



UNIVERSITÀ DI PISA

Dipartimento di Informatica
Corso di Laurea Triennale in Informatica

Corso a Libera Scelta - 6 CFU

Green Computing

Professore:
Prof. Stefano Forti

Autore:
Filippo Ghirardini

Anno Accademico 2023/2024

Contents

1	Introduzione	3
1.1	Trasformazione digitale	3
1.2	Consumo energetico	4
1.3	Dennard scaling	4
1.4	E-waste	4
1.5	Paris Agreement	4
1.5.1	Aziende	4
2	Green Computing	5
2.1	Approccio olistico	5
2.2	Pilastri fondamentali	5
2.2.1	Ingegneria del software sostenibile	5
2.2.2	Hardware ad alta efficienza energetica	6
2.2.3	Cloud computing e virtualizzazione	6
2.2.4	Gestione adattiva dell'energia	6
2.2.5	Energia da fonti rinnovabili	6
2.2.6	Riciclo, smaltimento, riuso	6
2.3	Applicazioni green	6
3	Ebook reader	6
3.1	Ciclo di produzione	6
3.2	Confronto	7
3.3	Salute	7
3.4	Dismissione	7

Green Computing

Realizzato da: Ghirardini Filippo

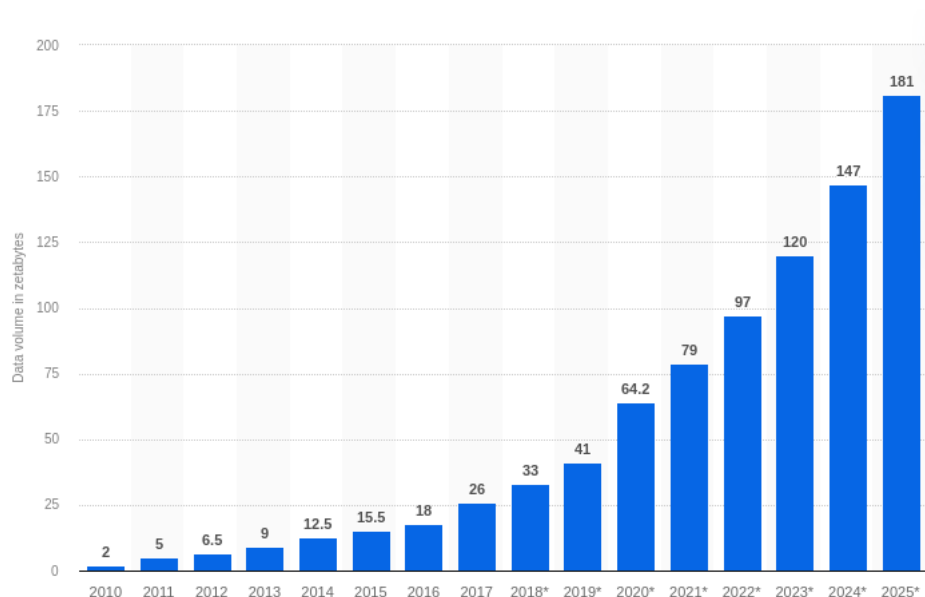
A.A. 2023-2024

1 Introduzione

Il corso prevede di affrontare assieme due degli ambiti più importanti al giorno d'oggi: **trasformazione digitale** e **transizione verde**.

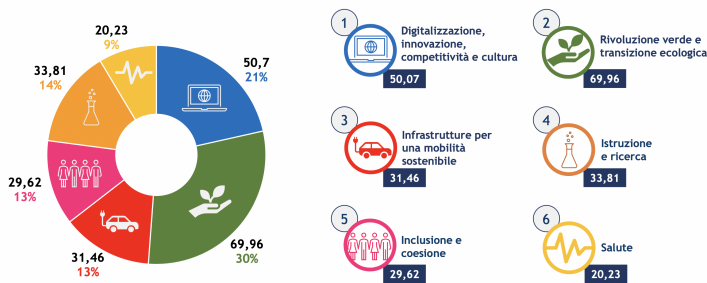
1.1 Trasformazione digitale

Con il tempo c'è stata un'evoluzione delle reti di comunicazioni esponenziale grazie alla diffusione di reti pervasive a banda ultra-larga e a basso costo. Inoltre, a causa della diffusione di servizi digitali per la condivisione di dati multimediali ad alta risoluzione, c'è una produzione, un trasferimento ed un consumo di una mole di dati sempre maggiore.



