

2 La nocività digitale e il contesto planetario: tesi, quadro teorico e strumento analitico

Sommario 2.1 Il contesto planetario: Antropocene, Capitalocene e limiti planetari. – 2.2 Definire la nocività: oltre la deindustrializzazione, verso il digitale. – 2.3 Disvelare la materialità: *fisirosfere*, *antroposfere* e la frattura metabolica del digitale. – 2.4 La matrice M-E-L-G della nocività digitale: uno strumento analitico. – 2.5 Il nesso inestricabile lavoro-ecologia nel capitalismo digitale.

2.1 Il contesto planetario: Antropocene, Capitalocene e limiti planetari

Per abbracciare appieno le dinamiche sociali, ecologiche, materiali, culturali, produttive e politiche alla base dell'infrastrutturazione digitale e per comprenderne la portata sistemica, diviene indispensabile collocare l'analisi nel più ampio e pressante contesto dell'epoca geologica e socio-ecologica attuale: l'Antropocene. Questo concetto – proposto in origine dai chimici Paul Crutzen e Eugene Stoermer (2021) all'inizio del XXI secolo e successivamente sviluppato e dibattuto da numerosi scienziati (geologi, ecologi, climatologi), storici, sociologi e pensatori ambientalisti e filosofi – descrive l'era in cui l'attività umana è divenuta la principale forza geofisica in grado di alterare i sistemi terrestri su scala planetaria, superando l'influenza delle forze naturali e spingendo il pianeta verso nuovi stati di equilibrio o, più probabilmente, di squilibrio e instabilità, con un'accelerazione marcata a partire dalla metà del XX secolo.



L'Antropocene non è semplicemente un'epoca di grandi cambiamenti ambientali; è un periodo caratterizzato da profonde interazioni e squilibri tra le componenti del sistema Terra, spesso spinte oltre i punti di non ritorno. L'impronta umana è ormai misurabile nella stratigrafia geologica del pianeta, dalle scorie radioattive derivanti dai test nucleari ai residui plastici diffusi globalmente, dai cambiamenti nella composizione atmosferica (aumento della CO₂ e altri gas serra) alle alterazioni nella distribuzione delle specie vegetali e animali. In questo contesto, la riflessione sui «limiti planetari» (*planetary boundaries*) offre una lente critica indispensabile per analizzare le dinamiche tra società e ambiente. Si tratta di una cornice sviluppata da Johan Rockström e un consorzio internazionale di scienziati nel 2009, con l'obiettivo di delineare uno «spazio operativo sicuro» per l'umanità all'interno del quale è possibile mantenere la stabilità degli ecosistemi terrestri e garantire condizioni adatte alla sopravvivenza e al benessere delle società umane (Rockström et al. 2009). Questo approccio si fonda sull'idea che il sistema Terra sia caratterizzato da una serie di processi ambientali interconnessi e regolati da meccanismi di feedback complessi, che, se alterati oltre determinate soglie critiche, possono portare a cambiamenti bruschi, non lineari e potenzialmente irreversibili. Tali cambiamenti minacciano non solo la stabilità ecologica del pianeta, ma anche le basi materiali e sociali su cui poggiano le comunità umane. Il quadro dei limiti planetari identifica nove processi chiave che regolano la resilienza del sistema Terra (Steffen et al. 2015):

- Cambiamento climatico, misurato attraverso la concentrazione atmosferica di CO₂ e il riscaldamento globale.
- Perdita di biodiversità (o integrità della biosfera), valutata in termini di tasso di estinzione delle specie e integrità degli ecosistemi.
- Alterazione dei cicli biogeochimici, in particolare quelli dell'azoto e del fosforo, legati all'uso intensivo di fertilizzanti in agricoltura e ad altri processi industriali e agricoli.
- Acidificazione degli oceani, risultante dall'assorbimento di CO₂ da parte delle acque marine.
- Uso del suolo, con particolare attenzione alla deforestazione e alla conversione di ecosistemi naturali in terreni agricoli o urbanizzati.
- Deplezione dell'ozono stratosferico, che protegge la Terra dalle radiazioni ultraviolette nocive.
- Carico di aerosol atmosferici, che influisce sulla qualità dell'aria e sul clima.
- Introduzione di nuove entità (inquinamento chimico), legato all'introduzione di sostanze tossiche e persistenti nell'ambiente (plastica, metalli pesanti, inquinanti organici persistenti, ecc.).

- Ciclo globale dell'acqua dolce, con riferimento all'uso eccessivo, alla contaminazione e alle modifiche nella disponibilità delle risorse idriche continentali.

Secondo gli studi più recenti, diversi di questi limiti sono già stati superati o sono a grave rischio. Ad esempio, il cambiamento climatico e la perdita di biodiversità hanno raggiunto livelli critici, con implicazioni profonde per la stabilità degli ecosistemi e la sicurezza alimentare globale. Allo stesso modo, l'alterazione dei cicli dell'azoto e del fosforo ha portato a fenomeni come l'eutrofizzazione delle acque dolci e marine, con conseguenze devastanti per la biodiversità acquatica e i servizi ecosistemici (Richardson et al. 2023). Questi superamenti non solo minacciano la stabilità ecologica, ma hanno anche ripercussioni socioeconomiche, accentuando disuguaglianze e vulnerabilità, specialmente nelle comunità più marginalizzate e in quelle regioni del mondo più esposte agli effetti dei cambiamenti ambientali. Inoltre, il concetto di limiti planetari è stato integrato in iniziative globali come gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs) delle Nazioni Unite, fornendo una base scientifica per orientare le politiche ambientali e sociali verso la riduzione delle pressioni antropiche sul sistema Terra.

Vi è ormai un certo consenso sul fatto che l'alterazione profonda e accelerata dei ritmi e degli equilibri naturali non sia attribuibile genericamente all'azione umana, ma prenda avvio e si intensifichi con la rivoluzione industriale, trovando un'incredibile accelerazione a partire dal secondo dopoguerra. Per questo motivo, gli studiosi afferenti all'ecologia politica, tra cui il sociologo Jason W. Moore (2015), preferiscono utilizzare il termine «Capitalocene» anziché Antropocene, proprio a indicare come l'attuale crisi ecologica sia intrinsecamente legata non all'umanità in astratto, ma alle specifiche dinamiche storiche, economiche e di potere capitalistiche. L'ecologia politica fornisce una chiave interpretativa fondamentale per comprendere come le dinamiche estrattive nelle periferie globali siano funzionali alla concentrazione di risorse e servizi nelle aree urbane e nei centri di accumulazione capitalistica. Perciò, l'ecologia-mondo capitalocenica (Moore 2015) si basa su una relazione intrinsecamente predatoria e di appropriazione della natura e del lavoro nelle periferie globali, ma anche nei centri, per utilizzare una terminologia tipica del Sistema/ecologia-Mondo.

