



# Economia delle Risorse Naturali

Proff. Laura Castellucci – Manuela Coromaldi

a.a. 2022/ 23 – primo semestre – secondo modulo

Lezioni: lunedì, martedì, mercoledì ore 15-17 con inizio 2 novembre

[coromald@uniroma2.it](mailto:coromald@uniroma2.it)

manuela.coromaldi@unicusano.it

# Un'introduzione all'economia della Biodiversità

## Definizione di biodiversità

- La Convenzione per la Diversità Biologica del 1992, alla quale aderirono 196 Paesi, definisce la biodiversità come la varietà e variabilità degli organismi viventi e dei complessi sistemi ecologici dei quali fanno parte secondo tre piani di valutazione, genetico, di specie ed ecosistemico.
- La diversità entro la specie fa riferimento ai genotipi caratterizzanti le popolazioni diverse per motivi geografici e/o cronologici appartenenti alla stessa specie.
- La diversità tra le specie corrisponde al numero di specie esistenti in un territorio o nell'intero pianeta Terra.
- La diversità degli ecosistemi è un concetto molto complesso perché fa riferimento alla complessa dinamica tra piante, animali, microrganismi e il loro ambiente inorganico (non-living).

# Biodiversità

- Il sistema Terra è un sistema “chiuso” nel senso che entro l’atmosfera avviene scambio di energia ma non di materia.
- La diversità biologica esistente è alla base del mantenimento delle complesse interdipendenze ed equilibri che governano il funzionamento della vita sulla Terra e che dovremmo perciò preservare se non altro per ridurre l’incertezza che domina la vita sulla Terra.
- La diversità biologica o biodiversità è dunque una vera e propria “ricchezza” la cui riduzione mette a repentaglio l’esistenza della vita.

# L'economia è incorporata nella biosfera



# Biodiversità

- Consapevoli di questa verità, ben spiegata e analizzata dai biologi, gli economisti/ politici dovrebbero nel prendere le loro decisioni, avere ben presente questo vincolo;
- per raggiungere questa maggiore consapevolezza su base scientifica, occorre passare per tre stadi:
  - il primo passa per la quantificazione della riduzione della diversità a livello genetico;
  - il secondo nell'individuazione delle cause;
  - il terzo nel capire cosa si potrebbe/ dovrebbe fare per arrestare questo trend.

# La quantificazione della riduzione della diversità a livello genetico

- Secondo il Biodiversity Outlook del 2020, e anche secondo altre istituzioni come FAO, TEEB (The Economics of Ecosystems and Biodiversity) e WWF la diversità genetica si è persa sia negli ecosistemi naturali che nei sistemi di produzione agricola e in quelli di allevamento del bestiame a causa dell'obiettivo di aumentare la produzione.
- Ad esempio, in Cina il numero delle varietà locali di riso coltivate si sono ridotte nel tempo passando da 46000 nel 1950 a poco più di mille nel 2006.
- A fronte di questa perdita si sarebbe ricorso, almeno rispetto alle piante, alla conservazione della loro diversità genetica tramite le banche dei semi note come *ex situ seed bank*

# La quantificazione della riduzione della diversità a livello genetico

- Oltre alle misure necessarie alla protezioni dei raccolti agricoli, è necessario proteggere la diversità genetica di altre specie socialmente ed economicamente rilevanti come le piante medicinali, i prodotti non-legnosi delle foreste o le varietà che nel tempo si sono adattate a particolari condizioni.
- Analogamente ai raccolti, gli allevamenti animali, standardizzati e basati su sistemi capaci di alta produzione, hanno ridotto la diversità genetica degli animali.
- Un quinto delle razze allevate sono a rischio di estinzione.
- In aggiunta alla perdita di flora e fauna c'è da considerare l'indebolimento, se non la scomparsa, di interi ecosistemi dovuti alla perdita della biodiversità. La perdita di biodiversità di un ecosistema ne riduce la complessità e con ciò le capacità dell'ecosistema di riprendersi dopo un disturbo, antropico o naturale.

