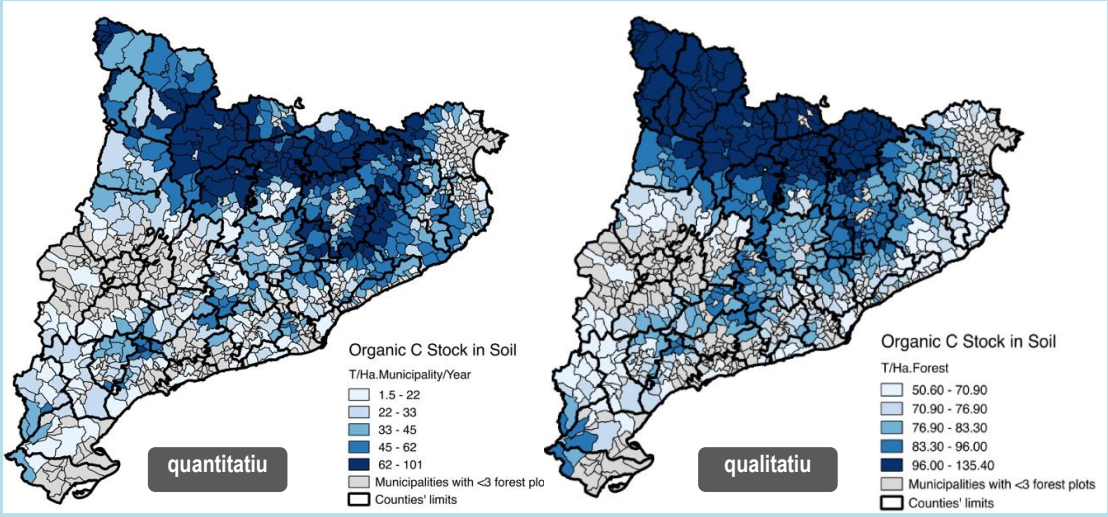
Regulació climàtica

Embornal de carboni



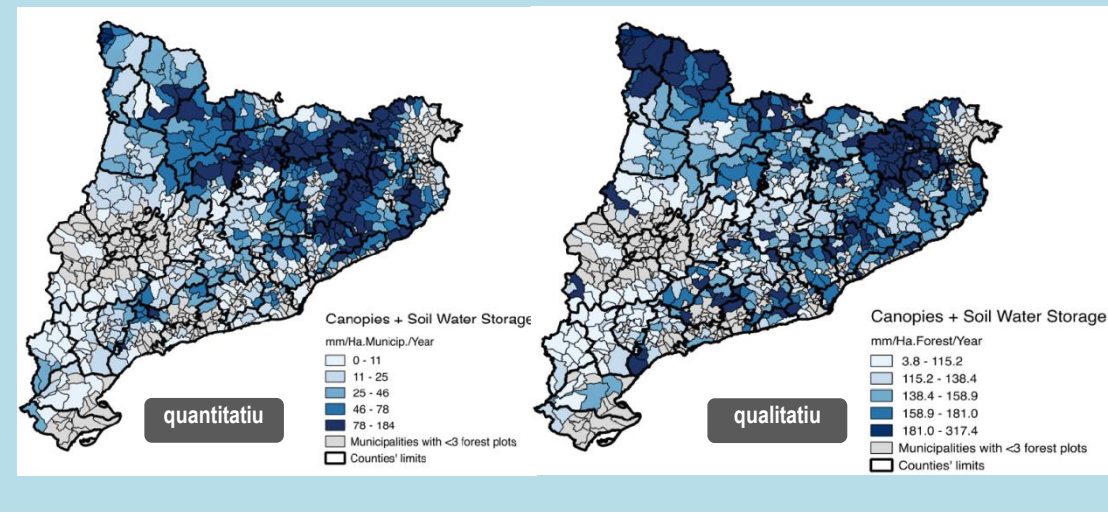
Fertilitat del sòl

Carboni orgànic al sòl



Regulació hídrica

