

SECONDO RAPPORTO SULLO STATO DEL CAPITALE NATURALE IN ITALIA

2018

ALLEGATI TECNICI

Comitato per il Capitale Naturale



INDICE

A. ECOSISTEMI TERRESTRI A LIVELLO ECOREGIONALE E REGIONALE: AGGIORNAMENTO DELLE VALUTAZIONI SULLO STATO DI CONSERVAZIONE.....	4
B. INCIDENZA DEGLI INCENDI.....	12
C. IL RUOLO DEL CARBONIO ORGANICO DEL SUOLO: SICUREZZA ALIMENTARE E MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI DI GAS SERRA.....	14
D. LA LINEE GUIDA PER LA REGOLAMENTAZIONE DA PARTE DELLE REGIONI DELLE MODALITÀ DI QUANTIFICAZIONE DEI VOLUMI IDRICI AD USO IRRIGUO.....	18
E. GLI STUDI DI LETTERATURA SULLA VALUTAZIONE ECONOMICA DEL CN E DEI SE IN ITALIA.....	19
F. IL VALORE DELL'ASSORBIMENTO DI GAS SERRA IN ITALIA: UN ESERCIZIO DI MISURAZIONE.....	28
G. LA QUANTIFICAZIONE DEI SE NEL CALCOLO DEL COSTO AMBIENTALE PER IL SETTORE AGRICOLO.....	28
G.1 CASO STUDIO: ESEMPIO DI QUANTIFICAZIONE DEI SE DELL'ECOSISTEMA AGRICOLO IRRIGUO MEDIANTE CHOICE EXPERIMENT.....	29
H. IL CN E GLI ALTRI INPUT: L'INTERAZIONE TRA CN E CULTURALE.....	30
I. LA RIFORMA DEGLI INVESTIMENTI PUBBLICI, LE NUOVE LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI IN OPERE PUBBLICHE E LE OPPORTUNITÀ DI INTEGRARE IL CN NELLA VALUTAZIONE DELLE OPERE PUBBLICHE.....	36
J. VERSO LE LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DEGLI INVESTIMENTI NELLE OPERE PUBBLICHE DI COMPETENZA DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE.....	40
K. RIFERIMENTI.....	42

INDICE DELLE FIGURE

FIG. 1: QUADRO DI RIFERIMENTO CONCETTUALE PER LA VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DEGLI ECOSISTEMI (NEL QUADRO IN BLU) NELL'AMBITO DEL PROCESSO MAES.....	4
FIG. 2: DATI E INFORMAZIONI RICHIESTI PER LA VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DEGLI ECOSISTEMI A LIVELLO EUROPEO.....	5
FIG. 3: DRIVERS E PRESSIONI, SELEZIONATE A LIVELLO EUROPEO, CHE DETERMINANO LE CONDIZIONI DEGLI ECOSISTEMI FORESTALI.....	5
FIG. 4: PERCENTUALE DI SUPERFICIE ARTIFICIALE NEGLI ECOSISTEMI E NELLE DIVERSE COPERTURE DEL SUOLO, VISUALIZZATA PER AMBITI ECOREGIONALI.....	6
FIG. 5: PERCENTUALE DI SUPERFICIE ARTIFICIALE NEGLI ECOSISTEMI E NELLE DIVERSE COPERTURE DEL SUOLO, VISUALIZZATA PER REGIONI AMMINISTRATIVE.....	7
FIG. 6 PERCENTUALE DI SUPERFICIE ARTIFICIALE NEGLI ECOSISTEMI NATURALI E SEMI-NATURALI, VISUALIZZATA PER AMBITI ECOREGIONALI.....	8
FIG. 7: PERCENTUALE DI SUPERFICIE ARTIFICIALE NEGLI ECOSISTEMI NATURALI E SEMI-NATURALI, VISUALIZZATA PER REGIONI AMMINISTRATIVE.....	9
FIG. 8: NUMERO DI INCENDI (FN) E AREA PERCOSA (BA) IN ITALIA PER IL PERIODO 1980-2016.....	12
FIG. 9: CONFRONTO FRA IL NUMERO DI INCENDI (FN, A SINISTRA) E L'AREA PERCOSA (BA, A DESTRA) IN ITALIA NEL 2017 RISPETTO ALLA MEDIA DEL PERIODO 2008-2016.....	13
FIG. 10: STANDARD E INIZIATIVE INTERNAZIONALI DIRETTAMENTE COLLEGATE ALLA GESTIONE SOSTENIBILE DEL SUOLO.....	15
FIG. 11: MODELLO VIRTUOSO DI ECONOMIA CIRCOLARE PER LA FRAZIONE ORGANICA (FOOD WASTE).....	16
FIG. 12: IL MODELLO "SOM" SVILUPPATO NEL PROGETTO BIT3G.....	16
FIG. 13. ANDAMENTO DELLA SOSTANZA ORGANICA (TON/HA) PER I DUE SCENARI ANALIZZATI.....	17
FIG. 14 BILANCIO DI GHG PER 1 HA DI TERRENO COLTIVATO A CARDO: SCENARI "COMPOST" E "NO COMPOST" (METODO: IPCC 2013, 20 ANNI).....	17
FIG. 15: SCHEMA RIEPILOGATIVO LINEE GUIDA MIPAAF.....	18
FIG. 16: MODELLO A CASCATA DEI SE.....	30

A. Ecosistemi terrestri a livello ecoregionale e regionale: aggiornamento delle valutazioni sullo stato di conservazione

Nel Capitolo 4 del 2° Rapporto, viene presentato un aggiornamento sulle valutazioni dello stato degli Ecosistemi italiani, rispetto a quanto riportato nel 1° Rapporto sul CN in Italia (CCN, 2017)

Come già evidenziato in CCN, 2017, le relazioni tra stato di conservazione degli ecosistemi e la loro capacità di fornire servizi rappresentano il quadro di riferimento concettuale per la valutazione delle condizioni nell'ambito del processo MAES (Fig. 1).

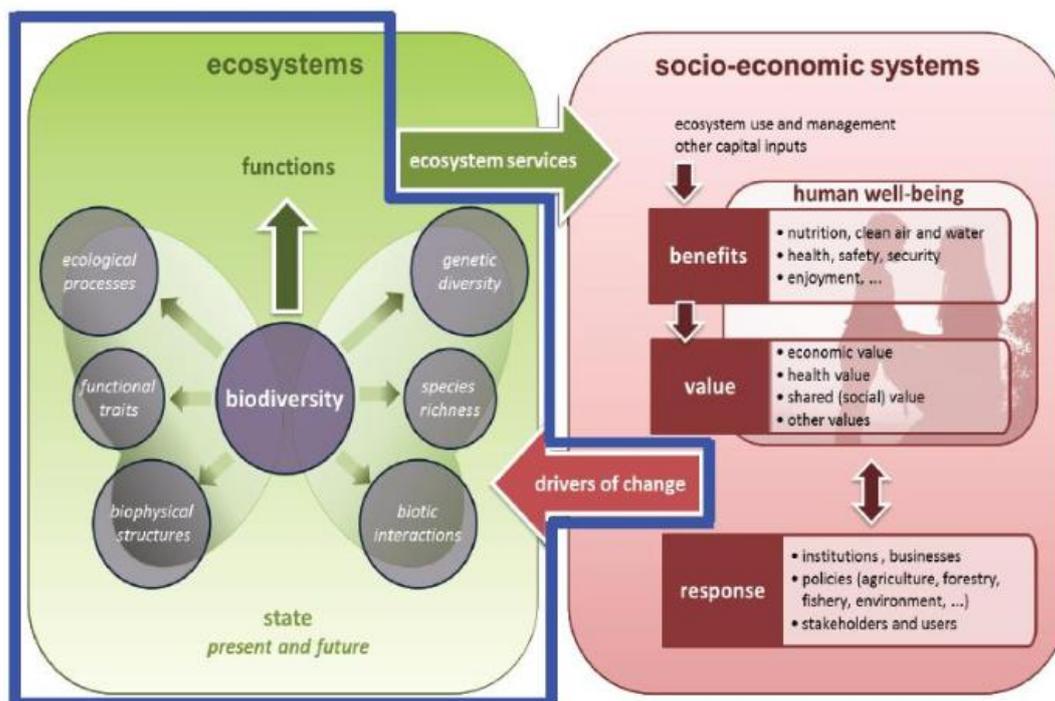


Fig. 1: Quadro di riferimento concettuale per la valutazione delle condizioni degli ecosistemi (nel quadro in blu) nell'ambito del processo MAES

Fonte: EC (2016)

A partire dai Report del 2016 (EEA, 2016; EC, 2016), il tema è stato ripreso a livello europeo nel corso del 2017, attraverso un workshop del WG MAES (EC, 2017; Maes *et al* 2018) e ulteriori avanzamenti tematici relativi ad esempio agli ecosistemi urbani (Maes *et al.*, 2016), alle aree umide¹ e agli ecosistemi forestali².

Dal punto di vista metodologico, il modello di valutazione proposto a livello europeo segue il quadro DPSIR (Drivers, Pressures, State, Impact and Response) e promuove, come per tutte le fasi del processo MAES, un'ottimizzazione delle conoscenze già esistenti (Fig. 2). Questo determina il potenziale uso di indicatori di pressione come surrogati per la valutazione delle condizioni degli ecosistemi (laddove non siano disponibili indicatori sullo stato), nonché un uso mirato dei dati prodotti nell'ambito dell'applicazione della Direttiva Habitat (Art. 17) e dalla Red List degli Habitat (Janssen *et al.*, 2016). Da segnalare anche le indicazioni dell'IUCN in merito alla Red List degli ecosistemi, già adottate in Italia per l'ecoregione Alpina (Blasi, 2016; Keith *et al.*, 2015; Rodriguez *et al.*, 2015).

¹ http://swos-service.eu/wp-content/uploads/2017/06/MAES_WetlandEcosystemCondition_v1.01.pdf

² <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetailDoc&id=34606&no=5>

Table 2.1 Data and information needs for Europe-wide ecosystem assessment

Analytical step	Action and information requirement
Mapping ecosystems	Define a typology of ecosystems suitable for the European scale, and map their spatial extent based on their biotic and abiotic characteristics (data from the Corine land cover and EUNIS habitats databases, bathymetry, elevation, soil and other reference data)
Mapping pressures on ecosystems	Assess direct and indirect pressures (habitat change, climate change, overexploitation, invasive alien species and pollution) and their trends in space and time (data from many sources)
Assessing condition of ecosystems	Use data on habitats, species and environmental quality to define condition of ecosystems (EU directives reporting and other sources). Changes over time can show how pressures have affected habitat quality, biodiversity and the capacity to supply ecosystem services
Mapping condition of ecosystems	Condition can be mapped if data on condition are available in sufficient spatial detail (frequently poor data)
Links between ecosystem condition and ecosystem services	Collect information, quantitative if available, about how ecosystem condition affects habitat quality, biodiversity and the capacity to supply ecosystem services (data gaps)
Mapping ecosystem service capacity	Combine ecosystem maps with data on condition and on the links between condition, functions and ecosystem service capacity (data gaps)

Note: Corine, Coordination of Information on the Environment; EUNIS, European Nature Information System.

Source: Adapted from information in EEA, 2015a.

Fig. 2: Dati e informazioni richiesti per la valutazione delle condizioni degli ecosistemi a livello europeo

Fonte: AEA, 2016

A livello nazionale, l'opportuno approfondimento delle valutazioni è stato basato su una più dettagliata classificazione e mappatura degli ecosistemi (Blasi *et al.*, 2017) e su indicatori selezionati e misurati originalmente rispetto ai dati disponibili (prevalentemente riferiti agli habitat).

Coerentemente con il quadro di forte impatto degli "human drivers" che caratterizza il nostro contesto nazionale, tali valutazioni fanno prevalentemente riferimento ai fenomeni di cambiamento di copertura e uso del suolo e alla frammentazione (Fig. 3). Gli indicatori utilizzati nella prima fase di valutazione (CCN, 2017) comprendono in particolare la copertura reale degli ecosistemi, rispetto ad ambiti di estensione potenziale, e la natura e qualità dei contatti con le altre tipologie di copertura del suolo, nell'ambito di mosaici territoriali complessi.

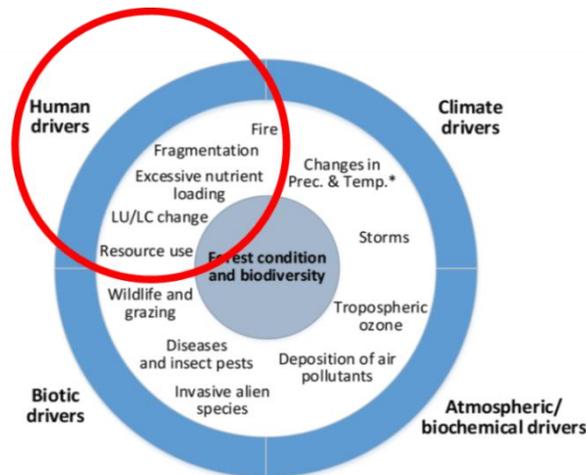


Fig. 3: Drivers e pressioni, selezionate a livello europeo, che determinano le condizioni degli ecosistemi forestali

Fonte: EC, 2017

Di seguito viene riportata una rappresentazione cartografica della percentuale di superficie artificiale negli ecosistemi e nelle diverse coperture del suolo e della percentuale di superficie artificiale negli ecosistemi naturali e semi-naturali, visualizzate per ambiti ecoregionali e per regioni amministrative.

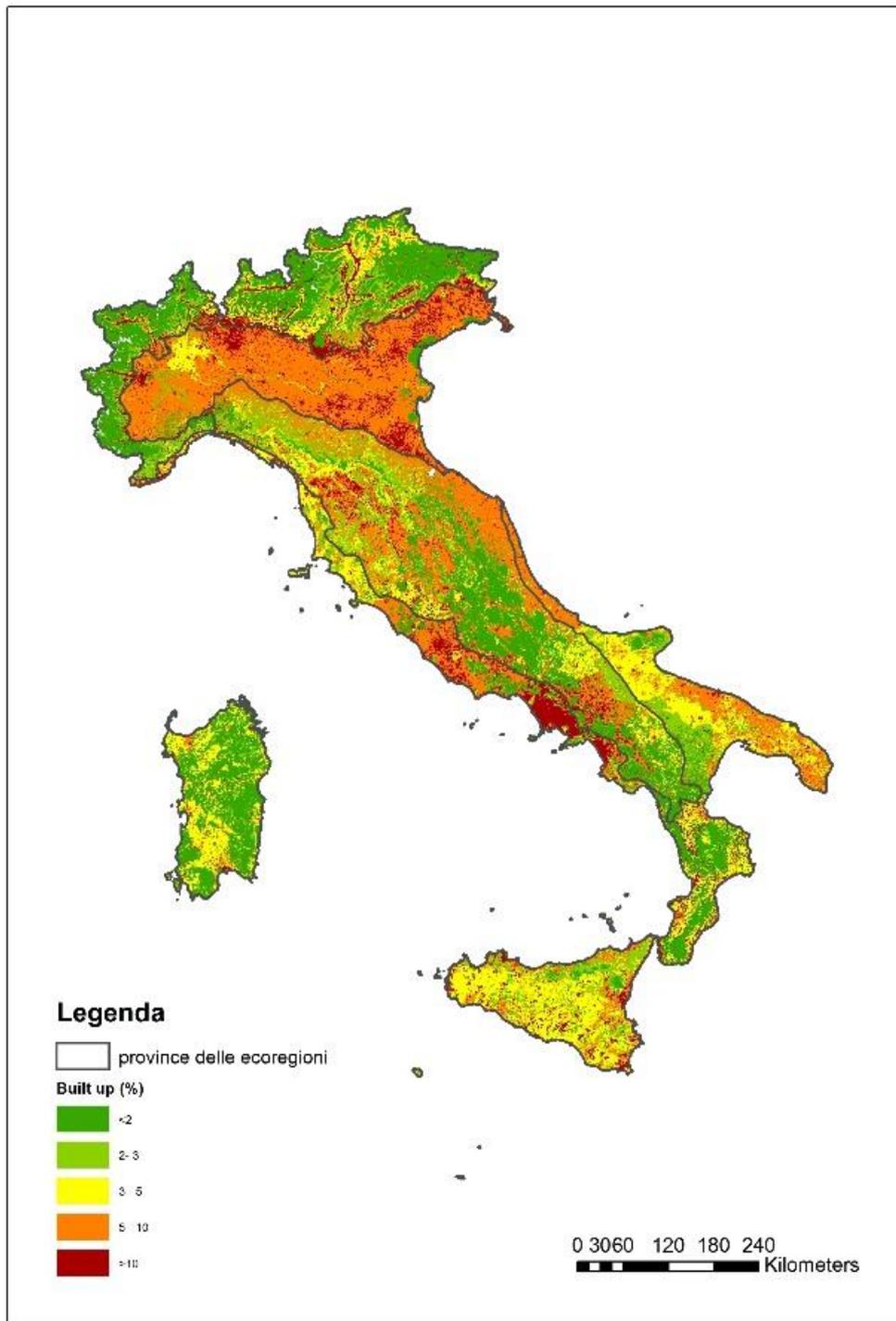


Fig. 4: percentuale di superficie artificiale negli ecosistemi e nelle diverse coperture del suolo, visualizzata per ambiti ecoregionali

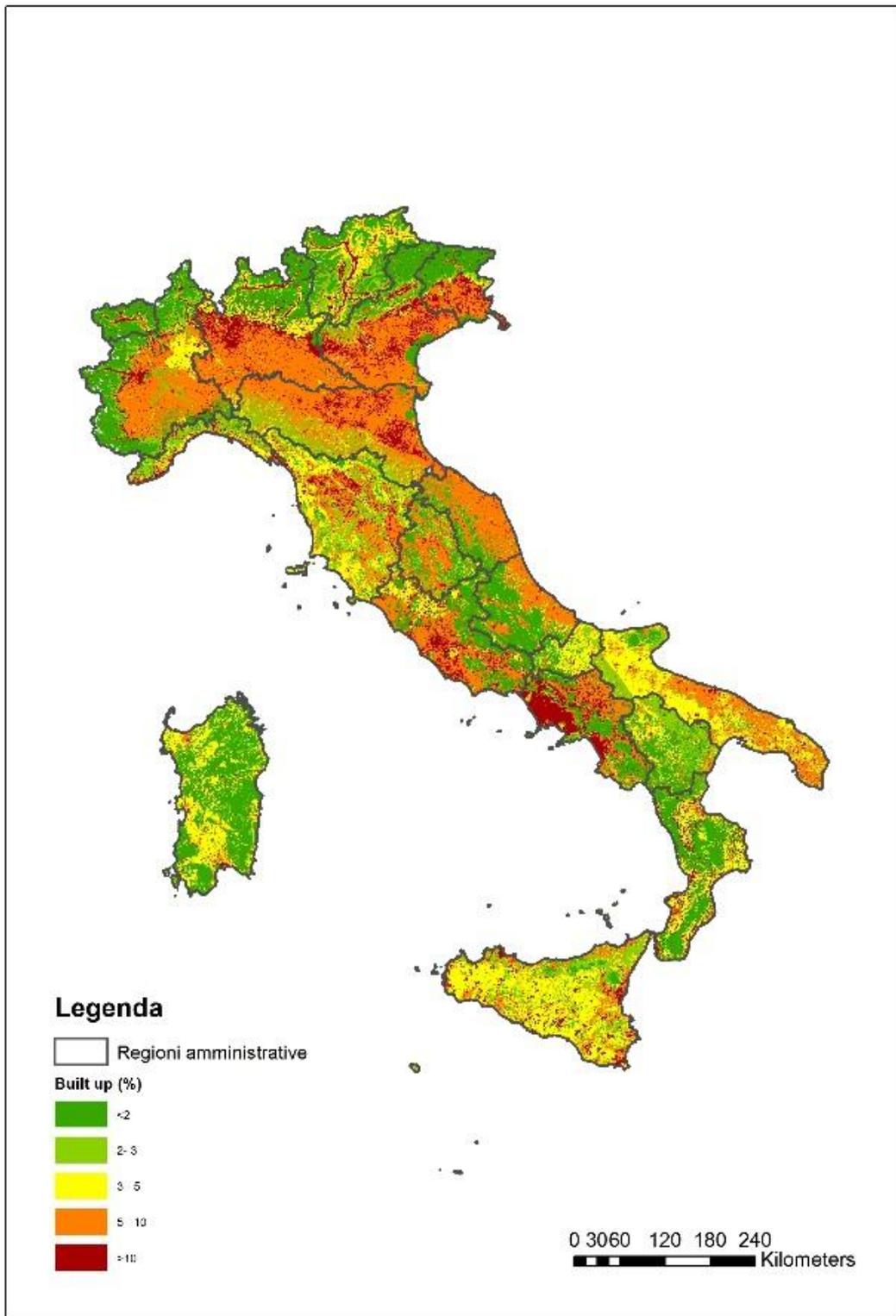


Fig. 5: percentuale di superficie artificiale negli ecosistemi e nelle diverse coperture del suolo, visualizzata per regioni amministrative.

