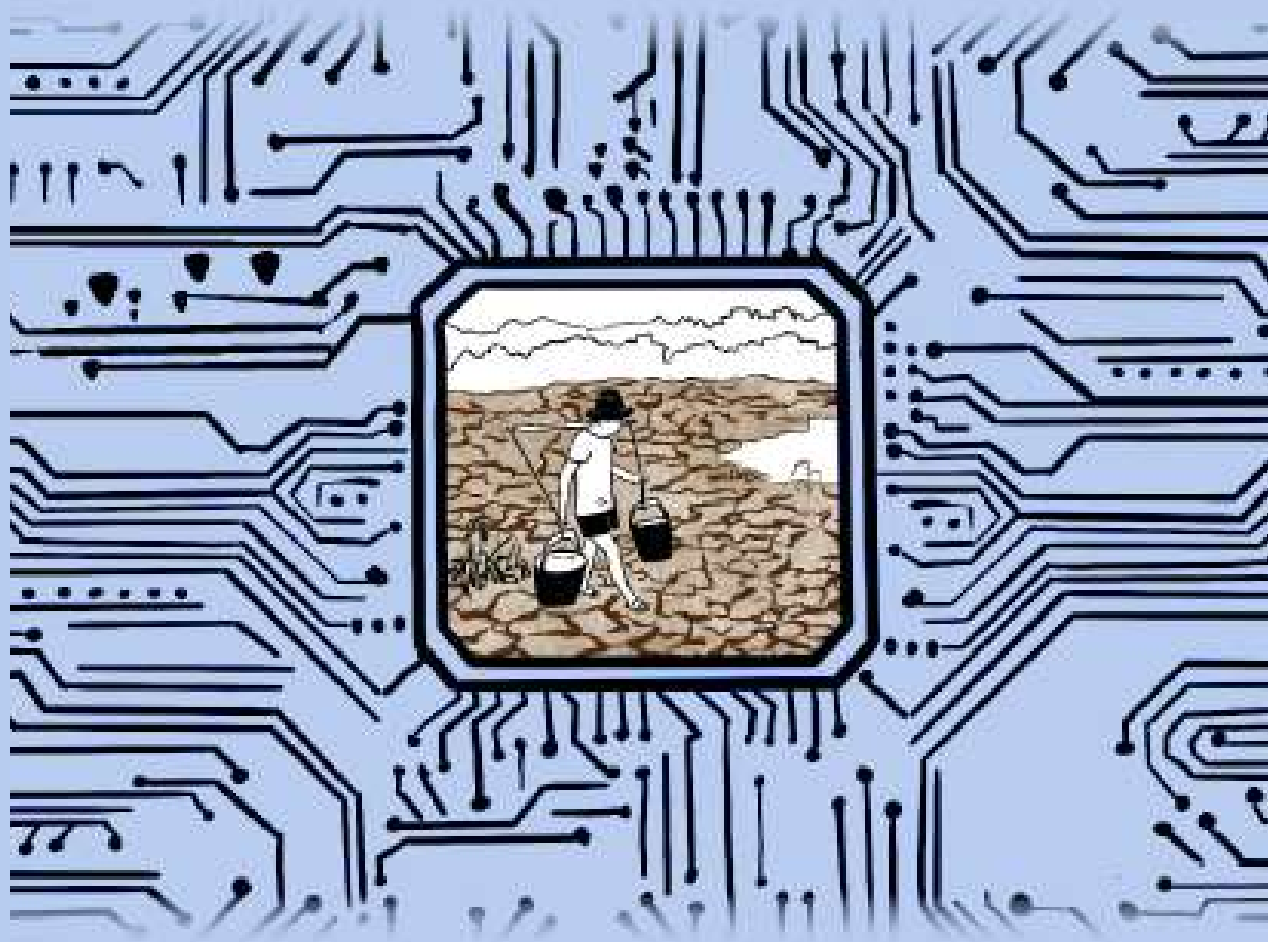




DIETRO LE NUVOLE: gli impatti ambientali della digitalizzazione

Indice

Messaggi principali	1
Introduzione	2
Devastare il pianeta per la tecnologia digitale	3
Il silicio per i <i>microchip</i> [microprocessori]	3
Il cobalto (batterie, circuiti, semiconduttori)	4
Riquadro 1: Estrazione massiccia di dati = uso massiccio di <i>microchip</i> .	5
Il litio (batterie ricaricabili agli ioni di litio)	5
Il nichel (produzione di batterie)	5
Le «terre rare» (magneti, fibre ottiche e batterie)	6
Avanza la distruzione dei fondali marini	6
Estrazione mineraria da asteroidi. Starlink e la corsa allo spazio	8
La truffa della «nuvola eterea», che in realtà si appropria di risorse idriche ed energetiche	9
Le rinnovabili come salvezza?	11
Dove termina l'arcobaleno: una montagna di rifiuti elettronici e detriti spaziali	12
Conclusioni. Dimentichiamo la narrativa paradisiaca e affrontiamo gli impatti reali della digitalizzazione	13
Riquadro 2: Il Patto Digitale Globale, un punto chiave del Vertice del Futuro	14
Note	15

Ringraziamo *Bread for the World*, *Wallace Global Fund*, *CS Fund* e *The Chorus Foundation* per il loro supporto.

Autori:
Gruppo ETC

Editing:
Kathy Jo Wetter e Gruppo ETC

Copertina e illustrazioni interne
Andre M Medina
@andre_m_medina

Grafica:
Daniel Passarge
danielpassarge@gmail.com

Traduzione in spagnolo
Natalia Núñez Silvestri
e Gruppo ETC

Traduzione in italiano
a cura di
camminardomando
(non riveduta da ETC)

**Questo documento
è disponibile online
in inglese:**
www.etcgroup.org/content/behind-sugar-and-spice-and-everything-nice
in spagnolo:
www.etcgroup.org/es/content/detras-de-las-nubes
in italiano:
www.camminardomando.wordpress.com/gruppo-etc/

luglio 2024
contatti:
www.etcgroup.org



CC BY-NC-SA 4.0



Messaggi principali

- I dati non sono eterei o innocui. Richiedono l'uso intensivo di risorse, sono fatti di sabbia, acqua, carbone e sostanze chimiche nocive che generano rifiuti tossici. Ad esempio, la produzione di *chip* semiconduttori,* che sono l'elemento base di tutto ciò che è digitale, richiede sabbia silicea, quarzo e acqua ultra-pura.
- Le fabbriche di questi *chip* sono costruite su vaste aree di terreno, ed è stato documentato che i loro lavoratori sono esposti a sostanze chimiche nocive.
- Cobalto, litio, nichel e terre rare sono parte integrante della produzione di dispositivi per le tecnologie digitali. Il boom dell'intelligenza artificiale ha incentivato la loro estrazione da territori e fondali marini, portando allo sfollamento di intere comunità, al degrado del suolo e a un impatto negativo sui mezzi di sussistenza delle persone.
- Le grandi imprese esplorano la possibilità di estrarre questi minerali dagli asteroidi. La corsa dei miliardari a lanciare satelliti nello spazio ha già provocato un crescente controllo delle grandi imprese sulle comunicazioni digitali e ha generato un aumento dei rifiuti elettronici anche nello spazio.
- Nelle aree colpite dalla siccità, dagli Stati Uniti all'Uruguay, le comunità si sono scontrate con i giganti della tecnologia in merito alla costruzione di *data center* (centri di archiviazione e gestione dei dati, ingannevolmente chiamati «nuvole» [in inglese *clouds*]).
- Si prevede che entro il 2027 l'acqua estratta da fonti sotterranee per alimentare i *data center* raggiungerà dai 4,2 e ai 6,6 miliardi di metri cubi, vale a dire circa la metà della quantità di acqua consumata dal Regno Unito ogni anno.¹
- L'acqua è necessaria anche per l'estrazione, per la lavorazione e la macinazione dei materiali estratti e per la fratturazione idraulica, il che crea ulteriori gravi problemi per le forniture idriche locali.
- L'Agenzia Internazionale per l'Energia (AIE) stima che il fabbisogno energetico dei *data center* mondiali potrebbe aumentare entro il 2026 fino ad eguagliare la domanda totale di energia della Germania,² il che porterebbe ad un aumento del consumo di combustibili fossili. È improbabile che le energie rinnovabili soddisfino la crescita vertiginosa della domanda di energia dei *data center*.
- La proliferazione delle tecnologie digitali genera enormi montagne di rifiuti elettronici, una grande quantità dei quali viene esportata nel Sud del mondo, dove sostanze chimiche come il mercurio o i ritardanti di fiamma vengono rilasciate nell'ambiente, compromettendo gravemente la salute dei lavoratori e delle comunità esposte.
- La digitalizzazione sta esacerbando le disuguaglianze esistenti e sta stimolando l'estrazione di risorse dalla terra, dall'oceano e persino dallo spazio.

* N.d.t. - Piastrine di materiale semiconduttore, su cui è costruito un circuito elettronico integrato.

Introduzione

Con le tecnologie digitali che si moltiplicano intorno a noi, può sembrare impossibile fermarsi a prendere in considerazione e a valutare tutte le loro implicazioni, compresa la realtà del danno ecologico nascosto dietro alla narrativa della digitalizzazione, che vorrebbe farci pensare che i dati digitalizzati non siano altro che «nuvole» (*clouds*) innocue ed eteree.

Niente di più lontano dalla verità. Sostenendo l'idea che i dati siano come fuochi fatui nell'aria, i promotori della digitalizzazione hanno interesse ad ignorare (o a scegliere di non menzionare) la natura estrattiva, inquinante e materiale della *datificazione** e delle tecnologie digitali.

Si parla di «estrazione» di dati (e siamo sempre più consapevoli del fatto che i dati vengono estratti dalle persone e dalle comunità, e anche dall'ambiente), ma c'è poca discussione sull'effettiva estrazione e sfruttamento delle risorse fisiche necessarie per la digitalizzazione (tra cui acqua, energia, territorio, minerali critici e terre rare) e sulle conseguenze in termini di inquinamento e di montagne di rifiuti elettronici. I sostenitori delle grandi imprese tecnologiche vogliono farci credere che i dati, i *chip* di silicio, le «nuvole» in cui si archiviano i dati e gli altri componenti del regno digitale (comprese le batterie che alimentano tutto) siano leggeri ed evanescenti come un arco-

baleno. In realtà, tutto ciò richiede sabbia, acqua, carbone, combustibili fossili, minerali critici e una serie di sostanze chimiche nocive.³ Sono questi materiali ad alimentare le macchine che creano, incanalano, archiviano e analizzano i dati nel contesto dell'ecosistema digitale. Come vedremo in seguito, la digitalizzazione costringe molte comunità ad abbandonare le loro terre e i loro mezzi di sussistenza, compromette la loro sicurezza alimentare, le espone a sostanze chimiche dannose che mettono a rischio la loro salute, e altro ancora.