Questo approccio evidenzia la necessità di analizzare le disuguaglianze ecologiche (l'impatto sproporzionato del degrado ambientale su certe popolazioni o regioni più marginalizzate) come parte integrante e inseparabile delle disuguaglianze economiche e sociali. I dibattiti in seno all'ecologia politica, così, hanno messo in luce le interconnessioni profonde e spesso nascoste tra capitale, lavoro, natura e società, analizzando i processi attraverso i quali il

capitalismo trasforma territori, lavoro e risorse naturali in strumenti per l'accumulazione e la valorizzazione del capitale. Parimenti, pongono una critica serrata alle narrative modernizzatrici alla base di certi progetti di sviluppo, in particolare in aree del mondo più svantaggiate. Ciò è particolarmente chiaro negli studi di Maura Benegiamo (2025), la quale ha indagato il conflitto tra investimenti agroindustriali su larga scala e comunità locali, in particolare quelle pastorali Peul nel Delta del Senegal, evidenziando le dinamiche di marginalizzazione ed esclusione e gli impatti sull'ecosistema locale che tali progetti comportano. Nello specifico, Benegiamo esplora il fenomeno del *land grabbing* - cioè l'accaparramento di terre, tendenzialmente agricole e situate nel Sud globale, da parte di investitori esteri - in relazione stretta col concetto di estrattivismo, interpretando questa dinamica come una forma di accumulazione per espropriazione che perpetua logiche coloniali e marginalizza le comunità locali. In questo contesto, emergono conflitti socio-ecologici che, al di là di processi di sfruttamento e marginalizzazione, possono creare spazi di resistenza e contestazione da cui emergono nuove forme di soggettività e relazioni con il territorio (Benegiamo 2025).

In sintesi, il concetto di Capitalocene offre un potente strumento per decostruire l'idea di un'umanità astratta come responsabile del disastro ambientale. Esso evidenzia, al contrario, le responsabilità storicamente-ecologiche situate di un sistema economico specifico, il capitalismo, nella trasformazione distruttiva dei rapporti tra società e natura.

2.2 Definire la nocività: oltre la deindustrializzazione, verso il digitale

Per comprendere appieno la nocività digitale è utile attingere alle riflessioni sviluppate in altri contesti di trasformazione socio-economica. Il concetto di nocività qui utilizzato trae origine, e al contempo si differenzia, dalle riflessioni sulla deindustrializzazione e sulla nocività cumulativa che hanno caratterizzato il dibattito sugli impatti sociali e ambientali della transizione da economie industriali. Tecnicamente, la nocività indica la proprietà di ciò che causa un danno. Alcuni studi sociologici hanno ampliato il campo sia semantico che epistemologico di tale concetto. Ad esempio, Lorenzo Feltrin e colleghi (2022) hanno argomentato che nel secondo dopoguerra, e in particolare nella fase di consolidamento del regime di produzione fordista in Italia, questo termine è stato sostanziato anche a livello politico dal movimento operaio, ampliandone così la portata. Nocività è arrivata così a indicare i danni indotti dalla produzione non solo alla vita umana (incidenti sul lavoro, malattie professionali, inquinamento diretto sulle comunità operaie) ma anche a quella

non-umana (emissioni industriali, inquinamento dei corpi idrici, degrado ambientale).

Gli effetti della nocività sulla salute dei lavoratori, come evidenziato in contesti quali Porto Marghera, sono stati rilevanti e multidimensionali (Feltrin, Sacchetto 2021). L'esposizione prolungata di lavoratori e lavoratrici a sostanze tossiche ha causato un'ampia gamma di patologie gravi, tra cui il cancro ai polmoni dovuto all'inalazione di gas e polveri, la silicosi (malattia polmonare cronica da polveri di silice) e l'asbestosi (patologia polmonare da amianto). Il cloruro di vinile monomero (VCM), in particolare, è stato collegato a casi di angiosarcoma epatico, una forma rara e letale di cancro al fegato. Si sono registrate anche malattie epatiche e dermatologiche da contatto con agenti chimici corrosivi, e gravi intossicazioni come l'avvelenamento da mercurio vaporizzato nelle unità di cloro-alcali, con effetti neurotossici. Parallelamente, l'organizzazione capitalistica del lavoro, caratterizzata da ritmi intensi, ripetitività, controllo pervasivo e alienazione, ha generato un profondo stress psicologico, portando a un aumento dei disturbi mentali tra i lavoratori, quali depressione e ansia. A ciò si aggiunge la mancanza di misure di sicurezza adeguate, che ha provocato frequenti incidenti, spesso mortali, nei luoghi di lavoro, con esplosioni, fughe di gas tossici e l'uso di macchinari pericolosi senza protezioni adeguate che hanno causato numerosi decessi e gravi ferite (Feltrin, Sacchetto 2021).

Altri studi, come quello di Davide Marchi sul distretto conciario della Valle del Chiampo (nel vicentino, in Veneto), hanno sottolineato la distribuzione diseguale della nocività nei luoghi di lavoro, con una forte segregazione della forza lavoro immigrata nelle mansioni più insalubri e degradanti (Marchi 2025).

La nocività, così, non solo ha compromesso la salute individuale dei lavoratori, ma ha avuto anche un impatto negativo sulle comunità circostanti e sull'ambiente. Le emissioni di gas tossici e polveri hanno contaminato l'aria (si stimava che 10.000 kg di polveri per chilometro quadrato cadessero ogni mese su Mestre e Marghera), mentre gli scarichi industriali inquinavano il suolo e le falde acquifere, rendendo le aree circostanti inadatte alla vita e alla coltivazione. La produzione di materiali non biodegradabili, come il PVC, ha inoltre generato enormi quantità di rifiuti difficili da smaltire, destinati a persistere nell'ambiente per lungo tempo. Di conseguenza, le comunità vicine, come Mestre e Marghera, hanno registrato tassi di tumori tra i più alti in Italia, attribuiti all'inquinamento industriale, e un aumento di malattie respiratorie e patologie croniche tra la popolazione locale (Feltrin, Sacchetto 2021).

Un aspetto cruciale della nocività industriale, e una delle sue più insidiose manifestazioni, è stata la sua monetizzazione, cioè compensare i rischi per la salute e l'esposizione a condizioni nocive con indennità economiche aggiuntive, senza affrontare le cause

profonde del danno. Questo approccio ha perpetuato le condizioni nocive, trattando la salute e il benessere dei lavoratori come una merce negoziabile, una mera variabile nel calcolo del profitto, piuttosto che un diritto inalienabile. Le lotte dei lavoratori di Porto Marghera, e di altri contesti industriali, hanno cercato di denunciare e contrastare questa logica, proponendo soluzioni radicali come la riduzione del tempo di lavoro e la trasformazione qualitativa della produzione, orientata verso un sistema più sostenibile e basato sui bisogni collettivi, e non sul profitto a ogni costo (Feltrin, Sacchetto 2021).

