

Prospettive giurisprudenziali sul danno ambientale in Giappone Un modello per un'IA sostenibile

Barbara Milillo

Università degli Studi di Padova, Italia

Abstract In a context shaped by new global challenges in turmoil due to climatic emergency, Japanese case law on environmental tort could constitute a significant experience. Through judicial resolution of environmental disputes, Japanese courts have developed relevant criteria in the environmental tort law. This paper aims to analyse the innovative aspects developed in Japan, with the purpose of identifying a model capable of addressing the challenges posed by advanced technologies, such as Artificial Intelligence. In particular, the paper will seek to highlight the most relevant features that may offer new perspectives and insights even beyond Japan's borders, in light of the global dimension of both climate change and the advent of AI.

Keywords Japan. Climate change. Artificial Intelligence. Tort Law. Sustainability.

Sommario 1 Introduzione. – 2 Ambiente e diritto: profili giurisprudenziali del danno ambientale in Giappone. – 3 L'Intelligenza Artificiale e il cambiamento climatico. – 4 L'approccio giapponese all'IA: tra *soft law* e sostenibilità. – 5 La sostenibilità dell'IA: insegnamenti dalla giurisprudenza ambientale in Giappone. – 6 Considerazioni conclusive.



Peer review

Submitted 2025-07-14
Accepted 2025-09-23
Published 2025-12-19

Open access

© 2025 Milillo | 4.0



Citation Milillo, B. (2025). "Prospettive giurisprudenziali sul danno ambientale in Giappone. Un modello per un'IA sostenibile". *RIDAO*, 2, [1-24] 41-64.

1 Introduzione

In un mondo costantemente scosso dagli effetti dei cambiamenti climatici e del surriscaldamento globale, la nozione di danno ambientale, che progressivamente si è fatta spazio negli ordinamenti giuridici contemporanei, è destinata a evolversi. In questo contesto risulta essenziale trovare nuove soluzioni giuridiche, al fine di non far cedere la bilancia dei valori fondamentali sotto il peso delle pretese contrapposte tra esigenze di innovazione e tutela dell'ambiente.

Per sua natura, la disciplina normativa sull'ambiente necessita di una visione a lungo termine e non di provvedimenti che siano meramente destinati a limitare gli effetti negativi nel breve periodo. In un momento in cui è essenziale agire rapidamente per cambiare la prospettiva vigente, nella prassi il legislatore si muove sovente guardando non oltre la sua presente vita politica. Anche per questa ragione, il ruolo di promotore del mutamento può essere assunto dalle corti (Zarro 2022). Tuttavia, non si può trascurare che il potere legislativo è in mano ai Parlamenti, e deriva dalla legittimazione democratica ottenuta dal consenso generale dei cittadini. In un ordinamento democratico, il giudice è chiamato a interpretare la legge nei suoi limiti; tuttavia, ciò non significa che non possa adottare un approccio dinamico, capace di adeguare le nozioni esistenti alle istanze sollevate nel tempo presente. Tale aspetto risulta rilevante soprattutto, se le corti intervengono a tutela dei diritti fondamentali (Burges 2020).

In questo contesto è nato un movimento globale denominato *climate change litigation*.¹ Con questa espressione sono indicate quel numero crescente di controversie giurisdizionali nate al fine di innescare mutamenti sociopolitici sul tema del cambiamento climatico (Zarro 2022). Si tratta di un trend di risposta al silenzio ed all'inerzia della politica di fronte al cambiamento climatico, che non intende essere limitata alle corti, ma vuole rivolgersi anche alla collettività come un'opportunità di mobilitazione sociale (Gaimbaro 2021). Nell'ambito del *climate change litigation* sono comprese controversie tra di loro diverse; un filone significativo è composto da ricorsi per il risarcimento dei danni causati da fenomeni legati cambiamento climatico. Pur sollevato in contesti diversi, tale orientamento va incontro a numerosi problemi in comune: il profilo della legittimazione ad agire e del nesso di causalità, la difficoltà di riconoscere il diritto a un ambiente sano e dunque a un clima sano, ed infine la complessità nell'individuazione di un *quantum* risarcitorio. Si aggiungono anche le fondamentali differenze di ogni

¹ Le controversie attualmente in atto e concluse sono consultabili al sito <https://climatecasechart.com>, database per le *climate change litigations* nel mondo.

Stato nella disciplina della responsabilità civile, che portano a diverse conclusioni per ciascuna delle controversie, in base all'ordinamento in cui sono sollevate (Zarro 2022).

Parallelamente al progresso di tecnologie avanzate, si assiste allo sviluppo accelerato dell'Intelligenza Artificiale (IA). Questa nozione comprende diverse tecnologie, quali i sistemi di *Machine Learning*, le reti neurali artificiali, l'IA Generativa e i Large Language Model (LLM). In particolare, l'evoluzione dei modelli di *Machine Learning* e del *deep learning* attualmente solleva crescenti interrogativi sulla sostenibilità ambientale.

Negli ultimi anni, l'IA è stata identificata come strumento strategico nel fornire soluzioni in ambito ambientale nell'affrontare la crisi climatica tramite applicazioni innovative di tali tecnologie (Stein 2020; Chen et al. 2023; Shobake et al. 2025). Tuttavia, emerge un paradosso: mentre vi è la promettente implementazione dei sistemi AI come via privilegiata per affrontare sfide ambientali, lo stesso funzionamento di questi ultimi genera un significativo impatto sull'ambiente, collegato al numero crescente di emissioni di gas serra derivanti dal settore ICT (*Information and Communication Technologies*) (Malmodin et al. 2024), in cui rientrano i sistemi di IA.

L'impatto energetico si manifesta principalmente attraverso due dimensioni. Il primo è collegato al consumo energetico di *data center*, ossia le infrastrutture in cui sono contenuti gli hardware necessari per l'archiviazione, l'elaborazione e la condivisione di enormi volumi di dati. Tali strutture, oltre a un sostanziale apporto energetico per funzionare in modo ottimale, necessitano inoltre anche di complessi sistemi di raffreddamento, al fine di prevenire il surriscaldamento dei server e garantire che l'intero sistema funzioni efficientemente senza interruzioni ed errori (Ewim et al. 2023).

La seconda dimensione riguarda l'impatto energetico complessivo del ciclo di vita di un sistema IA che comprende la fase di progettazione e sviluppo, poi la fase dell'addestramento e l'implementazione del sistema, ed infine la fase operativa che comprende anche la sua manutenzione, fino a giungere a una possibile dismissione (Mäntymäki et al. 2022). La quantificazione precisa del contributo di ciascuna fase rimane complessa, poiché dipende da molteplici variabili tecniche e operative (Cowls et al. 2023). Si pone dunque una questione fondamentale se tali tecnologie, pur promettendo soluzioni, non possano risultare infine complessivamente più dannose per l'ambiente rispetto ai benefici che intendono offrire.

Una visione che guardi oltre i propri confini nazionali è auspicabile per l'individuazione di opportunità significative e per determinare l'efficacia nel contesto globale di soluzioni normative possibili per affrontare le sfide avanzate dalla mitigazione del cambiamento climatico, soprattutto in relazione all'impatto dell'IA. Per tali ragioni, in questo lavoro, si procederà volgendo lo sguardo alla situazione in

Giappone sia in campo normativo che giurisprudenziale. Soprattutto, ad oggi il corpus giurisprudenziale giapponese e il suo approccio metodologico a sfide che impattano sull'ambiente e sugli esseri umani si rivela essere di particolare interesse, e sempre più attuale, nell'affrontare giuridicamente fenomeni di cui i tratti non sono ancora perfettamente delineati, ma che travolgono allo stesso modo ogni individuo, ogni società ed ogni ordinamento.

Alla luce di tali premesse, il presente contributo è diviso in quattro parti. La sezione 2 illustra l'evoluzione legislativa e giurisprudenziale giapponese sul tema dell'ambiente. La sezione 3 è dedicata all'approfondimento dei concetti di base dell'IA, insieme con la valutazione anche del suo impatto sull'ambiente, sia come promotrice di soluzione di contrasto e mitigazione del cambiamento climatico, sia come contributo a esso. Si prosegue nella sezione 4 con la breve esposizione dell'attuale assetto regolatorio dell'IA in Giappone. Infine, la sezione 5 si concentra sulla definizione degli aspetti tratti dai più importanti casi di risarcimento del danno da inquinamento ambientale in Giappone, per poi applicare i criteri individuati alla situazione prospettata dal rapporto dell'IA con l'ambiente, in ragione delle similitudini tra le due.

