



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI GENOVA



Rivoluzione energetica Alcuni spunti di riflessione

Lorenzo Ram 

Marco Ricci

Giuseppe Sormani

La biosfera in vetro



La biosfera della Terra

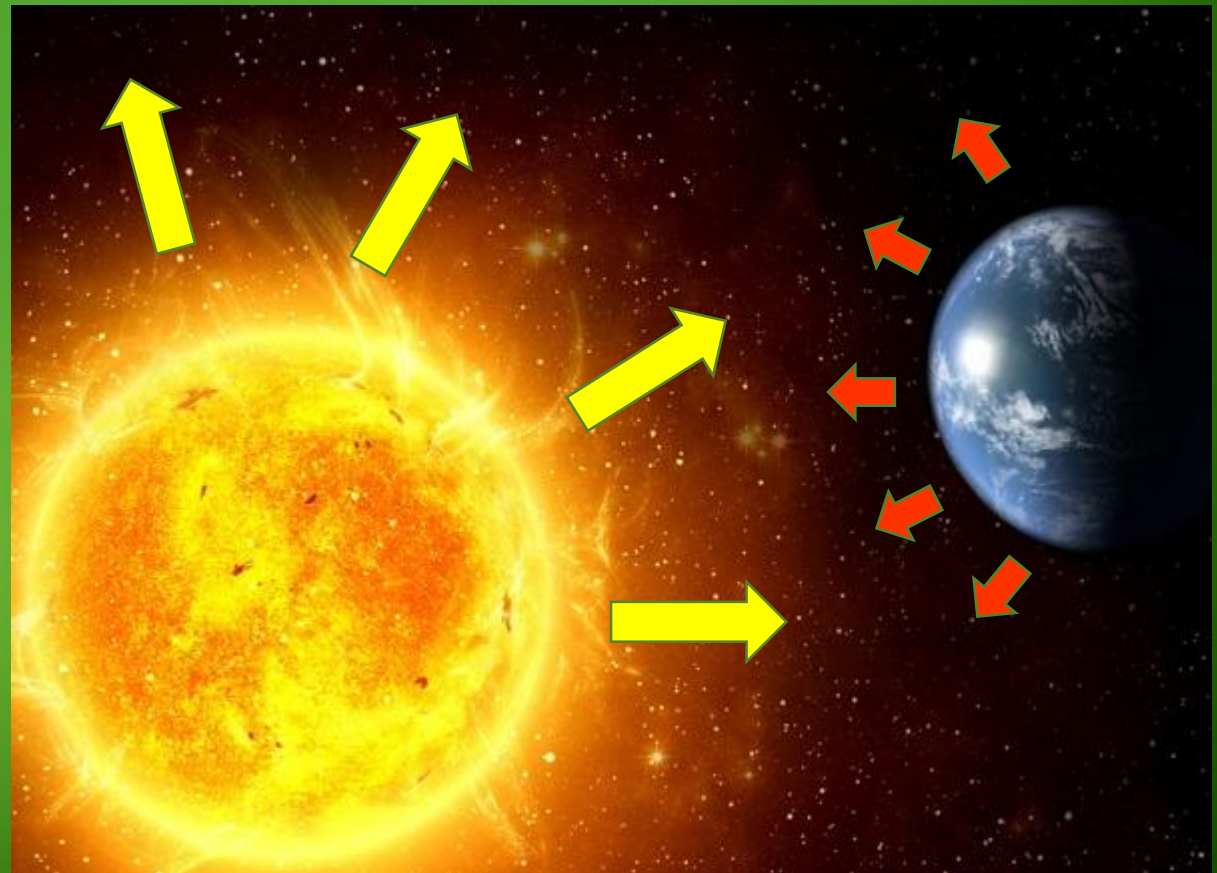


Il funzionamento è lo stesso: **l'energia fluisce** da una sorgente (il Sole) e **la materia si trasforma ciclicamente**

Cosa serve per andare avanti?