Inoltre, le imprese e i governi utilizzano le tecnologie digitali per accumulare e analizzare unità di informazione (*data points*) granulari⁴ per prevedere e influenzare (o manipolare) il comportamento umano, al fine di espandere i mercati per i loro prodotti e servizi, e persino di monitorare e attaccare persone e organizzazioni in cui vedono una minaccia per i loro profitti e i loro interessi geopolitici. Nello stesso tempo, ci esortano a credere che «la rivoluzione digitale» sia un segno distintivo del progresso. Ma questo è ben lungi dall'essere un dato di fatto, come spiegheremo in questo opuscolo. È necessario esporre la realtà della situazione, riconoscendo che la digitalizzazione ha costi ambientali e sociali significativi e rafforza le disuguaglianze esistenti nel mondo.



* N.d.t. - La datificazione (*datification*) è il «processo tecnologico che trasforma vari aspetti della vita sociale o della vita individuale in dati che vengono successivamente trasformati in informazioni dotate di nuove forme di valore anche economico» (dal Vocabolario Treccani).

Devastare il pianeta per la tecnologia digitale

«[L'intelligenza artificiale è] anche la manifestazione di un capitale altamente organizzato, supportato da grandi sistemi di estrazione e di logistica, con catene di approvvigionamento che avvolgono l'intero pianeta».

(Kate Crawford, *Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence*)⁵

La digitalizzazione presuppone l'espansione del settore estrattivo. Ad esempio, i *chip* semiconduttori sono onnipresenti in tutto l'ambito digitale e sono parte integrante di tutti i dispositivi elettronici, dai computer portatili, i telefoni e le televisioni fino alle macchine agricole, alle automobili e all'aeronautica. Questi minuscoli *chip* (delle dimensioni di soli pochi nanometri) sono anche sempre più richiesti a causa del boom del 5G⁶ e dell'espansione dell'uso di Internet. Per produrre i *chip* c'è bisogno di silicio puro (chiamato anche «oro digitale»).

Altri minerali cruciali, come litio, nichel, cobalto, manganese e grafite, sono necessari per produrre le batterie che alimentano i dispositivi elettronici e digitali, i droni e i veicoli elettrici, e per accumulare energia rinnovabile.⁷ Le batterie sono componenti fondamentali di telefoni cellulari, tablet e computer portatili, in quanto permettono che vengano utilizzati per ore senza che siano collegati a una rete elettrica; alimentano anche robot, droni, trattori senza equipaggio e veicoli elettrici, strumenti di riconoscimento facciale e sistemi automatizzati di armamenti militari.

Il silicio per i *microchip* [microprocessori]

I *chip* semiconduttori sono prodotti a partire da sabbia silicea (SiO_2), che viene fusa in una fornace per separare il silicio dall'ossigeno e che «deve essere pura al 99,9999999999 per cento (undici 9)».⁸ Questo livello di purezza si ottiene mediante processi chimici che trattano il silicio in crogioli realizzati con il quarzo più puro, che è in gran parte disponibile solo in un'area intorno alla città di Spruce Pine, nella regione montuosa degli Appalachi, nel North Carolina (Stati Uniti), e la cui

produzione è gestita prevalentemente da un'unica impresa, l'Unimin.⁹

A causa della purezza richiesta, il processo di produzione deve evitare qualsiasi impurità che possa contaminare i *chip*; per questo le fabbriche sono dotate di ambienti ultra-puliti (10.000 volte più puliti dell'aria esterna, secondo ASML, il più grande produttore mondiale di macchine per l'incisione di *chip*),^{10 11} e utilizzano «acqua ultra-pura» (UPW, secondo la sigla inglese).¹² La Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) è la più grande produttrice mondiale di *chip* per computer, che copre circa il 60% del mercato globale.¹³ Occupa quindi una posizione di primaria importanza nella corsa per la supremazia globale nel settore dei *chip*. Il più grande cliente della TSMC è Apple. Secondo un rapporto della Georgetown University, gli impianti di produzione di semiconduttori richiedono «ampi appezzamenti di terreno, bassa attività sismica, fornitura stabile di acqua, fornitura stabile di elettricità, manodopera specializzata e un'infrastruttura di trasporto».¹⁴

Taiwan garantisce di possedere tutti i requisiti. Un altro elemento chiave per la produzione di *chip* è costituito dalle macchine litografiche; l'Advanced Semiconductor Materials Lithography (ASML - Litografia Avanzata di Materiali Semiconduttori), con sede nei Paesi Bassi, detiene un monopolio virtuale, controllando oltre l'80% del mercato globale delle apparecchiature litografiche utilizzate nell'industria dei semiconduttori.¹⁵

Negli anni 1960 e 1970, Gordon Moore, il co-fondatore di Intel, preannunciò che il numero di transistor su un singolo *chip* di circuito integrato sarebbe raddoppiato ogni due anni (previsione che è stata denominata «legge

di Moore»). Sebbene si tratti di un'osservazione più che di una legge scientifica, la tendenza identificata da Moore è il risultato della continua riduzione delle dimensioni dei *chip* e della diminuzione dei costi di produzione.¹⁶

L'ASML segnala che dal 1956 al 2015 la potenza di calcolo è aumentata di mille miliardi di volte a causa dei progressi nella tecnologia dei *chip*.¹⁷ Il computer utilizzato per le missioni lunari Apollo, ad esempio, aveva 32.768 bit di memoria ad accesso casuale (RAM) e 589.824 bit di memoria di sola lettura (ROM), mentre uno smartphone moderno ha circa 100.000 volte più potenza di elaborazione, con circa un milione di volte più RAM e sette milioni di volte più ROM.¹⁸

Questo è accaduto in gran parte perché miliardi di *transistor* possono ora essere incisi su una singola piastra di silicio. Come descritto dall'ASML, questo viene fatto depositando sul *chip* un sottile strato di materiale conduttore, isolante o semiconduttore, rivestendolo con una sostanza fotosensibile chiamata *fotoregist* ed esponendolo a luce ultravioletta (UV) estrema in un'apparecchiatura litografica; la luce UV viene proiettata attraverso una lastra di quarzo o di vetro e reagisce con il *fotoregist*, stampando sulla piastra intricati motivi - che agiscono come minuscoli interruttori elettrici.¹⁹

Intrisa di segreti commerciali, l'industria della produzione di semiconduttori è soggetta a minacce molto reali di spionaggio e ad un'intensa competizione tra imprese e nel mondo scientifico, sia all'interno dei singoli paesi che tra le diverse aree geografiche.²⁰ A rendere opaca l'industria dei semiconduttori contribuisce la difficoltà di ottenere informazioni sulle sostanze chimiche utilizzate nella lunga catena di approvvigionamento e nella produzione.

Secondo alcuni studi, vengono utilizzate più di 200 sostanze chimiche organiche e inorganiche di elevata purezza, ma uno studio realizzato da SK Hynix (uno dei maggiori produttori di semiconduttori in Corea del Sud) afferma che gli impianti di produzione di semiconduttori utilizzano circa 430 sostanze chimiche diverse, tra cui più di 130 classificate come CMR (cancerogene, mutagene e tossiche per la

riproduzione).²¹ Negli anni 1990, quando studi condotti negli Stati Uniti hanno dimostrato che l'esposizione chimica nella produzione di semiconduttori causava aborti spontanei tra le lavoratrici a un tasso doppio rispetto alla media, i produttori di *chip* americani si sono impegnati a eliminare gradualmente tali sostanze chimiche dai loro processi di produzione. Quando la produzione di *chip* è stata esternalizzata in paesi asiatici con molta manodopera femminile, i problemi di salute che hanno colpito le lavoratrici sono stati gli stessi: infertilità, difetti congeniti dei figli, aborti spontanei, cancro e altre gravi malattie.²²

Il cobalto (batterie, circuiti, semiconduttori)

A partire dal 2020, oltre il 70% del cobalto mondiale è stato estratto nella Repubblica Democratica del Congo (RDC), e gli esperti del settore riferiscono che il 70% del settore minerario nella RDC è ora sostenuto da investimenti cinesi.²³

Come per altre attività minerarie in tutto il Sud del mondo, l'industria dell'estrazione del cobalto è costellata di storie di sfruttamento e trattamento degradante dei lavoratori, salari estremamente bassi, precarietà del lavoro, razzismo, mancanza di sicurezza e sfruttamento del lavoro minorile. L'industria inoltre costringe le comunità ad abbandonare il luogo in cui vivono, degrada le risorse di sostentamento autoctone, accresce l'insicurezza alimentare, provoca una perdita della biodiversità vegetale da cui si ricavano le medicine locali e aumenta il rischio di subire violenza e persino di essere uccisi che incombe sui minatori artigianali e di piccola scala, che possono essere attaccati per conto delle compagnie minerarie industriali.²⁴

Nel 2023, Amnesty International ha fornito informazioni aggiornate sulle atrocità che si commettono in Congo per l'estrazione del cobalto destinato alle batterie ricaricabili: demolizione di abitazioni, case incendiate e residenti feriti, raccolti distrutti e aggressioni sessuali, sgomberi forzati, reinsediamenti inadeguati, inganni e pressioni perché le comunità accettino accordi iniqui con le compagnie minerarie.²⁵

Riquadro I: Estrazione massiccia di dati = uso massiccio di *microchip*

Le imprese e i governi stanno accelerando la raccolta, il monitoraggio e l'archiviazione di dati granulari: dati sanitari dei pazienti; dati agricoli (come rese, salute del suolo, prevalenza di parassiti, assicurazioni agricole e uso di prodotti agrochimici); dati sulle preferenze dei consumatori (tramite la vendita online di oggetti e generi alimentari, il commercio elettronico e i pagamenti online); dati relativi all'attività degli utenti sui social media. Con l'espandersi della sorveglianza digitale sulle persone e con la diffusione dell'intelligenza artificiale, la generazione di dati è destinata a crescere notevolmente. Secondo le stime dell'International Data Corporation (IDC), nel 2027 verranno generati circa 291 zettabyte (ZB) di dati digitali (uno zettabyte equivale a mille miliardi di gigabyte),²⁶ il che presuppone un aumento concomitante delle vendite di semiconduttori. Nel 2022, le vendite globali di semiconduttori hanno raggiunto i 574,1 miliardi di dollari.²⁷

Il cobalto può anche essere estratto dalle profondità marine, dove ci sono formazioni rocciose ricche di cobalto.²⁸ L'estrazione intensiva in acque profonde e l'inquinamento ad essa associato potrebbero avere un impatto negativo sulla biodiversità, distruggere specie rare e il loro *habitat* e potenzialmente nuocere alle specie marine che dipendono dalla fauna che vive sul fondo dell'oceano. (Si veda più avanti un'analisi della situazione e degli impatti potenziali dell'estrazione mineraria in acque profonde).

Il litio (batterie ricaricabili agli ioni di litio).