2 Ambiente e diritto: profili giurisprudenziali del danno ambientale in Giappone

L'iter evolutivo del diritto ambientale giapponese affonda le sue radici nei primi decenni del Novecento, quando è stata oggetto di una trasformazione cruciale a seguito della massiccia e rapida industrializzazione del secondo dopoguerra. In questo contesto, le istituzioni giapponesi adottarono un approccio di favore verso il processo di industrializzazione del paese, anche a discapito della prevenzione del degrado ambientale e della protezione della salute, così esposta a rischi derivanti da intense attività industriali inquinanti (Ortolani 2021b). Tale orientamento rifletteva del resto una sensibilità ancora limitata nei confronti dei valori della sostenibilità e della protezione ambientale, fenomeno che caratterizzava non solo il Giappone, ma l'intero panorama internazionale fino agli ultimi decenni del Novecento.

In principio, di fronte all'inerzia del governo centrale - accecato dallo sviluppo industriale ed economico - furono gli enti locali a intervenire con l'emanazione di ordinanze nel tentativo di limitare il forte inquinamento ormai diffusosi (Gresser et al. 1981). Il punto di svolta arrivò a seguito della forte reazione sociale scatenata dai 'quattro grandi casi di inquinamento' (la malattia di Minamata e di

Niigata,² la sindrome Itai-Itai,³ l'asma di Yokkaichi)⁴ eziologicamente riconducibili a diversi tipi di inquinamento industriale, i quali spinsero all'adozione dei primi provvedimenti legislativi di contrasto da parte della Dieta. Dapprima nel 1967 venne adottata la legge fondamentale sulle misure contro l'inquinamento diffuso,⁵ rimasta in vigore fino all'emanazione nel 1993 della Legge Fondamentale sull'Ambiente (LFA).⁶ Particolarmente significativa fu la sessione parlamentare del 1970 che approvò 6 nuove leggi e ne emendò altre 8 già in vigore in materia ambientale (Ortolani 2015; 2016; 2021a; 2021b). Questi processi legislativi segnarono un radicale cambio di prospettiva: dall'opinione circa la prevalenza assoluta dello sviluppo economico ed industriale rispetto alla protezione dell'ambiente, si giunse finalmente a ritenere che le due istanze necessitino di un bilanciamento (Ortolani 2021a; 2021b).

Il risultato è che, nel quadro normativo giapponese odierno, vi sono numerose leggi che disciplinano vari aspetti della tutela ambientale e della salute pubblica. Tra queste, l'attuale testo legislativo di riferimento è la legge fondamentale sull'Ambiente del 1993. Negli anni Novanta, il mutamento sul tema della sensibilità ambientale a livello internazionale e la definizione di nuovi obiettivi a tutela dell'ambiente - soprattutto nella lotta al contrasto del cambiamento climatico - determinò un ulteriore cambio di prospettiva. In Giappone, questo nuovo approccio condusse all'emanazione della LFA, promulgata in seguito del summit di Rio del Janeiro del 1992 (Nakanishi 2016).⁷ La LFA dispone come sua finalità:

2 La malattia di Minamata è una malattia che colpisce il sistema nervoso causata dall'avvelenamento cronico di mercurio. I cittadini di Minamata e di Niigata furono avvelenati tramite la loro alimentazione che consisteva in frutti di mare e pesci, contaminati dal metilmercurio, rifiuto industriale scaricato direttamente nella baia di Minamata per decenni (Fujikura 2007).

3 La sindrome Itai-Itai ('che male, che male') è una malattia causata dall'avvelenamento cronico di cadmio, i cui sintomi principali consistono in una fragilità e deformazione ossea causa di forti dolori. L'avvelenamento era causato dal riversamento di cadmio, prodotto da attività estrattive minerarie, nel fiume Jintsu, dal quale i cittadini della prefettura di Toyama prendevano l'acqua da bere e per irrigare dei capi di riso, che fu a sua volta contaminato (Gresser et al. 1981).

4 L'asma di Yokkaichi è una malattia respiratoria causata dall'avvelenamento cronico da anidride solforosa attribuita all'inquinamento dell'aria prodotto dalle emissioni del complesso petrolchimico nella città di Yokkaichi (Gresser et al. 1981)

5 *Basic Law for Environmental Pollution Control* (1967) [*Kōgai taisaku kihon-hō*, 公害対策基本法], Law No. 93/1967.

6 *Basic Environment Law* (1993) [*Kankyō Kihonhō*, 環境基本法], Law No. 91/1993.

7 Il Summit di Rio (c.d. *Earth Summit*) è la prima conferenza mondiale dei Capi di Stato sull'ambiente tenutosi a Rio de Janeiro tra il 3 e il 14 giugno del 1992, a cui si deve l'emendazione dell'accordo sulla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, che poneva obiettivi di riduzione alle emissioni dei gas serra, ritenuti responsabili del surriscaldamento globale (Zarro 2022)

[t]o promote policies for environmental conservation in a comprehensive and systematic manner so as to ensure wholesome and cultured living of the people present and in the future, as well as to contribute to the welfare of humankind by establishing the basic principles of environmental conservation; clarifying the responsibilities of the State, local governments, business operators and citizens; and prescribing the basis for formulating the policies for environmental conservation.⁸

La legge è costituita principalmente da disposizioni programmatiche, tuttavia non mancano gli articoli con carattere vincolante: il piano fondamentale per l'ambiente (art.

15), la giornata dell'ambiente il 6 giugno (art. 10), il report annuale da sottoporre alla Dieta (art. 12), l'elaborazione di standard di qualità ambientale (art. 16), e la costituzione del programma per il controllo dell'inquinamento ambientale (art. 17) (Nakanishi 2016). A seguito dell'entrata in vigore della LFA, si sono susseguite ulteriori leggi specifiche⁹ con l'obiettivo di realizzare una società basata sul trattamento corretto dei rifiuti, attraverso sistemi di riciclo, e sull'ottimizzazione dell'efficienza energetica; collegato al processo attualmente in corso per la realizzazione una società 'a zero emissioni' (Nakamaru 2009).

In Giappone, tuttavia, l'effettiva tutela all'ambiente si realizza principalmente attraverso l'applicazione del diritto comune da parte delle corti. Difatti la tutela dell'ambiente si è sviluppata in modo indiretto tramite la risoluzione del contenzioso in materia di responsabilità civile, attraverso l'applicazione delle disposizioni del Codice civile nipponico.¹⁰ La norma generale in materia di illecito civile è l'articolo 709 del Codice civile,¹¹ in base al quale «A person that has intentionally or negligently infringed the rights or legally protected interests of another person is liable to compensate for damage resulting in consequence». L'onere della prova grava dunque sulla vittima del danno. Il soggetto leso è chiamato a provare i seguenti quattro requisiti fondamentali: (a) il dolo o la colpa del danneggiante; (b) l'ingiustizia dell'atto, ossia che deve aver violato diritti o interessi protetti dall'ordinamento; (c) il danno effettivo subito dalla vittima; (d) il nesso di causalità tra l'evento dannoso e il danno verificatosi

8 *Basic Environment Law* (1993) [*Kankyō Kihonhō*, 環境基本法], Law 91/1993, Art. 1.

9 Tra cui si può ricordare la legge sulla valutazione dell'impatto ambientale (1997) [*Kankyō eikyō hyōka-hō*, 環境影響評価法], Law No. 81/1997.

10 *Civil Code* (1896) [*Minpō*, 民法], Law No. 89/1896, Art. 709 ss.

11 «A person that has intentionally or negligently infringed the rights or legally protected interests of another person is liable to compensate for damage resulting in consequence».

(Oda 2009). Il risarcimento avviene principalmente per equivalente monetario,¹² nel quale vengono inclusi danni patrimoniali, come il danno emergente e il lucro cessante, e non patrimoniali, come il danno morale (Osaka 2009).

Nel linguaggio giuridico giapponese termine per riferirsi al danno ambientale è *kōgai*, che compare nei testi legislativi in Giappone per la prima volta nel 1896, all'interno un regolamento della provincia di Osaka, poi il termine è stato codificato all'interno della Legge sulle industrie del 1911 (Ortolani 2021a; 2021b).¹³ Più precisamente, in Giappone il danno ambientale è il riflesso di un danno specifico alle vittime, come soggetti lesi da un evento dannoso che si è propagato tramite l'ambiente. In sostanza, la protezione dell'ambiente avviene in modo indiretto, tramite l'applicazione delle norme di diritto comune; tuttavia, non è la finalità primaria (Ortolani 2015; 2016). Le condizioni da soddisfare affinché la lesione possa considerarsi *kōgai* sono: (a) che il danno sia alla salute umana; (b) che vi sia un legame con una attività industriale, o comunque un'attività di origine umana; (c) la notevole ampiezza dell'area colpita dal fenomeno inquinante; e (c) la qualificazione del degrado ambientale, che deve rientrare in sette specifiche categorie quali: l'inquinamento dell'aria, delle acque, del suolo, acustico, da vibrazioni, cedimento del terreno o odori sgradevoli (Ortolani 2015; 2016; 2021a; 2021b).