Gli ingredienti indispensabili sono 2:

- 1) Flusso di energia dal Sole
- 2) Possibilità di **dissipare** da parte della biosfera

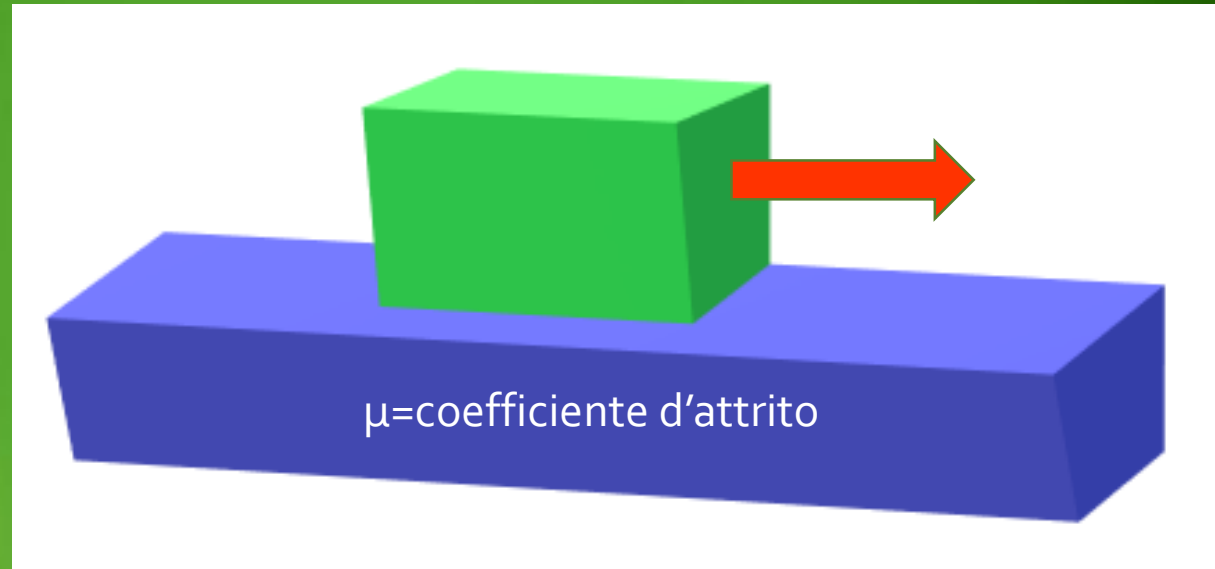




Perché dissipare?

La risposta è il **secondo principio della termodinamica**

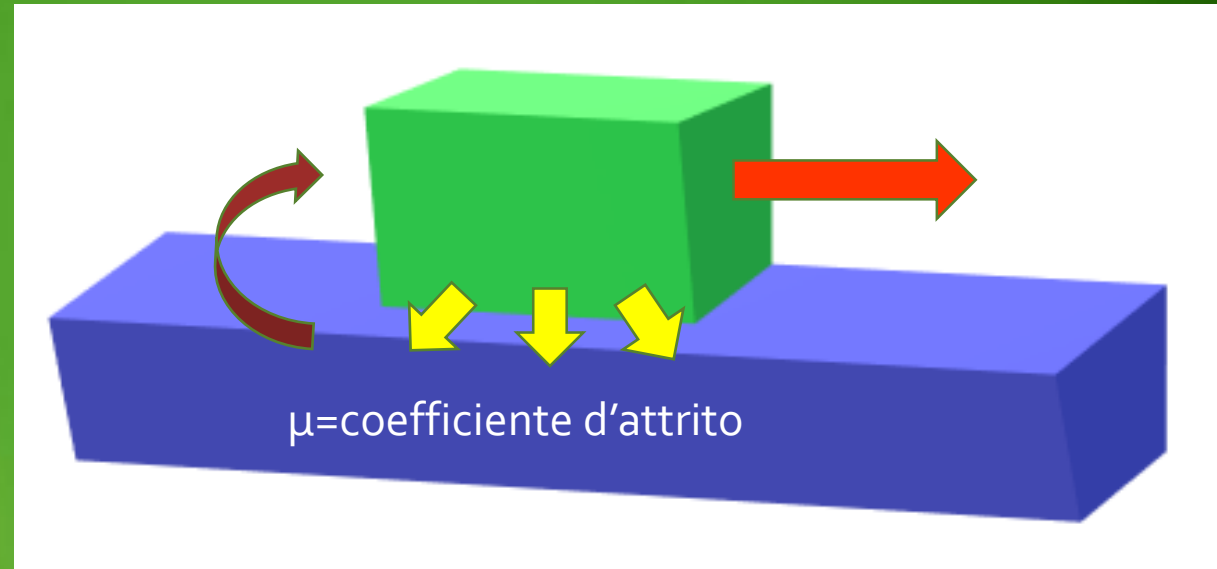
Un po' di ripasso: il 1^o principio della termodinamica