# La quantificazione della riduzione della diversità a livello genetico

- Secondo un'analisi condotta da TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*), il ripristino di ecosistemi terrestri o marini, possono dare buoni risultati in termini di offerta di servizi ecosistemici nel lungo periodo ma comunque il livello di biodiversità e dei servizi ecosistemici restano ben al disotto dei livelli corrispondenti agli ecosistemi incontaminati, puri;
- È molto meglio, e spesso anche più efficiente rispetto al costo, evitare il degrado tramite la conservazione piuttosto che il ripristino a danni avvenuti.
- Senza contare che spesso il ripristino è impossibile perché alcuni avvenimenti sono irreversibili.



# La quantificazione della riduzione della diversità a livello genetico

- Come avvertono gli scienziati, proteggendo la grande varietà della vita, anche la società umana avrà più mezzi per una vita prospera e in salute.
- Come ribadito dal Biodiversity Outlook del 2020, non si può più accettare di perdere biodiversità come fatto separato dagli obiettivi sociali globali in termini di salute, di riduzione della povertà, di benessere diffuso, di sicurezza per le generazioni presenti e future.
- Tutti questi obiettivi sono compromessi dal trend attuale di perdita degli ecosistemi che potrebbe essere invertito se si proteggesse la biodiversità.

# Indicatori per misurare la diversità biologica

- Indicatori della biologia/ecologia
- Indicatori economici

# Indicatori della biologia/ecologia

- Indicatori della biologia/ecologia: si fondano sulla numerosità delle specie presenti in un certo *habitat* e, più spesso, si concentrano sulla numerosità relativa delle specie, come per esempio **l'indice di diversità di Shannon-Wiener**.

$$SW = -\sum_{i=1}^Z p_i \ln p_i$$

- dove  $Z$  è il numero totale delle specie;
- $p_i$  è la quota degli esemplari della stessa specie  $i$  ( $0 \leq p_i \leq 1$ );
- $\ln$  è il logaritmo naturale di ciascun  $p_i$  e rappresenta il peso attribuito alla quota di ogni specie appartenente a  $Z$ .
- La somma di tutte le quote deve dare l'intero e dunque vale il vincolo:

$$\sum_{i=1}^Z p_i = 1$$

# Indicatori della biologia/ecologia

- L'indice di diversità di Shannon-Wiener dà una misura della abbondanza/rarità relativa della specie.
- Se la quota della specie è molto bassa ovvero se la specie rischia di estinguersi, il suo logaritmo è elevato (a prescindere dal segno negativo) e dunque le è attribuito un peso elevato.

## Indicatori economici

- Si basano sul fatto che la **biodiversità è un bene economico**, e perciò si focalizzano sui criteri che possano far da base alle scelte nei confronti della conservazione della biodiversità e sia rispetto alla scelta delle specie cui dare la priorità che della politiche di intervento.
- Sia gli indicatori economici che la teoria economica della biodiversità, devono la loro impostazione a **Martin Weitzman**.
- Egli centra la sua attenzione sul fatto che per fare **programmi di conservazione** è necessario disporre di indici necessari a fornire informazioni, non solo sulla scarsità della specie ma anche su altre caratteristiche sulle quali la collettività può formare le proprie preferenze.

## Indicatori economici

- Weitzman M. L., 1998, The Noah's Ark Problem, *Econometrica*, vol. 66 (6) (disponibile in rete).
- Il paragone del problema economico, teorico e pratico, della scelta delle priorità nella conservazione delle specie entro l'immane vincolo di bilancio economico, al problema biblico di Noè incaricato di scegliere le specie da ospitare nell'arca e salvarle così dal diluvio universale che stava per abbattersi sulla terra.
- Gli ingredienti del problema sono chiari: l'arca ha una capacità limitata e dunque non si possono ospitare "tutte" le specie del mondo e, d'altra parte, il diluvio stava per concretizzarsi ad un tempo sul quale Noè non poteva intervenire.

## Il problema dell'arca di Noé

- Per decidere, Noè ha bisogno di una regola decisionale;
- allo stesso modo la nostra società deve decidere quali specie conservare avendo un vincolo, quello finanziario del programma (arca) e quello temporale, l'estinzione della specie avverrà in un tempo “deciso” dalla natura.
- Weitzman fornisce una formula per il criterio da seguire nel costruire l'ordine delle priorità (ranking).