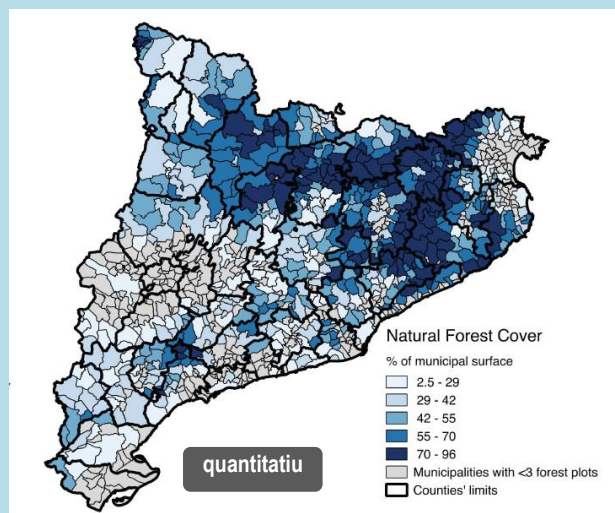
Capacitat emmagatzematge aigua





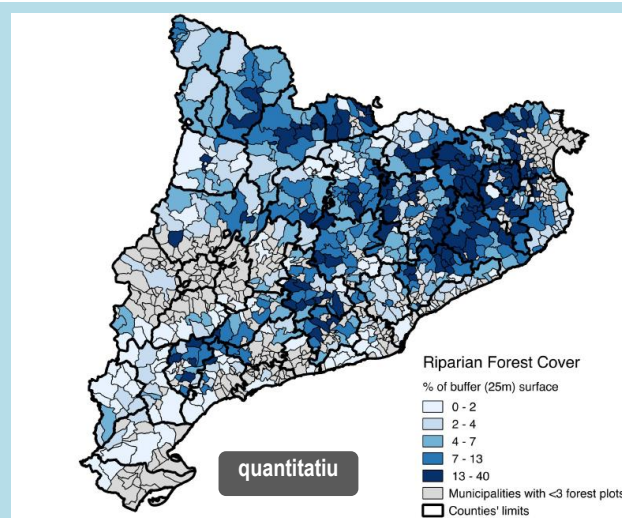
Regulació hídrica

Coberta forestal natural



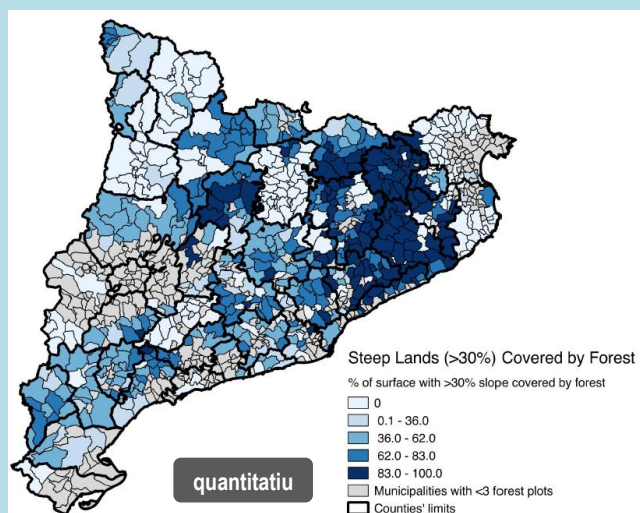
