

\$ SPACE € CONOM ¥

Un camper sulla Luna

Space Economy

AI e impatto sulla Società

62

2024

**PROPRIETÀ:**

A.P.S. "Il C.O.S.Mo" (Circolo di Osservazione Scientifico-tecnologica di Modena)

C.F.:94144450361

RESPONSABILE:

Davide Borghi

REDAZIONE:

a cura del Consiglio Direttivo

SITO INTERNET:

www.ilcosmo.net

CONTATTI:

info@cosmo.net

COSTO:

Gratuito sul WEB

CONSIGLIO DIRETTIVO:

Leonardo Avella

Davide Borghi

Luigi Borghi

Roberto Castagnetti

Ciro Sacchetti

Questa rivista, le copie arretrate, i suoi articoli e le sue rubriche, non possono essere duplicati e commercializzati.

È vietata ogni forma di riproduzione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta del circolo "Il C.O.S.Mo".

La diffusione all'esterno del circolo è vietata.

Può essere utilizzata solo dai soci per scopi didattici.

IN QUESTO NUMERO:**ASTRONAUTICA****Un camper sulla Luna**

Trasporto di uomini e merci sulla superficie lunare

di Luigi Borghi pag. 6

SPACE ECONOMY**Space Economy**

Da esploratori a manager: l'evoluzione della corsa allo spazio

di Roberto Castagnetti pag. 18

INTELLIGENZA ARTIFICIALE**AI e impatto sulla Società**

di Davide Borghi pag. 44

GLI EVENTI DEL C.O.S.MO

L'elenco dei prossimi eventi pag. 55

IN COPERTINA

Dettaglio di "Terra vista dallo spazio" - Sfondo di Zoom [Realizzato da VistaCreate]





SPAZIO, ENERGIA E AI: UN PERIODO RICCO DI INIZIATIVE!

Siamo al numero 62 della nostra rivista e mi trovo a commentare i nostri accadimenti di questa estate, che è stata ricca e impegnata come sempre. Abbiamo continuato la collaborazione, iniziata da tempo, con **Reggio Emilia Astronomia** (REA), per la **Scuola di Astronomia**. Le serate hanno visto una partecipazione numerosa e attenta, con anche interventi di esperti e ricercatori nei campi dell'astronomia e della cosmologia. La Scuola continuerà dopo la pausa estiva sempre con il nostro contributo. Sempre a Reggio Emilia, abbiamo collaborato con REA alla serie dedicata all'Astronomia e allo Spazio nell'ambito del programma *Buongiorno Reggio* su **TeleReggio**, in onda ogni martedì mattina. Inoltre abbiamo dato un fattivo contributo alla seconda edizione del **Festival dell'Astronomia di Montecchio**, che ha visto anche la partecipazione di figure di spicco come Federico Tosi di INAF, che ci ha parlato delle lune ghiacciate di Giove, e di Andrea Cimatti, direttore del Dipartimento di Astronomia, che ci ha "illuminato" (è il caso di dire) sull'universo oscuro e la missione Euclid. *Desidero ringraziare REA per l'iniziativa*, che rappresenta davvero un *faro per gettare luce su questi argomenti*, assieme al **Festival della Scienza e dell'Astronomia** che abbiamo organizzato ad Aprile come COSMo a San Prospero sul Secchia, in cui abbiamo potuto contare anche sul prezioso contributo di strumenti astronomici forniti da REA.

Il 21 Luglio abbiamo avuto il piacere di celebrare il **55esimo del primo sbarco lunare** tenendo una conferenza per il Comune di Modena nel quartiere San Faustino. E la settimana dopo eravamo a **Badi**, nell'appennino bolognese, per una conferenza su Intelligenza Artificiale invitati dalla Proloco locale.

Per completare il panorama emiliano: il prossimo Dicembre saremo a **Parma**, invitati presso l'Università per una conferenza a tema **"Idrogeno ed energia elettrica: due vettori determinanti per la decarbonizzazione"**. Siamo davvero presenti in tutta l'Emilia...

Nel mese di Settembre terremo due conferenze per il Comune di Modena al Parco XXII Aprile: una dedicata sul nostro vicinato cosmico, e un'altra su temi molto attuali, quali la decarbonizzazione, l'energia pulita, le auto elettriche e l'idrogeno.

Sempre a Settembre, ci recheremo in Inghilterra a **Duxford** per assistere a una manifestazione aerea con aerei della Seconda Guerra Mondiale in volo, in questo storico aeroporto della RAF e USAF. Il giorno seguente visiteremo **Bletchley Park**, sede del gruppo di **Alan Turing** che decryptò **Enigma**, il codice segreto nazista, e sede del recente vertice internazionale sull'Intelligenza Artificiale, essendo Alan Turing considerato uno dei padri dell'AI. Avremo la possibilità di visitare le strutture storiche di decrittaggio e le macchine di calcolo ricostruite, nonché un affascinante museo dedicato ai computer.

Mentre alcuni di noi saranno a Bletchley Park, **Ciro** e **Stefano** terranno una conferenza sui **"Complotti lunari"** per il CICAP.

Infine, sempre a Settembre (un mese davvero intenso 😊) saremo alla Baia del Re per parlare sempre di **Intelligenza Artificiale** (un tema caldo di grande attualità con forti impatti sul medio e lungo termine) per **San Paolo Invest**, gruppo Fideuram Intesa San Paolo Private Banking S.p.A.

E questo è solo Settembre... A Ottobre, ogni martedì sera, avremo il nostro appuntamento periodico **"Un altro equinozio con Il COSMo"**, durante il quale presenteremo nuovi argomenti e aggiornamenti:

- ➔ 8 Ottobre: **"Enrico Fermi"** – L'ultimo uomo che sapeva tutto. Panoramica sull'uomo, la pila, la bomba. Un fisico sperimentale e allo stesso tempo teorico, ai massimi livelli. Dai Ragazzi di Via Panisperna, agli anni negli Stati Uniti: New York, Chicago, il Progetto Manhattan e il dopoguerra. Luci e ombre di una figura al centro delle drammatiche vicende del XX secolo. **Relatore: Davide Borghi.**



- ➔ 15 Ottobre: “**Aggiornamento su Starship**” (*attenzione: presto avremo un nuovo lancio*). Scopriamo insieme cosa è accaduto dopo la nostra ultima conferenza di marzo 2024: gli ultimi voli di test e tutte le più recenti novità dell’incredibile progetto Starship, che ha l’ambizione di portare l’uomo sulla Luna e su Marte. **Relatori: *Ciro Sacchetti e Leonardo Avella***.
- ➔ 22 Ottobre: “**Evoluzione delle comunicazioni da Marconi al Laser per lo spazio profondo**”. Un approfondimento sulle tematiche che hanno concorso a moltiplicare per miliardi di volte la quantità di informazioni, nell’unità di tempo, in 123 anni di sviluppo. Come viene modulata la portante dall’informazione? Cosa significa “digitalizzazione”. Dal “morse” di Marconi ai messaggi della Voyager e al LASER di Psyche. **Relatore: *Luigi Borghi***
- ➔ 29 Ottobre: “**Nello Spazio nessuno può sentirti ... suonare - Musica e Universo**”. Un argomento completamente nuovo e inusuale. Lo Spazio non è solo un luogo abitato da alieni pericolosi, ma un mirabile equilibrio che parla il linguaggio della Matematica. Parleremo dei legami profondi e inaspettati fra Musica e Universo. Quali sono le armonie che governano le strutture dello spazio profondo? Come si accordano con lo scorrere del tempo? **Relatore: *Roberto Castagnetti, Claudia Rondelli, Mario Dondi***

Infine a Ottobre avvieremo un nuovo ciclo di 8 lezioni e dibattiti sull’**Intelligenza Artificiale**” presso l’Università della Terza Età (UTE) in via Cardinal Morone. Gli incontri si terranno ogni venerdì sera, dall’11 Ottobre al 6 Dicembre, dalle 18:15 alle 20:15. Inoltre, il 16 Ottobre parleremo sempre di **Intelligenza Artificiale: cosa sarà mai?**” in un incontro organizzato dall’associazione presso la Sala Pucci. .

Tutti i nostri eventi li trovate sempre alla nostra pagina **EVENTI** nel sito, ilcosmo.net, che teniamo continuamente aggiornata (link: <https://ilcosmo.net/index.php/eventi/>)

Ora non devo fare altro che invitarvi alla lettura di questo numero in cui troverete questi approfondimenti:

- **Un camper sulla Luna:** sul trasporto di uomini e merci sulla superficie selenica.
- **Space Economy:** sullo sviluppo dell’economia e sul crescente giro d’affari anche, e soprattutto, privato, che orbita attorno al settore Spaziale.
- **AI e Impatto sulla società:** sulla consapevolezza digitale delle conseguenze dell’applicazione di questa tecnologia in vari settori, per poterne mitigare i rischi associati, soprattutto sul medio e lungo termine.

Il Presidente

Davide Borghi

davide.borghi@ilcosmo.net



In un futuro possibile l'Umanità e l'Intelligenza Artificiale potrebbero coesistere in armonia, camminando fianco a fianco nelle strade delle nostre città. Con l'evoluzione delle AI, la linea tra uomo e macchina diventa sempre più sottile, segnando l'inizio di una nuova era in cui condividere non solo lo spazio fisico, ma anche idee, culture e valori, in un mondo più inclusivo e interconnesso

Immagine creata con Intelligenza Artificiale, tramite ChatGPT-4o — DALL-E

UN CAMPER SULLA LUNA

Trasporto di uomini e merci sulla superficie lunare

di Luigi Borghi



The Lunar Dawn rover, being developed by a team led by Lunar Outpost, is one of three designed selected for NASA's LTV Services contract. Credit: Lockheed Martin

Come noto, e come più volte da me ribadito, muoversi sulla Terra con mezzi alimentati a combustibili fossili è ormai chiaro che non va bene! Direi quasi delittuoso, visto come sta andando il cambiamento climatico. Ma di certo sulla Luna è impossibile!

Ci sono due ottime ragioni per impedire ad un motore a combustione interna di funzionare sul nostro satellite: sulla Luna non ci sono combustibili fossili e non c'è ossigeno.

Qualche pignolo potrebbe osservare che sulla Luna c'è acqua e quindi potremmo ricavare sia l'ossigeno che l'idrogeno, che non è un fossile ma brucia benissimo. Sì, è vero, ma è evidente che anche un superficiale bilancio energetico sconsiglia abbondantemente di seguire questa strada. **"Bruciare"** è un verbo che sulla Luna non avrà successo (sta perdendo *charme* anche qui).

In questo articolo approfondiremo alcuni progetti, già approvati ed attualmente in fase sviluppo, che trattano proprio dei **mezzi di trasporto di superficie** sul nostro satellite naturale in previsione delle intense attività che verranno sviluppate in seguito allo svolgimento del programma Artemis, e non solo.

Le necessità di trasporto di superficie di una colonia Lunare si possono dividere in 3 macrocategorie:

- 1. *Trasporto di astronauti in percorsi variabili a scopo esplorativo, con habitat pressurizzato, con guida autonoma o presidiata e con grande autonomia.***
- 2. *Trasporto di attrezzature e merci in percorsi variabili, su mezzi non pressurizzati ed a guida autonoma.***
- 3. *Trasporto di grandi volumi di merci e at-***

trezzature in percorsi prestabiliti, su mezzi non pressurizzati ed a guida vincolata.

1) Trasporto di astronauti in percorsi variabili.

Tra i mezzi di trasporto in questa categoria possiamo far rientrare (con una grossa forzatura) la mitica LRV, la **Lunar Roving Vehicle** (Fig. 1) l'auto elettrica di Apollo 15 che il 1° agosto 1970 l'astronauta **David Scott** usò per primo per scorrizzare per le lande desolate della Luna.

Portava la targa **MOON LRV 001 1971**.

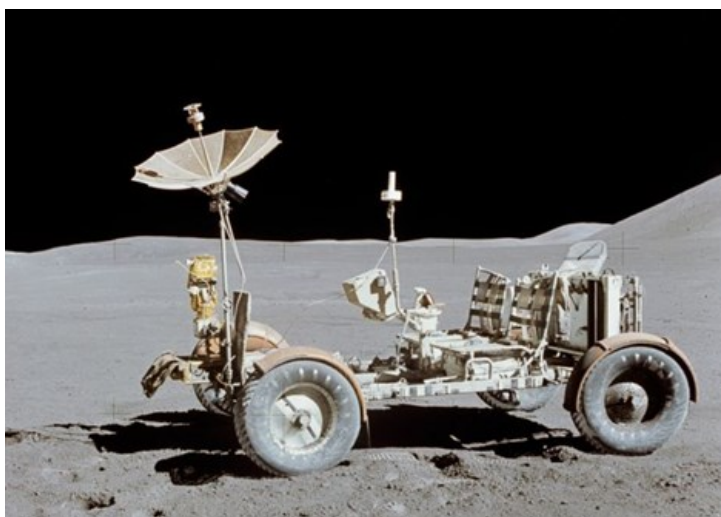


Figura 1. Lunar Roving Vehicle (LRV) di Apollo 15

Il LRV, realizzato da **General Motors** su specifiche NASA, aveva la trazione su 4 ruote con relativi motori elettrici da 0,25 CV indipendenti, quindi totale 1 CV! Pesava solo 200 kg (sulla Terra), ed aveva un "abitacolo" non pressurizzato con soli due posti, per un totale di carico massimo 450 kg (sempre pesati sulla Terra). Poteva viaggiare fino alla velocità massima di 13 km/h, mentre l'autonomia delle batterie (non ricaricabili) ammontava a 100 km (ma ne hanno fatti al massimo 27). Aveva capacità di **comunicazione radio analogica** in voce, video a bassissima risoluzione e telemetria, sia con la base lunare (il LEM), che con la Terra. Non aveva nessun tipo di aiuto alla navigazione. Infine, ma non meno importante, **l'LRV era un veicolo a perdere**, quindi finito l'uso, si lasciava lì, sul posto, ad uso museo per i

posterì. Sulla Luna ve ne sono già 3 (Apollo 15, 16 e 17).

Ma parliamo di tecnologie di mezzo secolo fa

Non è ciò di cui ha bisogno oggi la NASA.

Il programma Artemis di esplorazione spaziale automatizzato e con equipaggio, portato avanti dalla NASA, da aziende di voli spaziali commerciali statunitensi, e da partner internazionali, invece, prevede di tornare sulla Luna per restarci, per esplorarla su vaste aree e per sfruttare le sue risorse (acqua, regolite, elio 3, scandio, ittrio, ecc.).

Quindi serve un veicolo con notevole autonomia senza rifornimento, ricaricabile, che possa ospitare più di un astronauta in un ambiente climatizzato con i servizi necessari per viverci dormirci, lavorare e soprattutto che possa essere riutilizzato per almeno una decina di anni.

Magari provvisto anche di guida assistita.

Ed è con questo obiettivo per cui la NASA e la Japan Advance Space Cooperation, il **9 aprile 2024**, hanno firmato un accordo che per lo sviluppo di un **Lunar Rover adatto al programma Artemis**.



Figura 2. Credito fotografico: (NASA/Bill Ingalls)

In figura 2, l'amministratore della NASA **Bill Nelson**, a sinistra, e il ministro giapponese dell'Istruzione, della Cultura, dello Sport, della Scienza e della Tecnologia **Masahito Moriyama**, tengono in mano copie firmate di uno storico accordo tra Stati Uniti e Giappone per promuovere l'esplorazione

umana sostenibile della Luna, presso il quartier generale della NASA Mary W. Jackson Building a Washington.

In base all'accordo, il Giappone progetterà, svilupperà e gestirà un rover pressurizzato per l'esplorazione con e senza equipaggio sulla Luna.

La NASA fornirà il lancio e la consegna del rover sulla Luna, nonché due missioni di astronauti giapponesi sulla superficie lunare.

Un rover chiuso e pressurizzato consentirà agli astronauti di viaggiare più lontano e condurre ricerche scientifiche in aree geograficamente diverse, fungendo da habitat mobile e laboratorio per gli astronauti per vivere e lavorare per lunghi periodi di tempo. Sarà in grado di ospitare **due astronauti per un massimo di 30 giorni mentre attraversano l'area vicino al Polo Sud lunare.**

La NASA attualmente prevede di utilizzare il rover pressurizzato su Artemis VII e sulle missioni successive per una durata di vita di circa 10 anni.

L'accordo quadro tra il governo del Giappone e il governo degli Stati Uniti d'America per la cooperazione nell'esplorazione spaziale e nell'uso dello spazio extra-atmosferico, compresa la Luna e altri corpi celesti, per scopi pacifici, facilita un'ampia gamma di attività congiunte tra i due paesi, tra cui la scienza, l'esplorazione e la tecnologia spaziale e molto altro ancora.

Sarà la base per futuri accordi per la partecipazione del Giappone alla missione **Dragonfly** della NASA e al telescopio spaziale **Nancy Grace Roman**. Gli Stati Uniti e il Giappone intendono anche collaborare al satellite di osservazione solare di prossima generazione della JAXA, **SOLAR-C**, che indagherà i misteri delle atmosfere solari conducendo osservazioni della radiazione ultravioletta dal Sole.

Nell'ambito del **Gateway Implementing Arrangement** firmato nel 2022, la NASA offrirà anche l'opportunità a un astronauta giapponese di servire come membro dell'equipaggio del Gateway in una futura missione Artemis e il Giappone fornirà il con-

trollo ambientale e i sistemi di supporto vitale del Gateway e il trasporto merci.

Ora entriamo nel merito di questo potente rover che assomiglia molto ad un tecnologico camper. Sarà (anzi è) Toyota a svilupparlo ed ha già un nome: **Toyota Lunar Cruiser**.

In realtà i progetti sono due. Il progetto principale è appunto il Toyota lunar cruiser per le missioni spaziali Artemis. Il secondo progetto coinvolge il famoso studio di design californiano **Calt** che per **Toyota e Lexus** lavora a concetti di mobilità innovativa per la realizzazione di "baby" rover.

Nel **Toyota Lunar Exploration Mobility Works Project** (il nome del programma), oltre a **Toyota, Jaxa e NASA** e coinvolta anche **Mitsubishi Heavy Industries**.

Il Toyota Lunar Cruiser sarà un rover pressurizzato, gli astronauti potranno utilizzarlo senza indossare una tuta spaziale. Il modulo della cabina dovrà resistere alle difficili condizioni lunari, soprattutto agli enormi sbalzi di temperatura tra la zona illuminata e quella al buio. Non solo, le temperature sono ancora più estreme ai poli dove verranno condotte la maggior parte delle ricerche per trovare eventuale ghiaccio superficiale o sotterraneo fondamentale per le future missioni di esplorazione lunare e su Marte.

Con lo sviluppo preliminare Toyota e i suoi partner hanno già stabilito le dimensioni proposte per il rover a sei ruote: **6 metri di lunghezza, 5,2 metri di larghezza e 3,8 metri di altezza.**

Questo consentirebbe un'area di cabina di circa 7 metri quadrati che gli astronauti possono adibire a spazio abitativo e a laboratorio mobile. (Fig. 3 e 4).

Lo sviluppo del Lunar Cruiser si concentrerà su quattro tecnologie chiave:

- a) **celle a combustibile rigenerative (RFC);**
- b) **prestazioni di guida da fuoristrada;**
- c) **capacità di guida automatizzata e interfaccia utente.**

Il più complesso di questi è il propulsore a celle a combustibile rigenerative.



Figura 3. Il rover rapportato ad un astronauta



Figura 4. Il rover con i pannelli solari aperti

Sappiamo già quali sono i limiti di questa tecnologia sulle automobili qui sulla terra rispetto all'uso di batterie per lo stoccaggio di energia.

Sulla terra le celle ad idrogeno non sono competitive sulle auto. Ciò è dovuto al fatto che, a fronte della innegabile complessità di questa tecnologia e lo scarso rendimento energetico rispetto ad un'auto a batteria (50% in meno) dovuto alla doppia conversione, non offre altro che una veloce ricarica (quando si trova il distributore di idrogeno), e la maggior efficienza in termini concentrazione energetica.

Un kWh di idrogeno pesa molto meno di un kWh agli ioni di litio. Ma sulla terra questo conta poco. Sulla luna però c'è un cambio di paradigma, almeno per questa fase di **precolonizzazione** perchè non ci sono ancora infrastrutture.

Non trovi la presa di corrente a poche centinaia di metri per caricare le batterie, in compenso hai (di giorno) energia elettrica da pannelli solari che è circa **4 volte maggiore** di quella che trovi sulla Terra.

Sul nostro pianeta, al suolo, facendo media notte

giorno, estate inverno pioggia e sole, abbiamo mediamente poco più di **350 W** per m^2 . Sulla luna ne abbiamo circa **1300** durante il giorno che dura 14 giorni. Non essendoci atmosfera equivale alla energia che arriva ai pannelli solari della ISS.

Il problema è che sulla Luna abbiamo anche una notte che dura 14 giorni. Se si vuole essere operativi anche di notte bisogna accumulare molta energia che con batterie equivarrebbe ad appesantire di parecchio il mezzo.

Io resto dell'opinione che la semplicità di un power train elettrico, quindi la sua indiscutibile affidabilità, sia impagabile, proprio sulla Luna dove i "meccanici" non sono certo a portata di mano. Ma sembra sia prevalsa l'autonomia notturna sulla notevole complessità di una cella combustibile rigenerativa.

C'è un'altra considerazione da fare per capire la scelta di Toyota: l'acqua. Un elemento disponibile sulla luna, ma nella sua forma adatta sia per dissestare i coloni che per far andare un impianto di elettrolisi per produrre idrogeno non è certamente un elemento da disperdere nell'ambiente cacciandolo fuori dal tubo di scarico come si fa nelle auto a celle combustibile sulla Terra.

Ed ecco quindi la scelta: **CELLE A COMBUSTIBILE RIGENERATIVE (o RFC) - Fig.5.**

Una cella a combustibile rigenerativa è un sistema integrato che chiude il ciclo dell'acqua di una cella combustibile. Acqua che altrimenti andrebbe disperso nell'ambiente sottoforma di vapore. Quest'acqua, invece, viene recuperata e riutilizzata da un elettrolizzatore integrato, alimentato dai pannelli solari di bordo, per rigenerare Idrogeno e ossigeno.

In figura 5 abbiamo a sinistra la classica Fuel Cell che produce energia elettrica attraverso la combinazione di idrogeno e ossigeno prelevato dai relativi serbatoi (H_2 e O_2). Come **prodotti di scarto di questo processo abbiamo acqua e calore.** L'energia elettrica prodotta è utilizzata dal carico (**Load**), cioè i motori e la strumentazione di bordo o/e per caricare le batterie che hanno lo scopo, come sulla Terra, di recuperare l'energia cinetica e di

supplire agli spunti di potenza richiesti. L'acqua di "scarto" viene invece immagazzinata per l'uso notturno in un serbatoio (**water storage**).

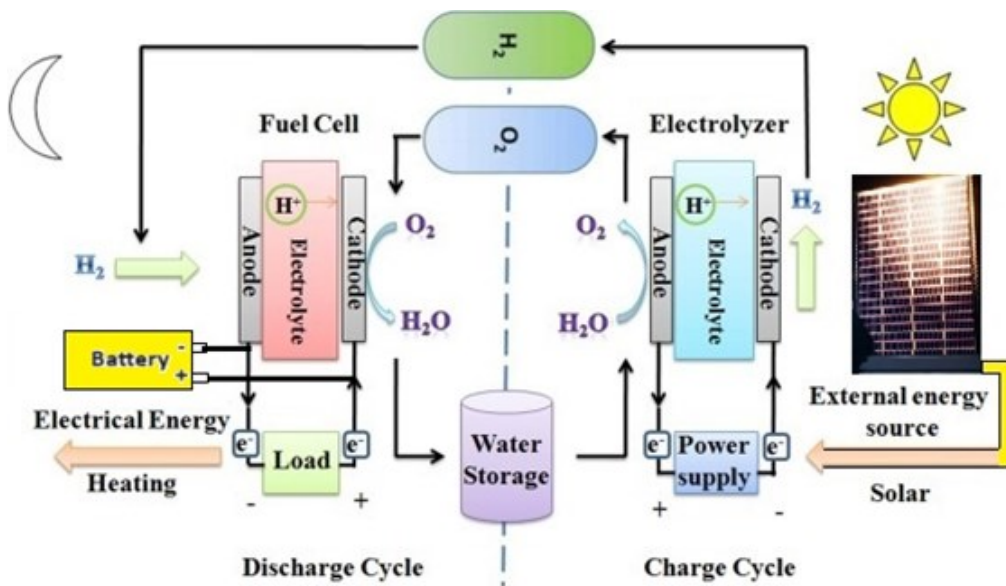


Figura 5. Schema a blocchi di una cella rigenerativa RFC. (Regenerative Fuel Cell) o Circulative Fuel Cell

Il calore di "scarto" è utilizzato per scaldare l'habitat degli astronauti.

Il recupero del calore fa salire di parecchio il rendimento delle celle a combustibile **portandolo da un 50% tipico ad un 70-80 %** considerando il calore generato. Nella parte destra della figura abbiamo l'elettrolizzatore che prende energia dai pannelli solari (ovviamente di giorno) e la usa per trasformare l'acqua del serbatoio **water storage** in idrogeno e ossigeno che vengono poi pompati e compressi nei rispettivi serbatoi (**H₂ e O₂**) ad uso della cella combustibile di sinistra.

Abbiamo chiuso il ciclo! E non abbiamo buttato via nulla!

Entra energia dai pannelli solari, ma credo (ma non l'ho trovato nelle specifiche) che ci sarà anche la possibilità di rifornire tutti e tre i serbatoi (intendo idrogeno, ossigeno, acqua) anche dall'esterno qualora il mezzo si trovi in prossimità di una struttura attrezzata.

È chiaro che con una simile configurazione di "power train" (cioè, la meccanica che si occupa di muovere il veicolo) il lunar rover può permettersi di

avere una autonomia quasi illimitata.

Considerando che le prime applicazioni di questo mezzo saranno in prossimità dei poli, con l'asse della

Luna praticamente verticale sulla eclittica ed i pannelli solari disposti in verticale (vedi fig. 4) è possibile avere illuminazione sui pannelli, quindi energia, anche di notte.

Questa situazione di "sole perenne" mi farebbe anche concludere che un bel pacco di batterie sarebbe molto meglio e decisamente più semplice di questo "laboratorio di chimica" che si porta dietro il Lunar Rover, ma evidentemente nei programmi NASA vi è un im-

piego prolungato in zone senza sole (comprensibile).

Questo tipo di cella a combustibile può immagazzinare un'energia specifica estremamente elevata rispetto ad altre celle a combustibile.

Secondo il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti, l'energia specifica immagazzinata nelle RFC è **> 1.000 Wh/kg** (3.660 teorica) mentre quella delle batterie al nichel/cadmio (Ni/Cd) e agli ioni di litio (Li/ion) si attesta sui **300 Wh/kg**.