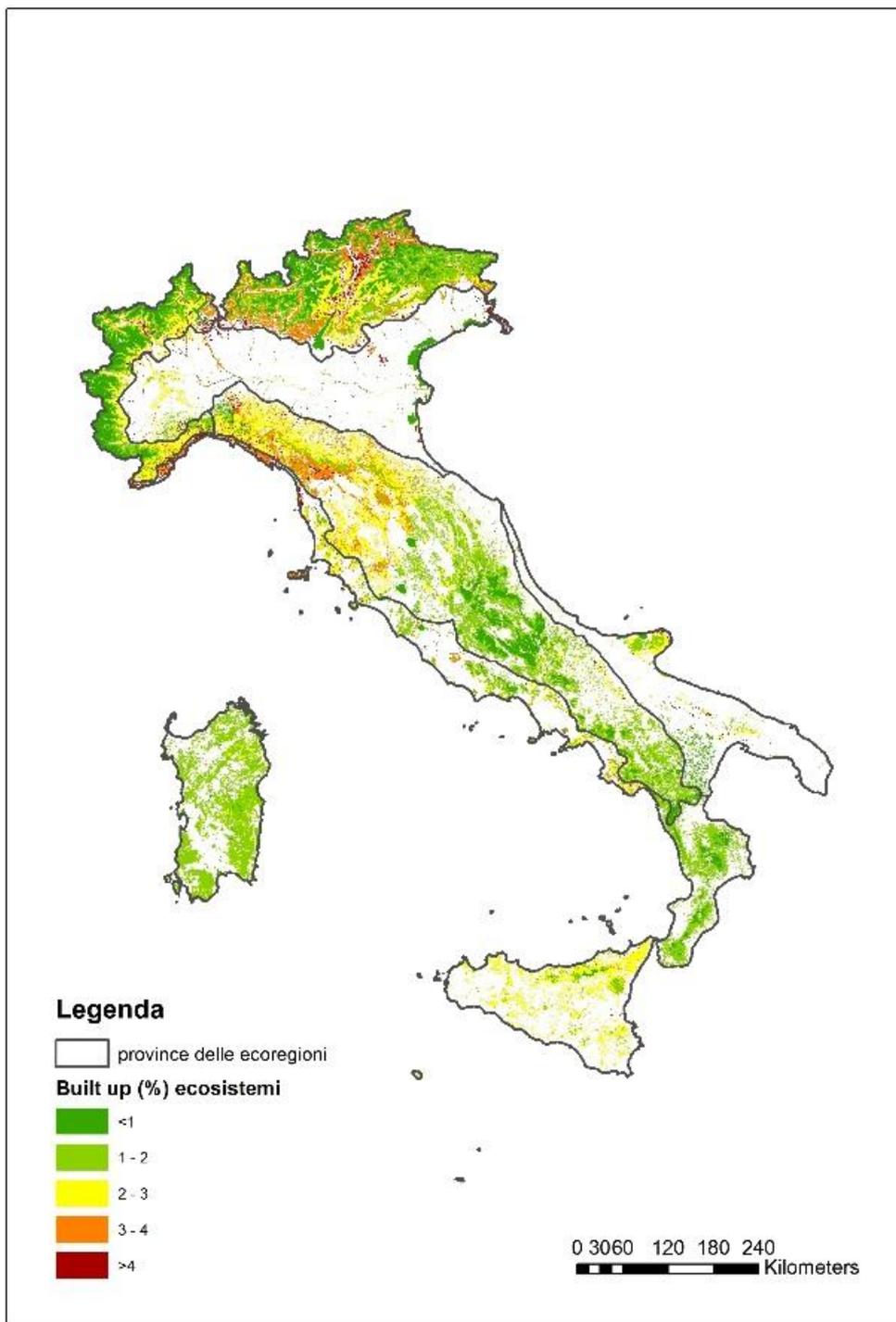


Fig. 6 percentuale di superficie artificiale negli ecosistemi naturali e semi-naturali, visualizzata per ambiti ecoregionali

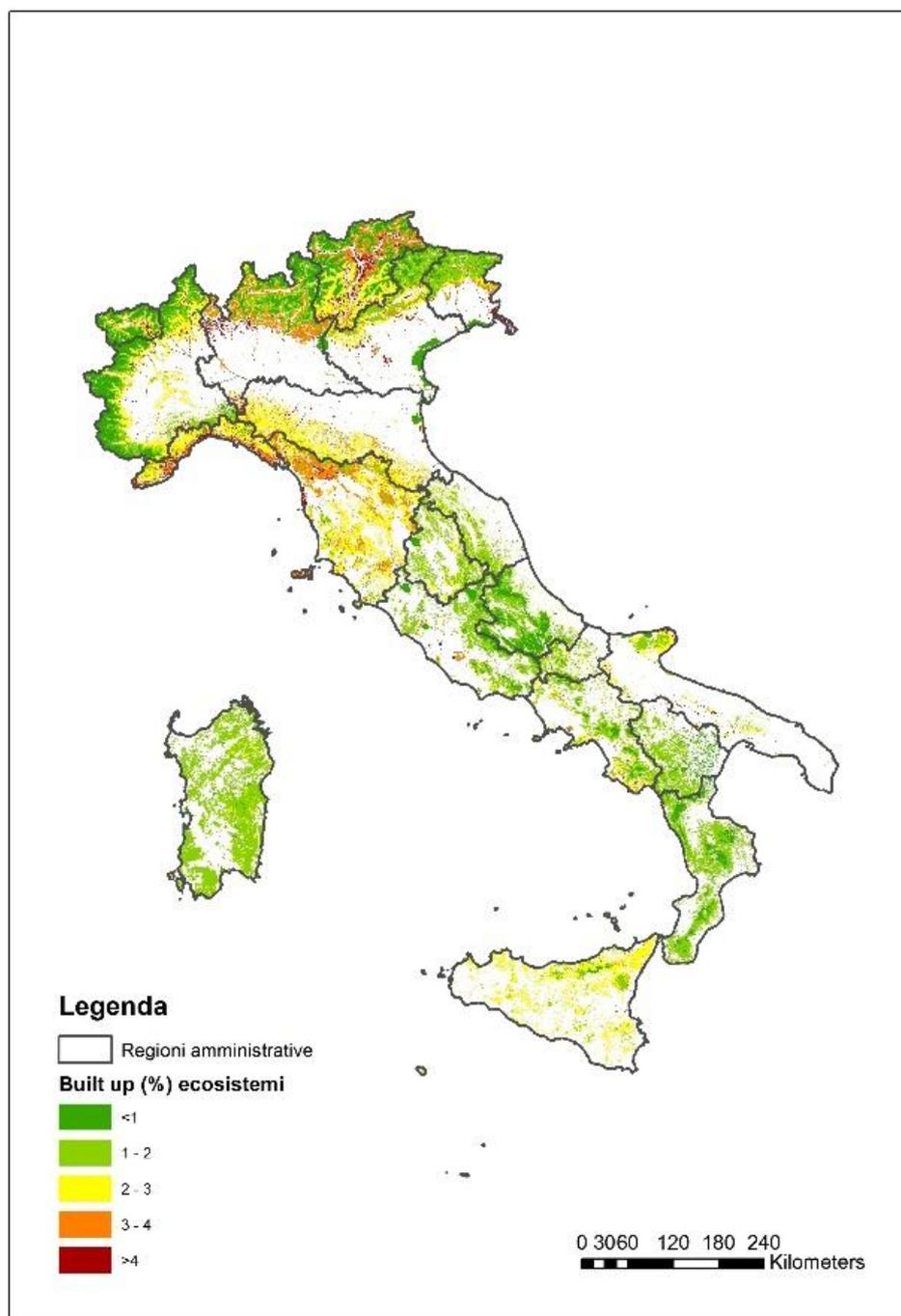


Fig. 7: percentuale di superficie artificiale negli ecosistemi naturali e semi-naturali, visualizzata per regioni amministrative.

Nel precedente rapporto (CCN, 2017) è stata presentata una valutazione dello stato di conservazione degli ecosistemi italiani basata su parametri di composizione e configurazione spaziale particolarmente significativi in un contesto di contabilità del CN. Tali parametri sono fondamentalmente legati da una parte alla copertura attuale dei diversi ecosistemi rispetto ad una loro estensione potenziale, determinata dall'insieme di condizioni ambientali (clima, geomorfologia, idrografia, suoli, biogeografia), dall'altra alla qualità dei contatti che una determinata tipologia di ecosistema ha con il proprio intorno.

È emerso, infatti, che il 12% della superficie nazionale ospita ecosistemi ad alto stato di conservazione, il 14% a medio e il 14% a basso. Tra questi ultimi rientrano, in particolare: 1) i diversi tipi di ecosistemi forestali della Pianura Padana; 2) gli ecosistemi legati alle fasce costiere e subcostiere della penisola, delle isole maggiori e delle coste nord-adriatiche; 3) gli ecosistemi igrofilo a diversa struttura e fisionomia di tutti i settori biogeografici ed ecoregionali; 4) gli ecosistemi forestali a

dominanza di querce caducifoglie in ambito pianiziale e collinare sia nel settore alpino e prealpino sia nel settore peninsulare, in quanto fortemente condizionati dalle attività agricole e dall'insieme delle infrastrutture grigie legate al continuo ampliamento dei sistemi urbani.

Per facilitare l'interpretazione dello stato di conservazione degli ecosistemi legati alla vegetazione naturale potenziale (foreste o arbusteti, nel caso che i fattori ambientali limitino la presenza degli alberi a vantaggio degli arbusti) si è scelto di ricondurre queste tipologie di ecosistemi alle categorie dell'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali del Carbonio (INFC)³. È emerso che le categorie forestali:

- nell'ecoregione **Alpina** presentano generalmente un alto stato di conservazione, a meno di situazioni particolari quali ad es. boschi igrofilo e boschi di querce caducifoglie;
- nell'ecoregione **Padana** sono tutte a basso stato di conservazione, incluse le tipologie più diffuse (boschi igrofilo) e quelle maggiormente rappresentative ma estremamente ridotte in estensione (boschi pianiziali di carpino bianco e querce caducifoglie);
- nell'ecoregione **Appenninica** presentano la maggior variabilità in termini di stato di conservazione, con criticità relative soprattutto ai boschi di pini montani e mediterranei e ai boschi igrofilo;
- nell'ecoregione **Tirrenica** sono prevalentemente a basso stato di conservazione, con categorie a medio stato di conservazione prevalentemente legate ai settori montani inclusi nell'ecoregione (ad es. faggete ed ostrieti);
- nell'ecoregione **Adriatica** sono quasi esclusivamente a basso stato di conservazione, anche per le tipologie più diffuse quali i boschi di pini mediterranei e i boschi igrofilo, e presentano poche tipologie, scarsamente diffuse e rappresentative, a medio stato di conservazione (ad es.: faggete ed ostrieti).

Si riporta di seguito l'aggiornamento dell'attribuzione degli ecosistemi forestali alle diverse categorie inventariali dell'INFC (2015) opportunamente interpretate al fine di mantenerle come riferimento di base.

BOSCHI DI LATIFOGIE SEMPREVERDI

Ecosistemi forestali submediterranei a dominanza di *Quercus ilex* della fascia insubrica

Ecosistemi forestali submediterranei a dominanza di *Quercus ilex* della Pianura Padana

Ecosistemi forestali peninsulari mediterranei e submediterranei a dominanza di *Quercus ilex* e/o *Q. suber* (e *Q. calliprinos* nel Salento)

Ecosistemi forestali mediterranei e submediterranei a dominanza di *Quercus ilex*, *Q. suber* e/o *Q. calliprinos* della Sicilia e Sardegna

BOSCHI DI ROVERE, ROVERELLA E FARNIA

Ecosistemi forestali alpini e prealpini a dominanza di *Quercus petraea* e/o *Q. robur*

Ecosistemi forestali alpini, prealpini e del Carso a dominanza di *Quercus pubescens*, *Q. cerris* e/o *Ostrya carpinifolia*

Ecosistemi forestali della Pianura Padana a dominanza di *Quercus robur* e/o *Q. petraea*

Ecosistemi forestali appenninici e subappenninici centro-settentrionali a dominanza di *Quercus petraea* e/o *Q. cerris*

Ecosistemi forestali appenninici e subappenninici a prevalenza di *Quercus pubescens* e/o *Ostrya carpinifolia*

Ecosistemi forestali peninsulari mesoigrofilo a dominanza di *Quercus robur*

BOSCHI DI CERRO, FARNETTO, FRAGNO, VALLONEA

Ecosistemi forestali peninsulari mesofili a prevalenza di *Quercus cerris*

Ecosistemi forestali peninsulari termofili a prevalenza di *Quercus cerris* localmente con *Q. frainetto*

Ecosistemi forestali peninsulari termofili a prevalenza di *Quercus virgiliana*

Ecosistemi forestali dei querceti termofili sud-orientali con *Quercus virgiliana*, *Q. trojana*, *Q. macrolepis* o *Q. frainetto*

Ecosistemi forestali mediterranei e submediterranei della Sicilia e Sardegna a dominanza di querce caducifoglie (*Q. virgiliana*, *Q. congesta*, *Q. ichnusa*, *Q. gussoni*, ecc.)

OSTRIETI, CARPINETI

Ecosistemi forestali alpini, prealpini e del Carso a dominanza di *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus excelsior* e/o *Carpinus betulus*

Ecosistemi forestali della Pianura Padana a dominanza di *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior* e altre latifoglie mesofile

Ecosistemi forestali peninsulari da pianiziali a submontani a dominanza di *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus*, *Carpinus betulus*, *C. orientalis*, *Ulmus minor*, ecc.

³ <https://www.sian.it/inventarioforestale/>

CASTAGNETI

- Ecosistemi forestali alpini e prealpini a dominanza di *Castanea sativa*
- Ecosistemi forestali della Pianura Padana a dominanza di *Castanea sativa*
- Ecosistemi forestali peninsulari collinari e submontani a dominanza di *Castanea sativa*
- Ecosistemi forestali a dominanza di *Castanea sativa* dei rilievi delle Isole maggiori

FAGGETE

- Ecosistemi forestali alpini e prealpini montani a dominanza di *Fagus sylvatica* con *Picea abies*, *Abies alba*, *Sorbus aucuparia*, ecc.
- Ecosistemi forestali appenninici montani a dominanza di *Fagus sylvatica* con *Abies alba*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Acer lobelii*, ecc.
- Ecosistemi forestali mediterraneo-montani a dominanza di *Fagus sylvatica*

BOSCHI IGROFILI

- Ecosistemi forestali igrofilo alpini e prealpini a dominanza di *Salix*, *Populus*, *Alnus*, *Betula*, ecc.
- Ecosistemi forestali igrofilo della Pianura Padana a dominanza di *Salix*, *Populus*, *Alnus*, ecc.
- Ecosistemi forestali igrofilo peninsulari a dominanza di *Salix*, *Populus*, *Alnus*, *Platanus*, ecc.
- Ecosistemi forestali igrofilo della Sicilia e Sardegna a dominanza di *Salix*, *Populus*, *Platanus*, *Nerium*, *Tamarix*, ecc.

BOSCHI DI PINI MEDITERRANEI

- Ecosistemi forestali submediterranei delle coste nord-adriatiche a dominanza di *Pinus pinaster* e/o *P. pinea*
- Ecosistemi forestali mediterranei e submediterranei peninsulari a dominanza di *Pinus pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis*
- Ecosistemi forestali mediterranei a dominanza di *Pinus pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis* delle Isole maggiori

BOSCHI DI PINI MONTANI

- Ecosistemi forestali alpini, prealpini e del Carso a dominanza di *Pinus sylvestris* e/o *P. nigra*
- Ecosistemi forestali della Pianura Padana a dominanza di *Pinus sylvestris* e/o *P. nigra*
- Ecosistemi forestali peninsulari e siciliani montani e oromediterranei a dominanza di *Pinus nigra*, *P. leucodermis* e/o *P. laricio*

BOSCHI DI ABETE ROSSO E/O ABETE BIANCO

- Ecosistemi forestali alpini e prealpini a dominanza di *Picea abies* e/o *Abies alba*
- Ecosistemi forestali appenninici a dominanza di *Picea abies* e/o *Abies alba*

BOSCHI DI LARICE E CEMBRO

- Ecosistemi forestali alpini e prealpini a dominanza di *Pinus cembra* e/o *Larix decidua*
- Ecosistemi forestali a dominanza di conifere alloctone (*Pinus strobus*, *Douglasia*, *Cedrus*, *Cupressus*, ecc.)

