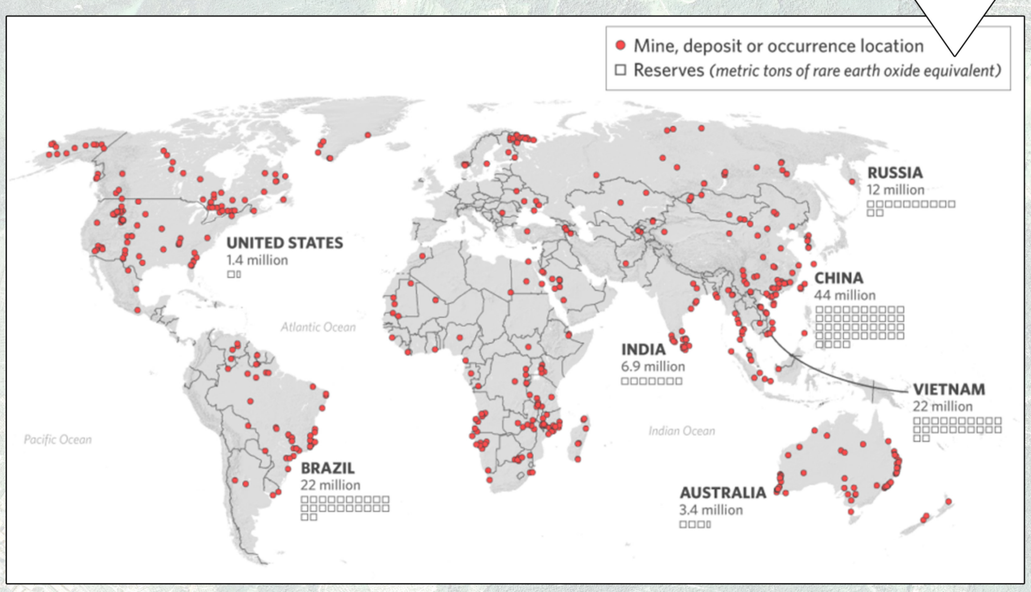
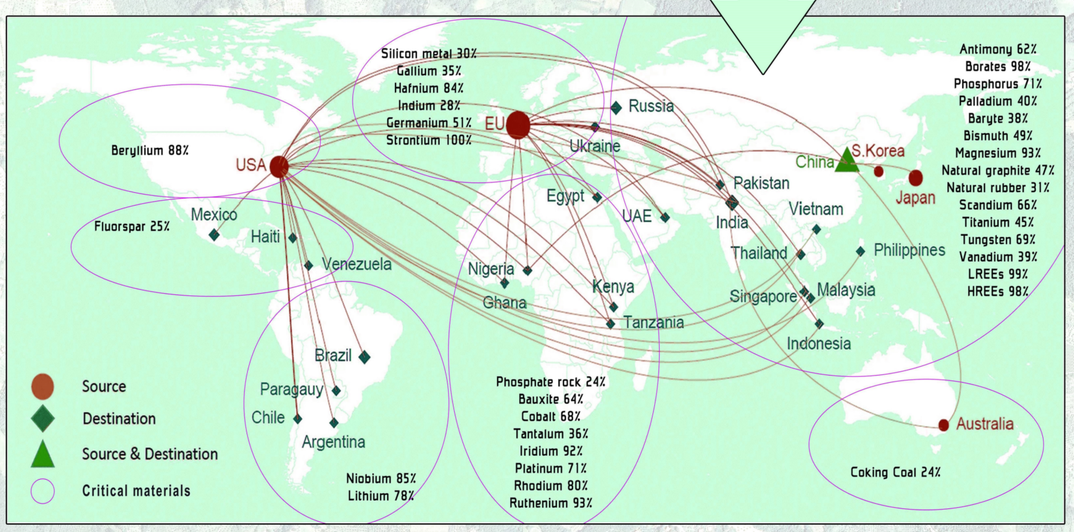
Impronta ecologica digitale: dal data center all'e-Waste, tra smaterializzazione e rimaterializzazione

Introduzione

L'obiettivo del lavoro è avviare una riflessione sulla "smaterializzazione" (Kennedy et al. 2017), ampia e complessa nozione, ormai considerata standard operativo in ambito hardware/software, il cui impatto sull'ambiente naturale e antropico (Freitag et al. 2021) "rimaterializza", tuttavia, un ingente consumo di risorse non sempre rinnovabili (Adepoju et al. 2023).