RFC è leggero, altamente affidabile ed ecologico con abbondante acqua come vettore di carburante. Pertanto, la RFC è particolarmente promettente per le applicazioni spaziali, come veicoli, aerei, veicoli spaziali, trasporti ed elettronica portatile, dove è necessaria una fonte di energia su larga scala **dell'ordine di diversi MWh**.

Fino ad ora non ho fatto altro che interpretare e divulgare ciò che ho potuto acquisire dai vari documenti di cui trovate i link in fondo all'articolo.

Ed ora ... **comincia la parte che trovo più divertente**, ovvero quella di analizzare i pochi dati tecnici disponibili di questo Cruiser e, da questi, dedurre quelli mancanti.

Questo articolo, infatti, non aggiungerebbe nulla in più di ciò che già potreste trovare sul WEB quindi per aggiungere valore, e conoscenza, andrò oltre, attraverso l'esplorazione, nel dettaglio, del progetto.

Vorrei provare a simulare un power train del Cruiser **tutto elettrico a batterie** (un BEV lunare) per capire perchè Toyota non ha scelto questa strada che sembrerebbe (anzi è) decisamente meno complessa, ma anche molto più pesante. Per fare questa analisi dovrò dedurre i dati mancanti.

Non ho le dimensioni dei pannelli solari, ma le possiamo approssimare confrontandoli con le dimensioni del Cruiser che invece sono note. Dalla figura 4 possiamo quindi concludere che sono due pannelli di circa 4 metri per 4, quindi un'area totale di **32 m²**. Devo anche considerare che il "mio" Cruiser "BEV" abbia dei pannelli di ultima generazione con un rendimento di conversione di quasi **30%**.

Quando il rover di trova in prossimità dei poli lunari ed ha i due pannelli verticali rivolti verso il sole, considerando che sulla Luna non c'è aria, l'energia del sole di **1.350 W/m²** arriva tutta sui pannelli.

Quindi con un rendimento del 30% avremo una potenza continua P (media per tutto il giorno) di:

$$P=1.350*32*0,3=12.960 \text{ W (12,9 kW)}$$

Considerando che il rover si muove e può stare orientato verso il sole solo quando si ferma, possiamo approssimare ad una disponibilità media del **50%, quindi solo 6kW**.

Ora dobbiamo ipotizzare in consumo medio del Cruiser (che non ho trovato da nessuna parte).

Per fortuna abbiamo i dati e l'esperienza del LRV di mezzo secolo fa che con 1 CV spostava un carico totale sulla Luna di 650 kg (200 + 450) a 13 km/h. e del **rover marziano Perseverance** che viaggia a "ben" 145 m/h con meno di 200 W distribuiti sulle 6 ruote (la velocità su Marte non è un obiettivo).

Certo non hanno il condizionamento dell'habitat, ma sono certo che il Cruiser sulla Luna, su un suolo polveroso e pieno di crateri, non possa andare oltre i **10-20 km/h**.

Non dobbiamo però dimenticare che un'auto elettrici

ca da 200 CV (come la mia), sulla terra, a 120 km/h, ha un consumo medio di 150 Wh/km, che corrispondono ad una potenza media sulle ruote, di **18 kW**.

$$\text{Wh/km} * \text{Km percorsi/tempo} = 150 * 120 / 1 = 18.000$$

Tantissimo!

Ma sulla Luna non andiamo a 120 km/h ci accontentiamo di **12 km/h**, un decimo!

Abbiamo a favore il fatto che non dobbiamo vincere l'attrito dell'aria (il Cx non incide), che il peso è un 1/6, ma abbiamo a sfavore che "le strade" sulla Luna non ci sono; quindi, l'energia per spingere sulle ruote dovrà essere maggiore.

Ora **azzardiamo** che la potenza sia (quasi) direttamente proporzionale con la velocità. Avremo quindi una potenza in movimento del Cruiser, a 12 km/h, di un decimo rispetto alla mia BEV, quindi **1,8 kW alla sua massima velocità**.

Facciamo 2 kW per comodità (media quando si muove), e solo **0,5 kW**, quando è fermo.

L'ambiente lunare è ostico e quindi serve un continuo apporto di energia per mantenere climatizzato l'abitacolo; quindi, i **0,5 kW** da fermo sono necessari e direi sufficienti.

Un'ultima assunzione necessaria: gli astronauti usano il Cruiser per muoversi, ma non lo fanno h24. Si muovono e si fermano per fare il loro lavoro quindi dobbiamo ipotizzare un **duty cycle**. Non ne ho idea di quanto possa essere, ma per andare avanti suppongo che **su 24 ore si muovano per 7 ore e si riposino o comunque restino fermi per altre 17**, avremmo un consumo medio di **0,93 kW** che arrotondiamo a **1 kW** (fermo o in moto).

I pannelli al 50% di esposizione ce ne danno 6, ne restano quindi altri 5 kW medi per caricare le batterie.

Le batterie agli ioni di litio che usiamo sulla terra non sono molto adatte al funzionamento non pressurizzato e condizionato della Luna.

Quindi dovrebbero occupare spazio quantomeno riscaldato.

Ipotizzando di prevedere una batteria per garantire al Cruiser una autonomia "notturna" di

una intera settimana, avremmo bisogno di:

$$1*24*7 = 168 \text{ kWh}$$

Il peso (sulla Terra) di una tal batteria sarebbe di oltre 900-1.000 kg.

Dovessimo ipotizzare una autonomia, al buio, di oltre 4 settimane arriveremmo ad un peso di oltre **4 tonnellate ed un ingombro (volume) di oltre 2.500 litri (pari a 2,5 m3).**

Un carro armato!

Con questi valori di consumo del mezzo e di rendimento dei pannelli proviamo ora a valutare dal punto di vista energetico la soluzione RFC in progetto.

I 5 kW di esubero (di giorno) servono ora a produrre H₂ e O₂ da caricare nei rispettivi serbatoi prelevando acqua dal **water storage**. Consideriamoli, per ora, senza limite di capacità.

Con un rendimento del 70% (perché, oltre al suo valore reale del 50% del ciclo elettrolisi e Fuel Cell, abbiamo considerato di sfruttare il calore di scarto per condizionare l'abitacolo), scopriamo che abbiamo la possibilità di immagazzinare sotto forma di gas, mediamente, solo circa **3,5 kW (5*70%)**.

Questo significa che in una sola settimana di attività al sole riesco a stivare idrogeno per:

$$3,5\text{kW}*24\text{ore}*7\text{giorni} = 588 \text{ kWh}$$

Cioè, l'energia necessaria per far funzionare il Cruiser, di notte, per:

$$588\text{kWh}/1\text{kwh medio orario}/24\text{h} = 24,5 \text{ giorni}$$

Quindi, tutto sommato, un mese è possibile, pertanto la RFC sul Cruiser sembra una scelta sensata.

Devo ammettere che ho fatto qualche salto mortale. Per esempio, ho ipotizzato che durante la produzione di idrogeno si riesca anche a produrre la sufficiente quantità di ossigeno per la conversione, il che non è scontato!

Ma quanto spazio e peso occupano i serbatoi

di H₂ e O₂ per immagazzinare più di mezzo MWh?

Facciamo altri due conti (molto approssimati).

Teniamo presente tre parametri fondamentali.

- A. In termini di massa 90 g di acqua sono formati da 10 grammi di H e 80 di O. (un **rapporto 1:8**)
- B. La densità energetica dell'idrogeno è di 120Mj/kg, cioè **33 kWh/kg (anche di più)**.
- C. **1 kg** di idrogeno compresso a 700 bar occupa circa **17 litri di volume, a una temperatura ambiente di 20 °C**.
- D. Il rendimento di una Fuel Cell è **circa il 50%**.

Abbiamo quasi tutto ciò che serve.

Capacità del serbatoio di idrogeno da 700 bar:

$$588\text{kWh}/(33*50\%)*17 = 605 \text{ litri,}$$

equivalenti a (605/17) = 35,5 kg di H₂

Avremo un serbatoio per l'ossigeno pari a:

35,5*8 = 284 kg di ossigeno (senza tener conto di quello che serve all'equipaggio).

Non faccio quindi il calcolo del volume perchè l'ossigeno viene utilizzato anche dagli astronauti per respirare quindi la quantità totale è ben superiore.

Quindi, per ottenere una capacità di stoccaggio di 24 giorni di energia con le RFC servono:

Serbatoio di H₂: 605 litri (700 bar).

Serbatoio O₂: 284 kg. per 90 litri (300 bar).

Serbatoio acqua: 319,5 litri. (solo per RFC)

Peso a vuoto delle bombole da 700 bar:

considerando che bombole per 300 litri a 700 bar pesano in totale 260 kg dobbiamo aggiungere quantomeno 3 di questi serbatoi per un totale di **altri 780 kg. Sommando i serbatoi dei gas arriviamo ad almeno 1,5 tonnellate massimo ed un**

volume di circa 1.000 litri.

Quindi decisamente meno sia come volume che come peso, a parità di autonomia, rispetto ad un Cruiser a batteria.

Spingersi oltre mi sembra una perdita di tempo anche perché già fino a qui le assunzioni che ho dovuto fare sono parecchie, sicuramente approssimate (**tutte quelle in giallo**) ma sufficienti per confermare la tesi e la scelta delle RFC.

Come ho già accennato l'architettura RFC del Lunar Cruiser Toyota non è l'unica novità.

Vediamo le **tecnologie applicate**:

- I. **Prevenzione del ribaltamento:** Il rover sarà in grado di prevenire ribaltamenti sulla superficie inesplorata della Luna.
- II. **Navigazione tramite segnale radio:** Utilizzerà segnali radio per la navigazione (come il GPS).
- III. **Generazione di percorsi di guida sicuri:** Creerà percorsi di guida affidabili (Artificial Intelligence).
- IV. **Controllo di guida intuitivo:** Offrirà un'esperienza utente ottimale.
- V. **Assistenza alla guida con display sovrapposto:** Fornirà supporto alla guida.
- VI. **Design interno spazioso:** La cabina potrà ospitare da 2 a 4 membri dell'equipaggio.
- VII. **Applicazioni terrestri:** Le tecnologie sviluppate per il Lunar Cruiser potrebbero essere utilizzate anche per la guida sicura su vari terreni sulla Terra o per la scansione remota di aree colpite da disastri.
- VIII. **Pneumatici speciali:** I pneumatici del Lunar Cruiser, sviluppati da Bridgestone Corporation, saranno realizzati in metallo, poiché la gomma sarebbe inutile nelle dure condizioni lunari.

Gli pneumatici speciali! Parliamone un po' perché non è proprio semplice creare ruote leggere, flessibili, che si adattino al suolo imprevedibile ed alla finissima ed abrasiva polvere lunare, ma che possa-

no operare per anni.

Il rover LRV di Apollo 15 li aveva già ma dovevano lavorare solo per un massimo di tre o quattro ore. Non più di 100 km!

Quelli dei rover marziani durano di più ma hanno un carico decisamente più leggero. Il rover *Curiosity* o *Perseverance* pesano un quarto di questo "camper" lunare ed hanno già dei problemi.

Prezioso, dunque, anche il coinvolgimento dei costruttori di gomme.

Goodyear fornirà pneumatici senza aria ai rover lunari del Programma Artemis.

Il progetto finale, infatti, deve essere in grado di funzionare per anni sulla dura superficie del satellite, dove oltre ai crateri ed alla polvere abrasiva bisogna fare i conti con **temperature che vanno da -121 °C di notte a +121 °C di giorno.** (fig. 6)



Figura 6. Pneumatico metallico di Goodyear

Goodyear li sta testando su banchi di prova che riproducono pure il suolo lunare.

Assistenza alla guida con display sovrapposto.

Guidare sulla Luna è sicuramente emozionante, ma le condizioni della missione richiedono un grande sforzo per rendere il rover non solo un veicolo affidabile, ma anche uno spazio abitativo confortevole.

L'equipaggio dovrà vivere a bordo, in uno spazio ristretto sopra la superficie lunare **monocromatica** per circa un mese. Questo porta a due sfide principali: il **grande sforzo mentale** che potrebbe influenzare l'efficienza lavorativa e la motivazione dell'equipaggio e **la difficoltà di individuare un percorso di viaggio**.



Figura 7. Display sovrapposto alla immagine reale.

Pertanto, le tecnologie da incorporare mireranno a fornire la migliore esperienza utente, prestazioni di guida e guida fuoristrada automatizzata.

Le tecnologie che Toyota sta progettando per le missioni del Lunar Cruiser includono, tra le altre, la **prevenzione del ribaltamento** sulla superficie inesplorata della Luna, la **navigazione con segnali radio**, la **generazione di percorsi di guida sicuri**, un controllo di guida intuitivo e l'assistenza alla guida con un display sovrapposto (fig. 7).

Vediamo altri aspetti.

Trasporto di attrezzature e merci in percorsi variabili, su mezzi non pressurizzati ed a guida autonoma.

In realtà il programma Artemis, che vede coinvolte anche le agenzie spaziali **Europea e Canadese**, si articola su vari progetti paralleli. Basti vedere quanti attori del mondo automotive sono all'opera per lavorare ad altri rover lunari.

Il 3 aprile 2024, la NASA ha annunciato che **Intuitive Machines, Lunar Outpost e Venturi Astrolab** sono le tre società che sviluppano **LTV (Lunar Terrain Vehicle, fig.8)** come parte di una fase di fattibilità e demo di 12 mesi.

Sono cinque le proposte per un veicolo terrestre lunare svelate pubblicamente dopo la richiesta iniziale della NASA.

- i. Il 26 maggio 2021, **Lockheed Martin e General Motors** hanno annunciato che avrebbero collaborato per progettare un **Lunar Terrain Vehicle (LTV)** per la NASA in grado di trasportare astronauti (**muniti di tuta**) sulla superficie lunare. Il 5 aprile 2022, **MDA Ltd.** ha annunciato che avrebbe collaborato con Lockheed Martin e General Motors per integrare la tecnologia del **braccio robotico** commerciale di MDA sui loro veicoli per la mobilità lunare progettati per l'uomo.
- ii. Il 20 luglio 2022, **Goodyear** ha annunciato che si sarebbe unita a Lockheed Martin e General Motors e avrebbe sviluppato pneumatici per LTV attingendo alla sua tecnologia avanzata di pneumatici airless come già sta facendo con Toyota.
- iii. Il 16 novembre 2021, **Northrop Grumman** ha annunciato che avrebbe collaborato con **AVL, Intuitive Machines, Lunar Outpost e Michelin per progettare un Lunar Terrain Vehicle (LTV)** per trasportare gli astronauti Artemis della NASA sulla superficie lunare.
- iv. Il 7 aprile 2022, **Teledyne Brown Engineering** (fig. 8) ha annunciato che avrebbe guidato un team che comprendeva **Sierra Space e Nissan North America** per progettare un Lunar Terrain Vehicle (LTV) con equipaggio (munito di tuta) che supporterà la futura esplorazione sulla Luna. Il 22 settembre 2022, Teledyne ha annunciato che anche **Bridgestone** si sarebbe unita al suo team e avrebbe fornito pneumatici per LTV. Sierra Space, invece, lavorerà sul software di volo e sui dispositivi di comunicazione e navigazione. Arrivando a **Nissan**, la Casa giapponese farà la sua parte fornendo le sue conoscenze sulla **guida autonoma** e sui sistemi di assistenza per il conducente. Il rover sarà capace di trasportare fino a 500 kg di peso, inclusi due astronauti, sull'accidentata superficie lunare.

con pendenze di almeno 15 gradi. **Il veicolo sarà totalmente elettrico e riuscirà ad operare a temperature comprese tra 138 °C e -173 °C**

- v. Il 31 marzo 2023, **Astrolab Inc.** ha annunciato che prevedeva di offrire il suo rover FLEX (Flexible Logistics and Exploration) per l'imminente competizione LTV.
- vi. Il 17 aprile 2023, **Leidos** e **NASCAR** hanno annunciato che avrebbero collaborato nei settori della velocità, sicurezza e affidabilità per sviluppare un Lunar Terrain Vehicle (LTV) per la NASA.



Figura 8. LTV proposto da Teledyne Brown insieme a Nissan e Sierra Space.

Anche il Gruppo **Hyundai Kia** è altrettanto coinvolto. Starebbe lavorando insieme ad altri sei istituti coreani al fine di sviluppare nuove soluzioni di mobilità dedicate, appunto, alla superficie lunare. È della cordata anche **Boston Dynamics**, azienda statunitense famosa per i suoi cani robot e posseduta all'80% proprio dal gruppo coreano. Gli altri istituti sono: **Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)**; **Korea Aerospace Research Institute (KARI)**; **Korea Astronomy and Space Science Institute (KASI)**; **Korea Automotive Technology Institute (KATECH)**; **Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (KICT)** **Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI)**.

Trasporto di grandi volumi di merci e attrezzature in percorsi prestabiliti, su mezzi non pressurizzati ed a guida vincolata.

Prima ferrovia sulla luna in arrivo: piste srotolabili e robot a levitazione magnetica per il trasporto di carichi pesanti.

Un simile sistema ferroviario (lasciatemi usare questo termine improprio) permetterebbe di spostare fino a **100.000 chili per più chilometri al giorno** (fig. 9 e 10).

Il progetto, denominato **Float (Flexible Levitation On A Track)**, è guidato dall'ingegnere meccanico Ethan Schaler del Jet Propulsion Laboratory in California, ed è tra i sei studi visionari che hanno superato la prima fase di selezione nell'ambito del programma Innovative Advanced Concepts (Niac) della Nasa.

Float intende realizzare il primo sistema ferroviario lunare per fornire un mezzo di trasporto di carichi affidabile, autonomo ed efficiente.

Carichi che possono essere la **regolite (estratta per prodotti di consumo in situ (ISRU) quali H₂O, LOX, LH₂ (o per materiale da costruzioni) o il trasporto di carichi utili tra la base lunare ed eventuali zone di atterraggio o altri avamposti.**

Il sistema Float intende impiegare **robot magnetici non alimentati** che levitano su una pista di pellicola flessibile a tre strati:

- ➔ uno di grafite che permette ai robot di levitare,
- ➔ uno strato flessibile che genera una spinta elettromagnetica per muovere in modo controllato i robot.
- ➔ uno strato opzionale formato da una pellicola di pannelli solari che può generare energia per la base quando è esposta alla luce del sole.

I robot Float **non hanno parti mobili e levitano sulla pista per ridurre al minimo l'abrasione e l'usura** dovute alla polvere lunare. Le piste si srotolano direttamente sulla regolite lunare per evitare

importanti costruzioni in loco, e successivamente possono essere arrotolate e riconfigurate per essere adattate alle diverse esigenze. I singoli robot Float saranno in grado di trasportare carichi utili di varia forma e dimensione (**oltre i 30 chili per metro quadro**) a **velocità utili (superiori a 0,5 metri al secondo)**.

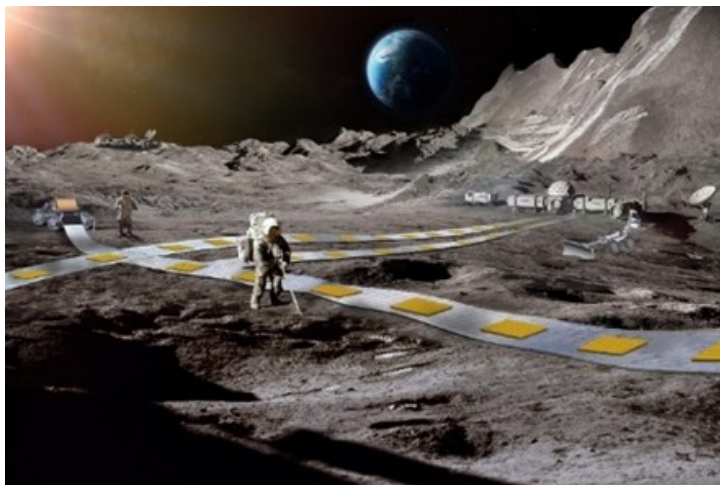
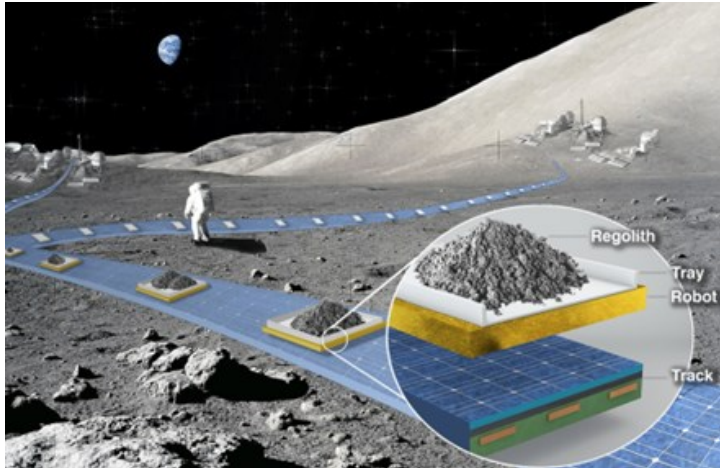


Figure 9 e 10: Illustrazione artistica del sistema FOAT. Crediti: Ethan Schaler .

Come funziona?

I robot Float impiegheranno una tecnologia magnetica avanzata a superconduttori per levitare su una pista di pellicola flessibile a tre strati.

Potete vedere un esempio nel filmato visibile a questo [LINK](#)

L'assenza di parti mobili contribuirà a ridurre l'usura causata dalla polvere lunare, mentre le piste srotolabili permetteranno una facile configurazione e adattamento alle esigenze. Questi robot saranno in grado di **trasportare** carichi utili di varie forme e

dimensioni, facilitando il trasporto di materiali sulla Luna.

Personalmente nutro qualche perplessità sulla stabilità di un tale sistema di "fissaggio" della guida (o rotaia) sul suolo lunare, se paragonata alle massicciate che costituiscono le fondamenta delle nostre ferrovie.

Ma mi rassicura il fatto che parliamo di 50 kg di carico per ogni "vagone" e non di 60 tonnellate e parliamo di velocità di 1,8 km/ora e non di 180 kmh.

Aggiungo che un "deragliament" non sarebbe poi un gran danno... almeno all'inizio.

Buon viaggio sulla Luna!

Fonti:

<https://it.motor1.com/news/610797/honda-toyota-rover-lunare/amp/>

https://www.ansa.it/canale_scienza_tecnica/notizie/spazio_astronomia/2019/07/24/luna-il-giappone-prepara-un-rover-per-il-2029-22542608-7a7b-43c3-bb08-ce94b29e4a4f.html

<https://www.astro.space.it/2022/06/17/general-motors-e-lockheed-martin-ampliano-la-loro-gamma-di-rover-lunari/>

<https://www.gazzetta.it/motori/mobilita-sostenibile/auto-elettriche/12-10-2023/toyota-va-sulla-luna-con-lunar-cruiser-e-baby-lunar-cruiser.shtml>

<https://www.ilmessaggero.it/tecnologia/news/na-sa-primera-ferrovia-luna-piste-srotolabili-robot-levitazione-magnetica-universo-8100192.html>

<https://www.nasa.gov/directorates/stmd/niac/niac-studies/flexible-levitation-on-a-track-float/>

<https://www.nasa.gov/general/float-flexible-levitation-on-a-track/>

<https://www.nasa.gov/news-release/nasa-japan-advance-space-cooperation-sign-agreement-for-lunar-rover/>

<https://www.toyota-europe.com/news/2023/lunar-cruiser>

<https://youtu.be/FkJv3ciCf3M>

<https://youtu.be/VSO1Cat2wWo>

<https://www.toyota-europe.com/news/2023/lunar-cruiser>

<https://scene7.toyota.eu/is/content/toyotaeurope/Lunar-Cruiser-Movie>

<https://www.openpr.com/news/2348237/regenerative-fuel-cell-rfc-technologies-market-hitachi>

<https://welditalia.com/bombole-ossigeno-/407-bombola-ossigeno-50-litri-ricaricabile-200-bar-o2-carica-riduttore-di-pressione-200-bar-2-manometri.html>

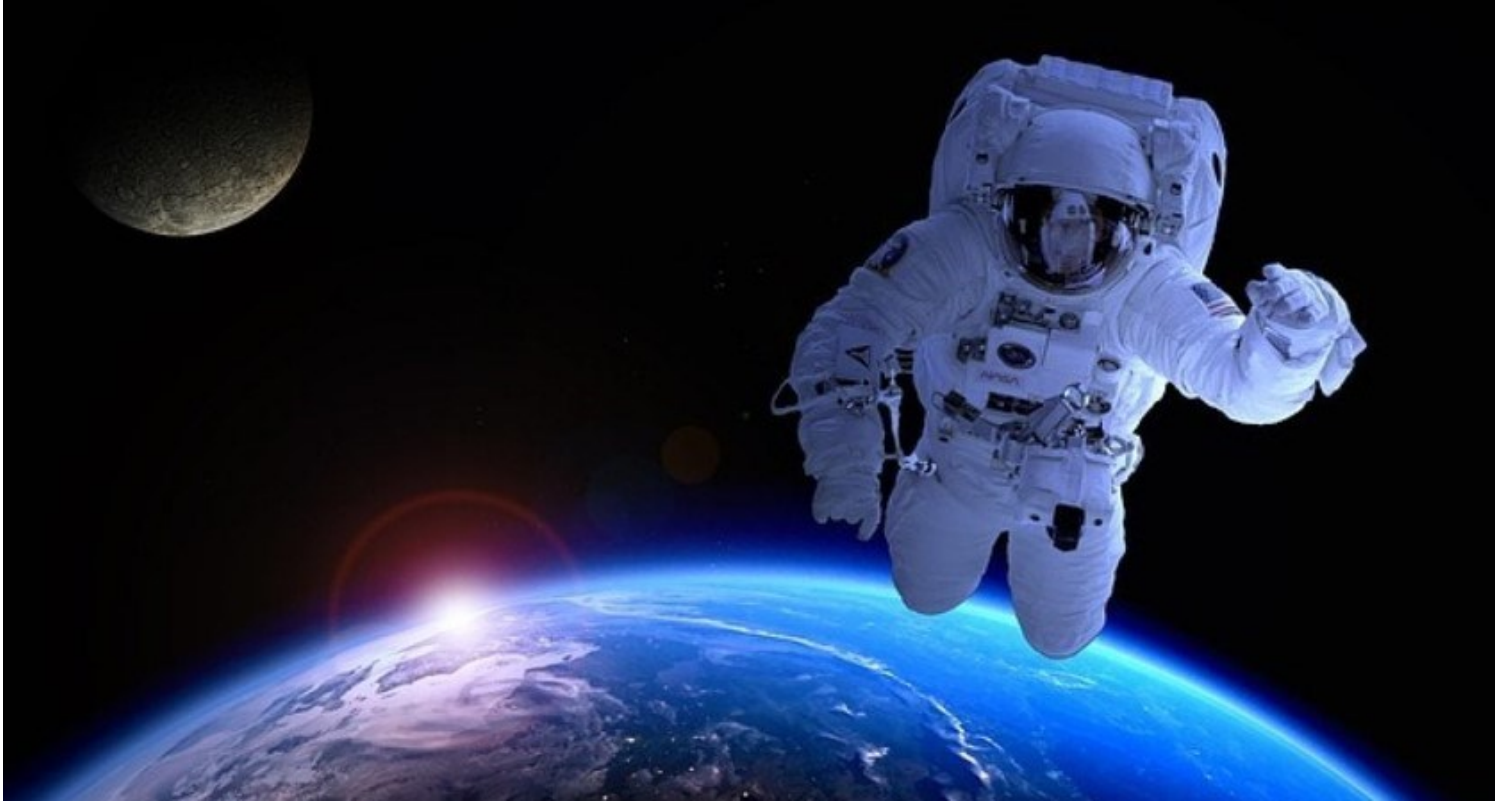


An artist's concept design of NASA Lunar Terrain Vehicle (Credit: NASA)

SPACE ECONOMY

Da esploratori a manager: l'evoluzione della corsa allo spazio

di Roberto Castagnetti



La Corsa allo spazio si è trasformata.