Nell'ambito del *kōgai*, si rinviene una difficoltà in merito al nesso di causalità, soprattutto poiché la posizione delle vittime ricorrenti è risultata sempre più debole rispetto a quello delle imprese inquinanti in relazione alla prova dello stesso. Nell'ordinamento giapponese sono previsti casi di responsabilità oggettiva, stabiliti per esempio dalla legge sul risarcimento dell'energia nucleare¹⁴ e dalle leggi sulla prevenzione dell'inquinamento atmosferico¹⁵ e delle acque (Ortolani 2021b);¹⁶ tuttavia se il danno non rientra in una di queste fattispecie, l'onere della prova del nesso di causalità ricade sulla vittima. Nel contesto dei grandi casi di inquinamento, le vittime spesso si sono trovate in circostanze di estrema difficoltà nel provare in maniera piena la causalità, ragione per cui la Corte si è espressa ritenendo sufficientemente provato il nesso tramite una prova epidemiologica (Osaka 2009).

12 *Civil Code* (1896) [*Minpō*, 民法], Law No. 89/1896, Art. 722.

13 *Factory Act* (1911) [*Kōjōhō*, 工場法], Law No. 46/1911.

14 *Act on Compensation for Nuclear Damage* (1961) [*Genshiryoku songai no baishō ni kansuru hōritsu*, 原子力損害の賠償に関する法律], Law No. 147/1961.

15 *Air Pollution Control Act* (1968) [*Taiki osen bōshi-hō*, 大気汚染防止法], Law No. 97/1968.

16 *Water Pollution Control Act* (1970) [*Suishitsu odaku bōshi-hō*, 水質汚濁防止法], Law No. 138/1970.

Con riguardo al risarcimento da danno ambientale in Giappone, per riflesso delle difficoltà legate ad aspetti procedurali, è stata elaborata da parte della giurisprudenza la nozione di ‘danno comprensivo’ che integra sia i danni patrimoniali e non patrimoniali in una somma consolatoria a titolo di risarcimento della lesione globalmente subita. A partire da una sentenza della Corte Distrettuale di Osaka,¹⁷ riguardo un caso di inquinamento dell’aria, si affermò che il ricorrente dovesse avere la possibilità di presentare domanda per un risarcimento comprensivo consolatorio, comprensivo sia del danno morale in senso stretto e sia danni patrimoniali subiti. La ragione risiedeva nel fatto che il danno da inquinamento dell’aria era destinato ad avere effetti a lungo termine. Di conseguenza, l’evoluzione sintomatologica aveva sortito un decorso eterogeneo tra le diverse vittime; perciò, la corte ritenne idoneo riconoscere un unico importo a titolo di risarcimento (Matsumoto 2021). Con riguardo al risarcimento dei danni in una delle sentenze concernenti la malattia di Minamata e di Niigata, la Tribunale Distrettuale di Niigata¹⁸ introdusse anche la domanda di risarcimento standardizzata, per la quale i ricorrenti furono stati divisi in base alla gravità delle loro lesioni ed ebbero la possibilità di presentare richiesta specifica per la propria categoria di appartenenza, in base a specifici criteri (Matsumoto 2021).

Le pronunce sui quattro grandi casi di inquinamento sono state un punto di svolta nella definizione dei principi a fondamento della domanda di risarcimento del danno alla salute da inquinamento dell’aria e delle acque (Gresser et al. 1981). Sulla base dell’impulso originato da queste decisioni, fu fondato un sistema di compensazione economica e di supporto alle vittime dei principali casi con l’emanazione della legge sulla risoluzione delle controversie ambientali (1970)¹⁹ e legge sull’indennizzo dei danni alla salute causati dall’inquinamento (1973).²⁰ La prima legge fondò la Commissione sull’indennizzo delle controversie ambientali (*Kōgaitōchōseiinkai*) che assunse il ruolo di promuovere la risoluzione extragiudiziale del contenzioso in campo ambientale, attraverso mediazioni, conciliazioni e procedure di arbitrato (Osaka 2009), ma anche di redigere e pubblicare linee guida sui temi del nesso causale e dell’imputabilità del danno (Ortolani 2021b).

17 Tribunale Distrettuale di Osaka, 29 Marzo 1991, 判例時報 *Hanrei Jiho* 1383 (1991) 22.

18 Tribunale distrettuale di Niigata, 29 settembre 1971, 判例時報 *Hanrei Jiho* 642 (1971) 96.

19 *Act on the Settlement of Environmental Pollution Disputes* (1970) [*Kōgai funsō shori-hō*, 公害紛争処理法], Law No. 108/1970.

20 *Act on Compensation for Pollution-Related Health Damage* (1973) [*Kōgai kenkō higai no hoshō tō nikansuru hōritsu*, 公害健康被害の補償等に関する法律], Law No. 111/1973.

Invece, la legge sugli indennizzi, senza richiedere la prova del nesso di causalità, stabilì un sistema di supporto e di risarcimento gestito dagli enti locali, basato su un sistema di certificazioni mediche rilasciate da commissioni locali, per cui solo chi era certificato poteva fare domanda per ottenere l'indennizzo e la copertura delle spese mediche. In sostanza, le aree colpite da inquinamento furono suddivise in due classi: la prima classe trattava di vittime di inquinamento dell'aria, affette da malattie respiratorie, mentre nella seconda classe erano comprese le vittime di avvelenamento da metalli pesanti (mercurio, cadmio, arsenico). Il principio fondamentale della legge era la regola del «chi inquina paga», e, ai sensi di questo principio, i fondi per gli indennizzi della prima classe furono fatti provenire principalmente dalle tasse imposte alle imprese inquinanti, mentre per la seconda classe furono versati direttamente dalle imprese ritenute responsabili dell'inquinamento (Osaka 2009; Ortolani 2021b).

In definitiva, la disciplina ambientale in Giappone si è evoluta attraverso due momenti cruciali: i grandi casi di inquinamento degli anni Sessanta e il cambio di paradigma degli anni Novanta. Oltre all'ampia normativa specifica di settore, nell'ordinamento giuridico nipponico esistono norme generali di responsabilità civile che i tribunali hanno a lungo applicato nel contenzioso ambientale, quando le vittime hanno fatto ricorso per ottenere il risarcimento dei danni arrecati alla propria salute. L'ambiente è invece tutelato in senso lato, come conseguenza delle misure adottate in casi di risarcimento civile di lesioni alla salute, tuttavia, ancora oggi non è riscontrabile nel diritto giapponese una nozione unificante di diritto all'ambiente (Ortolani 2021b).

3 L'Intelligenza Artificiale e il cambiamento climatico

A seguito di una lunga evoluzione che ha portato a una maggiore, se non prioritaria, attenzione nei confronti delle questioni ambientali da parte della società globale, paralleli investimenti si stanno attualmente riversando nel campo dell'IA. In relazione all'emergenza climatica, l'IA non assume solo un ruolo di fornitrice di soluzioni per affrontarla, difatti in realtà un suo aspetto fondamentale è legato al livello del suo contributo al cambiamento climatico. Proprio attualmente si avverte la necessità di bilanciare le pretese di sviluppo ed impiego dei sistemi di IA con l'indirizzo di una società sostenibile.

Innanzitutto, i sistemi di intelligenza artificiale sono tecnologie basate su algoritmi progettati per simulare il ragionamento umano a partire dal recepimento di informazioni (*input*) per ottenere da esse dei risultati autonomamente elaborati (*output*) (Barfield et al. 2020). Negli ultimi anni uno sviluppo fondamentale compiuto

nel settore dell'IA è rappresentato dal *Machine Learning* (ML). Il *Machine Learning* consiste in un campo di studio che si occupa di algoritmi addestrati, su una grande quantità di dati, a migliorare le proprie risposte senza istruzioni esplicite da parte di operatori esterni. Questo processo avviene attraverso diversi modelli di apprendimento (Reznik 2021).²¹ Una specializzazione particolare del *Machine Learning* è il *deep learning*. Il *deep learning* consiste metodo che utilizza le reti neurali artificiali (ANN).²² Attraverso il passaggio delle informazioni inserite tra diversi livelli della rete, questi sistemi riescono a identificare con precisione inserti sequenze ricorrenti (*pattern*) e schemi complessi nei dati elaborati (Barfield et al. 2020).

Il *Machine Learning* costituisce il fondamento dell'IA Generativa, ovvero l'applicazione dell'IA capace di generare una varietà di contenuti originali che possono consistere in testi scritti, immagini o audio (EDPS 2024). Esempi significativi di queste applicazioni sono i Large Language Model (LLM), che sono modelli di *deep learning* addestrati su enormi dataset, tra cui troviamo Chat-GPT di OpenAI e DeepSeek R1 sviluppato da DeepSeek AI (Barberá 2025).

