

# La materialità del capitalismo digitale: nocività, lavoro e ambiente

di Giorgio Pirina

**Abstract.** Questo articolo esamina criticamente l'immaginario di immaterialità della produzione digitale, evidenziando la persistenza di vincoli materiali in termini di risorse naturali, energia fossile e forza-lavoro ipersfruttata. Lungi dal rappresentare una discontinuità, il capitalismo digitale riarticola su scala globale i tradizionali meccanismi estrattivi, approfondendo la frattura metabolica tra società e natura e riproducendo forme di razzismo ambientale e disciplinamento del lavoro. Attraverso casi emblematici – dalle *cleanroom* dei semiconduttori al lavoro degradato nelle miniere artigianali e nella manifattura di prodotti elettronici – l'articolo evidenzia come le tecnologie digitali dipendano da catene produttive ad alte emissioni di gas climalteranti e rischio sanitario, smascherando l'inefficacia del capitalismo verde e dei codici di condotta aziendali.

**Sommario:** Introduzione – Miti della dematerializzazione e dipendenza materiale – Lavoro, estrazione e infrastrutture digitali – Frattura metabolica, digitalizzazione e capitalismo fossile – Capitalismo verde, nero e riproduzione invisibile – Razzismo ambientale, zone di sacrificio e giustizia ecologica – Lavoro migrante e regime lavorativo-dormitorio nella produzione elettronica globale – Foxconn e la convergenza globale del disciplinamento industriale – Le fonderie del digitale i rischi nascosti delle “camere bianche” – Conclusione.

**Parole chiave:** capitalismo digitale; nocività; lavoro-ecologia.

## Introduzione

Nel corso del tempo, il capitalismo ha subito trasformazioni che hanno rimodellato i sistemi produttivi e le forme di lavoro su scala planetaria. Tali mutamenti sono stati alimentati da (e consistono in) progressi tecnologici, delocalizzazione delle produzioni e ridefinizione della forza lavoro al fine di accrescere la flessibilità aziendale. Parallelamente, si è diffusa una certa idea di innovazione tecnologica come rimedio ai vincoli materiali della produzione e inaugurata un'epoca apparentemente “immateriale”, dominata da automazione e minor fatica lavorativa, che alcuni studi critici sui media hanno definito come *techno sublime* e *digital sublime* (Nye, 1994; Mosco, 2004; Bory, 2020). Questo articolo prova a mettere

in luce come tale mito o immaginario contribuisca invece a occultare la perdurante concretezza dei processi socio-economici e le tensioni che si instaurano tra capitale, lavoro e ambiente, dimostrando come queste condizioni strutturali limitino le possibilità di emancipazione politica dei soggetti marginalizzati.

Attraverso un approccio basato sull'ecologia politica e sull'analisi delle catene globali del valore, questo articolo mette in luce come la digitalizzazione richieda un continuo e intensivo impiego di risorse naturali, nonché di manodopera svalorizzata e ipersfruttata. Dalle miniere artigianali della Repubblica Democratica del Congo agli impianti industriali della Cina e del Sud-Est asiatico, dai data center ad alta intensità energetica alle gig economy urbane, si delinea una geografia del sacrificio

che colpisce in maniera sistematica le comunità e gli ecosistemi più vulnerabili.

La tesi centrale è che il capitalismo digitale non supera i meccanismi estrattivi del passato, ma li riarticola su scala globale. L'obiettivo è quello di contribuire a una critica radicale della digitalizzazione, non per reclamare un ritorno romantico all'epoca analogica, ma come necessità di ricollocare il discorso tecnologico all'interno di una analisi materiale e socio-ecologica che restituisca centralità alle lotte ecologiche e del lavoro.

### *Miti della dematerializzazione e dipendenza materiale*

L'immaginario della dematerializzazione digitale ha sedotto tanto il dibattito pubblico quanto molte analisi accademiche, alimentando l'illusione di un'economia leggera, immateriale e sostenibile. Espressioni come “dagli atomi ai bits” (Negroponte, 1995) e “società post-industriale” (Bell, 1973) hanno veicolato una visione disincarnata della produzione tecnologica, dove il valore sembra derivare da informazioni, intelligenza computazionale e software, piuttosto che da risorse fisico-materiali e forza lavoro.

Questa narrazione, però, si scontra con la realtà delle filiere digitali, dove ogni clic, algoritmo e processo di calcolo si fonda su un'infrastruttura globale fortemente dipendente da materie prime, energia e lavoro umano. Come ricorda Balbi (2022), l'apparente leggerezza del digitale è il frutto di un'imponente infrastruttura materiale spesso invisibilizzata nei media, nei discorsi politici e nelle analisi economiche mainstream.

Il mito o immaginario della dematerializzazione agisce come dispositivo ideologico, funzionale alla riproduzione del capitalismo digitale e agli interessi economici di grandi corporations come le big five o GAMAM (Google-Alphabet, Amazon, Meta-Facebook, Apple e Microsoft). L'apparato tecnologico di queste multinazionali del digitale non riduce il fabbisogno energetico ma lo rialloca e lo esternalizza: dai territori estrattivi dell'Africa centrale ai data center europei e americani, l'intelligenza artificiale e il cloud computing si nutrono di materiali e lavoro, pur presentandosi come “green” e “smart”.

