

Ecosystem Services for nature-positive models of sustainable finance

Francesco Sica^{1,*}, Giuseppe Cerullo¹, Pierluigi Morano², Francesco Tajani¹

¹ Department of Architecture and Design, Sapienza University of Rome, 359 Flaminia St., 00196 Rome, Italy; francesco.sica@uniroma1.it; giuseppe.cerullo@uniroma1.it; francesco.tajani@uniroma1.it

² Department of Civil, Environmental, Land, Building and Chemical Engineering, Bari Polytechnic, 4 Edoardo Orabona St., 70125 Bari, Italy; pierluigi.morano@poliba.it

* corresponding author

Keywords

Ecosystem Services,
Sustainable Finance,
Nature-Positive, ESG

Abstract

The ESG taxonomy is an element of the European sustainable finance strategy, serving as a framework for categorising economic activities based on their environmental effect (E), social performance (S), and governance (G). Despite the taxonomy's guidance for small and medium-sized enterprises to integrate natural capital into their production assessments, especially in natural capital risk analyses for securing financial capital for sustainable projects, there remains a deficiency in the methodological integration of financial evaluations and the assessment of a company's production activities' impact on Ecosystem Services (ES). An understanding of ESs and their potential worth throughout a business's life cycle would facilitate nature-positive financial transactions, conducted under a mutually beneficial framework for both the enterprise and ecosystems. This paper examines the functional link between ES and enterprise, outlining relevant theme areas for enterprise valuations concerning social enterprises. A risk-opportunity matrix of productive activities (SERO) is developed to analyse the dependence and impact on natural capital, identifying suitable decision domains of vulnerability and enterprise risk for which mitigation and compensation strategies can be implemented through co-governance systems (PES) and relevant financial instruments (e.g., natural capital bonds).

1. Introduction

Climate change, along with ecosystem degradation and biodiversity loss, significantly influences the decision-making processes involved in planning and designing natural capital management programs (MacDonald et al., 1999). Natural capital represents an economic resource with finite availability due to its capacity to deliver Ecosystem Services (ES) during spatial and productive transformation processes (Verburg et al., 2016; Saarikoski et al., 2018).

Ecosystem services (ES) denote the public-private advantages that ecosystems offer to to fulfil their needs. Their value is shaped by the environmental and ecological conditions of the ecosystems, which in turn impacts the production and consumption activities of both businesses and households (United Nations, 2024). Examples of ecosystem services include biomass production, pollutant removal from air and water, ecosystem protection against flood risk, and recreational activities (Fisher and Turner, 2008).

Interest in ES concerning spatial transformation dynamics started with the release of the study

Ecosystems and Human Well-being (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Since 2005, this has escalated through programs like *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2010), the *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) (Díaz et al., 2018), and the *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services* (MAES) (Maes et al., 2020). Due to these experiences, ES are progressively becoming integral to technological innovation within companies, which must enhance production cycles with minimal environmental impact by incorporating ES assessments into their management and reporting systems for production life cycle phases (Ingram Jane Carter et al., 2024; McKenzie et al., 2025).

Since 2017, analytical frameworks like the KIP-Inca framework (2017) and the System of Environmental-Economic Accounting (2021) have served as references for assessing the environmental-economic impacts of European and international economic policies. The KIP-Inca framework acts as an analytical model for comprehending environmental decision-making processes and examining territorial governance in relation to biodiversity and climate change impacts. The framework presents a hierarchical-multilevel organisation for analysis, incorporating cognitive, structural, and socio-political dimensions. It emphasises that decisions arise not solely from scientific data but also from interests, institutional norms, cultural contexts, and the agency of the involved actors (McKenzie et al., 2025). The System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) provides an international statistical framework that combines environmental data with the economic data of a specific territory. The SEEA enables the quantification of ecosystem service values, natural resource utilisation, environmental expenditures, and the effects of economic activities on ecosystems. The SEEA facilitates assessments of public policy sustainability, guides investments in ecological transition, and highlights the value of natural capital in national production performance accounting.

Methodological and operational techniques exist that combine natural capital with social enterprises in commercial dynamics. The *European Taxonomy of Sustainable Finance Strategy* exemplifies a classification system for economic activities aimed at mitigating greenwashing, which is a misleading communication tactic employed by companies, organisations, or institutions to project a more sustainable or "green" image than their actual practices, often through investments with minimal environmental impact (Direzione generale per la stabilità finanziaria, 2023). The ENCORE (*Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure*) database, created by the *Natural Capital Finance Alliance* in collaboration with the *World Conservation Monitoring Centre* of the *United Nations Environment Programme*, aids financial institutions in evaluating environmental risks by incorporating SEs into the business production phases. Alongside the European taxonomy and the ENCORE database, financial instruments including green bonds, natural capital factors, and carbon credits negatively impact the planning and execution of nature-positive investments. Carbon credits enable companies to offset emissions by investing in projects that reduce or absorb atmospheric carbon dioxide. "Natural capital factors" serve as indicators for assessing the impact of economic activities on ecosystems. Green bonds are designated for projects focused on restoring the ecosystem functions of existing habitats.

This contribution poses the following research questions, considering the increasing significance of environmental and ecosystem accounting in the planning of national economic activities and its implications for entrepreneurial organisation and management (Ingram Jane Carter et al., 2024; McKenzie et al., 2025): i) what ecosystem services can be utilised to evaluate financially sustainable actions within nature-positive entrepreneurial systems? ii) In what ways can ecosystem service accounting be integrated at the enterprise level in accordance with the European taxonomy on sustainable finance? iii) which instruments can facilitate the feasibility of nature-related investments considering the economic and environmental values of financial interest in social enterprises?

The objective is to identify suitable thematic categories for nature-related business valuations (2.1) to address the aforementioned questions. This examines the European taxonomy on sustainable finance, which governs the assessment of productive sectors' performance concerning their ecological impact, alongside other frameworks that facilitate the incorporation of natural capital into business operations (2.2). Sections 2.1 and 2.2 provide the foundational elements for constructing

a risk-opportunity matrix, facilitating dependency and impact assessments between firms and ES, as discussed in Section 3. Section 4 synthesises the conclusions of the study, emphasising its limitations and future directions.

2. Theoretical background

2.1 Exploring the value connections between business systems and ecosystem services

Ecosystem services identify basic elements for the transaction from ecosystem analysis to accounting in nature-positive business systems (Lambooy and Levashova, 2011). The Environment Agency suggests a classification list of ecosystem services by integrating the *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) with the *National Ecosystem Services Classification System* (NESCO) (Newcomer-Johnson et al., 2020). The CICES/NESCO classification allows for the identification of three clusters that elucidate the varied contributions of ecosystem services to a company's activities: i) Provisioning services; ii) Regulating services; iii) Non-use value flows (La Notte et al., 2025). Table 1 presents the categories of ES along with their components, as designated by the CICES.

This classification enables the delineation of the business relevance of ecosystem services and establishes an analytical framework for relating the business system to ecosystem services through three dimensions: a) economic dependencies on ecosystem services; b) economic-productive effects on ecosystem services; and c) business governance. Section a) primarily encompasses supply ES; section b) includes regulatory ES; and section c) pertains to ES that, while not utilised for productive purposes, serve to demonstrate effective business management in alignment with European standards, such as biodiversity protection in accordance with intergenerational environmental justice principles (La Notte et al., 2025).

Table 1. ES categories and component specifications (Source: From La Notte et al., 2025)

ES categories	Components
Provisioning Services	Crop provisioning services Grazed biomass provisioning services Livestock provisioning services Aquaculture provisioning services Wood provisioning services Wild fish and other natural aquatic biomass provisioning services Wild animals, plants and other biomass provisioning services
Regulating Services	Global climate regulation services Rainfall pattern regulation services (at sub-continental scale) Local (micro and meso) climate regulation services Air filtration services Soil quality regulation services Soil and sediment retention services Soil erosion control services Landslide mitigation services Solid waste remediation services Water purification services (water quality regulation) Retention and breakdown of nutrients Retention and breakdown of other pollutants Water flow regulation services Baseline flow maintenance services Peak flow mitigation services Flood control services Coastal protection services River flood mitigation services Storm mitigation services Noise attenuation services Pollination services Biological control services Pest control services Disease control services Nursery population and habitat maintenance services
Flows related to non-use value	Ecosystem and species appreciation

Initially, from the perspective of the physical-productive dependence of the enterprise on socio-ecological systems, ecosystems supply resources for production, serving as input elements (ecological inputs) in the production process. Inputs can be categorised as biotic, including soil fertility and pollination, or abiotic, encompassing water and subsurface resources (La Notte et al., 2025).