In relazione al rapporto dell'IA con il cambiamento climatico, esso è duplice: (a) tramite l'applicazione del ML riesce a apportare un enorme contributo all'individuazione di soluzioni per la mitigazione e per adattare la società agli effetti avversi; (b) l'IA è uno strumento che inizia a concorrere in modo sempre maggiore all'emergenza climatica attraverso l'aumento delle emissioni di gas serra a esso riferibili (Nordgren 2023; Cowls et al. 2023).

Importante per valutare l'impatto ambientale dei sistemi di IA è la loro impronta di carbonio (*carbon footprint*).²³ In relazione a essi, l'impronta di carbonio è di difficile calcolo, data soprattutto alla mancanza di trasparenza da parte degli sviluppatori sulle

21 I sistemi di *Machine Learning* utilizzano varie metodologie di apprendimento automatico, in modo che gli algoritmi siano capaci di rispondere a determinati input o riconoscere specifici schemi complessi. Vi sono tre metodi di apprendimento: (1) apprendimento supervisionato dove l'algoritmo viene addestrato a rispondere a casi simili con risposte analoghe; (2) apprendimento con rinforzo, dove l'algoritmo è addestrato a scegliere le strategie o le opzioni che lo conducano alla ricompensa di maggior valore, e, in caso di mancanza di dati sufficienti, tale programma continua a imparare e migliorarsi in base alla propria esperienza; (3) apprendimento non supervisionato, nel quale il sistema viene lasciato a imparare da solo a partire da set di dati, ottenuto mediante *clustering* (Sator et al. 2020).

22 Le reti neurali o *Artificial Neural Networks* (ANN) consistono in un modello di apprendimento composta da elementi interconnessi come neuroni che, da input esterni, elabora delle risposte che trasmette a ciascuna unità connessa in base alle stimolazioni ricevute (Capparelli 2020).

23 Secondo la definizione data dal Gruppo Intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC) la *carbon footprint* consiste nel calcolo delle emissioni espresse tramite in quantità di anidride carbonica (CO₂) prodotta ed immessa nell'atmosfera da una attività specifica oppure accumulata lungo le fasi del ciclo di vita di un prodotto.

effettive emissioni e i reali consumi energetici (Cowls et al. 2023). Il settore ICT per via della necessità di enormi *data center* in cui processare le informazioni raccolte e il mantenimento dei network di comunicazione, utilizzano enormi quantità di energia (Malmodin et al. 2024). È vero che, con il lancio del modello open-source DeepSeek R1, è stata presentata un'alternativa nell'ambito del LLM. Tramite innovazioni nella sua architettura e a livello algoritmico, il modello cinese riesce a offrire delle prestazioni elevate a un consumo energetico inferiore. Di conseguenza il suo impatto ambientale risulta ridotto, in ragione della inferiore impronta di carbonio rispetto ai modelli diffusi fino alla sua uscita (Wang et al. 2025). Ciò nonostante, il problema energetico permane.

Con i progressi negli hardware durante l'addestramento dei modelli che utilizzano il *deep learning*, le fonti di approvvigionamento energetico del settore rimangono principalmente fonti fossili, e anche nelle ipotesi in cui siano impiegate fonti rinnovabili, queste non coprono totalmente il fabbisogno (Strubell et al. 2019). Il calcolo esatto dei consumi energetici non è perfettamente determinabile; tuttavia, è previsto che aumenterà entro il 2030 fino a prendere per sé almeno il 20% del totale del consumo di energia al mondo (Gailhofer et al. 2021).

L'IA richiede in particolare alti consumi energetici in ogni sua fase di vita. Gli impatti delle due fasi principali si articolano in: (a) la fase di *training* dell'algoritmo che richiede un elevato consumo ma limitato nel tempo; (b) la fase di interfaccia con utenti, in cui il consumo è ridotto; ma, come nel caso dei LLM, è moltiplicato per gli utilizzi quotidiani da parte di milioni di persone (Cowls et al. 2023). Dunque, a sua volta migliorare l'efficienza di questi sistemi, conduce a un maggiore consumo, in ragione del fatto che ogni fase dell'esistenza dell'IA contribuisce a emissioni di gas serra (Nordgren 2023; Cowls et al. 2023).

Invece sull'altro lato della medaglia, se l'IA è impiegata come strumento per individuare soluzioni efficaci di contrasto al riscaldamento globale in diversi settori, sono individuabili tre linee di applicazione principali: (1) per ridurre le emissioni; (2) per mitigare gli effetti del cambiamento climatico; (3) per adattare la società ai mutamenti in corso e quelli previsti (Nordgren 2023). In ogni caso, l'implementazione dell'IA è multisettoriale e ogni campo di impiego ha delle declinazioni caratteristiche a cui può adeguarsi per fornire le migliori soluzioni. Alcune possono essere individuate negli ambiti: dei sistemi di energia, dei trasporti, delle infrastrutture, delle

fabbriche, dell'agricoltura, della cattura dell'anidride carbonica,²⁴ delle previsioni meteorologiche, della geoingegneria solare,²⁵ degli impatti nella società, fino a quello dell'azione individuale e delle decisioni collettive (Rolnick et al. 2019).

Al momento l'IA si offre per elaborare diverse opzioni di impiego per contrastare il cambiamento climatico. Tali approcci sono principalmente indirizzati a chiarire la natura del fenomeno e i suoi effetti, nonché a individuare quali sono i settori più attrattivi per investire e quali sono ancora sorvolati al momento (Cowls et al. 2023). Non trascurando la nuova generazione di LLM trainata dal successo del modello DeepSeek R1, che ha mostrato la possibilità di sviluppare nuove tecnologie nell'ambito dell'IA con notevoli prestazioni senza ricorrere necessariamente a enormi investimenti in infrastrutture di supporto (Okaiyeto et al. 2025).

4 L'approccio giapponese all'IA: tra *soft law* e sostenibilità

Al contrario della disciplina sull'ambiente, ormai ben definitiva attraversato un decorso alquanto travagliato,²⁶ in Giappone la regolamentazione delle nuove tecnologie si muove su un nuovo piano e con notevole anticipo rispetto ad altri Stati. L'approccio positivo verso le nuove tecnologie si manifesta con chiarezza nella sua elaborazione di un assetto regolatorio che bilancia innovazione e sostenibilità. La visione di una società futura modellata dall'utilizzo integrato delle nuove tecnologie, come l'IA e l'*Internet of Things* (IoT), è perfettamente incorporata nel progetto della 'Società 5.0', definita e perseguita dal governo giapponese.

Il progetto pone come obiettivo principale la realizzazione una società futura sostenibile, guidata dal progresso tecnologico e scientifico, ma soprattutto capace di generare nuova ricchezza per la collettività tramite l'integrazione delle nuove tecnologie emergenti nel tessuto imprenditoriale e nella vita quotidiana dei cittadini (Hitachi-UTokyo Laboratory 2020). Il fulcro di questa trasformazione

24 Si intendono quelle tecniche impiegate per rimuovere l'anidride carbonica (CO₂) dall'atmosfera tramite lo stoccaggio del carbonio (CCS) e la cattura diretta dall'atmosfera (DAC).

25 Si intende quelle tecniche indirizzate a ricercare e studiare misure volte alla riduzione del surriscaldamento solare riflettendo la luce solare non sulla terra, con l'obiettivo di contrastare il fenomeno dell'aumento dei gas serra nell'atmosfera.

26 Oltre ai quattro grandi casi di inquinamento, si ricorda anche l'incidente della centrale nucleare di Fukushima a seguito del terremoto e conseguente tsunami nel 2011, che ha evidenziato le gravi carenze presenti anche nel complesso sistema normativo concernente l'energia nucleare e il risarcimento del danno da radiazioni (Pardieck 2013, 641-64).

è previsto che sia l'essere umano, la cui qualità della vita si intende migliorare attraverso soluzioni innovative ai problemi sociali, come diminuzione della manodopera e l'invecchiamento della popolazione, grazie alla continua interazione tra il mondo reale e la sfera digitale (Narvaez Rojas 2021). Con l'impiego di tecnologie innovative come l'IA, la Società 5.0 intende giungere alla creazione di una società dove dimensione digitale e mondo fisico siano integrati alla perfezione (Inatani et al. 2023).

La risposta del governo nipponico si è tradotta in un chiaro impegno verso politiche di sostenibilità, articolato attraverso alcune principali linee strategiche quali: (a) le politiche energetiche caratterizzate da investimenti e un maggiore impiego delle fonti rinnovabili; (b) l'investimento nella ricerca per garantire metodi di produzione agricola più resilienti; (c) la progettazione e la costruzione di infrastrutture in grado di resistere a disastri di varia natura; (d) l'integrazione crescente dei sistemi di IA in ciascuno di questi ambiti (Mavrodieva 2020).