ARBUSTETI SUBALPINI

- Ecosistemi arbustivi d'altitudine delle Alpi a *Pinus mugo*, *Rhododendron sp.pl.*, *Vaccinium sp.pl.*, ecc.
- Ecosistemi arbustivi appenninici (fasce subalpina e montana) a *Juniperus communis subsp. alpina*, *Pinus mugo*, *Vaccinium myrtillus*, *Rhamnus alpina subsp. fallax*, ecc.
- Ecosistemi arbustivi oromediterranei dell'Italia meridionale e delle isole maggiori a *Juniperus hemisphaerica*, *Astragalus sp.pl.*, *Berberis aetnensis*, *Genista sp.pl.*, ecc.

ARBUSTETI DI CLIMA TEMPERATO

- Ecosistemi arbustivi montani e collinari delle Alpi e del Carso a *Alnus viridis*, *Salix sp.pl.*, *Berberis vulgaris*, *Erica carnea*, *Juniperus communis*, ecc.
- Ecosistemi arbustivi basso-collinari e pedemontani delle Alpi e planiziali (Pianura Padana) a *Calluna vulgaris*, *Genista cinerea*, *Cytisus scoparius*, ecc.
- Ecosistemi arbustivi peninsulari basso-montani, collinari e planiziali a *Spartium junceum*, *Rosa sp.pl.*, *Crataegus monogyna*, *Juniperus oxycedrus*, *Prunus spinosa*, *Rubus ulmifolius*, ecc.

MACCHIA ARBUSTETI MEDITERRANEI

- Ecosistemi arbustivi sempreverdi mediterranei e submediterranei peninsulari a *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Rosa sempervirens*, ecc.
- Ecosistemi arbustivi sempreverdi mediterranei e submediterranei insulari a *Olea sylvestris*, *Ceratonia siliqua*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Euphorbia dendroides*, ecc.

B. Incidenza degli incendi

L'aumento della superficie forestale nazionale di circa il 6% nell'ultimo decennio (certificata dall'INFC) rappresenta un dato di estrema importanza per il nostro paese se si considerano i molteplici benefici che boschi e foreste erogano a vantaggio della collettività: sia di tipo economico (basti pensare alle 78.000 imprese del sistema industriale italiano foresta-legno), sia di tipo ambientale (tutela idrogeologica, regolazione del ciclo dell'acqua, conservazione del paesaggio e della biodiversità, assorbimento delle emissioni di gas serra in atmosfera), sia di tipo culturale (utilizzo delle foreste per scopi educativi o turistico-ricreativi). D'altra parte, è necessario considerare che tale incremento non sembra essere dovuto ad interventi di rimboscimento programmato ma all'occupazione degli spazi da parte di specie arbustive e la crescita di boschi di nuova formazione legati a un rimboscimento naturale a seguito dello spopolamento delle aree montane e dell'abbandono delle pratiche agrosilvopastorali. La complessa e articolata realtà delle foreste italiane e dei SE che queste sono in grado di fornire potrebbe essere minacciata proprio dai processi di abbandono colturale e gestionale e dal rimboscimento spontaneo. Questi ultimi, infatti, possono influire e modificare la struttura degli ecosistemi forestali con chiare ripercussioni sulla produttività, sulla biodiversità (floristica e faunistica) e più in generale sullo stato di salute delle foreste, rendendole più vulnerabile ai fenomeni di disturbo, primi fra tutti gli incendi.

A grandi linee, nel nostro Paese si possono riconoscere due tipologie di regimi di incendi: uno invernale, nelle regioni settentrionali, dovuto principalmente ai frequenti venti estremamente secchi che provengono da nord, e uno estivo, tipico delle regioni centro-meridionali, dovuto alle elevate temperature e ai prolungati periodi di siccità. Le aree che storicamente hanno subito i danni più rilevanti in termini di superficie bruciata sono localizzate principalmente nel meridione, nelle isole maggiori e nella fascia costiera ligure (CFS 2015).

Come si evince dalla Fig. 8, in Italia (così come in tutta l'Europa Mediterranea), gli ultimi decenni sono stati attraversati da numerosi cambiamenti nel regime degli incendi (si veda ad esempio Turco *et al.*, 2016; Spano *et al.*, 2014). Secondo i dati raccolti dall'ex Corpo Forestale dello Stato⁴ dalla fine degli anni '70 ad oggi, il numero annuo di incendi è cresciuto fino a 11.000 eventi all'anno fino agli anni '90, per poi calare di circa un terzo dal 2000 al 2009. Negli anni '80 e '90 la superficie percorsa dagli incendi in Italia si è mantenuta al di sopra dei 110.000 ettari come media decennale, scendendo sotto i 60.000 ettari solo negli ultimi anni a partire dal 2010 (dati EFFIS⁵; San-Miguel-Ayanz *et al.*, 2016). D'altra parte negli ultimi decenni si sono verificati in Italia e nell'Europa mediterranea una serie di eventi estremi che hanno richiesto un altissimo tributo in termini di perdite economiche, ambientali e purtroppo anche umane. Per esempio nel 2017, secondo i dati di Legambiente e EFFIS, in sette mesi sono stati percorsi ben 79.260 ettari (pari al 165% del totale della superficie bruciata in tutto il 2016). Il dato supera di circa il 300% la media registrata nel periodo 2008-2016 (Fig. 9).

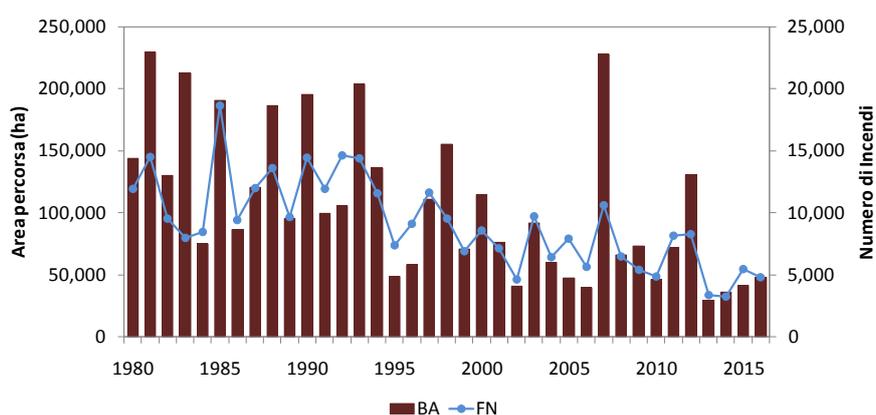


Fig. 8: Numero di incendi (FN) e area percorsa (BA) in Italia per il periodo 1980-2016

Fonte: ns. elaborazione su dati EFFIS

⁴ Il Corpo Forestale dello Stato è cessato il 31 dicembre 2016. Dal 1 gennaio 2017 opera come articolazione all'Arma dei Carabinieri, riorganizzato nel neo-costituito Comando Unità per la tutela forestale, ambientale e agroalimentare.

⁵ <http://effis.jrc.ec.europa.eu/>

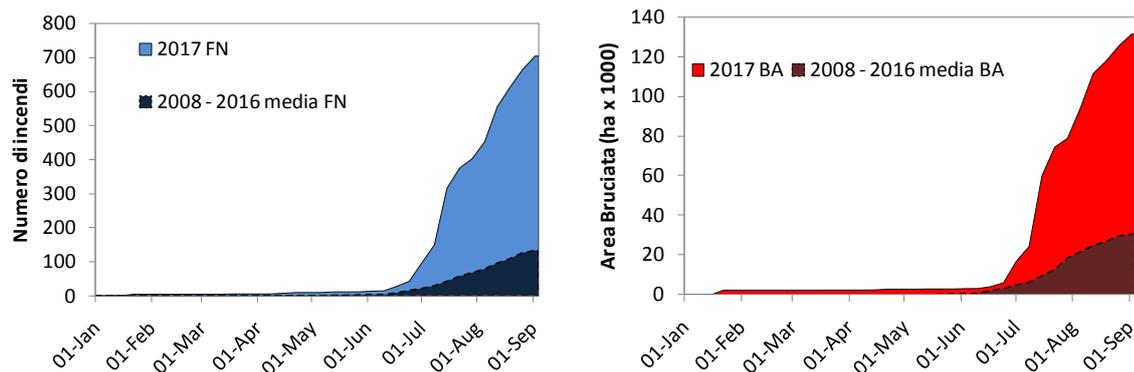


Fig. 9: Confronto fra il numero di incendi (FN, a sinistra) e l'area percorsa (BA, a destra) in Italia nel 2017 rispetto alla media del periodo 2008-2016

Fonte: ns. elaborazione su dati EFFIS aggiornati al 3 settembre 2017

I cambiamenti registrati nel regime degli incendi sono stati inoltre messi in relazione con diverse trasformazioni che hanno interessato tutto il bacino del Mediterraneo relative a: uso del suolo, processi socio-economici, gestione degli incendi stessi. Il forte esodo rurale verso città e zone costiere ha dato vita a due fenomeni: da una parte l'incremento di quella che viene definita interfaccia urbano-rurale e dall'altro l'aumento del combustibile vegetale in quelle che un tempo erano aree rurali coltivate, pascoli o boschi gestiti, con conseguenti cambiamenti nella struttura e nella continuità delle comunità vegetali. Anche la maggiore attività di monitoraggio, di prevenzione e una sempre più efficiente lotta attiva hanno influenzato il regime degli incendi. Non bisogna inoltre dimenticare tutte le attività di sensibilizzazione rivolte alla popolazione che, nel corso degli anni, hanno contribuito a migliorare la percezione del rischio e a riconsiderare tutti quei comportamenti potenzialmente favorevoli all'innescare e alla propagazione. La Regione Autonoma della Sardegna, per esempio, dal 2014 redige un Rapporto sugli incendi boschivi e rurali in Sardegna che illustra la passata stagione degli incendi, spaziando dall'analisi delle condizioni meteorologiche alla pericolosità potenziale degli incendi, dall'analisi delle cause alla descrizione sintetica degli eventi più estesi dell'anno in questione (Nudda *et al.*, 2015, 2016, 2017). L'obiettivo finale, oltre al mero conoscenza del fenomeno, è proprio quello di diffusione, condivisione e valorizzazione dei comportamenti virtuosi e delle buone pratiche che rendano la popolazione parte attiva e, anzi, proattiva in una serie di azioni che possano realmente incidere sui numeri di fine stagione.

Uno studio svolto a livello nazionale (Lozano *et al.*, 2016), utilizzando modelli di propagazione degli incendi di ultima generazione, ha permesso di simulare gli impatti dei cambiamenti climatici su diversi parametri che caratterizzano gli incendi (come la probabilità di occorrenza in una data area, la lunghezza di fiamma, o ancora la probabilità di avere incendi di grandi dimensioni). I risultati riportano come la Sardegna spicchi fra le aree subnazionali analizzate per quanto riguarda l'aumento di valori di intensità ed esposizione al rischio potenziali e di possibilità nell'avere grandi incendi per la fine del secolo. Tali risultati sono dovuti alla combinazione fra tipologie arbustive di combustibile (molto infiammabili nel periodo estivo), umidità del combustibile e venti di forte intensità, in grado di alimentare la propagazione degli incendi e influenzare la lunghezza di fiamma.

Fra i vari impatti attesi, vale la pena ricordare la possibile espansione delle aree inclini ad essere percorse dal fuoco o potenzialmente a rischio incendi e l'aumento delle superfici percorse. Amatulli *et al.* (2013), combinando la pericolosità di incendio con diversi modelli statistici, prospettano un aumento dell'area bruciata alla fine del XXI secolo dal 21% al 43% per l'Italia, a seconda dello scenario considerato. Lo studio non tiene però conto delle attività di soppressione e spegnimento che sicuramente verranno messe in campo per limitare il rischio a beni e persone, e del ruolo giocato dalla vegetazione. L'avanzamento nelle conoscenze e nello sviluppo di modelli complessi capaci di tenere in considerazione anche questi aspetti chiave, e non solo quelli climatici, ha recentemente portato ad una stima più conservativa, che vede per la fine del secolo un 37% di aumento dell'area bruciata nell'Europa mediterranea rispetto al periodo 1960-1990 (Migliavacca *et al.*, 2013).

L'aumento dell'area bruciata comporterà inoltre un incremento delle emissioni (CO₂, GHG e particolato) dovute alla combustione del materiale vegetale (Bacciu *et al.*, 2015); questo non solo potrà influenzare negativamente la qualità dell'aria e alla salute umana a scala locale, ma potrà avere un importante impatto sul budget atmosferico e sul ciclo del carbonio a scala regionale e globale. Sono però ancora pochi i lavori che hanno trattato il possibile impatto dei cambiamenti climatici sulle

emissioni da incendi boschivi in ambito italiano. Migliavacca *et al.* (2013) stimano per la fine del secolo un aumento di emissioni di carbonio di circa il 94% rispetto al periodo 1960-1990 nell'area Euro-mediterranea. Knorr *et al.* (2016) hanno invece simulato per l'Italia un aumento delle emissioni di particolato (PM_{2.5}) che va dal 70% al 124%, utilizzando un *ensemble* di modelli e i nuovi scenari di emissione RCP (*Representative Concentration Pathways*).

C. Il ruolo del carbonio organico del suolo: sicurezza alimentare e mitigazione delle emissioni di gas serra

Il Box riportato nel 2° Rapporto, introduce l'importante tema del carbonio organico sequestrato nel suolo grazie alla sostanza organica in esso presente. Di seguito si riportano alcuni dettagli relativi allo studio lì riportato.

La sostanza organica include: (i) biomasse vegetali, animali e microbiche (edaphon); (ii) necromasse integre: spoglie radicali (radici, peli radicali, cellule della cuffia), animali o microbiche; (iii) residui macromolecolari di origine vegetale o microbica derivanti da strutture cellulari in fase di demolizione più o meno avanzata; (iv) molecole semplici rilasciate dagli organismi sia per secrezione sia per lisi cellulare, anche in seguito a reazioni idrolitiche che interessano i polimeri della struttura cellulare; (v) materiale indistinto complesso, ligninosimile (humus), derivante dalla trasformazione e sintesi di materiale organico (ossidazione, ciclizzazione, polimerizzazione e policondensazione), ai vari stadi di decomposizione, e sostanze sintetizzate dalla popolazione vivente del terreno. Quando si decompone, la sostanza organica del suolo rilascia anidride carbonica (CO₂) nell'atmosfera; quando si forma, invece, assorbe CO₂ dall'atmosfera.

La sostanza organica nel suolo è soggetta a processi di trasformazione analoghi a quelli osservati nei minerali: amminutamento, degradazione, decomposizione (vari gradi), neogenesi. Tali trasformazioni possono essere a carico sia della componente abiotica, in conseguenza di reazioni chimiche dovute alla presenza di catalizzatori minerali nel suolo e di particolari condizioni chimico-fisiche, ma soprattutto a carico di agenti biologici e dei vari enzimi da essi rilasciati nel suolo. Tutto il materiale organico del suolo può essere considerato un prodotto dell'attività biologica che si svolge fra i residui vegetali e animali da una parte e i microrganismi dall'altra. Pur rappresentando solo una piccola parte percentuale del suolo (generalmente tra 1% e 5%) la sostanza organica contribuisce a determinare le caratteristiche chimico-fisiche del suolo (struttura, capacità idrica, termica, peso specifico, reattività, capacità di scambio, formazione di complessi, ritenzione molecolare). Tali proprietà e funzioni chimiche, fisiche, biologiche ed ecologiche del terreno sono quindi in relazione con la quantità e qualità della sostanza organica risultando il costituente più importante e l'indicatore chiave dello stato di qualità del suolo e della fertilità agronomica (Dell'Abate, 2008). Variazioni anche piccole del contenuto di sostanza organica possono determinare mutamenti consistenti nelle caratteristiche chimico-fisiche di un suolo e una sua riduzione nel corso degli anni espone ad altissimi rischi di peggioramento della fertilità.

I fattori che maggiormente influenzano il contenuto di carbonio organico nel suolo sono il clima, la tessitura, le caratteristiche idrologiche del suolo, l'utilizzo dei terreni e la vegetazione.⁶ Con riferimento al clima, la sostanza organica si decompone con maggiore rapidità a temperature più elevate e, pertanto, i terreni situati in climi più caldi contengono generalmente meno sostanza organica di quelli che si trovano in climi più freddi. I terreni a tessitura fine, generalmente, contengono una quantità di sostanza organica maggiore rispetto ai terreni a tessitura più grossolana; trattengono meglio i nutrienti e l'acqua e pertanto creano le condizioni favorevoli per la crescita delle piante. Con riferimento all'idrologia del suolo (drenaggio), più un suolo è umido, minore è l'ossigeno disponibile per la decomposizione della sostanza organica, che quindi si accumula. Tale processo è responsabile della formazione degli sfagni e delle torbiere. L'utilizzo (lavorazione) del terreno favorisce la circolazione dell'ossigeno nel suolo (aratura) e ne innalza la temperatura media, contribuendo così ad aumentare la velocità di decomposizione della sostanza organica. La perdita di sostanza organica avviene anche perché l'erosione provoca il dilavamento dello strato superficiale del suolo e dell'humus. Nel complesso, le coltivazioni restituiscono al terreno meno sostanza organica, per asporto del prodotto e dei residui colturali, di quanto faccia la vegetazione naturale. Infatti, le radici della vegetazione naturale contribuiscono in maniera considerevole alla formazione di sostanza organica. Le superfici prative producono radici estese che si decompongono in profondità. Per i terreni boschivi, invece, l'apporto di sostanza organica avviene essenzialmente attraverso la decomposizione della lettiera superficiale. Le colture producono più biomassa di superficie che radici. L'apporto di sostanza organica ai terreni agricoli dipende dalle pratiche di gestione del suolo, tra cui l'eventuale rimozione o mantenimento dei residui colturali.

Poiché il settore agricolo rappresenta il "luogo" dove è prodotto (direttamente o indirettamente) il 95% del cibo⁷ e il primo "tassello" della bio-based economy, la promozione di un'agricoltura sostenibile assume un ruolo decisivo per il

⁶ <http://soco.jrc.ec.europa.eu>; http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/projects/soil_atlas/

⁷ FAO - <http://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/en/c/277682/>

raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile, soprattutto nel medio e lungo periodo. Non è un caso, infatti, che diversi (e recenti) standard, schemi di certificazione e iniziative internazionali indicano, fra i vari requisiti, proprio una gestione sostenibile della sostanza organica del suolo (Fig. 10).