Secondly, regarding the relationship between ecosystem services (ES) and business, an evaluation of the economic-productive impacts on natural capital indicates that ecosystems can mitigate the negative externalities generated by the production of goods and services in the

environment. Production processes can release pollutants that contaminate air, water, and soil. Ecosystems can mitigate the pollution resulting from production activities by providing suitable regulatory services; they also serve to safeguard the locations of production processes; and they offer protection against natural disasters, including floods, landslides, and avalanches, which may inadvertently inflict physical damage on companies and disrupt production processes, leading to financial consequences.

Thirdly, the necessity to align corporate standards with sustainable finance targets, especially with respect to the ESG taxonomy, necessitates the integration of environmental sustainability into corporate accountability practices. This integration facilitates the achievement of widely recognised environmental objectives, including the mitigation of climate change effects and the preservation of biodiversity (La Notte et al., 2021a, 2021b). The identification of ecosystem services based on international environmental objectives is influenced by the political dynamics of the pertinent territorial context.

The thematic dimensions underlying the potential 'SE-enterprise' relationship signify elements of vulnerability, thereby indicating the risk associated with the enterprise in the context of ES investments (La Notte et al., 2025; Ascuí et al., 2021).

2.2 How can the business categories of ES be integrated into the taxonomy on sustainable finance?

The increasing recognition of the impact of economic activities on the environment and society has prompted the exploration of sustainable finance models (Bateman and Mace, 2020). The European environmental, social, and governance (ESG) strategy incorporates ESG criteria into financial analyses to facilitate nature-positive decision-making processes (Barbier, 2019) focused on ecosystem management and biodiversity protection (Missemer, 2018).

The EU's sustainable finance taxonomy adheres to the principle of Do No Significant Harm by directing investments towards climate-neutral economic activities. It offers scientific and technical criteria for evaluating the extent to which a production sector aids in mitigating and adapting to climate change, while also contributing to biodiversity protection and ecosystem restoration (Sica et al., 2023). During the allocation of financial capital, investors and firms consider the effects of production activities on existing natural capital, evaluating the risks related to the company's structure and prospective investment portfolio in alignment with environmental objectives (Zetzsche e Anker-Sørensen, 2022).

The 2023 *European Sustainability Reporting Directive* (CSRD) governs the openness of corporations' ESG disclosures. The CSRD incorporates the *European Sustainability Reporting Standards* (ESRS) for evaluating effects, assessing risks, and delineating potential mitigation actions. ESRS incorporates the notion of "dual materiality," which necessitates reporting on both the effects of the company's operations on the environment and society, as well as the ESG criteria pertinent to the company's financial success (Hummel e Jobst, 2024). How to combine nature-related accounting with sustainable finance?

The *Taskforce on Nature-related Financial Disclosures* (TNFD) provides recommendations for small and medium-sized enterprises to conduct dependency and impact assessments of their business performance with respect to natural capital, thereby addressing ecosystem services. The TNFD report is structured around four thematic areas: 1) Management; 2) Strategies; 3) Risks; 4) Accounting. Each represents distinct components of the LEAP (Locate-Evaluate-Assess-Prepare) framework suggested by the TNFD to assist companies and financial institutions in identifying, assessing, and managing risks and opportunities related to natural capital. The process consists of four primary steps represented by the acronym LEAP: "Locate", which involves defining ecosystem interactions in terms of social entrepreneurship versus natural capital in entrepreneurial management; "Evaluate", which establishes dependencies between the entrepreneurial organisation and ecosystems from a strategic business development perspective; "Assess", which entails analysing related risks and opportunities; and "Prepare", which focusses on disseminating information on ES using an evidence-based approach. The model aids business

organisations in integrating nature-related risks into their strategies (TNFD, 2022); however, it lacks clarity on the specific analytical tools to be employed for assessing SE-related risks (RA, Risk Assessment) and their economic-environmental value (EEA, Environmental-Economic Accounting). According to the TNFDs, companies must gather performance data on production processes and natural capital to effectively manage evaluation and accounting phases (TNFD, 2022).

Defining the following is essential for the methodological integration of ES and entrepreneurial organisation: (i) the current state of ecosystems; (ii) the environmental impacts of production; (iii) the ES that the company aims to incorporate to meet specific financial goals. The sequential construction of information layers (i) to (iii) facilitates the identification and measurement of dependencies between entrepreneurial organisations and natural capital, along with the assessment of potential impacts on ecosystems (Broer et al., 2017).

A "dependency pathway" refers to alterations in environmental conditions that affect a company's production costs and profits, which may rely on the utilisation and availability of ecosystem services (ES). The supply of ecosystem services by a company may fluctuate based on the surface area and environmental conditions of an ecosystem, influencing productivity levels. An impact pathway considers how production activities can modify ecosystem conditions by influencing the supply of ecosystem services over time. The assessment of ecosystem impacts is associated with the evaluation of ecosystem conditions through relevant status and monitoring indicators (La Notte et al., 2025).

The impacts and dependencies of entrepreneurial ecosystem services (ES) can be articulated through the trade-off between the potential level of ES supply, which is directly influenced by ecosystem conditions, and the level of social and economic demand for these services, reflecting the needs of users that must be met by ES. An indifferent equilibrium between entrepreneurial and ecosystem production levels is achieved when the production of ecosystem services meets the demand for those services. Equilibrium conditions, whether stable or unstable, arise from positive or negative trade-offs, contingent upon the interplay between ES business supply and context demand. The interpretation of the enterprise-ES relationship varies based on the perspective taken. The assessment of the trade-off enables the identification of 'firm-ES' vulnerability domains, which vary based on the strong (H)-weak (L) dependence on ES or the stable (H)-unstable (L)-indifferent (M) impact on ES. (Svartzman et al., 2021).

The relationships of dependency and impact concerning the ES categories (2.1), structured according to the LEAP phases, delineate fundamental components of a Risk-Opportunity matrix, wherein 'vulnerability domains' are defined in relation to the 'Enterprise-ES' pair. Each domain indicates the degree of dependence between entrepreneurial organisations and natural capital, as well as the potential effects of economic activities on ecosystem net gain. Section 3 provides a detailed description of the organisational chart that supports the ES Risk-Opportunity (SERO) matrix.

3. SERO matrix

Risk-opportunity matrices serve as analytical instruments for identifying, assessing, and systematically representing both risks and opportunities associated with specific factors, including climate change, ESG, and nature-related risks. They enable the visualisation and comparison of the probability and potential impact of each event, whether negative (risk) or positive (opportunity), thereby facilitating a company's strategic and operational decision-making process. This tool is increasingly utilised in sustainability reporting contexts (e.g., CSRD, TNFD, TCFD), where companies are required to evaluate threats from environmental or regulatory changes and to identify strategic opportunities associated with ecological transition or sustainable innovation (Qazi et al., 2020).

The SERO matrix (Figure 1) is structured by considering the stages of the LEAP framework and the ES thematic categories identified in section 2.1. The LEAP framework was selected due to its incorporation of a risk assessment and accounting component, aligning with the Evaluate and Assess stages. The strategic connection between business and natural capital links the initial two

components of the framework (Locate - Evaluate) to the Environmental (E) aspect of the ESG triad. The Assess step corresponds to the Social (S) component, evaluating business risks related to potential social returns on investment. The Prepare part aligns with the Governance (G) dimension, where the company communicates its performance through sustainability reports and proposes co-governance programs to stakeholders engaged in the decision-making process.

A two-way correspondence can be established between the accounting aspect of ES and the financial analysis aspect of business investments in strategic actions, which may or may not incorporate the value in use of ES for production purposes.

The SERO matrix functions as a double-entry table, allowing for analysis to be conducted in both vertical and horizontal orientations. Each cell of the matrix delineates a vulnerability domain associated with a particular level of impact and dependency for each ES category and phase of the LEAP framework. The high (H)-low (L) dichotomy illustrates the dependency relationships within the 'firm-ecosystem' framework, while the impact relationships are depicted in the high (H), medium (M), and low (L) triad, reflecting ecosystem net-gain as a function. Dependency relationships are identified in the lower quadrant of the cell, situated below the main diagonal, while the upper quadrant is reserved for impact relationships. After a desk consultation with advisors knowledgeable in nature risk analysis and investment impact assessment, the cells and relevant sections of the matrix were compiled.