L'economia digitale non ha superato il vincolo della scarsità materiale, ma ha semplice-

mente ridefinito i termini dell'estrazione: oggi l'oggetto dello sfruttamento è tanto la natura fisica (ad esempio litio, cobalto, acqua) quanto quella umana con dati, attenzione, emozioni. In tal senso, il passaggio ad un'economia cognitiva – incentrata sulla produzione, elaborazione e valorizzazione della conoscenza e dell'informazione come principali fattori produttivi – e digitale non rappresenta una rottura col passato industriale, ma una sua riorganizzazione per nuove modalità di accumulazione e dominio che assume le forme di un capitalismo della sorveglianza (Zuboff, 2019) e digitale (Fuchs, 2014).

Il concetto di “capitalismo fossile” (Leonardi, 2017; Malm, 2016) aiuta a decostruire il mito della dematerializzazione digitale, mostrando come le tecnologie contemporanee siano parte integrante di un regime produttivo basato sull'intensificazione dell'estrazione e del consumo energetico. Tecnologie come i sistemi di intelligenza artificiale, lungi dall'essere eterei, si inseriscono attivamente nel ciclo del carbonio e nei sistemi industriali alimentati da fonti fossili secondo modelli di accumulazione tipici della seconda rivoluzione industriale.

Dal punto di vista critico-ecologico, la retorica della leggerezza digitale può essere interpretata come una ramificazione del capitalismo “verde”: essa maschera l'impatto sistemico della produzione tecnologica globale, legittimando al contempo pratiche aziendali nocive e disuguaglianze ambientali (Pellizzoni *et al.*, 2021).

### *Lavoro, estrazione e infrastrutture digitali*

La promessa di un'economia digitalizzata e, come ha sottolineato in maniera critica Ursula Huws, “senza peso” (1999, 2014), si fonda in realtà su un'organizzazione su scala globale estremamente complessa, che coinvolge la concatenazione di fasi produttive materiali e lo sfruttamento intensivo di lavoro umano e risorse naturali. La digitalizzazione, lungi dall'eliminare le logiche estrattive del capitalismo industriale, ne rafforza la portata attraverso l'espansione geografica delle catene globali del valore e la proliferazione di infrastrutture ad alta intensità energetica, lavorativa e ambientale (Marrone *et al.*, 2023; Into the Black Box, 2024).

Ogni tecnologia digitale – dal chip al data

center, dall'algoritmo all'intelligenza artificiale – è il risultato di lunghe e complesse filiere materiali che implicano l'estrazione di minerali come cobalto, coltan, rame, terre rare e litio, provenienti soprattutto dal Sud globale. Queste attività comportano deforestazione, inquinamento delle acque e rischi sanitari per le comunità locali, spesso marginalizzate e senza accesso ai processi decisionali (Pellow & Park, 2002; Crawford, 2021).

Più a valle nella filiera, la produzione e l'assemblaggio di componenti elettronici sono concentrati in regioni asiatiche – Cina, Vietnam, Taiwan, Thailandia – dove milioni di lavoratori e lavoratrici sono impiegati in condizioni estreme, soggetti a salari bassi, turni estenuanti e scarse tutele. Come evidenziato da Smith (2022) e documentato da Amnesty International (2016), il sistema produttivo delle Big Tech si fonda su una divisione internazionale del lavoro in cui la manodopera più esposta è anche la meno tutelata.

I *gig workers*, lavoratori delle piattaforme digitali, rappresentano una nuova frontiera di questo processo: frammentati, iper-flessibilizzati, gestiti in maniera crescente da intelligenze artificiali, costituiscono una forza lavoro precaria che internalizza i rischi del sistema e i costi (Woodcock & Graham, 2020; Antunes *et al.*, 2021). La governance algoritmica si presenta così come una forma contemporanea di aggiustamento spazio-temporale (Malm, 2016), che consente al capitale di moltiplicare i tempi di accumulazione estendendo la geografia della produzione e dei consumi.

In parallelo, le infrastrutture digitali richiedono ingenti quantità di energia, acqua e suolo. Come osserva l'International Energy Agency (IEA, 2025), i data center da soli assorbono tra l'1% e l'1,5% del consumo elettrico mondiale, e fino a 4,3 milioni di litri d'acqua per Megawatt all'anno. Tali cifre rivelano la natura "materiale" del virtuale, e smascherano l'illusione di un digitale sostenibile.

La questione ecologica non può essere separata da quella del lavoro (Pellizzoni *et al.*, 2021). La digitalizzazione si inserisce pienamente in un regime produttivo che combina alte tecnologie con bassi salari, standard ambientali flessibili e governance frammentata. Per questo, l'ecologia politica critica ci invita a leggere insieme gli impatti socio-ecologici del digitale, riconoscendo le interdipendenze tra potere, tecnologia, ambiente e disuguaglianze.

## *Frattura metabolica, digitalizzazione e capitalismo fossile*

Nel cuore della rivoluzione digitale si cela una continuità storica con il capitalismo industriale, non solo per la sua dipendenza dai combustibili fossili, ma per la sua intrinseca logica di espansione e accumulazione. Le tecnologie digitali, spesso rappresentate come vettori di transizione verde o di sviluppo sostenibile, sono invece immerse in un sistema che perpetua l'estrattivismo verde –cioè l'intensificazione dell'estrazione di risorse naturali necessarie per la produzione di tecnologie "pulite" per la transizione ecologica, che tuttavia riproduce dinamiche di sfruttamento ambientale e sociale, l'accumulazione e l'asimmetria ecologica su scala globale – l'accumulazione e l'asimmetria ecologica su scala globale. In questo quadro, la nozione di frattura metabolica, elaborata da John Bellamy Foster (1999; 2022), consente di leggere la crisi ecologica come un esito strutturale del capitalismo. Il concetto, ripreso e aggiornato dalla tradizione marxista, descrive l'interruzione dei cicli socio-ecologici che legano società e natura. Il capitalismo, con la sua logica espansiva, ha separato i processi produttivi dai limiti ecologici, trasformando la natura in una riserva illimitata di input e in una discarica invisibile per gli scarti, in quanto questi ultimi sono "esternalizzati" nel Sud globale. La separazione storica tra città e campagna, che ha portato all'impoverimento dei suoli agricoli e alla necessità di importare fertilizzanti come guano e nitrati, è un esempio paradigmatico di questa disarticolazione. Il metabolismo sociale viene spezzato e sostituito da cicli lineari di estrazione, produzione e scarto, incapaci di rigenerarsi.