ISCC Plus [202 Sustainability requirements for the production of biomasses]



EN 16751 Bio-based product sustainability criteria



ISO 13065 Sustainability criteria for bioenergy



AGENDA 2030 ONU



“4 per 1000” initiative

Lanciata il 1 Dicembre 2015 dalla Francia alla COP21

Fig. 10: Standard e iniziative internazionali direttamente collegate alla gestione sostenibile del suolo

Con riferimento all’impiego di compost è interessante evidenziare un’importante, e ancora poco studiata sinergia, con il settore della gestione dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU). Di fatto, una “capacità” della FORSU⁸, che rappresenta la quota più importante (40-50% in peso) degli RSU, è quella di “generare” (insieme con altre matrici organiche come il verde), sostanza organica (compost). Questo a sua volta è impiegato in agricoltura. In tal modo si viene a creare un loop in grado di armonizzare la gestione della frazione organica, il mercato del compost (di qualità) e pratiche agricole sostenibili da cui dipende l’intero settore della nascente bio-based economy.

⁸ Frazione Organica dei Residui Solidi Urbani, ossia, residui di cibo, carta per alimenti sporca, ecc. (“umido”).

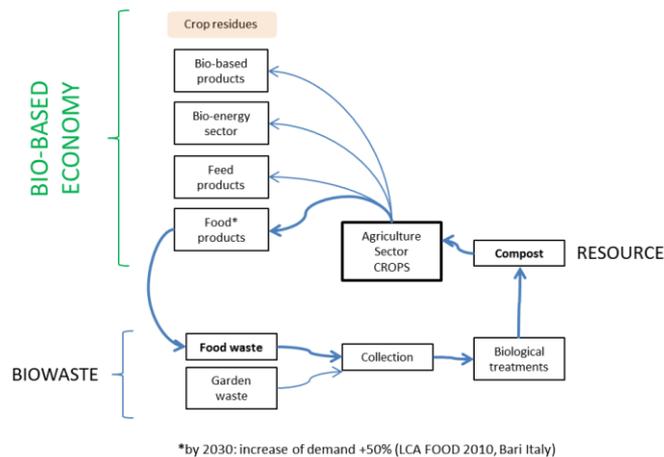


Fig. 11: Modello virtuoso di economia circolare per la frazione organica (food waste)

Fonte: ns. adattamento su LCM (2017)

Il modello SOM⁹ (Fig. 12) ha permesso di: (i) dotarsi di uno strumento quantitativo sito-specifico e crop-specifico in grado di supportare pratiche agricole poliennali sostenibili (il modello è tuttavia applicabile a tutti i tipi di colture e aree geografiche); (ii) stimare le emissioni e gli assorbimenti di CO₂ (legati alla dinamica del C del suolo); (iii) includere i risultati nel bilancio di carbon footprint del cardo.

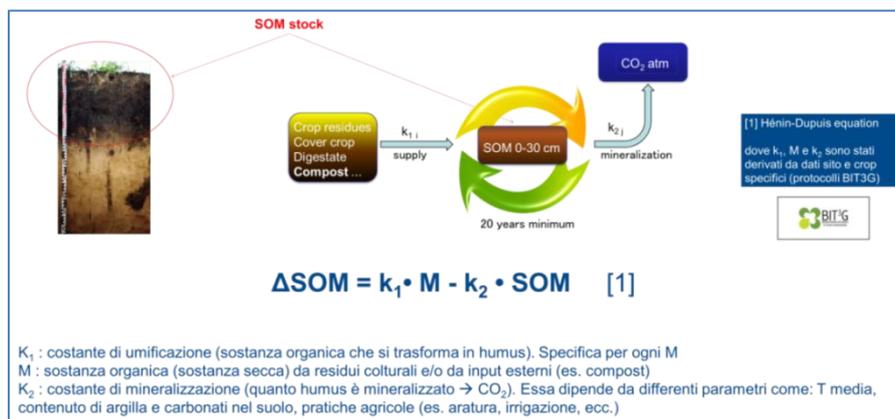


Fig. 12: Il modello “SOM” sviluppato nel progetto BIT3G

Il sistema colturale analizzato è costituito da un avvicendamento di cardo (*Cynara cardunculus var Altilis DC*) (6 anni), in rotazione con colture annuali di favino (*Vicia faba cv Minor*) e grano duro (*Triticum durum Desf.*), che si è ipotizzato di reiterare per 20 anni su sei diversi suoli siti in provincia di Sassari in assenza di un sistema irriguo. Per questo sistema sono stati considerati due scenari:

- Lo scenario “compost” che consiste nell’impiego di 20 Mg/ha (50% dry matter) di compost prima della semina e 15 Mg/ha durante il 4° anno di coltivazione.
- Lo scenario “no compost” dove il solo contributo di sostanza organica (M) è rappresentato dai residui di biomassa epigea (i.e. 10%) lasciati in campo dopo la raccolta.

La Fig. 13 mostra la variazione dello stock di sostanza organica (SOM) espressa come valore medio dei sei campioni di suolo per il sistema colturale del Cardo scenari “compost” e “no compost” determinata attraverso l’equazione [1] di Fig. 13.

⁹ Soil Organic Matter (Sostanza Organica del Terreno).

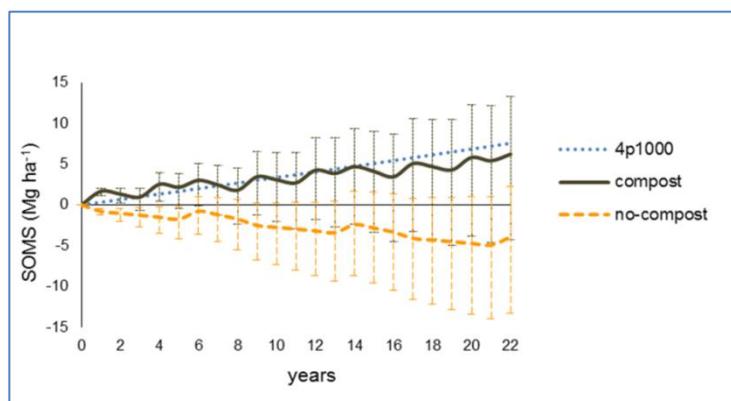


Fig. 13. Andamento della sostanza organica (ton/ha) per i due scenari analizzati

Fonte: Convegno SISS 2017

I risultati della simulazione indicano che, al termine del 22° anno, lo scenario “compost” è caratterizzato da un incremento del contenuto di sostanza organica pari a circa 5 ton/ha (curva nera nel grafico), un valore prossimo all’obiettivo dello 0,4% (curva tratteggiata in celeste). Al contrario, lo scenario “no compost” comporta un depauperamento della sostanza organica, in quanto, al termine del 22° anno si ha un deficit, rispetto allo stato iniziale (anno 0), di circa 4 ton/ha (curva arancione nel grafico). Le barre di errore fanno riferimento alla variabilità della sostanza organica associata alla variazione dei parametri sito-specifici dei sei siti (contenuto di argilla, T media, scheletro del suolo e contenuto di carbonati). Essendo la sostanza organica costituita per un 58% da carbonio organico, la sua variazione ha implicazioni dirette sul bilancio di GHG: per ogni tonnellata di sostanza organica (sostanza secca) “consumata” o “prodotta” sono emesse o assorbite¹⁰ 2,13 tonnellate di CO₂.

Gli assorbimenti e le emissioni di CO₂ associate alla variazione della SOM sono state pertanto inserite nel bilancio “Cradle to farm gate” di GHG del cardo, determinato seguendo un approccio di Life Cycle Thinking (LCT) quindi tramite la metodologia di Life Cycle Assessment (LCA). Il bilancio delle emissioni di GHG per 1 ha di terreno coltivato a cardo è mostrato in Fig. 14. L’applicazione del compost nel protocollo di coltivazione del cardo (scenario “compost”) determina una riduzione media delle emissioni di GHG del 70% circa, passando da 1,7 a 0,5 ton CO₂eq./ha (barre tratteggiate del grafico).

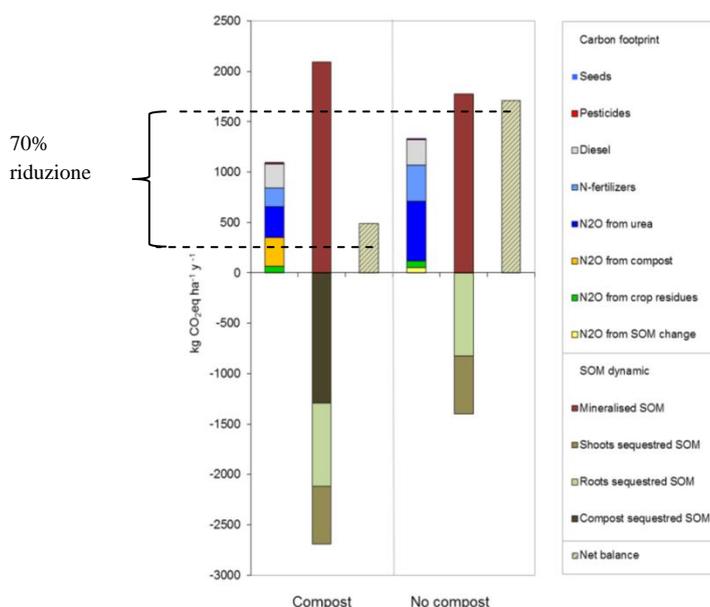


Fig. 14 Bilancio di GHG per 1 ha di terreno coltivato a cardo: scenari “compost” e “no compost” (Metodo: IPCC 2013, 20 anni)

Fonte: ns. adattamento su Convegno SISS 2017

¹⁰ La quantità 2,13 corrisponde al prodotto del contenuto di C (58%) della sostanza organica per il rapporto molare tra CO₂ e C (44/12).

D. Le linee guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo

Un utile e fattivo contributo di conoscenza alla valutazione della pressione di prelievo irriguo sarà conseguito dall'attuazione delle modalità di quantificazione e report dei volumi irrigui previste dalle Linee Guida MIPAAF approvate con D.M. 31/07/2015 (MIPAAF, 2015) e redatte in risposta agli impegni relativi alla Condizionalità Ex Ante (CEA) per le risorse idriche previsti a livello nazionale dall'Accordo di partenariato, presupposto per il rispetto delle CEA previste per i fondi SIE ed in particolare per l'attuazione del principio "chi usa paga". Le Linee Guida contengono indicazioni comuni per la quantificazione dei volumi irrigui, tramite misura o stima e definiscono i casi minimi in cui le Regioni e PP.AA. devono stabilire, in successivi regolamenti regionali di recepimento, gli obblighi di quantificazione dei volumi irrigui, relativamente a prelievi, restituzioni e utilizzi, sia per il servizio irriguo (collettivo) che per l'uso irriguo (auto approvvigionamento) (Fig. 15).

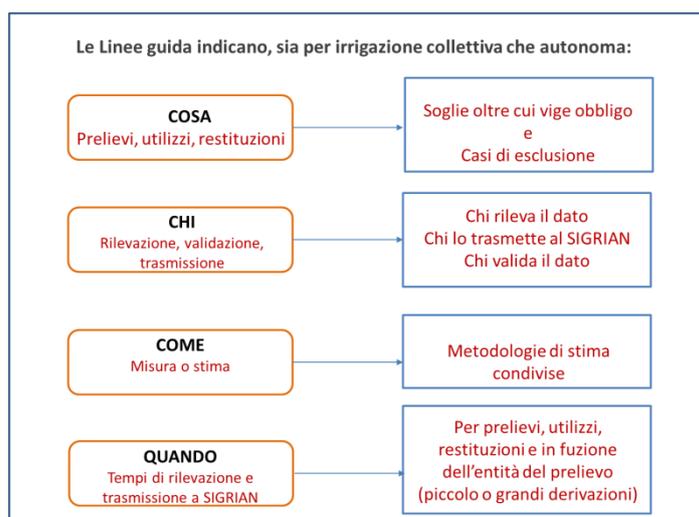


Fig. 15: Schema riepilogativo Linee guida Mipaaf

Fonte: MIPAAF (2015)

Le Linee Guida (MIPAAF, 2015), inoltre, classificano i misuratori secondo diversi livelli d'uso in funzione della loro collocazione e finalità. In particolare, sono definiti i misuratori di I e II livello al prelievo, riferiti a prelievi e restituzioni che possono avere effetti sul bilancio idrico rispettivamente alla scala del distretto/sub-distretto o di bacino e finalizzati alla gestione delle crisi idriche a livello di distretto/sub-distretto o di bacino. Per tali misuratori, sui corpi idrici soggetti a criticità idriche ricorrenti, possono essere previste idonee misurazioni in continuo o giornaliera per i prelievi e le restituzioni maggiormente incidenti sul bilancio idrico e conseguente trasmissione alle Autorità di bacino secondo modalità di trasmissione dei dati definite nell'ambito di ciascuna Autorità di distretto idrografico. La misurazione dei prelievi in tempo reale attraverso i misuratori strategici è molto importante anche per elaborare modelli di gestione delle crisi idriche utili a ridurre i danni derivanti dal maggior conflitto tra usi diversi (potabile, idroelettrico, irrigazione, ambientale) che si verifica durante i periodi di siccità.

La redazione delle Linee guida ha risposto anche alla necessità di disporre di una banca dati unica di riferimento a livello nazionale, individuata nel SIGRIAN (Sistema Informativo Nazionale per la Gestione delle Risorse Idriche in Agricoltura), per la raccolta e l'elaborazione dei dati derivanti dalla quantificazione periodica dei volumi irrigui che, laddove adeguatamente alimentata dai soggetti preposti (Regioni e Enti irrigui) costituirà un prezioso strumento di supporto per l'attuazione di dispositivi normativi e pianificatori che presuppongono la conoscenza del sistema irriguo nella sua interezza, sia per gli aspetti strutturali (fonti, reti, e volumi idrici) che gestionali (concessioni, colture praticate, ecc).

Le informazioni che verranno trasferite in SIGRIAN si baseranno, in generale, su dati derivanti da misurazioni dirette dei prelievi da corpi idrici superficiali e sotterranei e dei volumi utilizzati da parte degli utilizzatori finali. In assenza di misuratori, sia nelle more della loro installazione che laddove risulterà tecnicamente impossibile o economicamente svantaggioso provvedere all'installazione di adeguati misuratori, le informazioni potranno essere fornite sulla base di opportune stime per le quali, nell'ambito del Tavolo permanente istituito presso il MIPAAF contestualmente all'approvazione delle Linee Guida, è stata individuata una metodologia comune di riferimento a cui ricorrere in alternativa alla misurazione, nei casi previsti.

Le alternative proposte per la stima fanno riferimento a metodologie e strumenti largamente diffusi e applicabili, il cui uso è ormai consolidato nel tempo. Le Linee Guida hanno il merito di indirizzare al loro uso in maniera uniforme e coordinata sul territorio nazionale, prevedendo un adeguato supporto tecnico per i soggetti preposti alla quantificazione dei volumi irrigui. Inoltre, viene definita su larga scala una metodologia semplice per la stima dei rilasci alla circolazione sotterranea, seppur approssimata rispetto alla complessità del fenomeno, che tuttavia merita attenzione sia perché di fondamentale importanza per la sussistenza stessa della pratica irrigua, sia perché è rappresentativo della valenza ambientale della pratica irrigua, tale da bilanciarne in parte le pressioni ambientali di tipo quantitativo e qualitativo sulle risorse idriche.

Infine, ove fossero disponibili informazioni sui volumi idrici nelle reti ad uso plurimo queste saranno rilevate e potranno essere utili, oltre che per la conoscenza quantitativa della risorsa distribuita a fini irrigui, anche per le valutazioni dei rischi di alluvione e per determinare i SE generati. Ciò consentirà anche di valorizzare le conoscenze, le competenze e le azioni dei consorzi di bonifica e di irrigazione, principali attuatori sul territorio delle misure di ritenzione naturale delle acque, che possono contribuire simultaneamente alla realizzazione degli obiettivi della direttiva acque e a quelli della direttiva alluvioni, rafforzando e preservando la capacità naturale di ritenzione e stoccaggio delle falde acquifere, del suolo e degli ecosistemi.

Le Linee Guida, pertanto, presentano numerosi aspetti innovativi sia nell'approccio che nel contenuto. Oltre a quanto già indicato, è da rilevare, anche il principio di coordinamento delle disposizioni in esse contenute con le esigenze di pianificazione a livello di Distretto idrografico, unità geografica di riferimento prevista dalla DAQ per la tutela e gestione delle risorse idriche, nonché la possibilità di adeguamento alle specifiche esigenze territoriali seppur nel rispetto di prescrizioni minime comuni tese ad uniformare le modalità di raccolta ed elaborazione dei dati relativi ai volumi irrigui.

E. Gli studi di letteratura sulla valutazione economica del CN e dei SE in Italia

Di seguito si riporta una tabella maggiormente esaustiva di quella riportata nel Cap. 6.4 del Rapporto e concernente una rassegna dei casi studio relativi alle metodologie di valutazione economica dei servizi ecosistemici in Italia.