Questa comprensione della nocività è stata estesa ed evoluta nel concetto di «deindustrializzazione nociva» (*noxious deindustrialization*), usato da Lorenzo Feltrin e Gabriela Julio Medel (2023) nel contesto dell'economia estrattivista del Cile, in particolare l'area industriale di Quintero-Puchuncaví. La deindustrializzazione nociva descrive una situazione paradossale ascrivibile al dilemma lavoro-ambiente, in cui una comunità subisce la perdita di posti di lavoro industriali dovuta a fattori come automazione, delocalizzazioni (*outsourcing*) e barriere di qualificazione senza perdere l'industria stessa, continuando a sopportare i gravi danni ambientali e sociali associati (Feltrin et al. 2022). Questo fenomeno è caratterizzato da una combinazione di declino dell'occupazione manifatturiera e accumulazione di nocività, che include inquinamento persistente, rischi per la salute, crescente precarietà lavorativa e indebolimento dei legami comunitari. Inoltre, è strettamente legato alla modalità di inserimento delle aree colpite nella divisione internazionale del lavoro e della nocività, riflettendo gerarchie globali basate su capacità tecnologiche, livelli salariali e degrado ambientale. Le comunità prossime alle aree industriali continuano a subire gli impatti negativi dell'inquinamento, mentre il contratto sociale che in passato bilanciava benefici economici e rischi ambientali si erode progressivamente.

Il concetto di deindustrializzazione nociva così aggiorna la visione del «dilemma lavoro-ambiente» (Räthzel, Uzzell 2011; Hyde, Vachon 2019), mostrando che la perdita di posti di lavoro e il degrado ambientale possono non solo coesistere, ma verificarsi simultaneamente e rafforzarsi a vicenda in contesti geografici, produttivi e socio-culturali molto differenti tra loro. Il dilemma lavoro-ambiente rappresenta una profonda contraddizione che emerge nel sistema capitalistico – in particolare nelle aree industriali e nelle zone di sacrificio (Juskus 2023) ubicate soprattutto nel Sud Globale, ma con situazioni sempre più rilevanti anche nel Nord Globale, come dimostra ad esempio il caso italiano dell'acciaieria Italsider/(ex)Ilva di Taranto (Barca, Leonardi 2018; Leonardi 2023) – dove la necessità di garantire occupazione si scontra con l'urgenza di tutelare la salute umana e l'integrità dell'ambiente

(Boyd, Orellana 2022). Questa contraddizione si manifesta in due aspetti principali. Il primo riguarda la dipendenza dal lavoro nocivo: le industrie, in particolare quelle estrattive e manifatturiere pesanti, costituiscono spesso l'unica o la principale fonte di occupazione in determinate aree. Offrono posti di lavoro e salari che, sebbene a volte relativamente alti per i dipendenti diretti, sono intrinsecamente legati a gravi impatti ambientali e sanitari. Questo pone lavoratori e lavoratrici in una posizione difficile, trovandosi a dover difendere queste fabbriche per preservare il proprio reddito e la propria sussistenza, accettando di fatto condizioni di lavoro nocive e rischi per la propria salute.

Il secondo aspetto è l'urgenza di proteggere salute e ambiente: queste stesse industrie sono responsabili di un massiccio inquinamento, che include emissioni tossiche nell'aria e contaminazione di suolo e acque, oltre a un aumento significativo di malattie come cancro e problemi respiratori tra i lavoratori e le comunità circostanti. Per questo motivo, le comunità locali e gli attivisti ambientalisti denunciano questi danni e chiedono interventi radicali, che possono includere la chiusura delle unità più pericolose o una profonda trasformazione della produzione (Feltrin, Sacchetto 2021; Feltrin et al. 2022; Feltrin, Julio Medel 2023). Il dilemma emerge proprio dal fatto che il sistema presenta questa situazione come una scelta binaria: o si ha lavoro, accettandone la nocività, o si tutela l'ambiente, con il rischio di perdere i posti di lavoro. Tuttavia, si tratta di una falsa dicotomia imposta dalle logiche capitalistiche.

La nocività digitale, sebbene si manifesti con forme e dinamiche specifiche legate alla sua natura tecnologica e al contesto del capitalismo contemporaneo, eredita e riproduce le dinamiche pocanzi delineate. Essa non si limita ai danni diretti e visibili, ma include anche gli impatti sistematici e spesso nascosti sulla salute di lavoratori e lavoratrici, sulla coesione sociale (attraverso la precarizzazione e l'alienazione), sull'ambiente naturale nel suo complesso lungo le catene del valore. La nocività digitale, quindi, è la manifestazione di come le logiche di produzione e consumo dell'era digitale, guidate dal profitto e dalla crescita illimitata, generino danni multidimensionali e cumulativi, esternalizzando costi e rischi. Questo avviene in un quadro culturale e simbolico che struttura la percezione della realtà fondato sull'idea di un mondo interamente accessibile, controllabile, disponibile e senza attriti, cioè l'immaginario del «mondo a domicilio» (Borghi 2021). L'accessibilità totale e controllabile da casa è resa possibile dalla sincronizzazione di infrastrutture materiali e dell'esperienza, nascondendo però le profonde contraddizioni socio-ecologiche generate dall'estrazione incessante di valore (dati personali, sfruttamento lavorativo, impatto ambientale). La connettività diventa così il codice unificante di questa realtà distorta, che radicalizza la «contraddizione socio-riproduttiva», come definita

da Nancy Fraser (2017), estendendola alla crisi della riproduzione della vita stessa, sia umana che non umana, in un contesto di crescita infinita insostenibile (Borghi 2021). Tali logiche sono quelle che guidano la «società dell'esternalizzazione» (Lessenich 2019; 2023), per cui le società occidentali prosperano grazie alla sistematica esternalizzazione dei costi sociali, economici ed ecologici verso altre regioni del mondo o verso gruppi sociali marginalizzati. Questo processo non è un effetto collaterale del sistema, ma una sua caratteristica intrinseca, che permette ai Paesi ricchi di mantenere il proprio benessere a spese degli altri, creando una forma di «cecidà strutturale» nelle società occidentali, che tendono a ignorare o minimizzare le conseguenze delle loro azioni altrove (Lessenich 2019).