$$\Delta U = Q - W$$

Se metto in moto il corpo e poi non intervengo più lui pian piano si ferma (conservazione dell'energia)

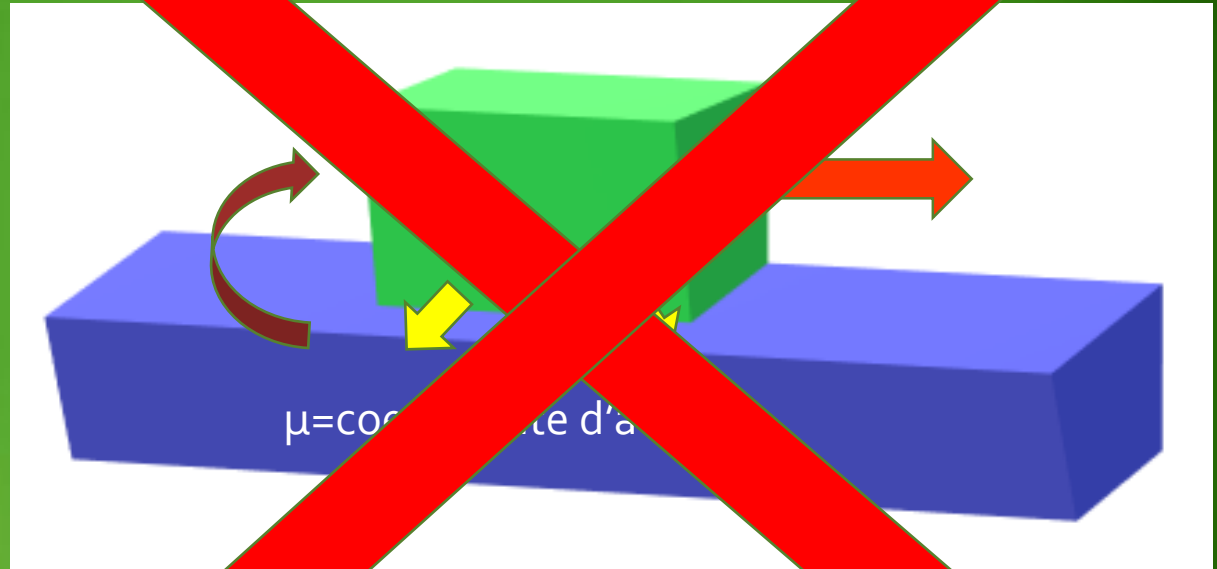
Se esistesse solo il 1[^] principio



Potrei riconvertire tutto il calore dissipato in energia cinetica (l'energia si conserva)