Numerosi sono i programmi di sviluppo nazionali ed europei mirati proprio alla trasformazione digitale, favoriti anche dalla pandemia di Covid-19. Un esempio classico è il PNRR:

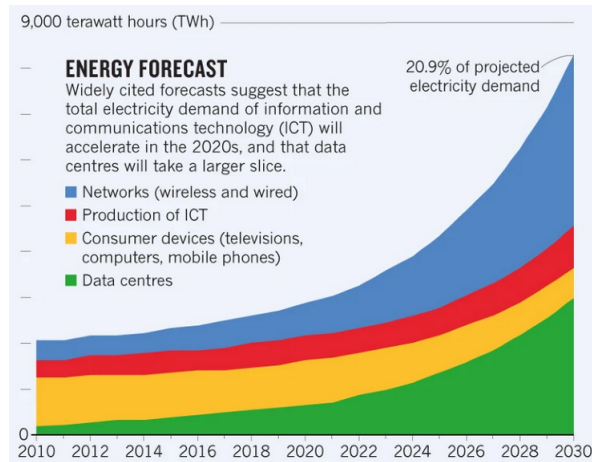
LE SEI MISSIONI



Valori espressi in miliardi di euro

1.2 Consumo energetico

Il consumo energetico da parte del settore ICT è ad oggi il 5% della domanda mondiale ed è previsto che superi il 20% nel 2030. La produzione di CO_2 del settore è pari al 2%, quanto quella degli aerei.



1.3 Dennard scaling

È una legge empirica che sostiene che riducendo la dimensione dei transistor, il rapporto tra potenza e superficie ($watt/cm^2$) rimane costante.

1.4 E-waste

La continua emissione di dispositivi guasti o passati di moda contribuisce ad alimentare i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

Questi 50 milioni di rifiuti finiscono nei paesi in via di sviluppo dove non vengono smaltite correttamente (danno per l'ambiente e non-biodegradabilità).

1.5 Paris Agreement

Un accordo legalmente vincolante per mantenere il riscaldamento globale ben al di sotto dei $2C$ e idealmente sotto $1.5C$ basato sui seguenti principi:

- *Obiettivo a lungo termine*, con piani quinquennali
- *Contributi* dei vari paesi
- *Ambizione*
- *Trasparenza* sui dati
- *Solidarietà* dei paesi più sviluppati verso quelli in via di sviluppo

Per rispettare l'accordo ogni europeo dovrebbe ridurre le emissioni da 10 a 2 tonnellate di CO_2 .

1.5.1 Aziende

Le aziende informatiche sono interessate al green computing per:

- Ridurre i costi di gestione ed aumentare gli utili
- Migliorare la reputazione aziendale verso il personale
- Greenwashing
- Realizzare una trasformazione energetica

2 Green Computing

In generale, il green computing può aiutare le organizzazioni a ridurre l'impatto ambientale e a risparmiare sui costi energetici e di gestione.

Definizione 2.0.1 (Green Computing). *Il green computing tratta la **progettazione**, la **realizzazione** e l'**utilizzo** di sistemi ICT, computer e dispositivi elettronici¹ in modo responsabile e sostenibile dal punto di vista ambientale, considerando in particolare il **consumo energetico** e **impronta di carbonio**.*

Definizione 2.0.2 (CO_2 -eq). *L'anidride carbonica equivalente è una misura che esprime l'impatto di una certa quantità di gas serra rispetto alla stessa quantità di anidride carbonica.*

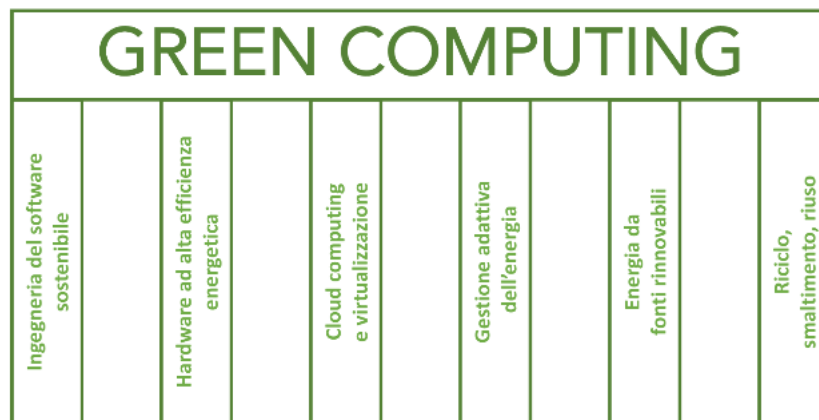
Definizione 2.0.3. *Energy Star Il progetto Energy Star nasce negli anni '90 ed è stata una delle prime iniziative relative al green computing per dare un indicatore dell'efficienza energetica. Il problema principale è che è **facoltativo**.*