## Il problema dell'arca di Noé

- Possiamo considerare il “ progetto  $i$ ” come una azione di conservazione che aumenta la probabilità di sopravvivenza della specie  $i$  di un certo ammontare  $\Delta P_i$  ad un costo  $C_i$ .
- Supponiamo poi di indicare con  $U_i$  l'utilità diretta di quanto apprezziamo o valutiamo l'esistenza della specie  $i$  (dopotutto ci piace più il Panda delle mosche);
- aggiungiamo poi le informazioni di tipo biologico sulla specie  $i$  da conservare, tramite un termine che misuri la dissimilarità (*distinctiveness*) di questa dalle altre specie e indichiamola con  $D_i$

$$R_i = (D_i + U_i) (\Delta P_i / C_i)$$



# Il problema dell'arca di Noé

- La formula mette in evidenza i quattro elementi che il *decision maker* del programma di conservazione deve avere presente per una scelta che sia di tipo *cost-effectiveness* cioè sia efficace rispetto al costo:
  - $D_i$ : la dissimilarità biologica;
  - $U_i$ : l'utilità diretta per la società;
  - $\Delta p_i$ : l'incremento della probabilità della sopravvivenza derivante dal programma;
  - $C_i$ : il costo del programma.

Il termine o peso ( $\Delta P_i/C_i$ ) è un rapporto è facile verificare come, a parità di costo del programma, un aumento della probabilità di sopravvivenza della specie fa salire il ranking del programma mentre una sua riduzione lo fa scendere; analogamente è facile verificare come, a parità di probabilità di sopravvivenza, un aumento del costo lo fa scendere mentre una riduzione lo fa salire.

## Il problema dell'arca di Noé

- **Risultato importante:** importante conservare certe specie anche se non sono quelle a maggior rischio di estinzione perché il salvataggio della specie a maggior rischio di estinzione non coincide con la minimizzazione della perdita di biodiversità o diversità biologica.
- La diversità biologica, misurata dalla distanza tra una specie e quella più simile, è ciò che conta di più per la conservazione.
- Per capire meglio: *The species/ library model of diversity*

## *The species/ library model of diversity*

- Nel modello completo ipotizza, in luogo delle specie esistenti sulla terra, si abbiano delle biblioteche che contengono libri importanti per la conoscenza umana.
- Ogni biblioteca possiede un insieme di volumi che saranno in parte posseduti anche dalle altre ma in parte non lo saranno.
- L'Unicità di una biblioteca (specie) dipende dal numero di volumi (componenti genetiche della specie) che le altre biblioteche non hanno.
- Il numero dei volumi posseduti da una sola biblioteca coincide con la misura della diversità (o unicità) della specie e tanto più alto sarà questo numero tanto più alto sarà anche il ranking.