Come gli esploratori dei secoli scorsi sono stati i battistrada di un Nuovo Mondo, i primi astronauti ci hanno portato in luoghi sconosciuti, dalle enormi opportunità.

Lo Spazio è il Nuovo Mondo.

Come disse Konstantin Tsiolkovsky¹: *“La Terra è la culla dell’umanità, ma non si può vivere nella culla per sempre”.*

Uscire dalla culla ci porterà nuove tecnologie, nuove conoscenze e nuove risorse. Avremo enormi opportunità, ma anche la responsabilità di gestirle nel modo più corretto; questo è il compito della Space Economy.

Economia è un concetto positivo e antico, deriva dal

(1) Konstantin Eduardovich Tsiolkovsky (1857-1935) è stato un fisico e scienziato russo, considerato uno dei padri della cosmonautica e dell'astronautica moderne.

greco antico οἰκονομία (oikonomía), una combinazione di due termini: οἶκος (oíkos), che significa "casa" o "famiglia", e νέμω (némō), che significa "amministrare" o "gestire". Quindi, il termine originale "oikonomía" letteralmente si riferiva all'amministrazione della casa o alla gestione delle risorse domestiche.

Nel corso del tempo, il significato della parola si è ampliato per includere non solo la gestione della casa, ma anche quella delle risorse di una comunità o di uno stato, fino a diventare il termine generale che usiamo oggi per indicare lo studio della produzione, distribuzione e consumo di beni e servizi.

Quindi *Economia* è un concetto che riguarda aspetti molto importanti della vita umana.

E lo Spazio è la nostra Casa, perché la nostra Casa è nello Spazio.

La Space Economy è il nostro Futuro.

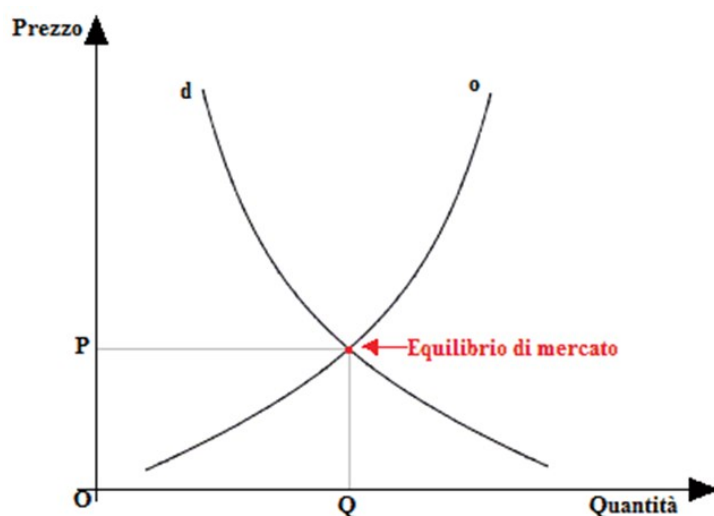
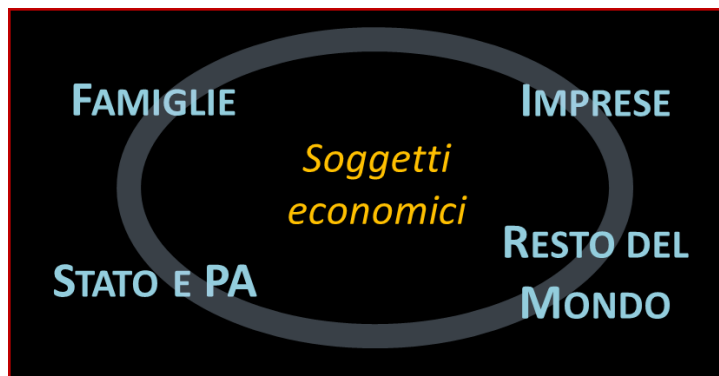
Iniziamo, prima di tutto a chiederci: ma cos'è la moderna Economia?

L'Economia è definita come una Scienza, sviluppata- si a partire dal XVI secolo in diverse scuole e teorie, che riguarda, in generale, lo studio delle leggi che regolano la produzione, la distribuzione e il consumo delle merci, con riferimento sia all'attività del singolo agente economico, sia al più generale assetto sociale di uno stato, e di una collettività internazionale.

Trattandosi di una **Scienza** si (cerca di) applica(re) il **Metodo Scientifico**, basato sull'osservazione e sulla sperimentazione, sulla misura, sulla produzione di risultati per generalizzazione (induzione) e sulla conferma di tali risultati attraverso un certo numero di verifiche.

Viene anche assegnato un Premio Nobel.

L'interazione e la relazione tra i Soggetti Economici determinano l'Economia ed i suoi equilibri

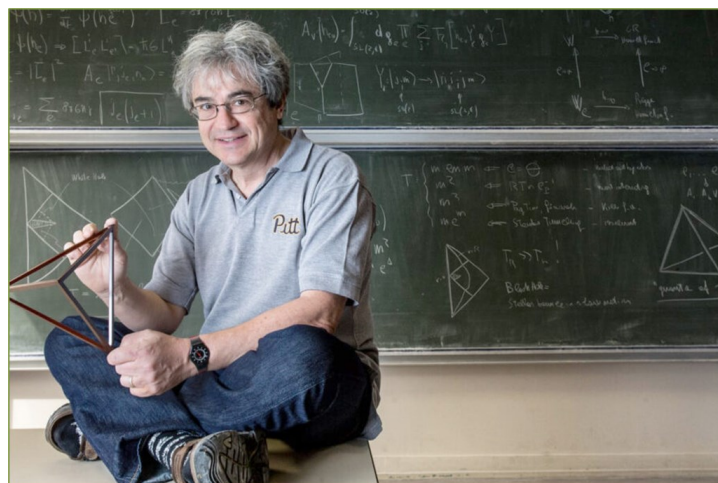


Come direbbe Carlo Rovelli: La **Realtà**, anche quella **Economica**, è interpretabile come un **Tessuto di Relazioni**



L'ultimo premio Nobel per l'Economia assegnato. Il prossimo (2024) verrà annunciato, come da tradizione, ad ottobre

In particolare, l'**Economia Politica** si occupa L'Economia Politica si occupa del **Sistema Economico**, vale a dire dell'insieme dei **Soggetti** che svolgono attività economiche e delle **Relazioni** che si instaurano tra di essi nella produzione e lo scambio di beni e servizi per soddisfare i bisogni umani.



La citazione ha scopo è dare l'idea che le Scienze costituiscono l'interpretazione della Realtà in ogni suo aspetto (Foto © Ian Hanning/REA per The Guardian)

Si elaborano **Teorie Economiche** per capire il pre-

sente e prevedere/indirizzare il futuro.

Le teorie economiche sono modelli e concetti sviluppati per comprendere, spiegare e prevedere i comportamenti economici, le dinamiche di mercato e il funzionamento delle economie. Queste teorie cercano di spiegare come vengono allocate le risorse, come si determinano i prezzi, e come le decisioni di individui, imprese e governi influenzano l'economia nel suo complesso.

Esistono diverse scuole di pensiero economico.



Le più significative:

- **Classica:** Fondata da *Adam Smith*, si concentra sul libero mercato e sull'autoregolazione dell'economia attraverso la cosiddetta "*mano invisibile*", ovvero il concetto che le decisioni individuali egoistiche, nell'ambito di un mercato libero, possano portare a benefici economici collettivi.
- **Keynesiana:** Proposta da *John Maynard Keynes*, enfatizza il ruolo del governo nell'intervenire per stabilizzare l'economia, specialmente durante le crisi.
- **Monetarista:** Sviluppata da *Milton Friedman*, sostiene che la gestione della quantità di moneta in circolazione è fondamentale per controllare l'inflazione.
- **Marxista:** Basata sugli scritti di *Karl Marx*, si concentra sulle dinamiche di classe e sul conflitto tra capitale e lavoro come motore del cambiamento economico.

Queste teorie offrono diverse prospettive su come

funziona l'economia e sono alla base delle politiche economiche adottate dai governi e delle strategie adottate dalle imprese.

L'Economia, quindi, cerca di comprendere le leggi che regolano le relazioni tra i soggetti economici nella gestione di risorse finite per poi indirizzare politiche ed azioni capaci di soddisfare bisogni e desideri, ottimizzando l'efficienza e il benessere collettivo.

Nella sua accezione di Scienza, l'Economia funziona attraverso l'osservazione, la formulazione di ipotesi, la sperimentazione, e la verifica continua per comprendere e spiegare i fenomeni sociali collettivi.

Quindi: **studiare il passato, capire il presente e prevedere/indirizzare il futuro.**

Per gli appassionati di Fantascienza come me, ci vorrebbe la Psicostoria² di Isaac Asimov



Nei romanzi del ciclo "*Fondazione*" il matematico *Hari Seldon* elabora una sofisticatissima matematica predittiva: la *Psicostoria*, capace di predire il futuro dell'umanità diffusa nella Galassia in termini di millenni.

E' il momento di focalizzarci su un contesto economico recente e peculiare: la **Space Economy**.

Prima di tutto una considerazione importante: tanti dispositivi e sistemi che utilizziamo attualmente derivano dalle **ricadute tecnologiche** delle missioni spaziali, e tali dispositivi hanno avuto un impatto

(2) La *Psicostoria* è una disciplina fittizia ideata da Isaac Asimov nella saga della "*Fondazione*", che combina matematica, statistica e psicologia per prevedere il comportamento delle masse su larga scala, cercando di indirizzare il futuro dell'umanità.

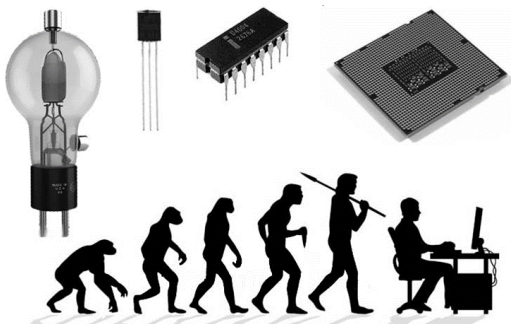
estremamente significativo nella vita quotidiana.

Ad esempio: se abbiamo uno smartphone in tasca lo dobbiamo alla rivoluzione dell'elettronica e dei microcomputer innescata dalle missioni spaziali.

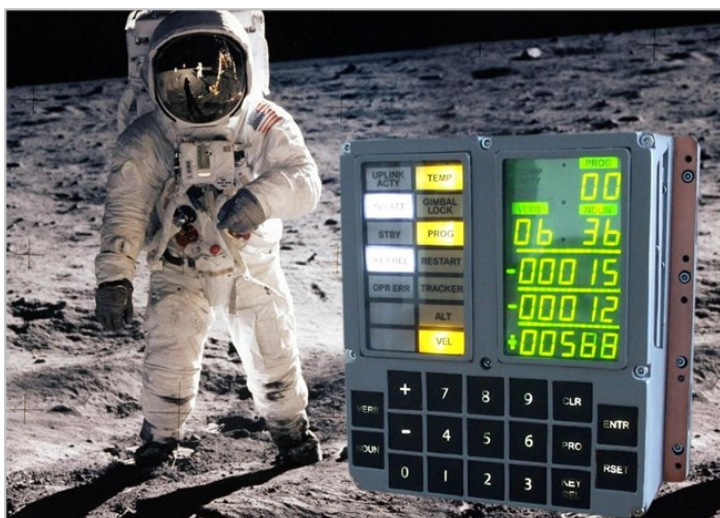
Il 3 Aprile 1973 avvenne la prima telefonata da cellulare (Motorola Dyna-Tac - figura a lato)



Grazie alle necessità di miniaturizzazione, imposte dalla progettazione di capsule spaziali che dovevano avere peso e dimensioni contenute, in pochi anni si è passati dalle valvole ai transistor e da questi ai circuiti integrati.



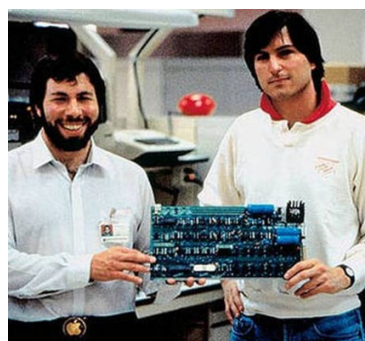
L'AGC (Apollo Guidance Computer), progettato presso il MIT Instrumentation Laboratory sotto la guida di Charles Stark Draper, è l'antesignano dei moderni pc compatti.



L'AGC (Apollo Guidance Computer)

L'AGC era basato su un'unità di calcolo da 2 MHz di clock affiancata da 72 Kb di memoria RAM e poco più di 1 Mb di ROM. In sostanza, aveva la potenza

computazionale di un Commodore 64!

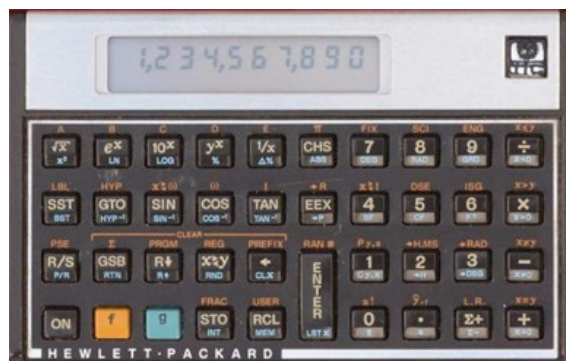


A sinistra: scheda madre dell'Apple 1 (Clock: 1 MHz - RAM: 48 kB)

A destra: una moderna scheda madre (Clock: 4,5 GHz - RAM: 64 Gb)

Una bella differenza ...

A cavallo tra gli anni '60 e '70 astronauti e ingegneri della NASA smisero di usare il regolo per avvalersi delle **calcolatrici elettroniche**. E Hewlett-Packard le sviluppò con il sistema di notazione polacca inversa, portandole a bordo dei veicoli spaziali.



La mitica HP 11C

Questi sono solo alcuni esempi "tecnologici" derivanti dalle prime esplorazioni pionieristiche.

C'è tanto altro ...

Infatti, come vedremo nel seguito lo Spazio è diventato un **Soggetto Geo-Politico**, quindi non solo un **Ambito di Studi**, un luogo di Leggi Fisiche e Fenomeni Naturali da studiare e comprendere, ma anche un **Luogo da vivere** ed una **Risorsa da utilizzare**

Proviamo ora a dare una definizione della

\$PACE €CONOM¥

L'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico)³ definisce la *Space Economy* come ***l'insieme delle attività e dell'uso delle risorse spaziali che creano valore e benefici per l'umanità nel corso dell'esplorazione, comprensione, gestione e utilizzo dello spazio.***

La Space Economy, quindi, va oltre il settore spaziale in senso stretto perché si estende agli impatti, sempre più pervasivi, dei prodotti, dei servizi e delle conoscenze che derivano dallo spazio.

Una suddivisione importante per capire la portata della Space Economy è quella tra le attività effettuate nello spazio per **coadiuvare le missioni** di esplorazione e di servizio in orbita (**Space For Space**)



e le attività che utilizzano i dati e le infrastrutture spaziali per **migliorare la qualità della vita** sulla Terra (**Space For Earth**)



Tuttavia, la space economy è ancora molto ancorata ad attività di **telecomunicazione, satelliti e lanci, osservazione della Terra ed equipaggiamenti**

di terra, elementi fondamentali del settore spaziale in termini di infrastrutture e asset in orbita.

Questo è il carattere *diretto* della definizione.

Esiste una relazione *indiretta* che costituisce l'aspetto più importante per la nostra quotidianità.

In altri termini, la space economy non riguarda solo il settore strettamente spaziale molti prodotti provengono da tecnologie di derivazione spaziale.

A titolo esplicativo, proviamo a farne un elenco (non esaustivo):

- **Lenti antigraffio:** derivate dalle protezioni delle visiere dei caschi delle tute spaziali.
- **LED:** pensati per la coltura delle piante a bordo dello Space Shuttle, oggi sono usati nei più svariati settori (anche medici).
- **Depuratori d'acqua:** la NASA sviluppò nel 1970, filtri a base di Iodio per depurare l'acqua a bordo delle navicelle spaziali.
- **Rilevatori di fumo:** sviluppati nell'ambito di una collaborazione tra Honeywell e NASA nel 1970. Esistevano già ma funzionavano male lanciando spesso falsi allarmi.
- **TAC (Tomografia Assiale Computerizzata):** questa tecnologia fondamentale in campo medico nacque dalla necessità alla NASA di migliorare la trasmissione delle immagini delle missioni Apollo.
- **Saponi neutri:** molti prodotti per l'igiene dei bambini fanno uso di creme con acidi grassi ed elementi nutritivi e protettivi a base vegetale. Sono il risultato della ricerca di agenti riciclabili per le missioni spaziali.
- **Microinfusori di insulina:** al Goddard Space Flight Center svilupparono sistemi di controllo dei parametri vitali che analizzavano i livelli di zuccheri nel sangue e, se necessario, iniettavano automaticamente insulina.
- **Laser per cornea:** nati da tecnologie per monitorare gli occhi degli astronauti nello Spazio e per capire come l'assenza di peso influenzi la vista.
- **Computer portatili:** Il primo fu il Grid Compass, usato nel 1980 per le missioni Shuttle, ed oggi è

(3) L'OCSE è un'organizzazione internazionale di studi economici per i Paesi membri (paesi sviluppati aventi in comune un'economia di mercato).

diffusissimo. Il laptop è un apparecchio indispensabile a bordo delle navicelle.

- **Mouse:** L'uso dei computer nello spazio doveva essere semplificato. Quindi, NASA e l'Università di Stanford inventano il mouse.
- **Tute per i Vigili del Fuoco:** usando gli stessi polimeri di quelle spaziali, le tute per i VVFF sono più resistenti al calore.
- **Arti artificiali:** nell'ambito delle missioni spaziali sono stati sviluppati arti, sistemi muscolari artificiali, sensori robotizzati a supporto degli astronauti.
- **Schiuma a memoria di forma:** originariamente pensata per i sedili degli astronauti, oggi è usata per rendere confortevoli materassi e cuscini (il *memory foam*).
- **Aspirapolvere senza fili:** sviluppati da una collaborazione tra Nasa e Black&Decker durante le missioni Apollo, per fornire gli astronauti di utensili a batteria per trapanare e raccogliere campioni lunari.
- **Apparecchi ortodontici invisibili:** la NASA era in cerca di un materiale che proteggesse i radar senza bloccare il segnale. Con una società che produceva componenti ceramici (Ceradyne) trovarono la soluzione. La Ceradyne sfruttò la tecnologia per realizzare apparecchi di correzione dentale più ... *discreti*.
- **Cibi surgelati e disidratati:** le tecniche di conservazione dei cibi sono state enormemente migliorate grazie all'esplorazione spaziale.
- **Fotocamere per cellulari e webcam:** negli anni '90 al JPL (Jet Propulsion Laboratory) inventarono telecamere miniaturizzate per le missioni spaziali che richiedevano pochissima energia per funzionare pur offrendo immagini di qualità. Una tecnologia che oggi è uno standard per smartphone e webcam.
- **Isolanti per edilizia:** nati per le missioni Apollo, questi isolanti oggi sono lo standard usato in edilizia.
- **Cuffie con microfono:** NASA e due piloti di ae-

reo svilupparono per le missioni Mercury e Apollo un sistema di comunicazione che non richiedesse l'uso della mani.

- **Purificatori d'aria:** pensati per far crescere piante nei laboratori della ISS (International Space Station), i purificatori d'aria sono diffusissimi in ospedali, ristoranti, celle frigorifere ecc... per rimuovere le sostanze che favoriscono il degrado di cibi e la proliferazione di patogeni.
- **Pannelli Fotovoltaici:** la NASA sviluppò (e lo fa tuttora) sistemi di ricarica delle batterie sempre più efficienti.
- ... e tanto altro!!!

Vediamo qualche immagine d'esempio.



Progetto Mercury - Christopher Kraft - 1961



GRiD Compass - 1985

SPACE ECONOMY



Il primo mouse (Stanford - 1961)

Da decenni, quindi, vengono utilizzate nella nostra vita quotidiana innumerevoli invenzioni pensate per lo spazio e create (nella maggior parte dei casi) da ricercatori della NASA ... e questa "ricaduta tecnologica" sta continuando tuttora.

Dal 1976 ogni anno la NASA aggiorna un catalogo *Spinoff* in cui vengono presentati i **50 brevetti tecnologici** che hanno avuto le maggiori ricadute nella nostra vita **negli ultimi 12 mesi**.



Apollo 15- Lunar Surface Drill - 1971



l'ultimo catalogo Spinoff della NASA per il 2024

Le brochure degli ultimi anni con i cataloghi sono scaricabili a questo link:

<https://spinoff.nasa.gov/spinoff/brochures>

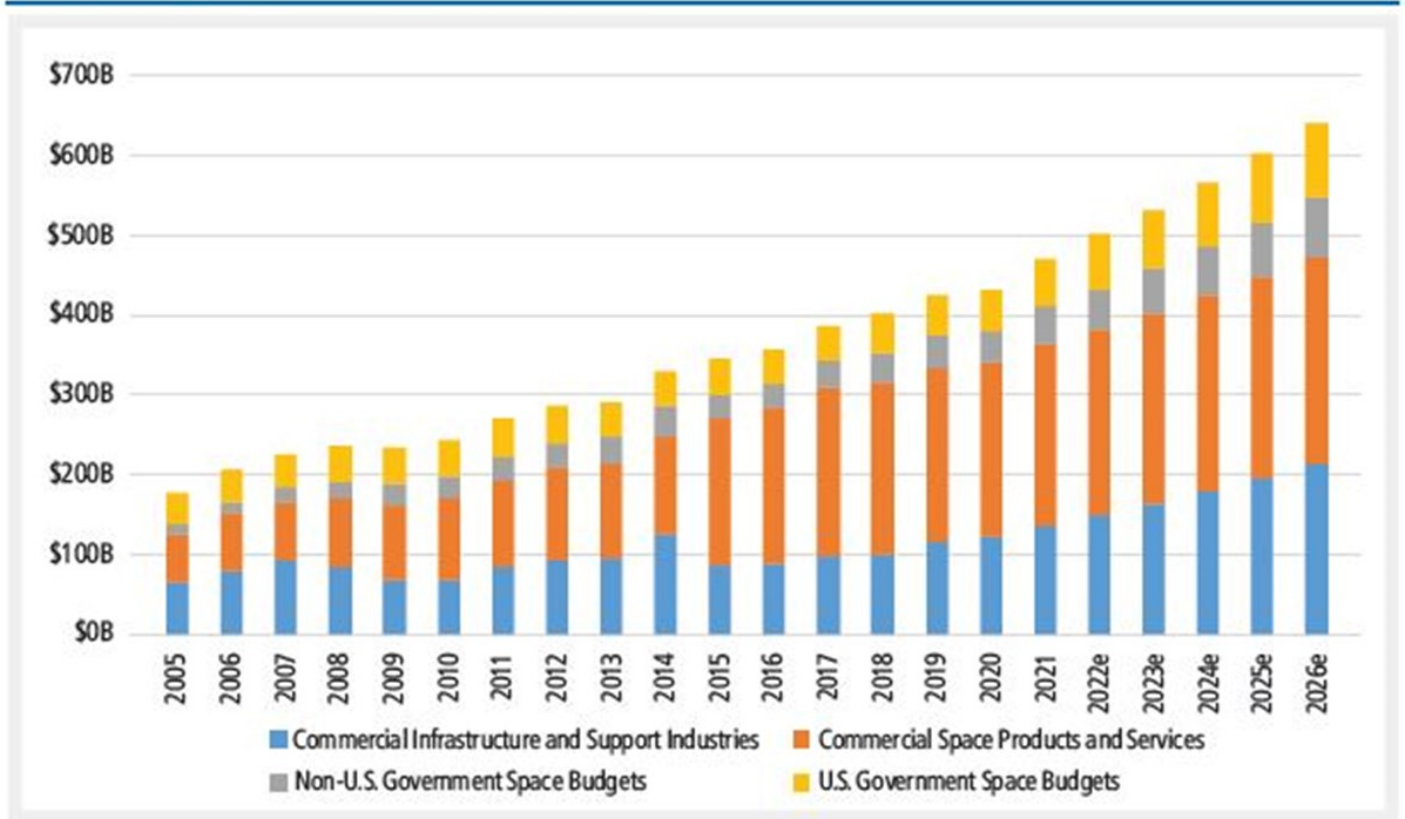
Vediamo ora qualche dato riguardante la Space Economy.

Nel 2022 l'Economia Spaziale globale è cresciuta dell'**8%** rispetto al 2021 raggiungendo i **546 miliardi di dollari**.



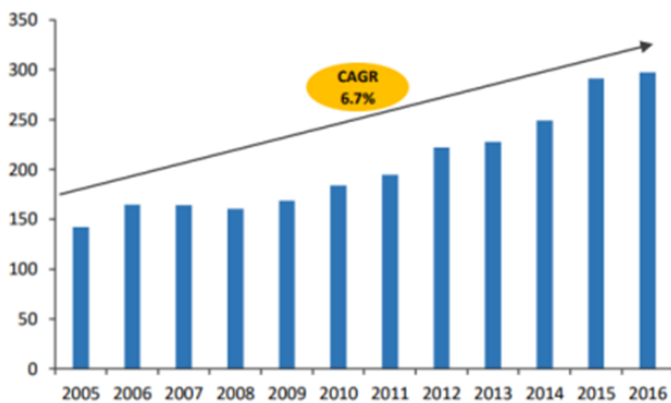
Programma Gemini - strumento senza fili a coppia minima - 1965

Global Space Activity by Category, 2005-2021



Note: Values from 2022 onward are a Space Foundation projection based on historical data.
Source: Space Foundation database

Diverse fonti confermano questi tassi di crescita. Per l'**European Investment Bank** (grafico sotto), la crescita del fatturato delle imprese spaziali tra il 2005 e il 2016 è stata del 6.7% annuo, un valore superiore alla crescita media annuale dell'economia globale (2-3%).