Distribuzione delle terre rare con l'indicazione del principale produttore [Fonte: USGS - Stratfor 2019]



Mappa dei flussi di rifiuto informatico nel mondo durante l'anno 2019 [Fonte: J. Okeme e V. H. Arrandale, 2019] e Reperimento critico per la produzione di prodotti elettrici/elettronici secondo lo studio dell'UE del 2020 [Fonte: ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials_it]

Materiali e metodi

Passando in rassegna lo stato dell'arte attraverso l'esame di report e studi peer-reviewed degli ultimi 10 anni ca., emerge la necessità di distinguere tra:

→ **ecological footprint (Cfr. Wilson 2014):** **indicatore che monitora l'uso delle risorse disponibili in funzione dei nostri consumi**
→ **digital footprint (Cfr. Micheli et al. 2018; Obringer et al. 2021):** **tracciabilità attiva e passiva dei dati e tracciamento posizione degli utenti**



L'impronta ecologia permette di monitorare l'uso delle risorse disponibili sul pianeta in funzione dei nostri consumi energivori mentre l'impronta digitale rappresenta, in estrema sintesi, il percorso virtuale compiuto da un dato per poter essere trasmesso e, di conseguenza, utilizzato o condiviso sulla rete.

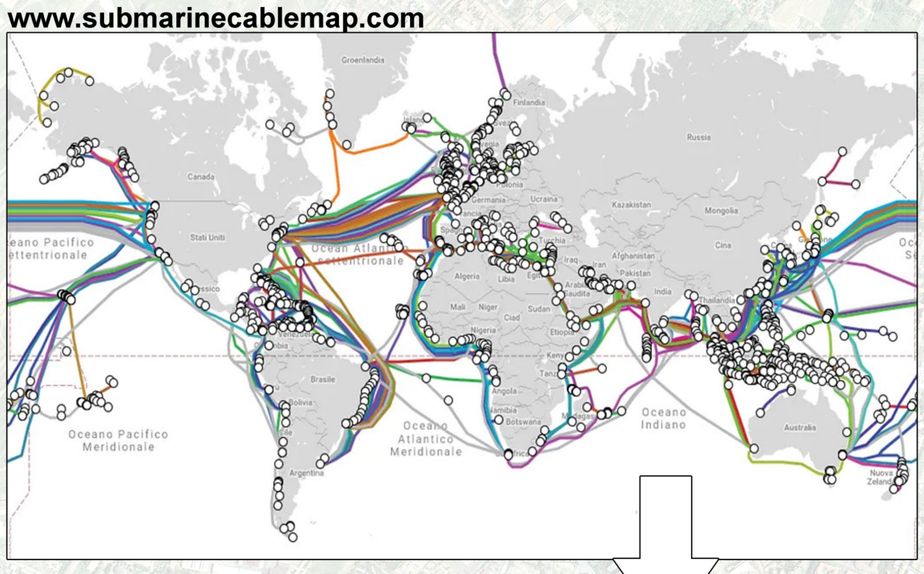
La presente proposta, in continuità con analisi precedenti (Palummo 2021 e 2022), è di ricombinarne criticamente i principali aspetti in un indicatore unico, il ***digital ecological footprint***, che definiamo come:

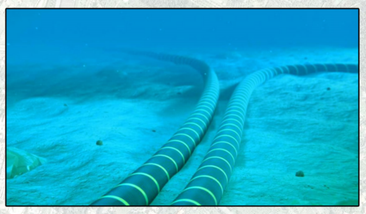
consumo energetico e di risorse naturali durante l'uso di dati e servizi on-line



Tale indicatore permetterebbe di stimare/calcolare in maniera più completa il consumo delle varie attività on-line in termini di impatto sull'ambiente naturale e di monitorare quindi la "rimaterializzazione" di quelle risorse che, in altra sede, vediamo solo "smaterializzare".