esistesse solo il 1^a principio



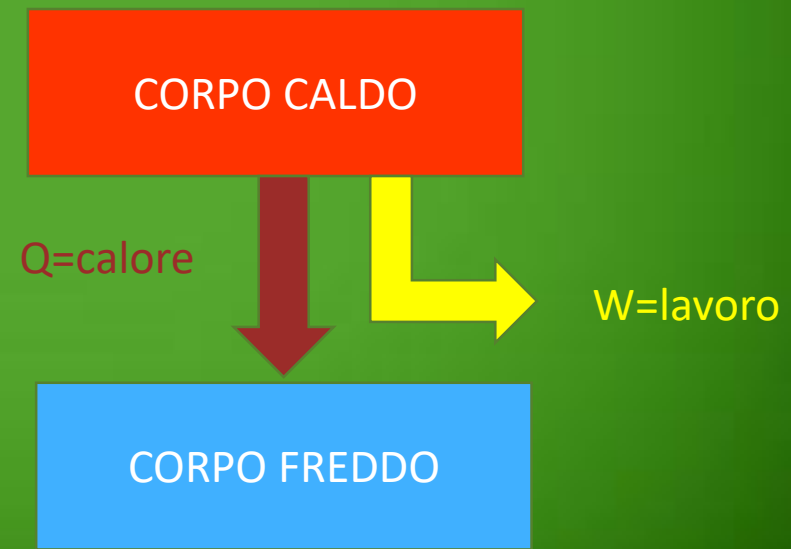
Per convertire tutto il calore dissipato in energia cinetica (l'energia si conserva)

Questo non è possibile al 100%

Siccome esiste il 2° principio

Vediamo uno dei suoi possibili enunciati: quello di Kelvin Plank

«non è possibile convertire tutto il calore estratto da un corpo caldo in lavoro (senza scaldare un corpo più freddo)»



I sistemi dissipativi

Per estrarre lavoro e quindi vita da un un corpo caldo (Sole)
è necessaria la dissipazione

Gli esseri viventi sono sistemi dissipativi

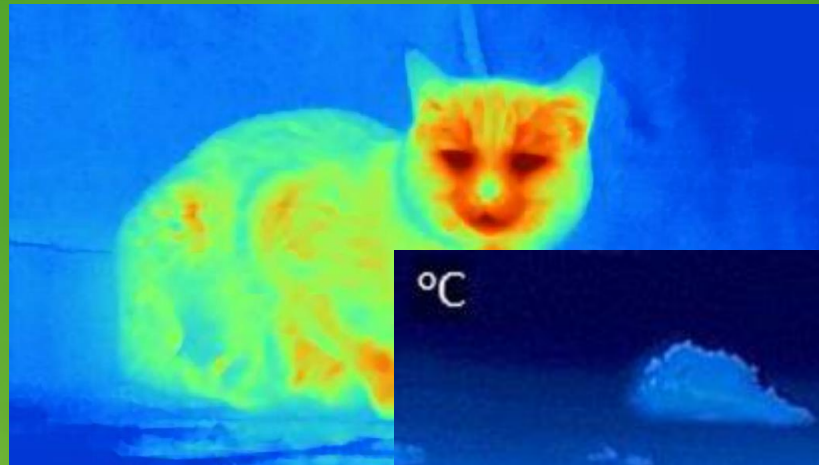
Anche le strutture umane come le città lo sono



Ilya Prigogine Premio Nobel per
la chimica nel 1977 per lo
studio dei sistemi dissipativi