Il **CAGR** (Compounded Average Growth Rate), rappresentato nel grafico, è il tasso annuo di crescita composto, e indica la crescita percentuale media di una grandezza in un intervallo di tempo

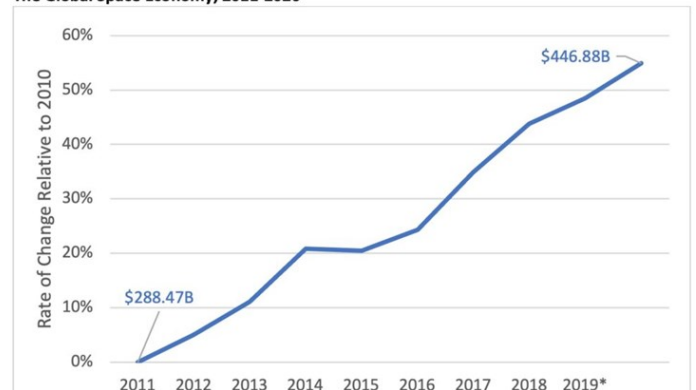
In un contesto economico che entusiasma quando ci

sono crescite del 2-3 % ... direi che sia un dato significativo ...

La Space Economy non solo sta crescendo, ma lo fa da tempo e ad un ritmo esponenziale ... e sta accelerando.

Ecco l'andamento della Space Economy da un'altra fonte: Space Foundation:

The Global Space Economy, 2011-2020



Source: Space Foundation database

Space Foundation è un'organizzazione no-profit dedicata alla promozione della consapevolezza e

SPACE ECONOMY

dell'educazione riguardo allo spazio e alle sue applicazioni.

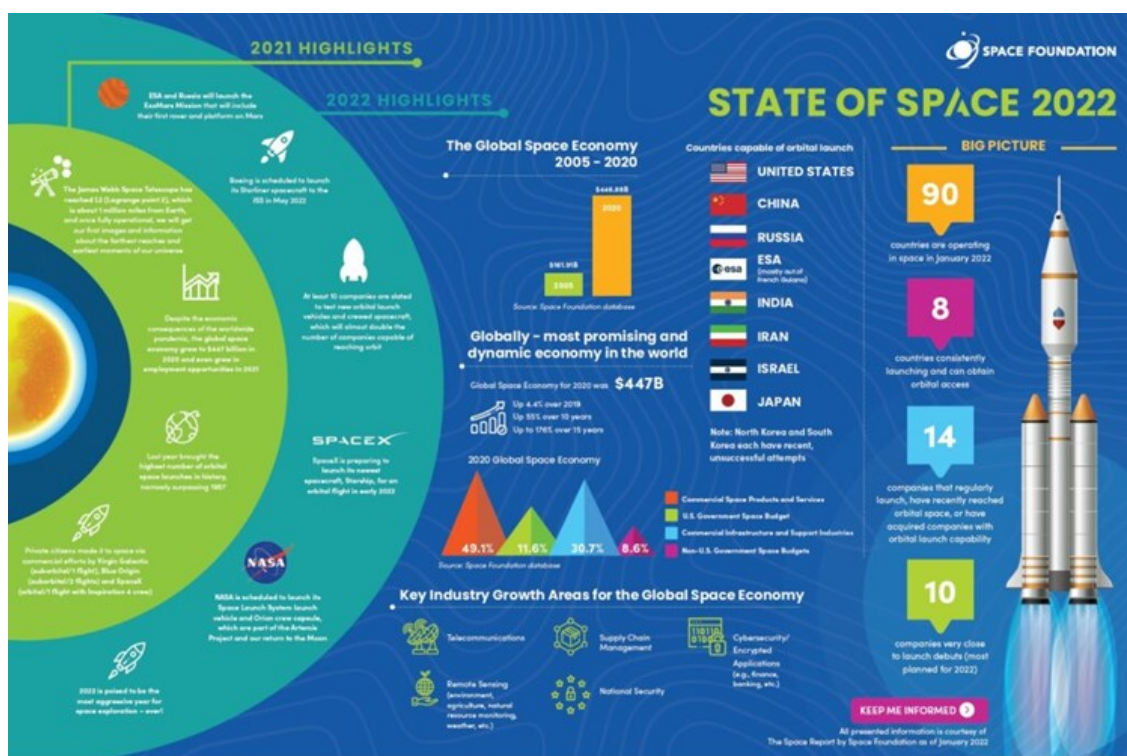
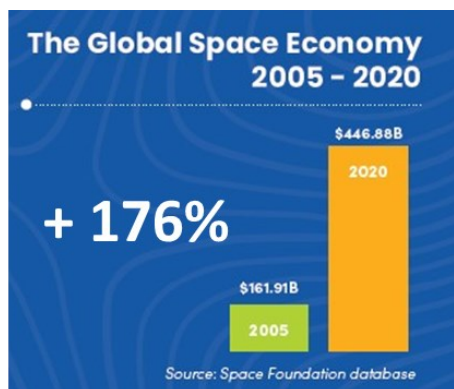
Fondata nel 1983, la Space Foundation è un'associazione statunitense che riunisce esponenti e imprese del sistema di difesa, industriale e militare americano.

Vicina alla NASA, pubblica statistiche e report annuali e organizza simposi sui temi "spaziali"

Si occupa di supportare l'industria spaziale attraverso la ricerca, l'educazione e attività di promozione, organizzando eventi come il **Space Symposium**, una delle conferenze più importanti a livello globale per i leader e professionisti del settore spaziale.

I dati di Space Foundation indicano che in 15 anni, ovvero dal 2005 al 2020, la Space è praticamente **triplicata**:

Space Foundation pubblica annualmente **The Space Report**, una panoramica dell'**industria spaziale** globale, ovvero l'insieme delle attività economiche rivolte alla produzione di componenti, sistemi e servizi **correlati** allo spazio.



Una pagina dello Space Report 2023

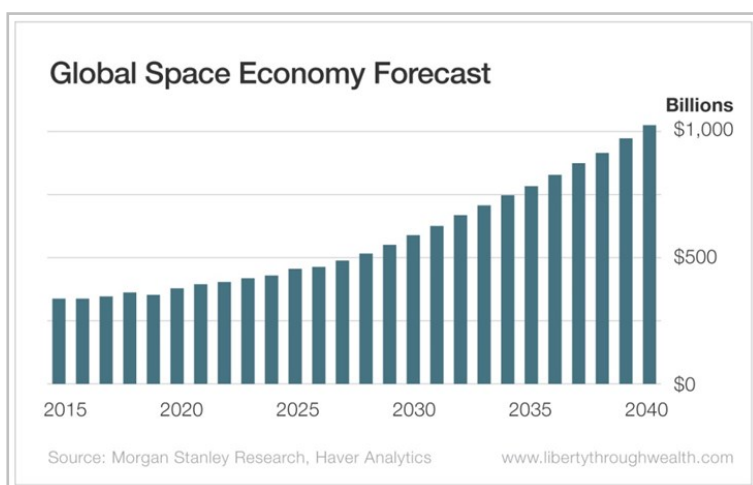
La pubblicazione copre una vasta gamma di argomenti, tra cui le tendenze economiche, le attività governative e commerciali nel settore spaziale, le innovazioni tecnologiche e le previsioni di crescita. Viene utilizzata da professionisti del settore, responsabili politici, investitori e ricercatori per comprendere l'evoluzione del settore spaziale e prendere decisioni informate.

The Space Report è considerato una risorsa fondamentale per chiunque sia interessato all'economia spaziale e alle dinamiche dell'industria spaziale.

La Space Economy è, quindi, un ambito economico riconosciuto, anche se ancora **non esiste un approccio univoco** per misurarne il valore.

Vediamo qualche previsione

Le previsioni indicano che la Space Economy raggiungerà il valore di **650 mld di dollari nel 2030 e superare i 1.000 mld di dollari nel 2040.**



Previsioni Morgan Stanley

Bank of America indica una proiezione che porterebbe il valore del settore a **1.400 miliardi di dollari già nel 2030.**

In altre parole raggiungerebbe il valore globale dell'economia del **turismo**, che Bank of America considera pari a circa **1.500 miliardi di dollari.**

Uno studio pubblicato nel 2020 dall'**Institute for Defense Analyses** riporta anche altre stime, come quella presentata da **UBS** pari a **926 miliardi di**

dollari al 2040, oppure quella di **Goldman Sachs** che ritiene che potrebbe arrivare a quella data a **diverse migliaia di miliardi.**

Ma, come ho detto prima, Stimare il valore delle attività spaziali non è semplice, non esistono ancora definizioni e modelli comunemente accettati.

Una cosa è certa: **si tratta di un settore in forte sviluppo**, capace di **generare valore** in modo molto significativo.

Sinead O'Sullivan, della **Harvard Business School**, ha stimato che un dollaro speso nella Space Economy **generi circa 50 dollari di valore.**

Assumendo questa stima come corretta, se consideriamo il valore di 447 miliardi (valore al 2020) e lo moltiplichiamo per 50 arriviamo a una cifra pari a **25.000 miliardi**, cioè circa dieci volte il valore dell'economia degli USA.

Ma quali saranno i settori che contribuiranno maggiormente a portare la Space Economy alle dimensioni previste?

Nel **breve e medio termine** sarà, probabilmente, **l'accesso a internet** attraverso i satelliti a banda larga.

E questo per la domanda ormai esponenziale di dati relativamente a:

- **Contenuti multimediali**
- **Realtà virtuale**
- **Internet delle cose (IOT - Internet Of Things)**
- **Accesso Globale a Internet**
- **Intelligenza Artificiale**
- **Automobili a Guida Autonoma**

Un altro settore che sta sperimentando "fermento" è quello del trasporto privato nello spazio e dei moduli commerciali orbitali.

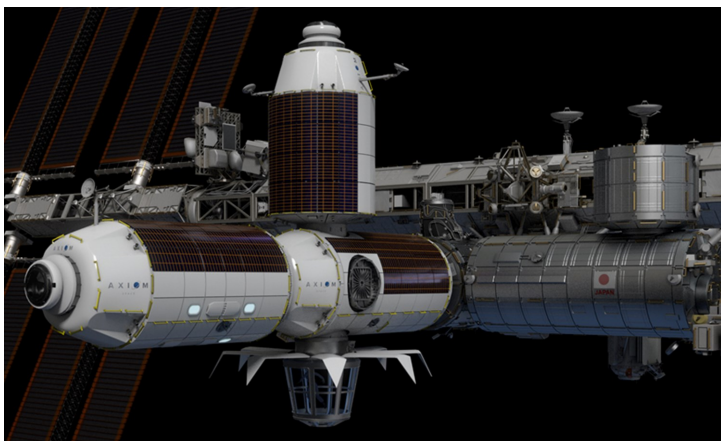
Dal 2020 **Axiom Space** ha stipulato un contratto con **SpaceX** per inviare astronauti commerciali sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) mediante la capsula **Crew Dragon.**

Axiom Space è un'azienda privata fondata nel 2016 con l'obiettivo di **costruire e gestire la prima stazione spaziale commerciale al mondo**. La società è stata creata da Michael Suffredini, ex direttore del programma della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) presso la NASA, e da Kam Ghaffarian, un imprenditore nel settore aerospaziale.

A febbraio 2021 la società aveva 110 dipendenti, con uffici a Houston e Los Angeles.

L'8 aprile 2022 è partita Axiom Mission 1 (Ax-1), la prima missione interamente privata a raggiungere la ISS, con un equipaggio composto da quattro astronauti civili. È rientrata sulla Terra il 25 aprile.

ha firmato un accordo con la NASA per aggiungere un modulo commerciale alla Stazione Spaziale Internazionale (ISS). Questo modulo sarà il primo di una serie che, una volta staccati dall'ISS, costituiranno una stazione spaziale indipendente.



Rendering del Modulo commerciale Axiom attraccato alla ISS

Axiom Space sta lavorando per lanciare i primi moduli della propria stazione spaziale commerciale entro la fine del decennio. Mira a sostituire l'ISS con una stazione spaziale completamente privata che possa servire sia come laboratorio di ricerca orbitale che come piattaforma per il turismo spaziale e altre attività commerciali nello spazio. La compagnia si posiziona come un attore chiave nel futuro dell'industria spaziale, promuovendo la commercializzazione dello spazio vicino alla Terra e aprendo nuove opportunità per l'uso dello spazio.

Dopo Ax-1 si sono succedute altre due missioni

Axiom.

In particolare, Axiom Mission 3 (Ax-3), partita il 18 gennaio 2024 con un vettore Falcon 9 della SpaceX e rientrata il 9 febbraio 2024, ha visto la partecipazione di un astronauta italiano **Walter Villadei**, nel ruolo di pilota.

La cosa interessante è che si tratta di voli "privati", ed il costo stimato per passeggero si aggira sui 50-55 milioni di dollari.

Un biglietto ancora un po' ... caro.

Nel **Medio - Lungo termine** ci sono altri settori che risultano promettenti, come, ad esempio, l'**estrazione di risorse** minerarie da altri corpi celesti come Luna e asteroidi e lo sviluppo di tecnologie orientate al problema del cambiamento climatico.

Ad ogni modo, il settore Spaziale è in fermento come non mai.

E questo a causa di.

- **Tecnologie** di accesso allo spazio più mature
- **Costi** di accesso allo spazio in riduzione
- **Innovazioni** di processo e maggiore interdisciplinarietà
- Richiesta di **competenze** sempre più trasversali
- **Innovazioni tecnologiche** e loro fruizione più distribuita
- Sfruttamento/evoluzione di tecnologie basate su **infrastrutture spaziali**

Tutti elementi che rendono lo Spazio **la nuova Frontiera dell'Economia**.

Fino a pochi anni fa lo Spazio era un settore quasi esclusivamente guidato dalla "domanda istituzionale" ovvero dai **Governi** e dalle loro **Agenzie Spaziali**, come **NASA** (USA), **ESA** (Unione Europea), **JAXA** (Giappone), **ROSCOSMOS** (Russia), **CNSA** (Cina)

Ora, invece, lo spazio attira sempre più attenzione e **Investitori Privati**.

È in atto un cambiamento di **paradigma** che potremo sintetizzare nel passaggio da

OLD SPACE a NEW SPACE

E questo perché, da un lato, si stanno abbassando le **Barriere all'Entrata** per nuovi attori economici.

Le Barriere all'Entrata sono i fattori che rendono difficile l'entrata su un certo mercato ad una nuova azienda o a una start-up. In altre parole, sono i **costi fissi che i nuovi entranti devono sostenere indipendentemente dalla produzione o dalle vendite per poter accedere a quello specifico mercato**. Quando le barriere all'entrata sono molto alte, quel mercato rimarrà inesorabilmente un monopolio.

Da un altro lato le **nuove tecnologie** sono sempre più spesso sviluppate con un **approccio imprendi-**

toriale che, come vedremo tra poco, ha un impatto rilevante sui costi di sviluppo e gestione.

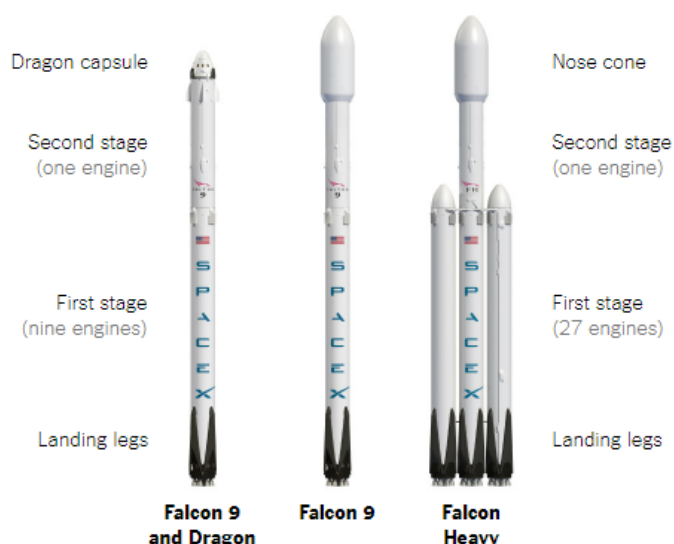
È un modello nuovo, in cui i Governi, e le Agenzie Spaziali, concentrano le risorse pubbliche su temi che richiedono grandi investimenti perchè necessitano di sviluppare tecnologie impegnative che ancora non esistono e assegnano al settore privato lo sviluppo di progetti su aspetti più **maturi**.

Uno degli ambiti ormai maturi in cui i privati stanno acquisendo grande rilevanza è quello dei lanciatori.

E qui parliamo di società ormai note (tra parentesi i loro lanciatori ed in rosso quelli ancora in sviluppo)

- **Space X** (Falcon9, Falcon Heavy, **Starship**)
- **Blue Origin** (New Shepard, **New Glenn**)
- **Virgin Galactic** (Space Ship Unity)
- **RocketLab** (Electron, **Neutron**)

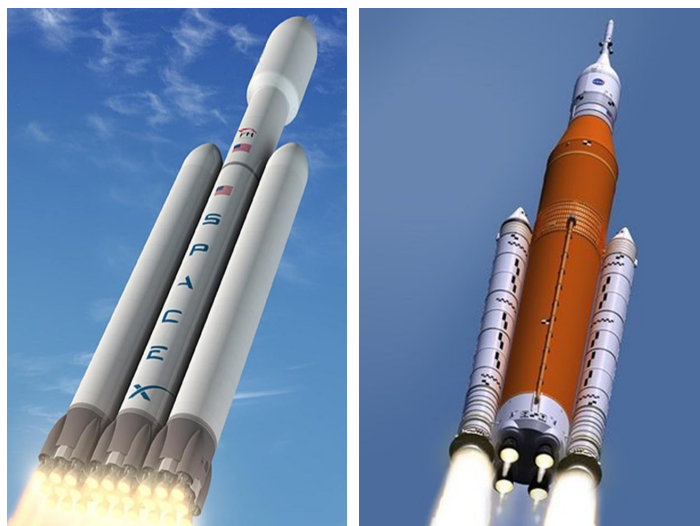




La "flotta" operativa di SpaceX: una realtà ormai consolidata

Nel panorama dei lanciatori, rimangono quelli sviluppati dalle Agenzie Spaziali, ma come vedremo tra poco hanno caratteristiche "poco appetibili" commercialmente.

Per capire meglio, facciamo un confronto tra il **Falcon Heavy** di SpaceX e lo **Space Launch System** (SLS) della NASA



Falcon Heavy (a sinistra) vs SLS (a destra)

L'SLS è un vettore molto pesante, capace di trasportare fino a 130 tonnellate in orbita terrestre bassa (LEO), mentre può arrivare a 40 tonnellate in orbite di trasferimento verso la Luna.

Per il Falcon Heavy si parla, rispettivamente, di 64 e 17 tonnellate.

A prima vista, sembrerebbe vincente SLS, ma non appena si guardano i costi si cambia idea rapidamente.

Un lancio con SLS costa **1,5 miliardi** di dollari, mentre un lancio con il Falcon Heavy ... **100 milioni** di dollari.

Oltre dieci volte di meno!!! ... e molte componenti sono riutilizzate.

Quando venne definito il progetto della sonda **Europa Clipper** (che verrà lanciata ad ottobre 2024 in direzione della luna gioviana Europa) il congresso USA aveva inizialmente stabilito **per decreto** che il lanciatore fosse **SLS**. Una Scelta Politica ... per dimostrare che SLS non era stato progettato solo per Artemis.

Ma Europa Clipper aveva bisogno di un *design freeze*, ovvero un punto fermo per poter continuare l'assemblaggio per il lanciatore e visti i **ritardi** accumulati da SLS il congresso fece marcia indietro ed accettò che la NASA scegliesse il razzo che voleva.

La NASA stipulò immediatamente un contratto per un Falcon Heavy, e lo fece per motivazioni prettamente economiche.

Comunque, è opportuno sottolineare che lo Space Launch System è un **ottimo lanciatore**.

Nel lancio di Artemis 1 tutto risultò nei i parametri entro l'1 ‰ ... una cosa incredibile mai vista prima.

Anche lo Space Shuttle era una macchina strepitosa, ma aveva lo stesso difetto: era costosissima.

Ogni lancio costava, inizialmente, 1 miliardo di dollari e arrivò a costarne quasi 1,5 miliardi.

Siccome lo Space Shuttle venne costruito per lanciare carichi in orbite LEO, si può aggiungere al confronto il Falcon 9, che può portare carichi utili meno pesanti, ma i cui lanci costano 65 milioni di dollari l'uno. Ed è, come il Falco Heavy, **riutilizzabile**.

Anche lo Space Shuttle era considerato riutilizzabile, ma il suo riutilizzo richiedeva mesi di preparativi, anche un anno intero. **I Falcon 9 possono tornare a volare dopo 25 giorni**.

Ma il Falcon 9 è veramente riutilizzabile, mentre lo Space Shuttle più che riutilizzabile era ... ricostruibi-

le. Infatti veniva praticamente **rifatto**, anche se una parte era effettivamente riutilizzabile.

Ma perché queste differenze di costi?

E' una questione di **filosofia di sviluppo**: la NASA lancia solo quando ritiene di aver ottenuto la perfezione, mentre **Space X sviluppa le cose ... rompendole**.

Inoltre SpaceX basa i suoi processi di sviluppo sul **concetto di Piattaforma**, la NASA no.

La **Platform Economy** è un nuovo **modello di business** che usa la tecnologia per connettere persone, organizzazioni e risorse all'interno di un sistema interattivo in cui si crea e scambia valore.

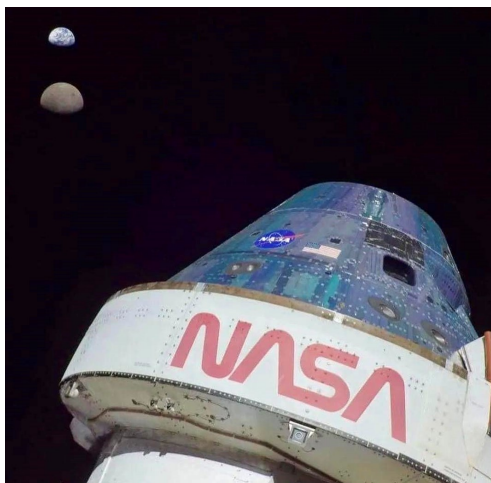
Le piattaforme si basano sulla **modularità** e sono **l'antitesi degli investimenti una tantum** di grandi capitali su misura, tipici della NASA e delle Agenzie Spaziali governative.

Le piattaforme affrontano il processo di sviluppo in modo **incrementale**. Ad ogni interazione con la realtà, una piattaforma **preserva la possibilità di auto-correggersi**, cambiare rotta, o abbandonare e ricominciare da capo prima che costi irrecuperabili e tempi eccessivamente lunghi diventino proibitivi.

Le piattaforme sono un insieme architettato di parti, sottosistemi, interfacce e processi condivisi.

Lo sviluppo dei Falcon e di Starship è avvenuto con questo paradigma di sviluppo ed i risultati sono evidenti.

Ma bisogna dire che Artemis 1 e la capsula Orion, ci hanno regalato nuovamente le emozioni del Progetto Apollo. Vedi l'immagine sotto (Credit: NASA)



Fermo restando il ruolo imprescindibile delle Agenzie Spaziali Governative nella parte più esplorativa e pionieristica dell'avventura spaziale, il futuro della Space Economy è negli attori privati:



Affrontiamo ora un ambito "economico" molto promettente ma dal respiro di lungo periodo.

Lo chiameremo: **Economia e Asteroidi**.

Iniziamo parlando di **16 Psyche**.

16 Psyche è un **asteroide della fascia principale** (main belt asteroid, MBA).

Ha un diametro di circa 220 km ed è uno dei più grandi asteroidi sinora individuati.

Impiega 5 anni per compiere un'orbita intorno al Sole.

Ma la cosa più interessante di tutte è che ha la **stessa composizione del nucleo terrestre**.

16 Psyche potrebbe essere un planetesimo⁴ spogliato dei suoi primi strati superficiali a causa delle violente collisioni che avvenivano durante le prime fasi di formazione del sistema solare

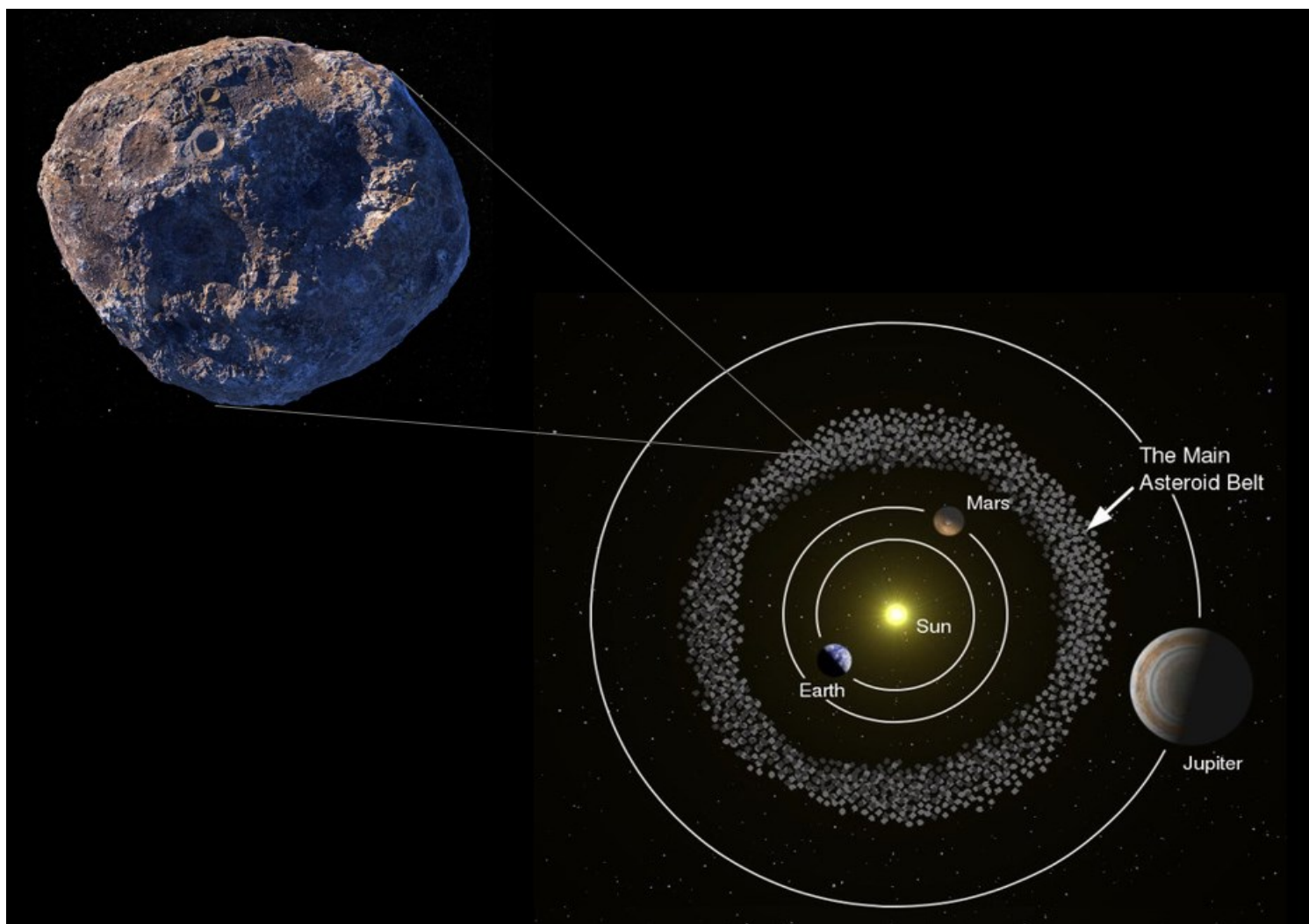
È l'obiettivo della missione NASA **PSYCHE**

La sonda PSYCHE è stata lanciata il 13 ottobre 2023 con un lanciatore Falcon Heavy (a conferma di quanto scritto prima)

Arriverà dopo quasi sei anni di viaggio, nell'agosto 2029, e rimarrà operativa in orbita attorno all'asteroide per 21 mesi.