La domanda di litio, un altro minerale fondamentale per le batterie, è salita alle stelle negli ultimi anni e sta spingendo i principali produttori di auto elettriche a investire direttamente nelle miniere di litio per garantire una fornitura ininterrotta e sufficiente.²⁹ Uno dei principali siti in cui viene estratto il litio per le batterie destinate al settore dei veicoli elettrici è il Salar de Atacama in Cile, un territorio ancestrale indigeno del gruppo etnico Lickanantay (Atacameños), a partire dalle cui testimonianze è possibile comprendere i gravi aspetti di ciò che significa estrarre il litio per gli strumenti digitali.³⁰

Come documentano alcune ricerche recenti, la classificazione dell'abbondante salina locale come proprietà mineraria o giacimento

di minerali e non come risorsa idrica nega «la sua complessità e diversità idro-cosmologica - un'altra espressione della colonizzazione della natura, che vede la salina solo come una merce per l'industria mineraria».³¹ Come conseguenza dell'estrazione del litio, c'è stata una diminuzione della disponibilità di acqua dolce nell'area, insieme a un calo delle attività agricole e zootecniche; fiumi e altri corpi idrici sono stati prosciugati e le persone non hanno più avuto accesso all'acqua (ora dipendono dai serbatoi); i fenicotteri sono scomparsi, e anche altre specie autoctone di flora e fauna sono state danneggiate.^{32 33}

In America Latina è in atto una caccia ai giacimenti di litio, specialmente in Bolivia, Argentina, Cile, Messico e Perù. Il destino delle comunità nelle zone in cui si estrae il litio è quello descritto dagli Atacameños: la distruzione delle loro fonti d'acqua, il deterioramento dei loro sistemi alimentari e delle loro economie, e infine lo sterminio di interi ecosistemi.

Il nichel (produzione di batterie)

L'Indonesia, che nel 2022 forniva circa la metà della quota mondiale di nichel (un altro elemento fondamentale per la produzione di batterie) sta affrontando una deforestazione dilagante e una perdita di biodiversità. La ricerca effettuata da Mighty Earth e Brown Brothers Energy and Environment ha rilevato che

circa 23.000 ettari di foreste tropicali dell'Indonesia sono stati disboscati per ottenere nichel, creando una situazione simile a quella causata dalle piantagioni di palma da olio, ma ancora più estrema.³⁴ Nelle Filippine (il paese che è al secondo posto nella produzione mondiale di nichel) si verificano agitazioni e proteste da parte delle comunità per i piani delle compagnie minerarie straniere che intendono esplorare ed estrarre le riserve di nichel.³⁵

Le «terre rare» (magnet, fibre ottiche e batterie)

Le «terre rare» (minerali come il cerio, il lantanio, il neodimio e altri)³⁶ sono utilizzate per produrre magneti e fibre ottiche per cavi internet, nonché batterie per telefoni cellulari e veicoli elettrici. Nonostante il loro nome, non sono particolarmente difficili da trovare:

la parola «raro» si riferisce a difficoltà di estrazione, poiché sono legate ad altri minerali in basse concentrazioni, il che le rende difficili da isolare.³⁷

I minerali che contengono terre rare vengono in gran parte estratti in miniere a cielo aperto e poi messi in vasche di lisciviazione dove vengono utilizzati prodotti chimici per separare le terre rare dal minerale che le contiene. La Cina è il principale fornitore, con l'85% della produzione globale nel 2020.³⁸ Nelle province cinesi in cui viene effettuata l'estrazione di terre rare ci si è trovati di fronte a un diffuso inquinamento e alla contaminazione dell'acqua da cadmio e piombo,³⁹ il che ha portato a molteplici evacuazioni e reinsediamenti a causa di alti tassi di cancro e altri problemi di salute.⁴⁰

Avanza la distruzione dei fondali marini

L'estrazione di minerali di fondamentale importanza per l'informatica e la mobilità elettrica sta ora effettivamente superando i limiti del pianeta. Man mano che le risorse provenienti dalla terraferma si esauriscono, diventano troppo costose da estrarre o si trovano invischiate in conflitti tra compagnie minerarie, governi e comunità, l'estrazione mineraria si sposta verso i fondali marini, dove abbondano i cosiddetti noduli polimetallici. Questi noduli possono contenere rame, nichel, cobalto, ferro, manganese ed elementi di terre rare e vengono estratti utilizzando benne trainate da navi o dispositivi di raccolta semoventi (come sottomarini in miniatura).⁴¹

Nel Pacifico centrale, la Clarion-Clipperton Zone (CCZ), ricca di risorse, è oggetto di attività minerarie in acque profonde in quanto contiene cobalto, manganese e nichel. Secondo uno studio del 2023, l'88% delle specie presenti in questa regione non è ancora stato identificato, e la CCZ è una delle «poche aree rimaste nell'oceano globale con un'elevata integrità della natura selvatica». ⁴² Le comunità

indigene del Pacifico si sono a lungo opposte allo sfruttamento dell'oceano, poiché nelle profondità marine ha inizio la storia della loro creazione⁴³ e dall'oceano dipendono il loro patrimonio culturale e i loro mezzi di sussistenza. Nel 2022, i governi delle isole Fiji, Palau e Samoa hanno costituito un'alleanza per opporsi all'estrazione mineraria in acque profonde.⁴⁴ Centinaia di scienziati marini hanno chiesto una moratoria sull'estrazione mineraria in acque profonde, alla luce della potenziale perdita di «biodiversità e funzionamento dell'ecosistema, che sarebbe irreversibile su scale temporali multigenerazionali». ⁴⁵

Nel 2021 la Repubblica di Nauru ha sottoposto all'Autorità Internazionale dei Fondali Marini (ISA secondo la sigla inglese) la propria intenzione di avviare attività di estrazione mineraria in acque profonde; tale richiesta ha chiamato in causa una norma poco chiara contenuta nella Convenzione del Diritto del Mare delle Nazioni Unite, secondo cui l'ISA sarebbe tenuta ad adottare entro due anni dalla presentazione della richiesta una normativa che

disciplini l'attività commerciale proposta.⁴⁶ (Nel luglio 2023, il termine per l'adozione di una normativa per l'attività mineraria è stato posticipato a luglio 2025, cosa che alcuni considerano ancora irrealistica).⁴⁷ La mossa è altamente ironica per una piccola nazione insulare che è stata praticamente distrutta dall'insaziabile appetito dell'agricoltura industriale per i fertilizzanti a base di fosfato. La Repubblica di Nauru ha permesso l'estrazione e l'esportazione di milioni di tonnellate di fosfato nel corso dell'ultimo secolo e, di conseguenza, ha perso almeno l'80% della sua vegetazione; con un'economia in frantumi, è stata poi costretta a dipendere dal sistema bancario estero, dalla vendita di passaporti, dall'accoglienza di richiedenti asilo australiani. Oggi ha poca acqua dolce disponibile e dipende da cibo importato, e la sua popolazione soffre di alti tassi di malattie cardiache, diabete e obesità.⁴⁸ Indipendentemente dall'esito della proposta avanzata da Nauru di svolgere attività di estrazione mineraria in acque profonde, altri paesi non sono molto più indietro. La Cina vede l'estrazione

mineraria in acque profonde come la «nuova frontiera della competizione internazionale»,⁴⁹ e paesi come il Giappone, la Norvegia, la Corea del Sud e la Russia sono pronti a portare avanti i loro piani di estrazione mineraria nelle profondità marine.⁵⁰

Oltre a prestarsi all'estrazione di minerali critici come descritto sopra, i fondali marini svolgono anche un altro ruolo nella digitalizzazione: costituiscono infatti un percorso efficiente per i cavi sottomarini che collegano i centri di elaborazione dati (*data center*) e trasportano i dati in tutto il mondo. Uno studio di Nature afferma che «oltre il 99% di tutto il traffico internazionale di dati digitali viene effettuato attraverso più di 400 sistemi di cavi sottomarini interconnessi», il che si traduce nel danneggiamento di una quantità da 2,82 a 11,26 milioni di tonnellate (Mt) di carbonio organico sul fondo marino, fino a 2.000 metri di profondità.⁵¹ Gli impatti di questi cavi sugli ecosistemi marini sono ancora poco studiati.⁵²



Estrazione mineraria da asteroidi. Starlink e la corsa allo spazio

L'estrazione mineraria, che già avviene sotto i nostri piedi e sotto il mare, potrebbe verificarsi anche nello spazio esterno. Nonostante i tentativi falliti che una decina di anni fa sono stati compiuti da *start-up* come Planetary Resources e Deep Space Industries per estrarre minerali da asteroidi,⁵³ una nuova *start-up* chiamata AstroForge vuole provare di nuovo a farlo,⁵⁴ adducendo come motivazione l'alta concentrazione di minerali e un calo del costo dell'esplorazione spaziale. Anche se molti critici sottolineano che si tratta di un'idea assurda, che è economicamente irrealizzabile,⁵⁵ ricercatori della Colorado School of Mines e del Fondo Monetario Internazionale hanno cominciato a valutare la possibilità che l'estrazione mineraria nello spazio svolga un ruolo nella «crescita sostenibile»,⁵⁶ riducendo la necessità di attività minerarie sulla Terra e quindi riducendo i loro danni ambientali.

Inoltre, mentre gli attuali dibattiti tra gli Stati membri delle Nazioni Unite in vista di una revisione del Trattato sullo Spazio Extra-atmosferico del 1967 si concentrano sulla corsa allo spazio e sulle minacce imminenti di militarizzazione dello spazio e di moltiplicazione dei detriti spaziali, si presta scarsa attenzione al ruolo sempre più smisurato del settore privato (in particolare dei «miliardari tecnologici») nelle attività legate allo spazio. La SpaceX di Elon Musk fornisce servizi Internet dalla bassa orbita terrestre tramite Starlink, e intraprende missioni di rifornimento e lanci di astronauti verso la Stazione Spaziale Internazionale (SSI) con contratti multimiliardari con la NASA. Sulla stessa linea, invece di costruire il proprio *lander* [veicolo di atterraggio] lunare, la NASA ha stipulato contratti con Blue Origin, la compagnia spaziale di Jeff Bezos.

