

Un modello sistemico delle relazioni tra azienda, biodiversità ed ecosistemi per gestire la performance ambientale

*Lino Cinquini**, *Giacomo Pigatto**, *Andrea Tenucci**,
*Niccolò Braico**

Received: 25 January 2024

Accepted: 11 July 2024

A systemic model of the relationships between companies, biodiversity, and ecosystems to manage the environmental performance

Abstract

Biodiversity loss and ecosystem collapse are major threats to humankind's wellbeing and companies are facing increasing attention – and normative pressure – to consider their impacts on and dependencies from biodiversity and ecosystems. However, it is not easy to understand the complex relationship occurring between business activities, biodiversity, and ecosystems. Therefore, this research constructs a systemic model to comprehend such a relationship and breaks it up into simpler and manageable components. The research adopts an interventionist methodology in which the researchers undertook a literature review followed by focus groups with experts and companies to co-develop the systemic model. The final model identifies and classifies sixteen types of impacts that companies have on biodiversity grouped into five main drivers: ecosystem use change, over-exploitation, invasive alien species, pollution, and climate change. Moreover, the model identifies and classifies twenty-four ecosystem services grouped into three main categories: provisioning services, maintaining and regulating services, and immaterial and cultural services. This research contributes to management control research and practice by proposing a model that could help companies valuing, managing, monitoring, and accounting for a complex phenomenon – the relationship between companies, biodiversity, and ecosystems – by breaking it up into simpler, clearer, and more manageable components.

Keywords: Biodiversity, Ecosystem, Impact, Dependency, Interventionist Research, Systemic Model

* Sant'Anna School of Advanced Studies, Institute of Management. Corresponding author: l.cinquini@santannapisa.it.

1. Introduzione

Negli ultimi vent'anni le relazioni e gli impatti che intercorrono tra azienda e capitale naturale¹ hanno assunto un sempre crescente rilievo sul piano economico e sociale.

La letteratura economico-aziendale italiana e internazionale ha evidenziato come, da un lato, per soddisfare le mutevoli preferenze dei consumatori le aziende devono essere accorte e rapide nel modificare le proprie attività verso produzioni sostenibili (Miolo Vitali, 1978; Coda, 2010; D'Onza, 2022; Mio, 2021), nell'evitare di comunicare una performance ambientale diversa da quanto effettivamente riscontrato nella realtà (Melloni et al., 2016; Testa et al., 2020) e nel cogliere le potenzialità derivanti dalle eco-innovazioni di carattere tecnologico e di modello di business (Porter e van der Linde, 1995; Olivotto, 2022; Torelli e Balluchi, 2022). Dall'altro lato, assistiamo ad una crescente pressione istituzionale e normativa volta alla misurazione, gestione e rendicontazione – ora volontaria, ora obbligatoria – degli impatti dell'azienda sul capitale naturale (Doni et al., 2020; Pigatto et al., 2022).

In questo contesto si colloca il problema della relazione che intercorre tra l'azienda, la perdita di biodiversità e il collasso degli ecosistemi (Corvino et al., 2021; Doni et al., 2022). Tale indagine è ancora in una fase embrionale, ma recentemente si è posizionata come centrale rispetto alle molteplici prospettive di studio ed analisi della sostenibilità aziendale (Laine et al., 2022).

Negli ultimi decenni si è assistito ad un deterioramento della biodiversità e degli ecosistemi a livello globale osservabile – tra gli altri effetti – dall'aumento delle specie animali e vegetali a rischio di estinzione globale (IUCN, 2023; Atkins e Maroun, 2018) e dalla distruzione degli habitat naturali (IPBES, 2019; Jaureguiberry et al., 2022). Tale deterioramento – la sesta estinzione di massa (Laine et al., 2022) – sta avvenendo anche a causa delle attività antropiche di carattere economico e aziendale, con conseguenti ricadute socioeconomiche negative (IPBES, 2019; Sun et al., 2022). Infatti, il World Economic Forum classifica la perdita di biodiversità e il collasso degli

¹ Come spiegato nel dettaglio nel Capitolo 2, la presente ricerca fa riferimento a tre concetti distinti, sebbene interconnessi, provenienti dal mondo delle scienze naturali e dall'economia ecologica: biodiversità, ecosistemi e capitale naturale. Per biodiversità si intende la varietà della vita in tutte le sue forme che è spesso associata al numero di specie animali e vegetali che abitano il pianeta Terra (Dasgupta, 2021). La biodiversità, a sua volta, forma diversi ecosistemi combinandosi con tutto ciò che vivente non è (Fleming et al., 2022; Haines-Young e Potschin, 2018). Il capitale naturale fa riferimento agli asset e ai flussi di servizi generati da biodiversità, ecosistemi e altri elementi abiotici (Dasgupta, 2021; Fleming et al., 2022; Haines-Young e Potschin, 2018)

ecosistemi come il terzo rischio in termini di gravità che le aziende e la società in generale dovranno affrontare nei prossimi anni (WEF, 2024). Inoltre, oltre la metà della produzione economica mondiale dipende dagli ecosistemi e dai loro servizi e alcuni settori come la silvicoltura e l'agroalimentare ne sono fortemente dipendenti (WEF, 2020, 2023; Vysna et al., 2021).

Comprendere il rapporto tra aziende, biodiversità ed ecosistemi è una questione determinante rispetto alla possibilità di vita futura del pianeta. Da una parte le aziende influiscono sulla biodiversità, ad esempio attraverso lo sfruttamento delle risorse naturali o l'inquinamento causato, generando degli "impatti". Dall'altra le aziende ricevono dei "servizi" dalla biodiversità e dagli ecosistemi, ad esempio il servizio di fornitura di risorse come materie prime e terra fertile, creando delle "dipendenze" (Carvalho et al., 2022; Sun et al., 2022). Nella prospettiva economico-aziendale, è evidente come risulti particolarmente complesso affrontare la valutazione e rendicontazione del valore fornito da biodiversità ed ecosistemi alle aziende e degli impatti che le aziende hanno sulla biodiversità, sul funzionamento degli ecosistemi e sulle estinzioni delle specie (Corvino et al., 2021; Atkins e Maroun, 2018). Tuttavia, questi temi costituiscono elementi importanti nel percorso di definizione di strategie di sostenibilità da parte delle aziende, e si riflettono nella problematica delle possibili misurazioni che da un lato supportino le decisioni e le azioni ad esse riferibili, dall'altro diano adeguata rappresentazione dei risultati che si ottengono.

Nell'affrontare tale complessità, il presente contributo propone un modello sistemico della relazione che intercorre tra azienda, biodiversità ed ecosistemi enucleando e classificando gli impatti e le dipendenze che sottendono tale relazione (Houdet et al., 2012; Addison et al., 2020).

Da un punto di vista metodologico, il modello è stato sviluppando integrando ad una prima fase di revisione della letteratura – di carattere principalmente non accademico (c.d. *gray literature*) – dei *focus group* con ricercatori esperti in materia e aziende (Morgan, 1996).

Il modello così costruito presenta una classificazione di sedici tipi di impatti aziendali sulla biodiversità e gli ecosistemi raggruppati in cinque driver principali: cambio di destinazione d'uso degli ecosistemi, sovrasfruttamento, introduzione di specie invasive, inquinamento e cambiamenti climatici (IPBES, 2019; Jaureguiberry et al., 2022). Inoltre, esso descrive ventiquattro tipi di servizi ecosistemici funzionali alle aziende – e alle attività umane più in generale – raggruppati in tre categorie principali: servizi di fornitura, servizi di regolazione e mantenimento e servizi culturali e immateriali (Haines-Young e Potschin, 2018; Dasgupta, 2021).

Insieme al modello proposto, che è il contributo principale della ricerca, viene discusso come esso si inserisca nel solco della doppia materialità così come enunciata dalla recente normativa europea sulla Corporate Sustainability Reporting Directive - CSRD (Cooper e Michelon, 2022). Inoltre, vengono discusse le criticità alla base della relazione tra azienda, biodiversità ed ecosistemi legate sia all'identificazione delle responsabilità aziendali ed extra-aziendali per il deterioramento degli ecosistemi, sia alla specificità territoriale e temporale di impatti e dipendenze.