Tab. 1: Rassegna di letteratura della valutazione economica dei SE in Italia

Servizi Ecosistemici	Riferimenti bibliografici	Anno	Metodo di valutazione	Valore monetario stimato	Area Geografica	Tipi di Ecosistema								
						Aree urbane	Aree agricole	Praterie/aree erbose	Arbusteti e brughiera	Aree forestali e boschive	Aree scarsamente vegetate	Zone umide	Fiumi e Laghi	Mari
Approvvigionamento (agricoltura)	Schirpke U., et al.	2017	Prezzo di mercato	1.575.175,8 €/yr	Lombardia					X				
	Schirpke U., et al.	2017	Prezzo di mercato	235.200 €/yr	Lombardia					X				
	Schirpke U., et al.	2016	Prezzo di mercato	625.934 €/yr	Sicilia					X				
	Schirpke U., et al.	2015	Prezzo di mercato	1.202.852 €/yr	Campania					X				
	Schirpke U., et al.	2015	Prezzo di mercato	man 173.100 max 207.720 €/yr	Emilia Romagna					X				
	Schirpke U., et al.	2015	Prezzo di mercato	€ 9.997,34	Lombardia					X				
	Sallustio L., et al.	2016	Prezzo di mercato	424,0 Mln € / anno	Italia		X							
	Schirpke U., et al.	2015	BF	€ 1.241.882 e € 1.575.737 €	Calabria					X				
Controllo erosione	Schirpke U., et al.	2015	Costo di sostituzione	tra 90.528.000 e 116.932.000 €.	Lombardia								X	
	Schirpke U., et al.	2015	Costi evitati	2.886.636 €/yr (intero bacino idrografico 3.505.881 €/yr)	Lombardia			X						
	Schirpke U., et al.	2015	Costo di sostituzione	46.517 - 265.816 €, 105.187 - 583.928 €	Lombardia					X				
	Buscha F., et al.	2011	Costo di sostituzione	30 €/ha						X				
	Bosello F. et al.	2016	Spese difensive	402 Mln €/yr	Italia									X
Prevenzione dissesto idrogeologico	Schirpke U., et al.	2015	Costo di sostituzione	695.702.500 - 702.973.500 €	Lombardia			X	X	X		X	X	
	Schirpke U., et al.	2015	Costo di sostituzione	3.167.788 €	Lombardia			X	X	X		X	X	
	La Notte A. et al.		Prevenzione del danno	345.630 €	Veneto							X		
	Buscha F., et al.	2011	Spese difensive	315 €/yr	Veneto							X		
Regolazione del clima su scala globale	Schirpke U., et al.	2015	valore sociale 31 €/t (Tol, 2005)	1.399.638,99 € (stoccaggio) - 28.690,45 €/yr (processo)	Lombardia					X				
	Schirpke U., et al.	2015	valore sociale 31 €/t (Tol, 2005)	8.666.537,98 € (stoccaggio) e 163.338,78 €/yr (processo)	Lombardia							X		
	Schirpke U., et al.	2015	valore sociale 31 €/t (Tol, 2005)	15.478.836,84 € (stoccaggio) e 293.089,09 €/yr (processo)	Lombardia			X			X	X	X	
	Schirpke U., et al.	2015	valore sociale 31 €/t (Tol, 2005)	42.726.299,57 € (stoccaggi) o 1.009.846,88 €/yr (processo)	Campania					X				
Approvvigionamento (pesca)	Tonin S., Lucaroni G.	2015	CV	WTP = 7.31 €/yr per il monitoraggio WTP= 16.28 €/yr per ripristinare	Veneto					X				
Servizi ricreativi	Bosello F. et	2016	BF	valore di non uso 24 Mld €/yr; 3 Mld	Italia									X

al.			€/yr quello generato dagli altri ecosistemi - Valore Totale 27 Mld €/yr										
Tempesta T., Vecchiato D.	2015	CE	328.8 million €/year	Veneto									
Tonin S., Lucaroni G.	2015	CV	WTP= 10.00 € biglietto d'ingresso AMP	Veneto					X	X			
Da Re F. et al.	2015	TC	surplus in loco 134.000 €	Lombardia								X	
Da Re F. et al.	2015	TC	surplus in loco 2.500 €	Lombardia								X	
Da Re F. et al.	2015	TC	surplus in loco 26.500 €	Lombardia					X				
Da Re F. et al.	2015	TC	surplus in loco 94.486,10 €	Lombardia								X	
Schirpke U., et al.	2015	Prezzo di mercato	1.037.478,00 €/yr	Lombardia					X				
Schirpke U., et al.	2015	Prezzo di mercato	tra 5.130 e 8.550 €/yr.	Lombardia					X	X			
Schirpke U., et al.	2015	TC	41.573 €/yr	Lombardia					X				
Schirpke U., et al.	2015	TC	1.193.873,57 €/yr	Lombardia								X	
Schirpke U., et al.	2015	TC	442.383,13 €/yr	Lombardia	X		X	X					
Schirpke U., et al.	2015	TC	405.795,41 €/yr	Lombardia								X	
Schirpke U., et al.	2015	TC	74.341,85 €/yr	Lombardia			X	X					
Schirpke U., et al.	2015	TC	costo medio a visitatore 41,90 € per visita - TC 326.814 €/yr	Sicilia			X	X	X				
Schirpke U., et al.	2015	TC	costo medio a visitatore 29,95 € per visita - TC 71.880 €/yr	Sicilia		X							
Schirpke U., et al.	2015	TC	Il costo medio visitatore 18,51 € per visita - TC 1.295.980 €/yr	Campania	X			X	X				
Schirpke U., et al.	2015	TC	costo medio a visitatore 33,77 € per visita - TC 675.374 €/yr	Campania		X							
Schirpke U., et al.	2015	Prezzo di mercato	min 36.720 - max 37.740 €/yr	Campania								X	
Schirpke U., et al.	2015	TC	costo medio a visitatore 65,67 € per visita- TC 1.970.100 €/yr	Calabria					X				
Schirpke U., et al.	2015	CV	36,69 €	Calabria					X	X			
Schirpke U., et al.	2015	Prezzo di mercato	min 6,660 ad un max di 13,320 €/yr	Emilia Romagna					X				
Cortignani R., Tantari A.	2015	CV	WTP 94.8 €/famiglia/yr	Lazio	X								
Tagliaferro C., et al.	2015	CV	wtp negativa	Campania	X		X	X					
Grilli G., et al. (2014)	2015	BT	11.75 € per visita (10.42 € per visita per altitudini minori) - Valore Ricreativo Totale 2,5 milioni di € all'anno	Trentino Alto adige					X				
Madau F.A., Pulina P.	2015	CE	Foreste (WTP = 49.5 € per person), Vigneti (16.5 € per person) Pascolo (6.65 € per person)	Sardegna								X	
Bennet E.M.	2015	BT	547,832,636 €/yr	Toscana					X				

al.														
Tempesta T., Vecchiato D.	2015	CE	17 € per persona	Veneto										X
Massiani J.	2015	TC	valore medio 5.24 €/visita	Friuli Venezia Giulia		X								
Häyhä, T., et al.	2015	CV	VET= 32.90 milioni/yr - valore medio 820 € ha/yr.	Trentino Alto adige										
Marzetti S., et al. (2010)	2015	CV	WTP media 12.46 €/yr	Emilia Romagna		X								
Alberini A., et al.	2015	TC	surplus €1,798,773/yr (residenti)e €1,617,047 (non residenti)	Veneto		X		X	X					
Lamberti A., Zanuttigh B.	2015	CV	27.67 € - 13.26 € (con erosione di parte della spiaggia)	Veneto										X
Tempesta T. (2006)	2015	CV/TC	WTP media = 20.1 €	Veneto										X
Torquati B., Musotti F.(2007)	2014	CV/TC	WTP media = 47 €	Umbria				X		X				X
Signorello G. (2005)	2014	CV	WTP media 11,77	Sicilia				X	X	X				
Signorello G. (2005)	2013	CV	WTP media 41,37	Sicilia				X	X	X				
Signorello G. (2005)	2013	CV	WTP media 11,14	Sicilia					X					
Signorello G. (2005)	2013	CV	WTP media 11,74	Sicilia					X					
Signorello G. (2005)	2013	CV	WTP media 14,78	Sicilia					X					
Buscha F., et al.	2011	TC	3 € /ha	Veneto					X					
Buscha F., et al.	2011	CV	WTP 100 €	Veneto										X
La Notte A. et al.	2011	CV	106.700 €	Veneto										X
Signorello G. (2005)	2011	CV	6,07 €	Sicilia					X					
Signorello G. (2005)	2010	CV	8,62 €	Sicilia					X					
Zanatta J.A., et al. (2005)	2010	TC	30,24 €	Veneto					X					
Tempesta T., Thiene M.	2006	TC	40.9 € per famiglia/yr (status quo); 61.3 € per famiglia/yr per aumentare gli he di bosco	Veneto				X	X					
Idda Q., et al. (2006)	2005	CV/TC	WTP average = 47€	Sardegna						X			X	
Idda Q., et al. (2006)	2005	CV/TC	WTP median = 15.9€	Sardegna						X		X		
AntonelliM., et al. (2006)	2005	CV/TC	WTP median = 74.3€	Marche										
Pazienza P. (2003)	2005	TC	10,36	Puglia										X

(1990)														
Gatto M. (1988)	1998	TC	2,51 €	Veneto						X				
Gatto M. (1988)	1998	TC	39,84 €	Emilia Romagna								X		
Merlo D. (1982)	1998	TC	10,35 €	Friuli Venezia Giulia									X	
Merlo D. (1982)	1996	TC	13,25 €	Friuli Venezia Giulia					X					
Marinelli R. L., Romano D.	1996	TC	22,14	Apulia		X	X	X	X	X				
Merlo D., Signorello G.	1996	TC	3,62 €	Friuli Venezia Giulia			X	X	X	X				
Merlo D., Signorello G.	1995	TC	7,40 €	Trentino Alto Adige					X					
Merlo D., Signorello G.	1995	TC	6,57 €	Friuli Venezia Giulia									X	
Merlo D., Signorello G.	1995	TC	4,60 €	Veneto									X	
Merlo D., Signorello G.	1994	TC	11,18 €	Emilia Romagna					X					
De Fano G., Grittani R.	1993	TC	8,62 €	Apulia			X							
Romano D., Carbone C.	1990	TC	2,88 €	Lazio									X	
Grillenzoni F., Gritani R.	1988	TC	6,93 €	Apulia		X		X						
Grillenzoni F., Gritani R.	1988	TC	8,74 €	Friuli Venezia Giulia		X		X						
Romano D., Rossi	1982	TC	4,95 €	Toscana									X	
Bernetti I., Romano D.	1982	CV	14,78 €	Basilicata-Calabria			X							
Bellù L.G., Cistulli V.	1984	TC	11,74 €	Liguria					X	X				
Stellin G., Rosato P.	1989	CV	8,06 €	Veneto					X					
Stellin G., Rosato P.	1989	CV	6,93 €	Veneto					X					
Stellin G., Rosato P.	1989	CV	8,74 €	Veneto					X					
Notaro S., Signorello G.	1989	CV	9,75 €	Trentino Alto Adige									X	
Gios G., Notaro S.	1989	CV	8,06 €	Trentino Alto Adige		X		X	X					
Mazza F.,	1992	CV	40,83 €	Calabria					X					

	et al.		vendita/costi in bolletta											
	Schirpke U., et al.	2002	BF 9.8 €/m3 (Morri et al. 2014)	137.142.220 €	Lombardia					X				
	Schirpke U., et al.	2009	BF 9.8 €/m3 (Morri et al. 2014)	220171865 €, 60.875.785 €, 134.951.950 €	Lombardia					X				
	Schirpke U., et al.	2009	Prezzo di mercato	1.800.000 €/yr - 300.000 €/yr	Sicilia					X				
	Schirpke U., et al.	2009	Prezzo di mercato	682.123,68 €/yr	Campania					X				
	Schirpke U., et al.	2009	Prezzo di mercato	15.683.877,72 €/yr	Calabria					X				
	Schirpke U., et al.	2009	Prezzo di mercato	384.592,50 €/yr	Emilia Romagna					X				
Water purification	Schirpke U., et al.	2009	BF 9.8 €/m3 (Morri et al. 2014)	7.458.083 € (una tantum)	Lombardia					X				
	Andreopoulos D. et al.	2015	CE	652.175,88 €	Veneto			X	X	X	X			
	Bonometto A. et al.	2011	Costi evitati	Val. max 80.000 €/yr	Emilia Romagna							X		
	La Notte A. et al.	2017	Costi di sostituzione	45.251 €	Italia								X	
	Strollo A. et al.	2016	Costo di rimozione azoto (N) e fosforo (P)	0,40 Mln € /yr -0,76 mln € / anno	Italia								X	
Mantenimento degli habitat	Sallustio L., Soraci M.	2011	CV	126760	Veneto					X				
	De Toni A. et al.	2016	Costi di ripristino	5,3 Mln € / yr	Italia		X	X	X	X	X	X	X	X
	Buscha F., et al.	2011	CV	120 €	Veneto							X		
Regolazione del clima locale (Rimozione PM10 e O3)	Manes F. et al.	2016	Anni di vita persa (VOLY) - valore statistico di una vita (VSL) a causa della ridotta capacità assorbimento foreste di PM10 e O3	1,1 Mln € -0,8 Mln €/ yr	Italia					X				
	Fusaro L. et al.	2017	BF	31,356 e 7798 € per Mg di PM10 e O3	Lazio	X				X				
Stoccaggio di carbonio	Chirici G., et al.	2015	VET SERVIZI ECOSISTEMICI (in milioni di €) tasso di sconto 1%	512.175,88 €/yr	Molise					X				
	Buscha F., et al.	2011	Permessi negoziabili	9 €/ ha	Veneto	X	X	X	X	X	X	X	X	X

	Buscha F., et al.	2011	Permessi negoziabili	0,5 €/ha	Veneto							X		
	Bosello F. et al.	2016	Costo sociale	9,7 e i 129 Mln €/yr	Italia									X
	Marucci A. et al.	2016	Permessi negoziabili	145,0 Mln € /yr - 16,0 Mln € /yr	Italia					X				
Approvvigionamento (cibo)	Marchetti M.	2011	Prezzo di mercato	33 €/ha	Veneto							X		
Protezione pool genetico	Buscha F., et al.	2011	CV	17€/ ha	Veneto					X				
Impollinazione	Bellucci V.	2016	Perdita produttività agricola per ridotta impollinazione	2,0 Mln € / yr	Italia		X	X						

CV= Contingent Valuation

TC= Travel Cost

CH= Choice Experiment

BF= Benefit Transfer

F. Il valore dell'assorbimento di gas serra in Italia: un esercizio di misurazione

Di seguito (Tab. 2) si riporta la stima del modello ARMA(1,1) usata per prevedere l'andamento del LULUCF oltre il 2030. Come analisi di robustezza si presenta anche la stima ottenuta da un ARMA(1,0).

Tab. 2: Modello ARMA per previsione LULUCF

	(1) ARMA(1,1)	(2) ARMA(1,0)
LUCUCF		
anno	0.324* (0.177)	0.320** (0.146)
Constant	-619.4* (356.9)	-612.8** (294.4)
ARMA		
L.ar	0.718* (0.400)	0.414** (0.167)
L.ma	-0.396 (0.566)	
sigma		
Constant	6.452*** (0.846)	6.474*** (0.843)
N	41	41
ll	-134.7	-134.8
AIC	279.464	277.649
BIC	288.032	284.549
Robust SE in parenthesis		
Significance level: * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$		

G. La quantificazione dei SE nel calcolo del costo ambientale per il settore agricolo

Alcuni dei servizi legati all'agro-ecosistema irriguo elencati nel Capitolo del Rapporto "Agroecosistema irriguo e relativi SE" generano benefici non compensati monetariamente all'agricoltore. L'irrigazione, infatti, avendo profonde interazioni con gli ecosistemi e con i territori, può produrre vari cambiamenti nell'idrologia, nelle condizioni ecologiche, nella qualità delle risorse idriche del territorio. Tali cambiamenti possono produrre una variazione di benessere che il mercato non è in grado di catturare, generando così delle esternalità. La ricerca si è ampiamente occupata delle esternalità negative prodotte dai prelievi irrigui, ponendo poca attenzione alle esternalità positive, quali la ricarica delle falde sotterranee, la fruizione paesaggistica, la mitigazione delle esondazioni, il monitoraggio del territorio. L'importanza di valutare tali esternalità deriva dal fatto che esse producono una distorsione nell'allocazione della risorsa idrica, facendo divergere l'ottimo impiego dal punto di vista privato da quello socialmente auspicabile (Bator, 1958). Inoltre, la rendicontazione delle esternalità, in particolare delle esternalità positive, si rende necessaria alla luce delle indicazioni della Direttiva Quadro Acque 2000/60/ce, la quale stabilisce obiettivi di qualità delle acque da perseguire attraverso una politica dei prezzi che consenta il recupero dei costi dei servizi idrici, compresi i costi ambientali e della risorsa. Il riconoscimento delle esternalità positive legate all'agricoltura irrigua consente di considerare l'effettivo costo ambientale, al netto dei costi ambientali internalizzati, ossia quei costi compensati da esternalità positive, come indicato nelle Linee Guida per il recupero dei costi del Ministero dell'Ambiente (Decreto Ministeriale n° 39 del 24 febbraio 2015). Si dimostra, quindi, necessario quantificare i servizi ecosistemici da un punto di vista economico, al fine di tenerne conto nell'ambito della quantificazione del costo ambientale e del suo recupero attraverso strumenti finanziari.

La definizione del valore dell'esternalità dipende essenzialmente dalla interazione con i soggetti economici coinvolti e dalla conseguente variazione di utilità (Howe, 1990). Con riferimento specifico alla irrigazione, il valore delle esternalità dipende da tutte le possibili utilità/disutilità generate dall'impiego irriguo dell'acqua. Tali variazioni possono essere ricondotte sia all'uso diretto o indiretto sia a valori passivi. Il valore di uso diretto dipende dall'uso della risorsa ed è, quindi, conseguenza di un contatto con essa (Perman et al., 2003; Tietenberg, 2003; Gios e Notaro, 2001; Romano, 2002). Il valore di uso indiretto è il valore attribuito ad una risorsa che produce servizi essenziali per altre risorse e per gli ecosistemi in generale (Barbier, 1998). Ad esempio, all'acqua di un fiume, può essere attribuito un valore di uso diretto in funzione della balneazione, canottaggio e pesca ricreativa. Alla medesima acqua può essere attribuito un valore di uso indiretto come componente dell'ecosistema fluviale che supporta funzioni come quelle paesaggistiche e aleutiche.

Oltre a quelle legate all'uso, vi sono altre valenze importanti per le risorse presenti negli ecosistemi irrigui. Gli individui

possono, infatti, attribuire un valore a una risorsa anche prescindendo dal suo uso effettivo immediato. Tali valenze sono definibili valori passivi (o di non-uso) e sono riconducibili al valore di opzione (Weisbrod,1964), legato al desiderio di assicurarsi la disponibilità del bene per poterne fruire in futuro; al valore di lascito, legato al desiderio di lasciare il bene intatto per le generazioni future e al valore di esistenza o intrinseco (Krutilla, 1967), legato alla possibilità di preservare il bene da una possibile distruzione, a prescindere da qualunque considerazione legata all'uso attuale o futuro. Dal momento che il valore dell'esternalità può prescindere il mero uso, ne consegue che la valutazione di tali esternalità richiede metodologie differenti da quelle utilizzate per la stima dei beni economici "di mercato". L'affermarsi degli strumenti economici nella gestione delle risorse idriche e l'evoluzione della legislazione comunitaria pongono l'esigenza della valutazione economica delle esternalità dell'irrigazione.

I metodi di valutazione delle esternalità connesse con l'uso irriguo dell'acqua possono essere di tipo diretto o indiretto.