Nell'aprile del 2020, SpaceX di Elon Musk possedeva il 22% dei satelliti operativi del mondo,⁵⁷ distinguendosi per il suo enorme

controllo sui canali di comunicazione. SpaceX ora gestisce circa 5.500 satelliti Starlink nella bassa orbita terrestre, trasmettendo segnali Internet e di comunicazione in tutto il mondo e rivolgendosi in particolare a clienti che si trovano in aree scarsamente servite e possono permettersi di pagare per i suoi servizi. Ci sono ora così tanti satelliti Starlink nel cielo (senza contare le centinaia di satelliti di sorveglianza lanciati da Starshield, una divisione di SpaceX, in base a contratti con il governo degli Stati Uniti) che gli astronomi hanno sollevato preoccupazioni per la loro interferenza con le osservazioni dell'universo.⁵⁸

Nel 2023, la Federal Aviation Administration (FAA) degli Stati Uniti ha inoltre segnalato i pericoli dei satelliti SpaceX in termini di detriti spaziali, e i rischi non trascurabili per le persone sulla terra quando i satelliti «escono dall'orbita»; l'ingegnere capo di SpaceX ha criticato aspramente le preoccupazioni della FAA.⁵⁹

Volendo assicurarsi il proprio piccolo posto nella corsa allo spazio, l'Indonesia si è presentata come un sito fondamentale per il lancio di razzi e satelliti. Il governo del più grande arcipelago del mondo ha offerto l'isola di Biak, nella sua provincia orientale di Papua, come spaziorporto per il lancio di razzi sia della SpaceX di Elon Musk che dell'agenzia spaziale russa Roscosmos.⁶⁰ La posizione dell'isola, a un solo grado a sud dell'equatore, permette di ridurre in maniera significativa la quantità di carburante necessaria per far sì che i razzi raggiungano le orbite intorno alla terra. Le popolazioni indigene dell'isola hanno protestato contro il piano, segnalando il degrado ambientale e il fatto che sarebbero state costrette ad abbandonare le loro case e i loro mezzi di sussistenza come risultato imminente dell'ambizione del governo indonesiano di partecipare alla corsa allo spazio.⁶¹

La truffa della «nuvola eterea», che in realtà si appropria di risorse idriche ed energetiche

Proprio come l'acqua (liquido) e l'energia (calore latente) sono fondamentali per la formazione delle nuvole che fluttuano sopra le nostre teste, allo stesso modo l'acqua e l'energia sono fondamentali per le «nuvole» (*clouds*) digitali necessarie per archiviare ed elaborare i dati 24 ore al giorno per 7 giorni alla settimana. Il mito del carattere «etereo» di queste entità è già stato sfatato: non sono nuvole, sono in realtà enormi centri di elaborazione dati (*data center*).

Tutta la nostra attività digitale è memorizzata in questi *data center*, che richiedono una fornitura ininterrotta di acqua fredda per evitare che i server si surriscaldino. I *data center* sono costituiti da migliaia di serie di server e dispositivi elettronici collocati in ampi spazi coperti, e richiedono quantità colossali di acqua di raffreddamento per continuare a funzionare. Gli abitanti di molte città degli Stati Uniti, dove attualmente si trova un quarto dei *data center* esistenti nel mondo, sono preoccupati per il loro consumo di acqua, specialmente nell'ovest del paese, che sta affrontando una situazione di persistente siccità. Ad esempio, a The Dalles, nell'Oregon, le comunità locali si sono scontrate con Google, che voleva proteggere le informazioni relative al consumo di acqua dei suoi *data center* locali ricorrendo al segreto commerciale.⁶² Alla fine si è riscontrato che il consumo idrico da parte di Google in quella zona è quasi triplicato negli ultimi cinque anni, e che quei *data center* consumano ora più di un quarto di tutta l'acqua utilizzata in città.⁶³

Allo stesso modo, in Uruguay sono scoppiate proteste locali quando Google ha annunciato un piano per costruire un *data center* che consumerebbe milioni di litri d'acqua mentre il paese sta attraversando la peggiore siccità degli ultimi 74 anni. Google ha acquistato circa 29 ettari di terreno in Uruguay per costruire i suoi *data center*, che richiedono 7,6 milioni di litri d'acqua al giorno per raffreddare i loro server.⁶⁴

Anche il consumo di acqua nella produzione di semiconduttori, in particolare di

microchip, compete direttamente con la produzione agricola, come dimostrato dalla priorità di cui godevano i principali produttori mondiali di *chip* rispetto alle aree agricole di Taiwan durante la siccità del 2021. Le azioni del governo taiwanese sono un campanello d'allarme: il governo ha deviato l'acqua da 74.000 ettari di terreni agricoli, circa un quinto dei terreni irrigati di Taiwan, all'industria dei semiconduttori, e in particolare al gigante della produzione di *chip*, la Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC).⁶⁵

Ovviamente l'acqua non viene consumata solo per l'estrazione dei dati, ma anche per l'estrazione mineraria 'convenzionale' (l'estrazione, la lavorazione e la macinazione dei materiali estratti, e la fratturazione idraulica).⁶⁶ Tutto ciò entra spesso in competizione con altre attività che consumano acqua, mettendo a dura prova le forniture idriche locali, soprattutto nelle aree in cui l'acqua scarseggia.⁶⁷ Se si prende in considerazione anche il consumo di acqua nell'estrazione e nella lavorazione dei minerali indispensabili e delle terre rare, l'uso complessivo di acqua da parte delle industrie che rendono possibile la digitalizzazione è sbalorditivo.

La gestione dei *data center* e la trasmissione dei dati attraverso le reti comportano anche un massiccio consumo di combustibili fossili. Ad esempio, una città dei Paesi Bassi ha protestato contro la proposta di costruzione da parte di Meta di un *data center* che, secondo quanto riferito, potrebbe consumare almeno 1,38 terawattora all'anno e occuperebbe un terreno equivalente a quasi 310 campi da calcio.⁶⁸ In Irlanda, il consumo di elettricità da parte dei *data center* è triplicato dal 2015, raggiungendo nel 2021 il 14% del consumo totale di elettricità del paese; in Danimarca, si prevede che il consumo di energia nel settore dei *data center* triplicherà entro il 2025 fino a rappresentare circa il 7% del consumo di elettricità del paese.⁶⁹ L'Agenzia Internazionale per l'Energia (AIE) stima che il consumo complessivo dei *data center* e delle reti di trasmissione dati a livello mondiale abbia rappresentato dal

2 al 3 per cento del consumo globale di elettricità nel 2022.⁷⁰ (Si consideri che l'intero continente africano ha consumato circa la stessa quantità di elettricità nello stesso anno).⁷¹

Le criptovalute come il *bitcoin*, che sono supportate dalla tecnologia dei blocchi (*blockchain*)* (e che sono di fondamentale importanza per mantenere le promesse della «teco-utopia» in ambito finanziario) negli ultimi anni sono state talmente invischiate in controversie e scandali che i loro costi ambientali, anch'essi scandalosi, sono stati in gran parte trascurati. Il consumo energetico annuale per l'uso delle criptovalute in tutto il mondo è raddoppiato nel 2023, arrivando allo stesso livello del consumo annuale di elettricità dell'Ucraina, mentre le sue emissioni annuali di carbonio sono pari a quelle dello Stato petrolifero dell'Oman.⁷² Il 1° febbraio 2024, l'Energy Information Administration degli Stati Uniti ha riferito che «il consumo annuale di elettricità derivante dall'uso di criptovalute rappresenta probabilmente dallo 0,6 al 2,3 per cento del consumo di elettricità degli Stati Uniti».⁷³

Mentre i sostenitori si affrettano a sottolineare la presunta efficienza nell'uso delle risorse da parte dei *data center*, in particolare di quelli che sono proprietà delle grandi imprese tecnologiche con il loro presunto ecologismo, la fattibilità di questi piani di fronte alla nuova normalità di una grave crisi idrica è tutta da verificare.

Possiamo anche anticipare che l'attuale consumo mondiale di energia e acqua dei *data center* sarà presto surclassato dalla domanda incombente da parte dei sistemi di intelligenza artificiale, che secondo i loro sostenitori avranno capacità operative pari o superiori a quelle degli esseri umani. Secondo il Financial Times, Microsoft apre già un nuovo *data center* ogni tre giorni in qualche parte nel mondo, e l'Agenzia Internazionale per l'Energia stima che la domanda di energia dei *data center* di tutto il mondo potrebbe aumentare fino ad egua-

gliare entro il 2026 la domanda totale di energia della Germania.⁷⁴

Sam Altman, co-fondatore di OpenAI, in occasione del Forum Economico Mondiale di Davos del 2024 ha detto che l'intelligenza artificiale del futuro consumerà grandi quantità di energia, richiedendo una svolta energetica basata sulla fusione nucleare o su una produzione e un accumulo di energia solare molto più economici.⁷⁵ Anche l'industria del gas naturale, che si auto-promuove falsamente come rinnovabile,⁷⁶ è entrata in azione, proclamando che l'espansione dell'intelligenza artificiale «segnerà l'inizio di un'età dell'oro per il gas naturale».⁷⁷

Questa esplosione del consumo di energia legato all'intelligenza artificiale ha provocato un aumento incontrollato delle emissioni di carbonio da parte delle imprese che gestiscono i dati. Nel 2023, la Microsoft ha annunciato che le sue emissioni erano aumentate all'incirca del 29% rispetto al 2020. Nel 2024, Google è stata costretta a rendere noto che le sue emissioni di carbonio erano aumentate del 48% rispetto al 2019.⁷⁸ La sua concorrente, Amazon, ha lo stesso problema. Per tale motivo tutte le grandi imprese che operano in questo settore stanno investendo abbondantemente nella de-carbonizzazione delle loro operazioni (raggiungimento dello «zero netto»)⁷⁹ con una serie di programmi speculativi, ampiamente denunciati dai movimenti come «false soluzioni» che non diminuiscono realmente le emissioni e provocano l'accaparramento di terre a spese delle comunità locali.

Resta poi la questione di chi accede alle risorse energetiche, di qualsiasi tipo. Ad esempio, i centri di elaborazione dati e di trattamento di *bitcoin* si sono concentrati in Islanda, dove l'energia da fonti geotermiche e idroelettriche è relativamente economica e abbondante, il che consente di proclamare che le loro operazioni sono a emissioni zero.⁸⁰ Tuttavia, si stima che i *data center* consumino il 30% in più di elettricità rispetto al consumo

* N.d.t. - La *blockchain* (letteralmente «catena di blocchi») è «una sottofamiglia di tecnologie che consentono la creazione e la gestione di un registro aperto e distribuito per il tracciamento delle transazioni effettuate tra parti, costituito da blocchi contenenti sequenze di dati (*token*) protetti da crittografia e retrospettivamente immutabili, organizzati in una sequenza cronologica» (Enciclopedia Treccani, <https://www.treccani.it/enciclopedia/blockchain/>).

totale delle famiglie islandesi (i cosiddetti «minatori di criptovalute» coprono circa il 90 % del consumo dei *data center* del luogo).⁸¹

Allo stesso modo, secondo un'indagine di Forbes del 2023, il Bhutan, che utilizza principalmente l'energia idroelettrica generata dalla miriade di fiumi che sgorgano dalla grande

catena dell'Himalaya, negli ultimi quattro o cinque anni ha silenziosamente costruito una vasta infrastruttura digitale di estrazione di criptovalute (*cripto-mining*) che ha comportato nel 2022 un picco del 63% nel consumo di energia e ha richiesto l'importazione di *chip* dalla Cina per un valore di oltre 220 milioni di dollari.⁸²