In questo contesto, il concetto di nocività digitale dialoga con quello di «modo di vita imperiale» (*imperial mode of living* - IML) sviluppato da Ulrich Brand e Markus Wissen (2021), con i quali si indicano le pratiche produttive e i modelli di consumo predominanti nella vita quotidiana nei paesi del Nord Globale. Sono tre i pilastri fondamentali del modo di vita imperiale: l'appropriazione illimitata delle risorse, la dipendenza da manodopera a basso costo e la trasparenza ridotta delle condizioni di produzione per i consumatori finali. Questi aspetti si riflettono, ad esempio, nell'estrazione industriale, dove tecnologie come la robotizzazione e i sistemi di geolocalizzazione non solo aumentano l'efficienza produttiva, ma consolidano anche un controllo centralizzato da parte delle aziende transnazionali. Arboleda (2020) osserva come questa concentrazione di potere economico e tecnologico approfondisca le disuguaglianze sociali e ambientali, trasformando i territori estrattivi in nodi strategici di un sistema globale di accumulazione che riproduce le logiche coloniali. Ma ciò vale, come vedremo nel capitolo 5 e nel capitolo 6, anche per la produzione di semiconduttori e dell'elettronica di consumo in nodi chiave come Taiwan e la Cina. Un aspetto particolarmente critico dell'IML concerne la capacità di mascherare i costi sociali ed ecologici della produzione dietro una narrativa di progresso e modernizzazione. Questo permette di perpetuare le pratiche estrattive sia industriali che artigianali senza affrontare le conseguenze sistemiche. Tuttavia, come suggerito dagli stessi autori, superare queste contraddizioni richiede un approccio trasformativo che ponga al centro la giustizia sociale e ambientale, ridefinendo i rapporti di produzione e consumo su scala globale.

Dunque, il concetto di nocività digitale intende esprimere proprio la frattura dell'equilibrio tra quelle che abbiamo definito *fisirosfere* e *antroposfere* (le quali, come vedremo nel prossimo paragrafo, indicano rispettivamente l'insieme integrato di tutti gli elementi naturali del pianeta Terra e l'insieme delle attività umane e delle loro influenze sul pianeta), il superamento dei limiti planetari e

l'alterazione del ricambio organico tra attività umane e Natura nel quadro del capitalismo digitale. Così, diventa centrale l'idea che la Natura, il sistema Terra, non siano composti da materia meramente inerte; al contrario, le risorse naturali non sono semplici oggetti preesistenti, pronti all'uso e a buon mercato, bensì il risultato complesso di processi di riproduzione sociale e ambientale che ne determinano il valore, l'accesso e la disponibilità (Barca 2020).

2.3 Disvelare la materialità: *fisirosfere, antroposfere e la frattura metabolica del digitale*

Per comprendere l'impatto del digitale è utile osservare le relazioni tra le sfere che compongono il sistema Terra. Esse si possono dividere in sfere naturali, o *fisirosfere*, e sfere antropiche, o *antroposfere*.¹ La *fisirosfera* (dal greco *physis*, natura), abbraccia sia le componenti biotiche (viventi) che abiotiche (non viventi) e include il ciclo del carbonio, vale a dire il processo attraverso il quale il carbonio – cioè la molecola alla base della vita per come la conosciamo – viene interscambiato tra le quattro sfere che regolano il funzionamento terrestre: atmosfera, biosfera, litosfera (o geosfera), idrosfera. I cambiamenti climatici che si sono susseguiti nel corso delle epoche sono interrelati a tale ciclo.

Ad un certo punto della storia planetaria e umana, l'alterazione del ciclo del carbonio ha smesso di dipendere solamente da cause naturali. Le attività produttive umane e capitalistiche hanno iniziato a incidere in maniera sempre più rapida, profonda e consistente, causando un disequilibrio rilevante del sistema Terra. Tra gli esiti più evidenti e drammatici di questa alterazione troviamo, ad esempio, il surriscaldamento climatico, l'acidificazione degli oceani e la scomparsa di numerose specie viventi. Entra così in gioco l'*antroposfera* (dal greco *anthropos*, uomo) e le sue specifiche componenti o sfere di attività: la *tecnosfera* (infrastrutture tecnologiche e industriali), l'*infosfera* (sistemi di informazione e comunicazione), l'*agrosfera* (attività agricole), la *noosfera* (de Chardin 2011) (cioè la sfera del pensiero umano e la sua azione sul pianeta), l'*ergosfera* (Renn 2020) e, in generale, tutti gli ambiti in cui l'azione umana interagisce con l'ambiente naturale. Secondo Renn, il concetto di *ergosfera* è cruciale perché,

1 Questa distinzione non vuole riproporre l'ormai criticata dicotomia Natura-cultura/società, ma segue piuttosto le recenti prospettive dell'ecologia politica, degli *environmental labour studies* e della filosofia che hanno dimostrato l'artificiosità di tale separazione analitica ed epistemologica. La divisione qui operata ha un mero compito descrittivo, il cui tentativo è quello di agevolare la lettura della complessità.

While the technosphere concept stresses that most humans lack the potential to influence the behavior of large technological systems, the ergosphere concept makes this possibility dependent on the existence of appropriate social and political structures and knowledge systems, and also on the individual perspectives of human actors. (Renn 2020, 383)

L'antroposfera e la fisiosfera non sono entità indipendenti e separate, ma formano un rapporto dialettico, complesso e di mutua interazione nel quadro del sistema Terra, in cui le dinamiche tra sistemi naturali e antropici si influenzano e co-evolvono. Questa interazione è fondamentale per comprendere e affrontare le sfide ambientali globali contemporanee, offrendo un quadro integrato per l'analisi interdisciplinare delle interazioni tra l'umanità e l'ambiente naturale. Ad esempio, la tecnosfera, intesa come l'insieme delle infrastrutture tecniche per l'estrazione, la trasformazione e distribuzione di energia, materiali e beni, irrompe nei tempi dei cicli naturali, alterando negativamente i processi biofisici fondamentali come il ciclo del carbonio. L'insieme delle tecnologie dell'informazione che compongono l'infosfera intervengono in questa dinamica non solo per la sorveglianza dei lavoratori e per il controllo del processo produttivo, ma anche come metrica - e, quindi, misurazione, valutazione e standardizzazione - dell'organizzazione del lavoro e della produttività sociale in generale (Pasquinelli 2023). Queste agiscono come macchine di mediazione tra capitale e lavoratori di

intelligence, knowledge, the know-how of the production process. This kind of intelligence belongs to both manual and mental work, to explicit and tacit knowledge; it is the know-how that also emerges from the unconscious movements and 'micro-decisions' that workers continuously make during the production process. (Pasquinelli 2022, 21)

La sociologia si rivela una disciplina utile per comprendere le conseguenze socio-ecologiche delle tecnologie digitali nel gioco di sfere appena descritto. Essa, infatti, è stata foriera di concetti come quello di «frattura metabolica», sviluppato da John Bellamy Foster (1999; 2022) a partire dalle intuizioni di Marx ed Engels. Questo concetto indica l'alterazione, la rottura o la discontinuità delle interazioni metaboliche tra società e natura, che nel capitalismo porta all'esaurimento delle risorse e al degrado ambientale, impedendo il necessario «ricambio organico» tra attività umane e processi naturali.