Le motivazioni alla base possono essere individuate in tre fenomeni principali: (1) la rivoluzione portata avanti dalla nuova era dell'IA, che è accompagnata da numerose innovazioni tecnologiche nel campo della robotica e delle biotecnologie; (2) il progressivo spostamento del centro di interesse dell'economia mondiale dall'Occidente all'Asia, grazie alla rapida crescita economica di India e paesi del Sud-Est Asiatico, trainata da una sostanziale crescita demografica; (3) l'impulso dell'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite (Hanefi Calp et al. 2022).

Al contrario di approcci incentrati sul contenimento di rischi tramite interventi di *hard law*,²⁷ attualmente in Giappone la regolamentazione *soft* dell'AI si sta sviluppando lungo due assi principali: la regolamentazione 'per l'IA', che riguarda la gestione e la limitazione dei rischi associati con il suo utilizzo e sviluppo, e 'sull'IA', che promuove riforme in diversi settori del diritto per la sua implementazione (Habuka 2023).

Sul piano della regolamentazione 'sull'IA' in Giappone, gli interventi sono stati emanati sotto l'egida del Ministero dell'Economia, del Commercio e dell'Industria (METI) e consistono in strumenti di *soft law*, indirizzati ai principali *stakeholders*, privati e pubblici. Il primo passo è stato il documento *Social Principles of Human-Centric*

27 Un approccio opposto dell'Unione Europea è rappresentato dal Regolamento (UE) 2024/1689 (c.d. *AI Act*), che si accompagna a un pacchetto di misure politiche indirizzato al sostegno sviluppo di un IA affidabile in UE. Il modello di *hard law* dell'*AI Act* è costituito da un sistema basato sui rischi in base ai quali i sistemi di IA sono suddivisi e con riguardo alla loro appartenenza in una determinata categoria impone degli obblighi vincolanti e dei divieti specifici. Le categorie dei sistemi di IA sono: (a) a rischi minimi, (b) a rischi limitati, (c) ad alto rischio, (d) rischi inaccettabili.

AI,²⁸ pubblicato dall'Ufficio di Gabinetto, che ha rappresentato il riferimento primario per la redazione delle successive linee guida. Il ruolo e l'azione dell'IA è ritenuto debbano essere modellati per rispettare tre valori principali: il rispetto della dignità umana, la diversità e l'inclusione, e infine la sostenibilità. Sulla stessa linea di pensiero è stata pubblicata dall'Ufficio di Gabinetto l'*AI Strategy 2022*.²⁹ La strategia si articola in una dettagliata descrizione sul futuro approccio riguardo l'integrazione dell'IA all'interno del tessuto sociale e produttivo, con il fine di preparare al meglio la società a crisi imminenti – come pandemie o disastri naturali – in modo da tutelare i cittadini attraverso l'impiego di sistemi di IA sotto varie forme.

Successivamente si sono susseguite una serie di linee guida emanate dal METI per lo sviluppo e l'impiego dei sistemi di IA,³⁰ ma l'intervento più recente in materia sono le *AI Guidelines for Business ver. 1.0* pubblicate il 19 aprile 2024, che si dichiarano il risultato dell'integrazione delle precedenti. L'obiettivo enunciato nel documento è quello di promuovere un uso sicuro dell'IA e di fornire una guida a coloro che intendono implementare i sistemi di IA all'interno delle proprie attività economiche di diversa natura.

Oltre alla numerosa produzione di misure di *soft law*, invece gli interventi sulla regolazione 'per l'IA' si sono concentrati sulle riforme di leggi ordinarie, al fine di adeguarle alle esigenze avanzate dello sviluppo e utilizzo dei sistemi di IA.³¹

Infine, il 28 maggio 2025, la Dieta ha approvato il disegno di legge *Act on Promotion of Research and Development and Utilisation of Artificial Intelligence-Related Technologies* (c.d. *AI Bill*). L'*AI Bill* sarebbe il primo intervento legislativo in materia di IA in Giappone, che prospetta la definizione di un nucleo di principi base per la ricerca, lo sviluppo e l'utilizzo di questi sistemi.³² Si tratta di un cambio di rotta rispetto all'assetto stabilito fino a tempi recenti, come è rinvenibile nella scelta di misure di *soft law* contenute nelle

28 *Social Principles of Human-Centric AI* (2019) [*Ningen chūshin no AI shakai gensoku*, 人間中心のAI社会原則].

29 Una versione aggiornata rispetto a quella pubblicata nel 2019.

30 Tra cui l'*AI Governance in Japan Ver. 1.1*, che definisce la direzione giapponese rispetto alla governance dell'IA e alla legislazione in materia, e le *Governance Guidelines for Implementation of AI Principles* che hanno l'obiettivo fondamentale di fornire una guida pratica per gli sviluppatori ed utenti dei sistemi di IA.

31 Alcuni di questi emendamenti sono stati apportati alla Legge sulla Prevenzione della Concorrenza Sleale (*Unfair Competition Prevention Act* (1993) [*Fusei kyōsō bōshi-hō*, 不正競争防止法], Law No. 47/1993) e Legge sul Copyright (*Copyright Act* (1970) [*Chosakukenhō*, 著作権法], Law No. 48/1970) (Habuka 2023).

32 Per la visione delle specifiche disposizioni contenute nel disegno di legge si veda: <https://www.whitecase.com/insight-our-thinking/ai-watch-global-regulatory-tracker-japan>.

linee guida. Tale disegno di legge apre quindi la strada a una nuova prospettiva del Giappone sulla regolamentazione sull'IA.

5 La sostenibilità dell'IA: insegnamenti dalla giurisprudenza ambientale in Giappone

L'evoluzione della giurisprudenza giapponese in materia di danno ambientale offre un quadro metodologico per affrontare sfide regolatorie poste dalle nuove tecnologie. Così come negli anni Sessanta emersero problematiche legate alla industrializzazione che il diritto tradizionale faticava a inquadrare (impatti collettivi diffusi, nessi causali complessi e necessità di bilanciare lo sviluppo economico con la protezione della salute), oggi l'IA presenta sfide analoghe procedurali e concettuali dal punto di vista della governance evidenziabili in tre dimensioni principali: la tipologia dei danni prodotti da attività umane, la mancanza di trasparenza informativa da parte degli operatori coinvolti e la dimensione temporale intergenerazionale delle conseguenze derivate.

I principi fondamento dell'approccio ai problemi legati all'ambiente elaborati dalle corti giapponesi per il *kōgai* - in particolare lo standard di diligenza rafforzato, l'approccio alla prevedibilità del danno e i meccanismi di inversione dell'onere probatorio - possono fornire strumenti concettuali per sviluppare un framework normativo per l'IA che integri considerazioni di sostenibilità ambientale. Il caso della Malattia di Minamata illustra la rilevanza di questi principi metodologici nei contesti di incertezza scientifica e complessità nel nesso eziologico.

In origine, i primi casi riscontrati sorsero intorno agli anni 50, con la nascita di bambini affetti dalla malattia; tuttavia, solo nel 1965 fu ufficialmente riconosciuta da Ministero della Sanità Pubblica con un annuncio pubblico (Gresser et al. 1981). La compagnia responsabile del processo dell'inquinamento da metilmercurio era la società Chisso, che per anni si rifiutò di cessare il riversamento del metilmercurio nella baia di Minamata, anzi continuò finché i cittadini sollevarono cause civili innanzi ai tribunali. Un focolaio della malattia di Minamata si verificò anche a Niigata, dove l'inquinamento da metilmercurio fu causato dalla società Showa Denko, che applicava gli stessi processi industriali della Chisso (Fujikura 2007).

Nel contesto attuale emergono alcune similitudini significative tra l'inquinamento diffuso originato dallo sviluppo industriale del dopoguerra e l'entità del contributo al cambiamento climatico dell'IA, ancora non perfettamente inquadrabile. Nonostante l'assenza nell'ordinamento giuridico giapponese di una tutela effettiva del bene 'ambiente' e di una normativa vincolante per l'IA, è possibile individuare come elementi comuni rilevanti: (1) la tipologia dei

danni sull'ambiente, (2) mancanza di trasparenza sulle informazioni relative alle attività industriali, (3) la dimensione temporale dei fenomeni coinvolti.

Innanzitutto, con riferimento alla tipologia del danno, con il termine *kōgai* si indica, da un punto di vista tecnico, un danno considerato direttamente inflitto alla vita umana in senso geografico e in senso sociale, non invece al bene 'ambiente'. In senso più atecnico, il *kōgai* può essere utilizzato per riferirsi a danni diffusi di rilevanza sociale anche se non collegati direttamente un elemento di degrado ambientale,³³ come anche sono configurabili ipotesi di inquinamento ambientale che non corrispondono a *kōgai* poiché collegate a eventi naturali e non ad attività umana (Ortolani 2021b).³⁴ Di conseguenza, seppur il nesso causale tra IA ed eventi naturali catastrofici causa di danni alla collettività possa apparire debole ed indiretto, il contributo sistematico e quantificabile dell'IA all'accelerazione del cambiamento climatico - attraverso emissioni di gas serra continue (Nordgren 2023) - potrebbe configurare una forma evoluta di *kōgai*. In questo modo il concetto di *kōgai* si adatterebbe a nuove forme di danno antropico diffuso.