In ambito digitale, questa frattura assume forme ugualmente distruttive: estrazione intensiva di materie prime critiche, inquinamento cronico tanto per la pressione continua sull'ambiente quanto per la presenza di sostanze nocive, crescita esponenziale del consumo energetico e produzione continua di rifiuti elettronici. Perciò, le nuove tecnologie non spezzano il legame tra capitalismo e crisi ecologica, ma lo aggiornano e lo ristrutturano. L'infrastrutturazione digitale si inserisce perciò nel quadro del "capitalismo fossile" (Leonardi, 2021; Malm, 2016): lungi dal rappresentare un salto oltre la dipenden-

za dai combustibili fossili, essa riproduce le medesime logiche di accumulazione fondate su energia a basso costo, sfruttamento del lavoro e devastazione ambientale. I data center, le reti 5G, il cloud computing e le infrastrutture dell'intelligenza artificiale operano tramite reti elettriche alimentate in gran parte da fonti fossili e basate su supply chain globali ad alta intensità carbonica (Crawford, 2021). Il lavoro nel capitalismo digitale – che va dal minatore all'ingegnere informatico al lavoratore tramite piattaforme digitali – è “fossile” in quanto dipende da forme di energie non rinnovabili e riproduce logiche di sfruttamento, accumulazione e degrado sociale e ambientale (Wilson *et al.*, 2017).

### *Capitalismo verde, nero e riproduzione invisibile*

In parallelo a questa digitalizzazione ecologicamente regressiva, il cosiddetto capitalismo verde tenta di presentarsi come soluzione, pur restando ancorato alle logiche di mercato e accumulazione. Secondo Paolo Cacciari e colleghi (2025), le promesse di questo modello si scontrano con limiti strutturali e resistenze politiche. L'esempio del Green Deal europeo lo dimostra: compromessi e deroghe, come nel “Pacchetto Omnibus” – una proposta di semplificazione legislativa avanzata dalla Commissione Europea per migliorare le competitività delle imprese e ridurre gli oneri amministrativi – hanno indebolito meccanismi fondamentali di regolazione ambientale. Queste contraddizioni si inseriscono in un contesto geopolitico segnato dal ritorno del “capitalismo nero” (Ivi), un modello centrato su industrie fossili, nucleari e militari, che prospera offrendo energia a basso costo e scaricando i costi reali su comunità vulnerabili. Tale configurazione si sta inoltre dimostrando talvolta alimentata da narrazioni ideologiche ultraliberiste e suprematiste, che demonizzano le politiche ambientali come elitarie o dannose per i ceti popolari. In tale contesto, la transizione ecologica viene svuotata del suo potenziale trasformativo e ridotta a un'operazione tecnico-gestionale, priva di incisività politica. Come mostrano numerosi studi critici, affidarsi esclusivamente a meccanismi di mercato per realizzare la decarbonizzazione significa riprodurre le stesse logiche di accumulazione e disuguaglianza che alimentano la crisi climatica (Pellizzoni *et al.*,

2021). Perché la transizione ecologica abbia un impatto reale, occorre invece un cambio di paradigma: una trasformazione radicale che superi le logiche estrattive e privatistiche del capitale e promuova forme di governance pubblica, cooperativa e comunitaria. In assenza di ciò, il capitalismo verde rischia di non essere un'alternativa al capitalismo fossile, ma una sua variante estetizzata, vulnerabile agli interessi del capitalismo nero, che continua a dominare le scelte strategiche globali.

All'interno di questo sistema, la proposta teorica di Ariel Salleh (2017) assume rilevanza: introducendo il concetto di “lavoro meta-industriale” e “valore metabolico”, Salleh mostra come attività riproduttive – cura, agricoltura contadina, educazione – siano essenziali alla sostenibilità, pur essendo svalutate o invisibilizzate dal capitale. Queste pratiche, spesso affidate a donne, popolazioni indigene o comunità rurali, alimentano un metabolismo socio-naturale che il capitale consuma senza rigenerare, ponendo le basi per una trasformazione ecologica non capitalistica.

L'ecologia politica invita dunque a superare la visione tecnocratica della digitalizzazione, e a riconoscere la funzione strutturale nella riproduzione del capitalismo globale. La crisi climatica e la disuguaglianza sociale non sono esiti contingenti ma elementi coesenziali del sistema; affrontarli richiede una critica radicale delle relazioni di potere che fondano le tecnologie contemporanee.

### *Razzismo ambientale, zone di sacrificio e giustizia ecologica*

I discorsi sulla presunta universalità dei benefici apportati dalle tecnologie digitali mascherano un sistema globale altamente ineguale, fondato su una distribuzione profondamente asimmetrica dei costi ecologici e sociali. Il concetto di razzismo ambientale è fondamentale per interpretare queste disuguaglianze: esso designa l'ingiustizia strutturale attraverso cui comunità marginalizzate – per classe, razza, etnia o posizione geografica – vengono esposte in modo sproporzionato a rischi ambientali e sanitari (Bullard, 1993; Pellow e Park, 2002).