Purificació de l'aigua

Coberta bosc de ribera

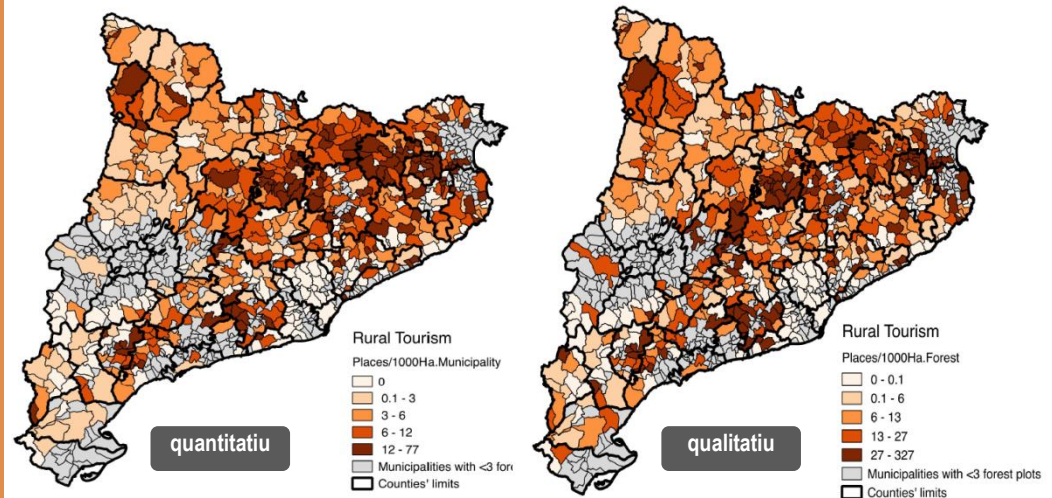


Control de l'erosió

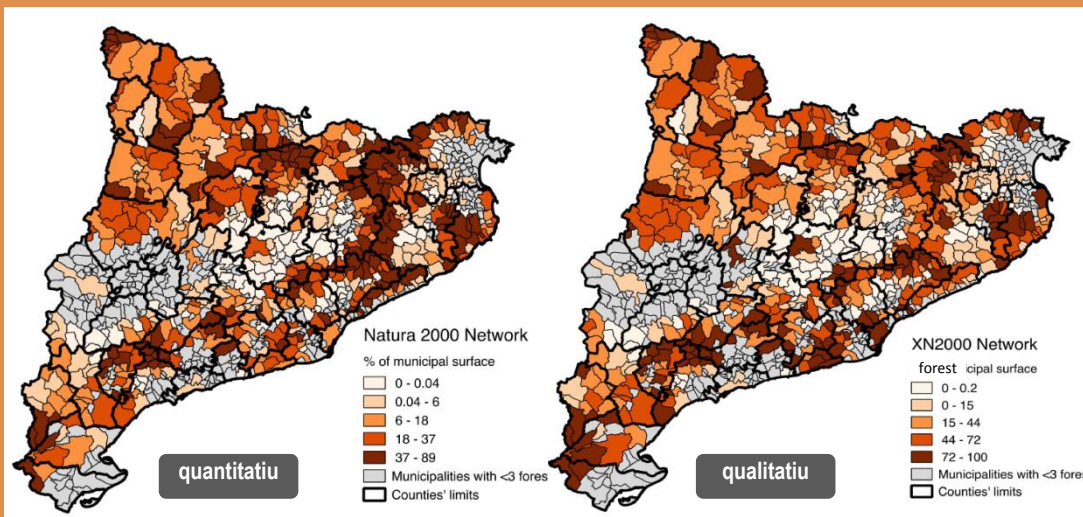
Coberta bosc en zones amb pendent