In secondo luogo, riguardo alla mancanza di trasparenza sulle informazioni relative alle attività industriali, soprattutto con riferimento al contesto degli anni Sessanta e Settanta del Novecento, la Chisso era a conoscenza della sua eziologia da tempo; tuttavia, negò a lungo che gli scarichi della sua fabbrica ne erano la causa, rifiutando anche i pareri provenienti da medici che asserivano il contrario. Tutto ciò condusse l'opinione pubblica a credere che le vittime avessero contratto una malattia contagiosa, producendo una situazione di discriminazione ed emarginazione sociale dei malati, i cui danni morali sono stati successivamente risarciti (Osaka 2009). Il parallelismo metodologico si rileva nella gestione della trasparenza informativa. Come la Chisso occultava la conoscenza degli effetti del metilmercurio pur essendo consapevole delle conseguenze negative sulla salute umana, oggi si osserva un pattern analogo nel settore ICT. Nel suo *Environmental Report 2024* Google ha riportato un aumento del 48% delle emissioni di gas serra dal 2019, in parte attribuito al consumo energetico dei *data center*; tuttavia, la divulgazione dei dati completi rimane limitata.³⁵ La lezione del caso di Minamata suggerisce che l'assenza di trasparenza informativa, non solo

33 Nella dottrina giuridica giapponese sono sorte ipotesi di *kōgai* collegate a danni da alimenti, da turismo eccessivo e da vaccinazioni.

34 Alcuni esempi sono inquinamento dovuto a emissioni prodotte da eruzioni vulcaniche e incendi.

35 Per il report completo di Google sulla strategia di sostenibilità ambientale del 2024 si rinvia a: <https://sustainability.google/reports/google-2024-environmental-report/>.

impedisce una valutazione accurata dei rischi, ma soprattutto può perpetuare danni diffusi.

In ordine all'ultima questione, la dimensione temporale di entrambi i fenomeni è caratterizzata da conseguenze a lungo termine. La Chisso aveva iniziato a riversare il metilmercurio nella baia di Minamata sin dal 1932, e le prime sporadiche vittime della malattia comparvero in realtà una decina di anni dopo (Osaka 2009). Sul tema del cambiamento climatico in senso stretto, il fenomeno fu riconosciuto dalle istituzioni internazionali per la prima volta al il summit di Rio de Janeiro del 1992 come problema incombente. All'incontro, gli Stati stipularono un accordo con il quale presero l'impegno di ridurre le emissioni di gas serra, riconosciute come causa del riscaldamento globale, ma tali impegni non erano comunque vincolanti per gli Stati firmatari. Il cambiamento climatico non è un evento a breve termine, ma ha un impatto intergenerazionale, che prospetta di protrarre i suoi effetti negativi per secoli a venire (Zarro 2022). In particolare, in Giappone la LFA indica come sua finalità principale «[t]o ensure wholesome and cultured living of the people in the present and in the future»,³⁶ stabilendo una prospettiva intergenerazionale di tutela dell'ambiente (Nakanishi 2016). Il contributo del settore ICT, e proprio dell'IA nello specifico, non è ancora perfettamente inquadrabile; tuttavia, l'impatto concreto che esso avrà sul surriscaldamento globale è da tenere assolutamente in considerazione (Cowls et al. 2023).

Sulla base di queste considerazioni, all'interno della dimensione giurisdizionale, con le decisioni dei tribunali di Niigata³⁷ e di Kumamoto³⁸ le corti ritennero le società, Chisso e Showa Denko, rispettivamente responsabili dei danni ai sensi dell'articolo 709 del Codice civile e riconobbero il risarcimento alle vittime ricorrenti. Nell'applicare la norma di diritto comune le corti adottano degli approcci innovativi per determinare la responsabilità (Fujikura 2007).

L'applicazione dei principi giuridici elaborati per il *kōgai* al contesto dell'IA non implica un'identità sostanziale dei fenomeni, ma piuttosto una trasferibilità degli strumenti metodologici sviluppati per affrontare situazioni di danno diffuso, difficoltà nell'individuazione del nesso causale ed ipotesi di responsabilità solidale. Tre principi possono risultare particolarmente rilevanti per la costruzione di un quadro normativo innovativo per l'IA: (a) lo standard di diligenza

36 *Basic Environment Law* (1993) [*Kankyō Kihonhō*, 環境基本法], Law 91/1993, Art. 1.

37 Tribunale distrettuale di Niigata, 29 settembre 1971, 判例時報 *Hanrei Jihō* 642 (1971) 96.

38 Tribunale distrettuale di Kumamoto, 20 marzo 1973, 判例時報 *Hanrei Jihō* 696 (1973) 15.

richiesto in ragione della natura dell'attività svolta; (b) la prevedibilità di un possibile danno propagato attraverso l'ambiente; (c) l'inversione dell'onere probatorio.

Per quanto riguarda la determinazione del dovere di diligenza, le corti ritennero che, data la natura intrinsecamente pericolosa del trattamento dei composti chimici nelle fabbriche, le società avrebbero dovuto adottare uno standard di diligenza più elevato, posto che era prevedibile che le scorie dei processi chimici producessero dei danni alla salute. Inoltre, nelle decisioni fu riconosciuto l'obbligo di applicare la migliore conoscenza e la tecnologia più avanzata esistenti al tempo nei processi produttivi, anzitutto per i possibili rischi alla salute delle persone (Fujikura 2007).

Il principio metodologico dello standard di diligenza rafforzato può essere trasferito al settore IA, non per l'equiparazione diretta dei rischi di cui è portatore, ma per l'affinità delle sfide regolatorie. Si riscontra come in entrambi vi sono attività economiche con impatti ambientali significativi, portatrici di asimmetrie informative tra operatori economici e cittadini, nonché della necessità di bilanciare sviluppo tecnologico e la protezione ambientale. L'applicazione di questo principio si baserebbe su tre considerazioni: (a) la capacità di mitigazione maggiore dato che stanno emergendo pratiche per la riduzione dell'impatto energetico (fonti rinnovabili, ottimizzazione algoritmica, hardware più efficienti); (b) la conoscenza consolidata sul contributo del settore ICT alle emissioni globali; (c) il contributo crescente dell'IA ai consumi energetici derivanti dai *datacenter*. Proprio nelle *AI Guidelines for Business ver. 1.0* nei principi alla guida degli operatori economici nel settore dell'IA, è richiesta sempre l'adozione di misure di adeguate in base al livello tecnologico disponibile al momento per assicurare la sicurezza dei sistemi (METI 2024).

In secondo luogo, il criterio di prevedibilità del danno sviluppato nelle sentenze di Minamata offre un approccio metodologico per valutare la responsabilità in presenza di conoscenza scientifica consolidate. In principio le società convenute affermarono che l'ampiezza del danno non era prevedibile almeno finché l'acqua inquinata non sarebbe stata rilasciata, e perciò i cittadini erano tenuti tollerare tale inquinamento. Nelle sentenze questa posizione viene rigettata, in ragione del fatto che fu ritenuto illegittimo considerare le vittime alla stregua di 'soggetti per la sperimentazione' (Osaka 2009). Nel contesto dell'IA in Giappone, dove nei *Social Principles of Human-centric AI* è sancito il principio umano-centrico,³⁹ non sono

39 Il principio è sancito al punto 4.1 (1) dove viene affermato: «The utilization of AI must not infringe upon the fundamental human rights guaranteed by the Constitution and international standards».

trascurabili le conseguenze alla sfera privata dei soggetti, inflitte da conseguenze negative prodotte dei cambiamenti climatici (Cabinet Office 2019). Benché il calcolo non sia esatto, la letteratura scientifica ha già evidenziato il contributo significativo del settore ICT sulle emissioni globali, desinato anzi ad aumentare negli anni a venire (Gailofer et al. 2021).

Infine, la corte è stata chiamata a individuare il nesso causale tra l'evento inquinante dannoso e la lesione alla salute, manifestatasi nella malattia di Minamata. La causalità fu analizzata in tre parti: (1) i sintomi caratteristici della malattia e l'agente eziologico, (2) il percorso dell'inquinamento, (3) il rilascio nell'ambiente dell'agente dannoso scatenante da parte del danneggiante. Le corti ritennero sufficiente la prova del nesso tra la prima e la seconda parte, anche tramite prove circostanziali consistenti nelle nuove scoperte scientifiche al tempo. Con l'adozione di questa prospettiva, l'onere della prova slittò dalle vittime alle società convenute, chiamate così a provare che il loro agente inquinante non fosse uscito dalle proprie fabbriche, cosa che non furono capaci di dimostrare. In sostanza, tramite l'applicazione dell'articolo 709 del Codice civile e secondo la terminologia utilizzata nella prassi, fu così delineata un'ipotesi di fattispecie di responsabilità oggettiva delle società inquinanti (Fujikura 2007). Sulla base di questo principio, le imprese nel campo dell'IA sarebbe opportuno che fossero chiamate a dimostrare un contributo significativo alla diminuzione delle emissioni lesive, tramite la fornitura dati verificabili.