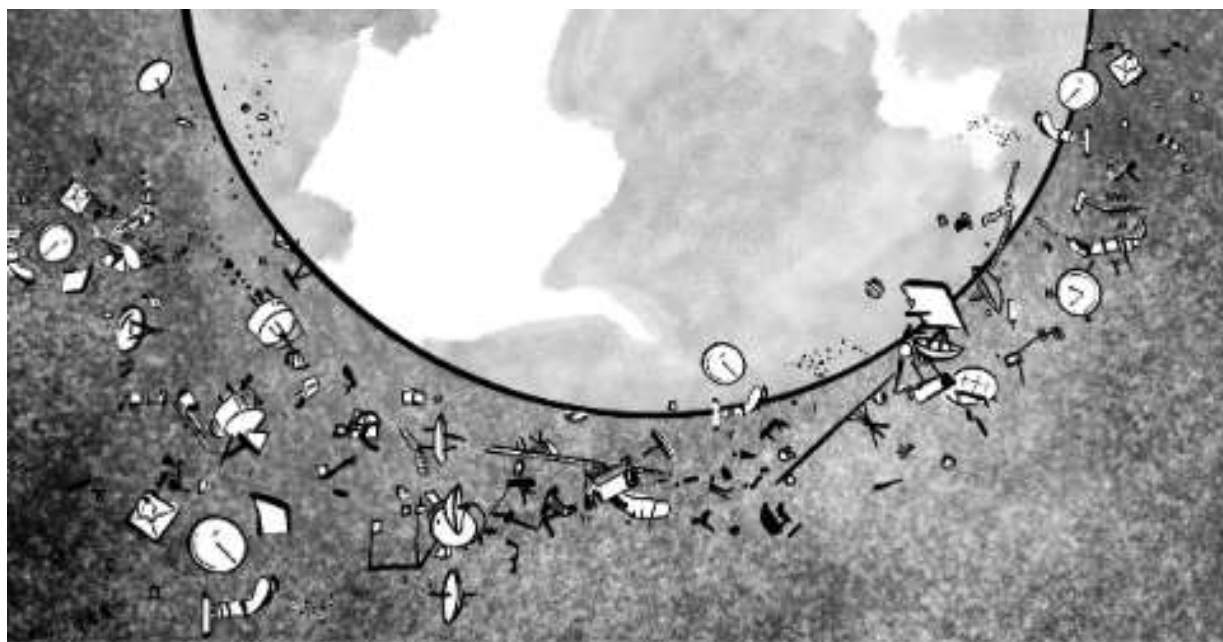
Le rinnovabili come salvezza?

Un decennio fa, l'Union of Concerned Scientists (Unione degli Scienziati Preoccupati) negli Stati Uniti stava già sollevando preoccupazioni sui potenziali impatti dell'energia solare, tra cui il degrado del suolo, la perdita di *habitat* e le tossine derivanti dalla produzione di celle fotovoltaiche; più recentemente, sono state sollevate preoccupazioni sulla «spazzatura solare» (pannelli solari che sono stati scartati e potrebbero essere considerati rifiuti pericolosi perché contengono inquinanti come cadmio e piombo)^{83 84} e sull'alto costo del suo riciclaggio.

Nel Gujarat, in India, i terreni acquisiti per i parchi solari hanno ridotto l'accesso della comunità pastorale Maldhari alle aree comunitarie di pascolo e alle fonti d'acqua per gli animali, portando la comunità ad abbandonare l'allevamento del bestiame e a dipendere dal lavoro salariato a giornata in agricoltura o come personale addetto alle pulizie nel parco

solare.^{85 86} Casi simili di transizioni ingiuste alle energie rinnovabili si riscontrano anche in altri paesi e vengono chiamate «accaparramento verde».⁸⁷

In generale, il passaggio alle energie rinnovabili viene annunciato come una soluzione miracolosa che consentirà di avere una terra pulita e verde, dando per scontato che ciò possa avvenire senza smantellare il capitalismo. Eppure la dura realtà sembra essere che le fonti di energia rinnovabile non possono sostituire i combustibili fossili in un mondo in cui l'uso dilagante delle risorse è alimentato dal capitalismo (in particolare, da un consumo sempre in crescita e ora incrementato dalla digitalizzazione). Nessuna quantità di innovazioni energetiche rivoluzionarie può soddisfare la domanda sempre più grande di risorse; solo una trasformazione della società può porre fine a questo prelievo in continua espansione.



Dove termina l'arcobaleno: una montagna di rifiuti elettronici e detriti spaziali.

Secondo il Global eWaste Monitor, nel 2019 il mondo ha generato 53,6 milioni di tonnellate (Mt) di rifiuti elettronici, con una crescita di 9,2 milioni di tonnellate dal 2014; si prevede che il tasso di crescita aumenterà in modo significativo, raggiungendo un totale di 74,7 milioni di tonnellate entro il 2030.^{88 89} Il rapporto del Global eWaste Monitor del 2020 ha rilevato che il maggior contributo alla crescente quantità di rifiuti elettronici era stato dato dall'aumento dei tassi di consumo di apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE), dai cicli di vita inutilmente brevi di apparecchiature digitali e software, e dalle opzioni di riparazione limitate. Nello stesso anno, la raccolta e il riciclaggio formalmente documentati di rifiuti elettronici hanno raggiunto i 9,3 milioni di tonnellate - solo il 17,4 per cento del totale dei rifiuti elettronici generati.⁹⁰

I rifiuti elettronici contengono diversi additivi tossici (ad esempio mercurio, ritardanti di fiamma bromurati [BFR] e clorofluorocarburi [CFC]), che hanno un impatto negativo sulla salute umana e sull'ambiente, contribuendo anche al riscaldamento globale.⁹¹ Ogni anno, in flussi non documentati di rifiuti elettronici a livello globale si trova un totale di 50 tonnellate di mercurio e di 71 chilotonnellate (kt) di ritardanti di fiamma, sostanze che vengono per lo più rilasciate nell'ambiente e hanno un impatto sulla salute dei lavoratori esposti e delle comunità locali.^{92 93}

I paesi del Sud del mondo sono i principali importatori di rifiuti elettronici dai paesi del Nord e, come documentato in uno straziante rapporto dell'OMS intitolato «Bambini e discariche digitali», milioni di bambini e di donne in età fertile sono esposti a più di 1.000 sostanze nocive⁹⁴ mentre lavorano in «un sistema informale, esteso e globalizzato di siti di smalti-

mento dei rifiuti»,⁹⁵ alla ricerca di materiali pregiati che vanno dal ferro all'alluminio, all'oro, al palladio, all'argento e al cobalto.⁹⁶ I rifiuti elettronici e le batterie, che non sono biodegradabili e sono pieni di tossine, non finiscono solo nelle discariche e nei siti di stoccaggio, ma anche negli ambienti acquatici e marini, sia per smaltimento diretto che in seguito a lisciviazione.

Mentre il mondo è alle prese con il problema di come gestire i rifiuti derivanti dai prodotti elettronici e digitali sulla terraferma e nei corpi idrici (oltre agli onnipresenti rifiuti di plastica che vanno di pari passo con i rifiuti elettronici), anche la spazzatura spaziale nel cielo suscita una crescente preoccupazione. Materiali provenienti da satelliti in disuso o danneggiati, razzi e altri rifiuti di origine antropica abbandonati nello spazio si sono accumulati nel corso dei decenni, rimanendo per lo più in orbita attorno alla Terra.

Ma la questione dello smaltimento di questi rifiuti spaziali è spesso soffocata dalla frenesia per i contratti plurimiliardari, finanziati con fondi pubblici, che vengono assegnati a società private che intraprendono nuove attività nello spazio, tra cui la costruzione di veicoli spaziali futuristici, il lancio di migliaia di satelliti in orbite basse e alte per trasmettere Internet ad alta velocità in tutti gli angoli della terra, l'attività estrattiva sugli asteroidi alla ricerca di minerali critici, e l'ultimo sogno di alcuni miliardari di costruire colonie umane sulla Luna o su Marte. Ci sono almeno 25.000 pezzi di detriti o di spazzatura di origine antropica, provenienti da satelliti decrepiti e danneggiati, razzi, veicoli spaziali e altri oggetti che l'umanità ha lanciato nello spazio da quando i sovietici hanno raggiunto per la prima volta quell'obiettivo nel 1957.⁹⁷

Conclusioni.

Dimentichiamo la narrativa paradisiaca e affrontiamo gli impatti reali della digitalizzazione

È ora di smascherare l'inganno della «nuvola eterea» messo in circolazione dalle grandi imprese tecnologiche. La digitalizzazione non è un paradiso immateriale a costo zero, ma un modo di vivere e di comunicare (incorporato per lo più in un modello capitalistico molto particolare) che comporta costi ambientali e sociali estremamente elevati.

Questi impatti devono essere riconosciuti e affrontati come parte di un processo complessivo di valutazione della digitalizzazione e di altre tecnologie. L'adozione della cultura della Silicon Valley, sintetizzata dalla frase di Mark Zuckerberg: «muoversi in fretta e rompere le cose», la creazione di una mentalità di rottura e dell'idea che «chi vince prende tutto» sono cose intrinsecamente antitetiche alla lungimiranza, alla precauzione e alla cura della Madre Terra e dell'umanità.

Le lunghe e complesse catene di rifornimento in cui si inseriscono le industrie che gestiscono la digitalizzazione o dipendono da essa attraversano tutto il pianeta, e possiamo già vedere il ripetersi di modelli coloniali di sfruttamento e di inquinamento, portati avanti in nome della digitalizzazione.

Le società legate alla tecnologia stanno letteralmente scavando il pianeta Terra e gli oceani che sostengono la vita, allo scopo di ottenere i minerali, il carburante e l'acqua che sono necessari per creare e far funzionare tecnologie digitali spesso di breve durata - scaricando poi i rifiuti elettronici sulla terra, nel mare e nello spazio. Stanno anche iniziando a guardare oltre la Terra, con l'idea di svolgere attività mineraria sugli asteroidi.

Nello stesso tempo, promuovono il loro settore diffondendo una storia falsa, che promette un paradiso della digitalizzazione per tutti. Ma questa storia seducente maschera il fatto che, come avviene per tutte le nuove tecnologie, anche qui ci sono vincitori e vinti. Le grandi imprese tecnologiche stanno silenziosamente accumulando enormi quantità di dati e aumentando il loro potere e la loro influenza, nella misura in cui noi diventiamo dipendenti dalle loro tecnologie imperscrutabili e brevettate. Intanto le comunità locali soffrono per lo sfruttamento crescente dei loro territori e per una contaminazione sempre maggiore del loro ambiente, a scapito della loro salute e dei loro mezzi di sussistenza. Tutto ciò avviene in nome del progressivo diffondersi della digitalizzazione in ogni aspetto della vita della gente.

Dobbiamo abbandonare l'errata convinzione che la digitalizzazione sia un passo in avanti logico e gratuito per la civiltà umana. Sarebbe miope e irresponsabile trascurare la necessità che la società valuti tutte le tecnologie nuove ed emergenti, comprese le tecnologie digitali, con i loro impatti di grande portata sulle persone, sul nostro ambiente e sul nostro clima.

Le comunità le cui vite sono investite da queste tecnologie devono partecipare attivamente alla valutazione del loro impatto sociale, economico e ambientale prima che vengano messe in atto. L'argomentazione secondo cui la valutazione democratica delle tecnologie ritarderebbe l'innovazione e sarebbe costosa ha minor peso rispetto alla constatazione dei danni e dei costi della messa in atto di tecnologie orientate al profitto, che devastano la società, l'ambiente, il clima e la nostra umanità.