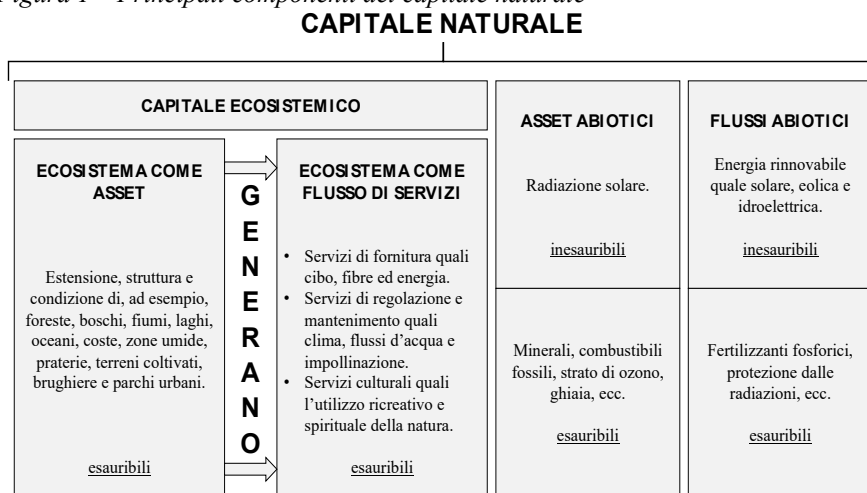
Nonostante tali criticità, il modello può rappresentare il punto di partenza per un'azienda che voglia iniziare a valutare, gestire, monitorare e rendicontare i propri impatti sul capitale naturale e le proprie dipendenze da esso. Infatti, senza una classificazione metodologicamente robusta di quali siano gli impatti e le dipendenze di un'azienda, risulta molto complesso individuare quelli da misurare e su cui agire. Inoltre, essendo il modello adatto anche ad un utilizzo a fini interni di pianificazione, misurazione e controllo dei rischi derivanti dal deterioramento delle dipendenze dal capitale naturale, esso può essere utile anche in una prospettiva di governance ampliata “interna-esterna” per legare la rendicontazione esterna su questi temi in modo coerente con le informazioni raccolte a fini gestionali interni (Marchi, 2011; Raar et al., 2020).

L'articolo è strutturato come segue. La sezione 2 esplora il contesto di riferimento e spiega i motivi per cui i temi legati a biodiversità ed ecosistemi siano rilevanti per l'economia aziendale. La sezione 3 illustra le fasi seguite dai ricercatori per lo sviluppo del modello sistemico di impatti e dipendenze e presenta tale modello. La Sezione 4 discute il modello e ne espone alcune criticità. Infine, la Sezione 5 conclude il presente articolo approfondendo i contributi e i limiti della ricerca.

2. Il contesto di riferimento: biodiversità, servizi ecosistemici e azienda

La biodiversità è innanzitutto una componente cruciale del cosiddetto “capitale naturale” (Figura 1), che comprende l'insieme delle risorse viventi e non viventi quali suolo, vegetazione, animali e acqua (Fleming et al., 2022; Haines-Young e Potschin, 2018).

Figura 1 – Principali componenti del capitale naturale



Fonte: tradotto e adattato da Haines-Young e Potschin (2018, p. 6)

In termini pratici, la biodiversità si combina con elementi non viventi (abiotici) per formare ecosistemi quali foreste, terreni coltivati, coste, oceani e parchi urbani. Pertanto, esiste una relazione causale tra lo stato di salute della biodiversità e la produttività – intesa come capacità di generare biomassa – degli ecosistemi e del capitale naturale (Dasgupta, 2021; UN, 2021) che, attraverso i servizi ecosistemici, sono fondamentali per garantire una buona qualità della vita all’uomo (IPBES, 2019). Gli ecosistemi, infatti, sono funzionali all’uomo e forniscono diversi servizi agli esseri umani, alle aziende e alla società in generale: servizi di approvvigionamento come cibo, acqua pulita ed energia; servizi di regolazione e mantenimento come la regolazione del clima, l’impollinazione e la fertilità del suolo; e servizi culturali a valore spirituale, estetico, religioso e ricreativo (Dasgupta, 2021; Haines-Young e Potschin, 2018). In generale, i servizi ecosistemici sono benefici che riceviamo dalla natura e che sono alla base delle nostre economie e del nostro benessere.

Inoltre, come evidenziato dall’Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES, 2019), esiste una relazione di reciprocità tra lo sviluppo delle attività antropiche e quello della natura. In particolare, la componente sociale (umana) e gli elementi ecologici co-esistono, co-evolvono e co-dipendono gli uni dagli altri. L’interazione tra uomo e natura genera un sistema di feedback che finisce per plasmare entrambi (IPBES, 2019).

Se da un lato gli ecosistemi garantiscono il benessere per l'umanità attraverso i loro servizi, dall'altro le attività antropiche hanno la capacità di influenzare lo stato della biodiversità e degli ecosistemi, determinandone la produttività in termini di servizi generati. In particolare, le attività umane impattano sulla natura attraverso cinque categorie di driver diretti: il cambio di destinazione d'uso degli ecosistemi, lo sfruttamento diretto delle risorse naturali, l'inquinamento, i cambiamenti climatici e l'introduzione di specie aliene invasive (IPBES, 2019).

L'impatto negativo delle attività umane su biodiversità ed ecosistemi ha visto un'accelerazione con la diffusione della rivoluzione industriale tanto da considerare il periodo storico che stiamo vivendo come la sesta estinzione di massa (Laine et al., 2022). Tale accelerazione, continuata durante tutto il XX secolo, ha portato alla situazione drammatica del giorno d'oggi in cui alcuni habitat hanno perso più del 90% della loro estensione in Europa e in Nord America (IPBES, 2019). Inoltre, il tasso globale di estinzione delle specie è in accelerazione e si stima che già l'1% dei vertebrati si sia estinto negli ultimi cinquecento anni – un dato sicuramente sottostimato (IPBES, 2019; IUCN, 2023). In più, si stima che la percentuale media di specie animali e vegetali attualmente a rischio di estinzione globale si attesti intorno al 28% (IUCN, 2023). Ne consegue che il deterioramento di biodiversità ed ecosistemi ha effetti negativi sulla capacità degli stessi di generare servizi quali impollinazione, regolazione della qualità di suolo, acqua e aria e mantenimento degli habitat (IPBES, 2019).

Il deterioramento di biodiversità ed ecosistemi – sebbene non interamente dipendente dalle azioni dell'uomo (IPBES, 2019) – ha una forte connessione con le attività antropiche, tra le quali si annoverano le attività produttive svolte mediante le aziende. Pertanto, l'insieme delle relazioni tra uomo e natura costituiscono un complesso sistema reciproco di impatti-dipendenze, nel quale le azioni dell'uomo influenzano lo stato degli ecosistemi, che a loro volta definiscono il tenore di vita delle persone attraverso la generazione di servizi ecosistemici.

Nonostante tale complessità, molte istituzioni nazionali e sovranazionali hanno iniziato a richiedere alle aziende di considerare i loro specifici impatti sulla biodiversità e la loro esposizione al collasso degli ecosistemi (CBD, 2022; TNFD, 2023; UNEP-WCMC et al., 2022). Inoltre, è ragionevole prevedere che gli sforzi legislativi in materia aumentino nei prossimi anni soprattutto nel mondo occidentale ed in particolare in Europa (si vedano, ad esempio, i progetti comunitari Align (UNEP-WCMC et al., 2022), la CSRD e la Nature Restoration Law). Nonostante la crescente consapevolezza che si osserva in cittadini, aziende, istituzioni finanziarie e decisori politici sulle

relazioni reciproche tra aziende, biodiversità ed ecosistemi, le indagini su tale relazione sono ancora parziali e frammentate (UNEP-WCMC et al., 2022; NGFS, 2022). Pertanto, risulta essenziale sviluppare un modello che enuclei la relazione tra azienda, biodiversità ed ecosistemi per rendere tale relazione più chiara e, in ultima analisi, gestibile.

Se da un lato questo modello di impatti-dipendenze è riconosciuto in letteratura (Houdet et al., 2012; Addison et al., 2020) e dalle istituzioni europee (UNEP-WCMC et al., 2022) a livello concettuale, non è sempre chiaro come le relazioni tra mondo antropico e mondo naturale possano riguardare da vicino anche le aziende. Pertanto, questo contributo si propone di collocare le aziende all'interno del contesto sopra citato, proponendo un "modello sistemico di impatti e dipendenze" che si focalizzi sui rapporti tra aziende, biodiversità ed ecosistemi. Inoltre, verranno enucleate diverse sottocategorie di driver d'impatto e servizi ecosistemici, frutto di un'attenta analisi della *gray literature* esistente su questi temi.