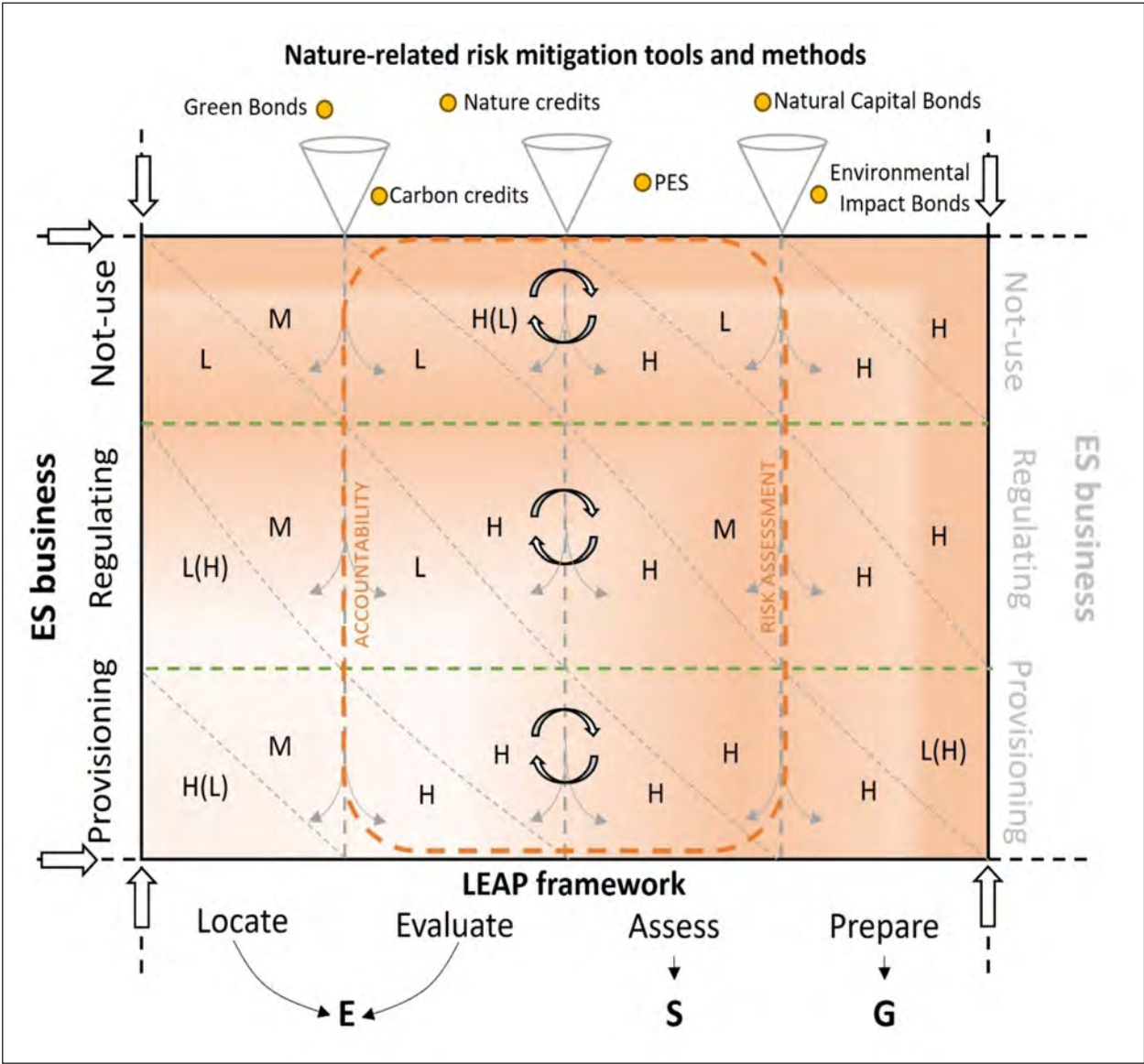


Figure 1. The SERO matrix and the representation of its analytical and structural components,

The examination of the SERO matrix organisation chart provides unique insights and analysis, especially regarding the potential conflict between dependency and impact ratings. The former on dependency demonstrates H-judgements for procurement services across all stages of the LEAP framework. In contrast to regulation and non-use services, a weak dependency can be observed at the Locate and Evaluate stage due to the intangibility of the ecosystem service and the reliance on analyses grounded in market considerations.

Impact assessments are crucial during the Evaluate and Assess stages, specifically in the accountability and risk assessment components. Conflicting scenarios exist in which ecosystem services are categorised as regulatory and non-regulatory. In the context of regulation, while the Evaluate phase may indicate a low dependency ratio, the influence of a company's production cycle on the ecosystem net gain—defined as the difference between ecosystem service supply and demand—can be significant, particularly due to factors such as the rate of non-production pollution. In the case of non-use, a significant dependency may be observed at the Assess stage, potentially influenced by corporate welfare policies aimed at enhancing the quality of employees' working and personal lives. Conversely, a low level of dependency may arise from the relationship's impact on the ecosystem conditions of natural capital. Strategic corporate actions aimed at enhancing employee welfare do not have a significant effect on the supply capacity of ecosystem social enterprises concerning the production of commercial goods and services (Hirons et al., 2016).

International tax incentives, such as nature credits and green bonds, along with mechanisms for co-participation and co-governance in business risk management by social enterprises, exemplified by Payment for Ecosystem Services, may play a crucial role in aligning decision-making areas characterised by varying dependencies and impact assessments. The 'L-H' combination can be verified in the Evaluate (Accountability) phase for both regulatory and non-regulatory services, aiming to transition towards the optimal 'H-L' combination through suitable fiscal and non-tax incentive mechanisms.

4. Conclusions

The relationship between natural capital and business is intricate. Ecological processes express services that fulfil human needs. An ecosystem's capacity to meet human needs serves as a proxy variable linking nature and finance. The TNFD initiative introduces the LEAP framework for the incorporation of ecosystem services into corporate ESG reporting and monitoring.

This study emphasises the role of ecosystem services in the development of vulnerability and risk assessments related to nature. The SERO Matrix was developed to integrate ES typology with the LEAP phases, identifying relevant "dependency-impact" decision-making domains that necessitate comprehensive methodological and operational analysis. In a co-participatory process designed to evaluate levels of dependency and impact within the SERO model, structured discussions among stakeholders were initiated to develop a shared assessment matrix. The analysis revealed notable disparities in decision-making contexts, especially during the accountability and assessment phases, concerning regulatory and non-use ecosystem services. Effective mitigation and compensation mechanisms are required for these issues. The SERO matrix facilitates the development of nature-positive financial pathways, enabling the identification of trade-offs and relative optimality between private and collective interests, (e.g.) financialising Nature-based Solutions (NbS) by employing economic assessment models and co-governance mechanisms nature-positive.

The accounting and assessment components of SERO, specifically the Evaluate and Assess phases, will be examined in subsequent research phases.

Authors' contributions

The authors should be credited equally for their contributions to the work, which was made as part of the ongoing minor research project at Sapienza University of Rome, titled "ECO-think: Integrating the ECOSystem services by nature in urban environment".