Peraltro, nelle decisioni sull'asma di Yokkaichi del 1972,⁴⁰ in base agli articoli 709 e 719 del Codice civile sulla responsabilità solidale,⁴¹ la corte riconobbe la responsabilità congiunta delle società petrolchimiche, dato che le emissioni individuali di ciascuna di esse non sarebbero state sufficienti alla causazione delle malattie respiratorie (Ortolani 2021b). Secondo il principio umano-centrico, gli *stakeholders* coinvolti nel campo dell'IA potrebbero essere considerati responsabili di ogni conseguenza derivante dall'impiego di questa tecnologia, in base alla natura del problema verificatosi (Cabinet Office 2019). Ai sensi di questo principio, l'approccio adottato nella decisione sull'asma di Yokkaichi rappresenterebbe un precedente importante per il riconoscimento di una responsabilità 'collettiva' delle imprese legate al settore ICT, in modo che vengano ritenute partecipi alle emissioni di gas serra in una determinata misura,

40 Tribunale distrettuale di Tsu, 24 luglio 1972, 判例時報 *Hanrei Jiho* 672 (1972) 30.

41 L'articolo 719 del Codice civile afferma: «If more than one person has inflicted damage on another person by a joint tort, each of them is jointly and severally liable to compensate for the damage. The same applies if it cannot be ascertained which of the joint tortfeasors inflicted the damage».

sia che tale misura sia calcolata preventivamente sia che essa sia approssimativa.

L'approccio metodologico basato sui principi relativi al *kōgai* presenta vantaggi specifici per la governance dell'IA. Innanzitutto, offre strumenti giuridici già testati per la gestione di danni diffusi, fornisce criteri per l'individuazione di responsabilità e integra considerazioni sull'adozione di un approccio precauzionale alle esigenze di sviluppo tecnologico. Tuttavia, si riconoscono anche i limiti di tale analogia, dato che comunque l'IA non produce un inquinamento direttamente collegabile a fenomeni climatici catastrofici, ma contribuisce limitatamente alla loro causa. Inoltre, non deve essere tralasciato il fatto che sono ampi i lassi di tempo che incorrono tra l'evento dannoso, come emissioni di gas serra, e i danni ambientali, ma soprattutto la difficoltà della prova di un nesso causale forte tra essi. Ciononostante, tali principi sviluppati offrono una base giuridica consolidata per costruire un quadro normativo innovativo che pone al centro il bilanciamento tra il progresso tecnologico e la sostenibilità.

Proprio perché la sostenibilità è considerata un aspetto chiave nell'avanzare della società giapponese nel suo complesso, la rilettura dell'IA e il suo ridimensionamento secondo la responsabilità civile in campo ambientale, come delineata dalle importanti controversie in materia di inquinamento, non ne risulta totalmente estranea.

6 Considerazioni conclusive

Il panorama delineato evidenzia come l'evoluzione della giurisprudenza giapponese in materia di danno ambientale possa offrire spunti interpretativi significativi per affrontare le difficili sfide poste dalle tecnologie emergenti, in particolare dall'IA. Ciò assume particolare rilevanza soprattutto in considerazione dell'assenza, ad oggi, di controversie sul tema. Volgere lo sguardo al passato può offrire spunti preziosi, facendo emergere soluzioni già sperimentate, che pur restando circoscritte alla dimensione teorica, si rivelano oggi sorprendentemente attuali. Tale prospettiva appare ancora più significativa se si considera come il Giappone abbia già sperimentato le gravi conseguenze di una industrializzazione incontrollata.

Le decisioni giurisprudenziali analizzate possono rappresentare modelli utili per la costruzione di una governance dell'IA che sia realmente responsabile. In particolare, l'approccio giapponese alla regolazione globale dell'IA - fondato finora su strumenti di *soft law* fino ad oggi - dimostra una volontà normativa di conciliare il progresso tecnologico con la protezione dell'ambiente.

Sebbene non si possa ancora parlare di un contenzioso ambientale legato all'IA né in Giappone⁴² né globalmente, è possibile individuare una traiettoria giurisprudenziale, suscettibile di influenzare anche la produzione normativa, che potrebbe evolversi in tale direzione. In questo senso, l'esperienza giapponese potrebbe offrire un modello originale per l'elaborazione di strumenti di responsabilità civile in campo ambientale, applicabili anche alle tecnologie avanzate, contribuendo in maniera significativa al dibattito internazionale sull'effettivi sostenibilità dell'IA e dei suoi effetti sull'accelerazione del cambiamento climatico.

Bibliografia

- Barberá, I. (2025). «AI Privacy Risks & Mitigations Large Language Models (LLMs)». *European Data Protection Board*. https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/support-pool-experts-projects/ai-privacy-risks-mitigations-large_en.
- Barfield, W.; Pagallo, U. (2020). *Advanced Introduction to Law and Artificial Intelligence*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Burges, L. (2020). «Should Judges Make Climate Change Law?». *Transnational Environmental Law*, 1(9), 55-75. <https://doi.org/10.1017/s2047102519000360>.
- Chen, L.; Chen, Z.; Zhang, Y. et al. (2023). «Artificial Intelligence-Based Solutions for Climate Change: A Review». *Environmental Chemistry Letters*, 5(21), 2525-57. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01617-y>.
- Cowls, J. et al. (2023). «The AI Gambit: Leveraging Artificial Intelligence to Combat Climate Change – Opportunities, Challenges, And Recommendations». *AI & Society*, 1(38), 283-307. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01294-x>.
- European Data Protection Supervisor (2024). «Generative AI and the EUDPR. First EDPS Orientations for Ensuring Data Protection Compliance when Using Generative AI Systems».
- Ewim, D.R.E.; Ninduwezuor-Ehiobu, N.; Orikpete, O.F. et al. (2023). «Impact of Data Centers on Climate Change: A Review of Energy Efficient Strategies». *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, 9(6). <https://doi.org/10.18540/jcecvl9iss6pp16397-01e>.
- Fujikura, K. (2007). «Litigation, Administrative Relief, and Political Settlement for Pollution Victim Compensation. Minamata Mercury Poisoning after Fifty Years».

42 Tuttavia, nel contesto delle *climate change litigation*, dal 2017 sono state intentate 5 cause civili ed amministrative volte a bloccare l'attività e la costruzione di centrali elettriche a carbone; tuttavia, nessuna di queste ad oggi ha avuto successo. L'ultima causa sollevata da 16 giovani giapponesi è denominata *Youth Climate Case Japan for Tomorrow*. In essa i ricorrenti chiedono alle corti l'applicazione delle disposizioni 709 e 719 del Codice Civile adducendo che l'impegno sulla riduzione delle emissioni di gas serra è un obbligo internazionali vincolante (vedi Caso *Urgenda*, Zarro 2020) imposto dal IPCC, che il Giappone è vincolato a rispettare. Attualmente la causa è pendente presso la corte di Appello di Kobe. Per un approfondimento sullo stato attuale della *climate change litigation* in Giappone si rinvia a: <https://blogs.law.columbia.edu/climatechange/2025/02/27/climate-litigation-in-japan-what-to-expect-in-2025/>.