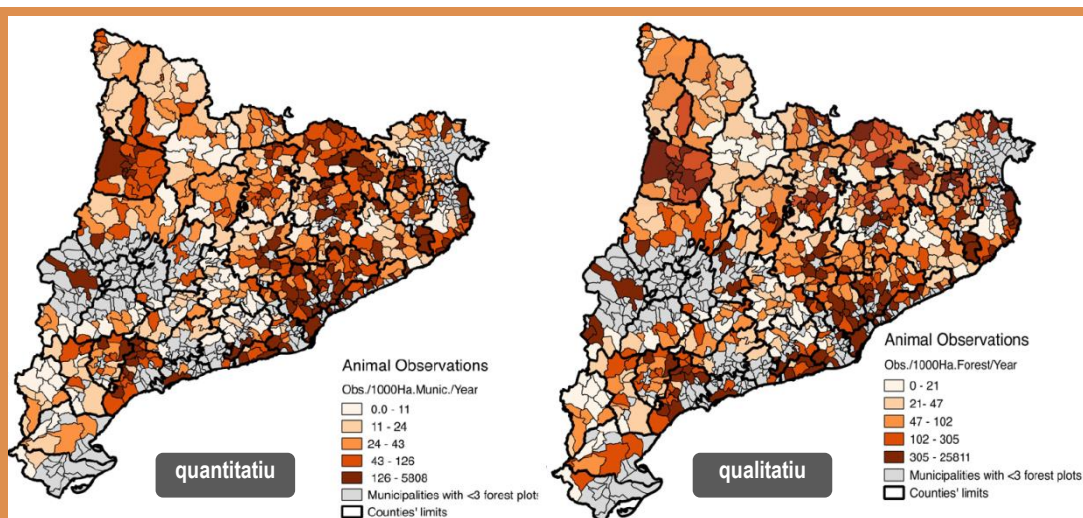
Turisme rural

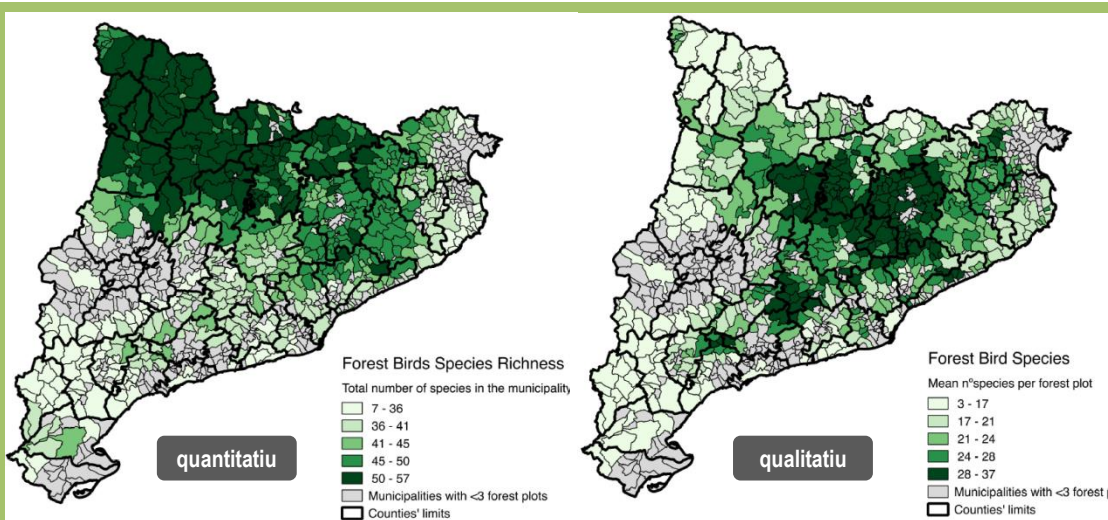
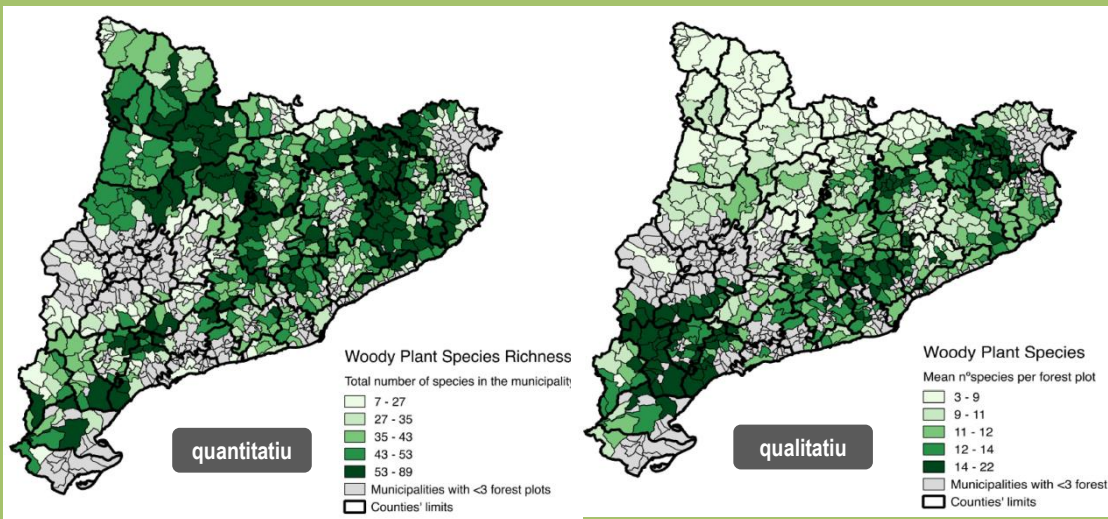
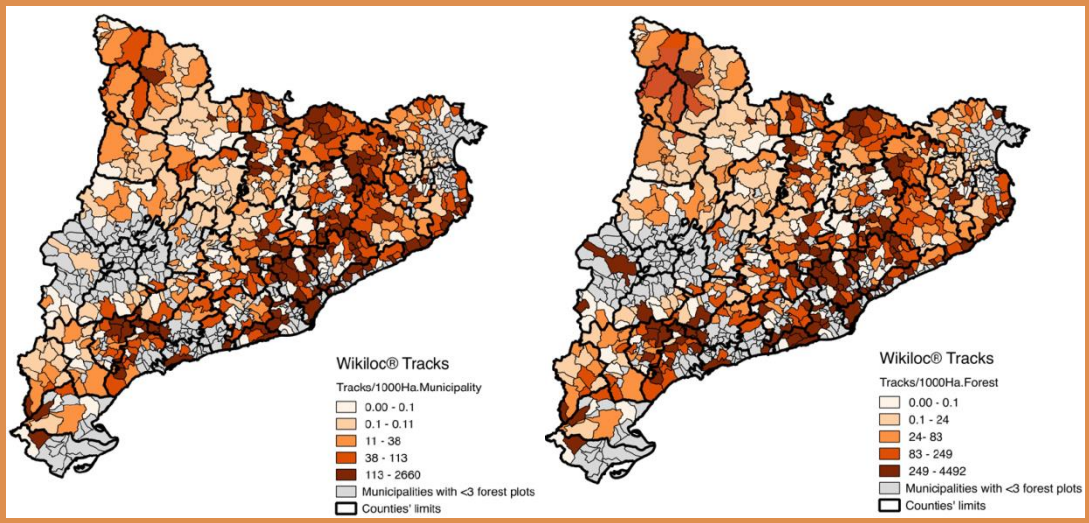