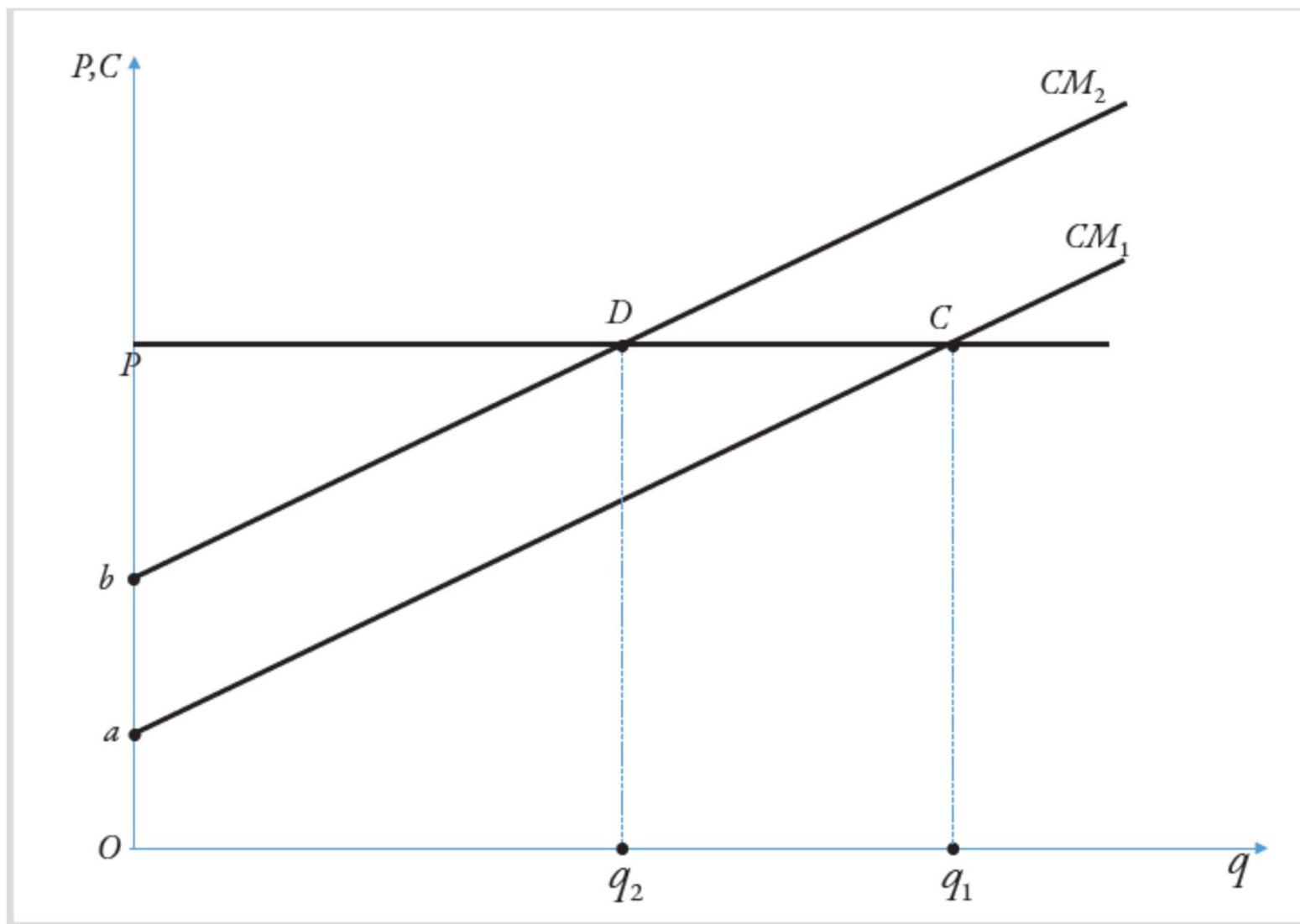
# Il valore della biodiversità

- Supponiamo che Noé abbia già caricato la specie A e debba scegliere un'altra specie da caricare che potrebbe essere la B, piuttosto vicina ad A oppure la C, molto diversa.
- Noé sceglierà C sulla base del ragionamento che per l'incertezza delle condizioni future è meglio avere un'arca con più alta diversità come forma di assicurazione verso il futuro.
- La conservazione di specie differenti ha un **valore** in sé ed è analogo ad un'assicurazione contro l'incertezza del futuro.
- Non è solo questo il valore che dobbiamo attribuire alla diversità rappresentata dalla conservazione di una specie ma dobbiamo anche considerare che la **“diversità” svolge un ruolo molto importante nel mantenere/garantire la salute degli ecosistemi naturali** come ci insegnano la biologia e l'ecologia.
- Un indicatore molto significativo della salute di un ecosistema è la sua **capacità di resilienza**

# Capacità di resilienza

- La resilienza di un ecosistema è la capacità di ripristinare i parametri che contraddistinguevano l'ecosistema prima di essere disturbato da un certo evento che lo ha mutato e quanto velocemente, o lentamente, questa capacità riporti l'ecosistema esattamente, o molto vicino, allo stato pre-disturbo.
- Quanto e come la biodiversità aiuti/rafforzi la resilienza?
- La risposta è molto complessa e principalmente di natura biologica.
- Più semplice è la risposta economica rispetto a quella biologica.
- Supponiamo un'area agricola sulla quale si produca un certo prodotto  $q$  ad un costo marginale  $CM_1$  e che sia venduto ad un prezzo di mercato dato  $P$ .