La sonda utilizzerà **propulsori elettrici a ioni**

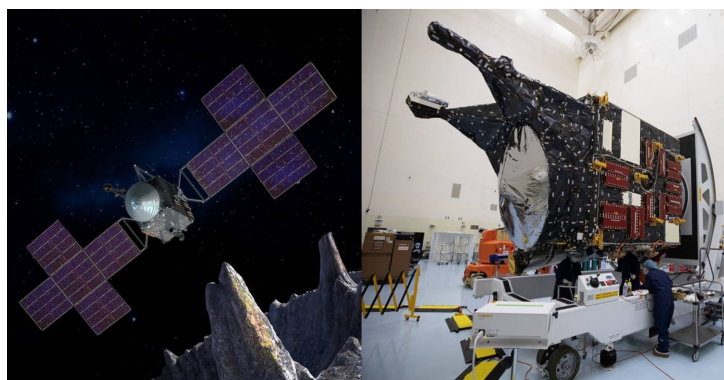
(4) Un planetesimo è un oggetto roccioso primordiale che sta alla base della formazione dei pianeti



Rappresentazione artistica dell'asteroide Psyche. Credito: Maxar/ASU/P. Rubin/NASA/JPL-Caltech

(effetto Hall) per compiere il suo viaggio di 4 miliardi di chilometri (3,3 UA).

L'uso di **propulsori elettrici** consentirà alla sonda di arrivare a 16 Psyche molto più velocemente, **consumando solo il 10% del propellente** necessario rispetto alla propulsione chimica convenzionale.



Sonda PSYCHE (Credit: NASA)

16 Psyche è un asteroide di tipo M.

Le Categorie principali degli asteroidi, almeno quelli scoperti sino ad ora:

- **Tipo C (carbonioso)**: sono circa il **75%** ed hanno la stessa composizione del Sole e della nebulosa solare primitiva, ma senza H, He e gas volatili; sono presenti composti contenenti acqua
- **Tipo S (siliceo)**: sono circa il **17%**, composti da ferro-nickel metallico mescolato con silicati;
- **Tipo M (metallico)**: sono solo l'**8%** degli asteroidi conosciuti, composti da metalli come ferro e nickel.

Il motivo dell'interesse su 16 Psyche è che, essendo simile al nucleo terrestre, è costituito **prevalentemente da metalli: oro, platino, ferro, nickel, ... e terre rare.**

Il valore stimato del suo contenuto di metalli è di

10.000 quadrilioni di dollari.

Un quadrilione = 10^{15} cioè un milione di miliardi

In cifre: **10.000.000.000.000.000.000 \$**

Facendo un ragionamento economico, se tutti i metalli disponibili su 16 Psyche fossero trasportati sulla Terra, la nostra economia **collasserebbe**, avendo un valore di circa 75.000 miliardi di dollari.

Per comprendere di cosa stiamo parlando: ogni persona sulla Terra si vedrebbe assegnati, idealmente, circa **1,3 miliardi di \$**.

Si ingenererebbe una enorme Inflazione d a Eccesso di Moneta.

Ovviamente non si tratta di metalli preziosi utilizzati come moneta ma il fenomeno, con le sue complessità, sarebbe analogo.

L'inflazione da eccesso di moneta si verifica quando la quantità di moneta in circolazione (in questo caso intensa come ricchezza) aumenta rapidamente rispetto alla produzione di beni e servizi disponibili. Questo eccesso di moneta **riduce il valore della moneta stessa, portando a un aumento generalizzato dei prezzi**. In altre parole, **con più denaro disponibile, la domanda di beni e servizi cresce, ma se l'offerta non riesce a tenere il**

passo, i prezzi aumentano, causando inflazione.

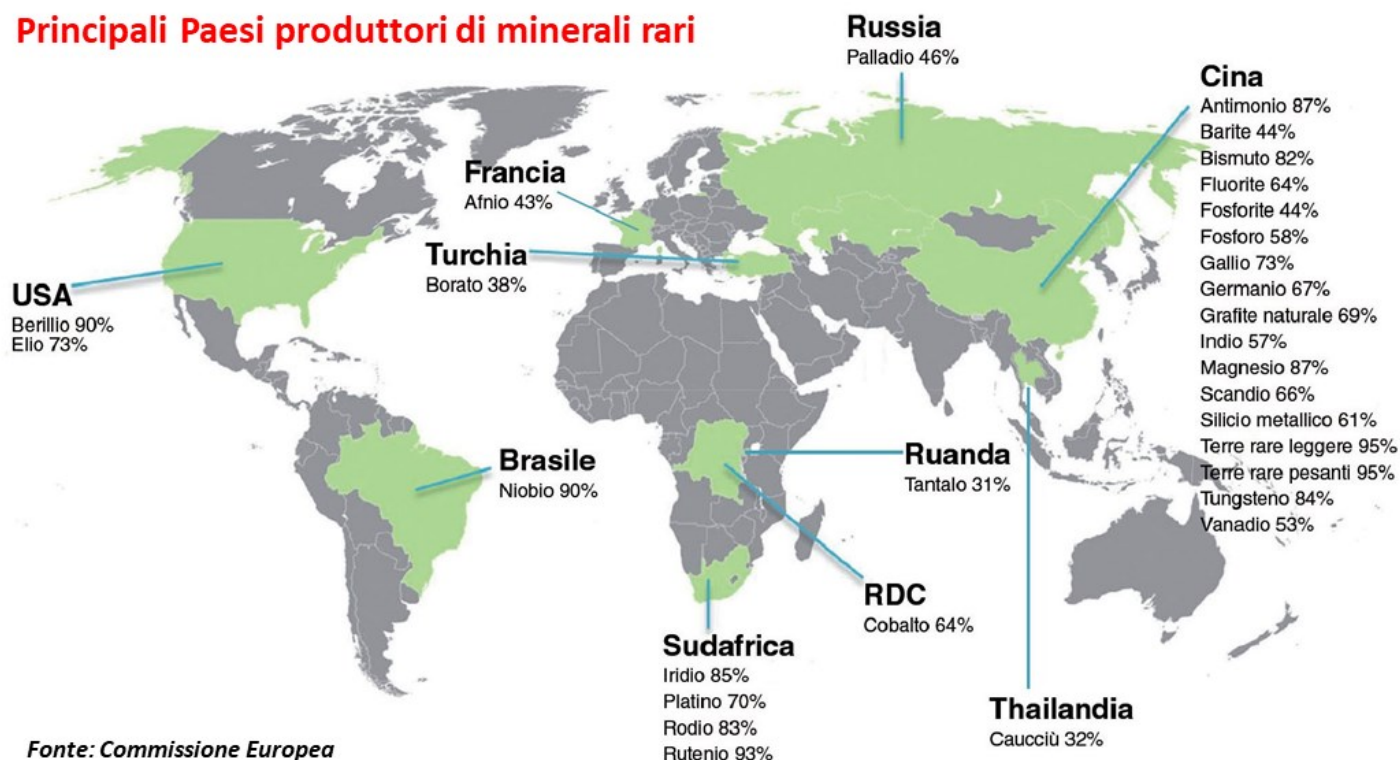
Su scala "leggermente" minore un fenomeno simile accadde in Europa nel **XVI secolo**. Dalle Americhe arrivò, tramite gli spagnoli, un ingente afflusso di oro e argento che contribuì notevolmente alle spinte inflazionistiche della cosiddetta **Crisi del XVI secolo**.

L'economia standard terrestre sarebbe sovrastata dai miliardi di miliardi di \$ di valore delle risorse estratte e questo produrrebbe una sorta di alluvione nel mercato, causando una rapidissima svalutazione dei materiali.

Inoltre, si avrebbero effetti deleteri sui paesi basati sull'estrazione mineraria. Ad esempio: Il Sudafrica, nel 2018, ha estratto platino per l'equivalente di 3,8 miliardi di \$ e la sua industria dà lavoro a oltre 451.000 persone con un valore economico che ammonta all'8,2% del PIL del paese; se in futuro l'estrazione di minerali dagli asteroidi dovesse realizzarsi, il Sudafrica ... collasserebbe.

In altri termini, **si creerebbero sconvolgimenti geopolitici e gli equilibri internazionali verrebbero stravolti**.

Principali Paesi produttori di minerali rari

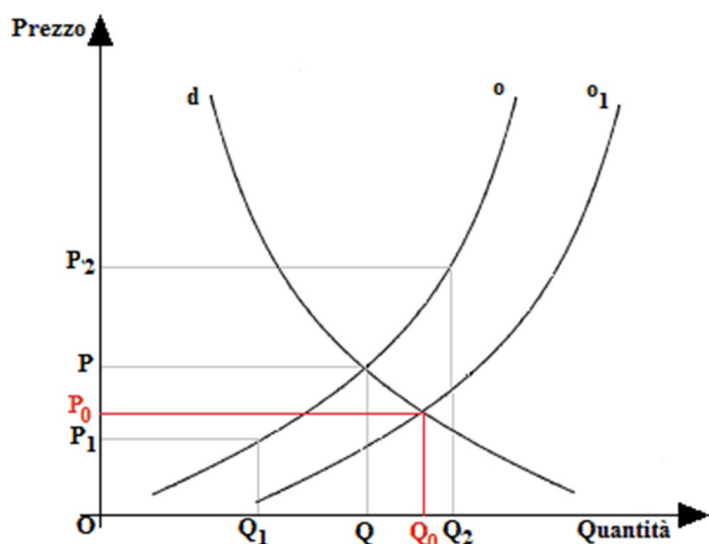


Fonte: Commissione Europea

Ma l'economia si stabilizzerà.

Quando estrarre minerali dagli asteroidi diventerà un'attività continuativa, i prezzi si stabilizzeranno.

Il costo è legato alla "rarietà" di tali minerali sulla Terra, e quando abbondano, il mercato si adatterà posizionandosi su un equilibrio caratterizzato da prezzi (molto) più bassi.



Il costo dell'equilibrio sarà più ... sociale.

Si potrebbe affermare che i rischi che provengono dagli asteroidi non sono solo quelli ... "classici":



Ma nel caso dell'Economia abbiamo modo di mitigare il rischio attraverso **un'attenta analisi e pianificazione**.

Comunque, un tale scenario non è propriamente **dietro l'angolo**.

Per portare tutti i metalli presenti su 16 Psyche oc-

corre risolvere una serie **notevole** di problemi:

1. **Raggiungere** l'asteroide e atterrarci.
2. **Estrarre** le risorse e immagazzinarle.
3. **Trasportare** il materiale verso la Terra.
4. **Immagazzinarlo** in stazioni orbitanti.
5. Lavorarlo e/o **portarlo** sulla superficie terrestre.

In altri termini, 16 Psyche è **MOLTO MOLTO LONTANO**



Prima di vedere la Canterbury⁵ trasportare masse di ghiaccio sulla rotta Saturno - Cerere dovrà quindi passare un po' di tempo... ma intanto si **preparano i presupposti attraverso l'esplorazione scientifica e lo sviluppo tecnologico**.



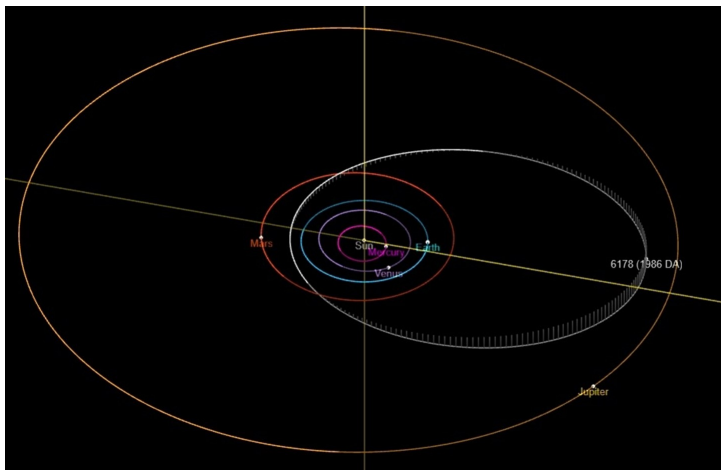
Se non è Psyche ... si troveranno obiettivi più ... vicini.

Ad esempio, Prendiamo in considerazione un altro asteroide potenzialmente molto ricco, e precisamente **1986 DA**, altrimenti noto come **Asteroide 6178**.

È un asteroide tipo M, e fa parte del **gruppo Amor**, comprendente asteroidi che **incrociano l'orbita di**

(5) Citazione della serie **The Expanse**, ambientata in un futuro in cui il Sistema Solare è colonizzato dall'Umanità

Marte ma non raggiungono l'orbita terrestre.



La sua composizione ne fa un buon candidato per future missioni di estrazione di risorse; Si ipotizza che si potrebbero estrarre risorse per **50 anni**, con un **valore annuale di circa 233 miliardi di dollari** per un totale di **11,65 migliaia di miliardi di dollari**.

Ora parliamo un attimo di Terre Rare

Secondo l'**Unione internazionale di chimica pura e applicata (IUPAC)**, con la denominazione Terre Rare (rare earth elements, REE) si indica il gruppo di diciassette elementi costituiti da scandio (21), ittrio (39), lantanio (57) e da tutti gli elementi che costituiscono la famiglia dei lantanidi.

IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen 1.008	2 He Helium 4.003																	18 Ar Argon 39.948																																			
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012																	19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078																																		
5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180																	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 52.004	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.630	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80																
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305																	37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium [98]	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.36	47 Ag Silver 107.865	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.757	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.29																		
13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.06	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948																	55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 La-Lu Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.222	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]														
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 52.004	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.630	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.80	37 Rb Rubidium 85.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium [98]	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.36	47 Ag Silver 107.865	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.710	51 Sb Antimony 121.757	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.29	55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 La-Lu Lanthanides	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.222	78 Pt Platinum 195.084	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [210]	86 Rn Radon [222]
87 Fr Francium [223]	88 Ra Radium [226]	89-103 Ac-Lr Actinides	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [263]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [265]	109 Mt Meitnerium [266]	110 Ds Darmstadtium [267]	111 Rg Roentgenium [268]	112 Cn Copernicium [269]	113 Nh Nihonium [270]	114 Fl Flerovium [271]	115 Mc Moscovium [272]	116 Lv Livermorium [273]	117 Ts Tennessine [274]	118 Og Oganesson [276]																																				



For notes and updates to this table, see www.iupac.org. This version is dated 4 May 2022. Copyright © 2022 IUPAC, the International Union of Pure and Applied Chemistry.

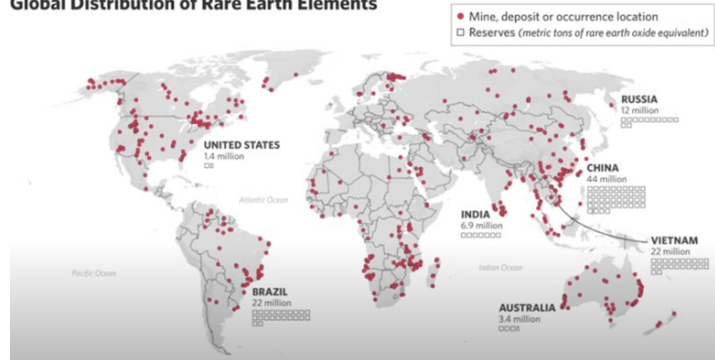
Hanno un ruolo fondamentale nella rivoluzione tecnologica degli ultimi anni

I chip dei PC e degli smartphone, i circuiti elettronici di ultima generazione, i pannelli fotovoltaici, le lampadine a basso consumo, le turbine eoliche ... e tan-

ti altri prodotti tecnologici non esisterebbero senza le Terre Rare ... chiamate anche i **Metalli della Tecnologia**.

Contrariamente a quello che ci dice il nome, le Terre Rare non sono ... rare.

Global Distribution of Rare Earth Elements



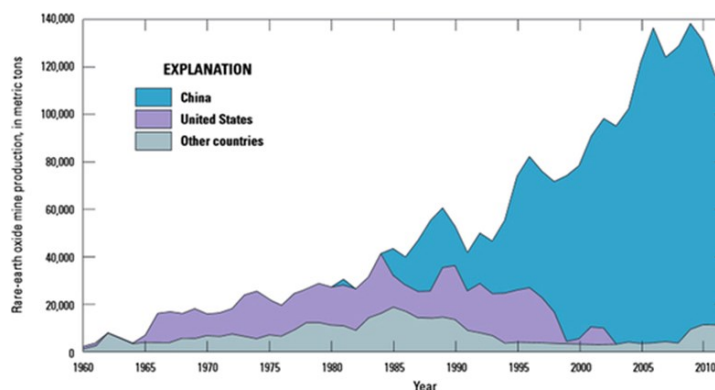
Distribuzione (conosciuta) delle Terre Rare

Questa definizione non dipende da una loro reale scarsità di diffusione, quanto dal fatto che esiste un problema di **concentrazione**.

In natura non sono presenti allo stato puro ma solo **legati** a circa **200 tipi di altri minerali**, di cui costituiscono appena da **0,5 a 60 parti per milione**.

Oltre 100.000 tonnellate sono consumate ogni anno per energia rinnovabile, robotica, altoparlanti, pompe, mobilità, ecc....

Il solo settore **dei veicoli elettrici** accrescerà il proprio fabbisogno da **5.000 tonnellate** nel 2019 a oltre **70.000 tonnellate** nel 2030.



Produttori di Terre Rare

Nel 2030 si prevede un fabbisogno annuo di **315.000 tonnellate** ed il valore di mercato si triplicherà **dagli attuali 15 miliardi di dollari ad oltre 45 miliardi**.

Le Terre Rare sono, quindi, una **risorsa strategica**. Ma estrarre le terre rare è devastante per l'ambiente poiché si utilizzano acidi molto aggressivi che corrodono il materiale radioattivo spesso associato a questi elementi, (Uranio e Torio)

Si tratta di processi decisamente **poco green**.

Si trovano ovunque, ma la loro produzione è tossica e distrugge l'ambiente.

Il **riciclo** è una probabile soluzione per il futuro: ma per ora è solo pari all'**1%**.

A questo punto ci si potrebbe domandare: ma la Space Economy cosa c'entra?

Diciamo che le risorse e le tecnologie spaziali potranno dare un fattivo contributo attraverso le seguenti attività:

- Ricerca e Sviluppo di nuove Tecnologie.
- Sviluppo di Processi Efficienti di Riciclo.
- Ricerca Siti Minerari.
- Monitoraggio e Controllo dell'Impatto Ambientale.
- Ricerca Risorse Minerarie nello Spazio

Passiamo ora ad un altro tema.

Una serie di prodotti o attività si possono fare meglio, e talvolta solo, nello Spazio.

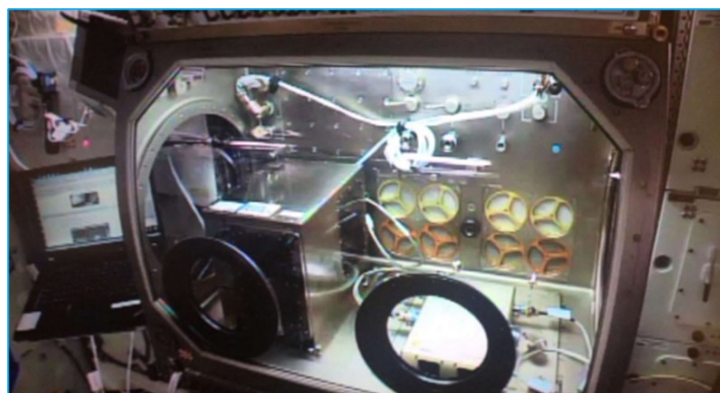
Si può affermare che il **Made in Space** sia un settore con un potenziale di sviluppo commerciale molto interessante.

Con tecniche diverse, si possono sfruttare i vantaggi della microgravità per sviluppare concetti e prodotti innovativi che possono essere realizzati solo nello spazio.

MADE IN SPACE è anche il nome di una Società USA leader nel settore delle tecnologie di produzione disegnate per l'ambiente spaziale.



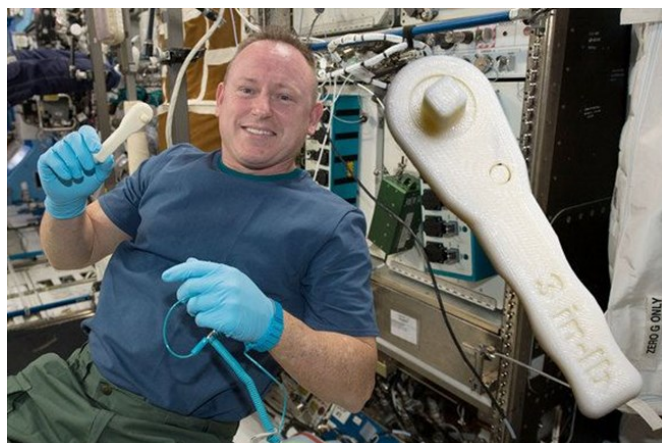
Nel 2014, in collaborazione con la NASA, ha prodotto, sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS), il **primo oggetto mai prodotto al di fuori della Terra**.



La stampante, costruita e gestita da Made In Space, durante la storica "3D Printing in Zero G Technology Demonstration Mission"

Made In Space attualmente possiede e gestisce un impianto di produzione permanente sulla ISS, chiamato **Additive Manufacturing Facility (AMF)** utilizzato da clienti sia istituzionali che privati.

Alcune immagini di oggetti realizzati a bordo della ISS:





AMF ha prodotto oltre un centinaio di strumenti, oggetti e parti di ricambio, applicando il principio:

Make It, Don't Take It

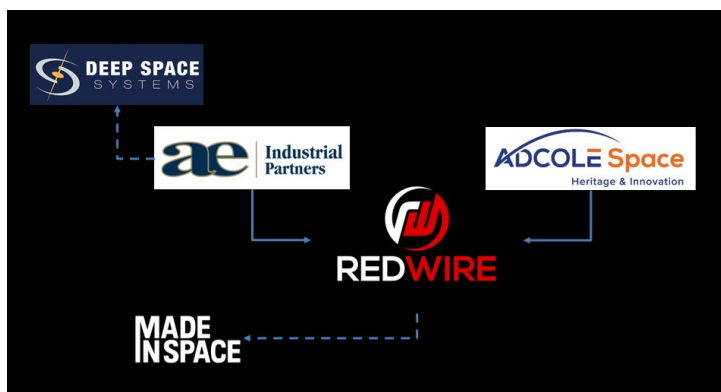
Che sarà sempre più importante nella nostra *espansione spaziale*.

La Space Economy, sta procedendo applicando gli schemi e le leggi del mercato, che si sta razionalizzando per acquisire efficienza anche sotto gli aspetti più gestionali nella gestione d'impresa.

Ecco allora che, sempre più spesso capita di incontrare annunci del genere



Che portano a strutturare schemi imprenditoriali come il seguente:



Destinati ad una gestione più razionale delle risorse nella logica del libero mercato.

Vediamo ora come si presenta il panorama impen-

ditoriale italiano in ambito Space Economy.

Partiamo dalla **Leonardo S.p.A.**, un'azienda italiana attiva nei settori della difesa, dell'aerospazio e della sicurezza.



Il suo maggiore azionista è il **Ministero dell'Economia e delle Finanze** italiano, che possiede una quota di circa il **30%**.

Dal 1948 fino al 2016 era denominata Finmeccanica S.p.A., poi ha cambiato nome in Leonardo-Finmeccanica S.p.A.

Ha assunto l'attuale denominazione sociale dal 1° gennaio 2017.

Dal 1° gennaio 2016 sono confluite le attività delle società precedentemente controllate AgustaWestland, Alenia, Aermacchi, Selex ES, OTO Melara e Wass.

Leonardo è la **dodicesima impresa di difesa del mondo** ed è la **prima nell'Unione europea per grandezza**, con entrate dal settore difesa che rappresentano il 68% del proprio fatturato. La società è quotata nell'indice FTSE MIB⁶ della Borsa di Milano. L'azienda è strutturata in cinque divisioni operative: elicotteri, velivoli, aerostutture, elettronica e cyber security (ex sistemi per la sicurezza e le informazioni).

Nel 2007 Leonardo ha costituito una **Joint Venture** con la francese **Thales** da cui è nata **Thales Alenia Space**.

Una joint venture è un contratto con cui due o più imprese si accordano, condividendo risorse e conoscenze, per collaborare al fine di raggiungere un determinato scopo o per portare a termine un progetto.

(6) Acronimo di **Financial Times Stock Exchange Milano Indice di Borsa**, il FTSE MIB è l'indice azionario di riferimento in Italia. È formato da un paniere contenente i 40 titoli più importanti, selezionati in base a capitalizzazione, volume di scambi e settore di riferimento. Rappresentano oltre l'80% della capitalizzazione complessiva e quasi il 90% del controvalore degli scambi.

Thales Alenia Space è nata dalla fusione tra Alcatel Alenia Space, una precedente joint venture tra Alcatel-Lucent e Finmeccanica, e la divisione spaziale di Thales.