2.1 Approccio olistico

Per funzionare segue un approccio **olistico**, analizzando tutto il **ciclo di vita** di un sistema, sia *vericalmente* che *orizzontalmente*.

- **Progetto:** progettare in modo sostenibile computer, server, sistemi di raffreddamento e software a basso consumo e alta efficienza.
- **Produzione:** attenzione a non sprecare risorse limitate, ridurre gli scarti di fabbricazione e utilizzare fonti rinnovabili per la produzione.
- **Trasporto:** cercare di ridurre e ammortizzare l'uso di carburanti fossili sostituendoli con veicoli elettrici o ibridi e facendo spedizioni accorpate.
- **Uso:** utilizzare i sistemi cercando di ridurre il consumo con politiche di risparmio (e.g. ibernazione)
- **Dismissione:** lo smaltimento di dispositivi elettronici attraverso il riciclo

2.2 Pilastri fondamentali



2.2.1 Ingegneria del software sostenibile

È possibile fare in modo che i programmi consumino meno energia e che il loro dispiegamento nelle varie fasi del ciclo di vita produca minori gas inquinanti. In particolare, programmare *sfruttando le peculiarità di linguaggi e hardware* che possano rendere il software più disponibile.

¹Tutti quei dispositivi che si appoggiano all'informatica per funzionare, e.g. aspirapolvere

2.2.2 Hardware ad alta efficienza energetica

2.2.3 Cloud computing e virtualizzazione

2.2.4 Gestione adattiva dell'energia

2.2.5 Energia da fonti rinnovabili

2.2.6 Riciclo, smaltimento, riuso

È possibile **sensibilizzare** l'utente sul giusto uso dei mezzi a sua disposizione e quindi della loro conseguente fine di utilizzo. Ottimizzare l'impiego dei dispositivi porta una determinante longevità, minimizzando quindi il rifiuto.

- Inoltre, per ridurre la produzione di rifiuti è fondamentale **riutilizzare** (ad esempio rivendendo) i dispositivi elettronici ancora validi. In molti casi è sufficiente sostituire componenti degradati (e.g. le batterie) e mantenere il resto. Oltretutto molti dispositivi possono essere considerati obsoleti per certi scopi ma ancora ottimi per altri (e.g. server).
- È fondamentale ingegnerizzare il processo di **smaltimento** in modo da permettere il **riciclo** di parte dei componenti. Ad esempio dalle schede stampate si possono recuperare metalli preziosi come l'oro. La legislazione italiana necessita il corretto trattamento dei rifiuti per ridurre l'inquinamento. Di conseguenza anche la scelta di macchinari e strumenti mirati allo smaltimento è fondamentale per fare in modo che un'azienda possa essere ritenuta green.
- La tecnologia stessa può essere uno strumento potente per **sensibilizzare** il consumatore su queste tematiche e per fargli conoscere le aziende green.

2.3 Applicazioni green

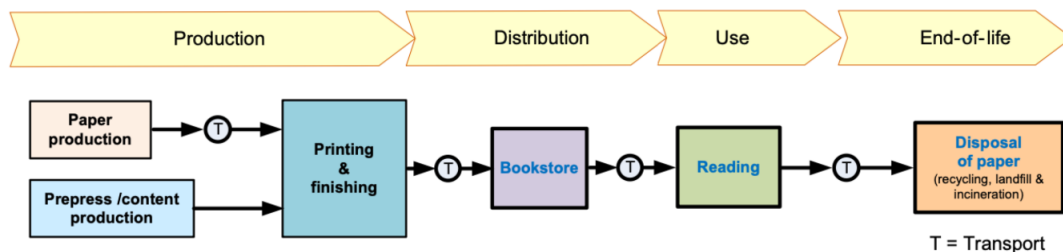
Sfruttare i sistemi ICT per l'**ottimizzazione** di processi che sfruttano risorse limitate (e.g. combustibili fossili nel trasporto, energia elettrica nel riscaldamento, acqua potabile nell'irrigazione) è un aspetto importante del green computing.