È importante precisare che il tema della biodiversità (e del capitale naturale più in generale) non è assente dalla letteratura di economia aziendale italiana e internazionale. Tuttavia, gli studi di economia aziendale in materia tendono a concentrarsi sulla reportistica esterna che le aziende producono (Boiral, 2016) in parte anche a causa della complessità legata all'integrare i tradizionali strumenti di controllo interno con i temi legati alla sostenibilità (Hsiao et al., 2022). Pertanto, il presente modello di impatti-dipendenze vuole semplificare e rendere più trattabile a livello operativo aziendale interno la relazione tra biodiversità, ecosistemi e azienda, prerequisito per la sua incorporazione nelle pratiche, routine e comunicazione aziendali (Raar et al., 2020).

3. Approccio metodologico per la costruzione di un modello sistemico

La costruzione del modello di impatti e dipendenze che fornisca alle aziende uno strumento utile per supportare i manager e gli attori aziendali nell'identificazione della relazione tra l'azienda, la biodiversità e gli ecosistemi si inserisce all'interno di un progetto di ricerca più ampio nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) in cui il Consiglio Nazionale delle Ricerche coordina un progetto sulla biodiversità mediante il National Biodiversity Future Center (NBFC), che è stato istituito a questo fine (<https://www.nbfc.it>) e di cui gli autori fanno parte. Il NBFC ha la finalità di aggregare la ricerca scientifica nazionale di eccellenza e le moderne tecnologie per supportare interventi operativi volti a monitorare, preservare

e ripristinare la biodiversità negli ecosistemi marini, terrestri e urbani della penisola italiana, nonché a valorizzare la biodiversità e renderla un elemento centrale su cui fondare lo sviluppo sostenibile.

Considerando la novità del tema per la ricerca e la pratica aziendale, la metodologia seguita si basa su un approccio interventista già sperimentato (Pigatto et al., 2023). La ricerca interventista (*interventionist research*) è adatta per studiare quei fenomeni emergenti che non sono estensivamente adottati nelle aziende (Jönsson e Lukka, 2007). Inoltre, la ricerca è incentrata sulla definizione di una soluzione a un problema pratico affrontato dalle aziende con cui si cercano e sperimentano le possibili soluzioni (Dumay, 2010).

Durante la ricerca, i ricercatori hanno interagito frequentemente con le aziende partecipanti al progetto per lo sviluppo di un modello di misurazione e valutazione della relazione tra l'azienda, la biodiversità e gli ecosistemi, partecipando attivamente alla risoluzione del problema da un punto di vista *emico*, in cui i ricercatori studiano l'argomento dall'interno (Jönsson e Lukka, 2007). Pertanto, i ricercatori risultano "catalitici" in quanto ricoprono sia un ruolo di *catalizzatori* per le azioni, che di *analitici* nell'osservare i risultati su base continuativa (Dumay, 2010).

Per quanto riguarda la costruzione del modello la ricerca si è strutturata in due fasi principali: la revisione della letteratura esistente e la definizione e classificazione degli elementi principali componenti il modello. Nella prima fase, i ricercatori hanno analizzato la letteratura esistente (Wohlin, 2014) che studia la relazione tra azienda, biodiversità ed ecosistemi ed hanno identificato le due componenti principali: i cinque driver di impatto sulla biodiversità e le tre categorie di servizi ecosistemici che la biodiversità e gli ecosistemi generano. Nella seconda fase, mediante l'utilizzo di *focus group* con aziende ed esperti (Morgan, 1996), le due componenti principali identificate nella prima fase sono state ulteriormente enucleate e classificate in sedici tipi di impatti aziendali e ventiquattro tipi di dipendenze.

Di seguito, viene illustrato il processo di identificazione e costruzione del modello impatti-dipendenze articolato nelle due fasi sopra citate.

3.1 Fase 1: Revisione della letteratura

La prima fase del processo di costruzione del modello di impatti-dipendenze ha visto l'esplorazione e sistematizzazione di documenti rilevanti di carattere principalmente non accademico. Mancando un database di riferimento utile allo scopo, la ricerca dei documenti è avvenuta mediante due meccanismi. In primo luogo, è stata svolta una ricerca mirata utilizzando,

singolarmente o in modo combinato, alcune parole chiave in italiano e in inglese quali “biodiversity”, “ecosystem”, “ecosystem service”, “BES” (biodiversity ecosystem service), “business” e “accounting”. In secondo luogo, si è proceduto all’identificazione di ulteriori documenti attraverso l’utilizzo dello *snowballing*; metodologia che consente di identificare ulteriori documenti tra le citazioni di altri documenti precedentemente selezionati (Wohlin, 2014).

A livello internazionale si identificano come rilevanti, tra le altre, le iniziative della Convention on Biological Diversity (CBD) dell’Organismo delle Nazioni Unite (ONU), lo standard per il reporting sulla biodiversità n° 101 del Global Reporting Initiative (GRI, 2024), le analisi settoriali del Business for Nature, la Capitals Coalition, il Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), il Finance for Biodiversity, il Network for Greening the Financial System (NGFS), l’IPBES, il Science Based Targets Network (SBTN), il System of Environmental Economic Accounting (SEEA), il The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), il Taskforce on Nature-related Financial Disclosure (TNFD) e gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (in inglese, Sustainable Development Goals – SDGs) numero 13, 14 e 15 (Marcellari et al., 2018).

A livello comunitario, il Green Deal europeo ha dato forte slancio alla considerazione delle tematiche legate alla biodiversità e agli ecosistemi culminato nella formulazione della Biodiversity Strategy 2030 (European Parliament, 2021), nell’adozione della Nature Restoration Law (European Parliament, 2023) e nell’emanazione dello European Sustainability Reporting Standard (ESRS) E4 dedicato al reporting su biodiversità ed ecosistemi (EFRAG, 2022). Inoltre, di particolare rilevanza risultano anche i progetti Align (UNEP-WCMC et al., 2022, 2023a, 2023b, 2023c) e EU Business e Biodiversity Platform (www.green-business.ec.europa.eu/business-and-biodiversity_en), finanziati e supportati dalla Commissione Europea. Queste iniziative comunitarie fortemente legate ai temi di biodiversità ed ecosistemi vanno considerate nell’ambito del quadro normativo più ampio che sta andando delineandosi nella cornice del Green Deal europeo.

A livello italiano, si segnalano le iniziative del già citato NBFC e le iniziative dell’Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Fuori dai confini italiani, alcune iniziative rilevanti sono l’inglese The Dasgupta Review (Dasgupta, 2021), il francese CDC Biodiversité e l’Irish Natural Capital Accounting for Sustainable Environments.

L’esplorazione e la sistematizzazione della *gray literature* hanno portato ad individuare i principali documenti internazionali, comunitari o nazionali che approfondiscono la relazione che intercorre tra biodiversità, ecosistemi

e aziende. I risultati ottenuti dalla fase di revisione della letteratura sono principalmente due.

Il primo risultato riguarda l'individuazione dei cinque driver di impatto diretto che le attività antropiche – tra cui le aziende – esercitano sulla biodiversità (IPBES, 2019; WEF, 2020; Jaureguiberry et al., 2022): cambio di destinazione d'uso degli ecosistemi, sovrasfruttamento delle risorse naturali, introduzione di specie alloctone, inquinamento e cambiamenti climatici (Figura 2).

Figura 2 - I cinque driver di impatto diretto delle aziende su biodiversità ed ecosistemi



Fonte: ns. elaborazione da IPBES (2019) e Jaureguiberry et al. (2022)

Il *cambio di destinazione d'uso degli ecosistemi* è dovuto principalmente all'espansione dei terreni agricoli, delle aree di pesca e all'urbanizzazione avvenuta nell'ultimo secolo a seguito dell'espansione della popolazione mondiale e del progressivo depauperamento della fertilità dei terreni (IPBES, 2018, 2019). In campo aziendale, ciò si traduce in un driver che interessa principalmente, ma non esclusivamente, il settore primario e delle costruzioni (IPBES, 2018).

Il *sovrasfruttamento* delle risorse naturali si ha quando l'estrazione di materia prima, sia essa abiotica quale l'acqua o biotica quale flora e fauna, da parte dell'uomo supera la capacità di un ecosistema di rigenerare le materia prima. Tale sovrasfruttamento agisce sulla perdita di biodiversità e collasso degli ecosistemi causati sia della rimozione di una particolare specie (ad es., a causa di bracconaggio) sia dell'alterazione dell'equilibrio nell'ecosistema che rende impossibile il funzionamento dello stesso ed il suo conseguente collasso (ad es., un sovrasfruttamento delle risorse idriche può portare a semi-desertificazione o desertificazione) (IPBES, 2019; Jaureguiberry et al., 2022).