Secondo il sociologo dell'ambiente Dario Padovan (2018), le crisi economica ed ecologica globali sono profondamente interconnesse, originate principalmente dalla crescente scarsità di energia e

materie prime, un fattore che incide negativamente sul tasso di profitto globale del capitale. Egli evidenzia come la diminuzione della «fertilità naturale del capitale» - un concetto marxiano che descrive la capacità del capitale di assorbire lavoro vivo - sia una causa diretta della riduzione dei profitti. L'autore propone una nuova prospettiva sulle relazioni tra energia, lavoro e valore, suggerendo che un maggiore impiego di energia a fronte di una minore quantità di lavoro vivo stia portando a una crisi nella dialettica tra capitalismo e natura. Questa carenza di risorse materiali, che fungono da 'assorbiti' di lavoro vivo, ha conseguenze significative sulla generazione di valore e profitto, influenzando negativamente la valorizzazione del lavoro. La scarsità di risorse materiali, infatti, incide direttamente sulla capacità del capitale di valorizzare il lavoro, un processo fondamentale per la sua riproduzione. In tal senso, le risorse materiali, come energia e materie prime, sono concepite come lavoro morto che assorbe il lavoro vivo.

Padovan (2018) interpreta il concetto marxiano di lavoro astratto anche da un punto di vista energetico, vedendolo non solo come un'organizzazione socio-storica, ma anche come uno strumento trans-storico per la gestione dello scambio metabolico tra società e natura, capace di generare e conservare valore nelle condizioni capitaliste di produzione e scambio. L'energia, per Padovan, è cruciale per il funzionamento delle società capitaliste, influenzando la produzione, la distribuzione e il consumo. La sua crescente scarsità, insieme a quella delle materie prime, minaccia la sostenibilità del sistema, alimentando la crisi ecologica e il calo del tasso di profitto. Lavoro ed energia sono concetti intrinsecamente interconnessi: il lavoro, definito da Marx come l'espressione dell'energia umana applicata alla produzione, trasforma energia e materia in valore, e la produttività del lavoro è direttamente correlata al consumo energetico. L'energia è la capacità di indurre cambiamenti e trasformare sistemi, e la sua interazione con il lavoro, mediata da relazioni sociali e infrastrutture tecniche, determina come le risorse naturali vengono utilizzate e valorizzate. Questo legame materiale tra società e natura è un aspetto centrale per comprendere la crisi della 'fertilità naturale del capitale' e la sua incapacità di assorbire sufficiente lavoro vivo a causa della diminuzione delle risorse fossili e materiali, spingendo verso la ricerca di manodopera a basso costo.

Questa cornice, insieme al concetto di Moore (2015) di Capitalocene, permette di inquadrare le tecnologie digitali come perpetuatri di modelli storici di estrattivismo e iper-sfruttamento nell'ambito dei rapporti socio-ecologici dell'ecologia-mondo capitalista. Nell'era digitale, questa frattura si manifesta nell'estrazione di minerali per i dispositivi digitali, nelle enormi richieste energetiche e idriche dei data center e per la produzione di chip, nelle forme di lavoro iper-sfruttato e forzato lungo le catene produttive e nel flusso

globale di rifiuti elettronici, principalmente verso le regioni più marginalizzate. Questi processi esternalizzano sistematicamente i danni socio-ecologici (che comprendono dunque lo sfruttamento delle risorse umane e naturali), invisibilizzandoli.

2.4 La matrice M-E-L-G della nocività digitale: uno strumento analitico

Il digitale, nella sua complessità e pervasività contemporanea, non può essere compreso attraverso l'esame isolato delle sue singole parti o dimensioni, dei suoi effetti sull'utente finale o dei suoi impatti parziali su specifici settori. È necessario uno strumento concettuale, euristico, capace di disvelare le interconnessioni profonde, le dinamiche di retroazione e gli intrecci tra le sue diverse manifestazioni materiali, energetiche, lavorative e di governo. Questo strumento, centrale nell'impianto analitico del presente studio, è la matrice M-E-L-G della nocività digitale.



Figura 1 Diagramma della nocività digitale.
Fonte: elaborazione dell'Autore

La matrice M-E-L-G non si configura come un mero elenco di problematiche associate al digitale, bensì come un modello euristico dinamico, concepito per visualizzare e analizzare la rete complessa, dinamica e interdipendente di relazioni tra dimensioni fondamentali del metabolismo socio-tecnico che definisce l'era digitale nel contesto del capitalismo e dell'Antropocene (Moore 2015; Foster 2022). Questo metabolismo, inteso come l'insieme dei processi che regolano il flusso bidirezionale di materia, energia, lavoro e informazione tra il sistema digitale (in quanto componente sempre più dominante dell'*antroposfera*) e l'ambiente biofisico (le *fisirosfere*), è plasmato e diretto da specifiche logiche di potere e di governo. La matrice è composta da quattro dimensioni interconnesse, ciascuna delle quali contribuisce in modo significativo alla generazione e perpetuazione della nocività digitale: materia, energia, lavoro e governo.

La 'materia' si riferisce all'insieme delle risorse fisiche, minerali, metalliche e fossili, la cui estrazione, lavorazione, trasporto, utilizzo e gestione a fine vita sono indispensabili per l'esistenza, la produzione, il funzionamento e la dismissione dell'hardware, del software e delle infrastrutture digitali. Contrariamente all'illusione di immaterialità del *cloud* o del virtuale, ogni dispositivo (smartphone, laptop, tablet, smart TV, sistemi di IA), ogni server nei data center, ogni chilometro di cavo di rete (in fibra ottica, sottomarino, cavi di rame per le reti tradizionali) ha una base materiale tangibile, massiccia ed estremamente complessa (Crawford 2021; Sissa 2024; Monserrate 2022). Questa base - al pari del primo capitalismo industriale e delle sue evoluzioni storiche - richiede l'estrazione di un'ampia e crescente gamma di minerali, in quantità che aumentano proporzionalmente alla diffusione e all'intensificazione dell'uso del digitale. Si va dalle terre rare come il lantano per le batterie, il neodimio e il disproprio per i magneti di hard disk e altoparlanti, essenziali per i display, i magneti e i componenti elettronici miniaturizzati, al litio, cobalto e nichel indispensabili per le batterie ricaricabili agli ioni di litio che alimentano la mobilità digitale, i veicoli elettrici e l'immagazzinamento di elettricità da fonti rinnovabili, al rame per l'eccellente conduttività elettrica nei cavi e nei circuiti stampati, all'oro, argento e platino utilizzati per le connessioni ad alta affidabilità nei componenti elettronici, fino ai derivati del petrolio impiegati per la plastica degli involucri e come fonte primaria di energia per l'intera filiera produttiva (Pitron 2023; Smil 2021). L'estrazione di queste materie prime è un processo ad alta intensità di risorse (acqua, energia, uso del suolo) e con impatti ambientali significativi, spesso localmente devastanti e globalmente rilevanti, frequentemente concentrato in specifiche regioni del globo caratterizzate da fragilità ecologica, elevata biodiversità e/o debolezza istituzionale e tensioni socio-politiche.