L'approccio indiretto prevede un'analisi del mercato dei beni reali, al fine di stimare il valore dell'utilità perduta come la somma di denaro in grado di ripristinarla analizzando la funzione di spesa degli individui o i costi di produzione delle imprese. I metodi indiretti possono essere distinti in "estimativi" e delle "preferenze rivelate". I primi associano il valore dell'esternalità all'aspetto economico "classico" come il valore di costo, quello di surrogazione o quello complementare. Gli approcci che si fondano sulle "preferenze rivelate" stimano il valore dell'esternalità nella disponibilità a pagare per beni di mercato necessari alla fruizione dell'esternalità medesima, oppure per beni privati il cui valore è influenzato dall'esternalità. Rispetto ai metodi estimativi indagano più approfonditamente le preferenze degli individui, pertanto, generalmente, aumenta il fabbisogno informativo della valutazione e, quindi, i tempi e i costi (Garrod e Willis, 1999). Gli approcci operativi più comuni sono il metodo del costo di viaggio e il metodo edonimetrico.

I metodi diretti, o delle "preferenze dichiarate", colgono il valore dell'esternalità osservando il comportamento degli agenti economici su mercati ipotetici o sperimentali costruiti appositamente. Alla valutazione è invitato a partecipare un campione rappresentativo degli individui interessati all'esternalità. La simulazione del mercato avviene durante un'intervista supportata da un questionario strutturato in modo tale da ricavare il valore monetario dell'esternalità. I metodi diretti possono, contrariamente a quelli indiretti, valutare anche le componenti "passive" del valore e sono mediamente più onerosi da implementare operativamente (Amigues et al., 2003; Bonnieux e Rainelli, 2002; Cummings e Harrison, 1995).

G.1 Caso studio: Esempio di quantificazione dei SE dell'ecosistema agricolo irriguo mediante Choice Experiment

Tra le varie metodologie di calcolo delle esternalità lo studio individua e applica, ai fini dell'analisi, quella dell'Esperimento di Scelta (Choice Experiment – CE) (Rigby et al., 2010), che appartengono alla più ampia famiglia dei choice models per la quantificazione che valutano un bene in funzione delle utilità parziali derivanti dalle caratteristiche che lo compongono.

I CE si basano su indagini condotte a mezzo di questionari, nel nostro caso comprendenti tre parti: la prima relativa a caratteristiche socioeconomiche dell'intervistato, la seconda riguardante il consumo dell'acqua e le preferenze degli intervistati per alcune caratteristiche e complementi del paesaggio rurale italiano la terza parte riguardante l'esperimento di scelta. Al fine di addivenire alla valutazione economico-monetaria dei benefici derivanti dall'agricoltura irrigata, **sono stati considerati cinque attributi associati ad un ipotetico contratto che prevede diversi livelli di aggravio mensile**, individuati nell'ambito delle riunioni del gruppo di lavoro e mediante focus group con esperti e ricercatori del settore (Zucaro, 2014).

Tab. 3: choice experiment

Attributi	Livelli
Aggravio mensile bolletta	€ 0,80; € 1,50; € 4
Tipo di paesaggio	Agricoltura irrigata; agricoltura non irrigata; agricoltura non irrigata causa siccità
Prodotti di qualità	Presenti; assenti
Cultura contadina	Presente; assente
Ricarica falde profonde	Totale; parziale; assente

Attraverso il modello stimato è stata calcolata la disponibilità a pagare (DAP o WTP) degli intervistati per le variabili/caratteristiche sopra citate. Dall'analisi è emerso il valore della DAP espressa dagli intervistati mediante il CE per avere un paesaggio tipico da agricoltura irrigata pari a € 7,80 per bolletta (mensile) per famiglia; pari a € 4,66 è il valore della DAP per la presenza della cultura contadina, esternalità positiva dello svolgimento dell'attività agricola, possibile grazie al supporto dell'irrigazione; pari a € 1,58 la DAP per un paesaggio in cui la siccità non consente l'utilizzo dei pur presenti impianti di irrigazione; pari a € 1,35 per bolletta mensile, per famiglia per il

riempimento, anche se solo parziale, delle falde acquifere raccoglie comunque una DAP. Hanno generato valori negativi della disponibilità a pagare una situazione di assenza di prodotti di qualità e il mancato, totale, ravvenamento delle falde acquifere, evidenziando l'avversione degli intervistati per queste situazioni.

Partendo dai dati censuari è stato stimato il valore complessivo dei benefici che derivano dallo svolgimento di un'attività agricola irrigua. Assumendo che ogni nucleo familiare presente in Italia sia titolare di una bolletta dell'acqua, ci saranno 24,6 milioni di famiglie che ricevono benefici da un paesaggio tipico da agricoltura irrigua. Sulla base di tale assunzione, **la stima del valore dei benefici che derivano dalla presenza di un paesaggio tipico dalla presenza di agricoltura irrigua è di € 191,88 milioni al mese**; per quanto riguarda invece i benefici che derivano dalla presenza della **cultura contadina connessa all'agricoltura irrigua la stima del valore è di € 114, 64 milioni al mese**; alla presenza di un paesaggio che non è irrigato solo in quanto si trova in situazione di siccità e quindi di inutilizzabilità degli impianti comunque in loco viene attribuito un valore di € 38,87 milioni al mese, evidenziando che la sola possibilità di trasformare un paesaggio in una zona paesaggistica “modellata” dall'agricoltura irrigua genera esternalità positive; infine, la stima del valore dei benefici connessi al riempimento solo parziale delle falde acquifere che può derivare dall'irrigazione in agricoltura è di € 33,46 milioni al mese.

H. Il CN e gli altri input: l'interazione tra CN e Culturale

I SE possono essere definiti come le condizioni, i processi e le componenti dell'ambiente naturale che forniscono benefici sia materiali che immateriali per sostenere e soddisfare la vita umana (Daily, 1997). Nonostante il tema dei SE sia largamente dibattuto ormai da molti anni all'interno del mondo scientifico e stia assumendo una importanza crescente in molti altri ambiti - dalla costruzione dei processi decisionali di pianificazione territoriale alla ridefinizione delle strategie d'impresa - esistono ancora ampie divergenze nell'interpretazione di alcuni aspetti e in parte anche sulla definizione di cosa sia realmente un SE.

Studi recenti hanno posto l'accento sulla necessità di differenziare in maniera approfondita benefici, servizi, funzioni ecologiche, processi ecologici, allo scopo di evidenziare meglio quali sono i meccanismi che legano il CN e il Capitale Culturale al benessere umano. In questa ottica il processo alla base del paradigma dei SE può essere schematizzato in un diagramma “a cascata” (Fig. 16) in cui le strutture ambientali compiono precise funzioni ecologiche prodotte o indotte dall'uomo; queste funzioni generano, a loro volta, i SE che producono benefici individuali o collettivi per l'uomo, il quale è in grado di attribuire loro un valore in funzione del livello di soddisfacimento dei bisogni umani che ne deriva (Haines-Young & Potschin, 2010).

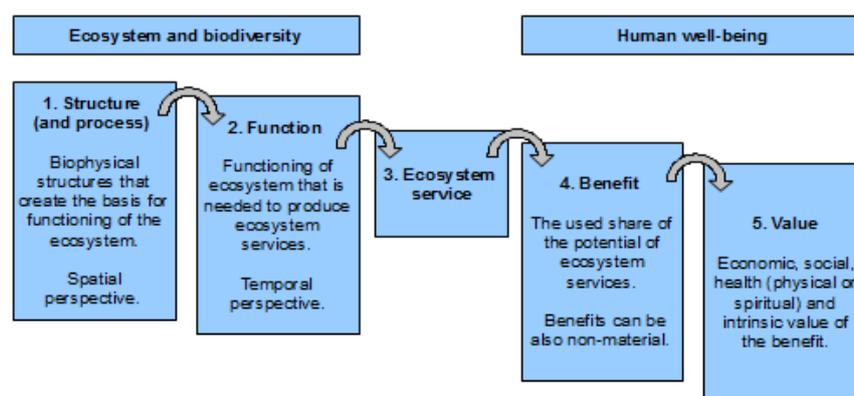


Fig. 16: Modello a cascata dei SE

Fonte: Haines-Young and Potschin (2010)

Esistono diversi approcci, sintetizzati nella Tab. 4 sottostante che permettono di analizzare i valori socio-culturali dei SE tenendo conto della percezione dei portatori d'interesse e la loro scelta può essere effettuata in base alla disponibilità dei dati e allo scopo della valutazione.

In particolare, la comprensione dei servizi culturali dovrebbe essere coerente con i principi generali della logica a cascata per discernere i legami tra il CN e il Capitale Culturale, esplicitando l'effettiva relazione tra le strutture e le funzioni

ecosistemiche nel dominio biofisico e la soddisfazione dei bisogni e dei desideri umani nel dominio socio-culturale e psicologico (Haines-Young & Potschin 2010; Daniel *et al.*, 2012).

Tab. 4: Metodi di analisi dei valori socio-culturali dei SE

Metodo	Descrizione
Preference assessment	Metodo consultivo diretto che permette di valutare la percezione, la conoscenza e i valori associati ai SE dagli individui coinvolti nell'analisi
Time use	Il valore del SE è stimato chiedendo agli individui la loro disponibilità a dedicare del tempo (attraverso delle azioni pratiche) per apportare un cambiamento qualitativo o quantitativo di un determinato servizio (<i>willingness to give up time - WTT</i>)
Photo-elicitation surveys	Cerca di capire il valore socio-culturale dei SE traducendo le esperienze visive, le percezioni e le preferenze dei paesaggi delle persone in valori del servizio dell'ecosistema
Narratives method	Si basa sulla raccolta di dati solo qualitativi. I partecipanti attraverso il metodo narrativo possono articolare la diversa pluralità di valori attribuita ai SE attraverso le proprie storie e azioni dirette
Participatory mapping	Identifica la distribuzione spaziale di SE attraverso le percezioni e le conoscenze delle parti interessate tramite workshop e/o sondaggi. Questo metodo oltre a facilitare la partecipazione degli stakeholder, permette di integrare la loro conoscenza e i loro valori all'interno di mappe dei SE
Scenario planning	Combina vari strumenti e tecniche (ad esempio interviste, brainstorming, workshop) per sviluppare scenari futuri plausibili attraverso cui possono essere esplicitati i valori dei SE
Deliberative valuation	Combina diversi metodi (ad esempio laboratori di valutazione e photo voice) per coinvolgere cittadini e stakeholder in un dialogo aperto nell'ambito del quale esprimere le loro preferenze sui SE (Burkhard e Maes., 2017)

Oltre ai metodi di mappatura partecipata in letteratura trova impiego il questionario, che viene spesso utilizzato per valutare la percezione da parte delle comunità locali oppure dei turisti, dei benefici derivanti dai SE tra cui anche quello di tipo culturale.

Inoltre, per la mappatura dei SE culturali possono essere impiegati diversi software come ad esempio ARIES (*Artificial Intelligence for Ecosystem Services*) e SolVES (*Social Values for Ecosystem Services*).

Negli ultimi anni le informazioni che gli utenti condividono in maniera rapida e con un'elevata precisione spaziale su ampie aree geografiche, in particolar modo sui social network, stanno diventando sempre più una fonte importante di conoscenza relativa ai SE culturali. Sempre più spesso per la loro mappatura (e poi per la valutazione) si fa anche uso delle cosiddette VGI (*Volunteered Geographical Information*). Mentre i sondaggi e le interviste possono fornire grandi intuizioni, le immagini possono determinare i valori difficili da catturare con parole come il senso del luogo, il valore estetico e l'attaccamento ad un luogo (Pastur *et al.*, 2016; Stedman *et al.*, 2004).

Le fotografie pubblicate sui social network offrono la possibilità di migliorare la conoscenza sull'immagine collettiva del CN (Dunkel, 2015) e forniscono una diversa prospettiva sulla comprensione di come le persone percepiscono i paesaggi e usufruiscono dei SE culturali. Inoltre si basa su campioni di grandi dimensioni e consente un'analisi spazialmente esplicita.

Nell'ambito della sperimentazione in corso in **5 Parchi Nazionali** italiani descritta al Capitolo 7 si riporta a titolo esemplificativo la matrice realizzata per il PN Gran Paradiso.

Nella colonna delle interazioni sono state al momento riportate solo quelle relative a elementi territoriali che si ritiene siano da riferire a entrambi i Capitali, esplicitando le motivazioni di questa scelta. Alcuni autori applicano un approccio più rigido, ritenendo che se per l'esplicazione di un servizio vi sia, in qualunque fase, l'interazione con una attività antropica, si debba considerare quel servizio come fornito da una interazione tra Capitale Culturale e CN. Ad esempio nel caso della Fauna, la fornitura di un servizio ricreativo o di ecoturismo presuppone la presenza di un sentiero, di un appostamento, di una guida specializzata, etc..., quindi una interazione tra elemento ambientale e conoscenze o attività di origine antropica.

Tab. 5: Matrice di valutazione Parco Nazionale Gran Paradiso

Parco Nazionale Gran Paradiso				
SERVIZIO ECOSISTEMICO	CAPITALE		INTERAZIONE	DESCRIZIONE
	CN	CC		
Recreation, Ecotourism and social relations	Fauna	//		Il Parco del Gran Paradiso ospita una ricca popolazione faunistica, che comprende specie di rilevante valore conservazionistico, molte delle quali tipiche delle praterie alpine d'alta quota e degli ambienti rocciosi e di vetta. Alcune in particolare attirano appassionati di <i>animal watching</i> (stambecco, camoscio alpino, marmotta,...) e <i>bird watching</i> (aquila, gipeto, gallo forcello...). Più in generale la presenza della fauna arricchisce l'esperienza di chi pratica escursionismo o altre attività ricreative come i trekking fotografici
	Flora e Vegetazione	//		Nel Parco sono presenti 974 specie di flora superiore, di cui 81 endemiche e 6 inserite negli Allegati della Direttiva Habitat. Molte di esse sono oggetto di specifiche attività ricreative quali i trekking fotografici e contribuiscono all'attrattiva dell'escursionismo, in particolare in ambienti caratteristici del Parco quali le vallette nivali, diffuse su tutto il territorio, e le praterie d'alta quota, presenti soprattutto sul versante valdostano. Alcune specie, ad esempio i mirtilli, sono oggetto di uso materiale
	Geositi	//		Nel Parco sono presenti numerosi elementi geomorfologici di interesse paesaggistico, alcuni dei quali rari e oggetto di specifiche attività escursionistiche. Tra i più noti vi sono i Patterned Ground –i cosiddetti Cerchi di Pietra -della Piata di Lazin, in Val Soana
	Boschi di origine antropica		La presenza di alcune formazioni forestali - ad esempio i castagneti – è frutto dell'intervento dell'uomo o legata al mantenimento di attività antropiche.	Nel Parco si ritrovano rimboschimenti di conifere e castagneti, questi ultimi in particolare nel versante piemontese, soprattutto in Valle Soana, ad altitudini inferiori ai 1000 m. Sono oggetto di attività ricreative e materiali, poiché le castagne hanno svariati utilizzi nella tradizione enogastronomica locale
	Boschi di origine naturale	//		I boschi naturali a prevalenza di latifoglie (faggio, acero, tiglio) e di conifere (abete rosso, larice, pino silvestre) ricoprono all'incirca il 20% dell'intero territorio. Le peccete sono la formazione più diffusa alle quote intermedie e, come le faggete e i lariceti, sono presenti in tutti i versanti. Le pinete, invece, si concentrano prevalentemente nella parte valdostana. I boschi sono oggetto di numerose attività ricreative (svariate forme di escursionismo) e materiali, queste ultime legate soprattutto alla raccolta dei prodotti del sottobosco.

	Ghiacciai	//		Nel Parco sono censiti 59 ghiacciai del Parco Nazionale del Gran Paradiso. Fra i più noti il Ghiacciaio della Tribolazione, il Ghiacciaio del Trajo ed il Ghiacciaio del Nomenon, tutti sul versante Valdostano. I ghiacciai sono oggetto di frequentazione da parte di semplici escursionisti e appassionati di ice climbing.
	Montagna (creste, pareti, etc...)	//		Le pareti rocciose e gli altri ambienti naturali di alta montagna del Gran Paradiso offrono numerose possibilità di svolgere attività ricreative e attirano per questo un elevato numero di visitatori. La meta turistica per eccellenza per gli appassionati di arrampicata è la palestra di roccia di Pianprato; le Valli di Campiglia e di Soana ed il Vallone di Lavina sono le destinazioni preferite per i percorsi escursionistici; il Becco di Valsoera e i Becchi della Tribolazione per i percorsi di alpinismo; la Valsavarenche e la valle di Rhemes sono spesso utilizzate per trekking fotografici
	Ambienti acquatici e umidi (laghi, fiumi, torrenti, cascate, torbiere)	//	//	Gli ambienti acquatici del Parco ospitano fauna e flora caratteristiche e influiscono profondamente sul fascino del territorio. Sono quindi una componente essenziale di numerose attività ricreative. In particolare le cascate di Lillaz, torrenti e laghi – ve ne sono 183, di cui 5 artificiali - molti dei quali d'alta quota, rientrano in alcuni dei percorsi escursionistici più gettonati (ad esempio i laghi di Teleccio e di Dres, nel versante piemontese; i torrenti Savara e Grande Eyvia in quello valdostano). Anche gli ambienti umidi contribuiscono alla fornitura di questo servizio, ad esempio quelli presenti sul pianoro del Nivolet, una delle mete escursionistiche più apprezzate
	Neve		L'utilizzo della neve - non solo a scopo ricreativo - da parte delle popolazioni ha origini antiche e ha dato vita anche a usanze e tradizioni specifiche.	In quasi tutti i comuni del Parco si svolgono attività di sci da discesa e di sci di fondo, con stazioni molto famose e frequentate come quelle di Ceresole Reale, Locana Valgricenze, Degioz, Rhêmes-Notre-Dame. Particolarmente rinomata la pista di fondo della Val di Cogne, dove si svolge ogni anno la Marcia Gran Paradiso, di 43 km. Le escursioni con le racchette vengono svolte in tutte le principali valli del Parco (Valle Orco, Vale Soana, Valle di Cogne, Valle di Rhêmes, Valsavarenche).
	Pascoli		Si tratta di agroecosistemi generati dalla presenza dell'uomo e legati per la loro sopravvivenza al mantenimento dell'attività antropica	I pascoli alpini sono largamente diffusi in tutto il territorio, al di sopra del limite del bosco. I prati-pascoli si distribuiscono a quote inferiori, prevalentemente nei pressi dei centri abitati. Si tratta di formazioni che caratterizzano fortemente il paesaggio e ospitano peculiari specie di flora e fauna, contribuendo in maniera essenziale alla fornitura del servizio