Il numero di *specie alloctone introdotte* è raddoppiato negli ultimi anni risultando in una crescente minaccia per le specie autoctone e la capacità degli ecosistemi di funzionare (IPBES, 2019). L'esponenziale crescita del commercio internazionale, nello specifico, è uno dei motivi che ha portato

alla diffusione di specie alloctone via mare (ad es., nei serbatoi di zavorra delle navi cargo), terra e aria (Vysna et al., 2021)². A livello globale, il costo economico derivante dall'introduzione di specie alloctone si stima pari a 423 miliardi di dollari; valore che quadruplica ogni decennio (Roy et al., 2023).

L'*inquinamento* è un ulteriore driver di perdita della biodiversità. Esso è dovuto ad emissioni in atmosfera, agenti contaminanti dissolti nell'acqua o materiale solido ed ha conseguenze non solo sulla salute umana, ma anche sul delicato equilibrio che si innesta tra la componente abiotica e biotica degli ecosistemi (IPBES, 2019; Dasgupta, 2021).

Infine, i *cambiamenti climatici* sono un ulteriore driver diretto di impatto sulla biodiversità. Il riscaldamento globale, l'innalzamento del livello dei mari e l'acidificazione degli oceani sono alcuni degli effetti dei cambiamenti climatici che modificano la composizione e il funzionamento degli ecosistemi, aggiungendo ulteriore pressione sulla sopravvivenza di alcune specie (IPBES, 2019; Jaureguiberry et al., 2022).

Il secondo risultato della revisione della letteratura riguarda l'individuazione delle tre tipologie di servizi ecosistemici: i servizi di fornitura, i servizi di mantenimento e regolazione e i servizi culturali e immateriali (Haines-Young e Potschin, 2018; Dasgupta, 2021). Tali servizi rappresentano le dipendenze che le aziende hanno dagli ecosistemi la cui produttività dipende molto dallo stato di salute della biodiversità (UNEP-WCMC et al., 2022) (Figura 3).

Figura 3 - I servizi ecosistemici della biodiversità



Fonte: ns. elaborazione da Haines-Young e Potschin (2018) e UN (2021)

I servizi ecosistemici di *fornitura* consentono alle aziende di approvvigionarsi di materiali quali cibo, fibre vegetali, legname, componenti biochimiche, risorse genetiche e di fonti di energia quali combustibili vegetali e animali (Dasgupta, 2021; UN, 2021; Haines-Young e Potschin, 2018). Infatti, tali servizi rappresentano il contributo degli ecosistemi al benessere

² Specie invasive quali il granchio reale blu (*callinectes sapidus*), il calabrone asiatico (*vespa velutina nigrithorax*), la cimice marmorata (*halyomorpha halys*), la noce di mare (*mnesmiopsis leidy*) sono solamente alcune delle specie introdotte nel territorio italiano che hanno portato a conseguenze ambientali ed economiche negative (Vysna et al., 2021; IPBES, 2023).

dell'uomo (UN, 2021). Tali servizi di fornitura sono alla base di molte industrie del settore primario e secondario tra cui le industrie ittica e agro-alimentare, le industrie cartaria, tessile e pelletteria, o l'industria biofarmaceutica.

I servizi ecosistemici di *regolazione e mantenimento* sono quei servizi che regolano e mantengono i processi ecosistemici, ovvero mantengono l'ecosistema funzionante. Attraverso processi quali la fotosintesi clorofilliana, la fissazione dell'azoto al suolo e l'impollinazione, questa tipologia di servizi ecosistemici controllano la produttività dell'ecosistema nel tempo e la sua capacità di rigenerarsi e produrre biomassa. I servizi di regolazione e mantenimento, dunque, non solo fanno sì che l'ecosistema possa continuare a produrre servizi ecosistemici di fornitura, ma garantiscono anche all'uomo la respirabilità dell'aria, la potabilità dell'acqua e la mitigazione dei cambiamenti climatici attraverso l'assorbimento di CO₂ (Dasgupta, 2021; UN, 2021; Haines-Young e Potschin, 2018). Infatti, tali servizi originano *“dalla capacità degli ecosistemi di regolare i processi biologici e di influenzare i cicli climatici, idrologici e biochimici, mantenendo così condizioni ambientali favorevoli agli individui e alla società”* (UN, 2021, p. 130)³. Sebbene alcune classificazioni distinguano i servizi ecosistemici di regolazione dai servizi ecosistemici di mantenimento, classificazioni più recenti li accorpano, segnalando che esiste una difficoltà nel separare in modo chiaro ciò che è regolazione da ciò che è mantenimento (Dasgupta, 2021).

Infine, i servizi *culturali e immateriali* forniscono benefici intangibili che afferiscono alla sfera morale, spirituale, religiosa ed estetica. In altri termini, i servizi culturali e immateriali *“sono servizi esperienziali e immateriali legati alle qualità percepite o effettive degli ecosistemi la cui esistenza e il cui funzionamento contribuiscono a una serie di benefici culturali”* (UN, 2021, p. 130)⁴. Particolarmente interessati da questa tipologia di servizi sono i settori ricreativo, turistico e della ricerca scientifica che trovano nell'esperienza e nella relazione tra uomo e natura una risorsa centrale per la creazione di valore (UN, 2021; Dasgupta, 2021).

³Testo originale: “...from the ability of ecosystems to regulate biological processes and to influence climate, hydrological and biochemical cycles, and thereby maintain environmental conditions beneficial to individuals and society” (UN, 2021, p. 130).

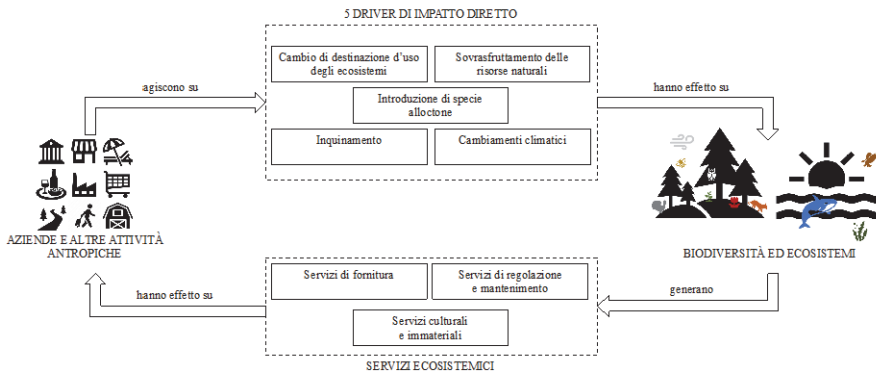
⁴Testo originale: “...are experiential and intangible services related to the perceived or actual qualities of ecosystems whose existence and functioning contributes to a range of cultural benefits” (UN, 2021, p. 130).

3.2 Fase 2: Prima definizione di un modello sistemico impatti-dipendenze

Al termine di questa fase di revisione della letteratura, dunque, è stato possibile tracciare una prima relazione biunivoca tra biodiversità e azienda. Da un lato, le aziende generano cinque driver di impatto che hanno ricadute sullo stato di salute di biodiversità ed ecosistemi (Figura 4). Dall'altro lato, la biodiversità, in quanto elemento centrale di un ecosistema, determina la capacità dell'ecosistema di generare servizi da cui le aziende dipendono.

Figura 4 - Relazione di base tra azienda e biodiversità

Si delinea quindi un primo schema di mutua relazione di impatti e dipendenze tra biodiversità ed azienda per la costruzione del modello sistemico di impatti-dipendenze sviluppato nella prossima sezione.



3.3 Fase 3: La ridefinizione di impatti e dipendenze e il completamento del modello

Successivamente si è svolta una fase del processo di costruzione del modello di impatti-dipendenze che ha visto un ulteriore approfondimento dei driver di impatto diretto e dei servizi ecosistemici volto a costruire una classificazione più puntuale e operativa di impatti e dipendenze. Tale classificazione è stata discussa e validata mediante l'interazione con aziende ed accademici esperti sul tema. Nello specifico, i ricercatori hanno predisposto una prima classificazione basandosi sui documenti più rilevanti emersi dalla Fase 1. In seguito, per la discussione e validazione di tale classificazione i ricercatori si sono avvalsi del metodo dei *focus group* (Morgan, 1996) con il

coinvolgimento sia di aziende sensibili al tema della biodiversità, sia di esperti in management della sostenibilità, biologia, agronomia ed economia aziendale. In tali *focus group*, i ricercatori presentavano la classificazione di impatti e dipendenze descrivendo i diversi elementi componenti la classificazione. Al termine della presentazione, i ricercatori stimolavano la discussione sulla chiarezza, comprensività e utilizzabilità della classificazione. Mediante 17 cicli iterativi di presentazione e discussione che hanno coinvolto 11 accademici e 6 manager di aziende avvenuti nell'arco di 12 mesi (di cui 9 con aziende e 8 con soli esperti), i ricercatori sono giunti ad una classificazione considerata dagli esperti, dalle aziende e dagli stessi ricercatori come sufficientemente esaustiva, chiara e operativa. Tale classificazione è l'oggetto di discussione dei prossimi paragrafi.

