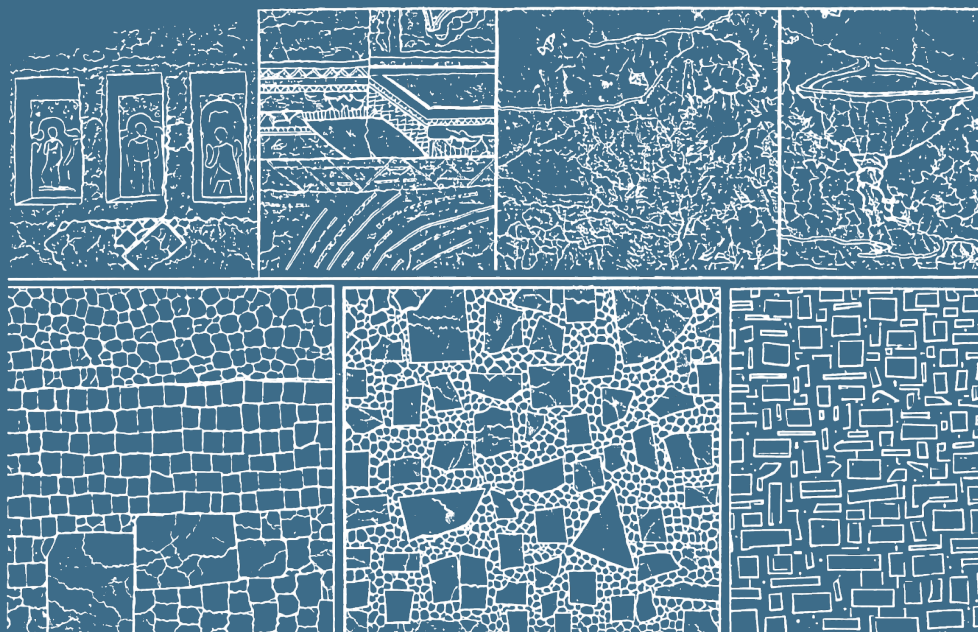


CLIMATE CHANGE E SOSTENIBILITÀ DEI TERRITORI TRA RISCHI AMBIENTALI E ANTROPICI

a cura di
IRENE FANTAPPIÈ e SARA ZUCCARINO



Che cosa significa oggi abitare il pianeta? Questo volume affronta la domanda attraversando saperi e linguaggi diversi: dalle scienze ambientali al diritto, dalla matematica alle scienze sociali, dalla filosofia alla letteratura. Articolato in tre sezioni – cornici etiche, culturali e letterarie; strumenti e governance per la sostenibilità dei territori; ruolo delle università e della ricerca – il volume propone dunque una lettura transdisciplinare del cambiamento climatico come una questione insieme scientifica, politica e simbolica. Al centro, il territorio come luogo di crisi ma anche di sperimentazione, in cui si ridefiniscono le relazioni tra umano, non umano e tecnologia. I saggi indagano sia i rischi e le trasformazioni del passato e del presente, sia anche le possibilità di risposta: modelli sostenibili, strategie di mitigazione e adattamento, pratiche di coabitazione, nuove forme di consapevolezza. Ne emerge un invito a pensare la transizione ecologica come processo culturale e sociale oltre che tecnico, fondato su responsabilità condivisa e giustizia intergenerazionale.

What does it mean to inhabit the planet today? This volume addresses the question by bringing into dialogue diverse fields of knowledge and forms of expression: from environmental sciences to law, from mathematics to the social sciences, from philosophy to literature. Organized into three sections – ethical, cultural and literary frameworks; tools and governance for the sustainability of territories; and the role of universities and research – the volume offers a transdisciplinary perspective on climate change as at once a scientific, political, and symbolic issue. The territory is conceived as both a site of crisis and a space of experimentation, where relationships between humans, non-humans, and technology are being reconfigured. The essays explore not only risks and transformations, but also possible responses: sustainable models, strategies for mitigation and adaptation, practices of cohabitation, and new forms of awareness. Ultimately, the volume invites readers to rethink ecological transition as a cultural and social process, as well as a technical one, grounded in shared responsibility and intergenerational justice.



Copyright © EUC - 2026
EDIZIONI UNIVERSITÀ DI CASSINO

CENTRO EDITORIALE DI ATENEO
Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale
Campus universitario – Palazzo degli Studi
Località Folcara – 03043 Cassino (FR), Italia
e-mail: editoria@unicas.it

ISBN 978-88-8317-149-9

I contenuti della pubblicazione possono essere utilizzati purché se ne citi la fonte e non vengano modificati il senso e il significato dei testi in esso contenuti.

Il CEA, Centro Editoriale di Ateneo, e l'Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale non sono in alcun modo responsabili dell'uso che viene effettuato dei testi presenti nel volume, di eventuali modifiche ad essi apportate e delle conseguenze derivanti dal loro utilizzo.



EBOOK

Gli e-book di EUC – Edizioni Università di Cassino sono pubblicati con licenza:

Creative Commons Attribution 4.0 International
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Pubblicato in versione digitale su archivi online in *open access* nel mese di luglio 2026.

In copertina una rielaborazione grafica di un collage di immagini raffiguranti alcune decorazioni del Ninfeo Ponari di Cassino. Si ringrazia il dott. Adolfo Panarello per la gentile concessione all'utilizzo.

COLLANA SCIENTIFICA
e-book

CLIMATE CHANGE
E SOSTENIBILITÀ DEI TERRITORI
TRA RISCHI AMBIENTALI E ANTROPICI

a cura di
IRENE FANTAPPIÈ e SARA ZUCCARINO



EDIZIONI UNIVERSITÀ DI CASSINO

Centro Editoriale di Ateneo – Università degli Studi di Cassino e del Lazio meridionale | 2026

Indice

Prefazione

MARCO DELL'ISOLA pag. 7

Introduzione

ALESSANDRA SANNELLA pag. 9

Ringraziamenti

IRENE FANTAPPIÈ, SARA ZUCCARINO pag. 15

PARTE PRIMA

CORNICI ETICHE, CULTURALI E LETTERARIE

Distruggere la natura grave peccato.

Una riflessione sulla Laudato si' a dieci anni di distanza

LUIGI DI SANTO pag. 21

Comunità 'ibride'. Contributi dell'etologia filosofica a nuovi modelli della coabitazione uomo-animali

MARCO CELENTANO pag. 33

Il Ninfeo Ponari di Cassino: rischi e strategie di valorizzazione tra cambiamenti climatici e pressioni antropiche

EUGENIO POLITO, ARTURO GALLOZZI, VINCENZO GRAFFEO,
FRANCESCA PIERDOMINICI pag. 51

Il Decamerone e i sistemi evolutivi complessi

GIULIO DE JORIO FRISARI pag. 77

Antonio Machado ecologista ante litteram

ROBERTA ALVITI pag. 95

La grande cecità / La grande rimozione. (Im)pensabilità e (ir)rappresentabilità del cambiamento climatico nel saggio letterario (Amitav Ghosh) e nel graphic essay (Roberto Grossi)

IRENE FANTAPPIÈ pag. 113

PARTE SECONDA

STRUMENTI, GOVERNANCE E TRAIETTORIE OPERATIVE PER LA SOSTENIBILITÀ DEI TERRITORI

- Sostenibilità territoriale, autonomia negoziale e metamorfosi del diritto privato*
SARA ZUCCARINO pag. 131
- Cambiamento climatico: scenari e prospettive per le aree rurali*
GIANLUCA GROSSI, VALENTINA POLSINELLI pag. 151
- Tra doveri climatici e pianificazione energetica: la discrezionalità amministrativa alla prova della sostenibilità*
JIADA DOMANICO pag. 169
- Nonlinear Modeling of Vegetation Indices under Climate Variability*
ABDULRAHMAN ABDULRAHMAN pag. 187
- Verso una democrazia energetica territoriale: il contributo delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) nella lotta alla povertà energetica*
EMANUELE MIGLIORELLI pag. 207

PARTE TERZA

RUOLO DELLE UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA NELLA TRANSIZIONE CLIMATICA

- La circolarità per la gestione sostenibile delle batterie agli ioni di litio: analisi biometrica e contenutistica della letteratura manageriale*
VINCENZO FORMISANO, MARIA FEDELE,
GRAZIA MARIA ALESSANDRA LENA, SARA KULLAFI pag. 231
- The University and the Need for Bifurcation for Sustainable Futures*
PAUL HAYES, JAN C. SCHMIDT, ESTER TORIBIO-ROURA,
CERI ALMROTT, NOEL FITZPATRICK, ALESSANDRA SANNELLA pag. 267
- Raising Awareness on Climate Change Among University Students: an Enterprising Journey*
SIMONA BALZANO, MARCELLO DE ROSA, DEIRDRE MCQUILLAN pag. 315

Prefazione

Il cambiamento climatico rappresenta oggi una delle sfide più complesse e urgenti che la comunità scientifica, le istituzioni e la società nel suo insieme sono chiamate ad affrontare. Non si tratta soltanto di un fenomeno ambientale, ma di una trasformazione profonda che investe i sistemi economici, sociali e culturali, imponendo una revisione dei nostri modelli di sviluppo e delle nostre categorie interpretative. In questo quadro, il ruolo dell'Università si configura come cruciale: luogo di produzione e trasmissione del sapere in una prospettiva sostenibile del futuro, ma soprattutto comunità educante e spazio di responsabilità civile.

Il presente Volume d'Ateneo, promosso dalla Delega per lo Sviluppo Sostenibile e dal Comitato di Ateneo per lo Sviluppo Sostenibile, si inserisce pienamente in questa prospettiva, proponendo una riflessione ampia e articolata sul rapporto tra cambiamento climatico e sostenibilità dei territori. La sua struttura – che attraversa cornici etiche, culturali e letterarie, strumenti di governance e traiettorie operative, nonché il ruolo delle università e della ricerca – restituisce con efficacia la natura intrinsecamente transdisciplinare della questione climatica.

Desidero pertanto esprimere un sentito ringraziamento alle curatrici, Irene Fantappiè e Sara Zuccarino, per il lavoro rigoroso e appassionato con cui hanno ideato e coordinato questo progetto editoriale, riuscendo a valorizzare la pluralità di competenze presenti nel nostro Ateneo e a costruire un dialogo fecondo tra ambiti disciplinari differenti.

Particolarmente significativo è il coinvolgimento, all'interno del volume, di tutti i Dipartimenti dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale. Tale partecipazione testimonia non solo la ricchezza e la vitalità della nostra comunità accademica, ma anche la consapevolezza condivisa che le grandi sfide contemporanee richiedono approcci integrati, capaci di superare i confini tradizionali tra le discipline. Accanto a questa dimensione interna, il volume si arricchisce ulteriormente grazie al contributo dei partner dell'alleanza europea EUt+, a conferma della vocazione internazionale del nostro Ateneo e del valore strategico delle reti di cooperazione accademica nella costruzione di conoscenze e pratiche orientate alla sostenibilità.

Prefazione

MARCO DELL'ISOLA

Dai saggi qui raccolti emerge con chiarezza come il territorio del Lazio Meridionale si configuri oggi non solo come spazio di criticità – segnato da rischi ambientali e pressioni antropiche – ma anche come laboratorio di sperimentazione, in cui si elaborano modelli innovativi di convivenza tra esseri umani, ecosistemi e tecnologie. In questa prospettiva, il volume offre un contributo importante alla riflessione sulla transizione ecologica, intesa non soltanto come insieme di soluzioni tecniche, ma come ripensamento complessivo dei modelli di convivenza, orientato a una responsabilità diffusa e a una rinnovata attenzione verso le generazioni future.

Nel promuovere iniziative come questa, il nostro Ateneo ribadisce il proprio impegno a favore di una ricerca capace di incidere concretamente sui territori e di dialogare con le istituzioni, le imprese e la società civile. Questo volume ne è una testimonianza significativa: un lavoro corale che coniuga rigore scientifico, apertura interdisciplinare e attenzione alle sfide del presente.

Confido che le riflessioni qui proposte possano contribuire ad alimentare un dibattito consapevole e costruttivo, stimolando nuove linee di ricerca e pratiche orientate alla sostenibilità e alla cura della nostra 'casa comune' e, al tempo stesso favorire la sperimentazione, all'interno del nostro Ateneo, di buone pratiche capaci di tradurre tali principi di sostenibilità in modelli concreti di applicazione.

Marco Dell'Isola

Rettore dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale

Introduzione

Nel rugby esiste un *terzo tempo* che, per il suo valore simbolico, segna il passaggio dalla competizione all'incontro, al dialogo e alla condivisione. È in questo spazio che nascono relazioni sincere, spesso amicizie durature, capaci di superare la gara. Anche i tifosi vi prendono parte, riducendo la distanza tra chi è in campo e chi ha sostenuto la propria squadra dagli spalti. In ambito universitario, questa dimensione trova riscontro nella cosiddetta *Terza missione*: l'insieme delle attività con cui le università interagiscono con la società civile, il territorio e il tessuto imprenditoriale, affiancando didattica e ricerca per promuovere la crescita economica, sociale e culturale. Così si configura la *Terza missione* dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale: il tempo in cui l'ateneo unisce le proprie funzioni fondamentali per incontrare la cittadinanza, condividere conoscenza, costruire legami e generare valore comune. Dopo il confronto delle idee e il rigore dello studio, si apre lo spazio della partecipazione: un *terzo tempo* in cui sapere e comunità si riconoscono come parte della stessa *équipe*. Questo spirito trova espressione nei volumi di Ateneo che, da anni, danno continuità alle numerose attività svolte. Il presente testo, *Climate change e sostenibilità dei territori tra rischi ambientali e antropici*, sesto della serie, curato da Irene Fantappiè e Sara Zuccarino, si inserisce in questo percorso come voce corale. Il volume affronta il tema dell'accelerazione del cambiamento climatico, ormai non più uno scenario futuro ma una realtà presente: una condizione che ridefinisce priorità, stili di vita, modelli produttivi e forme di governance, e interpella in profondità anche il ruolo delle istituzioni della conoscenza. Come Delegata del Rettore allo Sviluppo Sostenibile, sento con chiarezza che la responsabilità dell'Ateneo non consiste soltanto nell'aderire a un'agenda globale, ma nel contribuire attivamente alla sua trasformazione in pratiche, strumenti, politiche, linguaggi e percorsi educativi capaci di incidere sui territori e di produrre innovazione sociale. La sostenibilità rappresenta molto più dell'insieme dei 17 obiettivi: è una grammatica del futuro attraverso cui ripensare, in chiave transdisciplinare, le interdipendenze tra saperi, istituzioni, persone e ambiente.

1. La sfida sistemica: esposoma, vulnerabilità e interdipendenze

Il volume si colloca all'interno di una consapevolezza scientifica ormai consolidata: i mutamenti ambientali entrano in relazione con la salute, le opportunità e le condizioni materiali ed esistenziali delle comunità umane in una complessità caleidoscopica. Il concetto di esposoma esprime con forza questa complessità, rivelando come l'intero insieme delle esposizioni ambientali – fisiche, chimiche, biologiche e sociali – agisca cumulativamente sulle traiettorie di vita e sulle disuguaglianze. Questo è ampiamente dimostrato dai dati che abbiamo sul nostro paese. In Italia, i costi, dal punto di vista umano, sociale ed economico, del cambiamento climatico si manifestano in modo sempre più evidente non solo sul piano ambientale, ma anche su quello umano e sociale. Secondo il *Climate Risk Index 2026* (1), nel periodo compreso tra il 2006 e il 2026, si stima che in Italia gli eventi climatici estremi – in particolare le ondate di calore e, in misura minore, le alluvioni – abbiano causato complessivamente tra le 30.000 e le 40.000 vittime, con una netta prevalenza degli effetti legati al caldo estremo, fenomeno che si conferma come il principale fattore di mortalità climatica nel contesto europeo, come evidenziato dall'*European Environment Agency* (2). Questi dati delineano già un impatto significativo sulle popolazioni ed evidenziano l'urgenza di interventi immediati. Si registrano ulteriori costi sul piano economico: i danni cumulati hanno raggiunto circa 90 miliardi di euro nel periodo 1980-2020¹ e, secondo le stime di Greenpeace Italia (3), a ciò vanno aggiunti ulteriori 19 miliardi di euro registrati negli ultimi anni (2015-2024) per frane e alluvioni. Come noto, a questi eventi estremi bisogna aggiungere anche i danni delle perdite nei settori produttivi, in particolare agricoli, con cali che in annate critiche possono arrivare, secondo i dati ISPRA (4) fino al 25% della produzione risicola, al 10% del grano e al 15% della frutta, nonché una crescente esposizione delle comunità: una quota significativa di edifici e infrastrutture sensibili, fino a circa il 14,6%, risulta infatti collocata in aree a rischio idrogeologico. Tali impatti non si distribuiscono in modo uniforme, ma amplificano le vulnerabilità già esistenti, accentuando le disuguaglianze territoriali e sociali e ponendo una pressione crescente sui sistemi di welfare e sulle istituzioni pubbliche, anche alla luce di costi futuri stimati fino a una quota compresa tra lo 0,5% e l'8% del PIL entro la fine del secolo, come sottolineato nel 2021 dal CMCC (5). Il

¹ Cfr. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY 2021.

dialogo sulla sostenibilità a livello di Ateneo significa riconoscere che la questione relativa alla crisi climatica non riguarda solo l'atmosfera, la biodiversità o l'energia: riguarda la quotidianità concreta delle persone che abitano un campus, vivono un territorio, lavorano in reti istituzionali e comunitarie, e hanno una responsabilità nel perimetro dell'approccio *One Health*. Significa riconoscere la sostenibilità come determinante sociale dei diritti e dell'uguaglianza e, come tale, richiede che il sapere universitario sia capace di leggere e trasformare le *connessioni* che attraversano le nostre società.

2. Il Piano Strategico e il Piano di Sostenibilità: la rotta dell'Ateneo

Negli ultimi anni l'Ateneo ha scelto con decisione di collocare la sostenibilità nel quadro dello Statuto di Ateneo, ma anche al centro della propria programmazione, che passa dal Piano Strategico al Piano di Sostenibilità 2023-2025 (6). In particolare, la volontà di impegnarsi per lo sviluppo sostenibile si è tradotta in alcune direttive specifiche, tra cui la *conoscenza responsabile*: fare ricerca e didattica che misurino i propri impatti e contribuiscano allo sviluppo sostenibile secondo criteri di equità, inclusione, trasparenza e innovazione. La *governance sostenibile*: orientare le scelte, gli investimenti, le procedure e le infrastrutture verso la riduzione dell'impronta ambientale, la valorizzazione dell'efficienza energetica e la promozione della partecipazione. Non ultimo, il dialogo della *Terza missione*: agire come attore territoriale capace di attivare comunità, istituzioni, imprese e cittadini in percorsi condivisi per la transizione sociale. Si evince che la trasversalità voluta riguarda tutti gli ambiti dell'università.

3. La transizione è anche un cambiamento

Se il dialogo istituzionale sulla transizione ecologica rappresenta ormai una traiettoria avviata e condivisa, la piena realizzazione di tale piano nelle dimensioni culturali e sociali richiede ancora tempo, visione e responsabilità diffusa. Per questo motivo, il volume che mi onoro di introdurre assume un valore ulteriore nel quadro delle necessarie azioni di mitigazione e adattamento all'accelerazione del cambiamento climatico, alle quali l'agenda

accademica non può sottrarsi. Il lavoro curato dalle colleghe Irene Fantappiè e Sara Zuccarino ribadisce un principio imprescindibile: la sostenibilità non può essere compresa attraverso la sola lente di alcune discipline, escludendone altre, né affrontata separando i dati dai contesti umani e sociali cui essi rimandano. Richiede, al contrario, una prospettiva integrata, capace di coinvolgere la ricerca, la didattica e l'analisi critica in una logica autenticamente interdisciplinare. La presenza di contributi provenienti dagli studi letterari e filosofici mostra come la cultura svolga un ruolo decisivo nel definire ciò che le società ritengono non negoziabile. Non è possibile promuovere un cambiamento reale senza interrogare le radici simboliche della nostra relazione con la natura, con le altre specie, con il concetto di limite e con le popolazioni più esposte a condizioni di vulnerabilità. La seconda parte del volume mette in dialogo strumenti giuridici, modelli energetici, dinamiche rurali, sistemi di cooperazione e analisi del rischio. Ne emerge un'evidenza ormai chiara: la transizione non è soltanto una questione tecnologica o ambientale, ma anche una questione di democrazia. Governare la sostenibilità significa affrontare conflitti, redistribuire costi e benefici, garantire un accesso equo alle risorse e ai servizi, evitare che gli impatti ricadano sui più fragili e costruire forme di responsabilità condivisa. In questo senso, il contributo delle comunità energetiche, delle reti civiche e delle pratiche di partecipazione attiva mostra come i territori possano diventare veri e propri laboratori di equità ambientale ed economica. È in questa prospettiva che si colloca la terza parte del volume, in cui, in un articolato contributo sviluppato nell'ambito dell'Alleanza Universitaria Europea EUt+, si propone una lettura cruciale: la transizione richiede una vera e propria biforcazione, un cambio di paradigma nella missione delle università. Gli autori, provenienti dalle diverse istituzioni, che compongono l'alleanza, ribadiscono il ruolo centrale dell'università nella produzione e diffusione della conoscenza, ma ne rilanciano anche la funzione trasformativa: quella di divenire 'luoghi di cambiamento', capaci di anticipare scenari futuri, integrare scienze dure, scienze sociali e saperi umanistici, formare cittadini climaticamente consapevoli, sviluppare modelli e tecnologie innovative e promuovere la giustizia ambientale, energetica, generazionale e di genere.

In questo testo, il lettore potrà cogliere quanto l'università sia responsabilizzata nelle azioni del *terzo tempo* della società: uno spazio in cui la conoscenza si traduce in responsabilità e la transizione prende forma come un progetto collettivo.

Questo volume testimonia la volontà dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale di collocarsi in modo credibile e generativo nel processo di transizione climatica. Lo fa attraverso il rigore scientifico, la pluralità dei contributi disciplinari e la capacità di connettere teoria e pratica, analisi e operatività, visione strategica e azione concreta. Desidero rivolgere un sentito ringraziamento al Magnifico Rettore, prof. Marco Dell'Isola, per aver sostenuto con lungimiranza il percorso di radicamento della sostenibilità all'interno dell'Ateneo. La sua visione strategica, aperta all'innovazione e al dialogo transdisciplinare, ha contribuito a definire un'agenda istituzionale solida e riconoscibile, capace di integrare la ricerca, la formazione e la *Terza missione* con le sfide globali del nostro tempo. Un ringraziamento particolare va al personale tecnico-amministrativo, il cui lavoro, spesso poco visibile ma essenziale, rende concretamente attuabili le linee strategiche dell'Ateneo, sostenendo i processi, accompagnando i progetti e garantendo la funzionalità delle attività connesse alla sostenibilità. Ringrazio le autrici e gli autori dei contributi che, con rigore scientifico e sensibilità culturale, hanno costruito un quadro articolato, aggiornato e profondamente radicato nella responsabilità verso il territorio e le generazioni future. Infine, un pensiero va alle studentesse e agli studenti dell'Università di Cassino e del Lazio Meridionale: la loro partecipazione, curiosità e capacità critica rappresentano la misura più autentica del nostro impegno. A loro è affidato il prezioso e impegnativo compito di abitare nuovi immaginari con consapevolezza e responsabilità, contribuendo a costruire il futuro.

Buona Lettura,

Alessandra Sannella

Delegata del Rettore per lo Sviluppo Sostenibile

Sitografia

1. GERMANWATCH (2025), *Climate Risk Index 2026*:
<https://www.germanwatch.org>
2. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2021), *Climate change impacts, risks and adaptation in Europe*:
<https://www.eea.europa.eu/en/topics/in-depth/climate-change-impacts-risks-and-adaptation>
3. GREENPEACE ITALIA (2024), *Quanto costa all'Italia la crisi climatica?*
https://www.greenpeace.org/static/planet4-italy-stateless/2024/11/573dfc05-report_quanto-costa-allitalia-la-crisi-climatica.pdf
4. ISPRA (2026), *Pubblicato il rapporto ISPRA 2026*:
<https://www.euricercche.com/news/pubblicato-il-rapporto-ispra-2026>
5. CMCC FOUNDATION (2021), *G20 & climate change*:
<https://www.cmcc.it/it/g20>
6. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CASSINO E DEL LAZIO MERIDIONALE (n.d.), *Piano di Sostenibilità 2023-2025*:
<https://www.unicas.it/terza-missione/sviluppo-sostenibile-sustainable-development/documenti/piano/>

Ringraziamenti

Desideriamo esprimere la nostra più sincera gratitudine al Magnifico Rettore dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale, prof. Marco Dell'Isola, per il costante sostegno istituzionale e per aver incoraggiato con convinzione la realizzazione di questo Volume d'Ateneo, promuovendo una visione della ricerca aperta al dialogo transdisciplinare e attenta alle sfide della sostenibilità.

Un sentito ringraziamento va alla prof.ssa Alessandra Sannella, Delegata del Rettore per lo Sviluppo Sostenibile e promotrice delle attività del CASE – Comitato di Ateneo per lo Sviluppo Sostenibile – per la fiducia accordataci, per il prezioso coordinamento scientifico e per aver accompagnato con competenza e sensibilità tutte le fasi del progetto editoriale. Un ringraziamento particolare desideriamo inoltre rivolgere al Presidente del Comitato di Ateneo per lo Sviluppo Sostenibile, prof. Marcello De Rosa, e a tutto il Comitato, per il costante sostegno alle iniziative di Ateneo dedicate ai temi della sostenibilità e della transizione ecologica.

Ringraziamo tutte le autrici e tutti gli autori che hanno contribuito al volume con rigore scientifico, generosità intellettuale e spirito di collaborazione, rendendo possibile un confronto realmente interdisciplinare tra prospettive, linguaggi e metodologie differenti. La partecipazione di studiosi provenienti da tutti i Dipartimenti dell'Ateneo e dai partner dell'alleanza europea EUt+ testimonia il valore di una ricerca condivisa, capace di intrecciare dimensione locale e apertura internazionale.

Un ringraziamento va inoltre al personale tecnico-amministrativo che, con professionalità e disponibilità, ha sostenuto le attività connesse alla realizzazione del volume.

Infine, desideriamo esprimere la nostra riconoscenza ad Alfiero Klain per la meticolosa cura editoriale e per l'attenzione competente e rigorosa con cui ha seguito la preparazione del volume in tutte le sue fasi.

Irene Fantappiè

Sara Zuccarino

Nota al testo

In questo volume, ciascun contributo costituisce un'unità redazionale autonoma; pertanto, la numerazione dei riferimenti – ciascuno organizzato e numerato separatamente – ricomincia ogni volta *ex novo*. Gli apparati si distinguono in tre tipologie distinte:

- a) le *note a piè di pagina*, che vengono visualizzate nella parte inferiore della pagina, forniscono chiarimenti, commenti o fonti aggiuntive direttamente correlate al testo e sono numerate consecutivamente;
- b) la *bibliografia*, che elenca, in ordine alfabetico, tutte le fonti cartacee consultate o citate nel testo e appare alla fine di ciascun contributo;
- c) la *sitografia* (elenco delle fonti *online*), che raccoglie ed elenca tutti gli indirizzi dei siti internet ai quali il testo fa riferimento. Anche questa sezione è posta alla fine di ciascun contributo e segue la bibliografia. La data di ultima consultazione da considerare è il 30 maggio 2026.

Note on the Text

In this volume, each contribution constitutes an autonomous editorial unit; therefore, the numbering of the references – each organized and listed separately – starts afresh for each contribution. The apparatus is categorized into three distinct types:

- a) *Footnotes*: appearing at the bottom of the page, these provide clarifications, comments, or additional sources directly related to the text and are numbered consecutively;
- b) *Bibliography*: located at the end of each contribution, this section lists, in alphabetical order, all printed sources consulted or cited;
- c) *Webography*: comprising all URLs and online resources referenced in the text. This section follows the bibliography at the end of each contribution. Unless otherwise specified, the last consultation date for all online sources is May 30, 2026.

PARTE PRIMA

CORNICI ETICHE, CULTURALI E LETTERARIE

Distruggere la natura grave peccato. Una riflessione sulla *Laudato si'* a dieci anni di distanza

LUIGI DI SANTO

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUT+), European Union

Riassunto: Dieci anni fa fu promulgata l'Enciclica *Laudato si'*. Oggi, in un mondo diverso, che ha visto una pandemia globale e che sopporta una guerra nel cuore dell'Europa, cosa resta di quella che Papa Francesco chiamò «ecologia integrale»? Che impatto ebbe quel pensiero sulle decisioni politiche economiche e sociali del tempo? E, soprattutto, la Chiesa di Leone XIV cosa farà? L'ambiente, nella dimensione cristiana, è parte del Creato verso il quale l'uomo ha una responsabilità illimitata in quanto dentro e fuori di esso. In questa prospettiva, costituire una relazione tra principi e diritti, permette di immaginare la possibile edificazione di uno spazio di diritto a partire dalla condivisione di principi teologici. I cristiani e tutti gli uomini hanno una funzione specifica nel proclamare una *consapevolezza ecologica*, la quale non è altro che la responsabilità assunta nei confronti di sé stessi, nei confronti degli altri e nei confronti della creazione.

Parole chiave: natura, ecologia integrale, teologia, consapevolezza.

Abstract: Ten years ago the Encyclical *Laudato si'* was promulgated. Today, in a different world – one that has seen a global pandemic and is enduring a war at the heart of Europe – what remains of what Pope Francis called ‘integral ecology’? What impact did that thinking have on the political, economic, and social decisions of the time? And above all, what will the Church of Leo XIV do? The environment, in the Christian understanding, is part of Creation, toward which human beings have an unlimited responsibility, insofar as they are both within it and outside it. From this perspective, establishing a relationship between principles and rights makes it possible to envision the potential construction of a juridical space grounded in the sharing of theological principles. In this perspective, Christians – and indeed all human beings – have a specific role in proclaiming an *ecological awareness*, which is nothing other than the responsibility assumed toward oneself, toward others, and toward creation.

Keywords: Nature, Integral Ecology, Theology, Awareness.

1. Avvio

Il 24 maggio 2025 si è celebrato il decimo anniversario della promulgazione della Lettera Enciclica *Laudato si'* del Santo Padre Francesco sulla cura della casa comune¹. La missione esplicita del Pontefice era evidente nel richiamo agli uomini e alle donne del Pianeta al «prendersi cura della casa comune» non solo sul piano ecologico ma anche su quello sociale, rinnovando in tal modo la «domanda» essenziale sulla spiritualità per i credenti e al contempo sulla coscienza globale per i non credenti, uniti insieme, nella non eludibile urgenza di una conversione ecologica integrale. La proposta del Papa ebbe la forza di aprire un dibattito in tutto il mondo, dentro e fuori la Chiesa. E proprio nell'anno della sua scomparsa, i doni della sua riflessione sono più che mai attuali in un mondo dove la questione della transizione ecologica è ancora troppo distante dall'orizzonte di una ecologia integrale. Tra le luci dell'Enciclica la più brillante è stata, per chi scrive, il richiamo continuo al magistero dei pontefici del passato che mai hanno tralasciato il «riguardo» per il mondo, come vedremo. Francesco mirabilmente, grazie alla potenza delle sue idee e in virtù di una capacità mediatica mai vista prima nella Chiesa, ha destato nell'opinione pubblica una sensibilità nuova, mai scemata come si è visto ancora nel 2023 con la esortazione apostolica *Laudate Deum* sulla crisi climatica². La *vocatio* alla responsabilità delle singole persone e allo stesso tempo alla politica e all'economia si lega alla condizione primaria del rifiuto della condizione di «scarto». Qui si denota l'Oltre. Francesco lega le sue riflessioni sulla natura alla verità teologica di Dio in quanto creatore di vita e del mondo, portatore di Cura e Misericordia per ogni creatura connessa al suo disegno nel segno di conversione ecologica ed esistenziale.

¹ Lettera Enciclica *Laudato si'* del Santo Padre Francesco sulla cura della casa comune, Roma, presso San Pietro, il 24 maggio, Solennità di Pentecoste, dell'anno 2015.

² Esortazione apostolica *Laudate Deum* del Santo Padre Francesco a tutte le persone di buona volontà sulla crisi climatica, San Giovanni in Laterano, 4 ottobre 2023. Papa Francesco ha sottolineato che «le soluzioni più efficaci non verranno solo da sforzi individuali, ma soprattutto dalle grandi decisioni della politica nazionale e internazionale» (*Laudate Deum*, 69).

2. «Distruggere la natura grave peccato»

Sulla scia delle riflessioni appena svolte, a proposito di natura, affermava Papa Francesco: «l'azione dell'uomo, quando la sua libertà diventa autonomia, che non è libertà, distrugge il creato e l'uomo prende il posto del Creatore. E questo è il grave peccato contro Dio Creatore»³. L'ambiente, nella dimensione cristiana, è parte del Creato verso il quale l'uomo ha una responsabilità illimitata in quanto dentro e fuori di esso. In questa prospettiva, costituire una relazione tra principi e diritti, permette di immaginare la possibile edificazione di uno spazio di diritto a partire dalla condivisione di principi teologici. Del resto, numerose sono le testimonianze della coscienza ecologica della Chiesa. Si pensi, tra le tante altre, alla dichiarazione congiunta del 2002, da parte di Giovanni Paolo II e del Patriarca Bartolomeo, dove si dice che «il rispetto della creazione deriva dal rispetto per la vita e la dignità umana. In questa prospettiva, i cristiani e tutti gli uomini hanno una funzione specifica nel proclamare una *consapevolezza ecologica*, la quale non è altro che la responsabilità assunta nei confronti di sé stessi, nei confronti degli altri e nei confronti della creazione». Una questione globale che, come ha affermato il grande teologo Hans Küng, si riferisce ad un progetto di *ethos* mondiale da considerare sulla base dei principi sociali a partire da quello inerente la persona, tenendo conto del principio di solidarietà che, in direzione della sussidiarietà, si traduce nella prospettiva di uno sviluppo sostenibile che diventa principio anch'esso in chiave teleologica. Si potrebbe sostenere che, attraverso la ricostruzione presentata, sia possibile sviluppare un'etica ambientale che abbia come fine da un lato l'elaborazione di una normativa idonea alla difesa e alla tutela dell'ambiente, dall'altro la mutazione del punto di vista dell'individuo verso la questione ambientale. Non stiamo parlando del *principio di responsabilità* di Hans Jonas, dove sono evidenti le carenze sul senso degli interessi⁴, ma del tentativo di prendere in considerazione il valore proprio della natura, di tutto ciò che è stato creato insieme a noi, e di assumere uno stile di vita sostenibile sotto l'aspetto ecologico e sociale. L'etica della tecnica proposta da Jonas tende a superare una fondazione razionale attraverso la quale mettere in discussione il programma valutativo della scienza. Ma ciò non è sufficiente, dato che il sociologo ritiene che il principio

³ PAPA FRANCESCO, *Discorso alla Pontificia Accademia delle Scienze*, ottobre 2014.

⁴ JONAS H. 1990, pp 45-89.

costitutivo del suo ragionamento sia «l'autoaffermazione dell'essere». Non si tratta, a nostro modo di vedere, del semplice sopravvivere, ma di «qualcosa in più». L'uomo, in tal senso, occuperebbe uno dei tanti posti nella scala naturale, al punto che potrebbe essere identificato un semplice «danno collaterale» del modello di sviluppo vincente. Ma l'essere umano inteso come persona non è «calcolabile», nella sua proposizione relazionale ed esclusiva. Non è mai *invisibile*, nel suo aver un Volto che si ritrova nell'*Imago Dei*, nucleo di ogni principio ed ispiratore della dignità umana.

3. La natura come correlato di coscienza

Come ha scritto Karl Popper, «il più grave scandalo della filosofia consiste nell'interrogarsi sull'esistenza del mondo proprio mentre intorno a noi il mondo naturale perisce»⁵. Da pochi decenni, la questione ambientale ha preso piede sul serio nel teatro della discussione politica, spesso agitata nel segno di mode passeggiare, ma indubbiamente presente nelle agende di ogni governo su scala globale. La natura non ha voce e non vota. Essa assume una sua giuridicità solo se viene declinata sul piano del diritto naturale che non è il diritto della natura ma ciò che è in capo alla soggettività dell'essere umano, centro di riconoscimento dello spazio ambientale. La natura non esiste se non attraverso la 'presenza' dell'uomo. La determinazione si completa nella densità della relazione tra uomo e natura che si caratterizza per essere correlato di coscienza del primo, rivelandone la sua oggettivazione. La presenza si coscientizza sul piano extratemporale, dimensionando lo spazio circostante senza esserne sommerso inconsapevolmente. L'essere nel suo «aprirsi» all'esserci si ritrova in questo spazio che deve dominare con lo sguardo del suo punto di vista, dando senso meta-vitale alla natura. Le tesi dei cosiddetti «ambientalisti storici» sono svolte, sulla sostenibilità dell'idea di una sorta di umanizzazione della natura, quasi in chiave autopoietica e funzionale. In realtà, il problema si pone in maniera diversa. Al centro del discorso rimane l'uomo-creatura con i suoi limiti. Non è sufficiente volgere lo «sguardo» verso il mondo naturale in chiave fenomenologica, rimarcandone la distanza, ma, nella situazione attuale di «penuria», sembra rimarchevole illuminare la prossimità attraverso un atteggiamento di profondo «riguardo». Superare la

⁵ POPPER 1975, pp 57-58.

fallace tradizione illuministica del diritto naturale dell'immaginifico patto uomo-natura per approdare alla consistenza del dislivello ontologico tra Creatore e creatura e in tal modo recuperare il senso intero di un richiamo alla responsabilità della creatura, a cui è stato affidato il Creato, verso il Creatore.

4. Il Creato

Nella dottrina della Chiesa Cattolica, l'attenzione verso il Creato è testimoniata da importanti contributi di pensiero che hanno coinvolto gli ultimi Pontefici attraverso e, in particolare, i contenuti delle ultime Encicliche. Non si tratta del semplice rapporto tra uomo e natura ma di una condizione più ampia, che potrebbe essere definita come «ecologia umana», nel segno di un rifiuto della attuale «cultura dello scarto», dove si confonde il senso del bisogno con lo spreco delle risorse che appartengono a tutti, nessuno escluso. Già Giovanni XXIII, nella *Mater et Magistra* del 1961, sollevava il problema dello spreco dinanzi alla indefettibile esigenza di tutelare la dignità dell'uomo, in quanto «Dio, nella sua bontà e nella sua sapienza, ha diffuso nella natura risorse inesauribili e ha dato agli uomini intelligenza e genialità per creare gli strumenti idonei per la soddisfazione dei bisogni e delle esigenze della vita»⁶. Linea di pensiero e azione che troverà il suo momento apicale nel documento conciliare *Gaudium et spes*, Costituzione pastorale della Chiesa del 1965, dove si pone l'accento sulla iniqua distribuzione dei beni sul pianeta, riaffermando la centralità del richiamo ad una necessaria e sostanziale eguaglianza in direzione della definizione di un bene non astratto ma comune. Si legge nel documento che «Dio ha destinato la terra e tutto quello che essa contiene all'uso di tutti gli uomini e di tutti i popoli, e pertanto i beni creati debbono essere equamente partecipati a tutti, secondo le regole della giustizia, inseparabile dalla carità»⁷. Agli inizi degli anni Settanta, risuonano le parole di Paolo VI. Nella *Octogesima adveniens*, afferma che «attraverso uno sfruttamento sconsiderato della natura, l'uomo rischia di distruggerla e di essere a sua volta vittima di siffatta degradazione. Non soltanto

⁶ *Mater et Magistra*, promulgata il 15 maggio 1961. In *Pacem in terris* del 1963, Giovanni XXIII ribadisce che l'imperialismo cieco e la bramosia del potere sconvolgono la pace degli uomini e dell'ordine dell'universo.

⁷ *Gaudium et spes*, 8 dicembre 1965.

l'ambiente naturale diventa una minaccia permanente [...] ma è il contesto umano che l'uomo non padroneggia più, creandosi così per il domani un ambiente che potrà essergli intollerabile»⁸. Il richiamo alla responsabilità verso un «destino diventato comune» sembra ineludibile. È con il magistero di Papa Wojtyla che l'approccio «ambientalista» passa da un'idea quantitativa (ce ne deve essere per tutti) ad un'idea qualitativa. Ad una esigenza di soddisfare i bisogni degli uomini si affianca il diritto ad avere una qualità migliore di ambiente e quindi di vita. Lo spazio esteriore coincide con quello interiore. Il corpo e lo spirito. Una corporeità che pretende uno spazio fondato sul perseguimento dei beni comuni che sono tutt'uno col Bene comune.

5. Ambiente umano e ambiente naturale

Per preservare l'ambiente naturale è necessario ricostruire l'ambiente umano. Non è sufficiente conseguire il soddisfacimento dei bisogni, spesso marcati dal dispotismo del regime pubblicitario, ma sembra sempre più impellente innescare processi che traccino il sentiero del benessere spirituale nel segno di un'armonia tra spazio interiore e spazio esteriore. Il degrado ambientale si affronta con una nuova disposizione dello spirito. «Abitare secondo giustizia» il mondo terreno significa «vigilare» sul Creato nel segno del diritto delle nuove generazioni. Coscienza morale e coscienza ambientale trovano un punto d'incontro nella consapevolezza, anche normativa, nella giusta concezione dello sviluppo, dato che «oltre all'innaturale distruzione *dell'ambiente naturale*, è da ricordare quella, ancora più grave, *dell'ambiente umano*, a cui peraltro si è lontani dal prestare la necessaria attenzione»⁹. Papa Wojtyla ritiene che l'uomo, in quanto dono di Dio deve rispettare la struttura stessa del dono, nella doppia dimensione morale e naturale. Come si diceva, l'*ecologia* non possiede solo un *habitus* conservativo, ma si espande e si dilata in relazione alle regioni della formazione strutturale delle comunità sociali. In tal senso si può certamente asserire dell'esistenza di una *ecologia sociale* in merito alla dimensione valoriale del lavoro, non vincolata ad insostenibili esiti mercantili. «L'economia, infatti, è solo un aspetto e una dimensione della complessa attività umana. Se essa è assolutizzata, se la produzione e il

⁸ *Octogesima adveniens*, 14 maggio 1971.

⁹ *Centesimus annus*, 1° maggio 1991. Cfr. *Sollicitudo rei socialis*, 30 dicembre 1987.

consumo delle merci finiscono con l'occupare il centro della vita sociale e diventano l'unico valore della società, non subordinato ad alcun altro, la causa va ricercata non solo e non tanto nel sistema economico stesso, quanto nel fatto che l'intero sistema socioculturale, ignorando la dimensione etica e religiosa, si è indebolito e ormai si limita solo alla produzione dei beni e dei servizi»¹⁰. In queste parole si chiariscono i punti di distinzione tra una visione della supremazia dominante e illimitata del mercato unipolare e un richiamo ai limiti dell'azione umana, che non può usare e abusare della natura. Non era possibile simbolicamente «mangiare il frutto dell'albero», senza implicazioni morali al di là delle mere leggi biologiche¹¹.

6. Per una ecologia umana

Già in occasione della Giornata Mondiale della Pace del 1990, Giovanni Paolo II sostiene che si debba operare per un diritto all'ambiente sicuro, «diritto che dovrà rientrare in una aggiornata Carta dei diritti dell'uomo»¹². Tale proposito si fonda sulla sempre più evidente formazione di una coscienza ecologica tra i popoli della Terra che deve trovare «adeguata espressione in programmi e iniziative concrete». Entrano nella riflessione di Papa Wojtyła questioni quali il tema della interdipendenza, l'infondata neutralità della scienza, la fragilità dell'ecosistema, la minaccia delle mutazioni meteorologiche in relazione alla biosfera, lo smaltimento dei rifiuti tossici. Ma ciò che davvero è significativo nella lettura che ne dà il Papa polacco è la ricostruzione di un legame tra l'economia perversa della globalizzazione e il degrado ambientale. Dunque, le parole d'ordine sono responsabilità, solidarietà, austerità, diritti. «Il rispetto per la vita e la dignità della persona include il rispetto e la cura del Creato»¹³. L'analisi sempre più stringente convoca l'uomo dinanzi alla natura come spazio condiviso. «L'ambiente come 'risorsa' rischia di minacciare l'ambiente come 'casa'», così si legge in un discorso di Papa Wojtyła nel 1997. Nel corso del secolo scorso si è inverte lo scenario nel quale osservare il tragico passaggio dalla sapienza della «natura contemplata» alla potenza

¹⁰ *Ivi.*

¹¹ Cfr. *Evangelium vitae*, 25 marzo 1995.

¹² PAPA GIOVANNI PAOLO II, *Messaggio per la Giornata mondiale della pace 1990*.

¹³ *Ivi.*

della tecnica sulla «natura degradata». Più che mai in questo caso è lecito affermare che l'*Imago Dei* sia rintracciabile nel Volto sofferente della Terra. Riprogettare l'ambiente secondo i crismi di un Umanesimo vero che abbia a cuore un interesse condiviso di modelli e regole per un progetto di solidarietà intergenerazionale. Il testimone raccolto da Papa Benedetto XVI rappresenta la non più rinviabile emergenza educativa nel recupero del primato dell'essere in chiave personalista in una rinnovata antropologia cristiana. Nella *Caritas in Veritate*, il Pontefice tedesco ritiene che sia un *dovere* da parte dell'uomo custodire la natura, dato che entrambi «non sono frutto del caso o del determinismo evolutivo che attenua la responsabilità». La cultura della responsabilità e la legge morale mediano la relazione tra l'uomo e il suo ambiente, ne permettono l'interpretazione e ne ordinano i modelli. «I progetti per uno sviluppo umano integrale non possono pertanto ignorare le generazioni successive, ma devono essere improntati a solidarietà e a giustizia intergenerazionali, tenendo conto di molteplici ambiti: l'ecologico, il giuridico, l'economico, il politico, il culturale»¹⁴. Il monito rivolto alla comunità internazionale per un *governo responsabile* della natura esprime il senso intero della presenza e della preoccupazione della Chiesa intenta a rinnovare *l'alleanza tra essere umano e ambiente* in relazione alla condizione per la quale *la modalità con cui l'uomo tratta l'ambiente influisce sulle modalità con cui tratta sé stesso e viceversa*. La natura non è più importante della stessa persona umana per Papa Benedetto. Sono da rifiutare in egual misura tesi che vedono da un lato un atteggiamento naturalistico e panteistico, dall'altro la tentazione di tecnicizzare completamente la natura. Le visioni denunciate sono parimenti nichilistiche in quanto deresponsabilizzano l'uomo dinanzi alla superpotenza della natura e della tecnica. «La natura, al contrario, specialmente nella nostra epoca, è talmente integrata nelle dinamiche culturali e sociali da non costituire una variabile indipendente»¹⁵. In tal senso la Chiesa ha una responsabilità per il Creato in quanto il degrado della natura è l'altra faccia del degrado culturale che inasprisce i sensi della attuale crisi della convivenza umana. Si innesca la proposizione di un modello alternativo alla realtà globale e postmoderna, in particolar modo nel percepire la dimensione spazio-temporale. Se nei flussi globali lo spazio è avvertito come primato del nulla sull'essere, a partire dalla deiezione del soggetto relazionale, al contrario nella presa di coscienza della

¹⁴ *Caritas in Veritate*, 29 giugno 2009.

¹⁵ *Ivi*.

responsabilità, il primato del tempo sullo spazio significa riaprire le porte del nulla da cui l'essere si eleva, nel «riferimento alla pienezza come espressione dell'orizzonte che ci si apre dinanzi»¹⁶. Come ha scritto Sloterdijk, in merito allo spazio globale, «se nella prima ecumene l'essere umano esemplare era il saggio, il quale meditava sulla propria relazione infranta con l'assoluto, e il santo, il quale per merito di una incomprensibile Grazia aveva il diritto di sentirsi più vicino a Dio rispetto al peccatore comune, l'uomo esemplare della seconda ecumene è il personaggio divenuto importante che non riuscirà mai a capire perché ha avuto più successo di altri, e il pensatore anonimo che si apre alle esperienze chiave di questa età del mondo. In ciò consiste la vergogna che oggi affligge più del peccato originale ogni essere vivente. La vergogna di non aver mai fatto abbastanza»¹⁷.

7. I confini della fragilità. Transizione ecologica o ecologia della transizione?

Due mesi fa Papa Leone XIV, intervenendo sul decennale della *Laudato si'*, ha detto: «Questa Enciclica¹⁸ ha fortemente stimolato la Chiesa Cattolica e molte persone di buona volontà. È diventata spunto per dialoghi e ha suscitato gruppi di riflessione, programmi scolastici e universitari, collaborazioni e progetti di vario tipo in ogni continente. Tante Diocesi e numerosi Istituti religiosi si sono lasciati ispirare per azioni di attenzione alla casa comune, che aiutino al tempo stesso a rimettere al centro i poveri e gli esclusi. L'impatto è giunto ai vertici internazionali, agli ambiti dell'ecumenismo e del dialogo interreligioso, a quelli economici e imprenditoriali, come pure agli studi teologici e bioetici. Il linguaggio della 'cura della casa comune' è stato incorporato nei dibattiti accademici, scientifici e politici»¹⁹. A questo punto è necessario chiedersi come il sogno di una crescita senza limiti possa essere ancora realistico e perché non si capisce che senza la decarbonizzazione il mondo che

¹⁶ PAPA FRANCESCO 2013, p 150.

¹⁷ SLOTERDIJK 2002, p 166.

¹⁸ Rif. sitografico n. 18.

¹⁹ Discorso del Santo Padre Leone XIV ai partecipanti al convegno *Raising Hope* nel decennale dell'Enciclica *Laudato si'*. Centro Mariapoli Internazionale (Castel Gandolfo), 1° ottobre 2025.

lascерemo ai nostri figli sarà peggiore di quello che ci hanno lasciato i nostri genitori²⁰. Come scrive Ferrajoli, «dobbiamo saperlo, questo è un futuro di regressione globale, segnato dall'esplosione delle diseguaglianze e delle discriminazioni e delle paure»²¹. Il paradigma della 'sostenibilità' investe l'assetto epistemologico, concettuale e lessicale, di tutte le scienze, aprendolo a nuovi significati, a partire dalla risorsa cognitiva che è l'altro. Ciò riporta in gioco la riflessione sui «corpi intermedi», oggi ripiegati su sé stessi. Essi dovrebbero recuperare il loro ruolo originario di organismi di prossimità, capaci di creare reti tra il centro e le periferie, tra la totalità in crisi e la residualità inespressa attraverso una cultura sociale rinnovata, capace di dare risposte alla deriva attuale della «disintermediazione», nuova espressione della tecnocrazia dei nostri tempi²². Come scriveva Rifkin già in *Entropia*, «molte malattie causate dall'ambiente derivano dall'accumularsi dei rifiuti e da altre forme di energia dissipata, via via che aumenta l'entropia di un determinato sito ambientale. [...] Nell'accumularsi dei rifiuti e materiali esausti creati dagli intensi flussi di energie non rinnovabili con una rincorsa a far crescere ogni tipo di disordine, si raggiungerà un punto in cui la popolazione non avrà più scelta e dovrà cambiare strada e tornare alle energie rinnovabili e agli usi limitati, oppure dovrà far fronte alle malattie e alla morte in proporzioni epidemiche»²³. Si fa prepotente il richiamo al diritto alla prevenzione sia individuale che collettivo e forse si intende ancor meglio cosa abbia voluto dire Papa Francesco quando ha parlato di «ecologia umana». «Quando l'ecologia umana è rispettata dentro la società, anche l'ecologia ambientale ne trae beneficio»²⁴. L'ecologia umana è pienezza. «Mentre è stato relativamente facile integrare tutto il mondo in unico apparato tecno-economico, oggi non sappiamo come arginare e governare gli effetti cumulativi di tale processo. [...] Il tema della sostenibilità – che non è riducibile alla dimensione ambientale, ma coinvolge quella umana, sociale, economica – è una occasione straordinaria per tornare a un pensiero e a una prassi di concretezza»²⁵. Custodire è contemplare, non dominare. La cura richiamata non può limitarsi ad un approccio ecologista «alla moda», generico e insufficiente, preparatorio di una

²⁰ Cfr. COTTARELLI 2023, pp 145-168.

²¹ FERRAJOLI 2019, p 246.

²² Cfr. DI SANTO 2020, pp 162-175.

²³ RIFKIN 2000, pp 292-294.

²⁴ Cfr. *Evangelii Gaudium. Esortazione apostolica*, cit., p 41.

²⁵ GIACCARDI, MAGATTI 2019, p 181.

desertificazione morale. L'abitare dell'uomo sulla Terra non è delimitato dagli «spazi aperti» ma semplicemente dalla fragilità del «vivere chiuso» che non sperimenta la speranza dell'includere e dell'esser inclusi. E sono allo stesso tempo dense di preoccupazione ma anche piene di lucida speranza le parole di Carlo Cottarelli: «Resta allora il sogno ultimo, quello di una crescita senza fine ma in equilibrio con il pianeta in cui viviamo. Questo è il sogno per cui temo maggiormente che ci attenda un brusco risveglio se non cambiamo presto rotta. Stiamo sognando troppo a lungo e, nel mentre, non facciamo quello che sarebbe necessario per rendere il sogno di una crescita sostenibile una realtà. C'è ancora tempo, è vero, ma è soprattutto in questo campo che dobbiamo renderci conto che sognare non è abbastanza»²⁶. E con umanità tenera nella traccia di Francesco, Leone XIV ci chiede: «Vorrei concludere con una domanda che riguarda ognuno di noi. Dio ci chiederà se abbiamo coltivato e custodito bene questo mondo che Egli ha creato (cfr. *Gen* 2, 15), a beneficio di tutti e delle generazioni future, e se ci siamo presi cura dei nostri fratelli e sorelle (cfr. *Gen* 4, 9; *Gv* 13, 34). Allora, che cosa risponderemo?»²⁷.

Bibliografia

1. COTTARELLI C. (2023), *Chimere. Sogni e fallimenti dell'economia*, Milano: Feltrinelli, pp 145-168.
2. DI SANTO L. (2020), *Per un'ermeneutica dei diritti sociali. I quattro Pilastri. Famiglia Lavoro Partecipazione Salute*, Bologna: Il Mulino, pp 162-175.
3. FERRAJOLI L. (2019), *Manifesto per l'uguaglianza*, Roma-Bari: Laterza, p 246.
4. GIACCARDI C., MAGATTI M. (2019), *La scommessa cattolica*, Bologna: Il Mulino, p 181.
5. JONAS H. (1990), *Il principio responsabilità. Un'etica per la civiltà ecologica*, Torino: Einaudi.
6. PAPA FRANCESCO (2013), *Evangelii Gaudium. Esortazione apostolica*, Bologna: Dehoniane, p 150.
7. PAPA FRANCESCO (2023), *Laudate Deum*, Bologna: Dehoniane, p 10.
8. POPPER K. (1975), *Conoscenza oggettiva*, Roma: Armando, pp 57-58.
9. RIFKIN J. (2000), *Entropia*, Milano: Baldini & Castoldi, pp 292-294.

²⁶ COTTARELLI 2023, cit., p 170.

²⁷ Discorso del PAPA LEONE XIV ai partecipanti al convegno *Raising Hope* nel decennale dell'enciclica *Laudato si'*, cit.

10. SLOTERDIJK P. (2002), *L'ultima sfera. Breve storia filosofica della globalizzazione*, Roma: Carocci, p 166.

Encicliche ed Esortazioni

11. Lettera Enciclica *Mater et Magistra*, promulgata il 15 maggio 1961.
12. Lettera Enciclica *Pacem in terris*, promulgata il 11 aprile 1963.
13. Lettera Enciclica *Gaudium et spes*, promulgata l'8 dicembre 1965.
14. Lettera Enciclica *Octogesima adveniens*, promulgata il 14 maggio 1971.
15. Lettera Enciclica *Sollicitudo rei socialis*, promulgata il 30 dicembre 1987.
16. Lettera Enciclica *Centesimus annus*, promulgata il 1° maggio 1991.
17. Lettera Enciclica *Evangelium vitae*, promulgata il 25 marzo 1995.
18. Lettera Enciclica *Caritas in Veritate*, promulgata il 29 giugno 2009.
19. Lettera Enciclica *Laudato si'*, promulgata il 24 maggio 2015.

Sitografia

1. Enciclica *Laudato si'*:
https://www.vatican.va/content/francesco/it/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html

Comunità 'ibride'.

Contributi dell'etologia filosofica a nuovi modelli della coabitazione uomo-animali

MARCO CELENTANO

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUT+), European Union

Riassunto: L'etologia filosofica è un'area di ricerca nata da una trentina di anni circa che studia le implicazioni scientifiche, teoriche ed etiche dello studio comparato del comportamento umano e animale e delle attività degli organismi aneurali, e i modi in cui i suoi sviluppi stanno modificando, o potrebbero modificare, le nostre forme di autocomprensione e i nostri modi di pensare l'«umano», l'«animale», gli organismi, le comunità ecosistemiche. A questa finalità scientifica si lega, nella riflessione dei principali esponenti di tale orientamento filosofico, l'intento di valorizzare, sul piano etico e pratico, tutte quelle forme di relazione e convivenza tra le comunità umane e le altre specie che con esse condividono contesti di vita che consentano una reale mediazione delle rispettive esigenze. Intento, ad avviso di chi scrive, quanto mai opportuno in un'epoca che impone l'urgenza di ripensare e rifondare i nostri modi di coabitare con gli ambienti selvatici e con gli altri organismi. Un'urgenza resa sempre più pressante dalle nuove forme di condivisione degli spazi tra esseri umani e animali non domesticati derivanti dalla progressiva erosione degli ambienti selvatici, dal surriscaldamento globale, dai devastanti danni ambientali dovuti all'impatto antropico. Nel saggio saranno analizzate le ricerche e riflessioni dedicate da alcuni dei principali promotori di quest'area di studi e da alcuni etologi, documentaristi ed ecologi di fama internazionale all'analisi di tali problematiche.

Parole chiave: comunità ibride, etologia filosofica, negoziazione, zooantropologia consulenziale urbana, climate change.

Abstract: Philosophical ethology is a field of research that emerged about thirty years ago. It studies the scientific, theoretical, and ethical implications of the comparative study of human and animal behavior, and of the activities of the aneural organism, and the ways in which its developments are changing, or could change, our forms of self-understanding and our ways of thinking about the «human», the «animal», the organisms and ecosystem communities. Linked to this scientific goal, in the thinking of the main exponents of this

philosophical orientation, is the intention to enhance, on an ethical and practical level, all those forms of relationship and coexistence between human communities and other species that share living contexts with them, allowing for a real mediation of their respective needs and, where possible, an inclusive sociality. This intention, in my opinion, is more timely than ever in an era that urgently demands rethinking and re-establishing our ways of cohabiting with wild environments and other organisms. This urgency is made increasingly pressing by new forms of space sharing between humans and non-domesticated animals resulting from the progressive erosion of wild environments, global warming, and the devastating environmental damage caused by anthropic impact. The essay will analyze the research and reflections dedicated to these issues by some of the leading promoters of this area of study and by some internationally renowned ethologists, wildlife filmmaker and ecologists.

Keywords: Hybrid communities, Philosophical Ethology, Negotiation, Urban Consultative Zooanthropology, Climate Change.

1. La produzione e trasmissione delle tradizioni culturali come fenomeno preumano

«Noi siamo stati discepoli delle bestie nelle arti più importanti: del ragno nel tessere e nel rammendare, della rondine nel costruire le case, degli uccelli canterini, del cigno e dell'usignolo nel canto, con l'imitazione»¹, scriveva Democrito nel V secolo a.C. All'epoca, nella cultura occidentale, non si erano ancora imposti alcuni presupposti antropocentrici, per esempio l'idea che l'uomo fosse l'unico animale pensante, l'unico animale «culturale» e l'unico essere vivente capace di inventare cose nuove, che iniziarono ad essere accettati in modo generalizzato solo più tardi, quando la gerarchia degli esseri viventi proposta da Aristotele divenne canone di riferimento per il mondo romano e cristiano².

Essendomi occupato, fin dall'inizio dei miei studi, delle implicazioni filosofiche dell'etologia cognitiva e culturale (ovvero, della scoperta e dello studio delle tecniche cognitive e delle tradizioni culturali animali), ho sempre considerato questo frammento democriteo uno dei doni più preziosi dell'antichità. Esso mostra, infatti, che, circa 2500 anni fa, le menti più aperte del

¹ DEMOCRITO, 68B 154 DK, cit. in DITADI 1994, p 90.

² Per un primo approccio cfr. CELENTANO 2013, pp 47-48.

mondo greco possedevano già, almeno *in nuce*, una consapevolezza del fondamentale ruolo di *modello istruttivo* che le culture animali e le capacità cognitive animali hanno svolto nell'evoluzione delle culture umane. Consapevolezza che ancora oggi, a circa ottant'anni dalla nascita di queste aree di ricerca, una parte della comunità scientifica, quella più legata ai presupposti ontologici della tradizione umanistica, sembra non essere pronta ad accogliere.

Tra la fine degli anni Cinquanta e l'inizio degli anni Sessanta, anche grazie agli importanti sviluppi delle tecniche di registrazione sonora e filmica introdotti in quel periodo, una serie di studi etologici sul campo iniziò a dimostrare che, almeno all'interno delle classi dei mammiferi e degli uccelli, il fenomeno del differenziarsi dei comportamenti delle popolazioni di una stessa specie, nel corso del tempo, e quello della trasmissione di tali innovazioni locali da una generazione all'altra, tramite *l'apprendimento sociale*, sono diffusi in tutte le specie che fanno vita di gruppo.

Gli ulteriori sviluppi di questi ambiti di studio hanno condotto, nei decenni successivi, a poter attestare l'esistenza di alcune tradizioni comportamentali differenziate (per esempio tecniche di costruzione dei nidi, interpretazione di alcuni segnali intraspecifici, tecniche di procacciamento del cibo) e la capacità di tramandarsi apprendimenti e innovazioni, già in insetti eusociali come i bombi e le vespe³ o le termiti, e in alcune famiglie di pesci teleostei⁴, ampio gruppo tassonomico che iniziò a diffondersi più di duecento milioni di anni fa⁵ ed è stato capostipite di tutti i vertebrati acquatici e terrestri. Ciò significa, in estrema sintesi, che, dopo che per più di duemila anni le scienze occidentali avevano dato per scontato (salvo rare eccezioni) che fenomeni culturali come la produzione e la trasmissione intergenerazionale di dialetti e di rituali locali o la modificazione e l'innovazione delle tecniche fossero caratteristiche uniche dell'uomo, dalla seconda metà del Novecento in poi si è dovuto iniziare a fare i conti con dati che dimostrano che tali fenomeni sono presenti anche

³ Cfr. MUTH *ET AL.* 2024; JERNIGAN 2021.

⁴ Cfr. HELFMAN, SCHULTZ 1984; BSHARY, WICKLER 2002; LALAND, ATTON, WEBSTER 2011; BROWN, WEBSTER 2025.

⁵ Il fossile teleosteo più antico finora ritrovato risale a 242-237 milioni di anni, ovvero al Triassico medio. Secondo le ipotesi oggi più accreditate, le specie appartenenti a questo ampio gruppo tassonomico si diversificarono, poi, nel tardo Giurassico ed ebbero una grande radiazione adattativa nell'Eocene, circa una settantina di milioni di anni fa. Cfr. ARRATIA 2017.

in specie animali che iniziarono a diffondersi qualche centinaio di milioni di anni prima che il genere *Homo* comparisse sulla terra.

Parallelamente, e nello stesso arco di tempo, gli sviluppi dell'etologia cognitiva e della psicologia comparata hanno condotto a superare altri tradizionali pregiudizi antropocentrici dimostrando che il «pensare», inteso innanzitutto come capacità di «agire in uno spazio immaginato»⁶, ovvero di immaginare azioni prima di eseguirle e di prevedere eventi sulla base sia delle esperienze acquisite, sia di tali attività di simulazione mentale dei comportamenti e delle situazioni, o *l'attitudine a imparare osservando i conspecifici e la capacità di migliorare le tecniche osservate*, sono abilità osservabili già in insetti sociali come le api o in cefalopodi come i polpi. Così come epocale è stata, in questo ambito, la svolta compiuta con una serie di studi che, a partire dagli anni Sessanta, dimostrarono che le scimmie antropomorfe sono in grado di imparare, utilizzare in modo sensato, e persino insegnare autonomamente a propri conspecifici, linguaggi inventati dall'uomo che rispettano alcune regole sintattiche come l'*American Sign Language*⁷.

Nel primo quarto del XXI secolo, infine, ambiti di ricerca emergenti come la zooantropologia e l'etologia filosofica⁸ hanno messo in risalto il fatto che animali di molte specie diverse hanno contribuito, da decine di migliaia di anni, all'evolversi delle culture umane, non solo, come già suggeriva Democrito, offrendo loro modelli *esterni* da imitare e rielaborare (che, per altro, hanno influito in modo determinante sullo sviluppo delle tecniche e delle arti umane, da quelle architettoniche, decorative, pittoriche e plastiche alle danze e ai canti), ma anche *in quanto membri non umani di quelle stesse comunità*. Ovvero, come verrà evidenziato nel paragrafo che segue, in quanto individui e gruppi appartenenti ad altre specie animali le cui prestazioni cognitive e

⁶ LORENZ 1973, p. 221.

⁷ Per un'introduzione all'argomento cfr. GENSINI 2010; FOUTS 1997.

⁸ La zooantropologia è una disciplina che studia i rapporti tra gli esseri umani e gli altri animali in tutte le loro forme, concrete e allegoriche, e che ha iniziato ad assumere connotati specifici negli anni Novanta del XX secolo. Per un'introduzione all'argomento cfr. MARCHE-SINI 2025. L'etologia filosofica è un'area di ricerca che ha iniziato a svilupparsi tra gli anni Novanta e il nuovo millennio e che studia le implicazioni scientifiche e filosofiche, teoriche ed etiche dello studio comparato del comportamento umano, animale, vegetale, fungino e microbico, e i modi in cui le scoperte provenienti da questo ambito hanno modificato, stanno modificando, o potrebbero modificare, le nostre forme di autocomprensione e i nostri modi di pensare l'«umano» e gli animali, gli altri organismi e le comunità ecosistemiche.

capacità relazionali hanno svolto un ruolo importante e propulsivo nell'evoluzione di attività umane come l'orientamento durante le migrazioni e l'esplorazione di territori, la caccia e la selezione delle piante da semina, l'erboristeria medica, i sistemi di difesa e le segnaletiche di allarme, le attività ludiche e artistiche, *collaborando alla loro costruzione*, ma anche entrando in conflitto con essa e costringendo, quindi, gli uomini e le loro culture a intraprendere continue gare di ingegno con le culture animali e le loro capacità di adattamento e rinnovamento.

2. «*Communautés hybrides*»: il legame sociale oltre i confini di specie

Il breve saggio *L'animal singulier*, pubblicato dal filosofo francese Dominique Lestel nel 2004, si apre con un'osservazione tanto inconfutabile quanto spiazzante: «tutte le società umane sono *anche* società animali»⁹, «comunità ibride», «associazioni poli-specifiche»¹⁰. Ognuna di esse, infatti, ove la si osservi tentando di emanciparsi da quello sguardo antropocentrico che, a priori, *riduce le attività degli altri esseri viventi a mere reattività*, si presenta come «una associazione di uomini e animali che costituisce, in una data cultura, uno spazio di vita per gli uni e per gli altri, nel quale sono condivisi degli interessi, degli affetti e del senso»¹¹. Segue a questa considerazione, nel testo, un'avvertenza: l'ambigua nozione di «addomesticamento» (*domestication*) è inadeguata e insufficiente a render conto della complessità di questa dimensione interspecifica presente, ancora oggi, in diverse forme, in ogni cultura umana. Così come non bastano a illuminarla lo studio e la conoscenza delle relazioni di *sfruttamento* che gli esseri umani hanno storicamente instaurato, e più che mai oggi intrattengono, con altri organismi e con alcune specie animali in particolare. Le comunità ibride uomo/animali costituiscono, infatti, degli spazi sociali nei quali, «nel corso di una storia comune che si svolge in un medesimo spazio fisico»¹² si costruiscono e co-producono, oltre a rapporti utilitaristici e gerarchici, anche legami sociali, affettivi ed emotivi tra

⁹ LESTEL 2004, p. 15. Sull'argomento cfr. anche LESTEL 2003, pp. 387-395.

¹⁰ *Ivi*, p. 20.

¹¹ *Ivi*, p. 19.

¹² *Ivi*, p. 21.

individui di diverse specie, rituali e linguaggi interspecifici e interpretazioni condivise di comportamenti, situazioni e oggetti (investimenti di «senso»). La costruzione di queste dimensioni socioculturali non è, e non è stata storicamente, sempre e solo effetto di un'attività istruttiva e/o impositiva unidirezionalmente esercitata dagli uomini nei confronti di altri animali. Guardati con occhio meno antropocentrico, questi tratti socioculturali meta-specifici appaiono, piuttosto, come ha sottolineato anche un'altra importante esponente dell'etologia filosofica contemporanea, Vinciane Despret¹³, in misura maggiore o minore a seconda dei contesti, come *produzioni cooperative di esseri sociali appartenenti a specie diverse*. O, anche, possiamo dire, come *avventure co-evolutive* derivate da strategie comportamentali adottate in tempi remoti e portate avanti nei millenni con impegno delle rispettive capacità cognitive, emotive ed espressive da «attori» appartenenti a tutte le specie coinvolte, attraverso le più diverse forme di condivisione, interazione, conflitto, tensione, ritualizzazione, «negoziiazione» e rinnovamento.

Ad esempio, sarebbe a mio avviso arbitrario concepire l'incontro e il sodalizio tra i gruppi sociali umani e gli individui di diverse specie che le varie culture umane passate e presenti hanno accolto al proprio interno nel ruolo di «animali familiari», ovvero, come membri non umani di nuclei sociali umani, ad un fenomeno di cattura, imprigionamento, addestramento coercitivo e uso o sfruttamento di bestie selvatiche da parte dell'uomo. Se questi elementi coercitivi sono stati indubbiamente preminenti, fin dall'antichità, soprattutto nei confronti degli animali che alcune culture umane hanno costretto a vivere in gabbie, celle o acquari, nel caso dei cani, dei gatti e di altre specie, che si sono integrate nelle comunità umane è, invece, verosimile che strategie di avvicinamento a villaggi, gruppi o singoli esseri umani, adottate dagli individui meno «neofobici» delle specie loro antenate, abbiano giocato un ruolo *attivo e decisivo* nella nascita dei loro legami sociali con l'uomo¹⁴. Questa attiva strategia di avvicinamento può, naturalmente, essere stata, al contempo, incentivata e rinforzata, dal lato umano, da tanti altri fattori, non ultimi l'effetto attrattivo che questi animali e i loro comportamenti esercitavano su alcuni esseri umani colpendo il loro senso estetico, suscitando la loro curiosità e alimentando le loro fantasie, stimolando attitudini all'amicizia e alla

¹³ Cfr. DESPRET 2002; DESPRET 2012.

¹⁴ Sulla co-evoluzione uomini-cani cfr. COPPINGER, COPPINGER 2001; BERGSTRÖM ET AL. 2020.

cooperazione inter-specifiche che, come l'etologia comparata ha ampiamente dimostrato¹⁵, non sono affatto esclusive dell'uomo, bensì riscontrabili in moltissime specie animali e in modo particolarmente spiccato (o da noi percepibile) negli uccelli e nei mammiferi sociali.

Ma anche nell'evoluzione di pratiche direttamente legate allo sfruttamento umano di risorse animali, come l'allevamento per fini alimentari o commerciali e l'uso di animali addestrati per la caccia, la pesca o la difesa, il ruolo attivo storicamente svolto dall'intelligenza animale non può essere trascurato. Basti pensare, per esempio, al fenomeno del pascolo brado, o *pâturage libre*, praticato ancora oggi in Corsica, in cui bovini, ovini, caprini e suini vengono lasciati liberi di pascolare senza la presenza del pastore¹⁶ e tornano autonomamente, generalmente prima dell'imbrunire, alle fattorie in cui vivono, o al ruolo cruciale svolto dai cammelli nella ricerca di fonti idriche in alcune zone aride o semi-aride dell'Africa e dell'Asia, alla cooperazione nella caccia tra uomini e cani, o a quel singolare e non meno antico misto di costrizione e cooperazione che si manifesta nell'*ukai*. Una tecnica di pesca, tuttora diffusa in alcune aree del Giappone e della Cina, basata sull'uso di cormorani che vengono rilasciati in acqua, legati ad una sorta di guinzaglio che gli serra la gola e possono quindi ingoiare solo i pesci più piccoli che catturano, mentre i più grandi vengono recuperati dal pescatore che li estrae dal loro gozzo. Tradizione vuole che, terminata la pesca, e sfamati quanto basta, i cormorani siano riportati all'abitazione del pescatore appollaiati su un lungo bastone che lui porta sulle spalle mentre cammina¹⁷. Si tratta, indubbiamente, di forme di convivenza e relazione inscritte nel circolo dello sfruttamento. Tuttavia, a differenza di quanto avviene negli allevamenti intensivi in cui gli animali sono totalmente «macchinizzati», in casi come quelli che abbiamo citato (e se ne potrebbero menzionare molti altri) l'intelligenza e la capacità di libera cooperazione degli animali non umani coinvolti svolge un ruolo chiave nel rendere possibili tali modalità di allevamento, caccia, pesca o reperimento di risorse.

In ultima analisi, nelle relazioni tra gli uomini e gli animali sociali con cui essi convivono o hanno convissuto, è storicamente accaduto qualcosa di non troppo dissimile da ciò che, in tutte le società umane divise in classi, o in etnie

¹⁵ Per un primo approccio cfr. SAMPAIO ET AL. 2025; BRONSTEIN 2024.

¹⁶ Cfr., per un approccio complessivo al tema, DUBEUF ET AL. 2023.

¹⁷ Cfr. JACKSON 1997.

dominanti e dominate, e caratterizzate dalla discriminazione patriarcale nei confronti del genere femminile, è accaduto nei rapporti tra uomini e donne e tra individui appartenenti a ceti diversi. Voglio dire: come, perfino nell'infernale e plurimillenario regno del patriarcato, per molti versi ancora vigente, è stato nonostante tutto possibile l'*amore* tra uomini e donne, sia pure inevitabilmente avvelenato, distorto e reso contraddittorio da quelle disparità di genere in cui era ed è in parte ancora immerso, come la relazione affettiva tra il servo nero e i bambini del padrone bianco nelle fattorie della Louisiana dell'Ottocento trascendeva la dimensione del dovere servile pur restandovi iscritta, o ancora come la curiosità reciproca tra esseri umani di diversi ceti o etnie ha da sempre potuto scalfire e travalicare, in parte, barriere sociali e contrapposizioni etniche, *così anche il reciproco esplorarsi di uomini e animali non umani (domesticati e selvatici), il loro provare a vivere insieme, a intendersi e «patteggiare» forme di coabitazione ha da sempre, in parte, trasceso il tornaconto materiale, o la coazione degli uni sugli altri, rispondendo anche ad attitudini spontanee ed esigenze profonde di tipo cognitivo, affettivo e sociale*. In fondo, se le relazioni tra gli uomini e altri animali, non meno di quelle intraspecifiche, hanno prodotto, fin dai tempi più antichi, forme di *conflitto*, esse, proprio come le relazioni tra esseri umani, hanno dato luogo anche a miliardi di *storie di amicizia, solidarietà e amore* costituendo, al contempo, per gli uomini, una preziosa occasione *per comprendere anche un po' più a fondo*, attraverso l'osservazione dei comportamenti animali e l'interazione con essi, il proprio rimosso, *sé stessi*, le proprie inibizioni, le repressioni imposte a umani e non umani dalla cosiddetta «civilizzazione» e, forse, persino a riconoscere e lasciar maturare in sé il bisogno e il tentativo di emanciparsene.

3. Il ritorno del «selvatico» come problema e risorsa del nostro tempo

La voracità ambientale ed energetica della moderna civiltà industriale si è manifestata, negli ultimi tre secoli, innanzitutto, attraverso un processo, sempre più spinto, di *antropizzazione degli ambienti e degli spazi* basato su una sistematica *distruzione degli ecosistemi preesistenti* non vincolata, almeno fino alla prima metà del Novecento, da alcun limite di carattere etico o ecologico. Elementi propulsori di questo processo sono stati, in primo luogo, l'industrializzazione dell'agricoltura e dell'allevamento, le deforestazioni ad essa legate e la corsa all'*urbanizzazione degli spazi di vita umani*: «All'inizio dell'Ottocento, solo il 10% circa delle persone abitava nei centri urbani, ed esistevano solo una cinquantina di città che superavano i 100.000 abitanti. Secondo le ultime stime dell'ONU, oggi, circa il 56% della popolazione vive nelle città, il 23% in città con almeno 1 milione di abitanti, e ci sono ben 33 *megacities*, ovvero metropoli con più di 10 milioni di abitanti»¹⁸. Questa costante azione distruttiva e colonizzatrice esercitata dallo sviluppo industriale e abitativo umano ha comportato, in una prima fase, una sempre più netta separazione tra ambienti selvatici, contesti rurali e centri urbani, ovvero, tra vite umane e vite vegetali e animali e, nei contesti umani, tra produttori di risorse alimentari ed energetiche, o materiali semilavorati, e loro acquirenti o consumatori. In una fase più recente, tuttavia, il punto di saturazione raggiunto dal continuo erodersi dei territori non colonizzati dall'uomo, dalla progressiva eradicazione del selvatico dagli spazi antropizzati e dal sistematico inquinamento di acque, suoli e aria ha provocato, come tutti sappiamo, una crisi ecosistemica globale che sta producendo tassi di estinzione di specie selvatiche senza precedenti, per estensione e rapidità, mettendo a rischio anche le possibilità di sopravvivenza di molte delle comunità umane oggi sparse sul pianeta. Tale crisi sta anche esponendo, inevitabilmente, gli habitat antropizzati ad un *ritorno del selvatico* e, in particolare, *degli animali selvatici*, in fuga da ecosistemi devastati che non gli consentono più sostentamento e attratti dalle fonti di nutrimento costituite da rifiuti e resti di pasti umani. Un fenomeno che andrà, certamente, ad intensificarsi nei prossimi decenni e che richiede lo sviluppo di una nuova cultura della coabitazione e della condivisione di spazi tra comunità umane e animali. Una nuova

¹⁸ SCILLITANI 2020.

vincolante condizione di convivenza che, nella maggioranza dei casi, le nostre istituzioni e cittadinanze sembrano impreparate ad affrontare¹⁹.

Tutti i territori antropizzati e le città andrebbero, infatti, considerati, oggi, laboratori a cielo aperto in cui sarà necessario studiare approfonditamente le specie vecchie e nuove con cui ci troveremo a coabitare, le loro forme di foraggiamento, gli andamenti del loro riprodursi, i modi in cui esse possono integrarsi o entrare in conflitto con le coltivazioni, i trasporti, la sicurezza e i bisogni umani, per poter progettare forme di interazione in grado di prevenire, mitigare o risolvere in modo non distruttivo tali conflitti. Un lavoro che può essere svolto, efficacemente, solo sulla base di una profonda conoscenza, sia delle specie animali, vegetali e microbiche coinvolte, sia dei territori, e deve perciò scaturire da una sinergia di competenze.

Si tratta, infatti, di esperimenti scientifici e sociali che vanno istruiti mirando a rendere gli interventi umani meno intrusivi e costrittivi possibile e implicano perciò un tentativo di emancipare le nostre tecniche, i nostri saperi, le nostre abitudini, le scienze stesse e il loro uso pubblico e privato, da quella sindrome dell'«apprendista stregone» che, in molti e diversi modi, negli ultimi due secoli, si è rivelata essere tra i demoni più pericolosi dell'oltranzismo capitalistico. Ovvero, tra i rischi più gravi derivanti dall'arrogante pretesa e pratica di intervenire sugli habitat vegetali, animali e umani esistenti modificandoli drasticamente, o ancor più spesso semplicemente distruggendoli, per trarne profitti, *senza conoscerli e senza minimamente preoccuparsi o tener conto delle conseguenze dei propri interventi su scala locale, regionale e globale*.

Non meno determinante, per una transizione culturale verso un superamento di questa arroganza, incarnata e alimentata ieri dai miti colonialisti della frontiera e da quelli positivisti delle magnifiche sorti e progressive, oggi dai sogni transumanisti di sopravvivenza cibernetica alla morte e colonizzazione di Marte, sarà diffondere in modo capillare, nella popolazione tutta, e nelle giovani generazioni in particolare, un'educazione etologica ed ecologica, una formazione alla convivenza pacifica tra le specie facendo leva, in primo luogo, come suggerisce la stessa Comunità europea, su percorsi formativi relativi «a tutte le età e a tutti i livelli di istruzione», sulla programmazione e azione degli enti locali, sul coinvolgimento di associazioni di volontariato accreditate che dispongano di competenze specifiche, sulle università e i

¹⁹ *Ibidem*.

presidi veterinari ed ecologici, sugli istituti di ricerca e sulla promozione di un'alta divulgazione scientifica e un ampio dibattito etico.

Enrico Alleva, etologo e neuroscienziato italiano di fama internazionale, intervistato su questi temi da Alessandro Mariani per *Lampoon Magazine* nel 2021, suggeriva che è necessario e urgente ripensare e ristrutturare le nostre città per renderle capaci di accogliere le molte specie animali che, per i motivi cui si è accennato, stanno tornando, o giungendo per la prima volta, a visitarle, attraversarle, abitarle, per esempio, progettando e realizzando corridoi verdi al loro interno, costruendo palazzi con «cavità protette dove gli uccelli migratori possano nidificare» o inserendo giardini con «fiori e piante utili alle api, come il tulipano, la malva, il girasole o la calendula»²⁰.

In altre parole, come suggerivano anche i progetti presentati dagli studenti dei corsi di *Urban Design* del Politecnico di Milano alla mostra «Milano *Animal City*» nel 2016, occorre imparare a guardare le città anche «dal punto di vista degli animali che le abitano, progettando nuovi spazi di convivenza fra la specie umana e le specie animali»²¹.

In questa direzione vanno, per esempio, iniziative come il progetto *Life Bear Smart Corridors* che il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise ha promosso, «insieme ad altre Aree protette abruzzesi, ai Comuni interessati e ad alcune Associazioni che lavorano per la tutela dell'orso bruno marsicano»²², e che è finalizzato a creare «corridoi ecologici di collegamento fra diverse Aree protette» e, dunque, «Comunità a Misura d'Orso»²³, trasformando «la presenza dell'orso da problema a risorsa, senza lo sfruttamento dell'animale stesso»²⁴. Progetto innovativo, anche sotto il profilo sociale, proprio perché pone la formazione della cittadinanza, e la sua partecipazione attiva, al centro delle attività di conservazione e tutela degli ambienti, della flora e della fauna, considerandoli indispensabili per il raggiungimento di soluzioni efficaci e condivise.

Ciò che è oggi richiesto all'urbanista non meno che al cittadino, spesso ormai disabituated all'incontro, anche solo visivo, con gli animali selvatici, e a chi si occupa di gestione dell'ambiente come a quanti gestiscono attività

²⁰ MARIANI 2021.

²¹ *Ibidem*.

²² D'AMICO 2023a, p. 66.

²³ *Ibidem*.

²⁴ *Ibidem*.

produttive è, in altre parole, né più né meno il *reimparare l'arte della coabitazione, della negoziazione degli spazi e della spartizione delle risorse tra l'urbano e il silvestre, le colture e i boschi, le case e le tane, gli uomini e gli altri animali*²⁵.

«Pensare che esista uno spazio ambientale solo umano e uno solo animale», osservava giustamente Daniela D'Amico in un articolo del 2023, è, infatti, «esattamente la base del problema, soprattutto perché la specie umana ha raggiunto un'esplosione demografica di otto miliardi di persone. La forte convinzione che tra il mondo selvatico e il mondo umano ci siano, o ci debbano essere, dei confini ben precisi e delineati che, *in primis*, devono essere rispettati dai selvatici stessi, dà la misura di quanto complesso è l'insieme dei luoghi comuni che spesso determinano le scelte e le azioni degli uomini»²⁶.

Eppure è evidente che, se il sinantropismo, ovvero l'adattamento di specie animali e vegetali selvatiche ad ambienti antropizzati, come è stato ricordato nel paragrafo precedente, ha accompagnato la storia della nostra specie, i suoi attuali ritmi di incremento sono, invece, indubbiamente, proprio come i fenomeni meteorologici estremi, oggi tanto più frequenti che in passato, conseguenze di un modello di sviluppo e di modalità di gestione dei territori e delle risorse in cui tale arte del patteggiamento consensuale, anche se non verbalmente mediato, e della cura degli ecosistemi, non ha avuto, e spesso tuttora non ha, o non ha quasi, voce in capitolo. Esperienze recenti mostrano che gli effetti di tale incuria pongono sempre più spesso anche le stesse comunità umane di fronte a temibili forme di incursione e di «rivolta» di cui le popolazioni di molte specie animali sono capaci e si sono rese protagoniste negli ultimi decenni. Per limitarci a qualche esempio, in Arabia Saudita i babbuini hanno da tempo imparato a scassinare porte e introdursi negli appartamenti per razziare dispense e frigoriferi, mentre in Indonesia «i macachi del tempio di Uluwatu, a Bali, rubano le macchine fotografiche e le borse ai turisti, restituendole solo in cambio di cibo»²⁷. In Uganda, e in vari altri luoghi dell'Africa, branchi di elefanti hanno più volte assaltato villaggi, e usato

²⁵ Di andare incontro a queste cruciali esigenze del nostro tempo si occupa la *zooantropologia consulenziale* e, in particolare, la *zooantropologia consulenziale urbana* che offre, appunto, a comunità che ne hanno bisogno la possibilità di «interrogarsi per individuare le migliori soluzioni di convivenza specifica» (MARCHESINI 2025, pp 94-95) in un dato territorio. Cfr. su questo anche *Id.*, pp 100-104.

²⁶ D'AMICO 2023b, p 9.

²⁷ DESPRET 2012, p 31.

grossi rami per disattivare le recinzioni elettriche o bloccare le strade²⁸. In Nuova Zelanda, i pappagalli kea hanno imparato ad aprire bidoni della spazzatura progettati per essere a prova di animali. A Lopburi, città della Thailandia nota perché presso i suoi templi stazionano migliaia di macachi dalla coda lunga (*Macaca fascicularis*), abitualmente sfamati dai turisti, quando durante il periodo dell'emergenza COVID-19 questa risorsa venne a mancare, migliaia di queste scimmie invasero le vie cittadine, assaltando i negozi di generi alimentari e costringendo gli abitanti a barricarsi in casa²⁹. Un caso analogo si è presentato a Ramachandrapuram, villaggio dell'India meridionale sito a poca distanza dalla città di Hyderabad che, nel 2020, fu invaso da circa 400 entelli (*Semnopithecus entellus*). In altre circostanze, invece, la contesa per l'accaparramento di risorse di origine antropica tra diversi gruppi di conspecifici ha condotto alcuni insediamenti urbani a divenire scenario di veri e propri scontri tra branchi. È il caso della città di Harar, in Etiopia, dove il documentarista della BBC Fredi Devas ha potuto filmare due branchi di iene, complessivamente più di un centinaio, che lottavano tra loro per l'accesso alle vie cittadine, rispettando però, al contempo, il tacito patto di non attaccare gli umani³⁰.

4. Gli scenari futuri tra catastrofi incombenti e deboli *chances* di rinascita sociale, etica e culturale

Il *Global Annual to Decadal Climate Update*, pubblicato dalla *World Meteorological Association* il 26 maggio 2025, traccia uno scenario attendibile degli andamenti climatici che potranno verificarsi nei prossimi anni e del loro impatto ambientale³¹.

Se il 2023 e il 2024 sono stati gli anni più caldi mai registrati e hanno fatto rilevare un prolungato superamento della soglia di aumento delle temperature di 1,5 gradi rispetto ai valori pre-industriali, indicata dagli Accordi di Parigi del 2015 come soglia limite oltre la quale si sarebbero innescati effetti a catena non reversibili, disastrosi per gli ecosistemi terrestri, le previsioni degli

²⁸ *Ivi*, p. 32.

²⁹ MORETTI 2020.

³⁰ MARIANI 2021.

³¹ *Update* scaricabile, in versione integrale, vedi rif. sitografico n. 8.

esperti di questo importante organismo internazionale segnalano un 70% di possibilità che tale superamento resti stabile nel prossimo quinquennio. Il permanere di queste alte temperature, secondo l'*Update* dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale, intensificherà ulteriormente le precipitazioni estreme e la siccità intensa, l'innalzamento del livello dei mari e la fusione delle calotte glaciali e polari. In questo scenario, nei prossimi decenni, vaste zone dell'Asia meridionale, dell'India, dell'Indonesia e degli Stati Uniti potrebbero diventare inabitabili, almeno nei mesi estivi, per le temperature troppo elevate; varie aree dell'Africa saranno devastate dalla siccità, molte isole del Pacifico e dell'Oceano Indiano e molte città o zone costiere, anche in Italia, rischieranno, invece, di essere sommerse o allagate dall'innalzamento del livello dei mari. La vita quotidiana delle persone cambierà profondamente e molti dei servizi di cui oggi siamo abituati a usufruire quotidianamente, dall'energia elettrica ai trasporti ai telefoni cellulari, alla circolazione delle merci saranno, verosimilmente, in ogni momento, assai più esposti di quanto già lo siano ora a possibili tilt, interruzioni, guasti, limitazioni, interruzioni. Interi centri abitati, in tutti i continenti, potrebbero trovarsi, per giorni o mesi, isolati e/o costretti a ricorrere a mezzi preindustriali per spostarsi, comunicare, reperire risorse. Queste difficoltà indurranno, sicuramente, migrazioni e spostamenti di uomini e animali dai territori più ostici, molto più cospicui di quelli già in corso, ed è purtroppo realistico aspettarsi che tali sconvolgimenti genereranno anche nuovi conflitti armati per l'accaparramento delle risorse disponibili. Si tratta, indubbiamente, di prospettive per molti versi drammatiche, che già oggi sono purtroppo considerate, dalla maggior parte degli studi climatici più accreditati, in parte inevitabili, ma che, al contempo, sarà indispensabile contenere, ridurre, mitigare il più possibile se si vorranno evitare gli scenari più catastrofici. Personalmente credo, anzi, che non si tratterà solo di attrezzarsi come si potrà per tentare di evitare il peggio ma sarà in gioco qualcosa di più. Intendo dire che, se tali prospettive destano, indubbiamente, più timori che speranze, le epoche che le nuove generazioni dovranno affrontare, proprio per i drastici mutamenti che imporranno ai nostri stili di vita, potrebbero farsi portatrici anche di una, sia pur tenue e improbabile, *chance di rinnovamento*, di radicale ripensamento dei nostri modi di organizzare i rapporti sociali, delle attività economiche e delle nostre relazioni con gli ecosistemi che abitiamo.

Inevitabilmente, in molti luoghi, molti di quei confini tra gli ambienti antropizzati e quelli selvatici, tra gli spazi umani e quelli abitati da altri animali, che l'urbanizzazione ha creato, salteranno, non risulteranno più difendibili o andranno profondamente rinegoziati. Se è molto probabile che questi cambiamenti, in gran parte dei casi, esaspereranno ulteriormente le conflittualità tra animali umani e non umani, come quelle tra gli uomini, non si può tuttavia escludere che il definitivo crollo di quel mito di uno sfruttamento indiscriminato e illimitato delle risorse naturali di cui si è nutrita la tarda modernità, la consapevolezza della responsabilità interamente umana di questa crisi ambientale e climatica e delle sue conseguenze, la necessità di riorganizzarsi in situazioni inedite e spesso molto meno comode di quelle cui accede oggi, nei paesi industrializzati, la piccola e media borghesia, e magari anche il trovarsi nuovamente faccia a faccia con molti di quegli animali che avevamo espulso dalle nostre metropoli e dal nostro quotidiano, relegandoli negli zoo o in sempre più mastodontici allevamenti intensivi, possa condurre almeno una parte dell'umanità a riscoprire quella inconsolata quanto rimossa *nostalgia della loro compagnia* che fa sì che continuiamo a riempire di loro simulacri le stanze dei nostri bambini e le opere d'arte che produciamo. Quella socialità interspecifica, quella voglia di conoscenza e amicizia e quella grata umiltà nei loro confronti cui invitava, già in tempi ormai remotissimi, Democrito.

Bibliografia

1. ARRATIA G. (2017), *New Triassic teleosts (Actinopterygii, Teleosteomorpha) from northern Italy and their phylogenetic relationships among the most basal teleosts*, «Journal of Vertebrate Paleontology», 37 (2), id.: e1312690.
2. BERGSTRÖM A. ET AL. (2020), *Origins and genetic legacy of prehistoric dogs*, «Science», 370 (6516), pp 557-564.
3. BSHARY R., WICKLER W., FRICKE H. (2002), *Fish cognition: a primate's eye view*, «Animal Cognition», 5 (1), pp 1-13.
4. CELENTANO M. (2013), *Etologia e antropologia*, in FANTINI B., DESTRO BISTOL G., RUFO F., *Una prospettiva evolutiva sulle emozioni*, Pisa: Edizioni ETS.
5. CHRULEW M. (2014), *The philosophical ethology of Dominique Lestel*, Angelaki. «Journal of the Theoretical Humanities», 19 (3), pp 17-44.
6. COPPINGER L., COPPINGER R. (2001), *Dogs: A startling new understanding of canine origin, behavior, and evolution*, New York: Thalmann and Perri.
7. D'AMICO D. (2023) a, *Il progetto Life Bear-Smart Corridors*, «Reticula», 34/2023, pp 66-67.

8. D'AMICO D. (2023) b, *Coesistenza fa rima con sopravvivenza: un viaggio tra passato e presente per riflettere sul nostro rapporto con la fauna*, «Reticula», 34/2023, pp 9-14.
9. DITADI G. (1994), *I filosofi e gli animali. L'animale buono da pensare*, vol. 1, Este: AgireOra Edizioni.
10. DESPRET V. (2002), *Quando il lupo vivrà con l'agnello. Sguardo umano e comportamenti animali*, tr. it. (2004), Milano: Elèuthera.
11. DESPRET V. (2012), *Che cosa rispondono gli animali se facciamo le domande giuste?* tr. it. (2018), Casale Monferrato (AL): Edizioni Sonda.
12. HELFMAN G. S., SCHULTZ T. Z. (1984), *Social transmission of behavioural traditions in a coral reef fish*, «Animal Behaviour», 32 (2), pp 379-384.
13. FOUTS R. (1997), *La scuola delle scimmie*, tr. it. Milano: Mondadori.
14. GENSINI S. (a cura di) (2010), *Animal loquens*, Roma: Carocci.
15. JACKSON C. (1997), *Fishing with cormorants*, «Archives of Natural History», 24 (2), pp 189-21.
16. LALAND K. N., ATTON N., WEBSTER M. M. (2011), *From Fish to Fashion: Experimental and Theoretical Insights into the Evolution of Culture*, «Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences», 366 (1567), pp 958-968.
17. LESTEL D. (2003), *Les origines animales de la culture*, Paris: Flammarion.
18. LESTEL D. (2004), *L'animal singulier*, Paris: Éditions du Seuil.
19. LORENZ K. (1973), *L'altra faccia dello specchio*, tr. it. (1974), Milano: Adelphi.
20. MARCHESINI M. (2025), *Che cos'è la zooantropologia*, Roma: Carocci.
21. MUTH F. ET AL. (2024), *Bumble-bees show capacity for behavioral traditions*, «Learn Behavioral», 52, pp 137-138.
22. SAMPAIO A. ET AL. (2025), *Cognition in multi-species sociality*, «Current Biology», 35 (4), pp 132-136.

Sitografia

1. BRONSTEIN J., SRIDHAR H. (2024), *Connecting and integrating cooperation within and between species*, «Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences», 379 (1909):
<https://doi.org/10.1098/rstb.2023.0203>
2. BROWN C., WEBSTER M. (2025), *Fishy culture in a changing world*, «Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences», 19:
<https://doi.org/10.1098/rstb.2024.0130>
3. DUBEUF J. P. ET AL. (2023), *Assessing the operational perspectives of agrosilvopastoralism in the Mediterranean region: learnings from observations in Corsica*, «Small Ruminant Research», 229:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921448823002274>
4. JERNIGAN C. ET AL. (2021), *Age and social experience induced plasticity across brain and behaviour in paper wasps*, «Biology Letters», 17, id. 20210073:
<https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0073>

5. MORETTI M. (2020), *Thailandia, almeno seimila scimmie si sono impossessate della città di Lopburi*, «La Repubblica», 30/09/2020:
https://www.repubblica.it/la-zampa/2020/07/30/news/thailandia_almeno_seimila_scimmie_si_sono_impossessate_della_citta_di_lopburi_la_polizia_situazione_fuori_controllo_-367887356/
6. SCILLITANI L. (2020), *Quando gli animali selvatici entrano in città*, «Pikaia»:
<https://www.scienzainrete.it/articolo/quando-gli-animale-selvatici-entrano-citt%C3%A0/laura-scillitani/2020-04-27>
7. WORLD METEOROLOGICAL ASSOCIATION (2025), *Global Annual to Decadal Climate Update*:
<https://wmo.int/files/wmo-global-annual-decadal-climate-update-2025-2029>

Il Ninfeo Ponari di Cassino: rischi e strategie di valorizzazione tra cambiamenti climatici e pressioni antropiche

EUGENIO POLITO*, ARTURO GALLOZZI**
VINCENZO GRAFFEO***, FRANCESCA PIERDOMINICI***

*Università degli Studi Roma Tre

**Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUt+), European Union

***DTC Lazio – Distretto Tecnologico Beni e Attività Culturali – Centro di Eccellenza,
European University of Technology (EUt+), European Union

Riassunto: Il Ninfeo Ponari di Cassino rappresenta un esempio significativo di architettura residenziale romana tra tarda età repubblicana e prima età imperiale, interpretato oggi come *coenatio* estiva di una *domus* terrazzata inserita nel sistema urbano di *Casinum*. Il contributo presenta i risultati delle indagini archeologiche più recenti, condotte nell'ambito del progetto CHANGES. Particolare attenzione è dedicata al rilievo digitale integrato realizzato nel 2024, che ha prodotto un *Digital Twin* tridimensionale e un *virtual tour*. Le collaborazioni interdisciplinari con il CNR di Lecce (georadar), l'ENEA di Frascati (monitoraggio SHM) e il LAPS UNICAS (analisi numerica) configurano un approccio multidisciplinare alla conservazione preventiva del patrimonio archeologico.

Parole chiave: Ninfeo Ponari, rilievo digitale integrato, *digital twin*, conservazione preventiva.

Abstract: The Ninfeo Ponari in Cassino represents a significant example of Roman residential architecture between the late Republican and early Imperial periods, currently interpreted as a summer *coenatio* of a terraced *domus* integrated into the urban system of *Casinum*. This contribution presents the results of recent investigations as part of the CHANGES project. Particular attention is devoted to the integrated digital survey carried out in 2024 which produced a three-dimensional Digital Twin and a virtual tour. Interdisciplinary collaborations with CNR Lecce (ground-penetrating radar), ENEA Frascati (SHM monitoring) and LAPS UNICAS (numerical analysis) establish a multidisciplinary approach to preventive conservation of archaeological heritage.

Keywords: Ninfeo Ponari, Integrated Digital Survey, Digital Twin, Preventive Conservation.

1. Introduzione

Il complesso noto come Ninfeo Ponari di Cassino costituisce uno degli esempi più significativi di architettura residenziale romana nel Lazio meridionale tra tarda età repubblicana e prima età imperiale (I sec. a.C. – II sec. d.C.) (fig. 1).

Figura 1 – Vista zenitale da drone dell'area del Ninfeo Ponari.



Noto nella letteratura come ninfeo isolato, legato a giochi d'acqua e a una decorazione musiva di tipo rustico, il monumento è oggi interpretato come la porzione di una ricca *domus* terrazzata affacciata sul fronte urbano di

Casinum, all'interno della quale l'ambiente voltato e gli spazi annessi svolgevano la funzione di *coenatio* estiva di rappresentanza.

Il presente contributo illustra i risultati delle indagini e la documentazione digitale integrata realizzata a partire dal 2024 nell'ambito del progetto CHANGES (*Cultural Heritage Active Innovation for Next Gen Sustainable Society*), Spoke 7. L'approccio multidisciplinare adottato integra analisi archeologiche, tecniche di rilievo digitale avanzate e sistemi di monitoraggio strutturale, configurandosi come modello di conservazione preventiva per il patrimonio archeologico.

2. Attività di ricerca recenti: il programma CHANGES e le nuove indagini integrate

Dal 2024 il sito è entrato nel programma CHANGES (*Cultural Heritage Active Innovation for Next Gen Sustainable Society*), Spoke 7, un progetto nazionale finanziato dal PNRR che si occupa di innovazione tecnologica applicata ai beni culturali.

Figura 2 – Sezione trasversale del Ninfeo (elaborazione della scansione laser).



Il gruppo di lavoro comprende ricercatori dell'Università di Cassino, la Soprintendenza e partner come ENEA e il laboratorio CRITEVAT della Sapienza. Le attività svolte tra luglio 2024 e agosto 2025 hanno incluso incontri

di inquadramento storico-archeologico, ricognizioni *in situ* con particolare attenzione alla volta a botte, al mosaico policromo e alle decorazioni murarie, analisi archivistiche e bibliografiche, nonché una campagna integrata di rilievo che ha combinato scansioni laser (fig. 2), fotogrammetria terrestre e riprese da drone.

Sul piano archeologico, questo lavoro ha avuto una duplice valenza. Da un lato, ha permesso di aggiornare e verificare la pianta e le sezioni alla luce delle più recenti acquisizioni, chiarendo rapporti planimetrici fra atrio, ambiente voltato e ambienti antistanti. Dall'altro, l'integrazione dei dati in un sistema informativo geografico web (WebGIS) e in un modello tridimensionale ha reso possibile una nuova lettura spaziale del Ninfeo come parte della *domus* e, al tempo stesso, come tassello di un più ampio mosaico urbano, in dialogo con il teatro, l'anfiteatro e gli altri monumenti di *Casinum* (fig. 3).

Figura 3 – Il Ninfeo nell'area archeologica dell'antica *Casinum*.

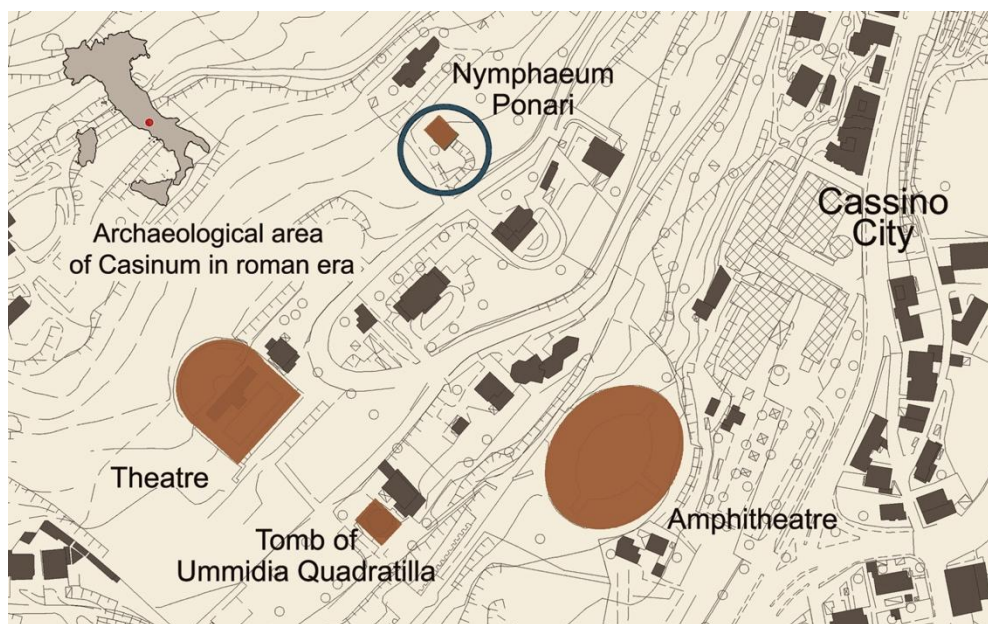


Figura 4 – Particolari delle decorazioni parietali e dei pavimenti.



In questo contesto si collocano anche le attività specificamente concentrate sulle decorazioni pavimentali e parietali, che comprendono la raccolta e l'analisi sistematica dei dati di superficie, il confronto con la documentazione d'archivio e la preparazione di saggi mirati, come quello condotto nel 2025 sul pavimento policromo dell'ambiente voltato (fig. 4).

3. Il saggio esplorativo nel pavimento policromo (2025)

3.1 Obiettivi e metodologia dell'intervento

Nel 2025 è stato realizzato un saggio esplorativo di 30 × 30 centimetri nel pavimento a mosaico con inserti lapidei policromi dell'ambiente voltato, con l'obiettivo specifico di analizzare la stratigrafia costruttiva e la tecnica di posa del mosaico. L'intervento, condotto con tecniche mininvasive, ha rappresentato un passaggio fondamentale per comprendere non solo le modalità di realizzazione del pavimento, ma anche le strategie di gestione dell'umidità e della statica in un ambiente strettamente connesso all'acqua.

Il saggio è stato preceduto da una documentazione fotografica e da un rilievo grafico della superficie, in modo da registrare con precisione lo stato di conservazione del tappeto musivo. Lo scavo è proceduto per strati, con

rimozione e descrizione dei livelli sottostanti, secondo i principi della stratigrafia archeologica.

3.2 La sequenza stratigrafica e le tecniche costruttive

La stratigrafia rilevata ha evidenziato una successione coerente con la prassi dell'edilizia romana. Al di sopra si trova il livello delle tessere marmoree, allettate in uno strato di malta di calce e pozzolana di colore grigio chiaro, spesso in media pochi centimetri. Subito sotto si sviluppa un poderoso strato di cocciopesto, spesso circa quindici centimetri, con matrice rosso-arancione e inclusi di laterizio frantumato e sabbie grossolane. Questo livello svolge funzioni sia statiche sia impermeabilizzanti, dimostrando l'attenzione a creare un supporto resistente e idraulicamente efficiente per il pavimento. Segue un livello di pietrame immerso in terra giallastra, composto da ciottoli e frammenti calcarei di medie e grandi dimensioni, con funzione di massicciata drenante e di consolidamento del piano. In profondità si raggiunge, infine, uno strato di terra marrone, interpretabile come deposito naturale o come riporto antico di preparazione, privo di elementi strutturali significativi nel settore saggiato (fig. 5).

Figura 5 – Ubicazione del saggio e caratteristiche stratigrafiche della pavimentazione.



Il saggio di scavo, pur nelle sue limitate dimensioni, ha evidenziato come la presenza di uno spesso cocciopesto, associato a una massicciata di pietrame, sia perfettamente coerente con la natura del Ninfeo come ambiente potenzialmente umido progressivamente trasformatosi in *coenatio*. L'attenzione alla durabilità e all'isolamento del piano pavimentale, unita alla raffinatezza del tappeto musivo superficiale, si traduce in un sistema costruttivo progettato per garantire al contempo stabilità strutturale, efficienza idraulica e prestigio estetico.

4. Il rilievo integrato del Ninfeo Ponari

4.1 Criticità geologiche e condizioni di stabilità

Dal punto di vista geologico, il terreno su cui sorge il sito presenta due strati litologici distinti: lo strato inferiore costituito da terre rosse compatte e quello più superficiale da terre di riporto. La struttura risulta immersa per un terzo nelle terre rosse compatte con elevata resistenza meccanica e per i restanti due terzi nella terra di riporto. L'assenza di falde acquifere contribuisce a rendere l'area stabile e priva di scivolamenti; tuttavia, il sito ricade in Zona Sismica 2A, con pericolosità sismica media, in un contesto caratterizzato da prolungata attività di scorrimento su pendio collinare.

Le operazioni di scavo archeologico, accompagnate da analisi geologiche, mineralogiche-spettrografiche e termografiche, hanno evidenziato una profonda lesione orizzontale, a quota circa 2,50 m dal pavimento, che attraversa tutte le murature del vano. Questa lesione coincide in buona parte con il punto di contatto fra le terre rosse compatte e le terre di riporto (fig. 6).

Figura 6 – Una delle principali lesioni in corrispondenza del piano di imposta della volta.



4.2 Criticità conservative attuali

L'attuale configurazione del sito archeologico presenta criticità conservative derivanti dalla disposizione e dalla copertura artificiale della struttura. L'assenza di isolamento dal fianco della collina determina una costante pressione sulla struttura, non più controbilanciata dal riempimento degli interni, ora rimosso. Le pareti rimangono a diretto contatto con il terreno, favorendo

l'infiltrazione di umidità in assenza di un sistema di drenaggio efficiente a monte della struttura. Le coperture moderne si sono rivelate di larghezza insufficiente, limitandosi a coprire la maggior parte della struttura antica e incanalando parte dello scarico dell'acqua piovana verso l'esterno delle pareti. Le superfici di pittura e mosaico sono interessate da gravi fenomeni di distacco e degrado.

Sul manufatto sono stati realizzati interventi di restauro strutturale: consolidamento della volta a botte di copertura e sostegno della parete nord-orientale dell'*impluvium* con elementi di sottofondazione e strutture a monte della parete. Tra luglio e ottobre 2024, su commissione e sotto la supervisione della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Frosinone e Latina, la società Lithos Restauri ha condotto un intervento di pulitura e restauro degli apparati decorativi (fig. 7).

Figura 7 – Interventi di restauro – Società Lithos Restauri Srl, Venezia. Posizionamento garze, pulitura con Wishub, rimozione sali, stesura biocida.



L'intervento ha restituito vividezza agli intonaci affrescati e alla pavimentazione in mosaico policromo, fornendo l'occasione per effettuare il rilievo digitale integrato del sito il 20 ottobre 2024.

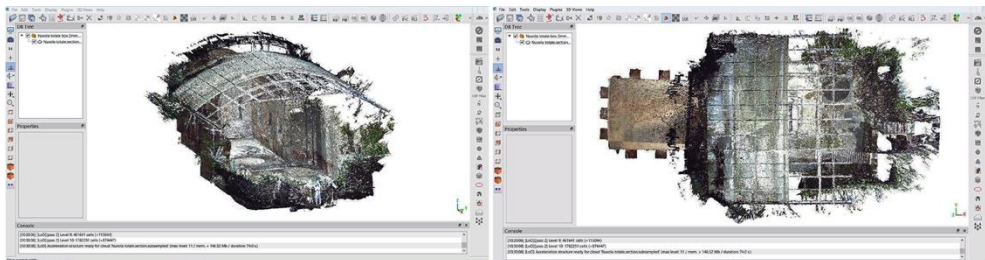
5. Metodologia del rilievo integrato

Il progetto di documentazione digitale si è basato sull'integrazione di tre metodologie distinte: topografica, scansione laser e fotogrammetrica. La campagna di rilievo, condotta in collaborazione con il prof. Leonardo Paris (Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, Università di Roma 'La Sapienza'), ha impiegato laser scanner CAM2 Focus3D X 130, fotocamera Canon Eos 450D per panorami equirettangolari e drone Parrot ANAFI per riprese aeree. Il progetto è stato impostato con coordinate locali, mantenendo la possibilità di georeferenziazione successiva.

5.1 Acquisizione dei dati

Le acquisizioni hanno integrato 8 scansioni laser con 6 panorami sferici ad alta risoluzione, utilizzando la tecnica *High Dynamic Range* (HDR) per compensare le variazioni di esposizione luminosa. Questa tecnica risulta essenziale per documentare anche le tracce stratigrafiche più tenui presenti sulle pareti, garantendo la leggibilità di superfici sia in ombra che fortemente illuminate. La nuvola di punti inizialmente registrata, composta da 238 milioni di punti, è stata ridotta a 88 milioni mediante l'applicazione di un filtro con distanza di 2 mm tra punti consecutivi nel software *CloudCompare*, ottimizzando così il rapporto tra qualità della rappresentazione e gestibilità del modello digitale. Per la ricostruzione della superficie poligonale continua a partire dai punti discreti è stato adottato l'algoritmo di Poisson, che consente di generare una *mesh* priva di discontinuità (fig. 8).

Figura 8 – Nuvole di punti in ambiente Cloud Compare.



5.2 Elaborazione fotogrammetrica *Structure From Motion*

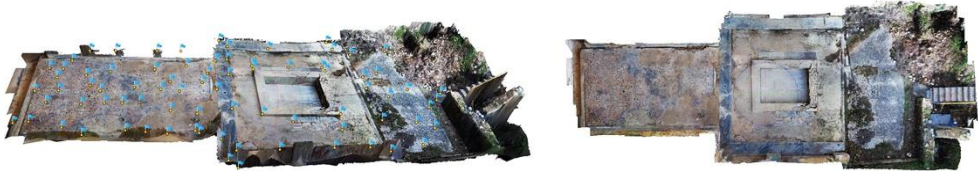
Il modello tridimensionale è stato elaborato secondo il procedimento *Structure from Motion* (SfM), una tecnica fotogrammetrica che ricostruisce la geometria tridimensionale degli oggetti a partire da sequenze di fotografie bidimensionali, attraverso cinque fasi concatenate. La nuvola di punti è stata preliminarmente suddivisa per componenti architettonici (Ninfeo, *impluvium*, atrio, arco di ingresso) e correlata alle ortofoto mediante *marker* di riferimento comuni, ovvero punti identificabili sia nella nuvola laser che nelle fotografie aeree (fig. 9). L'allineamento delle foto nel software *Agisoft Metashape* ha richiesto la verifica dell'omogeneità dei dati GPS acquisiti dal drone e l'ottimizzazione delle posizioni delle camere nello spazio tridimensionale.

Figura 9 – Nuvola ‘sparsa’ da allineamento delle foto e nuvola con i marker assegnati.



La nuvola densa risultante da questo processo, scalata e orientata coerentemente con la nuvola laser di riferimento, presenta uno scarto di errore compreso tra 2 e 5 cm, considerato accettabile date le dimensioni contenute del sito archeologico. L’elaborazione della *mesh* poligonale ha incluso l’informazione cromatica associata ai vertici, producendo un modello altamente dettagliato visualizzabile in modalità *shaded*, che simula l’effetto di ombre e luci sulla superficie (fig. 10).

Figura 10 – Modello *mesh* in modalità *shaded* e *mesh* texturizzata delle pavimentazioni.



La *texture* finale, ovvero l’immagine fotografica applicata sulla superficie tridimensionale, è stata realizzata mediante tecnica UV mapping e ha richiesto una regolazione dei parametri di luminosità e contrasto per compensare le disomogeneità di esposizione tra la volta, più scura, e le pareti laterali del Ninfeo.

6. Ricomposizione del modello e output finale

Le singole porzioni tridimensionali texturizzate (*mesh* con applicazione della *texture* fotografica) sono state esportate in formato OBJ, uno standard per modelli tridimensionali, corredate dei parametri relativi al colore dei vertici e delle *texture* in formato JPEG. Per la gestione efficiente del modello e le operazioni di *post-processing* è stato necessario bilanciare la definizione visiva con il peso computazionale del file. L'ottimizzazione è stata ottenuta suddividendo ciascuna *texture* in più mattonelle di risoluzione inferiore, calcolando la risoluzione di ogni mattonella dividendo la risoluzione complessiva desiderata per il numero di mattonelle necessarie (tecnica nota come *Tile-based texture mapping*).

Figura 11 – Modello digitale 3D del Ninfeo in ambiente Rhino.



I file così ottimizzati sono stati importati nel software di modellazione tridimensionale *Rhinoceros* (Rhino), dove le singole porzioni si sono automaticamente ricomposte nello spazio in base alle coordinate locali

precedentemente attribuite, generando il modello tridimensionale completo del Ninfeo Ponari (fig. 11).

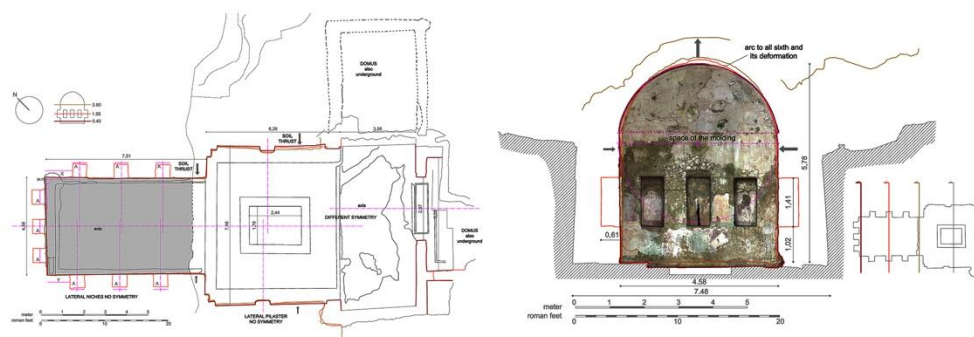
Questo passaggio costituisce anche una verifica della precisione geometrica raggiunta: la corretta ricomposizione conferma che le singole nuvole dense sono state scalate e georeferenziate ai *markers* con sufficiente accuratezza. L'impostazione di camere virtuali in Rhino consente di estrarre viste prospettiche, sezioni e rappresentazioni del *digital twin* utili sia per la comunicazione scientifica e divulgativa che per l'analisi metrica e morfologica del manufatto archeologico.

6.1 Elaborazioni grafiche e analisi geometrica

Il modello tridimensionale strutturato può essere utilizzato nelle indagini sulla forma e sulla geometria, estraendo informazioni specifiche quali sezioni orizzontali o verticali per le elaborazioni grafiche bidimensionali. Attraverso le piante e le sezioni è possibile documentare l'intera area già scavata e quella piccola parte della *domus* solo parzialmente indagata.

Le elaborazioni del piano e della sezione permettono di evidenziare alcune particolarità del manufatto, tra cui il diverso asse di simmetria tra il Ninfeo e la parte della *domus* ancora visibile. Le nicchie presentano le stesse dimensioni in altezza e larghezza, ma non risulta simmetria sulle due pareti longitudinali. Anche nello spazio aperto dove è collocato l'*impluvium* sono presenti due lesene non perfettamente allineate. La sovrapposizione delle sezioni orizzontali evidenzia la deformazione subita dall'intera struttura, in gran parte attribuibile alla spinta laterale del terreno (fig. 12).

Figura 12 – Analisi grafica a partire dal modello 3D, sezioni orizzontali e verticali.



7. *Digital Twin 2.5D e virtual tour*

7.1 Finalità e struttura del *virtual tour*

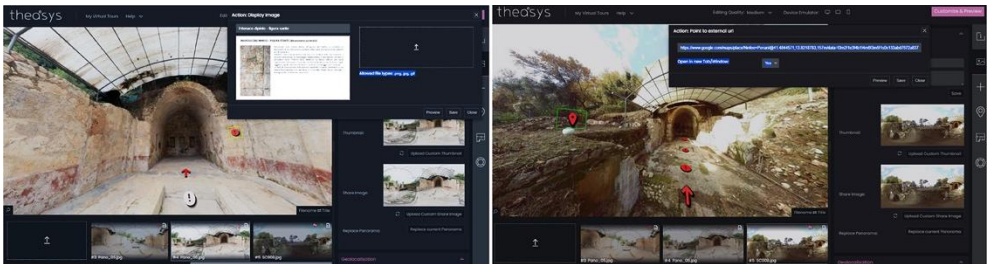
Il *Digital Twin 2.5D* è stato concepito con finalità prevalentemente documentative e divulgative. I dati raccolti sono stati organizzati in schede informative fruibili attraverso un *virtual tour* basato su modello 2.5D, costruito componendo panorami sferici a 360 gradi elaborati dalle foto equirettangolari acquisite durante la campagna di rilievo (fig. 13).

Figura 13 – Alcuni screenshot del *virtual tour*.



Ai panorami sferici sono stati collegati due tipi di *hotspot* (fig. 14): *hotspot* statici (foto e schede informative del sito) e *hotspot* dinamici (link a siti web, video che illustrano le modalità operative delle indagini georadar e del sistema di monitoraggio strutturale).

Figura 14 – Esempi di *hotspot* statico e dinamico in ambiente virtuale Theasys.



Il visitatore, preferibilmente munito di dispositivi ottici di realtà virtuale, potrà esplorare lo spazio virtuale e interrogare il modello nei punti di interesse segnalati. Per la realizzazione del *virtual tour* è stato utilizzato il servizio *open source* Theasys, con l'obiettivo finale di installare una stazione multimediale all'interno del Museo Archeologico Nazionale 'G. Carettoni' ubicato nell'area archeologica di *Casinum*. L'interfaccia di comunicazione, testata in via sperimentale, si basa su un *tour* virtuale costituito da quattro viste sferiche

che consentono di navigare all'interno dei resti del Ninfeo, ruotando la vista a 360° con modalità di interazione semplici e intuitive (fig. 15).

Figura 15 – Proposta di installazione multimediale nel Museo 'G. Carettoni'.



Le viste sferiche presentano una serie di collegamenti attraverso i quali è possibile attivare percorsi di conoscenza più approfonditi (dettagli, documentazione storica, confronto con altri ninfei), diversificando la comunicazione in relazione all'utente. Particolare cura è stata dedicata all'integrazione della componente visiva con quella della voce narrante, il che ha reso il messaggio vocale più efficace del messaggio scritto in questo tipo di esperienze comunicative.

7.2 Efficacia comunicativa e accessibilità

Le modalità di comunicazione dei beni culturali possono essere diversificate grazie alla diffusione della tecnologia digitale. Tuttavia, ogni contesto evidenzia specificità su cui alcune applicazioni possono avere efficacia comunicativa differenziata. I *tour* virtuali possono essere utilizzati su dispositivi fissi o mobili, con modalità di comunicazione *off-site* o *in loco*. L'efficacia della comunicazione risulta maggiore nel caso di procedure *in loco*, a diretto contatto con il patrimonio culturale, eliminando la perdita di qualità visiva dovuta a limitazioni tecniche dei dispositivi mobili.

Nell'ambito di contesti di forte valore spaziale, risulta particolarmente importante il livello di libertà di movimento all'interno dello spazio virtuale. Nei *tour* virtuali basati su foto panoramiche sferiche, l'esplorazione dello spazio è puntuale, da punti di vista predefiniti, mentre nei *tour* virtuali basati su modelli tridimensionali è possibile interagire più liberamente con il modello virtuale ottenendo un maggiore impatto comunicativo. La qualità dell'esperienza dipende dal livello di accuratezza del modello, dall'immersione

sensoriale, dalla funzionalità e dalla semplicità degli strumenti di navigazione. Poiché, attualmente, il Ninfeo si trova al di fuori del tradizionale circuito di visite in quanto ancora oggetto di attività di studio e conservazione, la lavorazione dei modelli rappresenta un'opportunità concreta, per i visitatori dell'area archeologica, di conoscere un luogo attualmente inaccessibile, particolarmente interessante non solo per lo stato di conservazione del contesto spaziale ma anche per la raffinatezza di alcuni dettagli decorativi, in gran parte ben conservati nelle loro caratteristiche originali.

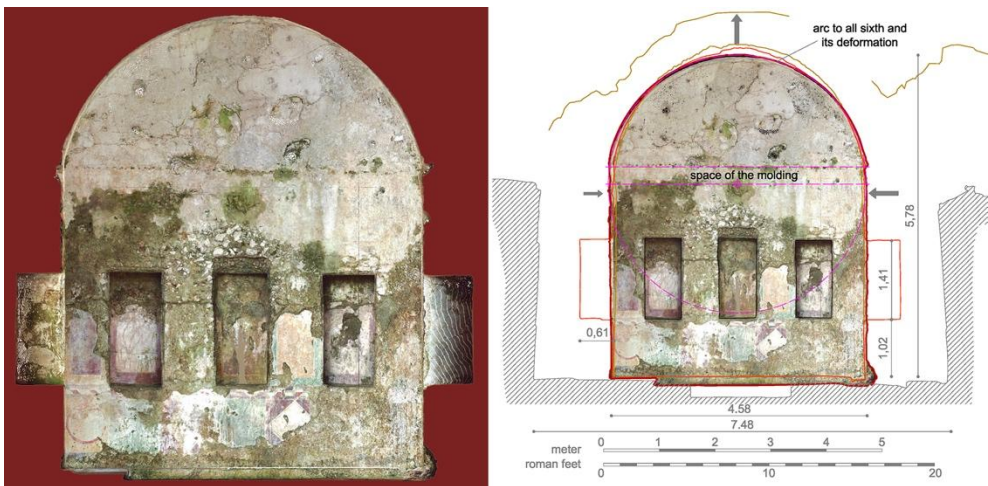
8. Altri output del rilievo integrato

8.1 Ortomosaico e restituzione fotogrammetrica

La restituzione piana dei prospetti e della pianta consente di documentare dettagliatamente lo stato di conservazione del manufatto.

In ambiente software fotogrammetrico, la restituzione si ottiene impostando la proiezione planare, che trasforma la superficie tridimensionale in un'immagine bidimensionale metricamente corretta (fig. 16), e attivando il parametro *enable hole filling* (riempimento automatico dei vuoti), che per interpolazione chiude eventuali lacune presenti nella *texture* fotografica.

Figura 16 – Ortomosaico e restituzione grafica della parete di fondo dell'ambiente voltato.



Si ottengono così immagini ad alta definizione che riproducono fedelmente gli elementi del sito con precisione metrica, utilizzabili sia per l'analisi scientifica che per la documentazione grafica.

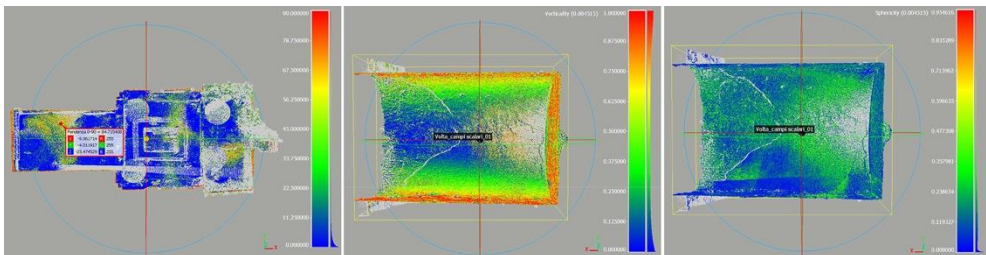
Altre elaborazioni effettuate direttamente dalla nuvola di punti, quali le mappe di elevazione (rappresentazioni che utilizzano scale cromatiche per visualizzare le quote altimetriche), permettono di evidenziare dettagli non percepibili ad occhio nudo, come le differenze di altitudine tra le varie parti che compongono il pavimento, rivelando cedimenti o sopraelevazioni anche di pochi centimetri.

8.2 Analisi mediante campi scalari

Ai fini dell'indagine sullo stato di conservazione, sono state effettuate analisi della nuvola di punti attraverso gli *Scalar Fields* (campi scalari) all'interno del software *CloudCompare*. Questa funzionalità consente di attribuire ad ogni punto della nuvola un valore numerico relativo a una specifica proprietà geometrica, visualizzato mediante scale cromatiche che facilitano l'individuazione di anomalie o deformazioni.

L'analisi della pavimentazione mediante lo *scalar field* 'verticalità' ha evidenziato le aree che hanno subito modifiche nella giacitura originaria, identificando zone di innalzamento o depressione rispetto al piano teorico (fig. 17).

Figura 17 – Analisi *Scalar Field* delle giaciture verticali dei punti della pavimentazione e valutazione dei parametri di 'verticalità' e 'sfericità' della nuvola di punti della volta.

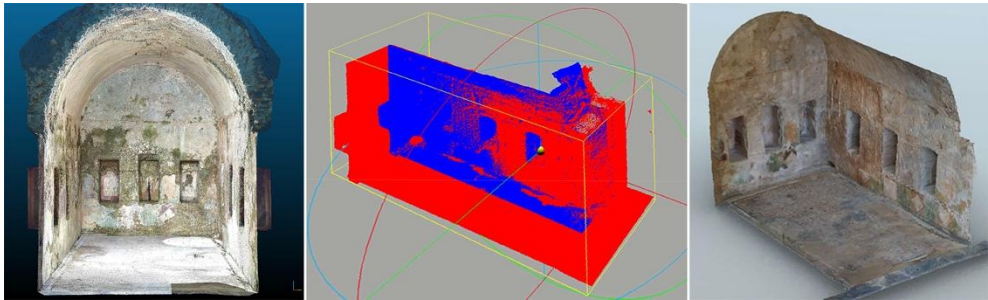


Lo stesso tipo di indagine applicato alla volta ha restituito le aree soggette a ribassamento, particolarmente evidenti in prossimità dell'arco di ingresso. Per la volta è stata inoltre effettuata la verifica mediante lo *scalar field* 'sfericità', che misura lo scostamento della superficie attuale dalla geometria ideale della volta a botte, evidenziando le deformazioni accumulate nel tempo.

Le sezioni trasversali estratte dal modello permettono di verificare la corrispondenza tra la geometria attuale e quella teorica dell'arco a tutti i sesti (ovvero le sezioni verticali trasversali) della volta a botte, rivelando la deviazione verso l'alto della parte più esterna della superficie intradossale in conseguenza della spinta laterale esercitata dalle due pareti portanti sul terreno circostante. Dalla nuvola di punti sono state inoltre estratte sezioni orizzontali e verticali per riprodurre pianta e alzati del manufatto in formato CAD, ricavando sia i dati dimensionali precisi che le deformazioni geometriche subite dalle strutture murarie nel corso del tempo.

Basandosi sugli indici di appartenenza alle nuvole originarie (*original cloud indexes*), è stato effettuato l'allineamento tra la nuvola di punti acquisita nel 2024 e quella precedentemente rilevata nel 2015, al fine di analizzare i movimenti della struttura in un arco temporale di nove anni. Attraverso la visualizzazione differenziale delle due nuvole è possibile confrontare le variazioni di giacitura delle strutture murarie e quantificare gli spostamenti, tenendo conto dello scarto di errore strumentale di alcuni millimetri insito in ciascuna campagna di rilievo (fig. 18).

Figura 18 – Allineamento e confronto differenziale tra la nuvola di punti del 2015 (rosso) e quella del 2024 (blu), basato sugli *original cloud indexes*, per l'analisi delle variazioni di giacitura e la quantificazione degli spostamenti della struttura nel periodo di nove anni.



9. Interoperabilità e collaborazioni interdisciplinari

Il progetto si fonda sul principio dell'interoperabilità dei dati e delle competenze, riconoscendo che la complessità delle problematiche conservative richiede un approccio integrato che superi i confini disciplinari tradizionali. Il monitoraggio continuo delle strutture costituisce uno strumento fondamentale di protezione dai rischi naturali e antropici, permettendo di anticipare situazioni di criticità attraverso l'individuazione tempestiva di variazioni nei parametri geometrici e strutturali.

La conservazione preventiva è perseguita attraverso un approccio multidisciplinare che integra competenze archeologiche, ingegneristiche, geofisiche e tecnologiche. Questa strategia si concretizza nell'attivazione di collaborazioni con enti di ricerca specializzati, ciascuno dei quali contribuisce, con specifiche *expertise*, alla costruzione di un quadro conoscitivo completo e alla definizione di strategie conservative appropriate.

L'integrazione di dati provenienti da fonti diverse – indagini archeologiche, rilievi digitali, analisi geofisiche, monitoraggio strutturale – consente di sviluppare modelli interpretativi robusti, in grado di supportare decisioni informate relative agli interventi di tutela. Tale approccio sistemico si configura come paradigma replicabile su altri contesti del patrimonio archeologico.

9.1 Indagine geofisica del CNR di Lecce

La collaborazione con il CNR di Lecce – Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (ISPC), coordinata dal dott. Gianni Leucci con la dott.ssa Dora Francesca Barbolla, il dott. Ivan Ferrari e il dott. Francesco Giuri, ha prodotto dati significativi sullo stato di conservazione interno delle strutture murarie.

La campagna di indagini georadar si è svolta nei giorni 10 e 11 aprile 2025, con l'obiettivo di determinare la consistenza e l'estensione delle lesioni strutturali, definire con precisione lo spessore delle murature di imposta della volta, verificare la presenza di tubature e condotte d'acqua storiche ed eventuali cavità o vani sepolti.

Le indagini sono state condotte con apparecchiature georadar (*Ground Penetrating Radar*, GPR) in dotazione al Laboratorio di Geofisica Applicata ai Beni Archeologici e Monumentali del CNR-ISPC di Lecce. È stato impiegato il sistema GPR Impulsato Hi Mod (prodotto da IDS) equipaggiato con

antenne a diverse frequenze – 200 MHz, 600 MHz, 900 MHz e 2000 MHz – per l'area interna del Ninfeo. Ciascuna frequenza consente di investigare a profondità differenti: le frequenze più basse (200 MHz) penetrano più in profondità ma con minor risoluzione, mentre quelle più alte (2000 MHz) offrono maggior dettaglio ma penetrazione limitata. La tecnica georadar, completamente non invasiva e non distruttiva, si basa sull'emissione di impulsi elettromagnetici che, riflettendosi sulle discontinuità presenti nel sottosuolo o all'interno delle strutture murarie, consentono l'individuazione di anomalie a diversa profondità (fig. 19).

Figura 19 – Operazioni di indagini geofisiche – CNR-ISPC. Laboratorio di Geofisica Applicata ai Beni Archeologici e Monumentali di Lecce.



L'elaborazione dei dati acquisiti è stata realizzata mediante il *software* specializzato GPRSLICE, che consente di visualizzare le informazioni in sezioni bidimensionali e volumi tridimensionali. La natura non invasiva delle indagini ha permesso di ottenere informazioni dettagliate sulla struttura interna delle murature senza causare alcun danneggiamento o compromissione della stabilità, realizzando una sorta di TAC del monumento che ha reso possibile identificare con precisione lo stato di degrado delle murature anche nelle porzioni non visibili dall'esterno.

Dall'elaborazione dei dati sono emersi risultati di notevole rilevanza per la comprensione dello stato conservativo. Per le pareti interne del Ninfeo, è stato evidenziato un grado di fessurazione avanzato che interessa l'intero spessore del setto murario, pari a circa 1,4 m. Le indagini hanno rilevato, oltre alle fratture superficiali direttamente visibili, un esteso sistema di fratture interne alla muratura con aperture dell'ordine di pochi millimetri, non percepibili dall'esterno ma potenzialmente pericolose per la stabilità complessiva. Lo spessore delle murature di sostegno della volta, misurato dall'esterno, risulta

pari a 1,4 m, riducendosi a 1,33 m se si esclude lo strato di intonaco affresco, il cui spessore medio si attesta tra 7 e 8 cm.

L'analisi attraverso le *depth slices* (sezioni orizzontali a quote progressive di profondità) ha evidenziato una distribuzione significativa del grado di fratturazione, che interessa la muratura in tutta la sua sezione. La visualizzazione tridimensionale tramite le 'isosuperfici di ampiezza' (superfici che collegano punti con uguale intensità del segnale riflesso) consente di individuare spazialmente le anomalie riferibili alle fratture, restituendo una mappatura tridimensionale completa del quadro fessurativo (fig. 20).

Figura 20 – 'Scavo virtuale', rappresentazione del quadro fessurativo 3D sulle pareti.



Le fessure rilevate, verosimilmente originate da fenomeni di umidità e infiltrazioni d'acqua nel corso dei secoli, presentano aperture dell'ordine di millimetri ma costituiscono elementi di criticità per la stabilità futura del manufatto. L'esposizione continua agli eventi atmosferici potrebbe infatti portare a un progressivo aggravamento dello stato fessurativo attraverso il cosiddetto 'ciclo di gelo-disgelo': l'acqua che penetra nelle fessure durante le precipitazioni può congelarsi nei periodi invernali, aumentando di volume (circa il 9%) e esercitando una pressione sulle pareti della frattura. Questo meccanismo, ripetendosi ciclicamente stagione dopo stagione, provoca un graduale allargamento delle fessure con conseguente aggravamento delle condizioni di stabilità delle pareti e potenziale rischio di distacco di porzioni murarie.

Sotto il pavimento del Ninfeo, in corrispondenza dell'arco d'ingresso, è stata rilevata una probabile condotta d'acqua che intercetta più tubazioni. Mentre sotto il pavimento dell'*impluvium* sono stati rilevati vuoti riconducibili al passaggio di tubazioni idriche e, al di sotto della vasca centrale, un vuoto corrispondente probabilmente a una cisterna. Nell'area esterna, in adiacenza alla parete sud-ovest dell'*impluvium*, è stata rilevata la presenza di strutture murarie a 0,50 m di profondità, probabilmente vani interrati (fig. 21). Nell'area esterna, in corrispondenza del percorso verso il cancello di ingresso,

è stata individuata una tubazione probabilmente collegata al canale che scari-cava le acque reflue, ancora oggi leggibile nel muro di cinta sull'attuale via Montecassino.

Figura 21 – ‘Scavo virtuale’ a circa 2.2 mt di profondità dell’area esterna al Ninfeo, la visualizzazione 3D mette in evidenza la probabile presenza di strutture murarie interrate.



9.2 Monitoraggio strutturale da remoto dell'ENEA – Centro Ricerche Frascati.

È in corso una collaborazione col Centro Ricerche ENEA di Frascati (dott. Michele Arturo Caponero, dott. Davide Vicca) per l'implementazione di un sistema integrato di monitoraggio strutturale da remoto. L'infrastruttura, composta da sensori e mire di riferimento installati nel 2020, è stata riattivata il 16 luglio 2025 e dal mese di novembre è operativo il monitoraggio strutturale continuo.

Il sistema di *Structural Health Monitoring* (SHM, monitoraggio della salute strutturale) integra tre tecnologie complementari: *Structure from Motion* (SfM) per l'analisi fotografica dell'evoluzione delle fessure; rilievo robotizzato mediante stazione totale per misurazioni di alta precisione; *crackmetri* a fibra ottica per il controllo continuo delle deformazioni.

Il rilievo robotizzato viene effettuato con stazione totale Leica Nova TM50, caratterizzata da precisione angolare di 0,5 secondi d'arco e precisione della

distanza di 2 mm. Sono stati posizionati 9 obiettivi riflettenti su pareti e volta. La nuvola di punti acquisita viene elaborata per generare una *mesh* tridimensionale che, una volta filtrata dalle irregolarità locali minori, evidenzia le macrodeformazioni della struttura.

I *crackmetri* basati sulla tecnologia *Fiber Bragg Grating* (FBG, sensori a fibra ottica) monitorano continuamente le fessure più significative. Questi sensori, sviluppati presso il Centro Ricerche ENEA di Frascati, incorporano un sistema di compensazione termica: ciascun *crackmetro* contiene due sensori FBG, uno che rileva sia temperatura che deformazione, l'altro solo temperatura. La misurazione differenziale dei due segnali consente di isolare la deformazione meccanica dagli effetti termici. Le prime acquisizioni hanno evidenziato un ciclo circadiano (giornaliero) di apertura e chiusura delle fessure, correlato alle variazioni di temperatura (fig. 22).

Figura 22 – Strumentazione e *crackmetri* (© ENEA Research Centre di Frascati) per il monitoraggio strutturale da remoto. Il gruppo di ricerca.



L'integrazione dei dati provenienti dalle tre tecnologie consente di ricostruire la cinematica completa delle componenti strutturali e di comprendere i meccanismi di deformazione in atto. I problemi strutturali appaiono legati all'interazione tra murature, volta e terreno circostante, con variazioni del regime di pressione causate da fenomeni di imbibizione o saturazione dei pori del suolo. Il monitoraggio continuo permette di rilevare tempestivamente le modifiche in corso e di orientare eventuali interventi di mitigazione.

La collaborazione con il laboratorio LAPS (Laboratorio di Analisi e Progettazione Strutturale) dell'Università di Cassino – coordinato dalla prof.ssa Maura Imbimbo e dal prof. Ernesto Grande, con le ingegnere Marina Serpe, Valentina Cima e Valentina Tomei – consentirà di sviluppare modelli

numerici validati dai dati sperimentali, in grado di simulare la distribuzione degli stress e le modalità di cedimento locale, fornendo elementi utili per la progettazione di eventuali interventi conservativi.

10. Conclusioni

Il progetto di documentazione digitale integrata, condotto a partire dal 2024 nell'ambito del programma CHANGES, ha prodotto risultati significativi per la conoscenza, la tutela e la valorizzazione del sito. La messa a sistema dei dati acquisiti mediante laser scanner, fotogrammetria e riprese aeree ha generato output di grande valore scientifico e comunicativo: sezioni orizzontali e verticali del manufatto, restituzione fotogrammetrica degli apparati decorativi, modello *Digital Twin* tridimensionale e *virtual tour* interattivo. Questi strumenti costituiscono la base documentale per il monitoraggio delle trasformazioni e per la pianificazione di interventi conservativi.

Il modello digitale rappresenta un riferimento fondamentale per il monitoraggio delle strutture nel tempo. La possibilità di confrontare la nuvola di punti acquisita nel 2024 con quella del 2015 ha dimostrato l'efficacia della metodologia per rilevare movimenti strutturali anche di entità millimetrica. Le collaborazioni interdisciplinari attivate configurano un sistema integrato di conoscenza e tutela: le indagini georadar condotte dal CNR di Lecce hanno fornito una sorta di TAC delle murature, evidenziando il grado di fessurazione interna, lo spessore delle strutture e la presenza di condotte e cavità profonde; il sistema di monitoraggio strutturale da remoto, sviluppato dal Centro Ricerche ENEA di Frascati, integra tecnologie SfM, EDM robotizzato e sensori FBG per il controllo continuo delle deformazioni; la collaborazione con il laboratorio LAPS dell'Università di Cassino consentirà di sviluppare modelli numerici validati per l'analisi degli stress e la definizione di strategie di intervento.

Il monitoraggio a lungo termine, basato su ripetute indagini EDM/SfM e acquisizione continua mediante sensori FBG, permetterà di definire un modello fortemente validato per l'analisi numerica e la progettazione delle migliori azioni conservative. L'integrazione dei dati geometrici con le informazioni sulle deformazioni e sui meccanismi di degrado fornisce gli elementi necessari per interventi mirati alla sopravvivenza del bene nel tempo.

Il *Digital Twin 2.5D* e il *virtual tour*, progettati per l'installazione presso il Museo Archeologico Nazionale 'G. Carettoni' di *Casinum*, rappresentano strumenti innovativi di comunicazione e valorizzazione. Attraverso panorami sferici a 360 gradi, *hotspot* interattivi e integrazione di voce narrante, il sistema consente di esplorare virtualmente un sito attualmente non accessibile al pubblico, caratterizzato da un eccezionale stato di conservazione degli apparati decorativi. L'efficacia comunicativa risulta particolarmente elevata nelle modalità *on-site*, dove l'esperienza virtuale si integra con la percezione diretta del contesto archeologico.

Il progetto si configura come esempio di approccio integrato alla documentazione e alla conservazione del patrimonio archeologico, dove le tecnologie digitali si combinano con competenze multidisciplinari per garantire la trasmissione del bene alle generazioni future. L'adozione di metodologie non invasive per il rilievo e il monitoraggio, l'integrazione di dati provenienti da diverse discipline, la produzione di strumenti digitali per la documentazione e la comunicazione rappresentano elementi di un paradigma conservativo che considera la conoscenza approfondita come premessa indispensabile per ogni azione di tutela. Il Ninfeo Ponari diviene così un caso di studio per lo sviluppo di protocolli replicabili su altri contesti del patrimonio archeologico diffuso, ottimizzando le risorse disponibili per la conservazione e la valorizzazione dei beni culturali sul territorio.

11. Ringraziamenti

Gli autori desiderano esprimere il più sentito ringraziamento alla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Frosinone e Latina per la costante disponibilità e la proficua collaborazione offerte nel corso delle attività di studio, documentazione e valorizzazione del Ninfeo Ponari. Un particolare ringraziamento va al Soprintendente dott. Alessandro Betori e al funzionario archeologo responsabile dott. Carlo Molle per la piena disponibilità, la fiducia accordata e il sostegno scientifico dimostrati in ogni fase del progetto, che hanno reso possibile lo sviluppo delle indagini qui presentate.

Si esprime inoltre viva gratitudine all'ENEA *Research Centre* di Frascati e al CNR – Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale (ISPC) di Lecce per la

collaborazione attiva e qualificata nelle indagini strumentali e nello sviluppo delle metodologie di monitoraggio strutturale del monumento. Il contributo di queste istituzioni ha costituito un elemento fondamentale per l'approccio multidisciplinare adottato nella presente ricerca, consentendo di integrare competenze archeologiche, tecnologiche e ingegneristiche in un quadro unitario di conservazione preventiva.

Il presente contributo analizza alcuni risultati emersi nell'ambito del progetto 'Il Ninfeo Ponari di Cassino: modellazione digitale e monitoraggio come strumenti di protezione dai rischi naturali e antropici', sviluppato all'interno del programma PE 5 CHANGES *Cultural Heritage Active Innovation for Sustainable Society*, Spoke 7 (PE0000020 CHANGES – CUP B83C22005060006, under the PNRR Mission 4, Component 2, Investment 1.3, funded by the European Union – NextGenerationEU), in collaborazione con il DTC Lazio Centro di Eccellenza e con i laboratori LaRSaAr (Laboratorio di Ricerche Storiche e Archeologiche dell'Antichità) e DART (Laboratorio di Documentazione, Analisi, Rilievo, Tecnica dell'Architettura e del Territorio) dell'Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale.

Bibliografia

1. BETORI A. (2009a), *Cassino, novità dal Ninfeo Ponari. La pavimentazione dell'atrio*, AISCOM XIV, pp 195-199.
2. BETORI A., VALENTI M., TANZILLI S. (2009b), *Ninfeo Ponari di Cassino: nuove acquisizioni e prospettive di valorizzazione*, in GHINI G. (a cura di), *Lazio e Sabina 5. Atti del convegno Quinto Incontro di Studio sul Lazio e la Sabina*, Roma: Edizioni Quasar, pp 483-498.
3. BETORI A., VINCENTI V. (2018), *Nuovi pavimenti dalla Domus del Ninfeo Ponari di Cassino*, in *Atti del XXIII Colloquio dell'AISCOM – Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico. Narni, 15-18 marzo 2017*, Roma: Edizioni Quasar, pp 447-459.
4. CAPONERO M. A., CORSI C., MONGELLI M., IMBIMBO M., POLITO E., MODONI G., GRANDE E. (2020), *Tecnologie per il monitoraggio strutturale del Ninfeo Ponari di Cassino. Una sperimentazione in collaborazione tra ENEA ed Università di Cassino*, in ARCANGIOLI C., SARTO M. S. (a cura di), *Centro di eccellenza DTC Lazio. Atti del I Convegno annuale (Roma, 30 settembre 2019)*, Roma: Edizioni Quasar, pp 69-71.
5. CAPONERO M. A., MONGELLI M., IMBIMBO M., POLITO E., MODONI G., GRANDE E. (2021), *Structural monitoring of the Ninfeo Ponari by fibre optic sensors, photogrammetry and laser scanning*, «Archeologia e Calcolatori», 32, pp 223-232.

6. CARETTONI G. F. (1940), *Casinum (Italia romana: Municipi e colonie, s. I, vol. II)*, Roma: Libreria dello Stato.
7. CIFARELLI F. M. (1995), *Un ninfeo repubblicano a Segni con la firma di Q. Mutius architetto*, in *Tra Lazio e Campania. Ricerche di Storia e di Topografia antica*, Università degli Studi di Salerno. Quaderni del Dipartimento di Scienze dell'antichità, 16 – Serie Storia Antica e Archeologia, II, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI), pp 159-188.
8. CIFARELLI F. M., VALENTI M. (1999), *Due nuovi ninfei decorati nel Lazio meridionale*, in *La Mosaïque Gréco-Romaine VII. Actes du VIIe Colloque International pour l'Étude de la Mosaïque Antique, Tunis, 3-7 octobre 1994*, Tunis: Institut National du Patrimoine, pp 673-680.
9. GALLOZZI A., PARIS L., WAHBECH W. (2017), *3D Models and Interactive Communication for Archaeology: The Nymphaeum Ponari in Cassino*, in *Digital Archaeologies, Material Worlds (Past and Present) Proceedings of 45th Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology – CAA 2017*, Atlanta, (GA) USA, pp 401-411.
10. MODONI G., IMBIMBO M., SERPE M., POLITO E., SACCUCCI M., SPACAGNA R. L., GRANDE E., CAPONERO M. A., MONGELLI M. L., VALENTI M. (2022), *Geotechnical-structural engineering for the preservation of Ninfeo Ponari in Roman Casinum*, in *Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites III – Proceedings of the 3rd International ISSMGE TC301 Symposium, Napoli, 22-24 June 2022*, CRC Press / Balkema (Toylor & Francis), pp 583-594.
11. NEUERBURG N. (1965), *L'architettura delle fontane e dei ninfei nell'Italia antica*, Memorie dell'Accademia di Archeologia, Lettere, e Belle Arti di Napoli 5, Napoli: Gaetano Macchiaroli.
12. PIERDOMINICI F. (2020), *La raccolta dati in ambiente QGIS per un modello territoriale nazionale dei ponti antichi*, in INGLESE C., PARIS L. (a cura di), *Arte e tecnica dei ponti romani in pietra*, Roma: Gangemi Editore, pp 77-100.
13. POLITO E. (2013), *Il complesso archeologico di Cassino: uno sguardo d'insieme nel segno di Ummidia*, in PALMA M., VISMARA C. (a cura di), *Per Gabriella. Studi in ricordo di Gabriella Braga*, vol. III, Cassino: Edizioni Università di Cassino, pp 1453-1469.
14. POLITO E. (2025), *Il Ninfeo Ponari di Cassino: problemi conservativi e prospettive di conoscenza e valorizzazione*, in *Foro Romano Palatino – Scavi e Ricerche*, vol. III, Roma: L'Erma di Bretschneider, pp 837-850.
15. TANZILLI S. (2016), *Cassino. Architettura, archeologia, arte, storia*, Formia: Grafiche Ghaleb.
16. VALENTI M. (1992), *Il «Ninfeo Ponari» di Cassino (FR): analisi stilistica e cronologica delle decorazioni*, «Archeologia Classica», L'Erma di Bretschneider, XLIV, pp 51-80.
17. VALENTI M. (1994), *Il mosaico rustico a conchiglie e il ninfeo Ponari di Cassino. Riflessioni su una moda decorativa di età tardo-repubblicana*, in *Atti del II Colloquio AISCOM – Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico. Roma, 5-7 dicembre 1994*, Bordighera: Istituto Internazionale di Studi Liguri, pp 49-60.

Il Decamerone e i sistemi evolutivi complessi

GIULIO DE JORIO FRISARI

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUt+), European Union

Riassunto: Nella sua opera Boccaccio vuole comporre paradigmi per uno sviluppo sostenibile. Le leggi matematiche e geometriche sono dissimulate nel testo e devono indicare parametri e regole di origine pitagorica che sono di tipo frattale, come il tetraktys.

Parole chiave: tetraktys, cosmico, evoluzione, economia, Euclide.

Abstract: In his work Boccaccio wants to offer paradigms for sustainable economic development. The mathematical and geometric theories are in the story but hidden and establish rules of Pythagorean origin for fractals, such as tetraktys.

Keywords: Tetraktys, Cosmic, Evolution, Economy, Euclide.

Lungo il sentiero tracciato da Dante, nel *Decameron* la figura dell'autore si palesa in modo poliedrico: si specchia in Filostrato, in Dioneo, testimone delle peripezie palermitane (VIII, 10), in Panfilo, in relazione indiretta in Fiammetta, che rimanda direttamente all'opera omonima per argomento d'amore e al *Filocolo*, lascia indizi del vissuto partenopeo per come ricomposto magistralmente da Croce in *Storie e leggende napoletane*, nella novella di Andreuccio da Perugia, nel filo che lega memorie partenopee, come Madama Beritolla Caracciolo o Landolfo Rufolo. In sintesi, l'autore dà vita ad una figura prismatica che rende complesso il concetto dell'unità in termini di insiemistica cantoriana: la figura dell'autore si sfaccetta, moltiplica la sua unitarietà entrando in unione con vari altri insiemi che declinano i termini di amore e morte. Questa dimensione di complessa autoreferenza e autobiografia serve a manifestare un tema dedicato all'umiltà della propria persona che va interpretato come affermazione di una virtù nel contesto narrativo, inoltre si trama specchiandosi nella cornice che funge, assieme a Proemio e Introduzione, da

filtro in paratesto con il mondo reale allo scopo di contrapporre il *locus amoenus* – modello di infinitizzazione in retorica – sia al male d'amore come dimensione di sodalizio che alla società pervertita dalla peste. Questa funzione di filtro appare decisamente come una affermazione della relazione produttiva e armoniosa tra opera umana e natura, collocata all'interno di un rapporto economico di cui qui si è scritto, e affermata nel modello della villa come luogo di gestione per le tenute nel contado e di benessere nella relazione umanità / natura: i giardini all'italiana sono – come Mazzacurati ha ben indicato – la condizione esatta di un rapporto di sostenibilità che si riversa, nell'Introduzione alla *Quarta Giornata*, verso l'agro e i boschetti, verso la natura che garantisce il benessere della villa. Emerge un campo indeterminato dell'unità autoreferenziale riferibile all'autore. In questo contesto narratologico i personaggi che narrano sono dieci, numero del *sephiras* e del *tetraktys* pitagorico. Il valore allegorico della numerazione si colloca sulla scia dantesca e ha due grandi orizzonti agli estremi: da un lato le ipotesi sull'armonia presente segretamente tra terra, uomo, cielo, dall'altro la sperimentazione dello squilibrio, del pericolo, della catastrofe come assenza di armonia, o terrore di ciò che non conosce regola. Se il mal d'amore può condurre alla catastrofe interiore, come nel *Proemio* viene affermato, e la società degli innamorati d'amore può essere salvifica, se la catastrofe può piombare inopinata e amplificarsi per deficienza, sempre allora un gruppo che pensa e vive d'amore può essere segno di speranza: così in una combinazione numerica non casuale il gruppo si compone per dare un messaggio di speranza ben costruito, dove i fatti e i fattori riescono a ritornare su sé stessi per ripristinare un processo – come in Ford e Lerner¹ – che sia evolutivo dopo aver ripristinato in senso incrementale le spinte al decremento. Due testi di teoria filosofica² sono di supporto nel delineare gli estremi, quello delle armonie e quello delle disarmonie, che vigono nel *Decameron* come due condizioni dell'essere, ossia ontologicamente nell'opera come organismo, un campo ideale e fondativo, l'opera d'arte, dove le crisi di decremento e le riprese in incremento devono rivelare uno sviluppo, che starà tutto nella poiesi, nell'atto creativo come universo fantasmatico e ricco di valori ideali in conflitto con gli aspetti degeneri. Ecco che la *Decima Giornata* rivela, nell'ottica delle teorie dei sistemi evolutivi, la sua ragione, in quanto conclude affermando di netto un sistema di

¹ Cfr. FORD, LERNER 1995.

² SPITZER 2009 [1963], LATOUCHE 2019 [2012].

valori che bilancia il peso mefistofelico della *Prima Novella* e spinge all'evoluzione etica: la cornice con i giardini all'italiana e con il *locus amoenus* indica il regime di armonia con il Creato in una fiorente economia che ha individuato la regola aurea del rapporto tra natura e cultura, natura ed economia, stante che le ville raffigurano i centri del potere economico e del benessere di comunità. In quanto gli estremi sono costituiti da fatti storici o di comunità, dunque anche leggendari, nel *Decameron* il baricentro è costituito da una natura governata nei giardini che riequilibra gli animi e rinfranca i corpi. Si deve comprendere quali sono le condizioni generali del testo, quali sono le regole che usano necessariamente anche i numeri e lo sviluppo geometrico che dai numeri sorge. A questo scopo, il libro di Spitzer *L'armonia del mondo* potrà manifestare in termini di storia del pensiero quali sono le fondamenta delle idee di relazione armonica tra uomo, opere e cosmo, mentre, *Limite* di Latouche potrà evidenziare come l'idea di termine di riferimento sia stata presente o, invece, oltraggiata nelle vicende umane per dare in questo percorso un riferimento generale sulla negazione del limite che la pandemia della peste nera ha determinato nella Firenze di Boccaccio, causando la necessità del *Decameron* come testo destinato a far rinascere un processo di sviluppo; il capolavoro sembra proporre un'ottica innovativa e suscitare moti complessi nell'interiorità dell'umanità e nella sua intraprendenza in modo tale da far utilizzare positivamente, in termini di sviluppo, le esperienze di decremento socioeconomico.

Leo Spitzer ricostruisce le idee di armonia e la loro radice numerica e geometrica che ha una cifra negli equilibri che le onde sonore assumono nelle armonie cosmiche, il che rivela il senso allegorico del *ragghiare* del *Prete da Varlungo* (VIII, 2), qui sopra indicato, nel quale la smania sessuale del sacerdote bestemmia il rito di origine ambrosiana, calpesta una memoria sublime e nega la funzione per cui ha fatto una scelta di vita. Esercitando l'astuzia popolare invece di ricomporre l'armonia sociale, un concetto che si può cogliere solo riportando la novella, come tutte le altre, alle sequenze della cornice e alle relazioni interne che si dipartono da essa, anche in ragione della numerologia di base offerta dal Certaldese. Platone fa sua la teoria pitagorica delle proporzioni cosmiche in cui l'uomo è immerso (*Gorgia*, 507e; *Repubblica*, 617b); sulle sfere che ruotano otto Sirene cantano producendo armonia e avvolgendo l'anima del mondo che è luce e bene³. Spitzer precisa che in

³ SPITZER 2009, p 16.

questo concetto sta l'origine del lemma ambiente, sulla base del termine greco *periekon*, per l'individuo e per l'umanità un modo per essere in relazione con il cosmo che lo costituisce nell'interiorità, nell'essenza e negli equilibri salutarì per raccogliere il senso universale delle opere. Questa idea pitagoricamente porta con sé la ricerca di figure, numeri e principi tali da rivelare le regole interminabili che permettono all'individuo di preservare e conoscere le armonie. La serenità della brigata di giovani e le relazioni armoniche con la natura che instaurano devono avere in sé i segni del principio platonico perché sono antagoniste alla catastrofe morale manifestatasi come consentanea alla catastrofe pandemica e sociale. Il filosofo Latouche offre una prospettiva sui processi di devastazione della natura e della società per come presenti negli sviluppi che la logica borghese speculatrice ha avuto a partire dai fenomeni economici iniziati nell'era di Boccaccio:

L'uomo moderno, liberato dalla costrizione medievale e approdato al Rinascimento, ha preteso, al tempo stesso faustiano e prometeico, di liberarsi da qualsiasi limite nel momento stesso in cui iniziava [...] il tempo del mondo finito, secondo la celebre formula di Paul Valéry [...] L'uomo occidentale si è abbandonato «a una caccia all'infinito» (secondo la felice espressione dello psicanalista Gérard Pommier). Ha realizzato il programma indicato da Francis Bacon nella *Nuova Atlantide*: «far arretrare i confini dell'impero umano per realizzare tutte le cose possibili». In quanto «signore e padrone della natura», cioè uguale a Dio, secondo la non meno celebre formula di Cartesio, l'uomo occidentale ha voluto rifare il mondo⁴.

Nelle pagine degli storiografi l'origine del processo di incremento della produzione, di costituzione delle città libere dall'egida feudale e con un certo grado di autonomia dai sommi poteri, specie imperiali, è collocata proprio nei secoli di cui Boccaccio attesta l'essenza commerciale e fondamentalmente truffaldina, quelli che dalla fase altomedievale avviano la rivoluzione economica a partire da nuove tecniche e tecnologie e con la sistemazione della circolazione finanziaria, tra l'XI e il XII secolo per avere una accelerazione nel XIII secolo, un lasso temporale in cui ricade la maggior parte delle storie narrate nel capolavoro. E chi più faustiano, spietato come un libertino moderno e Sade, addirittura nietzschiano di ser Cepperello? Chi più senza rispetto del divino del prete di Varlungo? O di frate Cipolla con la blasfemia dell'Agnolo

⁴ LATOUCHE 2019, pp 13-16.

Gabriello? Piuttosto che esempi di un sarcasmo dove l'astuzia primeggia sembrano i rappresentanti di un mondo dove il nihilismo si è tanto radicato da affermarsi come cinismo e violazione delle regole e premessa ad una dinamica degenerativa che avrà la sua realizzazione nei comportamenti descritti come avvenuti durante la peste a Firenze, in cui la cornucopia si è rovesciata dilagando come per il contenuto del vaso di Pandora, le lettere di cambio di Cepparello proiettano fin da allora verso la smaterializzazione dell'economia.

La sua attività *laboriosa* permette di dare corpo al vecchio mito del corno dell'abbondanza. Questa attività si libera [...] degli aiuti naturali (vento e acqua) e diventa *industriale* grazie all'impiego delle macchine azionate dal fuoco. L'uomo occidentale ha creduto così di poter produrre senza limiti e di potersi affrancare dalla finitezza della riserva di risorse [...] La sua ingegnosità sfrenata [...] si è creduta di poter risolvere *tutti* i problemi. La scienza e la tecnica avrebbero dato una risposta a *tutto*. Ma se l'uomo può tutto, perché dovrebbe rimanere prigioniero della camicia di forza della morale⁵?

Le parole di Latouche sono adatte come didascalia al messaggio offerto dal *Decameron*, nell'interpretazione data da Franco Cardini, in quanto il *Proemio*, l'*Introduzione* e la *Prima Novella* nella *Prima giornata* sembrano l'antipode alla *Decima Giornata*, dove l'epopea mercantile della *Seconda Giornata*, il male d'amore della *Quarta*, le beffe della *Quinta*, della *Sesta* o della *Nona* trovano un grande canone generale nell'alone mitologico di Natan o del Saladino, un alone teso a fondare nuovi paradigmi per nuovi miti necessari a porre un freno alla dissoluzione di Pietro da Vincioli, o di Cepparello, che continuano fino alla fine la vita lasciva (X, 5, I, 1), e ad affermare quell'orditura del potere speculare alla saggezza come per Alatiel dove le forze a cui è sottoposta la lasciano in una innocenza esterrefatta che viene assorbita nel canone di un potere supremo e antichissimo (II, 7), oppure ad impedire gli eccessi del romitaggio che possono provocare la relazione clandestina tra Ali-bech e Rustico (III, 10), anche a rivelare gli effetti delle costrizioni in Beltramo di Rossiglione (III, 9). Una galleria di astuzie, frodi, crimini ed eccessi che si mescola alle tempeste della ventura e contro cui sveltano le virtù cavalleresche e la generosità, la grazia portate fino agli estremi da maestro Alberto da Bologna (I, 10), Beniamino (I, 7), Guglielmo Borsiere (I, 8), la Marchesa di Monferrato (I, 5), Federigo degli Alberighi (V, 9), Ghino di Tacco

⁵ LATOUCHE 2019, p 15.

(X, 2), Tito (X, 8), Natan (X, 3), per indicare alcuni temi molto famosi. Sembra che tale contrasto sia destinato ad arginare un processo di demistificazione a cui si dona ampio spazio, mostrandone le ambiguità, le degenerazioni, il fascino nihilista contro cui opporre l'adamantina forma delle virtù antiche e spesso avvolte in una dimensione atemporale destinata ad affermarne il valore universale, come per Natan, Tito e, nel campo della magia d'amore, Tedaldo (III, 7) e Cimone (V, 1). Tale dimensione astratta, universalizzante, sembra opporsi ad un fenomeno allora corrente di demistificazione che nella peste emerge in modo devastante:

Nella sua impresa di demistificazione [il mondo moderno] non ha capito che i miti implicavano che venissero fissati dei limiti alla condizione umana, dando al tempo stesso un senso a quei limiti. Sostituendo il sacro con la ragione e la scienza, il mondo moderno ha perduto ogni senso dei limiti e ciò facendo ha sacrificato il senso stesso⁶.

Le riflessioni sulla dimensione della modernità di Latouche, riferite alla contemporaneità e alla sostenibilità del progresso tecnologico, si adattano perfettamente all'operazione di ristrutturazione del senso che Boccaccio opera in riferimento alla rivoluzione economica e scientifica in cui vive: si ricorderanno, nel lasso che copre i secoli XI-XIV, i metodi di calcolo adottati dagli arabi, la partita doppia nei registri di bilancio, il radicarsi di scoperte innovative nella matematica ricevute dall'Oriente e messe a punto da Fibonacci, la temperie ereditata dalla Corte di Federico II, il razionalismo di Nicola d'Oresme antesignano dei calcoli che verranno ripresi da Galileo, così come l'opera di Ruggero Bacone nel XIII secolo, l'imponente opera di san Tommaso rivolta al nuovo mondo, il dominio della ricchezza condannato da Dante in figure della finanza usuraia come Enrico Scrovegni e la lotta tra Cerchi e Donati espressione della violenza di classe e di interessi, una lotta, tra opposte visioni della società, che il ceto emergente del commercio immette nella Firenze di fine XIII secolo anticipando le lotte, di lì a qualche decennio, dei Ciompi. La famiglia Boccaccio era infatti esatta espressione del nuovo mondo del commercio e della finanza, su cui si offre uno spaccato nelle pagine successive, e si innesta coerentemente nel quadro che la storiografia degli ultimi decenni ha ricomposto, nelle scuole della *New Institutional Economics* e dell'*Endogenous Growth Theory* che hanno sottolineato l'insieme dei

⁶ Ivi, p 16.

fattori istituzionali decisivi per la crescita economica, si ricorderà come all'importanza assunta da Chellino di Boccaccio nella finanza e nel commercio corrispondono i ruoli svolti nelle magistrature fiorentine a cui ulteriormente corrispondono miglioramenti nel sistema monetario e degli scambi in situazioni di fatto che potevano prescindere da riforme radicali. In particolare, gli studi di Epstein mettono in rilievo il periodo di crisi che lo scrittore osserva mentre redige il suo capolavoro, successivo al 1348, dove i fattori istituzionali assumono un rilievo speciale, con i processi di centralizzazione politica in una accelerazione dei processi innovativi e nella crescita della commercializzazione in profondità e ampiezza e in una evidente affermazione di valori socio culturali riferiti al ceto del commercio: nelle tesi di North, gli operatori, lungi dal potere sempre effettuare la scelta più razionale, agiscono in realtà in base ad una conoscenza delle opportunità che è non soltanto incompleta, ma anche condizionata a fondo dalla cultura e dalla società; proprio Boccaccio nel *Proemio* offre uno spaccato dei vincoli sociali di corte mentre nelle pagine delle novelle riporta i fatti di una società fluida in cui i personaggi devono prevalentemente adattarsi allo stato dei fatti rispetto a loro desideri, pulsioni, interessi, sembrando esponenti di una lunga fase storica, ben chiara all'autore, dove il livello fattuale di integrazione dei territori doveva superare il condizionamento di poteri parcellizzati pendenti sugli scambi locali. Il *Decameron* sembra inoltre parlare sia ai modelli teorici dello sviluppo socioeconomico, tanto da proporre soluzioni al disordine dello sviluppo e al saccheggio disordinato delle risorse sociali che la protoindustrializzazione può realizzare, sia alla storiografia rivelando come lo sviluppo economico e sociale tendesse fin da allora alla progressiva globalizzazione in termini di espansione dei mercati, nella proiezione, esperienza degli avi dello scrittore, che i mercati locali hanno avuto spontaneamente verso quelli internazionali, in una conferma delle tesi di *Endogenous Growth Theory* sui fattori endogeni, mentre la storia di Cepperello rivela la vivacità delle reti di intraprendenza finanziaria e di spregiudicata operatività tra Fiandre e Meridione lungo un'onda di espansione che investe il Trecento. Particolarmente stimolante è l'attenzione ai modelli complessi che la storiografia medievista sta portando avanti per riunire in un'ottica valida l'elevato numero di fattori e la serie delle loro possibili combinazioni con le proposte di utilizzo delle *Teorie del Caos* nella esigenza di elaborare modelli complessi per una fase che proprio il *Decameron* testimonia come ricca di fattori microeconomici e sociali di essenziale portata e

rivelatori di fluidità sociale tale da fondere, al di là delle partizioni geostoriche, dinamiche economiche come il cozzo tra artigianato urbano e mestieri rurali, o i mercati del suburbio come campo di interesse anche per i ceti aristocratici. Provocando pertanto, come per i Boccaccio in sintonia con i fatti dell'Europa Centrale, una accelerazione dei rapporti di interesse tra la sfera rurale, quella urbana e quella internazionale. Inoltre – la Prima Novella e la Seconda lo testimoniano, con la Terza – un ruolo chiave del dinamismo protoindustriale è svolto dalle miniere d'argento che passano dai musulmani alle terre germaniche⁷. Le indagini storiografiche hanno rivelato che l'Età di Mezzo testimonia vari campi di realizzazione di sistemi evolutivi, un dinamismo dove spesso il personaggio storico riusciva nel consenso di comunità, a trovare soluzioni adatte a garantire sviluppo. Non era dunque una dinamica di decremento e incremento, corrispondente allo stadio polarizzato che Ford e Lerner indicano, ma piuttosto una condizione in cui i fattori in causa vengono uniti in

processi incrementali e di trasformazione che, attraverso il flusso delle interazioni tra gli aspetti attuali della persona e i suoi attuali contesti, producono una successione di cambiamenti relativamente duraturi, e tali da incrementare o rendere più complessa l'articolazione dei tratti strutturali e funzionali della persona e i paradigmi delle sue interazioni con l'ambiente, mantenendo al tempo stesso [...] un'unità strutturale della persona come un tutto inscindibile⁸.

In sostanza i modelli evolutivi proseguono ed elaborano alcune tesi della filosofia greca presenti al pensiero di Boccaccio, una è quella di Aristotele (*Metafisica*, H, 1045 a 9-10), che risente di argomenti ippocratici e su cui ha lavorato la psicologia della Gestalt, ma è presente anche in Saussure, secondo la quale un insieme, dunque un organismo, un intero non è dato dalla somma delle sue parti, tutte le cose che hanno molte parti, e il cui insieme non è come un ammasso [...] il cui intero è qualcosa di più delle parti. È utile seguire il ragionamento su incremento e decremento di Pierluigi Fagan:

L'addizione non è una procedura che dà il senso costitutivo di un intero poiché non addiziona tutto ciò che lo determina e perché non tutto ciò che lo determina è addizionabile [...] Una traccia un po' più sicura [...] la troviamo in

⁷ Per tutto il discorso cfr. MELIS 1962, 1990, GIEYSZTOR 1968; NORTH 2005; EPSTEIN 2000; HATCHER, BAILEY 2001; CAROCCI 2016, 2018.

⁸ FORD, LERNER 1995, p. 69.

Metafisica, in uno della cosiddetta triade di libri sulla sostanza; nel libro Z, 17, 1041b, 11-28, lì dove c'è il famoso esempio della sillaba. La sillaba non è solo le lettere da cui è formata, BA non è identica alla comprensione di B ed A, nell'unirsi in unità, B ed A danno vita ad un intero che è più delle sue parti, anche nel senso che questo non è riducibile a quelle. Separando le parti costituenti, si perde la sillaba, l'oggetto non è ontologicamente scomponibile senza perderne l'essenza ovvero il suo essere. Aristotele argomenta che questo qualcosa che si produce nella sillaba come un di più delle sue parti componenti, non è un elemento, né un composto ulteriore di elementi [...] non essendo un elemento ulteriore, questo 'qualcosa' sarà la causa propria per cui una sillaba è una sillaba e questa è [...] la 'sostanza' causa prima dell'essere [...] Questo è ciò che fa l'intero che 'emerge' dall'interazione delle parti. Questo qualcosa è la relazione, la relazione tra le parti [...] L'ontologia della complessità prevede un elemento non cosale costitutivo, oltre alle cose, gli enti, il loro modo di interrelarsi. L'interrelazione delle parti è ciò che dà vita a quella che Aristotele chiamava *eidos*, forma [...] la relazione non è una idea ma un fatto concreto ed al contempo non è materiale (o spesso così non sembra) ma fenomenico. È un *eonta* (evento in greco antico epico – dorico – ionico) e non un *onta* (essere)⁹.

L'esempio della sillaba in Aristotele rivela che la poiesi è di per sé un *eonta* – dunque un fatto irriducibile alla somma e che, nel pensiero di Cleante analizzato da Nicoletta Di Vita, rivela la sfera del divino dato all'umano – e, riferendoci alla Poetica dello Stagirita, l'individuazione creativa nel genere commedia permette di cogliere l'essenza dell'*eonta*, obiettivo negato alla messa in ordine degli eventi di tipo storiografico, ragione profonda del rifiuto del romanzo storico in Manzoni.

La relazione che il Decameron elabora con la natura governata nei giardini all'italiana è dunque l'acme di una visione artistica dove si contrappongono gli eventi narrati al degrado della peste che decompone scindendo le membra della collettività e che distrugge l'irriducibile insieme offerto dalla società come luogo del raccontare e della ricerca di armonia in cui le relazioni proliferano come vita. Il capolavoro, pertanto, mettendo in scena la molteplicità, cerca in essa le condizioni di equilibrio proattivo, che si relaziona testimoniando la forza germinale delle difformi situazioni o la loro tendenza alla disgregazione. Il primo contrasto è, come nello shock che salva il cuore, si legge in Ford e Lerner e qui a breve si riporta, nelle fratture sociali causate da Ceparello (I, 1), con la sua usura e le frodi, un trauma che sarà sanato dal

⁹ Cfr. rif. sitografico n. 1.

concetto antropologico di fede e rito, il pellegrinaggio scaturito dalla menzogna ma che afferma il ripristinarsi dell'ordine e della vita come ritualità, in una vittoria definitiva dell'idea suprema, quella divina, che l'usuraio voleva spregiare e distruggere. Questo argomento riferito ai modi dell'idea di relazione era ben presente a Platone che lo articola diversamente da Aristotele nel presupposto della dimensione olistica delle idee come specchio del reale e come sua ragione generativa: nel *Parmenide*¹⁰ esse si affermano come dimensione altra, le idee appartengono ad un proprio livello ontologico per cui possono giustificare una realtà che è uni - molteplice senza essere contraddittoria, per cui nel *Politico* il filosofo può definire che l'idea – come la sillaba in Aristotele – è un risultato semantico¹¹. La dimensione relazionale viene riportata da Ford e Lerner ai dati oggettivi della sopravvivenza biologica, in un campo che proprio Boccaccio mette in primo piano descrivendo gli effetti di comunità e comportamentali della peste. Inoltre, Ford e Lerner fanno riferimento al topos della cultura ippocratico galenica, convergenza dei quattro umori, che Dante ha messo in primo piano nel *Canto Primo*, introduttivo:

ogni cellula muscolare del cuore è un oscillatore autonomo che mostra strutture ritmiche di contrazione e rilassamento. Ma in quanto componenti di un unico cuore, vale a dire componenti di un sistema più ampio, le cellule sincronizzano i propri ritmi e il cuore pulsa come un tutt'uno. Talvolta però la sincronizzazione si spezza per qualche motivo e il cuore va in fibrillazione: se la sincronizzazione tra i comportamenti dinamici delle singole cellule non viene ristabilita (magari tramite uno shock elettrico), la persona muore¹².

L'esempio fa risaltare che azioni unitarie, dotate di senso proprio e non interventi particolari, hanno effetto su altri insiemi unitari dotati di senso, lo shock serve al cuore, sono due centri di azioni complesse: il *Decameron* agisce come azione unitaria contro una crisi che ha interrotto il flusso vitale, lo shock è nella *Decima Giornata* e nella posizione dominante della relazione con il mondo naturale ed escatologico. Un esempio davvero notevole di questa dimensione olistica si osserva nel quadro di Dürer, *I Quattro Apostoli*, del 1526, dove i colori che contraddistinguono i singoli protagonisti

¹⁰ 128, E, 5-130, A, 2, cfr. PLATONE 2025, pp 98-103 edizione da cui si citano i successivi.

¹¹ Cfr. PLATONE 2025, *Politico*, 262 A, 8 - B, 2 e 285, A, 3 - B, 6, tratto da MIGLIORINI, cit. in *Parmenide*, 130, E, 4-131, E, 7, pp 120-139.

¹² FORD, LERNER 1995, p 80.

corrispondono ai quattro umori della medicina ippocratica (il sanguigno / rosso / Giovanni, il flemmatico / bianco / Pietro, il malinconico / nero / Paolo, il collerico / giallo / Marco), rivelando che il messaggio evangelico coinvolge in organismo le virtù partendo dall'azione sul corpo in modo inscindibile, per cui il benessere dello spirito è speculare ovvero analogico a quello più profondo del corpo (ringrazio il prof. Cristian Tanese per avermi partecipato le sue riflessioni sul quadro). La dottrina degli umori ippocratica era ben presente alla cultura medievale, interpretata dalla Scuola Medica Salernitana sulla base della dottrina araba fin dal X secolo. Il modello cardiaco e semantico sembra essere presente nelle varie formazioni del reale:

nello sviluppo e nei comportamenti umani esiste una plasticità relativa [...] Senza eredità genetica non ci sarebbe nessuno in un ambiente ma, d'altro canto, senza un ambiente non ci sarebbe nessun posto per vedere gli effetti dell'ereditarietà. I geni non esistono né operano nel vuoto [...] Essi esercitano la loro influenza sul comportamento all'interno di un ambiente caratterizzato in maniera specifica su ognuno dei suoi molti livelli [...] Allo stesso tempo, tuttavia, se non ci fossero geni (e quindi nessuna ereditarietà), l'ambiente non avrebbe al suo interno alcun organismo su cui esercitare la propria influenza. Natura e cultura sono di conseguenza legate insieme in modo inestricabile, e non possono mai esistere indipendentemente l'una dall'altra¹³.

I principi qui esposti, che erano stati ben elaborati da Gadda nella *Meditazione Milanese*, specie al paragrafo XIII, corrispondono ad una tradizione filosofica di origine platonica che è stata rielaborata da sant'Agostino e che offre nei suoi trattati numerose immagini olistiche. In Boccaccio, che era legato agli Agostiniani, questi concetti hanno riscontro in una combinazione numerica posta nel *Decameron*. La composizione della brigata che ripristina un concetto di ordine sociale è di tre giovani e sette donne. Il numero dieci che scaturisce corrisponde alle giornate che verranno trascorse narrando. Risalta che dieci meno tre dà come risultato sette e sette meno tre dà ulteriore risultato quattro, proseguendo nella sottrazione quattro meno tre dà risultato uno. Il numero tre ha un pregnante valore allegorico nella Santissima Trinità, nel dogma principale della fede cattolica: posti in ordine in forma di punti questi numeri, dieci – sette – quattro – tre – uno, formano un triangolo equilatero di lato quattro, dove l'insieme dieci è costituito da un vertice con un

¹³ *Ivi*, pp 86-88.

punto, il secondo livello ha due punti, il terzo livello ha tre punti, il quarto livello ha quattro punti: la somma dei due livelli offre uno più due ovvero tre e tre più quattro ovvero sette. Questa forma nel suo insieme è il *tetraktys* di Pitagora, una forma reputata perfetta e che oggi nella teoria dei frattali può essere proiettata in difformi insiemi generando equilibri specifici in analogia.

La successione manifesta uno dei teoremi di Euclide se si assumono come riferimento i numeri delle donne e degli uomini, sette e tre, e il risultato della loro sottrazione, quattro, che indica le condizioni per riequilibrare il rapporto e che evidenzia le sette virtù, quattro le virtù cardinali, prudenza, giustizia, temperanza, forza, mentre tre le virtù teologali, fede, speranza, carità, e tre è il numero divino, che sottratto a quattro, lascia residuo uno, valore sostanziale in Dio, qui invece residuo per l'uomo. I valori allegorici si articolano in modo geometrico:

Proposizione 1 del X libro degli Elementi di Euclide. (Assumendosi come) date due grandezze diseguali (7 e 4), se si sottrae dalla maggiore una grandezza maggiore della metà (7 - 4), dalla parte restante un'altra grandezza maggiore della metà (4 - 3), e così si procede successivamente (ricorsività nelle decine superiori), rimarrà una grandezza che sarà minore della grandezza minore (inizialmente) assunta (1 rispetto a 3)¹⁴.

Questa legge rivela un concetto normativo che Boccaccio ha dissimulato: l'unità è pertanto residuo che evidenzia la centralità della comunità, inoltre l'unità del soggetto autoriale, di cui l'opera dovrebbe essere espressione, si riflette in prisma in tre personaggi: Panfilo, amore totale, Filostrato, amore straziato, Dioneo, amore erotico, sono tre volti dello stesso tema e tre modi che rispecchiano l'autore interno, dichiaratosi nel *Proemio*, una terna che riflette prosaicamente le tre essenze divine. Una rifrazione dell'unità autoriale che viene moltiplicata narrativamente nelle avventure raccolte nel *Decameron*. Il modello relazionale, con residuo, che il Teorema Primo del X libro di Euclide imposta per il *Decameron*, rinvia alle competenze di calcolo che Boccaccio aveva per la sua attività di finanza e commercio e in questo concetto rivela un messaggio di particolare forza e importanza che ha riscontro nei trattati di economia del XIII secolo di Pietro di Giovanni Olivi. La regola del *tetraktys* e delle grandezze diseguali di Euclide si afferma nel capolavoro come dimensione relazionale che rinvia alla cogente sfera mercantile. Il

¹⁴ Cfr. rif. sitografico n. 2.

teorico di riferimento negli anni di Boccaccio è il frate provenzale, Pietro di Giovanni Olivi che, con san Tommaso, distingue nettamente tra valore naturale e valore mercantile: il valore naturale compete ad un universo a sé stante; il mondo della natura nel capolavoro è modellato dall'uomo e costruisce un paradigma di transizione allegorica tra gli affari, le tresche, le furbizie e la razionalità moderatrice di ciò che ha perfezione e ubertosità, vitalità naturale; la natura viene modellata dall'uomo rivelando la funzione della *communitas* da cui non si può prescindere. Domina, invece, nell'attività mercantile, il valore generale di uso e scambio come problema soggettivo tra le parti: il ruolo dello scambio come atto relazionale emerge chiaramente nel valore aggiunto che in esso è dato sul piano del prestito, del controllo dell'usura, come azione dotata di valore e dunque da far rientrare nel ruolo che il soggetto, la pericolosa sfera soggettiva e indiscriminata, deve svolgere. In questo campo si instaura una congruenza perfetta, teorica e normativa, tra collettività e attività privata di scambio che deve essere riportata al principio aristotelico qui sopra descritto, ossia al concetto per cui l'insieme non è il risultato della somma delle parti, per cui la collettività di per sé determina un valore superiore alle azioni dei singoli, generandone la condizione irriducibile alla singola relazione: la natura viene equilibrata dalla società e così le singole attività, gli scambi, le trasformazioni devono essere incluse in questo quadro che oggi definiremmo di sostenibilità. Il teorema di Euclide nel calcolo instaurato dalla numerologia del Certaldese fa emergere la funzione dell'unità come residuo di un rapporto, ossia ultimo fattore, ma anche come inerente la regola di Euclide, affermando in sintesi l'imprescindibile dominio della relazione di maggiore e minore, l'interazione inevitabile come condizione ontologica, da non violare a meno di voler generare un processo di degenerazione socioeconomica. Nella ricostruzione del pensiero del frate provenzale il mondo economico è organismo, impone considerazioni sull'equilibrio olistico in cui si integra lo sviluppo della persona e della società:

Il bonum commune è il primo degli elementi risolutori [...] e diventa il punto centrale intorno al quale [...] graviterà il discorso [...] Il bene comune è posto dagli scolastici in riferimento alla *communitas*, intesa come vita associata in genere, collettività di uomini, lo Stato. Essi accettavano l'insegnamento aristotelico secondo cui l'uomo si unisce in società per rimediare al suo isolamento e per raggiungere il suo bene, cioè il fine che gli è proprio. Il bene comune è lo scopo, il fine, della *communitas*, nel senso che è il bene di ciascuno dei membri

e di tutti. La *communitas* non è infatti mai intesa come una qualche entità distinta dai suoi membri e l'idea di uno Stato organicista di tipo moderno, che esisterebbe prima dei cittadini, senza di essi e con i propri fini, è assolutamente estranea alla riflessione medievale¹⁵.

Questa prospettiva è essenziale per comprendere la natura sostenibile e olistica del modello di sviluppo nascosto nelle anse del *Decameron* come frutto di una visione filosofica mutuata dai Greci e presente nella dottrina economicista a lui nota. L'opera sostanzialmente va letta come una raccolta di *exempla* tesi a indicare l'equilibrio possibile di fronte agli eccessi che si presentano all'umanità, con una regola suprema nella *Decima Giornata*: come regolativo di utopia c'è l'estremo degenerare nella Prima Giornata e i casi di compensazione rispetto alla naturale tendenza dell'umanità dopo la cacciata dal Paradiso Terrestre. In questi termini si postula una relazione analogica e progressiva, suscettibile di slittamenti, tra l'ordine ontologico dei beni di sopravvivenza e quello economico dell'uso comune e dell'apprezzamento dei servizi necessari alla circolazione delle merci, per cui

la comunità tiene poi conto delle spese e dei rischi sostenuti dagli artefici e dai mercanti per rendere disponibile un dato bene o un servizio, e anche tiene conto della diversa perizia necessaria. A parità di altre condizioni, una merce è stimata in proporzione a tutto ciò¹⁶.

Questo principio trova espressione meravigliosa nelle novelle di Boccaccio, prima fra tutte quelle di Landolfo Rufolo e di Andreuccio da Perugia. Il che dissimula la questione morale di stabilire i limiti entro cui il prezzo può oscillare, a cui si aggiungono vari paradigmi presenti nel *Decameron* riferiti ad un'altra quaestio affrontata dalla dottrina economica e interpretata precisamente dall'Olivi, dove

al fondo sta la sua convinzione che Dio in questa materia non esiga dagli uomini, decaduti dopo il peccato originale, una giustizia di rettilissima e integerrima perfezione. La retta ragione insegna [...] che cosa è guidare un infermo e altra un sano. E l'uomo è attualmente nella condizione di un infermo¹⁷.

¹⁵ SPICCIANI 1998, p 43.

¹⁶ *Ivi*, p 45.

¹⁷ *Ivi*, p 50.

Il *Decameron*, infatti, è una narrazione di infermità sociali, di tensioni a ripristinare gli equilibri su di un fatto perverso nelle sue dimensioni ontologiche, nelle aspettative messe in opera, come in Pietro da Vincioli. Nell'oggettivo atto di scambio è presente il peccato inemendabile, ma solo l'intenzione determina il peccato, mentre,

lo scambio come tale, al di là di quanto le parti soggettivamente intendono fare, può contenere una certa ineguaglianza, essendo fondamentalmente inevitabile perché legata alla natura stessa delle cose, non è detto che alteri l'equità necessaria e socialmente utile¹⁸.

Un razionalismo riferito agli equilibri complessi si realizza nel capolavoro di Boccaccio in rapporto alla dottrina dello sviluppo che si presenta come rispondente alla teoria dei sistemi evolutivi di Ford e Lerner se approfondiamo lo studio degli equilibri destinati a garantire l'evoluzione dei fatti specifici in economia; in corrispondenza con il *Decameron* e la sua apparente dimensione romanzesca:

Il guadagno mercantile è anche giustificato [...] dai pericoli e dai rischi che tale ufficio comporta. Il pericolo di perdere la merce, di perdere il denaro e anche la vita; e in più il rischio di non riuscire, con la vendita, a riottenere il capitale investito [...] il mercante per poter riuscire a riottenere il proprio capitale, deve essere molto esperto nel giudicare bene intorno ai valori, ai prezzi e alla opportunità degli investimenti (SPICCIANI 1998, p 57).

Riflettendo sulla *Decima Giornata* si comprende il suo messaggio osservando i concetti dell'Olivio:

I mercanti bisogna che siano persone d'onore e degne di fiducia perché altrimenti non potrebbero ottenere nei diversi luoghi quel credito che il loro mestiere esige. Inoltre dovranno essere assai ben provvisti di denaro per essere così in grado di rifornire i mercati, secondo i bisogni, di notevoli e costose quantità di merci [...] L'utilità pubblica e i rischi assunti da persone rispettabili, appaiono motivi sufficienti per giustificare il *lucrum* [...] «Da tutto ciò apertamente segue che i mercanti possono e devono riportare un lucro adeguato alle predette circostanze; e ne segue ancora che possono aumentare il prezzo delle proprie merci fino ad un certo limite congruo»¹⁹.

¹⁸ *Ibidem*.

¹⁹ *Ivi*, p 58.

La complessità degli equilibri nella *communitas*, descritta dal Certaldese, certifica l'importanza di questa teoria del padre Olivi, a maggior ragione in quanto prevede che il guadagno del mercante deve determinare il corrispondente giusto lucro degli altri operatori economici, in un sistema di interazioni in continuo riequilibrio per cui il mercante assolve ad una funzione esiziale e di alta competenza sul campo: il mercante svolge anche un importante compito di determinazione del valore e del prezzo delle merci, che devono essere studiati e indagati con scienza per cui la sua competenza è attività socialmente utile²⁰. Tale ottica si riversa nel problema dell'usura dove la realtà soggettiva, il residuo, l'unità nel calcolo derivato per il teorema di Euclide, diventa protagonista di un equilibrio complesso e soltanto in esso può realizzarsi eticamente:

ci troviamo dunque davanti ad una definizione economica del capitale nella quale l'accento è posto su un elemento soggettivo: si richiede cioè la presenza di una «effettiva» volontà di utilizzare produttivamente il denaro [...] il primato della «intenzione» costituisce il perno dell'equilibrio e della coesistenza tra l'idea di capitale e di interesse elaborata dalla teologia scolastica [...] Di fronte ad una norma fondamentalmente etica come quella che proibiva l'usura, l'idea di interesse non si poneva tanto come una «eccezione» [...] quanto piuttosto come un atto totalmente diverso dall'usura [...] nella mentalità medioevale l'idea di interesse si ricollegava a quella di un danno effettivamente subito, mentre l'usura era intesa come espressione di una volontà di speculazione economica²¹.

Sarà la perizia, l'esperienza, la conoscenza degli scenari commerciali, delle transazioni lecite e illecite nella società, dei desideri e dei loro equilibri, sarà quella perizia e il correlato intuito a permettere al mercante di essere eticamente corretto, di tendere al bene nello sforzo di reggere gli equilibri complessi e garantirne l'evoluzione. Il *Decameron* pertanto è innanzitutto una messa in scena della complessità sociale tesa a garantirne l'evoluzione corrispondente.

²⁰ *Ivi*, pp 59-60.

²¹ *Ivi*, p 67.

Bibliografia

1. CAROCCI S. (2016), *Il dibattito teorico sulla 'coniuntura del Trecento'*, «Archeologia Medievale», 43, pp 17-32.
2. CAROCCI S. (2018), *La «crisi del Trecento» e le recenti teorie economiche*, in DEJOUX M., CHAMBODUC DE SAINT PULGENT D. (a cura di) (2018), *La fabrique des sociétés médiévales méditerranéennes. Les États au*, Paris: Éditions de la Sorbonne, pp 129-139.
3. DE JOIRIO FRISARI G. (2025), *Prometeo atterrito: riflessioni su Gadda e la tecnologia*, in GUIDA P., BELLISSIMO O., SCIANATICO G., *Testimoni del cambiamento. Scrittori in viaggio e coscienza ecologica nel Novecento*, Francavilla Fontana: Edizioni digitali del CISVA, pp 531-547.
4. EPSTEIN S. R. (2000), *Freedom and Growth: the Rise of States and Markets in Europe 1300-1750*, London: Routledge.
5. FORD D. H., LERNER R. M. (1995), *Teoria dei sistemi evolutivi*, Milano: Cortina Editore.
6. GIEYSZTOR A. (s.d.), *Infrastrutture economiche e comportamenti umani nel Medioevo: esempio dell'Europa centrale*, Prato: Edizioni dell'Istituto Francesco Datini.
7. HATCHER J., BAILEY M. (2001), *Modelling the Middle Ages. The History and Theory of England's Economic Development*, Oxford: Oxford University Press.
8. LATOUCHE S. (2019 [2012]), *Limite*, Torino: Bollati Boringhieri.
9. MELIS F. (1962), *Aspetti della vita economica medievale. Studi nell'Archivio Datini di Prato*, Firenze: Leo S. Olschki.
10. MELIS F. (1990), *I mercanti italiani nell'Europa medievale e rinascimentale*, Firenze: Le Monnier.
11. NORTH D. (2005), *Understanding the Process of Economic Change*, Princeton: Princeton University Press.
12. OLIVI DI GIOVANNI P. (1998), *Usure, compere e vendite. La scienza economica del XIII secolo*, Bergamo: Europa.
13. PLATONE (2025), *Parmenide*, a cura di MIGLIORINI M., Brescia: Morcelliana.
14. SPICCIANI A. (1998), *Pietro di Giovanni Olivi indagatore della razionalità economica medioevale*, in SPICCIANI A., VIAN P., ANDENNA G. (a cura di), *Usure, compere e vendite. La scienza economica del XIII secolo*, Novara: Europa, pp 21-72.
15. SPITZER L. (2009 [1963]), *L'armonia del mondo*, Bologna: Il Mulino.

Sitografia

1. <https://www.pierluigifagan.com>
2. <https://www.syllogismos.it>

Antonio Machado ecologista *ante litteram*

ROBERTA ALVITI

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUT+), European Union

Riassunto: Il presente saggio esplora la dimensione ecologica implicita nella poesia e nel pensiero di Antonio Machado (1875-1939), analizzando come la sua visione della natura anticipi, con linguaggio poetico e filosofico, le categorie della coscienza ambientale moderna. Attraverso l'analisi diretta di *Campos de Castilla*, il corpus poetico Juan de Mairena, suo eteronimo, e con riferimenti al contesto *istitucionista* e *rigenerazionista* della Spagna del primo Novecento, si mostra come la poetica machadiana elabori una vera e propria etica del paesaggio. Il saggio confronta inoltre la sua eredità con quella di poeti come José Ángel Valente, Claudio Rodríguez e Antonio Gamoneda, delineando la continuità di una pietà ecologica che attraversa il Novecento spagnolo.

Parole chiave: Antonio Machado, ecologia, *Campos de Castilla*, etica del paesaggio, *Generación del 98*.

Abstract: This essay explores the ecological dimension implicit in the poetry and thought of Antonio Machado (1875-1939), analyzing how his vision of nature anticipates, through poetic and philosophical language, the categories of modern environmental consciousness. Through a direct analysis of *Campos de Castilla*, the poetic corpus Juan de Mairena, his heteronym, and by referring to the institutionalist and regenerationist context of early 20th-century Spain, the contribution aims at showing how Machado's poetics elaborate a true ethics of landscape. The essay also compares his legacy with that of poets such as José Ángel Valente, Claudio Rodríguez, and Antonio Gamoneda, outlining the continuity of an ecological piety that runs through the Spanish 20th century.

Keywords: Antonio Machado, Ecology, *Campos de Castilla*, Landscape Ethics, *Generación del 98*.

1. Introduzione: L'anima della terra

Nel panorama della poesia europea del primo Novecento, Antonio Machado (1875-1939) occupa un luogo di singolare discrezione e profondità¹. La sua voce, limpida e grave, sorge non tanto dall'ardore dell'avanguardia quanto da un dialogo costante con il tempo, con la memoria e con la terra. Nato a Siviglia, nel cuore dell'Andalusia, Machado trascorse l'infanzia in un ambiente permeato di umanesimo e libertà spirituale, educato secondo i principi della *Institución Libre de Enseñanza*, fondata da Francisco Giner de los Ríos nel 1875. Da quella scuola egli apprese la convinzione che l'educazione non si misura con la trasmissione di nozioni, ma con la formazione morale attraverso il contatto diretto con la natura².

Il giovane Machado cresce dunque in una tensione tra contemplazione e responsabilità, tra l'intuizione poetica del mondo e la coscienza della sua fragilità. Le esperienze personali – la perdita precoce della moglie Leonor, la solitudine dell'insegnante in province remote come Soria o Baeza, la lenta consunzione della Spagna del '98 – trasformano il suo sguardo in uno specchio etico. La natura diventa, in questo contesto, non rifugio idillico ma luogo di verità, dove la terra rivela all'uomo la misura del proprio limite: «¡Oh tierra ingrata y fuerte, tierra mía! ¡Castilla, tus decrepitas ciudades! ¡La agria melancolía /que puebla tus sombrías soledades!»³.

Questi versi, tratti da *Campos de Castilla*⁴, aprono un itinerario spirituale che coincide con il cammino della Spagna stessa. Il paesaggio castigliano –

¹ MAINER 2009.

² GINER DE LOS RÍOS 1913.

³ ARANGUREN 1956.

⁴ La prima pubblicazione di *Campos de Castilla* risale al 1912, seguita da una seconda edizione nel 1917. In entrambe l'autore prende come punto di partenza la descrizione dei paesaggi e degli abitanti della Castiglia per giungere progressivamente a una meditazione più ampia sulla realtà della Spagna. In mezzo a questo scenario severo e privo di ornamenti, Machado trasferisce i propri stati d'animo, segnati dall'inquietudine e da un profondo senso di solitudine, sentimenti che scaturiscono dalla consapevolezza dello scorrere inesorabile del tempo e della caducità dell'esistenza umana. A questa dimensione intimista si sovrappone, inoltre, una riflessione sull'attualità nazionale, espressa attraverso un atteggiamento critico verso la situazione spagnola del periodo. La prospettiva storica e l'apertura al progresso emergono con particolare chiarezza nei componimenti introdotti successivamente dall'autore: alla Spagna decadente e stanca si contrappone l'idea di una patria rigenerata, rinnovata da energie giovani, robuste e capaci di un nuovo slancio. L'edizione di *Campos de Castilla*

austero, spoglio, segnato dalla povertà e dal vento – diventa un simbolo di autenticità. Nelle pianure di Soria Machado trova un’immagine della dignità umana e un’eco della voce antica della terra. La sua poesia, in questo senso, è già una forma di ecologia morale: ascolta, misura, rispetta⁵.

La Castiglia machadiana è un paesaggio interiore e insieme storico, teatro di una rigenerazione spirituale che passa attraverso la natura. Quando il poeta osserva le colline spoglie e i fiumi immobili, egli non descrive ma giudica, cercando nella povertà del mondo la ricchezza dell’anima: «Campos de Soria, / donde parece que las piedras sueñan...»⁶.

In questo sonno / sogno che si potrebbe definire *minerale*, la natura non è più oggetto ma soggetto di parola. Machado si pone in ascolto del suo ritmo, ne traduce il respiro in linguaggio umano. La sua visione non è romantica, ma sobria, quasi ascetica: l’uomo deve imparare dal silenzio della terra, non imporgli la propria voce.

Il senso ecologico di Machado nasce dunque da una pietà laica, nutrita dal pensiero di Giner e del krausismo spagnolo, ma anche dalla tradizione mistica e popolare⁷. In lui la natura è maestra di moralità, misura del giusto e del vero, e il paesaggio diventa un testo da leggere con umiltà: «Caminante, son tus huellas / el camino y nada más...»⁸.

L’uomo è parte della terra che percorre; le sue orme non la possiedono, ma la proseguono. Questa visione – insieme etica e cosmica – rende Machado un precursore dell’ecologia spirituale: la sua poesia non proclama la salvezza della natura, ma la necessità di salvarsi attraverso di essa.

utilizzata per questo saggio è quella curata Geoffrey Ribbans (1993). La poesia da cui sono tratti i versi citati *supra* è «Orillas del Duero» (vv. 17-21) ed è la sesta della raccolta (MACHADO 1993, pp 110-112).

⁵ LISSORGUES 1987.

⁶ Vv. 109-110 della sezione settima della poesia («Campos de Soria»), pp 133-138.

⁷ VIÑAO FRAGO 1997.

⁸ Questi versi appartengono al componimento XXIX di *Proverbios y cantares*, sezione presente in *Campos de Castilla*, p 152 (MACHADO 1993).

2. Machado e la *Institución Libre de Enseñanza*

L'influenza della *Institución Libre de Enseñanza* fu decisiva per la formazione di Machado e per la nascita di un pensiero che unisce morale, natura e conoscenza. Fondata nel 1876 da Giner de los Ríos, essa proponeva un'educazione basata sull'osservazione diretta, sul rispetto dell'ambiente e sullo sviluppo integrale dell'individuo. Il giovane Antonio, insieme al fratello Manuel, vi assimilò l'idea che la natura fosse non semplice oggetto estetico, ma strumento di educazione etica⁹.

Il krausismo spagnolo, ispirato al pensiero di Karl Christian Friedrich Krause, predicava una visione panteistica e armonica del mondo, in cui ogni elemento della realtà partecipa di un'unica sostanza spirituale. Machado eredita da questo sistema la convinzione che «conoscere è partecipare», e che ogni gesto umano deve tendere all'armonia universale.

In *Soledades* (1903-1907) si scorgono già i primi segnali di questa sensibilità¹⁰. La natura vi appare come specchio dell'anima ma anche come forza regolatrice: «Una tarde parda y fría / de invierno. / Los colegiales /estudian. / Monotonía de lluvia tras los cristales»¹¹.

Qui il paesaggio non è cornice, ma parte integrante dell'esperienza esistenziale: la pioggia e la monotonia del tempo insegnano la dimensione ciclica della vita. Nella maturità di *Campos de Castilla*, tale percezione si trasforma in etica del paesaggio: la contemplazione diventa azione morale.

⁹ KRAUSE 1871.

¹⁰ *Soledades. Galerías. Otro poemas* fu pubblicato per la prima volta a Madrid nel 1907, includendo una parte di *Soledades*, libro precedente uscito nel 1903. Ascrivibile alla corrente modernista, la raccolta fu definita dallo stesso Machado come «una poda de ramas superfluas en la poesía española» (AUB 1966:475) Scritto con predilezione per i metri brevi e la rima assonante, ruota attorno a temi quali l'infanzia, il ricordo, i sogni, il tempo e la morte, con una voce poetica intrisa di nostalgia e serenità; oppure, per dirla con le parole del poeta: il «dolor del tiempo fugitivo» velato dal «soñar de los sueños». L'edizione utilizzata per il presente saggio è quella di Geoffrey Ribbans (2024).

¹¹ Vv. 1-4 e 17-21 della poesia V della raccolta, («Recuerdo infantil»), p 93. I versi citati appaiono tanto in posizione incipitaria quanto alla fine della poesia, conferendo al testo una struttura circolare.

3. Dalla modernità al rigenerazionismo: l'etica del paesaggio

L'esperienza della crisi del '98 impressa alla poesia machadiana un tono civile. Di fronte alla decadenza della Spagna, Machado non cerca un eroe politico ma un ordine interiore fondato sulla terra. La sua adesione al rigenerazionismo non passa per manifesti ma per versi, nei quali il paesaggio diventa il riflesso della nazione: «¡Castilla miserable, ayer dominadora, / envuelta en sus harapos desprecia cuanto ignora!»¹².

Il paesaggio è specchio dell'anima collettiva. La desolazione dei campi è la desolazione morale del paese. Ma dietro la denuncia si nasconde un invito alla rinascita: la necessità di ritrovare un equilibrio con la natura come fondamento della verità. La «tierra seca» è, per Machado, il luogo della prova e dell'autenticità. José Ortega y Gasset condivise con lui questa visione etica, in un articolo pubblicato nel *Meditaciones del Quijote* (1914) afferma: «En verdad te digo que el paisaje educa mejor que el más hábil pedagogo. Los paisajes me han creado la mitad de mi alma; y si no hubiera perdido largos años viviendo en la hosquedad de las ciudades, sería a la hora de ahora más bueno y más profundo. Dime el paisaje en que vives y te diré quién eres»¹³.

4. Campos de Castilla: la lezione morale della terra

In *Campos de Castilla* (1912), Machado compie la sua maturazione poetica e spirituale. L'esperienza del dolore personale – la morte della giovane Leonor, che egli visse a Soria come una perdita cosmica – si intreccia alla scoperta della verità naturale. La poesia si fa meditazione sulla caducità, ma anche riscatto attraverso la contemplazione: «A un olmo seco, hendido por el rayo / y en su mitad podrido, / con las lluvias de abril y el sol de mayo / algunas hojas verdes le han salido...»¹⁴.

L'immagine del «olmo seco» sintetizza la poetica della rinascita. La natura insegna il valore della resistenza: persino il tronco colpito dal fulmine è capace di generare vita: «Ejército de hormigas en hilera / va trepando por él, y en sus entrañas / urden sus telas grises las arañas» (vv. 12-14). Non si tratta

¹² Vv. 67-68 del testo («A orillas del Duero») il secondo di *Campos de Castilla*, pp 101-103.

¹³ ORTEGA, GASSET 1914.

¹⁴ Vv. 1-4 de («A un olmo seco»), poesia XIX della raccolta, pp 171-172.

di un sentimentalismo ecologico, bensì di un umanesimo terrestre, in cui la natura diventa maestra di speranza. Machado contempla l'albero ferito come un *alter ego* della Spagna e di sé stesso. Nel paesaggio soriano la poesia trova un equilibrio raro tra realtà fisica e valore simbolico. La terra castigliana, povera e severa, obbliga il poeta a una lingua spoglia, precisa, di roccia e vento. La sua ecologia non è dunque estetica ma etica della misura: la bellezza nasce dall'austerità, la verità dalla povertà: «El hombre de estos campos que incendia los pinares / y su despojo aguarda como botín de guerra / antaño hubo raído los negros encinares, / talado los robustos robledos de la sierra»¹⁵.

Il contadino castigliano diventa immagine di un equilibrio perduto tra uomo e natura: egli non sfrutta, ma utilizza, accettando la legge della necessità. In questa sobrietà Machado riconosce la dignità primitiva del vivere.

5. Tempo, memoria e natura

Nella poesia machadiana, la natura è anche misura del tempo. L'uomo, immerso nel paesaggio, ne diventa coscienza effimera. I fiumi – soprattutto il Duero – rappresentano la corrente del tempo, la memoria collettiva che scorre e trasforma: «¡Oh Duero, tu agua corre / y correrá mientras las nieves blancas / de enero el sol de mayo / haga fluir por hoces y barrancas / mientras tengan las sierras su turbante / de nieve y de tormenta, / y brille el olifante / del sol, tras de la nube cenicienta!»¹⁶.

Il fiume solitario, «¡Oh río Duero, río Duero, nadie a acompañarte baja!», scriverà qualche anno dopo Gerardo Diego¹⁷, diventa simbolo dell'abbandono morale della Spagna, ma anche della permanenza della natura oltre la storia. Machado, che per molti anni fu professore di francese nei licei di provincia, elabora una concezione della poesia come «palabra esencial en el tiempo» e fa del linguaggio un mezzo di precisione conoscitiva: la sobrietà lessicale, l'uso dell'aggettivo *definidor* e la preferenza per il verso breve

¹⁵ «(Por tierras de España)», vv. 1-4, pp 104-105.

¹⁶ Vv. 41-48 di («Orillas del Duero»), sesta poesia della raccolta, pp 111-112.

¹⁷ Vv. 1-2 del «Romance del Duero» appartenente alla raccolta *Soria, galería de estampas y efusiones* del 1923.

modellano un ritmo discorsivo che, senza rinunciare alla liricità, si avvicina alla cadenza prosastica e registra la continuità silenziosa del mondo naturale¹⁸.

In *Campos de Castilla*, inoltre, la descrizione si fonde con la riflessione: «La primavera ha venido, / nadie sabe cómo ha sido»¹⁹. La semplicità di questo distico contiene una profonda intuizione ecologica: la natura non obbedisce ai tempi dell'uomo, ma ai propri ritmi invisibili. Machado oppone alla cultura del dominio una cultura dell'attesa, della meraviglia silenziosa²⁰.

6. La filosofia di «El Dios ibero» e del Juan de Mairena

L'ultima stagione del pensiero machadiano, tra il 1912 e il 1936, mostra una crescente tendenza alla speculazione filosofica. Ne «El Dios ibero», Machado immagina una divinità non trascendente ma immanente alla terra, un «Dios ibero» radicato nel suolo, nella storia e nella lingua²¹.

Igual que el balletero
tahúr de la cantiga,
tuviera una saeta el hombre ibero
para el Señor que apedreó la espiga
y malogró los frutos otoñales, 5
y un 'gloria a ti' para el Señor que grana
centenos y trigales
que el pan bendito le darán mañana.

Señor de la ruina
adoro porque aguardo y porque temo: 10
con mi oración se inclina
hacia la tierra un corazón blasfemo.

¡Señor, por quien arranco el pan con pena,
sé tu poder, conozco mi cadena!

¹⁸ WHISTON 2008.

¹⁹ Distico che rappresenta il terzo componimento della sezione *Canciones de varias tierras*.

²⁰ HUTMAN 1969.

²¹ ZAMBRANO 1939.

¡Oh dueño de la nube del estío
que la campiña arrasa,
del seco otoño, del helar tardío
y del bochorno que la mies abrasa!

15

¡Señor del iris, sobre el campo verde
donde la oveja pace;
Señor del fruto que el gusano muerde
y de la choza que el turbión deshace,

20

tu soplo el fuego del hogar aviva,
tu lumbre da sazón al rubio grano,
y cuaja el hueso de la verde oliva,
la noche de San Juan, tu santa mano!

25

¡Oh dueño de fortuna y de pobreza,
ventura y malandanza,
que al rico das favores y pereza
y al pobre su fatiga y su esperanza!

30

¡Señor, Señor: en la voltaria rueda
del año he visto mi simiente echada,
corriendo igual albur que la moneda
del jugador en el azar sembrada!

¡Señor, hoy paternal, ayer cruento,
con doble faz de amor y de venganza,
a Ti, en un dado de tahúr al viento,
va mi oración, blasfemia y alabanza!

35

Este que insulta a Dios en los altares,
no más atento al ceño del destino,
también soñó caminos en los mares
y dijo: Es Dios sobre la mar camino

40

¿No es él quien puso a Dios sobre la guerra
más allá de la suerte,
más allá de la tierra,
más allá de la mar y de la muerte?

45

¿No dio la encina íbera
para el fuego de Dios la buena rama,
que fue en la santa hoguera
de amor una con Dios en pura llama? 50

Mas hoy... ¡Qué importa un día!
Para los nuevos lares
estepas hay en la floresta umbría,
leña verde en los viejos encinares.

Aún larga patria espera 55
abrir al corvo arado sus besanas;
para el grano de Dios hay sementera
bajo cardos y abrojos y bardanas.

¡Qué importa un día! Está el ayer alerta
al mañana, mañana al infinito, 60
¡hombres de España, ni el pasado ha muerto,
ni está el mañana – ni el ayer – escrito!

¿Quién ha visto la faz al Dios hispano?

Mi corazón aguarda
al hombre ibero de la recia mano, 65
que tallará en el roble castellano
el Dios adusto de la tierra parda.

È un panteismo poetico, vicino a quello di Spinoza e dei mistici spagnoli, ma attraversato da un sentimento laico di giustizia: «Mi Dios es un Dios terrestre, / que está en el viento y en la espiga», farà dire al suo Juan de Mairena.

Il Dio machadiano non si contempla nei cieli, ma si coltiva nei campi. Egli non comanda, ma cresce. La sua presenza, come quella della natura, è processuale, e l'uomo partecipa alla divinità soltanto nella misura in cui vive in armonia con il mondo.

Con *Juan de Mairena* del 1936²², Machado rielabora il proprio pensiero in forma dialogica e aforistica. Attraverso la figura di questo suo eteronimo, egli espone una filosofia della semplicità: «Solo el necio confunde valor y

²² GUATTARI 1989.

precio»²³. Dietro l'apparente ironia pedagogica si cela una critica profonda alla civiltà del profitto e del consumo. In questo senso, *Juan de Mairena* può essere letto come un trattato etico-ecologico *ante litteram*: l'uomo deve riconoscere il valore intrinseco delle cose, non il loro prezzo. Il rispetto della natura diventa così parte di una più ampia «poética del bien vivir».

7. Machado e la parola radice

Machado fu anche un linguista del cuore. Per lui la parola poetica non è ornamento ma germinazione²⁴. Ogni vocabolo, scrive in *Juan de Mairena*, deve nascere «de la experiencia viva». In questo senso la sua poesia è profondamente radicale²⁵, come una pianta, trae forza dal contatto con la terra: «Todo pasa y todo queda, / pero lo nuestro es pasar, / pasar haciendo caminos, / caminos sobre la mar»²⁶.

Questa tensione tra permanenza e transito definisce la poetica machadiana. L'uomo costruisce, ma non possiede: attraversa. La parola, come la vita, lascia soltanto tracce. È un'idea di linguaggio che anticipa l'ecologia semiotica contemporanea²⁷, per la quale ogni discorso è un sistema vivente in relazione con l'ambiente linguistico e naturale. La «parola-radice» machadiana non separa significato e mondo: il poeta «parla con le cose», non di esse.

La lingua si fa terra e tempo, e in questa unione Machado ritrova la più alta forma di verità poetica²⁸.

²³ RODRÍGUEZ 1953.

²⁴ GAMONEDA 1991.

²⁵ URRUTIA 2007.

²⁶ Questi quattro versi costituiscono il XLIV componimento di *Proverbios y cantares*, p 152.

²⁷ VALCÁRCEL 2018.

²⁸ MAINER 2025.

8. Eredità: Valente, Rodríguez, Gamoneda

Negli anni Sessanta, poeti come Claudio Rodríguez (1934-1999) e José Ángel Valente (1929-2000) ripresero l'idea machadiana di comunione con la natura come fonte di verità, trasformandola in una vera e propria poetica della materia. Rodríguez, in un testo di *Don de la ebriedad* (1953), scrisse: «La tierra es un don, no una posesión», quasi un'eco diretta di Machado. In lui la natura torna a essere sacramento del reale: l'ubriachezza è immersione nell'unità del mondo, come nei campi di Soria. La sua poesia celebra un'epifania continua del naturale, dove la luce, il vento e la terra diventano agenti di rivelazione. In versi come «Siempre la claridad viene del cielo; / es un don: no se halla / entre las cosas sino muy por encima», Rodríguez stabilisce una relazione verticale tra mondo celeste e terrestre che ricorda la contemplazione machadiana del paesaggio castigliano. Tuttavia, in Rodríguez questa verticalità si traduce in un'etica della gratitudine: la natura non è oggetto di possesso ma dono da accogliere con stupore.

José Ángel Valente, poeta della parola essenziale e del silenzio fecondo, in *Material memoria* (1979) parlò di un «lugar donde la palabra se reconcilia con la materia», proseguendo il dialogo tra linguaggio e natura iniziato da Machado. Per Valente, come per Machado, la parola non precede la cosa ma nasce da essa, in un processo di sedimentazione e memoria materiale. La sua poesia diventa archeologia del senso, scavo nella materia linguistica alla ricerca di un'origine perduta. Versi come «No el poema del hombre, / (del hombre abominablemente solo), / sino el poema del mundo» testimoniano una poetica che rinuncia all'antropocentrismo romantico per abbracciare una visione cosmica, dove l'io lirico si dissolve nell'unità del reale. Questa dissoluzione non è rinuncia ma espansione: il poeta diventa *medium* attraverso cui la materia si fa parola. In questo senso, Valente porta alle estreme conseguenze l'intuizione machadiana della «palabra esencial en el tiempo»: non il tempo dell'io, ma il tempo geologico, minerale, della terra stessa.

Anche Antonio Gamoneda, nato nel 1931, in *Libro del frío* (1992), eredita la sobrietà ascetica di Machado e la sua idea di bellezza povera. «Todo es tierra y sueño de tierra», scrive Gamoneda, condensando in un verso l'ontologia elementare che attraversa tutta la sua opera. Il freddo, nella sua poesia, non è soltanto condizione meteorologica ma stato esistenziale, purificazione che riduce la realtà alla sua ossatura essenziale. Come Machado nelle lande

di Soria, Gamoneda trova nella spoliazione e nella durezza del paesaggio leonese una forma di verità nuda. La sua lingua, «desnuda como un hueso», riprende la lezione machadiana del dire esatto, privo di ornamento. In versi come «La luz es una llama / que se alimenta de sí misma / hasta quedar en sólo transparencia», Gamoneda trasforma la contemplazione del paesaggio in meditazione ontologica, dove la natura diventa cifra di una verità più ampia, quasi metafisica, eppure sempre radicata nel concreto.

Machado diventa così il capostipite di una linea poetica che concepisce la parola come organismo vivente, parte del ciclo naturale. La sua lezione è discreta ma fertile: una ecologia della coscienza che percorre tutto il Novecento spagnolo, fino a poeti contemporanei come Olvido García Valdés (nata nel 1950) o Andrés Sánchez Robayna (nato nel 1952). García Valdés, in particolare, con la sua attenzione minuziosa ai dettagli del mondo naturale – insetti, piante, pietre – porta avanti l'etica dello sguardo iniziata da Machado, trasformando la poesia in una forma di ecologia dell'attenzione. Sánchez Robayna, dal canto suo, nelle sue meditazioni sul paesaggio insulare delle Canarie, recupera la dimensione cosmica e panteistica che già apparteneva al «Dios ibero» di Machado. Questa tradizione costituisce un *continuum* spirituale e formale che attraversa il secolo, testimoniando la vitalità di una poetica fondata sulla «pietà delle cose» e sul rispetto della terra come maestra di verità.

9. Machado e l'ecocritica contemporanea

La rilettura ecocritica di Machado si inserisce oggi nel rinnovato interesse per la relazione tra letteratura e ambiente, offrendo strumenti interpretativi che permettono di rileggere la sua opera alla luce delle urgenze contemporanee. Studi come quelli di Jorge Urrutia, Carmen Valcárcel e José-Carlos Mainer hanno messo in luce come la sua poesia anticipi molte delle istanze della moderna *deep ecology*, quella corrente di pensiero che, a partire dagli anni Settanta, ha proposto una ridefinizione radicale del rapporto tra uomo e natura, superando l'antropocentrismo in favore di una visione biocentrica o ecocentrica²⁹. L'ecocritica, come disciplina nata negli anni Novanta nell'ambito degli studi letterari angloamericani, ha trovato in Machado un precursore inconsapevole: un poeta che, senza i concetti della moderna ecologia scientifica,

²⁹ EGIDO 1993.

aveva già elaborato un'etica del paesaggio fondata sulla consapevolezza dei limiti, sul rispetto della alterità naturale e sulla critica implicita al dominio tecnico del mondo.

Machado non fu un ecologista in senso militante, ma un pensatore della misura, consapevole che la civiltà si fonda sull'armonia tra uomo e natura³⁰. La sua poetica rifiuta la retorica dell'illimitato, del progresso come conquista inarrestabile, per abbracciare invece una visione ciclica, paziente, che riconosce nella natura non una risorsa da sfruttare ma un orizzonte di senso da abitare con rispetto. Questa visione emerge con chiarezza in tutta *Campos de Castilla*, dove il paesaggio non è mai sfondo ma protagonista, e dove la povertà della terra castigliana diventa metafora di un'autenticità morale che la modernità rischia di smarrire.

La sua «ética del paisaje» ha una portata politica: nella Spagna del progresso diseguale, segnata dal contrasto stridente tra una modernizzazione accelerata nelle città e un abbandono progressivo delle campagne, Machado denunciò la distruzione del paesaggio castigliano come perdita dell'anima collettiva³¹. Machado profetizza lo spopolamento rurale e la frattura ecologica della modernità. Questa denuncia non è nostalgica né reazionaria: Machado non rimpiange un passato idealizzato, ma mette in guardia contro una modernizzazione che dimentica le radici, che recide i legami tra l'uomo e la terra. La scomparsa degli alberi, del pastore, dei ritmi antichi della vita contadina, è perdita di sapienza, di misura, di quella cultura materiale che per secoli aveva garantito un equilibrio sostenibile tra bisogni umani e capacità rigenerative della natura.

Nell'attuale contesto di crisi climatica, la poesia di Machado acquista un valore profetico. Non propone soluzioni tecniche, ma una rivoluzione percettiva: l'uomo deve tornare a *sentire* la terra, a riconoscere la propria dipendenza dai cicli naturali, a comprendere che la terra non è «fuori» di noi ma costituisce la trama stessa della nostra esistenza. L'ecologia, in Machado, è una forma di pietà, un atto di conoscenza e d'amore. È ascolto prima che intervento, contemplazione prima che dominio. Quando scrive «Caminante, son tus huellas / el camino y nada más»³², Machado non sta semplicemente descrivendo un'etica del viandante, ma sta formulando un principio ecologico

³⁰ GIBSON 2006.

³¹ PALOMO 1983.

³² Componimento 19 di *Proverbios y cantares*.

fondamentale: l'uomo non possiede il cammino, non costruisce strade permanenti sulla terra, ma lascia tracce che il tempo cancella. È una visione di umiltà ontologica che contrasta radicalmente con l'*hybris* della modernità industriale.

Gli studi ecocritici contemporanei, da Lawrence Buell a Greg Garrard, hanno elaborato categorie interpretative – come quella di *landscape ethics* o di *environmental imagination* – che si applicano sorprendentemente bene alla poetica machadiana. La sua poesia, letta attraverso queste lenti, rivela una complessità che va oltre l'apparente semplicità formale: ogni descrizione del paesaggio castigliano è insieme documento antropologico, meditazione filosofica e proposta etica. Il rigenerazionismo di Machado, che lo accomuna agli altri membri della *Generación del 98*, trova nella natura il suo fondamento: rigenerare la Spagna significa innanzitutto ristabilire un rapporto giusto con la terra, significa educare lo sguardo a vedere ciò che la modernità ha reso invisibile.

10. Conclusione: l'umanesimo della terra

Antonio Machado può dunque essere considerato, a pieno titolo, un ecologista *ante litteram*. La sua poesia nasce da una fraternità con il mondo naturale, nutrita di etica, misura e speranza. In un'epoca segnata dal disincanto e dal progresso cieco, egli insegnò che la terra non è proprietà ma destino condiviso, non risorsa da consumare ma casa comune da custodire. Questa intuizione, maturata nelle pianure di Soria e nelle aule silenziose dei licei di provincia, attraversa tutta la sua opera come un filo rosso, legando insieme la dimensione intima, quella civile e quella cosmica della sua poesia.

L'eredità di Machado non è soltanto letteraria ma civile: la sua voce, sobria e fraterna, invita ancora oggi a riscoprire la spiritualità del quotidiano, a «camminare leggero sulla terra»³³ come chi la ama davvero, senza l'arroganza di chi si crede padrone ma con l'umiltà di chi si sa ospite. Questa leggerezza – che è insieme fisica e spirituale – non è fuga o disimpegno, ma forma suprema di responsabilità: chi cammina leggero non lascia ferite, non impone il proprio peso, riconosce la fragilità del suolo che lo sostiene. È

³³ BUELL 1995.

un'etica del viandante che diventa etica ecologica: ogni passo è una relazione, ogni traccia un dialogo con la terra.

La Castiglia che egli cantò – «donde parece que las piedras sueñan»³⁴ – è ormai simbolo universale di un'umanità capace di ascolto. In quelle pietre che sognano, Machado riconosce una vita altra, non umana ma non per questo meno degna di attenzione e rispetto. Il sogno delle pietre non è metafora ma realtà ontologica: la natura ha una sua interiorità, un suo tempo, un suo modo di essere che l'uomo può intuire solo se rinuncia alla pretesa di imporre ovunque il proprio linguaggio e il proprio tempo. Questa capacità di ascolto, questo sapersi mettere in disparte per lasciare che il mondo si manifesti, è forse il lascito più prezioso di Machado alla poesia contemporanea e, più in generale, alla cultura ecologica del nostro tempo.

Machado, figlio di una Spagna povera e luminosa, segnata dal trauma del 1898 e dalla lenta crisi di un impero al tramonto, trovò nella povertà stessa una ricchezza, nella nudità del paesaggio una pienezza. La sua Castiglia non è bella secondo i canoni estetici dell'idillio romantico, eppure possiede una bellezza più profonda, fatta di essenzialità, di verità, di dignità. È la bellezza di ciò che resiste, di ciò che perdura nonostante tutto, di ciò che non ha bisogno di ornamento per affermare il proprio diritto di esistere. In questo senso, la poetica di Machado è anche una pedagogia dello sguardo: insegna a vedere la bellezza là dove la modernità vede solo abbandono, scarto, periferia.

Ci lascia un testamento che suona come una preghiera laica: «Y cuando llegue el día del último viaje, / y esté al partir la nave que nunca ha de tornar, / me encontraréis a bordo, ligero de equipaje, / casi desnudo, como los hijos de la mar». Questi versi, dalla poesia «Retrato» che apre *Campos de Castilla*³⁵ condensano l'intera filosofia esistenziale di Machado: la vita come viaggio, la morte come partenza, e tra le due la necessità di viaggiare leggeri, senza accumulare, senza possedere. «Ligero de equipaje», quasi nudo: è l'immagine di un'umanità che ha saputo liberarsi del superfluo, che ha compreso che la ricchezza vera non sta nell'avere ma nell'essere, non nell'accumulare ma nel contemplare. «Como los hijos de la mar»: figli non padroni, parte di un tutto più grande, soggetti alle stesse leggi che governano le onde e il vento.

³⁴ V. 110, presente nella settima sezione di «Campos de Soria», diciassettesima poesia della raccolta, pp 133-138.

³⁵ Vv. 57-60 della poesia «Retrato» («Ritratto»), primo componimento di *Campos de Castilla*, pp 97-99 (MACHADO 1993).

Questo testamento spirituale, scritto nel 1906 ma valido per ogni tempo, risuona oggi con particolare urgenza. In un'epoca di crisi ecologica globale, dove l'accumulo materiale ha raggiunto limiti insostenibili e dove la terra stessa sembra chiedere un nuovo patto con l'umanità, Machado ci ricorda che la salvezza – se salvezza ci sarà – passa attraverso una conversione dello sguardo e del cuore. Non bastano le tecnologie verdi, non bastano le conferenze internazionali sul clima: serve una rivoluzione interiore, un ritorno alla misura, una riscoperta di quella «pietà delle cose» che Machado praticò per tutta la vita.

Il suo umanesimo della terra – espressione che riassume la sua intera parabola poetica e intellettuale – è un umanesimo che non pone l'uomo al centro ma lo ricolloca all'interno di una rete di relazioni più vasta, dove ogni essere, umano e non umano, ha diritto a esistere secondo la propria natura. È un umanesimo che riconosce i limiti, che sa dire «no» all'*hybris* del dominio totale, che sceglie la sobrietà non come rinuncia ma come pienezza. In questo senso, Machado è veramente un maestro per il nostro tempo: ci insegna che si può essere moderni senza essere arroganti, che si può abitare il mondo senza devastarlo, che la poesia – quella vera, essenziale – è sempre ecologia, perché è sempre ascolto, sempre relazione, sempre cura.

Bibliografía

Opere di Antonio Machado

1. MACHADO A. (1993), *Campos de Castilla*, ed. Geoffrey Ribbans, Madrid: Cátedra.
2. MACHADO A. (2024), *Soledades. Galerías. Otros poemas*, ed. Geoffrey Ribbans, Madrid: Cátedra.
3. MAIRENA DE J. (1936), *Sentencias, donaires, apuntes y recuerdos de un profesor apócrifo*, Madrid: Espasa-Calpe.

Studi critici su Antonio Machado

4. ALONSO D. (1950), *Poesía española. Ensayo de métodos y límites estilísticos*, Madrid: Gredos.
5. ARANGUREN J. L. (1956), *Ética y estética en Antonio Machado*, Madrid: Revista de Occidente.
6. AUB M. (1966), *Manual de historia de la literatura española*, México: Pormaca.
7. EGIDO A. (1993), *Machado y el pensamiento simbólico*, Zaragoza: Institución Fernando el Católico.
8. GIBSON I. (2006), *Ligero de equipaje. La vida de Antonio Machado*, Madrid: Aguilar.
9. GULLÓN R. (1973), *La experiencia poética de Antonio Machado*, Madrid: Alianza.
10. GUILLÉN J. (1961), *Lenguaje y poesía*, Madrid: Alianza.
11. MACHADO A. (1993), *Campos de Castilla*, ed. di G. Ribbans, Madrid: Cátedra.
12. MACHADO A. (2024), *Soledades. Galerías. Otros poemas*, ed. di G. Ribbans, Madrid: Cátedra.
13. MAINER J. C. (2009), *La Edad de Plata (1902-1939)*, Madrid: Cátedra.
14. PALOMO M. P. (1983), *Antonio Machado. Poesía y pensamiento*, Madrid: Cátedra.
15. ROVIRA J. C. (2012) (a cura di), *Antonio Machado. Estudios*, Madrid: Cátedra.
16. SALINAS P. (1954), *La poesía de Antonio Machado*, Buenos Aires: Losada.
17. URRUTIA J. (2007), *Machado y la naturaleza ética del paisaje*, in «Revista de Filología Española», 87, pp 231-247.
18. VALCÁRCEL C. (2018), *La poesía y el paisaje: una lectura ecológica de Machado*, Granada: Comares.

Contesto filosofico e culturale

19. AZORÍN (1912), *Castilla*, Madrid: Renacimiento.
20. GINER DE LOS RÍOS F. (1913), *Educación y enseñanza*, Madrid: Espasa-Calpe.
21. GINER DE LOS RÍOS F. (1916), *Obras completas*, Madrid: Espasa-Calpe.
22. KRAUSE K. C. F. (1871), *Ideal de la Humanidad para la vida*, trad. sp. di J. Sanz del Río, Madrid: Imprenta de F. Martínez García.
23. LISSORGUES Y. (1987), *El krausismo y la cultura española del siglo XIX*, Madrid: CSIC.
24. ORTEGA Y GASSET J. (1914), *Meditaciones del Quijote*, Madrid: Revista de Occidente.

25. UNAMUNO DE M., *En torno al casticismo*, Madrid: Renacimiento/Biblioteca Nueva, varie edizioni.
26. VIÑAO FRAGO C. (1997), *La Institución Libre de Enseñanza y su entorno cultural*, Madrid: Akal.
27. ZAMBRANO M. (1939), *Filosofía y poesía*, México: Fondo de Cultura Económica.

Riferimenti poetici successivi e continuità del pensiero ecologico

28. GAMONEDA A. (1992), *Libro del frío*, Madrid: Siruela.
29. RODRÍGUEZ C. (1953), *Don de la ebriedad*, Madrid: Rialp / Revista de Occidente.
30. VALENTE J. Á. (1979), *Material memoria*, Barcelona / Madrid: Seix Barral/Alianza.

Riferimenti ecocritici contemporanei e teorici

31. BUELL L. (1995), *The Environmental Imagination*, Cambridge (MA): Harvard University Press.
32. GARRARD G. (2004), *Ecocriticism*, London / New York: Routledge.
33. GUATTARI F. (1989), *Les trois écologies*, Paris: Galilée.

La grande cecità / La grande rimozione.
(Im)pensabilità e (ir)rappresentabilità del cambiamento
climatico nel saggio letterario (Amitav Ghosh)
e nel *graphic essay* (Roberto Grossi)

IRENE FANTAPPIÈ

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUT+), European Union

Riassunto: Prendendo le mosse da uno dei saggi letterari sul tema del cambiamento climatico più importanti degli ultimi anni, *The Great Derangement. Climate Change and the Unthinkable* di Amitav Ghosh (2016), il contributo riflette sul modo in cui il surriscaldamento globale viene recepito nella letteratura e nell'arte, e sulle ragioni che rendono questo fenomeno ancora impensabile e di fatto irrappresentabile, specialmente nell'ambito del romanzo. Inoltre, il saggio di Ghosh viene messo a paragone con un altro saggio recente dal titolo molto simile – *La grande rimozione* di Roberto Grossi (2024) – che affronta il medesimo argomento e con strumenti analoghi (come l'uso del perturbante) ma è in forma di fumetto. Il contributo mette in luce come il saggio letterario di Ghosh e il *graphic essay* di Grossi presentino nel loro approccio al cambiamento climatico alcune consonanze di fondo, che riguardano questioni ampie come la concezione del tempo e dello spazio, la distinzione tra umano e non-umano, nonché il rapporto tra individualità e collettività.

Parole chiave: cambiamento climatico, letteratura, fumetto, perturbante, impensabilità.

Abstract: Taking its cue from one of the most important literary essays on climate change in recent years, *The Great Derangement. Climate Change and the Unthinkable* by Amitav Ghosh (2016), this contribution reflects on how climate change is perceived in literature and art, as well as on the reasons why this phenomenon remains – especially in serious novels – unthinkable and unrepresentable. Furthermore, Ghosh's essay is compared with another recent essay bearing a very similar title – *La grande rimozione* by Roberto Grossi (2024) – which addresses the same topic and uses similar tools (such as the uncanny) but is a comic book. The contribution highlights how Ghosh's literary essay and Grossi's graphic essay present some fundamental similarities in their approach to climate change, concerning broad issues such as the

conception of time and space, the distinction between human and non-human, and the relationship between individuality and collectivity.

Keywords: Climate Change, Literature, Comics, Uncanny, Unthinkability.

1. *The Great Derangement*

«Quando le generazioni future si volgeranno a guardare la Grande Cecità, certo biasimeranno i leader e i politici della nostra epoca per la loro incapacità di affrontare la crisi climatica. Ma potrebbero giudicare altrettanto colpevoli gli artisti e gli scrittori, perché dopotutto non spetta ai politici e ai burocrati immaginare altre possibilità»¹. Così lo scrittore indiano Amitav Ghosh formula, nel suo saggio *The Great Derangement* pubblicato nel 2016 e tradotto l'anno successivo in Italia col titolo *La grande cecità*, la sua lucida diagnosi sul rapporto che la letteratura ha con il cambiamento climatico. Quest'ultimo, sostiene Ghosh, oppone peculiari forme di resistenza alla cosiddetta letteratura seria; per meglio dire, la letteratura cosiddetta seria non si è finora dimostrata davvero in grado di rappresentare questioni ecologiche di grande portata come appunto il *climate change*, un fenomeno che «getta sul paesaggio della finzione letteraria un'ombra assai più ridotta di quella che getta sull'arena pubblica»². Basta uno sguardo alle più autorevoli riviste letterarie di lingua inglese, rileva difatti Ghosh, per constatare che il cambiamento climatico vi trova spazio solo in due forme: o la saggistica o la fantascienza (in quest'ultimo caso, non necessariamente perché l'autore abbia voluto scrivere fantascienza; spesso infatti basta la centralità del tema del cambiamento climatico a far sì che il testo venga qualificato, *malgré soi*, come fantascientifico). Dunque, le istituzioni del mondo letterario sembrano essere capaci di vedere le opere che si occupano di *climate change* solo se si pongono al di fuori della cosiddetta *fiction*, adottando un impianto saggistico, oppure se si auto-relegano (o vengono relegate) nelle ancor poco legittimate province periferiche della letteratura stessa, quelle appunto dove si situa il genere della fantascienza.

Il tema del cambiamento climatico risulta quindi – al netto di rare eccezioni come *La collina delle farfalle* di Barbara Kingsolver e *Solar* di Ian McEwan

¹ GHOSH 2019, p. 166. L'edizione originale inglese è del 2016.

² GHOSH 2019, p. 13.

– essere pressoché assente da un genere che, nell’ambito della letteratura, tuttora occupa una posizione di rilievo, o addirittura la posizione preminente in assoluto: il romanzo serio. Ciò avviene a discapito del fatto che la stragrande maggioranza delle autrici e autori di romanzi, nonché delle loro lettrici e lettori, abbia pienamente coscienza del cambiamento climatico in atto. In ragione di questo apparente paradosso, quando le generazioni successive guarderanno all’arte e alla letteratura della nostra epoca per cercarvi le tracce e i segni premonitori del mondo alterato che avranno ricevuto in eredità, e non ne troveranno, concluderanno – afferma Ghosh – che «nella nostra epoca arte e letteratura venivano praticate perlopiù per nascondere la realtà a cui si andava incontro»; e definiranno il nostro tempo come l’epoca della «grande cecità»³.

Vale la pena notare, a tal proposito, che il sostantivo inglese usato da Ghosh alla fine di questa frase (oltre che nel titolo del suo libro) è *derangement*. Con ogni probabilità è anche per via di questo passo, nel quale il *derangement* viene legato al gesto di «nascondere» e conseguentemente al non voler vedere, che i traduttori verso l’italiano, Anna Nadotti e Norman Gobetti, hanno scelto di rendere il termine – sia qui che nel titolo – con ‘cecità’, non troppo dissimilmente dalla collega tedesca Yvonne Badal che ha deciso di usare la parola *Verblendung* (accecamiento). Ma se è vero che il termine inglese *derangement*⁴ si riferisce in primo luogo all’incapacità di comportarsi e pensare normalmente (e quindi di percepire normalmente la realtà), il traduttore ‘cecità’ non rende l’intero spettro semantico della parola. Anche in forza della propria derivazione dal francese *dérangement*⁵ (non a caso impiegato nel titolo dell’edizione francese del libro di Ghosh), *derangement* significa infatti anche «move from orderly rows»⁶: scombinare l’ordine, destabilizzare lo *status quo*, scombussolare (una sfumatura, questa, che permane nell’utilizzo in ambito matematico di *derangement*, che in questo caso corrisponde all’italiano *dismutazione*: quel tipo di permutazioni di un insieme tali da fare in

³ *Ivi*, p. 18.

⁴ «*Derangement*: a condition in which somebody is unable to behave and think normally, especially because of a mental illness», *Oxford Advanced Learner’s Dictionary*, rif. sitografico n. 1.

⁵ Cfr «*déranger*: Ôter une chose de son rang, de sa place; mettre en désordre ce qui était arrangé», *Dictionnaire de l’Académie Française*, rif. sitografico n. 2.

⁶ *Oxford Advanced Learner’s Dictionary*, rif. sitografico, n. 1.

modo che nessuno degli elementi dell'insieme iniziale ricompaia poi nella sua posizione originaria).

E questo è un aspetto chiave del libro di Ghosh. Perché se il genere del romanzo si dimostra incapace di rappresentare il cambiamento climatico, è proprio perché il cambiamento climatico è, a ben vedere, esso stesso un *derangement*: una destabilizzazione generale dell'ordine precostituito, uno scombinamento del mondo come lo conosciamo, che avviene su tutti i livelli possibili e a causa del quale nulla può rimanere dove e com'era.

2. Cambiamento climatico e romanzo

Prima della nascita del romanzo moderno, afferma Ghosh, ovunque le storie venissero raccontate la narrativa si compiaceva dell'inaudito e dell'imprevedibile, legando insieme momenti e scene peculiari, eccezionali, imprevisti e imprevedibili. Anche il romanzo, continua Ghosh sulla scorta tra gli altri di Franco Moretti, non può fare a meno dell'imprevedibile, ma «ciò che ne caratterizza la forma è proprio l'occultamento di quei momenti eccezionali che fungono da motori della narrazione»⁷. Fatte salve le dovute eccezioni, cioè, il romanzo è un genere che in linea di principio tende a voler mantenere il racconto il più possibile «all'interno dell'*ordinarietà* della vita»⁸, dato che tale genere ha assunto la sua forma moderna «spostando l'inaudito verso lo sfondo, e portando il quotidiano in primo piano», in armonia con «la nuova regolarità della vita borghese»⁹ che era chiamato a rappresentare. Al contempo il romanzo è un genere che si è imposto contestualmente al trionfo di una concezione della storia e delle scienze naturali improntata a un modello gradualistico; un modello che, al contrario di quello catastrofista, muoveva dall'assunto che nulla potesse cambiare in modo diverso da come lo si era visto fare fino a quel momento, e che quindi metteva in primo piano la non eccezionalità degli eventi storici e naturali.

Senza entrare nel dettaglio e nel merito di queste riflessioni sul romanzo, ci interessa qui notare l'uso che Ghosh ne fa per spiegare la marginalità del cambiamento climatico in questo genere letterario. L'ipotesi di Ghosh è che

⁷ GHOSH 2019, p. 23.

⁸ MORETTI 2001, p. 696.

⁹ *Ivi*, p. 698.

le conseguenze del *climate change*, già oggi catastrofiche, sovvertono ogni genere di regolarità, e dunque abbiano difficoltà a trovare accoglienza nella palette tematica del romanzo, a meno che l'autore non voglia correre il rischio di essere esiliato dal prestigioso recinto della narrativa seria e spedito in una delle assai meno repute zone che lo circondano (fantasy, horror, fantascienza)¹⁰.

Se, dunque, il surriscaldamento climatico rimane, nell'ambito del genere romanzesco, impensabile (un termine che Ghosh inserisce, assieme a *derangement*, nel titolo del libro, la cui denominazione completa è *The Great Derangement. Climate Change and the Unthinkable*), è perché il cambiamento climatico rappresenta appunto un *derangement*: uno scombussolamento dello *status quo* sotto ogni punto di vista – ecologico, ovviamente, ma anche politico, antropologico, culturale.

Il *climate change* – quale appunto fenomeno che ci riguarda in quanto collettività, e che ci rende una collettività ancor più di quanto già non siamo: durante un'alluvione le nostre esistenze sono più intrecciate del solito – sovrverte ad esempio il dogma della centralità dell'individuo, fondamentale nella nostra cultura e specificamente in quella parte della nostra cultura nella quale è fiorito il genere romanzesco (nonostante anche per questo aspetto, com'è ovvio, si possa pensare a significative eccezioni). Non è quindi un caso che una delle figure più note del mondo della letteratura statunitense, John Updike, discutendo nel 1988 di uno dei pochi cicli di romanzi incentrati sullo sfruttamento incontrollato delle risorse petrolifere (*Le città di sale* e *La trincea* dello scrittore giordano Abden Rahman Munif), abbia criticato Munif perché nella sua opera è assente «quel senso di avventura etica individuale – l'evoluzione dell'individuo attraverso le molteplici e spesso impari battaglie coi casi della vita – che fin da *Don Chisciotte* e *Robinson Crusoe* distingue il romanzo dalla leggenda e dalla cronaca. *Le città di sale* si occupa invece di un aggregato di uomini»¹¹. Secondo Ghosh, è tale concezione del romanzo (romanzo come genere incentrato sulle avventure di un individuo) che lo ha reso impermeabile al tema del surriscaldamento globale. La cultura dominante ha estromesso l'idea di collettività dalla letteratura, oltre che dalla politica e dall'economia, ragion per cui ora si ritrova incapace di promuovere l'emersione di opere letterarie che spostano il *focus* dall'individuo a un

¹⁰ GHOSH 2019, p. 31.

¹¹ Cit. in GHOSH 2019, p. 87.

«aggregato di uomini». Invece, il cambiamento climatico necessita proprio di essere affrontato come fenomeno e come problema collettivo: perché, date le caratteristiche del problema, ogni soluzione che rimane sul piano individuale è destinata a rimanere del tutto ininfluente. Se l'umanità vuole porre un freno al surriscaldamento globale, deve cambiare radicalmente la propria concezione di sé e iniziare (o tornare) a pensarsi come una comunità vera e propria, il che significa anche appianare gli squilibri tra ricchi e poveri nonché tra ex madrepatrie ed ex colonie (dato che il cambiamento climatico è frutto dell'imperialismo e del colonialismo almeno quanto lo è del capitalismo).

Un'altra delle possibili ragioni di resistenza che il cambiamento climatico oppone alle tecniche che vengono considerate specifiche del romanzo, secondo Ghosh, è che il surriscaldamento globale si manifesta attraverso forze che agiscono a prescindere dalle distanze di tempo e di spazio. Quindi, il cambiamento ci costringe a pensare al nostro pianeta come a un universo di tenaci continuità, di sfere temporali e spaziali che, seppur molto distanti, sono fortemente interconnesse. Le acque che invadono le Sudabaran stanno sommergendo anche Miami Beach; i deserti avanzano in Cina come in Perù; incendi indomabili si intensificano in Australia quanto in Texas e in Canada. Questi fenomeni e queste forze di impensabile portata, che travalicano i continenti e le epoche, sono stati secondo Ghosh espulsi, già molto tempo fa, da quello che consideriamo il terreno del romanzo, che tende piuttosto a basarsi su un qui e ora (o su un lì e allora) definito, discreto, delimitato. «I romanzi evocano mondi che diventano reali proprio in virtù della propria finitudine e specificità»¹², spaziale e temporale, e quindi hanno difficoltà a rappresentare fenomeni che, al contrario, sfidano la nozione di luogo e tempo intesi come qualcosa di circoscritto.

A rinsaldare questa resistenza del romanzo al tema del cambiamento climatico c'è anche il fatto che quest'ultimo ci ha costretto e ci costringe a prendere coscienza della rilevanza nel mondo di agenti non umani. Il surriscaldamento globale – coi suoi eventi che vedono protagonisti un animale in via d'estinzione, una foresta, l'ecosistema di una montagna o di un lago, o più in generale il pianeta Terra – sovverte la gerarchia su cui si basa la nostra cultura antropocentrica: «apre una porta su quello che potremmo chiamare 'mondo

¹² GHOSH 2019, p 71.

degli spiriti' – un universo animato da voci 'non umane'»¹³. Ghosh insiste su questo aspetto sin dalla prima pagina del suo saggio. Questo è l'incipit:

Chi può dimenticare i momenti in cui qualcosa che sembrava inanimato mostra di essere ben vivo, addirittura pericolosamente vivo? Ad esempio, quando un arabesco nel motivo di un tappeto si rivela come la coda di un cane, che, se calpestata, potrebbe provocare un morso a una caviglia. O quando, allungando una mano verso un tralcio d'aspetto innocuo, scopriamo che è un grosso lombrico o un serpente. O quando ci accorgiamo che un inoffensivo tronco galleggiante in realtà è un cocodrillo.

Immagino che gli sceneggiatori dell'*Impero colpisce ancora* avessero in mente uno shock di questo tipo quando concepirono la scena in cui Ian Solo atterra col Millennium Falcon su quello che ha scambiato per un asteroide e poco dopo scopre di essere entrato nella bocca di un mostro spaziale addormentato.

Oggi, a più di trentacinque anni da quando fu girato il film, quella scena memorabile non è più plausibile. Perché, se in un futuro più o meno lontano dovesse esistere un Ian Solo, le sue ipotesi circa gli oggetti interplanetari sarebbero senza dubbio diverse da quelle che all'epoca andavano per la maggiore in California. Gli esseri umani del futuro, infatti, sapendo ciò che presumibilmente sapranno dei loro antenati sulla Terra, si renderanno conto che solo per una breve era, durata meno di tre secoli, un numero significativo di loro simili credeva che pianeti e asteroidi fossero inerti¹⁴.

Se d'altra parte è vero che il cambiamento climatico ci costringe a rilevare «la presenza e la prossimità di interlocutori non umani»¹⁵, questa non è, nota Ghosh, la presa di coscienza di qualcosa di nuovo. Si tratta piuttosto di un riconoscimento: stiamo tornando consapevoli del fatto che gli esseri umani hanno sempre vissuto circondati dal non-umano, sia esso il nostro pianeta o le molteplici creature che condividono con noi capacità che consideravamo precipuamente nostre, come volontà, pensiero, coscienza¹⁶. È una consapevolezza che l'umanità aveva ma che ha perso, seppur solo da poco, e che ora riemerge. Per contraddistinguere questa riemersione, Ghosh impiega un termine legato alla psicanalisi freudiana: *uncanny*, perturbante, che, come è

¹³ *Ibidem*.

¹⁴ *Ivi*, p. 9.

¹⁵ *Ivi*, p. 38.

¹⁶ Cfr. *ibidem*.

noto, si riferisce alla rinnovata presa di coscienza di qualcosa di cui si era fatto esperienza ma che era stato rimosso.

Se è perturbante ritrovare la consapevolezza che, ad esempio, una foresta possa pensare – come ha mostrato Eduardo Kohn in *How Forests Think* (2013) – questa può essere l'occasione per cambiare il modo in cui pensiamo noi. Kohn specifica che pensare come una foresta significhi pensare per immagini; e su questa base Ghosh formula l'ipotesi che per pensare e rappresentare il surriscaldamento climatico possa essere necessario che la letteratura abbandoni l'impostazione logocentrica che ha progressivamente adottato negli ultimi secoli, e torni a pensare anche per immagini.

3. *La grande rimozione*

Ed è proprio per immagini che pensa un saggio dal titolo molto simile a quello del libro di Ghosh: *La grande rimozione*, un *graphic essay* di Roberto Grossi uscito nel 2024. Mi pare che valga la pena analizzarlo accanto e assieme al libro di Ghosh, istituendo un dialogo tra due opere saggistiche (la seconda delle quali a fumetti) che trattano dello stesso tema e che, come vedremo, hanno significative similarità. Da questo punto di vista, poco rilevante è se Ghosh abbia costituito per Grossi effettivamente un modello e una diretta fonte di ispirazione (si noti che *La grande cecità*, uscito in traduzione italiana pochi anni prima della pubblicazione di *La grande rimozione*, è assente dalla bibliografia posta in calce a quest'ultimo, e che Grossi, in un'intervista recentemente uscita su *duels*, non ha risposto affermativamente quando gli è stato chiesto se citasse Ghosh nel titolo, pur confermando di essersi imbattuto in questo autore durante le ricerche preliminari da lui effettuate)¹⁷. Che ci sia o meno una effettiva influenza di Ghosh su Grossi (anzi: l'eventuale assenza di un rapporto di filiazione tra le due opere ci permetterebbe a più forte ragione di considerare queste somiglianze come effetti del problema della (im)pensabilità e (ir)rappresentabilità del cambiamento climatico), il dato che mi sembra interessante, e che cercherò di mostrare nelle pagine che seguono, è che alcune delle tesi del saggio dello scrittore indiano si ritrovano non soltanto analogamente discusse, ma anche plasticamente messe in atto nel saggio a fumetti di Grossi, implicitamente confermando così la tesi di Ghosh che la

¹⁷ Rif. sitografico n. 3.

presenza di una dimensione visuale renda il cambiamento climatico meno impensabile e meno irraggiungibile.



Figura 1 – GROSSI 2024, copertina.

La grande rimozione è un titolo certamente molto vicino a *La grande cecità* (più ancora di quanto non lo sia a *The Great Derangement*), poiché mette in luce proprio quel ‘non voler vedere’ che è centrale nel passo di Ghosh prima citato e che i traduttori italiani hanno scelto di porre in primo piano nel titolo del saggio. Un ‘non vedere’ plasticamente rappresentato nell’introduzione al saggio a fumetti di Grossi, che inizia raccontando un sogno: un uomo sta nuotando da solo in mezzo al mare e, pur avendo davanti a sé la pinna di uno squalo, fissa lo spettacolo consolatorio delle luci di una grande città.

Il linguaggio grafico di Grossi inoltre rispecchia in pieno un altro concetto della psicanalisi, quello di perturbante, la cui rilevanza per Ghosh è già stata menzionata. Grossi ci pone davanti, infatti, a una serie di riemersioni e di riconoscimenti del tutto *uncanny*. Il primo caso di perturbante – che apre il primo capitolo del libro, *Apocalissi* – riguarda una serie di fotografie che tornano alla luce dalla cantina dell’autore stesso, e che rappresentano una gita da lui effettuata nel 1979 assieme alla famiglia sulla *Mer de glace*, il più grande ghiacciaio del Monte Bianco. Un ghiacciaio che di fatto non esiste più, come il lettore può constatare qualche capitolo dopo, quando Grossi racconta della gita sul Monte Bianco compiuta recentemente coi propri figli. L’esperienza di rivedere la *Mer de glace* è per l’autore profondamente perturbante, poiché tale luogo – data la scomparsa del ghiacciaio – gli risulta ora estraneo, eppure al contempo si connette con qualcosa di cui aveva fatto esperienza molto tempo fa. Il ghiacciaio stesso, nonché la madre assieme alla quale lo aveva visitato, sono spariti; l’esperienza di riconoscere e al contempo non riconoscere quel luogo è fortemente perturbante («Si chiama solastalgia. L’incapacità di riconoscere un luogo in cui si è stati a causa dei cambiamenti provocati dall’azione umana. Il luogo esiste ancora, ma non è più riconducibile alla propria esperienza»¹⁸).

Altrettanto *uncanny* sono le numerose pagine di *La grande rimozione* che lavorano innescando un cortocircuito di riconoscimenti, o mancati riconoscimenti, non più diacronici (com’era nel caso appena esposto), bensì sincronici. Così, l’immagine di una torta e quella della terra vanno a costituire, a pagina 16, due semicerchi che si completano a vicenda, ma che al contempo riemergono l’uno nell’altro, spingendo il lettore a riconoscere il primo oggetto nel secondo e il secondo nel primo. L’effetto è perturbante, e lo è ancora di più

¹⁸ GROSSI 2024, p 51.

quando si legge che, nel 2020, la parola ‘torta’ è stata menzionata dieci volte più di ‘cambiamento climatico’ nei programmi televisivi del Regno Unito:

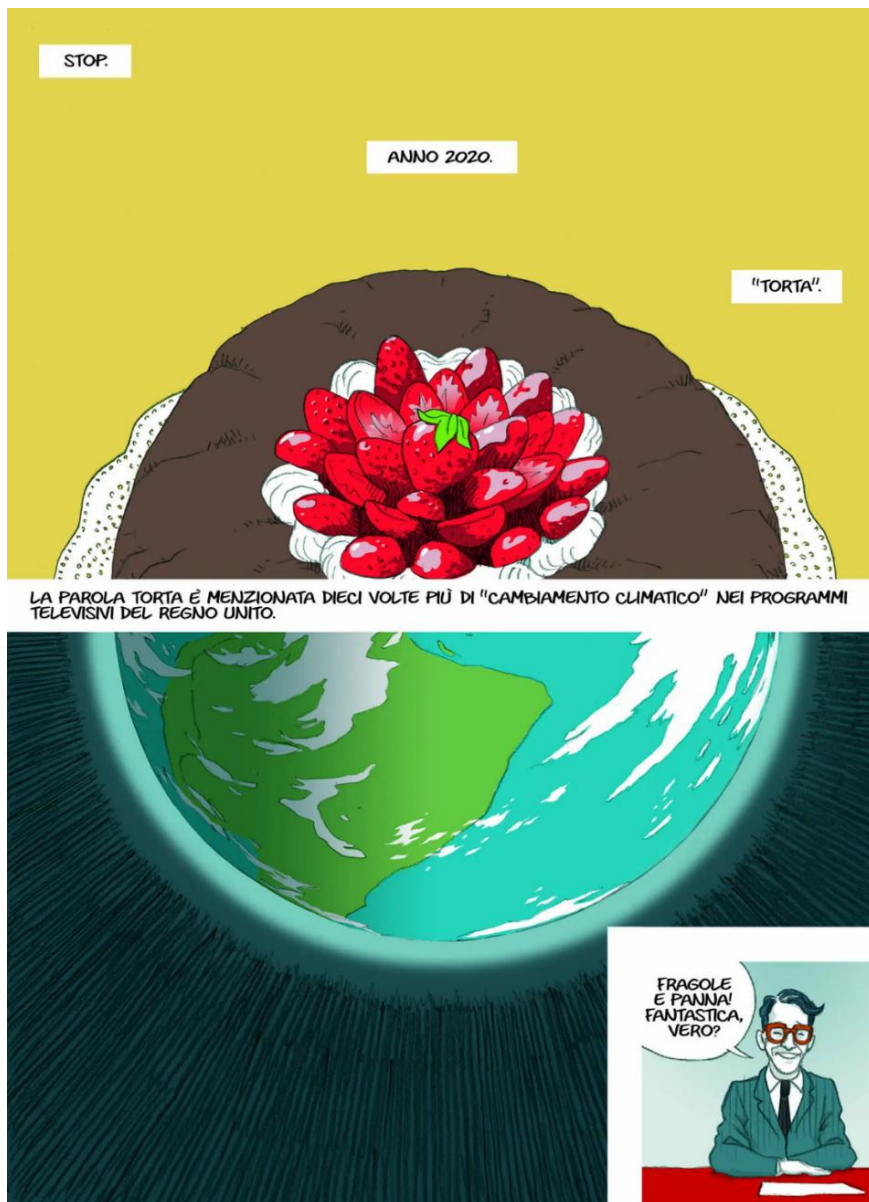


Figura 2 – GROSSI 2024, p 16.

Questa tipologia di immagine, che può far pensare per certi versi ai lavori di Anuj Shrestha (in parte dedicati proprio allo studio delle tensioni tra sfera domestica e cambiamento climatico¹⁹), nel libro di Grossi è frequentissima e di cruciale importanza: *La grande rimozione* sceglie, significativamente, di affrontare il tema del cambiamento climatico attraverso montaggi, ovvero sia immagini basate sull'interferenza produttiva tra due dimensioni visuali, temporali e spaziali diverse.

Un ulteriore esempio è la tavola a pagina 58. Nella parte superiore dell'immagine vediamo i contorni di una mela a cui è stato dato un morso. Nella sezione inferiore della pagina troviamo un'altra immagine nella quale, però, i tratti che solcavano la polpa della mela morsa continuano. Il lettore, quindi, fa esperienza della parte bassa della pagina riconoscendovi, per certi versi, qualcosa che ha già percepito, e che eppure risulta essere completamente diverso, visto che la seconda immagine rappresenta tutt'altro: il suolo devastato da una strada asfaltata e da una frana, un terreno che risulta appunto essere stato 'morso' (ovverossia consumato dall'uomo). L'esperienza di lettura della seconda parte dell'immagine, e quindi del montaggio nel suo complesso, è fortemente perturbante. Inoltre, questo tipo di montaggio fa sì che luoghi profondamente diversi (lo spazio piccolo e familiare che ci evoca un oggetto quotidiano quale è la mela, e l'assai più ampio scenario di un paesaggio segnato da interventi antropici e da mutamenti climatici) entrino in stretta connessione, e si rivelino come dimensioni interconnesse.

Lo stesso accade con i tempi: dimensioni cronologiche lontanissime vengono svelate come comunicanti. Si veda la pagina 165, dove Grossi crea un cortocircuito tra il profilo di due navi: la prima, quella che occupa la parte superiore della pagina, è il ben noto diagramma della nave Brookes, l'incisione di fine Settecento che rappresenta la disumana densità di persone ammassate sotto il ponte, divenuta una immagine iconica della lotta contro la tratta degli schiavi. Nella parte inferiore della pagina troviamo – sistemato in modo tale da poter essere percepito come un prolungamento naturale della nave degli schiavisti – un container stracarico di merci, che, grazie a questo montaggio perturbante, si qualifica anch'esso come immagine iconica delle dinamiche di sfruttamento della popolazione oltre che del pianeta. Coi suoi montaggi, dunque, Grossi riesce a parlare di cambiamento climatico come di un evento che travalica epoche molto diverse. Non a caso il testo di questa

¹⁹ Rif. sitografico n. 4.

pagina recita: «Una cosa è certa. La crisi climatica è una crisi di disuguaglianza. Ha radici profonde conficcate nel nostro passato. Con cui non abbiamo mai fatto i conti. Le emissioni appaiono l'unica traccia incolore e inodore di questo gigantesco rimosso. Un karma planetario di anidride carbonica»²⁰.

La grande rimozione, dunque, mette in atto ciò che ne *La grande cecità* era stato indicato come una preconditione di ogni narrazione sul cambiamento climatico quale fenomeno che si manifesta attraverso forze che agiscono a prescindere dalle distanze di tempo e di spazio, e quindi ci costringe a pensare al nostro pianeta come a un universo di tenaci continuità, di sfere temporali e spaziali fortemente intrecciate tra loro. «Tutto è collegato»²¹, afferma Grossi.

Ma ci sono anche altri di quegli aspetti ritenuti da Ghosh essenziali per la pensabilità e la rappresentazione del surriscaldamento globale che, nel lavoro di Grossi, troviamo sia apertamente discussi sia al contempo messi concretamente a frutto. In primo luogo, la presenza e l'importanza del non-umano. Ne *La grande rimozione*, addirittura, il non-umano è al centro dell'attenzione ancor più dell'umano; quest'ultimo viene preso in considerazione più che altro per gli effetti provocati sull'ambiente che lo circonda. L'accento dell'opera cade su altro: sugli esseri viventi diversi dall'uomo (gli animali intrappolati in allevamenti intensivi²²; lo squalo che rappresenta il pericolo incombente ma rimosso²³; gli insetti la cui sparizione, causata dal cambiamento climatico, rende impossibile il pieno riconoscimento dei luoghi visti da bambino²⁴; la foresta di alberi che viene accostata, per mezzo dei procedimenti di montaggio già menzionati, a una foresta di lampioni su un parcheggio asfaltato e deserto), o anche su ambienti naturali o paesaggi (i pezzi di ghiaccio alla deriva per via del surriscaldamento, montati sopra alle zolle di un terreno desertificato²⁵; l'acqua sprecata per innaffiare campi da golf, accostata all'immagine di una risorsa idrica naturale disseccata²⁶). Interessanti anche i casi in cui il vivente viene accostato al non-vivente: così il profilo di una montagna viene

²⁰ GROSSI 2024, p 165.

²¹ *Ivi*, p 53.

²² GROSSI 2024, p 28.

²³ *Ivi*, pp 6-7, 73, 157, 167.

²⁴ *Ivi*, pp 74-75.

²⁵ *Ivi*, p 46.

²⁶ *Ivi*, p 56.

montato sopra al grafico dei livelli di CO₂, che mostra un andamento perfettamente corrispondente²⁷.

In secondo luogo, in Grossi troviamo sia discussa che messa in atto quella centralità della dimensione collettiva di cui parlava Ghosh in relazione al surriscaldamento globale, un aspetto intrinsecamente legato all'indebolirsi della rilevanza di un singolo individuo e della sua «avventura etica individuale». Ne *La grande rimozione* ci sono sì alcuni personaggi ricorrenti (come il conduttore televisivo e l'esperto intervistato, quest'ultimo una trasparente controfigura del filosofo Slavoj Žižek), ma tali personaggi, oltre ad essere del tutto marginali, non vengono rappresentati né come individui in senso stretto (sono piuttosto dei modellini funzionali), né tantomeno come individui capaci di una «avventura» – al contrario risultano estremamente statici, come statica è d'altra parte tutta la narrazione, che procede per via di *tableaux* che si susseguono ma non innescano movimento né azione. Una staticità inquietante, questa, che corrisponde a quella dell'umano prototipico dell'introduzione, il quale continua a star fermo di fronte a un panorama consolatorio mentre lo squalo si avvicina. È la staticità del genere umano di oggi, che non riesce a pensarsi come collettività. E proprio con l'invocazione di un mutamento incentrato su un ritorno del concetto di collettività termina il libro di Grossi. Le ultime pagine del volume²⁸ mostrano una serie di riquadri, in ciascuno dei quali compare un essere umano. In questa sorta di galleria di fototessere, ciascun uomo, donna, bambino si ritrova da una parte accostato ai suoi vicini (e a loro associato dal comune destino di essere sott'acqua: tutti i personaggi sono infatti rappresentati come sommersi sotto le acque che progressivamente si innalzano), ma al contempo è anche separato dagli altri dalle linee bianche che dividono la pagina in singoli riquadri, il che rimanda all'incapacità dell'umanità a pensarsi come un insieme. La didascalia insiste proprio sulla nostra caparbia insistenza a permanere nella dimensione individuale: «Da soli non si sopravvive»²⁹.

E quindi: «Il cambiamento da fare è immenso» (*ibidem*). «Non esistono soluzioni se non si mette in discussione l'intero sistema»³⁰. Ecco, proprio questo è in fin dei conti il cuore del messaggio sia di Ghosh sia di Grossi: per

²⁷ *Ivi*, pp 20-21.

²⁸ GROSSI 2024, pp 196 ss.

²⁹ GROSSI 2024, pp 196-197.

³⁰ *Ivi*, p 67.

fermare il surriscaldamento globale, è necessario un *derangement* – uno sconvolgimento completo dell’ordine vigente, una ‘dismutazione’ che non lasci nulla com’era e dov’era.

Bibliografia

1. GHOSH A. (2016), *The Great Derangement. Climate Change and the Unthinkable*, London: Penguin Books. Trad. it. GHOSH A. (2019 [2017]), *La grande cecità. Il cambiamento climatico e l’impensabile*, trad. di Anna Nadotti e Norma Gobetti, Vicenza: Beat.
2. MORETTI F. (2001), *Il secolo serio*, in *Id.* (a cura di), *Il romanzo*, vol. I., Torino: Einaudi.
3. GROSSI R. (2024), *La grande rimozione*, Roma: Coconino Press.

Sitografia

1. <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/derangement?q=derangement>
2. <https://academie.atilf.fr/8/consulter/DÉRANGER?options=motExact>
3. <https://duels.it/persone/interviste/lucca-comics-2024-roberto-grossi-la-grande-rimozione-e-un-documentario/>
4. <https://www.anujink.com/comics#/florafauna/>

Fonti iconografiche

Figure 1 e 2, per gentile concessione dell’autore e dell’editore:
<https://www.coconinopress.it/prodotto/la-grande-rimozione/>

PARTE SECONDA

STRUMENTI, GOVERNANCE E TRAIETTORIE OPERATIVE
PER LA SOSTENIBILITÀ DEI TERRITORI

Sostenibilità territoriale, autonomia negoziale e metamorfosi del diritto privato

SARA ZUCCARINO

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUt+), European Union

Riassunto: Il contributo analizza il ruolo del diritto privato nella costruzione della sostenibilità dei territori, muovendo dalla qualificazione della sostenibilità quale principio fondante l'ordinamento italo-europeo e canone ermeneutico idoneo a conformare tanto l'attività dei pubblici poteri quanto l'autonomia privata. In questa prospettiva, la tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, anche nell'interesse delle generazioni future, non si esaurisce in un limite esterno all'iniziativa economica, ma diviene criterio interno di legittimazione e di orientamento delle relazioni giuridiche. Segnatamente, lo studio evidenzia la metamorfosi del contratto che, da strumento di composizione di interessi meramente patrimoniali si trasforma in infrastruttura giuridica della transizione sostenibile, capace di incidere sul tessuto sociale, economico e ambientale dei territori. Il territorio viene così riletto non come semplice supporto materiale dell'agire economico, ma come *habitat* della persona e luogo di emersione di interessi esistenziali, comunitari e ambientali tra loro interconnessi. Su tali basi, l'indagine valorizza la funzione ordinante dell'autonomia negoziale, rileggendola in chiave personalistica, solidaristica e intergenerazionale, e approfondisce il rilievo della *due diligence* nelle filiere contrattuali quale tecnica di prevenzione, tracciabilità e redistribuzione delle responsabilità lungo la catena del valore. Ne emerge un diritto privato chiamato non più soltanto ad allocare utilità individuali, ma a governare forme di cooperazione sostenibile, a tutelare le comunità locali e a concorrere alla resilienza dei sistemi territoriali, secondo un modello di mercato coerente con la legalità costituzionale ed europea.

Parole chiave: sostenibilità dei territori, autonomia negoziale, filiera contrattuale, *due diligence*.

Abstract: This contribution explores the role of private law in advancing the sustainability of territories, proceeding from the premise that sustainability has now acquired the status of a foundational principle of the Italian and European legal order, as well as an interpretative standard capable of shaping both public action and private autonomy. Within this framework, the protection of the

environment, biodiversity and ecosystems, including for the benefit of future generations, can no longer be regarded merely as an external constraint on economic activity; rather, it operates as an intrinsic criterion for the legitimacy, orientation and substantive assessment of legal relationships. Against this background, the essay highlights the transformation of contract from a device for the coordination of purely proprietary interests into a legal infrastructure of the sustainable transition, capable of structuring the social, economic and environmental dynamics of territories. Territory, in turn, is reinterpreted not as a neutral geographical backdrop to economic action, but as the habitat of the person and as a relational space in which existential, collective and environmental interests converge. On this basis, the paper reconsiders private autonomy in light of personalist, solidaristic and intergenerational values, and examines contractual supply-chain due diligence as a mechanism of prevention, traceability and allocation of responsibility across the value chain. The overall picture is that of a private law no longer confined to the ordering of individual exchanges, but increasingly called upon to govern forms of sustainable cooperation, to protect local communities, and to enhance the resilience of territorial systems, in accordance with a market order consistent with constitutional and European legal principles.

Keywords: Territorial Sustainability, Contractual Autonomy, Contractual Chain, Due Diligence.

1. La sostenibilità quale criterio ermeneutico del diritto contemporaneo

L'emergenza ecologica – mantra dei giorni nostri – rende improcrastinabile declinare i paradigmi giuridici ed economici alla luce di uno sviluppo sostenibile¹, capace di bilanciare, in modo armonioso, l'ecosistema con la razionalità economica². Si è consapevoli che l'effettiva realizzazione della nostra tavola valoriale, ispirata al personalismo e solidarismo, presuppone una

¹ La nozione di sviluppo sostenibile risale a 40 anni fa ed è contenuta nel cd. 'rapporto Brundtland' – *Report of the World Commission on Environment and Development* (WCED – *Our common future*) che definisce 'sostenibile' quello «sviluppo che soddisfa i bisogni della presente generazione senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri».

² Decisione n. 1386/2013/EU del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2013 su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta».

‘dimensione ecologica integrale’, *id est* una simbiosi inscindibile tra l’ecologia ambientale e quella umana³. In tale prospettiva, la sostenibilità deve essere ricostruita quale principio cardine del nostro sistema ordinamentale e, pertanto, componente dell’ordine pubblico. Essa diviene canone ermeneutico sia della legittimità (costituzionale, europea e internazionale) degli atti normativi, sia della meritevolezza⁴ dei rapporti giuridici. Segnatamente, il principio *de quo* – nel conformare, in sede di programmazione e controllo, «ogni attività umana giuridicamente rilevante» – assicura che qualsiasi forma di autonomia (legislativa, amministrativa e privata) sia diretta alla protezione dell’ambiente, anche al fine di garantire che il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni attuali non comprometta la qualità della vita e la possibilità delle generazioni future⁵.

Stando così le cose, il principio di sostenibilità presenta una forza ‘gius-generativa’ in quanto idoneo a disciplinare, opportunamente bilanciato con altri principi e diritti confliggenti, le vicende concrete⁶. Non vi sono dubbi che una simile impostazione richieda al giurista l’abbandono di ogni formalismo neutrale e l’assunzione piena del compito interpretativo che è quello di ricostruire, caso per caso, la normativa più aderente alla logica complessiva del sistema.

Prendendo le mosse da quanto si è detto, si può sottolineare che la materia ambientale, oggetto specifico della presente riflessione, determina l’abbandono di un diritto imposto dall’alto, attraverso regolamentazioni rigide e puntuali soggette, tra l’altro, a rapida obsolescenza. Si assiste, invece, alla emersione di un diritto *ex parte societatis* che si fonda sui principi i quali, seppur di rango e provenienza diversi, sono destinati a confluire – in un sistema giuridico aperto qual è quello italiano – nella legalità costituzionale.

Non vi sono dubbi che una legislazione per principi, accompagnata da una interpretazione assiologica, può condurre più lontano nella realizzazione degli obiettivi posti dalla transizione sostenibile⁷.

³ PARENTE 2022, pp 9 ss.

⁴ LASSO 2019, pp 92 ss.

⁵ Le parole tra virgolette riprendono l’art 3 *quater* del d.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, cd. codice dell’ambiente. I concetti espressi nel testo sono stati ispirati dalle pagine di PERLINGIERI P. 2015, pp 510 s.

⁶ LIPARI 2023, p 67.

⁷ CATERINI 2018, p 91; PENNASILICO 2015, p 37.

Logico corollario di tale affermazione è l'abbandono di una teoria dell'interpretazione, *sub specie aeternitatis*, fondata sul meccanismo della regolamentazione puntuale e specifica e sullo schema logico della 'sussunzione' sillogistica. L'interpretazione giuridica diviene, primariamente, sistematica e assiologica, riferita cioè ai valori del sistema⁸. In tale contesto, compito del giurista è quello di (ri)leggere le regole alla luce dei principi costituzionali ed europei sì da individuare la normativa del caso concreto che sia la più aderente possibile alla logica complessiva del sistema giuridico vigente.

In estrema sintesi, nell'era geologica dell'Antropocene, il polimorfico⁹ principio della sostenibilità opera quale criterio organizzativo del pensiero e del funzionamento dei sistemi sociali ed economici al fine di garantire il 'benessere globale'¹⁰.

Partendo da tali premesse, si intende dimostrare che la declinazione ambientale conforma la disciplina e indirizza i processi produttivi affinché gli stessi realizzino, nel rispetto dei cc.dd. «limiti planetari»¹¹, l'assiologia ordinamentale.

⁸ PERLINGIERI P. 2015, cit., pp 512 ss.

⁹ Sulla configurazione della sostenibilità in un'ottica ambientale, economica e sociale, v. PENNASILICO 2020, pp 7 s.

¹⁰ CATERINI 2024, p 290.

¹¹ PARENTE, cit., p 15. Sul concetto di 'limiti del pianeta' v., da ultimo, Decisione 2022/591/EU del Parlamento Europeo e del Consiglio del 6 aprile 2022, sul Programma generale di azione dell'Unione sull'ambiente fino al 2030. Tale documento, nel prescrivere le priorità della politica europea, statuisce all'art. 2: «L'obiettivo prioritario a lungo termine dell'8° PAA, da conseguire al più tardi entro il 2050, è che le persone vivano bene nel rispetto dei limiti del pianeta, all'interno di un'economia del benessere senza sprechi, in cui la crescita è rigenerativa, la neutralità climatica nell'Unione è stata raggiunta e le disegualianze sono state ridotte in misura significativa. Un ambiente sano è alla base del benessere di tutte le persone ed è un ambiente in cui la biodiversità è conservata e gli ecosistemi prosperano e la natura è protetta e ripristinata, conducendo a una maggiore resilienza ai cambiamenti climatici, alle catastrofi meteorologiche e legate al clima e ad altri rischi ambientali. L'Unione definisce le tappe per garantire prosperità alle generazioni presenti e future a livello mondiale in linea con la responsabilità intergenerazionale».

2. Il fondamento costituzionale ed europeo del principio di sostenibilità

La dimensione ambientale trova i suoi addentellati normativi nel complesso¹² e unitario sistema delle fonti italo-europeo. Il quadro normativo conferma la tendenza del legislatore, non solo interno, ad orientare la sua attività in chiave ‘ecologica’.

Il principio dello sviluppo sostenibile appare profondamente radicato nel nostro sistema costituzionale, non soltanto perché espressamente previsto da disposizioni sovranazionali e nazionali, ma in quanto immanente e strettamente connesso al valore della persona e, quindi, agli altri principi di rango costituzionale¹³. Non vi sono dubbi, per esempio, che la ‘necessità ecologica’ rafforza il complesso dei doveri di solidarietà prescritti dall’art. 2 Cost.¹⁴. Come meglio si dirà nelle pagine che seguono, l’adempimento del dovere di ‘solidarietà ambientale’ rappresenta la base per l’effettiva realizzazione del programma costituzionale di sviluppo della persona¹⁵. L’interpretazione evolutiva dell’art. 2 Costituzione, ad esempio, «permette, da un lato, di estendere la tutela dei diritti inviolabili dell’uomo anche al diritto delle generazioni future di vivere in un ambiente salubre e, dall’altro, di fondare» la responsabilità intergenerazionale tra gli esseri umani¹⁶. In questa traiettoria, il ragionamento giuridico si apre ad una dimensione ‘intertemporale’, idonea ad assicurare, nel momento applicativo, la complementarità tra i diritti ‘inviolabili’ delle generazioni future e i doveri ‘inderogabili’ delle generazioni presenti. Sì che un contratto che ignori le esternalità ambientali o i diritti delle generazioni future rischia di essere considerato non meritevole di tutela, poiché in contrasto con i doveri di solidarietà intergenerazionali.

La dimensione ambientale del nostro ordinamento risulta esplicitata dalla riforma costituzionale del 2022 – legge cost. 11 febbraio 2022, n. 1 – che ha modificato gli artt. 9 e 41 Cost. delineando un ‘biocentrismo costituzionale’ in cui la tutela dell’ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi è funzionalizzata anche all’interesse delle generazioni future.

¹² PERLINGIERI P. 2020 (a), pp 59 ss.

¹³ PERLINGIERI P. 2020, (b), p 83; *Id.* 2020 (c), pp 1 ss.

¹⁴ LORENZETTI, LORENZETTI 2020, p 19.

¹⁵ BORRILLO 2024, pp 13 ss.

¹⁶ PENNASILICO 2020, cit., p 22.

Più precisamente, l'art. 9, comma 3, prescrive, tra i principi fondamentali, quello della «[t]utela *dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi*, anche nell'interesse delle future generazioni»¹⁷. In altre parole, l'ordinamento giuridico si impegna a proteggere l'ambiente nelle sue diverse manifestazioni biologiche, nella consapevolezza di una stretta interconnessione scientifica e funzionale della triade 'ambiente, biodiversità ed ecosistemi'¹⁸.

L'art. 41 Costituzione statuisce che: «1. L'iniziativa economica privata è libera. 2. Non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno alla salute, all'ambiente, alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana. 3. La legge determina i programmi e i controlli opportuni perché l'attività economica pubblica e privata possa essere indirizzata e coordinata a fini sociali e ambientali».

L'introduzione nel testo della parola 'ambiente' permette di declinare l'utilità sociale in un'ottica 'ecologica'. Si che il monitoraggio dell'impatto ambientale di un'impresa non può essere considerato un limite eccezionale ed esterno, bensì un modo di essere 'consustanziale' della stessa. Il valore ecologico, infatti, conforma ogni attività economica¹⁹ la quale, non solo, non deve realizzarsi in modo da arrecare danno «alla salute, all'ambiente, alla sicurezza, alla libertà ed alla dignità umana» ma deve perseguire il valore ambientale perché in ciò si concretizza la richiesta di non operare in contrasto con l'utilità sociale-ecologica.

In sintesi, la riforma degli artt. 9 e 41 Cost., nel rendere esplicito ciò che invero era già implicito nel precedente quadro normativo, ha inteso sottolineare l'incidenza della tutela dell'ambiente sui rapporti giuridici ed ha confermato la sua stretta correlazione alla persona umana. In altre parole, se uno dei profili più rilevanti del «pieno sviluppo» della persona umana è, *ex art. 4 Cost.*, «il progresso materiale e spirituale della società», questo non può realizzarsi in un *habitat* insalubre²⁰.

¹⁷ Il corsivo è aggiunto.

¹⁸ La Corte costituzionale aveva sottolineato, anche prima della riforma, la ricostruzione dell'ambiente quale 'bene' unitario sebbene complesso. V., *ex multis*, Corte costituzionale, 07 novembre 2007, n. 367, in «Dejure» online.

¹⁹ RUGGERI 2023, p. 8.

²⁰ Tale orientamento ha sempre guidato la giurisprudenza della Corte costituzionale italiana che, a partire dagli anni '80, mediante un'interpretazione evolutiva degli artt. 2, 9 e 32 Costituzione, la Corte aveva configurato l'ambiente come «valore costituzionale» *ex multis* Corte costituzionale, 30 dicembre 1987, n. 641; Corte costituzionale, 16 marzo 1990, n. 127;

La preminenza assiologica accordata alla persona ed alla sua effettiva tutela ispira anche il legislatore europeo. Chiariscono bene questo concetto le parole usate dalla Presidente della Commissione europea – Ursula Von der Leyen – la quale, nel 2019, nel presentare il *Green Deal* europeo, ha precisato che la politica unionale è diretta a «conciliare l'economia con il nostro pianeta»²¹. L'obiettivo è quello di bilanciare le esigenze dello sviluppo tecnologico ed economico, inarrestabile ed incontenibile, al rispetto del valore della persona umana nella sua declinazione esistenziale-ambientale²². Tale impostazione trova il suo fondamento nelle fonti di rango primario. Ai sensi degli artt. 191-193 TFUE, l'Unione promuove una politica di «salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente», di «protezione della salute umana», di «utilizzo accorto e razionale delle risorse naturali», nonché di «promozione sul piano internazionale di misure destinate a risolvere i problemi dell'ambiente a livello regionale o mondiale e, in particolare, a combattere i cambiamenti climatici» (art. 191, § 1, TFUE).

A suffragio della impostazione descritta, si osserva che il TUE inserisce tra gli obiettivi della politica comunitaria, anche nel rispetto degli impegni internazionalmente vincolanti, quello di promuovere un progresso economico e sociale equilibrato e sostenibile. A tal fine, l'art. 3, § 3, prescrive che l'Unione si adopera per realizzare uno sviluppo sostenibile, «basato su una crescita economica equilibrata [...], su un'economia sociale di mercato fortemente competitiva [...] e su un elevato livello di tutela e miglioramento della qualità

Corte costituzionale, 29 maggio 2005, n. 62; Corte costituzionale, 7 ottobre 2016, n. 216, tutte consultabili su «DeJure» *online*.

²¹ V. Comunicazione della Commissione europea al Parlamento europeo, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle Regioni, 11 dicembre 2019, COM/2019/640, «Green Deal europeo», in «eur-lex.europa.eu».

²² Sul punto interessanti spunti si traggono dalla impostazione giurisprudenziale della Corte costituzionale italiana e della Corte di giustizia sul noto caso dell'Ilva. Corte cost., 9 maggio 2013, n. 85; Corte EDU, sez. I, 24 gennaio 2019, n. 54414; Corte EDU, sez. I, 5 maggio 2022, n. 4642 tutte consultabili su «DeJure» *online*. Le richiamate pronunce chiariscono che la salvaguardia della continuità produttiva in settori strategici per l'economia nazionale non significa pregiudicare diritti quali la tutela della salute e dell'ambiente.

dell'ambiente»²³. In questa direzione si pongono anche gli artt. 11 TFUE²⁴ e 37 della Carta dei Diritti Fondamentali dell'Unione²⁵ dai quali si evince l'apertura dell'Europa alle «esigenze connesse con la tutela dell'ambiente».

Partendo da tali premesse normative, è possibile ribadire che lo sviluppo sostenibile si pone al centro della tavola valoriale dell'UE e costituisce l'*humus* di una moderna nozione di ordine pubblico al quale deve essere conformata la politica europea e l'intero sistema ordinamentale²⁶.

Riannodando le considerazioni svolte, dall'analisi normativa appena condotta emerge che la sostenibilità, lungi dall'essere una formula vaga o evanescente, esprime un elevato grado di normatività ed un elevato potere assiologico²⁷.

I principi ambientali europei – non solo quello dello sviluppo sostenibile ma anche quelli indicati nell'art. 191, § 2, TFUE²⁸ – entrano nel nostro sistema ordinamentale che, ai sensi degli artt. 11 e 117, comma 1, Cost., è aperto ai vincoli europei ed internazionali. Più precisamente, le disposizioni richiamate aprono il varco del nostro ordinamento ai principi sovranazionali affinché gli stessi, in quanto norme direttamente applicabili, penetrino non soltanto nella sfera del potere pubblico, ma anche nel tessuto dell'autonomia privata, in coerenza con il metodo sistematico e assiologico²⁹. I principi ambientali europei diventano 'norme di diritto sostanziale' che arricchiscono ed

²³ Per un'analisi del concetto di economia sociale di mercato strettamente correlato allo sviluppo sostenibile, sia consentito rinviare a ZUCCARINO 2021, pp 42 ss. e bibliografia ivi citata.

²⁴ Tale articolo prevede che: «le esigenze connesse con la tutela dell'ambiente devono essere integrate nella definizione e nell'attuazione delle politiche e azioni dell'Unione, in particolare nella prospettiva di promuovere lo sviluppo sostenibile».

²⁵ In tale norma possiamo leggere che: «Un livello elevato di tutela dell'ambiente e il miglioramento della sua qualità devono essere integrati nelle politiche dell'Unione e garantiti conformemente al principio dello sviluppo sostenibile».

²⁶ Così, PERLINGIERI P. 2009, pp 328 ss.; Sul punto, v. PEPPER, HOBBS 2020, p 634.

²⁷ Sul punto si rinvia alle pagine di PERLINGIERI G. 2020, p 101; PERLINGIERI P. 2016, p 322 il quale sottolinea che: «[s]e lo sviluppo di un Paese non è dato dal PIL (secondo una concezione ragionieristica, economicistica dei rapporti sociali e umani), ma dipende dal grado di realizzazione del benessere e della qualità della vita degli uomini, lo sviluppo è 'sostenibile' quando garantisce il pieno e libero sviluppo della persona umana».

²⁸ Nella disposizione citata si prevede che la politica dell'Unione è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte, dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio 'chi inquina paga'.

²⁹ PENNASILICO 2016, pp 293 s.

ammodernano lo strumentario del giurista e lo aiutano nella sua attività di bilanciamento tra efficienza economica, pur fondamentale, e rispetto della persona umana.

In conclusione, l'ambiente si erge ad elemento assiologico conformante le dinamiche del mercato e della giuridicità al fine di realizzare il principio dello sviluppo sostenibile, paradigma di progresso della società postmoderna³⁰.

3. La metamorfosi del contratto nell'orizzonte della transizione ecologica

In ragione dell'evocato mutamento di prospettiva, gli strumenti del diritto privato – dal contratto alla responsabilità civile, dai modelli cooperativi alla nuova teoria dei beni – rappresentano gli attrezzi necessari al fine di realizzare, nel concreto delle relazioni economiche e sociali, il programma di sviluppo umano ed ecologico che promana dalla legalità costituzionale vigente.

Segnatamente, l'autonomia privata, lungi dal potersi esaurire in una libertà di autoregolamentazione orientata unicamente al risultato economico, deve oggi essere riguardata quale libertà funzionalizzata, vale a dire quale potere riconosciuto ai privati nella misura in cui il suo esercizio si renda compatibile con l'utilità sociale-ecologica, con il rispetto della persona umana nella sua declinazione esistenziale-ambientale e con l'esigenza di non compromettere il godimento dei diritti fondamentali da parte delle generazioni non soltanto presenti ma anche future.

Nell'ottica delineata, è possibile affermare che il contratto diventa strumento di una 'soteriologia umana' che vede nella tutela dell'ambiente la precondizione per l'esistenza di ogni altro diritto. Non può sfuggire che se l'ambiente costituisce la base biologica dell'esistenza di ogni forma di vita, compresa quella umana, esso non può che essere qualificato quale valore inviolabile e, in quanto tale, sottratto a ogni compromesso³¹. In sintesi, è la

³⁰ Sulla rilevanza della sostenibilità ambientale quale valore dell'ordinamento italo-europeo, diretto a conformare la giuridicità, imprescindibile è lo studio di PENNASILICO 2020, p 17. L'a., nel procedere ad una lettura della vigente legalità costituzionale alla luce della rilevanza dello sviluppo sostenibile, promuove un'inversione di rotta ecologica.

³¹ PENNASILICO 2015, p 45, l'a. critica la sentenza della Corte costituzionale, 9 maggio 2013, n. 85, sul caso Ilva. Sul punto è intervenuta anche la Corte di Strasburgo che ha condannato lo Stato italiano, ex art. 8 CEDU, per non aver saputo proteggere la vita e la salute dei

sopravvivenza stessa dell'umanità che impone di porre la preoccupazione ecologica al centro della dimensione sociale, economica, politica, culturale e spirituale della vita umana³². Sì che il rapporto tra economia, natura e uomo deve essere inteso in modo circolare ed avere il suo inizio e la sua fine nella persona, valore-scopo dell'ecosistema³³.

Nel contesto attuale, risulta particolarmente significativa la posizione di chi sostiene che il diritto privato non è più una 'terra di nessuno', dedicata esclusivamente a interessi egoistici, ma diventa lo spazio per la costruzione di soluzioni dal basso (*bottom-up*) tese a bilanciare l'ecosistema con la razionalità economica. In altre parole, il contratto sta subendo una metamorfosi, trasformandosi da strumento di regolazione di interessi puramente patrimoniali a infrastruttura giuridica capace di ridisegnare il mercato e la filiera produttiva in senso solidaristico, in attuazione dell'art. 41 Cost. Ulteriore corollario di tale impostazione è la ricostruzione del contratto come ecosistema, che supera il principio della relatività degli effetti del contratto (*ex art. 1372 c.c.*) per considerare l'impatto su terzi e comunità locali, che devono essere coinvolti attraverso processi di informazione e consultazione.

ricorrenti e dei propri familiari. Su tale scia si era posta anche la Corte giust., Grande sez., 10 novembre 2020, c. 644/18, Commissione europea c. Repubblica italiana, in «eur-lex.europa.eu», ove si condanna la Repubblica italiana per non aver rispettato e adeguato nel più breve tempo possibile i valori di inquinamento dell'aria di alcune zone del Paese.

³² PENNASILICO 2015, p. 49.

³³ CATERINI 2018, p. 286.

4. Il contratto quale infrastruttura giuridica della sostenibilità territoriale

Lo studio della sostenibilità territoriale diviene un importante banco di prova per analizzare la metamorfosi che sta registrando il diritto civile, in generale³⁴, e l'autonomia negoziale, in particolare.

Il territorio non può più essere inteso come semplice supporto materiale dell'agire economico, né quale cornice geografico-amministrativa estrinseca ai rapporti giuridici, ma va riconosciuto come luogo di emersione di interessi esistenziali, economici, ambientali e comunitari tra loro intimamente connessi, come *habitat* della persona e, insieme, come tessuto relazionale nel quale si misura l'effettiva tenuta dell'assiologia ordinamentale. È bene sottolineare che quando si parla di sostenibilità dei territori non si allude soltanto alla tutela del suolo, dell'energia o del paesaggio, ma all'ordinazione equilibrata dei rapporti che insistono su un determinato contesto di vita. Ciò comporta un mutamento del ruolo del diritto privato: non più semplice diritto dei traffici, ma diritto delle relazioni cooperative, dei legami di comunità, della gestione condivisa delle risorse, della redistribuzione dei vantaggi e dei costi della transizione.

In tale quadro, gli strumenti privatistici non svolgono una funzione meramente ancillare rispetto alla regolazione pubblicistica, ma costituiscono, come anticipato nel paragrafo che precede, una vera infrastruttura giuridica della transizione, perché consentono di organizzare, in forme stabili, la cooperazione necessaria al perseguimento di utilità non più soltanto individuali, bensì collettive e diffuse.

In sintesi, emerge un ripensamento dell'autonomia negoziale, sottraendola a ogni residua immagine di sovranità privata autosufficiente e conformandola in funzione personalistica, solidaristica e intergenerazionale. Su quest'ultimo aspetto, è utile ribadire che la sostenibilità introduce, nella valutazione giuridica, una dimensione intertemporale che impone cautela, precauzione e solidarietà verso chi ancora non è titolare attuale di posizioni soggettive ma è

³⁴ Da qui discende, altresì, il superamento di altre dicotomie tradizionali: quella tra pubblico e privato, poiché la cura dell'ambiente e del territorio esige forme di alleanza istituzionale e sociale; quella tra *profit* e non *profit*, poiché la realizzazione di benefici ambientali, economici e sociali non coincide con l'assenza di economicità, ma con il diverso orientamento della produzione di valore.

comunque destinatario della protezione ordinamentale. L'interprete è, infatti, chiamato a 'leggere' il contratto alla luce delle sue ricadute sul contesto ambientale e sociale, superando il tradizionale postulato secondo cui esso produce effetti solo tra le parti. In altre parole, quando il contratto concerne energia, edifici, risorse naturali, servizi essenziali, filiere produttive o assetti infrastrutturali territoriali, esso è inevitabilmente destinato a incidere, in via diretta o riflessa, su una pluralità di soggetti ulteriori rispetto ai contraenti. Sì che il profilo decisivo non è la mera bilateralità dell'accordo, ma la sua attitudine a produrre un ordine cooperativo capace di incidere sul tessuto sociale ed economico locale nella consapevolezza che il territorio non è il semplice sfondo dell'operazione negoziale, bensì l'oggetto mediato della sua funzione. Ne discende un ampliamento della stessa nozione di interesse giuridicamente rilevante: accanto all'interesse immediato delle parti si pone l'interesse mediato alla conservazione dell'*habitat*, alla riduzione delle esternalità negative, alla resilienza dei sistemi locali, all'accessibilità dei servizi, alla sicurezza energetica e, in definitiva, alla preservazione di condizioni di vita dignitose. Il diritto privato viene così sollecitato a svolgere una funzione ordinante che non nega il mercato, ma lo riconduce al suo statuto costituzionale.

Nel solco del percorso argomentativo di cui si discorre, si può affermare che la sostenibilità dei territori richiede forme giuridiche elastiche, capaci di tenere insieme imprenditorialità e non lucratività, produzione di valore e utilità sociale, radicamento locale e apertura partecipativa. Stando così le cose, soltanto attraverso un uso sapiente e assiologico di tali strumenti sarà possibile trasformare i territori in ecosistemi di innovazione e resilienza, capaci di progettare il futuro partendo dai limiti del presente.

5. Sostenibilità della filiera contrattuale e protezione delle comunità territoriali

Nel quadro delineato si colloca la *due diligence* della filiera contrattuale³⁵, la quale costituisce uno dei più significativi strumenti privatistici della transizione sostenibile, in quanto rivela come la tutela dell'ambiente, dei diritti umani e delle comunità territoriali non possa più essere affidata esclusivamente a controlli pubblicistici esterni e successivi, ma debba penetrare nella fisiologia dei rapporti d'impresa, nella loro organizzazione interna e nelle connessioni negoziali che legano, lungo la 'catena del valore', produttori, fornitori, distributori, finanziatori e destinatari finali³⁶.

Non vi sono dubbi che la sostenibilità dei territori si realizza, in primo luogo, mediante la conformazione preventiva dei rapporti obbligatori: clausole di tracciabilità, obblighi di informazione ambientale, protocolli di audit, meccanismi di verifica del rispetto di standard ecologici e sociali, doveri di adeguamento, obblighi di rinegoziazione, patti di sospensione o risoluzione collegati alla violazione di parametri ESG e strumenti di controllo lungo la *supply chain* rivelano che il diritto privato può anticipare la soglia della tutela, spostandola dal momento patologico della responsabilità al momento fisiologico della prevenzione³⁷.

In altre parole, gli obiettivi cc.dd. ESG non sono estranei al sinallagma ma lo rimodellano dall'interno. Essi incidono sulla causa concreta del contratto, sui criteri di esecuzione secondo buona fede e sul giudizio di equilibrio tra vantaggio patrimoniale e costo socio-ambientale dell'operazione. Segnatamente, la sostenibilità diviene parte del contenuto dovuto e non semplice cornice valoriale esterna. Non può sfuggire che ciò assume una rilevanza decisiva per i territori, poiché i danni ambientali e sociali che li colpiscono

³⁵ La normativa di riferimento è, in particolare, la Direttiva (UE) 2024/1760 (nota come *Corporate Sustainability Due Diligence Directive* – CSDDD). Sul punto non possono non essere citate anche, la Direttiva (UE) 2022/2464 (CSRD): relativa alla rendicontazione societaria di sostenibilità (*Corporate Sustainability Reporting Directive*), che introduce l'obbligo di comunicare informazioni sugli impatti e sui rischi ambientali e sociali, recepito in Italia con il d.lgs. n. 125 del 2024; il Regolamento (UE) 2020/852 (Regolamento Tassonomia): che definisce i criteri per determinare se un'attività economica sia ecosostenibile, includendo il principio del 'non arrecare danno significativo' (DNSH).

³⁶ RUGGERI 2024.

³⁷ RUGGERI 2023.

derivano assai spesso da filiere lunghe, frammentate e opache, nelle quali l'assetto contrattuale consente di trasferire altrove i costi della produzione e di occultare la provenienza degli impatti negativi. La *due diligence* contrattuale mira, invece, a spezzare tale opacità, facendo emergere il nesso tra organizzazione economica, responsabilità dell'impresa e protezione del contesto territoriale inciso.

Ma la tutela del territorio, perché sia effettiva, esige altresì che assuma rilievo giuridico la posizione delle comunità locali, le quali, come rilevato *supra*, cessano di essere mero sfondo sociologico dell'attività economica e si configurano come portatori di diritti e interessi legittimi che possono essere lesi dagli impatti negativi derivanti dalle azioni della società lungo l'intera catena del valore. Le comunità locali non sono soltanto un insieme indistinto di residenti, bensì una formazione sociale, territorialmente radicata, esposta agli effetti delle decisioni imprenditoriali e, pertanto, meritevole di tutela, sia sul piano amministrativo sia sul piano giurisdizionale, secondo una logica integrata di *public* e *private enforcement*. Se così è, allora diventa opportuno ribadire che la rottura della tradizionale bilateralità del rapporto negoziale costringe l'interprete a misurarsi con interessi transindividuali che, pur non esaurendosi nella posizione del singolo contraente, sono nondimeno giuridicamente rilevanti e richiedono strumenti di protezione adeguati. Logico corollario di tale impostazione è la ridefinizione della stessa grammatica della soggettività privata, tale da includere, accanto alla centralità della persona individuale, la rilevanza delle comunità insediate quale manifestazione collettiva della dimensione relazionale della persona.

Riannodando le considerazioni finora svolte, dalla direttiva sulla *due diligence* emerge, in modo espresso, la rilevanza della posizione giuridica delle comunità locali, dei gruppi vulnerabili e delle persone indigene, mostrando come il territorio, quando viene leso, non è un bene 'senza soggetto', ma il luogo in cui prendono corpo interessi umani concretissimi³⁸.

In conclusione, la lettura 'sostenibile' dell'autonomia negoziale ci consegna un contratto quale strumento idoneo a redistribuire opportunità e oneri all'interno di una comunità localizzata; ad organizzare l'accesso a beni e servizi essenziali; ad incidere sulla qualità dell'abitare, del produrre e del consumare; a rafforzare o indebolire la coesione sociale.

³⁸ ZARRO 2025.

Da questo ragionamento discende la consapevolezza che la tecnica contrattuale deve farsi più raffinata; servono, in altri termini, clausole capaci di disciplinare la destinazione dei benefici economici, la tutela delle persone vulnerabili, la partecipazione democratica, la misurazione delle prestazioni ambientali, la gestione dei dati energetici, l'equilibrio economico-finanziario dell'operazione, la risoluzione dei conflitti, la modificazione adattiva del rapporto in presenza di mutamenti normativi o tecnologici. È qui che gioca un ruolo fondamentale il giurista.

Quel che è significativo porre in luce, a parere di chi scrive, è che il diritto privato mostra la sua capacità di fornire non soltanto strumenti di allocazione dello scambio, ma vere architetture di cooperazione sostenibile. Ove si venga che la sostenibilità non sia più predicabile in relazione al rapporto isolatamente considerato, ma debba piuttosto essere riferita alla complessiva architettura dei rapporti mediante i quali il valore viene generato, allocato e fruito, deve parimenti affermarsi che la sostenibilità territoriale si radica, in ultima analisi, nella sostenibilità dell'operazione negoziale; donde la necessità di intendere il contratto non come recinto chiuso dell'interesse individuale, ma come statuto ordinante del mercato, funzionalmente orientato alla composizione di interessi anche superindividuali³⁹.

6. Mercato energetico, autonomia negoziale e sostenibilità dei territori. Cenni

Il settore energetico rappresenta un ulteriore banco di prova per saggiare l'idoneità dell'autonomia negoziale ad essere strumento privilegiato di sostenibilità territoriale. A tal proposito va rilevato che le recenti trasformazioni del mercato elettrico mostrano una crescente propensione verso modelli negoziali orientati alla realizzazione di uno scopo comune alle parti, ravvisabile nella condivisione dell'energia, nella collaborazione all'attività produttiva, nell'uso comune dei servizi energetici e, più in generale, nella costruzione di assetti cooperativi destinati ad accrescere, individualmente e collettivamente, la capacità dei soggetti di partecipare al mercato e di trarre utilità dalla produzione di energia da fonti rinnovabili⁴⁰.

³⁹ ESPOSITO, PENNESI 2025.

⁴⁰ GIOBBI 2023.

Come è emerso nel paragrafo che precede, la sostenibilità dei territori passa necessariamente attraverso modelli organizzativi che valorizzano la sussidiarietà orizzontale e la collaborazione tra pubblico e privato. Esempio lampante di tale impostazione, con riferimento specifico al settore energetico, è dato dalle Comunità energetiche, che saranno oggetto di approfondimento del contributo di Emanuele Migliorelli. Ciò che, in questa sede, è opportuno sottolineare, è che esse rappresentano l'archetipo di questo decentramento, configurandosi come soggetti di diritto privato volti a generare benefici ambientali, sociali ed economici per il territorio, promuovendo così un processo di democratizzazione del mercato energetico. Proseguendo nel percorso tracciato, si può ulteriormente argomentare che non solo le comunità energetiche, ma anche le forme di autoconsumo collettivo, gli accordi tra clienti attivi, le reti collaborative e gli schemi negoziali funzionali alla condivisione dell'energia testimoniano che l'autonomia privata, nel nuovo diritto dell'energia, si esercita sempre più mediante regolamenti contrattuali variabili, aperti e relazionali, volti a realizzare finalità che difficilmente potrebbero essere conseguite a livello individuale. Ciò a conferma che la sostenibilità dei territori si salda con una rinnovata centralità della collaborazione privata. Gli accordi diretti alla condivisione dell'energia rinnovabile, infatti, non soltanto favoriscono la decarbonizzazione e l'efficienza, ma trattengono sul territorio valore economico, rafforzano il tessuto comunitario, promuovono inclusione e consentono anche ai clienti vulnerabili di accedere ai servizi energetici in condizioni più eque.

Come anticipato, l'efficacia di questi modelli di cooperazione è strettamente legata alla capacità del giurista di elaborare statuti 'su misura' (*tailor-made*); una regolamentazione plasmata in relazione alle specificità del contesto locale, ai fabbisogni della comunità, alla struttura della rete, alla presenza di soggetti vulnerabili, agli obiettivi di reinvestimento dei benefici, alle modalità di accesso e di uscita dalla compagine organizzata. In quest'ottica, il contratto rivela la propria evoluzione da tecnica di scambio a tecnica di cooperazione.

In conclusione, lo studio del mercato energetico ci permette di confermare il percorso argomentativo fin qui proposto sottolineando la centralità del contratto: esso non interviene soltanto nella fase patologica o accessoria della regolazione, ma diviene la grammatica ordinaria di un mercato che si vuole sostenibile perché inclusivo, policentrico e orientato a benefici sociali,

ambientali ed economici per la comunità di riferimento. In ragione di quanto detto va precisato che se le forme di condivisione dell'energia possono essere plasmate dagli interessati 'senza imposizioni legislative' quanto ai modelli e ai contenuti, ciò non significa che l'autonomia negoziale recuperi un'illimitata libertà di conformazione; significa, piuttosto, che essa è chiamata a operare all'interno di un orizzonte assiologico determinato, nel quale i principi della transizione, la disciplina euro-unitaria, le regole di accesso non discriminatorio, la protezione dei consumatori e la salvaguardia dei soggetti vulnerabili fungono da cornice conformativa del regolamento contrattuale. L'autonomia privata è, in estrema sintesi, autonomia funzionalizzata, esercitata in vista del soddisfacimento di un interesse che non è meramente divisibile tra le parti, bensì incorpora una dimensione comune e territoriale. La sostenibilità dei territori richiede, infatti, una vera ingegneria giuridica della cooperazione. Essa deve fare i conti con problemi di finanziamento, con l'accesso agli incentivi, con la durata dei rapporti, con l'allocazione dei rischi, con la misurazione dei risultati ambientali e sociali, con la possibile conflittualità tra finalità ecologiche e aspettative individuali, con la necessità di evitare che la transizione si traduca in esclusione dei soggetti deboli o in concentrazione dei vantaggi a favore dei territori più forti. Le stesse ricerche sulle barriere allo sviluppo delle comunità energetiche mostrano, infatti, che la mancanza di competenze, la diffidenza verso l'azione collettiva, la scarsità di sostegno amministrativo, la difficoltà di accesso ai finanziamenti, la complessità della governance e la debolezza delle precedenti esperienze cooperative possono compromettere la realizzabilità dei progetti. Di qui l'esigenza di modelli giuridici che non si limitino a consentire la costituzione dell'ente, ma sostengano la sua credibilità sociale e la sua capacità operativa.

7. Riflessioni conclusive

Riannodando le considerazioni svolte, l'analisi della sostenibilità dei territori ci consegna un diritto privato quale strumento decisivo per la transizione. Non solo perché corregge *ex post* gli effetti distorsivi del mercato, ma perché pre-dispone *ex ante* le forme attraverso cui i territori possono divenire comunità cooperanti, capaci di produrre energia, servizi, inclusione e benessere in modo sostenibile. La vera posta in gioco, allora, non è la ricerca di una

categoria nuova da aggiungere al lessico giuridico, ma il ripensamento della funzione stessa del diritto privato: da diritto dell'avere a diritto del convivere, da disciplina dell'interesse isolato a tecnica di composizione di interessi relazionali, da strumento della circolazione della ricchezza a infrastruttura giuridica sostenibile.

Bibliografia

1. BORRILLO B. (2024), *Spunti in tema di sostenibilità, categorie civilistiche e rivoluzione digitale*, «Tecnologie e diritti», pp 13 ss.
2. CATERINI E. (2018), *Sostenibilità e ordinamento civile*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.
3. CATERINI E. (2024), *Iniziativa economica privata e «crisi ecologica». Interpretazione anagogica e positivismo*, in PERLINGIERI G., GIORGINI E. (a cura di), *Diritto europeo e legalità costituzionale a trent'anni dal volume di Pietro Perlingieri*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, p 290.
4. COMPORTI G. D. (2023), *Energia, ambiente e sviluppo sostenibile. Scelte ambientali, azione amministrativa e tecniche di tutela*, «federalismi.it».
5. ESPOSITO R., PENNESI L. (a cura di) (2025), *Il sistema multilivello nell'attuazione del PNRR e del Green Deal. Temi fiscali, pubblicistici e civilistici*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, *passim*.
6. GIOBBI M. (2023), *Sostenibilità ambientale, dimensione energetica e diritti umani*, in RUGGERI L., CATERINI A. E. (a cura di), *Produzione e consumo sostenibili tra politiche legislative e prassi adattive*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, pp 81 s.
7. LASSO A. (2019), *Sostenibilità sociale e diritti fondamentali della persona*, in BENÍTEZ D. A., FAVA C. (a cura di), *Sostenibilità: sfida o presupposto?* Padova: CEDAM.
8. LIPARI N. (2023), *Vivere il diritto*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, p 67.
9. LORENZETTI R. L., LORENZETTI P. (2020), *Diritto ambientale*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, p 19.
10. MELI M. (2020), *Autoconsumo di energia rinnovabile e nuove forme di energy sharing*, «Nuove leggi civili commentate», n. 3, p 631 ss.
11. PARENTE F. (2022), *Territorio ed eco-diritto: dall'ecologia ambientale all'ecologia umana*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, pp 9 ss.
12. PENNASILICO M., (2015) *Sviluppo sostenibile, legalità costituzionale e analisi 'ecologica' del contratto*, «personaemercato.it», p 37.
13. PENNASILICO M. (2020) *La 'sostenibilità ambientale' nella dimensione civil-costituzionale: verso un diritto dello 'sviluppo umano ed ecologico'*, «Riv. quadr. dir. amb.» pp 7 s.
14. PEPPER R., HOBBS H. (2020), *The Environment is All Rights: Human Rights, Constitutional Rights and Environmental Rights*, 44(2), «Melbourne University Law Review», p 634.

15. PERLINGIERI G. (2020), «Sostenibilità», *ordinamento giuridico e «retorica dei diritti». A margine di un recente libro*, in «Foro nap.», p 101.
16. PERLINGIERI P. (2024), *Relazione conclusiva al Convegno SISDiC 2024*, in *Atti SISDiC*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.
17. PERLINGIERI P. (2020) (a) *Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italo-europeo delle fonti*, II, *Fonti e interpretazione*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, pp 59 ss.
18. PERLINGIERI P. (2020) (B), *Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italo-europeo delle fonti*, III, *Situazioni soggettive*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, p 83; PERLINGIERI P. (2020) (c), *Principio personalista, dignità umana e rapporti civili*, in «Annali SISDiC», pp 1 ss.
19. PERLINGIERI P. (2016), *Persona, ambiente e sviluppo*, in M. PENNASILICO (a cura di), *Contratto e ambiente*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, p 322.
20. PERLINGIERI P. (2015), *Produzione, beni e benessere*, in *Benessere e regole dei rapporti civili. Lo sviluppo oltre la crisi*, Atti del 9° Convegno Nazionale SISDIC in ricordo di Giovanni Gabrielli, 8-9-10 maggio 2015, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.
21. PERLINGIERI P. (2009), *Relazione conclusiva*, in D'ADDINO P. (a cura di), *Mercato ed etica*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, pp 328 ss.
22. RUGGERI L. (2024), *Comunità energetiche e modelli giuridici: l'importanza di una lettura euro-unitaria*, «Actualidad Jurídica Iberoamericana», n. 20, pp 1222-1245
23. RUGGERI L. (2024), *Transizione ecologica e diritti transgenerazionali*, «Rivista di studi e documentazione sull'integrazione europea», n. 2/2024.
24. RUGGERI L. (2023), *Ambiente e tecnologie: nuove sfide per la tutela della persona*, «ambientediritto.it», 2023, p 8.
25. RUGGERI L., ZUCCARINO S. (a cura di), (2024), *Persona e mercati nel prisma della sostenibilità*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, *passim*.
26. RUGGERI L., LÉCIA V., ZUCCARINO, S. (a cura di) (2024), *Sustainable Legal Infrastructures: Comparative Responses Across Cultures and Systems*, in «The Italian Law Journal», Special Issue, *passim*.
27. ZARRO M. (2025), *Conformazione del contratto e transizione ecologica*, Napoli, Edizioni Scientifiche Italiane, *passim*.
28. ZUCCARINO S. (2021), *Il contratto «conformato» quale statuto normativo del mercato energetico*, Napoli: Edizioni scientifiche italiane, pp 42 ss.

Cambiamento climatico: scenari e prospettive per le aree rurali

GIANLUCA GROSSI*, VALENTINA POLSINELLI**

*Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUT+), European Union

**Camera dei deputati

Riassunto: Negli ultimi anni si assiste al proliferare di strategie ed iniziative legislative volte a mitigare i rischi ambientali ed antropici dei territori marginali, nonché a salvaguardare la biodiversità di vaste sacche territoriali in coerenza con gli obiettivi del *Green Deal* europeo. Le *policy* tendono a favorire la tutela e la valorizzazione del paesaggio e dell'ambiente rurale, 'rigenerando' contesti resilienti, al fine di contrastare i processi di spopolamento e di abbandono del territorio rurale e montano, e come argine ai fenomeni di dissesto idrogeologico ed erosione del suolo. Nella considerazione che ciascun luogo mostra peculiarità topiche, non replicabili, le *policy* favoriscono i processi *bottom-up*, sostenendo le comunità locali nell'attivare reti tra luoghi, nell'osservare e comprendere i mutamenti globali e programmare gli interventi in coerenza con i processi di transizione socioeconomica, attraverso la leva del capitale territoriale. In questa visione, nel presente contributo verrà posta attenzione alle *policy* in atto, come la Strategia Nazionale Aree Interne, ed alle iniziative legislative *in itinere* sulle aree montane, come la Strategia per la montagna Italiana.

Parole chiave: cambiamenti climatici, politiche di sviluppo *bottom-up*, transizione ecologica, sviluppo sostenibile.

Abstract: In recent years, a growing number of strategies and legislative initiatives have been developed with the aim of mitigating environmental and anthropogenic risks in marginal territories, as well as safeguarding the biodiversity of extensive territorial systems, in alignment with the objectives of the European *Green Deal*. These policies are increasingly oriented towards the protection and enhancement of the landscape and the rural environment, fostering the 'regeneration' of resilient contexts as a means to counteract processes of depopulation and the abandonment of rural and mountain areas, while also serving as a buffer against hydrogeological instability and soil erosion. Acknowledging that each place exhibits unique, non-replicable characteristics, current policy frameworks tend to promote bottom-up processes, supporting

local communities in activating inter-territorial networks, in observing and interpreting global transformations, and in planning interventions consistent with socio-economic transition processes, by leveraging territorial capital as a strategic resource. Within this framework, the present contribution focuses on the policies currently being implemented, such as the *National Strategy for Inner Areas*, and on ongoing legislative initiatives concerning mountain territories, including the *Strategy for the Italian Mountain*.

Keywords: Climate Changes, Policies of Bottom-up Development, Ecological Transition, Sustainable Development.

1. Introduzione

I temi della complessità globale con i ‘nuovi’ scenari derivanti dai cambiamenti climatici sono al centro del dibattito pubblico e, a diversa scala, dei documenti strategici di programmazione e delle politiche di coesione.

La contrapposizione tra globale e locale si è affievolita lasciando il passo al tema della sostenibilità dello sviluppo, per il quale il ‘locale’ assume un ruolo preponderante in quanto i comportamenti locali, se da un lato possono produrre danni ambientali a scala globale, dall’altra possono realizzare la sostenibilità attraverso pratiche basate su conoscenza, consapevolezza ed equità sociale. Si tratta della cosiddetta ‘intelligenza fluida’ di Rullani¹, ovvero della capacità che consente agli individui di integrare la complessità (varietà, variabilità, indeterminazione) del globale con le peculiarità topiche locali, attivando azioni e pratiche capaci di generare nuovi percorsi di sviluppo sostenibile, coerenti, consapevoli e duraturi.

Come previsto anche nella ‘Strategia Nazionale per lo sviluppo sostenibile’ (SNSvS) del Ministero dell’Ambiente², infatti, la relazione fra globale e locale è alla base della ‘sostenibilità’ e si fonda sulla sfera valoriale prima ancora che su quella cognitiva. In quest’ottica risulta fondamentale che i contesti territoriali assumano parte attiva nei processi di costruzione della cultura della sostenibilità. Il tema, quindi, è relativo alla capacità del ‘locale’ di dialogare con i processi globali generando rinnovata competitività anche grazie alla sostenibilità.

¹ RULLANI 2009.

² Per approfondimenti sulla SNSvS, si rimanda al documento del MASE del 2023, rif. sitografico n. 1.

In questo scenario, quindi, assume sempre maggior rilievo l'assetto del territorio con i valori naturali ed ambientali, la difesa del suolo e della biodiversità, e le diverse *policy* sono orientate al riequilibrio territoriale ed alla riduzione del 'divario di cittadinanza' attraverso la rivitalizzazione delle aree marginali. Infatti, l'abbandono dei territori interni, rurali e montani quale conseguenza di spostamenti nei centri urbani per motivi di lavoro e di accesso ai servizi, nonché gli effetti legati alla denatalità ed all'invecchiamento della popolazione, nel tempo, hanno generato problemi legati all'equilibrio territoriale, sia per la tenuta ambientale legata alla gestione del territorio, sia per la tenuta dell'identità locale che rischia un inesorabile processo di sfilacciamento.

Solo recentemente tali tendenze sono contrastate dalle politiche nazionali e comunitarie, come la Strategia Nazionale Aree Interne (SNAI) e l'approccio *Leader* della Politica Agricola Comune (PAC) per le aree rurali³. Accanto a tali politiche, alle quali si affiancano anche gli interventi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), negli ultimi anni si assiste anche ad interventi normativi come la recente legge che introduce la Strategia della Montagna Italiana (SMI), nonché al proliferare di iniziative legislative come quella relativa alla 'agricoltura eroica'. Tali strumenti e norme tendono, direttamente o indirettamente, a mitigare i rischi ambientali ed antropici dei territori marginali ed a salvaguardarne il ricco patrimonio di diversità, materiale ed immateriale.

Da queste premesse, con il presente contributo intendiamo offrire spunti di riflessione sul tema delle aree marginali nel quadro delle principali *policy* indirizzate a favorirne i processi di sviluppo sostenibile e delle novità legislative introdotte nell'ordinamento italiano indirizzate a contrastarne lo spopolamento.

³ La PAC prevede uno specifico strumento attuativo denominato 'LEADER'. Il termine *Leader* ha origine dall'acronimo francese di *Liaison Entre Actions de Développement de l'Économie Rurale* che, tradotto letteralmente, significa «collegamento tra azioni di sviluppo dell'economia rurale» e identifica una metodologia di sviluppo locale partecipativo e sostenibile che coinvolge gli attori locali attraverso l'operatività dei Gruppi di Azione Locale (GAL).

2. Aree marginali e rigenerazione territoriale

Negli ultimi anni si è assistito a numerosi interventi di sviluppo locale connessi al contrasto allo spopolamento di gran parte delle aree marginali, interne, rurali, montane. Territori da rigenerare attraverso strategie caratterizzate prevalentemente da approcci *bottom-up* ed orientate alla valorizzazione degli elementi tipici, non replicabili, ‘custoditi’ nei singoli luoghi, in linea con la teoria territorialista e dei suoi capisaldi costituiti dal paesaggio, dal patrimonio e dalle invarianti strutturali⁴, dalla comunità locale, dalla identità, dalla cultura e dalla ‘coscienza del luogo’, a cui tende (almeno nelle intenzioni) la Strategia Nazionale Aree Interne⁵.

La SNAI, infatti, indirizza la propria azione al sostegno dei comuni ‘minori’ in territori interni: si tratta di aree costituite prevalentemente da piccoli comuni, distanti dai centri/poli di offerta dei servizi essenziali (istruzione, salute, mobilità) e che, secondo la classificazione SNAI, rappresentano il 53% dei comuni italiani, con il 23% della popolazione residente, occupando il 60% della superficie nazionale⁶.

Come evidenziato, sono luoghi caratterizzati da condizioni di svantaggio infrastrutturale e socioeconomico, con processi di spopolamento – in alcuni casi irreversibili – marginalizzazione e dipendenza urbana per l’accesso ai servizi e al lavoro, ma che al contempo detengono un ricco patrimonio tipico di tipo ambientale, paesaggistico, culturale, identitario, architettonico. Si tratta di aree caratterizzate da produzioni artigianali ed agricole, dotate di potenziale turistico, che conservano e preservano sistemi ecologici e naturalistici.

Queste aree sono da tempo oggetto di politiche nazionali e comunitarie tese alla loro rivitalizzazione soprattutto per il tema del riequilibrio territoriale del Paese Italia. La Politica di Coesione, ad esempio, attraverso la SNAI è diretta a favorire la competitività sostenibile di questi territori, intervenendo principalmente nel contrastare il loro declino demografico, attraverso investimenti tesi a sostenere i servizi di base alla popolazione e a sviluppare i servizi turistici, oltre a promuovere azioni di valorizzazione degli attrattori e del

⁴ MAGNAGHI 2012.

⁵ Per approfondimenti sulla SNAI, rif. sitografico n. 2.

⁶ Per approfondimenti sui Comuni ‘interni’ della SNAI si veda, tra gli altri: Nota Tecnica NUVAP, *Aggiornamento della mappa aree interne*, 2022, rif. sitografico n. 3.

patrimonio identitario locale. La strategia segue un approccio *bottom-up* attraverso il quale si agisce nella valorizzazione delle potenzialità locali, spesso sopite, ovvero ponendo al centro degli interventi di sviluppo le risorse endogene che ciascun territorio detiene e che sovente sono scarsamente utilizzate.

Occorre sottolineare, inoltre, che il paradigma dello sviluppo sostenibile concepito dall'intervento SNAI sottende 'conoscenza e consapevolezza', ovvero la capacità a scala locale di saper identificare ed interpretare il capitale territoriale, il 'mosaico locale' costituito dai valori culturali, dalle tradizioni, dal paesaggio naturale ed antropico di ciascun ambito territoriale, per poi valorizzarlo: «il 'locale', con tutti i propri caratteri, i propri valori, con la storia, l'ambiente e il territorio (...) diviene strumento competitivo, intrasferibile, almeno nella misura in cui la collettività insediata abbia preso consapevolezza della esistenza di proprie risorse»⁷.

A questo fine, preordinatamente agli interventi materiali, la SNAI mette in campo azioni di *capacity building* intese come processo volto al supporto dello sviluppo organizzativo ed istituzionale⁸ e che investe tre dimensioni: gli individui, le organizzazioni e le connessioni⁹.

La messa a sistema delle attività di *capacity building* deriva, quindi, dalla consapevolezza delle criticità che investono soprattutto i comuni 'minori', sia con riguardo all'attitudine alle relazioni territoriali stabili, sia con riguardo alla capacità progettuale e gestionale dei progetti di sviluppo sostenibile, spesso dovute alla carenza di personale e, in larga misura, alla 'debolezza' delle competenze¹⁰. Il processo, pertanto, dovrà essere indirizzato a: a) sostenere la costruzione di solide relazioni e pratiche collaborative stabili tra territori; b) favorire la disseminazione *in loco* della cultura dell'agire collettivo tra soggetti pubblici, privati ed altri *stakeholder*; c) catalizzare i saperi territorializzati e le necessarie competenze; d) sostenere la capacitazione istituzionale e gestionale-amministrativa.

Sul tema delle relazioni territoriali stabili, inoltre, la Strategia prevede il 'requisito associativo' tra comuni quale preconditione abilitante per accedere al sostegno finanziario. La spinta alla costituzione di aggregazioni stabili a

⁷ CELANT 2000, p 10.

⁸ UNESCO 2010.

⁹ CHASKIN 2001; GROSSI, POLSINELLI 2023.

¹⁰ Per approfondimenti si veda, tra gli altri: DI IACOVO 2002; FAROLE, POSE, STORPER 2011; GROSSI, POLSINELLI 2023; PREZIOSO 2003; RULLANI 2002.

scala locale costituisce per la SNAI un obiettivo trasversale teso a veicolare la cultura dell'agire collettivo soprattutto tra i soggetti pubblici. Spesso, infatti, le criticità dell'agire collettivo a livello locale si rilevano nei rapporti tra gli Enti locali deputati, ciascuno per competenza, alla gestione del territorio¹¹.

Attraverso le azioni di *capacity building* e l'introduzione del 'requisito associativo', pertanto, la SNAI mira a stimolare la diffusione a scala locale del principio di 'responsabilità comunitaria' attraverso il quale le comunità locali potranno essere (o meno) artefici del proprio sviluppo. Si tratta di un processo impegnativo finalizzato a costruire a scala locale organizzazioni stabili attente alle tre proprietà che Camagni, Maillat e Matteaccioli¹² individuano nella cooperazione, conoscenza e territorialità: '*governance* innovative' capaci di risolvere i conflitti e generare sinergie.

Anche nel nuovo Piano strategico per le Aree Interne (PSNAI) per il periodo di programmazione 2021-2027 viene riconfermato l'approccio teso ad adottare strategie integrate capaci di contrastare i fenomeni di abbandono, invecchiamento della popolazione e carenza di servizi, promuovendo la crescita economica e sociale, valorizzando le risorse locali e creando opportunità per uno sviluppo sostenibile; viene altresì ribadita la necessità di calibrare tali strategie sulle specificità di ciascun territorio e orientarle al benessere delle persone, in linea con i principi di sussidiarietà, partenariato e *governance* multilivello. Inoltre, l'Accordo di Partenariato 2021-2027, ribadendo che il requisito associativo rappresenta una preconditione per la realizzazione ed attuazione delle strategie d'area vasta, sottolinea come questo debba essere conseguito ed attuato non come mera forma burocratica, ma «in termini di costruzione di una visione comune generativa di opportunità»¹³.

Le criticità fin qui trattate relative all'abbandono dei piccoli comuni periferici ed ultraperiferici, prevalentemente montani, con le sottese conseguenze inerenti alla manutenzione del territorio ed alla salvaguardia della

¹¹ Per approfondimenti sulle criticità rilevate in tema di 'agire collettivo', si veda il documento: *Piano strategico nazionale delle aree interne – Report finale della consultazione*, 2024, della Presidenza del Consiglio dei ministri – Dipartimento per le Politiche di Coesione e per il Sud e Dipartimento della funzione pubblica.

¹² CAMAGNI, MAILLAT, MATTEACCIOLI 2004.

¹³ Presidenza del Consiglio dei ministri, PSNAI, luglio 2025, p. 129. L'Accordo di Partenariato è stato approvato dalla Commissione Europea il 15/07/2022: Decisione di Esecuzione della Commissione C(2022) 4787 del 15 luglio 2022, rif. sitografico n. 4.

biodiversità, riveste particolare attenzione nel nostro Paese, come peraltro sottolineato dal CNEL e riportato nel PSNAI.

In particolare, il CNEL rileva che «molti comuni rischiano un percorso di marginalizzazione irreversibile per le dinamiche demografiche che li caratterizzano»¹⁴. Di fronte a tali tendenze, ovvero alla compresenza di caratteristiche legate sia alle dinamiche demografiche (popolazione di piccole dimensioni, spopolamento, accentuato squilibrio nel rapporto tra vecchie e nuove generazioni, etc.) e sia alle deboli condizioni di attrattività, le comunità locali vedono minato il processo, spesso conflittuale, della resistenza, dell'ancoraggio al luogo. Si assiste ad uno sfilacciamento delle motivazioni che caratterizzano ciò che Teti definisce 'restanza'¹⁵, ovvero il sentirsi ancorati e insieme spaesati in un luogo da proteggere e allo stesso tempo da rigenerare radicalmente.

Alla luce di quanto descritto, in un quadro di criticità sociodemografica e di incertezza che caratterizza un numero non trascurabile di comuni 'fragili', secondo il PSNAI non tutte le aree interne possono essere 'recuperate' in quanto alcune di esse «non possono porsi alcun obiettivo di inversione di tendenza ma non possono essere abbandonate a sé stesse»¹⁶. Per alcune si dovrebbe accettare il declino e garantirne la preservazione dei servizi eco-sistemici attraverso un «piano mirato di assistenza al declino e invecchiamento in modo da renderlo socialmente dignitoso per chi ancora vi abita»¹⁷.

¹⁴ CNEL 2024, *Demografia delle aree interne e condizioni per un'inversione di tendenza*, p 8, rif. sitografico n. 5.

¹⁵ TETI 2022.

¹⁶ Presidenza del Consiglio dei ministri, PSNAI, marzo 2025, p 46.

¹⁷ *Ibidem*.

3. Ecosistemi montani e contrasto allo spopolamento

Il tema della montagna sta riacquistando nuova centralità nelle *policy* di sviluppo anche grazie alle iniziative comunitarie ed alle ‘pratiche di comunità’ tese alla cura del territorio ed alla salvaguardia delle identità locali¹⁸.

Cambia quindi la prospettiva di visione della montagna, da luogo marginale a luogo pulsante del paradigma dello sviluppo sostenibile, in cui le comunità che la vivono presidiano il territorio e concorrono alla salvaguardia del patrimonio topico.

In ‘soccorso’ a questa visione di sviluppo, di recente, è stata definita la Strategia per la montagna italiana (SMI) contenuta nella legge n. 131/2005, la quale dispone provvedimenti a favore delle zone montane, in coerenza con gli articoli 44 e 119 della Costituzione, destinando risorse aggiuntive (sia rispetto a quelle nazionali, sia rispetto a quelle comunitarie) al fine di promuovere lo sviluppo economico, la coesione e la solidarietà sociale, per rimuovere gli squilibri economici e sociali, per favorire l’effettivo esercizio dei diritti della persona.

La predetta legge disciplina un pacchetto di misure finalizzato al riconoscimento delle zone montane come ecosistema e al contrasto allo spopolamento¹⁹. Tali misure sono indirizzate, in particolare, alla tutela ed alla valorizzazione dell’ambiente, della biodiversità, degli ecosistemi, delle risorse naturali, del paesaggio e del territorio, in coerenza con l’identità territoriale e le specifiche peculiarità storico-culturali dei diversi luoghi. La portata della norma rappresenta un importante elemento di rottura rispetto al passato in quanto, almeno nelle intenzioni normative, cristallizza un problema e (come detto) rafforza il nuovo percorso rivolto alle problematiche di queste aree, rinviando il paradigma relativo alla ‘nuova centralità della montagna’²⁰.

¹⁸ Per le iniziative comunitarie si veda, tra le altre: Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato delle Regioni, *Una visione a lungo termine per le zone rurali dell’UE: verso zone rurali più forti, connesse, resilienti e prospere entro il 2040*, Bruxelles, 30/06/2021 COM(2021) 345 final, rif. sitografico n. 6.

¹⁹ La legge n. 131/2005, all’articolo 2, stabilisce che i criteri per la ‘nuova’ classificazione dei comuni montani verranno definiti sulla base dei parametri altimetrico e della pendenza.

²⁰ Per approfondimenti si rimanda al *Manifesto di Camaldoli* presentato al Convegno *La nuova centralità della montagna* promosso dalla Società dei Territorialisti/e, rif. sitografico n. 7.

Le linee strategiche della SMI si affiancano alle strategie regionali, nazionali e comunitarie, in tema di sviluppo sostenibile, e l'attuazione è garantita con la previsione di un apposito fondo (FOSMIT) ripartito per le singole regioni e per i singoli comuni montani.

Come per la SNAI, anche per la SMI l'obiettivo principale riguarda la mitigazione delle disparità territoriali e la tutela del territorio favorendo l'accessibilità ai servizi pubblici essenziali per la popolazione, come la 'sanità di montagna' e la 'scuola di montagna', riducendo il *digital divide*, introducendo incentivi per la creazione e lo sviluppo di attività economiche.

In particolare, al fine di assicurare il mantenimento dei servizi sanitari ed educativi, sono previste misure per incentivare la presenza del relativo personale attraverso premialità concorsuali e crediti di imposta per i canoni di locazione oppure per l'acquisto di immobili ad uso abitativo. Inoltre, per favorire la natalità, oltre alla previsione di incentivi *una tantum*, è annunciata la realizzazione di 'Poli per l'Infanzia', mentre per favorire la formazione superiore si prevedono interventi finalizzati ad agevolare e sostenere l'apertura in aree montane di corsi di studio strategici per la valorizzazione delle peculiarità delle singole zone oppure di sedi da parte delle AFAM, per la formazione artistica e musicale, e delle Università.

Quanto al problema legato alla tutela del territorio, la SMI riconosce l'attività agricolo-forestale quale presidio non solo economico-sociale ma anche ambientale per garantire la conservazione, la tutela e la valorizzazione della biodiversità, per la prevenzione e mitigazione del dissesto idrogeologico e per la tutela del paesaggio, e rimanda alla predisposizione di linee guida finalizzate alla promozione delle produzioni tradizionali e di qualità. Un'ulteriore previsione riguarda le misure indirizzate alla tutela degli ecosistemi montani, degli *habitat* naturali, della biodiversità e per la manutenzione del territorio.

Per lo sviluppo economico della montagna la Strategia prevede diverse misure, come quelle finalizzate ad incentivare il turismo sostenibile e le attività imprenditoriali. In particolare, per le attività escursionistiche sono previsti incentivi per i rifugi di montagna e per le altre strutture ricettive, nonché agevolazioni per il sistema informativo dei percorsi e dei tracciati. Per le piccole imprese e microimprese sono stabiliti incentivi sotto forma di credito di imposta per le nuove attività e per quelle condotte da giovani.

La SMI, inoltre, è orientata a favorire 'un ritorno al territorio', agli ambienti rurali e montani, ovvero alla cura del territorio come ambiente

dell'uomo, attraverso misure di incentivazione al lavoro agile nei comuni montani ed all'acquisto ed alla ristrutturazione di abitazioni principali, sotto forma di crediti di imposta. Infatti, solo con un adeguato presidio demografico è possibile garantire la salvaguardia e la cura delle risorse ambientali e culturali. Ne consegue la necessità di prefigurare nuove forme di intervento integrato tra le diverse norme e *policy* sul tema del re-insediamento.

In questo scenario, si inseriscono anche le recenti proposte di legge a tutela della 'agricoltura eroica', quale strumento utile per l'equilibrio socio-territoriale ed ambientale dei luoghi di montagna²¹. In particolare, in coerenza con la SMI, entrambe le iniziative legislative riconoscono alle attività agricole svolte in aree impervie il ruolo di presidio territoriale in quanto queste consentono di contrastare l'abbandono delle aree montane, collinari e rurali, ed il conseguente declino strutturale dei luoghi. All'agricoltura ed agli agricoltori viene riconosciuto il ruolo di custodi del territorio per la loro funzione di salvaguardia del paesaggio, di tutela ambientale nella difesa del suolo e nella prevenzione del rischio idrogeologico, nonché per le funzioni di conservazione delle pratiche di coltivazione di ecotipi autoctoni e, in generale, della biodiversità agraria.

Entrambe le proposte di legge, infine, introducono la necessità di individuare le 'aree di produzione di agricoltura eroica' e definiscono le tipologie degli interventi finanziabili destinati al ripristino, recupero, manutenzione e salvaguardia dei prodotti agricoli nelle suddette aree, nonché diretti al ripristino delle aree impervie abbandonate.

²¹ Sono due le proposte di legge a tutela dell'agricoltura eroica, composte da otto articoli ciascuna. La proposta di legge A.C. 1663, presentata il 24/01/2024, rif. sitografico n. 8, è attualmente assegnata alla XIII Commissione Agricoltura in sede referente in abbinamento con la proposta di legge A.C. 2290, presentata il 05/03/2025, rif. sitografico n. 9. L'esame in Commissione dei due testi è iniziato l'11 marzo 2025.

4. Territori come spazi di possibilità

Nel solco ideale dello sviluppo sostenibile e della difesa del territorio rurale e montano si inserisce il paradigma della *smartness*. Questo, pur declinandosi sul territorio attraverso varie forme e modalità operative, è caratterizzato da un denominatore comune costituito dalla partecipazione diretta delle comunità locali. Ne sono esempi le *green communities* previste dalla normativa nazionale, le ‘imprese di comunità’ introdotte da norme regionali e gli *smart village* incentivati dalla PAC.

Si tratta, come vedremo, di ‘sperimentazioni culturali’ a scala locale declinate sulla ricostruzione dei rapporti fra il territorio ed i suoi abitanti: un approccio innovativo che, in chiave *bottom-up*, indirizza i territori ad agire come ‘comunità di eredità’²². Sono modelli che richiamano la ‘coscienza di luogo’ di Becattini e Magnaghi²³, ovvero la capacità da parte della comunità locale di riappropriarsi dei saperi produttivi, delle pratiche di vita e di consumo del proprio territorio.

Riguardo le *green communities*, queste sono previste all’articolo 72 della legge n. 221/2015 e ‘rivitalizzate’ con finanziamenti del PNRR²⁴. Si tratta di comunità di territori rurali e di montagna capaci di ‘sfruttare’ in modo equilibrato le risorse principali di cui dispongono, tra cui in primo luogo acqua, boschi e paesaggio. L’obiettivo più ambizioso riguarda la possibilità di ‘aprire un nuovo rapporto sussidiario e di scambio con le comunità urbane e metropolitane’ attraverso l’attivazione di piani di sviluppo sostenibile. Concorrono, pertanto, a ri-attualizzare il rapporto tra la città e la montagna e le condizioni per l’instaurarsi di relazioni non di tipo gerarchico, ma di cooperazione, di mutuo scambio, di complementarità: relazioni funzionali di prossimità²⁵.

²² Una «comunità di eredità è costituita da un insieme di persone che attribuisce valore ad aspetti specifici dell’eredità culturale e che desidera, nel quadro di un’azione pubblica, sostenerli e trasmetterli alle generazioni future» (articolo 2, lettera b, della Convenzione quadro del Consiglio d’Europa sul valore dell’eredità culturale per la società, Consiglio d’Europa, Faro 27 ottobre 2005, conosciuta come Convenzione di Faro), rif. sitografico n. 10.

²³ BECATTINI 2015, MAGNAGHI 2020.

²⁴ La Misura 2 Componente 1, Investimento 3.2. del PNRR, con una dotazione di 135 milioni di euro finanzia i piani di sviluppo sostenibili delle *green communities* in tema di gestione del patrimonio agro-forestale ed idrico, energie rinnovabili, turismo sostenibile e integrazione territoriale dei servizi di mobilità. Per approfondimenti vedi rif. sitografico n. 11.

²⁵ Si veda nota n. 11, con riguardo ai rapporti città-montagna.

Sul concetto di ‘coralità produttiva territorializzata’, invece, prendono corpo le ‘imprese di comunità’: un modello organizzativo basato sulla valorizzazione del patrimonio identitario da parte della comunità locale che è cointeressata alla produzione di beni e servizi di interesse collettivo, coniugando obiettivi sociali, economici e ambientali. In particolare, attraverso l’esercizio di attività economiche ecosostenibili, concorrono ad accrescere l’economia locale creando lavoro, valorizzando il capitale umano, preservando le tradizioni ed i beni comuni ambientali e culturali.

Normalmente adottano la forma giuridica della società cooperativa, assumendo la configurazione di ‘*governance*’ inclusive, e hanno trovato riconoscimento giuridico a livello regionale. Ad esempio, la Regione Lazio ha disciplinato le ‘cooperative di comunità’, con la legge regionale n. 1/2021, quale strumento di coesione sociale e sviluppo economico locale teso a rafforzare il sistema produttivo integrato e a valorizzare le risorse e le vocazioni territoriali e delle comunità locali, anche al fine di contrastare i fenomeni di spopolamento, di declino economico, di degrado sociale ed ambientale²⁶.

Più ambizioso è il disegno sotteso agli *smart village* previsti dalla PAC per il periodo di programmazione 2023-2027²⁷. Attraverso l’intervento SRG07 ‘cooperazione per lo sviluppo rurale, locale e *smart village*’ si intende sostenere la preparazione e l’attuazione di strategie *smart village* intese come «progetti di cooperazione articolati in una o più operazioni, condivisi da parte di gruppi di beneficiari pubblici e/o privati», capaci di generare positive ricadute economiche, sociali e ambientali; contrastare fenomeni di spopolamento e abbandono; rafforzare relazioni e scambi fra le zone rurali e/o con quelle urbane²⁸. L’intervento è teso a rafforzare, completare, consolidare e integrare le azioni promosse a livello territoriale con gli altri interventi della PAC, in particolare con il *Leader*, e con gli strumenti legislativi nazionali e regionali come, ad esempio, le citate *green communities* e ‘imprese di comunità’.

Nello specifico, l’intervento sostiene la preparazione e l’attuazione di strategie/progetti di cooperazione territoriale attuati da *governance* locali,

²⁶ Sul piano legislativo nazionale negli ultimi anni sono diverse le proposte di legge, tra le quali: proposta di legge n. 1428 del 26/09/2023 – Camera dei deputati; disegno di legge n. 1650 del 13/12/2019 – Senato della Repubblica.

²⁷ Gli *Smart Villages* sono stati definiti dall’UE nel 2017 all’interno del documento *EU Action for Smart Villages* ed attuati in via sperimentale attraverso un progetto pilota sugli *eco-social villages*. Per approfondimenti si veda rif. sitografico n. 12.

²⁸ Piano Strategico della PAC 2023, p 3499.

pubbliche e private, per (a) i sistemi del cibo, le filiere e mercati locali, (b) il turismo rurale, (c) l'inclusione sociale ed economica, (d) la sostenibilità ambientale. La PAC prevede, inoltre, azioni di supporto alla capacitazione progettuale ed organizzativa per gli *Smart Village* al fine di rafforzare i processi di aggregazione territoriale e garantire la loro operatività nel tempo.

5. Conclusioni

Il tema dello sviluppo sostenibile, teso al riequilibrio territoriale, alla riduzione del 'divario di cittadinanza' e alla salvaguardia della biodiversità presuppone, come visto, la presenza a scala locale di comunità dinamiche, inclusive, vivaci. Tuttavia, spesso i territori marginali mostrano criticità sia nell'attitudine alle relazioni territoriali stabili, sia nella capacità progettuale e gestionale dei progetti di sviluppo sostenibile, dovute di frequente alla carenza di personale e, in larga misura, alla 'debolezza' delle competenze. Tali criticità sono oggetto di intervento attraverso diversificate azioni di *capacity building* messe in atto dalle *policy* di sviluppo, ed in particolare delle politiche di coesione e dalla PAC nella sua declinazione *Leader*.

Occorre però considerare che i territori rurali, soprattutto montani, mostrano processi, in alcuni casi irreversibili, di spopolamento e di abbandono che, oltre ad acuirne la marginalità, 'minano' la presenza delle comunità locali, con il conseguente venire meno anche del presidio attivo sul territorio, cruciale per la tenuta complessiva territoriale sotto il profilo idrogeologico, paesaggistico e dell'identità culturale²⁹. Ne consegue, pertanto, la necessità di rendere maggiormente integrate e complementari le strategie e le norme sul tema del re-insediamento all'interno della più ampia cornice dello sviluppo sostenibile, in aderenza agli obiettivi di Agenda 2030 dell'ONU, ed in particolare agli SDG10 e SDG11³⁰.

Si tratta di attuare il 'principio di coerenza delle politiche di sviluppo' (PCSD), inteso dall'OCSE (2019) come «un approccio volto ad integrare le tre dimensioni – economica, sociale e ambientale – dello sviluppo sostenibile

²⁹ Presidenza del Consiglio dei ministri, PSNAI, luglio 2025, p 23.

³⁰ SDG10 *Ridurre le disuguaglianze*; SDG11 *Città e comunità sostenibili*. Per approfondimenti si veda rif. sitografico n. 13.

all'interno del ciclo di programmazione delle politiche nazionali, internazionali e di cooperazione allo sviluppo»³¹.

Tuttavia, è notoriamente riscontrata la discontinuità e la debole complementarità tra le politiche di sviluppo e, sovente, tra queste e le iniziative legislative. In particolare, oltre alle sovrapposizioni-duplicazioni di intenzioni ed obiettivi spesso non coordinati, si rileva anche un'asimmetria nelle logiche e negli approcci adottati da ciascuna *policy*, pur perseguendo le medesime finalità. Tali criticità rilevano la necessità (a) sia di attivare un 'compiuto' processo di complementarità tra le diverse *policy* comunitarie, nazionali, regionali, (b) sia di formulare interventi rispondenti alle criticità dei singoli luoghi, ovvero, spopolamento-reinsediamento, capacitazione istituzionale ed organizzativa, etc., (c) sia di superare la logica dualista tra urbano e rurale-montano, introducendo percorsi di sviluppo territorializzato nell'ottica di costruire reti tra luoghi.

Da queste brevi riflessioni riteniamo che siamo ancora distanti da un percorso orientato a convertire le 'fragilità' in 'risorse' mediante interventi integrati e, soprattutto, capaci di superare gli stereotipi che oppongono urbanità e ruralità-montanità. Tali stereotipi ingabbiano i processi territoriali in sacche dicotomiche ancorate alla visione degli spazi rurali come diversi e opposti a quelli urbani. Le diverse *policy* adottate a livello comunitario, nazionale e regionale, infatti, oltre a mostrare ancora una debole integrazione e complementarità (come premesso), necessitano di approcci metodologici basati su 'nuove' letture interpretative delle dinamiche dello spazio rurale-montano e della loro connettività con gli spazi urbani³².

In altre parole, si ritiene necessario ri-problematizzare il dibattito pubblico sui rapporti tra urbano e rurale-montano restituendo rinnovata centralità alla dimensione di area vasta e di complementarità tra Centri ed Aree Interne, tra l'urbano e il rurale-montano, in un unico sistema che tende al riequilibrio territoriale. In tale visione, inoltre, i processi di complementarità tra spazi geografici richiederanno, necessariamente, una lettura sincronica dei processi in atto che investono le dinamiche ambientali, economiche, sociali e culturali.

³¹ Per approfondimenti si veda OCSE (2019) ed il documento *La Coerenza delle Politiche come vettore di sostenibilità multilivello per la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e l'Agenda 2030*, CREiAMO PA, Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), Sogesid S.p.A., rif. sitografico n. 14.

³² BONORA 2012; CORRADO 2021; DEMATTEIS 2013, 2016; MAGNAGHI 2000, 2014.

Bibliografia

1. BECATTINI G. (2015), *La coscienza dei luoghi. Il territorio come soggetto corale*, Roma: Donzelli editore.
2. BONORA P. (a cura di) (2012), *Visioni e politiche del territorio per una nuova alleanza tra urbano e rurale*, Quaderni del Territorio. Collana di testi e ricerche, n. 2.
3. CAMAGNI R., MAILLAT D., MATTEACCIOLI A. (a cura di) (2004), *Ressources naturelles et culturelles, milieu et développement local*, Neuchâtel: GREMI, EDES.
4. CELANT A. (a cura di) (2000), *Ecosostenibilità e risorse competitive. Le compatibilità ambientali nei processi produttivi italiani*, Roma: Società Geografica Italiana.
5. CHASKIN R. J. (2001), *Building Community Capacity: A Definitional Framework and Case Studies from a Comprehensive Community Initiative*, «Urban Affair Review», 36 (3).
6. CNEL (2024), *Demografia delle aree interne e condizioni per un'inversione di tendenza*, Contributo CNEL coordinato da Alessandro Rosina del 30.09.2024.
7. COMMISSIONE EUROPEA (2021), *La coesione in Europa in vista del 2050*, ottava relazione sulla coesione economica, sociale e territoriale.
8. COMMISSIONE EUROPEA (2024), Piano Strategico della PAC (PSP), C(2024)8662.
9. CONTI S., SALONE C. (2011), *Il nord senza bussola: dinamiche spaziali e strategie territoriali a centocinquanta anni dall'Unità*, «Semestrale di Studi e Ricerche di Geografia» Roma – XXIII, Fascicolo 2.
10. CORRADO F. (a cura di) (2021), *Urbano montano. Verso nuove configurazioni e progetti di territorio*, Milano: Franco Angeli Urbanistica.
11. DEMATTEIS G. (2013) *Montagna e aree interne nelle politiche di coesione territoriale italiane ed europee*, «Territorio», Milano: Franco Angeli, n. 66, ISSN: 1825-8689, pp 7-15.
12. DEMATTEIS G. (2016) *La città ha bisogno della montagna. La montagna ha diritto alla città*, «Scienze del Territorio», n. 4, pp 10-17.
13. DI IACOVO F. (2002), *Aree rurali, forme di governo e percorsi di sviluppo. Primi risultati di una ricerca partecipativa*, in DE ROSA M., DE VINCENZO D. (a cura di) *Tra Globalizzazione e localismo. Quale futuro per i sistemi produttivi locali?* Napoli: Liguori Editore.
14. FAROLE T., POSE A. R., STORPER M. (2011), *Cohesion Policy in the European Union: growth, geography, Institutions*, «Journal of Common Market Studies», 49, 5, 2011.
15. GROSSI G., POLSINELLI V. (2023) *Strategia nazionale per le aree interne e competitività turistica delle destinazioni periferiche*, «Annali del turismo» XII, Novara: Ed. Geoprogess.
16. LÉVY J. (1999), *Europa. Una geografia*, Torino: Edizioni di Comunità.
17. MAGNAGHI A. (2000), *Il progetto locale*, Torino: Bollati Boringhieri.
18. MAGNAGHI A. (2012), *Proposte per la ridefinizione delle invarianti strutturali regionali*, in POLI D. (a cura di), *Regole e progetti per il paesaggio: verso il nuovo piano paesaggistico della Toscana*, Firenze: Firenze University Press, pp 15-41.
19. MAGNAGHI A. (2014) *La regola e il progetto. Un approccio bioregionalista alla pianificazione territoriale*, Firenze: Firenze University Press.

20. MAGNAGHI A. (2020), *Il principio territoriale*, Torino: Bollati Boringhieri.
21. MAILLAT D. (1995), *Milieux innovateurs et dynamique territoriale*, in RALLET A., TORRE A. (a cura di), *Economie industrielle et économie spatiale*, Parigi: Economica, pp 211-231.
22. MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA (2023), *Strategia Nazionale per lo sviluppo sostenibile*, aggiornamento 2022.
23. OECD (2019), *Policy Coherence for Sustainable Development 2019: Empowering People and Ensuring Inclusiveness and Equality*, Paris: OECD Publishing, DOI: <https://doi.org/10.1787/a90f851f-en>.
24. PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI, DIPARTIMENTO PER LE POLITICHE DI COESIONE E PER IL SUD (2025) *Piano Strategico Nazionale delle Aree Interne PSNAI*, (versione marzo 2025 e versione luglio 2025).
25. PREZIOSO M. (2003), *Pianificare in sostenibilità. Natura e finalità di una nuova politica per il governo del territorio*, Adnkronos Libri.
26. RULLANI E. (2002), *Riforma delle istituzioni e sviluppo locale*, in BECATTINI G., SFORZI F. (a cura di), *Lezioni sullo sviluppo locale*, Torino: Rosenberg & Sellier.
27. RULLANI E. (2009), *Economia della conoscenza*, «Rivista delle Politiche Sociali» n. 4, pp 261-285.
28. TABARIÉS M. (2005), *Les apports du GREMI à l'analyse territoriale de l'innovation ou 20 ans de recherche sur les milieux innovateurs*, Matisse: Cahiers de la MSH, Centre National de la Recherche Scientifique.
29. TETI V. (2022), *La Restanza*, Torino: Einaudi.
30. UNESCO (2010), *Guidebook for planning education in emergencies and reconstruction* (section 1), Paris: UNESCO – IIEP.

Sitografia

1. Per approfondimenti sulla SNSvS si rimanda al documento del MASE del 2023: https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/snsvs22_aggiornata_completa-pdf
2. Strategia Nazionale Aree Interne – SNAI: <https://politichecoesione.governo.it/it/politica-di-coesione/strategie-tematiche-e-territoriali/strategie-territoriali/strategia-nazionale-aree-interne-snai/>
3. Nota Tecnica NUVAP, *Aggiornamento della mappa aree interne*, 2022: https://politichecoesione.governo.it/media/2831/20220214-mappa-ai-2020-nota-tecnica-nuvap_rev.pdf
4. Decisione di Esecuzione della Commissione C(2022) 4787 del 15 luglio 2022: https://politichecoesione.governo.it/media/2928/decisione-di-esecuzione-ue-n4787-del-2022_it_act_part1_v3.pdf
5. CNEL – Demografia delle aree interne e condizioni per un'inversione di tendenza: https://politichecoesione.governo.it/media/ihnflqag/1_contributo-cnel-demografia-delle-aree-interne-e-condizioni-per-uninversione-di-tendenza.pdf

6. Bruxelles, 30/06/2021 COM(2021) 345 final:
https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:6c924246-da52-11eb-895a-01aa75ed71a1.0020.02/DOC_1&format=PDF
7. Manifesto di Camaldoli:
<https://www.societadeiterritorialisti.it/2020/04/12/manifesto-di-camaldoli/>
8. Proposta di legge AC 1663 del 24/01/2024:
<https://www.camera.it/leg19/126?leg=19&idDocumento=1663&ancora=>
9. Proposta di legge AC 2290 del 05/03/2025:
<https://www.camera.it/leg19/126?tab=&leg=19&idDocumento=2290&sede=&tipo=>
10. Convenzione di Faro:
<http://musei.beniculturali.it/wp-content/uploads/2016/01/Convenzione-di-Faro.pdf>
11. Open PNRR:
<https://openpnrr.it/misure/80/>
12. EU CAP Network:
https://ec.europa.eu/enrd/news-events/news/eu-action-smart-villages_en.html
13. Sustainable Development Goals – SDGs:
<https://asvis.it/goal-e-target-obiettivi-e-traguardi-per-il-2030/>
14. La Coerenza delle Politiche come vettore di sostenibilità multilivello per la Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile e l'Agenda 2030:
https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/la_coerenza_delle_politiche_come_vettore_di_sostenibilita_multilivello_2023-pdf

Tra doveri climatici e pianificazione energetica: la discrezionalità amministrativa alla prova della sostenibilità

JIADA DOMANICO

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUt+), European Union

Riassunto: La progressiva qualificazione internazionale degli obblighi di diligenza climatica incide in profondità sull'ordinamento interno, imponendo una riconfigurazione sostanziale della discrezionalità amministrativa, in particolare nelle politiche ambientali ed energetiche. La promozione delle fonti rinnovabili si configura oggi come uno dei principali strumenti di attuazione degli obblighi internazionali in materia climatica condizionando l'azione amministrativa ad un agire sostanzialmente conforme agli impegni assunti in sede multilaterale. In questo quadro, la pianificazione territoriale per l'individuazione delle aree idonee alla localizzazione degli impianti da fonti rinnovabili non può più essere intesa come espressione di una discrezionalità piena, ma risulta funzionalmente vincolata agli obiettivi di decarbonizzazione e transizione ecologica. La giurisprudenza amministrativa più recente riconosce esplicitamente la preminenza funzionale dell'interesse alla transizione ecologica rispetto ad altri interessi pubblici tradizionalmente prevalenti, quali la tutela paesaggistica. Il contributo si propone dunque di riflettere sulla tendenza, sempre più marcata, della giurisprudenza interna ad allinearsi agli standard internazionali, anche attraverso una trasformazione della discrezionalità amministrativa in senso sostanziale.

Parole chiave: diligenza climatica, discrezionalità amministrativa, fonti rinnovabili.

Abstract: The progressive international recognition and qualification of climate due diligence obligations is profoundly reshaping domestic legal systems, requiring a substantive reconfiguration of administrative discretion, particularly within the fields of environmental and energy policy. The promotion of renewable energy sources is increasingly understood as one of the primary instruments for implementing international climate commitments, thereby compelling public authorities to act in substantial compliance with obligations undertaken at the multilateral level. Within this framework, spatial and territorial planning for the identification of suitable areas for the deployment of

renewable energy infrastructure can no longer be regarded as an expression of unfettered discretion. Rather, it must be viewed as functionally constrained by overarching decarbonisation and ecological transition objectives. Recent administrative case law explicitly acknowledges the functional primacy of the interest in ecological transition over other traditionally prevailing public interests, such as landscape protection. This contribution aims to critically examine the emerging judicial trend whereby domestic courts increasingly align with international standards, notably through the substantive transformation of administrative discretion.

Keywords: Climate Due Diligence, Administrative Discretion, Renewable Energy Sources.

1. Introduzione al tema

Il presente contributo si propone di analizzare l'evoluzione del quadro giuridico in materia di cambiamento climatico, con particolare attenzione al rapporto tra giustizia climatica e strumenti giuridici funzionali alla sostenibilità dei territori. In tale prospettiva, si intende mettere in luce la crescente incidenza del diritto internazionale – tanto pattizio quanto consuetudinario – nel delineare obblighi di diligenza in materia climatica in capo agli Stati, nonché le ricadute che tali vincoli producono sulle scelte normative e amministrative interne, con riferimento specifico alle Comunità Energetiche Rinnovabili per la transizione ecologica¹. L'analisi prende le mosse, segnatamente, dal parere consultivo reso dalla Corte Internazionale di Giustizia il 23 luglio 2025, avente ad oggetto gli obblighi degli Stati in relazione alla protezione del sistema climatico globale. Sebbene privo di efficacia vincolante, tale atto assume rilievo giuridico significativo giacché cristallizza alcune linee interpretative che, pur essendo già presenti nel dibattito dottrinale e giurisprudenziale, trovano ora una autorevole consacrazione. In particolare, si evidenziano tre profili centrali: (I) l'esistenza di obblighi concreti di mitigazione, adattamento e riparazione, fondati non solo su strumenti convenzionali, ma anche su norme consuetudinarie e principi generali, con esplicito riferimento alla tutela

¹ Quale espressione del principio dello sviluppo sostenibile notoriamente introdotto negli anni Ottanta dal *Rapporto Brundtland*, esteso dalle norme del diritto internazionale prima e dal diritto europeo poi (art. 3, par. 3, Trattato sull'Unione europea). Un principio da ultimo consacrato anche nel Codice dell'Ambiente (d.lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, artt. 3 ter ss.).

dei diritti umani; (II) l'inquadramento del cambiamento climatico non più come fattispecie eccezionale, ma come componente ordinaria del diritto internazionale generale; (III) la qualificazione del sostegno pubblico ai combustibili fossili quale potenziale illecito internazionale.

A fronte di tale quadro, in primo luogo si rende necessario interrogarsi sull'effettiva portata prescrittiva del citato parere e, più in generale, sul ruolo della giurisprudenza internazionale nella delimitazione del margine di discrezionalità statale in materia di politiche ambientali e climatiche. Nello specifico, si intende riflettere sulla capacità di tali pronunce di condizionare le scelte interne, anche in assenza di obblighi vincolanti in senso stretto, nella misura in cui contribuiscono a definire *standard* di condotta e parametri di responsabilità giuridica in caso di omissioni o azioni lesive dell'equilibrio climatico.

Sebbene il parere reso dalla Corte Internazionale di Giustizia si concentri in via principale sull'individuazione della portata cogente degli obiettivi ambientali cui le corti interne sono chiamate a fare riferimento nel contenzioso climatico, esso assume al contempo una funzione sistemica di rilievo nella definizione del quadro giuridico di riferimento per l'azione amministrativa in materia ambientale. Il rafforzamento dell'obbligo di diligenza climatica – come parametro giuridico di condotta fondato su fonti internazionali convenzionali e consuetudinarie – comporta infatti significative ricadute sull'assetto e sulla funzione degli strumenti normativi e regolatori adottati a livello statale e sub-statale per la promozione della transizione ecologica.

In tale prospettiva, alcune questioni tradizionalmente affrontate sotto il profilo economico – come la promozione delle fonti rinnovabili, la decarbonizzazione dei sistemi energetici locali, la gestione condivisa delle risorse – acquistano una nuova rilevanza giuridica, alla luce del principio di responsabilità ambientale e della progressiva costituzionalizzazione dei principi climatici.

È in questo contesto che si inserisce il fenomeno delle Comunità Energetiche Rinnovabili (di seguito, CER), le quali, in quanto espressione di iniziativa collettiva, partecipazione democratica e territorializzazione delle politiche climatiche, si configurano come uno degli strumenti giuridici più promettenti per la concreta attuazione dei principi di sostenibilità e giustizia climatica.

Coerentemente con l'oggetto del presente volume, che intende indagare le relazioni tra rischi ambientali, vulnerabilità dei territori e strategie normative,

infatti, particolare attenzione sarà riservata alle CER, quale punto di intersezione tra *governance* multilivello dell'energia, autonomie territoriali e diritti fondamentali, contribuendo in modo rilevante alla realizzazione di un nuovo modello di cittadinanza ecologica e di inclusione energetica.

Avremo modo di verificare come il perseguimento degli obiettivi sanciti dall'Accordo di Parigi non implichi un effettivo arretramento degli interessi pubblici tradizionalmente tutelati, ma piuttosto una loro riconsiderazione sistemica alla luce del principio di sostenibilità. Tanto nell'esercizio delle funzioni amministrative discrezionali, quanto nell'ambito del sindacato giurisdizionale², il giudizio di bilanciamento tra interessi – ambientali, economici, sociali e territoriali – si arricchisce di nuovi parametri derivanti dal diritto internazionale climatico, che impongono di interpretare la protezione ambientale non più come valore tra gli altri, bensì come interesse pubblico primario e trasversale, capace di riorientare l'azione amministrativa in senso sostanziale.

2. Il dovere di diligenza climatica tra vincoli internazionali e discrezionalità amministrativa: riflessioni a margine del parere della Corte Internazionale di Giustizia

Come anticipato in premessa, il presente contributo prende avvio dall'analisi del parere consultivo recentemente reso dalla CIG su richiesta dell'Assemblea Generale delle Nazioni Unite con risoluzione adottata nel 2023. L'interrogativo sottoposto alla Corte: «Quali sono gli obblighi degli Stati ai sensi del diritto internazionale per garantire la protezione del sistema climatico e di altre parti dell'ambiente dalle emissioni antropogeniche di gas serra a beneficio degli Stati e delle generazioni presenti e future?», si colloca in un momento di cruciale rinegoziazione del rapporto tra sovranità statale e obblighi globali in materia ambientale e climatica³.

Benché apparentemente lineare, la questione sottintende profili giuridici di grande rilevanza, sia sul versante del diritto internazionale, sia per quanto

² In particolare, con la nota sentenza del Consiglio di Stato, Sezione VI, n. 8167 del 23 settembre 2022, si è data ampia rilevanza alla produzione di energia pulita rispetto all'esigenza di tutela del paesaggio.

³ PISANÒ 2022; POZZO 2021, pp 271-318; CARDUCCI 2020, p 1345.

riguarda le ricadute sistemiche all'interno degli ordinamenti nazionali ed in particolare di *governance* dei territori nel rispetto del paradigma imposto. In sostanza, alla Corte è stato chiesto di chiarire – e, in certa misura, rafforzare – la portata giuridica dell'obbligo di diligenza gravante sugli Stati, alla luce dell'interazione fra una pluralità di fonti rilevanti: dalla Carta delle Nazioni Unite ai Patti internazionali del 1966 sui diritti umani, dalla Convenzione quadro sui cambiamenti climatici del 1992 all'Accordo di Parigi del 2015⁴, dalla Dichiarazione universale dei diritti umani alla Convenzione sul diritto del mare, fino al principio generale del divieto di causare danni transfrontalieri.

Sotto questo profilo, occorre premettere che, prima della pronuncia della Corte, l'obbligo di diligenza in materia climatica si presentava come una clausola giuridica fortemente indeterminata, la cui concretezza applicativa dipendeva dalla prassi statale e dall'interpretazione degli strumenti convenzionali. L'art. 4 dell'Accordo di Parigi, che introduce i cosiddetti «contributi determinati a livello nazionale» (NDCs), rappresenta la fonte principale di tali obblighi. Tuttavia, questi contributi sono formulati in termini non cogenti giacché si tratta di impegni unilateralmente determinati dagli Stati, fondati sul principio delle responsabilità comuni ma differenziate e sulle rispettive capacità, senza una negoziazione multilaterale, né un obbligo di risultato in senso stretto.

In tale contesto, gli Stati non erano soggetti ad un vero e proprio obbligo di risultato, volto al rispetto quantitativo delle soglie emissive, quanto piuttosto ad un onere di diligenza nel perseguimento di tali obiettivi attraverso l'adozione di misure interne coerenti con gli impegni assunti e caratterizzate da trasparenza procedurale. Il giudizio di conformità rispetto a tale obbligo è stato, pertanto, prevalentemente ancorato a parametri di natura formale e procedurale, più che sostanziale, valorizzando la correttezza del processo decisionale piuttosto che l'effettività dei risultati ottenuti.

Tale impostazione, tuttavia, permetteva agli Stati di preservare integralmente la propria sovranità in materia climatica, in virtù dell'ampio margine di discrezionalità riconosciuto nella definizione e nell'attuazione delle misure di mitigazione e adattamento, esercitabile principalmente attraverso l'azione

⁴ Adottato nel 2015, l'Accordo di Parigi è entrato in vigore nel 2016 ma effettivamente reso operativo dal 2020, si fonda su tre pilastri: mitigazione, adattamento e finanza climatica.

amministrativa⁵. In concreto, fintantoché uno Stato fosse in grado di comprovare l'adozione – anche meramente formale – di politiche pubbliche, strumenti di pianificazione o misure normative riconducibili agli impegni internazionali dichiarati, l'inadempimento dell'obbligo di diligenza risultava configurabile soltanto nei casi limite di totale inerzia o rifiuto deliberato di intervenire.

Ulteriore testimonianza di tale debolezza strutturale si rinviene nell'assenza di un organo sovranazionale dotato di effettivi poteri sostanziali di verifica circa il contenuto dei contributi determinati a livello nazionale e la loro concreta attuazione. Il sistema istituito dall'Accordo di Parigi, infatti, si limita a prevedere un meccanismo di monitoraggio essenzialmente procedurale, privo della capacità di sindacare l'ambizione, la congruità o l'efficacia delle misure adottate dagli Stati in attuazione degli impegni climatici assunti.

Il parere in commento, sebbene rappresenti un importante contributo interpretativo nell'ambito del diritto internazionale generale e del diritto internazionale dei diritti umani, non costituisce, in senso stretto, un momento di innovazione interpretativa-normativa⁶. Al contrario, la pronuncia si inserisce nel solco di una giurisprudenza già consolidata che si limita a ribadire l'operatività e la portata vincolante di principi internazionali preesistenti, in particolare il principio di *due diligence*⁷.

⁵ DELL'ANNO 2021; LUGARESI 2020; SALVEMINI 2019; ROTA 2018; CROSETTI, FERRARA, FRACCHIA, OLIVETTI RASON 2018; FERRARA, SANDULLI 2014; PENNASILICO 2014; DELL'ANNO, PICOZZA 2012; GRASSI 2012; DI PLINIO, FIMIANI 2008; AMIRANTE 2000; CECCHETTI 2000; ANDRONIO, CECCHETTI, GRASSI 1999; CARAVITA 1990.

⁶ Si pensi, ad esempio, al noto caso sottoposto alla Corte Suprema dei Paesi Bassi, 20 dicembre 2019, *Urgenda Foundation v. State of the Netherlands*. In letteratura, cfr. PISANÒ 2024, pp 95-116; BALDIN, VIOLA 2021; GUARNA, ASSANTI 2021, pp 66 ss.; CAVALCANTI, TESTEGGE 2020, pp 1371 ss.; JACOMETTI 2019, pp 121 ss.; MORVILLO 2019, pp 1 ss.

⁷ In tema di obblighi di diligenza si cfr. *Case of Duarte Agostinho and Others against Portugal*, vedi rif. sitografico n. 1, parr. 213-214. L'operatività del principio di diligenza degli Stati si estende anche ai privati, così come ha sostenuto la Corte già nel 2010 nel caso *Responsibilities and Obligations of States with Respect to Activities in the Area, Advisory Opinion*, vedi rif. sitografico n. 2. Recentemente anche il Tribunale internazionale per il diritto del mare si è espresso con un parere consultivo sul tema della diligenza sempre ai principi dettata dalla Convenzione delle Nazioni Unite sul diritto del mare del 1982, *Request for an Advisory Opinion Submitted by the Commission of Small Island States on Climate Change and International Law, Advisory Opinion*, vedi rif. sitografico n. 3.

Ciò che emerge con forza dal parere in esame è il rafforzamento sostanziale del dovere di diligenza a carico degli Stati: un obbligo che non può più essere interpretato secondo la consueta sproporzionata lettura «a maglie larghe» che lo confina a parametro con valenza meramente procedurale, bensì secondo una prospettiva che ne valorizza la funzione sostanziale di prevenzione, mitigazione e – laddove necessario – riparazione del danno ambientale. La Corte chiarisce che tale obbligo si fonda su una interpretazione evolutiva del diritto internazionale, coerente con il principio di equità intergenerazionale e con l'esigenza di protezione effettiva dei diritti umani.

Sotto il profilo del diritto amministrativo, tale evoluzione impone una riflessione più ampia sulla funzione e sui limiti della discrezionalità pubblica, specialmente nell'ambito delle politiche di pianificazione, regolazione e autorizzazione che interessano la materia ambientale. Se da un lato il parere non introduce vincoli eteronomi tali da paralizzare l'autonomia statale – e, per essa, quella amministrativa – dall'altro lato, impone un dovere di coerenza sostanziale tra gli impegni assunti in sede internazionale e le decisioni adottate a livello interno, tanto a livello legislativo quanto amministrativo.

In quest'ottica, la discrezionalità amministrativa, lungi dall'essere soppressa, bensì viene temperata e – attraverso il parametro del dovere di diligenza climatica «rinforzato» – ridefinita nella sua funzione essenziale di strumento di attuazione degli obblighi imposti dalla legge (in questo caso internazionali), e più che di schermo di insindacabilità di poteri pubblicistici espressione di prerogativa sovrana. Ne consegue che la valutazione di compatibilità tra le misure adottate e gli obiettivi climatici non può più fondarsi esclusivamente su criteri formali o procedurali, ma richiede un effettivo bilanciamento tra interessi, nel quale quelli ambientali assumono una centralità giuridicamente rilevante e giustiziabile, soprattutto in ragione delle ricadute che riverberano sui diritti umani inviolabili che ricevono tutela a livello costituzionale e CEDU. Sul punto v'è da rilevare come anche la più recente giurisprudenza non sia insensibile alla esigenza di tutela giurisdizionale in materia di *climate change litigation* aprendo non tanto alla possibilità di censurare le modalità con cui gli organi statali decidono di perseguire gli obiettivi climatici quanto piuttosto alle occasioni di risarcibilità del danno che la

violazione di tali obblighi internazionali possano ripercuotere sulla salute dei cittadini⁸.

A ben vedere, la ricostruzione sacramentale imperniata sul binomio radicale intangibilità delle scelte di politica climatica nazionale/derogabilità degli obiettivi imposti dal diritto internazionale non convince del tutto, in quanto il potere discrezionale – e con esso l'attività di ponderazione tra interessi pubblici confliggenti – risulta oggi esercitabile entro margini normativi significativamente più ristretti e su basi tecnico-scientifiche sempre più determinate. Ciò pone in evidente tensione tale potere rispetto alla sua concezione tradizionale, che lo qualificava quale espressione della libertà decisionale dell'amministrazione nella selezione, nel caso concreto, della soluzione ritenuta più idonea, secondo la nota affermazione «*gouverner est choisir*»⁹.

In effetti, l'*agere* amministrativo non appare più ancorato a scelte «di natura politica» ma è sempre più subordinato a parametri valutativi di matrice tecnica e giuridica. In questo senso, quindi, si può parlare di una «funzionalizzazione vincolata» della discrezionalità, la quale, pur non annullata in astratto, viene limitata nella prassi applicativa dalla necessità di garantire la coerenza effettiva tra finalità ambientali dichiarate e strumenti pianificatori o regolatori effettivamente posti in essere¹⁰.

⁸ Si veda l'ordinanza della Corte di Cassazione, Sezioni Unite, n. 20381 del 21 luglio 2025 che chiarisce come – in materia di responsabilità da cambiamento climatico – benché non sia ammesso, per difetto assoluto di giurisdizione, far «valere una responsabilità dello Stato legislatore per atti, provvedimenti o comportamenti manifestamente espressivi della funzione di indirizzo politico» (e, nella specie, domandare la condanna «all'adozione di ogni necessaria iniziativa per l'abbattimento, entro il 2030, delle emissioni artificiali di CO₂-ed nella misura del 92% rispetto ai livelli del 1990»), sia invece possibile proporre un'azione civile volta al risarcimento dei pregiudizi causati dalle emissioni di gas climalteranti da parte di soggetti inquinanti («operanti direttamente o indirettamente nel settore della produzione e distribuzione dei combustibili fossili»).

⁹ Citazione tratta dal noto discorso tenuto all'Assemblée Nationale il 3 giugno 1953, da Pierre Mendès France, come parte del suo discorso di investitura come Primo Ministro (1954-1955).

¹⁰ MOLITERNI 2020.

3. La tutela dell'interesse energetico nell'esercizio della discrezionalità pianificatoria dell'amministrazione per lo sviluppo degli impianti da fonti rinnovabili

Come già anticipato, un caso paradigmatico della ridefinizione dei poteri discrezionali della pubblica amministrazione si riscontra nell'ambito della pianificazione funzionale alla localizzazione degli impianti delle CER¹¹. In questo settore, la tensione tra l'esigenza di promuovere la diffusione delle energie rinnovabili e la struttura tradizionalmente settoriale della pianificazione territoriale si traduce in un evidente conflitto tra obblighi ambientali a contenuto sostanziale e margini decisionali residui riconosciuti alle amministrazioni locali.

Emblematica, in tal senso, è la questione della localizzazione degli impianti FER di media taglia (tra 10 e 100 kW), per i quali gli enti territoriali si trovano a operare all'interno di un quadro normativo profondamente orientato alla *massimizzazione* della produzione da fonti rinnovabili. Tale orientamento legislativo e regolamentare, pur rispondendo a finalità sovraordinate di transizione ecologica, può condurre a una compressione significativa dell'«interesse differenziato»¹² ovvero di quegli interessi pubblici connessi alla tutela del paesaggio, dell'assetto urbanistico, della coerenza pianificatoria o della sostenibilità locale delle trasformazioni territoriali.

Come noto¹³, l'istituto delle Comunità Energetiche è stato introdotto nell'ordinamento europeo con la direttiva (UE) 2018/2001¹⁴, e successivamente rafforzato, in ambito nazionale, anche attraverso l'impulso normativo e finanziario derivante dal PNRR, con finalità ulteriori rispetto alla sola

¹¹ Sulla centralità degli strumenti di pianificazione in questo settore, si v. CHIRULLI 2024, pp 196 ss.

¹² Nel cd. decreto «aree idonee» attuativo dell'art. 20 del d.lgs. del 2021 n. 199 c'è una previsione esplicita che impone alle Regioni e Province Autonome, tra i criteri omogenei per l'individuazione delle aree idonee, la: «massimizzazione delle aree da individuare al fine di agevolare il raggiungimento degli obiettivi di cui alla tabella A dell'art. 2 dello stesso Decreto».

¹³ Si v. RUGGERI 2024, pp 1222 ss.; BALESTRA 2023, pp 2772 ss.; PISELLI 2023, pp 1-2.

¹⁴ La Missione 2 (M2C2.1 «Incrementare la quota di energia prodotta da fonti di energia rinnovabile») del PNRR che contempla l'Investimento 1.2, dedicato alla «promozione rinnovabili per le comunità energetiche e l'auto consumo», il quale si concentra sul sostegno alle CER e alle strutture collettive di autoproduzione. Sul PNRR, CLARICH 2021.

promozione delle fonti rinnovabili, tra cui la gestione della crisi energetica connessa ai conflitti geopolitici europei e alla crisi economica post-pandemica.

L'obiettivo sotteso alla promozione delle CER è infatti quello di coniugare la tutela dell'ambiente con forme avanzate di valorizzazione delle risorse locali, in un'ottica di sviluppo sostenibile che trova oggi esplicito riconoscimento tanto nella normativa europea quanto nei principi costituzionali, tra cui la sussidiarietà orizzontale¹⁵ di cui all'art. 117, comma 1, Costituzione¹⁶.

Da un punto di vista socioeconomico, le CER mirano, da un lato, a contrastare in maniera strutturale il fenomeno della cosiddetta «povertà energetica», accentuato dalle fluttuazioni del mercato energetico europeo e dai costi di produzione e distribuzione in costante aumento, dall'altro lato, promuovono forme nuove di partecipazione attiva delle collettività territoriali nei processi di produzione e gestione dell'energia da fonti rinnovabili, secondo logiche di prossimità, responsabilizzazione e co-decisione. In tale prospettiva, possono essere lette come una concreta declinazione applicativa del principio dello sviluppo sostenibile¹⁷, che da orientamento di *policy* si è ormai consolidato come parametro giuridico cogente, in grado di incidere direttamente sull'organizzazione e sull'esercizio delle competenze amministrative in materia energetica e ambientale¹⁸. Per quanto attiene al profilo oggettivo della localizzazione degli impianti da fonti rinnovabili, l'attuale assetto normativo colloca l'azione amministrativa all'interno di un più ampio processo di riorganizzazione dei rapporti tra i livelli di governo territoriale, in cui i doveri di diligenza ambientale si impongono come parametro giuridico vincolante nella progettazione e attuazione delle politiche pubbliche. La localizzazione degli impianti, infatti, non si configura più come una scelta meramente tecnica o

¹⁵ ARENA 2019, pp 33-47; ARENA, IAONE 2015; ARENA, IAONE 2012; ARENA, CORTESE 2011; ARENA, COTTURRI, 2010; ARENA 2009; ARENA 2006; ARENA 2004, pp 89-104.

¹⁶ PERSICO 2022, pp 3 ss.; PEPE 2022, pp 1 ss.; MICCÙ, BERNARDI 2022, p 603; MOLITERNI, PELLIZZARI 2021, pp 243 ss.; MOLITERNI 2021, pp 354 ss.; MOLITERNI 2020, pp 32 ss.; PEPE 2021, p 4; MATTARELLA 2020, p 283; MATTARELLA 2012, p 359; MAZZUCATO 2021; MELI 2020, p 633.

¹⁷ FRACCHIA 2021; *Id.* 2010.

¹⁸ In tema di riparto delle competenze tra Stato e Regioni in materia energetica si segnala la pronuncia della Corte costituzionale, n. 48 del 23 marzo 2023, con cui è stata dichiarata l'incostituzionalità dell'art. 9, comma 1, lett. b) della legge Reg. Abruzzo (n. 8 del 17 maggio 2022) per contrasto con l'art. 117 Costituzione. Sul punto si cfr. SANCHINI 2024, pp 144 ss.; GRECO 2023, pp 634 ss.

pianificatoria, bensì come l'esito di un procedimento discrezionale (appunto) orientato, volto a garantire il rispetto degli obblighi ambientali di derivazione internazionale.

L'attuazione dell'art. 20 del d.lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021, come integrato dal D.M. MASE del 21 giugno 2024, assegna alle Regioni, in coordinamento con gli enti locali, il compito di individuare le (quattro) aree idonee e non idonee alla localizzazione degli impianti FER, inclusi quelli destinati alla costituzione delle CER. Sebbene tale attività sia disciplinata da disposizioni tecniche di dettaglio e da linee guida ministeriali, essa conserva una natura formalmente discrezionale, ma concretamente vincolata ai criteri di conformità ed agli impegni climatici assunti dallo Stato.

In tal senso, il D.M. MASE e i relativi atti attuativi agiscono come strumenti di conformazione dell'attività amministrativa ai doveri di diligenza ambientale, i quali impongono alle amministrazioni un obbligo positivo di adozione di misure coerenti, efficaci e tempestive nella materia *de qua*.

Una significativa conferma della crescente efficacia conformativa degli obblighi derivanti dalla transizione ecologica – e, più in generale, dalla necessità di promuovere la realizzazione di impianti da fonti rinnovabili – è offerta dalla giurisprudenza amministrativa, segnatamente dalla citata sentenza del Consiglio di Stato, Sez. IV, n. 8167 del 2022, resa nell'ambito di una controversia concernente la localizzazione di un impianto eolico.

Nel merito, il Consiglio di Stato ha accolto l'appello proposto dalla società costitutiva di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER), riformando la pronuncia del TAR e affermando che, ai fini del rilascio della procedura abilitativa semplificata (PAS) per un impianto fotovoltaico, non fosse necessaria l'autorizzazione paesaggistica *ex art.* 146 del Codice dei beni culturali e del paesaggio, in quanto la qualificazione dell'area quale «zona di interesse ambientale per la rete ecologica», operata dal Piano del Parco, non era stata recepita nello strumento urbanistico comunale, e pertanto non aveva assunto valore conformativo.

Di particolare rilievo è l'esplicito riconoscimento da parte del Collegio della rilevanza dell'interesse pubblico alla permanenza dell'impianto, valutato non solo come strumento di produzione energetica, ma anche quale fattore di coesione economica, ambientale e sociale. Tale interesse – lungi dall'essere qualificabile come mero interesse diffuso o collettivo – viene elevato a interesse pubblico qualificato, normativamente fondato nella disciplina

istitutiva delle CER e dunque suscettibile di essere considerato al pari degli interessi alla tutela paesaggistica e culturale, nell'ambito della ponderazione che compete all'amministrazione e, in sede di sindacato, al giudice.

In tale prospettiva, la pronuncia si configura altresì come un invito rivolto alle Soprintendenze ad abbandonare approcci aprioristicamente conservativi, a favore di valutazioni effettivamente comparative e coerenti con il principio di bilanciamento tra valori costituzionali. Si supera così la visione tradizionale della tutela paesaggistica come valore assoluto e prevalente, in favore di un'impostazione più articolata, in cui l'interesse alla transizione ecologica acquisisce un peso crescente nella logica dell'azione amministrativa.

Sotto il piano della pianificazione, invece, la decisione si segnala per l'affermazione secondo cui le disposizioni contenute nel Piano Territoriale di Coordinamento (PTC) del Parco assumerebbero, in assenza di recepimento nello strumento urbanistico comunale, valore meramente orientativo e non conformativo. In tal senso, la richiesta di autorizzazione paesaggistica si appaleserebbe priva di fondamento normativo, non potendo fondarsi su previsioni prive di efficacia diretta.

Sotto questo profilo, la sentenza riflette una tendenza alla riespansione delle competenze urbanistiche comunali, attribuendo rilievo decisivo alla volontà pianificatoria dell'ente locale, sebbene condizionate. Il mancato recepimento delle previsioni del piano del parco nel PRG comunale non è interpretato come una mera disfunzione procedurale, bensì come manifestazione di un'opzione pianificatoria autonoma e legittima, la quale assume rilievo direttamente ai fini della disciplina applicabile.

In prospettiva sistemica, la decisione in commento si inserisce in un più ampio contesto giurisprudenziale che tende a riconoscere una preminenza funzionale alle istanze ambientali, qualificando la realizzazione degli impianti da fonti rinnovabili come strumento imprescindibile per l'adempimento degli obblighi internazionali in materia climatica ed energetica. Ne discende che tale finalità – pur in presenza di esigenze paesaggistiche contrapposte – debba trovare attuazione effettiva attraverso un bilanciamento che non si traduca in un sistematico arretramento degli obiettivi ambientali.

L'arresto in esame non solo riflette il mutato equilibrio tra i valori costituzionali in gioco, ma delinea i contorni di un esercizio del potere discrezionale sempre più orientato a parametri sostanziali vincolanti, in cui la tutela del paesaggio sembra arretrare.

Invero, vi è chi ritiene tale impostazione giurisprudenziale come manifestazione di un nuovo ordine assiologico tra interessi pubblici costituzionalmente rilevanti¹⁹, in cui l'ambiente non si limita più a essere uno degli interessi da ponderare, ma assume la veste di criterio-guida dell'azione amministrativa, in virtù della sua dimensione intergenerazionale e della sua crescente giuridificazione.

4. Conclusioni

Alla luce delle considerazioni svolte, risulta evidente come la linea di demarcazione tra l'obbligo di diligenza, quale parametro di condotta derivante da obblighi internazionalmente assunti in materia ambientale, e l'esercizio della discrezionalità amministrativa, risulti sempre più sfumata, soprattutto nei settori direttamente interessati dalla transizione ecologica e dallo sviluppo delle energie rinnovabili.

In particolare, l'adesione piena e incondizionata agli obblighi ambientali previsti a livello normativo e sovranazionale, come emerso anche dalla casistica esaminata, sembra orientare in maniera così stringente le scelte amministrative da determinarne un progressivo sconfinamento nella discrezionalità tecnica. Tale rilievo appare particolarmente pregnante nell'ambito della pianificazione urbanistica funzionale alla promozione delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER), in cui, in nome della *massimizzazione* dello sviluppo delle energie verdi, si assiste ad un significativo ridimensionamento degli strumenti urbanistici tradizionali.

L'analisi condotta ha messo in luce come, in questo contesto, l'esercizio della discrezionalità amministrativa sia sempre più fondato su parametri oggettivamente tecnici, tali da giustificare una riqualificazione delle relative valutazioni in termini di discrezionalità tecnica, con le conseguenti implicazioni sul piano della sindacabilità giurisdizionale. Ciò induce a ritenere che, sul piano applicativo, la dicotomia concettuale tra diligenza e discrezionalità tenda oggi a sovrapporsi, rendendo meno netti i confini teorici tra le due categorie.

Del resto, il sistema normativo attuale – segnato da un forte *favor legis* per le istanze ambientali – evidenzia un orientamento legislativo e amministrativo

¹⁹ MARZARO, cit., pp 248 ss., in cui l'autore parla addirittura di «irrilevanza paesaggistica».

volto a dare attuazione, anche mediante strumenti derogatori, al principio del rispetto degli obblighi di diligenza in materia ambientale. Questo principio si impone non solo come canone interpretativo, ma anche come criterio di priorità nelle scelte allocative e programmatiche.

La pianificazione territoriale, in particolare, risulta progressivamente assoggettata a logiche sovraordinate, espressione di interessi pubblici di rilievo statale o sovranazionale, come dimostrano le discipline derogatorie in materia di localizzazione di opere pubbliche o energetiche. In tale quadro, emerge in maniera emblematica il vincolo geografico imposto per la costituzione delle CER, che richiede la collocazione dei membri all'interno dell'area di competenza della medesima cabina primaria. Il rispetto di tale vincolo, peraltro, risulta condizione necessaria per l'accesso agli incentivi fiscali, ma costituisce al contempo un fattore di rilievo urbanistico, in quanto incide sulla localizzazione delle attività e sulla conformazione della pianificazione stessa.

Infine, va rilevato come, rispetto a una fase storica in cui la tutela ambientale era affidata a strumenti settoriali e paralleli alla pianificazione urbanistica, oggi si assista a un'inversione di paradigma: l'ambiente diviene oggetto di valorizzazione diretta nell'ambito della pianificazione ordinaria, tenuta a integrarne la tutela sin dalla fase preliminare dell'analisi territoriale, fino alla fase attuativa delle scelte pianificatorie.

Quanto esposto, in definitiva, induce ad interrogarsi sulla – possibile – configurabilità di un nuovo modello di discrezionalità – non più puramente amministrativa, ma tecnico-funzionale – destinato a imporsi in settori ad alta specializzazione, ove l'intervento della pubblica amministrazione si fonda su parametri oggettivi e vincolanti, con i noti limiti sussistenti in punto di sindacabilità delle decisioni amministrative.

Bibliografia

1. AMIRANTE D. (a cura di) (2000), *Diritto ambientale e Costituzione: tra riforme nazionali e nuove tendenze europee*, Torino: Giappichelli.
2. ANDRONINO A., CECCHETTI I. M., GRASSI S. (a cura di) (1999), *Ambiente e diritto*, voll. I-II, Firenze: Le Monnier.
3. ARENA G. (2004), *Sussidiarietà e solidarietà*, in *Diritto romano attuale*, 6, Bologna: Il Mulino, pp 89-104.
4. ARENA G. (2006), *Cittadini attivi. Un altro modo di pensare l'Italia*, Roma - Bari: Laterza.
5. ARENA G. (2009), *La sussidiarietà nella Caritas in veritate*, Roma: Labsus – Laboratorio per la sussidiarietà, rif. sitografico n. 4.
6. ARENA G. (2019), *Un nuovo diritto per l'amministrazione condivisa dei beni comuni*, in *La città come bene comune*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, pp 33-47.
7. ARENA G., CORTESE E. F. (a cura di) (2011), *Per governare insieme: il federalismo come metodo*, Padova: Cedam.
8. ARENA G., COTTURRI G. (a cura di) (2010), *Il valore aggiunto. Come la sussidiarietà può salvare l'Italia*, Roma: Carocci.
9. ARENA G., IAIONE C. (a cura di) (2012), *L'Italia dei beni comuni*, Roma: Carocci.
10. ARENA G., IAIONE C. (a cura di) (2015), *L'età della condivisione*, Roma: Carocci.
11. BALDIN S., VIOLA P. (2021), *L'obbligazione climatica nelle aule giudiziarie. Teorie ed elementi determinanti di giustizia climatica*, «DPCE Online», vol. 48, n. 3.
12. BALESTRA L. (2023), *Proprietà e soggettività delle comunità energetiche: profili privatistici*, «Giurisprudenza italiana», 12, pp 2772 ss.
13. CARAVITA B. (1990), *Diritto pubblico dell'ambiente*, Bologna: Il Mulino.
14. CARDUCCI M. (2020), *La ricerca dei caratteri differenziali della «giustizia climatica»*, «DPCE Online», vol. 43, n. 2, p 1345.
15. CAVALCANTI M.F., TESTEGGE M. J. (2020), *The Urgenda case: the Dutch path towards a new climate constitutionalism*, «DPCE Online», vol. 43, n. 2, pp 1371 ss.
16. CECCHETTI M. (2000), *Principi costituzionali per la tutela dell'ambiente*, Milano: Giuffrè.
17. CHIRULLI P. (2024), *Energie rinnovabili e tutela degli interessi sensibili, tra RePowerEU e direttiva RED III*, «Rivista giuridica urbanistica», n. 2, pp 196 ss.
18. CROSETTI A., FERRARA R., FRACCHIA F., OLIVETTI RASON N. (2018), *Introduzione al diritto dell'ambiente*, Roma - Bari: Laterza.
19. DELL'ANNO P. (2021), *Diritto dell'ambiente*, Padova: CEDAM.
20. DELL'ANNO P., PICOZZA E. (a cura di) (2012), *Trattato di diritto dell'ambiente. Principi generali*, Padova: CEDAM.
21. DI PLINIO G., FIMIANI P. (2008), *Principi di diritto ambientale*, Milano: Giuffrè.
22. FERRARA R., GALLO C. E. (a cura di), *Le politiche ambientali, lo sviluppo sostenibile e il danno*, vol. I; GALLO C. E., *I procedimenti amministrativi per la tutela dell'ambiente*, vol. II; FRACCHIA F., *La gestione delle risorse ambientali*, vol. III; LAMBERTI P., STELLA RICHTER P. (a cura di), *La tutela della natura e del paesaggio*, vol. IV;

- SANDULLI M. A. (a cura di) (2014); in FERRARA R., SANDULLI M. A. (diretto da) *Trattato di diritto dell'ambiente*, Milano: Giuffrè.
23. FRACCHIA F. (2010), *Lo sviluppo sostenibile. La voce flebile dell'altro tra protezione dell'ambiente e tutela della specie umana*, Napoli: Editoriale Scientifica.
 24. FRACCHIA F. (2021), *Il principio dello sviluppo sostenibile*, in ROSSI G. (a cura di), *Diritto dell'ambiente*, IV ed. Torino: Giappichelli.
 25. GRASSI S. (2012), *Problemi di diritto costituzionale dell'ambiente*, Milano: Giuffrè.
 26. GRECO M. (2023), *Le comunità energetiche rinnovabili nel sistema di riparto delle competenze legislative fra Stato e Regioni*, «Giurisprudenza costituzionale», n. 2, Milano: Giuffrè, pp 634 ss.
 27. GUARNA ASSANTI E. (2021), *Il ruolo innovativo del contenzioso climatico tra legittimazione ad agire e separazione dei poteri dello Stato*, «Federalismi.it», n. 17, pp 66 ss.
 28. JACOMETTI V. (2019), *La sentenza Urgenda del 2018: prospettive di sviluppo del contenzioso climatico*, «RGA – Rivista Giuridica dell'Ambiente», n. 1, pp 121 ss.
 29. LUGARESI N. (2020), *Diritto dell'ambiente*, Milano: CEDAM.
 30. MATTARELLA B. G. (2012), *Il problema della povertà nel diritto amministrativo*, «Rivista trimestrale di diritto pubblico», n. 2, Milano: Giuffrè, p 359.
 31. MATTARELLA B. G. (2020), *La tutela contro la povertà in Italia*, «Rivista italiana di scienza giuridica», n. 11, p 283.
 32. MAZZUCATO M. (2021), *Missione economia: una guida per cambiare il capitalismo*, Bari – Roma: Laterza.
 33. MELI M. (2020), *Autoconsumo di energia rinnovabile e nuove forme di energy sharing*, «Le Nuove leggi civili commentate», n. 3, p 633.
 34. MICCÙ R., BERNARDI M. (2022), *Premesse ad uno studio sulle energy communities*, «Federalismi.it», 4, p 603.
 35. MOLITERNI A., (2021), *Antitrust e ambiente ai tempi del Green Deal*, «Giornale di diritto amministrativo», p 354 ss.; *Il Ministero della transizione ecologica*, «Giornale di diritto amministrativo», pp 439 ss.
 36. MOLITERNI A., (2020), *La sfida ambientale e il ruolo dei pubblici poteri in campo economico*, «Rivista quadrimestrale di diritto dell'ambiente», Torino: Giappichelli, pp 32 ss.
 37. MOLITERNI A., PELLIZZARI S. (2021), *La riserva di attività economiche alle comunità di lavoratori o utenti*, in CASSESE S. (a cura di), *La Costituzione dimenticata*, Milano: Mondadori Università, pp 243 ss.
 38. MORVILLO M. (2019), *Climate change litigation e separazione dei poteri*, «Forum di Quaderni costituzionali», pp 1 ss.
 39. PENNASILICO M. (2014), *Manuale di diritto civile dell'ambiente*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI).
 40. PEPE L. M. (2021), *Il diritto dell'energia fondato sui principi*, «Rivista Giuridica AmbienteDiritto.it», p 4.
 41. PEPE V. (2022), *Le comunità energetiche come nuovi modelli di sviluppo sostenibile*, «Rivista Giuridica AmbienteDiritto.it», n. 3, pp 1 ss.
 42. PERSICO A. (2022), *Le comunità energetiche e il ruolo sussidiario delle pubbliche amministrazioni*, «Rivista Giuridica AmbienteDiritto.it», n. 2, pp 3 ss.

43. PISANÒ A. (2022), *Il diritto al clima. Il ruolo dei diritti nei contenziosi climatici europei*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI).
44. PISANÒ A. (2024), *L'impatto dei contenziosi sulla crisi climatica*, «Materiali per una storia della cultura giuridica», n. 1, pp 95-116.
45. PISELLI R. (2023), *Comunità energetiche e modelli organizzativi*, «Mercato concorrenza regole», Bologna: Il Mulino, pp 1-2.
46. POZZO B. (2021), *La climate change litigation in prospettiva comparatistica*, «RGA – Rivista Giuridica dell'Ambiente», n. 2, pp 271-318.
47. ROTA R. (2018), *Lezioni di diritto dell'ambiente*, Roma: Aracne Editrice.
48. RUGGERI L. (2024), *Comunità energetiche e modelli giuridici*, «Actualidad Jurídica Iberoamericana», n. 20, pp 1222 ss.
49. SALVEMINI L. (2019), *I principi del diritto dell'ambiente*, Torino: Giappichelli.
50. SANCHINI F. (2024), *Le comunità energetiche rinnovabili tra fondamento costituzionale e riparto delle competenze legislative Stato-Regioni*, «Federalismi.it», n. 8, pp 144 ss.

Sitografia

1. *Case of Duarte Agostinho and Others against Portugal*, parr. 213-214:
[https://hudoc.echr.coe.int/eng#{"itemid":\["22001-233261"\]}](https://hudoc.echr.coe.int/eng#{)
2. *Responsibilities and Obligations of States with Respect to Activities in the Area, Advisory Opinion*:
https://www.itlos.org/fileadmin/itlos/documents/cases/case_no_17/17_adv_op_010211_en.pdf
3. *Request for an Advisory Opinion Submitted by the Commission of Small Island States on Climate Change and International Law, Advisory Opinion*:
https://itlos.org/fileadmin/itlos/documents/cases/31/Advisory_Opinion/C31_Adv_Op_21.05.2024_orig.pdf
4. *La sussidiarietà nella Caritas in veritate*:
https://www.astrid-online.it/static/upload/protected/Aren/Arena_Sussidiariet-_16.7.09.pdf

Nonlinear Modeling of Vegetation Indices Under Climate Variability

Abdulrahman Abdulrahman

University of Cassino and Southern Lazio,
European University of Technology (EUT+), European Union

Riassunto: Questo lavoro affronta un problema applicativo nell'ambito della statistica agraria. Il monitoraggio delle colture su larga scala utilizza indici di vegetazione derivati da satellite come NDVI e LAI. Tali serie temporali presentano rumore, irregolarità temporali e osservazioni mancanti. In presenza di variabilità climatica, i pattern stagionali risultano meno stabili. Il controllo manuale delle osservazioni anomale non è sostenibile su molti appezzamenti. I sistemi operativi richiedono strumenti statistici in grado di ricostruire l'andamento stagionale atteso e individuare misurazioni anomale in modo coerente. Il contributo propone un quadro applicativo basato sulla regressione logistica doppia. Formulazioni semplificate del modello sono stimate tramite minimi quadrati non lineari per garantire stabilità e interpretabilità biologica. L'incertezza predittiva è quantificata mediante intervalli di predizione puntuali costruiti con il metodo Delta e la simulazione Monte Carlo. Le osservazioni esterne agli intervalli sono segnalate come anomalie rispetto alla dinamica stagionale attesa. Il quadro proposto fornisce una soluzione operativa per il controllo automatico dei dati satellitari e supporta il monitoraggio agricolo sensibile alla variabilità climatica senza ricorrere a soglie arbitrarie o valutazioni soggettive.

Parole chiave: indici di vegetazione, regressione non lineare, monitoraggio agricolo.

Abstract: This paper addresses a practical problem in agricultural statistics. Large-scale crop monitoring relies on satellite-based vegetation indices such as NDVI and LAI. These time series are noisy, irregular, and affected by missing observations. Under climate variability, seasonal growth patterns show higher instability. Manual inspection of abnormal observations does not scale across many fields. Operational systems require statistical tools able to reconstruct expected seasonal behavior and flag abnormal measurements in a consistent way. The paper proposes an applied nonlinear modeling framework based on double logistic regression. Simplified model formulations are estimated through nonlinear least squares to ensure stability and biological

interpretability across different crops. Predictive uncertainty is quantified using pointwise prediction intervals derived from the Delta method and Monte Carlo simulation. Observations falling outside these intervals are flagged as anomalies relative to the expected seasonal trajectory. The framework provides an operational solution for automated screening of satellite-derived vegetation data. It supports climate-sensitive agricultural monitoring by identifying abnormal vegetation responses without relying on subjective thresholds or manual validation.

Keywords: Vegetation Indices, Nonlinear Regression, Agricultural Monitoring.

1. Introduction

Satellite-based vegetation indices are widely used in agricultural monitoring. NDVI and LAI provide repeated observations of crop development during the growing season. These indices support assessment of crop condition, seasonal progress, and potential stress across large areas. In practice, vegetation index time series poses a statistical problem. Observations are noisy and irregular. Cloud cover affects optical sensors. Acquisition dates differ across fields. Missing values are common. Sudden drops or peaks appear even when crops develop normally. Raw NDVI and LAI series rarely follow smooth seasonal patterns. Seasonal vegetation dynamics must therefore be inferred rather than observed directly. Key phases such as green-up, peak development, and senescence are not explicit in the data.

They require statistical reconstruction from incomplete and uncertain observations. This issue has been widely discussed in remote sensing and phenology studies¹. Climate variability increases this difficulty. Seasonal conditions differ more strongly across years. Heat events, dry periods, and irregular rainfall affect crop development. Growth onset shifts in time. Senescence may occur earlier or later than expected. As a result, the shape of seasonal vegetation curves changes across seasons and locations². Operational monitoring systems process data from many fields at once. Manual inspection of time series does not scale. Visual screening and fixed thresholds are still used in

¹ ZHANG 2003.

² PIAO 2007.

many workflows. These approaches depend on subjective judgment and show limited consistency across fields and seasons.

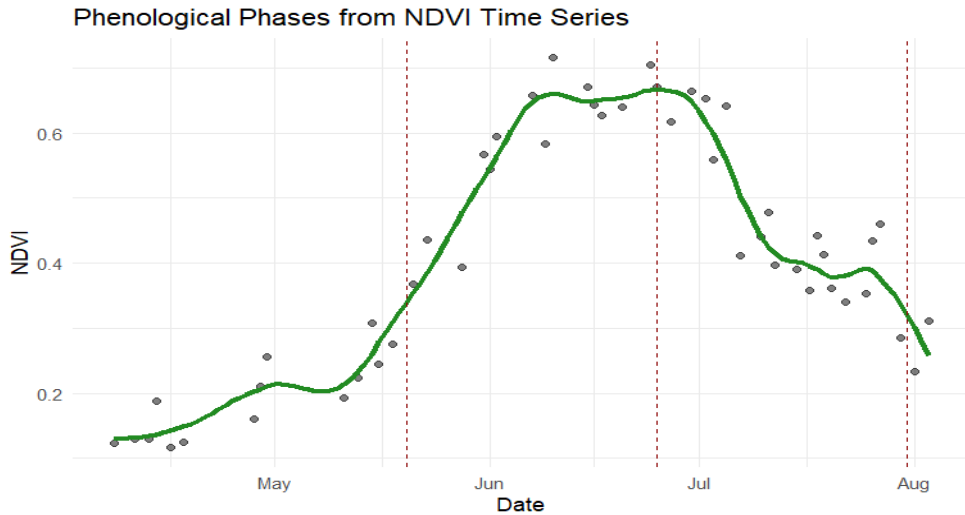


Figure 1 – Phenological phases identified from NDVI time series.

A statistical framework is therefore needed to address a practical problem in agricultural monitoring. The framework must reconstruct expected seasonal vegetation dynamics from noisy data. It must quantify uncertainty around model predictions. It must support automated identification of observations inconsistent with expected seasonal behavior. Smoothing techniques are often applied to vegetation index time series. Moving averages and spline-based methods reduces noise and improves visual clarity. These methods remain descriptive. They do not provide parameters with biological interpretation. They do not offer uncertainty measures suitable for automated decision rules. Parametric nonlinear models provide a structured alternative. These models reflect known features of plant growth. Parameters correspond to timing and rate of seasonal development. This structure supports comparison across crops and fields. The double logistic function is commonly used to represent seasonal vegetation dynamics. It describes green-up and senescence through two sigmoidal components. The resulting curve captures asymmetric growth patterns observed in agricultural systems³. In applied

³ BECK 2006.

settings, general double logistic formulations often show numerical instability. Estimation becomes unreliable when data are sparse or noisy. Parameter interactions lead to identifiability issues. Convergence depends strongly on starting values. These limitations restrict operational use. This paper addresses these issues through simplified double logistic formulations designed for stability and interpretability. The models are estimated using nonlinear least squares at the field level. The aim is reliable reconstruction of expected seasonal trajectories.

Model fitting alone is not sufficient. Individual observations deviate from fitted curves due to measurement error or genuine stress events. Without uncertainty quantification, these deviations cannot be interpreted consistently. Pointwise prediction intervals are used to address this issue. Prediction intervals describe the expected range of future observations at each time point. Observations outside this range are flagged as inconsistent with the modeled seasonal pattern. The proposed framework supports applied agricultural statistics. It enables automated screening of satellite-derived vegetation indices across many fields. It provides consistent decision rules under increasing climate variability. The framework does not estimate causal effects of climate drivers. It does not attribute anomalies to specific weather events. It provides statistical support for climate-sensitive monitoring by identifying deviations from expected seasonal behavior.

2. Vegetation Indices and Phenological Dynamics

Vegetation indices summarize information from satellite reflectance into numerical measures related to crop condition. Among these indices, NDVI and LAI are the most widely used in agricultural monitoring. Each index captures a different aspect of vegetation development and each introduces specific statistical challenges.

NDVI is derived from red and near-infrared reflectance. It provides a proxy for canopy greenness and photosynthetic activity. High NDVI values indicate dense and healthy vegetation. Low values indicate sparse vegetation, bare soil, or senescent crops. NDVI values are bounded between minus one and one, which simplifies interpretation but introduces saturation effects at high

biomass levels. In dense canopies, NDVI changes slowly even when biomass continues to increase.

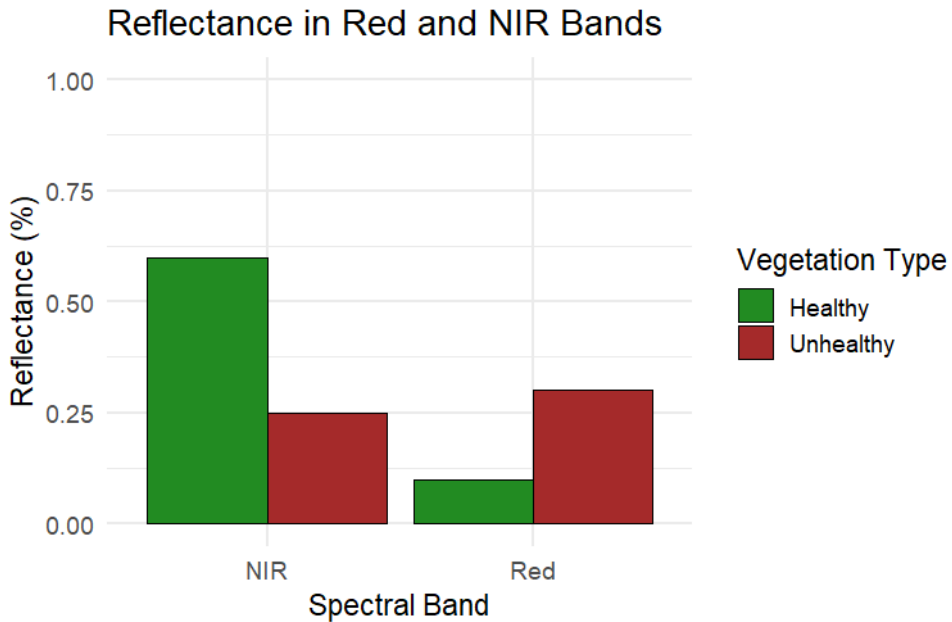


Figure 2 – Reflectance in the red and NIR bands for healthy and unhealthy vegetation.

LAI measures total leaf area per unit ground surface. It reflects canopy structure rather than greenness. LAI responds strongly to changes in biomass and canopy density. Unlike NDVI, LAI is not bounded above. This property allows discrimination between moderate and dense vegetation but also increases sensitivity to noise and outliers. LAI time series often show sharper peaks and stronger local variability than NDVI.

Both indices exhibit clear seasonal patterns driven by crop phenology. Typical annual dynamics include a growth phase during green-up, a period of peak development, and a decline during senescence. These phases are biologically meaningful but not directly observable from raw satellite measurements. They must be inferred from noisy and irregular data. A key statistical issue lies in the shape of these seasonal trajectories. Vegetation growth does not follow linear trends. Growth rates vary over time. Early development is usually slow. Rapid increase follows during vegetative growth. Decline during senescence often occurs at a different rate than

growth. These asymmetries are common across crops and environments. Raw NDVI and LAI observations rarely reflect these idealized patterns. Measurement noise, cloud contamination, and uneven sampling distort the seasonal signal. Missing observations break temporal continuity. As a result, phenological interpretation based on raw series is unreliable.

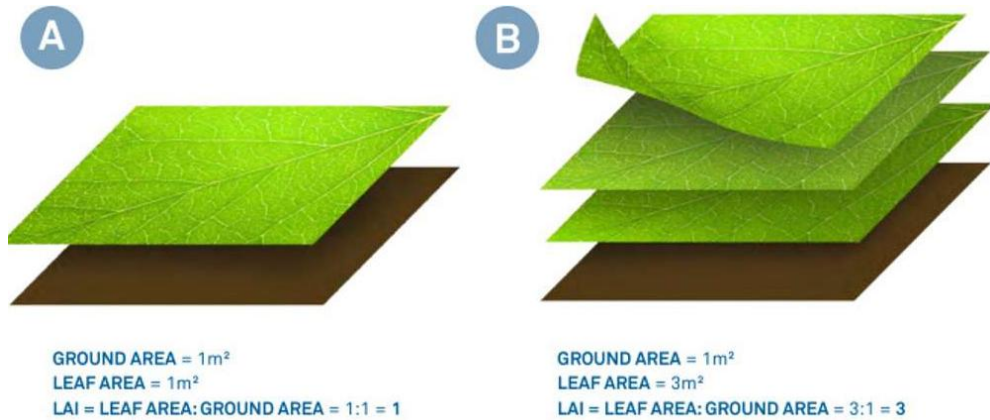


Figure 3 – Conceptual representation of Leaf Area Index. Source: Meter Group. ‘The Researcher’s Complete Guide to Leaf Area Index (LAI)’.

Many applications attempt to smooth vegetation index time series before interpretation. Smoothing improves visual clarity but does not resolve the underlying statistical problem. Smoothed curves depend strongly on tuning choices and do not provide parameters with biological meaning. They also fail to quantify uncertainty in a way suitable for automated decision rules. Parametric models provide a different approach. By imposing a structured functional form, these models constrain the fitted curve to follow biologically plausible shapes. Parameters describe timing and rate of seasonal transitions. This structure supports comparison across crops, fields, and seasons. The double logistic function has been widely adopted for this purpose. It combines two sigmoidal components to represent growth and decline. One component captures green-up. The other captures senescence. The resulting curve allows asymmetric seasonal dynamics, which reflects observed crop behavior.

Despite its conceptual appeal, direct application of the general double logistic model often proves problematic. Estimation becomes unstable when time series are short, irregular, or noisy. Parameter interactions reduce

identifiability. Convergence depends heavily on starting values. These issues are common in operational datasets derived from satellite observations.

These limitations motivate the need for careful model formulation. Stable estimation and interpretable parameters take priority over theoretical generality. The following sections focus on model structures that preserve phenological meaning while improving numerical behavior.

3. Double Logistic Regression Framework

Seasonal vegetation index time series are often modeled using logistic-type functions that approximate the growth and decline phases of crop development. Among these, the double logistic formulation has been widely adopted in phenological modelling of satellite-derived vegetation indices due to its ability to represent asymmetric seasonal patterns⁴.

Let $y(t)$ denote the observed vegetation index at time t . In a nonlinear regression framework, the model is written as:

$$y(t) = m(t, \theta) + \varepsilon(t)$$

where $m(t, \theta)$ is a nonlinear function of time and parameters θ , and $\varepsilon(t)$ is a random error term with zero mean and finite variance. The objective is to estimate the parameter vector θ such that the fitted curve represents the expected seasonal vegetation trajectory.

A common choice for modeling vegetation phenology is the double logistic function. This function combines two sigmoidal components to describe the green-up and senescence phases within a single continuous curve. The structure reflects the asymmetric nature of crop development observed in remote sensing time series⁵. The general double logistic model is expressed as:

$$y(t) = \frac{c}{1 + \exp(-a(t - b))} - \frac{d}{1 + \exp(-e(t - f))}$$

Where $y(t)$ is the estimated NDVI or LAI at time t , a and e are the steepness of green-up and senescence, respectively. b and f the times of those

⁴ BECK 2006.

⁵ ZHANG 2003; BECK 2006.

inflection points. c and d are the amplitudes of each phase. This makes sense biologically. Each parameter indicates some aspects of growth onset, acceleration, peak and abatement. The form is asymmetric, allowing for varied green-up and senescence rates an important aspect when modeling true crops that grow in non-symmetrical fashions.

Parameter estimation is performed using nonlinear least squares. The estimation procedure minimizes the residual sum of squares

$$RSS(\theta) = \sum_{i=1}^n [y_i - m(t_i, \theta)]^2$$

where y_i denotes the observed vegetation index at time t_i . Unlike linear regression, the parameters cannot be obtained analytically. Iterative optimization algorithms are required. These algorithms update parameter estimates by locally approximating the nonlinear function through a Taylor expansion around the current parameter values⁶.

The Gauss–Newton approach is commonly used in nonlinear regression. At each iteration, the nonlinear model is linearized and parameter updates are obtained by solving a weighted least squares problem. Convergence is achieved when successive parameter updates become sufficiently small and the residual sum of squares stabilizes⁷.

Despite its theoretical suitability, the general double logistic model often fails in practical applications involving satellite-derived vegetation indices. The main difficulty is not the functional form itself, but the sensitivity of the estimation procedure to initial parameter values. Nonlinear least squares is a local optimization method. The algorithm searches for a minimum of the objective function in the neighborhood of the starting values. If the initial parameters are poorly chosen, the algorithm may converge to a local minimum that does not represent the true seasonal trajectory. In some cases, the algorithm fails to converge entirely⁸.

This issue is particularly severe in vegetation index time series. Observations are noisy, irregularly spaced, and sometimes incomplete. Under these conditions, the objective function surface becomes flat or highly irregular.

⁶ WEISBERG 2014.

⁷ RUCKSTUHL 2010.

⁸ *Ibidem*.

Multiple parameter combinations can produce similar fitted curves. As a result, the optimization problem becomes ill-conditioned. The parameters of the double logistic model are strongly interdependent.

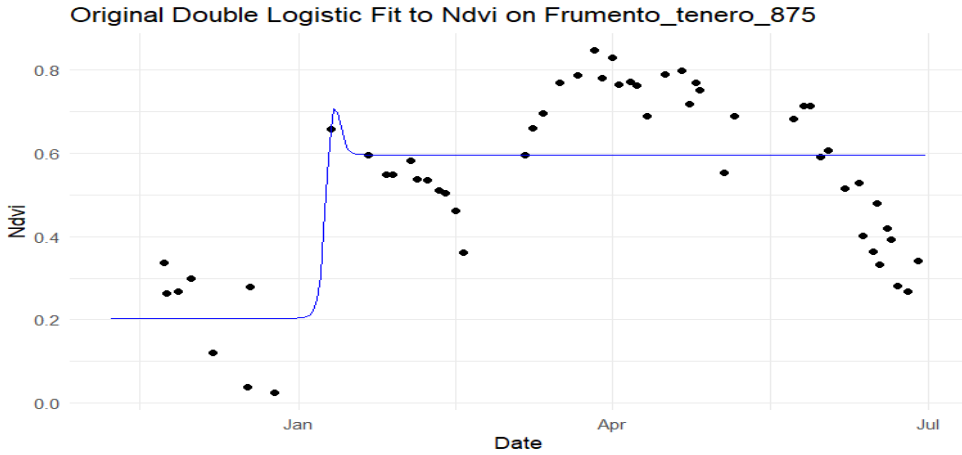


Figure 4 – The fitted curve exhibits poor alignment with the observed NDVI values, particularly during the green-up and senescence phases.

For instance, the amplitude parameters and slope parameters can compensate for each other during estimation. Small changes in initial values may lead to large differences in the final parameter estimates. This instability reduces reproducibility across fields and seasons. Another practical problem concerns the timing parameters b and f . These parameters represent the inflection points of green-up and senescence. If their starting values are far from the true seasonal transition dates, the algorithm may place the inflection points outside the observed time range. This produces biologically implausible curves and unstable extrapolation.

In remote sensing datasets, missing observations during key phenological phases further aggravate the initialization problem. If early growth or late senescence is poorly observed due to cloud contamination, the algorithm lacks sufficient information to correctly position the sigmoidal transitions. Consequently, estimation becomes highly dependent on arbitrary starting values rather than data-driven information. Overparameterization also contributes to instability. The six-parameter structure of the general double logistic model increases flexibility but reduces identifiability. When the signal-to-noise ratio

is low, the model may fit noise rather than the underlying seasonal pattern. This leads to unrealistic oscillations or exaggerated amplitude estimates.

From an applied agricultural statistics perspective, these limitations are critical. Operational monitoring requires stable and repeatable model estimation across many fields. A model that depends heavily on manually tuned initial values is difficult to scale in automated systems. The need for reliable initialization therefore becomes a central practical constraint when applying the general double logistic formulation to NDVI and LAI time series.

These practical limitations motivate the use of simplified model formulations with fewer parameters and more stable initialization strategies, which are introduced in the following section.

4. Simplified Double Logistic Model Formulations

The simplified model formulations are introduced to address practical estimation issues observed when fitting nonlinear seasonal curves to satellite-derived vegetation indices. The goal is to obtain stable, interpretable trajectories that can be consistently estimated across multiple fields characterized by noisy and irregular observations.

The first simplification concerns the structural interaction between the two logistic components. In the general model, the increasing and decreasing terms are subtracted. This subtraction can generate internal compensation between parameters c and d during estimation. As a consequence, different parameter combinations may produce similar fitted curves, leading to weak identifiability and unstable convergence. To reduce this problem, an additive simplified formulation is used for NDVI time series. The model is defined as:

$$y(t) = \frac{1}{1 + \exp(-b_1(t - c_1))} + \frac{1}{1 + \exp(-b_2(t - c_2))} + d$$

This structure separates the growth and senescence dynamics without forcing direct subtraction between components. Each sigmoid contributes positively to the seasonal trajectory. This reduces parameter compensation and stabilizes the estimation process. b_1 and b_2 controls the rate of green-up and rate of senescence respectively, c_1 represents the timing of the growth inflection point, c_2 represents the timing of the decline phase. Parameter d captures

the baseline level of the vegetation index. This simplified additive structure is particularly suitable for NDVI because NDVI values are bounded and relatively smooth compared to LAI. The model produces biologically plausible curves that follow gradual growth, peak stabilization, and decline without unrealistic oscillations.

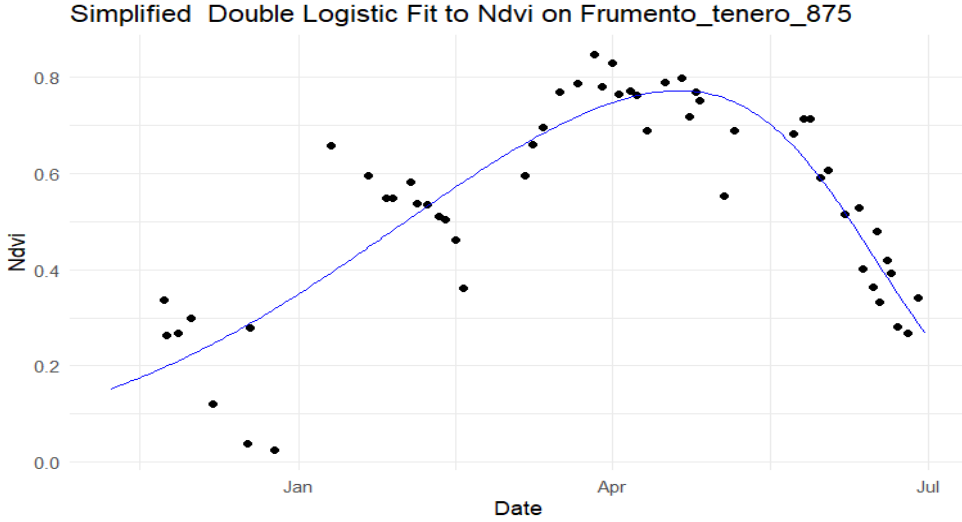


Figure 5. – The simplified formulation provides a smoother, biologically interpretable trajectory that captures both growth and decline phases with more realistic transitions.

For LAI time series, additional variability in amplitude must be considered. LAI is not bounded like NDVI and often exhibits stronger peaks and sharper transitions. Direct application of the NDVI formulation may underestimate seasonal amplitude. Therefore, a scaled additive double logistic model is adopted:

$$y(t) = A \cdot \left(\frac{1}{1 + \exp(-b_1(t - c_1))} + \frac{1}{1 + \exp(-b_2(t - c_2))} \right) + d$$

The additional parameter A controls the seasonal amplitude of the LAI trajectory. This adjustment allows the model to capture larger variability in canopy structure while maintaining a stable functional form.

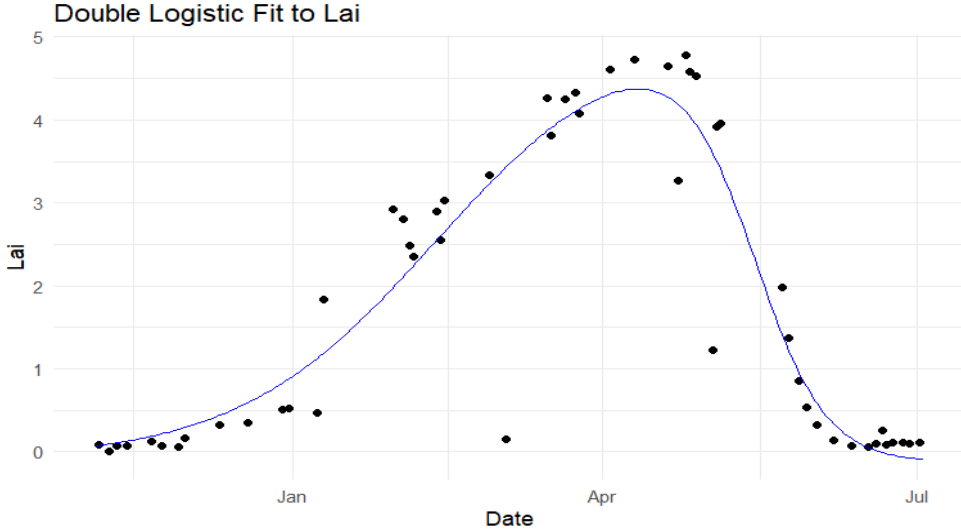


Figure 6 – The fitted curve captures the seasonal growth and senescence phases, showing the asymmetric rise and decline in LAI over time.

Estimation of these simplified models is still performed using nonlinear least squares. The objective function remains the residual sum of squares between observed and fitted values. However, the reduced parameter interaction improves convergence properties and decreases sensitivity to initialization⁹.

A key advantage of the simplified formulation lies in the choice of initial values. In the general double logistic model, six parameters must be initialized, including two amplitude parameters and two inflection points. In noisy satellite datasets, reasonable initialization of all parameters is difficult. Poor starting values often lead to non-convergence or biologically implausible fits. In contrast, the simplified NDVI model requires fewer critical initial assumptions. Starting values for c_1 and c_2 can be set using approximate early and late seasonal dates. The slope parameters b_1 and b_2 can be initialized with small positive values to reflect gradual growth and decline. The baseline parameter d can be initialized using the minimum observed vegetation index value. This strategy is data-driven and reproducible across fields.

From a statistical perspective, the simplified models reduce overparameterization. Lower model complexity leads to a more stable objective function

⁹ WEISBERG 2014.

surface. This improves the performance of iterative optimization algorithms and reduces the likelihood of convergence to local minima. The simplified formulations also improve interpretability in applied agricultural analysis. Each parameter is directly linked to a phenological feature such as growth timing or senescence rate. This allows consistent comparison across different crops, including watermelon, wheat, maize, and other fields present in the dataset.

Overall, the adoption of simplified double logistic models represents a practical solution to the instability of the general formulation. The approach maintains biological coherence, improves numerical stability, and supports large-scale automated analysis of NDVI and LAI time series under variable environmental conditions.

5. Prediction Intervals and Automated Anomaly Detection

The fitted nonlinear model provides an expected seasonal trajectory for each vegetation index time series. However, satellite observations do not lie exactly on the fitted curve. Deviations arise due to measurement noise, atmospheric disturbances, discarded images, and genuine biological variability. A statistical framework is therefore required to evaluate whether an observation is consistent with the modeled seasonal pattern.

In this study, pointwise prediction intervals are used instead of confidence intervals. This distinction is important. Confidence intervals describe uncertainty around the estimated mean function, while prediction intervals describe the expected range of future observations. Since the objective is to detect abnormal satellite measurements, prediction intervals represent the appropriate statistical tool¹⁰.

The pointwise prediction interval at time t is defined as:

$$PI(t) = \hat{y}(t) \pm z_{\alpha/2} \cdot \sqrt{SE(\hat{y}(t))^2 + \hat{\sigma}^2}$$

Here, $\hat{y}(t)$ denotes the fitted value obtained from the nonlinear model at time t . The term $SE(\hat{y}(t))$ represents the standard error of the fitted curve,

¹⁰ RUCKSTUHL 2010.

which reflects parameter uncertainty. The term $\hat{\sigma}^2$ denotes the residual variance of the model. The quantile $z_{\alpha/2}$ determines the confidence level of the interval. This formulation accounts for both model uncertainty and observation-level variability, which is essential in noisy remote sensing datasets.

The computation of $SE(\hat{y}(t))$ in nonlinear regression is not straightforward due to the nonlinear structure of the model. For this reason, approximation methods are required. Two complementary approaches are adopted: the Delta method and Monte Carlo simulation.

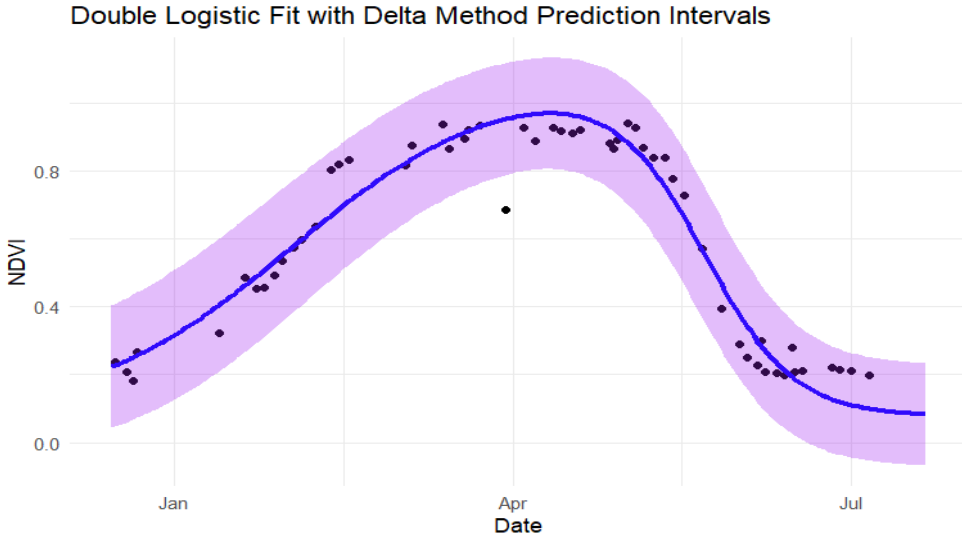


Figure 7 – Delta method–based 95% prediction intervals for NDVI. The blue line represents the fitted double logistic model, while the purple shaded band reflects the variability derived from a first-order Taylor expansion of the model with respect to its parameters. Both parameter uncertainty and residual variance are propagated, producing an analytically derived uncertainty envelope.

The Delta method is based on a first-order Taylor approximation of the nonlinear mean function around the estimated parameter vector. Let $\hat{\theta}$ be the estimated parameter vector and Σ be its covariance matrix. The variance of the fitted value at time t is approximated using the gradient of the nonlinear function with respect to the parameters. This leads to an analytical

approximation of $SE(\widehat{y}(t))$ derived from the local linearization of the model¹¹. The Delta method is computationally efficient and suitable for field-by-field analysis, especially when a large number of time series must be processed.

Monte Carlo simulation provides a complementary approach that does not rely on linear approximation. In this case, repeated parameter vectors are sampled from the multivariate normal distribution defined by $\hat{\theta}$ and Σ . For each sampled parameter vector, a predicted curve $\widehat{y}^k(t)$ is generated. The distribution of these simulated predictions at each time point is then used to estimate the predictive variability and construct empirical prediction bands. This approach captures nonlinear effects more directly and is particularly useful when the model curvature is strong.

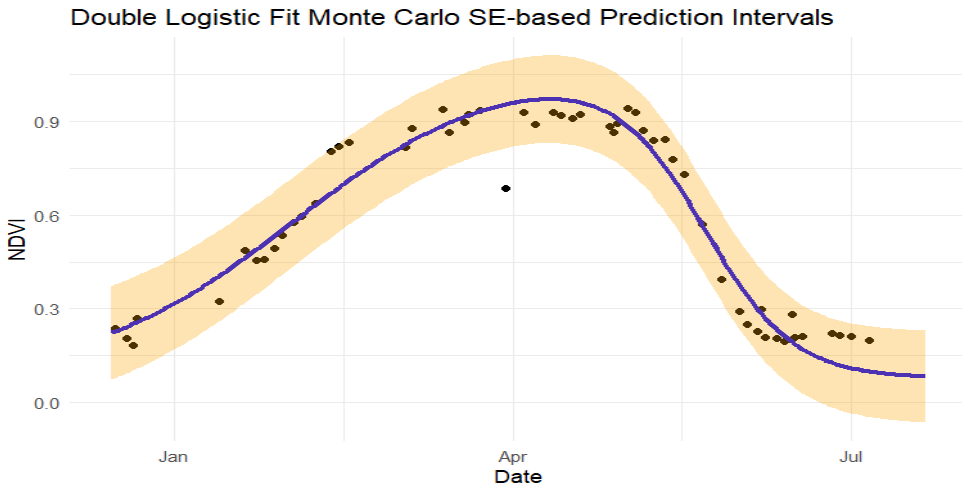


Figure 8 – Monte Carlo-based 95% prediction intervals for NDVI. The blue line represents the fitted double logistic model, while the orange shaded band reflects the variability generated through 1000 simulations. Both parameter uncertainty and residual variance are included, producing a statistically grounded uncertainty envelope.

Once prediction intervals are constructed, they are used for automated anomaly detection. Each observed vegetation index value $y(t)$ is compared with the corresponding interval $PI(t)$. Observations falling within the interval are considered statistically consistent with the expected seasonal

¹¹ O'BRIEN, SILCOX 2013.

dynamics. Observations falling outside the interval are classified as anomalous relative to the modeled trajectory.

In the dataset, some observations are highlighted in red. These points correspond to satellite images that were previously flagged and discarded during manual inspection. This manual flagging process is subjective and time consuming, as it requires visual evaluation of each time series and expert judgment about data quality. The use of prediction intervals provides a reproducible statistical alternative. Instead of relying on subjective screening, anomalous observations are identified through a consistent rule based on deviation from the expected seasonal pattern.

Delta method:

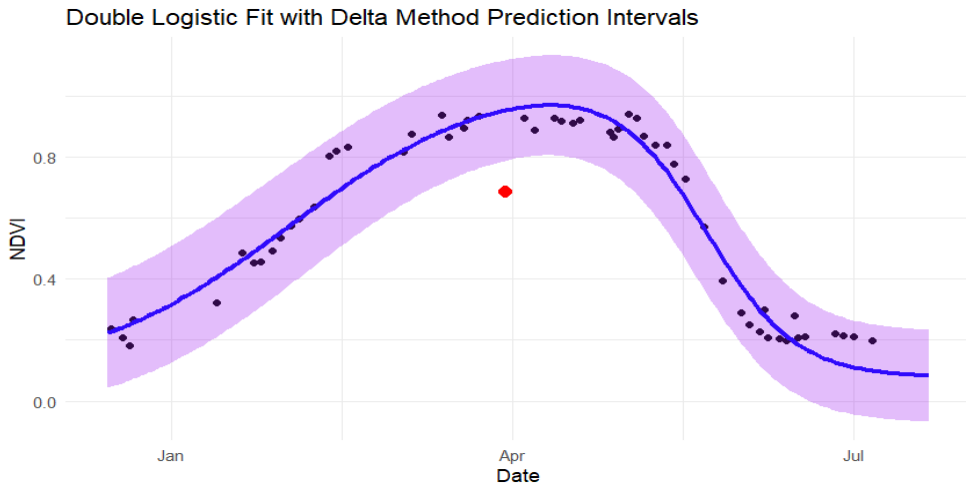


Figure 9 – 95% prediction intervals for NDVI using the Delta method. All anomalies fall outside the bands, showing strong detection despite wider uncertainty intervals.

From an applied perspective, this approach is particularly relevant for large-scale agricultural monitoring. Satellite platforms generate frequent observations across many fields and crops. Manual validation of each time series is not feasible in operational settings. Prediction intervals allow automated and scalable detection of suspicious observations while maintaining a clear statistical interpretation.

Monte Carlo method:

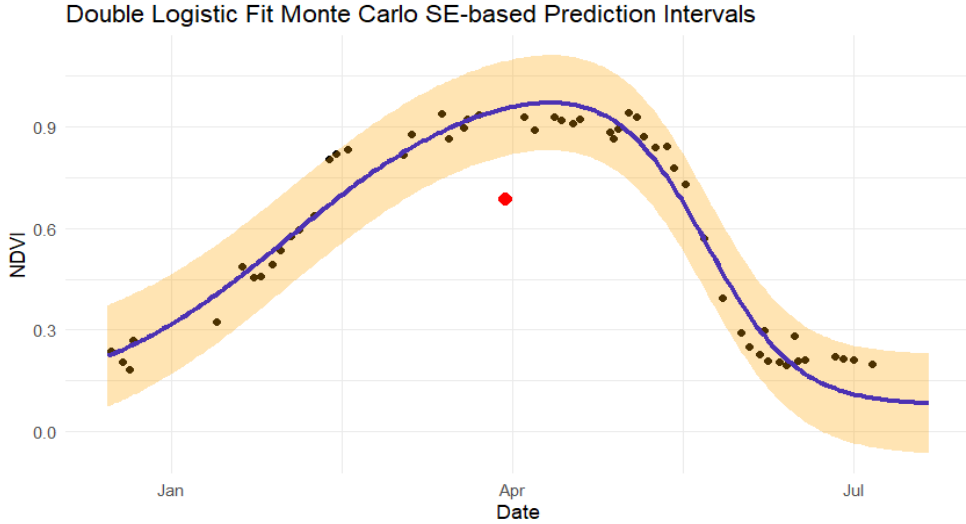


Figure 10 – 95% prediction intervals for NDVI using Monte Carlo. All anomalies are outside the bands, consistent with Delta but with narrower intervals.

6. Climate Variability Considerations and Final Discussion

Vegetation index time series do not evolve under stable environmental conditions. Seasonal crop development is affected by temperature variability, precipitation patterns, and extreme weather events. These factors influence growth onset, peak biomass, and senescence timing. Consequently, the seasonal trajectories of NDVI and LAI change across years even for the same crop and field.

In practical satellite datasets, this variability appears as shifts in the timing and shape of the seasonal curve. Some seasons show delayed green-up, while others exhibit compressed growth phases or earlier decline. These deviations are not necessarily errors. They often reflect real biological responses to environmental stress or irregular climatic conditions.

The nonlinear modeling framework reconstructs an expected seasonal trajectory based on observed data. Prediction intervals then define the range of statistically consistent observations around this trajectory. When observations

fall within the interval, they follow the expected seasonal dynamics given the estimated model and residual variability. When observations fall outside the interval, they indicate statistically significant deviations that require further evaluation.

In the dataset, some observations are marked in red and correspond to satellite images previously discarded during preprocessing. These points were flagged through manual inspection of the time series and visual assessment of data quality. This procedure is subjective and time consuming, especially when applied to many fields and long time series. Different operators may flag different observations depending on their judgment. A statistical rule based on prediction intervals provides a consistent and reproducible alternative to manual screening.

Climate variability increases the importance of automated anomaly detection. Extreme conditions such as drought, heat stress, or irregular rainfall can produce abrupt departures from expected vegetation development. These effects appear as localized drops, flattened peaks, or early senescence in NDVI and LAI curves. The model does not attribute these deviations to specific climatic drivers. Instead, it identifies observations that are statistically inconsistent with the reconstructed seasonal pattern. The proposed framework therefore supports climate-sensitive monitoring without requiring explicit climate modeling. It focuses on detecting deviations in vegetation behavior rather than explaining their environmental causes. This distinction is important in operational agricultural systems where climate covariates are not always available or synchronized with satellite observations.

Several limitations must be considered. The double logistic structure assumes a single dominant seasonal cycle. Crops with multiple growth phases or irregular management practices may not be fully represented by this functional form. In addition, prediction intervals depend on the estimated residual variance and parameter covariance. These quantities are affected by noise, discarded observations, and irregular temporal sampling, which are common in satellite-derived datasets.

One of the most relevant directions for future research is the inclusion of exogenous covariates related to climate variability. Variables such as temperature, precipitation, and soil moisture could be integrated into the nonlinear modeling framework to improve interpretability of detected anomalies. In the current approach, anomalies are defined only in statistical terms as deviations

from the expected seasonal trajectory. The integration of climate covariates would allow a more informative analysis by linking abnormal vegetation responses to environmental conditions. The inclusion of climate-related covariates would also help reduce parameter uncertainty during model estimation. Additional explanatory information could improve the identification of phenological transitions, especially in seasons with irregular growth patterns. This extension would move the framework from purely descriptive monitoring toward a more explanatory modeling structure, while preserving the stability of the nonlinear formulation.

Overall, the combination of nonlinear seasonal modeling and prediction intervals addresses a concrete problem in agricultural statistics. It provides a systematic method for reconstructing vegetation dynamics, quantifying uncertainty, and identifying anomalous satellite observations under conditions of increased climatic variability.

Bibliography

1. ATZBERGER C. (2013), *Advances in Remote Sensing of Agriculture: Context Description, Existing Operational Monitoring Systems and Major Information Needs*, «Remote Sensing», MDPI, 5, pp 949-981.
2. BECK P. S. A., ATZBERGER C., HØGDA K. A., JOHANSEN B., SKIDMORE A. K. (2006), *Improved monitoring of vegetation dynamics at very high latitudes: A new method using MODIS NDVI*, «Global Change Biology», 12, pp 1-16.
3. O'BRIEN C. M., SILCOX R. J. (2013), *Nonlinear regression modelling: A primer with applications and caveats*, University of Queensland Working Paper.
4. PIAO S., FRIEDLINGSTEIN P., CIAIS P., ZHOU L., CHEN A. (2007), *Changes in satellite-derived vegetation growth trend in temperate and boreal Eurasia from 1982 to 2006*, «Global Change Biology», Wiley-Blackwell, 13(11), pp 1-14.
5. RUCKSTUHL A. F. (2010), *Introduction to Nonlinear Regression*, Zurich (CH): Institute of Applied Statistics and Computational Science, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
6. WEISBERG S. (2014), *Applied Linear Regression*, 4th ed., Hoboken (NJ) USA: John Wiley & Sons.
7. ZHANG X., FRIEDL M. A., SCHAAF C. B., STRAHLER A. H., HODGES J. C. F., GAO F., REED B. C., HUETE A. (2003), *Monitoring vegetation phenology using MODIS*, «Remote Sensing of Environment», 84(3), pp 471-475.

Verso una democrazia energetica territoriale: il contributo delle Comunità Energetiche Rinnovabili (CER) nella lotta alla povertà energetica

EMANUELE MIGLIORELLI

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUT+), European Union

Riassunto: Il lavoro ha per oggetto un'indagine, in tutti i suoi aspetti, del fenomeno della povertà energetica. Se ne discute ampiamente – dal problema terminologico, agli indicatori e alle misure di contrasto – al fine di introdurre, tra le politiche di nuovo conio utilizzate per farne fronte, una discussione sul ruolo delle Comunità di Energia Rinnovabile (CER) e sull'importanza della partecipazione del cittadino in esse, in un'ottica di collaborazione tra pubblico e privato, così favorendo una gestione energetica democratica a livello territoriale.

Parole chiave: povertà energetica, comunità di energia rinnovabile, democrazia energetica.

Abstract: This paper explores the phenomenon of energy poverty in all aspects. It discusses it extensively – from terminological issues to indicators and measures to address it – with the aim of introducing, among the new policies used to address it, a discussion on the role of Renewable Energy Communities (CERs) and the importance of citizen participation in them, within a framework of public-private partnership, thus fostering democratic energy management at the local level.

Keywords: Energy Poverty, Renewable Energy Communities, Democratic Energy.

1. Cambiamento climatico e sostenibilità territoriale: considerazioni introduttive

Nel nostro tempo, tra le sfide che suscitano maggiore attenzione e necessità di intervento, spicca quella relativa al contrasto al cambiamento climatico, fenomeno che si manifesta con forza negli equilibri naturali del nostro

pianeta, alterati dal costante aumento delle temperature globali, dallo scioglimento dei ghiacciai, dall'innalzamento del livello del mare e da altri fenomeni naturali sintomatici del problema. Trovare una soluzione richiede innanzitutto un'attività di ricerca dell'origine del problema e, successivamente, di interrogarsi sull'adeguatezza delle misure a cui si può ricorrere per contrastarlo. Sul punto, un segnale possiamo recepirlo dall'Obiettivo 7 dell'Agenda ONU 2030 per lo Sviluppo Sostenibile¹ che dispone, per tutti², un accesso a servizi economici, affidabili, sostenibili e moderni di energia e, più in generale, dall'iniziativa nel suo complesso, che pone l'obiettivo, tra i vari, di promuovere una riduzione delle emissioni di gas serra derivanti dalle attività umane. L'attenzione al tema ambientale non è certamente un qualcosa di nuovo, neanche per il legislatore interno. Si pensi alle importanti modifiche – anche criticate in dottrina³ – apportate agli artt. 9 e 41 della Costituzione⁴, con cui è stata data rilevanza all'ambiente nella Carta fondamentale⁵ dell'ordinamento italiano, a riprova di quanto la questione sia diventata di stringente attualità. Questa modifica rappresenta la traduzione in parole di una coscienza sempre più toccata da questioni ormai all'ordine del giorno e bisognose di una regolamentazione chiara per evitare ripercussioni ulteriori sulla popolazione, in termini anche economici e sanitari. Infatti, le politiche ambientali odierne, specie relative alla gestione dell'energia e dettate per cercare di salvaguardare il più possibile le risorse naturali, generano anche un incremento dei costi energetici, con conseguente difficoltà, per le famiglie il cui reddito non risulta adeguato, rispetto alle richieste economiche, di godere del livello minimo di servizi energetici essenziali per una vita dignitosa, generando una situazione di povertà energetica. Questa situazione, come si può ben intuire, è stata resa ancor più drammatica prima dal periodo pandemico e poi dal conflitto russo-

¹ È un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai Governi di 193 Paesi Membri dell'ONU e si compone di 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (SDGs). L'Italia ha recepito questi obiettivi nel Piano Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, approvato con Legge n. 221 del 28 dicembre 2015. Tra questi obiettivi, spicca, per quanto di interesse nel presente contributo, il numero 7, rubricato «Energia pulita ed accessibile» e che mira ad assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni.

² Sul punto, cfr. CLO' 2021.

³ Si legga, *ex multis*, FROSINI 2021.

⁴ Per un'analisi, v. LIPARI 2024.

⁵ Legge costituzionale n. 1 del 11 febbraio 2022, Gazzetta Ufficiale n. 44 del 22 febbraio 2022.

ucraino⁶, che ha generato un aumento dei prezzi dell'energia a causa della dipendenza dell'Unione Europea, per soddisfare il proprio fabbisogno energetico, da Paesi esterni, tra cui la Russia⁷. Bisogna dunque porsi l'obiettivo, certamente non semplice, ma importante ai fini della sicurezza e la sostenibilità ambientale dell'UE, di favorire l'indipendenza energetica della stessa⁸. È ben chiara l'urgenza di cercare soluzioni a questa situazione di disagio che colpisce una crescente percentuale della popolazione⁹, nonostante ci sia una diffusione diversa nei vari territori dell'Unione, con i Paesi dell'Europa orientale e meridionale – sebbene non siano gli unici, in quanto anche centri urbani e quartieri di alcuni dei Paesi dell'Europa centrale si presentano come particolarmente suscettibili a questa condizione – che presentano una particolare vulnerabilità a causa della povertà, oltre che energetica, anche economica in senso stretto. Da non sottovalutare l'impatto che può avere sulla salute mentale il vivere in condizioni di povertà energetica, per via dello stress legato all'incapacità di acquistare un servizio essenziale come l'energia¹⁰. Il paradosso è che anche la politica di avvicinamento all'utilizzo di energie rinnovabili si presenta, almeno nel breve periodo¹¹, in contrasto rispetto alla necessità di ridurre l'impatto della spesa energetica, il cui aumentare genera una condizione di povertà. Il futuro energetico sostenibile a cui si auspica passa da una *governance* delle risorse energetiche che sia inclusiva, in modo da favorire un sistema di democrazia energetica¹², concetto legato a quello di

⁶ Si tratta di eventi che hanno reso ancor più urgente l'obiettivo di contrastare in maniera efficace il fenomeno della povertà energetica. Sul punto, vd. *Report Electricity access, global commission to end energy poverty*, 2020.

⁷ Sul punto, v. GIACHETTI FANTINI 2023.

⁸ In questa direzione, un aiuto può essere offerto dalle stesse comunità di energia rinnovabile, in quanto consentono di ridurre, per famiglie ed imprese, l'esposizione agli improvvisi aumenti di prezzo nel mercato, e allentare, così, i legami di dipendenza del nostro Paese dalle forniture estere. Cfr. PERSICO 2022, p. 156.

⁹ Nei Paesi meno sviluppati, oltre 1 miliardo di persone non ha accesso all'elettricità e ancora di più utilizza combustibili tradizionali per riscaldarsi e cucinare, con conseguenze devastanti sulla salute.

¹⁰ Sul punto, v. DE MAIO 2024, pp. 16-17.

¹¹ L'avvicinamento all'utilizzo di energie rinnovabili potrebbe richiedere ingenti investimenti per l'iniziale installazione di tecnologie energetiche sostenibili (es. pannelli solari, sistemi di riscaldamento efficienti) con il rischio che le famiglie a basso reddito, data l'impossibilità di farne fronte, rimarrebbero escluse, aumentando la loro povertà energetica. Sul punto, v. AQUILI 2025, pp. 7-8.

¹² IAIONE, DE NICTOLIS 2022, pp. 590 ss.

giustizia energetica¹³, con cui si valutano le ingiustizie nel settore energetico e le eventuali estromissioni di determinate classi sociali dalla gestione energetica. È chiaro, in questo contesto, che l'obiettivo primario da perseguire deve essere volto alla ricerca di soluzioni che conducano ad una disponibilità energetica che sia a misura di ciascun individuo e, per tale obiettivo, nel presente lavoro, saranno approfondite le comunità energetiche rinnovabili (CER), la cui disciplina è contenuta nella Direttiva 2018/2001/UE (cd. RED II)¹⁴, che ha trovato in Italia un primo, ma parziale, recepimento con il d.l. 169/2019 (cd. decreto milleproroghe)¹⁵, convertito, con modifiche, dalla legge n. 8/2020, con cui si diede una prima regolamentazione alle CER. Tralasciando momentaneamente i passaggi normativi intermedi, è giusto dare rilievo, in questa fase, al d.lgs. n. 199/2021 (cd. Decreto RED II)¹⁶, con cui è stata recepita in maniera definitiva la Direttiva RED II, ampliando il quadro rappresentato dal decreto milleproroghe, e al d.lgs. n. 210/2021¹⁷, il quale, recependo la Direttiva 2019/944/UE, ha introdotto, per la prima volta nel nostro ordinamento, la disciplina sulle Comunità Energetiche dei Cittadini (CEC). Rimandando ad una fase successiva la disamina specifica della normativa menzionata, per provare a definire gli aspetti del quadro regolatorio delle CER, è ora il caso di premettere che, sul punto, nonostante ci sia una

¹³ Sul punto, cfr. PEPE 2021.

¹⁴ Direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, pubblicata in Gazzetta Ufficiale il 21 dicembre 2018.

¹⁵ Decreto-legge n. 162 del 30 dicembre 2019, in Gazzetta Ufficiale – Serie generale – n. 305 del 31 dicembre 2019, entrato in vigore il 31 dicembre 2019, coordinato con la legge di conversione n. 8 del 28 febbraio 2020, recante: «Disposizioni urgenti in materia di proroga di termini legislativi, di organizzazione delle pubbliche amministrazioni, nonché di innovazione tecnologica».

¹⁶ Decreto legislativo n. 199 dell'8 novembre 2021, attuazione della direttiva UE 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, in Gazzetta Ufficiale, Serie Generale, n. 285, del 30 novembre 2021 – Suppl. ordinario, n. 42.

¹⁷ Decreto legislativo n. 210 dell'8 novembre 2021, attuazione della direttiva UE 2019/944, del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la direttiva 2012/27/UE, nonché recante disposizioni per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE 943/2019 sul mercato interno dell'energia elettrica e del regolamento UE 941/2019 sulla preparazione ai rischi nel settore dell'energia elettrica e che abroga la direttiva 2005/89/CE, in Gazzetta Ufficiale, Serie Generale, n. 294 dell'11 dicembre 2021, entrato in vigore il 26 dicembre 2021.

attenzione crescente, vi è ancora uno stato di incertezza che rende necessaria una conoscenza maggiore dell'argomento.

2. Il complesso fenomeno della povertà energetica: un'analisi

Con l'espressione povertà energetica¹⁸ ci si riferisce alla condizione esistenziale di coloro che non riescono a soddisfare adeguatamente il proprio fabbisogno energetico, sia per ciò che concerne l'elettricità necessaria per l'illuminazione, le telecomunicazioni, l'utilizzo degli apparati elettronici; sia per l'energia necessaria per cucinare e scaldare le abitazioni. L'accesso all'energia, in ogni sua forma, è di vitale importanza per lo sviluppo della persona, sia nella sua sfera individuale, sia in quella sociale, in quanto è vero che non è, l'energia, un bisogno umano fondamentale, ma «è cruciale per il soddisfacimento di tutti i bisogni umani»¹⁹. A tal proposito, occorre che sia riconosciuto e garantito ad ogni cittadino europeo²⁰ il diritto ad un'energia pulita ed a prezzi accessibili, stimolando investimenti nell'efficientamento energetico e creando sistemi di protezione sociale²¹. Parlando di dati, affinché possa aversi contezza dell'attualità e della gravità del problema, si può affermare come in Europa, dal 2020, abbiamo assistito ad una crescita esponenziale di soggetti versanti in condizioni di povertà energetica: da una rilevazione di quell'anno, è emerso che circa 34 milioni di europei non erano in grado di mantenere le proprie case adeguatamente calde²². Il dato, come dimostrato da rilevazioni Eurostat effettuate negli anni successivi, ha subito un notevole aumento, rilevando che nel 2022 circa 40 milioni di europei in tutti gli Stati membri – 9,3% della popolazione dell'Unione – non hanno potuto riscaldare

¹⁸ Ci si riferisce, con l'espressione, alla povertà energetica, nel contesto internazionale identificata come *energy poverty* o *fuel poverty*. Sul tema, v. GRECO 2023, p. 437.

¹⁹ WEHAB Working Group, *A framework for action on energy*, agosto 2022, 7.

²⁰ Sul punto, il Comitato delle Regioni, nel parere *Governance multilivello e cooperazione intersettoriale per la lotta contro la povertà energetica*, 2019, si pronuncia esortando ad «eliminare la povertà energetica in Europa».

²¹ Con la Raccomandazione 2020/1563/UE del 14 ottobre 2020, sulla povertà energetica, l'Unione ha precisato che il pilastro dei diritti sociali annovera l'energia tra i servizi essenziali ai quali ogni persona ha il diritto di accedere, puntualizzando ulteriormente che le persone in stato di bisogno vanno sostenute per garantire alle stesse accesso a tali servizi. Cfr. *Pilastro europeo dei diritti sociali*, principio 20, «Accesso ai servizi essenziali».

²² Per un'analisi di questi dati, cfr. CORNELIS 2020.

adeguatamente le loro abitazioni. Percentuale in notevole aumento²³ di diversi punti rispetto alla rilevazione dell'anno precedente, quando il 6,9% della popolazione versava nella medesima situazione²⁴. Il fenomeno è reso complesso da differenti circostanze: infatti, versano in una condizione di povertà energetica tanto coloro che si trovano impossibilitati ad accedere a determinati servizi energetici (*accessibility*)²⁵, tanto coloro che a tali servizi energetici riescono ad accedere, ma questo comporterebbe un impiego di risorse superiore rispetto alla reale disponibilità (*affordability*). Vi è una differente concezione del concetto di «accesso»: nel primo caso mancano i presupposti per l'accesso ai servizi energetici²⁶; nel secondo caso, questa possibilità esiste in astratto, ma in concreto colpirebbe, in maniera superiore rispetto al consentito, l'aspetto economico. Questo è il senso accreditato di povertà energetica²⁷ nel contesto dell'ordinamento nazionale ed europeo²⁸. La premessa fatta aiuta a comprendere come la povertà energetica rappresenti una forma di povertà incidente sullo stato di benessere della persona e, sebbene possa sembrare

²³ L'aumento è sottolineato anche dalla Raccomandazione 2023/2407/UE della Commissione, del 20 ottobre 2023, sulla povertà energetica, in cui viene ribadito che la povertà energetica è un fenomeno multidimensionale e che le famiglie con un fabbisogno energetico maggiore, comprese quelle con bambini, persone disabili ed anziani, sono più esposte alla povertà energetica e ad i suoi effetti.

²⁴ Dati resi disponibili da Eurostat, con riguardo al parametro *Inability to keep home adequately warm – EU – SILC survey*, 2024.

²⁵ Questo primo caso è definito di «povertà energetica estrema» da GRECO, cit., pp 440 s. L'estremizzazione del concetto deriva dalla mancanza dei presupposti necessari per accedere ai servizi energetici, per via delle insufficienti dotazioni infrastrutturali o a causa di un più generale e radicato stato di povertà estrema.

²⁶ In questo senso, il fenomeno coinvolgerebbe principalmente i Paesi più poveri. Per una lettura dei dati sul punto, v. «*World Energy Outlook 2022*», Agenzia internazionale per l'Energia (IEA), secondo cui circa l'80% di coloro che non hanno accesso all'elettricità vive nell'Africa sub-sahariana.

²⁷ Il concetto di «povertà energetica», a livello unionale, è stato introdotto nel 2009, con la Direttiva 2009/72/CE del Parlamento europeo e del Consiglio – rientrante nell'ambito del «terzo pacchetto energia» – del 13 luglio 2009 e, da allora, è stato ampliato nella narrativa di una transizione energetica giusta ed equa.

²⁸ Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) italiano definisce la povertà energetica come «la difficoltà ad acquistare un paniere minimo di beni e servizi energetici oppure come la condizione per cui l'accesso ai servizi energetici implica una distrazione di risorse (in termini di spesa o di reddito) superiore a quanto socialmente accettabile». Il PNIEC italiano, ai fini di una quantificazione della povertà energetica in Italia, ha adottato misure proposte da FAIELLA, LAVECCHIA 2015, pp 27-76.

esistente una sovrapposizione tra la povertà intesa in senso economico e quella intesa in senso energetico, in realtà si discute di due fenomeni differenti, essendo la povertà energetica un problema distinto da quello più ampio e più diffuso della povertà economica. Infatti, è vero che chi è povero di reddito è più probabile che lo sia anche di energia, ma quello economico sembra presentarsi, sul punto, come solo uno dei fattori che determinano la povertà energetica, che dipende, nel concreto, dall'interazione di più elementi, tra cui, appunto, i bassi livelli di reddito, gli alti livelli dei consumi, gli alti prezzi energetici, l'efficienza energetica delle abitazioni, lo stato di salute delle persone, la percezione della propria condizione e lo stile di vita²⁹. Una definizione chiara, precisa e condivisa di povertà energetica, è stata resa complessa dalla originaria confusione terminologica in materia³⁰, con due espressioni che hanno sempre cercato di imporsi: *energy poverty* e *fuel poverty*³¹, concetti riferiti, rispettivamente, ai Paesi sviluppati e ai Paesi in via di sviluppo, distinguendo a seconda della mancanza o meno dell'accesso all'energia³². Distinzione questa che ha generato, in origine, lo sviluppo di tre distinte interpretazioni. La prima tra queste, che considera le espressioni riportate come fenomeni distinti in base al contesto di analisi, è quella che per lungo tempo ha orientato lo studio della povertà energetica, permettendo di sviluppare una distinzione – anche prima riportata – tra accessibilità fisica o economica all'energia (*availability* e *affordability*)³³. In questo contesto, con l'espressione *energy poverty* ci si è riferiti alla inesistente possibilità di accesso a vettori di energia moderni, nei Paesi meno sviluppati; invece, l'espressione *fuel poverty* – tipico dei Paesi anglofoni, quali Regno Unito e Irlanda, in cui lo studio del fenomeno ha avuto particolare sviluppo – ha avuto un importante utilizzo nei Paesi industrializzati, con riferimento all'incapacità delle famiglie di usufruire di adeguati servizi energetici nelle proprie case, dunque concentrando sull'aspetto economico dell'accesso all'energia. Nonostante ci siano

²⁹ Sul punto, v. GRAZINI 2023, p 2, che in tema richiama anche l'attenzione verso i soggetti più vulnerabili, maggiormente colpiti da tale condizione.

³⁰ Sulla difficoltà nella definizione di povertà energetica e nella circoscrizione delle modalità con cui il fenomeno si manifesta, v. GALICZ 2023, pp 497 ss.

³¹ Sul punto, v., *ex multis*, SUPINO, VOLTAGGIO 2018, che fornisce un'analisi approfondita sulla povertà energetica e sulle strategie di contrasto attuate a livello nazionale ed internazionale.

³² Sul punto, DE MAIO, cit., p 30.

³³ FIORINI 2023, p 71.

stati, negli anni, diversi tentativi di teorizzare il concetto di *fuel poverty*³⁴, soltanto con uno scritto di Boardman del 1991³⁵, la povertà energetica acquista rilievo accademico e politico, poiché fa una concettualizzazione dell'espressione che poi diventerà la più nota ed utilizzata, nonostante l'abbia anche rivisitata nel tempo. Infatti, inizialmente descrive la *fuel poverty* facendo riferimento all'incapacità di permettersi un adeguato calore a causa dell'inefficienza energetica dell'abitazione, quindi riducendo tutto ad una sfera di convenienza economica; poi però è stata fornita una definizione più estesa del concetto³⁶, facendovi rientrare tutti i servizi energetici domestici, venendo a configurarsi una situazione di povertà energetica nel momento in cui le famiglie non sembrano in grado di usufruire di un livello adeguato di servizi energetici sfruttando il 10% del proprio reddito. Dopo la definizione di Boardman, c'è stato chi, in dottrina, ha ripreso la dicotomia tra *fuel poverty* ed *energy poverty*, ma la realtà è che, da quel momento in poi, l'orientamento è stato sempre più spostato verso un rifiuto della divisione, sostenendo che i termini, invece, possano essere utilizzati in modo intercambiabile, pur persistendo una preferenza verso l'espressione *energy poverty*. La prima definizione di povertà energetica, in Europa, la si rinviene nel parere del Comitato Europeo delle Regioni del 2019, in cui si richiama quanto indicato dal Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia³⁷. Il recente punto di arrivo è rappresentato dalla definizione fornita dalla Direttiva 2023/1791/UE³⁸, che all'articolo 2, par. 52, definisce la povertà energetica come «l'impossibilità per una famiglia di accedere ai servizi energetici essenziali che forniscono livelli basilari

³⁴ GRAZINI, cit.

³⁵ *Fuel poverty: From cold Homes to Affordable Warmth*.

³⁶ A tal proposito, cfr. Considerando (1) della Raccomandazione (UE) 2020/1563 della Commissione del 14 ottobre 2020 sulla povertà energetica: «Per 'povertà energetica' s'intende la condizione delle famiglie che non sono in grado di accedere ai servizi energetici essenziali».

³⁷ Parere del Comitato Europeo delle Regioni, *Governance multilivello e cooperazione inter-settoriale per la lotta contro la povertà energetica*, 27 giugno 2019, secondo cui la povertà energetica consiste in «una situazione nella quale una famiglia o un individuo non sia in grado di pagare i servizi energetici primari (riscaldamento, raffreddamento, illuminazione, mobilità, etc.) necessari per garantire un tenore di vita dignitoso, a causa di una combinazione di basso reddito, spesa per l'energia elevata e bassa efficienza energetica nella propria abitazione».

³⁸ Direttiva sull'efficienza energetica, cd. EED 3. La definizione fornita dalla citata Direttiva è stata ritenuta riferimento prioritario nella proposta di aggiornamento del PNIEC pubblicata a giugno 2023.

e standard dignitosi di vita e salute, compresa un'erogazione adeguata di riscaldamento, acqua calda, raffrescamento, illuminazione ed energia per alimentare gli apparecchi, nel rispettivo contesto nazionale, della politica sociale esistente a livello nazionale e delle altre politiche nazionali pertinenti, a causa di una combinazione di fattori, tra cui almeno l'inaccessibilità economica, un reddito disponibile insufficiente, spese elevate per l'energia e la scarsa efficienza energetica delle abitazioni»³⁹, formulando così una definizione che assume valore generale a livello unionale. Le indicazioni fornite da tale Direttiva hanno assunto rilievo, a livello nazionale⁴⁰, nella predisposizione del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima (PNIEC)⁴¹. Infatti, nella versione presentata alla Commissione europea, aggiornata al giugno 2024, si prevede di formalizzare una definizione di povertà energetica con il recepimento della Direttiva EED 3. La particolarità dei Piani nazionali è di lasciare flessibilità e, di riflesso, responsabilità agli ordinamenti interni nell'individuazione dei poveri energetici, tenendo conto delle caratteristiche del contesto nazionale, ma comunque rispettando le indicazioni della Commissione sugli indicatori necessari ad individuare la sussistenza di situazioni di povertà. Per offrire, a titolo di esempio, una comparazione che può aiutare nel prosieguo dei lavori di definizione e di contrasto, a livello nazionale, si richiama la soluzione adottata dalla Spagna nel proprio Piano Nazionale per l'Energia e il Clima⁴², che si caratterizza per la completezza della propria

³⁹ Dir. 2023/1791/UE, art. 2, par. 52. Successivamente, la Raccomandazione 2023/2407/UE ha suggerito di recepire ed attuare negli ordinamenti nazionali la definizione di povertà energetica formulata nella Direttiva EED 3.

⁴⁰ La prima definizione in Italia è stata offerta nella Strategia Energetica Nazionale (SEN) del 2017, in cui la povertà energetica è stata definita come «*difficoltà di acquistare un paniere minimo di beni e servizi energetici, ovvero alternativamente, in un'accezione di vulnerabilità energetica, quando l'accesso ai servizi energetici implica una distrazione di risorse (in termini di spesa o di reddito) superiore a un valore normale*».

⁴¹ L'art. 3, comma 3, lett. d) del Reg. 2018/1999/UE dell'11 dicembre 2018, sulla *Governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima*, ha disposto che gli Stati membri, con i propri Piani Nazionali, valutino il numero di famiglie in condizioni di povertà energetica, tenendo conto dei servizi energetici domestici necessari per garantire un tenore di vita di base nel rispettivo contesto nazionale e degli orientamenti indicativi della Commissione sui relativi indicatori di povertà energetica. La Raccomandazione 2023/2407/UE sulla povertà energetica, emanata il 20 ottobre 2023 dalla Commissione europea, ha disposto che gli Stati membri adottino misure rapide sulla povertà energetica e ne recepiscano e attuino nel diritto nazionale la definizione citata.

⁴² Sul punto, v. DE MAIO, cit.

strategia nazionale contro la povertà energetica. Il piano, infatti, include una definizione tanto di povertà energetica, tanto di consumatore vulnerabile, ma definisce anche obiettivi e politiche pertinenti, misure palliative a breve termine e strutturali a lungo termine.

3. I principali indicatori di povertà energetica e le misure di contrasto

Il problema dell'individuazione di una definizione unanime del concetto di *povertà energetica*, a causa della multidimensionalità del fenomeno stesso, e la sfera di libertà concessa ai singoli Stati membri nell'individuazione dei poveri di energia presenti nei rispettivi territori, ha reso, da un lato, articolata la discussione in ordine ai principali indicatori di povertà energetica e, dall'altro, necessario elaborare delle misure di contrasto concrete per superare il problema, specie per l'incidenza, come già affermato, sulla salute e sulla qualità della vita di coloro che, sulla base delle rilevazioni, non risultano in grado di assicurarsi un *paniere minimo di servizi energetici* di cui si parla⁴³. A tal proposito, un intervento impattante e di indirizzo è pervenuto dall'Unione europea che, con la Raccomandazione 2020/1563/UE – integrata poi dalla Raccomandazione, già richiamata, 2023/2407/UE – ha proposto l'utilizzo di diversi indicatori, rientranti in due differenti gruppi a seconda delle caratteristiche proprie, nella valutazione degli aspetti caratterizzanti la povertà energetica. In particolare, nel primo gruppo, in cui si menzionano gli indicatori incentrati sull'accessibilità economica dei servizi energetici, rientrano, essenzialmente, aspetti legati alla spesa energetica in proporzione alla disponibilità reddituale della singola famiglia; il secondo gruppo, invece, menziona degli indicatori che vengono definiti *complementari*, in quanto si riferiscono, essenzialmente, ai prezzi del gas e allo stato strutturale delle abitazioni⁴⁴. Utilizzando quest'indicazione generale degli indicatori, è compito degli Stati membri elaborare

⁴³ Sulla rilevanza dei diritti umani nella dimensione energetica, v. GIOBBI 2023, pp 81 s.

⁴⁴ Vi rientrano, nello specifico e come individuato dalla stessa Raccomandazione: i prezzi dell'energia elettrica per i consumatori domestici – fascia di consumo media; i prezzi del gas per i consumatori domestici – fascia di consumo più bassa; la quota di popolazione a rischio di povertà la cui abitazione presenta infiltrazioni, umidità o marcescenza; il consumo di energia finale per metro quadro nel settore residenziale, corretto per il clima.

un proprio Piano nazionale. In quello italiano, vengono esposti, tra quelli indicati, quattro indicatori: la quota di popolazione a rischio di povertà e che non è in grado di riscaldare adeguatamente la propria abitazione; la quota di popolazione totale che non è in grado di riscaldare adeguatamente la propria abitazione; la quota di popolazione a rischio di povertà e in arretrato con il pagamento delle bollette; la quota di popolazione in arretrato con il pagamento delle bollette. Tra questi, la versione aggiornata del PNIEC italiano predilige, in modo particolare, la quota di popolazione totale che non è in grado di riscaldare adeguatamente la propria abitazione, basandosi, tale indicatore, su dati che tutti gli Stati devono annualmente rilevare per fornirli ad Eurostat⁴⁵. S'intende, da questo punto di vista, il rilievo di tale Raccomandazione dell'Unione europea, con cui la Commissione ha chiesto agli Stati membri di definire le proprie politiche di contrasto alla povertà energetica. Ma ancor più impattante è un intervento più recente, la Direttiva 2023/2413/UE, con cui si è voluta ribadire la necessità e l'importanza del coinvolgimento dei territori, imponendo agli Stati membri di promuovere l'accettazione pubblica dei progetti in materia di energia rinnovabile, mediante partecipazione, diretta o indiretta, a tali progetti, delle comunità locali⁴⁶. Il quadro degli indicatori fornisce lo spunto per individuare le principali politiche di contrasto alla povertà energetica. Prima di esaminare nello specifico il ruolo delle comunità energetiche rinnovabili (CER), in questo contesto, è opportuno partire da una distinzione categoriale nel campo delle diverse politiche adottabili: le politiche di *protezione* da un lato, che sono di breve termine e il cui obiettivo è preservare un livello minimo di accesso all'energia; quelle di *promozione* dall'altro, che mirano a migliorare strutturalmente le condizioni di individui fragili, fornendo agli stessi strumenti necessari per superare tale situazione di precarietà⁴⁷. A livello unionale, si possono rinvenire interventi che fungono, a seconda delle caratteristiche, da sostegno al reddito, da incentivi all'efficientamento energetico delle abitazioni delle

⁴⁵ Come si legge nel documento della Camera dei deputati, *Povertà energetica e impatto di genere*, n. 117 del 1° agosto 2024, tramite un'elaborazione dei microdati dell'indagine EU-SILC, si può risalire al numero di famiglie italiane che rientrano nel perimetro tracciato dall'indicatore: nel 2022, il 9,9% del totale delle famiglie residenti, pari a 2,6 milioni di famiglie italiane, non risulta in grado di riscaldare la propria abitazione.

⁴⁶ In questo senso, cfr. DE MAIO, cit., pp 51-52.

⁴⁷ Le due categorie di politiche esistenti sono richiamate da CASTELLINI, FAIELLA, LAVECCHIA, MINIACI, VALBONESI 2023, p 27.

famiglie vulnerabili o, più nello specifico, si interviene in riduzione dei costi delle bollette per energia elettrica e riscaldamento. Diversi Paesi membri, intervenendo in aiuto, hanno optato per l'adozione di tariffe sociali o sussidi diretti per le famiglie a basso reddito, al fine di sostenere il reddito familiare, specie nei casi in cui il consumo di energia è maggiormente elevato⁴⁸. Sebbene sia comunque da elogiare l'impegno assunto da uno Stato membro in questo senso, è il caso di precisare che, in realtà, soltanto con degli interventi strutturali si riesce ad agire in modo permanente sul fabbisogno energetico di ciascuno. Infatti, gli interventi finanziari aiutano ad affrontare la difficoltà di cui si parla soltanto nel breve termine, agendo sull'effetto e non sulla causa del problema, fungendo così da palliativi. Per questi motivi, a livello unionale si prediligono le misure strutturali, grazie alle quali si affrontano direttamente le cause profonde della povertà energetica grazie ad investimenti in efficienza energetica e in energia da fonti rinnovabili, senza abbandonare, in ogni caso, la via delle misure sociali, riconoscendone, in una ricostruzione ideale degli interventi necessari, il carattere della complementarità rispetto agli interventi strutturali⁴⁹. Anche in Italia possono rinvenirsi misure di contrasto alla povertà energetica che, da un lato, sono volte a ridurre le spese energetiche e a fornire sussidi, dall'altro, sono volte a migliorare l'efficienza energetica. Allo stesso tempo, la crisi geopolitica e la conseguente maggiore difficoltà dell'Unione europea di recepire approvvigionamenti energetici, data l'assenza di autonomia sul punto – di cui si è parlato nei precedenti paragrafi – hanno smascherato l'inadeguatezza degli interventi a breve termine, rendendo necessario, invece, puntare ad una maggiore responsabilizzazione dei cittadini nei consumi e nella produzione di energia rinnovabile. In questo contesto si collocano le forme di autoproduzione di energia che richiedono un apporto diretto dei cittadini: da qui l'esempio delle comunità di energia rinnovabile.

⁴⁸ Si pensi alle misure adottate dalla Spagna, in aiuto delle famiglie lavoratrici a basso reddito, per permettere alle stesse di ottenere uno sconto del 40% sulle bollette dell'elettricità.

⁴⁹ Sul punto, DE MAIO, cit.

4. Le Comunità di Energia Rinnovabile (CER) quale strumento di contrasto alla povertà energetica e la figura del prosumer. Un'analisi giuridica

Rinviando ad un secondo momento l'analisi dei passaggi normativi – europei e nazionali – che hanno condotto fino alla disciplina odierna, è, per chiarezza espositiva, necessario introdurre alle CER per comprendere quanto sia importante il ruolo che, nell'evoluzione di tale fenomeno, ricopre il cittadino, specie perché si tratta di una disciplina introdotta nell'ambito di politiche la cui finalità è quella di accelerare la transizione energetica, ampliando le opportunità di produrre energia rinnovabile grazie a meccanismi di autoconsumo diffuso⁵⁰, consentendo così di rispondere tanto ad esigenze attinenti alla conservazione di risorse ambientali, tanto ad esigenze economiche e sociali, per garantire, in tal modo, la possibilità di recuperare situazioni svantaggiate, nell'ottica della salvaguardia del valore primario del nostro ordinamento, ossia la persona in quanto tale⁵¹, e garantire un equo progresso per le comunità e per i Paesi più poveri⁵². In tal senso, sensibilizzare i cittadini a partecipare a nuove forme di produzione energetica determina una maggiore consapevolezza dei vantaggi e delle crescenti opportunità esistenti nel generare da sé l'energia, riducendo di conseguenza i consumi. In questo scenario energetico si inseriscono i *prosumer*⁵³ e proprio le CER, il cui obiettivo principale è quello di permettere una maggiore collaborazione, in questo processo, tra cittadini, investitori, pubblica amministrazione ed enti locali⁵⁴. Già la lettera

⁵⁰ In questo senso, v. CARAVITA DI TORITTO 2025, p 131.

⁵¹ Cfr. GIOBBI 2022, p 38. Sul valore della persona nel nostro ordinamento, v., per tutti, PERLINGIERI 2020.

⁵² In tal senso, PENNASILICO 2020, pp 7 ss. L'autore, sul punto, si riferisce alla nozione di sostenibilità in senso di «pluridimensionalità».

⁵³ Per un'analisi storica del termine, v. TOFFLER 1980 che, nel suo studio *The Third Wave*, ha coniato tale termine, che fuoriesce da una fusione tra *producer* e *consumer*, dunque di produttore e consumatore. In ambito energetico, l'AEEGSI, attuale ARERA, all'art. 1, lett. h, dell'allegato A alla deliberazione n. 188/2012/E/com del 18 maggio 2012, ha definito il *prosumer* come il soggetto «che è al contempo produttore, limitatamente agli impianti di potenza fino a 10 MW, e cliente finale di energia elettrica». Su questa figura, cfr. MURRU 2018.

⁵⁴ Si segnala, per comprendere come, in ogni caso, le amministrazioni comunali siano prudenti in materia, il caso del Comune di Montevarchi, per cui si consiglia la lettura di BONA-FEDE 2024, pp 35 s, in cui l'autore, nel mettere in luce l'incertezza circa la corretta forma

della Direttiva inaugurale⁵⁵ degli istituti di autoconsumo collettivo fa emergere l'importanza degli stessi nel contrasto alla povertà energetica, poiché, riconoscendo un ruolo chiave ai consumatori, si favoriscono lo sviluppo e la coesione della comunità⁵⁶. Che nulla, nella ricostruzione della figura della CER, sia lasciato al caso, lo si intende fin dalla scelta di attribuirvi la locuzione di «comunità», a riprova del fatto che non può esserci una strutturazione unipersonale. Infatti, può parlarsi di CER ogni qualvolta si realizza, secondo una visione di comunità locale⁵⁷, una struttura organizzata per autoprodurre energia gestendo autonomamente impianti, consentendo il libero accesso (e il libero recesso)⁵⁸, per la partecipazione, a determinate categorie di soggetti e la gestione democratica interna⁵⁹, e questo è uno degli aspetti di maggior rilievo, a parere di chi scrive. In dottrina, in virtù di tali considerazioni e delle caratteristiche che contraddistinguono le CER, alcuni hanno parlato di «altro modo di possedere»⁶⁰: tale assunto muove dalla considerazione per cui ciò che le caratterizza è il contributo tanto pubblico quanto privato nella produzione e nel consumo di energia, nel perseguimento di logiche sostenibili. Ci si discosta, a ben vedere, dal concetto di proprietà in senso stretto, come delineato dall'art. 42 Cost., non venendo il legislatore a prefigurare, in questo contesto, una proprietà solo pubblica o solo privata: l'aspetto proprietario è secondo rispetto al fine che si intende perseguire e, soprattutto, chi vi partecipa non ha quella possibilità di escludere altri che è tipica della proprietà⁶¹.

giuridica da assegnare alle CER, dimostra come anche per un'amministrazione comunale sia complesso esporsi a giudizi circa l'operato in materia.

⁵⁵ La Direttiva (UE) 2018/2001 (REDII), dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili, recepita in Italia con d.lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021.

⁵⁶ Cfr. DE MAIO, cit., pp 69 s.

⁵⁷ Come si legge nel contributo di CARAVITA DI TORITTO 2025, p 134, la CER ha una natura necessariamente collettiva sotto un duplice profilo: strutturale, in quanto vi devono partecipare più membri; funzionale, in quanto realizza la produzione di energia pulita, a primario beneficio dell'autoconsumo collettivo.

⁵⁸ Si tratta di una struttura aperta sia «in entrata» che «in uscita» e il diritto di recesso è ricondotto al principio costituzionale di libertà di associazione ex art. 18 Cost, che dispone, tra le altre cose, la nullità delle clausole che lo escludono o lo rendono oneroso. In questo senso, cfr. GIOBBI 2022, p 101.

⁵⁹ Infatti, le stesse comunità energetiche rappresentano un aspetto fondamentale del processo di democratizzazione del sistema energetico. In questo senso, LOMBARDO 2023, pp 67-68.

⁶⁰ Sul punto, LOMBARDO, cit., p 71.

⁶¹ Nello specifico, sulla questione relativa alla proprietà in relazione alla produzione di energia da fonti rinnovabili, cfr. VALEAU 2024, pp 75 s.

Se volessimo ricondurre, però, la ricostruzione delle CER in ambito costituzionale, quantomeno dal punto di vista proprietario, potremmo, con cautela, considerare la formula dell'art. 43 Cost., laddove contempla l'esercizio, da parte di comunità di lavoratori o di utenti di determinate imprese o categorie di imprese, che si riferiscano a fonti di energia o che abbiano un carattere di preminente interesse generale⁶². Fatte queste doverose premesse in ordine alle finalità che si intendono perseguire mediante la costituzione di una CER e il ruolo di spicco che nella costituzione di queste assume il cittadino, è necessario riprendere l'aspetto relativo all'evoluzione normativa legata all'istituto, anche al fine di metterne in luce eventuali perplessità che possono emergere nella ricostruzione. L'*input* è rappresentato dalla Direttiva 2018/2001/UE (cd. REDII)⁶³, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, che per prima ha iniziato a disciplinare modelli di generazione distribuita di energia. Tale Direttiva è stata poi seguita dalla Dir. 2019/944/UE (cd. IEM)⁶⁴. In particolare, la Direttiva REDII, ha fornito un importante contributo nella configurazione degli istituti di autoconsumo collettivo e delle comunità di energia rinnovabile, esaltando il ruolo chiave del consumatore, riconoscendo a tutti i cittadini il diritto di produrre, autoconsumare, immagazzinare, vendere e scambiare energia elettrica, in forma individuale o collettiva, e di partecipare alle comunità energetiche⁶⁵. La lettura delle disposizioni di tale Direttiva conferma l'importante ruolo degli strumenti di autoconsumo collettivo e delle CER nel contrasto alla povertà energetica, grazie all'elaborazione di configurazioni che consentono di aumentare l'efficienza energetica delle famiglie riducendo consumi e tariffe di fornitura. Si pensi, sul punto, a quanto stabilito dall'art. 22, comma 4, lett. f), della Dir. REDII: gli Stati membri devono elaborare un sistema che permetta la facile promozione delle comunità di energia rinnovabile, garantendo altresì che la partecipazione alle CER sia accessibile a tutti, anche a coloro che appartengono a famiglie a basso reddito o

⁶² In questo senso, vd. LOMBARDO, cit., p. 71.

⁶³ *Renewable Energy Directive II*, Direttiva 2018/2001/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili. Tale Direttiva è stata recepita in Italia con d.lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021.

⁶⁴ Direttiva UE 2019/944 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 giugno 2019, relativa a norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica e che modifica la Direttiva 2012/27/UE. Tale Direttiva è stata recepita in Italia con d.lgs. n. 210 dell'8 novembre 2021.

⁶⁵ Sul punto, cfr. MARI 2022, p. 111.

vulnerabili, consentendo agli stessi di partecipare al mercato energetico⁶⁶. Ciò che più colpisce, in questa ricostruzione, è il rinvio operato al contesto nazionale, lasciando intendere che possono concretizzarsi misure differenti tra Stati membri a seconda delle circostanze in cui il singolo Stato versa. Le esigenze a cui uno Stato deve far fronte, anche considerando quanto espresso nel paragrafo precedente, emergono tramite una raccolta di informazioni necessarie a monitorare il numero dei nuclei familiari in povertà energetica⁶⁷. Gli aspetti delineati dalle Direttive citate sono confermati nella Direttiva 2023/2413/UE⁶⁸, adottata in modifica della Direttiva REDII, del Regolamento 2018/1999/UE e della Direttiva 98/70/CE. Sebbene la linea tracciata dall'Unione fosse abbastanza impattante sul punto, non sono mancate, a livello interno, problematiche nel recepimento⁶⁹: il nostro Paese, infatti, è stato destinatario di una procedura di infrazione per il mancato recepimento della Direttiva REDII (procedura di infrazione n. 2021/0266) e della Direttiva IEM (procedura di infrazione n. 2021/0059). È doveroso segnalare che, addirittura, la Direttiva REDII – che è la più impattante per quanto di nostro interesse – è stata recepita in momenti diversificati: l'art. 42 *bis* del 30 dicembre 2019, n. 162⁷⁰, ha fornito un'iniziale regolamentazione di natura transitoria che, in attesa di un recepimento totale della Direttiva in questione, consentiva la realizzazione di forme di autoconsumo e di CER secondo modalità e requisiti specifici, delineando limiti tanto sotto il profilo della produzione quantitativa di energia, quanto in termini di operatività, a livello territoriale, della disciplina, componendo, in ogni caso, una normativa di carattere sperimentale. Dopo l'entrata in vigore dell'articolo citato, sono intervenuti, a più riprese, sia l'Autorità di Regolazione per Energia, Reti e Ambiente (ARERA), sia il Ministero dello Sviluppo Economico, sia l'Agenzia delle Entrate (risposta n.

⁶⁶ DE MAIO, cit., pp 72-73.

⁶⁷ Direttiva (UE) 2023/2413 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 ottobre 2023, che modifica la direttiva (UE) 2018/2001, il regolamento (UE) 2018/1999 e la direttiva n. 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la direttiva (UE) 2015/652 del Consiglio.

⁶⁸ Direttiva (UE) 2023/2413 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 18 ottobre 2023, che modifica la Direttiva (UE) 2018/2001, il Reg. (UE) 2018/1999 e la Dir. 98/70/CE per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili e che abroga la Dir. (UE) 2015/652 del Consiglio.

⁶⁹ Sulle vicende relative al recepimento delle Direttive, cfr. BERLINGUER, PAPPADÀ 2023, pp 595 s.

⁷⁰ Convertito, con modificazioni, con Legge n. 8 del 28 febbraio 2020.

32/2022, adottata a seguito di istanza di interpello presentata dal GSE), con provvedimenti necessari a definire aspetti ulteriori rispetto a quanto disposto dal legislatore, che pure aveva omesso di definire profili essenziali della fattispecie⁷¹. Questo scenario è stato poi integrato dal d.lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021, con cui si è data piena attuazione alla direttiva, riprendendo i principi, in essa espressi, di collaborazione paritaria sul piano pubblico e privato e di partecipazione aperta e democratica e individuando i requisiti di partecipazione e le condizioni di operatività delle CER, rimandando a provvedimenti del Ministero e dell'ARERA la definizione di quanto necessario per assicurare la piena operatività delle normative sulle CER. Del pari, sebbene disciplinando una fattispecie differente dalle CER, anche la Direttiva IEM ha avuto attuazione nel nostro ordinamento, per il tramite del d.lgs. n. 210 dell'8 novembre 2021, volto a disciplinare le Comunità Energetiche di Cittadini (CEC)⁷². Sebbene tra le incertezze, l'istituto è riuscito, nel panorama nazionale, a ritagliarsi uno spazio che, un'iniziativa di tale impatto a livello sociale, economico e ambientale, dovrebbe avere di *default* – a parte le questioni giuridiche aperte e, certamente, più delicate, su cui è giusto continuare a discutere per giungere ad una soluzione altrettanto sostenibile – ed è auspicabile una sempre migliore definizione della disciplina normativa, in ausilio a coloro che ne comprendono, già oggi, le potenzialità e i vantaggi.

⁷¹ SANCHINI 2024, p. 149.

⁷² Per una comparazione tra le due discipline, cfr. IAIONE e DE NICTOLIS, cit., pp. 626 s.

5. Considerazioni conclusive. Verso una democrazia energetica territoriale attraverso partecipazione e sussidiarietà: le CER in Costituzione

Giunti a questo punto della trattazione, è doveroso enucleare delle brevi considerazioni conclusive traendo spunto da quanto espresso nei paragrafi precedenti, con cui si è voluto dare una visione d'insieme – senza pretesa di completezza – sui temi della povertà energetica e, nell'analisi delle misure di contrasto alla stessa, delle CER, da cui è emersa, in particolare, la centralità del ruolo del cittadino, di cui si favorisce la partecipazione anche al fine di garantirne un effettivo godimento dei diritti fondamentali della persona. Le riflessioni condotte hanno messo in luce la necessità di ripensare il sistema energetico in una prospettiva di democrazia energetica, attraverso cui coniugare sostenibilità ambientale, inclusione sociale e – favorendo modelli di *governance* nuovi, grazie alla proposta di collaborazione tra poteri pubblici, cittadini e imprese – riconoscere potere decisionale e responsabilità, in relazione alla produzione e alla gestione dell'energia, a soggetti diversi dalle istituzioni, la cui partecipazione – si pensi, ad esempio, alle amministrazioni comunali (è stato citato il caso del Comune di Montevarchi), essendo più vicine agli interessi della collettività, specie nei piccoli Comuni – è in ogni caso auspicabile per una migliore diffusione del fenomeno, anche in virtù della completa attuazione del disposto dell'art. 118 Cost., comma 4, che disciplina la sussidiarietà orizzontale, che ben sembra coniugarsi con la fattispecie delle CER. Lo stesso articolo, infatti, impone agli enti costitutivi della Repubblica di favorire lo svolgimento di attività di interesse generale da parte di cittadini, singoli o associati, chiedendo al settore pubblico di spendersi per sollecitare l'intervento del settore privato laddove questo appaia utile al raggiungimento delle finalità a cui si tende⁷³. Per questo motivo tale principio risalta in questo contesto: se si parla delle CER in termini di contrasto alla povertà energetica e di realtà volte a favorire la realizzazione di finalità sociali, soprattutto ambientali, allora possiamo facilmente comprendere come questa ricostruzione ben si modella sulla funzionalità del principio in esame, la cui centralità, sebbene non si rinvergano molteplici prassi applicative, è stata ribadita anche dal

⁷³ Sul principio di sussidiarietà orizzontale nella disciplina delle CER, v. SANCHINI, cit., pp 152 s.

giudice delle leggi⁷⁴. Se se ne è parlato in termini di contrasto alla povertà energetica, dunque utile alla rimozione di uno di quegli ostacoli, di ordine economico e sociale, che impediscono il pieno e libero sviluppo della persona umana, non possono, le CER, non configurarsi anche come applicazione dell'art. 3, comma 2, Cost., e, agendo oltre ogni logica di profitto, ma permettendo a chi ne prende parte di esprimere la propria personalità, la disciplina appare coerente altresì con il dettato dell'art. 2 Cost. La ricostruzione effettuata dimostra come la disciplina abbia ancora bisogno di essere correttamente definita (si è parlato, ad esempio, della problematica relativa alla corretta forma giuridica delle CER, di cui ancora si discute), anche per via del carattere multidisciplinare di tali realtà, ma i vantaggi che il dettato unionale prima e quanto di esso recepito – e annesse modifiche – a livello nazionale offrono, saranno certamente da ausilio nel prosieguo dei lavori.

Bibliografia

1. AQUILI A. (2025), *Tra innovazione e sostenibilità: le comunità*, Dipartimento di Giurisprudenza, LUISS, Roma, pp 7-8.
2. BERLINGUER A., PAPPADÀ D. (2023), *Il percorso accidentato delle Comunità energetiche*, «Comparazione e diritto civile», fasc. 2, ISSN: 2037-5662, pp 595 s.
3. BONAFEDE A. (2024), *La 'veste giuridica' sartoriale delle Comunità Energetiche Rinnovabili per un modello socio-economico nuovo a misura di Cittadino e di impresa*, in MONTICELLI S., BONAFEDE A. (a cura di), *Comunità energetiche 2.0. L'autoconsumo alla luce dei recenti aggiornamenti normativi*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI), pp 35 s.
4. CARAVITA DI TORITTO A. (2025), *Comunità energetiche rinnovabili. Contratto, personalismo costituzionale e soggettività*, «Rivista giuridica dell'edilizia», fasc. 2, Giuffrè Francis Lefebvre.
5. CASTELLINI M., FAIELLA I., LAVECCHIA L., MINIACI R., VALBONESI P. (2023), *La povertà energetica in Italia. Rapporto 2023 dell'Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica (OIPE)*, Osservatorio Italiano sulla Povertà Energetica, p 27.
6. CLÒ A. (2021), *L'affievolirsi dei diritti di cittadinanza nell'energia*, «Energia», RivistaEnergia.it / RIE (Ricerche Industriali ed Energetiche).
7. CORNELIS M. (2020), *Covid-19 e povertà energetica: è il momento di un diritto all'energia*, «Energia», RivistaEnergia.it / RIE (Ricerche Industriali ed Energetiche).
8. DE MAIO G. (2024), *Povertà energetica e comunità energetiche. Criticità e prospettive per una transizione giusta*, Napoli: Editoriale Scientifica.

⁷⁴ Si veda, in particolare, la sentenza n. 131 del 2020 della Corte costituzionale.

9. FAIELLA I., LAVECCHIA L. (2015), *Energy poverty in Italy*, «Politica economica / Journal of Economic Policy», fasc. 1, Il Mulino, pp 27-76.
10. FIORINI A. (2023), *Contrastare la povertà energetica per una transizione inclusiva ed equa*, Energia, ambiente e innovazione, fasc. 2 e 3, p 71.
11. FROSINI T. E. (2021), *La Costituzione in senso ambientale. Una critica*, «Federalismi.it» fasc. 27.
12. GALICZ K. (2023), *Solidarietà nel settore energetico: prospettive e strumenti dell'Unione europea per contrastare la povertà energetica*, «Dirittifondamentali.it», fasc. 2, pp 497 ss.
13. GIACHETTI FANTINI M. (2023), *La guerra russo-ucraina e l'approvvigionamento dell'energia: una rassegna delle misure contenute nei decreti-legge n. 14/2022, n. 17/2022 e n. 21/2022, tra logica emergenziale e prospettive di sostenibilità*, «Osservatorio costituzionale», fasc. 1.
14. GIOBBI M. (2022), *Le comunità di energia rinnovabile*, in MONTICELLI S., RUGGERI L. (a cura di), *La via italiana alle comunità energetiche*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI), p 38.
15. GIOBBI M. (2023), *Sostenibilità ambientale, dimensione energetica e diritti umani*, in RUGGERI L., CATERINI A. E. (a cura di), *Produzione e consumo sostenibili tra politiche legislative e prassi adattive*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI), pp 81 ss.
16. GRAZINI C. (2023), *La povertà energetica come privazione delle capacità*, «Moneta e Credito», Economia civile / Università 'La Sapienza' di Roma, vol. 76, n. 301.
17. GRECO M. (2023), *Prime note sulla dimensione costituzionale della povertà energetica. L'ipotesi di un diritto sociale all'energia*, «Dirittifondamentali.it», ISSN: 2240-2136, fasc. 2, p 437.
18. IAIONE C., DE NICTOLIS (2022), *Le comunità energetiche tra democrazia energetica e comunanza d'interessi*, «Diritto e società», fasc. 4, ISSN: 0391-7428, pp 590 s.
19. LIPARI N. (2024), *Premesse per un diritto civile dell'ambiente*, in PERLINGIERI P., GIOVA S., PRISCO I. (a cura di), *Cambiamento climatico, sostenibilità e rapporti civili. Atti del 17° Convegno Nazionale*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI).
20. LOMBARDO R. (2023), *Energie rinnovabili e diritto privato. Strumenti negoziali e tutela dell'ambiente verso la nuova transizione energetica*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI).
21. MARI C. (2022), *Le comunità energetiche: un nuovo modello di collaborazione pubblico-privato per la transizione ecologica*, «Federalismi.it», fasc. 31, p 111.
22. MONTICELLI S., BONAFEDE A. (2024) (a cura di), *Comunità energetiche 2.0. L'auto-consumo alla luce dei recenti aggiornamenti normativi*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI).
23. MURRU D. (2018), *La regolazione dei prosumer*, in AMMANATI L. (a cura di), *La transizione energetica*, Milano: Giappichelli Editore.
24. PENNASILICO M. (2020), *La sostenibilità ambientale nella dimensione civil-costituzionale: verso un diritto dello 'sviluppo umano ed ecologico'*, «Rivista quadrimestrale di diritto dell'ambiente», n. 3, pp 7 s.
25. PEPE L. M. (2021), *Il diritto dell'energia fondato sui principi. La transizione ecologica come giustizia energetica*, «AmbienteDiritto.it», fasc. 4.

26. PERLINGIERI P. (2020), *Il diritto civile nella legalità costituzionale secondo il sistema italo-europeo delle fonti*, II, *Fonti e interpretazione*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI).
27. PERSICO A. (2022), *Le comunità energetiche e il ruolo sussidiario delle pubbliche amministrazioni territoriali. Moduli e strumenti a disposizione delle pubbliche amministrazioni per favorire la costituzione e le attività delle comunità di energia rinnovabile*, «AmbienteDiritto.it», ISSN: 1974-9562, p 156.
28. SANCHINI F. (2024), *Le comunità energetiche rinnovabili tra fondamento costituzionale e riparto di competenze legislative Stato-Regioni. Riflessioni alla luce della sentenza n. 48 del 2023 della Corte costituzionale*, «Federalismi.it», fasc. 8, pp 152 s.
29. TOFFLER A. (1980), *The Third Wave*, London: Collins.
30. VALEAU M. (2024), *Proprietà dell'impianto di produzione di energia da fonti rinnovabili*, in MONTICELLI S., BONAFEDE A. (a cura di), *Comunità energetiche 2.0. L'auto-consumo alla luce dei recenti aggiornamenti normativi*, Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane (ESI), pp 75 s.

PARTE TERZA

RUOLO DELLE UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA NELLA TRANSIZIONE CLIMATICA

La circolarità per la gestione sostenibile delle batterie agli ioni di litio: analisi bibliometrica e contenutistica della letteratura manageriale

VINCENZO FORMISANO, MARIA FEDELE,
GRAZIA MARIA ALESSANDRA LENA, SARA KULLAFI

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale,
European University of Technology (EUT+), European Union

Riassunto: Il crescente interesse globale verso la scarsità di risorse e il cambiamento climatico hanno evidenziato l'urgenza di adottare pratiche circolari per la gestione delle batterie agli ioni di litio (LIBs) giunte a fine vita. Le LIBs, ampiamente usate in elettronica e mobilità elettrica, richiedono modelli gestionali sostenibili di fronte all'aumento dei flussi di rifiuti. La disponibilità di batterie esauste, l'espansione degli impianti di riciclo e nuove politiche pubbliche favoriscono la transizione verso un'economia circolare che, tramite il recupero dei materiali, riduce costi e impatti ambientali, generando nuove opportunità per l'intera filiera. Tuttavia, la letteratura è ancora dominata da contributi tecnico-ingegneristici, mentre mancano analisi manageriali che, attraverso le *r-strategies*, possano ridefinire i modelli di *business* per una gestione sostenibile delle LIBs lungo tutta la catena del valore. Il presente studio, tramite un approccio bibliometrico e un'analisi qualitativa dei principali contributi, identifica *trend*, filoni emergenti e direzioni future per la ricerca sulla gestione sostenibile delle LIBs.

Parole chiave: batterie agli ioni di litio, economia circolare, sostenibilità, analisi bibliometrica, analisi del contenuto.

Abstract: Growing global concerns over resource scarcity and climate change has emphasized the urgent need to adopt circular practices for the management of end-of-life lithium-ion batteries (LIBs). Given the increasing waste streams, LIBs, widely used in electronics and electric mobility, necessitate sustainable management models. The availability of spent batteries, the expansion of recycling facilities, and new public policies encourage the transition to a circular economy, which, through material recovery, reduces costs and environmental impacts, generating new opportunities for the entire supply chain. However, the literature is still dominated by contributions that are technical and engineering-oriented, while managerial analyses that, through *r-strategies*, can

redefine business models for the sustainable management of LIBs along the entire value chain are lacking. This study, through a bibliometric approach and a qualitative analysis of key contributions, identifies trends, emerging research threads, and future directions for research on the sustainable management of LIBs.

Keywords: Lithium-ion Batteries, Circular Economy, Sustainability, Bibliometric Analysis, Content Analysis.

1. Introduzione

Il crescente interesse globale volto a fronteggiare la scarsità di risorse e gli effetti sempre più gravi del cambiamento climatico, inaspriti dall'inadeguato smaltimento dei rifiuti solidi, ha richiamato l'attenzione sull'adozione di pratiche circolari per la gestione delle LIBs giunte a fine vita¹. Le LIBs, ampiamente impiegate in dispositivi elettronici, sistemi di accumulo energetico e mobilità elettrica, richiedono una gestione sostenibile dei flussi di rifiuti, soprattutto alla luce della crescente domanda globale².

La progressiva disponibilità di batterie esauste, l'introduzione di politiche pubbliche dedicate e la realizzazione di nuovi impianti di riciclo in diverse aree del mondo stanno favorendo la transizione verso un'economia circolare³. Il riciclo delle LIBs rappresenta una strategia cruciale per mitigare i rischi ambientali associati a uno smaltimento improprio⁴ e generare benefici economici lungo la catena del valore: alcuni studi stimano una riduzione dei costi totali superiore al 40% rispetto ai processi basati su materiali vergini⁵ e un elevato potenziale di redditività⁶.

In questo scenario, il riciclo delle LIBs si colloca pienamente nei principi dell'economia circolare⁷, orientata alla rigenerazione dei flussi materiali e alla

¹ GU *ET AL.* 2017; LIU *ET AL.* 2019; KIM *ET AL.*, 2021; GUTSCH, LEKER 2024; MA *ET AL.* 2024; ALMAHRI, AN 2025; CHAVAN *ET AL.* 2025.

² HANISH *ET AL.* 2015; TSIROPOULOS *ET AL.* 2018; WINSOLW *ET AL.* 2018; MARTINS *ET AL.* 2021; CHIZARYFARD *ET AL.* 2023.

³ STATISTA RESEARCH DEPARTMENT 2025.

⁴ RESEARCH AND MARKETS 2025.

⁵ CHIGBU, UMEJESI 2024; ATITEBI, JONES JR. 2025.

⁶ ZHANG *ET AL.* 2025.

⁷ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION 2013.

creazione di valore attraverso pratiche di riuso e recupero. Ciò implica una ridefinizione dei modelli di *business* e dei processi gestionali, orientandoli alla sostenibilità dell'intera catena del valore⁸.

Tuttavia, la letteratura scientifica sulle LIBs è ancora dominata da contributi di natura tecnico-ingegneristica, focalizzati su produzione e processi di riciclo. Scarseggiano, invece, studi manageriali in grado di analizzare sistematicamente la circolarità per la gestione sostenibile delle LIBs attraverso l'applicazione delle *r-strategies*. Tale prospettiva è essenziale per comprendere come le imprese possano integrare i principi della circolarità nei propri modelli di *business*, supportando decisioni strategiche e scelte di investimento sostenibile anche nel comparto della mobilità elettrica.

Per rispondere a tale esigenza, il presente studio adotta una metodologia bibliometrica integrata, basata su dati estratti da *Web of Science* e *Scopus*, combinata con un'analisi qualitativa del contenuto delle principali pubblicazioni, con l'obiettivo di identificare i *trend* evolutivi, i contributi più influenti, i filoni di ricerca emergenti e le principali direzioni per studi futuri.

Sulla base di queste premesse, la ricerca si propone di rispondere alle seguenti domande di ricerca inerenti la circolarità per la gestione sostenibile delle LIBs:

- RQ1. Quali sono i *trend* di pubblicazione nel tempo e per numero di citazioni?
- RQ2. Quali sono i *journal*, le istituzioni accademiche, i Paesi e gli autori più influenti?
- RQ3. Sulla base delle citazioni, quali sono i cinque articoli più influenti nell'ambito manageriale?
- RQ4. In quali filoni di ricerca possono essere raggruppati gli studi sull'economia circolare attuata per la gestione sostenibile delle LIBs e come si sono sviluppati nel tempo?
- RQ5. Quali direzioni future possono essere intraprese dagli studiosi per approfondire la ricerca sul tema?

⁸ GEISSDOERFER ET AL. 2017.

2. Costruzione del dataset e criteri di selezione dei contributi

Per la costruzione del *dataset* sono stati usati *Web of Science* e *Scopus*, scelti per la loro rilevanza internazionale e l'affidabilità dei contenuti sottoposti a *peer-review*.

L'acquisizione dei contributi scientifici è stata effettuata nei suddetti *database* mediante una *query*⁹ specificatamente incentrata su LIBs ed economia circolare, selezionando *keywords* rilevanti e varianti specifiche. Per raggiungere l'obiettivo prefissato la selezione è stata limitata alle categorie *Business, Management and Accounting*, ai contributi già pubblicati, a quelli in lingua inglese, includendo articoli scientifici e letteratura grigia indicizzata, utile per individuare temi emergenti¹⁰.

Per la selezione dei documenti è stato utilizzato il PRISMA¹¹: partendo da 559 contributi totali (532 da *Scopus* e 27 da *Web Of Science*); dopo aver eliminato 5 contributi con abstract non pertinenti e 17 duplicati, il *dataset* finale risulta composto da 537 contributi.

3. Metodologia

Per indagare in modo sistematico e approfondito l'impatto dell'economia circolare per la gestione sostenibile delle LIBs, è stata condotta un'analisi bibliometrica, che consente una revisione retrospettiva e dettagliata di una specifica categoria scientifica. Questo approccio strutturato descrive tutti i documenti pubblicati in un campo di ricerca, valutandone quantità, connessioni, produttività, qualità, citazioni e lo sviluppo intellettuale del settore¹².

Mukherjee¹³ riconosce all'analisi bibliometrica il merito di «cristallizzare» lo stato dell'arte attuale, offrendo preziose indicazioni attraverso

⁹ Query di ricerca: query: (('batter*') and ('lithium-ion*' or 'lithium ion*' or 'li-ion*' or 'lithium' or 'ion') and ('recycl*' or 'reus*' or 'recover*' or 'redesign*' or 'regenerat*' or 'remanufactur*' or 'redefin*' or 'repair*' or 'reform*' or 'refus*' or 'rethink*' or 'reduc*' or 'reclaim*' or 'reprocess*' or 'circular' and 'economy' or 'circularity' or 'circular*' or 'second life')).

¹⁰ KAR ET AL. 2023.

¹¹ PAGE ET AL. 2021.

¹² ELLEGARD, WALLIN 2015; ZUPIC, CATER 2015; TANDON ET AL. 2021; KHATIB ET AL. 2022.

¹³ MUKHERJEE 2022.

l'applicazione di tecniche quantitative e statistiche sui dati bibliografici¹⁴. In questo modo, è possibile ridurre pregiudizi interpretativi e distorsioni¹⁵, individuare implicazioni teoriche e pratiche e cogliere le tendenze emergenti orientate al progresso¹⁶.

La letteratura autorevole evidenzia come l'analisi bibliometrica comprenda sia la *performance analysis* sia la mappatura scientifica, strumenti che consentono di delineare la struttura dei campi di ricerca e le interazioni tra i diversi elementi¹⁷.

Per l'analisi tematica è stata adottata la *content analysis*, metodologia ampiamente utilizzata nelle scienze sociali per identificare schemi e tendenze di ricerca attraverso un approccio induttivo¹⁸. Grazie a questa procedura, è stato possibile individuare i temi e i sottotemi di ciascun *cluster* e delineare potenziali percorsi per la ricerca futura.

4. Analisi delle performance

Con l'obiettivo di rispondere ai primi tre quesiti di ricerca, è stato adottato un protocollo analitico basato sull'analisi delle *performance*, utile a valutare la produttività e l'impatto della letteratura esistente su un determinato tema mediante parametri quantitativi¹⁹. Utilizzando il *software Bibliometrix* integrato nel pacchetto R-Studio²⁰, l'analisi delle performance ha permesso di esaminare l'evoluzione della produttività scientifica e dell'impatto delle ricerche sul tema oggetto di indagine²¹.

La produzione scientifica (figura 1) si estende su un arco temporale molto ampio, caratterizzato da una crescita contenuta e discontinua dal 1984 al 2016. In seguito, il *trend* mostra un incremento significativo fino al 2020,

¹⁴ DONTU ET AL. 2021.

¹⁵ ÖZTÜRK ET AL. 2024.

¹⁶ GUTIERREZ-SALCEDO ET AL. 2018.

¹⁷ VAN RAAN, 2005; COBO ET AL. 2011; MARTINEZ ET AL. 2015; MERIGÒ ET AL. 2016; BAIER-FUENTES ET AL. 2019; DONTU ET AL. 2021; ÖZTÜRK 2021; LIM ET AL. 2022.

¹⁸ KRIPPENDORFF 1980; SEURING, GOLD 2012; DRISKO, MASCHI 2015; ERIKSSON, KOVALAINEN 2015; KRIPPENDORFF 2018.

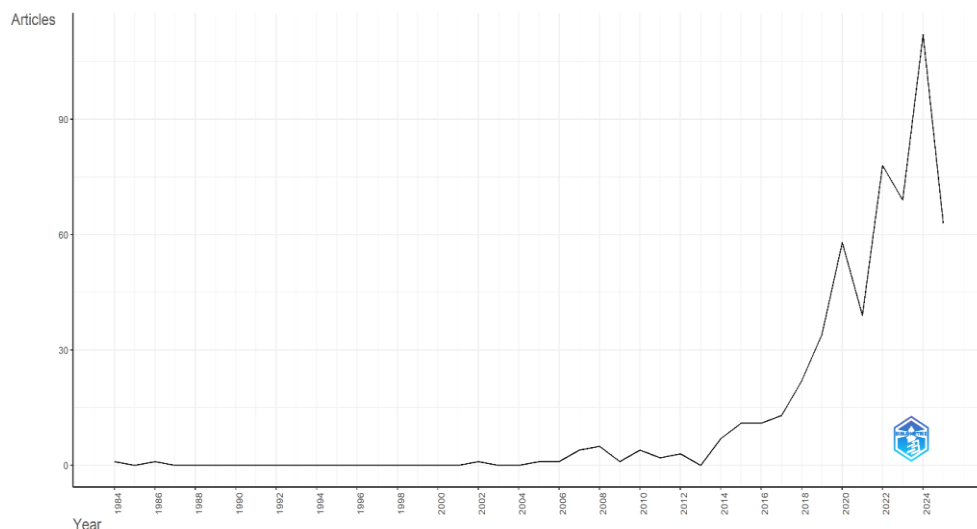
¹⁹ KRAUS ET AL. 2022.

²⁰ R-CORE TEAM 2021.

²¹ MUKHERJEE 2022.

anno in cui sono stati pubblicati 58 contributi. Nel 2021 si registra una sensibile diminuzione, con 30 pubblicazioni, seguita da un andamento nuovamente altalenante nei due anni successivi. Il 2024 rappresenta il picco massimo, con 112 pubblicazioni. Per l'anno in corso si prevede invece un rallentamento, poiché alla data dell'analisi condotta su *Scopus* e *Web of Science* la produttività risulta inferiore di circa il 30% rispetto all'anno precedente.

Figura 1 – Evoluzione della produzione nel tempo.



Fonte: nostra elaborazione.

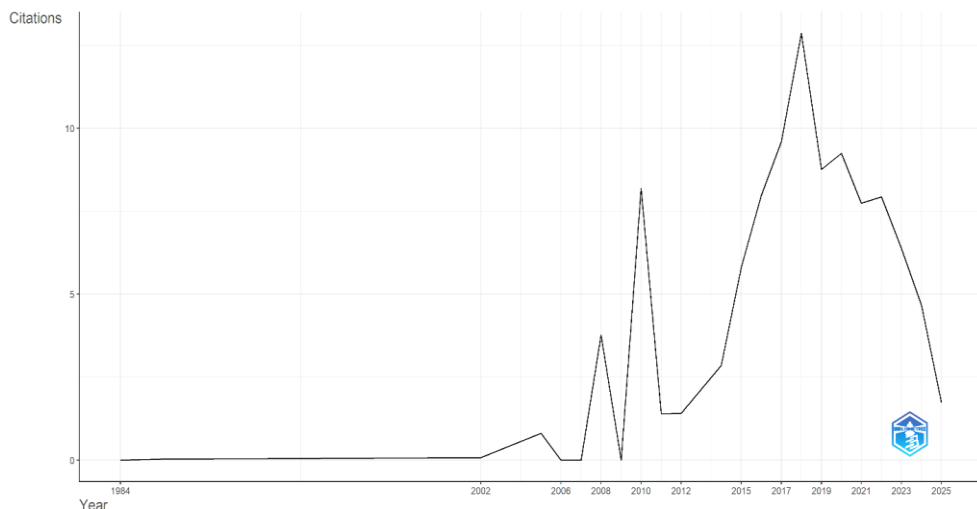
L'andamento discontinuo emerge anche dall'analisi della media delle citazioni per anno (figura 2): dopo aver raggiunto il valore massimo nel 2018 (12,8), essa ha mostrato un *trend* decrescente fino al 2022 (7, 9). Una ulteriore riduzione significativa si è registrata nel 2024, con un valore pari a 4,7. Si presume che la diminuzione prosegua anche per l'anno in corso, considerando che, al momento dell'estrazione dei dati dai database scientifici, la media si attestava a 1,7.

Analizzando i *journal* più citati, che secondo Ferreira *et al.*²² sono quelli che attraggono l'interesse degli studiosi più autorevoli e, di conseguenza, risultano le sedi privilegiate per la pubblicazione della ricerca più avanzata, abbiamo riscontrato che *Journal of Cleaner Production* sul tema oggetto di

²² FERREIRA ET AL. 2013.

questo studio occupa una posizione dominante, con 298 articoli; invece, quelli che seguono al secondo e terzo posto presentano un numero molto esiguo (11 ciascuno). Gli altri 73 *journal* presentano un numero di contributi pubblicati molto basso, inferiore a 8 ciascuno, e di questi per 41 se ne riscontra solo 1.

Figura 2 – Evoluzione delle citazioni nel tempo.



Fonte: nostra elaborazione.

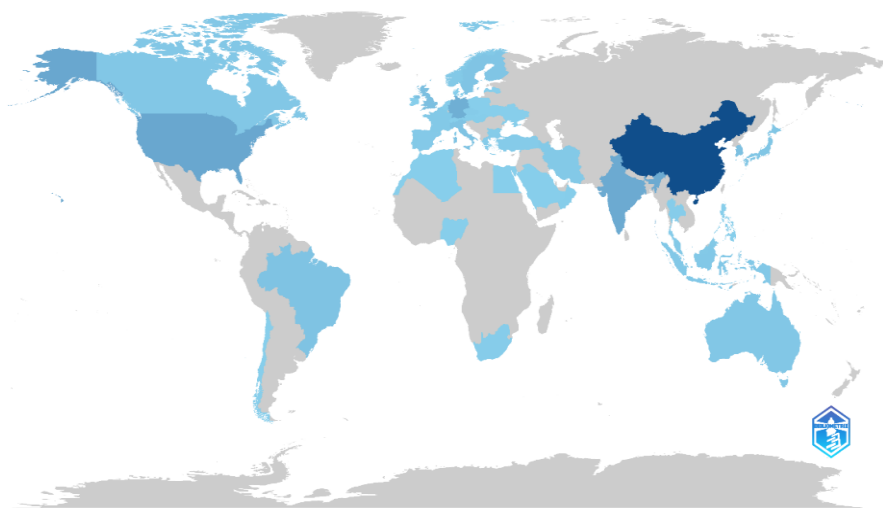
Prendendo in esame gli studiosi più produttivi che hanno trattato il tema dell'economia circolare per la gestione sostenibile delle LIBs emerge Zhang Y. con 23 articoli, pubblicati con intensità e costanza dal 2018 alla data della presente analisi, con 5 articoli nel 2024. Questo autore si distingue anche per il totale delle citazioni per anno. Al secondo posto si colloca Li J., con 16 articoli pubblicati dal 2016 alla data della presente analisi (ad eccezione del 2019) che presentano un significativo impatto misurato in termini di citazioni.

Al terzo posto si colloca Wang J. sia per la numerosità della produzione scientifica pubblicata (pari a 15), seppur con discontinuità dal 2016 alla data della presente analisi anche per numero di citazioni.

Quattro università cinesi occupano le prime tre posizioni per interesse di ricerca sulla circolarità per la gestione sostenibile delle LIBs. Tale evidenza trova conferma anche analizzando la produzione scientifica dei rispettivi Paesi (figura 3), che vede al primo posto la Cina (con 184 pubblicazioni che corrispondono a oltre 36% sul totale), seguita da USA (con 53 pubblicazioni

che corrispondono a oltre il 9% sul totale) e India (49 pubblicazioni che corrispondono a oltre l'8% sul totale). Comunque, l'interesse scientifico verso il tema oggetto di indagine è piuttosto diffuso in numerosi paesi europei, in America del Nord, in Medio ed Estremo Oriente e in Australia.

Figura 3 – Produzione scientifica ripartita per Paese.



Fonte: nostra elaborazione.

Anche per quanto riguarda il numero di citazioni domina la Cina (con 9415 citazioni), mentre al secondo posto si colloca la Germania con 929 citazioni, seguita dall'India con 892.

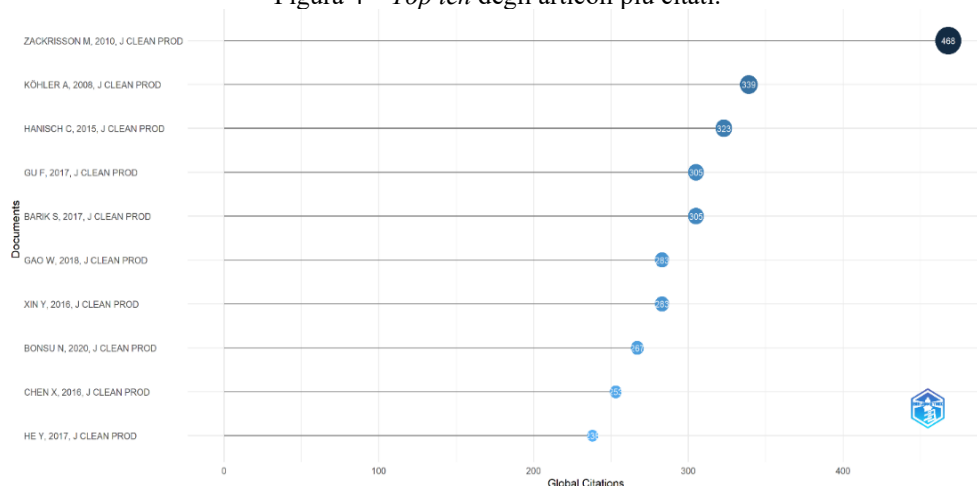
Tutti gli articoli che rientrano nella *top ten* per numero di citazioni (figura 4) sono stati pubblicati dal *Journal of Cleaner Production*, con un numero di citazioni compreso tra 238 e 468. Tra questi, analizzando i risultati dei primi cinque contributi, emergono spunti significativi per il tema trattato in questo lavoro.

Dai risultati dello studio di Zackrisson *et al.*²³, con riferimento alla valutazione del ciclo di vita delle LIBs destinate ai veicoli elettrici, emergono alcune priorità strategiche correlate all'adozione di processi produttivi più sostenibili dal punto di vista ambientale e maggiormente conformi alle

²³ ZACKRISSON ET AL. 2010.

normative, maggiori investimenti in innovazione per accrescere l'efficienza interna delle batterie e accrescere la competitività, colmare i rilevanti gap informativi lungo la filiera necessari per adottare decisioni aziendali efficaci su progettazione, produzione e riciclo.

Figura 4 – Top ten degli articoli più citati.



Fonte: nostra elaborazione.

La ricerca di Köhler *et al.*²⁴ evidenzia come il modo in cui i *carbon nano-tubes* (CNT), sempre più diffusi in prodotti come le LIBs, sono incorporati nei materiali influenzi significativamente il rischio di rilascio (non solo durante la produzione, ma anche nelle fasi di utilizzo e smaltimento), richiedendo scelte produttive più consapevoli. Durante il riciclo, inoltre, possono verificarsi fenomeni di contaminazione incrociata tra materiali, con possibili ripercussioni sulla qualità dei materiali recuperati. Pertanto, le aziende delle LIBs devono affrontare rischi operativi, regolatori e reputazionali. L'esposizione dei lavoratori o dell'ambiente ai nanotubi può comportare problemi di salute e sicurezza, mentre le normative, sempre più rigorose, possono richiedere adeguamenti produttivi o sanzioni in caso di non conformità. Inoltre, eventuali impatti negativi possono compromettere la reputazione aziendale. Proprio per mitigare tali rischi, è fondamentale adottare un approccio proattivo lungo l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla progettazione allo

²⁴ KÖHLER ET AL. 2008.

smaltimento, garantendo sicurezza, conformità normativa e tutela dell'immagine aziendale.

I risultati dello studio di Hanisch *et al.*²⁵ evidenziano che lo sviluppo di processi di riciclo più efficienti per le batterie agli ioni di litio rappresenta un'opportunità strategica significativa per le aziende coinvolte nel settore della mobilità elettrica. Il processo di riciclo sviluppato con tecniche evolute consente di recuperare il litio, elemento chiave per la produzione di nuove batterie, quasi completamente e con impurità estremamente ridotte, migliorando notevolmente la purezza rispetto ai metodi meccanici tradizionali. Per le aziende ciò offre la possibilità di ridurre i costi legati all'approvvigionamento di materie prime, migliorare la sostenibilità delle filiere produttive e ottenere vantaggi competitivi attraverso l'adozione di tecnologie di riciclo avanzate, in linea con i principi dell'economia circolare.

Come evidenziato da Gu *et al.*²⁶, nonostante la crescente disponibilità e domanda di LIBs, il riciclo in Cina, principale produttore e consumatore, è ancora fortemente inefficiente. Dalla ricerca si evince che, sebbene i consumatori siano generalmente favorevoli al riciclo, la maggior parte non sa dove conferire le LIBs esauste, e i sistemi di raccolta attuali non prevedono un adeguato recupero di tali batterie. Solo pochi operatori del settore si occupano di raccolta e la scarsità di forniture incide negativamente sull'intera filiera del riciclo. Gli studiosi hanno stimato che meno del 10% delle LIBs viene effettivamente riciclato, mentre la maggior parte finisce in discarica o viene abbandonata. Pertanto, emerge l'urgenza di implementare strategie più efficaci di raccolta e gestione dei rifiuti, sviluppare collaborazioni tra produttori, enti pubblici e imprese di riciclo, e promuovere politiche e incentivi che aumentino i tassi di recupero, migliorando la sostenibilità della catena del valore delle LIBs. Gli autori ritengono che: bisognerebbe innovare le normative classificando le LIBs come rifiuti pericolosi; potenziare i sistemi di raccolta creando delle postazioni senza scopo di lucro di proprietà dello Stato come integrazione necessaria al sistema di raccolta attuale basato esclusivamente sul profitto; sia necessario sviluppare nuovi approcci di riciclo e delle tecnologie di gestione delle informazioni; sia essenziale accrescere i livelli di educazione pubblica sul tema del riciclo.

²⁵ HANISCH ET AL. 2015.

²⁶ GU ET AL. 2017.

I risultati della ricerca condotta da Barik *et al.*²⁷ evidenziano che il riciclo delle LIBs rappresenta un'opportunità strategica per le aziende, grazie all'elevato valore economico dei metalli recuperabili come litio, cobalto, manganese e nichel. Le tecnologie di riciclo disponibili, comprendenti processi meccanici, termici e chimici, offrono al settore la possibilità di ottimizzare la gestione dei rifiuti e ridurre la dipendenza dalle materie prime vergini, migliorando la sostenibilità della catena del valore. Tuttavia, l'implementazione su scala commerciale risulta complessa, a causa di vincoli tecnici come bassa densità del materiale trattato e alto consumo di reagenti chimici, richiedendo investimenti significativi in infrastrutture e impianti. Per le imprese, la selezione di metodologie di separazione e recupero dei metalli più efficienti può ridurre i costi operativi e facilitare la gestione dei processi.

5. Mappatura scientifica

Per esplorare la struttura, i temi e i sottotemi del dominio di ricerca, è stata effettuata una mappatura scientifica²⁸. Come evidenziato da Aria e Cuccurullo²⁹, l'individuazione della struttura intellettuale di un dominio scientifico è fondamentale per colmare un *gap* teorico e per le implicazioni pratiche che ne derivano. Seguendo queste indicazioni, ci siamo posti l'obiettivo di identificare i *cluster* tematici mediante una rappresentazione grafica priva di pregiudizi soggettivi³⁰.

A tal fine, abbiamo utilizzato *VOSviewer* come strumento bibliometrico, coerentemente con quanto riportato nello studio di Nautiyal e Pathak³¹, nel quale viene espressamente riconosciuto come adeguato anche per aree di ricerca multidisciplinari. Inoltre, lo strumento consente di sviluppare mappe bibliometriche soddisfacenti anche in presenza di numerosi elementi che presentano somiglianze³².

²⁷ BARIK *ET AL.* 2017.

²⁸ KRAUS *ET AL.* 2022.

²⁹ ARIA, CUCCURULLO 2017.

³⁰ ZUPIC, ČATER 2015.

³¹ NAUTIYAL, PATHAK 2024.

³² VAN ECK, WALTMAN 2010.

Per la visualizzazione abbiamo adottato l'approccio basato sulla distanza³³: quanto minore è la distanza tra gli elementi rappresentati dai 'nodi', tanto più forte è la loro relazione, e viceversa.

5.1. Analisi dei co-autori

Per raggiungere l'obiettivo di questo studio, anche in considerazione della tematica innovativa trattata in ambito manageriale, è stata effettuata l'analisi dei co-autori per rilevare la struttura sociale e le reti di collaborazione scientifica³⁴. Come indicato da Glänzel e Schubert³⁵, l'interesse verso l'analisi dei co-autori è emerso a seguito della crescente collaborazione internazionale, stimolata dal processo di globalizzazione della ricerca. La collaborazione scientifica è riconosciuta anche per il merito di generare valore nel lungo termine, misurabile attraverso strumenti bibliometrici, e di incrementare attività di ricerca, produttività e impatto.

A livello grafico (figura 5), le linee indicano le relazioni tra gli autori, mentre lo spessore delle linee ne suggerisce la rilevanza; come evidenziato in precedenza, le connessioni più forti si osservano in corrispondenza della prossimità dei nodi.

Effettuando l'analisi della co-autorialità e utilizzando come unità di analisi le «organizzazioni», è emerso che, su 853 organizzazioni, solo otto università statunitensi superano la soglia di 3 articoli e 100 citazioni. Tra queste spicca la *University of Chinese Academy*, i cui ricercatori collaborano con quelli di altre tre università cinesi. Il principale tema trattato riguarda il recupero di componenti delle LIBs esauste da destinare ad attività di riciclo.

Dall'analisi condotta utilizzando come unità di analisi i «Paesi», fissando 5 documenti come numero minimo e 100 come numero minimo di citazioni, dei 56 Paesi considerati, solo 16 hanno superato la soglia minima³⁶. Dal punto di vista geografico, la Cina domina con 157 documenti pubblicati e 11 legami con altri Paesi, seguita a notevole distanza dagli Stati Uniti d'America, con 39 documenti e 6 collegamenti, e dalla Germania, con 34 documenti e 8 collegamenti. Altri tre Paesi presentano un numero di articoli compreso tra 17 e

³³ VAN ECK, WALTMAN 2014.

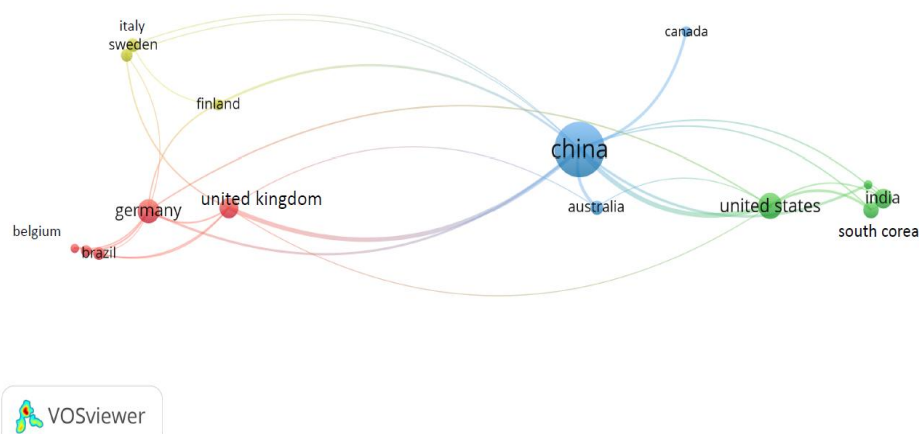
³⁴ ARIA, CUCCURULLO 2018.

³⁵ GLÄNZEL, SCHUBERT 2004.

³⁶ DONTU ET AL. 2021.

25: Corea del Sud (17), India (23) e Regno Unito (25), mentre nove Paesi non superano i 12 articoli.

Figura 5 – Rete di collaborazione tra autori nella letteratura sull'economia circolare per la gestione sostenibile delle LIBs.



Fonte: nostra elaborazione.

5.2 Raggruppamento dei filoni di ricerca sull'economia circolare per la gestione sostenibile delle LIBs

Per rispondere alla quarta domanda di ricerca, e seguendo la metodologia suggerita da Donthu³⁷ per l'analisi bibliometrica, le statistiche descrittive di base sono state integrate con l'analisi dei *network*. Utilizzando *VOSviewer*, è stata generata una mappa di co-occorrenza dei termini per rappresentare le *key-words* che compaiono frequentemente nei documenti del *dataset* e che possono quindi essere interpretate in relazione al loro legame concettuale³⁸, al fine di tracciare la struttura concettuale del *framework* oggetto di studio.

Come metodo di normalizzazione è stata adottata la forza dell'associazione³⁹.

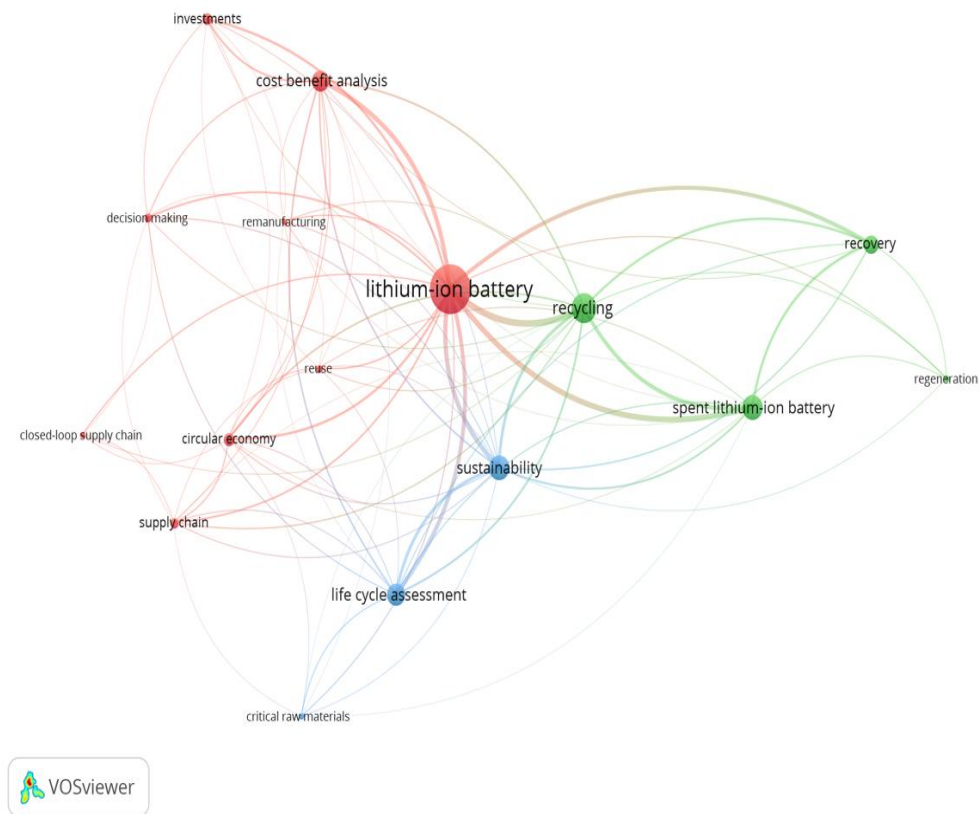
³⁷ DONTU ET AL. 2021.

³⁸ SRIVASTAVA, SIVARAMAKRISHNAN 2021.

³⁹ VAN ECK, WALTMAN 2009.

Dall'elaborazione è emersa la presenza di tre *cluster* tematici, comprendenti un totale di 16 *item* di natura manageriale, come rappresentato nella figura 6, dopo aver selezionato le 149 *keywords* ricorrenti almeno 5 volte e applicato il *thesaurus*. Successivamente, è stata condotta l'analisi del contenuto per descrivere i temi e i sottotemi di ciascun *cluster*.

Figura 6 – Rete di co-occorrenza dei concetti chiave sull'economia circolare per la gestione sostenibile delle LIBs.



Fonte: nostra elaborazione.

5.3 Cluster 1: Economia circolare e ottimizzazione del ciclo di vita delle LIBs

Le *keywords* di questo *cluster* sono: economia circolare, catena di fornitura, catena di fornitura a ciclo chiuso, analisi costi-benefici, *decision making*, investimenti, batterie agli ioni di litio (nodo principale), *remanufacturing* e riuso.

Le LIBs sono componenti fondamentali per la mobilità elettrica e i sistemi di accumulo energetico, grazie a efficienza, leggerezza, sicurezza e costi competitivi⁴⁰. La centralità del litio conferisce un valore strategico elevato, ma pone rischi legati a esaurimento delle risorse, concentrazione geografica delle forniture e instabilità dei prezzi, aggravati dalla limitata integrazione delle batterie esauste nei sistemi di raccolta⁴¹.

La gestione delle batterie a fine vita richiede modelli di economia circolare e catena di fornitura a ciclo chiuso, con strategie di raccolta, riuso, *remanufacturing* e riciclo integrate in decisioni di investimento e pianificazione strategica⁴². La catena di fornitura inversa introduce nuovi attori, complessità operative e incertezze su qualità, quantità e tempistiche dei resi, ma può generare valore economico e vantaggi ambientali quando i modelli circolari sono ben implementati⁴³.

Il riuso permette impieghi alternativi delle batterie con capacità ridotta, ad esempio per lo stoccaggio energetico, mentre la *remanufacturing* ripristina prestazioni pari al nuovo sostituendo celle o moduli, con costi inferiori rispetto alla produzione di nuove batterie e riduzione di emissioni e dipendenza dalle materie prime⁴⁴. La fiducia dei consumatori e la qualità certificata da terzi sono essenziali per l'accettazione delle batterie rigenerate⁴⁵.

La transizione verso la catena di fornitura circolare richiede una approfondita analisi costi-benefici, un efficace processo decisionale e investimenti mirati, integrando produttori, riciclatori e operatori logistici, con l'obiettivo di ottimizzare il valore economico e ambientale dei materiali e garantire la

⁴⁰ HANISCH ET AL. 2015; GROENEWALD ET AL. 2017; WANG W. ET AL. 2020.

⁴¹ GU ET AL. 2017; DENG ET AL. 2020; BONGARTZ ET AL. 2021.

⁴² WRÅLSEN ET AL. 2021; TADAROS ET AL. 2022.

⁴³ CHIZARYFARD ET AL. 2020; SCHELLER ET AL. 2020.

⁴⁴ LUND 1984; YU ET AL. 2021; LEE ET AL. 2022.

⁴⁵ BONSU 2020.

sostenibilità della catena di approvvigionamento⁴⁶. L'adozione di strumenti digitali per la tracciabilità, come il passaporto digitale delle batterie, facilita il riutilizzo e la *remanufacturing*, supportando l'economia circolare e la resilienza della catena di fornitura⁴⁷.

In sintesi, la gestione integrata delle LIBs esauste attraverso riuso, *remanufacturing* e riciclo rappresenta una leva chiave per creare una catena di fornitura a ciclo chiuso, ridurre l'impatto ambientale, ottimizzare le risorse e guidare decisioni di investimento sostenibili in un contesto di crescente domanda energetica e pressione sulle risorse naturali.

5.4 Cluster 2: *R-strategies* per batterie al litio esauste

Le *keywords* di questo *cluster* sono: recupero, riciclo (nodo principale), rigenerazione, batterie agli ioni di litio esauste.

L'aumento delle batterie agli ioni di litio (LIBs) esauste rende urgente lo sviluppo di strategie di riciclo efficaci⁴⁸. Queste batterie, contenenti metalli pesanti, se smaltite in discarica, possono compromettere la catena di approvvigionamento e causare danni ambientali irreversibili, oltre a precludere il recupero di risorse preziose come litio e cobalto⁴⁹.

Anche le batterie con capacità residua inferiore all'80%, non più idonee per i veicoli elettrici, possono essere impiegate in reti elettriche intelligenti o sistemi di accumulo energetico, se conformi agli standard di riciclo⁵⁰. Tuttavia, la scarsa diffusione dei sistemi di raccolta limita la possibilità di dare alle LIBs una «seconda vita»⁵¹.

Il recupero dei materiali critici è cruciale per promuovere un'economia circolare delle batterie, stabilizzare la catena di approvvigionamento e valorizzare le risorse, con oltre il 74% del valore economico delle batterie esauste

⁴⁶ APALKOVA ET AL. 2021; BELAL ET AL. 2025; BHUYAN ET AL. 2022; KASTANAKI ET AL. 2023; MOAWAD ET AL. 2025.

⁴⁷ SISKI ET AL. 2023.

⁴⁸ KÖHLER ET AL. 2008; WU ET AL. 2023.

⁴⁹ ZHANG ET AL. 2018; FAN ET AL. 2023.

⁵⁰ WANG W. ET AL. 2020; HE ET AL. 2023.

⁵¹ GU ET AL. 2017; MATHEW ET AL. 2023.

potenzialmente recuperabile⁵². L'efficienza del recupero rimane il principale fattore di incertezza che influenza gli impatti ambientali del riciclo⁵³.

Il riciclo comprende pretrattamento, recupero dei metalli e preparazione del prodotto, creando una catena di approvvigionamento secondaria essenziale per regioni con risorse limitate⁵⁴. Le sfide principali riguardano costi elevati, progettazioni di batterie non ottimali, carenza di sistemi di raccolta e limitata accettazione delle LIBs riciclate⁵⁵.

Per un riciclo efficace, è necessario ottimizzare la filiera, rafforzare la cooperazione tra aziende a monte e a valle, adottare sistemi di tracciabilità e considerare costi, benefici ambientali ed economici⁵⁶. Gli investimenti devono inoltre puntare su innovazione tecnologica, gestione avanzata e formazione specialistica della forza lavoro⁵⁷.

Infine, il recupero e la rigenerazione delle batterie esauste non solo garantiscono il riciclo dei materiali preziosi, ma permettono la produzione di nuove batterie ad alte prestazioni, contribuendo a un utilizzo più sostenibile delle risorse naturali e promuovendo benefici ambientali ed economici significativi⁵⁸.

5.5 *Cluster 3: Sostenibilità e gestione delle materie prime critiche nelle LIBs*

Le *keywords* di questo *cluster* sono: materie prime critiche, analisi del ciclo di vita, sostenibilità (nodo principale).

La crescente diffusione delle batterie agli ioni di litio (LIBs) e la transizione globale verso la sostenibilità rendono cruciale una gestione sostenibile dell'intero ciclo di vita, inclusa la fase di fine vita, al fine di prevenire impatti socio-ambientali e recuperare valore economico⁵⁹. Il riciclo e il riutilizzo,

⁵² YANG *ET AL.* 2021; HE *ET AL.* 2023.

⁵³ WU *ET AL.* 2022.

⁵⁴ YAN *ET AL.* 2020; KALLITSIS *ET AL.* 2022; HE *ET AL.* 2025.

⁵⁵ BHUYAN *ET AL.* 2022; RAJAEIFAR *ET AL.* 2022; MATHEW *ET AL.* 2023.

⁵⁶ SUN *ET AL.* 2020; WANG W. *ET AL.* 2020; NGUYEN-TIEN *ET AL.* 2022.

⁵⁷ USAI *ET AL.* 2022; JAYARAMAN *ET AL.* 2024.

⁵⁸ YI *ET AL.* 2020; WU *ET AL.* 2022; BEJIGO *ET AL.* 2023.

⁵⁹ GU *ET AL.* 2017; WANG J. *ET AL.* 2020; WRÅLSEN *ET AL.* 2021; AKASAPU, HEHENBERGER 2023; CHEN *ET AL.* 2024.

tuttavia, sono spesso ostacolati da una progettazione non orientata alla circolarità. L'adozione di un passaporto digitale, standardizzato per ogni batteria, è ritenuta essenziale per monitorarne le condizioni, facilitare il riuso e il riciclo, nonché per supportare la conformità normativa e il processo decisionale⁶⁰.

Per garantire la sostenibilità per la gestione delle LIBs, è necessario un impegno congiunto di governi, imprese e consumatori⁶¹. L'implementazione di modelli di *business* circolari consente di creare benefici economici, ambientali e sociali, promuovendo la sostenibilità complessiva del settore⁶². In Europa, direttive come l'*European Green Deal* e le normative su batterie e rifiuti sono orientate a stimolare la circolarità e la sostenibilità economica e ambientale del mercato⁶³.

Strumenti di valutazione standardizzati, come il *life cycle assessment* secondo ISO 14040, sono fondamentali per analizzare impatti ambientali, sociali ed economici lungo l'intero ciclo di vita delle batterie, includendo trasporto, produzione e gestione del fine vita⁶⁴. L'integrazione di dati primari e valutazioni socioeconomiche consente di guidare decisioni strategiche e pianificare infrastrutture di riciclo e riuso⁶⁵.

Le fasi di produzione e fine vita delle LIBs sollevano criticità legate all'estrazione e al trattamento di materie prime strategiche come litio e cobalto, caratterizzate da elevata volatilità dei prezzi e concentrazione geografica⁶⁶. Le proiezioni indicano possibili carenze di approvvigionamento e aumento della domanda globale entro il 2030-2040, rendendo il riciclo di materie critiche una politica promettente per ridurre rischi e incertezze⁶⁷.

⁶⁰ SISKI ET AL. 2023.

⁶¹ WRÅLSEN ET AL. 2021.

⁶² AGRAWAL ET AL. 2021; YANG ET AL. 2021.

⁶³ BONSU ET AL. 2020; MARTINS ET AL. 2020; WRÅLSEN ET AL. 2021; BOUTER, GUICHET 2022.

⁶⁴ BUSCH ET AL. 2017; CHERUBINI ET AL. 2019; CUSENZA ET AL. 2019; APALKOVA ET AL. 2021; CHEN ET AL. 2022; DING ET AL. 2023.

⁶⁵ WRÅLSEN ET AL. 2021; WU ET AL. 2022.

⁶⁶ ZACKRISSON ET AL. 2010; SONG ET AL. 2019; YAN ET AL. 2020; CASTRO ET AL. 2022; ABDELBAKY ET AL. 2023; CHEN ET AL. 2023; LAI ET AL. 2023.

⁶⁷ YAN ET AL. 2020; MARCOS ET AL. 2021; DE AQUINO SALES ET AL. 2024.

6. Discussione dei risultati

Dai risultati ottenuti emergono alcune riflessioni. Rispetto alla prima domanda di ricerca, i *trend* di pubblicazione evidenziano un interesse crescente di alcune comunità accademiche per il settore delle LIBs, con una forte attenzione da parte degli studi tecnici e ingegneristici. Sebbene la logica dominante rimanga centrata sugli aspetti tecnologici e sull'ottimizzazione dei processi di riuso e riciclo, i temi dell'economia circolare⁶⁸ e l'evoluzione normativa⁶⁹ aprono spazi di ricerca rilevanti anche per approcci di tipo manageriale.

Dal 2018 il numero di pubblicazioni aumenta costantemente, raggiungendo il livello più elevato nel 2024, segnalando che il maggiore interesse accademico corrisponde all'attenzione crescente delle imprese verso il settore delle LIBs. La necessità di una gestione sostenibile delle batterie lungo l'intero ciclo di vita, unita alla rapida evoluzione normativa, spinge infatti i ricercatori ad approfondire il fenomeno e i suoi impatti.

Attualmente, l'interesse scientifico riguarda soprattutto la produzione, il riciclo e il riuso delle batterie; tuttavia, l'attenzione appare più concentrata sulla progettazione delle LIBs che sull'analisi delle dinamiche di mercato.

Il tema delle LIBs, della loro progettazione e produzione, è particolarmente sviluppato in Asia, dove le istituzioni e i ricercatori maggiormente coinvolti sono in prevalenza cinesi. In Cina, e in parte anche in Corea, si concentrano infatti i principali produttori di LIBs. Allo stesso tempo, cresce l'interesse di studiosi europei per gli aspetti legati alla sostenibilità, alla circolarità e al quadro normativo a tutela dei mercati, delle produzioni, dell'ambiente e della società.

Per quanto riguarda la produzione scientifica in ambito manageriale, si osserva un coinvolgimento ancora limitato. Ciò conferma la necessità di approfondire tali prospettive e mette in luce elementi utili a definire direzioni per ricerche future.

Dagli articoli più citati emergono risultati significativi di rilevanza manageriale. In particolare, le aziende devono adottare processi produttivi sostenibili, investire in innovazione per incrementare l'efficienza delle batterie e colmare i *gap* informativi lungo la filiera⁷⁰. La gestione consapevole di materiali

⁶⁸ ZANG *ET AL.* 2020.

⁶⁹ BONSU *ET AL.* 2020; MARTINS *ET AL.* 2020; BOUTER, GUICHET 2022.

⁷⁰ ZACKRISSON *ET AL.* 2010.

avanzati, come i *carbon nanotubes*, è fondamentale per ridurre rischi operativi, regolatori e reputazionali⁷¹. Il riciclo avanzato delle LIBs rappresenta un'opportunità strategica per recuperare metalli critici, contenere i costi e migliorare la sostenibilità, pur richiedendo investimenti significativi in infrastrutture e tecnologie efficienti⁷². Infine, sistemi di raccolta efficaci, politiche mirate e incentivi adeguati risultano cruciali per aumentare i tassi di recupero e garantire la sostenibilità della catena del valore⁷³.

La revisione della letteratura ha consentito di delineare lo stato dell'arte degli studi sull'economia circolare per la gestione sostenibile delle LIBs, individuando tre *cluster* che descrivono i principali filoni di ricerca attualmente sviluppati.

Il primo *cluster* è denominato «Economia circolare e ottimizzazione del ciclo di vita delle LIBs». Gli *item* che lo compongono sono legati alle pratiche dell'economia circolare e mostrano come l'adozione di un modello circolare spinga gli attori a collaborare per ottimizzare l'uso delle risorse, ridurre gli sprechi e massimizzare i benefici economici e ambientali attraverso rigenerazione e riutilizzo. La letteratura sembra concordare nel considerare l'economia circolare un modello di *business* efficace per guidare le interazioni tra imprese e utilizzatori, limitando comportamenti opportunistici. Elementi come «catena di fornitura a ciclo chiuso», «rigenerazione», «riuso» e «catena di fornitura» rappresentano parole chiave utili a valorizzare i materiali e ridurre la dipendenza da materie prime vergini, mentre l'analisi costi-benefici risulta essenziale per valutare la sostenibilità economica di tali pratiche.

L'analisi di questi processi evidenzia la rilevanza della prospettiva di *business management*: per attuare efficacemente un modello di economia circolare sono necessarie solide competenze decisionali e adeguati investimenti per sviluppare infrastrutture e tecnologie idonee.

Il secondo *cluster*, denominato «*R-strategies* per batterie al litio esauste», pone al centro il tema del riciclo. Il fine vita delle LIBs e le strategie di recupero influenzano in modo determinante le scelte strategiche delle imprese, sia nella progettazione delle batterie sia dei sistemi che le utilizzano. La durata della batteria incide sull'affidabilità complessiva dei sistemi e orienta le valutazioni di costi e benefici da parte di utilizzatori, riciclatori e operatori del

⁷¹ KÖHLER ET AL. 2008.

⁷² HANISCH ET AL. 2015; BARIK ET AL. 2017.

⁷³ GU ET AL. 2017.

riuso, anche in relazione agli obblighi normativi sul riciclo e sulla gestione del rifiuto. Questo *cluster* evidenzia ulteriori spunti di ricerca, mettendo in luce questioni legali connesse alla gestione dei rifiuti⁷⁴, le complessità e i costi del riciclo e le difficoltà di certificare un possibile riuso in applicazioni di seconda vita⁷⁵. Da tali studi emerge la rilevanza delle normative che, in alcuni mercati, potrebbero contribuire a superare le resistenze di progettisti e produttori nell'impiego di materie prime seconde e nel corretto trattamento dei rifiuti. Le dinamiche di mercato spingono spesso le imprese verso soluzioni progettuali meno complesse e basate su materie prime pure; tuttavia, normative più stringenti potranno indirizzare decisioni più sostenibili, pur comportando, in alcuni casi, costi aggiuntivi per i produttori e gli attori coinvolti nel *business* circolare. Tali costi potrebbero essere mitigati da ricerche orientate a sviluppare soluzioni più vantaggiose in termini economici per la progettazione, il riuso e il riciclo delle LIBs.

Il terzo *cluster*, denominato «Sostenibilità e gestione delle materie prime critiche nelle LIBs», riguarda la riduzione dell'impatto ambientale e sociale lungo tutta la filiera delle LIBs, dalla produzione delle materie prime allo smaltimento. Le ricerche analizzano l'intero ciclo delle LIBs considerando sia gli effetti dell'estrazione delle materie prime nei Paesi produttori, sia l'impiego in fase di produzione, utilizzo e fine vita. Il *focus* crescente sulla sostenibilità sta influenzando l'evoluzione della ricerca, l'introduzione di nuove normative, la creazione di infrastrutture e lo sviluppo di prodotti concepiti per ridurre l'impatto ambientale, anche in risposta alla crescente sensibilità dei consumatori verso beni e servizi sostenibili e rispettosi delle comunità coinvolte nell'estrazione delle risorse.

A livello globale, l'attenzione verso l'elettrificazione dei trasporti e di numerosi settori nasce dall'esigenza di ridurre l'uso di combustibili fossili e l'inquinamento. Tuttavia, questo obiettivo non deve generare impatti negativi sugli ecosistemi che sostengono la filiera delle LIBs. Ne derivano limiti e sfide nella progettazione, produzione e gestione del fine vita delle batterie, ma anche opportunità per le imprese in un mercato complesso e in continua evoluzione. Gli studi analizzati indicano che l'economia circolare può costituire un paradigma utile non solo a favorire la diffusione delle LIBs e dei sistemi elettrici, ma anche a garantire un equilibrio tra tutti gli attori della

⁷⁴ BONSU 2020.

⁷⁵ BUSCH ET AL. 2017.

filiera. L'economia circolare, infatti, presuppone un contesto collaborativo in cui gli attori non prevalgono l'uno sull'altro, ma regolano il livello dei propri interventi e profitti perseguendo un valore collettivo derivante dall'interazione sinergica dell'intero sistema.

7. Suggerimenti per sviluppi futuri della ricerca

Analizzando la letteratura che compone il *dataset* creato per questo studio emergono indicazioni rilevanti per ricerche future, volte ad approfondire l'impatto ambientale e i benefici della circolarità, valutando l'efficienza delle tecnologie di riciclo e il loro contributo alla sostenibilità. Quanto discusso in questo paragrafo fornisce pertanto la risposta alla RQ5.

Sarebbe utile effettuare una disamina del ciclo di vita delle LIBs in chiave integrata, considerando aspetti ambientali, economici e sociali. In aggiunta, si potrebbe indagare come il *design* del prodotto e la gestione della catena di fornitura possano facilitare riuso e recupero. Ulteriori ricerche potrebbero concentrarsi sulla redditività dei processi di riciclo, sulle economie di scala e sui contratti di fornitura nel promuovere pratiche circolari efficienti, con l'obiettivo di sviluppare modelli di *business* sostenibili e resilienti per la gestione delle LIBs.

Inoltre, considerando che gli aspetti normativi possono influenzare il mercato, si suggerisce di approfondire gli studi sui contratti di fornitura tra le aziende coinvolte nella progettazione, nell'uso e nel riutilizzo delle LIBs⁷⁶ e sul ruolo del sostegno istituzionale e delle politiche governative nel promuovere il riciclo⁷⁷. Nella tabella 1 che segue sono riepilogate le principali direzioni per ricerche future, ciascuna delle quali è stata associata a una categoria di matrice manageriale.

⁷⁶ SCHELLER *ET AL.* 2023.

⁷⁷ WU *ET AL.* 2022.

Tabella 1 – Indicazioni per la ricerca futura derivanti dalla letteratura analizzata.

Categoria	Breve descrizione	Citazioni
Riciclo, economia circolare e sostenibilità	Approfondire gli studi sui benefici ambientali del riutilizzo e del riciclo delle LIB, evidenziando il contributo di queste pratiche all'economia circolare e alla sostenibilità complessiva.	WU ET AL. 2022
Impatto ambientale del ciclo di vita delle LIBs	Analizzare in dettaglio le varie fasi del ciclo di vita delle LIBs, con particolare attenzione alla fase di riciclo, per identificare strategie volte a ridurre l'impatto ambientale complessivo, anche attraverso analisi dei costi basate su dati primari.	LIU ET AL. 2024
Tecnologie di riciclo	Analizzare diverse tecnologie di riciclo, valutandone l'impatto ambientale, l'uso delle risorse e le emissioni inquinanti generate. Identificare le tecnologie di riciclo più efficienti per garantire un recupero ottimale delle risorse.	TAO ET AL. 2023
	Esaminare diversi percorsi di processo di riciclo, come l'idrometallurgia, per ottenere un quadro comparativo delle opportunità attuali e future di riciclo delle LIBs.	REINHART ET AL. 2023
Relazioni intersistemiche	Esplorare le interazioni tra fornitori, produzione e riciclo, specialmente in contesti con molteplici <i>stakeholder</i> globali, per ottimizzare efficienza e sostenibilità lungo l'intera catena del valore.	BLÖMEKE ET AL. 2022
Influenza del design del prodotto sul riciclo	Indagare come il design del prodotto possa facilitare o ostacolare l'efficacia del riciclo, promuovendo soluzioni che migliorino la riciclabilità delle LIBs.	BLÖMEKE ET AL. 2022
	Per aumentare la sostenibilità complessiva del ciclo di vita delle batterie, sarebbe utile studiare come integrare la gestione della <i>supply chain</i> con la valutazione della sostenibilità e l'ingegneria dei processi, al fine di implementare un'economia circolare sostenibile per le LIBs.	BLÖMEKE ET AL. 2022

Convenienza economica, sostenibilità	Sviluppo di modelli per determinare l'allocazione ottimale delle risorse al fine di massimizzare la produttività e l'efficienza energetica, nonché ridurre al minimo i costi totali dell'industria delle LIBs.	DONG ET AL. 2025
	Analizzare i costi associati alle diverse fasi del ciclo di vita delle LIBs, in particolare il riciclo, per individuare le strategie più efficienti volte a migliorare l'efficienza economica e ambientale.	LIU ET AL. 2024
	Esplorare come le variazioni nelle previsioni di crescita del mercato dei veicoli elettrici influenzano la sostenibilità economica e la pianificazione strategica delle attività di riutilizzo e riciclo delle batterie, con particolare attenzione alla progressiva riduzione dei sussidi pubblici.	CUI ET AL. 2024
	Integrare gli aspetti sociali e ambientali nel modello di <i>Total Cost of Ownership</i> per i costi esterni, consentendo un'analisi combinata che rifletta tutte le dimensioni del riciclo delle LIBs.	REINHART ET AL. 2023
	Analizzare la valutazione economica dei processi di recupero delle LIBs.	SCHELLER ET AL. 2023
Valutazione economica dei processi	Studiare nuove metodologie e tecnologie in grado di aumentare la redditività del riciclo delle LIBs esauste contribuirà a superare uno dei principali ostacoli alla commercializzazione su larga scala.	WU ET AL. 2022
Economie di scala nella fase di riciclo	Indagare come aumentare i volumi di riciclo per sfruttare le economie di scala, supportando potenzialmente l'incremento del tasso minimo legale di riciclo delle LIBs nei veicoli elettrici.	REINHART ET AL. 2023
Contratti di fornitura	Esaminare come ottimizzare i contratti di fornitura per migliorare la resilienza e l'efficienza della catena di approvvigionamento delle LIBs, considerando le variabili legate al riciclo e al riutilizzo.	SCHELLER ET AL. 2023
	Esaminare le conseguenze ambientali e sociali del riciclo delle LIBs tramite processi piro-metallurgici e le loro alternative.	REINHART ET AL. 2023

Sostegno istituzionale	Esaminare le conseguenze ambientali e sociali del riciclo delle LIBs tramite processi piro-metallurgici e le loro alternative.	WU ET AL. 2022
Pianificazione strategica	Esplorare come le variazioni nelle previsioni di crescita del mercato dei veicoli elettrici influenzano la sostenibilità economica e la pianificazione strategica delle attività di riutilizzo e riciclo delle batterie, con particolare attenzione alla progressiva riduzione dei sussidi pubblici.	CUI ET AL. 2024
Gestione dell'innovazione	Esplorare come le imprese possano gestire in modo strategico il divario tra tecnologie attuali e bisogni futuri, attraverso modelli di innovazione, investimento e adattamento organizzativo capaci di anticipare le sfide e guidare la transizione tecnologica.	ALMAHRI, AN 2025
	Sviluppare un modello di ottimizzazione <i>end-to-end</i> ampliato per la logistica inversa del litio che integri ogni fase della catena del valore del riciclo, dall'acquisizione delle materie prime e dalla produzione al recupero dei materiali e alla rivendita, incorporando al contempo indicatori di performance sia finanziari sia non finanziari (resilienza, sostenibilità).	ATITEBI, JONES 2025
Gestione dei rischi	Approfondire le metriche incorporate nell'indice strutturato per valutare la resilienza strategica della catena di approvvigionamento delle LIBs, al fine di consentire una valutazione dei rischi più completa e realistica.	HE ET AL. 2025
Smart Supply Chain	Integrare tecnologie <i>Internet of Things</i> (IoT) per migliorare in tempo reale la tracciabilità e il monitoraggio della conformità all'interno della catena di fornitura delle LIBs.	MOAWAD ET AL. 2025

Fonte: nostra elaborazione.

In aggiunta a tutto ciò, dai risultati di questo studio emergono ulteriori opportunità di ricerca finalizzate ad approfondire, per esempio attraverso casi di studio singoli o multipli, come le strategie di circolarità dovrebbero essere integrate nei modelli operativi e decisionali per supportare lo sviluppo sostenibile per la gestione sostenibile delle LIBs anche nel comparto della mobilità elettrica a livello globale.

8. Conclusioni, implicazioni teoriche e manageriali

Il presente studio offre i risultati di una approfondita analisi bibliometrica e dei contenuti della letteratura manageriale relativa alla circolarità per la gestione sostenibile delle LIBs, che ha assunto un ruolo strategico per l'adozione di modelli produttivi sostenibili pure nel comparto della mobilità elettrica. Nonostante l'intensificarsi dell'attenzione globale verso pratiche di riciclo, riutilizzo e rigenerazione di risorse critiche, il *corpus* della letteratura manageriale risulta frammentato e poco sviluppato rispetto alla produzione scientifica tecnico-ingegneristica che, invece, è consolidata. I risultati evidenziano un crescente interesse da parte degli studiosi, guidato dalla necessità di affrontare temi riguardanti la scarsità di risorse, i rischi ambientali dello smaltimento e la crescente domanda di mobilità elettrica. La produzione scientifica mostra una forte concentrazione geografica – con predominanza della Cina – e un limitato numero di riviste e autori che influenzano il dibattito accademico. Dai *cluster* tematici è possibile riscontrare la necessità di strategie integrate per la gestione dei flussi di batterie esauste, supportate da politiche pubbliche e modelli di *business* innovativi, in grado di valorizzare il recupero dei materiali, ottimizzare i processi di riciclo e incrementare la sostenibilità economica.

Dal punto di vista teorico, lo studio contribuisce a delineare un *framework* concettuale che integra i principi dell'economia circolare con le specificità tecnologiche per la gestione sostenibile delle LIBs. La mappatura scientifica mostra come la circolarità richieda modelli di *business* evoluti, nei quali logistica inversa, rigenerazione e riciclo avanzato assumono un ruolo interdependente. Tale *framework* crea le basi per approfondire teorie su catena di fornitura a ciclo chiuso, allineamento informativo tra attori della filiera, responsabilità estesa del produttore e processi decisionali in condizioni di incertezza elevata. Tutto ciò favorisce lo sviluppo di ulteriori prospettive di ricerca su tematiche ancora marginalmente esplorate, quali governance delle catene globali di riciclo, impatto della digitalizzazione (per esempio il passaporto digitale delle batterie), modelli di valutazione della vita utile residua delle LIBs e strategie inter-organizzative a supporto di investimenti sostenibili.

Dal punto di vista manageriale, lo studio evidenzia implicazioni operative per imprese, *policy maker* e investitori. I risultati indicano che la transizione

verso modelli circolari richiede un approccio integrato alla progettazione di processi, infrastrutture e *partnership*, considerati l'elevata complessità della catena di fornitura inversa delle LIBs, la variabilità dei flussi di rientro, i costi logistici rilevanti e i potenziali rischi ambientali. Le imprese della filiera – produttori, riciclatori, operatori logistici e *utilities* – devono rafforzare la collaborazione inter-organizzativa, implementare sistemi informativi avanzati e sviluppare strumenti di valutazione economica che includano benefici ambientali e sociali. Decisioni strategiche cruciali riguardano «*insourcing versus outsourcing*» delle attività inverse, progettazione per il disassemblaggio, adozione di tecnologie di riciclo a basso impatto ambientale e definizione di modelli di *business* in grado di valorizzare seconde vite, nonché rigenerazione e recupero di materie prime critiche. Parallelamente, i *policy maker* devono promuovere quadri regolatori coerenti e incentivanti, rafforzare la responsabilità estesa del produttore, sostenere gli investimenti in impianti di riciclo e favorire l'implementazione di sistemi di raccolta efficienti su scala territoriale.

A compendio di quanto rilevato, non si può non concludere evidenziando che l'adozione di modelli economici circolari non debba essere considerato solo un imperativo finalizzato a garantire la salvaguardia ambientale, ma rappresenta anche una leva competitiva e un'opportunità di sviluppo industriale pure per il comparto della mobilità elettrica. L'avanzamento delle conoscenze manageriali sulle LIBs può contribuire a consolidare modelli produttivi più sostenibili, resilienti e capaci di affrontare le sfide globali poste dalla transizione energetica.

9. Limiti della ricerca

Sebbene questo studio presenti un chiaro carattere di originalità, poiché, per quanto ci risulta, non esistono studi in letteratura sull'economia circolare per la gestione sostenibile delle LiBs, esso non è privo di limiti. Infatti, per raggiungere l'obiettivo prefissato, non possiamo garantire di aver incluso tutta la produzione scientifica esistente, in quanto abbiamo utilizzato solamente due *database* indicizzati (*Scopus* e *Web of Science*), sebbene questi siano

riconosciuti dalla letteratura come autorevoli. Inoltre, potrebbero essere utilizzati *software* aggiuntivi per migliorare la visualizzazione dei dati⁷⁸.

Bibliografia

1. ABDELBAKY M., SCHWICH L., HENRIQUES J., FRIEDRICH B., PEETERS J. R., DEWULF W. (2023), *Global warming potential of lithium-ion battery cell production: Determining influential primary and secondary raw material supply routes*, «Cleaner Logistics and Supply Chain», Elsevier, pp 9, 100 e 130.
2. AGRAWAL T. K., ANGELIS J., THAKUR J. R., WIKTORSSON M., KALAIARASAN R. (2021), *Enabling circularity of electric vehicle batteries-the need for appropriate traceability*, 2021 IEEE international conference on technology management, operations and decisions (ICTMOD), Piscataway (NJ) USA: IEEE, pp 1-6.
3. AKASAPU U., HEHENBERGER P. (2023), *A design process model for battery systems based on existing life cycle assessment results*, «Journal of Cleaner Production», p 407.
4. ALMAHRI R., AN H. (2025), *Evaluating economic and environmental viability of recycling lithium-ion battery for electric vehicles in the middle east: a case study in the UAE*, in «Humanities and Social Sciences Communications», 12(1), pp 1-11.
5. ALPAKOVA V., TSYGANOV S., CHERNYTSKA T., MESHKO N., TSYGANOVA N. (2021), *Evaluating the economic and ecological effects of investment projects: a new model and its application to smartphone manufacturing in Europe*, «Investment Management & Financial Innovations», 18(4), p 252.
6. ARIA M., CUCCURULLO C. (2017), *bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*, in «Journal of Informetrics», Elsevier, 11(4), pp 959-975.
7. ARIA M., CUCCURULLO C. (2018), *Bibliometric Research Synthesis and Meta-analysis bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*, «Journal of Informetrics», 12(4).
8. ATITEBI O. S., JONES JR. E. C. (2025), *Centralized vs. Decentralized Black-Mass Production: A Comparative Analysis of Lithium Reverse Logistics Supply Chain Networks*, «Logistics», MDPI, 9(3), p 97.
9. BAIER-FUENTES H., MERIGÒ J. M., AMORÓS J. E., GAVIRIA-MARÍN M. (2019), *International entrepreneurship: a bibliometric overview*, in «International Entrepreneurship and Management Journal», 15(2), pp 385-429.
10. BARIK S. P., PRABAHARAN G., KUMAR L. (2017), *Leaching and separation of Co and Mn from electrode materials of spent lithium-ion batteries using hydrochloric acid: Laboratory and pilot scale study*, «Journal of Cleaner Production», 147, pp 37-43.
11. BEJIGO K. S., NATARAJAN S., BHUNIA K., ELUMALAI V., KIM S. J. (2023), *Recycling of value-added products from spent lithium-ion batteries for oxygen reduction and methanol oxidation reactions*, «Journal of Cleaner Production», p 384, 135520.

⁷⁸ FAROOQ 2024.

12. BELAL M. M., ROY S., BALASUBRAMANIAN S., WAHAB S. N. (2025), *Sustainability Challenges of Lithium-Ion Battery Supply Chain: Evidence from the Indian Electric Vehicle Sector*, «Journal of Information Technology Management», 17(1), pp 178-197.
13. BHUYAN A., TRIPATHY A., PADHY R. K., GAUTAM A. (2022), *Evaluating the lithium-ion battery recycling industry in an emerging economy: A multi-stakeholder and multi-criteria decision-making approach*, «Journal of Cleaner Production», p 331, 130007.
14. BLÖMEKE S., SCHELLER C., CERDAS F., THIES C., HACHENBERGER R., GONTER M., SPENGLER T. S. (2022), *Material and energy flow analysis for environmental and economic impact assessment of industrial recycling routes for lithium-ion traction batteries*, «Journal of Cleaner Production», p 377, 134344.
15. BONGARTZ L., SHAMMUGAM S., GERVAIS E., SCHLEGL T. (2021), *Multidimensional criticality assessment of metal requirements for lithium-ion batteries in electric vehicles and stationary storage applications in Germany by 2050*, «Journal of Cleaner Production», p 292, 126056.
16. BONSU N. O. (2020), *Towards a circular and low-carbon economy: Insights from the transitioning to electric vehicles and net zero economy*, «Journal of Cleaner Production», p 256, 120659.
17. BOUTER A., GUICHET X. (2022), *The greenhouse gas emissions of automotive lithium-ion batteries: a statistical review of life cycle assessment studies*, «Journal of Cleaner Production», p 344, 130994.
18. BUSCH J., DAWSON D., ROELICH K. (2017), *Closing the low-carbon material loop using a dynamic whole system approach*, «Journal of Cleaner Production», 149, pp 751-761.
19. CASTRO F. D., MEHNER E., CUTAIA L., VACCARI M. (2022), *Life cycle assessment of an innovative lithium-ion battery recycling route: A feasibility study*, «Journal of Cleaner Production», p 368, 133130.
20. CHAVAN D., MAHMOOD N., KUMAR S., ESHTIAGHI N. (2025), *A novel performance–economics framework for upcycling spent Li-ion battery cathodes to accelerate battery circularity*, «Journal of Cleaner Production», p 525, 146532.
21. CHEN L., LI X., LUO Y., TAN W., MA Q., WANG M., YANG J. (2024), *Impact of cobalt recycling on China's electrification process: Assessing the potential reduction in cobalt demand from battery recycling*, «Journal of Cleaner Production», p 434, 139917.
22. CHEN Q., LAI X., GU H., TANG X., GAO F., HAN X., ZHENG Y. (2022), *Investigating carbon footprint and carbon reduction potential using a cradle-to-cradle LCA approach on lithium-ion batteries for electric vehicles in China*, «Journal of Cleaner Production», p 369, 133342.
23. CHEN W. H., HSIEH I. Y. L. (2023), *Techno-economic analysis of lithium-ion battery price reduction considering carbon footprint based on life cycle assessment*, «Journal of Cleaner Production», p 425, 139045.
24. CHIGBU B. I., UMEJESI I. (2024), *Unlocking Economic and Environmental Gains Through Lithium-Ion Battery Recycling for Electric Vehicles*, «Resources», 13(12), p 163.
25. CHIZARYFARD A., LAPKO Y., MAGGIA P., TRUCCO P. (2020), *Exploring reverse supply chain configurations of high voltage Li-ion batteries for heavy e-vehicles under*

- different structural and operational conditions, in *Proceedings of the XXV Summer School 'Francesco Turco' – Industrial Systems Engineering*, pp 1-8.
26. CHIZARYFARD A., LAPKO Y., TRUCCO P. (2023), *Strategic closed-loop supply chain configuration in the transition towards the circular economy of EV batteries: an evolutionary analytical framework*, in «The International Journal of Logistics Management», 34(7), pp 142-176.
 27. COBO M. J., LÓPEZ-HERRERA A. G., HERRERA-VIEDMA E., HERRERA F. (2011), *An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the Fuzzy Sets Theory field*, «Journal of Informetrics», 5(1), pp 146-166.
 28. CUSENZA M. A., BOBBA S., ARDENTE F., CELLURA M., DI PERSIO F. (2019), *Energy and environmental assessment of a traction lithium-ion battery pack for plug-in hybrid electric vehicles*, «Journal of Cleaner Production», 215, pp 634-649.
 29. DE AQUINO SALES J. M., JUNIOR A. B. B., GOBO L. A., KUMOTO E. A., ESPINOSA D. C. R., TENÓRIO J. A. S. (2024), *Precipitation of manganese by ozone from hydrometallurgical recycling process of lithium-ion batteries*, «Journal of Cleaner Production», p 434, 140099.
 30. DENG Z., HU X., LIN X., CHE Y., XU L., GUO W. (2020), *Data-driven state of charge estimation for lithium-ion battery packs based on Gaussian process regression*, «Energy», p 205, 118000.
 31. DING S., WARD H., CUCURACHI S., TUKKER A. (2023), *Revealing the hidden potentials of Internet of Things (IoT) – An integrated approach using agent-based modelling and system dynamics to assess sustainable supply chain performance*, «Journal of Cleaner Production», p 421, 138558.
 32. DONG H., FAN Z., WANG Q., ZHOU W., YU Y., FU L., LI J. (2025), *Modeling, analysis and improvement of production throughput and energy consumption in Li-ion battery manufacturing lines*, «International Journal of Production Research», pp 1-15.
 33. DONTU N., KUMAR S., MUKHERJEE D., PANDEY N., LIM W. M. (2021), *How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines*, «Journal of Business Research», 133, pp 285-296.
 34. DRISKO J., MASCHI T. (2015), *Content Analysis*, New York: Oxford University Press.
 35. ECK N. J. V., WALTMAN L. (2009), *How to normalize cooccurrence data? An analysis of some well-known similarity measures*, «Journal of the American society for information science and technology», 60(8), 1635-1651.
 36. ELLEGARD O., WALLIN J. A. (2015), *The bibliometric analysis of scholarly production: How great is the impact*, «Scientometrics», 105(3), pp 1809-1831.
 37. ERIKSSON P., KOVALAINEN A. (2015), *Qualitative methods in business research: A practical guide to social research: A practical guide to social research (2nd ed.)*, Londo: SAGE Publications Ltd.
 38. FAN T., LIANG W., GUO W., FENG T., LI W. (2023), *Life Cycle Assessment of Electric Vehicle Lithium-Ion Batteries Reused for Energy Storage*, «Journal of Energy Storage», p 71, 108126.

39. FAROOQ R. (2024), *A review of knowledge management research in the past three decades: a bibliometric analysis*, «Vine journal of information and knowledge management systems», 54(2), pp 339-378.
40. FERREIRA M. A. S. P. V., PINTO C. S. F., SERRA F. A. R., SANTOS J. C. (2013), *A bibliometric study of John Dunning's contribution to international business research*, «Revista Brasileira de Gestão de Negócios», 15, pp 56-75.
41. GEISSDOERFER M., SAVAGET P., BOCKEN N. M., HULTINK E. J. (2017), *The Circular Economy – A new sustainability paradigm?* «Journal of Cleaner Production», 143, pp 757-768.
42. GLÄNZEL W., SCHUBERT A. (2004), *Analysing scientific networks through co-authorship*, in *Handbook of quantitative science and technology research: The use of publication and patent statistics in studies of S&T systems*, Dordrecht (NL): Kluwer Academic Publishers, pp 257-276.
43. GROENEWALD J., GRANDJEAN T., MARCO J. (2017), *Accelerated energy capacity measurement of lithium-ion cells to support future circular economy strategies for electric vehicles*, «Renewable and Sustainable Energy Reviews», 69, pp 98-111.
44. GU F., GUO J., YAO X., SUMMERS P. A., WIDIJATMOKO S. D., HALL P. (2017), *An investigation of the current status of recycling spent lithium-ion batteries from consumer electronics in China*, «Journal of Cleaner Production», 161, pp 765-780.
45. GUTIÉRREZ-SALCEDO M., MARTÍNEZ M. Á., MORAL-MUNOZ J. A., HERRERA-VIEDMA E., COBO M. J. (2018), *Some bibliometric procedures for analyzing and evaluating research fields*, «Applied intelligence», 48(5), pp 1275-1287.
46. GUTSCH M., LEKER J. (2024), *Costs, carbon footprint, and environmental impacts of lithium-ion batteries—From cathode active material synthesis to cell manufacturing and recycling*, «Applied energy», p 353, 122132.
47. HANISCH C., LOELLHOEFFEL T., DIEKMANN J., MARKLEY K. J., HASELRIEDER W., KWAD E. (2015), *Recycling of lithium-ion batteries: a novel method to separate coating and foil of electrodes*, «Journal of Cleaner Production», 108, pp 301-311.
48. HE H., BRUSH T., CAI H., THAKKAR D., DUNLOP S., BILLER S. (2025), *Developing a strategic supply chain resiliency index: an assessment of the global lithium supply for US automotive EV battery production*, «International Journal of Production Research», pp 1-23.
49. HE L., JING H., ZHANG Y., LI P., GU Z. (2023), *Review of thermal management system for battery electric vehicle*, «Journal of Energy Storage», p 59, 106443.
50. JAYARAMAN K., JAYASHREE S., DORASAMY M. (2023), *The effects of green innovations in organizations: influence of stakeholders*, in «Sustainability», 15(2), p 1133.
51. JAYARAMAN V. K., KANNAN P., GANGADHARAPPA V. A., KUMARESAN H. N., PRAKASH A. S. (2024), *An alternative approach for NMC-based Li-ion battery cathode production and its techno-economic analysis*, «Clean Technologies and Environmental Policy», 26(2), pp 319-330.
52. KALLITSIS E., KORRE A., KELSALL G. H. (2022), *Life cycle assessment of recycling options for automotive Li-ion battery packs*, «Journal of Cleaner Production», p 371, 133636.

53. KASTANAKI E., GIANNIS A. (2023), *Dynamic estimation of end-of-life electric vehicle batteries in the EU-27 considering reuse, remanufacturing and recycling options*, «Journal of Cleaner Production», p 393, 136349.
54. KHATIB S. F., ABDULLAH D. F., HENDRAWATY E., ELAMER A. A. (2022), *A bibliometric analysis of cash holdings literature: current status, development, and agenda for future research*, «Management Review Quarterly», 72(3), pp 707-744.
55. KIM S., BANG J., YOO J., SHIN Y., BAE J., JEONG J., KWON K. (2021), *A comprehensive review on the pretreatment process in lithium-ion battery recycling*, «Journal of Cleaner Production», p 294, 126329.
56. KÖHLER A. R., SOM C., HELLAND A., GOTTSCHALK F. (2008), *Studying the potential release of carbon nanotubes throughout the application life cycle*, «Journal of Cleaner Production», 16(8-9), pp 927-937.
57. KRAUS S., BREIER M., LIM W. M., DABIĆ M., KUMAR S., KANBACH D., FERREIRA J. J. (2022), *Literature reviews as independent studies: guidelines for academic practice*, «Review of Managerial Science», 16(8), pp 2577-2595.
58. KRIPPENDORFF K. (1980), *Validity in content analysis*, «Computerstrategien für die Kommunikationsanalyse», (291), pp 69-112.
59. KRIPPENDORFF K. (2018), *Content analysis: An introduction to its methodology*, Thousand Oaks (CA): Sage publications.
60. LAI X., CHEN J., CHEN Q., HAN X., LU L., DAI H., ZHENG Y. (2023), *Comprehensive assessment of carbon emissions and environmental impacts of sodium-ion batteries and lithium-ion batteries at the manufacturing stage*, «Journal of Cleaner Production», p 423, 138674.
61. LEE H., LIM D., LEE B., GU J., CHOI Y., LIM H. (2022), *What is the optimized cost for a used battery?: Economic analysis in case of energy storage system as 2nd life of battery*, «Journal of Cleaner Production», p 374, 133669.
62. LIM W. M., KUMAR S., ALI F. (2022), *Advancing knowledge through literature reviews: 'what', 'why', and 'how to contribute'*, «The Service Industries Journal», 42(7-8), pp 481-513.
63. LIU A., HU G., WU Y., GUO F. (2024), *Life cycle environmental impacts of pyrometallurgical and hydrometallurgical recovery processes for spent lithium-ion batteries: present and future perspectives*, «Clean Technologies and Environmental Policy», 26(2), pp 381-400.
64. LIU C., LIN J., CAO H., ZHANG Y., SUN Z. (2019), *Recycling of spent lithium-ion batteries in view of lithium recovery: A critical review*, «Journal of Cleaner Production», 228, pp 801-813.
65. LUND P. D. (1984), *Optimization of a community solar heating system with a heat pump and seasonal storage*, «Solar energy», 33(3-4), pp 353-361.
66. MA R., TAO S., SUN X., REN Y., SUN C., JI G., ZHOU G. (2024), *Pathway decisions for reuse and recycling of retired lithium-ion batteries considering economic and environmental functions*, «Nature Communications», 15(1), p 7641.
67. MACARTHUR E. (2013), *Towards the circular economy*, «Journal of Industrial Ecology», 2(1), pp 23-44.

68. MARCOS J. T., SCHELLER C., GODINA R., SPENGLER T. S., CARVALHO H. (2021), *Sources of uncertainty in the closed-loop supply chain of lithium-ion batteries for electric vehicles*, «Cleaner Logistics and Supply Chain», 1, 100006.
69. MARTÍNEZ M. A., COBO M. J., HERRERA M., HERRERA-VIEDMA E. (2015), *Analyzing the scientific evolution of social work using science mapping*, «Research on Social Work Practice», 25(2), pp 257-277.
70. MARTINS L. S., GUIMARÃES L. F., JUNIOR A. B. B., TENÓRIO J. A. S., ESPINOSA D. C. R. (2021), *Electric car battery: An overview on global demand, recycling and future approaches towards sustainability*, «Journal of Environmental Management», p 295, 113091.
71. MARTINS V. W. B., RAMPASSO I. S., SILTORI P. F., CAZERI G. T., ANHOLON R., QUELHAS O. L. G., LEAL FILHO W. (2020), *Contributions from the Brazilian industrial sector to sustainable development*, «Journal of Cleaner Production», p 272, 122762.
72. MATHEW G., TEOH W. H., RAHMAN W. M. A. W. A., ABDULLAH N. (2023), *Survey on actions and willingness towards the disposal, collection, and recycling of spent lithium-ion batteries in Malaysia*, «Journal of Cleaner Production», p 421, 138394.
73. MERIGÓ J. M., CANCINO C. A., CORONADO F., URBANO D. (2016), *Academic research in innovation: a country analysis*, «Scientometrics», 108(2), pp 559-593.
74. MOUSAVINEZHAD S., KADIVAR S., VAHIDI E. (2023), *Comparative life cycle analysis of critical materials recovery from spent Li-ion batteries*, «Journal of Environmental Management», p 339, 117887.
75. MOAWAD K., MUSAMIH A., CHADLY A., MAYYAS A., SALAH K., JAYARAMAN R., YA-QOOB I. (2025), *Blockchain-enabled sustainability of Li-ion batteries supply chain: tracking and sourcing eco-friendly materials*, «International Journal of Production Research», pp 1-42.
76. MUKHERJEE D., LIM W. M., KUMAR S., DONTU N. (2022), *Guidelines for advancing theory and practice through bibliometric research*, «Journal of Business Research», 148, pp 101-115.
77. NGUYEN-TIEN V., DAI Q., HARPER G. D., ANDERSON P. A., ELLIOT R. J. (2022), *Optimising the geospatial configuration of a future lithium ion battery recycling industry in the transition to electric vehicles and a circular economy*, «Applied Energy», p 321, 119230.
78. ÖZTÜRK O. (2021), *Bibliometric review of resource dependence theory literature: an overview*, «Management Review Quarterly», 71(3), pp 525-552.
79. ÖZTÜRK O., KOCAMAN R., KANBACH D. K. (2024), *How to design bibliometric research: an overview and a framework proposal*, «Review of Managerial Science», 18(11), pp 3333-3361.
80. PAGE M. J., MCKENZIE J. E., BOSSUYT P. M., BOUTRON I., HOFFMANN T. C., MULROW C. D., MOHER D. (2021), *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*, «British Medical Journal», p 372.
81. RAJAEIFAR M. A., GHADIMI P., RAUGEI M., WU Y., HEIDRICH O. (2022), *Challenges and recent developments in supply and value chains of electric vehicle batteries: A sustainability perspective*, «Resources, Conservation and Recycling», p 180, 106144.

82. R CORE TEAM (2021), *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, Vienna: R Project.
83. REINHART L., VRUCAK D., WOESTE R., LUCAS H., ROMBACH E., FRIEDRICH B., LETMATHÉ P. (2023), *Pyrometallurgical recycling of different lithium-ion battery cell systems: Economic and technical analysis*, «Journal of Cleaner Production», p 416, 137834.
84. SCHELLER C., SCHMIDT K., SPENGLER T. S. (2023), *Effects of network structures on the production planning in closed-loop supply chains – A case study based analysis for lithium-ion batteries in Europe*, «International Journal of Production Economics», p 262, 108892.
85. SCHELLER F., BURKHARDT R., SCHWARZEIT R., MCKENNA R., BRUCKNER T. (2020), *Competition between simultaneous demand-side flexibility options: the case of community electricity storage systems*, «Applied Energy», p 269, 114969.
86. SEURING S., GOLD S. (2012), *Conducting content-analysis based literature reviews in supply chain management*, «Supply chain management: An international journal», 17(5), pp 544-555.
87. SISK V., AL-AKRAWI A., ZACKRISSON M. (2023), *Building a Sustainable Battery Supply Chain with Digital Battery Passports*, in 31st Interdisciplinary Information Management Talks, IDIMT 2023, pp 347-354.
88. SONG J., YAN W., CAO H., SONG Q., DING H., LV Z., SUN Z. (2019), *Material flow analysis on critical raw materials of lithium-ion batteries in China*, «Journal of Cleaner Production», 215, pp 570-581.
89. SRIVASTAVA M., SIVARAMAKRISHNAN S. (2021), *Mapping the themes and intellectual structure of customer engagement: a bibliometric analysis*, «Marketing Intelligence & Planning», 39(5), pp 702-727.
90. SUN L., CAO X., ALHARTHI M., ZHANG J., TAGHIZADEH-HESARY F., MOHSIN M. (2020), *Carbon emission transfer strategies in supply chain with lag time of emission reduction technologies and low-carbon preference of consumers*, «Journal of Cleaner Production», p 264, 121664.
91. TADAROS M., MIGDALAS A., SAMUELSSON B., SEGERSTEDT A. (2022), *Location of facilities and network design for reverse logistics of lithium-ion batteries in Sweden*, «Operational Research», 22(2), pp 895-915.
92. TANDON A., KAUR P., MÄNTYMÄKI M., DHIR A. (2021), *Blockchain applications in management: A bibliometric analysis and literature review*, «Technological Forecasting and Social Change», vol. 166, 120649.
93. TAO Y., SUN T., WANG Z. (2023), *Uncovering various paths for environmentally recycling lithium iron phosphate batteries through life cycle assessment*, «Journal of Cleaner Production», vol. 393, 136263.
94. TSIROPOULOS I., TARVYDAS D., LEBEDEVA N. (2018), *Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications: Scenarios for costs and market penetration*, Lussemburgo: Joint Research Centre – Publication Office of the European Union.
95. USAI L., LAMB J. J., HERTWICH E., BURHEIM O. S., STRØMMAN A. H. (2022), *Analysis of the Li-ion battery industry in light of the global transition to electric passenger light duty vehicles until 2050*, «Environmental Research: Infrastructure and Sustainability», 2(1), 011002.

96. VAN ECK N., WALTMAN L. (2010), *Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping*, «Scientometrics», 84(2), pp 523-538.
97. VAN ECK N. J., WALTMAN L. (2014), *Visualizing bibliometric networks*, in DING Y., ROSSEAU R., WOLFRAM D., *Measuring scholarly impact: Methods and practice*, pp 285-320, Springer International Publishing.
98. VAN RAAN A. F. (2005), *Measurement of central aspects of scientific research: Performance, interdisciplinarity, structure*, in *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 3(1), pp 1-19.
99. WANG J., LI H., LU H., YANG H., WANG C. (2020), *Integrating offline logistics and online system to recycle e-bicycle battery in China*, «Journal of Cleaner Production», vol. 247, 119095.
100. WANG W., ZHANG Y., ZHANG L., XU S. (2020), *Cleaner recycling of cathode material by in-situ thermite reduction*, «Journal of Cleaner Production», vol. 249, 119340.
101. WINSLOW K. M., LAUX S. J., TOWNSEND T. G. (2018), *A review on the growing concern and potential management strategies of waste lithium-ion batteries*, «Resources, Conservation and Recycling», vol. 129, pp 263-277.
102. WRÅLSEN B., PRIETO-SANDOVAL V., MEJIA-VILLA A., O'BORN R., HELLSTRÖM M., FAESSLER B. (2021), *Circular business models for lithium-ion batteries-Stakeholders, barriers, and drivers*, «Journal of Cleaner Production», vol. 317, 128393.
103. WU F., LI L., CRANDON L., CAO Y., CHENG F., HICKS A., YOU J. (2022), *Environmental hotspots and greenhouse gas reduction potential for different lithium-ion battery recovery strategies*, in «Journal of Cleaner Production», vol. 339, 130697.
104. WU J., ZHENG M., LIU T., WANG Y., LIU Y., NAI J., TAO X. (2023), *Direct recovery: A sustainable recycling technology for spent lithium-ion battery*, «Energy Storage Materials», vol. 54, pp 120-134.
105. YAN W., CAO H., ZHANG Y., NING P., SONG Q., YANG J., SUN Z. (2020), *Rethinking Chinese supply resilience of critical metals in lithium-ion batteries*, «Journal of Cleaner Production», vol. 256, 120719.
106. YANG Y., OKONKWO E. G., HUANG G., XU S., SUN W., HE Y. (2021), *On the sustainability of lithium ion battery industry – A review and perspective*, in «Energy Storage Materials», vol. 36, pp 186-212.
107. YI C., YANG Y., ZHANG T., WU X., SUN W., YI L. (2020), *A green and facile approach for regeneration of graphite from spent lithium ion battery*, «Journal of Cleaner Production», vol. 277, 123585.
108. YU Y., YAZAN D. M., BHOCHHIBHOYA S., VOLKER L. (2021), *Towards Circular Economy through Industrial Symbiosis in the Dutch construction industry: A case of recycled concrete aggregates*, «Journal of Cleaner Production», vol. 293, 126083.
109. ZACKRISSON M., AVELLÁN L., ORLENIUS J. (2010), *Life cycle assessment of lithium-ion batteries for plug-in hybrid electric vehicles–Critical issues*, «Journal of Cleaner Production», 18(15), pp 1519-1529.
110. ZANG G., SHAH A., WAN C. (2020), *Techno-economic analysis of an integrated biorefinery strategy based on one-pot biomass fractionation and furfural production*, «Journal of Cleaner Production», vol. 260, 120837.

111. ZHANG J., LI X., SONG D., MIAO Y., SONG J., ZHANG L. (2018), *Effective regeneration of anode material recycled from scrapped Li-ion batteries*, «Journal of Power Sources», vol. 390, pp 38-44.
112. ZUPIC I., CATER T. (2015), *Bibliometric methods in management and organization*, «Organizational research methods», 18(3), pp 429-472.

Sitografia

1. RESEARCH AND MARKET (2025):
<https://www.researchandmarkets.com/reports/5302807/lithium-ion-battery-recycling-global-strategic#rvp-2>
2. STATISTA RESEARCH DEPARTMENT (2025):
<https://www.statista.com/statistics/1535019/china-value-of-recycled-batteries/>

The University and the Need for Bifurcation for Sustainable Futures

PAUL HAYES*, JAN C. SCHMIDT**, ESTER TORIBIO-ROURA*,
CERI ALMROTT***, NOEL FITZPATRICK*, ALESSANDRA SANNELLA****

*Technological University Dublin, ECT Lab+,
European University of Technology (EUt+), European Union

**Darmstadt University of Applied Sciences, ECT Lab+,
European University of Technology (EUt+), European Union

***Technological University Dublin, European Sustainability Science Lab,
European University of Technology (EUt+), European Union

****University of Cassino and Southern Lazio,
European University of Technology (EUt+), European Union

Riassunto: L'urgente necessità di una biforcazione sociale verso un futuro sostenibile mette alla prova l'università e la produzione di conoscenza universitaria: ricerca e formazione, così come scienza, tecnologia e innovazione. Vengono messi in discussione i tipi di conoscenza consolidati e le loro epistemologie dominanti: in generale, le epistemologie che sono e sono sempre state intrecciate con potere, interessi e valori devono subire una biforcazione. La questione è cosa costituisca conoscenza legittima e, sulla base di ciò, cosa costituisca una struttura ragionevole del sistema economico e una 'tecnologia sociale desiderabile'. Sono necessari un nuovo assetto e una nuova *forma mentis*, combinati con consapevolezza inter- e intragenerativa, giustizia e valori per una nuova cultura dell'essere e del divenire umano orientata ai futuri. In questo capitolo, discutiamo il contesto e il *background* di assetti e *forma mentis* rivolti all'Università per consentire un pensiero critico sulla (infrastruttura) struttura, il framing e il pensiero ('dispositivo') tecno-capitalista. Affrontiamo le opzioni per reimmaginare l'università sostenibile (autonoma) e il ruolo che possano svolgere gli approcci *open source* e *low-tech*. L'idea principale sviluppare strumenti adeguati per promuovere le biforcazioni istituzionali. La visione delineata in questo capitolo è un'Università di pratica etica, partecipativa, interdisciplinare e transdisciplinare, organizzata secondo il pensiero critico-riflessivo, l'etica eudemonistica, una maggiore partecipazione e la ricerca contributiva. La pratica universitaria promuove la creazione di senso e di obiettivi per lo sviluppo sostenibile in modo deliberativo. Esploriamo la biforcazione epistemologica, che può essere considerata un elemento centrale dell'Università responsabile immaginata. Chiarifichiamo la relazione intrinseca tra

biforcazione ed epistemologia e riveliamo che il sistema capitalista si fonda su una specifica *epistēmē* (positivista). Problematizziamo questo tipo di epistemologia, riflettiamo sulle opzioni per nuovi valori e mostriamo prospettive: l'Università può diventare un laboratorio di biforcazione per uno sviluppo sostenibile della società nel suo complesso.

Parole chiave: *low-tech*, *epistēmē*, etica, inter/transdisciplinarietà, ricerca contributiva.

Abstract: The urgent needed societal bifurcation towards a sustainable future challenges the university and the university's knowledge production: research and education as well as science, technology and innovation. The established knowledge types and its dominant epistemologies are questioned: In general, epistemologies which are and have always been interlaced with power, interests and values need to undergo a bifurcation. At issue is what counts as legitimate knowledge, and based on this, what counts as a reasonable structure of the economics system and as societally desirable technology. Required is a new spirit and mindset, combined with inter- and intragenerative awareness, justice and virtues for a new future-oriented culture of being and becoming human. In this chapter, we discuss the context and the background for a new spirit and mindset of the university that enables critical thinking about technocapitalist (infra-)structure, framing and thinking (*dispositif*). We face options on how to re-imagine the sustainable (autonomous) university and which role open-source and low-tech approaches can play. The main idea is to develop appropriate tools for fostering institutional bifurcations. The vision sketched in this chapter is a university of ethical, participatory and inter- and transdisciplinary practice organised around critical-reflexive thinking, *eudaimonistic* ethics, broader participation, and contributory research. The university's practice fosters sense-making and purpose-creation for sustainable development in a deliberative way. We explore the epistemological bifurcation which can be considered as a core element of the envisioned responsible university. We clarify the inherent relation of bifurcation and epistemology, and we reveal that the capitalist system is based on a specific (positivist) *epistēmē*. We problematise this type of epistemology, reflect options for new values and show perspective and prospects: The university can become a bifurcation lab for a sustainable development of society at large.

Keywords: Low-Tech, Epistēmē, Ethics, Inter/Trans-Disciplinarity, Contributory Research.

1. Introduction

Today, technology, especially digital technology, is pervasive in the lifeworld of our late-modern societies. The design, development, adoption and the consequences of technological artefacts, systems and infrastructures are intrinsic aspects of human activity and the becoming of the individual and collective. Technology cannot and should not be reduced simply to an instrument or tool but regarded as an integral element of being and becoming human. Hence, technological artefacts and systems are not value neutral; they create or restrict affordances or possibilities for action, they transform and facilitate the creation of new social, cultural, political and educational practices, new modes of being in the world, in particular they potentially fundamentally transform how we relate to each-other, the environment, and its constituents (the other-than-human as such). In this sense, more than 60 years ago, Arnold Gehlen¹ pointed out that «technology not only surrounds modern man but also penetrates his blood». Further underlining the indivisibility of society and technology², Simondon gave us a comprehensive examination of the mode of existence of technical objects, argued that: «The opposition drawn between culture and technics, between man and machine, is false and has no foundation; it is merely a sign of ignorance or resentment».

The evolution and uptake of digital technologies have been notably rapid; indeed, Bernard Stiegler has noted that the temporal gap between innovation and technological transfer is dramatically diminishing, and this rapid development poses challenges for ethical and sustainable adoption of new technologies. The impact on all spheres of life of digital technologies is evident, from the professional to recreational, as digital platforms such as social media like Facebook, Instagram, Tik Tok or even LinkedIn (as just a few examples), mediate how we relate to each other both personally and professionally, and even how we consume and interact with entertainment and the news. The advent and rise of generative artificial intelligence, as well as broader applications of AI more generally, have been sensational and emblematic of the ambiguous transformative capabilities of technology, reshaping global economic activity and social and professional practices from milieux as diverse as

¹ GEHLEN 1961, p 102.

² SIMONDON 2017, p 9.

education, entertainment and the arts, to manufacturing industries, healthcare and defence.

Digital technologies possess the potential to innovate, create and/or restrict opportunities for economic activity and resource optimisation through the power of big data and artificial intelligence (for example), and many other prospective benefits that ostensibly promise to put humanity on a more sustainable path (for instance, digital technologies have the potential to contribute towards the Sustainable Development Goals through precision agriculture and forecasting³).

This is why multi-sectoral digital transformation is an attractive proposition – the promise that paradigm shifting technologies can contribute to human welfare and environmental sustainability by extending and enhancing our human capabilities (to both understand and solve problems). We need to approach such promises with circumspection and tempered expectations.

The hype and the promise of technological innovation, or pervasive technological solutionism⁴ and techno-optimism can tend towards obscuring the adverse societal impacts of technology. Even as technologies like AI promise positive transformative changes, often when scrutinised their design and development tell an expansive story of environmentally and socially/societally destructive mineral extraction, labour exploitation, and intensive energy use⁵, even before we reflect on the immediate and long-term impacts of their use. Such technologies are *pharmaka*, as Stiegler⁶ has discussed extensively and can be both curative and poisonous. Within the apparatus or *dispositif* of neoliberal capitalist production and consumption models, frequently digital technologies are turned towards undermining our very attention, making us less capable of ‘taking care’ as such, whilst also demonstrating substantial potential to undermine important values such as privacy, equality, autonomy, and democracy and civility itself when one considers digital platforms and AI applications respectively as substrates and agents of disinformation⁷. This pharmacology then has serious implications for sustainable ecology or ecologies in the sense elaborated by Felix Guattari⁸, the toxicity of the *pharmaka*

³ RYAN *ET AL.* 2020; STAHL, SCHROEDER, RODRIGUES 2023.

⁴ MOROZOV 2013.

⁵ CRAWFORD 2022.

⁶ STIEGLER 2015.

⁷ HAYES, VAN DE POEL, STEEN 2020.

⁸ GUATTARI 2008.

can tend to undermine the healthy ecology of the environment, social relations, and human subjectivity (or mental ecology) – our technologies which have the capacity to enhance welfare also promote and/or enable socially and environmentally destructive practices.

Facing the inherent ambivalence of the economic-technological convergence – namely, the amalgam of an accelerated capitalism and a pervasive digitalisation – in this chapter we proceed from the premise that a paradigm shift away from the *dispositifs* of our late-modern societies is necessary. There is an urgent need for a bifurcation or a fundamental phase transition⁹, as demanded by scholars including Guattari and Stiegler¹⁰. The current political economy and complex of education, research and innovation, production and consumption are not successfully building societal capacities that enable the changes necessary to avoid global catastrophe, nor are the technologies emerging within these frameworks satisfactorily mitigating the risks of catastrophic global threats such as climate change and widespread civil and political unrest, indeed they may be exacerbating them¹¹.

⁹ In earlier work, we clarified bifurcation as: «challenging the present-day late-modern mindset, in particular the way of conceptualizing, thinking and framing humans, societal human-nature relations as well as societal human-technology relations. The established human-centric perspectives – interlaced with the neoliberal profit-maximizing *homo economicus* and the instrumentalist view of technology – that induced the problematic Anthropocene and its grand challenges, need to be revealed, scrutinized, and revised. Novel processual and inherently critical concepts should be developed in order to relate humans, nature, technology, society and economics in a different, namely in a relational way, beyond various reductionist takes on them. And, in a broader sense, to bifurcate can also mean to take different (onto-) epistemological paths based on transdisciplinary crossovers between embodiment, sciences, and the arts» (FITZPATRICK *ET AL.* 2025). In this sense, bifurcation clearly indicates that we are on the razor's edge of catastrophe, decisions on alternative ways of living need to be taken. It is not a time of a smooth 'transition' or 'transformation', as these (somewhat innocent) terms might implicitly suggest. We argue that we should (a) perceive the present-day situation as a necessary point of 'bifurcation(s)' and (b) should shape the bifurcation from a societal humanist perspective (based on 'little ethics' and equipped with a mindset of the imperative of responsibility (JONAS 1985) and an alternative recognition, approach to and access of the human-nature-relation.

¹⁰ STIEGLER 2015; *Id.* 2021.

¹¹ For an overview of the research and innovation policy of investment in Higher Education see (MITCHAM 2022) and more recently (DRAGHI 2024) for a European context on research and innovation and disruptive technologies.

A series of bifurcations from daily conventional practices will need to be observed for an ambitious and paradigm-changing shift to occur. Hence, such a significant bifurcation from our prescribed course of development (or progress) will not happen without concerted micro-bifurcations or deviations from the accumulated and ostensible conventional wisdom (and practices) so far. Here, we are interested in how the university as a provider of education and a key influence in research and innovation can begin bifurcating from its standard and increasingly unsustainable or untenable practices to promote a shift towards more sustainable ones and especially how it can facilitate not a digital transformation but a digital bifurcation, that is, the design, development and deployment of technologies with questions of ecology and ethics at their heart – or the creation and adoption of technologies that allow us to take care of ourselves, each other, and the planet. Building on the work of Bernard Stiegler (2015), the proposition is to refound the university by undertaking to overcome the repression of the role of technics in the constitution of thought and the noetic soul in general, and in the development of knowledge in all its forms. The university needs to be transformed into a ‘bifurcation enabling institution’ that builds capacities for a fundamental change in the human-nature-technology-relation. Such is the responsibility of education institutions that impart skills and knowledge to generations of engineers and other professionals, and which hold a key role in the creation of tomorrow’s technological artefacts and practices. The risk of failing to explore the pharmacological questions of technological innovation and education is not only continued planetary devastation, but the loss of confidence of existing and prospective students, who as the speeches of the ‘2022 AgroParisTech’ students during that year’s graduation ceremony suggest, may increasingly wish to abandon the careers (which they argue to be unethical) that universities prepare them for (RFI, 2022). Indeed, the *telos* of the university, linked as it is the supply and demand market dynamics (matching skills to market and labour demand), and its contribution to research aligned with market forces and not strictly societal need, renders the university complicit and therefore responsible in the toxic pharmacology of research, innovation, and education.

In what follows we will provide reflections on how the university can support a bifurcation from the business-as-usual neoliberal, free-market and capitalist paradigm, and how it can foster responsible educational, research and innovation practices (of and with technology) that can support a shift to more

sustainable ways of being in and understanding the world. Fundamentally, we are interested in exploring the question of how to build higher education's capacities for societal and digital bifurcations that create paths to sustainable futures, how universities can be exemplars in sustainable (technological) practices at multiple institutional levels from operations, to pedagogy and research and innovation. It is our thesis then that bifurcation can start within the university with micro-bifurcations of (often-times technical) practice, which can unfold and reverberate across sectoral and global boundaries.

This chapter is structured as follows. In Section 2 we provide additional context and background for motivating and understanding a new pharmacology of the university, one which is refounded not to instrumentally serve and be defined by market dynamics, but to reconstruct attention, care and new therapeutics of (responsible and sustainable) technology. Building on this, in Section 3 we argue that the very digital and technological infrastructure of the university should resist the dominant late-modern techno-capitalist *dispositifs* through exploration and adoption of Open-Source Software, Open Source Hardware, and Low Tech technologies, moving away from proprietary systems and advancing decentralisation and local autonomy, whilst promoting philosophies of resilience, sufficiency, and care that ultimately enable the university to exercise more control over its own data and ecological footprint, and allow it to be an exemplar of bifurcation in its own operations and procurement. In Section 4 we explore the role of ethics, inter- and trans-disciplinarity, and contributory research in making the university a centre of bifurcation. We argue that affectively oriented ethics (with solicitude or care at its centre) is a condition of bifurcation that enables drawing the objects of plural visions of the good life into our circle of concern, including the welfare of the other (where the other can be construed as other-than-oneself including the other-than-human), thereby supporting a critical approach to technological innovation. Furthermore, we explore how both inter- and transdisciplinarity, including citizen-centric research models like contributory research, are essential to developing the societal bifurcation capacities of the university system. Finally, in Section 5 we argue that capitalism itself is an *epistēmē*, and one from which the university must alter its current course away and critically reflect upon the implications this has had for the management of the university and the goals it pursues. We argue that the university must re-define its values – and the ways in which it produces knowledge – which emerged from

and are entrenched in a techno-capitalist paradigm, that is, the university must refound itself for a more therapeutic pharmacology that embraces plural forms of knowledge and innovation for enhanced societal bifurcation capacities. Our overall point is that the university which bifurcates from within, is also positioned to support bifurcations across society more broadly, that is, to facilitate the production of knowledge for sustainable futures, crucially in a project that recognises the role of technology in shaping possible futures.

2. The Context and Background for a New Pharmacology of the University: Escaping the Techno-Capitalist Dispositif

The kinds of socio-technological innovation that characterise digital transformation take place within a political and societal framework that motivate their trajectory and goals, often within a paradigm of supply and demand market dynamics that are properties of the hegemonic political economy of free-market capitalism. In Stiegler's work he discusses the neoliberal apparatus of production and consumption as driving technological innovation. It is important to draw attention to this concept of the *dispositif* (or apparatus). We can trace this idea of apparatus or *dispositif* to Michel Foucault¹² who explained it thusly: «What I'm trying to pick out with this term is, firstly, a thoroughly heterogeneous ensemble consisting of discourses, institutions, architectural forms, regulatory decisions, laws, administrative measures, scientific statements, philosophical, moral and philanthropic propositions, in short, the said as much as the unsaid. Such are the elements of the apparatus. The apparatus itself is the system of relations that can be established between these elements». Foucault argued that the *dispositif* created subjectivities through a dual process of creating the subject of self-knowledge, as well as those subjugated in political processes¹³. The *dispositif* gives rise to opportunities and boundaries for action and shapes our techno-materialised options and the action-spaces that preform and predetermine our being, knowing, doing¹⁴. They «shape the fields of human possibility in terms of action and knowledge»¹⁵.

¹² FOUCAULT 1980, p 194.

¹³ MAY 2014; FROST 2019.

¹⁴ DELEUZE 2014; CALLEWAERT 2017.

¹⁵ HAYES, FITZPATRICK, FERRÁNDEZ 2025, p 1234.

Foucault's approach is far reaching and can be seen as fundamental to understand recent late-modern societies and the various forms of self-governance and subject constructions. However, as Gernot Böhme¹⁶ argues in his «*Philosophy of Invasive Technologization*», Foucault did not put enough emphasis on considering the techno-materialised structure, namely on technology, technical tools and technical systems, in detail. Foucault's approach needs to be deepened and extended from the *dispositif* to what Böhme calls «technology as a materialized societal *dispositif*». «Technology as a material societal *dispositif* is a condition that enables something but also restricts things and thereby gives shape to what is societally possible. [...] What is possible in societal life [and in the lifeworld] today is given by the existing technological infrastructure of society and the technical things»¹⁷. Equipped with this understanding of a *dispositif* we can link the technical and economic dimensions that are essential for describing our situation today.

Occurring within the context of free-market capitalism is the era of the 'Anthropocene' in which we find ourselves, which it has been argued is «characterized by the tendency of human activity to destroy the conditions of possibility of human existence – both at the level of biological organizations (organisms, ecosystems) and at the level of the capacity to think (noesis)»¹⁸. The danger of this is our greatly diminished capacity to generate knowledge to mitigate the toxicity of technological innovations¹⁹. The *denoetisation* referred to here is characterised by and compounded by the transfer of human knowledge into machines, which leads to the loss of human skills and ultimately one could argue human resilience²⁰. In the techno-capitalist *dispositif* defined by production and consumption, the media is mobilised to standardise response and technologies including algorithms and artificial intelligence are deployed to capture (and ultimately corrupt) attention, which further undermines the human capacity to care and attend to that which requires our care and attention (ourselves, the other, and the planet as a whole)²¹.

Within such a paradigm we can also observe an aporia of sustainability, or a mismatch between aims and desires to both continue production and

¹⁶ BÖHME 2008.

¹⁷ BÖHME 2008, p 19 (our translation from German).

¹⁸ MONTEVIL *ET AL.* 2021, p 51.

¹⁹ MONTEVIL *ET AL.* 2021, p 51.

²⁰ MONTEVIL *ET AL.* 2021.

²¹ STIEGLER 2015; MONTEVIL *ET AL.* 2021.

consumption-based growth *ad infinitum* and simultaneously reduce carbon emissions, seemingly within that endless growth model of economic development and technological innovation²². Technological innovations are mobilised towards the preservation of this paradigm, within the context of this *dispositif*, where the media, media technologies and algorithms including AI are deployed with the goal of shaping human desire itself within consumerist frameworks²³. Retentional technologies then, though they possess curative potential, often undermine knowledge and enable continuing destructive, or toxic, practices that serve unsustainable ends (in every sense of sustainability, from the psychic, to the social and environmental).

It is under this techno-capitalist *dispositif* of production and consumption that the university ultimately operates, and it is through this *dispositif* that its educational, innovation, and operational frameworks are founded and shaped. As the AgroParisTech students appear to have discerned, and as Bernard Stiegler²⁴ has argued extensively: «universities and research organizations are mobilized in the service of an unlimited acceleration of innovation [...], which is presented as the very condition of survival, a survival that itself seems, however, no longer possible except in the short term: at the expense of future life».

The current pharmacology of the university, and technological innovation, are not compatible with the sustainability of the three ecologies; they are arguably complicit in denoetisation, the attention diseconomy that undermines our ability to care, and environment harm. Among the more egregious examples of the university serving the ends of a toxic political economy, Stiegler refers to Columbia University business school, which «has been criticised for contributing to the legitimization of almost Mafia-like practices of the ‘financial industry’»²⁵.

The university, as Stiegler²⁶ argues contra Derrida, is not without condition and one of the conditions upon which it is founded must be the examination of its own pharmacological condition. The university cannot simply be a platform for training tomorrow’s experts in destructive industrial practices, but

²² ROSS 2021.

²³ ROSS 2021.

²⁴ STIEGLER 2015, p 203.

²⁵ STIEGLER 2015, pp 168-169.

²⁶ STIEGLER 2015.

must reconstruct attention (and care), inquire into and advance new therapeutics of technology, consider new epistemologies and engage in programmes of re-noetisation, as well as champion slow and responsible innovation instead of accelerating reckless technological transfer²⁷. The university can challenge existing *dispositifs* with new forms of knowledge and new therapeutics for more sustainable futures, and the university can also be a leader in sustainable practice through programmes of operational sustainability and digital sovereignty. The university can follow an agenda of bifurcation in its practices that supports technological innovation that better, more sustainably, serves society's needs.

In previous work by a number of the present authors we argued that «it is time for a paradigm shift in digital transformation that attempts to separate it from neoliberal economic models and mindsets, and looks to alternative political economies and epistemologies (and ontologies) for ecologically sustainable and ethical digital transformation», and argued for a conception of bifurcation as «a radical break or fork, or series of forks, from the deleterious and unsustainable practices and systems of the past that have led to a global ecological emergency and to a variety of crises»²⁸. It is our belief that the university can act as an incubator or laboratory for bifurcation, experimenting with new and innovative ideas for sustainable futures, through futuring activities, and providing guidance on new and more sustainable directions across manifold technical and social practices and support a reconstruction of society and those practices that can reverse the impacts, or general trajectory, of the Anthropocene.

In what follows, we provide a partial (though not comprehensive, and one which invites future work and debate) framework of enabling and fostering bifurcation to support a university that is more curative in its pharmacology, and in its production of knowledge and graduates possessing the skills and knowledge to fruitfully imagine and support the delivery of better worlds.

²⁷ STIEGLER 2015; MONTEVIL *ET AL.* 2021; STEEN 2021; STIEGLER 2021.

²⁸ FITZPATRICK *ET AL.* 2025.

3. Re-imagining the Sustainable and Technologically Autonomous University: Open-Source and Low-Tech: Tools for Institutional Bifurcation

Centralised digital platforms have increasingly become enshrined within higher education institutions. Unintentionally, or not, this works to transform them from spaces for the development of public knowledge to vast consumers of digital products and services. Although they may be marked as such, these platforms and ecosystems are not neutral. Still, they are embodiments of projections of power and platform capitalism, embedding extractive economic logistics, datafication and surveillance within the daily activities of universities and colleges²⁹. Scalability and efficiency are often prioritised in the implementation of an institute's technological implementation, mirroring the drivers of Big Tech, which ends up favouring profit over transparency, autonomy and care. In this context, universities face a critical decision point: whether to remain tethered to extractive infrastructures or to pursue a digital bifurcation; a purposeful departure toward technological practices that express sustainability, autonomy, and stewardship.

As well as diminishing institutional agency, this platform entanglement carries a heavy ecological cost. High-Powered Computing, frequent hardware upgrades and data-intensive services contribute significantly to both e-waste and increased electricity demand. It is estimated that the electricity consumption of data centres could reach over 1000 TWh by 2030, more than a 200% increase from 2022³⁰. E-waste is also increasing massively, with only a fraction appropriately collected and recycled³¹. Universities, which are not only users but also, through their public position, legitimisers of these systems, face an ethical imperative to bifurcate from the extractive dominant paradigm. Instead, technologies built on the ethos of Low-Tech and Open-Source offer viable value-aligned alternatives to the Big Tech model. They are more than technical options, being both a philosophical and political position grounded in digital sovereignty and the ethics of care and stewardship in public digital infrastructure³², not to mention the improvement in technical sustainability.

²⁹ WELBORN, INGRAM, 2022; ZILINSKAS-INTA *ET AL.* 2023.

³⁰ ÇAM *ET AL.* 2024.

³¹ BALDÉ *ET AL.* 2024.

³² BANDURA, MCLEAN, SULTAN 2023.

Within the context we are discussing, we understand digital sovereignty as the capacity of an institution to maintain control over its infrastructure, data, and possibly most importantly, its technological direction. Digital sovereignty is increasingly being recognised as a strategic imperative for public universities³³. Reliance on proprietary, cloud-based tools often results in a situation where universities are locked to one vendor, have opaque data management and a limited capacity for adaptation – conditions which undermine a university's ethical and public service obligations to transparency and resiliency. One pathway that offers a viable approach to reclaiming autonomy is the implementation of Open-Source Software (OSS). Defined by publicly accessible source code and permissive licensing (the ability to allow users to use, modify and distribute software freely), OSS enables the co-development by university communities, allowing them to align their software strategies to institutional values around openness and critical enquiry³⁴. Example software includes the VLE Moodle for learner management, Odoo for business management, Next Cloud for file storage and Zotero for reference management, to name but a few tools available to universities. OSS disavows the black box logic of proprietary ecosystems and empowers users to shape and govern their digital environment. Through this approach, OSS systems exemplify care as they are inherently designed for maintainability as well as legibility and mutual stewardship³⁵. There is a growing international commitment to Open Technologies as seen through public sector and research initiatives such as the European Open Science Cloud and the Next Generation of Internet programme. These offer our university estates a greater foundation for infrastructure independence and digital sovereignty³⁶.

The adoption of alternative technology structures within universities and institutes of higher learning is often stifled by procurement frameworks which favour commercial vendors. This is reinforced and exacerbated by the limited technical capacity or resources in-house. Universities must push past this one-dimensional analysis of cost and invest in OSS as infrastructure in the public good. One model which is emerging in academia to encourage this is the

³³ EUROPEAN UNIVERSITY ASSOCIATION 2024; THE YOUNG ACADEMY 2025.

³⁴ NAGLE 2022.

³⁵ WELBORN, INGRAM 2022.

³⁶ EUROPEAN COMMISSION 2020, 2024, 2025.

foundation within university hierarchies of offices specifically to coordinate contributions and stewardship of open-source properties³⁷.

Alongside developing strategies and adopting Open-Source Software, universities should explore and develop Open-Source Hardware (OSH) initiatives. There is growing strategic value within OSH as well as longstanding historic roots within the university sector. Within the discipline of computing, projects like RISC-V and the European Processor Initiative are central to reducing dependency on proprietary silicon as well as diversifying markets to enable greater digital sovereignty within Europe.

As well as these high-level computing initiatives, there are practical and widely adopted platforms such as Arduino and Raspberry Pi, which embody the spirit of open and accessible computing. Outside of student and research projects, these platforms offer universities an opportunity to implement greater autonomy across their digital estates by co-developing open systems that replace proprietary technologies. This includes areas such as building management systems, thermostatic controls, and environmental monitoring networks, which are typically dominated by commercial solutions from companies such as Honeywell, Siemens, and Johnson Controls. The adoption of open-source alternatives in these contexts can reduce long-term vendor lock-in, enhance transparency, and allow institutions to further align infrastructure with their values. More importantly, it enables the integration of real-world system development into teaching and research, fostering hands-on experimentation across engineering, communications, media, and the arts.

The ethos of openness can extend much further than mere CPUs and microcontrollers. In the past, universities have played a critical role in the development of open-source digital fabrication tools, most notably the Rep-Rap project, which has laid the foundation for much of today's consumer 3D printing landscape. Organisations such as Prusa Research maintain open-source design principles in the face of competition from global giants such as Ultimaker and Bambu Labs, who often lock users into closed hardware and software ecosystems, sacrificing modifiability, repairability and transparency for convenience. Similar trends can be found in other domains that find their home across the university campus: Open-Source Microscopes (OpenFlexure), robotics platforms (Robot Operating System, Farmbot), and CNC tools (GBRL, OpenBuilds) all provide opportunities for universities to build,

³⁷ HADDAD 2022; NAGLE 2022.

maintain and develop their own research infrastructure. These systems encourage and support learning and experimentation in a way that closed systems simply cannot.

Importantly, many of these systems are built with simplicity, repairability and modularity from the outset. They not only embody a commitment to transparency, but their very nature develops a philosophy of sufficiency (doing more with less) and doing so openly. Through a re-engagement with OSH across all university domains, institutions can reclaim their role as creators of technology and begin providing an alternative path to consumers, rather than being consumers themselves.

Alongside the ethical concerns of ownership and data, the material and ecological footprint of a university's technology systems can be extended by embracing the philosophies of Low-Tech. This approach advances the thinking of sufficiency over acceleration and of designing systems for long-term adaptability rather than short-term performance. The core principles of the Low-Tech movement include ideas of modularity, repairability, decentralisation, and, in the case of information technology, minimal computing³⁸.

Earlier, it was discussed how Stiegler³⁹ cautions that the rapid acceleration of innovation, if left unchecked, leads to a *denoetisation* of society, a diminishing of our capacity for reflection, attention, and care. In this light, Low-Tech design philosophy is not simply a technical or ecological choice, but a conscious resistance to systems that erode our ability to think and cooperate. Rather than choosing the always connected and increasing processor speeds which have been the hallmark of post-Moore's computing, Low-Tech approaches prioritise stability, frugality and institutional control. This could be embodied through campus services running on local, low-power servers, replacing often bloated and high-bandwidth software with lightweight offline-first static alternatives or applying principles of digital sovereignty to pedagogical implementation through basic editors, terminal tools and simplified network systems⁴⁰. More than any, applying digital sobriety practices to computing and technology systems to truly understand necessity and plan for longevity can reduce the impact of out-of-date and obsolete systems, allowing for minimal resource impact. Low-Tech Magazine's solar website can be seen

³⁸ TANGUY, CARRIÈRE, LAFOREST 2023.

³⁹ STIEGLER 2015.

⁴⁰ RISAM and GIL 2022; CUBERO-CASTAN 2025.

as an exemplar of sufficient and resource-aware development where static pages, dithered images and uptime trade-offs are embraced as conscious design choices⁴¹.

Low-Tech philosophies provide an opportunity for universities to challenge deeply embedded narratives of efficiency and performance combined with constant upgrade cycles. By doing so, a space is created which allows for a progressive digital ethos which is grounded in long-term resilience, sufficiency and care. This perspective is particularly aligned with pedagogical contexts and challenges often taught narratives where students are encouraged to pursue technological optimisation without questioning the costs to ecology, infrastructure or the greater society. If Low-Tech principles are embedded within studio briefs, laboratory exercises and computing curricula, an increased and critical digital literacy can be facilitated within our student bodies.

When we consider infrastructure within our institutions, Low-Tech approaches support a relationship with energy and connectivity that is more intentional and reconsiders the requirements to increase complexity. Networks on our campus could look to adopt a local-first storage approach, reducing external cloud services and utilising lightweight internal web tools on energy-efficient microservers. This should lead to a lowering of emissions and operational costs, whilst also allowing IT departments to properly account for the ecological and energy costs of the systems and data for which they are responsible. Most importantly, by making our computing systems more Low-Tech, we are not looking to move to a nostalgic return to an obsolete past. This is no hiraeth view of earlier technological paradigms, but a conscious and forward-focused approach which prioritises the appropriateness of our use of technology. This approach allows universities to consider and align their digital presence with an emerging ethical standpoint that they must define to justify their position in the public interest. When implemented alongside Open-Source tools, Low-Tech practices offer a cohesive pedagogical and infrastructural strategy which will shape an intentionally resilient and autonomous future.

In our classrooms, Low-Tech operates as a driver of digital humility, prompting students to enquire as to where and who makes the tools they use, how and by whom they are maintained and at what social and ecological

⁴¹ DECKER 2024.

cost⁴². Implementation requires a policy shift within institutions, and universities need to develop and implement Minimal Computing guidelines for ICT and procurement, as well as conduct sufficiency and digital sovereignty audits, whilst incentivising departments to adopt and implement low-power infrastructure coupled with carbon-conscious development.

What is clear is that both the Open-Source movement and the Low-Tech one have a shared set of principles that demonstrate a stark technological bifurcation. Their embrace of decentralisation and local autonomy enables institutions to administer their own infrastructure to their own specific needs rather than outsource control and, with it, choice. By their very nature, they embed transparency in both their underlying code and systems (OSS and OSH) as well as through their future-focused implementation concerning accessibility, repairability and long-term resilience (Low-Tech). Both models support sustainability through a tripartite model of university responsibility: environmental stewardship, academic governance, and infrastructural autonomy. Environmentally, they reduce energy consumption, e-waste, and the carbon intensity of digital systems. Scholarly, they enhance information governance, surface critical debates around data use and reuse, and reduce system opacity, including in areas such as AI model training and surveillance infrastructure. Institutionally, they promote internal capacity building and long-term resilience, enabling self-determination and the cultivation of skills necessary for stewarding public digital infrastructure.

To embrace open-source and Low-Tech is to commit to a bifurcation that is ethical and institutional as much as it is technological. It is a rejection of extractive infrastructures and a move toward systems and services that provide and build care and autonomy whilst respecting ecological limits. Universities have both a legitimacy and a responsibility to lead in this technology transition, and digital bifurcation in this sense is not a retreat from progress but a redefinition of it that centres on sustainability, autonomy and the public good.

⁴² RISAM, GIL 2022.

4. A University of Ethical, Contributory, and Inter/Trans-Disciplinary Practice

4.1 Virtue and Solitude

Stiegler⁴³ has argued that «*unless we project ourselves onto another plane – which could only be the *bifurcation of something genuinely new*, as a motive formed by the future in becoming, beyond innovation that changes everything in order that nothing changes*», the nature of civilization itself would be threatened, and also that unless we can open up the prospect of a new era including new processes of organic and ‘organological solidarity’, and new social forms, «the disruptive fulfilment of nihilism is bound to unleash an immense murderous violence». Much of Stiegler’s work examined the combination of social, technical, political and economic forces that converge into a demoralising alienation that perpetuates the different kinds of violence and catastrophe emblematic of the Anthropocene, where the Anthropocene and absence of epoch destroy reasons for hope, and can contribute to despair (the loss of reasons for hope)⁴⁴. The thoughtlessness, and malice, inherent in algorithmic governmentality (a significant element of the late-modern *dispositif* and a phenomenon to which universities contribute directly in research and innovation projects) and its preconditional practices of resource exploitation and extraction have unleashed kinds of violence that impact environmental, social, and political sustainability. AI applications across numerous contexts operate with carceral logics and sustain systems of austerity, all the while generating significant carbon footprints, and following from environmentally destructive mineral-extractive industries, simultaneously perpetuating and entrenching the status quo that gives rise to them⁴⁵. Inherent in the political economy of production and consumption and the concomitant outgrowth of algorithmic governmentality and the totalisation of the ‘we’ into the ‘they’, or the herd, as they fall into the calculative order, is the destruction or liquidation of what Stiegler⁴⁶ calls «primordial narcissism», the capacity for self-love which, although it can become pathological, is needed to eventually

⁴³ STIEGLER 2019, pp 191, 221.

⁴⁴ STIEGLER 2019.

⁴⁵ HAYES, VAN DE POEL, STEEN 2020; CRAWFORD 2022; MCQUILLAN 2022.

⁴⁶ STIEGLER 2009.

project love to the other, but thrives in singularity and in its absence gives rise to transgression. Dominant industrial and commercial processes then disrupt the capacity to care about oneself, the other, and the planet – and such processes typically find support in the university system with an all too myopic regard for the ethical impacts of ‘digital innovations’. The liquidation of primordial narcissism as a liquidation of an intrinsic process of care represents an impediment then to the construction of the ethical self – one who aims at, as per Paul Ricoeur’s triadic structure of the ethical intention: the good life, with and for others, in just institutions⁴⁷.

The hegemonic late-modern *dispositif* (of production and consumption), itself reproduced and endorsed in contemporary academic cultures, is sustained by and motivates development of digital technologies and artificial intelligence systems that are deployed in securing that *dispositif* through algorithmic governmentality, however they are *pharmaka*, and the possibility (and responsibility) remains of gaining and using knowledge such that *pharmaka* are beneficial rather than detrimental to existence, and are «beneficial through [...] [their] existence to the universe of living things in totality»⁴⁸. Stiegler took an interest in moral philosophy and its own pharmacological role in countering the nihilist and demoralising trajectory we are on, with it being an important element of a critique of political economy. Moreover, Stiegler took an interest in virtues as he recognised their potential to protect singularity, and of course it is in protecting singularity that we can ultimately protect care and allow it to flourish⁴⁹.

When we talk about using knowledge for ensuring beneficial *pharmaka*, we can more specifically speak of the ethics of technology as a discipline in creating and using knowledge for the ethical design and deployment of digital technologies as *pharmaka*. The imperative of responsible research and innovation is well inscribed (at least in lip service) within the European innovation environment and promotes conscientious and reflexive development, deployment and implementation of sustainable and ethical technologies, yet arguably the overarching thrust of this framework is one that pursues the question of an ethical capitalism, rather than a more radical framework of intense critique of socio-technical systems, and instead looks upon ethics and morality

⁴⁷ RICOEUR 1994.

⁴⁸ STIEGLER 2019, p 228.

⁴⁹ STIEGLER 2019.

as supplying the tools for ‘hotfixes’ of ethical problems with technology. There are distinctively problematic elements to mainstream ethical theories that are both taught in universities and form the basis of ethical research practice in universities, and which variously underpin international institutional frameworks for the ethics of technology or the practice of responsible innovation.

Firstly, there is utilitarianism or consequentialism which posit that an action is permissible to the extent that its direct positive impacts are not outweighed by its negative impacts (or in the former case, the ethical action is the one which creates the most happiness for the greatest number of people). This is problematic as it reduces complex moral phenomena to the calculative order and serves the immediate impetus of capitalism as deployed in cost-benefit analyses, being myopic to the extent that it may prioritise immediate benefits and satisfaction over long-term sustainability – not to mention this theory prioritising the needs of the many over persons’ and groups’ more singular needs⁵⁰.

Secondly, there is deontology, which focuses on adherence to duties or moral norms and arguably forms the basis of the kind of AI ethics principlism that has rapidly proliferated in recent years, exemplified in the European case by the *High Level Expert Group’s Guidelines for Trustworthy AI* (2019). Such an approach forms the foundation of many ethical guidelines and codes of ethics that prescribe duties. Such principles and approaches invoke the alarm of ethics washing, and moreover they have been argued to be too abstract to be applicable to particular cases – they are totalising and ignore singularity, thereby falling into the other dangers of modernity⁵¹. Stiegler⁵² himself may have categorised this type of morality, in its worst manifestation, as a bourgeois one, being a symptom of nihilism itself, focusing on uncritical adherence to dogma.

In our work we have been exploring the contribution of *eudaimonistic*, or virtue, ethics to the ethics of technology, with a particular focus on contemporary iterations of Paul Ricoeur’s «little ethics», one which proposes a kind of tripartite ethics of the self who cultivates the ethical self in pursuit of the good life; with and for others in collective practices engaged in towards the

⁵⁰ HAYES, FITZPATRICK, FERRÁNDEZ 2025.

⁵¹ WAGNER 2018; BIETTI 2021; MUNN 2022.

⁵² STIEGLER 2019.

end (and living) of the good life; moderated by the moral norm; and in just institutions, that is, under civil and legal institutions that arbitrate between competing claims (that is, the ethical intention of aiming at the good life, with and for others, in just institutions). Such an ethics of technology is vital both at the level of the university curriculum and in its approach to responsible innovation in research projects.

Virtues are intrinsic to our social practices, which each pursue internal goods consistent with our visions of the good life. They may be defined as: «[...] fixed traits of character or mind that involve dispositions to think, feel and act in particular ways appropriate to various circumstances, and where a person of practical wisdom (*phronimoi and phronesis*) recognises the particular morally salient features of different situations, and recognises the correct virtues applicable to different situations and thereby ways to think, feel, and act called for by them. Such traits of character are acquired from habit and are required in pursuing our ends in the course of our functions, the ultimate good (flourishing, *eudaimonia*, or the good life)»⁵³.

The theory of «little ethics» leaves a place for deontology in the form of the moral norm, or rules, which act as constraints to the ethical aim, however the moral norm remains subordinate to the ethical aim and ultimately *phronetic* deliberation. Ricoeur acknowledges the importance of the rule, but that it must be responsive to the particularities of a given context and the judgement of the virtuous, *phronetic*, agent. A significant element of this yielding of the norm is solicitude, something which we have ourselves considered a virtue, which can be elucidated as, drawing from Ricoeur and Martha Nussbaum⁵⁴: «1) the skilful other-regarding extension to others with whom we bear some potentially asymmetrical relation into our circle of concern, 2) a keen desire to understand their needs supported by empathy and inclusion, and 3) the will and capability to act upon those needs compassionately to relieve their suffering or any foreseeable suffering they may endure. Solicitude is an openness to the other, a recognition of the import of their well-being to one's own projects and goals, and is as a rich affective state and mode of caring»⁵⁵.

⁵³ HAYES, FITZPATRICK, FERRÁNDEZ 2025, p 1222.

⁵⁴ RICOEUR, NUSSBAUM 2003.

⁵⁵ HAYES, FITZPATRICK 2024, p 138.

The addition of affective content in the virtues and «little ethics» marks an important distinction from other theories, embracing excluded human capabilities (*feeling* as such) and acknowledging their important role in moral judgment; the emotions, and moreover solicitude, draw one's attention to the morally important features of different contexts⁵⁶, and allow one in turn to modulate their actions appropriately to respond to the particularities of varying contexts which cannot be captured within abstract principles. The kernel of empathy in solicitude allows one to see what is important to others, and to draw that into their own scheme of goals and ends as things that are important in their lives, to incorporate the pre-requisites for the good life as experienced or envisioned by the other into one's own vision of the good life. Solicitude can promote seeing the value in the relation between individual and their environment and its constituents (animal and plant life, and so forth), and hopefully one's solicitude as care can evolve to include the other-than-human directly within their circle of concern, not only as instrumental for the good life, but as ends in themselves whose relative flourishing is an imperative.

The recognition of affect in this theory, and contemplation on the good life and the self as one who interprets themselves as an ethical self by their actions, promotes a cultivation of the self (and self-esteem) that supports 'primordial narcissism' before encouraging its projection of love to the other, whilst encouraging the recognition of both singularity and sameness and collective need. The contemplation on the good life it encourages counters the hopeless despair of the future about which Stiegler warns. Moreover, when considering the design and development of technologies and technical practice through the lens of this 'little ethics' and the virtues, the question can now shift from 'hotfixing' technologies to perform ethically, to instead more seriously asking whether certain technologies are necessary at all, and whether they should be resisted because of the inevitable social and environmental harm they can cause. A *phronimoi* exhibiting advanced courage and solicitude will more likely respond to such difficult questions in a meaningful way than one who adheres to simple principles with mindless morality. Solicitude can be an answer to the thoughtless malice that embeds itself in and perpetuates itself through our contemporary socio-technical (and AI) systems and can help us search better for innovations that serve humanity and the planet.

⁵⁶ ROESER 2011.

Here we do not propose that virtue ethics or «little ethics» are a radical departure or bifurcation from university curricula, but insist that their general inclusion in third level programmes and policies (i.e., both in curricula and research and innovation practice), especially engineering, will provide learners with the intellectual and conceptual tools, and inspiration, they need to reflect on for themselves, and with others, new points of bifurcation for sustainable and ethical innovation.

4.2 Inter- and Transdisciplinarity

A basic requirement for the development of the university system's societal bifurcation capacities towards sustainable knowledge is 'inter and transdisciplinarity'⁵⁷.

This still holds, although inter and transdisciplinarity have lost their critical momentum and their original spirit. They have been reduced to a trendy, tame, and toothless notions⁵⁸. The terms are omnipresent in science, technology, and economy as well as in society and higher education – fuelling the rhetoric of knowledge politics in our late-modern knowledge societies. Since Erich Jantsch⁵⁹ introduced the umbrella term to a larger audience in the early 1970s, 'interdisciplinarity' has experienced an impressive rise in recognition. It is attributed to a plethora of research, innovation, or education programs. A highly esteemed initiative of the National Science Foundation regards the development of 'Converging Technologies' – namely nanotechnology, biotechnology, information technology, and cognitive science (NBIC) – as being necessarily interdisciplinary⁶⁰. Interdisciplinarity serves as a fashionable label for innovation programs, for economics, for business and management studies, for military research, or for institutional programmatic strategies.

But that is not the whole story. On the other hand, the university system is still dominated by disciplinary silos, career paths and authorities. Here, our visionary concept of 'building higher educational capacities for societal bifurcations' can be understood as a reference to the pioneering work of Jantsch.

⁵⁷ SCHMIDT 2022.

⁵⁸ FRODEMAN 2014; SCHMIDT 2022, 2024.

⁵⁹ JANTSCH 1970, 1972.

⁶⁰ ROCO, BAINBRIDGE 2003.

According to Jantsch⁶¹, ‘inter and transdisciplinarity’ are the key notions for «renew[ing] the [higher] education and innovation system». For Jantsch, there is an obvious need for a renewal. He observes «degrading side-effects of technology on the systems of human life», particularly on the «natural environment». Moreover, «there does not seem to be any alternative if a rational, one might even say, an ecological approach to science and technology is mandatory, as indeed it has to be so considered in the present situation». What is strongly required, Jantsch states, is a different way of shaping and designing the «joint systems of society and technology»⁶². In this vein, Jantsch argues for a new agenda and a different orientation of higher education, science and society, an orientation that, today, is frequently labelled with the umbrella term «sustainable development»⁶³. Recognising deficits in the academy, the university system and their research practices, Jantsch sees ‘inter and transdisciplinarity’ as a lever and a momentum for the self-renewal of the academic system⁶⁴. Our concept ‘building higher educational capacities for societal bifurcations’, proposed here, concurs with Jantsch’s intention, but puts more emphasis on recent developments. And it is in line with Robert Frode-man’s fundamental approach, namely that ‘sustainable knowledge’ needs a critical orientation of ‘inter and trans disciplinarity’⁶⁵.

Now, in contrast to the term’s ubiquitous usage today, the original idea(l) of interdisciplinarity was more distinctive and richer in content when Jantsch first used it⁶⁶. Interdisciplinarity was intertwined with concerns about the environment and loss of biodiversity; it was interlinked with an in-depth consideration of the ‘human-nature’ relations and with the predominantly scientific view of nature and the environment; it was interlaced with a call for the university system to take responsibility and accountability for society at large; and it was interwoven with the recognition of the inherent ambivalence of the university system, including science and technology throughout the emerging knowledge societies: Scientific knowledge is a doubled-edged sword. Science has contributed to inducing the environmental crisis, on the one hand, but at

⁶¹ JANTSCH 1972, p 107.

⁶² JANTSCH 1972, p 119.

⁶³ WORLD COMMISSION on ENVIRONMENT, DEVELOPMENT 1987.

⁶⁴ JANTSCH 1972.

⁶⁵ FRODEMAN 2014.

⁶⁶ SCHMIDT 2022.

the same time it is deemed key to finding possible solutions. The ecological crisis is, in fact, a cultural and societal crisis.

The cultural background of the crisis, characterised by disciplinary blindness to the complex human-society-nature relations, has been seen as intricately intertwined with the sciences and the academy⁶⁷. In this vein, John Ziman⁶⁸ raises doubts about whether disciplinary «knowing everything about nothing» is a reliable basis for shaping the future of our knowledge societies: Interdisciplinarity is the response to the overspecialisation of the academy and to the isolated silos created by disciplinary methods, languages, and frameworks.

In our view, ‘inter and transdisciplinarity’ is a rich concept that should not just limited to the following three traditional types:

- First, object-oriented or ontology of interdisciplinarity can be defined in terms of objects, entities or structures of reality such as the human brain, the evolution of the earth, the ozone hole, the cosmos, nanoparticles, nuclear power plants, personal computers, skyscrapers, water supply systems or military infrastructures. When it comes to this kind of interdisciplinarity, the basic assumption is that the historical, functional differentiation of the academic world into institutionalised disciplines is not contingent. Rather, the differentiation mirrors and represents aspects of the nature of the things and entities themselves. Interdisciplinary objects are deemed to be located within or built into the deep structure of reality. Edmund Husserl, Nicolai Hartmann, Alfred North Whitehead and others argue for a structural layered understanding of reality, according to which interdisciplinary objects were to be seen located at the boundaries between different ‘micro’, ‘meso’, ‘macro’ and other cosms, i.e., on, at or in the border zones between the disciplines. When advocating for the position of object-oriented interdisciplinarity, one must presuppose an ontological realism or at least a ‘real constructivism’ concerning objects, interlaced with a layered concept of reality on this basis, an ontological non-reductionism. Old and ongoing philosophical issues about ontological monism, dualism and pluralism emerge in this debate. Interdisciplinarity according to this view is not primarily concerned with knowledge, methods or research goals, but above all with a reality that is assumed to be independent of humans. A minimal realist view is involved.

⁶⁷ FRODEMAN 2014.

⁶⁸ JOHN ZIMAN 2000.

- Second, the knowledge and theory-oriented type of interdisciplinarity emphasises epistemological aspects as its central criterion. The underlying motive for this kind of interdisciplinarity is intertwined with the traditional epistemic values of truth, explanation and intersubjectively justified belief. The focus lies on knowledge, propositions, theories, models and concepts – and not primarily on objects or methods. The crucial question in this case: How can we demarcate interdisciplinary knowledge from disciplinary knowledge or from non-scientific knowledge? How should we specify interdisciplinary theories, models, laws, descriptions and explanations? Do these provide a specific conceptual understanding of the objects under consideration? Interdisciplinary theories or concepts can be applied to describe very different disciplinary objects. According to this understanding, an interdisciplinary theory highlights structural similarities among the properties of objects from different disciplines. Systems theory is one of the most prominent examples of an interdisciplinary theory, as is cybernetics and, to a certain extent, some variants of the theory of evolution. Furthermore, strong arguments have been put forward over the last fifty years claiming that, on a deeper level, we are witnessing the emergence of novel interdisciplinary theories – specifically self-organisation theories – which provide an evolutionary, dynamic, self-organising understanding of the entire world.
- Third, the mainstream approach to interdisciplinarity recognises interdisciplinarity from a methodological angle and primarily regards it as a challenge to scientific methodology and to ways of collaboration. Interdisciplinarity appears as a method. In other words, a method-oriented type of interdisciplinarity can be identified. Methodology generally refers to knowledge production, the research process, rule-based actions of scientists, procedures of inquiry, and the languages used therein. In methodology, the main issue is how, and by which rules and procedures, we obtain knowledge and insight. This procedural understanding of the sciences – science as research – is sometimes called «context of discovery» or the «research form» of science to distinguish it from the context of justification, which refers to knowledge, theories or propositions. Rough, classical categorisations distinguish between empirical and hermeneutic, nomothetic and ideographic methods as well as, more generally, between the methods of the natural sciences and those of the humanities or between explanation and understanding. Interdisciplinary methods appear to be irreducible to disciplinary ones. Outstanding prospects

are ascribed to interdisciplinary methods that facilitate the transfer of knowledge between disciplines and to those that combine descriptive, normative and abductive methods of reasoning beyond disciplinary havens. In addition, some scholars see interdisciplinarity (and its cognate transdisciplinarity) as a method to bridge the gap between the academic system and society – in other words, methods are interdisciplinary when they enable, facilitate and foster knowledge production between the academy and society in one way or another. Most recently, AI methods used in the natural, engineering and social sciences as well as in the humanities appear as a form of method-oriented interdisciplinarity.

The list above, in particular the three types, is not fully satisfactory. These types overlook the starting points and underlying motives – in particular societal problems, issues and goals – of many interdisciplinary research programs and activities. To overcome this deficit, we need to consider a *fourth* perspective that opens up a more fundamental level of reflection. This type of interdisciplinarity is often described as problem-oriented, purpose-driven, issue-focused or – with a slightly different meaning – as transdisciplinary. Compared with the other three types of interdisciplinarity, *problem-oriented interdisciplinarity* views science and research from a more comprehensive and inclusive perspective. Its focus is on societal problems and ethical-relevant issues. It focuses more on the starting points, goals, purposes and motives of interdisciplinary activities in research and education and on the constitutional conditions, in other words, the problem-framing and problem-perception dimensions. Jürgen Habermas⁶⁹ draws attention to the guiding interests of the sciences and to the purposes of research processes: the will to achieve a certain knowledge and the intention to know something are the first steps that precede both the context of discovery and the context of justification, i.e., the methods and theories. This dimension of interdisciplinarity – sometimes called transdisciplinarity – stresses the immanent teleological structure in the process of knowledge production. However, the very first step of scientific inquiry is usually judged to be an external contingent factor and, thus, has not attracted the attention of many philosophers of science, although extensive work has been done on problems called «wicked problems»⁷⁰. This lack of reflection turns out to be a deficit in specifying this kind of

⁶⁹ HABERMAS 1972.

⁷⁰ RITTEL, WEBBER 1973.

interdisciplinarity. Reference to problems seems useful for demarcating interdisciplinarity and disciplinarity. Interdisciplinary problems are somewhat external to disciplines or to sciences: Such problems are primarily societal ones which are mainly due to and defined by society, lay people, politicians, and stakeholders. These problems demand a solution for society as whole. Interdisciplinarity has a functional side in the future development of scientific-technological civilization. Technology assessment (TA) and sustainability research might serve as excellent examples of interdisciplinarity in a specific sense – that of interdisciplinarity regarding ‘problem perception’ and ‘problem solution’ grounded in ethical considerations. In the early 1970s, the major reason Erich Jantsch, at an OECD conference, demanded ‘interdisciplinarity’ was not just an internal academic but also a societal one. The academic university system and the research system in general are accused of being unable to tackle and solve society’s pressing ‘real-world problems’, e.g., problems in warfare with atomic, chemical, or biological weapons; environmental problems such as global warming; the loss of biodiversity; problems of waste in terms of both total amount and contamination; the problems of shrinking natural resources, like energy; problems with water quality, food, and soil; and the ‘anthropological problems’ of ambivalent attitude towards biomedical progress, the dignity of humankind, death and birth, etc.

To sum up, our plea is for the development of ‘societal bifurcation capacities of the university system’ that needs to be based on a critical-reflexive mode of problem-oriented interdisciplinarity. By referring to established positions in philosophy, different types of interdisciplinarity can be distinguished: the object-oriented type, the theory-oriented type, the method-oriented type and the problem-oriented type, the last of which can be regarded as an effective subset of what is known as transdisciplinarity. On a more general note, transdisciplinarity opens science to society. The reflection on, and revision of, goals seem to be beyond the scope of their professional expertise as scientists. But some problem-oriented projects include reflections on goals and ends, and explicitly on value and the normative dimension. These are *critical-reflexive* problem-oriented interdisciplinary projects that should guide the university development for a sustainable future of society at large⁷¹.

⁷¹ SCHMIDT 2022, 2024.

4.3 Contributory Research

As we have noted above, the analysis of technics and technologies needs to shift away from a reductionist instrumentalist conceptualisation towards one which takes into account the nature of technics as part of the becoming human. In the context of the university we could argue that in this shift away from a reductionist understanding of technics and technologies there is a need for a more expanded understanding of *techne*, one where the question of education as ‘educare’ and ‘educere’ is explored, where the intergenerational care (educare) which Stiegler develops in his two-volume work *Taking Care (Ce qu’on appelle ‘Panser’)* is taken into account⁷². In French there is an interesting pun with the verb ‘panser’, literally ‘to dress’ as in to dress a wound, to take care of a wound, and the verb ‘penser’. Stiegler takes as a starting point Martin Heidegger’s lecture «What Calls for Thinking» or «What is Called Thinking» (*Was Heisst Denken?*) and poses the question what do we mean by caring? In the background to taking care of intergenerations is the question of the *pharmakon* or *pharmaka*, (which we have explored elsewhere). In his early works Stiegler explores the *pharmakon* in relation to technics and time, pointing to Derrida’s analysis of the *pharmakon* as a negative enterprise. To summarise the question of the *pharmakon* in the original text by Derrida opens with the positive and negative *pharmakon* but never really develops the positive aspects of the *pharmakon* and this aspect of the *pharmakon* as a positive therapeutics is one which Stiegler (2013) will turn from 2012 on with the publication of *De la Pharmacologie du Front National* and *Ce qui fait que la Vie Vaut La peine d’être Vécue (Pharmacologie)*⁷³.

Elsewhere, Fitzpatrick has shown that questions of aesthetics and digital hermeneutics⁷⁴ are as also part of the development of therapeutics of the *pharmakon*. But in the question of the university, in this wider context of questions of therapeutics we can situate the development of the concept of contributory research, a concept which is not fully developed in his later works but attempts are made to demonstrate how it could be mobilised to overcome questions related to climate crisis and the questions of human impact on the planet referred to as the era of the Anthropocene.

⁷² STIEGLER 2018a, 2018b.

⁷³ STIEGLER 2013.

⁷⁴ FITZPATRICK 2020, 2024.

Contributory research can find some of its roots in a German Green Party founder, Josef Beuys, who put forward the claim that everyone is an artist as a rallying cry against the contemporary art scene of the 1960s⁷⁵. Everyone is an artist can be translated in the context of contributory research as everyone is a researcher. Secondly, in the context of social science research methodologies, contributory research can be positioned in relation to action research, or more precisely participatory action research, where the object of research is defined with the community rather than parachuted into it. This has close parallels with forms of socially engaged art practice, where the outcome or output is not defined in advance but co-constructed with the community as the project evolves. This parallel is important because the question of aesthetics is never far from the surface in Stiegler's approach and the context for some of the original discussions about contributory research was the Work Marathon at the Serpentine Gallery in London in 2018. The term participatory is also problematic and participatory action research did not capture the context of the Anthropocene. The proposition given to the United Nations on the 20th Jan 2020 was to negotiate the negative impacts humans were having on the planet by proposing mechanisms for a NegAnthropocene and the term contribution seems to capture that better⁷⁶. It also enables a distinction between research which is applied and research which is fundamental, contributory research focuses on the community building responses to their issues (climate change) in a local context and contributing to change and to society as a whole. 'Participation' does not have the same connotations.

The conceptualisation of contributory research is, therefore, intrinsically linked to the questions of sustainability or more precisely questions of ecology, ecology of the self (*noesis*), ecology of the other (techo-social imaginaries) and the ecology of the planet. Contributory research has from its initial developments been linked to localised questions of climate collapse. These are the therapeutic potentialities of the *pharmakon*. Contributory research is also linked to questions of the economy, again it is important to distinguish it from questions of the circular economy. Whilst there are similarities, there is a fundamental difference. Contributory economy attempts to valorise capabilities which counteracts loss of knowledge (deproletarianisation) and collective knowledge practices. Another important aspect of contributory

⁷⁵ BEUYS, HARLAN 2012; FITZPATRICK *ET AL.* 2021.

⁷⁶ FITZPATRICK, MCGARRIGLE 2022.

research is its interdisciplinary or transdisciplinary nature; it brings together various academic fields and territorial actors (such as local government) to develop the neganthropic potentialities of locality. The cited examples include the development of new economic activities the new concepts they require and the development of digital instruments to build new local ecosystems and learning communities. Digital instruments need to enable deliberation and conflict of interpretation where new forms of knowledge building can take place.

Within the context of the University of the 21st Century, the characteristics of contributory research should enable the university to be a place of open-ended enlightenment, where the original project of the enlightenment (Kant), grounded with the questions of counteracting the Anthropogenic processes of climate collapse through localised cosmotekhnics. The role of the university is to become a destination where interdisciplinary or transdisciplinary research is accompanied by invention and innovation which develop new forms of economy and new forms of deliberation.

5. The Responsibility of Epistemological Bifurcation

5.1 Bifurcation and Epistemology

In his book *Bifurquer*, Bernard Stiegler together with the Internation Collective, lay the foundations for ‘parting ways’ with the current techno-capitalist model of extractivism/exploitation exploring alternative digital transition/transformation pathways potentially leading to an economy in sync with our biosphere⁷⁷. Bernard Stiegler’s arguments for bifurcation combine an epistemological critique –focused on the relationship between knowledge and technology – with a socio-political and ethical call to transition/transform how innovation and progress are conceived. For Stiegler, the only sustainable and emancipatory path forward is one where technology enables new forms of collective knowledge, participation, and individuation, rather than accelerating entropy and disenfranchisement (current model).

One of the pillars for this bifurcation is a reformulation of the way we work, currently set on a course of full mechanization (algorithmic automation) of

⁷⁷ STIEGLER 2021.

not only blue-collar occupations but also those in the knowledge and cultural sectors, including the university. However, for Stiegler there is an aspect of work that can resist automatization and is that of human beings transforming knowledge (epistemology), which contra current trends, is always local, collective and singular. In this sense, to bifurcate entails *savoir-faire*, reformulating knowledge work from the point of view of «craftsmanship»⁷⁸, understood as an activity involving a particular notion of care (desire to do a job well for its own sake) along with the capacity for innovation, invention and creation, having the potential to «de-automate automatisms» and to create novel knowledge through «intuitive leaps». These leaps supposing a change of course in the circuits of transindividuation. The appeal to craftsmanship echoes calls for a low-tech approach to technological innovation (and therefore technological education) along with the need for universities to exercise institutional digital sovereignty⁷⁹.

In turn, Yuk Hui problematises the very notion of a single technological innovation path and suggests looking beyond cultural variations into the local conditions and contexts in which individuations⁸⁰ are produced and reproduced. This problematisation aims to challenge traditional understandings of technology as a universal concept that ignores local differences and affinities. According to Hui⁸¹, the universalist approach renders the concept empty. To bifurcate, we need to challenge the illusion created by the idea/episteme of a universal technology inherited from colonial and Eurocentric models and influenced by modernisation processes that have led different cultures and histories to follow the same path as Western modernity due to technology and globalisation⁸². Hui argues that our current global civilisation, sedimented on the thought of the European Illustration, demands to be taken apart and diversified. Globalisation was a process of technological colonisation and

⁷⁸ Building from Richard Sennet that used the concept ‘craftsmanship’ to go beyond Hannah Arendt’s distinction between *homo faber* and *animal laborans*. For more refer to SENNETT 2009; ARENDT 2018.

⁷⁹ NAGLE 2022; BANDURA, MCLEAN, SULTAN 2023; TANGUY, CARRIÈRE, LAFOREST 2023.

⁸⁰ For Yuk Hui individuation addresses how entities manifest themselves ontologically. Hui employs this concept to analyse digital objects and technological systems beyond mere formal structure, integrating Simondon’s ideas with Heidegger and Bachelard for a broader relational method. For more see, HUI 2016.

⁸¹ HUI 2016, p 74.

⁸² TORIBIO-ROURA 2024.

synchronisation that made different historical temporalities converge in the sequence: Premodernity-Modernity-Postmodernity-Apocalypse. The issue that this mono-technical episteme entails is that it favours specific forms of knowledge linked to the desire for domination – with devastating consequences for the planet⁸³. This epistemic monoculture privileges [a few] humans in detriment of everything else – i.e., ‘lesser- humans’ and ‘other-than-humans’ – to the transhumanist fantasy of the ‘Homo Deus’ as stated by Yuk Hui⁸⁴.

5.2 Capitalism as *Epistēmē*

For Stiegler, the way capitalism has evolved confirms and goes beyond Marx’s *Grundrisse* thesis regarding automation⁸⁵, and the evolution of the economic function of knowledge in tune with transformations of value expressed in the informational and computational landscape that characterises today’s fixed capital. «Capitalism amounts to an *epistēmē*, materialized by the fixed capital of the reticulated apparatus of production that capital has become»⁸⁶. This *epistēmē* hegemonically shapes and integrates different instruments of calculation (e.g. statistics, marketing, production, ‘quantified self’ etc.), literally transforming psychic and social life into market calculations. What Stiegler means by capitalism as *epistēmē* is that capitalism is not simply an economic system but a ‘dominant form of knowledge’. In this sense, it constitutes a framework that organises, produces and legitimates what counts as knowledge, value and truth in society. These include shaping not only scientific thought but also the very foundations of society, culture, and technology.

Stiegler’s argument is that capitalism has merged with the technologies of information, communication, and automation in what he calls «fixed

⁸³ HUI 2020; TORIBIO-ROURA 2024.

⁸⁴ HUI 2020.

⁸⁵ Depending on the socio-political structures within it was deployed, automation could either liberate humanity or exacerbate its divisions and sufferings. In the *Grundrisse*, Marx describes the increasing redundancy of human labour in the face of automated systems. For more, MARX 1993.

⁸⁶ STIEGLER 2018c, p 139. *Epistēmē* (Greek) is often translated as ‘Knowledge’ and/or ‘Understanding’. In this context, my interpretation is that Stiegler refers also to the underlying conditions of knowledge within a specific historical context that constitute the framework of the dominant knowledge (or ‘truth’) for that period.

capital»⁸⁷, becoming through computational networks, big data, statistics and ubiquitous digital platforms. These systems determine what has value from economic value to social attention, to academic performance. In this scenario, knowledge production is homogenised. In other words, by imposing a massive computational logic, the capitalist *epistēmē* turns calculation into the dominant mode of knowledge production and validation (e.g. modelling, simulation, quantitative data etc.). While qualitative, ambiguous, or non-quantifiable knowledge is systematically discarded as irrelevant⁸⁸. As computational capitalism progresses, human knowledge, skills and memory are ‘externalised’ into machines (what he calls ‘tertiary retentions’) leading to a process of proletarianization in which workers and consumers lose agency, creativity and purpose as knowledge becomes the calculable and commodified resource controlled by capital⁸⁹. As a consequence, there is a crisis of meaning and care of entropic dimensions that calls for a bifurcation towards alternative systems where technology enables new forms of collective knowledge, participation, and individuation.

5.3 The Epistemology of Value

In a similar vein, economist Mariana Mazzucato⁹⁰ challenges the foundational assumptions of mainstream capitalist economics regarding the epistemology of ‘value’ (and who gets to define it). Mazzucato argues that modern capitalism has systematically blurred the line between creating value and extracting it and calls for reclaiming ‘value’ as a vital public and political question. Activities that generate real social and economic wealth like production, innovation, or care work are often undervalued, while value extraction for profit (e.g. through financial speculation, rent-seeking, and monopolies) is disproportionately rewarded.

Mazzucato contends that the prevailing economic system has lost track of what value means, prioritising profits for shareholders and enabling parasitic behaviours generating income not through production but by controlling access to assets that undermine the productive foundations of society. These

⁸⁷ STIEGLER 2018c.

⁸⁸ TORIBIO-ROURA, MACDONALD, O’ SULLIVAN 2023.

⁸⁹ STIEGLER 2016.

⁹⁰ MAZZUCATO 2018, 2021.

parasites, whom she calls ‘takers’, remind us of Yuk Hui’s *Homo Deus* previously mentioned, as they extract value without contributing to new goods or services. For example, Big Pharma’s astronomical drug pricing for essential medicines, digital platforms acting as toll-keepers to data or markets, and tech companies avoiding taxes, like, for Apple benefiting from Ireland’s tax loophole between 1991 and 2014⁹¹.

The problem for Mazzucato is that under the current system, a few get richer through non-productive activities that are mislabelled as valuable only because they generate profits under current accounting frameworks. For example, a public teacher’s salary is currently accounted as a cost rather than an investment. At the same time, hedge fund profits are considered economic growth, even if they generate no net societal benefit. Mazzucato emphasises the critical role of the public sector in co-creating value for innovation. Contrary to the myth that the public sector is bureaucratic (well, there is some truth there) and passive, she shows how public investment grants (e.g. EU funding), have historically driven key innovations (e.g. the Internet, GPS, biotech). To ‘fix’ capitalism Mazzucato calls for a redefinition of value recognising which activities truly generate wealth and which reallocate or destroy it. By revisiting the epistemological foundations of the economic debates about value, Mazzucato urges for a transformation (one can presume a bifurcation) to a system that is more (actually) productive, sustainable, and fair, challenging us to build an economy that (actually) serves society (not only a few ‘takers’). She calls for re-writing economic narratives, much like Stiegler and Hui, reintroducing the public debate on what kind of economy/technology/society we want. The economy should bifurcate from technocratic optimisation to deliberation around values, purpose and social outcome.

To achieve this, she proposes a series of key changes in perspective regarding how value is accounted for. For example, she calls for a shift in GDP economic indicators to reflect actual social contribution (rather than only market profit per se) and this means paying attention to undervalued sectors such as education, care, research, and infrastructure that generate long-term value but remain systematically underfunded.

Much in line with Bernard Stiegler’s proposal for a contributory economy achieved through collective intelligence, another critical aspect in Mazzucato’s argument, is enabling mission-oriented investments in innovation

⁹¹ GLUCROFT 2024.

(Moonshot projects). For example, in the case of digital transformation universities and civil society could drive innovation rather than reacting to/fixing what tech companies do. She advocates for public-private partnerships with a common purpose: responding to the wicked problems of our time. Mazzucato stresses that these partnerships involve bold long-term vision, along with shared risks but also shared rewards⁹². Some may interpret this bifurcation as interventionism, but it is rather about reimagining market narratives to enable demand for responsible innovation for the common good. Another key point in Mazzucato's thesis, is the reform of the tax system to redistribute excess returns from rent-seeking activities and reallocate wealth toward public goods and responsible innovation⁹³.

5.4 Knowledge makers: Universities bounded

If education is nothing more than a human science or the achievement of satisfactory outcomes by way of testing, then education has no future. Education is the manufacture of docile subjects and (as Bernard Stiegler has argued) it will do little more than short-circuit attention. Stiegler does, however, point out that education's power to orient bodies beyond themselves toward a complex future necessarily on the same technologies that contract and disorient individuals, reducing them to nothing more than captivation by already actualised forms. Education is at once necessary to bring forth a future distinct from what we already are, and yet that orientation toward a world of relations that is not oneself comes with the essential risk of stupidity⁹⁴.

Once upon a time, the mission of the university was to generate innovative knowledge and foster virtues, collegiality, and creativity by providing a space for critical thinking, debate, dissent, and academic innovation (or at least one would like to think so). This initial focus, under the influence of neoliberalism, have been gradually shifting towards a university more concerned with efficiency and budgetary surpluses, either by choice or out of necessity. Leading to a focus on short-term financial objectives and managerialism rather than long-term investments in research and education⁹⁵. What is evident is

⁹² MAZZUCATO 2021.

⁹³ MAZZUCATO 2018.

⁹⁴ COLEBROOK 2017, p 649.

⁹⁵ ALEXIOU, SARIDAKIS 2025.

that the conception of education is today bound up with a perverse relation between knowledge and power that increasingly allows governance to become merely managerial. As a consequence, there have been significant changes in the university. For example, reductions of funding for projects deemed less profitable, decrease in the recruitment and retention of academic staff compared to the expansion of managerial (permanent) positions, implementation of hard-core management practices such as performance control (e.g. KPI's), increase in tuition fees, particularly for postgrad courses and international students and so on. In addition, there is a marked tendency to out-source services that could be done in-house for example, maintenance or consultancy⁹⁶.

In his influential book «Design for the Real World» Victor Papanek sharply criticised the roles of designers, engineers and architects in shaping a certain model of world that «screwed» the environment⁹⁷. With this work, Papanek foregrounded social and ecological responsibility as core principles in these professions. One may aspire that these core principles apply to technological innovation and education. Papanek's criticism of consumerism, environmental degradation and resource waste came with the proposal to reorient these professions, particularly design, to serve as political tools to promote sustainability, inclusivity and social justice. In Papanek's vision, designers/engineers should stop making unnecessary products in favour of those that genuinely meet human needs. He was one of the first to insist that design and engineering should serve entire populations not just the wealthy and to champion to use of local materials and methods to address local needs while promoting ecological balance and reducing resource consumption. Five decades later, his rejection of patents, encouragement of open-source solutions and activist stance continue to shape debates on eco-design, universal design, urban agriculture and critical design practices. Many contemporary movements such as inclusive design and the makers movement can trace their roots to the frameworks established by Papanek.

But despite Papanek's presence in European technological Universities' curricula (e.g. TU Delft, Politecnico di Milano, or TU Valencia to name only a few) his influence is hardly felt in the 'real world'. Why doesn't innovation

⁹⁶ KAIRUZ *ET AL.* 2016; GRAEBER 2018; MAZZUCATO, COLLINGTON 2023; ALEXIOU, SARIDAKIS 2025.

⁹⁷ PAPANEK 1973.

follow Papanek's path? Because contemporary universities tend to prioritize innovation that serves market demands and profitability rather than broader social or ecological concerns, despite numerous sustainability and inclusion (arguably greenwashing) discourses. The 'triple helix' model (university-business-state) often brings together conflicting values where business as usual tends to overshadow public concerns. While Papanek's educational model emphasises freedom, ethics and social responsibility, modern education increasingly aligns with labour-market demands and technical specialisation thereby reducing innovation goals to commercial viability. In addition, capitalist frameworks influence how innovation is funded, often responding to powerful political and economic interests that can sideline ethical considerations in favour of strategic, competitive and for-profit imperatives creating barriers that steer technological innovation towards serving a few rather than the common good⁹⁸.

Embracing a free-market ideology in universities may foreseeably or inadvertently undermine practical efforts to advance knowledge towards achieving the United Nations Sustainable Goals. Narrow market-focussed research can hardly contribute to challenging the neoliberal agenda, primarily responsible for the anthropogenic damage to the planet with its extractive practices. Hardly can individualism and fierce competition among universities (rankings), staff, students and academics (performance indicators, marks), facilitate strengthening scientific progress towards a more ethical and sustainable mode of existence.

In the current state of play, universities are forced to navigate situations that threaten their survival and they might see hard-core performance metrics as the only way to achieve institutional market share. However, parting ways with the current system of 'survival of the fittest' as described by Alexiou and Saridakis⁹⁹, is a necessity. «There is no alternative» as stressed by Stiegler¹⁰⁰. Universities should prioritise pedagogy and education in their curricula, (re)claiming their role as the nurturing environments for epistemic diversity, including critical and independent thinking, academic freedom and pluralism, interdisciplinary and transdisciplinary research, and responsible innovation. This would entail a 'Moonshot' approach with long-term vision and purpose.

⁹⁸ ALEXIOU, SARIDAKIS 2025.

⁹⁹ ALEXIOU, SARIDAKIS 2025.

¹⁰⁰ STIEGLER 2021.

Enabling public-private enterprises (via non-commercial funding) invested in knowledge advancement for the common good in line with the ideas outlined above.

5.5 The Bifurcation Lab

Mazzucato, Stiegler and Hui argue that the prevailing free-market ideology has blurred the line between creating and extracting value, undermining the foundations of society and threatening the very survival of life on the planet. It is time to reclaim ‘value’ and ‘*savoir-faire/savoir-vivre*’ as vital public and political questions. Universities, schools, as an integral part of society, were once upon a time places of *paideia*, which in Greek is the process of educating humans into well-rounded citizens. *Paideia* is manifested in the Platonic ideal of the ‘true human’ grounded in his/her *humanitas* and embodied in the community, the very opposite of individualism. In *The Republic*, Plato cautions about the storytellers who dominate the world. Current dominant narratives about technological progress and growth have terrible socio-political and ethical implications and must be challenged. To bifurcate, in epistemological terms, means transforming how we construct knowledge and how innovation and progress are conceived. For example, we could begin by critically challenging current performance metrics in education proposing new indicators more in line with the values of *paideia* and continue by asking questions such as who benefits from the knowledge we produce? This is an arduous task that requires constant questioning and careful consideration at every crossroads. Only then can we lay the foundations for new forking paths to emerge. This is a task of archaeological dimensions but universities, with structures already in place such as the European Culture and Technology Lab+ (ECT Lab+) of the European University of Technology (EUt+), have the capacity to act as true laboratories for bifurcation, if they care to see.

6. Conclusion

In this chapter we have argued that the urgent needed societal bifurcation towards a sustainable future challenges the university and academic knowledge, in particular the structure of the university system and purposes, the organisation and the management of higher education. From a normative perspective, we have shown that the university and higher education institutions should facilitate and foster capacity-building that enables this societal bifurcation. To become institutions for a new culture of sustainable knowledge production, they need to bifurcate and to develop the capabilities of true agents of change. A new spirit, combined with inter- and intragenerative awareness and virtues of ‘little ethics’ for a new future-oriented culture of being and becoming human in late-modern societies is required. In particular, epistemology which is and has always been interlaced with power, interests and values needs to undergo a bifurcation. At issue is what counts as legitimate/reasonable knowledge and based on this, what counts as a reasonable structure of the economic system and as a reasonable technology/technical system. Critical-reflexive thinking – more specifically: (a) critique of the accelerated global capitalism and the neoliberal concepts and framing of humans, society and nature, of higher education and the commons as well as (b) critique of the market-driven development and dissemination of technologies and technical systems – should be the core objectives and capacities of higher education. Therefore, the university system and higher education institutions can no longer be organised in disciplinary silos but the universities need themselves to become inter- and transdisciplinary institutions and, more specifically, ‘bifurcation labs’ where the purpose for a sustainable future is at the very centre of the common learning and debating process. The narrow traditional view, «knowing everything from nothing», as John Ziman puts it, might be in accordance with the recent neoliberal governance of universities, the neo-positivist incentive structures and disciplinary career strategies; however, it is not in line with the common future of humans and the earth¹⁰¹. The present-day imperative is to develop new visions and strategies, including new knowledge types, epistemologies and ‘little’ smart technologies for a sustainable societal future. To achieve this, common efforts are necessary, like the *Scientists for Future* argue: We think it’s time for a shared agenda for a

¹⁰¹ JOHN ZIMAN 2000.

university bifurcation in this direction. Beyond the mainstream, the EUt+, in particular the ECT Lab, is going down this pathway and it is on the way to broaden it and to open a roadmap in the direction of our common future.

Our chapter emphasises the various dimensions that technology reveals including the development of ‘knowledge’ that universities can and must generate, both through research and the dissemination of their findings, as well as the need to reformulate our approach to creating knowledge for the development of responsible technologies. From the perspective of universities, this underscores the significance of bifurcation as an inter- and transdisciplinary imperative for innovation, enabling the selection of more robust paradigms, the design of more efficient and responsible methodologies, and the mitigation of the environmental and ethical risks of the innovations emerging from the university’s practices.

The critical inquiries surrounding the strategies employed and their consequences, particularly regarding how to counteract the anthropocentric inclination, necessitate a bifurcation aligned with a global New Deal. This requires individuals to cultivate a ‘biospheric’ consciousness¹⁰² and to view themselves not as isolated entities but as part of interconnected communities, the university can foster this thinking and care for the other. While change is a natural part of historical evolution, technology can play a crucial role in fostering awareness of change for future generations and promoting a commitment to social justice but the condition of possibility of this is re-founding the university with a more therapeutic pharmacology.

Acknowledgements

This research was partly funded by EC funded Project EUt ACCELERATE (#101124533). This research was partly funded by the EC funded HE MSCA SE project EpisTeam (#101129655). The material presented here does not necessarily represent the views of the European Commission or the European University of Technology.

¹⁰² RIFKIN 2019.

Bibliography

1. ALEXIOU C., SARIDAKIS G. (2025), *A Review of the Performance Metrics and Entrepreneurial Practices of Economics and Business Departments in UK Universities: A 'Gresham's Law' Threat?* «Journal of Entrepreneurship and Innovation in Emerging Economies», SAGE Publications, 11(2), pp 281-308.
2. ARENDT H. (2018), *The Human Condition: Second Edition*, Chicago (ILL) USA - London (UK): University of Chicago Press.
3. BALDÉ C. P., KUEHR R., YAMAMOTO T., McDONALD R., D'ANGELO E., ALTHAF S., BEL G., DEUBZER O., FERNANDEZ-CUBILLO E., FORTI V., GRAY V., HERAT S., SHUNICHI H., IATTONI G., KHETRIWAL D. S., DI CORTEMIGLIA V. L., LOBUNTSOVA Y., NNOROM I., PRALAT N., WAGNER M. (2024), *The Global E-Waste Monitor 2024: Quantities, Flows and the Circular Economy Potential*, Geneva - Bonn: International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR).
4. BANDURA R., MCLEAN M., SULTAN S. (2023), *Unpacking the Concept of Digital Public Infrastructure and Its Importance for Global Development*, Washington (DC) USA: Center for Strategic and International Studies (CSIS), refer to webography entry no. 1.
5. BEUYS J., HARLAN V. (2012), *What is Art?: Conversation with Joseph Beuys*, La Vergne (TN) USA: Clairview Books.
6. BIETTI E. (2021), *From Ethics Washing to Ethics Bashing: A Moral Philosophy View on Tech Ethics*, «Journal of Social Computing», 2(3), Tsinghua University Press (available via IEEE Xplore), pp 266-283.
7. BÖHME G. (2008), *Invasive Technisierung: Technikphilosophie und Technikkritik*, Kusterdingen: Graue Edition.
8. CALLEWAERT S. (2017), *Foucault's Concept of Dispositif*, «Praktiske Grunde», Nordic Journal of Culture and Social Science, 11(1-2), pp 29-52.
9. ÇAM E., HUNGERFORD Z., SCHOCH N., MIRANDA F. P., DE LEÓN C. D. Y. (2024), *Electricity 2024 – Analysis and forecast to 2026*, Paris: International Energy Agency (IEA), refer to webography entry no. 2.
10. COLEBROOK C. (2017), *What Is This Thing Called Education?* «Qualitative Inquiry», SAGE Publications, 23(9), pp 649-655, refer to webography entry no. 3.
11. CRAWFORD K. (2022), *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*, New Haven (CT) USA - London (UK): Yale University Press.
12. CUBERO-CASTAN M. (2025), *Towards digital sobriety: Reducing the IT footprint in research*, «Journal of Digital Sustainability», Elsevier / ScienceDirect, refer to webography entry no. 4.
13. DECKER K. D. (2024), *About the Solar Powered Website*, «Low←tech Magazine», Kris De Decker, refer to webography entry no. 8.
14. DELEUZE G. (2014), *Dispositif (Apparatus)*, in NALE J., LAWLOR L., *The Cambridge Foucault Lexicon*, Cambridge: Cambridge University Press, pp 126-132.
15. DRAGHI M. (2024), *The future of European competitiveness: A competitiveness strategy for the European Union*, Bruxelles: European Commission, refer to webography entry no. 6.

16. EUROPEAN COMMISSION (2020), *Open Source Software Strategy 2020-2023: Think Open*, Bruxelles, Belgium: European Commission (EU Publications Office), refer to webography entry n. 7.
17. EUROPEAN COMMISSION (2024), *Next Generation Internet (NGI) initiative*, Bruxelles, Belgium: European Commission (Directorate-General for Research and Innovation), refer to webography entry no. 8.
18. EUROPEAN COMMISSION (2025), *European Open Science Cloud (EOSC)*, Bruxelles, Belgium: European Commission (Directorate-General for Research and Innovation), refer to webography entry no. 9.
19. EUROPEAN UNIVERSITY ASSOCIATION (2024), *Digital Sovereignty*, Bruxelles, Belgium: EUA Publications, refer to webography entry no. 10.
20. FITZPATRICK N. (2020), *Questions concerning attention and Stiegler's therapeutics*, «Educational Philosophy and Theory», Routledge (Taylor & Francis), 52(4), pp 348-360, refer to webography entry no. 11.
21. FITZPATRICK N., ALOMBERT A., TRON C., LOUGHRAN G., CITTON Y., STIEGLER B. (2021), *Contributory Research and Social Sculpture of the Self*, in STIEGLER B., THE INTERNATION COLLECTIVE, *Bifurcate: There Is No Alternative*, London: Open Humanities Press, pp 119-133.
22. FITZPATRICK N. (2024), *La Techno-esthétique et la question du glitch*, Strasbourg: Le Portique, pp 48-49.
23. FITZPATRICK N., HAYES P., SCHMIDT J.C., TORIBIO-ROURA E., ALMROTT C., D'BASTIANI C., GAGER D., GALLAGHER G., GRIMM P., SANNELLA A., STOYKOVA S. (2025), *Policy Recommendations for Higher Education Institutions to Begin Advancing from Digital Transformation to Bifurcation*, «NanoEthics», Springer Nature, 19(2), p 10.
24. FITZPATRICK N., MCGARRIGLE C. (Eds.) (2022), *Techné Logos and the (Neg) Anthropocene: The First Annual Conference of the European Culture and Technology Laboratory*, Dublin, Ireland: EUt+ Press.
25. FOUCAULT M. (1980), *Power/Knowledge: Selected Interviews and Other Writings, 1972-1977*, New York, USA: Random House USA Inc (Pantheon Books).
26. FRODEMAN R. (2014), *Sustainable Knowledge: A Theory of Interdisciplinarity*, Houndmills, Basingstoke (UK) - Hampshire, New York (USA): Palgrave Pivot.
27. FROST T. (2019), *The Dispositif between Foucault and Agamben*, «Law, Culture and the Humanities», SAGE Publications, 15(1), pp 151-171.
28. GEHLEN A. (1961), *Anthropologische Forschung. Zur Selbstbegegnung und Selbstentdeckung des Menschen*, Hamburg, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag.
29. GLUCROFT W. N. (2024), *Q+A: Inside the Apple ruling: € 13 billion and a 'mess' for EU tax law*, Bonn - Berlin: Deutsche Welle, refer to webography entry no. 12.
30. GRAEBER D. (2018), *Bullshit Jobs: A Theory*, London: Allen Lane.
31. GUATTARI F. (2008), *The Three Ecologies*, translated by PINDAR I., SUTTON P., London: Continuum.
32. HABERMAS J. (1972), *Knowledge and Human Interests*, translated by SHAPIRO J. J., London: Heinemann Educational Publishers.
33. HADDAD I. (2022), *A Deep Dive into Open Source Program Offices: Structure, Roles, Responsibilities, and Challenges*, The Linux Foundation.

34. Hayes P., Fitzpatrick N. (2024), *Solicitude, Emotions, and Narrative in Technology Design Ethics*, «Études Ricoeuriennes / Ricoeur Studies», 15(1), pp 126-148.
35. HAYES P., FITZPATRICK N., FERRÁNDEZ J. M. (2025), *From applied ethics and ethical principles to virtue and narrative in AI practices*, «AI and Ethics», Springer Nature, 5(2), pp 1217-1239.
36. HAYES P., VAN DE POEL I., STEEN M. (2020), *Algorithms and values in justice and security*, «AI & SOCIETY», Springer Nature, 35(3), pp 533-555.
37. HIGH-LEVEL EXPERT GROUP ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE (2019), *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology (European Commission), refer to webography entry no. 13.
38. HUI Y. (2016), *On the Existence of Digital Objects*, Minneapolis (MN) USA - London: University of Minnesota Press.
39. HUI Y. (2020), *Fragmentar el futuro. Ensayos sobre tecnodiversidad*, Buenos Aires: Caja Negra.
40. JANTSCH E. (1970), *Inter- and Transdisciplinary University: A systems approach to education and innovation*, «Policy Sciences», Springer, 1(1), pp 403-428.
41. JANTSCH E. (1972), *Towards interdisciplinarity and transdisciplinarity in education and innovation*, in APOSTEL L. (Ed.), *Interdisciplinarity: Problems of Teaching and Research in Universities*, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD/OCSE), Paris, pp 97-121.
42. JONAS H. (1985), *The Imperative of Responsibility: In Search of an Ethics for the Technological Age*, Chicago (IL) USA: University of Chicago Press.
43. KAIRUZ T., ANDRIÉS L., NICKLOES T., TRUTER I. (2016), *Consequences of KPIs and performance management in higher education*, «International Journal of Educational Management», 30(6), pp 881-893.
44. MARX K. (1993), *Grundrisse: Foundations of the Critique of Political Economy*, London: Penguin Classics.
45. MAY T. (2014), *Subjectification*, in NALE J., LAWLOR L., *The Cambridge Foucault Lexicon*, Cambridge: Cambridge University Press, pp 496-502.
46. MAZZUCATO M. (2018), *The Value of Everything: Making and Taking in the Global Economy*, London, UK: Allen Lane.
47. MAZZUCATO M. (2021), *Mission Economy: A Moonshot Guide to Changing Capitalism*, London: Allen Lane.
48. MAZZUCATO M., COLLINGTON R. (2023), *The Big Con: How the Consulting Industry Weakens our Businesses, Infantilizes our Governments and Warps our Economies*, London: Allen Lane.
49. MCQUILLAN D. (2022), *Resisting AI: An Anti-fascist Approach to Artificial Intelligence*, Bristol: Bristol University Press.
50. MITCHAM C. (2022), *Challenges for Science Policy in the Anthropocene*, in FITZPATRICK N., MCGARRIGLE C., *Techné Logos and the (Neg) Anthropocene: the First Annual Conference of the European Culture and Technology Laboratory*, Dublin: EUT Press, pp 28-36.
51. MONTEVIL M., STIEGLER B., LONGO G., SOTO A., SONNENSCHN C. (2021), *Anthropocene, Exosomatization and Negentropy*, in STIEGLER B., *THE INTERNATION*

- COLLECTIVE, translated by ROSS D., *Bifurcate: There Is No Alternative*, London: Open Humanities Press, pp 45-62.
52. MOROZOV E. (2013), *To Save Everything, Click Here: Technology, Solutionism, and the Urge to Fix Problems that Don't Exist*, London: Allen Lane.
53. MUNN L. (2023), *The uselessness of AI ethics*, «AI and Ethics», Volume 3, Issue 3, Springer Nature.
54. NAGLE F. (2022), *Strengthening digital infrastructure: A policy agenda for free and open-source software*, Washington (DC) USA: Brooking Institution (Center for Technology Innovation), refer to webography entry no. 14.
55. NUSSBAUM M. C. (2003), *Upheavals of Thought: The Intelligence of Emotions*, Cambridge: Cambridge University Press.
56. PAPANЕК V. (1973), *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*, New York: Pantheon Books.
57. RFI (2022), *French graduates call for boycott of 'destructive' agribusiness jobs*, Paris: Radio France Internationale (RFI), refer to webography entry no. 15.
58. RICOEUR P. (1994), *Oneself as Another*, translated by BLAMEY K., Chicago (IL) USA: University of Chicago Press.
59. RIFKIN J. (2019), *Green New Deal, The: Why the Fossil Fuel Civilization Will Collapse by 2028, and the Bold Economic Plan to Save Life on Earth*, New York: St. Martin's Press.
60. RISAM R., GIL A. (2022), *Introduction: The Questions of Minimal Computing*, «Digital Humanities Quarterly», 16(2).
61. RITTEL H. W. J., WEBBER M. M. (1973), *Dilemmas in a general theory of planning*, «Policy Sciences», Elsevier, 4(2), pp 155-169.
62. ROCO M. C., BAINBRIDGE W. S. (2003), *Converging Technologies for Improving Human Performance*, Dordrecht: Springer Netherlands, DOI: 10.1007/978-94-017-0359-8.
63. ROESER S. (2011), *Moral Emotions and Intuitions*, Basingstoke (UK) - New York, USA: Palgrave Macmillan.
64. ROSS D. (2021), *Carbon and Silicon: Contribution to an Elemental Critique of Political Economy*, in STIEGLER B., THE INTERNATIONAL COLLECTIVE (Eds.), *Bifurcate: There Is No Alternative*, London: Open Humanities Press, pp 249-277.
65. RYAN M., ANTONIOU J., BROOKS L., JIYA T., MACNISH K., STAHL B. (2020), *The Ethical Balance of Using Smart Information Systems for Promoting the United Nations' Sustainable Development Goals*, «Sustainability», MDPI, 12(12), p 4826.
66. SCHMIDT J. C. (2022), *Philosophy of Interdisciplinarity: Studies in Science, Society and Sustainability*, 1st edition, London - New York: Routledge.
67. SCHMIDT J. C. (2024), *A Philosophical Framework for Inter- and Transdisciplinarity: Facilitating and Deepening Critical Reflexivity*, «Issues in Interdisciplinary Studies», Association for Interdisciplinary Studies (AIS), 42(1-2), pp 21-48.
68. SENNETT R. (2009), *The Craftsman*, London: Penguin.
69. SERPENTINE GALLERIES, OBRIST H. U. (Ed.) (2018), *Work Marathon*, London: Serpentine Sackler Gallery, refer to webography entry no. 16.

70. SIMONDON G. (2017), *On the Mode of Existence of Technical Objects*, translated by MALASPINA C., ROGOVE J., Minneapolis (MN) USA: University of Minnesota Press.
71. STAHL B. C., SCHROEDER D., RODRIGUES R. (2023), *AI for Good and the SDGs*, in STAHL B. C., SCHROEDER D., RODRIGUES R., *Ethics of Artificial Intelligence: Case Studies and Options for Addressing Ethical Challenges*, Cham: Springer International Publishing, pp 95-106.
72. STEEN M. (2021), *Slow Innovation: the need for reflexivity in Responsible Innovation (RI)*, «Journal of Responsible Innovation», Taylor & Francis, 8(2), pp 254-260.
73. STIEGLER B. (2009), *Acting Out*, translated by BARISON, D., Stanford, California: Stanford University Press.
74. STIEGLER B. (2013), *Pharmacologie du Front national: Suivi du Vocabulaire d'Ars Industrialis*, Paris: Flammarion.
75. STIEGLER B. (2015), *States of Shock: Stupidity and Knowledge in the Twenty-First Century*, Malden (MA) USA: Polity Press.
76. STIEGLER B. (2016), *Automatic Society: Volume 1: The Future of Work*, Cambridge (UK) – Malden (MA): Polity Press.
77. STIEGLER B. (2018a), *Qu'appelle-t-on Panser ? : 1. L'immense regression*, Paris: Les Liens Qui Libèrent.
78. STIEGLER B. (2018b), *Qu'appelle-t-on Panser ? T2: La leçon de Greta Thunberg*, Paris: Les Liens Qui Libèrent.
79. STIEGLER B. (2018c), *The Neganthropocene*, translated by ROSS D., London: Open Humanities Press.
80. STIEGLER B. (2019), *The Age of Disruption: Technology and Madness in Computational Capitalism*, Cambridge (UK) - Medford (MA) USA: Polity Press.
81. STIEGLER B., THE INTERNATIONAL COLLECTIVE (2021), *Bifurcate: There Is No Alternative*, translated by Ross D., London: Open Humanities Press.
82. TANGUY A., CARRIÈRE L., LAFOREST V. (2023), *Low-tech approaches for sustainability: key principles from the literature and practice*, Sustainability: Science, Practice and Policy, 19(1), p 2170143, DOI:10.1080/15487733.2023.2170143.
83. THE YOUNG ACADEMY (2025), *In control: A manifesto for a responsible digital future in higher education*, Amsterdam (NL): Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences.
84. TORIBIO-ROURA E. (2024), *Beyond the Human: Crossovers for an Onto-epistemological Bifurcation*, Balkan Journal of Philosophy, 16(1), pp 19-30.
85. TORIBIO-ROURA E., MACDONALD S., O'SULLIVAN J. (2023), *The Fable of the Cyclops and the Mantis Shrimp: Composting with Care for Epistemic Diversity*, in FITZPATRICK N., VAUGHAN C. (Eds.), *Techné, logos, Care and the (Neg) Anthropocene*, Dublin: EUT Press, pp 184-206.
86. WAGNER B. (2018), *Ethics As An Escape From Regulation. From 'Ethics-Washing' To Ethics-Shopping?* in BAYAMLIOGLU E., BARALIUC I., JANSSENS L.W. J., HILDEBRANDT M. (Eds.), *Being Profiled: Cogitas Ergo Sum 10 Years of Profiling the European Citizen*, Amsterdam (NL): Amsterdam University Press, pp 84-89.
87. WELBORN V., INGRAM G. (2022), *Can open-source technologies support open societies?* «Technology in Society», Elsevier, refer to webography entry no. 17.

88. WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (1987), *Our Common Future*, Oxford (UK) - New York (USA): Oxford University Press.
89. ZILINSKAS-INTA S. HÜBNER L., BROMOVA B., PERRUCHOUD L. (2023), *European OSS Policy as a Countermeasure to Big Tech Dominance*, Student Policy Brief, Digital, Governance and Sovereignty Chair (Sciences Po, Paris).
90. ZIMAN J. (2000), *Constructing Knowledge with Networks and Norms*, in SEGERSTRALE U. (Ed.), *Beyond the Science Wars: The Missing Discourse About Science and Society*, Albany (NY) USA: State University of New York Press, pp 135-154.

Webography

1. <https://www.csis.org/analysis/unpacking-concept-digital-public-infrastructure-and-its-importance-global-development>
2. <https://www.iea.org/reports/electricity-2024>
3. <https://doi.org/10.1177/1077800417725357>
4. <https://www.cesaer.org/news/towards-digital-sobriety-reducing-the-it-footprint-in-research-1934/>
5. <https://solar.lowtechmagazine.com/about/the-solar-website/>
6. https://commission.europa.eu/document/download/97e481fd-2dc3-412d-be4c-f152a8232961_en
7. https://commission.europa.eu/document/download/97e59978-42c0-4b4a-9406-8f1a86837530_en?filename=en_ec_open_source_strategy_2020-2023.pdf
8. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/next-generation-internet-initiative>
9. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/our-digital-future/open-science/european-open-science-cloud-eosc_en
10. <https://eua-dtm.eu/framework-conditions/digital-sovereignty/>
11. <https://doi.org/10.1080/00131857.2019.1625330>
12. <https://www.theparliamentmagazine.eu/news/article/irelands-13-billion-windfall-has-the-eus-apple-ruling-unleashed-legal-chaos>
13. <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines.1.html>
14. <https://www.brookings.edu/articles/strengthening-digital-infrastructure-a-policy-agenda-for-free-and-open-source-software/>
15. <https://www.rfi.fr/en/france/20220708-french-agroparistech-graduates-call-for-boy-cott-on-destructive-agribusiness-jobs-climate>
16. <https://www.serpentinegalleries.org/whats-on/work-marathon/>
17. <https://www.brookings.edu/articles/can-open-source-technologies-support-open-societies/>

Raising Awareness on Climate Change Among University Students: an Enterprising Journey

SIMONA BALZANO*, MARCELLO DE ROSA*, DEIRDRE MCQUILLAN**

*University of Cassino and Southern Lazio,
European University of Technology (EUt+), European Union

**Technological University of Dublin,
European University of Technology (EUt+), European Union

Riassunto: Il tema del cambiamento climatico è sempre più al centro di studi e ricerche che coinvolgono il ruolo delle università e degli studenti nel mitigarne gli impatti. L'obiettivo del lavoro è, in primo luogo, quello di analizzare la consapevolezza degli studenti Unicas sulle tematiche del cambiamento climatico; in secondo luogo, il paper cerca di identificare possibili soluzioni che siano in grado di ridurre l'impatto. A tale scopo, propone una indagine empirica che, attraverso la somministrazione di un questionario online, rileva questi aspetti e identifica possibili soluzioni per promuovere comportamento responsabili e azioni orientate ad una maggiore sostenibilità dell'ateneo. I risultati dell'analisi denotano una adeguata consapevolezza degli studenti del campione, che propongono anche soluzioni specifiche per incentivare la lotta al cambiamento climatico.

Parole chiave: cambiamento climatico, studenti Unicas, università imprenditoriali, azioni per la sostenibilità.

Abstract: Climate change is a critical topic which is increasingly debated within research and analyses involving the role of universities and university students on its mitigation. The aim of this paper is double: firstly, it analyses the students' awareness on the issues of climate change. Secondly it tries to identify possible solutions to mitigate the climate change impact on the Universities. With these purposes, the paper puts forward an empirical analysis based on a questionnaire submitted to a sample of Unicas students. Our results evidence a relatively high level of awareness among students. Furthermore, dedicated solutions are provided to try to mitigate and fight against climate change.

Keywords: Climate Change, Unicas Students, Entrepreneurial Universities, Action for Sustainability.

1. Introduction

The role of universities in supporting Sustainable Development Goals (SDGs) has dramatically increased in recent years, which has stimulated a growing strand of literature. The contribution of universities has been analyzed from various perspectives and, as indicated by Findler¹, can be classified in the following areas: outreach, assessment and reporting, research education campus, operations campus, experiences, and generalist.

This paper deals with the role of universities in contributing to sustainable development, with a particular focus on climate change adaptation and mitigation.

The topic has been the subject of recent extensive research across a variety of university settings². Leal Filho and Vargas³ underline that, despite the unique position of universities in boosting climate action and sustainable development regionally and internationally, they have focused mainly on compartmentalized rather than holistic approaches which are not conducive to their leadership in these areas. Accordingly, holistic and integrative approaches are called into action to implement sustainability goals.

Integrative approaches, which highlight the pivotal role the Universities play in promoting climate change adaptation through good practices, have gained momentum, and are usually believed to contribute positively to addressing climate change. This process has stimulated a progressive transition towards more ‘entrepreneurial’ forms of education, aimed to strengthening «critical competencies, including entrepreneurial self-efficacy, system thinking, problem-solving, innovation, and interdisciplinarity»⁴. As pointed out in the EntreComp Framework, developed by the European Union, High Educational Institutions are strongly encouraged to promote entrepreneurial attitudes in the educational system, through integrating «*principles of entrepreneurship within their curricula, regardless of their discipline, and type of institution*»⁵.

¹ FINDLER ET AL. 2019.

² REIMS 2021.

³ LEAL FILHO, VARGAS 2021.

⁴ ZHERDEVA ET AL. 2024.

⁵ BACIGALUPO ET AL. 2016.

Furthermore, these approaches recognize the role of the students, and emphasize the need for raising their awareness and empowering them to act as a fundamental objective⁶. Actually, the International Panel on Climate Change (IPCC) addresses a set of actions aimed to empowering students, by encouraging them to mitigate climate change. Actions can be either individual or collective⁷.

Set against this background, recent literature started analyzing the importance of involving students in building higher awareness on climate change in both developed and developing countries⁸. As pointed out⁹ «Universities also have an important capacity to instruct students about climate change and involve them actively in climate-related issues, not only as future professionals but also as informed citizens who can influence change».

In this paper, the role of universities in positively impacting on climate change is analyzed through the theoretical lens of institutional entrepreneurship, providing universities with the opportunity to remove constraining institutional arrangements and boosting new regimes grounded on higher awareness on the issues of climate change¹⁰.

More precisely, the paper is set against the background of the institutional entrepreneurship theory aimed to stimulate a cultural change among the students' community. It is conceived as a combination of both individual and collective initiatives whose purpose is to set up new institutional arrangements and creating new institutions or replacing previously existing ones¹¹. The term 'institution' needs clarification and must be conceived from a double perspectives, formal and informal. The first term regards the formal regulation system, while informal institutions represent the 'culture' of a certain actor/institution, a 'way of doing things', an habit¹². Accordingly, institutions both constrain and enable behavior¹³. Framed within the context of university's role in combating climate change, this brings about identifying levels

⁶ REIMERS 2021; BLANCO-PORTELA ET AL. 2017.

⁷ REIMERS 2021.

⁸ WACHOLTZ ET AL. 2014; LONDERO BRANDLI ET AL. 2023; ORUONYE 2011.

⁹ LONDERO BRANDLI ET AL. 2023, p 407.

¹⁰ WESTLEY ET AL. 2011.

¹¹ GARUD ET AL. 2013.

¹² HODGSON 2004.

¹³ HODGSON 2006.

of awareness about the problem and addressing possible recommendation and operational actions to reduce the problem.

Set against this background, the paper excavates the issue of awareness of climate change among university students with a double purpose:

- analyze students' rules of conduct with reference to behavior impacting climate; change as university students;
- providing possible operational rules to improve the students' contribution on climate change.

More precisely, our work explores student awareness at the University of Cassino and Southern Lazio (Unicas), a recent member of the EUt+ alliance. This membership has led to the adoption of a set of entrepreneurial practices, designed to foster sustainable transition dynamics, which have also entailed a greater focus on sustainability issues. However, how the students perceive their potential contribution to this transition requires attention and further exploration. This paper tries to address this gap by analyzing student awareness of climate change. Research questions are the following:

RQ1 – To what extent are students aware about the issue of climate change?

RQ2 – How can they contribute to mitigate impact of climate change in the University?

In the next section we introduce the methodology of analysis, grounded on primary sources, while the following paragraph 3 will show the results of the survey. Some final considerations and recommendations will end the paper.

2. Methodology

Data collection is based on an online survey administered to the Unicas student population, focused on our and international students, absorbing almost 20% of the total student population. The questionnaire is drawn on literature, more precisely, two main approaches are considered:

1) approaches aimed to excavate the level of students' attitude, knowledge and engagement on climate change, which is pointed out in other studies¹⁴.

¹⁴ BRANDLI ET AL. 2024; ESAKKIMUTHU ET AL. 2023; WACHOLZ ET AL. 2012.

2) The approach to ‘Climate change education’¹⁵, recalling the four pillars of the UNESCO’s Climate Change Education for Sustainable Development program (Unesco, 2010).

The questionnaire, reported in Appendix A, is divided into the following sections:

- Sociodemographic characteristics;
- Awareness and knowledge of climate change issues;
- Suggested action to improve the Unicas contribution to climate change adaptation and mitigation.

We collected our data using the CAWI (Computer-Assisted Web Interview) methodology via an online questionnaire distributed through a link. This method is cost-effective and fast, and it provides the benefit of having data ready for analysis immediately. However, data collected this way is often subject to self-selection bias, as respondents who volunteer to participate may share specific interests or opinions. For this reason, we consider the current survey a pilot study to test the questionnaire's structure and the data's coherence with our research aims. Based on the conclusions of this work, our intention is to plan a wider edition of the survey involving a representative sample design and a consistent data selection process, which will include all the EUt+ member universities.

3. Results

Data have been processed through the R software. Univariate statistics and graphical representation have been drawn. In this section, a synthesis of the sample characteristics and overview of the main findings of the study are presented, following the questionnaire’s sections.

3.1 Sociodemographic characteristics

The main characteristics of the collected sample are summarized in table 1.

The percentage of male students is slightly higher than the female’s one. The majority of responding students is aged over 24 (65.2%). Accordingly,

¹⁵ REIMER 2021.

the majority of them (57.4%) is enrolled on master's degree programs. More precisely, 42.6% of students is enrolled in a bachelor program (38.2% of which is enrolled in Economics field), while 57.4% in a master program (53.7% in Economics).

Table 1 – Main descriptive statistics of respondents.

Variable	Percent (%)	Variable	Percent (%)
Gender		Age	
Female	43.1%	18-21	10.8%
Male	54.9%	22-24	24.0%
Not binary	2.0%	More than 24	65.2%
Program / Field of study		Nationality	
B. in Economics field	38.2%	Africa	49.2%
B. in Engineering field	4.4%	Asia	16.4%
M. in Economics field	53.7%	Central Asia	17.9%
M. in Engineering field	3.7%	Europe	7.5%
		Middle East	6.0%
		Other	3.0%

49.8% of respondents come from Africa (specifically: 38.8% from Ethiopia, 4.5% from Kenya, 3% from Cameroon, 2% from Nigeria, 1.5% from Gambia). Considering the voluntary participation to the survey, such a high percentage may suggest that the climate change represents a highly pervasive concern throughout Africa, but in particular among Ethiopian people.

Student's original family units include 4 persons or more (75%).

3.2 Awareness and knowledge of climate change issues (RQ1)

The respondents look somewhat aware and informed about the climate change issues and active against it. The 54% of them have attended courses offered at Unicas (figure 3), and the 97% would be interested in attending

courses that teach business models (for example, sustainable business planning) that reduce climate change in the future (fig. 4), even without credits recognition (55%). The 21% of them is also engaged in associations and/or social groups (e.g., Women's rights associations, environmental associations, Caritas International, etc.).

Respondents exhibit responsible mobility, with the vast majority utilizing sustainable transport to reach the university. Notably, only 5.9% of participants commute by car.

Definition of climate change shows a relatively fair knowledge, with the majority of students providing correct definition, and another share evidencing misconceptions. As a matter of fact, correctly, they recognize 'Climate change on a global scale' to be the most appropriate definition of climate change (46.3%). However, not far from the truth, 29.9% choose 'An abnormal rise or fall in temperatures', and 19.4% 'An increase in Greenhouse gasses' (fig. 1).

Almost all (89.5%) agree it is a serious and urgent matter (fig. 2 and 3). Moreover, 100% of them think that humans are responsible for climate change (specifically: 64.2% 'They are entirely responsible', 35.8% 'They are partially responsible'). No respondent selected the available answer option 'They are not responsible'.

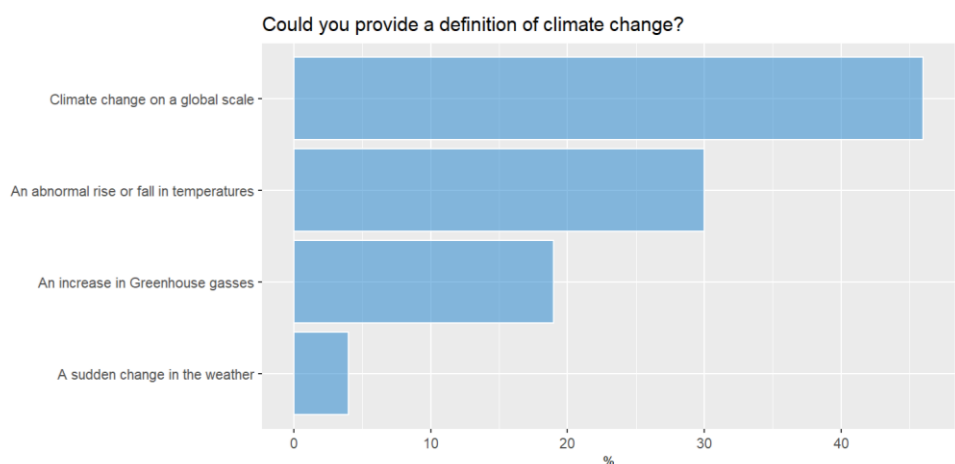


Figure 1 – Respondents' definition of climate change.

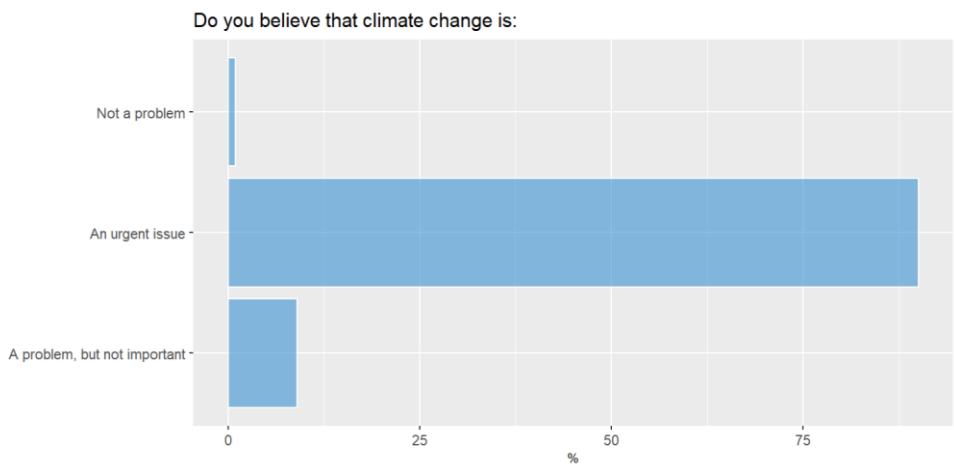


Figure 2 – Respondents' opinion on what climate change represents for humanity.

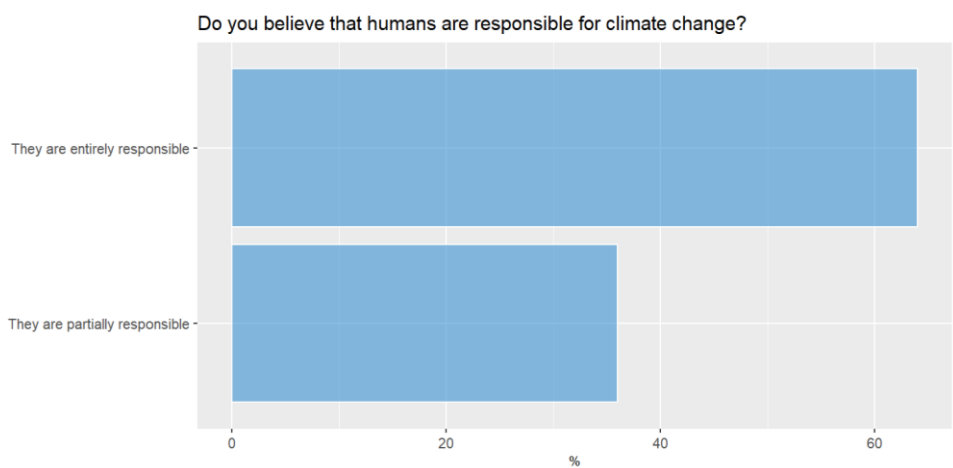


Figure 3 – Respondents' opinion about human responsibilities.

In the questionnaire, we asked respondents to rate the main drivers of climate change, including agricultural activity, industrial activity, the energy system, transport, and buildings, on a scale from 1 (not important) to 6 (mostly important). Figure 4 displays the average rating assigned to each of these factors.

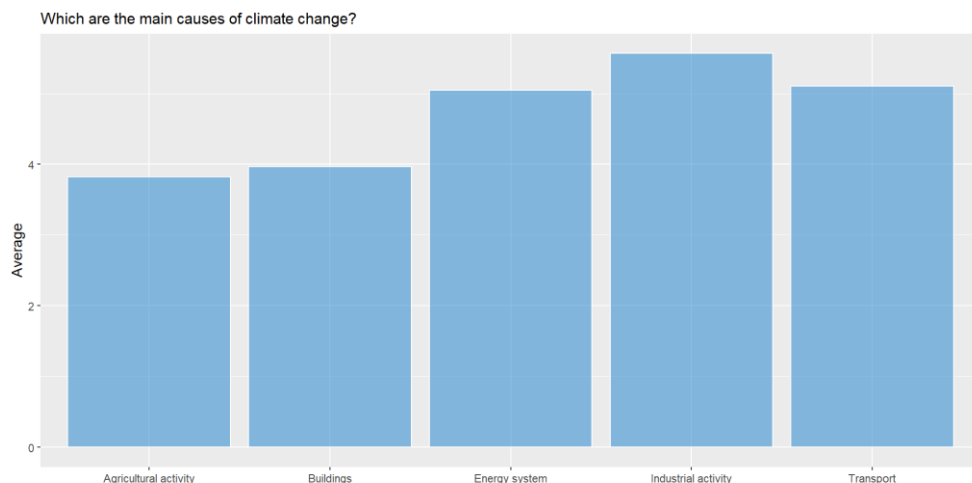


Figure 4 – The relevance of the main causes of climate change.

The students consider as mostly relevant the industrial activity, with a 5.6 mean score. In fact, 74% of students have ranked industrial activity as mostly important; the second cause is indicated in the transport, with a mean score of 5.1 (46% of students have ranked the transport as mostly important), slightly higher than energy system occupying the third position with a 5 mean score (but 47% of respondents indicating it as the most determining factor). Of less importance have been judged the agricultural activity and the building sector.

We also asked to list further important factors responsible for climate change. Fig. 5 shows the frequency of the most suggested factors.

Water and food waste emerge as the most impactful factors, underlying the students' awareness about food habits and dietary needs, particularly the impact on climate change deriving from the so-called 'westernization' of diets. This is also confirmed by the relevance of 'overconsumption' as main factor.

Pollution and the use of non-renewable energy are identified as further causes for climate change, which points out that a wider set of causes must be faced to solve this critical problem. As a consequence, an articulated set of interventions could be necessary: we asked the students to propose their solutions.

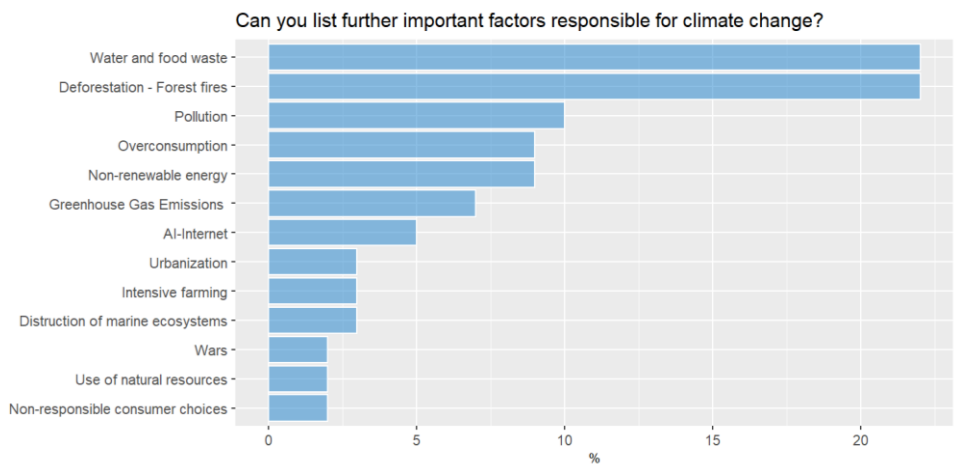


Figure 5 – Further causes of climate change.

3.3 Actions to adopt for climate change adaptation and mitigation (RQ2)

The last section of the questionnaire was dedicated to student's opinion about possible measures that the university can adopt to contrast the climate change.

We started asking students to list up to three possible behavior anyone could adopt to slow the global warming.

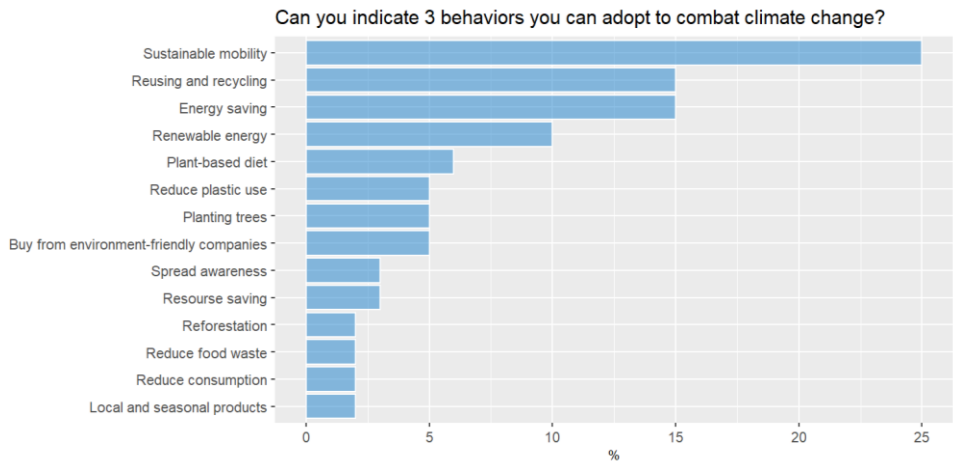


Figure 6 – Behaviour one can adopt to combat climate change.

As evidenced in Figure 6, the students consider the University as a fundamental actor to fight against climate change. As a matter of fact, a variety of behaviors can be adopted by students to reduce the impact on climate change within the University. Sustainable mobility is evaluated as the most important (24.7%), followed by energy efficiency and reusing and recycling (15.3%). On the other side, reduce consumption, relying on local and seasonal products and reforestation are considered as less relevant actions.

A final aspect to be analyzed concern the actions University can take in order to address the issue of climate change. Figure 7 provides a clear answer, according to the students' view: as a matter of fact, potential strategies are polarized on two main training-related actions absorbing 85.7% of the answers: activate courses in which issues of climate change are discussed (54.3%), and organizing training days for all the University personnel (31.4%).

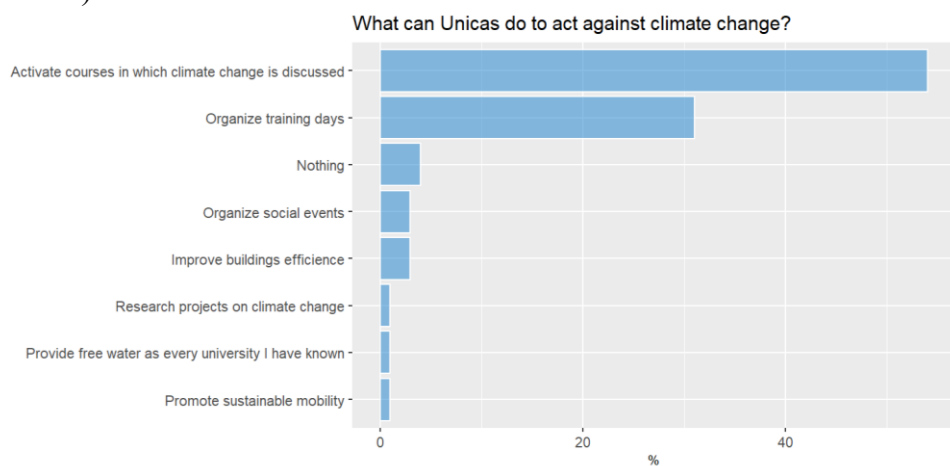


Figure 7 – Actions to be carried out by Unicas to combat climate change.

4. Discussion and conclusions

This paper aimed to gather a first insight on the students' awareness of climate change, and to address possible initiatives the University can take. The study presents limits in the reduced number of respondents. The study can be considered as a pilot study and need further development, through expanding the survey to a wider share of students. However, the students who have answered

to the questionnaire can be considered as really interested and involved in our research, which raises the quality of their answers.

Despite this limit, our research can contribute to strengthening the university commitment and raising awareness of the need to prioritize new educational and communications strategies to enhance student awareness of one of the most critical challenges of the near future.

From the empirical analysis the two research questions have gathered clear answers. The first point we want to highlight here is the high degree of maturity that the students showed regarding such an important issue: they consider climate change as a global, urgent problem. Moreover, students in university are keen to receive training on climate change, so confirming an high degree of involvement, which confirms previous analyses on the students' commitment¹⁶.

As far as the students' awareness on climate change is concerned (*RQ1*), respondents seem to have enough knowledge about the problem and have clearly provided sound definition of 'climate change'. Moreover, some of them have identified causes which are in line with the current research on this topic. More precisely, as previous studies have underlined¹⁷, some students display a fair understanding and knowledge of climate change while other groups of students show limited knowledge and misunderstanding.

Beyond 'conventional' impact factors, students have revealed the importance of reusing, recycling, and the relevant role played by correct food habits and behaviors, aimed to reduce the food waste.

Drawn on our analysis, policy implications are also evident (*RQ2*): it is necessary to stress the importance of universities in the creation of what Reimers¹⁸ defines as an ecosystem of climate change education. This calls for a system thinking perspective whose purpose is to expand the '*carbon brain-print*' of the university community, through educational programs aimed to inform students and the public about climate change mitigation and adaptation (Leal Filho et al., 2021). This is in line with the idea of a new entrepreneurial function the universities can take on, bringing about institutional

¹⁶ LEAL FILHO ET AL. 2021.

¹⁷ ESAKKIMUTHU, BANUPRIYA 2023; WACHHOLTZ ET AL. 2012.

¹⁸ REIMERS 2021.

entrepreneurship, whose purpose is to stimulate a change in the institutions, meant as conventions and ways of doing things¹⁹.

As pointed out by McQuillan and Gavigan²⁰, additional and personalized effort from educators compared to standard courses is required to empower the goal of boosting sustainable entrepreneurship education.

Set against this background, possible options the University can adopt to combat climate change are based on micro and macro level perspectives. From microlevel perspective, our survey is encouraging and may stimulate future actions identifying the students a catalyst of change and able to boost action to fight climate change. The example of sustainable mobility suggested by the students is paramount and calls for further actions, also at EUt+ level, showing urgency of getting green travel policy in place for students.

As evident from our empirical analysis, more than half of respondents are willing to attend dedicated courses on climate change even without credit recognition, which witnesses their high level of responsibility and will to taking action. In this context, in order to increase the level of awareness and knowledge, the creation of ‘university clubs’ to mobilize students could be a good starting point, as demonstrated in previous studies²¹. From a macrolevel perspective, a community perspective is needed, joining entrepreneurial and sustainability competences²² and calling the university institution into action, through educational programs, training courses for the personnel. Mostly important, the creation of networks and university alliances across Europe allow to share good practices.

In this context, the EUt+ alliance²³ can be considered as a virtuous example, joining nine universities located all across Europe, which share good example on how to build more sustainable Universities.

¹⁹ RUTHERFORD 1994.

²⁰ MCQUILLAN, GAVIGAN 2024.

²¹ ORUONYE 2011.

²² ZHERDEVA *ET AL.* 2024

²³ Refer to webography entry no. 7.

Bibliography

1. BACIGALUPO M., KAMPYLIS P., PUNIE Y. VAN DEN BRANDE L. (2016), *EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework*. EUR 27939 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union 2016, JRC101581.
2. BLANCO-PORTELA N. ET AL. (2017), *Towards the integration of sustainability in higher education institutions: a review of drivers of and barriers to organisational change and their comparison against those found of companies*, «Journal of Cleaner Production», Elsevier, pp 166, 563-578, refer to webography entry no. 1.
3. ESAKKIMUTHU K., BANUPRIYA S. (2023), *Awareness about Climate Change Among Students: A Sustainable Future*, «ComFin Research», 11(4), pp 1-6.
4. EUROPEAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY EUT+ (2022), *Re-imagining higher education through equity, inclusion and sustainability (RISE)*, 2nd. EUT+ International Conference on Equality, Diversity and Inclusion, Technical University of Sofia, Sozopol, Bulgaria, 1-3 September, EUT Press.
5. FINDLER F. ET AL. (2019), *The impacts of higher education institutions on sustainable development: A review and conceptual framework*, «International Journal of Sustainability in Higher Education», Emerald Publishing Limited, 20(1), pp 23-28.
6. GARUD R., HARDY C., MAGUIRE S. (2013). *Institutional Entrepreneurship*, in CARAYANNIS, E. G. (Ed.), *Encyclopedia of Creativity, Invention, Innovation and Entrepreneurship*, New York (NY) USA: Springer, refer to webography entry no. 2.
7. HODGSON G. M. (2004), *The Evolution of Institutional Economics: Agency, Structure and Darwinism in American Institutionalism*, London - New York: Routledge.
8. HODGSON G. M. (2006), *What are institutions?* «Journal of Economic Issues», 40 XL(1), Taylor & Francis, pp 1-25.
9. LEAL FILHO W., AYAL D. Y., WALL T., SHIEL C., PACO A., PACE P., MIFSUD M., LANGE SALVIA A., SKOULLOUDIS A., MOGGI S., LEVASSEUR T., VINUESA ANTONIO G., AZEITEIRO U. M., IOANNIS N., KOVALEVA M. (2023), *An assessment of attitudes and perceptions of international university students on climate change*, «Climate Risk Management», volume 39, 100484, refer to webography entry no. 3.
10. LEAL FILHO W., SIMA M., SHARIFI A., LUETZ J. M., LANGE SALVIA A., MIFSUD M., MOTUNRAYO OLOOTO F., DJEKIC I., ANHOLON R., RAMPASSO I., KWABENA DONKOR F., PIMENTA DINIS M. A., KLAVINS M., FINNVEDEN G., MUNASHE CHARI M., MOLTAN-HILL P., MIFSUD A., SEN S. K., LOKUPITIYA E. (2021), *Handling climate change education at universities: an overview*, «Environmental Sciences Europe», Springer Nature, 33(109), refer to webography entry no. 4.
11. LEAL FILHO W. and VARGAS V. (2021), *The role and impact of the university*, in MCCOWAN T., FILHO W. L., LONDERO BRANDLI L. (Eds.), *Universities facing Climate Change and Sustainability*, The Global University Leaders Council Hamburg.
12. LONDERO BRANDLI L., REGINATTO G., LANGE SALVIA A., CARRETTA DINIZ P. H. (2024), *Student engagement on climate learning: what does the academic community say about it?* «International Journal of Sustainability in Higher Education» 26(2), pp 406-426, DOI: 10.1108/IJSHE-06-2023-0219.

13. MAZO K. R. F., SAN JUAN F. M. (2019), *Climate Change Consciousness among University Students: Implications to Global Education*, «Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research», 7(2), Part III, pp 75-80.
14. MCQUILLAN D., GAVIGAN S. (2024), *The impact of climate entrepreneurship education in higher education institutions: a university-wide climate entrepreneurship programme*, «Irish Journal of Management», 43(2), pp 1-20.
15. ORUONYE E. D. (2011), *An assessment of the level of awareness of the effects of climate change among students of tertiary institutions in Jalingo Metropolis, Taraba State Nigeria*, «Journal of Geography and Regional Planning» 4(9), pp 513-517.
16. REIMERS F. M. (2021), *The Role of Universities Building an Ecosystem of Climate Change Education*, in REIMERS F. M. (Ed.), *Education and Climate Change: Theory and Practice in Progress*, International Explorations in Outdoor and Environmental Education, Cham (CH): Springer, refer to webography entry no. 5.
17. RUTHERFORD M. (1994), *Institutions in Economics: The old and new institutionalism*, Cambridge - New York (NY) USA – Melbourne (AU): Cambridge University Press.
18. WACHHOLZ S., ARTZ N., CHENE D. (2014), *Warming to the idea: university students' knowledge and attitudes about climate change*, «International Journal of Sustainability in Higher Education», Emerald Group Publishing Limited, 15(2), pp 128-141.
19. WESTLEY F., OLSSON P., FOLKE C., HOMER-DIXON T., VREDENBURG H., LOORBACH D., THOMPSON J., NILSSON M., LAMBIN E., SENDZIMIR J., BANERJEE B., GALAZ V. VAN DER LEEUW S. (2011), *Tipping Toward Sustainability: Emerging Pathways of Transformation*, «AMBIO: A Journal of the Human Environment», Springer, 40, pp 762-780.
20. ZHERDEVA A., MADI I., ALZANKAWI A., MCQUILLAN D. (2024), *Entrepreneurship and Sustainability Education for Economic Reconstruction*, «Critical Letters in Economics & Finance», vol. 1: Iss. 1, Article 5, refer to webography entry no. 6.

Webography

1. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.252>
2. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3858-8_421
3. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2023.100486>
4. <https://doi.org/10.1186/s12302-021-00552-5>
5. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57927-2_1
6. <https://arrow.tudublin.ie/clef/vol1/iss1/5>
7. <https://www.univ-tech.eu/>

Appendix A – Questionnaire

Section 1 – general issues

Could you provide a definition of climate change?

- ☐ a sudden change in the weather from one hour to the next
- ☐ an abnormal rise or fall in temperatures
- ☐ climate change on a global scale
- ☐ an increase in Greenhouse gasses
- ☐ other (please specify) _____

Do you believe that climate change is:

- ☐ an urgent issue
- ☐ a problem, but not important
- ☐ not a problem

Do you believe that humans are responsible for climate change?

- ☐ no, they are not responsible
- ☐ they are partially responsible
- ☐ they are entirely responsible

What are the main causes of climate change? Rank the answer from 1 (less important) to 6 (mostly important)

- ☐ agricultural activity
- ☐ industrial activity
- ☐ energy system
- ☐ transport
- ☐ buildings
- ☐ other (please specify) _____

Section 2 – Students' habits and culture on climate change

How do you get to university?

- ☐ on foot
- ☐ by scooter
- ☐ by bicycle
- ☐ by public transport
- ☐ by car
- ☐ other (.....)

Can you indicate 3 behaviors you can adopt to combat climate change?

- ☐ _____
- ☐ _____
- ☐ _____

Section 3 – Pedagogical methods and impact

What can the University of Cassino and southern Lazio do to act against climate change?

- ☐ nothing
- ☐ activate courses in which climate change is discussed
- ☐ organize training days
- ☐ other _____

Have you attended courses in this university in which you have heard about climate change?

- ☐ no course
- ☐ yes, one course
- ☐ yes, more than one course

Would you be interested in attending courses that teach business models (for example, business planning) that reduce climate change?

- ☐ no, I would not attend
- ☐ yes, only if they award academic credits (CFU)
- ☐ yes, even without the recognition of academic credits (CFU)

Section 4 – Sociodemographic variables

Age

Gender

Course of Study

Family composition (number of family members)

Nationality

Membership in associations and/or social groups (e.g., Women's rights associations, environmental associations, Caritas International, etc.) ☐ Yes ☐ No