Nel contesto della digitalizzazione, questa logica si manifesta in tutte le fasi della catena del valore tecnologico: dall'estrazione delle risorse al loro smaltimento. Le zone di sacrificio

sono territori e popolazioni che subiscono direttamente le conseguenze tossiche e distruttive del progresso tecnologico, pur avendo scarso accesso ai presunti benefici che esso prometterebbe. Tali luoghi, spesso nel Sud globale o nelle periferie industriali dell'Occidente, diventano depositi di scorie, inquinamento e lavoro precario per sostenere un'economia digitale che appare "pulita" solo in superficie.

Nelle regioni minerarie della Repubblica Democratica del Congo, l'estrazione di coltan, cobalto e terre rare avviene spesso in condizioni pericolose, informali e non regolamentate, con il coinvolgimento di lavoratori minorenni e comunità locali esposte a contaminazioni chimiche, erosione del suolo e militarizzazione dei territori (Amnesty International, 2016). Tali pratiche costituiscono un caso esemplare di razzismo ambientale strutturale, dove il rischio ecologico e sociale è etnicamente e geopoliticamente distribuito.

Analogamente, nei poli di assemblaggio asiatici – dalla Cina al Vietnam – le condizioni di lavoro altamente disciplinate, la mancanza di tutele sanitarie, l'esposizione a sostanze tossiche e i salari minimi rappresentano forme sistemiche di violenza ambientale e lavorativa. Le donne migranti, in particolare, affrontano rischi specifici legati alla salute riproduttiva, evidenziando l'intersezione tra genere, classe e ambiente (Inverardi-Ferri, 2022).

Infine, il ciclo si chiude con l'incremento incessante di rifiuti elettronici. I paesi ad alto reddito esportano massivamente *e-waste* verso Stati con legislazioni ambientali più deboli e istituzioni meno capaci di farle rispettare. Ghana, Nigeria, India, Pakistan e Indonesia sono tra le principali destinazioni di questi flussi, dove il recupero informale dei materiali avviene in condizioni di altissimo rischio, sia per i lavoratori che per gli ecosistemi (Know the Chain, 2022).

Questi processi non sono deviazioni contingenti ma elementi strutturali di un modello geopolitico dell'economia digitale. La logica estrattiva e la violenza ambientale sono sostanziali alla valorizzazione tecnologica globale. Il razzismo ambientale opera come dispositivo di governo delle disuguaglianze, naturalizzando il sacrificio di alcune vite e territori in nome del progresso.

La nozione di "giustizia ambientale" diventa perciò centrale: essa non si limita a chiedere la riduzione dei danni, ma rivendica il diritto

all'ambiente, alla salute e alla dignità per tutte le popolazioni coinvolte nei cicli globali della produzione tecnologica. Non può esserci vera transizione digitale — né ecologica — senza affrontare queste disuguaglianze di fondo.

### *Lavoro migrante e regime lavorativo-dormitorio nella produzione elettronica globale*

Il digitale, per come lo abbiamo descritto finora, non può essere considerato separatamente dall'industria elettronica, la quale ne rappresenta la spina dorsale. Senza i dispositivi hardware e software forniti da quest'ultima, come appunto smartphone, semiconduttori, chip e apparati di telecomunicazione, il capitalismo digitale contemporaneo non avrebbe la portata attuale. Inoltre, osservare i circuiti produttivi dell'industria elettronica, con i rispettivi regimi lavorativi e l'uso di sostanze dannose alla salute umana e ambientale nelle varie fasi di produzione, getta luce sulle condizioni di possibilità nocive che sorreggono il digitale.

Uno degli elementi più emblematici dell'organizzazione materiale dell'elettronica contemporanea è il regime del lavoro migrante associato al modello lavorativo-dormitorio, diffuso in particolare in Asia orientale. Questo assetto si basa su una netta segmentazione della forza lavoro, dove i migranti interni o transnazionali sono impiegati in condizioni di subordinazione sistemica e vivono in dormitori aziendali che annullano la distinzione tra spazio di vita e spazio di produzione.

Come osserva Pun (2012), nella Cina urbana il sistema del *hukou* (registrazione della residenza) crea un dualismo istituzionale che discrimina i migranti rurali rispetto ai cittadini residenti. Questi lavoratori, pur costituendo la spina dorsale dell'industria manifatturiera, sono esclusi da molti servizi sociali e godono di diritti ridotti. Il loro accesso alla casa è mediato dalle imprese stesse, che li collocano in dormitori accanto alle linee di montaggio, facilitando turni lunghi, flessibili.

Nel contesto della produzione elettronica globale, questa forma di organizzazione è diventata uno standard industriale. A Taiwan, operai provenienti da paesi quali Filippine, Vietnam e Indonesia lavorano nella microelettronica in impianti dove la temporaneità con-

trattuale si somma all'isolamento linguistico e alla dipendenza totale dal datore (Chen & Schiller, 2022). Il reclutamento dei lavoratori è spesso delegato ad agenzie interinali, che organizzano il trasporto, la sistemazione e i contratti, ma impongono anche commissioni elevate e limitazioni alla libertà individuale.

Tali condizioni espongono milioni di lavoratori a gravi rischi: manipolazione di sostanze tossiche come piombo, cadmio, mercurio e solventi clorurati; esposizione a rumori e radiazioni; sovraccarico ergonomico, turni notturni e stress da straordinari cronici (Inverardi-Ferri, 2023). In Vietnam, Thailandia e Cina, le settimane lavorative superano spesso le 60-80 ore, con paghe che non permettono di affrancarsi dai dormitori aziendali. Le donne, numericamente molto presenti, affrontano in più rischi legati alla salute riproduttiva e a disuguaglianze salariali sistemiche (ILO, 2024).