Riquadro 2: Il Patto Digitale Globale, un punto chiave del Vertice del Futuro

Il Vertice del Futuro (*Summit of the Future*), previsto per il settembre 2024, è stato convocato dall'Assemblea generale delle Nazioni Unite e offre alla comunità internazionale l'opportunità di affrontare i costi sociali e ambientali della digitalizzazione.

I negoziati relativi alla proposta di un Patto Digitale Globale (*Global Digital Compact*), considerato di cruciale importanza nel pacchetto di decisioni delle Nazioni Unite che usciranno dal Vertice del Futuro, saranno fondamentali in questo senso. Tuttavia, anche se l'Assemblea Generale e il Segretario Generale delle Nazioni Unite hanno riconosciuto le preoccupazioni per gli impatti dell'intelligenza artificiale e dell'apprendimento automatico sui diritti dell'uomo, sulla società e sulla sicurezza globale,⁹⁸ non sono ancora state sollevate preoccupazioni in merito all'impatto delle tecnologie digitali e più in generale delle industrie ad esse correlate, anche se incideranno su tutti gli aspetti delle nostre comunità, sui terreni, l'acqua e i mezzi di sussistenza, e in particolare sulla sovranità alimentare e sui diritti dei contadini, dei piccoli agricoltori e dei popoli indigeni, che la comunità internazionale si è impegnata a non lasciare indietro.

Per essere rilevante e poter dare risposte adeguate negli anni a venire, un Patto Digitale Globale dovrebbe affrontare con coraggio le questioni fondamentali al centro della digitalizzazione (equità, impatti sociali, conseguenze ambientali e climatiche) invece di limitarsi a ribadire la necessità di colmare il divario digitale, il che potrebbe, in modo perverso, essere utilizzato per aprire mercati alle imprese tecnologiche con il pretesto di fornire pari accesso a tutti.

La discussione sui diritti umani nell'ambito della digitalizzazione non dovrebbe limitarsi solo alle questioni della *privacy* e dei diritti informatici. Devono essere inclusi i diritti alla terra e ai territori, poiché questi sono intaccati dall'eccessiva estrazione dei minerali di cruciale importanza per la digitalizzazione. Bisogna sostenere il diritto alla sovranità alimentare e il ruolo della rete alimentare contadina, dal momento che droni e robot stanno invadendo i territori. Deve anche essere affrontato l'impatto sulle donne, il cui ruolo nell'agricoltura è ulteriormente reso invisibile dalla digitalizzazione.

In sintesi, è essenziale che i negoziati del Patto Digitale Globale riconoscano i vari rischi della digitalizzazione rispetto al nostro pianeta, alle comunità e alle persone, e che venga adottato un quadro normativo per regolamentare le imprese. Si tratta di:

- richiedere una valutazione partecipativa, preventiva e informata delle tecnologie prima della loro messa in opera, compreso l'accesso alle informazioni sul funzionamento delle varie tecnologie e sulle risorse necessarie per produrle e farle funzionare;
- attribuire alle imprese tecnologiche la responsabilità dei danni sociali, climatici e ambientali dei loro prodotti;
- costringere le imprese tecnologiche a porre fine a pratiche imprenditoriali di sfruttamento ed estrazione;
- migliorare la comprensione critica e fornire ai governi e alle comunità efficaci barriere di protezione per prevedere e affrontare gli impatti della digitalizzazione;
- consentire alternative valide ed eque alla digitalizzazione (non necessariamente tecnologiche) e un uso appropriato di nuove tecnologie che rispondano a esigenze specifiche, affermino il controllo comunitario e sfruttino le capacità e le innovazioni locali.

Le attuali deliberazioni dell'ONU per l'aggiornamento del Trattato sullo Spazio Extra-atmosferico che era stato adottato nel 1967 (uno degli argomenti del Vertice del Futuro) dovrebbero a loro volta essere portate avanti in parallelo in modo trasparente ed equo, al fine di garantire la responsabilità di tutte le nazioni e di tutti gli enti privati coinvolti nelle attività legate allo spazio. Ciò dovrebbe includere la bonifica dei detriti spaziali disseminati nell'orbita terrestre e la prevenzione di qualsiasi attività o processo che:

- ostacoli la ricerca scientifica per il bene comune;
- danneggi le infrastrutture pubbliche come i satelliti per l'osservazione del clima;
- e/o inneschi qualsiasi altra conseguenza negativa per il pianeta e l'umanità.

La proprietà privata di satelliti che vengono dispiegati in base agli interessi commerciali e strategici dei loro proprietari miliardari solleva questioni di responsabilità, risarcimento e riparazione in caso di un uso improprio che causi danni. Un Trattato sullo Spazio Extra-atmosferico lungimirante ed efficiente dovrebbe prevedere un meccanismo vincolante di responsabilità e di riparazione che obblighi i re-

sponsabili a rispondere dei danni arrecati di fronte alla comunità internazionale.

È anche indispensabile impedire che satelliti e altre infrastrutture siano utilizzati a fini bellici secondo le esigenze di interessi privati, come si è visto nelle capricciose decisioni unilaterali di Musk sul dispiegamento di Starlink nella guerra Russia-Ucraina e nel genocidio israeliano a Gaza.⁹⁹ Allo stesso modo, dovrebbe essere vietato l'uso di satelliti e di altre tecnologie per attività di georingegneria solare nello spazio.

Un autentico Vertice del Futuro deve, innanzitutto, rovesciare l'attuale approccio del «chi vince prende tutto», che oggi domina la digitalizzazione e la «corsa allo spazio» e favorisce le tecnologie militari, la georingegneria e altre forme di manipolazione della Terra. Deve garantire che tutte le tecnologie attuali e future relative alla digitalizzazione e allo spazio siano valutate attentamente e ponderatamente prima che vengano sviluppate e dispiegate, tenendo conto del principio di precauzione e nell'ottica di mettere al primo posto e di promuovere il benessere di tutte le persone, del nostro ambiente e del nostro pianeta.

Note

¹ Cristina Criddle e Kenza Bryan, «AI boom sparks concern over Big Tech's water consumption», Financial Times, 25 febbraio 2024: <https://www.ft.com/content/6544119e-a511-4cfa-9243-13b8cf855c13>

² Myles McCormick, Jamie Smyth e Amanda Chu, «AI revolution will be boon for natural gas, say fossil fuel bosses», Financial Times, 1 aprile 2024: <https://www.ft.com/content/1f93b9b2-b264-44e2-87cc-83c04d8f1e2b>

³ Cam Simpson, «American Chipmakers Had a Toxic Problem. Then They Outsourced It», Bloomberg, 15 giugno 2017: <https://www.bloomberg.com/news/features/2017-06-15/american-chipmakers-had-a-toxic-problem-so-they-outsourced-it>; si veda anche: Chungsik Yoon, Sunju Kim, Donguk Park, Younsoon Choi, Jihoon Jo, Kwonseob Lee, «Chemical Use and Associated Health Concerns in the Semiconductor Manufacturing Industry», *Safety and Health at Work*, Vol 11, Issue 4, 2020, pp. 500-508: <https://snu.elsevierpure.com/en/publications/chemical-use-and-associated-health-concerns-in-the-semiconductor/>

⁴ La granularità dei dati si riferisce al livello di dettaglio posseduto da un dato o da una struttura di dati, il che permette di valutare la complessità del tipo di dato e la dimensione in cui si suddividono i campi di dati. La dimensione del dato sarà proporzionale alla sua granularità.

⁵ Kate Crawford, «Atlas of AI: Power, Politics, and the Planetary Costs of Artificial Intelligence», Yale University Press, London, 2022, p. 18.

⁶ Bob O' Donnell, «Major Chip Vendors Driving Revolutionary Changes In 5G Infrastructure», Forbes, 10 marzo 2020: <https://www.forbes.com/sites/bobodonnell/2020/03/10/major-chip-vendors-driving-revolutionary-changes-in-5g-infrastructure/?sh=21fbb5226510>, e Lauly Li e Cheng Ting-Fang, «Ericsson and Nokia branch into chip design to ride 5G and AI waves», Nikkei Asia, 12 marzo 2024: <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Ericsson-and-Nokia-branch-into-chip-design-to-ride-5G-and-AI-waves>

⁷ Ad esempio, le batterie a ioni di litio sono utilizzate per accumulare energia solare. Per una semplice spiegazione del processo si veda nel sito internet di Palmetto «How Does A Solar Battery Work? Energy Storage Explained», 11 agosto 2021: <https://palmetto.com/learning-center/blog/how-does-a-solar-battery-work>

⁸ Vince Beiser, «The world in a grain: The story of sand and how it transformed civilization», New York, Riverhead Books, 2019, p. 109.

⁹ Vince Beiser, «The world in a grain: The story of sand and how it transformed civilization», New York, Riverhead Books, 2019, pp. 104-110.

¹⁰ Sito internet di ASML, «How microchips are made» (senza data): <https://www.asml.com/en/technology/all-about-microchips/how-microchips-are-made>

¹¹ Natalia Drozdian e Ellen Proper, «Shielded from Pandemic, Work Continues in World's Cleanest Room», Bloomberg, 23 marzo 2020: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-03-23/shielded-from-pandemic-work-continues-in-world-s-cleanest-room>

¹² Si veda ad esempio: European Commission, «Ultrapure Water Technology - nanoparticle free water for the advanced nanoelectronics industry enabling further miniaturization of electronic devices», progetto di ricerca CORDIS (concluso il 31 gennaio 2023): <https://cordis.europa.eu/project/id/811908/it>

¹³ Lisa Wang, «TSMC boosts global market share to over 60 percent», Taipei Times, 13 giugno 2023: <https://www.taipeitimes.com/News/biz/archives/2023/06/13/2003801420>

¹⁴ John VerWey, «No Permits, No Fabs: The Importance of Regulatory Reform for Semiconductor Manufacturing», CSET Policy Brief, Center for Security and Emerging Technology, Georgetown University, ottobre 2021, pp. 10-11.