L'energia' concerne l'ingente, in costante crescita e sempre più problematico consumo energetico richiesto dall'infrastrutturazione

digitale nella sua interezza. Questo consumo si estende ben oltre l'energia utilizzata per caricare i nostri dispositivi personali o alimentare le reti domestiche. Include l'energia necessaria per l'estrazione e la lavorazione delle materie prime (processi spesso altamente energivori e termici che richiedono temperature estreme), per la produzione e l'assemblaggio dell'hardware in fabbriche ad alta intensità energetica (come le sofisticate, dispendiose e idrovore fonderie di semiconduttori, gli impianti di produzione di display e circuiti stampati, e gli impianti di assemblaggio), fino all'alimentazione continua e massiccia di data center e reti di telecomunicazione (IEA 2023; Malmodin et al. 2024; Gelenbe 2023). I data center costituiscono un polo di consumo in rapida espansione, trainato da IA, big data, cloud e streaming (IEA 2025); una quota rilevante dell'energia è assorbita dai sistemi di raffreddamento necessari a dissipare il calore generato dalle apparecchiature ad alta densità operativa.

L'impronta energetica del digitale è quindi significativa e in costante aumento, e la sua dipendenza storica e attuale dai combustibili fossili (carbone, gas naturale, petrolio) contribuisce in modo sostanziale e diretto alle emissioni di gas serra. Anche la transizione verso fonti energetiche rinnovabili per alimentare il settore digitale, pur essendo una direzione necessaria e positiva, presenta sfide complesse legate all'impatto ambientale della produzione delle infrastrutture energetiche stesse (uso del suolo per impianti fotovoltaici ed eolici, estrazione di materiali critici per pannelli solari, turbine eoliche e batterie di storage) e, soprattutto, alla gestione della domanda energetica intrinsecamente crescente del settore digitale, che rischia di superare i guadagni di efficienza energetica dei singoli componenti e delle infrastrutture, vanificando o rallentando significativamente gli sforzi complessivi di decarbonizzazione globale (Lange, Santarius 2020).

Il 'lavoro' si focalizza sul lavoro umano - spesso invisibile, precario, mal retribuito, ipersfruttato, pericoloso, alienante e sistematicamente svalutato - che rende possibile l'esistenza, il funzionamento, la manutenzione e l'evoluzione dei sistemi digitali in ogni loro aspetto. La narrazione dominante del digitale spesso enfatizza l'automazione avanzata, l'intelligenza artificiale, l'innovazione algoritmica e l'efficienza tecnologica come motori primari del progresso, occultando o minimizzando il ruolo cruciale e spesso non riconosciuto del lavoro umano lungo l'intera catena del valore digitale (Casilli 2025; Pasquinelli 2022). Questo include il lavoro manuale e spesso pericoloso nelle miniere per l'estrazione delle materie prime (spesso svolto in condizioni di sfruttamento estremo, senza sicurezza adeguata, con impiego diffuso di lavoro minorile e in contesti di conflitto), il lavoro ripetitivo, estenuante e alienante nelle fabbriche per la produzione e l'assemblaggio dell'hardware (Fuchs 2014; Andrijasevic, Sacchetto 2017; Pun

et al. 2015;), i lavoratori ‘spossessati’ della loro conoscenza nella logistica digitale di Amazon (Delfanti 2021), il lavoro dei moderatori di contenuti online e degli addestratori di algoritmi di intelligenza artificiale, spesso esternalizzato in paesi con basso costo del lavoro, mal pagato, svolto in condizioni psicologicamente gravose e logoranti a causa dell’esposizione continua e non filtrata a contenuti violenti, offensivi, discriminatori o traumatici, e privo delle tutele basilari proprie del lavoro standard (Casilli et al. 2025); il lavoro nella *gig economy*, caratterizzato da precarietà estrema, controllo algoritmico pervasivo che determina compiti, tempi e retribuzioni, retribuzioni variabili e spesso insufficienti a garantire un reddito dignitoso, e mancanza quasi totale di tutele proprie del lavoro dipendente, come ferie pagate, indennità di malattia, assicurazione contro gli infortuni, contributi pensionistici, diritto di associazione (Antunes 2023; Marrone 2021; Peterlongo 2023; Woodcock, Graham 2019). Questo lavoro è la linfa vitale nascosta che alimenta l’intero sistema digitale.

Infine, la dimensione del ‘governo’ del digitale, qui concettualizzata come «digitarchia» (Pirina 2022), non si limita alla tradizionale governance statale o alle regolamentazioni pubbliche. Essa rappresenta piuttosto la forma di governo, il principio organizzativo e il sistema di potere che regola, organizza, dirige, orienta e legittima l’interazione tra le altre dimensioni fondamentali della matrice. Non si tratta solo del potere economico e politico concentrato nelle mani di poche, gigantesche corporazioni tecnologiche globali (le Big Tech, GAFAM, ecc.), sebbene esse ne siano le principali incarnazioni, attori e beneficiarie. Si tratta piuttosto delle logiche fondamentali che guidano lo sviluppo, la diffusione, l’implementazione e l’utilizzo pervasivo del digitale: la ricerca incessante e prioritaria del profitto, la crescita esponenziale, illimitata e spesso autoreferenziale come imperativo categorico e auto-rinforzante, l’accumulazione e il controllo dei dati – la nuova risorsa strategica primaria – come fondamento del capitalismo della sorveglianza, e il consolidamento del controllo sulle infrastrutture digitali e sui mercati per mantenere e rafforzare posizioni dominanti e quasi-monopolistiche (Srnicek 2016; Zuboff 2019; Alimahomed-Wilson, Reese 2020). È la digitarchia, attraverso le decisioni strategiche prese negli uffici direzionali delle aziende dominanti, i modelli organizzativi adottati, la sua capacità di influenzare profondamente le normative nazionali e internazionali (o di operare in vuoti normativi strategici creati *ad hoc*) e l’allocazione preferenziale delle risorse (materiali, energetiche, umane, finanziarie), che struttura il modo in cui materia, energia, lavoro interagiscono nel capitalismo digitale e, in ultima analisi, genera e perpetua la sua nocività sistematica. La digitarchia è, in questa prospettiva, parte integrante e motrice della nocività digitale, poiché i costi sociali ed ecologici (sfruttamento del lavoro, inquinamento, esaurimento delle risorse, disuguaglianze crescenti) vengono sistematicamente

esternalizzati sulla collettività, sull'ambiente e sulle popolazioni più vulnerabili del pianeta, mentre i profitti derivanti dallo sfruttamento delle altre dimensioni vengono massimizzati, privatizzati e concentrati nelle mani di pochi attori dominanti.