3.3.1 *La classificazione degli impatti*

Con il lavoro di classificazione degli impatti, i ricercatori si sono posti l'obiettivo di creare una lista di sottocategorie di driver d'impatto che potessero essere fruibili e attuabili nei contesti aziendali.

Il primo step in questa direzione è stato quello di mettere a confronto diverse sottocategorie di impatti proposte dalla *gray literature* di riferimento. In particolare, sono state selezionate ed allineate undici sottocategorie di impatti provenienti dal Natural Capital Protocol (NCP) (Natural Capital Coalition, 2016) e dieci provenienti dal SBTN (2020). Se da un lato questa prima fase è stata utile per categorizzare il cambio di destinazione d'uso degli ecosistemi, l'inquinamento e i cambiamenti climatici, dall'altro ha lasciato parzialmente scoperti i due driver relativi allo sfruttamento diretto delle risorse e all'introduzione di specie alloctone invasive. Pertanto, i ricercatori hanno deciso di approfondire ulteriormente la classificazione dei servizi ecosistemici di fornitura del CICES (Haines-Young e Potschin, 2018) che comprende una lista dei materiali principali che gli ecosistemi forniscono all'uomo. In questo modo, è stato possibile introdurre quattro ulteriori sottocategorie per l'utilizzo di risorse, che riguardano lo sfruttamento di sostanze minerali, piante, animali e materiale genetico. Successivamente, sono stati analizzati i documenti dell'IPBES (2019) per definire due sottocategorie riguardanti l'introduzione delle specie alloctone: *introduzione volontaria* ed *introduzione involontaria*.

Le categorie dei driver d'impatto, insieme alle rispettive sottocategorie, sono state successivamente tradotte in italiano e presentate alle aziende ed esperti coinvolti nel progetto. Gli esperti sono stati interpellati su questioni specifiche considerando i loro background e aree di competenza che

includevano agronomia e scienze delle piante, management della sostenibilità ed economia circolare. In seguito ai feedback ricevuti, la classificazione ha subito due ulteriori affinamenti. Il driver *sfruttamento diretto delle risorse* è stato rinominato *sovrasfruttamento delle risorse* per mettere in evidenza l'effetto negativo che l'utilizzo intensivo delle risorse naturali provoca alla salute degli ecosistemi e alla loro capacità di rigenerare sostanze e materiali. Inoltre, la sottocategoria *rifiuti solidi* è stata modificata in *rifiuti*, affinché essa possa includere diverse tipologie di rifiuti, tra cui quelli solidi e le sostanze liquide nocive.

La descrizione delle 16 sottocategorie di impatto è riportata in Appendice A.

3.3.2 *La classificazione delle dipendenze*

Per classificare le dipendenze (servizi ecosistemici) dalla biodiversità in maggior dettaglio, è stato svolto un lavoro analogo a quello dei driver d'impatto.

In primo luogo, è stata presa in analisi la *gray literature* sul tema e sono state identificate le categorizzazioni dei servizi ecosistemici più riconosciute a livello globale. La prima fonte di riferimento è stata la Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) dalla quale sono state estrapolate 34 classi di servizi ecosistemici (appartenenti alla voce "group" di questa categorizzazione internazionale).

Successivamente, sono state prese in considerazione 21 categorie provenienti dalla Encore Partnership (ENCORE, 2024) e 18 categorie provenienti dall'IPBES (2019), che sono state allineate a quelle del CICES (Haines-Young e Potschin, 2018). Ad esempio, come categoria per i servizi di fornitura di piante, l'IPBES includeva *energia, alimenti e mangimi; materiali e assistenza; risorse medicinali, biochimiche e genetiche* e il CICES riportava *piante acquatiche coltivate per nutrimento, materiali, o energia; piante terrestri coltivate per nutrimento, materiali, o energia*. L'allineamento in questo caso ha generato la categoria *prelievo e utilizzo di piante per nutrimento, materiali ed energia*.

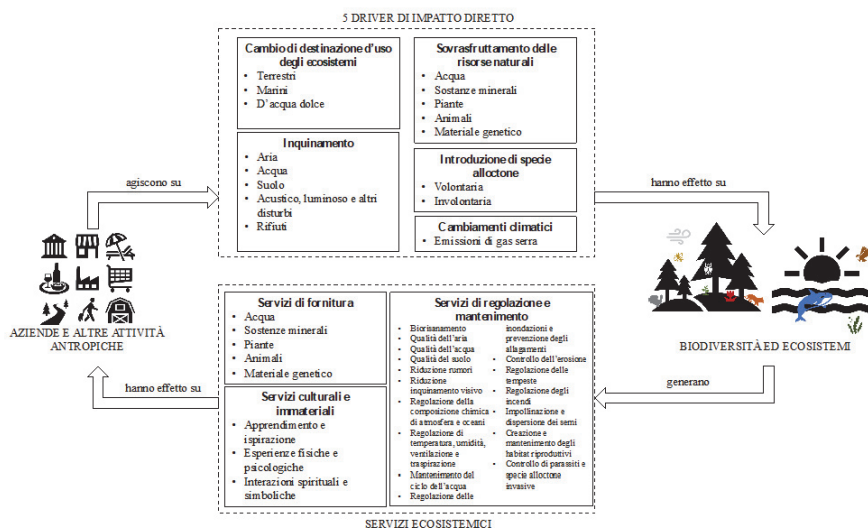
Questo lavoro di comparazione ha portato all'identificazione di 15 categorie di dipendenze derivanti principalmente da CICES e di due categorie IPBES per i servizi immateriali. Inoltre, le quattro macrocategorie di servizi (fornitura, mantenimento, regolazione, immateriali) sono state ridotte a tre, grazie al raggruppamento dei servizi di mantenimento e regolazione in quanto strettamente correlati e difficilmente scindibili.

Queste categorie sono state poi tradotte in italiano e sottoposte alle aziende e agli esperti coinvolti nel progetto per un riscontro. Il momento di confronto ha spinto i ricercatori ad affinare le sottocategorie relative ai servizi di regolazione e mantenimento, che sono state ampliate da 7 a 16 considerando 29 classi proposte dal CICES e 22 “subtypes” proposti dal SEEA (UN, 2021).

La descrizione delle 16 sottocategorie di impatto è riportata in Appendice B.

Al termine delle due fasi di revisione della letteratura e *focus group* con aziende ed esperti, il modello sistemico della relazione di impatti e dipendenze tra biodiversità e azienda appare come rappresentato in Figura 5. Tale modello sistemico, infatti, enuclea e disaggrega la relazione di base che intercorre tra biodiversità, ecosistemi e aziende mediante la classificazione sia dei cinque driver di impatto diretto (IPBES, 2019; Jaureguiberry et al., 2022), che dei servizi ecosistemici (Haines-Young e Potschin, 2018; UN, 2021).

Figura 5 - Modello sistemico di impatti-dipendenze



La natura sistemica del modello consiste nella capacità di rappresentare e comprendere le complesse interazioni tra i diversi elementi all'interno del sistema e nell'approccio olistico. Nel modello vengono tenute in considerazione le interconnessioni tra le diverse parti del sistema (driver d'impatto, ecosistemi, servizi ecosistemici) e la loro reciproca influenza, così come un approccio olistico che guarda l'intero sistema anziché concentrarsi solo su

parti isolate, approccio che consente di considerare le interazioni e le conseguenze a livello sistemico (Arbner e Bjerke, 2009; Bertini, 1990).

4. Discussione del modello

4.1 Logica sottostante della “doppia materialità”

Ad un’osservazione più attenta, nel modello proposto si riflette e viene considerato il concetto di doppia materialità contenuta nelle recenti normative europee. Secondo il principio della doppia materialità (o doppia rilevanza) così come enunciato nel CSRD, infatti, è richiesto che le aziende “*ri-feriscano sia in merito all’impatto delle attività dell’impresa sulle persone e sull’ambiente, sia riguardo al modo in cui le questioni di sostenibilità incidono sull’impresa. È la cosiddetta prospettiva della «doppia rilevanza», nella quale il rischio che l’impresa affronta e l’impatto da essa prodotto rappresentano ciascuno una prospettiva di rilevanza.*” (European Parliament, 2022, art. 29). La doppia materialità, infatti, prevede una parte di *financial materiality* che richiede all’azienda di rendicontare i rischi derivanti dall’ambiente – ma anche dal contesto socio-economico – che potrebbero minare la capacità dell’azienda di creare valore e prosperare nel tempo. Tuttavia, essa prevede anche una parte di *impact materiality* che richiede all’azienda di fornire le informazioni necessarie per capire il suo impatto sull’ambiente oltre che sulla società più in generale.