¹⁵ Si veda Moody's Investors Service (Dirk Goedde, Christian Hendker e Djena Kern), Credit Opinion of ASML Holding N.V., 9 agosto 2023: <https://www.moody.com/credit-ratings/ASML-Holding-NV-credit-rating-600041718?cy=emea>

¹⁶ Carla Tardi, «What Is Moore's Law and Is It Still True?», Investopedia, 4 aprile 2024: <https://www.investopedia.com/terms/m/mooreslaw.asp>

¹⁷ Si veda nel sito internet di ASML: «The basics of microchips» (senza data): <https://www.asml.com/en/technology/all-about-microchips/microchip-basics>

¹⁸ Si veda nel sito internet di ASML: «The basics of microchips» (senza data): <https://www.asml.com/en/technology/all-about-microchips/microchip-basics>

¹⁹ Alison Li e Jessica Timings, «Six crucial steps in semiconductor manufacturing», sito internet di ASML, aggiornato il 4 ottobre 2023: <https://www.asml.com/en/news/stories/2021/semiconductor-manufacturing-process-steps>

²⁰ Cagan Koc e Debby Wu, «ASML says Ex-Employee in China stole chip data», Bloomberg, 15 febbraio 2023: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-02-15/asml-says-ex-employee-in-china-misappropriated-chip-data>. Si veda anche Anna Gross, «ASML reveals intellectual property theft by China employee», Financial Times, 15 febbraio 2023: <https://www.ft.com/content/b686c84a-8d5f-46dc-af67-90cbf635170a>

²¹ Cam Simpson, «American Chipmakers Had a Toxic Problem Then They Outsourced It», Bloomberg, 15 giugno 2017: <https://www.bloomberg.com/news/features/2017-06-15/american-chipmakers-had-a-toxic-problem-so-they-outsourced-it>

²² Cam Simpson, «American Chipmakers Had a Toxic Problem Then They Outsourced It», Bloomberg, 15 giugno 2017: <https://www.bloomberg.com/news/features/2017-06-15/american-chipmakers-had-a-toxic-problem-so-they-outsourced-it>. Per maggiori informazioni sulle donne nell'industria microelettronica, si veda Inah Kim, Myoung-Hee Kim e Sinye Lim, «Reproductive Hazards Still Persist in the Microelectronics Industry: Increased Risk of Spontaneous Abortion and Menstrual Aberration among Female Workers in the Microelectronics Industry in South Korea», Plos One, 4 maggio 2015: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0123679>

²³ RAID e CAJJ, «The road to ruin? Electric vehicles and workers' rights abuses at DR Congo's industrial cobalt mines», 20 settembre 2023, pp. 3-4: <https://raid-uk.org/post-library/the-road-to-ruin-electric-vehicles-and-workers-rights-abuses-at-dr-congos-industrial-cobalt-mines/>

²⁴ Benjamin K. Sovacool, «The precarious political economy of cobalt: Balancing prosperity, poverty, and brutality in artisanal and industrial mining in the Democratic Republic of the Congo», The Extractive Industries and Society, vol. 6, n. 3, 2019, pp. 915-939: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214790X1930084X>

²⁵ Si veda il rapporto di Amnesty International «República Democrática del Congo: la minería industrial de cobalto y cobre para baterías recargables está dando lugar a graves abusos contra los derechos humanos», 12 settembre 2023: <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2023/09/drc-cobalt-and-copper-mining-for-batteries-leading-to-human-rights-abuses/>

²⁶ Allen Hasham, «It's time for a new interconnection model for the growing amount of data in motion», Ciena, 19 aprile 2023: <https://www.ciena.com/insights/articles/2023/its-time-for-a-new-interconnection-model-for-the-growing>

[amount-of-data-in-motion](#). Hasham cita il dato fornito dall'International Data Corporation: 291 zettabyte di dati nel 2027 (Fonte: IDC Global DataSphere Forecast, 2023-2027, #US50554523 April 2023). Si tratta di un numero altissimo.

²⁷ Secondo il gruppo lobbistico statunitense Semiconductor Industry Association. Si veda SIA, «Global Semiconductor Sales Increase 3 3% in 2022 Despite Second-Half Slowdown», 3 febbraio 2023: <https://www.semiconductors.org/global-semiconductor-sales-increase-3-2-in-2022-despite-second-half-slowdown/>

²⁸ Per maggiori informazioni sulle formazioni rocciose di cobalto, si veda Geomar (Helmholtz Centre for Ocean Research, Kiel, Germany), «Cobalt-rich Crusts - Ore Treasure on the Slope of Seamounts, (senza data): <https://www.geomar.de/en/discover/marine-resources/cobalt-rich-crusts>

²⁹ Clifford Krauss e Jack Ewing, «Lithium Scarcity Pushes Carmakers into the Mining Business», New York Times, 2 luglio 2023: <https://www.nytimes.com/2023/07/02/business/lithium-mining-automakers-electric-vehicles.html>

³⁰ Bárbara Jerez, Ingrid Garcés, Robinson Torres, «Lithium extractivism and water injustices in the Salar de Atacama, Chile: The colonial shadow of green electromobility», Political Geography, Vol 87, 102382, 2021: <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102382>. Il testo completo è disponibile in https://media.business-human-rights.org/media/documents/Lithium_extractivism_and_water_injustices_in_the_Salar_de_Atacama_Chile.pdf

³¹ Bárbara Jerez, Ingrid Garcés, Robinson Torres, «Lithium extractivism and water injustices in the Salar de Atacama, Chile: The colonial shadow of green electromobility», Political Geography, Vol 87, 102382, 2021: <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102382>. Il testo completo è disponibile in https://media.business-human-rights.org/media/documents/Lithium_extractivism_and_water_injustices_in_the_Salar_de_Atacama_Chile.pdf

³² Bárbara Jerez, Ingrid Garcés, Robinson Torres, «Lithium extractivism and water injustices in the Salar de Atacama, Chile: The colonial shadow of green electromobility», Political Geography, Vol 87, 102382, 2021: <https://doi.org/10.1016/j.polgeo.2021.102382>. Il testo completo è disponibile in https://media.business-human-rights.org/media/documents/Lithium_extractivism_and_water_injustices_in_the_Salar_de_Atacama_Chile.pdf

³³ Danae Tapia e Paz Peña, «White gold, digital destruction: Research and awareness on the human rights implications of the extraction of lithium perpetrated by the tech industry in Latin American ecosystems», Global Information Society Watch, 2020: <https://giswatch.org/node/6247>

³⁴ Mighty Earth, «Sourcing Responsible Nickel for EVs», aggiornato il 10 novembre 2023: <https://mightyearth.org/electric-vehicles-evs-are-vital-to-the-transition-away-f-efficient-than-cars-that-run-on-gasoline-even-better-th/>

³⁵ Nick Aspinwall, «Angry Philippine islanders are trying to stop the great nickel rush», rest of world, 30 agosto 2023: <https://restofworld.org/2023/nickel-mining-evs-philippines-environment/>

³⁶ United States Geological Survey (USGS), Mineral Commodity Summaries, gennaio 2024, preparato da Daniel J. Cordier: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2024/mcs2024-rare-earths.pdf>

³⁷ Michael Meyer, «Industrial Vitamins», Distillations Magazine, Science History Institute (USA), 22 marzo 2012: <https://www.sciencehistory.org/stories/magazine/industrial-vitamins/>

³⁸ Ryan Seah e Yogesh Joshi, «China's Rare Earth Dominance: Exploring Australia-India Partnership», ISAS Insights, 25 maggio 2021: <https://www.isas.nus.edu.sg/papers/chinas-rare-earth-dominance-exploring-australia-india-partnership/>

³⁹ He Guangwei, «China's Dirty Secret: The Boom Poisoned Its Soil and Crops», YaleEnvironment360, Yale School of the Environment, 30 giugno 2014: https://e360.yale.edu/features/chinas_dirty_pollution_secret_the_boom_poisoned_its_soil_and_crops

⁴⁰ Keith Bradsher, «China Tries to Clean Up Toxic Legacy of Its Rare Earth Riches», New York Times, 22 ottobre 2013: <https://www.nytimes.com/2013/10/23/business/international/china-tries-to-clean-up-toxic-legacy-of-its-rare-earth-riches.html>

⁴¹ Xingsen Guo, Ning Fan, Yihan Liu, Xiaolei Liu, Zekun Wang, Xiaotian Xie e Yonggang Jia, «Deep seabed mining: Frontiers in engineering geology and environment», International Journal of Coal Science & Technology, vol 10, articolo n. 23, 18 aprile 2023: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40789-023-00580-x>

⁴² Muriel Rabone, Joris H. Wiethase, Erik Simon-Lledó, Helena Wiklund, Tammy Horton, Adrian G. Glover, «How many metazoan species live in the world's largest mineral exploration region?», Current Biology, vol. 33, n. 12, 19 giugno 2023, pp. 2383-2396: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2023.04.052>

⁴³ Maud Oyonarte, «Deep sea mining concerns from the Pacific need to be heard», Greenpeace, 1 agosto 2023: <https://www.greenpeace.org/international/story/61087/isa-must-hear-pacific-voices-stop-deep-sea-mining/>

⁴⁴ Greenpeace news release, «Palau, Fiji, and Samoa launch Alliance Against Deep Sea Mining», 27 giugno 2022: <https://www.greenpeace.org/usa/palau-fiji-and-samoa-launch-alliance-against-deep-sea-mining/>

⁴⁵ Si veda «Marine Expert Statement Calling for a Pause to Deep-Sea Mining», (senza data): <https://seabedminingsciencstatement.org/>

⁴⁶ Alexander Kozul-Wright, «Nauru prepares to mine deep seas in big climate controversy», Al Jazeera, 09 luglio 2023: <https://www.aljazeera.com/economy/2023/7/9/nauru-prepares-to-mine-deep-seas-in-big-climate-controversy>

⁴⁷ Per maggiori informazioni sulla richiesta della Repubblica di Nauru relativa all'estrazione mineraria in acque profonde e sulle sue implicazioni, si veda Chris Pickens, Hannah Lily, Ellycia Harrould-Kolieb, Catherine Blanchard, Anindita Chakraborty, «From what-if to what-now: Status of the deep-sea mining regulations and underlying drivers for outstanding issues», Marine Policy, 2024, 105967.