	//	Sentieri		La rete dei sentieri che attraversa il Parco si estende per oltre 500 km attraverso le cinque valli comprese nell'area protetta. La rete, interamente realizzata dall'uomo in epoche diverse, è ovviamente una componente fondamentale per la fornitura del servizio
	Paesaggio e Territorio		L'interazione fra CN e segni della presenza antropica, quali aree agricole, borghi, castelli, rifugi di montagna, genera paesaggi peculiari e di accresciuta attrattiva.	In questo caso ci si riferisce ai servizi ricreativi e di relazioni sociali offerti dal territorio nel suo complesso, in particolare a quelli generati dalla fruizione integrata di beni ambientali e culturali. In particolare tra i beni del PN del Gran Paradiso si segnalano il Castello di Aymavilles, il borgo di Cogne, il pont d'Aël ma anche i classiche edifici rurali – con la copertura ad ampie lastre di pietra, le “lose” – gli alpeggi, i <i>rascard</i> del versante valdostano
Knowledge system	Fauna, Flora, Vegetazione, Geologia	//		Questo servizio ecosistemico viene fornito da numerose componenti del CN del Parco. Sulla base delle pubblicazioni scientifiche disponibili, tra gli elementi di maggiore interesse vi sono: le popolazioni di ungulati (in particolare lo stambecco), la flora periglaciale e dei pascoli, i cerchi di pietra della Piata di Lazin, le formazioni a gneiss stratificati, i ghiacciai e i laghi alpini
	Agrobiodiversità, Paesaggio e Territorio		In questo caso vengono considerate attività di ricerca focalizzate su elementi del paesaggio e culturali che derivano dall'interazione tra le risorse del territorio e l'uomo	Sulla base delle pubblicazioni disponibili, tra gli elementi di maggiore interesse scientifico vi sono: la cultura e lingua Francoprovenzale, l'architettura rurale, l'agrobiodiversità, la fenologia dei pascoli alpini.
Educational Values	Fauna, Flora, Vegetazione, Geologia	//		Questo servizio ecosistemico viene fornito da numerose componenti del CN del Parco. Sulla base delle principali attività di educazione ambientale e delle pubblicazioni tecniche e divulgative disponibili, tra gli elementi di maggiore interesse vi sono: stambecco, lupo, le piante officinali, gli ambienti acquatici, i boschi secolari, le frane, i cerchi di pietra della Piata di Lazin.
	Enogastronomia, Paesaggio e Territorio,		Hanno valore educativo tutti gli elementi della tradizione culturale locale che in qualche maniera interagiscono con o sono determinate dal particolare contesto ambientale (da modalità insediative a utilizzo di specifici materiali; da tecniche culturali fino a tradizioni enogastronomiche, etc...)	Sulla base delle principali attività di educazione ambientale e delle pubblicazioni tecniche e divulgative disponibili, tra gli elementi di maggiore interesse vi sono: i giacimenti di ferro e le miniere di Cogne, le tradizioni contadine, i prodotti tipici (p.e. boudin e mocetta, piccoli frutti, ortaggi come la rinomata patata di montagna), i castelli (Castello Di Aymaville, Castello di Introd), gli alpeggi, i pascoli, le mulattiere che congiungevano le "reali casine di caccia".
Cultural heritage values	Stambecco	//		Questa specie ha anche un ruolo nella definizione dell'identità culturale del territorio. È il simbolo del Parco e alla sua tutela è legata l'istituzione stessa dell'Area Protetta.

	Paesaggio e territorio, Emergenze storiche e architettoniche e archeologiche, tradizioni e folklore		Le caratteristiche del paesaggio e del territorio che rivestono un ruolo importante nella trasmissione dell'eredità culturale, sono sempre il risultato di un'azione determinata dall'uomo che però è influenzata dalla presenza di ben determinate risorse naturali o assume un valore identitario solo in rapporto a quello specifico territorio (ad esempio i castelli posizionati a custodia di alcuni dei principali valichi alpini)	Il servizio ecosistemico è collegato alla trasmissione di elementi culturali tradizionali (dialetto patois), folklore (costumi tradizionali), feste identitarie (ad esempio quelle di San Besso e del Ribordone), saperi locali (p.e. la tecnica architettonica dei rascard), alla conservazione di particolari costruzioni come quelle della tipica architettura rurale e le "casine di caccia", che rimandano alla storia di istituzione del Parco. Per quanto concerne gli aspetti di Capitale Culturale, le principali emergenze storiche, architettoniche ed archeologiche sono Ponte Acquedotto Di Pont D'ael, Castello Di Aymaville, Castello di Introd, Parco Archeologico Di St. Martin De Corleans
	Enogastronomia, pascoli e boschi di origine antropica		La presenza di alcune formazioni forestali - ad esempio i castagneti – e di agroecosistemi come i pascoli, sono frutto dell'intervento dell'uomo e testimonianza di specifiche tradizioni culturali e storiche. Lo stesso vale per alcune produzioni agroalimentari	Tra i prodotti locali che forniscono il servizio si ricordano il mecoulin, il miele (in particolare quello di rododendro), il boudin, la mocetta, il salame di patate, il genepi della Valle Soana. La presenza dei castagneti e dei pascoli richiama anche al tradizionale sfruttamento di questi ambienti e quindi alla tradizione culturale dei pastori e di boscaioli.
	Neve		L'utilizzo della neve - non solo a scopo ricreativo - da parte delle popolazioni ha origini antiche e ha dato vita anche a usanze e tradizioni specifiche.	In quasi tutti i comuni del Parco si svolgono attività di sci da discesa e di sci di fondo, che sono sostenute dalla presenza di una cultura secolare che si è evoluta, adattandosi alle esigenze di chi fruisce il territorio per scopi differenti.
	//	Miniere		L'attività mineraria ha segnato profondamente il territorio del Parco, in particolare a Cogne, lasciandone tutt'oggi ricordi e tradizioni legate all'attività estrattiva e alle professioni ad essa collegate, quali la lavorazione del rame.
Aesthetic values	Fauna, Flora, Vegetazione, Geologia, Ambienti acquatici	//		Sono molti i luoghi del Parco che svolgono questo servizio, tra cui il Gran Piano di Noasca, il Piano del Nivolet, il Lago Djouan, il Pian dell'Azaria, i Prati di Sant'Orso
	Paesaggio e Territorio		L'interazione fra CN e segni della presenza antropica, quali borghi, castelli, rifugi di montagna, genera paesaggi peculiari e di accresciuta attrattiva	Numerosi i siti del Parco in cui i segni della presenza umana hanno modellato paesaggi di grande fascino. Tra questi i Pascoli del Gran Nomenon, la zona dei casolari dell'Herbetet, la Valle di Campiglia.
Spiritual and religious values	Paesaggio e territorio, Emergenze storiche e architettoniche e archeologiche		Determinati siti o insediamenti, così come singole costruzioni religiose, possono accrescere il proprio valore mistico in virtù della localizzazione in un territorio di grande fascino e suggestione	Il Santuario di San Besso, posto ai piedi di una rupe nell'alta Val Soana. Il culto del santo è molto antico e ancora oggi fortemente sentito, richiamando numerosi fedeli
Existence and Bequest	Rete Natura 2000	//		SIC IT1201010 Ambienti calcarei d'alta quota della Valle di Rhemes; SIC IT1205030 Pont d'Ael; SIC IT1205061 Stazione di <i>Astragalus alopecurus</i> di Cogne; SIC IT1205064 Vallone del Grauson; SIC IT1205065 Vallone dell'Urtier; SIC IT1202000 Parco naturale Mont Avic

I. La riforma degli investimenti pubblici, le nuove Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche e le opportunità di integrare il CN nella valutazione delle opere pubbliche

La pubblicazione a giugno 2017 delle “**Linee Guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti**” segna una tappa importante nell’attuazione della riforma degli investimenti in opere pubbliche, avviata col D.Lgs n. 228/2011 e confermata dalla riforma del Codice degli appalti (D.Lgs. n. 50 del 18 aprile 2016 e successive integrazioni, fra le quali il D.Lgs. 19 aprile 2017, n. 56 “Correttivo Appalti”). Il significato di questa riforma per il CN è duplice:

- 1) Le linee guida per la valutazione degli investimenti pubblici stabiliscono le modalità di conduzione della valutazione ex ante ed ex post delle opere pubbliche e, quindi, costituiscono un momento importante per la considerazione dei diversi aspetti del CN nella valutazione preventiva degli effetti socio-economici e ambientali degli investimenti in opere pubbliche, come infrastrutture di trasporto, infrastrutture e impianti per la fornitura di energia o di acqua, o opere di tutela dal rischio idro-geologico.
- 2) La pubblicazione delle linee guida del MIT dovrebbe essere seguita dalla pubblicazione di analoghe linee guida da parte degli altri Ministeri. Le linee guida del MIT costituiscono un riferimento importante anche per le previste linee guida del Ministero dell’ambiente, per le opere pubbliche nei settori di propria competenza.

La piena comprensione di questi due punti richiede la sintetica esposizione delle principali novità apportate dai processi di riforma sopracitati.

In base all’art. 1 del D.Lgs. 228/2011:¹¹

“1. I Ministeri sono tenuti a svolgere le attività di valutazione ex ante ed ex post di cui al presente decreto al fine di garantire la razionalizzazione, la trasparenza, l’efficienza e l’efficacia della spesa in conto capitale destinata alla realizzazione di opere pubbliche e di pubblica utilità, di seguito “opere pubbliche”, a valere sulle leggi di spesa pluriennale e a carattere permanente.

2. Le predette attività di valutazione sono obbligatorie per le opere finanziate a valere sulle risorse iscritte negli stati di previsione dei singoli Ministeri ovvero oggetto di trasferimento da parte degli stessi a favore di soggetti attuatori, pubblici o privati, in forza di specifica delega. Le predette attività sono altresì obbligatorie per le opere pubbliche che prevedono emissione di garanzie a carico dello Stato.”

Ai sensi dell’art. 2 del D.lgs. n. 228/2011 ogni Ministero è tenuto a predisporre un **Documento Pluriennale di Pianificazione** (DPP), da aggiornare ogni tre anni, che dovrebbe render conto della realizzazione di un’articolata procedura di valutazione delle singole opere da finanziare o già finanziate, che prevede le seguenti fasi:

- la valutazione ex ante dei fabbisogni e delle esigenze infrastrutturali (art. 3);
- la valutazione ex ante delle singole opere (art. 4);
- la selezione delle singole opere (art. 5);
- la valutazione ex post delle singole opere (art. 6).

Il DPP di ogni Ministero deve includere e rendere coerenti tutti i piani e i programmi d’investimento per opere pubbliche finanziate con le risorse del Ministero stesso; esso contiene l’intero lavoro tecnico-valutativo necessario per coordinare il bilancio dell’ente con la programmazione (triennale e annuale) delle opere pubbliche e, quindi, anche con i piani triennali e l’elenco annuale dei lavori degli enti e delle aziende vigilate (es. enti parco nazionali, Autorità portuali, RFI, ANAS).

Ai fini della predisposizione del DPP, ogni Ministero dovrebbe varare proprie Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di propria competenza, secondo lo schema-tipo fornito dal DPCM 3 agosto 2012¹², ovvero il Regolamento attuativo della riforma avviata col D.lgs. n. 228/2011.

A proposito della fase del DPP riguardante la valutazione ex ante delle singole opere, regolata dall’art. 4 del D.lgs. n. 228/2011, il DPCM 3 agosto 2012 prevede:

“2.1. La valutazione ex ante delle singole opere è svolta attraverso l’elaborazione degli studi di fattibilità ed è finalizzata ad individuare le soluzioni progettuali ottimali per il raggiungimento degli obiettivi identificati nella valutazione ex ante dei fabbisogni di infrastrutture e servizi.

2.2. Essa viene di norma condotta applicando i principi dell’Analisi costi-benefici (ACB), come consolidati nella letteratura scientifica internazionale e dalle indicazioni metodologiche impartite dalla Commissione Europea e da altri autorevoli organismi.

¹¹ **D.lgs. 29 dicembre 2011, n. 228**, “Attuazione dell’articolo 30, comma 9, lettere a), b), c) e d) della legge 31 dicembre 2009, n. 196, in materia di valutazione degli investimenti relativi ad opere pubbliche”.

¹² **DPCM 3 agosto 2012**, “Attuazione dell’art.8, c.3, del D.lgs. 228/2011 in materia di Linee guida per la valutazione degli investimenti relativi ad opere pubbliche e del documento pluriennale di pianificazione degli investimenti”.

L'analisi costi-benefici viene applicata nell'ambito degli studi di fattibilità o della documentazione equivalente ed è necessaria anche nel caso in cui sia stato già predisposto il progetto preliminare.

La valutazione con l'approccio costi-benefici permette la verifica di modalità e tempi di realizzazione delle opere e presenta gli opportuni indicatori di realizzazione, che saranno oggetto di valutazione ex post.”

(...)

“L'analisi costi-benefici è utilizzata come principale metodologia per la valutazione degli investimenti pubblici proposti e realizzati dalle amministrazioni centrali dello Stato. Qualora non sia possibile quantificare i benefici o misurarli in termini monetari si suggerisce di ricorrere all'analisi costi-efficacia analisi dei fabbisogni infrastrutturali degli obiettivi da realizzare e sulle azioni da intraprendere.”¹³

Attraverso ulteriori passaggi, il DPCM citato prevede una gradazione del livello di approfondimento della valutazione ex ante: in attuazione di un principio di proporzionalità nelle attività di valutazione ex ante, introduce la seguente classificazione degli interventi, basata sulla dimensione dell'investimento e sulla possibilità di rientro finanziario del progetto (tramite entrate tariffarie sui servizi offerti in fase di utilizzo dell'opera):

- a) **Gli interventi di rinnovo del capitale**, quali ad esempio manutenzione straordinaria, recupero e ristrutturazione: “a fini valutativi lo studio di fattibilità deve essere incentrato principalmente o esclusivamente sull'analisi delle alternative progettuali e su una approfondita analisi dei costi, individuando dove possibile standard, costi parametrici e costi sostenuti per interventi analoghi. Sotto il profilo delle tecniche valutative sono richieste **analisi costi-efficacia**, anche sulla base delle indicazioni contenute nell'allegato II.”
- b) **Nuove opere puntuali di piccola dimensione, inferiori ai 10 milioni di euro, privi di introiti tariffari**: “in questi casi si può procedere a predisporre studi di fattibilità semplificati, che attraverso un'attenta analisi della domanda, **dei costi e dei principali benefici** permettano di dimostrare sinteticamente l'utilità, l'efficienza e l'efficacia degli interventi”.
- c) **Opere, senza introiti tariffari, superiori ai 10 milioni di euro**: “per questi interventi si richiede: 1) lo studio di fattibilità; 2) **l'analisi costi-benefici**; 3) l'analisi dei rischi. Nel caso di grandi progetti nell'accezione fatta propria dalla Commissione europea (investimenti superiori ai 50 milioni di euro), costituisce strumento di riferimento la guida per l'analisi costi-benefici adottata dalla Commissione europea ai fini dell'accesso ai fondi strutturali.”
- d) **Opere di qualsiasi dimensione, per le quali è prevista una tariffazione del servizio**: “in questi casi, occorre una redazione esaustiva degli studi di fattibilità in vista di un ampio utilizzo sia dell'analisi economica con il confronto di costi e benefici - già prevista per altre fattispecie - sia dell'analisi finanziaria con specifico riferimento ai piani finanziari (flussi di cassa), tenendo altresì conto delle istruzioni fornite dal CIPE ai fini dell'approvazione delle opere della legge obiettivo che abbiano introiti tariffari (delibera CIPE 27 maggio 2004, n. 11).”

La seguente tabella riepiloga le tre diverse tecniche di valutazione ex ante richieste dalla normativa citata.

Tab. 6 tecniche di valutazione economica ex ante richieste dalla normativa, in funzione della categoria di intervento

Categorie di intervento	Tecniche valutative richieste
Opere pubbliche o di pubblica utilità interamente o parzialmente finanziate con fondi statali:	Tecniche di ACB diverse, modulate per tipo e dimensione dell'investimento, a seconda dei casi (a, b, c, d):
a) di rinnovo del capitale (ad es. manutenzione straordinaria, recupero e ristrutturazione)	3.a) analisi costi-efficacia ;
b) nuove opere, senza tariffazione del servizio, con investimenti inferiori ai 10 milioni di euro;	3.b) analisi costi - benefici semplificata delle alternative progettuali;
c) nuove opere, senza tariffazione del servizio, con investimenti superiori ai 10 milioni di euro;	3.c) analisi costi - benefici (completa) delle alternative progettuali;
d) nuove opere di qualsiasi dimensione, per le quali è prevista una tariffazione del servizio (escluse quelle di tipo a) di “rinnovo del capitale”).	3.d) analisi costi - benefici (completa) delle alternative progettuali.

Fonte: Art. 4 del D.Lgs 228/2011 e DPCM 3 agosto 2012.

¹³ Premessa del DPCM 3 agosto 2012.

Il nuovo Codice degli appalti pubblici di lavori¹⁴ è intervenuto sul ciclo di progettazione delle opere pubbliche con la finalità di migliorarne la qualità ed eliminare la causa principale del lievitare dei costi, rappresentata dalla realizzazione delle gare su progettazioni preliminari insufficientemente sviluppate. L'art. 23 del nuovo Codice prevede tre, e non più quattro, livelli di progettazione: 1) il *progetto di fattibilità tecnica ed economica* (che accorpa il precedente "studio di fattibilità" e il "progetto preliminare"), 2) il progetto *definitivo* e 3) il progetto *esecutivo*, che viene posto a base di gara. La nuova forma di "progetto di fattibilità tecnica ed economica" intende rafforzare la qualità non solo tecnica ma anche economica della valutazione preventiva nella prima fase del ciclo di progettazione, dato che esso avrà il compito di individuare, "*tra più soluzioni progettuali, quella col miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività*", confermando in questo modo la disciplina sulla valutazione ex ante mediante analisi costi - benefici (da condurre al livello di studio di fattibilità), introdotta dal D.lgs n. 228/2011 e regolamentata dal DPCM 3 agosto 2012.

In base ai correttivi recentemente apportati al Codice, la valutazione di fattibilità di un intervento dovrà avvenire in due fasi:

- in una prima fase viene effettuata l'analisi di fattibilità delle alternative progettuali (**documento di fattibilità delle alternative progettuali**) in cui sono realizzate le analisi economiche che precedentemente erano richieste per lo studio di fattibilità (art. 14 del DPR 5 ottobre 2010, n. 207), fra le quali l'analisi della domanda, l'analisi delle possibili alternative progettuali; l'analisi dell'offerta in base alla soluzione realizzativa individuata; l'analisi economico-finanziaria (costi e ricavi); l'analisi della fattibilità economica e sociale (analisi costi - benefici);
- in una seconda, eventuale, fase sono condotti gli approfondimenti e studi necessari per accertare la fattibilità tecnica della soluzione più conveniente per la collettività, e procedere con le ulteriori fasi di progettazione e con le operazioni propedeutiche (ottenimento delle linee di credito, espropri, etc.) finalizzate alla realizzazione dell'opera.