Il concetto di “sindrome incombente della flessibilità” (Gambino, 2016) ben descrive questa condizione: una manodopera costantemente disponibile sulla base della domanda di mercato e dei rispettivi picchi, precaria e ricattabile, che garantisce alle imprese margini di manovra operativa estremi. In questo contesto, i tirocini scolastici e le collaborazioni con istituti tecnici vengono usati non come strumenti formativi ma come dispositivi di disciplinamento e sfruttamento agevolato (Pun *et al.*, 2015).

Le agenzie di lavoro temporaneo non solo gestiscono la forza lavoro, ma fungono da mediatrici tra i vincoli legali e le esigenze produttive delle imprese multinazionali. Come evidenziano Andrijasevic e Sacchetto (2017), queste agenzie diventano architravi di un sistema transnazionale che trasforma i dormitori in luoghi di controllo e frammentazione della classe lavoratrice: i lavoratori interinali sono meno protetti, più sorvegliati e spesso esclusi dalla rappresentanza sindacale.

A livello macroeconomico, questo regime produce un circolo vizioso: salari di sussistenza spingono a fare straordinari, lo straordinario perpetua il sovraccarico e l'alienazione, il turnover è elevato e la precarietà si riproduce. Come nota Inverardi-Ferri (2022), la salute fisica e mentale dei lavoratori è deteriorata da ritmi serrati, mansioni ripetitive, ansia da instabilità e mancanza di riconoscimento. Il sistema sembra costruito per mantenere alta la produttività espandendo i costi umani.

Lungi dall'essere un'anomalia, questo regime si estende a livello globale. Dalla Cina all'Europa orientale, dal Messico alla Turchia, la produzione elettronica si basa su una manodopera mobile, segmentata, e precarizzata, che vive in dormitori aziendali e lavora in condizioni spesso borderline rispetto alla legalità (Radosevic, 2004; Andrijasevic *et al.*, 2022). In questo quadro, la “flessibilità” non è una concessione, ma una forma istituzionalizzata di sfruttamento.

### *Foxconn e la convergenza globale del disciplinamento industriale*

Il caso di Foxconn, il colosso taiwanese dell'elettronica, costituisce un modello paradigmatico per analizzare la convergenza tra disciplina industriale fordista e flessibilità neolibérale all'interno delle catene globali del valore tecnologico. Fondata nel 1974 come Hon Hai Precision Industry Co., Foxconn si è rapidamente imposta come principale *contract manufacturer* per giganti come Apple, Amazon, Dell, HP e Sony, costruendo un impero produttivo con oltre 200 stabilimenti in tutto il mondo e circa un milione di lavoratori solo in Cina (Fuchs, 2014; Sandoval, 2013).

Nello stabilimento di Shenzhen, epicentro dell'espansione Foxconn, si realizza un regime di lavoro intensivo e disciplinato, caratterizzato da ritmi produttivi incessanti, addestramento militare, sorveglianza pervasiva e forme contrattuali precarie. Le settimane lavorative superano frequentemente le 60 ore, le pause sono limitate, e la comunicazione tra lavoratori durante i turni è scoraggiata o vietata. Tali condizioni hanno portato, nel 2010, a una serie di suicidi tra operai di età compresa tra i 17 e i 25 anni, accendendo i riflettori globali sul prezzo umano dell'elettronica di consumo (Pun, 2012; Gambino, 2016).

L'organizzazione del lavoro in Foxconn riflette una femminilizzazione selettiva della forza lavoro. Nei distretti manifatturieri cinesi, le donne migranti sono considerate più adatte a lavori ripetitivi, meno inclini al conflitto sindacale e più disciplinabili. A parità di mansioni, guadagnano in media il 16% in meno rispetto agli uomini, affrontando anche rischi sanitari specifici (Inverardi-Ferri, 2022).

Dal punto di vista salariale, i dati sono ingannevoli: sebbene i compensi superino spesso i minimi regionali, il reddito netto dipende

in larga misura dagli straordinari. A Chongqing, ad esempio, il salario base era di circa 235 euro mensili nel 2017, mentre i guadagni reali raggiungevano i 300–400 euro grazie agli straordinari obbligati (Andrijasevic *et al.*, 2022). In questo modo, la retribuzione diventa un meccanismo di ricatto: i lavoratori devono sottoporsi a turni massacranti per garantire una sopravvivenza appena dignitosa.

Oltre alla Cina, Foxconn ha esportato e adattato il modello del regime lavorativo-dormitorio in Europa centro-orientale, America Latina e Asia Minore. In Repubblica Ceca, Slovacchia, Ungheria e Turchia, l'impresa ha sfruttato incentivi fiscali, salari inferiori e manodopera qualificata per consolidare un regime produttivo basato sulla flessibilità estrema e sulla precarietà (Andrijasevic & Sacchetto, 2017). I dormitori aziendali vengono usati per controllare lo spazio vitale dei lavoratori, che vivono all'interno di impianti sorvegliati e con orari *just-in-time*.

In questi contesti, le agenzie interinali diventano nodi strategici. Reclutano nei paesi d'origine, gestiscono trasporti e alloggi, e impongono contratti a breve termine. Il risultato è una segmentazione della forza lavoro tra "core workers" più tutelati e "posted workers" precari, meno pagati, più sorvegliati e spesso esclusi dalla contrattazione collettiva (Cillo & Perocco, 2022).