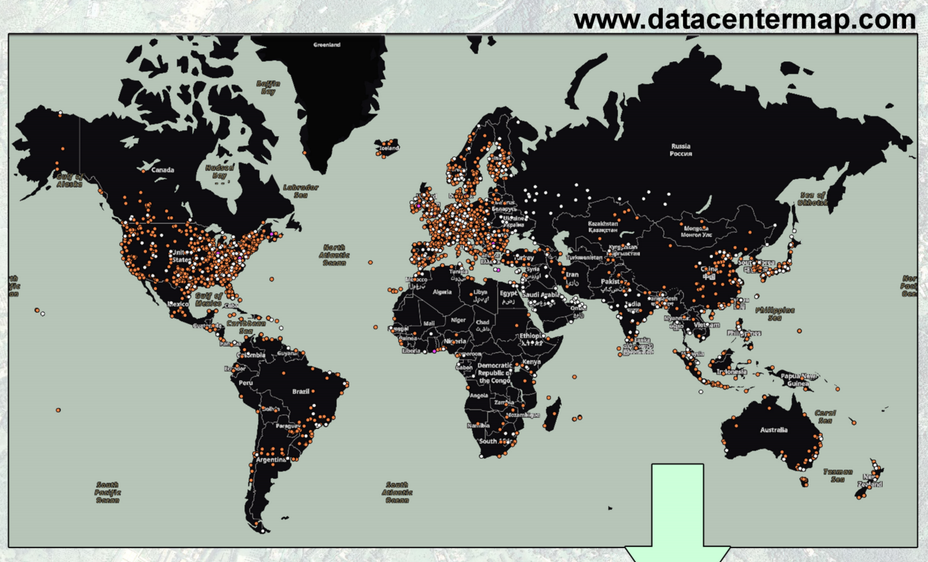
www.submarinecablemap.com





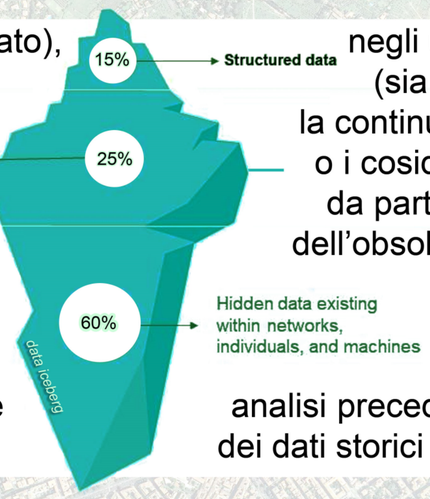


www.datacentermap.com



Risultati e discussioni

Per quanto il problema venga da lontano (spesso, passando inosservato), negli ultimi cinque anni - in concomitanza con la crescente domanda di dispositivi informatici, streaming e altri servizi ICT (sia in ambito accademico e di ricerca, sia nelle pratiche quotidiane), nonchè di applicazioni di AI (si considerino la continua produzione di e-Waste derivante dalla sostituzione della componentistica con soluzioni più prestanti, o i cosiddetti submarine cables che permettono il transito del 95% del traffico web) - si sono registrati aumenti nei consumi da parte dei data center (ad es. per lo storage di dark data) fino al 40% più alti rispetto agli anni precedenti. Se il danno ambientale dell'obsolescenza programmata legata ai sistemi di produzione hardware è ormai noto anche a livello normativo (Direttive UE 2024/825 e 2024/1799), risulta tuttora più complesso definire l'impatto dell'obsolescenza dell'informazione virtuale. Il digital ecological footprint, attualmente in corso di ottimizzazione, avrebbe garantito una visione d'insieme decisamente migliore sulle varie dimensioni dell'eWaste se fosse stato adottato negli studi di settore passati. Vista la sua assenza nelle analisi precedenti, l'obiettivo ora è promuoverne la validazione nei prossimi studi e, parallelamente, impiegarlo per una riattivazione dei dati storici tramite analisi secondarie.



Bibliografia essenziale

- Adepoju Akeeb F., et al. (2023), Climate Change Implications of Electronic Waste: Strategies for Sustainable Management: Bulletin of the National Research Centre 47, bnrc.springeropen.com/articles/10.1186/s42269-023-01124-8 (accesso 28/09/25)
- Freitag C., Berners-Lee M., Widdicks K., Knowles B., Blair G.S., Friday A. (2021), The real climate and transformative impact of ICT: A critique of estimates, trends, and regulations, Patterns, Volume 2, Issue 9, doi.org/10.1016/j.patter.2021.100340
- Kennedy, H., Elgesem, D., & Miguel, C. (2017), On fairness: User perspectives on social media data mining: Convergence, 23(3), 270-288. https://doi.org/10.1177/1354856515592507
- Micheli M., Lutz C., Büchi M. (2018), Digital footprints: An emerging dimension of digital inequality: Journal of Information, Communication & Ethics in Society, https://dx.doi.org/10.1108/JICES-02-2018-0014
- Obringer R., Rachunok B., Maia-Silva D., Arbabzadeh M., Nateghi R. et al. (2021), The overlooked environmental footprint of increasing Internet use, Resources, Conservation and Recycling, vol.167, https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105389
- Palummo A. (2022), Pianificazione ambientale ed e-Waste: dalle terre rare alla miniera urbana, in Urbanistica Informazioni, n.306, ISSN:0392-5005, www.urbanisticainformazioni.it/-306-s-i-.html
- Palummo, A. (2021), da: Atti della Conferenza GARR 2021, Art. 2 - TrashWare e Digital Divide, ISBN: 978-88-946629-0-0, DOI: 10.26314/GARR-Conf21-proceedings

GenOA week 2026
International Open Access week
dal 02 al 05 novembre

Ph.D. Alexander Palummo
alexanderpalummo@cnr.it
0000-0003-3208-8185

CNR IBE
Istituto per la BioEconomia