-
- ⁴⁸ Ben Doherty, «A short history of Nauru, Australia's dumping ground for refugees», The Guardian, 9 agosto 2016: <https://www.theguardian.com/world/2016/aug/10/a-short-history-of-nauru-australias-dumping-ground-for-refugees>
- ⁴⁹ Zhao Lei, «China to up its deep-sea mining efforts», China Daily, 12 marzo 2023: <https://www.china-daily.com.cn/a/202303/12/VVS640d6330a31057c47ebb3e34.html>
- ⁵⁰ Akira Kitado, «China, South Korea push for deep-sea mining as global talks begin», Nikkei Asia, 10 luglio 2023: <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Environment/China-South-Korea-push-for-deep-sea-mining-as-global-talks-begin>
- ⁵¹ M. A. Clare, A. Lichtschlag, S. Paradis, N. L. M. Barlow, «Assessing the impact of the global subsea telecommunications network on sedimentary organic carbon stocks», Nature Communications, pubblicato online il 12 aprile 2023: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37854-6>
- ⁵² M. A. Clare, A. Lichtschlag, S. Paradis, N.L.M. Barlow, «Assessing the impact of the global subsea telecommunications network on sedimentary organic carbon stocks», Nature Communications, pubblicato online il 12 aprile 2023: <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37854-6>
- ⁵³ Shriya Yarlagadda, «Economics of the Stars: The Future of Asteroid Mining and the Global Economy», Harvard International Review, 8 aprile 2022: <https://hir.harvard.edu/economics-of-the-stars/>
- ⁵⁴ Alex Knapp, «This Asteroid Mining Startup Is Ready To Launch The First-Ever Commercial Deep Space Mission», Forbes, 18 ottobre 2023: <https://www.forbes.com/sites/alexknapp/2023/10/18/this-asteroid-mining-startup-is-ready-to-launch-the-first-ever-commercial-deep-space-mission/?sh=cefb23f674a>
- ⁵⁵ Javier Blas, «If Gold Surges 140,000-Fold, Then Asteroid Mining Works», Bloomberg, 28 settembre 2023: <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2023-09-28/commercial-asteroid-mining-has-a-astronomical-cost-issue>
- ⁵⁶ Maxwell Fleming, Ian Lange, Sayeh Shojaeinia e Martin Stuermer, «Mining in space could spur sustainable growth», PNAS, 16 ottobre 2023: <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2221345120>
- ⁵⁷ Therese Wood, «Who owns our orbit: Just how many satellites are there in space?», World Economic Forum, 23 ottobre 2020: <https://www.weforum.org/agenda/2020/10/visualizing-easrth-satellites-sapce-spacex/>
- ⁵⁸ Nicholas Gordon, «Satellites like Elon Musk's Starlink are ruining the night sky for astronomers - even for those using telescopes in space», Fortune, 3 marzo 2023: <https://fortune.com/2023/03/03/starlink-spacex-study-hubble-space-telescope-brightness-elon-musk/>
- ⁵⁹ Jason Rainbow, «SpaceX slams FAA report on falling space debris danger», SpaceNews, 9 ottobre 2023: <https://spacenews.com/spacex-slams-faa-report-on-falling-space-debris-danger/>
- ⁶⁰ Kate Duffy, «Indonesia's government wants Elon Musk to build a new SpaceX launchpad on a small island Residents say it would threaten livelihoods and the environment», Business Insider, 10 marzo 2021: <https://www.businessinsider.com/residents-indonesia-offer-elon-musk-spacex-launchpad-threaten-livelihoods-environment-2021-3>
- ⁶¹ Rory James, «Anger after Indonesia offers Elon Musk Papuan island for SpaceX launchpad», The Guardian, 9 marzo 2021: <https://www.theguardian.com/world/2021/mar/10/anger-after-indonesia-offers-elon-musk-papuan-island-for-spacex-launchpad>
- ⁶² Andrew Selsky, «Oregon City drops fight to keep Google Water Use Private», AP News, 15 dicembre 2022: <https://apnews.com/article/technology-business-oregon-the-dalles-climate-and-environment-f63f313b0ebde0d60aeb3dd58f51991c>
- ⁶³ Mike Rogoway, «Google's water use is soaring in The Dalles, records show, with two more data centers to come», Oregonlive, 22 febbraio 2023: <https://www.oregonlive.com/silicon-forest/2022/12/googles-water-use-is-soaring-in-the-dalles-records-show-with-two-more-data-centers-to-come.html>
- ⁶⁴ Grace Livingstone, «'It's pillage': Thirsty Uruguayans decry Google's plan to exploit water supply», The Guardian, 11 luglio 2023: <https://www.theguardian.com/world/2023/jul/11/uruguay-drought-water-google-data-center>
- ⁶⁵ Raymond Zhong e Amy Chang, «Drought in Taiwan Pits Chip Makers Against Farmers», The New York Times, 8 aprile 2021: <https://www.nytimes.com/2021/04/08/technology/taiwan-drought-tsmc-semiconductors.html>
- ⁶⁶ USGS Water Resources Mission Area, «Mining Water Use», 1 marzo 2019: <https://www.usgs.gov/mission-area/water-resources/science/mining-water-use>
- ⁶⁷ Simon Meißner, «The Impact of Metal Mining on Global Water Stress and Regional Carrying Capacities - A GIS-Based Water Impact Assessment», Resources 10, n. 12: 120, 2021: <https://doi.org/10.3390/resources10120120>
- ⁶⁸ Tracy Brown Hamilton, «In a small Dutch town, a fight with Meta over a massive data center», The Washington Post, 1 giugno 2022: <https://www.washingtonpost.com/climate-environment/2022/05/28/meta-data-center-zeewolde-netherlands>
- ⁶⁹ Mar Hidalgo, «Energy and water consumption in data centers: sustainability risks», IEEE Analysis Paper #69, 2022: https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2022/DIEEEA69_2022_MARHID_Datos_ENG.pdf
- ⁷⁰ International Energy Agency website, «Data Centres and Data Transmission Networks», (senza data): <https://www.iea.org/energy-system/buildings/data-centres-and-data-transmission-networks>
- ⁷¹ IEA, «Electricity Market Report 2023», febbraio 2023, p. 15. Si veda il grafico (a destra) che mostra le quote di consumo di elettricità per regione nel 2022: <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2023>
- ⁷² Karin Rives, «Bitcoin mining energy use doubled in 2023 as crypto prices rose», S&P Global Market Intelligence, 21 dicembre 2023: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/bitcoin-mining-energy-use-doubled-in-2023-as-crypto-prices-rose-79854382>

-
- ⁷³ Mark Morey, Glenn McGrath e Hiroaki Minato (collaboratori), «Tracking electricity consumption from U S cryptocurrency mining operations», U.S. Energy Information Administration, 1 febbraio 2024: <https://www.eia.gov/to-dayinenergy/detail.php?id=61364>
- ⁷⁴ Myles McCormick, Jamie Smyth e Amanda Chu, «AI revolution will be boon for natural gas, say fossil fuel bosses», Financial Times, 1 aprile 2024: <https://www.ft.com/content/1f93b9b2-b264-44e2-87cc-83c04d8f1e2b>
- ⁷⁵ «Non c'è modo di arrivarci senza una svolta», ha detto Altman a Davos, citato in Jeffrey Dastin (giornalista) e Emelia Sithole-Matarise (redattore), «OpenAI CEO Altman says at Davos future AI depends on energy breakthrough», Reuters, 16 gennaio 2024: <https://www.reuters.com/technology/openai-ceo-altman-says-davos-future-ai-depends-energy-breakthrough-2024-01-16/>
- ⁷⁶ Kate Griffin, «Is natural gas renewable?», Green Economy Journal, 18 gennaio 2023.
- ⁷⁷ Myles McCormick, Jamie Smyth e Amanda Chu, «AI revolution will be boon for natural gas, say fossil fuel bosses», Financial Times, 1 aprile 2024: <https://www.ft.com/content/1f93b9b2-b264-44e2-87cc-83c04d8f1e2b>
- ⁷⁸ Rachel Metz, «Google's emissions shut up 48% over five years due to AI», 2 luglio 2024: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2024-07-02/google-s-emissions-shot-up-48-over-five-years-due-to-ai>
- ⁷⁹ Equipo About Amazon, «Amazon avanza con paso firme hacia su objetivo de reducir a cero sus emisiones para 2040», 31 marzo 2023: <https://www.aboutamazon.es/noticias/sostenibilidad/amazon-avanza-con-paso-firme-hacia-su-objetivo-de-reducir-a-cero-sus-emisiones-netas-de-carbono-para-2040>
- ⁸⁰ David Pan e Matt Goldman, «Bitcoin Miners Draw From Iceland's Surplus of Renewable Energy», Bloomberg, 30 agosto 2023: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-08-30/bitcoin-btc-miners-like-bit-digital-draw-from-ice-land-s-renewable-energy-surplus>
- ⁸¹ Jelena Ćirić, «Bitcoin Mining a Growing Waste of Energy in Iceland», Iceland Review, 13 giugno 2023: <https://www.icelandreview.com/nature-travel/bitcoin-mining-a-growing-waste-of-energy-in-iceland/>
- ⁸² Iain Martin e Sarah Emerson, «Bhutan Built A Bitcoin Mine On The Site Of Its Failed 'Education City'», Forbes, 22 novembre 2023: <https://www.forbes.com/sites/ianmartin/2023/11/22/bhutan-secret-bitcoin-mine-locations/?sh=69d9d65b4a4e>
- ⁸³ Union of Concerned Scientists Explainer, «Environmental impacts of solar power», 5 marzo 2013: <https://www.ucsusa.org/resources/environmental-impacts-solar-power>
- ⁸⁴ Atalay Atasü, Serasu Duran, Luk N. Van Wassenhove, «The dark side of solar power», Harvard Business Review, 19 aprile 2022: <https://hbr.org/2021/06/the-dark-side-of-solar-power>
- ⁸⁵ Karthikeyan Hemalatha, «'Our livelihood depends on this land': A solar park in Gujarat is hurting a pastoral community», Scroll.in, 6 agosto 2019: <https://scroll.in/article/932881/our-livelihood-depends-on-this-land-a-solar-park-in-gujarat-is-hurting-a-pastoral-community>
- ⁸⁶ Rejitha Nair, «Ten years on, Maldharis await compensation for lands acquired for Charanka solar park in Gujarat», Land Conflict Watch, 21 luglio 2022: <https://www.landconflictwatch.org/conflicts/ten-years-on-maldharis-await-compensation-for-lands-acquired-for-charanka-solar-park-in-gujarat>
- ⁸⁷ Hamza Hamouchene, «The energy transition in North Africa: Neo-colonialism again!», TNI, 14 ottobre 2022: <https://www.tni.org/en/article/the-energy-transition-in-north-africa>
- ⁸⁸ Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr, Garam Bel, «The global E-waste monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential», 1 luglio 2020, p. 15: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf
- ⁸⁹ Mar Hidalgo, «Energy and water consumption in data centers: sustainability risks», IEEE Analysis Paper #69, 2022: https://www.ieee.es/Galerias/fichero/docs_analisis/2022/DIEEEA69_2022_MARHID_Datos_ENG.pdf
- ⁹⁰ Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr, Garam Bel, «The global E-waste monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential», 1 luglio 2020, p. 15: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf
- ⁹¹ Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr, Garam Bel, «The global E-waste monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential», 1 luglio 2020, p. 15: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf
- ⁹² Vanessa Forti, Cornelis Peter Baldé, Ruediger Kuehr, Garam Bel, «The global E-waste monitor 2020: Quantities, flows, and the circular economy potential», 1 luglio 2020, p. 15: https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf
- ⁹³ I rifiuti non documentati sono quelli che sono dichiarati o etichettati come «riciclabili» o «da riciclare» e vengono mescolati con altri non biodegradabili. I rifiuti documentati sono etichettati e separati in quanto tali, ma attualmente se ne ricicla solo una piccola parte.
- ⁹⁴ World Health Organization, «Children and Digital Dumpsites», 2021, p. xvi: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/341718/9789240023901-eng.pdf>
- ⁹⁵ World Health Organization, «Children and Digital Dumpsites», 2021, p. 4: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/341718/9789240023901-eng.pdf>
- ⁹⁶ World Health Organization, «Children and Digital Dumpsites», 2021, p. xii: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/341718/9789240023901-eng.pdf>

⁹⁷ Washington Post editorial board, «Space junk is out of control Here's why - and what to do about it», Washington Post, 2 novembre 2023: <https://www.washingtonpost.com/opinions/interactive/2023/space-junk-debris-removal/>

⁹⁸ United Nations Press Release, «General Assembly Adopts Landmark Resolution on Steering Artificial Intelligence towards Global Good, Faster Realization of Sustainable Development», 21 marzo 2024: <https://press.un.org/en/2024/ga12588.doc.htm>

⁹⁹ Silvia Ribeiro, «Los titanes tecnológicos del genocidio Palestino», La Jornada, México, 20 aprile 2024: <https://www.jornada.com.mx/2024/04/20/opinion/019a1eco>