References

- Ascui F., Ball A., Kahn L. & Rowe J. (2021). Is operationalising natural capital risk assessment practicable?. *Ecosystem services*, 52, 101364. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101364>
- Barbier E.B. (2019). The concept of natural capital. *Oxford Review of Economic Policy*, 35(1), 14-36. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gry028>
- Bateman I.J. & Mace G.M. (2020). The natural capital framework for sustainably efficient and equitable decision making. *Nature Sustainability*, 3(10), 776-783. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0552-3>
- Broer W., van Schaick J., Nijhof B., Ohm J., 2017. Reporting on Natural Capital. Guidance on a Practical Approach. Amsterdam.
- De Groot R., Van der Perk J., Chiesura A. & van Vliet A. (2003). Importance and threat as determining factors for criticality of natural capital. *Ecological economics*, 44(2-3), 187-204. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00273-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00273-2)
- Díaz S., Pascual U., Stenseke M., Martín-López B., Watson R.T., Molnár Z., ... & Shirayama Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
- Directorate-General for Financial Stability, FS, CMU, 2023. EU Taxonomy for Sustainable Finance. https://finance.ec.europa.eu/publications/sustainable-finance-packag e-2023_en
- Fisher B. & Turner R.K. (2008). Ecosystem services: classification for valuation. *Biological conservation*, 141(5), 1167-1169. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.02.019>
- Hirons M., Comberti C. & Dunford R. (2016). Valuing cultural ecosystem services. *Annual Review of Environment and Resources*, 41(1), 545-574. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085831>
- Hummel K. & Jobst D. (2024). An overview of corporate sustainability reporting legislation in the European Union. *Accounting in Europe*, 21(3), 320-355. <https://doi.org/10.1080/17449480.2024.2312145>
- Ingram J.C., McKenzie E.J., Bagstad K.J., Finisdore J., van den Berg R., Fenichel E., ... & Spurgeon J. (2024). Leveraging natural capital accounting to support businesses with nature-related risk assessments and disclosures. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 379(1903), 20220328. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0328>
- La Notte A., Ferrini S., Pisani D., Grilli G., Grammatikopoulou I., Vallecillo S., ... & Maes J. (2021a). How much do Europeans value biodiversity. *Publications Office of the European Union*. doi: <https://doi.org/10.2760/927786> (online)
- La Notte A., Marques A., Petracco M., Paracchini M.L., Zurbaran-Nucci M., Grammatikopoulou I. & Tamborra M. (2025). The assessment of nature-related risks: From ecosystem services vulnerability to economic exposure and financial disclosures. *Ecological Economics*, 235, 108636. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108636>
- La Notte A., Vallecillo S., Garcia, Bendito E., ... & Maes J. (2021b). Ecosystem Services Accounting–Part III–Pilot accounts for habitat and species maintenance, on-site soil retention and water purification. doi: <https://doi.org/10.2760/636621> (online)
- Lambooy T. & Levashova Y. (2011). Opportunities and challenges for private sector entrepreneurship and investment in biodiversity, ecosystem services and nature conservation. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 7(4), 301-318. <https://doi.org/10.1080/21513732.2011.629632>
- MacDonald D.V., Hanley N. & Moffatt I. (1999). Applying the concept of natural capital criticality to regional resource management. *Ecological economics*, 29(1), 73-87. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00051-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00051-2)
- Maes J., Teller A., Erhard M. et al., 2020. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU Ecosystem Assessment. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- McKenzie E.J., Jones M., Seega N., Siikamäki J. & Vijay V. (2025). Science and technical priorities for private sector action to address biodiversity loss. *Philosophical Transactions B*, 380(1917), 20230208. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0208>
- Millennium, Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being. Island Press, Washington D.C.
- Missemer A. (2018). Natural capital as an economic concept, history and contemporary issues. *Ecological economics*, 143, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.011>
- Newcomer-Johnson T., Andrews F., Corona J., DeWitt T.H., Harwell M.C., Rhodes C., ... & Van Houtven

- G. (2020). National ecosystem services classification system (NESCO) plus. USGS Report, 1.
- Qazi A., Dikmen I. & Birgonul M.T. (2020). Mapping uncertainty for risk and opportunity assessment in projects. *Engineering Management Journal*, 32(2), 86-97. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1664249>
- Saarikoski H., Primmer E., Saarela S.R., Antunes P., Aszalós R., Baró F., Berry P., Blanco G.G., Gómez-Baggethun E., Carvalho L. and Dick J. (2018). Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. *Ecosystem services*, 29, 579-598. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.019>
- Sica F., Tajani F., Sáez-Pérez M.P. & Marín-Nicolás J. (2023). Taxonomy and indicators for ESG investments. *Sustainability*, 15(22), 15979. <https://doi.org/10.3390/su152215979>
- Svartzman R., Espagne E., Julien G., Paul H.L., Mathilde S., Allen T., ... & Vallier A. (2021). A 'Silent Spring' for the Financial System? Exploring Biodiversity-Related Financial Risks in France. Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, 2022. Guidance on the Assess Phase of LEAP.
- TEEB, 2010. Ecological and Economic Foundations. UK.
- United Nations, 2024. System of Environmental-Economic Accounting - Ecosystem Accounting. Department of Economic and Social Affairs. https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea_ea_f124_web_12dec24.pdf
- Verburg R., Selnes T., Verweij P. (2016). Governing ecosystem services: National and local lessons from policy appraisal and implementation. *Ecosystem Services*, 18, 186-197. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.03.006>
- Zetzsche D.A. & Anker-Sørensen L. (2022). Regulating sustainable finance in the dark. *European Business Organization Law Review*, 23(1), 47-85. <https://doi.org/10.1007/s40804-021-00237-9>



Juan Pedro Grammaldo
Francesco Mazziotti

DOWNLOAD

Esempio Atto costitutivo
e Statuto della CER
Check List

Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) e AutoConsumo Collettivo (ACC)



Aggiornato al Decreto
CER MASE n. 414/2023

Esempi pratici di CER e ACC

dei
TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

www.build.it

dei
TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

I Servizi Ecosistemici per modelli *nature-positive* di finanza sostenibile

Francesco Sica^{1,*}, Giuseppe Cerullo¹, Pierluigi Morano², Francesco Tajani¹

¹ Dipartimento di Architettura e Progetto, Sapienza Università di Roma, Via Flaminia 359, 00196 Roma, Italia; francesco.sica@uniroma1.it; giuseppe.cerullo@uniroma1.it; francesco.tajani@uniroma1.it

² Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale, del Territorio, Edile e di Chimica, Politecnico di Bari, Via Edoardo Orabona, 4, 70125 Bari, Italia; pierluigi.morano@poliba.it

* autore corrispondente

Parole chiave

Servizi ecosistemici;
Finanza sostenibile;
nature-positive; ESG

Abstract

La tassonomia ESG è parte della strategia europea sulla finanza sostenibile, ed è un sistema di classificazione delle attività economiche secondo il loro impatto ambientale (E), le proprie performance sociali (S) e di governance (G). Sebbene il riferimento alla tassonomia indirizzi piccole e medie imprese a incorporare il capitale naturale nelle valutazioni delle proprie dinamiche produttive, ad oggi si ravvede una mancanza di integrazione metodologica tra le valutazioni finanziarie e le valutazioni dell'impatto delle attività produttive di un'impresa sui Servizi Ecosistemici (SE). La conoscenza dei SE e del loro potenziale valore nelle varie fasi del ciclo di vita di un'impresa supporterebbe operazioni finanziarie *nature-positive*, eseguite secondo logiche "win-win" tra impresa ed ecosistemi. Il presente contributo esplora il rapporto funzionale tra SE ed impresa, enucleando le categorie tematiche opportune per valutazioni d'impresa in relazione ai SE. A supporto di analisi della dipendenza e dell'impatto delle attività produttive sul capitale naturale, è costruita una matrice di rischio-opportunità dei SE (SERO) per identificare domini decisionali appropriati di vulnerabilità e rischio d'impresa per cui prevedere azioni di mitigazione e compensazione tramite sistemi di co-governance (PES) e strumenti finanziari appropriati (ad es., i *natural capital bonds*).

1. Introduzione

Il cambiamento climatico con il conseguente degrado degli ecosistemi e perdita di biodiversità manifesta un impatto sempre più significativo sui processi decisionali alla base della programmazione e progettazione delle iniziative di gestione del capitale naturale (MacDonald et al., 1999). Il capitale naturale si configura come bene economico di limitata disponibilità per la sua capacità di fornire Servizi Ecosistemici (SE) nei processi di trasformazione territoriale e produttivi (Verburg et al., 2016; Saarikoski et al., 2018).

I SE rappresentano benefici che gli ecosistemi conferiscono al pubblico-privato per soddisfare i propri bisogni, e il loro valore è influenzato dalle condizioni ambientali ed ecologiche degli stessi (ecosistemi), contribuendo alle attività di produzione e consumo di imprese e famiglie (Nazioni Unite, 2024). Esempi di SE sono la produzione di biomassa, rimozione degli inquinanti dall'aria e dall'acqua, protezione degli ecosistemi contro il rischio da inondazioni, attività ludico-ricreative (Fisher e Turner, 2008).

L'interesse verso i SE con riguardo le dinamiche trasformative territoriali è iniziato dopo la pubblicazione del report *Ecosystems and Human Well-being* (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Dal 2005 questo è aumentato per mezzo di iniziative come *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2010), l'*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) (Díaz et al., 2018), la *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services* (MAES) (Maes et al., 2020). Grazie a siffatte esperienze, i SE divengono sempre più elemento di innovazione tecnologica, anche per/tra imprese, che devono quanto mai supportare cicli produttivi a basso impatto ambientale integrando la valutazione dei SE nei propri sistemi di gestione e rendicontazione delle fasi del ciclo di vita produttivo (Ingram Jane Carter et al., 2024; McKenzie et al., 2025).