- Footo, D.H. (eds), *Law in Japan. A Turning Point*. Seattle: University of Washington Press, 384-403.
- Gailhofer, P. et al. (2021). «The Role of Artificial Intelligence in the European Green Deal». *Study for the special committee on Artificial Intelligence in a Digital Age (AIDA)*. Luxembourg: Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, European Parliament.
- Giambardo, C.V. (2021). «Climate Change Litigation, State Responsibility and the Role of Courts in the Global Regime». Pozzo, B.; Jacometti, J. (eds), *Environmental Loss and Damage in a Comparative Perspective*. Cambridge: Intersentia, 393-406.
- Gresser, J.; Fujikura, K.; Morishima, A. (1981). «Environmental Law in Japan». Cambridge: MIT Press.
- Habuka, H. (2021). «Japan's Approach to AI Regulation and Its Impact on the 2023 G7 Presidency». https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2023-02/230214_Habuka_Japan_AIRegulations.pdf?VersionId=BnLSQRRqo09jQ8u1RW3SGKOA0i8DBc4Q.
- Hanefi Calp, M.; Bütüner, R. (2022). «Society 5.0: Effective technology for a smart society». Hassani, E.; Chatterjee, J.M.; Jain, V. (eds), *Artificial Intelligence and Industry 4.0.*, Amsterdam: Elsevier Science, 175-94. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-88468-6.00006-1>.
- Hitachi-UTokyo Laboratory (2020). «Society 5.0: A People-centric Super-smart Society». Singapore: Springer Singapore.
- Inatani, T.; Kinoshita, M. (2023). «Use and Abuse of Quantitative Methodology for Policy Making in Japan». Bussani, M.; Cassese, S.; Infantino, M. (eds), *Comparative Legal Metrics. Quantification of Performances as Regulatory Technique*. Brill: Leiden, 203-15.
- Mäntymäki, M.; Minkkinen, M.; Birkstedt, T. et al. (2022). «Defining organizational AI governance». *AI and Ethics*, 2(4), 603-9. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00143-x>.
- Malmodin, J.; Lövehagen, N.; Bergmark, P.; Lundén, D. (2020). «ICT Sector Electricity Consumption and Greenhouse Gas Emissions – 2020 Outcome». *Telecommunications Policy*, 48(3). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4424264>.
- Matsuda, A.; Kudo, R.; Matsuda, T. (2025). «AI, Machine Learning & Big Data Laws And Regulations 2025 – Japan» <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/ai-machine-learning-and-big-data-laws-and-regulations/japan/>.
- Mavrodieva, A.V.; Shaw, R. (2020). «Disaster and Climate Change Issues in Japan's Society 5.0 – A Discussion». *Sustainability*, 5(12), 1-17. <https://doi.org/10.3390/su12051893>.
- Nakamaru, H. (2010). «Trends and future Issues of Environmental Management in Japan». *Asian Business & Management*, 2(9), 189-207. <https://doi.org/10.1057/abm.2010.2>.
- Nakanishi, Y. (2016). «Introduction: The Impact of the International and European Union Environmental Law on Japanese Basic Environmental Law». Nakanishi, Y. (eds), *Contemporary Issues in Environmental Law: The EU and Japan*. Tokyo: Springer Japan, 1-13. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55435-6_1.
- Narvaez Rojas, C.; Alomia Peñafiel, G.A.; Loaiza Buitrago, D.F. et al. (2021). «Society 5.0: A Japanese Concept for a Superintelligent Society». *Sustainability*, 12(13). <https://doi.org/10.3390/su13126567>.
- Nordgren, A. (2023). «Artificial Intelligence and Climate Change: Ethical Issues». *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 1(21), 1-15. <https://doi.org/10.1108/jices-11-2021-0106>.

- Oda, H. (2009). *Japanese Law*. Oxford: Oxford University Press.
- Okaiyeto, S.A.; Bai, J.; Wang, J. et al. (2025). «Success of DeepSeek and Potential Benefits of Free Access to AI for Global-Acale Use». *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 18(1), 304-6. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20241706.9733>.
- Ortolani, A. (2015). «Il danno ambientale e il suo risarcimento in Italia e Giappone». Ortolani, A. (a cura di), *Diritto e giustizia in Italia e Giappone: problemi attuali e riforme*. Venezia: Libreria Editrice Cafoscarina, 97-118.
- Ortolani, A. (2016). «Environmental Damage Remediation in Japan: A Comparative Assessment». Nakanishi, Y. (eds), *Contemporary Issues in Environmental Law: The EU and Japan*. Tokyo: Springer Japan, 185-98. https://doi.org/10.1007/978-4-431-55435-6_10.
- Ortolani, A. (2021a). «Diritto dell'ambiente». Colombo, G.F.; Lemme, G. (a cura di), *Introduzione al diritto giapponese*. Torino: Giappichelli, 221-32.
- Ortolani, A. (2021b). «La responsabilità civile per danni all'ambiente in Giappone: teoria e pressis». *Annuario di diritto comparato e degli studi legislativi 2021*, 83-110.
- Osaka, E. (2009). «Reevaluating the Role of the Tort Liability System in Japan». *Arizona Journal of International and Comparative Law*, 2(26), 393-426.
- Pardieck, A.M. (2013). «Layers of the Law: A Look at the Role of Law in Japan Today». *Pacific Rim Law & Policy Journal*, 22(599), 600-73.
- Reznik, L. (2021). *Intelligent Security Systems: How Artificial Intelligence, Machine Learning and Data Science Work for and against Computer Security*. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Rolnick, D. et al. (2019). «Tackling Climate Change with Machine Learning». *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55(2), 1-96. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.05433>.
- Sartor, G.; Lagioia, F. (2020). «Le decisioni algoritmiche tra etica e diritto». Ruffolo, U. (a cura di), *Intelligenza Artificiale. Il diritto, i diritti, l'etica*. Milano: Giuffrè, 63-86.
- Shibata, S. (2022). «Digitalization or Flexibilization? The Changing Role of Technology in the Political Economy of Japan». *Review of International Political Economy*, 5(29), 1549-76. <https://doi.org/10.1080/09692290.2021.1935294>.
- Shobake, M.; Bhatt, M.; Shittu, E. (2025). «Advancements and Future Outlook of Artificial Intelligence in Energy and Climate Change Modeling». *Advances in Applied Energy*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2025.100211>.
- Stein, A.L. (2020). «Artificial Intelligence and Climate Change». *Yale Journal on Regulation*, 890(37), 890-939.
- Strubell, E.; Ganesh, A.; McCallum, A. (2019). «Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP». <https://doi.org/10.18653/v1/p19-1355>.
- Zarro, M. (2022). «Danno da cambiamento climatico e funzione sociale della responsabilità civile». Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane.
- Wang, Y.; Han, Y.; Han, K. et al., (2025). «Does DeepSeek Curb the Durge of Energy Consumption in Data Centers?». *The Innovation*, 6(9). <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2025.100944>.

Leggi e sentenze

- Civil Code* (1896) [*Minpō*, 民法], Law No. 89/1896.
- Act on Compensation for Nuclear Damage* (1961) [*Genshiryoku songai no baishō ni kansuru hōritsu*, 原子力損害の賠償に関する法律], Law No. 147/1961.
- Air Pollution Control Act* (1968) [*Taiki osen bōshi-hō*, 大気汚染防止法], Law No. 97/1968.

- Water Pollution Control Act* (1970) [*Suishitsu odaku bōshi-hō*, 水質汚濁防止法], Law No. 138/1970.
- Act on the Settlement of Environmental Pollution Disputes* (1970) [*Kōgai funsō shori-hō*, 公害紛争処理法], Law No. 108/1970.
- Basic Law for Environmental Pollution Control* (1967) [*Kōgai taisaku kihon-hō*, 公害対策基本法], Law No. 93/1967.
- Factory Act* (1911) [*Kōjōhō*, 工場法], Law No. 46/1911.
- Act on Compensation for Pollution-Related Health Damage* (1973) [*Kōgai kenkō higai no hoshō tō nikansuru hōritsu*, 公害健康被害の補償等に関する法律], Law No. 111/1973.
- Act on the Rational Use of Energy* [*Enerugī no shiyō no gōrika-tō ni kansuru hōritsu*, エネルギーの使用の合理化等に関する法律], Law No. 49/1979.
- Environmental Impact Assessment Law* (1997) [*Kankyō eikyō hyōka-hō*, 環境影響評価], Law No. 81/1997.
- Basic Environment Law* (1993) [*Kankyō Kihonhō*, 環境基本法], Law 91/1993.
- Copyright Act* (1970) [*Chosakukenhō*, 著作権法], Law No. 48/1970.
- Unfair Competition Prevention Act* (1993) [*Fusei kyōsō bōshi-hō*, 不正競争防止法], Law No. 47/1993.
- Cabinet Office (2019) «Social principles of human-centric AI» (2019) [*Ningen chūshin no AI shakai gensoku*, 人間中心のAI社会原則]. <https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/jinkouchinou/pdf/humancentricai.pdf>.
- METI (2024) «AI Guidelines for Business ver. 1.0.» [*Ai jigyō-sha gaidorain (dai 1. 0-Ban)*, AI事業者ガイドライン (第1.0版)]. https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/ai_shakai_jisso/pdf/20240419_9.pdf.
- METI (2022) «Agile Governance Innovation vol.3» [*Ajairu gabanansu no gaiyō to genjō hōkoku-sho* 「アジャイル・ガバナンスの概要と現状」報告書]. <https://www.meti.go.jp/press/2022/08/20220808001/20220808001-b.pdf>.
- Tribunale distrettuale di Osaka, 29 marzo 1991, 判例時報 *Hanrei Jiho* 1383 (1991) 22.
- Tribunale distrettuale di Niigata, 29 settembre 1971, 判例時報 *Hanrei Jiho* 642 (1971) 96.
- Tribunale distrettuale di Kumamoto, 20 marzo 1973, 判例時報 *Hanrei Jiho* 696 (1973) 15.
- Tribunale distrettuale di Tsu, 24 luglio 1972, 判例時報 *Hanrei Jiho* 672 (1972) 30.