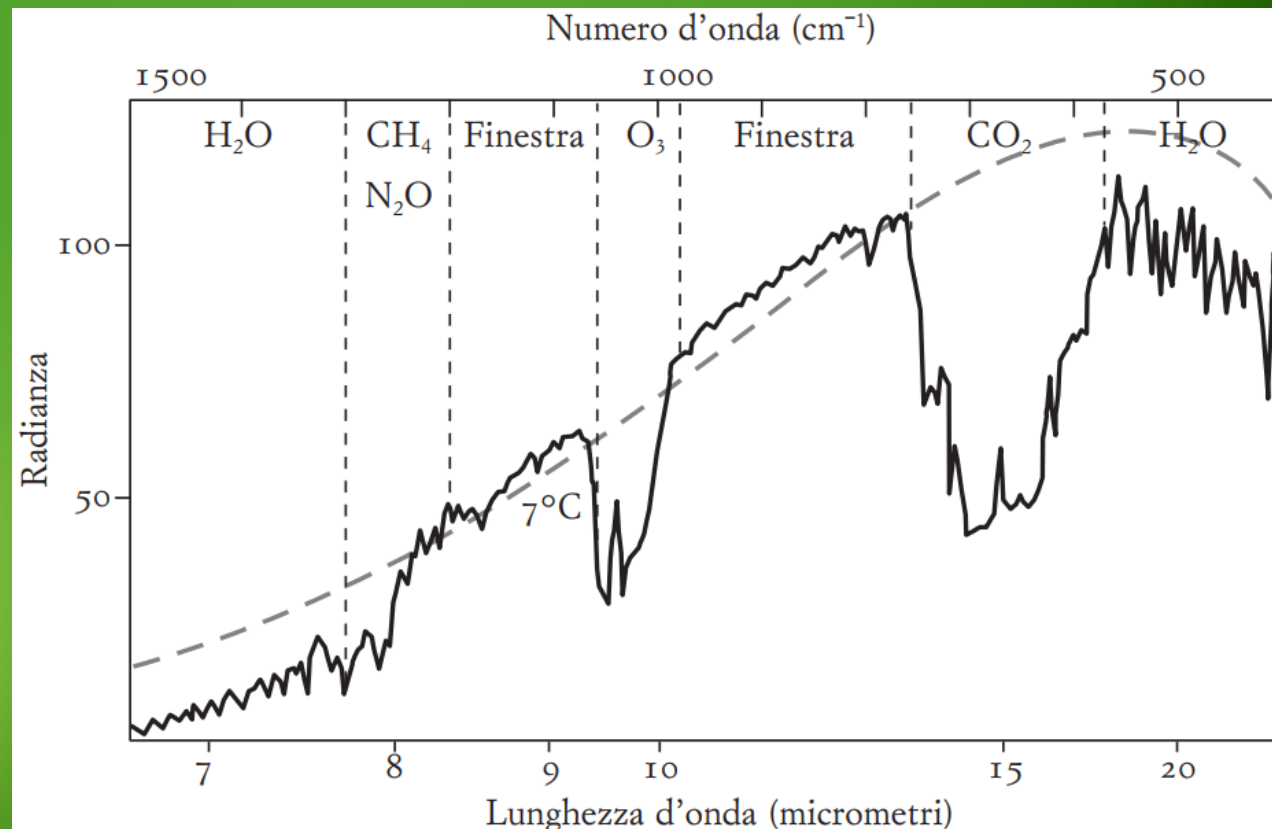
Ma come dissipiamo?

La biosfera, insieme alla superficie terrestre dissipa attraverso l'irraggiamento di **fotoni infrarossi nell'universo**