Struttura societaria di Thales Alenia Space

Nel 2022 ha realizzato un **fatturato consolidato di 2,2 miliardi di euro** e ha circa **8.500 dipendenti** in 10 paesi con 17 siti in Europa e uno stabilimento negli USA. Di questi, circa 2.500 sono stanziati nei 4 siti italiani di Roma, Torino, Milano e l'Aquila).

È diventata azienda leader a livello mondiale nel settore dell'industria spaziale, ed è specializzata nella progettazione, sviluppo e produzione di sistemi satellitari e infrastrutture orbitali.



Thales Alenia Space è il principale operatore satellitare in Europa

Thales Alenia Space costituisce la *prima gamba* della cosiddetta Space Alliance italo-francese.

La *seconda gamba* è un'altra Joint Venture, sempre tra Leonardo e Thales: **Telespazio**.



Mentre Thales Alenia Space rappresenta la parte

manifatturiera, **Telespazio è orientata ai servizi spaziali**, come la progettazione, lo sviluppo, la fase di integrazione, test e supporto post-lancio di un intero sistema extra-atmosferico (satelliti artificiali, sonde interplanetarie, osservatori spaziali, infrastrutture abitate,...), inclusa la realizzazione dei suoi sotto-sistemi e degli equipaggiamenti elettronici.

La struttura più importante di Telespazio è Il Centro spaziale "Piero Fanti" del Fucino (L'Aquila). È attivo dal 1963 e oggi, con le sue 170 antenne e i suoi 370.000 mq di superficie, è riconosciuto come il primo e più importante "teleporto" al mondo per usi civili.

Presso il Centro spaziale del Fucino si svolgono attività di controllo in orbita di satelliti, servizi di telecomunicazioni, televisivi e multimediali.



Centro Spaziale del Fucino (L'Aquila)

Thales Alenia Space e Telespazio lavorano sia per clienti governativi che commerciali, tra cui la **NASA**, l'Agenzia spaziale europea (**ESA**) e l'Agenzia Spaziale italiana (**ASI**).

L'Agenzia Spaziale Italiana Istituita nel 1988, è un ente pubblico nazionale con il compito di preparare e attuare la politica spaziale italiana in accordo con le linee guida del Governo.



L'ASI ha sviluppato un proprio vettore: **VEGA**

VEGA è stato sviluppato in collaborazione con ESA ed altri partner industriali europei, con il contributo principale di **Avio**, un'azienda italiana specializzata

in propulsione spaziale.

VEGA è progettato per trasportare piccoli carichi utili in orbita bassa terrestre (LEO), con una capacità di sollevamento di circa 1.500 kg. È utilizzato principalmente per il lancio di satelliti per l'osservazione della Terra, missioni scientifiche e piccoli satelliti commerciali.

Quindi anche l'Italia ha un ruolo di rilievo (pubblico e privato) nell'ambito della Space Economy.

In Italia, tuttavia, non operano solo strutture governative e colossi industriali; esiste una rete di aziende medio-piccole che contribuiscono attivamente allo sviluppo della *space industry* nel nostro paese. Una rete di aziende in espansione che costituisce un pervasivo ed attivo substrato imprenditoriale, capace di fornire prodotti e servizi d'eccellenza in questo settore.

Dal 2016 l'ASI pubblica Il **Catalogo dell'Industria Spaziale Italiana**, una pubblicazione ufficiale realizzata dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) in collaborazione con l'Agenzia per la Promozione all'Estero e l'Internazionalizzazione delle Imprese Italiane (ICE) e varie associazioni di settore.



Il catalogo raccoglie e presenta i profili delle aziende italiane che operano nel settore spaziale, mettendo in evidenza i loro prodotti, servizi, applicazioni e tecnologie.

L'ultimo pubblicato: "Italian **Space Industry 2021-2022**"

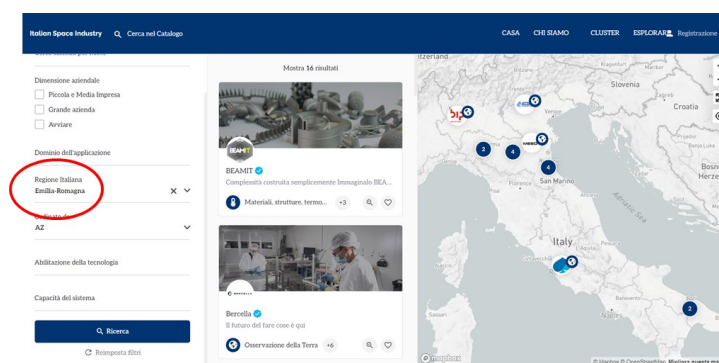
Ecco il [Link](#) per scaricarlo:

https://www.asi.it/wp-content/uploads/2021/09/Catalogo-ASI_160921_LOW.pdf

Inoltre, è stato creato un portale online interattivo, **Italianspaceindustry.it**, che permette di esplorare ulteriormente le capacità e le offerte delle aziende italiane nel settore spaziale, in un formato aggiornato e accessibile.

Ecco il [Link](#) del portale:

<https://italianspaceindustry.it/>



Screenshot del portale in cui è possibile applicare filtri di ricerca, in questo caso ho selezionato la Regione Emilia Romagna

Come ogni azienda produttiva, anche le *space company* utilizzano i cosiddetti "**Fattori della Produzione**" ovvero ciò che serve per produrre/erogare beni e servizi.

Tali risorse fondamentali per produrre beni e servizi in un'economia sono generalmente classificate in quattro categorie principali: **Capitale, Risorse, Organizzazione e Lavoro**.

Ci soffermiamo un momento sull'ultima categoria, il Lavoro, che possiamo anche chiamare: il **Fattore Umano**.

La prima cosa che viene in mente quando si pensa alla Space Economy sono i razzi, le navicelle, le stazioni spaziali, i satelliti, le sonde interplanetarie, ecc.... e le **conoscenze** e le **competenze** correlate rimandano a **piloti e ingegneri**.

Inizialmente era così ... e ancora oggi queste sono competenze imprescindibili, nel tempo, però, **il settore ha evoluto i bisogni di skill e competenze**.

Ad esempio: le applicazioni che possono discendere dall'uso dei dati di un satellite, sono tantissime: dal settore assicurativo all'agricoltura, dalla logistica alla sanità.

L'evoluzione e la "maturazione" del settore della Space Economy ha evoluto i bisogni di skill e competenze.

In altre parole le competenze e gli skill richiesti non sono più appannaggio esclusivo di piloti e ingegneri, ma coinvolgono un'ampia gamma di professionisti, tra cui esperti di dati, project manager, economisti, avvocati specializzati in diritto spaziale, e persino specialisti in comunicazione e marketing, riflettendo la crescente complessità e interdisciplinarietà del settore.

La Space Economy evolve e le competenze richieste si diversificano ed aumentano.

Non è più necessario indirizzare un percorso di studi specifico, ma ogni competenza può, ormai, condurre a poter lavorare in questo settore emergente caratterizzato da una natura sempre più multidisciplinare e inclusiva.

Biologi, geologi, psicologi, medici, informatici, architetti, agronomi, avvocati, chimici, nutrizionisti, economisti, designer, meteorologi, web editor, risk manager, statistici, matematici, archivisti, genetisti, assicuratori, biochimici, operatori turistici, data scientist, infermieri, cuochi, ... non ci sono limiti.

Possiamo, allora, davvero dire che la Space Economy non è più un settore... ma **l'economia che si espande al di fuori della "culla terrestre"**.

Concludiamo, questo viaggio con una domanda: **a chi appartiene lo spazio?** Perché saperlo è ... un Diritto

In altri termini introduciamo brevemente il tema delle regole del **Diritto Spaziale**, un ramo del diritto internazionale sviluppato per regolamentare le attività umane nello spazio esterno.

Il diritto spaziale comprende una serie di trattati, accordi e principi stabiliti principalmente sotto l'egida delle Nazioni Unite, a partire dal Trattato sullo Spazio Extra-Atmosferico del 1967. Questo trattato, e altri accordi successivi, stabiliscono norme fondamentali riguardo l'uso pacifico dello spazio, la non appropriazione di corpi celesti, la responsabilità internazionale per danni causati da oggetti spaziali, e la cooperazione internazionale.

Il **10 ottobre 1967** è entrato in vigore l'**Outer Space Treaty** (*Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Outer Space, including the Moon and Other Celestial Bodies*), ovvero il Trattato sui principi che governano le attività degli Stati in materia di esplorazione ed utilizzazione dello spazio extra-atmosferico compresa la Luna e gli altri corpi celesti. Detto anche **OST**.

Ratificato da più di 100 Stati, contiene i principi generali che governano le attività degli Stati nello spazio extra-atmosferico:

- l'esplorazione e l'uso dello spazio extraatmosferico saranno effettuati a beneficio e nell'interesse di tutti i paesi e saranno competenza di tutta l'umanità;
- lo spazio extra-atmosferico sarà libero di essere esplorato e utilizzato da tutti gli Stati;
- lo spazio extra-atmosferico non è soggetto ad appropriazione nazionale mediante rivendicazione di sovranità, mediante uso o occupazione, o con qualsiasi altro mezzo;

- gli Stati non possono collocare armi nucleari o altre armi di distruzione di massa in orbita o su corpi celesti né posizionarle nello spazio in qualsiasi altro modo;
- la Luna e gli altri corpi celesti saranno utilizzati esclusivamente per scopi pacifici;
- gli astronauti saranno considerati gli inviati dell'umanità;
- gli Stati sono responsabili delle attività spaziali nazionali svolte da enti governativi o non governativi;
- gli Stati saranno responsabili dei danni causati dai loro oggetti spaziali;
- gli Stati devono evitare la contaminazione dannosa dello spazio e dei corpi celesti.

Successivamente sono stati approvati altri 4 Trattati sul tema generale dello Spazio:

- 1) **Accordo sul salvataggio e recupero degli astronauti e degli oggetti spaziali** (*Agreement on the Rescue of Astronauts, the Return of Astronauts and the Return of Objects Launched into Outer Space*)

19 dicembre 1967

In cui è stabilita una procedura in caso di situazione di pericolo che prevede una notifica al Segretario Generale delle Nazioni Unite. Tutti i Paesi firmatari hanno l'obbligo di fornire tutta l'assistenza possibile. Viene prevista anche una compensazione economica per i costi legati al salvataggio e al recupero dell'oggetto spaziale. Questo accordo però viene spesso criticato perché considerato troppo vago. Non viene infatti data una definizione di astronauta o di oggetto spaziale e la questione della compensazione viene sì citata, ma mai regolata.

- 2) **Convenzione per la responsabilità internazionale su danni causati da oggetti spaziali** (*Convention on International Liability for Damage Caused by Space Objects*)

29 marzo 1972

Vengono ampliati i principi sulla responsabilità degli Stati per oggetti spaziali caduti dall'orbita che erano già stati fissati dall'OST. La Convenzione regola anche il modo in cui le richieste di risarcimento debbano essere effettuate, rendendole possibili solo per uno Stato nei confronti di un altro Stato. Diventa quindi impossibile per i singoli individui ed organizzazioni non-governative di richiedere direttamente un risarcimento nei confronti della Nazione nel cui territorio è stato lanciato l'oggetto. È stata utilizzata per la prima ed unica volta nel 1978 quando il satellite Sovietico Kosmos 954 precipitò sul suolo Canadese disperdendo 50kg di Uranio-235 in un territorio vasto 124.000 km.

- 3) **Convenzione sull'immatricolazione degli oggetti lanciati nello spazio** (*Convention on Registration of Objects Launched into Outer Space*)

12 novembre 1974

Questa convenzione indica la procedura burocratica da seguire per registrare gli oggetti lanciati nello spazio con lo scopo di semplificare le richieste di risarcimento e la rivendicazione degli oggetti in orbita intorno alla Terra.

- 4) **Accordo sulle attività degli Stati sulla Luna** (*Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies*)

18 dicembre 1978

L'ultimo (ed il meno partecipato) degli accordi a tema spazio che sono stati firmati in seno alle Nazioni Unite: solo 18 Stati lo hanno ratificato. Inoltre non è stato firmato da nessuna delle tre superpotenze in ambito di lanci spaziali: Stati Uniti, Russia o Cina. Per questo motivo, la sua importanza nel diritto internazionale è minima. L'obiettivo di questo trattato era quello di essere un aggiornamento rispetto all'OST, considerato il fatto che l'avanzamento della tecnologia poneva il rischio di far diventare obsoleta quella prima storica convenzione. Purtroppo le sue limitate ratifiche ne limitano efficacia; addirittura è stato

definito "un tentativo fallito di limitare la libera impresa". Probabilmente gli interessi sempre più rilevanti sullo sfruttamento economico del nostro satellite si sentono minacciati: una "distorsione" del libero mercato.

Infine, vediamo il ruolo dell'**ONU**.

In quell'ambito esiste l'**UNOOSA**, acronimo di *United Nations Office for Outer Space Affairs* (ufficio delle Nazioni Unite per gli affari dello spazio extra-atmosferico) è un ufficio delle Nazioni Unite, con sede a Vienna, creato con la risoluzione dell'Assemblea Generale 1348 (XIII) del 13 dicembre 1958.



Promuove la **Cooperazione Internazionale** nell'esplorazione e uso pacifico dello spazio e nell'utilizzo della scienza e della tecnologia spaziale per uno sviluppo economico e sociale sostenibile.

Assiste gli Stati membri nella creazione di quadri giuridici e normativi per governare le attività spaziali.

Supervisiona i programmi spaziali dei vari paesi.

Mantiene il registro degli oggetti spaziali lanciati nello spazio.

Finanzia progetti nei programmi spaziali pacifici.

organizza workshop e produce report e documentazione

Dal **23 marzo 2014** al **22 marzo 2022** è stato diretto dall'italiana **Simonetta Di Pippo**.

Possiamo quindi affermare che lo spazio è, ormai, un luogo economicamente e politicamente "normale".

E ... ahimè, inizia ad avere tutte le "simpatiche" organizzazioni umane:



Come ho detto all'inizio dell'articolo: lo Spazio e la Space Economy ci darà enormi opportunità, ma anche la responsabilità di gestirle nel modo più corretto.

Abbiamo l'occasione di uscire dalla nostra culla e di "diventare adulti".

Lo spazio, nella sua vastità incommensurabile, rappresenta un'immensa risorsa economica che sfida la nostra immaginazione.

Da un piccolo pianeta, la Terra, guardiamo al cielo e ci rendiamo conto di quanto siamo minuscoli nell'universo. L'immagine del *Pale Blue Dot*⁷ ci ricorda che il nostro mondo è solo un puntino sospeso in un raggio di luce, un promemoria della fragilità della nostra esistenza e dell'unità del nostro destino.

Mentre le opportunità offerte dallo spazio sembrano infinite, dalla possibilità di sfruttare risorse extraterrestri alla colonizzazione di nuovi mondi, è fondamentale riconoscere che queste opportunità portano con sé immense responsabilità.

Dobbiamo navigare con cautela, assicurandoci che le nostre azioni nello spazio siano guidate non solo dall'ambizione economica e da logiche beccheramente nazionalistiche ma anche da un profondo senso di etica e sostenibilità **in cui il valore della Pace è irrinunciabile**.

(7) La Pale Blue Dot (che in italiano può essere resa come "tenue puntino azzurro" è una fotografia del pianeta Terra scattata su suggerimento di Carl Sagan, nel 1990 dalla sonda Voyager 1, quando si trovava a sei miliardi di chilometri di distanza, ben oltre l'orbita di Nettuno.

Il nostro piccolo pianeta è l'unica casa che abbiamo conosciuto, e mentre esploriamo oltre i suoi confini, dobbiamo farlo con la consapevolezza che ciò che faremo nello spazio avrà ripercussioni su tutta l'umanità e sull'ambiente spaziale che condividiamo.

Le decisioni che prendiamo oggi definiranno il futuro, non solo per noi, ma per le generazioni a venire

Di seguito, vi propongo la bellissima riflessione che fece Carl Sagan sul significato profondo della Pale Blue Dot.

«Da questo distante punto di osservazione, la Terra può non sembrare di particolare interesse. Ma per noi, è diverso. Guardate ancora quel puntino. È qui. È casa. È noi. Su di esso, tutti coloro che amate, tutti coloro che conoscete, tutti coloro di cui avete mai sentito parlare, ogni essere umano che sia mai esistito, hanno vissuto la propria vita. L'insieme delle nostre gioie e dolori, migliaia di religioni, ideologie e dottrine economiche, così sicure di sé, ogni cacciatore e raccoglitore, ogni eroe e codardo, ogni creatore e distruttore di civiltà, ogni re e plebeo, ogni giovane coppia innamorata, ogni madre e padre, figlio speranzoso, inventore ed esploratore, ogni predicatore di moralità, ogni politico corrotto, ogni "superstar", ogni "comandante supremo", ogni santo e peccatore nella storia della nostra specie è vissuto lì, su un minuscolo granello di polvere sospeso in un raggio di sole.

La Terra è un piccolissimo palco in una vasta arena cosmica. Pensate ai fiumi di sangue versati da tutti quei generali e imperatori affinché, nella gloria e nel

trionfo, potessero diventare per un momento padroni di una frazione di un puntino. Pensate alle crudeltà senza fine inflitte dagli abitanti di un angolo di questo pixel agli abitanti scarsamente distinguibili di qualche altro angolo, quanto frequenti le incomprendimenti, quanto smaniosi di uccidersi a vicenda, quanto fervente il loro odio. Le nostre ostentazioni, la nostra immaginaria autostima, l'illusione che noi abbiamo una qualche posizione privilegiata nell'Universo, sono messe in discussione da questo punto di luce pallida. Il nostro pianeta è un granellino solitario nel grande, avvolgente buio cosmico. Nella nostra oscurità, in tutta questa vastità, non c'è alcuna indicazione che possa giungere aiuto da qualche altra parte per salvarci da noi stessi.

La Terra è l'unico mondo conosciuto che possa ospitare la vita. Non c'è altro posto, per lo meno nel futuro prossimo, dove la nostra specie possa migrare. Visitare, sì. Colonizzare, non ancora. Che ci piaccia o meno, per il momento la Terra è dove ci giochiamo le nostre carte. È stato detto che l'astronomia è un'esperienza di umiltà e che forma il carattere. Non c'è forse migliore dimostrazione della follia delle vanità umane che questa distante immagine del nostro minuscolo mondo. Per me, sottolinea la nostra responsabilità di occuparci più gentilmente l'uno dell'altro, e di preservare e proteggere il pallido punto blu, l'unica casa che abbiamo mai conosciuto.» (Carl Sagan)

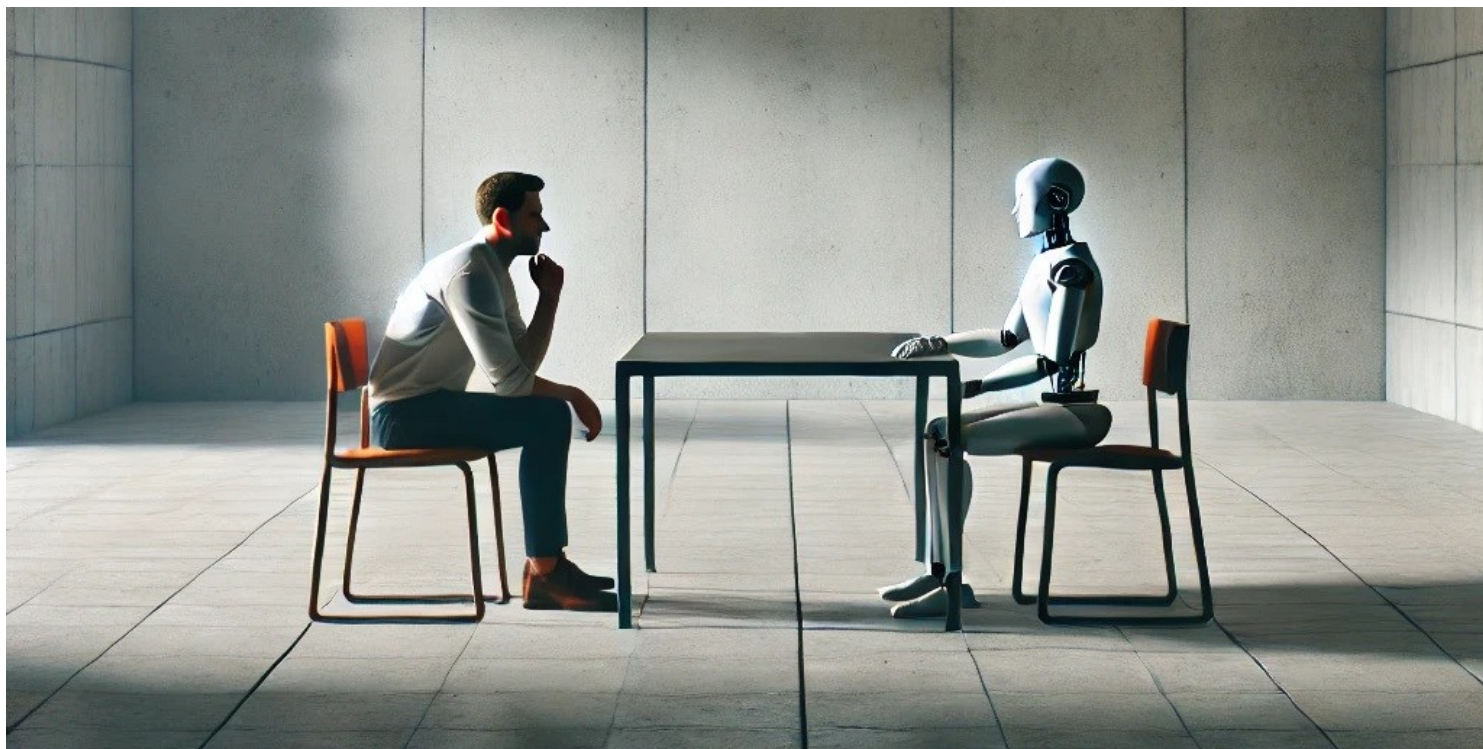
La fuori c'è un Universo immenso che aspetta i nostri minuscoli passi, sapremo farli con saggezza?



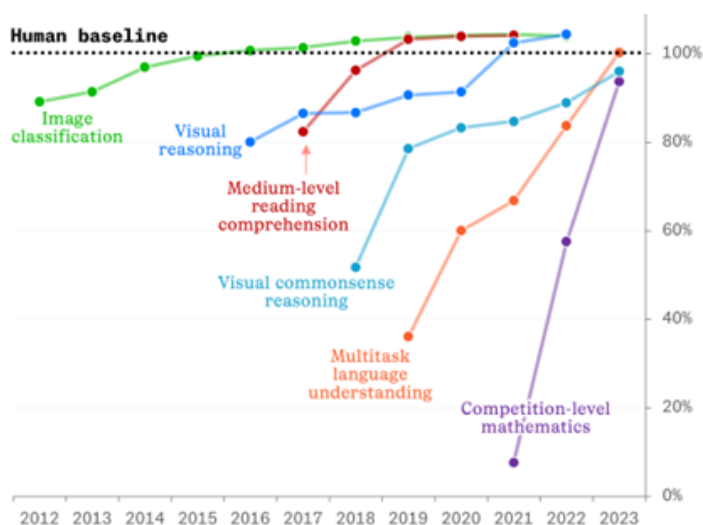
The Blue Pale Dot: la prima foto del pianeta Terra scattata oltre tutti gli altri pianeti del Sistema Solare. La banda di luce è un riflesso fotografico

AI E IMPATTO SULLA SOCIETÀ

di Davide Borghi



In diversi campi, come capacità di elaborazione dati, la cosiddetta "Intelligenza Artificiale" (Artificial Intelligence - **AI**, ma sarebbe meglio parlare di Machine Learning o **Deep learning** a seconda dei casi) ha di fatto quasi raggiunto o, a volte, anche superato le capacità umane. E non si fermerà necessariamente.



Le abilità AI confrontate con quelle umane, nel tempo

Infatti, **non esiste un limite teorico alle capaci-**

tà computazionali: solo limiti tecnologici, eventualmente, e di investimento finanziario.

Ma cos'è davvero questa "Intelligenza Artificiale", che **rischi** comporta, e come possiamo mitigarli?

Innanzitutto, può essere fuorviante definirla "Intelligenza" se prima non abbiamo definito in modo preciso la "nostra intelligenza". Metto il virgolettato perché, come sappiamo dal premio Nobel **Daniel Kahneman**, noi Sapiens, **non siamo così intelligenti come crediamo di essere**. O perlomeno non usiamo così spesso il ragionamento profondo, il **Sistema 2** di Kahneman: il 95% del tempo usiamo il meno dispendioso (in termini di calorie) e più veloce **Sistema 1**.

L'AI è in sostanza **pattern recognition**: rifornita dai **dati su cui allenarsi**, riconosce **schemi e correlazioni** e **fornisce risposte in base a questo in modo automatico e veloce**.

Noi Sapiens, invece, siamo bravi anche a trovare anche **le causalità**, quando vogliamo, ovvero quando usiamo il Sistema 2... (cioè raramente ahimè)

Inoltre l'AI è *bravina* a dare risposte, ma, per ora, non a fare le **domande giuste e furbe**, dove siamo più bravi noi, quando vogliamo (di nuovo) e finora.

L'AI non è semplice e tradizionale programmazione. È qualcosa di completamente diverso. Nel software come era eravamo abituati prima dell'avvento dell'AI, si forniscono inputs e istruzioni (il programma) e, eseguendo il programma, sono prodotti degli output.

Con l'AI (pensiamo a Chat-GPT), sono sì forniti sempre degli input ma, assieme ad essi, anche gli output (ad esempio il **labelling**) e come risultato sono prodotte le istruzioni, stavolta. **Quindi il paradigma è rovesciato e stravolto.**

Software tradizionale funziona così (e.g. Salesforce CRM):



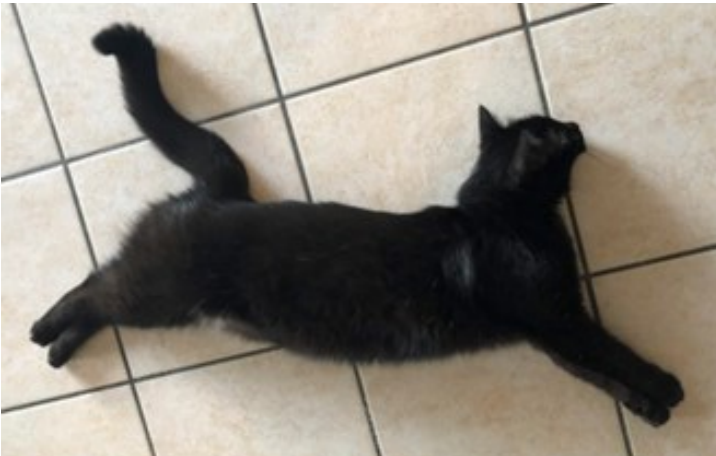
AI funziona così (e.g. ChatGPT):



Paradigma software tradizionale e paradigma AI

Infatti, avere lo stesso risultato della AI dando istruzioni è complesso (o impossibile).