Il mutuo rapporto tra le dimensioni della matrice restituisce la più ampia contraddizione socio-ecologica e il nesso lavoro-ecologia, considerando quindi l'iper-sfruttamento de lavoro e l'impatto ecologico complessivo, multidimensionale e di lungo termine del digitale sull'ecosistema terrestre e sui suoi processi biofisici, andando ben oltre la semplice misurazione dell'impronta di carbonio. Utilizzare la matrice della nocività digitale come strumento analitico permette quindi di superare le visioni parziali, dicotomiche e riduzioniste (es. concentrarsi solo sulla dipendenza da smartphone, sul consumo energetico finale dei data center) e di comprendere il digitale come un sistema complesso e integrato le cui manifestazioni di nocività sono intrinsecamente legate alla sua struttura materiale, energetica, lavorativa e alle logiche di governo (la digitarchia) che lo definiscono e lo orientano. Tanto più che la nocività digitale è intrinsecamente legata al modello economico dominante di produzione e consumo dei prodotti digitali, un modello lineare e basato sull'usa e getta, con cicli di vita sempre più brevi a causa dell'obsolescenza programmata e simbolica, un modello insostenibile che culmina nella problematica e crescente gestione dei rifiuti elettronici (*e-waste*). Questi ultimi rappresentano un flusso globale e in costante crescita di materiali complessi, spesso contenenti sostanze tossiche e pericolose, che, se non gestiti correttamente con processi di riciclo efficienti, etici e sicuri, rappresentano al contempo uno spreco enorme di risorse preziose incorporate e una grave minaccia ambientale e sanitaria per le popolazioni e gli ecosistemi, in particolare nei contesti di smaltimento e riciclo informale, spesso situati nel Sud globale (Gabrys 2011; ITU, UNITAR 2024).

2.5 Il nesso inestricabile lavoro-ecologia nel capitalismo digitale

Come accennato, un assunto centrale del libro è il seguente: il dominio delle grandi *corporations* del capitalismo digitale, sia Occidentali che asiatiche, si traduce in un dominio, diretto e indiretto, sul lavoro e sulla natura. Lungi dall'essere un ambito aprioristicamente 'verde' o 'immateriale', la transizione digitale, ad oggi, è sostenuta da una «propagazione digitale» (Pirina 2022) marcata indelebilmente da una rilevante quota di degradazione del lavoro, quindi anche delle condizioni psicofisiche e sociali della classe «che-vive-del-lavoro» (Antunes 2018) e della natura.

Questo diventa evidente nel momento in cui si considera il digitale non come un fenomeno meramente tecnologico, ma come un'industria globale organizzata su scala planetaria – appunto, come capitalismo digitale – in cui persistono e si rafforzano una pluralità di modi di produzione e di sfruttamento organizzati sulla base di una ‘divisione internazionale del lavoro digitale’, cioè l’insieme delle forme che assumono le forze produttive, lo sfruttamento e i modi di produzione articolazioni nel capitalismo digitale (Fuchs 2014; Fisher, Fuchs 2015). Come nel caso della deindustrializzazione, anche per la digitalizzazione e per l’industria elettronica che ne costituisce la spina dorsale manifatturiero-industriale, è necessario parlare di nocività. È ormai noto da diversi decenni che l’industria elettronica, la quale produce una serie di dispositivi che oggi fanno parte della quotidianità di miliardi di persone e che permettono di fruire di sempre più servizi digitali, è una delle più nocive a livello globale per quanto riguarda sia le condizioni di lavoro che l’impatto sull’ambiente naturale (Pellow, Park 2002; Williams, Ayres, Heller 2002; Smith, Sonnenfeld, Pellow 2006; Chiu 2011).

Il nesso lavoro-ecologia si concentra precisamente sull’interazione intrinseca tra iper-sfruttamento del lavoro e danno ambientale lungo le catene di produzione e del valore delle tecnologie digitali. Queste ultime sono costellate da un lavoro digitale definibile come ‘fossilizzante’, un termine che richiama quello di «lavoro fossile» di Patrick Whitmarsh (2023) – studioso di *environmental humanities* – col quale definisce un doppio senso di sfruttamento, prima coloniale e poi ambientale, il cui punto di incontro sono le risorse fossili. Il passaggio dall’aggettivo ‘fossile’ al partecipio presente ‘fossilizzante’ permette una più chiara lettura della simultaneità e del divenire dei processi in atto. L’espressione lavoro digitale fossilizzante assume così una valenza potente ed evocativa: esso descrive il lavoro lungo le catene di approvvigionamento globali che sostengono il mondo digitale nel quadro dei sistemi «petroculturali» (Wilson et al. 2017), i quali continuano a dipendere strutturalmente dall’energia fossile, anche quando le fonti energetiche sembrano rinnovabili, a causa delle logiche estrattive e di sfruttamento insite nel sistema (Malm 2016; Raman 2013).

Il lavoro digitale fossilizzante si manifesta in molteplici forme: l’estrazione di minerali, come cobalto e coltan nella RDC, che coinvolge lavoratori (spesso inclusi bambini) che operano in condizioni pericolose e sotto coercizione armata per paghe misere (sebbene, come vedremo, migliori rispetto a quelle derivanti dal lavoro agricolo e di sussistenza), terre rare in Cina e litio tra Cile, Bolivia e Argentina, con impatti devastanti sugli ecosistemi locali. Questi minerali sono essenziali per la produzione di componenti come condensatori, GPS, schermi di smartphone e laptop, oltre che per magneti e batterie sia dell’elettronica di consumo che di automobili elettriche. Inoltre, i

lavoratori delle fabbriche nei paesi del Sud-Est asiatico assemblano questi dispositivi rispettando rigide scadenze di produzione e per una paga minima, sottoposti a condizioni estremamente stressanti con orari di lavoro eccessivi, sorveglianza costante e insufficienti garanzie sanitarie e di sicurezza (Chan 2013; Chan et al. 2022).