Foxconn incarna dunque una forma di disciplinamento industriale, adattabile a diversi contesti istituzionali e normativi. Le sue pratiche mostrano che l'innovazione tecnologica non coincide con un progresso sociale: al contrario, si accompagna a una razionalizzazione del controllo sul lavoro umano e a una ridefinizione delle vulnerabilità strutturali. Come sottolinea Sandoval (2013), dietro il "miracolo" dell'elettronica globale si cela un'architettura della produzione che ottimizza l'alienazione, la sorveglianza e il profitto, trasformando l'organizzazione del lavoro in un meccanismo di disciplinamento planetario.

Infine, i codici di condotta promossi da organizzazioni come la Responsible Business Alliance o dalle stesse multinazionali committenti (Apple, Amazon) si rivelano ampiamente inefficaci: audit indipendenti riportano sistematicamente violazioni di orari, salari e libertà sindacali (China Labor Watch, 2018). Questo evidenzia che la responsabilità sociale d'impresa è spesso un'operazione cosmetica,

incapace di scalfire un modello che poggia strutturalmente sullo sfruttamento.

## Le "fonderie" del digitale i rischi nascosti delle cleanroom

La prospettiva analitica sul digitale proposta fin qui è servita a mostrarne le basi materiali, in particolare lo sfruttamento del lavoro e della natura nell'industria elettronica. Nel quadro di quest'ultima troviamo un settore specifico, la microelettronica, che fornisce merci cruciali per la digitalizzazione e l'industria high-tech. Quest'ultima è storicamente avvolta da un'immagine idealizzata: camere bianche (*cleanroom*) – cioè ambienti asettici dove vengono incisi nanometricamente i wafer di silicio – tute integrali e rigidi protocolli igienici alimentano la rappresentazione di un settore "pulito" e privo di rischi.

Tuttavia, questa narrazione si rivela profondamente fuorviante quando si considerano gli effetti reali sulle condizioni di lavoro e sulla salute degli operai coinvolti nella produzione di componenti microelettronici come i semiconduttori. Questi ultimi sono stati il cuore pulsante delle innovazioni in ambito tecnologico, prima militare e poi civile, dalla seconda metà del XX secolo a oggi. Essi includono i chip, dispositivi elettronici miniaturizzati che elaborano, memorizzano e gestiscono segnali e dati, che irradiano la nostra vita quotidiana trovando applicazione negli elettrodomestici, nella domotica, nei PC, negli smartphone e nei data center. I chip sono tornati alla ribalta negli ultimi anni per la loro importanza nello sviluppo di sistemi di intelligenza artificiale sempre più complessi. I chip, tanto piccoli quanto impattanti a livello di salute ambientale e umana, vengono progettati nelle aziende cosiddette *fabless*, ad esempio Qualcomm, AMD e MediaTek, e prodotti materialmente nelle fonderie, o *fabs*, in cui domina l'impresa taiwanese TSMC con una quota del 64,9 % del mercato mondiale. La filiera produttiva si articola in tre fasi principali: progettazione, fabbricazione (produzione dei wafer in camera bianca) e assemblaggio, collaudo e confezionamento (ATP) (Sissa, 2024), che possono essere gestite internamente da un'unica impresa – modello *Integrated Device Manufacturer*, come nel caso di Intel – oppure suddivise tra diversi attori, configurazione oggi predominante, in una dialettica che vede da un lato produttori integrati come Samsung, Intel e SK

Hynix, dall'altro aziende *fabless* come Nvidia, Qualcomm, AMD e MediaTek che progettano i chip e ne affidano la produzione a fonderie esterne specializzate.

Già negli anni Settanta, in California, ricerche epidemiologiche evidenziavano un'incidenza di intossicazioni chimiche sei volte superiore alla media del comparto manifatturiero (LaDou, 2006). Il contrasto tra apparenza sterile e nocività strutturale è alla base di una dinamica di invisibilizzazione dei rischi che persiste tuttora. I dati ufficiali statunitensi del *Bureau of Labor Statistics* per il 2022 indicano nel comparto semiconduttori (NAICS 3344) solo 0,5 infortuni ogni 100 lavoratori a tempo pieno e appena 0,4 eventi infortunistici e di malattia con giorni di assenza. Ma tali numeri non riflettono la realtà. Un'indagine californiana (*Ivi*) ha dimostrato che meno della metà dei casi da segnalare obbligatoriamente veniva effettivamente notificata all'OSHA. Ancora nel 2001, le patologie professionali nel settore dei semiconduttori rappresentavano il 15,4% dei casi con giorni persi, più del doppio della media. In vari impianti IBM tra la fine degli anni '90 e i primi 2000 si verificano cluster oncologici anomali: tumori cerebrali, linfomi e leucemie portarono a cause legali contro l'impresa (Clapp, 2003).

Nei poli asiatici contemporanei, dove si concentra oggi la maggior parte della produzione, i dati sono ancora più preoccupanti. Uno studio epidemiologico condotto nel Hsinchu Science Park di Taiwan ha rilevato tra il 2019 e il 2022 un tasso di 18,3 disturbi muscoloscheletrici per mille addetti, il doppio della media industriale nazionale, legati a posture statiche, turni prolungati e ripetitività (Yang *et al.*, 2023; Smith *et al.*, 2006). Ancora più allarmanti sono gli effetti sulla salute riproduttiva: tra le operaie taiwanesi il tasso di aborto spontaneo tocca il 15,8%, quasi il doppio rispetto al gruppo di controllo (Choi *et al.*, 2019). Questi dati smascherano l'immagine dell'industria *high-tech* come pulita, rivelando una nocività esternalizzata e sommersa, distribuita in modo diseguale lungo assi di classe, genere e geografia. Mentre gli infortuni acuti sono bassi nei paesi sviluppati, le patologie croniche colpiscono in misura sproporzionata lavoratrici migranti in Asia orientale e meridionale, dove la normativa è meno protettiva e la cultura industriale più autoritaria. In definitiva, la supposta pulizia dell'industria elettronica è una costruzione ideologica, utile a legittimare

un modello di sviluppo in cui l'innovazione è sostenuta da forme invisibili ma pervasive di sfruttamento e contaminazione. Il mito della dematerializzazione collassa dunque davanti alla prova empirica delle cartelle cliniche, dei tumori e degli aborti che segnano il lavoro nelle *cleanroom*.