Si può pertanto ritenere che il nuovo Codice confermi i contenuti del D.lgs n. 228/2011 (obbligo dell'ACB come metodo di valutazione ex ante degli investimenti pubblici) e specifichi meglio le finalità dell'ACB regolamentata dal DPCM 3 agosto 2012, richiedendo che ogni nuova opera sia sottoposta ad ACB al livello del Progetto di Fattibilità, al fine di individuare l'opzione progettuale col miglior rapporto Benefici/Costi.

Nel settore delle infrastrutture di trasporto il nuovo Codice è più esplicito che non in altri settori d'investimento pubblico. Il nuovo codice, infatti, supera la precedente "Legge Obiettivo", che stabiliva un percorso dedicato per la programmazione delle infrastrutture strategiche, riconducendo la pianificazione e la programmazione delle infrastrutture prioritarie a due strumenti strategici ordinari, quali il **Piano generale dei trasporti e della logistica** (PGTL) e i **Documenti pluriennali di pianificazione (DPP)** di cui al D.lgs n. 228 del 2011. Mentre il PGTL "*contiene le linee strategiche delle politiche della mobilità delle persone e delle merci nonché dello sviluppo infrastrutturale del Paese*"¹⁵, il "DPP di cui al decreto legislativo 29 dicembre 2011 n. 228 del 2011, di competenza del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, oltre a quanto stabilito dal comma 2 dell'articolo 2 del decreto legislativo n. 228 del 2011, contiene l'elenco delle infrastrutture e degli insediamenti prioritari per lo sviluppo del Paese, ivi compresi gli interventi relativi al settore dei trasporti e della logistica la cui progettazione di fattibilità è valutata meritevole di finanziamento, da realizzarsi in coerenza con il PGTL."¹⁶

In attesa del nuovo PGTL, la pubblicazione delle linee guida del MIT per la valutazione degli investimenti pubblici ("*Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*", 1 giugno 2017) realizza il necessario raccordo fra la fase di definizione degli obiettivi strategici della politica nazionale dei trasporti e la fase di programmazione degli interventi, incentrata sui progetti di fattibilità tecnica ed economica e, in particolare, sulla valutazione ex ante mediante analisi costi - benefici.

Il capitolo 3 delle Linee Guida, dedicato alla valutazione ex ante delle singole opere, descrive le diverse fasi che caratterizzano l'Analisi Costi - Benefici (la stima dei costi e dei tempi, l'analisi della domanda, l'analisi economico-finanziaria, l'analisi economico-sociale o analisi costi - benefici in senso stretto, l'analisi dei rischi). In particolare, il capitolo 3.7

¹⁴ D.Lgs n. 50 del 18 aprile 2016 e successive integrazioni, fra le quali il D.Lgs 19 aprile 2017, n. 56 "Correttivo Appalti". L'art. 3 del Dlgs 50/2016 riporta le seguenti definizioni di "contratti pubblici" e "appalti pubblici di lavori":

dd) «contratti» o «**contratti pubblici**», i contratti di appalto o di concessione aventi per oggetto l'acquisizione di **servizi** o di **forniture**, ovvero l'esecuzione di **opere** o **lavori**, posti in essere dalle stazioni appaltanti;

(...)

ll) «**appalti pubblici di lavori**», i contratti stipulati per iscritto tra una o più stazioni appaltanti e uno o più operatori economici aventi per oggetto:

1) l'esecuzione di **lavori** relativi a una delle attività di cui all'allegato I;

2) l'esecuzione, oppure la progettazione esecutiva e l'esecuzione di un'**opera**;

3) la realizzazione, con qualsiasi mezzo, di un'**opera** corrispondente alle esigenze specificate dall'amministrazione aggiudicatrice o dall'ente aggiudicatore che esercita un'influenza determinante sul tipo o sulla progettazione dell'opera;"

¹⁵ Comma 2 art. 201 del Codice.

¹⁶ Comma 3 art. 201 così come modificato dall'art. 119 del correttivo Appalti.

conferma l'approccio internazionale all'ACB (riconosciuto anche a livello europeo dalla Guida sull'analisi costi – benefici della Commissione europea), che include nell'analisi degli effetti del progetto sia gli impatti monetari diretti del progetto, che quelli indiretti ed esterni al progetto, ivi inclusi quelli di tipo ambientale.

Nel caso dei progetti di trasporto, devono essere quantificati i costi esterni relativi ad almeno i seguenti sentieri d'impatto ambientale:

- emissioni di inquinanti dannosi per la salute umana ed associati ai consumi energetici degli utenti dell'infrastruttura;
- emissioni di gas ad effetto serra;
- inquinamento acustico.

L'appendice 4 alle Linee Guida dettaglia i valori unitari di riferimento per la valutazione delle suddette esternalità ambientali. Tali valori sono presi da un riferimento comunitario, l' **Update of the Handbook on External Costs of Transport** (2014) realizzato da Ricardo e AEA per conto della DG MOVE della Commissione Europea, che riporta i valori raccomandati per tutti gli Stati Membri, differenziati ove necessario in funzione di alcuni fattori di contesto.

Nel caso del valore monetario delle emissioni di CO₂, per tutti gli Stati Membri viene riportata la medesima forchetta di valori, con un valore centrale raccomandato di 90 euro/t, espresso ai prezzi del 2010 (Tab. 7).

Tab. 7: Valore delle emissioni di CO₂ per il calcolo dei costi del riscaldamento globale (€2010 per tonnellata)

Inquinante	Valore min-max	Valore centrale
CO ₂	48 – 168	90

Fonte: Linee Guida del MIT (2017), tabella A4_12, pag. 95.

Dalla disamina dell'Handbook comunitario si evince che i valori riportati in tabella sono stati ricalcolati a partire dai risultati dello studio di Kuik e altri (2009)¹⁷, che ha adottato l'approccio dei costi di riduzione delle emissioni secondo uno scenario a lungo termine compatibile col raggiungimento dell'obiettivo di stabilizzare l'incremento della temperatura del pianeta entro i 2C° (stabilizzazione dei valori di concentrazione di CO₂ equivalente entro 450 ppm). Secondo Ricardo e AEA, tale approccio per la stima del valore monetario da attribuire alle emissioni di CO₂ è stato preferito a quello alternativo, basato sul valore del danno marginale, nonostante il fatto che quest'ultimo sia più idoneo sotto il profilo strettamente scientifico ("dato che esso consente di quantificare pienamente gli effetti esterni"). Fra le motivazioni adottate, si segnalano le seguenti: "molti tipi di rischi connessi al futuro cambiamento climatico non possono ancora essere identificati e valutati in termini monetari; l'uso di stime basate sui costi di abbattimento è una buona alternativa qualora gli obiettivi di riduzione delle emissioni riflettano adeguatamente le preferenze della società."¹⁸

L'emanazione delle Linee Guida per la valutazione degli investimenti pubblici comporta due principali considerazioni in relazione al dibattito sul CN:

- 1) E' la prima volta che lo Stato italiano¹⁹ si dota di linee guida per l'integrazione e la quantificazione delle esternalità ambientali (negative o positive) nell'ambito della valutazione ex ante delle opere pubbliche, colmando in questo modo un importante gap rispetto agli altri paesi avanzati.²⁰
- 2) Le Linee Guida del MIT hanno il merito di considerare alcune categorie di esternalità più importanti, associate all'uso delle infrastrutture di trasporto, ma esse andrebbero completate con ulteriori sezioni delle linee guida, rilevanti per la prevenzione e mitigazione degli impatti di un'opera pubblica sul CN. Per quanto riguarda i fattori d'impatto per i quali sono disponibili metodi e valori unitari per la valutazione monetaria degli impatti sul CN, è opportuno che essi siano integrati nella procedura di ACB definita dalle Linee Guida. A questo proposito, un progetto congiunto CCN-MATTM-MIT potrebbe esplorare la fattibilità di integrare le esternalità per i principali servizi eco-sistemici associate ai fattori di pressione "consumo di suolo" (copertura artificiale del suolo dovuta al progetto infrastrutturale) e "frammentazione negli usi del suolo". Per altri fattori d'impatto associati alla realizzazione di infrastrutture, di difficile quantificazione monetaria, gli indicatori di sintesi dell'ACB (rapporto benefici costi, VANE, TIRE) potrebbero essere accompagnati da indicatori fisici di impatto dell'infrastruttura sul CN.

¹⁷ Kuik, O., Brander, L., and Tol, R. S. (2009). Marginal abatement costs of greenhouse gas emissions: A meta-analysis. Energy Policy, vol. 37, no. 4, pp. 1395-1403.

¹⁸ Cfr. pag. 55 di Ricardo – AEA (2014).

¹⁹ In assenza di analoghe linee guida del Ministero dell'ambiente, ci sono buone ragioni per ritenere che la sezione delle linee guida del MIT relativa alle esternalità ambientali considerate (emissioni inquinanti, gas serra, rumore) e la fonte considerata dalle Linee guida (Update of Handbook on External Costs of Transport) siano di riferimento anche per opere pubbliche non di competenza del MIT, caratterizzate dalle medesime categorie di esternalità.

²⁰ Si veda la rassegna dei valori di riferimento per la CO₂ nei Paesi OCSE, presentata nel Primo Rapporto sullo stato del CN in Italia.

J. Verso le Linee Guida per la valutazione degli investimenti nelle opere pubbliche di competenza del Ministero dell'ambiente

In base al D.Lgs n. 228/2011, ogni Ministero deve varare proprie Linee guida per la valutazione degli investimenti in opere pubbliche nei settori di propria competenza secondo lo il modello di riferimento fornito nell'Allegato 1 del DPCM 3 agosto 2012.

Di seguito sono riportati i principali passaggi dell'Allegato 1 utili all'impostazione delle linee Guida di ogni Ministero: *“L'analisi costi-benefici è utilizzata come principale metodologia per la valutazione degli investimenti pubblici proposti e realizzati dalle amministrazioni centrali dello Stato. Qualora non sia possibile quantificare i benefici o misurarli in termini monetari si suggerisce di ricorrere all'analisi costi-efficacia. Relativamente a ciascun sub-settore, i Ministeri devono provvedere a delimitare la tipologia di benefici ammessi e a indicare modalità di calcolo standardizzate. Analogamente, i costi dovranno essere confrontati con quelli di progetti simili dello stesso sub-settore per verificarne la congruità.*

(...)

2.1. *La valutazione ex ante delle singole opere è svolta attraverso l'elaborazione degli studi di fattibilità ed è finalizzata ad individuare le soluzioni progettuali ottimali per il raggiungimento degli obiettivi identificati nella valutazione ex ante dei fabbisogni di infrastrutture e servizi.*

2.2. *Essa viene di norma condotta applicando i principi dell'Analisi costi-benefici (ACB), come consolidati nella letteratura scientifica internazionale e dalle indicazioni metodologiche impartite dalla Commissione Europea e da altri autorevoli organismi.*

(...)

2.14. *Uno dei principali obiettivi delle linee guida è la selezione di metodi di calcolo standardizzati dei benefici economici relativi a progetti appartenenti allo stesso comparto o settore omogeneo. Per le procedure standardizzate di calcolo dei costi, è opportuno avvalersi dei calcoli dei costi effettuati per progetti analoghi già realizzati, raccogliendo tali dati in appositi archivi.*

Anche il Ministero dell'ambiente, così come il MIT e gli altri Ministeri, dovrà individuare i progetti riconducibili ad un comparto d'intervento omogeneo e, per ciascun comparto, individuare le tipologie di benefici da valutare. Qualora la categoria di beneficio di un'opera sia valutabile in termini monetari, si potrà procedere con l'inclusione del valore monetario di tale beneficio nell'ACB e con il calcolo dell'indicatore di sintesi richiesto dal Codice Appalti (il rapporto benefici/costi di ogni principale opzione progettuale); in caso contrario, la categoria di beneficio potrà comunque essere quantificata in termini fisici ed entrare nel processo valutativo attraverso un indicatore di costo - efficacia (o meglio, di risultato in rapporto ai costi di progetto attualizzati).²¹

Ad una disamina preliminare del Bilancio preventivo 2017 del Ministero dell'ambiente, disponibile nella banca dati amministrazioni pubbliche,²² gli stanziamenti in conto capitale (contributi per investimenti e investimenti fissi lordi) del Ministero dell'Ambiente sono riconducibili alle seguenti aree d'intervento:

1. Mitigazione climatica (fonti energetiche alternative, efficienza energetica degli edifici e dei processi produttivi, progetti di mobilità sostenibile, fondo per interventi di efficienza e risparmio energetico, produzione di elettricità e calore da fonti rinnovabili, solare termodinamico, misure e programmi di assorbimento del carbonio, spese per protocolli di Montreal e di Kyoto).
2. Adattamento al cambiamento climatico e riduzione del rischio idro-geologico (interventi in caso di pubbliche calamità, opere idrauliche e interventi di sistemazione e difesa del suolo, tutela del rischio idro-geologico, rappresentazione del territorio).
3. Bonifiche (bonifiche di siti di interesse nazionale; interventi di rimozione amianto; interventi urgenti di messa insicurezza, bonifica, disinquinamento e ripristino ambientale; bonifica di discariche abusive; riconversione e bonifica di siti industriali).
4. Interventi di tutela e conservazione di ecosistemi (parchi nazionali, aree marine protette, riqualificazione delle coste, monitoraggio e contrasto dell'inquinamento marino, interventi di conservazione della natura e di salvaguardia della biodiversità, fondo investimenti di conservazione della fauna e della flora, controllo di organismi geneticamente modificati).
5. Ciclo dei rifiuti (interventi di emergenza nella gestione dei rifiuti, recupero e riciclaggio di materiali, riduzione e prevenzione della produzione dei rifiuti, SISTRI-tracciabilità dei rifiuti).

²¹ Si possono ovviamente presentare situazioni miste, in cui alcune categorie di beneficio entrano nell'analisi economica, mentre altre categorie rimangono escluse. Se ritenute rilevanti, l'ACB dovrà essere integrata da indicatori misti di risultato in rapporto ai costi.

²²<http://www.bdap.tesoro.it/sites/openbdap/istituzioni/norme/DecretoPresidenteConsiglioMinistri22092017Art3/Pagine/Scheda.aspx>. L'ultimo bilancio a consuntivo disponibile sul sito del Ministero riguarda l'anno 2014. Esso non è tuttavia disponibile in formato excel. <http://www.minambiente.it/pagina/bilancio-preventivo-e-consuntivo>

6. Risorse idriche (servizio idrico integrato, efficienza e risparmio idrico, riuso acque reflue, sistemi di collettamento e depurazione).
7. Miglioramento della qualità dell'aria.
8. Risanamento acustico (piani, interventi).
9. Ricerca e sviluppo.
10. Altri investimenti (per il rilascio di certificazioni ambientali, per l'accertamento e il risarcimento del danno ambientale, promozione dello sviluppo sostenibile, per la relazione sullo stato dell'ambiente, educazione ambientale, etc.)

Per le aree di investimento del Ministero dell'ambiente maggiormente attinenti il CN, la tabella seguente sintetizza il tipo di relazione col CN (tipo di meccanismo di trasmissione degli effetti a carico del CN), i benefici diretti da valutare nell'ambito della valutazione ex ante mediante analisi costi –benefici e l'eventuale disponibilità di riferimenti metodologici in attuazione di normative vigenti.

Tab. 8: Analisi preliminare dei gap metodologici: tipologie di benefici diretti dei progetti, convenzioni metodologiche per la loro quantificazione e riferimenti da sviluppare

Tipologia di opere - investimenti	Effetto atteso sul CN	Benefici diretti da valutare	Linee Guida vigenti (o da sviluppare)
1. Mitigazione climatica	Interventi di riduzione dei fattori di pressione e di mitigazione delle pressioni sul CN (aumento della temperatura media, ondate di calore, innalzamento livello dei mari, etc.)	Costi esterni evitati dei progetti di riduzione delle emissioni di gas serra (valore monetario della CO ₂ e delle altre emissioni evitate)	Linee Guida del MIT: CO ₂ , PM, COVNM, NO _x e SO ₂
2. Riduzione del rischio idro-geologico (adattamento al cambiamento climatico)	Interventi di mitigazione degli effetti di determinate pressioni (eventi meteo estremi)	Danni attesi evitati associati alla riduzione del rischio idro-geologico (persone sfollate, decessi/feriti, danni alla proprietà, etc.)	-Da sviluppare
3. Bonifiche di siti inquinati	Intervento diretto sulla qualità del CN e dei servizi eco sistemici	-Benefici economici e sociali associati ai progetti di recupero e riconversione del sito -Benefici associati al miglioramento dei servizi eco-sistemici del sito	-Guida UE all'ACB dei progetti di investimento ²³ : cap. 4.3 Recupero e tutela dell'ambiente e prevenzione dei rischi -Da sviluppare
4. Interventi di tutela e conservazione di ecosistemi	Intervento diretto sulla qualità del CN e dei servizi eco sistemici	Benefici associati al miglioramento dei servizi eco-sistemici del sito	-Da sviluppare
5. Ciclo dei rifiuti	Interventi di riduzione di un fattore di pressione	Progetti di recupero e riciclaggio: costi evitati (interni ed esterni/ambientali) dello smaltimento mediante discarica o incenerimento senza recupero di energia	Guida UE all'ACB (2014): cap. 4.2 Impianti per la gestione e il trattamento dei rifiuti Cap. 4 Caso studio di impianto di incenerimento dei rifiuti con recupero energetico
6. Risorse idriche e depurazione.	Interventi di riduzione di un fattore di pressione	Progetti di depurazione delle acque: - benefici economico-sociali associati al miglioramento della qualità delle acque -benefici ambientali associati al miglioramento dei servizi degli ecosistemi acquatici	Guida UE all'ACB (2014): cap. 4.1 Servizi di fornitura idrica cap. 4 Caso studio di infrastruttura idrica e fognaria-depurativa
7. Miglioramento della qualità dell'aria.	Interventi di riduzione di un fattore di pressione su fauna e flora	Costi esterni evitati dei progetti di riduzione delle emissioni (danni evitati dalla riduzione delle emissioni di PM, NO _x , SO ₂ , COVNM e altri)	Linee Guida del MIT: PM, COVNM, NO _x e SO ₂

²³ Commissione europea, Direzione generale per la politica regionale e urbana, Guida all'analisi costi – benefici dei progetti di investimento, ai sensi del Regolamento UE 1303/2013 del Consiglio e del Parlamento Europeo del 17 dicembre 2013 e Regolamento di esecuzione della Commissione.

K. Riferimenti

Si veda la sezione Riferimenti nel testo del Rapporto