Dal 2017, schemi di analisi come il *framework KIP-Inca* (2017) e il *System of Environmental-Economic Accounting* (2021) vengono impiegati come riferimento per contabilizzare gli effetti economico-ambientali delle politiche economiche europee ed internazionali. Il *framework KIP-Inca* corrisponde ad un modello analitico utile per comprendere i processi decisionali ambientali, analizzando le governance territoriali con impatti sulla biodiversità ed il cambiamento climatico. Il *framework* propone un'organizzazione dell'analisi in maniera gerarchica-multilivello integrando dimensioni cognitive, strutturali, socio-politiche, ed evidenziando come le decisioni non siano solo il risultato di dati scientifici (*knowledge*), ma anche di interessi (*interests*), norme istituzionali (*norms*), contesti culturali (*culture*) e capacità d'azione degli attori coinvolti (*agency*) (McKenzie et al., 2025). Il *System of Environmental-Economic Accounting* (SEEA) è un quadro statistico internazionale che integra dati ambientali con quelli economici di un territorio. Il SEEA permette di quantificare, ad esempio, il valore dei servizi ecosistemici, l'uso delle risorse naturali, la spesa ambientale e l'impatto delle attività economiche sugli ecosistemi. L'impiego del SEEA consente di esprimere giudizi sulla sostenibilità delle politiche pubbliche, orientare gli investimenti alla transizione ecologica e rendere evidente il valore del capitale naturale nella contabilità delle performance produttive nazionali.

Esistono anche alcune strategie metodologiche ed operative che integrano il capitale naturale con i SE nelle dinamiche imprenditoriali. La tassonomia europea della strategia sulla finanza sostenibile ne è un esempio: un sistema di classificazione delle attività economiche con l'obiettivo di gestire il *greenwashing*, ossia una strategia di comunicazione adottata da aziende, organizzazioni o istituzioni per apparire più sostenibili o "green" di quanto siano realmente con investimenti a basso impatto ambientale (Direzione generale per la stabilità finanziaria, 2023). Il database ENCORE (*Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure*), realizzato dalla *Natural Capital Finance Alliance* in collaborazione con il *World Conservation Monitoring Centre* del Programma Ambientale delle Nazioni Unite, supporta le istituzioni finanziarie nella valutazione dei rischi ambientali tenendo conto dei SE nelle fasi della produzione aziendale. In aggiunta alla tassonomia europea e al database ENCORE, ci sono strumenti finanziari come i *green bonds*, i *natural capital factors* e i crediti di carbonio, che esercitano un'influenza top-down sulla programmazione ed esecuzione di investimenti *nature-positive*. I crediti di carbonio consentono alle aziende di compensare le loro emissioni investendo in progetti che riducono o assorbono l'anidride carbonica in atmosfera; i "fattori di capitale naturale" sono indicatori attraverso cui valutare l'impatto delle attività economiche sugli ecosistemi; i *green bonds* sono per progetti volti al ripristino delle funzionalità ecosistemiche degli habitat esistenti.

Alla luce del ruolo che l'*accounting* ambientale ed ecosistemico sta ricoprendo progressivamente nella programmazione delle attività economico-produttive nazionali con effetti nell'organizzazione e gestione imprenditoriale (Ingram Jane Carter et al., 2024; McKenzie et al., 2025), a base del presente contributo vengono poste le seguenti domande di ricerca: i) tramite quali servizi ecosistemici valutare azioni finanziariamente sostenibili di sistemi imprenditoriali *nature-positive*?; ii) come incorporare la contabilità dei servizi ecosistemici a livello d'impresa nel rispetto della tassonomia europea sulla finanza sostenibile? iii) quali strumenti possono supportare la fattibilità di investimenti legati alla natura in considerazione dei valori economico-ambientali dei SE d'interesse finanziario?

Al fine di dare risposta ai quesiti sopra s'intende individuare opportune categorie tematiche per valutazioni d'impresa legate alla natura (2.1). Ciò considerando la tassonomia europea sulla finanza sostenibile che regola la valutazione delle performance dei settori produttivi in relazione al loro impatto ecosistemico insieme ad altri frameworks a guida dell'integrazione del capitale

naturale nelle dinamiche aziendali (2.2). Gli elementi di 2.1 e 2.2 sono di base alla strutturazione di una matrice rischio-opportunità dei SE per valutazioni di dipendenza e d'impatto tra impresa e SE (Sezione 3). Nella Sezione 4 vengono raccolte le conclusioni del lavoro evidenziando i limiti e le prospettive dello studio.

2. Contesto teorico di riferimento

2.1 Tra sistema d'impresa e servizi ecosistemici: quali connessioni valoriali?

I SE individuano elementi base per la "transizione" dall'analisi sugli ecosistemi alla contabilizzazione nei sistemi imprenditoriali *nature-positive* (Lambooy e Levashova, 2011). L'*Environmental Agency* propone un elenco classificatorio i SE combinando la *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) con il *National Ecosystem Services Classification System* (NESCS) (Newcomer-Johnson et al., 2020). In virtù della classificazione CICES/NESCS, è possibile enucleare tre *cluster* per esplicitare il contributo diversificato dei SE per le attività di un'impresa: i) *Provisioning service*; ii) *Regulating services*; iii) *Flows related to non-use values* (La Notte et al., 2025). In Tabella 1 sono riportate le categorie sui SE e le loro componenti, la cui titolazione è della CICES.

Una siffatta classificazione offre l'opportunità di circoscrivere il significato imprenditoriale dei servizi ecosistemici, e di fornire altresì un sistema di analisi rispetto cui relazionare il sistema d'impresa con i SE in termini di a) "dipendenze economiche dai SE"; b) "effetti economico-produttivi sui SE"; e c) "governance d'impresa". In a) sono principalmente ricompresi i SE di approvvigionamento; in b) quelli di regolazione, e in c) i SE il cui valore è il loro non utilizzo per scopi produttivi ma per esprimere una gestione aziendale performante rispetto gli standard europei (ad esempio, la protezione della biodiversità secondo principi di giustizia ambientale intergenerazionale) (La Notte et al., 2025).

Tabella 1. Categorie di SE e specifiche componenti (Fonte: A partire da La Notte et al., 2025)

Categoria SE	Componenti
Servizi di approvvigionamento	Servizi di approvvigionamento delle colture agricole Servizi di approvvigionamento della biomassa destinata al pascolo Servizi di approvvigionamento del bestiame Servizi di approvvigionamento derivanti dall'acquacoltura Servizi di approvvigionamento del legname Servizi di approvvigionamento di pesci selvatici e di altra biomassa acquatica naturale Servizi di approvvigionamento di animali selvatici, piante e altra biomassa naturale
Servizi di regolazione	Servizi di regolazione del clima globale Servizi di regolazione dei regimi delle precipitazioni (a scala subcontinentale) Servizi di regolazione del clima locale (microclima e mesoclima) Servizi di filtrazione dell'aria Servizi di regolazione della qualità del suolo Servizi di ritenzione del suolo e dei sedimenti Servizi di controllo dell'erosione del suolo Servizi di mitigazione delle frane Servizi di depurazione dei rifiuti solidi Servizi di depurazione delle acque Servizi di ritenzione e degradazione dei nutrienti Servizi di ritenzione e degradazione di altri inquinanti Servizi di regolazione del deflusso delle acque Servizi di mantenimento del deflusso di base Servizi di mitigazione dei picchi di deflusso Servizi di controllo delle inondazioni Servizi di protezione costiera Servizi di mitigazione delle piene fluviali Servizi di mitigazione delle tempeste Servizi di attenuazione del rumore Servizi di impollinazione Servizi di controllo biologico Servizi di controllo dei parassiti Servizi di controllo delle malattie. Servizi di mantenimento degli habitat e delle popolazioni nursery
Flussi associati ai valori di non uso	Valore di apprezzamento degli ecosistemi e delle specie

In primo luogo, ovvero sotto la lente della dipendenza fisico-produttiva dell'impresa dai SE, gli ecosistemi forniscono risorse per la produzione, rappresentando elementi di *input* (*input* ecologico) del processo produttivo. Questi sono distinguibili in *input* biotici (come la fertilità del suolo, l'impollinazione) o abiotici (come l'acqua, le risorse organolettiche del sottosuolo) (La Notte et al., 2025).

In secondo luogo, ossia rispetto al legame tra SE ed impresa basato sulla valutazione degli impatti economico-produttivi sul capitale naturale, gli ecosistemi possono rimuovere le esternalità negative che la produzione di beni e servizi realizza nell'ambiente. I processi produttivi possono

emettere sostanze inquinanti contaminando elementi come l'aria, l'acqua e il suolo. Gli ecosistemi possono contribuire a ridurre gli effetti inquinanti delle attività produttive attraverso servizi di regolazione appropriati. In aggiunta, gli ecosistemi possono proteggere i siti in cui hanno luogo i processi produttivi. Gli ecosistemi possono fornire, ad esempio, protezione da calamità naturali come inondazioni, frane e valanghe, che potrebbero causare accidentalmente danni fisici ad aziende ed interrompere il flusso dei processi produttivi con conseguenti ripercussioni finanziarie.