## Conclusione

L'analisi sviluppata mostra chiaramente come la digitalizzazione, lungi dall'essere un processo immateriale o neutrale, sia intrinsecamente legata a pratiche di sfruttamento materiale, ambientale e sociale che si articolano lungo catene globali del valore. La retorica del *techno-digital sublime* – che esalta l'innovazione tecnologica come emancipazione dai vincoli materiali – si rivela una costruzione ideologica funzionale a nascondere i costi reali della trasformazione digitale.

Il mito della "dematerializzazione" non regge di fronte all'enorme impiego di risorse naturali e forza lavoro precarizzata che sostiene l'infrastruttura digitale globale. Dal litio cileno al cobalto congolese, dai *gig worker* urbani alle operaie delle *cleanroom* asiatiche, il miracolo tecnologico è reso possibile da un regime estrattivo e disciplinare che produce "zone di sacrificio" e asimmetrie sistemiche di potere.

Attraverso l'analisi delle catene di produzione dell'elettronica, del regime lavorativo del dormitorio della Foxconn e dei rischi sanitari delle camere bianche, emerge un quadro coerente: l'economia digitale contemporanea non supera i limiti materiali, ma li ridefinisce e li redistribuisce secondo logiche geopolitiche, razziali e di classe. Le forme di "innovazione" non si accompagnano a una riduzione dello sfruttamento, ma lo rendono più opaco, frammentato e globalmente distribuito.

Questo chiama in causa anche il discorso della responsabilità sociale d'impresa, che spesso si risolve in una governance simbolica o cosmetica, incapace di affrontare le radici strutturali delle disuguaglianze. L'ethos della trasparenza e della sostenibilità rischia di essere un alibi, mentre la produzione continua a fondarsi su bassi salari, sorveglianza e assenza di tutele reali.

In definitiva, mettere in discussione il mito dell'immaterialità significa riportare al centro la materialità politica della tecnologia: i corpi, le risorse, le geografie e le lotte che ne costitu-

iscono l'infrastruttura viva. Solo decostruendo le ideologie che la occultano sarà possibile aprire spazi per forme alternative di produzione, distribuzione e uso del digitale – fondate su giustizia ambientale, sociale e cognitiva.

1 - <https://www.trendforce.com/presscenter/news/20220425-11204.html>. Ultimo accesso: 04/06/2025.

2 - [https://www.bls.gov/iif/nonfatal-injuries-and-illnesses-tables/table-1-injury-and-illness-rates-by-industry-2023-national.htm#soii\\_n17\\_as\\_t1.f.4](https://www.bls.gov/iif/nonfatal-injuries-and-illnesses-tables/table-1-injury-and-illness-rates-by-industry-2023-national.htm#soii_n17_as_t1.f.4) . Ultimo accesso: 01/07/2025.

3 - Si tratta dell'Agenzia statunitense sulla salute e la sicurezza occupazionale del Dipartimento del Lavoro (*Occupational Safety and Health Administration*).

## Riferimenti bibliografici

Andrijasevic Rutvica. e Sacchetto Devi, 2017, “Disappearing workers’: Foxconn in Europe and the changing role of temporary work agencies”. *Work, Employment and Society*, 31(1), pp. 54-70.

Andrijasevic Rutvica, Sacchetto Devi, Pun Ngai, “Transnational Corporations and the Making of Global Labour Markets: The Case of Foxconn in China and Europe” in Eileen Boris, Heidi Gottfried, Julie Greene, Joo-Cheong Tham (a Cura di), *Global Labor Migration: New Directions*. University of Illinois Press, Urbana, 2022, pp. 207-222. <https://doi.org/10.5622/illinois/9780252044700.003.0012>

Antunes Ricardo, Basso Pietro, Perocco Fabio, 2021, “Il lavoro digitale, i suoi significati e i suoi effetti, nel quadro del capitalismo pandemico” in *Socioscapes*, 2(2), pp. 7–22. <http://www.socioscapes.org/index.php/sc/article/view/112>

Balbi Gabriele, 2022, *L'ultima ideologia: breve storia della rivoluzione digitale*, Gius. Laterza & Figli Spa, Bari.

Bales, Kevin. (2016), *Blood and earth: Modern slavery, ecocide, and the secret to saving the world*. Random House, New York.

Bettiol Marco (a cura di), 2023, *La sostenibilità ambientale del digitale: il ruolo dei data center*, Padova University Press, Padova.

Bullard D. Robert, 1993, “The threat of environmental racism” in *Natural Resources & Environment*, 7(3), pp. 23-56. <http://www.jstor.org/stable/40923229>

Cacciari Paolo, Femia Aldo, Mazzara Bruno, Passeri Daniela, 2025, “Tra capitale fossile e capitalismo verde. Quale alternativa? Sette interrogativi e qualche risposta” in *Quaderni della decrescita*, 5, pp. 27-33.