Pensiamo ad istruire una AI per riconoscere un gatto. Potremmo dirgli: "se ha 4 zampe pelose, una coda lunga, due occhi, allora è un gatto".



Il mio gatto Erwin Schrödinger (detto Schroedy), con 4 zampe (parzialmente) visibili

Ma non sempre è così: dipende, ad esempio, dalla prospettiva.



Schroedy e l'altro gatto Enrico Fermi (detto Enrico) con solo poche zampe (parzialmente) visibili

Potremmo allora correggere in: se ha 2, 3 o 4 zampe pelose, a volte una coda, due occhi, allora è un gatto.



Schroedy con gli occhi chiusi

Ma anche questa affermazione è confutabile:

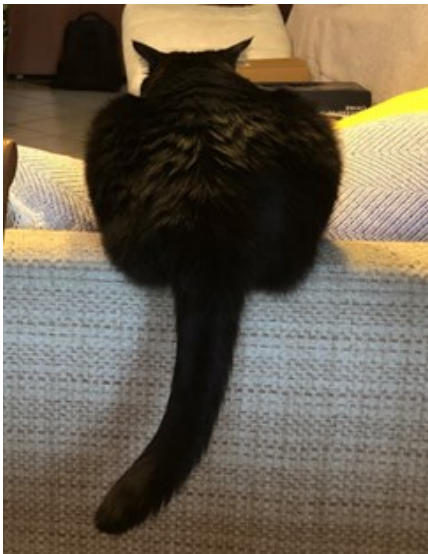
(E noi Sapiens lo riconosciamo al volo che si tratta sempre di un gatto...)

Elaboriamo meglio provando a dire: se ha a volte le zampe, a volte una coda e due occhi a volte visibili, allora è un gatto.

E questo???



Schroedy, senza nessuna zampa né coda visibile



Enrico, prospettiva posteriore: si distinguono la coda e le orecchie

Non sono forse chiaramente gatti anche questi???

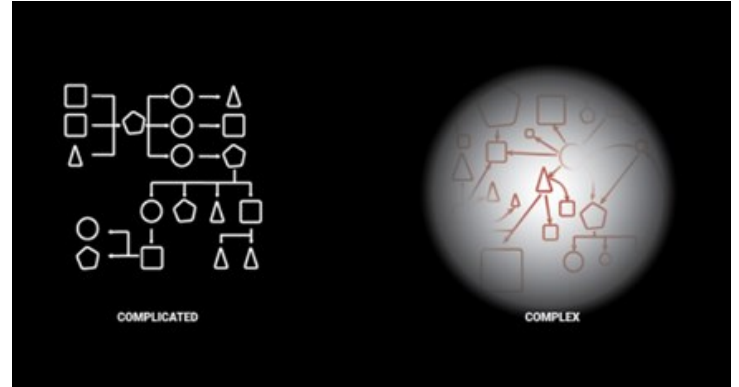
Non ci si salta fuori con le istruzioni del paradigma tradizionale. C'è stato bisogno del cambio totale di paradigma, appunto l'AI, per arrivare a riconoscere i gatti (e non solo...).

Ovvero **non si possono dare istruzioni esplicite per moltissimi casi d'uso, in particolare quando la realtà è intrinsecamente complessa (non solo complicata).**

La differenza fra **complicata** e **complessa** è che, nel primo caso, mettendomi lì a studiarla, magari a fatica, arrivo a comprenderla e gestirla, nel secondo caso invece no: non ci riesco mai appieno. Anche se, appunto con un approccio probabilistico come quello dell'AI o del quantum computing, potrei arrivare ad un risultato di un problema soddisfacente per molti scopi pratici, che magari altrimenti risulta

inattaccabile.

I sistemi complessi devono essere trattati come interi sistemi, cioè non possono essere affrontati in modo frammentario o modulare, non si possono scindere in categorie di problemi per affrontarli.



La differenza tra un sistema complicato (a sinistra) ed uno complesso (a destra)

I sistemi complessi non possono essere interamente controllati o osservati (i due problemi sono due aspetti dello stesso) - il meglio che si può fare è influenzarli, imparare a **"ballare con loro"**.

Mi viene in mente un proverbio ebraico che ho sentito recentemente: "In un mondo che cambia continuamente, il trucco non è cercare la stabilità, ma trovare invece il proprio modo di ballare con esso."

E come ha fatto l'AI a trovare il "proprio modo di ballare" con un mondo complesso, che cambia continuamente? Imparando da esso **attraverso i dati**.

Impara per tanti **tentativi ed errori**, fino ad arrivare ad una soluzione che sempre più spesso è sorprendente.

Ma l'aspetto cruciale è la **qualità e la quantità dei dati che gli sono forniti**, da noi Sapiens...

Bisogna anche imparare ad usare l'AI solo **quando è davvero necessaria e utile**. Altrimenti può essere uno spreco di soldi e tempo o, peggio, portare a risultati errati.

Il compito deve essere **chiaro e definito**, ci devono essere appunto **tanti dati e di qualità**, il **costo dell'errore (falso positivo o falso negativo) deve essere sostenibile**. Perché l'AI fornisce un risultato probabilistico: non è deterministico. Ovvero è corretto con una certa percentuale di possibilità di

aver generato un falso allarme (collegato alla **Precision**) o aver perso un allarme vero (falso negativo – collegato alla **Recall**).

Ad esempio, è già usata da anni per consigliarci le pagine da guardare sui social network, o film da scegliere in TV, o i libri da leggere, o per raggiungere un luogo su una mappa, o per mettere in spam le mail che probabilmente non ci interessano.

Ma l'AI non è ancora brava, ad esempio, a guidare autonomamente un'automobile (a livello 5 di guida autonoma) e qui un errore può avere conseguenze serie, ovviamente.

Avete notato che l'AI ha cambiato il nostro paradigma di intelligenza?

Mi riferisco al fatto che, stranamente, l'AI ha trovato **facile fare compiti che ritenevamo prettamente umani**, come fare un riassunto efficace, giocare e vincere a scacchi o a "Go", rispondere a domande complicate, scrivere una storia, fare un quadro, persino fare musica (con certi limiti).

Mentre **trova estremamente difficile fare cose che ritenevamo facili**, come guidare un'automobile o una bicicletta nel traffico cittadino.

Non sarebbe stato meglio se fosse stato viceversa?

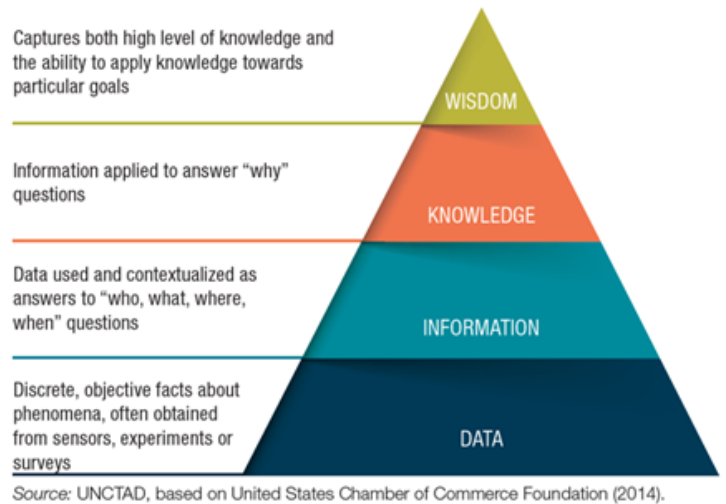
A parte gli scherzi: questo ci costringe, forse, a ripensare cosa ci rende umani dal punto di vista dell'intelletto? O forse ad ammettere che l'AI sta imitando bene certi aspetti dell'intelletto umano? (**Imitation Game** di Alan Turing)

Ma quando vediamo ChatGPT rispondere alle nostre domande, **non sta davvero capendo la domanda** e, di conseguenza, rispondendo. È in realtà un **pappagallo stocastico**: predice una parola (un "token" in realtà) dietro l'altra, dando forma ad un discorso che appare avere **senso semantico**. Il tutto fatto in base ai dati che gli sono stati forniti. Niente di più.

Quindi può **affrontare alcuni problemi complessi**, se i dati giusti sono disponibili, e conviene usarla, ovviamente, **se non esistono metodi tradizionali di risolvere il problema**.

Sapere si riferisce all'**Informazione**. L'**accesso alle informazioni** è completamente diverso dal

sapere (lo sappiamo bene oggi che in tasca abbiamo tutte le informazioni, comprese quelle giuste, ma nascoste in una marea di informazioni inutili o sbagliate).



La piramide DIKW. Dal basso: Dati, Informazione, Conoscenza, Saggiazza

Conoscere si riferisce al **significato** dell'informazione. Che, secondo alcuni (Federico Faggin) può venire soltanto da un'**esperienza cosciente**.

Il computer può sapere, ma non può conoscere.

Noi possiamo sapere e conoscere.

La **consapevolezza** è l'abilità umana di integrare i propri pensieri, emozioni e sensazioni con la percezione dell'ambiente circostante, in un **unico quadro finalizzato ad agire in maniera libera, ponderata e responsabile**.

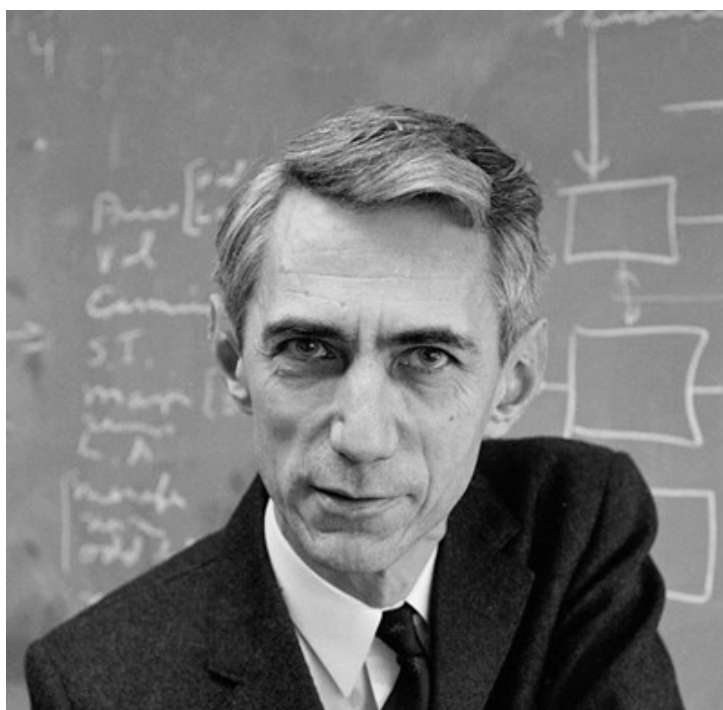
La consapevolezza è personale ed è basata sulla informazione che a sua volta è basata sui dati.

L'informazione è misurabile in termini di **probabilità e di entropia**. L'unità di misura è il **bit**.

Claude Shannon, della Bell Telephone Company, ha stabilito nel 1948 che l'informazione si misura in **quantità di riduzione di ignoranza**, chiamata bit. *Un bit è l'ammontare di informazione necessaria per dimezzare l'ignoranza (incertezza) del ricevitore.* Appunto il sistema binario: ad ogni bit di informazione in più, si dimezza l'ignoranza. Che è, infatti, la base del sistema binario: in base due.

È importante anche la **consapevolezza digitale** di quello che sta avvenendo e sta succedendo.

Troppo spesso chi fa la tecnologia AI pensa di essere neutrale e avere una percezione completa, troppo spesso i politici e i filosofi pensano di avere la soluzione (naïve) in tasca (ad esempio limitare la ricerca o introdurre "l'Etica" - l'etica di chi e di quale parte politica o religiosa? - problema complesso ma da affrontare). E il giornalismo e la TV tendono, direi praticamente sempre, a semplificare il tema. Privilegiano il sensazionalismo, spesso senza verificare le notizie, o a volte inventandosi le notizie.



Claude Shannon

E infine è importante questa consapevolezza perché ci sono dei **giganti del digitale**, di una dimensione finanziaria mai vista prima, che si stanno prendendo buona parte della torta.

Diverse di queste aziende, tutte americane, prese singolarmente, hanno una capitalizzazione di borsa paragonabile al PIL della Germania.

Ma anche **in Cina** non stanno di sicuro con le mani in mano... Anche lì colossi del digitale stanno sviluppando soluzioni che a volte sono una *win-win* per il consumatore e per il governo. Come, ad esempio, nel campo dell'**assistenza sanitaria digitale** del

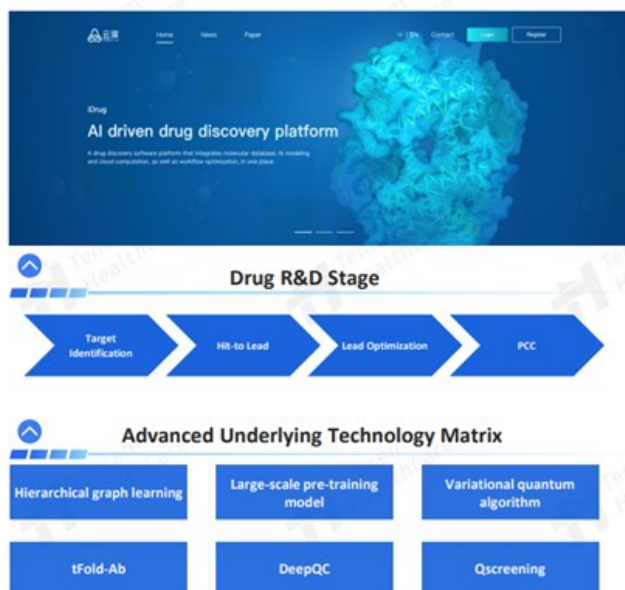
paziente: una rete di "app" collegate fra loro, e coi dati personali del paziente e indicazioni delle sue condizioni di salute (battito cardiaco, quanto corre, quanto cammina, quanto sta in piedi, quanto dorme, ecc.), queste apps forniscono un servizio personalizzato al cliente e allo stesso tempo ottimizzano la gestione dell'offerta, ovvero dei dottori presenti e disponibili sul territorio. Permettendo anche una gestione personale e a volte auto-gestita, della cura o della medicazione. E rendendo disponibile una "Wikipedia dedicata" (ad esempio "Tencent Medipedia").



Prodotti e servizi basati su AI in campo medico, da parte di Tencent

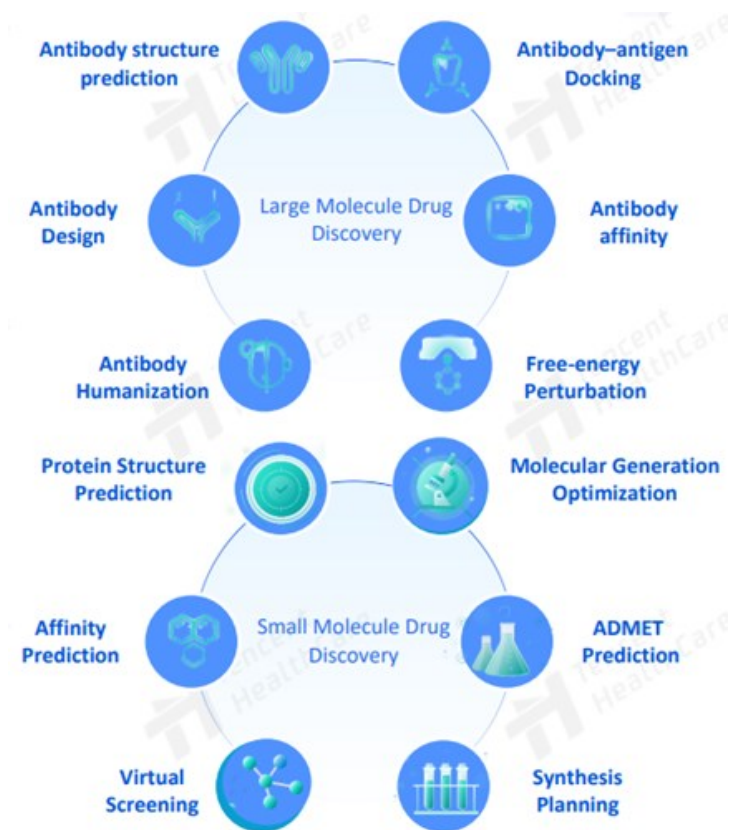
E nel campo medico l'AI sta facendo la differenza, anche in Cina nella **ricerca e sviluppo di nuovi medicinali**.

iDrug: Artificial Intelligence Drug Discovery



L'uso di AI per la R&D di nuovi medicinali in Cina

Lo fa predicendo la struttura delle proteine, degli anticorpi, delle affinità.



Il processo di sintesi di nuovi medicinali grazie all'uso di AI

La consapevolezza digitale di quello che sta succedendo è importante anche per un altro aspetto: **il rischio di diminuire la nostra attività creativa**, non solo in termini artistici ma anche e soprattutto in termini di contributo all'economia.

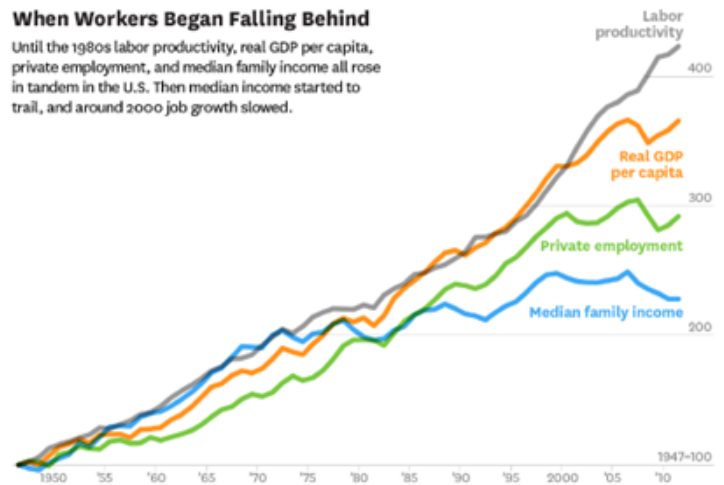
Parlo del **Great Decoupling**, ambito in cui l'AI può agire da acceleratore.

Ovvero l'apertura di una forbice fra la produttività del lavoro e il reddito per famiglia, verificatosi prima negli Stati Uniti e poi in altri paesi.

I principali effetti sono stati:

1. **Cambiamento tecnico orientato alle abilità:** gli stipendi per bassa istruzione diminuiscono, per i laureati sono stabili e gli stipendi di chi esce dalle scuole di specializzazione e PhD aumentano.
2. **Modifica tecnica orientata al capitale:** la quota del lavoro sul PIL si sta riducendo

3. **La quota di reddito per lo 0,01% superiore è aumentata** negli ultimi 50 anni ed è ora allo stesso livello degli anni '20 del XX° secolo.



The Great Decoupling

La AI accelererà lo sviluppo tecnologico, ma **le capacità umane, le organizzazioni e le istituzioni sono in ritardo**.

La sfida è naturalmente **distribuire equamente il valore creato**.

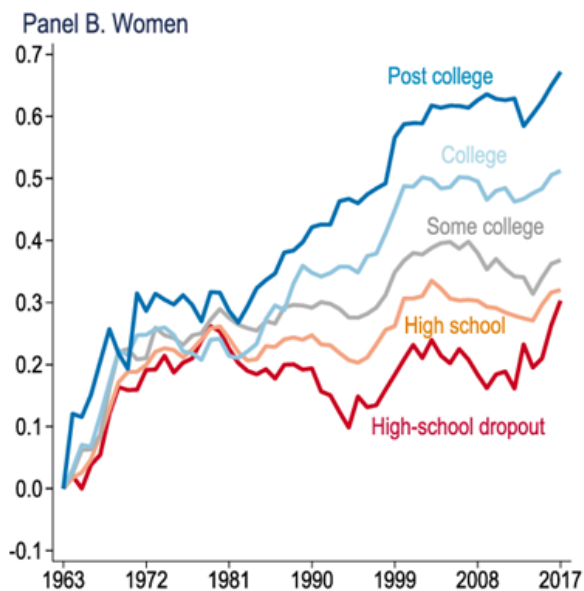
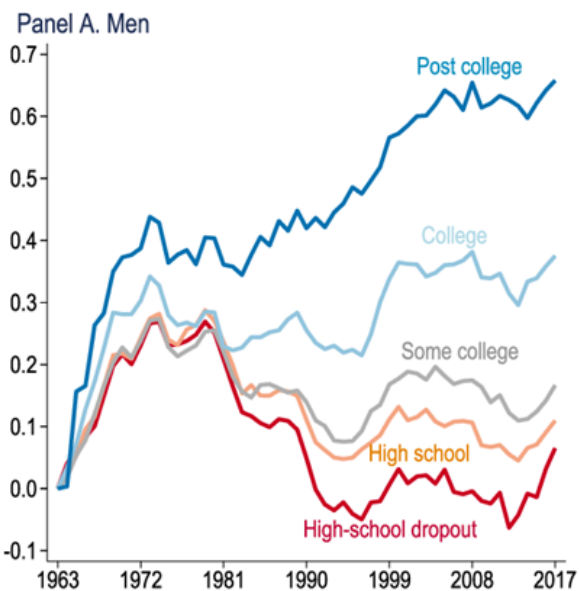
McKinsey & Company prevede diversi effetti *simultanei* sul lavoro (non solo a causa dell'AI) entro il 2030:

1. **posti di lavoro persi:** il lavoro fisico diminuirà del 15% a livello mondiale (400 milioni di posti di lavoro persi)
2. **posti di lavoro guadagnati o cambiati:** +21%/+33% (555/890 milioni di posti di lavoro guadagnati)

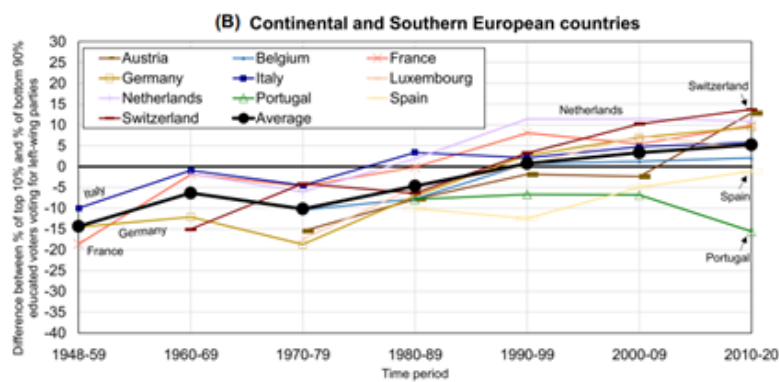
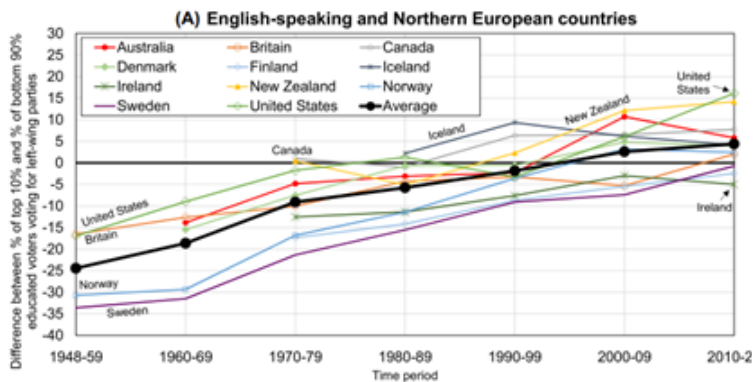
Tuttavia, **il lavoro fisico e manuale rimarrà la singola categoria più numerosa ancora nel 2030**.

Già da alcuni decenni, quindi pre-AI, è in atto una **divaricazione dei salari** a seconda della preparazione scolastica o accademica, che unita all'aumentata probabilità di matrimoni che vanno a costituire coppie con preparazione di pari livello, porta ad una situazione polarizzata.

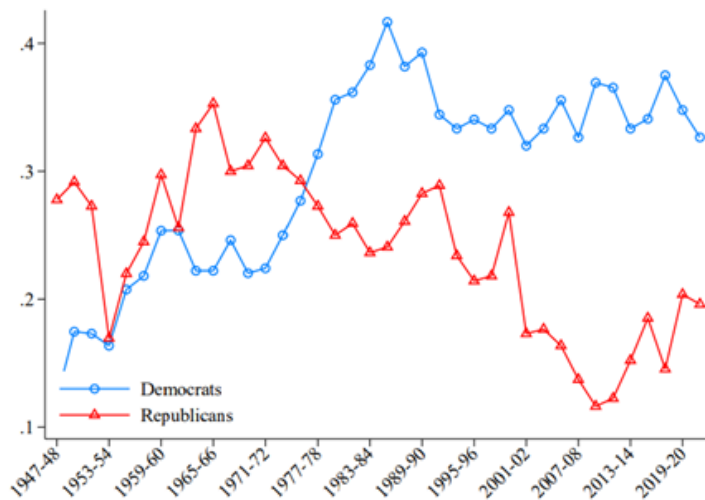
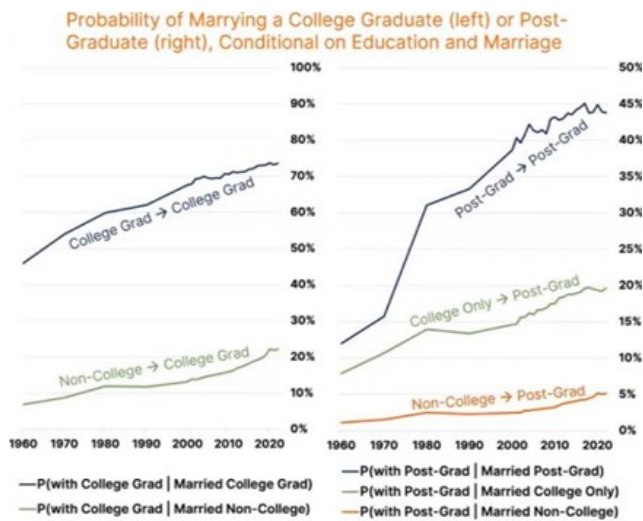
INTELLIGENZA ARTIFICIALE



La forbice dei salari per uomini (grafico a sinistra grafico) e donne (grafico a destra) in base al titolo di studio



Differenza fra la percentuale di persone del top 10% come livello di preparazione accademica e del bottom 90%, votanti a sinistra in diversi paesi occidentali (inclusa l'Italia). Più è alto il risultato più significa che il top 10% come educazione universitaria vota a sinistra



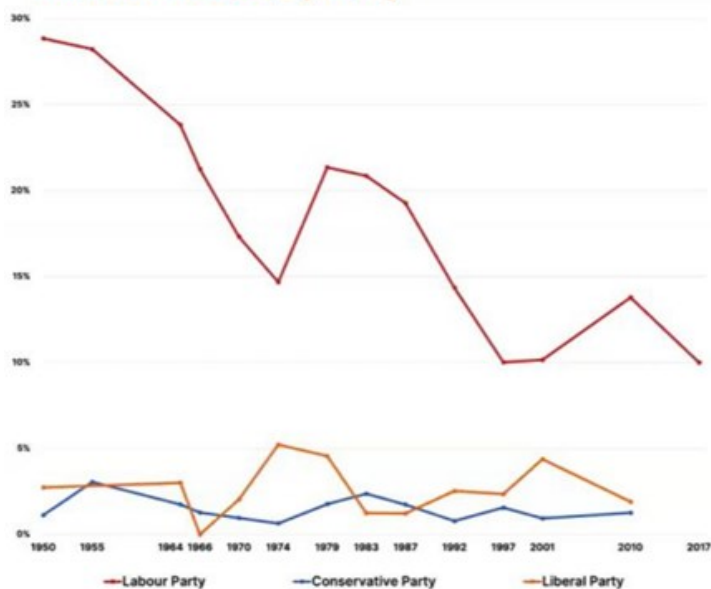
Frazione dei membri della Camera dei Rappresentanti negli Stati Uniti, che proviene da una Università della Ivy League (Princeton, Harvard, Yale, University of Pennsylvania, Brown University, Columbia, Cornell, Dartmouth College)

Evoluzione della probabilità di matrimonio fra persone con lo stesso livello di istruzione, negli ultimi 60 anni

Questa evoluzione, nella maggior parte dei paesi cosiddetti occidentali, ha influito anche sulla percentuale di votanti ad alta preparazione accademica che votano per la rappresentanza politica progressista (aumentandone la percentuale) rispetto a quelli che votano a destra (diminuendola).