# Valutazione economica della resilienza



# Valutazione economica della resilienza

- Prima della causa di disturbo il reddito era pari al triangolo  $aPC$ , dopo il disturbo il triangolo si è ridotto a  $bPD$ .
- La differenza tra i due diversi valori del reddito rappresenta il valore del danno provocato dall'evento (naturale o umano non fa differenza) e dunque se l'area agricola è resiliente e riesce a riportarsi nelle condizioni biologico-ecologiche pre-disturbo possiamo interpretare il valore del reddito recuperato come il valore (la misura) della resilienza.
- In questo modo abbiamo potuto valutare la resilienza e implicitamente considerato, senza conoscerli nel dettaglio, i complessi meccanismi biologici attraverso i quali la biodiversità impatta sulla resilienza.
- Dunque per l'uomo la biodiversità ha un valore in sé nella misura in cui riduce l'incertezza futura (assicurazione) e per la resilienza sulla quale impatta in maniera positiva.

## La conservazione della biodiversità: un approccio economico standard

- Uno tra i migliori modi per proteggere e conservare la biodiversità è quello di proteggere l'*habitat* dove vivono le diverse specie.
- Altri modi possono per esempio riguardare la lotta all'illegalità nella caccia agli animali ma ciò può funzionare solo per gli animali che hanno un mercato.
- Ancora una volta il problema della limitatezza delle risorse disponibili comporta che non tutti gli habitat possono essere conservati.



# La conservazione della biodiversità: un approccio economico standard

- Come scegliere gli habitat da conservare ?
- Gli economisti rispondono considerandolo come un problema di *optimal reserve site selection*.
- Sembrerebbe che il primo criterio per scegliere gli habitat da proteggere è quello di basarsi sulla loro capacità di conservare la diversità, cioè si dovrebbero scegliere i siti con il più alto numero di specie (*species hot spots*).

# La conservazione della biodiversità: un approccio economico standard

- Gli *hot spots* sono quei siti che contengono un'alta concentrazione di specie in un'area limitata.
- Si basano sul fatto che il numero delle specie contenute sia un indicatore di biodiversità.
- Ma questo approccio non sempre è quello migliore.  
Vediamolo con un esempio:
  - 4 potenziali siti A, B, C, D e 6 specie in tutto.

## Esempio che mostra la fallacia dell'approccio degli *hot spots*.

	Luogo	Potenzialmente	da proteggere	
	A	B	C	D
Specie presenti	1	1	1	3
Specie presenti	2	2	2	4
Specie presenti	3	3	5	6
Specie presenti	4	4		

In base al criterio degli *hot spots* si dovrebbero selezionare A e B, mentre l'insieme ottimo corrisponderebbe ai siti C e D perché è vero che hanno un numero minore di specie ma hanno specie più uniche (A e B hanno le stesse specie).

# La conservazione della biodiversità: un approccio economico standard

- Questo esempio mette in evidenza che accanto al criterio del numero occorre il criterio della “unicità”.
- Da qui una variante del criterio degli *hot spots* conosciuta come “*greedy algorithm*”.
- “*greedy algorithm*” consiste nello scegliere i siti in sequenza secondo il maggior numero di specie aggiuntive rispetto a quelle già presenti.
- Questo algoritmo applicato alla tabella precedente porterebbe a scegliere due diverse alternative e cioè o il sito A o il sito B in combinazione con uno tra C e D.

# La conservazione della biodiversità: un approccio economico standard

- I siti possono differire anche per l'abbondanza relativa delle specie.
- Facciamo un esempio:
  - Se un sito avesse 5 specie e ciascuna di queste rappresentasse il 20% del totale ed un altro avesse ugualmente 5 specie ma una rappresentasse quasi la totalità delle specie mentre ciascuna delle altre 4 specie avesse solo 1 rappresentante, sarebbero due siti ben diversi.
- Sono stati elaborati degli indici per poter valutare ciascun sito sulla base della relativa abbondanza (scarsità) di una specie.

## Il *diversity index*

$$D = 1 / \sum p_i^2$$

dove  $p_i$  è la proporzione della *i.ma* specie presente nel sito.

- Anche questo indicatore non è interamente soddisfacente, perché se una specie che è già molto scarsa si estinguesse, l'indice non cambierebbe molto. Anzi se l'estinzione di una specie comportasse un rimescolamento della relativa abbondanza delle specie rimaste, l'indice potrebbe addirittura salire.
- Ovviamente una specie sarà tanto più importante quanto più la sua estinzione avrà effetti negativi sulla probabilità di sopravvivenza delle altre specie nell'area.