Xarxa Natura 2000



Observacions d'animals





## Bibliografia - fonts

---

- Bonan, G. B. (2008). Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. *Science (New York, N.Y.)*, 320(5882), 1444–1449. <http://doi.org/10.1126/science.1155121>
- Daily, G. (ed.) *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* (Island. Washington DC, 1997)
- De Cáceres, M., Martínez-Vilalta, J., Coll, L., Llorens, P., Casals, P., Poyatos, R., Brotons, L. (2015). Coupling a water balance model with forest inventory data to predict drought stress: the role of forest structural changes vs. climate changes. *Agricultural and Forest Meteorology* <http://doi:10.1016/j.agrformet.2015.06.012>
- De Groot, R.S., Wilson, M.A., et al., 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41 (3), 393-408.
- De-Miguel, S., Bonet, J. A., Pukkala, T., & Martínez de Aragón, J. (2014). Impact of forest management intensity on landscape-level mushroom productivity: A regional model-based scenario analysis. *Forest Ecology and Management*, 330, 218–227. <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.014>
- Doblas-Miranda, E., Rovira, P., Brotons, L., Martínez-Vilalta, J., Retana, J., Pla, M., & Vayreda, J. (2013). Soil carbon stocks and their variability across the forests, shrublands and grasslands of peninsular Spain. *Biogeosciences*, 10(12), 8353–8361. <http://doi.org/10.5194/bg-10-8353-2013>
- Elkin, C., Gutiérrez, A. G., Leuzinger, S., Manusch, C., Temperli, C., Rasche, L., & Bugmann, H. (2013). A 2 °C warmer world is not safe for ecosystem services in the European Alps. *Global Change Biology*, 19(6), 1827–1840. <http://doi.org/10.1111/gcb.12156>
- Hansen, M. C., Potapov, P. V, Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. a, Tyukavina, a, Townshend, J. R. G. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science (New York, N.Y.)*, 342(6160), 850–3. <http://doi.org/10.1126/science.1244693>
- Rodríguez-Loiñaz, G., Alday, J. G., & Onaindia, M. (2015). Multiple ecosystem services landscape index: A tool for multifunctional landscapes conservation. *Journal of Environmental Management*, 147, 152–163. <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.09.001>
- Science for Environmental Policy (2015) *Ecosystem Services and the Environment*. In-depth Report 11 produced for the European Commission, DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. Available at: [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/ecosystem\\_services\\_biodiversity\\_IR11\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/ecosystem_services_biodiversity_IR11_en.pdf)
- Thorsen, B. J., Mavsar, R., Tyrvaïnen, L., Prokofieva, I., & Stenger, A. (2014). *The Provision of Forest Ecosystem Services: Quantifying and valuing non-marketed ecosystem services* (Vol. I). Retrieved from [http://www.efi.int/files/attachments/publications/efi\\_wsctu\\_5\\_vol-1\\_en\\_net.pdf](http://www.efi.int/files/attachments/publications/efi_wsctu_5_vol-1_en_net.pdf)