3 Ebook reader

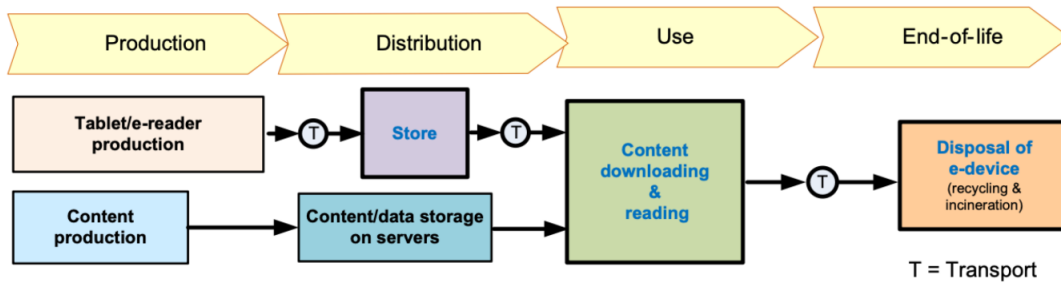
Entro il 2025 si prevede che gli e-reader rappresenteranno circa il 75% del mercato totale, anche se allo stesso tempo il numero di libri cartacei prodotti e venduti è in continuo aumento.

3.1 Ciclo di produzione

Vediamo il ciclo di vita di un libro tradizionale cartaceo



Le materie prime necessarie sono, per un libro a copertina morbida, 150 – 300g di carta e 7.5lt di acqua. Sono necessari 2KWh e la loro distribuzione (assumendo che non si usi la macchina per comprarlo) produce circa 10 volte quella della produzione. L'utilizzo è trascurabile dal punto di vista energetico in quanto al massimo serve una luce per leggere.



Per quanto riguarda invece gli e-book reader, sono necessari circa 15Kg di materie prime (metalli rari, sabbia, etc...) e 300lt di acqua (batterie, chip, oro dei circuiti). Sono necessari 100KWh per la produzione e assumiamo i costi di distribuzione di un [volo Milano-Roma](#).

3.2 Confronto

Considerando i dati precedenti:

1. Quanti libri si producono con le materie prime necessarie per produrre un e-book reader?

$$\frac{15Kg}{0.150Kg} = 100 \quad \frac{15Kg}{0.300Kg} = 50$$

2. Quanti libri si producono con l'acqua necessaria per produrre un e-book reader?

$$\frac{300lt}{7.5lt} = 40$$

3. Quanti libri si producono con l'energia necessaria per produrre un e-book reader?

$$\frac{100KWh}{2KWh} = 50$$

4. Quanti libri serve produrre e trasportare per inquinare quanto per la produzione e il trasporto di un e-book reader?

$$\text{Produzione e-book reader} = 0.319 \frac{g}{Kw/h} \cdot 100Kw/h = 31.9Kg \quad \text{Distribuzione e-book reader} = 41.8Kg$$

$$\text{Totale e-book reader} = 31.9Kg + 41.8Kg = 73.7Kg$$

$$\text{Produzione libro} = 0.319 \frac{g}{Kw/h} \cdot 2Kw/h = 0.638Kg \quad \text{Distribuzione libro} = 0.638Kg \cdot 10 = 6.380Kg$$

$$\text{Totale libro} = 6,380Kg + 0.638Kg = 7.018Kg$$

$$\text{Libri per e-book reader} = \frac{73.7Kg}{7.018Kg} = 10.5$$

5. Qual'è la media dei valori delle risposte precedenti (quanti libri vale un e-book reader)?

$$\frac{\frac{100+50}{2} + 40 + 50 + 10.5}{5} = 43.9$$

6. Quanti libri bisogna leggere all'anno per ammortizzare un e-book reader su 5 anni di vita media?

$$\frac{43.9}{5} = 8.8$$

3.3 Salute

La produzione di libri ed e-book reader produce ossidi di azoto e zolfo

3.4 Dismissione

Libro

La **decomposizione** può generare il doppio delle emissioni e degli impatti tossici sulle falde acquifere rispetto alla sua
Può essere prestato, regalato, donato ad una biblioteca oppure correttamente riciclato.