## *Cost-effectiveness*

- E per quanto riguarda il danno della perdita di biodiversità si sa che sarà tanto più grave quanto più ampia sia stata la perdita di materiale genetico.
- E ciò ci porta a trasformare il criterio per la scelta dei siti (*habitat*) da conservare da uno semplicemente numerico riferito alle specie, ad uno che guarda alla conservazione del più ampio materiale genetico possibile, dato il costo (la spesa) disponibile per la conservazione.
- La scelta si baserà dunque sul concetto economico di efficacia rispetto al costo (*cost-effectiveness*) e quindi si dovrebbe decidere in base **alla massimizzazione della conservazione della biodiversità entro il vincolo della disponibilità di risorse.**

# La perdita di biodiversità: come arrestarla?

- Il capitale naturale è una risorsa di interesse mondiale: numerose specie migrano da una nazione a un'altra, i benefici e i pericoli che le colpiscono si ripercuotono a livello internazionale. Nel corso degli anni sono stati vari gli accordi internazionali per la tutela delle specie e degli habitat naturali.
- Nell'ottobre del 2010 i delegati dei paesi facenti parte delle Nazioni Unite, quasi 200, si incontrarono a Nagoya (Giappone) per porsi un insieme di 20 obiettivi da raggiungere entro il 2020, finalizzati a ridurre il tasso di estinzione delle piante e degli animali nel mondo.
- Questi racchiudono venti obiettivi organizzati in cinque macro-obiettivi strategici:
  - A: affrontare le cause alla base della perdita di biodiversità integrando la biodiversità nel governo e nella società.
  - B: ridurre le pressioni dirette sulla biodiversità e promuovere l'uso sostenibile.
  - C: migliorare lo stato della biodiversità salvaguardando gli ecosistemi, le specie e la diversità genetica.
  - D: valorizzare i benefici per tutti della biodiversità e dei servizi ecosistemici.
  - E: migliorare l'implementazione attraverso la pianificazione partecipativa, la gestione della conoscenza e lo sviluppo delle capacità.



# La perdita di biodiversità: come arrestarla?

- In linea con gli impegni internazionali assunti, la strategia per la biodiversità dell'UE fino al 2020 stabilisce sei obiettivi e 20 azioni per raggiungere la chiave di arresto della perdita di biodiversità e di servizi ecosistemici e ripristinarli nel limite del possibile:
- **1. Conservare e ripristinare l'ambiente naturale:** entro il 2020, le valutazioni delle specie e degli habitat protetti dovranno mostrare una migliore conservazione o uno stato di sicurezza per il 100 % in più di habitat e il 50 % in più di specie.
- **2. Preservare e valorizzare gli ecosistemi e i loro servizi:** entro il 2020, gli ecosistemi e i loro servizi saranno mantenuti e potenziati grazie alla creazione di infrastrutture verdi e al ripristino di almeno il 15% degli ecosistemi degradati.
- **3. Garantire la sostenibilità dell'agricoltura e della silvicoltura** attraverso gli strumenti previsti nell'ambito della PAC (politica agricola comune) che dovrebbero contribuire ad estendere al massimo le superfici agricole coltivate a prati, seminativi e colture permanenti e l'istituzione di piani di gestione forestale.
- **4. Garantire l'uso sostenibile delle risorse ittiche:** raggiungere una distribuzione della popolazione per età e dimensioni, indicativa di uno stock ittico in buone condizioni.
- **5. Combattere le specie esotiche invasive:** entro il 2020, le specie esotiche invasive saranno identificate, le specie prioritarie saranno controllate o eradicate e saranno gestiti i percorsi per evitare che nuove specie invasive perturbino la biodiversità europea.
- **6. Gestire la crisi della biodiversità a livello mondiale:** l'UE ha intensificato il suo contributo per evitare la perdita di biodiversità a livello mondiale mantenendo gli impegni assunti. Entro il 2050, la Biodiversità dell'Unione Europea e i servizi ecosistemici da essa offerti saranno protetti, valutati e ripristinati per il loro valore intrinseco; per il contributo al benessere umano e alla prosperità economica.