In terzo luogo, cioè in ragione della necessità di assicurare *standard* aziendali sempre più in linea con i *target* di finanza sostenibile, in special modo rispetto alla tassonomia ESG, l'integrazione dei SE nelle pratiche di *accountability* imprenditoriale consente il perseguimento di obiettivi ambientali generalmente riconosciuti (*target achievement*), come la mitigazione degli effetti da cambiamenti climatici e della perdita di biodiversità (La Notte et al., 2021a, 2021b). L'identificazione dei SE in ragione di obiettivi ambientali internazionali è funzione delle dinamiche politiche del contesto territoriale di riferimento.

Ciascuna dimensione tematica identificata alla base della potenziale relazione "SE-impresa" rappresenta elemento di vulnerabilità, quindi rischio, dell'impresa nell'ambito degli investimenti in SE (La Notte et al., 2025; Ascuì et al., 2021).

2.2 Come integrare le categorie imprenditoriali dei SE nella tassonomia sulla finanza sostenibile?

La crescente consapevolezza degli effetti che le attività economiche hanno sull'ambiente e sulla società ha indotto alla ricerca di modelli di "finanza sostenibile" (Bateman e Mace, 2020). La strategia europea in materia integra criteri ambientali, sociali e di *governance* (ESG) nelle analisi finanziarie per processi decisionali *nature-positive* (Barbier, 2019), volti alla gestione degli ecosistemi e alla protezione della biodiversità (Missemer, 2018).

Nel rispetto del principio del *Do No Significant Harm*, la tassonomia sulla finanza sostenibile dell'Unione Europea indirizza gli investimenti verso attività economiche climaticamente neutrali, fornendo criteri scientifici e tecnici per valutare se un settore della produzione contribuisce alla riduzione ed adattamento ai cambiamenti climatici di un territorio, nonché alla protezione della biodiversità e al ripristino degli ecosistemi (Sica et al., 2023). Nel processo di allocazione del capitale finanziario, gli investitori e le imprese tengono conto dell'impatto delle attività produttive sul capitale naturale esistente, valutandone i rischi legati all'organizzazione aziendale e al potenziale portafoglio d'investimenti da realizzare in funzione di *target* ambientali (Zetzsche e Anker-Sørensen, 2022).

La direttiva europea sulla rendicontazione di sostenibilità, la *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD) del 2023 regola la trasparenza delle informazioni ESG delle imprese. La CSRD tiene conto degli *European Sustainability Reporting Standards* (ESRS) per la misurazione degli impatti, valutazione dei rischi e definizione di possibili strategie di mitigazione. I ESRS integrano il principio sulla "doppia materialità", ovvero la necessità di rendicontare sia l'impatto delle attività aziendali sull'ambiente e la società, sia i criteri ESG relativi le performance finanziarie d'impresa (Hummel e Jobst, 2024). Come coniugare la contabilizzazione *nature-related* alla finanza sostenibile?

Nelle linee guida della *Taskforce on Nature-related Financial Disclosures* (TNFD) sono racchiuse raccomandazioni per piccole e medie imprese al fine di sviluppare valutazioni di dipendenza ed impatto delle proprie attività aziendali in considerazione del capitale naturale, quindi dei SE. Il *report* sui TNFD è organizzato secondo quattro aree tematiche: 1) gestione, 2) strategie, 3) rischi, 4) *accounting*. Ognuna costituisce specifica sezione del framework LEAP (*Locate-Evaluate-Assess-Prepare*) proposto dalla TNFD per orientare le imprese e le istituzioni finanziarie a identificare, valutare e gestire i rischi nonché le opportunità di utilizzo del capitale naturale. Le quattro fasi principali del processo sono descritte dall'acronimo LEAP: *Locate* (definire le interazioni ecosistemiche in termini di SE rispetto al capitale naturale della gestione imprenditoriale), *Evaluate* (stabilire le dipendenze tra organizzazione imprenditoriale ed ecosistemi in ottica di sviluppo strategico aziendale), *Assess* (analizzare i rischi e le opportunità correlate), *Prepare* (disseminare le informazioni sui SE con approccio *evidence-based*). Se da un lato un siffatto schema operativo supporta le organizzazioni imprenditoriali ad incorporare i rischi *nature-related* nelle strategie aziendali (TNFD, 2022), dall'altro non chia-

risce quali strumenti analitici implementare per la valutazione dei rischi legati ai SE (RA, *Risk Assessment*) e al proprio valore economico-ambientale (EEA, *Environmental-Economic Accounting*). Come specificato nei TNFD, le aziende sono tenute a raccogliere dati sulle prestazioni relative ai processi produttivi e al capitale naturale al fine di gestire efficacemente le fasi di valutazione ed *accounting* (TNFD, 2022).

È condizione necessaria per la commistione metodologica tra SE ed organizzazione imprenditoriale definire: (i) la condizione degli ecosistemi nell'attualità; (ii) le conseguenze ambientali della produzione; (iii) i SE che l'azienda intende considerare per raggiungere obiettivi finanziari specifici. La costruzione singolare e sequenziale dei *layer* informativi da (i) a (iii) consente l'identificazione e la misurazione delle dipendenze tra l'organizzazione imprenditoriale e il capitale naturale, nonché la valutazione degli impatti potenziali sugli ecosistemi (Broer et al., 2017).

Un "percorso di dipendenza" si basa sui cambiamenti delle condizioni ambientali che hanno un impatto sui costi di produzione e profitti dell'azienda che potrebbero dipendere dall'utilizzo e fornitura di SE. La fornitura di SE di un'azienda può variare a seconda dell'estensione superficiale e delle condizioni ambientali di un ecosistema con effetti sul livello di produttività. Un "percorso d'impatto" tiene conto, invece, di come l'attività produttiva possa modificare le condizioni degli ecosistemi alterandone il livello di fornitura di SE nel tempo. L'analisi degli impatti sugli ecosistemi è legata alla contabilità delle condizioni ecosistemiche per mezzo di opportuni indicatori di stato e monitoraggio (La Notte et al., 2025).

Gli impatti e le dipendenze "impresa-SE" possono essere espressi in relazione al differenziale (*trade-off*) tra il livello potenziale di SE (*ES supply*), che dipende direttamente dalle condizioni ecosistemiche, ed il livello della domanda di SE (*ES demand*), che rappresenta i bisogni economici e sociali degli utenti da soddisfare con SE (La Notte et al., 2025). Si raggiunge una condizione di equilibrio indifferente tra i livelli di produzione imprenditoriali ed ecosistemici quando il livello di produzione di SE soddisfa la domanda di SE. Si creano condizioni di equilibrio stabili o instabili nel caso di *trade-off* positivi o negativi, a seconda del rapporto tra *ES supply* d'impresa e *ES demand* di contesto. Ciò dipende dal punto di vista adottato quando si considera il rapporto "impresa-SE". Una valutazione del *trade-off* consente di identificare domini di vulnerabilità "impresa-SE" che diversificano a seconda della forte (H)-debole (L) dipendenza con i SE o dell'impatto stabile (H)-instabile (L)-indifferente (M) su i SE (Svartzman et al., 2021).

Le relazioni di dipendenza e di impatto rispetto alle categorie di SE (2.1), organizzate secondo le fasi del LEAP, identificano elementi base di una matrice Rischio-Opportunità al cui interno circoscrivere "domini di vulnerabilità" secondo il binomio «Impresa-SE». Ciascun dominio fornisce indicazioni sul livello di dipendenza tra organizzazione imprenditoriale e capitale naturale nonché di potenziale impatto dell'attività economica sul *net-gain* ecosistemico. La Sezione 3 seguente si concentra sulla descrizione della matrice SE Rischio-Opportunità (SERO).

3. La Matrice SERO

Le matrici rischio-opportunità sono strumenti analitici tramite cui identificare, valutare e rappresentare in modo strutturato sia i rischi che le opportunità legati a specifici fattori, come ad esempio il cambiamento climatico, i rischi ESG o quelli legati alla natura. Esse permettono di visualizzare e confrontare il livello di probabilità e d'impatto potenziale di ciascun evento, sia esso negativo (rischio) che positivo (opportunità), supportando così il processo decisionale strategico e operativo di un'impresa. Tale strumento è sempre più utilizzato nell'ambito della rendicontazione di sostenibilità (es. CSRD, TNFD, TCFD), dove le imprese sono chiamate non solo a valutare le minacce derivanti dai cambiamenti ambientali o normativi, ma anche ad individuare opportunità strategiche legate, ad esempio, alla transizione ecologica o all'innovazione sostenibile (Qazi et al., 2020).