Parallelamente, la classe lavoratrice è meno rappresentata nei diversi parlamenti: ad esempio in Gran Bretagna i candidati del Partito Laburista (di sinistra) al parlamento sono sempre meno provenienti da un mestiere manuale

Candidates for UK Parliament, Share Who Were Manual Workers, by Party



Data Source: Editions of "The British General Election" from 1950-2017, work in progress.

Frazione dei candidati al parlamento britannico che proviene o proveniva da un lavoro manuale (in particolare per il Partito Laburista - linea rossa)

E questo cosa c'entra con l'AI?

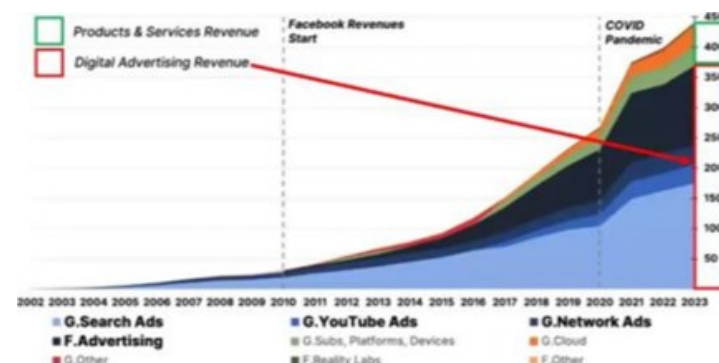
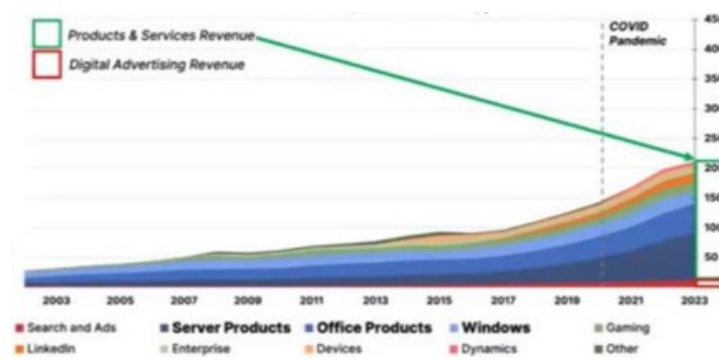
L'AI continuerà, lentamente ma in modo continuo e inesorabile, ad automatizzare compiti che richiedono abilità cognitive semplici, mentre non andrà ad affliggere, anzi li potenzierà, i mestieri che richiedono una ampia gamma di abilità cognitive. In questo senso andrà a divaricare ancora di più la forbice.

Il processo, come si diceva, è iniziato molto prima dell'AI stile Chat-GPT, per intenderci. È iniziato ad esempio con la separazione sempre più marcata fra aziende che fanno *software* e aziende che fanno

hardware, con le prime che hanno preso il volo negli anni '90 del secolo scorso. Si pensi a Microsoft e altre aziende americane che in quel periodo hanno iniziato a monetizzare l'offerta di sistemi operativi e l'automatizzazione di compiti da impiegati d'ufficio, con sottoscrizioni a servizi.

La creazione di software e servizi è diventato rapidamente il settore dominante prima negli Stati Uniti e poi in altri paesi.

E nuovi giganti del digitale sono cresciuti enormemente soprattutto negli Stati Uniti (ma con influenza globale) e, più recentemente, in Cina (anch'essi sempre più con influenza globale).

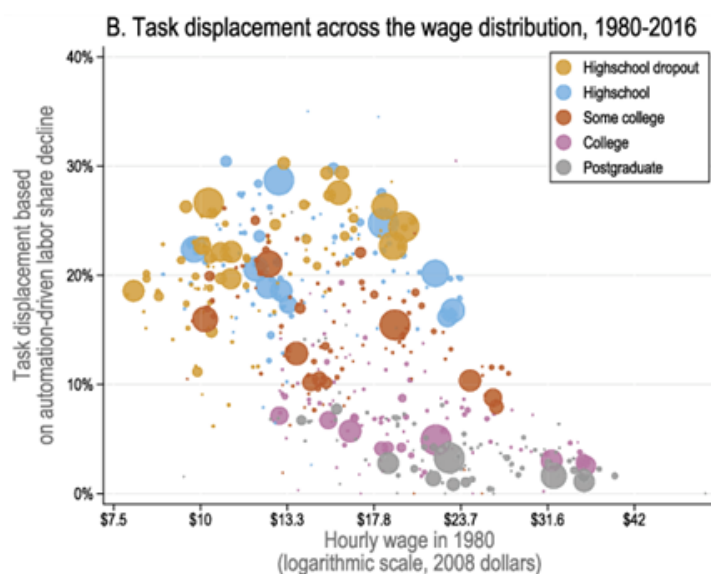


Guadagni di Microsoft (primo grafico), Google (Alphabet) e Facebook (Meta)(secondo grafico) in miliardi \$ dal 2002 al 2023

Questo ha portato ad un declino dello status economico dei lavoratori con meno preparazione scolastica / accademica. Piove sempre sul bagnato, si potrebbe concludere...

L'uso dell'AI per automatizzare compiti ritenuti semplici, pone anche il fondamentale interrogativo della **qualità dei dati con cui è allenata**, e chi **controlla questo processo di training** e fornitura dati.

Il problema del "chi controlla" non è nuovo ovviamente, dato che in forma diversa ma simile, era già presente dalla prima rivoluzione industriale e nelle successive. Sicuramente verranno creati nuovi mestieri, che, probabilmente, più che compenseranno quelli persi o con contributo umano ridotto. Ma questi compiti nuovi saranno soprattutto del tipo che richiedono un'ampia gamma di capacità e quindi un titolo di studio o una preparazione adeguata. (Più che il titolo di studio sarà sempre più importante stare continuamente aggiornati sul lavoro - **learning on the job**).



Automatizzazione dei compiti di lavoro nel proprio mestiere nel lasso di tempo 1980-2016, a seconda del titolo di studio e del salario

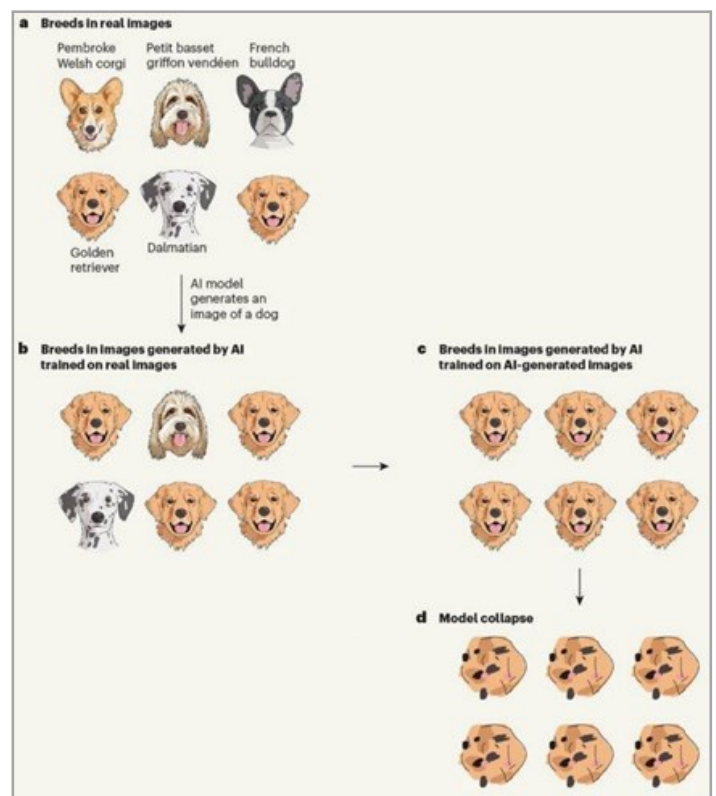
Stiamo quindi parlando di qualcosa di importante e a lungo termine, che è **cruciale tenere monitorato**, soprattutto per quanto riguarda l'impatto dell'AI sulla società, legato al Great Decoupling e alla **sfida di distribuire equamente il valore creato**.

Inoltre, se tutti, faccio ora il caso estremo, usiamo Generative AI (Large Language Models, stile ChatGPT sempre per intenderci) per produrre nuova informazione, chi produrrà più una genuina nuova informazione?

L'idea che l'AI possa imparare da se stessa è naïve. Non sta in piedi. Ed è stato dimostrato, almeno per la versione odierna dell'AI. Se si prova a farlo, dopo un certo intervallo di iterazioni, **il modello semplicemente collassa**, e fornisce output

che non ha più alcun senso. Inoltre, perfino un piccolo ammontare di dati sbagliati ad arte (**malicious data**) possono distruggere l'affidabilità di un intero dataset (**data poisoning**).

E poi, come detto, c'è il **problema di chi controlla l'informazione e chi ne beneficia. Aspetto cavalcato dai paesi autoritari, ovviamente, ma un problema da affrontare anche nei paesi occidentali**.

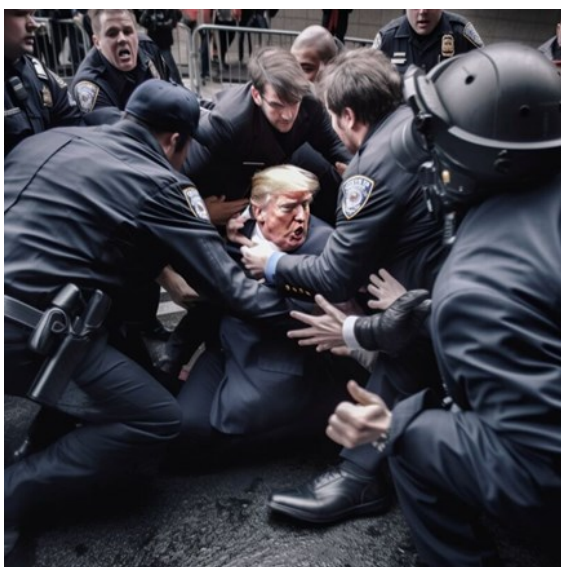


Un modello AI che si alimenti unicamente da contenuti generati da lui stesso rischia di collassare. Fonte: Emily Wenger: "AI produces gibberish when trained on too much AI-generated data". Pubblicato su Nature, 24 Luglio 2024

Nel breve termine c'è da aspettarsi, infatti, un'ondata di **Deep Fakes** più o meno riconoscibili e dannosi. Ma che sicuramente amplifica la disinformazione. Come ha predetto la filosofa **Hannah Arendt**, il rischio, da mitigare, è di arrivare a vivere in un mondo in cui tutti ti mentono. In questo mondo, dice la Arendt, la conseguenza non è che noi crederemo alle bugie che ci vengono dette, ma piuttosto, che nessuno crederà più a niente.

Bisogna quindi, forse, **privilegiare l'utilità delle macchine a favore dell'uomo**, in una automazio-

ne **umano-centrica**, che a volte viene chiamata **Industry 5.0**.



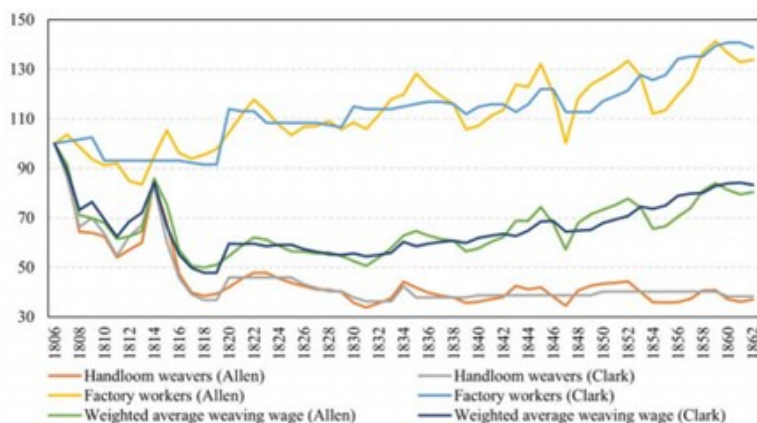
Deep fakes dell'arresto (fake) di Donald Trump

E la **Generative AI non è in contraddizione con tutto ciò, anzi**. Bisogna però che serva da **complemento alla creatività umana e non la rimpiazz**i. In questo modo può aiutare noi umani a identificare meglio il problema e **prendere decisioni più basate su dati reali**, e meno "di pancia" (ovvero con il Sistema 1 di Kahneman). Ad esempio, aiutare elettricisti, idraulici e altri lavori perlopiù manuali, che, credo, non scompariranno mai. Ma anche aiutare lavori di segreteria e d'ufficio in compiti specifici, in modo da liberare tempo per altri task più variegati.

Importante è rendersi conto che questa consapevo-

lezza è necessaria per correggere se possibile il trend, perché **non esistono meccanismi automatici** "di mercato" che possano farlo in modo non guidato.

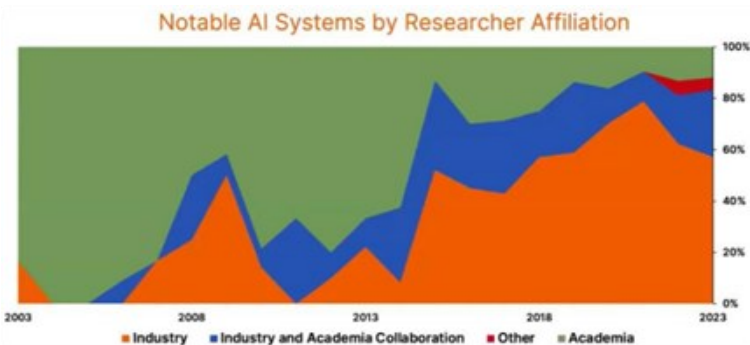
La Prima Rivoluzione Industriale non si è corretta da sola, ma attraverso riforme politiche fondamentali, il diritto di voto universale, l'organizzazione del lavoro, i sindacati e la redirezione della tecnologia



Stipendi e numero di lavoratori in ambito tessile in Gran Bretagna

La redirezione della tecnologia, nel caso dell'AI, significa renderla **più pro-human e pro-worker e democratizzare l'accesso ai dati**. Tutto ciò è auspicato, nell'Unione Europea (**EU**) grazie all'avvento dell'**AI Act**, per il controllo delle applicazioni AI più pericolose, del **Data Act**, per la democratizzazione dei dati e del **GDPR** per la privacy.

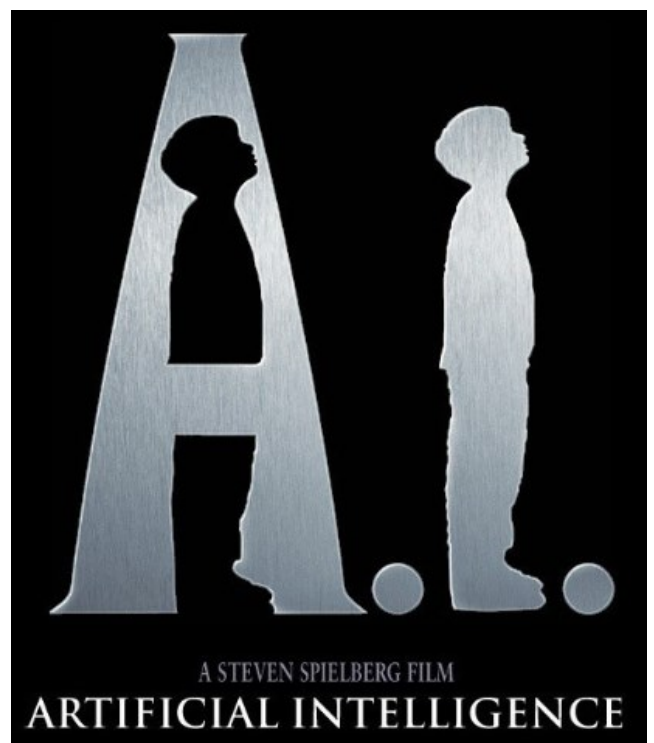
Ma l'**EU non è il mondo** e i vari giganti digitali (non europei) tendono sempre di più a dominare la scena.



Dove sono sviluppati i sistemi AI notevoli: università (verde), collaborazione università - impresa (blu), industria (arancione), altro (rosso)

Bibliografia:

- Stanford University – AI Index Report
- Jacopo Tagliabue, Bauplan
- Paolo Foglio, Iveco
- Claude Shannon
- Cronologia Universale, Davide Borghi: <https://cronologia-universale.it/1948-31/>
- Tencent
- Gethin, Amory, Clara Martinez-Toledano, Thomas Piketty 2022 Quarterly Journal of Economics, 173, 1-48
- Kuziemko, Ilyana, Nicolas Longuet-Marx, Suresh Naidu 2023, NBER
- Acemoglu, Daron and Pascual Restrepo 2022. Econometrica
- Shumailov et al. 2024
- Carlini et al. 2023
- Eliot Higgins 2023: deep fake of Donald Trump's arrest, Midjourney AI 2023
- Acemoglu, Daron and Simon Johnson 2024, NBER
- Epoch AI 2023
- Emily Wenger: "AI produces gibberish when trained on too much AI-generated data", pubblicato su Nature, 24 Luglio 2024: <https://www.nature.com/articles/d41586-024-02355-z>
- Marc Gordon, Scott Williams: "What is the difference between complicated and complex systems... and why is it important in understanding the systemic nature of risk?" <https://www.preventionweb.net/news/what-difference-between-complicated-and-complex-systems-and-why-it-important-understanding>
- Federal reserve Bank of St. Louis: The Great Decoupling
- D. Acemoglu, P. Restrepo: "Tasks, Automation, and the Rise in US Wage Inequality": <https://www.semanticscholar.org/paper/>
[Tasks%2C-Automation%2C-and-the-Rise-in-US-Wage-Acemoglu-Restrepo/20e8b3d8c9dec6466e6af4b51a6beca3dc4ca69a?utm_source=direct_link](https://www.semanticscholar.org/paper/Tasks%2C-Automation%2C-and-the-Rise-in-US-Wage-Acemoglu-Restrepo/20e8b3d8c9dec6466e6af4b51a6beca3dc4ca69a?utm_source=direct_link)
- Daron Acemoglu, Simon Johnson: "Learning from Ricardo and Thompson: Machinery and Labor in the Early Industrial Revolution, and in the Age of AI": <https://www.nber.org/papers/w32416>
- Brahmin Left Versus Merchant Right: Changing Political Cleavages in 21 Western Democracies, 1948-2020: https://www.researchgate.net/publication/355140572_Brahmin_Left_Versus_Merchant_Right_Changing_Political_Cleavages_in_21_Western_Democracies_1948-2020
- Un ringraziamento speciale ai gatti Erwin Schrödinger detto "Schroedy" ed Enrico Fermi detto "Enrico", che si sono prestati per le foto senza chiedere diritti d'autore.



*La locandina di un noto film di Spielberg del 2001
Una visione molto "emotiva" dell'AI*

Gli Eventi del C.O.S.Mo

Di seguito l'elenco (parziale) dei prossimi eventi del C.O.S.Mo. Sono quelli che sono già organizzati, ma altri potrebbero essere realizzati, per questo restate sintonizzati con i nostri social (trovate i link in fondo a questa pagina).

Giovedì 12 Settembre 2024

Ore 17:00 – 19:00 Presso Università di Parma

“Idrogeno ed energia elettrica, due vettori determinanti per la decarbonizzazione”

È l'uomo che sta contribuendo al surriscaldamento globale in modo decisivo? Vedremo come e perché. Cosa si sta facendo per decarbonizzare i processi produttivi ed i trasporti .

Relatori: Luigi e Davide Borghi, Leonardo Avella

Venerdì 13 Settembre – Domenica 15 Settembre 2024 . Viaggio in Inghilterra organizzato con UTE Viaggi

Bletchley Park e Duxford WW2 Air Show

Bletchley Park (Enigma – Alan Turing – AI) e air show aerei in volo WW2 a Duxford, UK. Poco a Nord di Londra. Stiamo organizzando per 13-14-15 Settembre.

Referente e accompagnatore: Davide Borghi

Sabato 14 Settembre 2024

Ore 21:00 – 22:30 - Conferenza per CICAP

Complotti lunari?

Conferenza Complotti Lunari a cura di Ciro Sacchetti e Stefano Pozzato. Organizzato da CICAP

Relatori: Ciro Sacchetti e Stefano Pozzato

Sabato 19 Settembre 2024

Ore 21:00 – 23:00 - Presso Struttura Renzo Piano, Parco XXII Aprile, Modena

Il nostro vicinato cosmico, le stelle e la Via Lattea

Dove siamo collocati noi terrestri nell'universo? cosa sono i corpi celesti del nostro vicinato cosmico? Stelle, buchi neri, nane bianche e stelle di neutroni.

Relatore: Roberto Castagnetti

Venerdì 20 Settembre 2024

Ore 21:00 – 23:00 Presso Struttura Renzo Piano, Parco XXII Aprile, Modena

La decarbonizzazione, energia pulita, auto elettriche e idrogeno

Quali sono le cause del surriscaldamento globale e quali sono le misure che dobbiamo seguire per mitigarne gli effetti devastanti sul nostro ambiente? Verità, falsità e omissioni dilagano sui social. Dibattito a 3 voci con la partecipazione del pubblico

Relatori: Luigi e Davide Borghi, Leonardo Avella

Martedì 24 Settembre 2024

Ore 21:00 – 22:30 Presso parco delle Caprette, Reggio Emilia

Volo Ipersonico

Ciclo "Scuola di Astronomia" organizzato da REA (Reggio Emilia Astronomia). Il volo ipersonico è tornato su tutti i giornali, ahimè per i missili ipersonici, ma rappresenta un ritorno probabile anche per i voli commerciali. Capiamo quali sono le tecnologie coinvolte e quali le opportunità

Relatore: Luigi Borghi

Martedì 1 Ottobre 2024 – Ore 21:00 – 22:30

Presso parco delle Caprette, Reggio Emilia

Quando la Gravità stringe a sé le stelle

Ciclo "Scuola di Astronomia" organizzato da REA (Reggio Emilia Astronomia). Ai Confini della Gravità, dove lo Spazio-Tempo viene strapazzato dalla Materia, la Realtà sa essere inimmaginabile

Relatore: Roberto Castagnetti

Martedì 8 Ottobre 2024 – Ore 21:00 – 22:45

Presso Planetario di Modena

Enrico Fermi – L'ultimo uomo che sapeva tutto

Panoramica sull'uomo, la pila, la bomba. Un fisico sperimentale e allo stesso tempo teorico, ai massimi livelli. Dai Ragazzi di Via Panisperna, agli anni negli Stati Uniti: New York, Chicago, il Progetto Manhattan e il dopoguerra. Luci e ombre di una figura al centro delle drammatiche vicende del XX secolo.

Relatore: Davide Borghi

Gli Eventi del C.O.S.Mo

Martedì 15 Ottobre 2024

Ore 21:00 – 22:45 Presso Planetario di Modena

Aggiornamento su Starship

Scopriamo insieme cosa è accaduto dopo la nostra ultima conferenza di marzo 2024: gli ultimi voli di test e tutte le più recenti novità dell'incredibile progetto Starship, che ha l'ambizione di portare l'uomo sulla Luna e su Marte.

Relatore: Leonardo Avella e Ciro Sacchetti

Mercoledì 16 Ottobre 2024 – Ore 15:30 –

17:30 Presso Sala Pucci, Modena

"Intelligenza artificiale, cosa sarà mai?" con l'associazione l'Incontro

Una conferenza sul tema "caldo" del momento, con l'associazione l'incontro: Intelligenza artificiale, cosa sarà mai?

Relatori: Luigi e Davide Borghi, Leonardo Avella

Martedì 22 Ottobre 2024 – Ore 21:00 – 22:45

Presso Planetario di Modena

Evoluzione delle comunicazioni da Marconi al Laser per lo spazio profondo

Un approfondimento sulle tematiche che hanno concorso a moltiplicare per miliardi di volte la quantità di informazioni nella unità di tempo in 123 anni di sviluppo. Come viene modulata la portante dall'informazione? Cosa significa "digitalizzazione". Dal "morse" di Marconi ai messaggi della Voyager e al LASER di Psyche.

Relatore: Luigi Borghi

Martedì 29 Ottobre 2024

Ore 21:00 – 22:45 Presso Planetario di Modena

Nello Spazio nessuno può sentirti ... suonare – Musica e Universo

Lo Spazio non è solo un luogo abitato da alieni pericolosi, ma un mirabile equilibrio che parla il linguaggio della Matematica. Parleremo dei legami profondi e inaspettati fra Musica e Universo. Quali sono le armonie che governano le strutture dello spazio

profondo? Come si accordano con lo scorrere del tempo?

Relatori: Roberto Castagnetti, Claudia Rondelli, Mario Dondi



[Clicca qui per andare alla pagina Eventi](#)

Restate aggiornati!

Seguiteci sui nostri social

[Clicca qui per l'elenco dei social](#)

Per Info e contatti

Sito: www.ilcosmo.net

Email: info@cosmo.net

Uscita del prossimo numero:

DICEMBRE 2024