Choi Kyung-Hwa, Kim Hyunjoo, Kim Myoung-Hee, Kwon Ho-Jang, 2019, “Semiconductor Work and Adverse Pregnancy Outcomes Associated with Male Workers: A Retrospective Cohort Study” in *Ann Work Expo Health*, 63(8), pp. 870-880.

Cillo Rosanna, Perocco Fabio (a cura di), *Posted workers*. Venezia, ECF, 2022.

Clapp Jennifer, 2001, *Toxic Exports: The Transfer of Hazardous Wastes from Rich to Poor Countries*. Cornell University Press, Ithaca - NY.

Crawford Kat, 2021, *Né artificiale né intelligente. Il lato oscuro dell'IA*, il Mulino, Bologna.

Fuchs Christian, 2014, *Digital Labour and Karl Marx*, Routledge, New York.

Gambino Ferruccio, 2016, “The early outsourcing of the electronics industry and its feeders”. In J. Drahokoupil, Rutvica Andrijasevic, Devi Sacchetto (a cura di), *Flexible workforces and low profit*

- margins: electronics assembly between Europe and China*, European Trade Union Institute, Brussels, 2022, pp. 223–236.
- Huws Ursula, 1999, “Material World: the Myth of the Weightless Economy” in *Socialist Register*, pp. 29–56.
- Huws Ursula, 2014, *Labor in the Global Digital Economy. The Cybertariat Comes of Age*, Monthly Review Press, New York.
- IEA, 2025, *Energy and AI. World Energy Outlook Special Report*.
- ILO, 2024, *The future of work in the electronics industry. Advancing decent work in more inclusive, sustainable and resilient electronics supply chains*, International Labour Office, Geneva. Disponibile su: [https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-11/The%20future%20of%20work%20in%20the%20electronics%20industry\\_WEB\\_Rev.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/2024-11/The%20future%20of%20work%20in%20the%20electronics%20industry_WEB_Rev.pdf)
- Into the Black Box, 2024, *Futuro presente. I piani di Amazon*. Red Star Press, Bologna.
- Inverardi-Ferri Carlo, 2022, “Overtime: The Cultural Political Economy of Illicit Labor in the Electronics Industry” in *Economic Geography*, 99(2), pp. 140–160.
- ITU, WBA, 2025, *Greening Digital Companies 2025*, Geneva and Amsterdam.
- Kim Heechan, Kwon Ho-Jang, Rhie Jeongbae, Lim Sinye, Kang Yun-Dan, Eom Sang-Yong, Lim Hyungryul, Myong Jun-Pyo, Roh Sangchul, 2017, “The relationship between spontaneous abortion and female workers in the semiconductor industry” in *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 29(49).
- LaDou Joseph, “Occupational health in the semiconductor industry” in Ted Smith, David A. Sonnenfeld, David Naguib Pellow (a cura di), *Challenging the chip: Labor rights and environmental justice in the global electronics industry*, Temple University Press, Philadelphia PA, 2006, pp. 31-42.
- Leonardi Emanuele, 2017, *Lavoro, natura, valore*. Ortothes, Salerno.
- Malm Andres, 2016, *Fossil Capitalism*, Verso, Londra.
- Marrone Marco, Pirina Giorgio, Peterlongo Gianmarco, 2021, “La classe operaia va nel cyberspazio: il capitalismo di piattaforma oltre i miti della digitalizzazione” in *Economia e società regionale*, 1, pp.127-151.
- Negroponte Nicholas, 1995, *Being digital*, Alfred A. Knopf, Inc, New York.
- Pellizoni Luigi, Leonardi Emanuele, Asara Viviana, 2022, “Introduction: what is critical environmental politics?” In Luigi Pellizzoni, Emanuele Leonardi, Viviana Asara (a cura di) *Handbook of Critical Environmental Politics*, Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2022, pp. 1-21
- Pellow David, Park Lisa Sun-Hee, 2002, *The Silicon Valley of dreams: Environmental injustice, immigrant workers, and the high-tech global economy*. NYU Press, New York.
- Pun Ngai, 2012, *Cina, la società armoniosa. Sfruttamento e resistenza degli operai migranti*, Jaca Book, Milano.
- Pun Ngai, Chan Jenny, Selden Mark, 2015, *Morire per un iphone. La Apple, la Foxconn e la lotta degli operai cinesi*. Jaca Book, Milano.
- Salleh Ariel, 2010, “From Metabolic Rift to Metabolic Value: Reflections on Environmental Sociology and the Alternative Globalization Movement” in *Organization & Environment*, 23(2), pp. 205-219.
- Sissa Giovanna, 2024, *Le emissioni segrete dell’universo digitale*, il Mulino, Bologna.
- Smith Ted, Sonnenfeld A. David Pellow David Naguib (a cura di), *Challenging the chip: Labor rights and environmental justice in the global electronics industry*. Temple University Press, Philadelphia PA,

2006.

Wilson Sheena, Carlson Adam, Szema Imre, 2017, *Petrocultures: Oil, Politics, Culture*, McGill-Queen's University Press, Montreal. Disponibile su: <http://www.jstor.org/stable/j.ctt1qft0q7>

Woodcock Jamie, Graham Mark, 2019, *The gig economy. A critical introduction*, Polity Press, Cambridge.

Yang Feng, Di Niu, Guo Wei-wei, Ding Wen-bin, Jia Ning, Zhang Hengdong, Li Dongxia, Wang Dayu, Wang, Rugang, Zhang Danying, Liu Yongquan, Shen Bo, Zhong-xu Wang, Yin Yan, 2023, "The prevalence and risk factors of workrelated musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China" in *BMC Public Health* 23(10).

Zuboff Shoshana, 2023, *Il capitalismo della sorveglianza*, Public Affairs.