Gli *stages* del LEAP framework e le categorie tematiche SE identificate al 2.1 sono presi in considerazione per strutturare la matrice SERO (Figura 1). Il LEAP *framework* è stato scelto perché include una sezione di valutazione del rischio e *accounting*, che corrisponde agli *stage Evaluate e Assess*. Per il legame strategico tra impresa e capitale naturale, le prime due parti del *framework* (*Locate - Evaluate*) possono essere ricondotte alla dimensione ambientale (*Environmental*, E) della

triade ESG; la fase *Assess* alla sezione sociale (S) per valutare il rischio d'impresa associato a un ritorno sociale potenziale dell'investimento; la fase di preparazione alla dimensione *Governance* (G) in cui l'azienda si occupa di diffondere le proprie prestazioni redigendo *report* di sostenibilità ai portatori d'interesse coinvolti nel processo decisionale tramite programmi di *co-governance* eco-sostenibili (La Notte et al., 2025).

È possibile tracciare idealmente una corrispondenza biunivoca tra la dimensione di contabilizzazione dei SE e quella di analisi finanziaria degli investimenti d'impresa in azioni strategiche che possono ricomprendere, o meno, il valore d'uso dei SE a finalità produttive.

La matrice SERO equivale ad una tabella a doppia entrata, quindi è possibile leggere lo strumento di analisi sia dal basso verso l'alto sia da sinistra verso destra. Per ogni categoria di SE e fase del LEAP framework, ciascuna cella della matrice identifica un dominio di vulnerabilità con un livello d'impatto e dipendenza specifici. La dicotomia alto (H)-basso (L) esprime le relazioni di dipendenza "impresa-ecosistema"; mentre le relazioni di impatto sono rappresentate nella triade alta (H), media (M) e bassa (L) in funzione del *net-gain* ecosistemico. Le relazioni di dipendenza sono osservate nel quadrante della cella al di sotto della diagonale principale; il quadrante superiore è dedicato a quelle d'impatto. Successivamente a una consultazione *desk* con advisor esperti nell'analisi del rischio legato alla natura e nella valutazione dell'impatto degli investimenti, sono state compilate le celle e le relative sezioni della matrice.

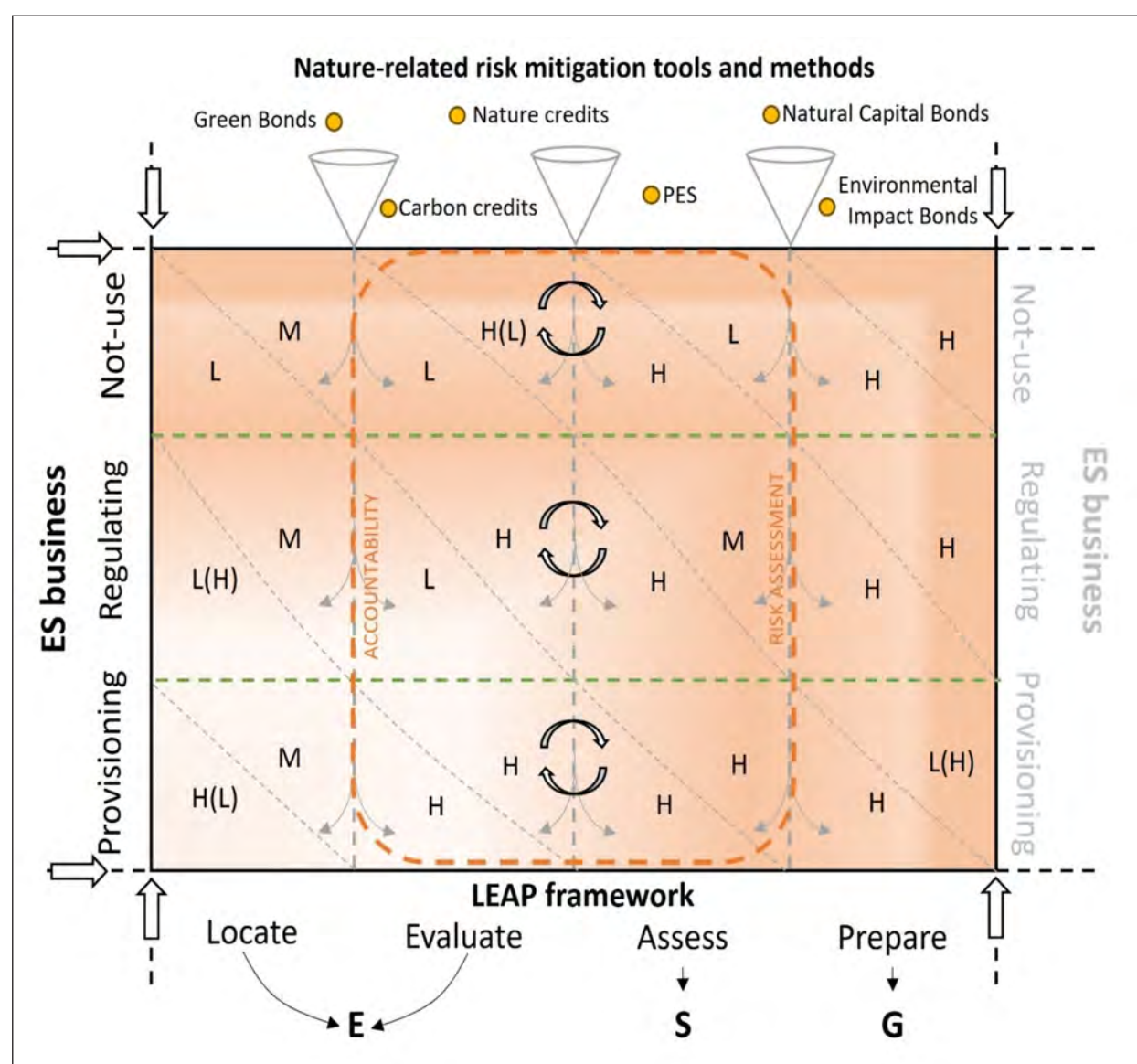


Figura 1. La matrice SERO e raffigurazione delle proprie componenti analitiche-strutturali.

La lettura dell'organigramma matriciale SERO offre spunti singolari di analisi ed approfondimento, in particolare considerando il potenziale conflitto tra i giudizi sui rapporti di dipendenza ed impatto. I primi sulla dipendenza mostrano giudizio H per i servizi di approvvigionamento in corrispondenza di tutte le fasi del framework LEAP. A differenza dei servizi di regolazione e non-uso per cui è possibile rilevare una debole dipendenza nella fase *Locate* ed *Evaluate* a causa dell'intangibilità del servizio ecosistemico e dell'impiego di analisi basate su considerazioni extra-mercantili.

Le valutazioni d'impatto assumono significatività nelle fasi *Evaluate* e *Assess*, ovvero in corrispondenza delle sezioni di *accountability* e *risk assessment*. In queste si rilevano scenari conflittuali laddove i servizi ecosistemici siano di regolazione e non-uso. Per quelli di regolazione, sebbene nella fase di *Evaluate* ci possa essere la probabilità che il rapporto di dipendenza risulti basso, l'impatto del ciclo produttivo di un'impresa sul *net gain* ecosistemico (differenza tra *ES supply* ed *ES demand*) potrebbe essere alto in ragione, ad esempio, del tasso d'inquinamento extra produzione. Per quelli di non-uso, invece, nella fase di *Assess* ci potrebbe essere un alto livello di dipendenza (ad esempio, a causa delle politiche in materia di *welfare* aziendale per migliorare la qualità della vita lavorativa e personale dei dipendenti) ed un basso livello per la relazione d'impatto sulle condizioni ecosistemiche del capitale naturale. Le azioni strategiche d'impresa per il miglioramento del benessere dei lavoratori non impattano significativamente sulle capacità di offerta dei SE dell'ecosistema a scopi legati alla produzione di beni/servizi mercantili (Hirons et al., 2016).

Incentivi fiscali internazionali (ad esempio, i *nature credits* e i *green bonds*), come anche forme di co-partecipazione e *co-governance* di gestione del rischio d'impresa da SE, come nel caso dei *Payment of Ecosystem Services*, potrebbero essere strumentali in corrispondenza degli ambiti decisionali con giudizi di dipendenza ed impatto divergenti. Tali elementi si manifestano nella fase *Evaluate (Accountability)*, durante la quale, in riferimento ai servizi di regolazione e a quelli non direttamente connessi all'uso, può verificarsi la combinazione «L-H». Quest'ultima andrebbe orientata verso il binomio ottimale «H-L» mediante l'adozione di adeguati meccanismi di incentivazione, di natura fiscale e non.