Il nesso lavoro-ecologia sottolinea inoltre l'interconnessione strutturale tra degrado ambientale e disuguaglianza socio-economica, riecheggiando dinamiche di razzismo ambientale, colonialismo digitale e tecno-colonialismo (Kwet 2019; Madianou 2019; Hughes 2024). L'estrazione delle risorse nel Sud globale devasta gli ecosistemi, sposta le comunità, alimenta conflitti e genera inquinamento, mentre il lavoro a basso salario nei centri manifatturieri e nelle economie delle piattaforme esacerba la precarietà e le disuguaglianze sociali. Le foreste disboscate per l'estrazione rilasciano carbonio immagazzinato, contribuendo alle emissioni globali di gas serra, mentre il commercio globale di minerali si basa su una logistica ad alta intensità energetica, dal trasporto via nave o aereo alla raffinazione industriale. Basandosi su manodopera a basso costo ed esternalizzando i costi ambientali, questi sistemi creano ciò che Malm (2016) descrive come una 'soluzione spazio-temporale' (*spatio-temporal fix*) per il capitalismo, estendendo la sua praticabilità spingendo i costi ecologici e sociali su comunità marginalizzate e generazioni future. Quanto scritto pocanzi si lega strettamente alla critica della dematerializzazione e alla comprensione del digitale non solo come infrastruttura materiale o strumento di sfruttamento lavorativo ed ecologico, ma anche come sistema di metrica. Il capitalismo digitale, inteso anche come metrica, è composto da una molteplicità di dispositivi, strumenti e piattaforme atti a misurare, quantificare e creare modelli e standard non solo relativamente al tempo e al processo lavorativo e produttivo (come nel taylorismo digitale o nel controllo algoritmico dei fattorini), ma anche alla riproduzione sociale, alle interazioni umane e, più in generale, alla vita quotidiana. Questa capacità di misurazione e standardizzazione si fonda sull'estrazione massiccia di dati, che a sua volta richiede l'infrastruttura materiale ed energetica descritta dalla matrice della nocività digitale. L'infosfera, così, non agisce solo per il controllo ma anche per la valorizzazione del *know-how* dei lavoratori, trasformandolo in dati capitalizzabili (Pasquinelli 2022). Inoltre, come ha posto in evidenza il campo di studi su lavoro e ambiente (*Environmental Labour Studies*) e gli studi critici sui media (*Critical Media Studies*), la preoccupazione per l'estensione del colonialismo tramite un insieme di pratiche tecnico-discorsive che quantificano, governano e mettono a valore gli elementi naturali mediante sensori, modelli e metriche evidenzia come l'estrazione digitale non si limiti più a dati o corpi umani, ma inglobi gli stessi elementi naturali – vento, suolo, calore – trasformandoli in asset economici e informazionali mediante reti di sensori, modelli predittivi e infrastrutture di

cloud computing (Bresnihan, Brodie 2023; Parikka 2015). In questo scenario, il colonialismo digitale riconfigura territori e popolazioni in nodi di valore data-centrico, ricalcando gerarchie coloniali esistenti: le torbiere irlandesi diventano «batterie» di carbonio per centri dati, l’oceano Pacifico un dissipatore termico per il cloud, mentre metriche di sostenibilità aziendale legittimano appropriazioni di terra e risorse che marginalizzano comunità indigene (Couldry, Mejias 2019).

L’espressione «i bit sono atomi» (Marrone, Pirina, Peterlongo 2021) assume così una duplice e potente valenza, la quale supporta in modo cruciale la critica alla totale dematerializzazione che deriverebbe, secondo certe visioni, dalle tecnologie digitali, mantenendo il *file rouge* dato dal nesso lavoro-ecologia. La prima valenza ha a che fare direttamente con la natura: «i bit sono atomi» esprime l’ineludibile necessità della trasformazione profonda e su larga scala della natura affinché i bit, sineddoche della società digitale nella sua forma attuale, possa esistere. Il secondo aspetto, altrettanto cruciale, è dato dalle modalità e dai mezzi attraverso i quali tale trasformazione della natura può avvenire e si realizza, nel quadro specifico del modo di produzione capitalistico, dove lo sfruttamento del lavoro e della natura riveste una primaria e strutturale importanza.

Tabella 1 Descrizione sintetica di materie prime critiche e materie prime strategiche (UE). Fonte: elaborazione dell’Autore a partire dal Regolamento (UE) 2024/1252; Commissione europea, Critical Raw Materials Act: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401252.

Tipologia materia prima	Descrizione
Materia prima critica (<i>Critical Raw Materials – CRMs</i>)	Materie prime non energetiche e non agricole con elevata importanza economica per l’UE e alto rischio di approvvigionamento. L’elenco è aggiornato periodicamente e oggi comprende 34 voci.
Materia prima strategica (<i>Strategic Raw Materials – SRMs</i>)	Sottoinsieme delle CRMs, ritenute cruciali per tecnologie strategiche della transizione verde e digitale, difesa e spazio. Attualmente sono 17.

Si pensi, ad esempio, all’impatto delle attività minerarie, siano esse ad alto tasso tecnologico o meno, si riflette anche sulle comunità locali. Ad esempio, l’estrazione di quelle che sono definite come materie prime ‘critiche’ e materie prime ‘strategiche’ comporta impatti ambientali e sociali complessi, che possono avere conseguenze negative dal punto di vista sociale e ambientale, quali la desertificazione di vaste aree, l’inquinamento di aria, acqua e suolo e l’esaurimento di risorse idriche da cui dipendono le comunità locali in prossimità delle aree estrattive (Crawford 2021; Kaunda 2020). Un

caso emblematico è il litio, entrato negli ultimi anni nella lista delle materie prime sia ‘critiche’ che ‘strategiche’ dell’Unione Europea per la sua applicazione in ambiti chiave come le tecnologie ‘verdi’ abilitanti la transizione energetica.

Tabella 2 Elenco materie prime strategiche. Fonte: European Commission 2023.

Materia Prima Strategica	Note/Specifiche
Bauxite/Allumina/Alluminio	-
Bismuto	-
Boro	Grado metallurgico
Cobalto	-
Rame	-
Gallio	-
Germanio	-
Litio	Grado batteria
Magnesio metallico	-
Manganese	Grado batteria
Grafite	Grado batteria
Nichel	Grado batteria
Metalli del gruppo del platino	(PGM)
Elementi delle terre rare per magneti permanenti	(Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, e Ce)
Silicio metallico	-
Titanio metallico	-
Tungsteno	-

Tabella 3 Elenco materie prime critiche. Fonte: European Commission 2023.

Materia Prima Critica	Note/Specifiche
Antimonio	-
Arsenico	-
Bauxite/Allumina/Alluminio	-
Barite	-
Berillio	-
Bismuto	-
Boro	-
Cobalto	-
Carbon Coke	-
Rame	-
Feldspato	-
Fluorite	-
Gallio	-
Germanio	-

Materia Prima Critica	Note/Specifiche
Afnio	-
Elio	-
Elementi delle terre rare pesanti	-
Elementi delle terre rare leggere	-
Litio	-
Magnesio	-
Manganese	-
Grafite	-
Nichel	Grado batteria
Niobio	-
Fosforite	-
Fosforo	-
Metalli del gruppo del platino	-
Scandio	-
Silicio metallico	-
Stronzio	-
Tantalio	-
Titanio metallico	-
Tungsteno	-
Vanadio	-

Ciò vale anche per l'industria elettronica e digitale. Come ben documentato da Pitron (2023), ogni anno la prima assorbe circa il 6% della domanda mondiale di oro (circa 300 tonnellate) e il 20% di quella d'argento (circa 7000 tonnellate). Il digitale assorbe anche una quota significativa delle materie prime 'critiche' e 'strategiche', tra cui i metalli rari prodotti a livello globale: il 15% del palladio, il 40% del tantalio, il 41% dell'antimonio, il 42% del berillio, il 66% del rutenio, il 70% del gallio, l'87% del germanio e l'88% del terbio.