Limitatamente alla relazione tra biodiversità, ecosistemi e aziende, l’*impact materiality* sottende la relazione di impatto che l’azienda, mediante i cinque driver di impatto diretto, genera sullo stato di salute della biodiversità e degli ecosistemi. Di converso, la capacità di biodiversità ed ecosistemi di generare servizi ha ricadute importanti in termini di *financial materiality*. Infatti, la capacità di un ecosistema di continuare a generare servizi utili – qualora non fondamentali – per un’azienda è fonte altresì di un’esposizione al rischio derivante dal collasso di tale ecosistema o della sua incapacità di mantenere il livello di servizio necessario all’azienda nel tempo (Carvalho et al., 2022). Dunque, se da un lato i servizi ecosistemici rappresentano un’opportunità per le aziende ed una fonte di creazione di valore, dall’altro essi contengono intrinsecamente il rischio che tali servizi cessino nel momento in cui lo stato di salute dell’ecosistema e della biodiversità si deteriori a tal punto da impedirne la rigenerazione.

Ne consegue che il modello sistemico presentato in Figura 5, si innesta nella logica della doppia materialità che esiste tra azienda, ecosistemi e

biodiversità fornendo un livello di dettaglio utilizzabile dalle aziende per identificare quali specifici impatti e servizi ecosistemici siano materiali nel processo di creazione di valore.

4.2 Allocazione delle responsabilità e supporto decisionale del modello

Il modello sistemico di impatti e dipendenze come presentato in Figura 5, sconta una limitazione derivante dalla semplificazione della realtà propria dei modelli in generale, ma meritevole di ulteriore approfondimento. Ad una prima osservazione, infatti, il modello sembra alludere ad una relazione “chiusa” tra l’azienda, il suo impatto sull’ecosistema, lo stato di salute dello stesso e la capacità dell’ecosistema di restituire servizi ecosistemici all’azienda che genera l’impatto. Tale lettura, tuttavia, è fuorviante perché ignora i cambiamenti nello stato di salute di biodiversità ed ecosistemi procurati da altri attori e fattori.

Lo stato di salute dell’ecosistema, infatti, può subire alterazioni derivanti da attori esterni all’azienda quali altre aziende, istituzioni, azioni individuali, decisioni di consumo, sviluppo urbano, cambiamenti demografici, tecnologici ed economici (IPBES, 2019). Inoltre, l’ecosistema può subire alterazioni derivanti da fattori naturali quali cambiamenti climatici, diffusione di specie alloctone invasive, disastri naturali ed eventi meteorologici estremi non necessariamente legati all’azione dell’uomo (IPBES, 2019; WEF, 2023).

Alla luce di ciò, ne consegue che il modello sistemico proposto va considerato come un modello che si inserisce in un contesto “aperto”, in cui lo stato di salute dell’ecosistema funzionale ad una determinata azienda è influenzato da una serie di attori e fattori che sono esterni e diversi dall’azienda stessa. Pertanto, si pone un problema legato all’allocazione della responsabilità del deterioramento di un determinato ecosistema – e quindi dei suoi servizi – che potrebbe essere in capo all’azienda o a soggetti diversi.

L’allocazione della responsabilità del deterioramento di un determinato ecosistema è un prerequisito necessario per l’azienda per formulare azioni di contenimento del rischio posto dalla possibilità che l’ecosistema non sia più in grado, in futuro, di generare i servizi dalla quale essa trae valore. Da un lato, se la responsabilità del deterioramento è in capo all’azienda, le azioni che questa è chiamata ad intraprendere dovranno vertere alla cessazione di quelle attività che, mediante i cinque driver di impatto diretto, stanno causando danno all’ecosistema o ad azioni che lo rigenerino. In questo caso, l’azienda ha un ruolo attivo nel ridurre i propri impatti e preservare o rigenerare l’ecosistema e i servizi che questo produce. Dall’altro lato, se la responsabilità del deterioramento non è in capo all’azienda, ma ad attori o fattori

esterni, l'azienda tendenzialmente svolgerà un ruolo più passivo rispetto all'ecosistema. Infatti, le azioni aziendali potranno essere orientate alla mitigazione del rischio derivante dalla possibile cessazione del servizio ecosistemico rilevante e/o ad una diversificazione, ove possibile, dello stesso. Rimane tuttavia aperta la possibilità, per l'azienda, di adottare delle azioni rigenerative che possono risultare efficaci qualora queste portino ad una rigenerazione dell'ecosistema più veloce del suo deterioramento.

4.3 Standardizzazione, specificità territoriale e il fattore tempo

Un ulteriore punto critico che sottende la relazione tra azienda e biodiversità è il compromesso necessario tra il bisogno di standardizzare le misure di impatto *sulla* - e dipendenza *dalla* - biodiversità ed ecosistemi, e la specificità della relazione stessa. Infatti, se da un lato vi è una volontà crescente di sviluppare metriche standardizzate per misurare e valutare gli impatti e dipendenze aziendali su biodiversità ed ecosistemi (UNEP-WCMC et al., 2022; GRI, 2024; EFRAG, 2022; CBD, 2022), dall'altro tali impatti e dipendenze hanno un'intrinseca specificità territoriale e temporale (IPBES, 2019). In altri termini, ponendo lo stato di salute di un determinato ecosistema al centro dell'analisi, esso è localizzato nello spazio e nel tempo, non è astratto e acronico.

Tale specificità temporale e territoriale comporta un ulteriore livello di complessità per l'azienda nella misurazione e gestione dei suoi impatti e delle sue dipendenze.

In primo luogo, aziende con impatti e dipendenze simili tra loro, ma site in luoghi diversi, potrebbero avere una diversa esposizione al rischio da degenerazione degli ecosistemi con cui l'azienda interagisce e generare impatti rilevanti diversi. Per esempio, uno stabilimento balneare posto sulle rive del Lago di Garda non sarà affetto dalla diffusione di specie alloctone marine, diversamente da uno stabilimento analogo posto sull'alto mare Adriatico.

In secondo luogo, un'azienda potrebbe generare impatti ed avere un'esposizione al rischio in luoghi molto distanti dai suoi siti produttivi, attraverso la propria catena di fornitura (UNEP-WCMC et al., 2023a, 2023b). Per esempio, una torrefazione di caffè proveniente dall'India non sarà affetta dagli incendi dell'Amazzonia quanto una torrefazione di caffè proveniente dal Brasile.

In terzo luogo, la materialità di un impatto generato dalla stessa azienda potrebbe variare nel tempo. Per esempio, un'azienda agricola che presenta un utilizzo massivo di acqua per l'irrigazione potrebbe generare un impatto importante in termini di sovra-sfruttamento di acqua – con conseguente

deterioramento degli ecosistemi circostanti – durante periodi di siccità. Lo stesso impatto potrebbe diventare irrilevante in periodi di piogge abbondanti.

Questi aspetti legati alla specificità territoriale e temporale della relazione tra azienda, biodiversità ed ecosistemi rappresentano una sfida alla possibilità di raggiungere una standardizzazione completa di modelli e metriche.

5. Conclusioni e sviluppi futuri

Questa ricerca ha sviluppato un modello sistemico di impatti-dipendenze che enuclea e classifica la relazione tra azienda, biodiversità ed ecosistemi. Ciò che rende rilevante tale ricerca è, da un lato, la crescente consapevolezza che lo stato di salute di molti ecosistemi si sta deteriorando a causa, in molti casi, degli impatti negativi generati dalle azioni degli operatori economici (Dasgupta, 2021; IPBES, 2019; Jaureguiberry et al., 2022; Atkins e Maroun, 2018). Dall'altro lato, dalla constatazione che la capacità di biodiversità ed ecosistemi di generare servizi utili all'uomo sta deteriorandosi a sua volta (UNEP-WCMC et al., 2022; IPBES, 2019; UN, 2021).

A dare ulteriore rilievo al tema è la tendenza di molte istituzioni nazionali e sovranazionali a richiedere alle aziende di considerare i loro impatti su - e le loro dipendenze da - biodiversità ed ecosistemi (TNFD, 2023; UNEP-WCMC et al., 2022). Tra queste vi sono le iniziative che l'Unione Europea ha intrapreso quali la CSRD, la Nature Restoration Law e il progetto Align (UNEP-WCMC et al., 2022). Inoltre, questa ricerca si innesta in un progetto più ampio nell'ambito del PNRR che ha visto la creazione di un centro di ricerca dedicato alla biodiversità, il NBFC, di cui gli autori fanno parte.

Gli obiettivi del NBFC hanno una forte connotazione operativa a supporto di interventi volti a monitorare, preservare e ripristinare la biodiversità, valorizzarla e renderla un elemento centrale su cui fondare lo sviluppo sostenibile. Pertanto, tali obiettivi ben si prestano ad una sperimentazione sviluppata attraverso la metodologia della ricerca interventista (Jönsson e Lukka, 2007).

Come illustrato nelle sezioni precedenti, la ricerca interventista alla base di questa ricerca si è articolata in una prima fase di revisione della letteratura accademica e *gray* (Wohlin, 2014) e in una seconda fase di *focus group* (Morgan, 1996). Al termine di queste due fasi, è stato proposto un modello sistemico di impatti-dipendenze tra azienda, biodiversità ed ecosistemi (Figura 5) in cui sono stati dettagliati e classificati sedici tipi di impatti aziendali e ventiquattro tipi di servizi ecosistemici (IPBES, 2019; Jaureguiberry et al., 2022; Haines-Young e Potschin, 2018; UN, 2021).

Il principale contributo è l'elaborazione di un modello sistemico che consenta di comprendere ed individuare gli impatti aziendali su biodiversità, funzionamento degli ecosistemi ed estinzioni (Corvino et al., 2021; Atkins e Maroun, 2018) e le dipendenze aziendali dal capitale naturale (Carvalho et al., 2022; Sun et al., 2022). La rilevanza in una prospettiva di controllo manageriale è data dalla consapevolezza che, per valutare, gestire, monitorare e rendicontare un fenomeno complesso come la relazione tra azienda, biodiversità ed ecosistemi, è necessario comprenderlo pienamente nelle sue interazioni, ma anche scomporlo in unità più semplici, comprensibili e, in ultima analisi, gestibili. Il presente modello propone una classificazione semplice, ma metodologicamente robusta, di impatti e dipendenze utile sia per fini interni di gestione del rischio, che per fini esterni di rendicontazione dei propri impatti sulla biodiversità. Pertanto, qualora utilizzato come strumento di analisi, può creare una prospettiva di governance ampliata “interna-esterna” che legghi le informazioni raccolte internamente per fini gestionali (ad es., gestione del rischio e valutazione delle dipendenze) con la rendicontazione esterna (ad es., misurazione e gestione degli impatti e azioni di mitigazione) (Marchi, 2011; Raar et al., 2020).

La ricerca e il modello proposto non sono scevri di limitazioni. In primo luogo, il modello risente delle difficoltà intrinseche ai tentativi di standardizzare la complessa e articolata relazione che intercorre tra azienda e biodiversità e, in ultima analisi, tra uomo e natura. Infatti, se da un lato la standardizzazione di tale relazione è essenziale per creare un linguaggio comune e delle componenti omogenee e confrontabili, dall'altro lato si rischia di perdere informazioni rilevanti sul contesto territoriale e di non considerare adeguatamente la dimensione temporale in cui tale relazione si sostanzia (IPBES, 2019). Il *trade-off* tra standardizzazione e specificità appare come una potenziale criticità per ogni iniziativa di standardizzazione (ad es., GRI 101 e ESRS E4), inclusa la presente ricerca. Pertanto, tale criticità offre uno spunto di ricerca futura potenzialmente fruttuoso.

Un'ulteriore limitazione si origina, in prospettiva, dall'utilizzo del modello sistemico per arrivare ad una misurazione degli impatti e delle dipendenze. Infatti, sebbene inizino a diffondersi degli approcci di misurazione numerica e/o finanziaria di impatti e dipendenze (Laine et al., 2022), tali approcci risentono delle complessità legate al tema. Da un lato, inserire misure legate al capitale naturale nei sistemi di contabilità gestionale può informare il processo decisionale aziendale in modi favorevoli alla conservazione e al ripristino della natura. Dall'altro lato, tuttavia, la finanziarizzazione della biodiversità e degli sforzi di conservazione rischia di rinforzare una logica neoliberista centrata sul valore del ritorno per gli investitori, lasciando aperta

la questione fondamentale se sia possibile riconciliare il valore intrinseco della natura – spesso intangibile, morale e spirituale (Dasgupta, 2021; IPBES, 2019) – al valore del capitale naturale così come considerato dagli investitori: proteggere la natura implica coltivare l’unicità delle relazioni tra esseri umani ed ecosistemi, mentre la finanziarizzazione implica l’astrazione della natura per trasformarla in un “oggetto passivo” da mercificare, calcolare e commercializzare (Arjaliès e Gibassier, 2023).

Tali limitazioni forniscono ulteriori stimoli per svolgere ricerche mirate tanto alla validazione del modello nelle sue componenti, quanto alla sperimentazione per il suo utilizzo in ambito aziendale. Pertanto, continuando e ampliando l’interazione con aziende e ricercatori di diverse discipline, si può condurre la ricerca scientifica verso un irrobustimento del modello sistemico di impatti-dipendenze sia da un punto di vista metodologico e scientifico, che operativo e pragmatico.

Acknowledgement

Funded by the European Union – Next Generation EU - PNRR - MISSION 4 COMPONENT 2 INVESTMENT 1.4 - AGRICULTURAL TECHNOLOGIES - D.D. 3138 OF 16.12.2021 - NBFC - National Center for the Future of Biodiversity (CN 00000033) CUP: J53C21000290006. However, the views and opinions expressed are solely those of the authors and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Commission. Neither the European Union nor the European Commission can be held responsible for them.

Riferimenti bibliografici

- Addison, P. F., Stephenson, P. J., Bull, J. W., Carbone, G., Burgman, M., Burgass, M. J., Gerber, L. R., Howard, P., McCormick, N., McRae, L., Reuter, K. E., Starkey, M., e Milner-Gulland, E. J. (2020). Bringing sustainability to life: A framework to guide biodiversity indicator development for business performance management. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), pp. 3303-3313.
- Arbnor, I., e Bjerke, B. (2009), *Methodology for Creating Business Knowledge*. SAGE Publications.
- Arjaliès, D., Gibassier, D. (2023), Can Financialization Save Nature? The Case of Endangered Species. *Contemporary Accounting Research*, 40(1), 488-525.
- Atkins, J., e Maroun, W. (2018). “Integrated extinction accounting and accountability: building an ark”, *Accounting, Auditing e Accountability Journal*, 31(3), pp. 750-786.

- Bertini, U. (1990), *Il sistema d'azienda*, Torino, Giappichelli.
- Boiral, O. (2016), Accounting for the unaccountable: biodiversity reporting and impression management. *Journal of Business Ethics*, 135, 751-768.
- Carvalho, S.H.C., Cojoianu, T., e Ascuri, F. (2022), From impacts to dependencies: a first global assessment of corporate biodiversity risk exposure and responses. *Business Strategy and the Environment*, 1-15.
- CBD (2022), 'Conference of the parties to the convention on biological diversity', *Convention on Biological Diversity*, United Nations Environment Programme.
- Coda, V. (2010), *Capire e fare il bene dell'azienda*. Lectio magistralis tenuta a Palermo nell'Aula Magna della Facoltà di Economia il 5 novembre 2010.
- Cooper, S., e Michelon, G. (2022). Conceptions of materiality in sustainability reporting frameworks: commonalities, differences and possibilities. In: Adams, C. A., *Handbook of Accounting and Sustainability*, Ch. 4., 44-66, Edward Elgar Publishing.
- Corvino, A., Bianchi Martini, S., e Doni, F. (2021), Extinction accounting and accountability: Empirical evidence from the west European tissue industry. *Business Strategy and the Environment*, 30(5), 2556-2570.
- Dasgupta, P. (2021), *The economics of biodiversity: the Dasgupta review*. Hm Treasury.
- Doni, F., Bianchi Martini, S., Corvino, A., e Mazzoni, M. (2020). Voluntary versus mandatory non-financial disclosure: EU Directive 95/2014 and sustainability reporting practices based on empirical evidence from Italy, *Meditari Accountancy Research*, 28(5), 781-802.
- Doni, F., Bianchi Martini, S., e Corvino, A. (2022), Extinction Accounting and Finance in Italy: The case of Fineco Bank, In J. Atkins, M. Macpherson (a cura di), *Extinction Governance, Finance and Accounting Implementing a Species Protection Action Plan for the Financial Markets*, 408-435, Taylor e Francis Group, Routledge
- Dumay, J. (2010), A critical reflective disclosure of an interventionist research project. *Qualitative Research in Management e Accounting*, 7(1), 46-70.
- D'Onza, G. (2022), L'orientamento delle aziende ad uno sviluppo sostenibile: quale contributo da parte dei sistemi di management e controllo?, *Management Control*, 1, pp. 5-15. Doi: 10.3280/MACO2022-001001.
- EFRAG (2022), ESRS E4 Biodiversity and ecosystems. *Draft European Sustainability Reporting Standards*. European Financial Reporting Advisory Group.
- ENCORE (2024), Ecosystem Services. -- Retrieved from: <https://encorenature.org/en/data-and-methodology/services>
- European Parliament (2021), EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives. -- Retrieved from: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0277_EN.html
- European Parliament (2022), 'Directive (EU) 2022/2464 of the European Parliament and of the Council of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting'. -- Retrieved from: <http://data.europa.eu/eli/dir/2022/2464/oj>.
- European Parliament (2023), Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration. -- Retrieved from: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0277_EN.html.
- Fleming, A., O'Grady, A. P., Stitzlein, C., Ogilvy, S., Mendham, D., e Harrison, M. T. (2022). Improving acceptance of natural capital accounting in land use decision making: Barriers and opportunities. *Ecological Economics*, 200. doi: 10.1016/j.ecolecon.2022.107510.
- GRI (2024). GRI 101: Biodiversity. *Global Reporting Initiative*.
- Haines-Young, R., e Potschin, M. B. (2018). *Common international classification of ecosystem services (CICES) V5. 1 and guidance on the application of the revised structure*.