4. Conclusioni

La sinergia tra capitale naturale ed impresa appare complessa. I SE esprimono processi ecologici funzionali ai bisogni antropici. La capacità di un ecosistema a soddisfare, o meno, esigenze umane costituisce variabile *proxy* tra natura e finanza. L'iniziativa TNFD propone il LEAP *framework* per integrare i SE nelle operazioni di rendicontazione e monitoraggio ESG delle imprese.

Con il presente lavoro è stata conferita evidenza ai SE specificamente per la costruzione di valutazioni di vulnerabilità e rischio legati al capitale naturale. Al fine di coniugare tipologia di SE con le fasi del LEAP è stata realizzata la Matrice SERO da cui poter enucleare opportuni domini decisionali «dipendenza-impatto» di necessario approfondimento metodologico ed operativo. Nell'ambito di una procedura co-partecipativa volta all'assegnazione dei livelli di dipendenza e impatto nei diversi domini del modello SERO, sono stati attivati momenti di confronto strutturato tra diverse *expertise*, con l'obiettivo di costruire una matrice valutativa condivisa. L'analisi condotta ha evidenziato significative disomogeneità nei contesti decisionali, in particolare nelle fasi di *accountability* e *assessment*, con riferimento ai servizi ecosistemici di regolazione e di non uso. In corrispondenza di questi, sono necessari meccanismi di mitigazione e compensazione appropriati. La matrice SERO si configura, quindi, quale possibile strumento di supporto alla costruzione di percorsi finanziari *nature-positive* nei quali definire soluzioni di compromesso e di ottimalità tra interessi privati e collettivi, ad esempio, per la finanziarizzazione di *Nature-based Solutions (NbS)* tramite modelli economico-valutativi e meccanismi di *co-governance nature-positive*.

Le sezioni di *accounting* e *assessment* di SERO, ossia le fasi *Evaluate* ed *Assess*, saranno oggetto di approfondimento nelle prossime fasi della ricerca.

Contributo degli autori

Il lavoro, che è stato realizzato come parte del progetto di ricerca in corso presso l'Università Sapienza

di Roma, intitolato "ECO-think: Integrazione dei servizi ecosistemici della natura nell'ambiente urbano" va attribuito in parti uguali agli autori,

Bibliografia

- Ascui F., Ball A., Kahn L. & Rowe J. (2021). Is operationalising natural capital risk assessment practicable?. *Ecosystem services*, 52, 101364. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101364>
- Barbier E.B. (2019). The concept of natural capital. *Oxford Review of Economic Policy*, 35(1), 14-36. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gry028>
- Bateman I.J. & Mace G.M. (2020). The natural capital framework for sustainably efficient and equitable decision making. *Nature Sustainability*, 3(10), 776-783. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0552-3>
- Broer W., van Schaick J., Nijhof B., Ohm J., 2017. Reporting on Natural Capital. Guidance on a Practical Approach. Amsterdam.
- De Groot R., Van der Perk J., Chiesura A. & van Vliet A. (2003). Importance and threat as determining factors for criticality of natural capital. *Ecological economics*, 44(2-3), 187-204. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00273-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00273-2)
- Díaz S., Pascual U., Stenseke M., Martín-López B., Watson R.T., Molnár Z., ... & Shirayama Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. *Science*, 359(6373), 270-272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
- Directorate-General for Financial Stability, FS, CMU, 2023. EU Taxonomy for Sustainable Finance. https://finance.ec.europa.eu/publications/sustainable-finance-package-2023_en
- Fisher B. & Turner R.K. (2008). Ecosystem services: classification for valuation. *Biological conservation*, 141(5), 1167-1169. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.02.019>
- Hirons M., Comberty C. & Dunford R. (2016). Valuing cultural ecosystem services. *Annual Review of Environment and Resources*, 41(1), 545-574. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085831>
- Hummel K. & Jobst D. (2024). An overview of corporate sustainability reporting legislation in the European Union. *Accounting in Europe*, 21(3), 320-355. <https://doi.org/10.1080/17449480.2024.2312145>
- Ingram J.C., McKenzie E.J., Bagstad K.J., Finisdore J., van den Berg R., Fenichel E., ... & Spurgeon J. (2024). Leveraging natural capital accounting to support businesses with nature-related risk assessments and disclosures. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 379(1903), 20220328. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0328>
- La Notte A., Ferrini S., Pisani D., Grilli G., Grammatikopoulou I., Vallecillo S., ... & Maes J. (2021a). How much do Europeans value biodiversity. *Publications Office of the European Union*. doi: <https://doi.org/10.2760/927786> (online)
- La Notte A., Marques A., Petracco M., Paracchini M.L., Zurbaran-Nucci M., Grammatikopoulou I. & Tamborra M. (2025). The assessment of nature-related risks: From ecosystem services vulnerability to economic exposure and financial disclosures. *Ecological Economics*, 235, 108636. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2025.108636>
- La Notte A., Vallecillo S., Garcia, Bendito E., ... & Maes J. (2021b). Ecosystem Services Accounting–Part III–Pilot accounts for habitat and species maintenance, on-site soil retention and water purification. doi: <https://doi.org/10.2760/636621> (online)
- Lambooy T. & Levashova Y. (2011). Opportunities and challenges for private sector entrepreneurship and investment in biodiversity, ecosystem services and nature conservation. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 7(4), 301-318. <https://doi.org/10.1080/21513732.2011.629632>
- MacDonald D.V., Hanley N. & Moffatt I. (1999). Applying the concept of natural capital criticality to regional resource management. *Ecological economics*, 29(1), 73-87. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00051-2](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00051-2)
- Maes J., Teller A., Erhard M. et al., 2020. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU Ecosystem Assessment. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- McKenzie E.J., Jones M., Seega N., Siikamäki J. & Vijay V. (2025). Science and technical priorities for private sector action to address biodiversity loss. *Philosophical Transactions B*, 380(1917), 20230208. <https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0208>

- Millennium, Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being. Island Press, Washington D.C.
- Missemer A. (2018). Natural capital as an economic concept, history and contemporary issues. *Ecological economics*, 143, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.07.011>
- Newcomer-Johnson T., Andrews F., Corona J., DeWitt T.H., Harwell M.C., Rhodes C., ... & Van Houtven G. (2020). National ecosystem services classification system (NESCO) plus. USGS Report, 1.
- Qazi A., Dikmen I. & Birgonul M.T. (2020). Mapping uncertainty for risk and opportunity assessment in projects. *Engineering Management Journal*, 32(2), 86-97. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1664249>
- Saarikoski H., Primmer E., Saarela S.R., Antunes P., Aszalós R., Baró F., Berry P., Blanko G.G., Gómez-Baggethun E., Carvalho L. and Dick J. (2018). Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. *Ecosystem services*, 29, 579-598. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.019>
- Sica F., Tajani F., Sáez-Pérez M.P. & Marín-Nicolás J. (2023). Taxonomy and indicators for ESG investments. *Sustainability*, 15(22), 15979. <https://doi.org/10.3390/su152215979>
- Svartzman R., Espagne E., Julien G., Paul H.L., Mathilde S., Allen T., ... & Vallier A. (2021). A 'Silent Spring' for the Financial System? Exploring Biodiversity-Related Financial Risks in France. Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, 2022. Guidance on the Assess Phase of LEAP.
- TEEB, 2010. Ecological and Economic Foundations. UK.
- United Nations, 2024. System of Environmental-Economic Accounting - Ecosystem Accounting. Department of Economic and Social Affairs. https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EA/seea_ea_f124_web_12dec24.pdf
- Verburg R., Selnes T., Verweij P. (2016). Governing ecosystem services: National and local lessons from policy appraisal and implementation. *Ecosystem Services*, 18, 186-197. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.03.006>
- Zetzsche D.A. & Anker-Sørensen L. (2022). Regulating sustainable finance in the dark. *European Business Organization Law Review*, 23(1), 47-85. <https://doi.org/10.1007/s40804-021-00237-9>



Juan Pedro Grammaldo
Francesco Mazziotti

DOWNLOAD

Esempio Atto costitutivo
e Statuto della CER
Check List

Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) e AutoConsumo Collettivo (ACC)



Aggiornato al Decreto
CER MASE n. 414/2023

Esempi pratici di CER e ACC

dei
TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

www.build.it

dei
TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE