

## ***Environmental risk management* e intelligenza artificiale simbiotica. Prospettive di sviluppo e criticità**

di *Wanda D'Avanzo*

1. - Introduzione. 2. - L'*Environmental risk management* (ERM). 3. - La *smartness* tecnologica a supporto della gestione del rischio ambientale. 4. - Dai modelli predittivi all'intelligenza artificiale simbiotica. 5. - Criticità dell'intelligenza artificiale. La protezione dei dati sensibili ambientali. 6. - Conclusioni.

**1. - Introduzione.** L'uomo è parte dell'ambiente fisico e biologico che lo circonda e la sua sopravvivenza è legata alla realizzazione di un rapporto equilibrato con le altre componenti dell'ecosistema. Il concetto di "ambiente" comprende, quindi, più elementi diversi ma collegati tra loro, che ne fanno parte in maniera attiva e ne determinano il cambiamento.

Nel corso della sua storia, però, la specie umana si è trovata nella singolare condizione di essere un elemento di danno per la natura; l'opera dell'uomo ha causato modifiche spesso irreversibili in grado di incidere negativamente sugli equilibri della terra<sup>1</sup>.

Per tale ragione, negli ultimi decenni, la questione ambientale si è imposta all'attenzione del dibattito internazionale rendendo evidente che la sopravvivenza del futuro della nostra specie dipende dai cambiamenti organizzativi, economici e amministrativi che saremo in grado di porre in essere per rendere le nostre attività sostenibili.

Il dibattito filosofico da cui origina l'etica ambientale e la nascita dell'ecologia a metà del Novecento hanno segnato un punto di svolta nella percezione tradizionale della natura e del posto dell'uomo in essa. Questa riflessione morale sulla necessità di rettificare le attività umane e di riconoscere dei diritti all'ambiente e agli animali non umani ha trovato progressivamente spazio nel dibattito politico e giuridico internazionale.

Con la Conferenza di Stoccolma del 1972 prende piede una nuova concezione dell'ambiente naturale e una nuova coscienza ecologica comune, espressa nella Carta mondiale della natura con il principio secondo cui la difesa e il miglioramento dell'ambiente devono diventare un obiettivo imperativo per tutta l'umanità<sup>2</sup>.

Questo documento, adottato dall'ONU nel 1982, ha rappresentato una pietra miliare e il punto di partenza per l'avvio di programmi di tutela che hanno portato alla Dichiarazione di Rio de Janeiro del 1992 e al Protocollo di Kyoto del 1997. E oggi l'agenda globale è impegnata totalmente a trovare risposte al problema etico esistenziale sollevato dall'urgenza che l'uomo ha di recuperare la sua naturalità.

Questi aspetti dell'etica ambientale rappresentano elementi di ricerca quanto mai attuali e si intersecano con i cambiamenti epocali e rivoluzionari che interessano la società contemporanea<sup>3</sup>.

La necessità di preservare l'ambiente e le sue risorse, infatti, richiede l'adozione di nuovi modelli di sviluppo, per cui le politiche ambientali devono mettere in atto azioni orientate alla eco-gestione del territorio per il raggiungimento della massima sostenibilità.

---

<sup>1</sup> Il tema dell'ambiente e della natura come un sistema complesso di relazioni dotate di valore intrinseco è ampiamente dibattuto nella dottrina giusfilosofica contemporanea. Tra i contributi più recenti si vedano P. BECCHI, *Cos'è la bioetica. Temi e problemi*, Torino, 2022; L. BATTAGLIA, *Bioetica*, Milano, 2022; A. PORCIELLO, *Filosofia dell'ambiente. Ontologia, etica, diritto*, Roma, 2022; G. TARANTINO, *Profili di responsabilità intergenerazionale. La tutela dell'ambiente e le tecnologie potenziative dell'uomo*, Milano, 2023.

<sup>2</sup> Sul punto della questione ambientale e sulla necessità etica di preservare la terra si veda COMITATO NAZIONALE PER LA BIOETICA, *Bioetica e ambiente*, Roma, 1995, 11 ss. e 23 ss.

<sup>3</sup> M. ANDREOZZI, *Le sfide dell'etica ambientale. Possibilità e validità delle teorie morali non antropocentriche*, Milano, 2015, 13.

Per far questo occorrerebbe ripensare la cultura giuridica ambientale in perenne dialettica tra una prospettiva antropocentrica ed una ecocentrica, il cui aspetto più problematico risiede nella concezione che si ha oggi del diritto all'ambiente e che richiederebbe una risposta migliore alle istanze sociali da parte dello Stato e del diritto.

L'etica sociale del nostro tempo sembra voler far emergere proprio la necessità di attuare una transizione progressiva da una cultura fortemente antropocentrica verso un'etica della responsabilità nei confronti dell'ambiente. Una transizione che potrebbe essere «scandita dalla successione di tre modelli del rapporto uomo/natura: il modello dell'*espansionismo illimitato* – legato ad una tradizione baconiana e poi marxiana – cui corrisponde una *cultura del dominio*; il modello della *conservazione delle risorse* – affermatosi sul finire degli anni '60 con il Club di Roma e le prime Conferenze Internazionali sull'ambiente – cui corrisponde una *cultura della gestione*; infine, il modello della *preservazione delle risorse*, a partire dagli anni '90 ma ancora in via di faticosa elaborazione – cui corrisponde una *cultura della tutela*. Quest'ultimo modello – che si collega all'emergere di una consapevole cultura della “resilienza” – appare caratterizzato da una apertura a significative implicazioni sul piano giuridico, secondo una prospettiva che intende saldare fortemente interessi umani e valori ambientali e dalla conseguente affermazione di una compatibilità tra etica del rispetto e tradizione umanistica»<sup>4</sup>.

Muovendo da una visione esclusivamente antropocentrica ed individualistica diventa difficile favorire il riconoscimento di diritti “nuovi” posti a tutela di esigenze collettive e si evidenzia la difficoltà dello Stato di rispondere adeguatamente alle istanze sociali emergenti e di creare un equilibrio tra tutela delle persone e l'espansione dei rapporti economici.

Nel caso della materia ambientale, la frammentazione della tutela in molteplici posizioni giuridiche è frutto di un compromesso più con istanze economiche che con la sua stessa dimensione sociale. E così, se la tutela dell'ambiente ha ricevuto consacrazione costituzionale ad opera della giurisprudenza, a tutt'oggi non esiste una trasposizione normativa positivizzata di un “diritto all'ambiente” in grado di precostituirne le condizioni di tutela. Il “valore” ambiente dovrebbe essere ripensato come un diritto della persona inserito in una dimensione collettiva e solidale, e non soltanto come una personale posizione di vantaggio. Analogamente, anche il concetto di sviluppo sostenibile dovrebbe diventare oggetto di un diritto. Il contenuto teorico di questo principio non ha ancora trovato una reale oggettivazione poiché appaiono evanescenti le modalità di interrelazione tra la materia giuridica (ambientale) e le scelte economiche<sup>5</sup>.

Il perseguimento dello sviluppo sostenibile presuppone, quindi, una gestione integrata degli interventi e pone grande attenzione, in particolare, allo sfruttamento delle potenzialità del progresso tecnologico come ausilio necessario per la tutela ambientale<sup>6</sup>. E uno dei campi in cui oggi la tecnologia può diventare un valido supporto è l'*Environmental Risk Management* che implica un approccio sistematico per identificare e valutare i possibili rischi associati ad un'attività che potrebbero impattare negativamente sulla salute umana e sugli ecosistemi.

**2. - L'Environmental risk management (ERM).** Il problema dello sviluppo sostenibile e della tutela ambientale rappresenta l'oggetto di numerosi studi nell'ambito delle scienze sociali ed economiche per i profondi cambiamenti che sta determinando nelle politiche pubbliche e nelle pratiche aziendali. Ormai

<sup>4</sup> L. BATTAGLIA, *La tematica ambientale nella riflessione bioetica*, in *The future of science and ethics*, 2022, 7, 47.

<sup>5</sup> F. NIOLA, *Il dibattito sull'ambiente e lo sviluppo sostenibile: spunti di riflessione per una rinnovata visione costituzionale*, in *Diritto.it* ([www.diritto.it](http://www.diritto.it)), 2021. Sul punto di vedano anche G. ALPA, *Il diritto soggettivo all'ambiente salubre: “nuovo” diritto o espediente tecnico*, in AA.VV., *Ambiente e diritto*, Firenze 1999; G. LIMONE, *Lo statuto teorico dei principi tra norme e valori*, in D. AMIRANTE, *La forza normativa dei principi. (Il contributo del diritto ambientale alla teoria generale)*, Padova, 2006; N. BOBBIO, *Natura e diritto*, in *Civiltà delle macchine*, 1994, 4, 16; M. TAMBURINI, *Tutela dell'ambiente* (voce), in *Noviss. Dig. It.*, 1980, 1, 283; A. D'ALOIA, *I diritti come immagini in movimento: tra norma e cultura costituzionale*, in ID. (a cura di), *Diritti e Costituzione. Profili evolutivi e dimensioni inedite*, Milano, 2003, 76.

<sup>6</sup> R. RIVA SANSEVERINO, *Smart cities: definizioni, politiche*, in E. RIVA SANSEVERINO - R. RIVA SANSEVERINO - V. VACCARO (a cura di), *Atlante delle smart city. Modelli di sviluppo sostenibili per città e territori*, Milano, 2014, 15-16.

tutte le strategie politiche e di *business* devono essere orientate verso un modello organizzativo, che in una logica di *governance*, preveda la misurabilità e la rendicontabilità delle pratiche di sostenibilità messe in atto<sup>7</sup>. Questa *sustainability revolution*, che si è imposta negli ultimi decenni a livello globale, si fonda sull'assunto secondo il quale la sopravvivenza e lo sviluppo futuro del pianeta presuppone una condizione di equilibrio a lungo termine tra l'impatto ambientale delle attività umane, le loro implicazioni sociali e il conseguimento di risultati economici<sup>8</sup>. Per tale ragione, il contenimento e l'integrazione di questi tre elementi nelle attività di tutte le organizzazioni sociali consente di ricercare adeguate condizioni di compatibilità tra di essi e soddisfare così le aspettative di un numero sempre maggiore di *stakeholders*.

Come risulta evidente dai documenti internazionali ed europei, tra cui il *Green Deal* e l'Agenda 2030, imprese e pubbliche amministrazioni sono chiamate a confrontarsi sempre di più su queste nuove sfide, adottando misure che favoriscano la corretta gestione e la comunicazione delle politiche adottate e dei risultati ottenuti in materia ambientale e sociale, nella valutazione dei rischi e nel rispetto dei diritti umani<sup>9</sup>. In questo contesto, al fine di integrare nelle strategie di tutti i livelli aziendali i nuovi *assets* di sostenibilità e, di conseguenza, favorire il raggiungimento delle *performance*, assume fondamentale importanza il c.d. *Environmental risk management*, il cui scopo è quello di supportare le organizzazioni, pubbliche e private, nella gestione dei rischi ambientali e della *compliance* normativa<sup>10</sup>.

In linea generale, il *risk management* è un processo strategico fondamentale che consente di identificare, valutare e gestire i rischi che presentano un impatto nel raggiungimento degli obiettivi aziendali. Lo scopo dei processi di *risk management* è quello di minimizzare l'impatto negativo di possibili eventi avversi massimizzando, al contempo, le opportunità di miglioramento gestionale. Si tratta di un'attività proattiva, che richiede un costante adattamento e aggiornamenti regolari per fronteggiare i cambiamenti che riguardano il contesto interno dell'organizzazione ed anche l'ambiente esterno in cui essa opera; per cui l'implementazione di un efficace sistema di gestione del rischio rappresenta un contributo concreto per le organizzazioni per diventare più resilienti, per prendere decisioni più informate e per proteggere e valorizzare le risorse e la propria reputazione<sup>11</sup>.

Il ciclo di gestione del *risk management* ruota attorno a fattori che prevedono l'identificazione, la valutazione, il trattamento e il monitoraggio costante dei rischi e per essere efficace, oggi, deve essere integrato con i c.d. ESG ossia i criteri ambientali, sociali e di *governance* che le aziende devono considerare nella valutazione d'impatto delle loro attività. L'introduzione degli ESG supera la visione passata della gestione dei soli rischi finanziari, estendendo la tipologia di rischi verso i rischi ambientali e quelli sociali che impattano sulla comunità in modo diretto e indiretto<sup>12</sup>.

Il rischio ambientale ha, dunque, a che fare con la possibilità che diverse circostanze o attività causino un

<sup>7</sup> A. SIANO, *La comunicazione per la sostenibilità nel management dell'impresa*, in *Sinergie*, 2012, 89, 3-23.

<sup>8</sup> *Ivi*, 4. Sulla rivoluzione della sostenibilità e sui tre elementi che la guidano si rinvia a A.R. EDWARDS, *The Sustainability Revolution. Portrait of a Paradigmshift*, Canada 2005 ed anche A. CRANE, D. MATTEN, *Business Ethics. Managing Corporate Citizenship and Sustainability in the Age of Globalization*, Oxford University Press, New York, 2007, 23.

<sup>9</sup> A seguito degli accordi di Parigi sulla lotta ai cambiamenti climatici e alla definizione da parte dell'ONU degli obiettivi di sviluppo sostenibile da raggiungere entro il 2030 la rendicontazione della sostenibilità è diventata lo strumento per potenziare ed orientare la comunicazione verso utenti e consumatori supportando le strategie produttive. In tal senso, nel 2014 il Consiglio europeo ha adottato la direttiva 2014/95/UE sulla comunicazione di informazioni di carattere non finanziario e informazioni sulla diversità, che riguarda le questioni ambientali, sociali, legate al benessere dei dipendenti e al rispetto dei diritti umani, all'anticorruzione ed altri aspetti legati alla sostenibilità. Tal direttiva è stata recepita in Italia con il d.lgs. n. 254 del 2016. Sul punto, M. CORDAZZO - G. MARZO (a cura di), *L'informativa non finanziaria dopo il d.lgs. 254/2016. Evoluzione della normativa e implicazioni nelle pratiche aziendali*, Milano 2020, 25 ss.

<sup>10</sup> M.E. CONTI, *Il management ambientale. Teorie, metodi e strumenti in una prospettiva sostenibile*, Roma, 2018.

<sup>11</sup> N. MISASI - P. TRAVAGLINI, *Rapporto Risk Management: indagine generale sul risk management in Italia*, Milano 1995, 1-4; ed anche S. BONACINA, *Security risk management*, Milano, 2010.

<sup>12</sup> A. DEL GIUDICE, *La finanza sostenibile*, Torino, 2022; R. BIANCO - G. ZAMPARELLI, *Sostenibilità e ESG tra mercato e contraddizioni normative*, Milano, 2024.

danno a uno o più elementi dell'ambiente, come l'acqua, il suolo, la flora, la fauna. E, a livello organizzativo, questa tipologia di rischio è legata principalmente ai processi produttivi, quindi alle sostanze utilizzate nei cicli di produzione, allo sfruttamento delle fonti energetiche e allo smaltimento dei rifiuti.

Esistono due tipologie di rischi ambientali, quelli naturali in cui i danni sono causati da fenomeni naturali, come nel caso delle alluvioni o dei terremoti; e i rischi antropici che sono causati dall'uomo e dalle sue attività sulla natura, come nel caso della contaminazione delle fonti idriche, della deforestazione, o degli incendi.

La corretta gestione dei rischi inizia dalla loro identificazione e valutazione secondo due indicatori: la probabilità e la frequenza di accadimento e l'impatto che causerebbero. In base alla valutazione attribuita a ciascuno dei rischi è possibile decidere come controllarli e quali misure attuare nel caso in cui si verificano. L'ultima fase è il monitoraggio costante del sistema di gestione implementato, che serve anche per apportare le modifiche necessarie in caso di errori<sup>13</sup>.

Questa valutazione del rischio è diventata fondamentale a seguito dell'evoluzione della normativa comunitaria e dell'affermazione del principio secondo il quale "chi inquina paga" e alla maggiore consapevolezza dei cittadini dell'importanza di politiche di tutela dell'ambiente<sup>14</sup>.

L'obiettivo del *risk assessment* è, quindi, la verifica dell'accettabilità dei livelli di rischio valutati nel contesto specifico, per comprenderne le potenziali conseguenze ambientali e sviluppare misure di prevenzione o mitigazione. I rischi ambientali vengono valutati secondo un approccio probabilistico, considerando tutti i possibili scenari.

Di fatto si va a verificare se una data attività soddisfa la legislazione ambientale applicabile, valutando le esternalità dell'azienda come ad esempio la gestione dei rifiuti o delle emissioni<sup>15</sup>.

**3. - La smartness tecnologica a supporto della gestione del rischio ambientale.** Dal punto di vista tecnologico, i sistemi informatici trovano, già da qualche tempo, largo impiego negli studi e nelle sperimentazioni in campo ambientale. Ed esiste una disciplina nota come informatica ambientale che, con un approccio multidisciplinare, studia i dati per comprendere l'ambiente, governare i rischi e valutare le opportunità che provengono dall'interazione tra i sistemi naturali, le attività umane e la società<sup>16</sup>.

Ma oggi la continua evoluzione tecnica sta perfezionando macchine complesse capaci di svolgere compiti umani fino a sostituire l'uomo nelle sue attività producendo risultati più efficaci con minori margini di errore. I sistemi avanzati di intelligenza artificiale e apprendimento automatico, infatti, sono ormai in grado di svolgere in completa autonomia processi decisionali non supervisionati e di auto correggersi in caso di malfunzionamenti, con ciò presentando nuove opportunità di miglioramento per tutte le attività, pubbliche e private, che hanno un significativo impatto sull'ambiente<sup>17</sup>.

Unitamente all'intelligenza artificiale, il rapido perfezionamento di tecnologie come l'Internet delle cose, la *blockchain*, e la robotica, offrono la possibilità, da un lato, di dar vita alle c.d. *smart cities* che, in linea con

---

<sup>13</sup> M. FREY - F. IRALDO, *Pianificazione, gestione e controllo delle problematiche ambientali nelle imprese appartenenti ad un sistema produttivo territoriale*, in ID. (a cura di), *Il management dell'ambiente e della sostenibilità oltre i confini aziendali*, Milano, 2008, 156-173.

<sup>14</sup> Il principio stabilito dalla direttiva 2004/35/CE, sulla responsabilità ambientale in materia di prevenzione e riparazione del danno ambientale, modificata da ultimo con la direttiva 2019/1010/CE, prevede, infatti, che ogni azienda che provoca un danno ambientale ne è responsabile e deve farsi carico di intraprendere le necessarie azioni di prevenzione o di riparazione e di sostenere tutti i costi relativi. Sul punto, A. QUARANTA, *I vantaggi di un adeguato environmental risk management*, in *Ambiente e sviluppo*, 2024, 1, 44.

<sup>15</sup> G. BARBESTI, *Risk management ambientale per la sostenibilità d'impresa*, in *Tuttoambiente.it*; ed anche C. PETRINI, *Bioetica, ambiente, rischio. Evidenze, problematicità, documenti istituzionali nel mondo*, Soveria Mannelli (CZ), 2003.

<sup>16</sup> Sul tema dell'informatica ambientale U. CORTÉS - M. SÀNCHEZ MARRÉ - L. CECCARONI - I. R-RODA - M. POCH, *Artificial Intelligence and Environmental Decision Support System*, in *Applied Intelligence*, 2000, 13, 77-91. Ed anche, J. ZHOU - X. BAI - T. CAELLI, *Computer vision and Pattern Recognition in Environmental Informatics*, Hershey (PA), 2015, XIX.

<sup>17</sup> D. HOJAGELDIYEV, *Artificial Intelligence Opportunities for Environmental Protection*, Paper presented at the SPE Gas & Oil Technology Showcase and Conference, Dubai, UAE, October 2019.

i principi della *green economy*, propongono una gestione intelligente ed ecosostenibile degli spazi e dei servizi delle città, e, dall'altro, aprono la strada alla realtà virtuale, intesa come l'idea di creare un ipotetico mondo virtuale parallelo che incarna nuovi modi di vivere e lavorare<sup>18</sup>.

In materia ambientale, le potenzialità delle nuove tecnologie e della capacità dei sistemi di IA di elaborare le informazioni georeferenziate sono state, a più riprese, evidenziate in diversi documenti internazionali e comunitari. Oltre a favorire la più diffusa circolazione dei dati ambientali, le moderne tecnologie vengono presentate come un ausilio per affrontare le grandi sfide ambientali del pianeta in sei ambiti fondamentali: il cambiamento climatico, la conservazione della biodiversità, la tutela degli oceani, la sicurezza idrica, la protezione dall'inquinamento atmosferico e la prevenzione di eventi catastrofici<sup>19</sup>.

L'utilizzo strumentale delle tecnologie dell'automazione, finalizzato a supportare le amministrazioni e le imprese e a garantire un'espansione antropica sicura e meno impattante sull'ecosistema naturale, rientra nel più vasto tema della tutela dei sistemi sociali e di quello della sicurezza<sup>20</sup>.

In merito all'*Environmental risk management*, l'intelligenza artificiale sta vedendo ampie sperimentazioni.

In questo campo il *machine learning*, analizzando ampi volumi di dati in tempi estremamente rapidi, riesce ad ottimizzare i processi, creando modelli predittivi accurati e favorendo una comprensione più profonda e tempestiva dei fenomeni ambientali. La combinazione di modelli matematici avanzati con l'apprendimento automatico apre, dunque, a nuove possibilità di prevenzione e gestione dei rischi ambientali, in diversi ambiti.

In questo senso, i benefici dell'IA sono molteplici. In primo luogo, essa consente una raccolta e analisi dei dati più efficiente, semplificando la gestione dei dati provenienti da fonti diverse come sensori, satelliti, droni e report ambientali. Gli algoritmi di *machine learning* possono elaborare statistiche di modelli e tendenze, facilitando così una comprensione più profonda delle problematiche in atto. Un altro vantaggio significativo dell'IA è la sua capacità di prevedere in anticipo eventi ambientali avversi. Attraverso modelli predittivi, le applicazioni intelligenti permettono di anticipare fenomeni come alluvioni o incendi, consentendo una risposta tempestiva e una pianificazione più efficace. Questi strumenti possono contribuire a ridurre i danni ambientali e a migliorare la gestione delle risorse naturali.

In aggiunta, l'intelligenza artificiale consente un monitoraggio continuo delle condizioni ambientali, migliorando la capacità di rilevare anomalie e violazioni della normativa.

L'intelligenza artificiale ormai opera in combinazione con le altre componenti della *smartness* tecnologica, che supportano e semplificano le ulteriori attività: il *cloud computing*, ad esempio, può facilitare la condivisione delle informazioni e la collaborazione tra diverse unità aziendali, migliorando la coerenza delle strategie di mitigazione; la *blockchain* garantisce la sicurezza e la trasparenza delle transazioni, riducendo il rischio di frodi; la realtà aumentata e la realtà virtuale consentono la creazione di ambienti simulati per preparare gli interventi in possibili scenari di crisi, migliorando la preparazione del personale<sup>21</sup>.

Questo approccio dinamico favorisce non solo la conformità alle normative ambientali, ma ottimizza anche l'uso delle risorse e la capacità di risposta dei sistemi, riducendo i costi.

Tra l'altro, questa ottimizzazione della raccolta e dell'uso dei dati è alla base del programma *Horizon Europe* secondo il quale, entro il 2030, tutte le organizzazioni pubbliche, regionali e locali, avranno accesso ai propri profili di rischio ambientale e climatico. L'idea di fondo è quella di giungere ad un controllo ommnicomprensivo che permetta di governare il territorio con maggiore consapevolezza e di reagire agli eventi avversi più rapidamente ed in maniera più efficace<sup>22</sup>.

<sup>18</sup> Z. ALLAM - A. SHARIFI - S.E. BIBRI - D.S. JONES - J. KROGSTIE, *The Metaverse as a virtual form of smart cities. Opportunities and challenges for environmental, economic, and social sustainability in urban future*, in *Smart City*, 2022, 5, 771-801.

<sup>19</sup> WORLD ECONOMIC FORUM, *Harnessing Artificial Intelligence for the Earth*, Geneva, 2018, *amplius*.

<sup>20</sup> S.P. BOTTO, *Intelligenza artificiale e monitoraggio dei sistemi naturali: alcuni spunti di riflessione per una prospettiva giuridica*, in *Il diritto dell'economia*, 2022, 3, 419-432.

<sup>21</sup> J. ZHAO - B.G. FARINAS, *Artificial Intelligence and Sustainable decisions*, in *European Business Organisation Law Review*, 2023, 24, 1-39.

<sup>22</sup> S.P. BOTTO, *op. cit.*, 425.

4. - *Dai modelli predittivi all'intelligenza artificiale simbiotica.* Come abbiamo avuto modo di osservare, il digitale può diventare un valido strumento di supporto per l'uomo nell'implementazione dell'*Environmental risk management*.

E sebbene le applicazioni di intelligenza artificiale per la sostenibilità siano nella loro fase iniziale, questa tendenza sta già influenzando le aziende. E si prevede che nei prossimi anni i sistemi di intelligenza artificiale progrediranno ancora ed in modo più significativo, diventando un elemento fondante della struttura delle società future. Gli agenti intelligenti artificiali, che abbiano o meno una natura umanoide o antropomorfa, tenderanno ad evolversi come parte integrante del nostro mondo, creando delle relazioni simbiotiche di coesistenza e collaborazione.

Questa evoluzione ci pone di fronte allo sviluppo di un nuovo rapporto tra uomini e macchine, che punta a diventare sempre più interattivo e simbiotico, in cui la dimensione umana si mescola con quella digitale, integrando le capacità di entrambi per far fronte ai nuovi problemi della società<sup>23</sup>.

Questo paradigma simbiotico si ispira all'idea avanzata da Joseph Licklider, informatico statunitense, che già nel 1960, ha individuato nel processo di collaborazione tra l'uomo e la macchina la soluzione alla sostituzione dell'uomo da parte della tecnologia<sup>24</sup>.

L'adozione di questo principio, che sembra essere sostenuto anche nel regolamento sull'intelligenza artificiale (AI Act), consentirebbe di superare l'interrogativo se collocare l'intelligenza artificiale alla stregua di un aiutante dell'uomo o di un suo sostituto, e aprirebbe alla possibilità di individuare strategie di *partnership* collaborativa tra esseri umani e macchine, da concepirsi come entità che si aiutano a vicenda per un obiettivo comune di cui l'uomo rimane il controllore. Il potenziamento della collaborazione uomo-macchina, con relazioni reciprocamente vantaggiose, che potenzino le capacità cognitive umane anziché sostituirle, è l'obiettivo dell'intelligenza artificiale simbiotica, nota con l'acronimo SAI<sup>25</sup>.

Si può dire, quindi, che la simbiosi tra esseri umani e intelligenza artificiale sia una relazione tesa a migliorare le capacità reciproche e che per stabilire tale relazione l'apprendimento di uno deve avere un'influenza positiva sull'apprendimento dell'altro. L'attuale tendenza è quella di far progredire l'intelligenza artificiale tramite l'apprendimento automatico basato su dati creati dall'uomo. Tuttavia, se l'intelligenza artificiale può supportare adeguatamente l'apprendimento umano e gli esseri umani possono generare dati utili per l'intelligenza artificiale, come sottoprodotto delle principali attività umane, si stabilirà una circolazione positiva tra l'apprendimento umano e quello dell'intelligenza artificiale<sup>26</sup>.

In questo modo, l'uomo può sempre mantenere il controllo sui risultati prodotti dai sistemi di intelligenza artificiale e, se del caso, modificarli. E, in tal senso, lo stesso AI Act non manca di sottolineare più volte come occorra garantire che le previsioni, le raccomandazioni o le decisioni prese dagli agenti tecnologici intelligenti possano essere efficacemente ribaltate ed anche ignorate<sup>27</sup>.

E nel caso della valutazione del rischio nell'ambito della tutela ambientale, che è una attività ciclica che presenta un crescente grado di complessità, sono immediatamente percepibili i vantaggi di questo approccio.

---

<sup>23</sup> S. KARNOUSKOS, *Symbiosis with artificial intelligence via the prism of law, robots, and society*, in *Artificial Intelligence and Law*, 2022, 30, 93-115.

<sup>24</sup> J.C.R. LICKLIDER, *Man-computer symbiosis*, in *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1960, 1, 4 ss. Sul punto si veda L. PULITO, *Il contributo dell'intelligenza artificiale simbiotica nella protezione delle vittime vulnerabili e nel contrasto della violenza di genere*, in *Biola Journal*, 2024, 1, 231; ed anche P. MARRA, *Giustizia digitale simbolica e sue implicazioni procedurali*, in *L'Ircervo*, 2024, 1, 8-26.

<sup>25</sup> A. CARNEVALE - A. LOMBARDI - F.A. LISI, *Exploring Ethical and Conceptual Foundations of Human-Centred Symbiosis with Artificial Intelligence*, in G. BOELLA - F.A. D'ASARO - A. DYUB - L. GORRIERI - F.A. LISI - C. MANGANINI - G. PRIMIERO (a cura di), *Beware 2023: Bias, Ethical AI, Explainability and the role of Logic and Logic Programming*, Roma, 2024, 30.

<sup>26</sup> K. NAGAO, *Artificial Intelligence accelerates Human Learning*, Nagoya, Japan, 2019, 135-151.

<sup>27</sup> L. PULITO, *op. cit.*, 232-233.

**5. - Criticità dell'intelligenza artificiale. La protezione dei dati sensibili ambientali.** Tuttavia questa sofisticata simbiosi di "intelligenze", umana ed artificiale, porterà inevitabilmente ad un cambiamento fondamentale cui la nostra civiltà non è ancora preparata, con effetti di portata enorme che sollevano interrogativi etici, filosofici, legali, sociali e antropologici sul nostro futuro.

E nonostante i possibili benefici che l'integrazione dell'intelligenza artificiale simbiotica nei processi di valutazione, gestione e monitoraggio dei rischi ambientali potrà produrre, essa presenta ancora diversi problemi che non possono essere trascurati.

Avere la consapevolezza di queste criticità è essenziale al fine di non dimenticare che il diritto deve offrire soluzioni accurate a fronte della complessità dell'evoluzione degli strumenti informatici. Gli algoritmi d'intelligenza artificiale pongono, infatti, diverse questioni che assumono un aspetto particolarmente problematico in un campo come quello ambientale in cui decisioni errate possono avere conseguenze devastanti.

La qualità delle informazioni processate, anzitutto, può portare a valutazioni fuorvianti e distorsioni cognitive, note come *bias* algoritmici, che possono presentare distorsioni o pregiudizi. Inoltre, la mancanza di un sistema normativo adeguato potrebbe portare ad un aumento della standardizzazione privata dei domini tecnologici dei *software* di intelligenza artificiale.

Un aspetto, poi, che andrebbe tenuto in particolare considerazione è quello della tutela della *privacy* delle persone a fronte di un uso massiccio di tecnologie di monitoraggio ambientale avanzate, che potrebbero mascherare pratiche di sorveglianza invasive<sup>28</sup>.

Secondo gli studi più recenti, nell'ambito degli studi ambientali i dati spaziali, i dati dei consumatori provenienti dai contatori intelligenti e i dati di tracciamento digitale dei social media rappresentano le aree di maggior rischio per la tutela dei dati personali degli utenti<sup>29</sup>.

È, dunque, necessario che l'integrazione delle scienze ambientali con le tecnologie digitali preveda un'attenta valutazione funzionale a raggiungere un equilibrio tra la tutela dell'ambiente e i potenziali rischi per le persone. La particolare difficoltà di questo bilanciamento sta principalmente nella rapidità con cui le tecnologie progrediscono e nel fatto che ormai i dati rappresentano un elemento di sopravvivenza sul mercato e di concorrenza per le aziende, perché sono parte integrante di tutti i processi produttivi e decisionali.

Strumenti come l'accessibilità remota, il *data mining* e il *cloud computing* e la proliferazione dei dispositivi di Internet delle cose svolgono attività di raccolta, tracciamento e profilazione dei dati costanti e continue: dati che, in materia ambientale, riguardano in specie la posizione geografica, i dati sanitari e genetici, i dati occupazionali, le abitudini abitative. E poiché si tratta di *set* di dati altamente sensibili, la corretta applicazione dei principi normativi fondamentali in materia di protezione dei dati e sicurezza informatica diventano essenziali per garantirne la salvaguardia e la gestione etica<sup>30</sup>.

Le tecniche di crittografia e anonimizzazione offrono, in tal senso, delle soluzioni promettenti per proteggere i dati ambientali sensibili da potenziali violazioni, ma rimane comunque la necessità di una continua vigilanza verso le minacce emergenti. Questo equilibrio è cruciale nella ricerca ambientale, in cui la necessità di trasparenza deve essere soppesata rispetto alla protezione dei dati sensibili<sup>31</sup>.

**6. - Conclusioni.** La necessità di mantenere degli standard di sicurezza elevati nella gestione della ricerca ambientale deve, dunque, porre l'attenzione su temi come l'equità e la giustizia sociale per proteggere i diritti individuali e garantire il benessere della società, evitando che le pratiche di ricerca ambientale possano danneggiare le persone.

---

<sup>28</sup> J. ZHAO - B.G. FARINAS, *op. cit.*, 26.

<sup>29</sup> AA.VV., *Balancing open science and data privacy in the water sciences*, in *Water Resources Research*, 2019, 7, 5202-5211.

<sup>30</sup> S. GAUTAM - P. MITTAL, *Comprehensive analysis of privacy preserving data mining algorithms for future develop trends*, in *International Research Journal of Computer Science*, 2022, 9.

<sup>31</sup> Per un'ampia revisione della letteratura in materia si veda AA.VV., *Data privacy and security challenges in environmental research: Approaches to safeguarding sensitive information*, in *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 2024, 6, 1193-1214.

L'integrazione delle tecnologie digitali e dell'intelligenza artificiale simbiotica negli studi ambientali solleva, quindi, questioni legali ed etiche che ci pongono davanti a sfide complesse per il futuro.

Ad oggi si assiste ad un crescente riconoscimento dell'importanza della protezione dei dati personali nel mondo digitale, ma gli strumenti normativi a disposizione potrebbero non essere sufficienti senza una maggiore attenzione verso la loro applicazione pratica.

La stessa attuazione del GDPR appare oggi, specie in Italia, ancora disomogenea. E questo elemento critico rischia di rendere ancora più difficile l'armonizzazione della disciplina sulla protezione dei dati con quella prevista dall'AI Act, aprendo così la strada a nuove forme di vulnerabilità, specie in settori come quello ambientali in cui i requisiti e le esigenze della *privacy* appaiono sfumate e complesse.

In questo senso, il concetto di sicurezza basato sul principio del 'rischio' ha assunto una dimensione globale che i singoli ordinamenti nazionali non sono più in grado di gestire in maniera autonoma entro i propri confini definiti<sup>32</sup>.

E, quindi, allineare gli sviluppi dell'intelligenza artificiale con i principi di protezione dei dati dovrebbe garantire che i progressi tecnologici nella ricerca ambientale non compromettano la protezione dei dati a qualsiasi livello e la creazione di standard internazionali che possano favorire le forme di tutela anche nei casi in cui la ricerca ambientale si avvalga di dati transfrontalieri e globali.

Oggi, però, il riferimento al rischio ostacola l'attenzione sui numerosi problemi fondamentali cui si lega la nuova ambiguità moderna, che genera un'incertezza qualitativamente nuova rispetto al passato<sup>33</sup>.

La crisi ecologica e l'evoluzione tecnologica, in specie, rendono fragile ed instabile la società contemporanea e il concetto di rischio non sembra più essere idoneo a garantire la sicurezza, anzi, nella realtà, l'imprevedibile evoluzione dei sistemi di IA così come la complessità delle nuove macchine intelligenti che interagiscono e amplificano la capacità umana di gestire informazioni e attività, mostrano già di per sé la natura vaga dei concetti di rischio e di danno contenuti nelle norme<sup>34</sup>.

Affrontare il tema del rischio e della sua gestione prevedibile allontana e distrae dai pericoli, non prevedibili e non ancora del tutto chiari, di una transizione digitale inconsapevole e di una gestione dell'ambiente basata più sulle prospettive di business che non su una reale e concreta azione di cambiamento.

Come si vede, esiste una complessa interazione tra tecnologia, diritto ed etica nel settore ambientale che dovrebbe indurci a chiederci se il quadro normativo basato sul rischio e sulla sua gestione, che include approcci di *hard law*, *soft law* e linee guida volontarie che consentono l'uso dell'intelligenza artificiale per beni sociali e ambientali, è e sarà effettivamente in grado di garantire lo sviluppo di una intelligenza artificiale responsabile e funzionale a promuovere il bene comune allo sviluppo sostenibile.

---

<sup>32</sup> A. PINTORE, *Le due torri. Diritti e sicurezza ai tempi del terrore*, in V. FERRARI (a cura), *Filosofia giuridica della guerra e della pace*, Milano, 2008.

<sup>33</sup> A. SCHIAVELLO, *L'insostenibile leggerezza dell'incertezza del diritto*, in M. GRAZIANO (a cura di), *Filosofi in ciabatte. Divagazioni filosofiche ai tempi del Coronavirus*, Roma-Messina, 2020.

<sup>34</sup> P.B. HELZEL - M. LEONETTI, *Machine learning e depotenziamento dell'umano: quale futuro?*, in *L'Irrovero*, 2024, 1.