- Houdet, J., Trommetter, M., e Weber, J. (2012), Understanding changes in business strategies regarding biodiversity and ecosystem services. *Ecological Economics*, 73, 37-46.
- Hsiao, P. K., de Villiers, C., Horner, C., e Oosthuizen, H. (2022). A review and synthesis of contemporary sustainability accounting research and the development of a research agenda. *Accounting e Finance*, 62, 4453-4483. Doi: 10.1111/acfi.12936.
- IPBES (2018), *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*, Montanarella, L., Scholes, R. e Brainich, A. (eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.
- IPBES (2019), *Global assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, Brondízio, E. S., Settele, J., Diaz, S., Ngo, H. T. (eds). IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- IUCN (2023). The IUCN Red List of Threatened Species. *International Union for the Conservation of Nature*. -- www.iucnredlist.org.
- Jaureguiberry, P., Titeux, N., Wiemers, M., Bowler, D. E., Coscieme, L., Golden, A. S., Guerra, C. A., Jacob, U., Takahashi, Y., Settele, J., Diaz, S., Molnár, Z., e Purvis, A. (2022). The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science Advances*, 8(45), eabm9982.
- Jönsson, S., e Lukka, K. (2007), There and back again: Doing interventionist research in management accounting. In C. Chapman, A. G. Hopwood, e M. D. Shields (Eds.), *Handbook of Management Accounting Research* (Vol. 1, pp. 373-397): Elsevier.
- Laine, M., Tregidga, H., Unerman, J. (2022), Accounting for biodiversity. In: Laine, M., Tregidga, H., Unerman, J. (Eds), *Sustainability Accounting and Accountability*, 3rd Ed., Ch. 11, 214-236.
- Marcellari, M., Gusmerotti, N. M., Testa, F., e Frey, M. (2018), Embedding biodiversity and ecosystem services in corporate sustainability: A strategy to enable Sustainable Development Goals. *Business Strategy and Development*, 1(4), 244-255.
- Marchi, L. (2011). L'evoluzione del controllo di gestione nella prospettiva informativa e gestionale esterna. *Management control*, 3, 5-16.
- Melloni, G., Stacchezzini, R., e Lai, A. (2016), The tone of business model disclosure: an impression management analysis of the integrated reports, *Journal of Management e Governance*, 20, 295-320.
- Mio, C. (2021), *L'azienda sostenibile*, Laterza, Bari.
- Miolo Vitali, P. (1978), *Problemi ecologici nella gestione delle aziende*, Giuffrè, Milano.
- Morgan, D.L. (1996), Focus groups. *Annual review of sociology*, 22(1), 129-152.
- Natural Capital Coalition. (2016) Natural Capital Protocol. -- Retrieved from: www.natural-capitalcoalition.org/protocolo
- NGFS (2022), Central banking and supervision in the biosphere: an agenda for action on biodiversity loss, financial risk and system stability. *NGFS Occasional Paper*. Network for Greening the Financial System.
- Olivotto, L. (2022). Verso la trasformazione sostenibile dell'azienda, *Management Control*, 1, pp. 17-30. Doi: 10.3280/MACO2022-001002.
- Pigatto, G., Cinquini, L., Dumay, J., e Tenucci, A. (2022), A critical reflection on voluntary corporate non-financial and sustainability reporting and disclosure: lessons learnt from two case studies on integrated reporting, *Journal of Accounting e Organizational Change*, 19(2), pp. 250-278.
- Pigatto, G., Corrado, M., Cinquini, L., Chiucchi, M. S., Tenucci, A. (2023), Integrating the SDGs into the assessment of business investments: Results from an interventionist approach. *Management Control*, 2, pp. 69-91.

- Porter, M. E., e van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship, *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
- Raar, J., Barut, M., e Azim, M. I. (2020), The challenge: re-steering accountability concepts to incorporate biodiversity management and reporting. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 11(1), pp. 1-30.
- Roy, H.E., Pauchard, A., Stoett, P., Renard Truong, T., Bacher, S., Galil, B. S., Hulme, P.E., Ikeda, T., Sankaran, K.V., McGeoch, M.A., Meyerson, L.A., Nuñez, M.A., Ordóñez, A., Rahlao, S.J., Schwindt, E., Seebens, H., Sheppard, A.W., e Vandvik, V. (2023), IPBES Invasive Alien Species Assessment: Summary for Policymakers.
- SBTN (2020). Science-based targets for nature. Initial guidance for business. *Science Based Target Network*, -- Retrieved from: <https://sciencebasedtargetsnetwork.org/resources/>
- Sun, Z., Behrens, P., Tukker, A., Bruckner, M., Scherer, L. (2022). Shared and environmentally just responsibility for global biodiversity loss. *Ecological Economics*, 194, 107339, pp. 1-10.
- Testa, F., Iovino, R., e Iraldo, F. (2020), The circular economy and consumer behaviour: The mediating role of information seeking in buying circular packaging. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), pp. 3435-3448.
- TNFD (2023), The TNFD nature-related opportunity management and disclosure framework - Final draft - Beta v0.4', *Taskforce on Nature-related Financial Disclosure*.
- Torelli, R., Balluchi, F. (2022), Biodiversity management approaches in small and innovative businesses: insights from a systems thinking perspective. *Social Responsibility Journal*, 19(7), 1297-1319.
- UN (2021), System of Environmental-Economic Accounting - Ecosystem Accounting (SEEA EA). White cover (pre-edited) version. United Nations, -- Retrieved from <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.
- UNEP-WCMC, Arcadis, Capitals Coalition, ICF, WCMC Europe (2023a) Measuring and valuing biodiversity across supply chains, *Aligning accounting approaches for nature*.
- UNEP-WCMC, Capitals Coalition, Arcadis, ICF e WCMC Europe (2022). 'Recommendations for a standard on corporate biodiversity measurement and valuation', *Aligning accounting approaches for nature*, European Commission.
- UNEP-WCMC, Capitals Coalition, Arcadis, ICF, WCMC Europe (2023b), Measuring and valuing biodiversity at site level – Implementation guidance for the Align project recommendations, *Aligning accounting approaches for nature*.
- UNEP-WCMC, Capitals Coalition, Arcadis, ICF, WCMC Europe (2023c) Measuring Ecosystem Condition – A primer for business, *Aligning accounting approaches for nature*.
- Vysna, V., Maes, J., Petersen, J.-E., La Notte, A., Vallecillo, S., Aizpurua, N., . . . Teller, A. (2021), Accounting for ecosystems and their services in the European Union (INCA). Final report from phase II of the INCA project aiming to develop a pilot for an integrated system of ecosystem accounts for the EU, Eurostat.
- WEF (2020), Nature Risk Rising: Why the Crisis Engulfing Nature Matters for Business and the Economy, *World Economic Forum*.
- WEF (2024), The global risks report 2023, *World Economic Forum*, 19th Eds.
- Wohlin, C. (2014), Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering* (pp. 1-10).
- Yin, R. K. (2018), *Case Study Research and Application: Design and Methods* (6° edition ed.). Los Angeles: Sage.