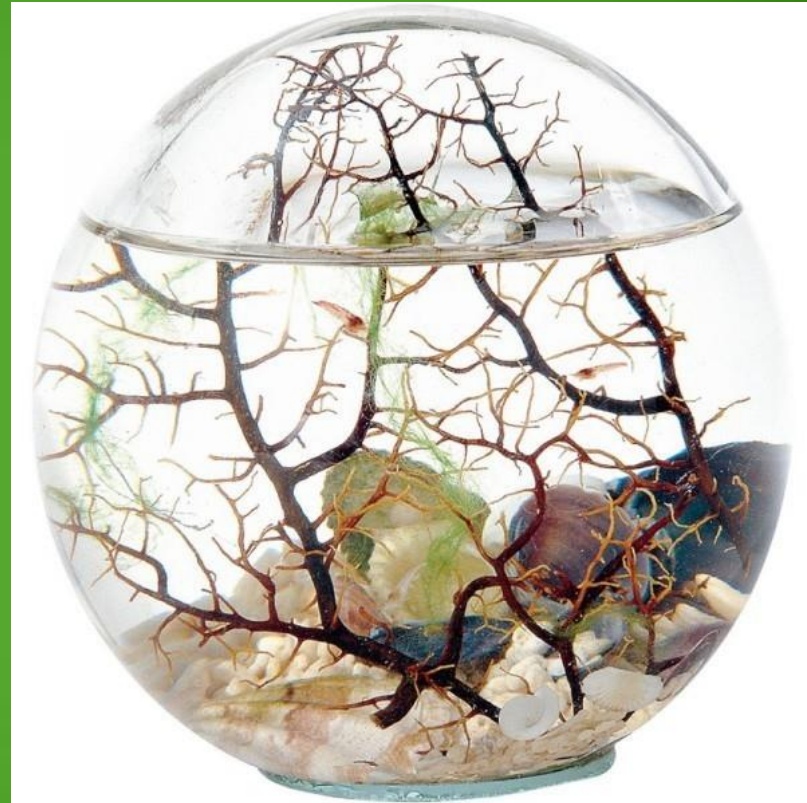
Il problema della CO₂

La CO₂ riflette la radiazione infrarossa proveniente dalla Terra ostacolando la dissipazione



Fotoni trasmessi nell'atmosfera dalla superficie terrestre

Torniamo alla biosfera...



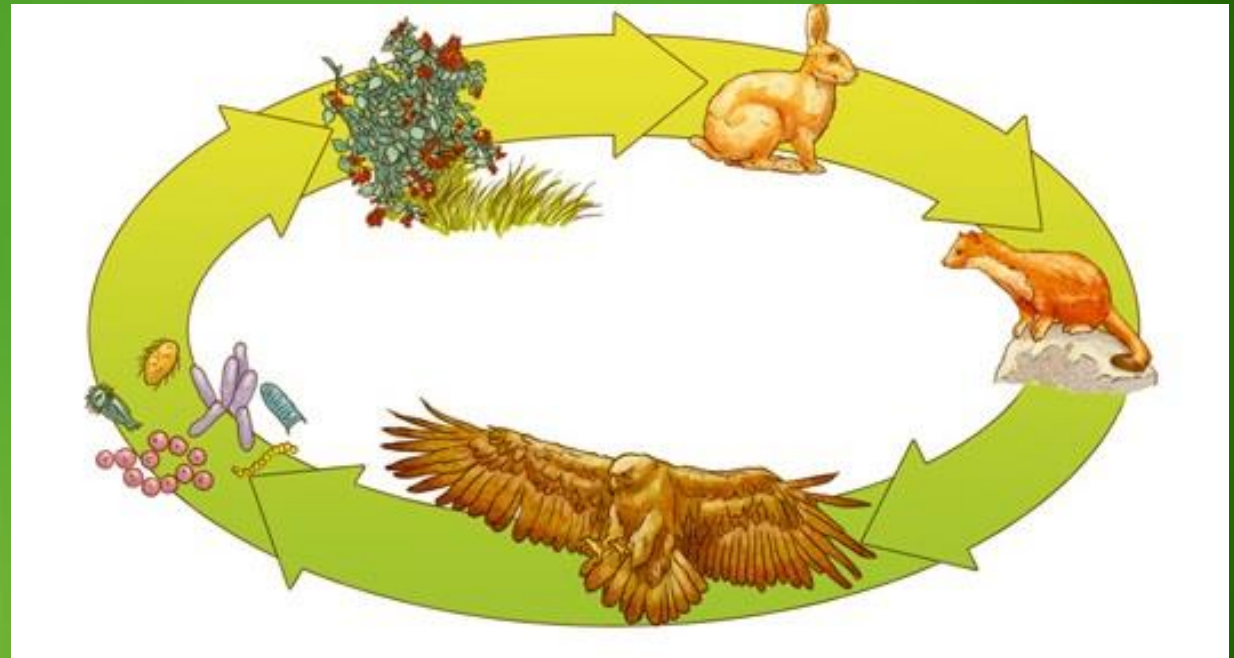
Dov'è il rifiuto?

Il rifiuto è un'invenzione economica del consumismo



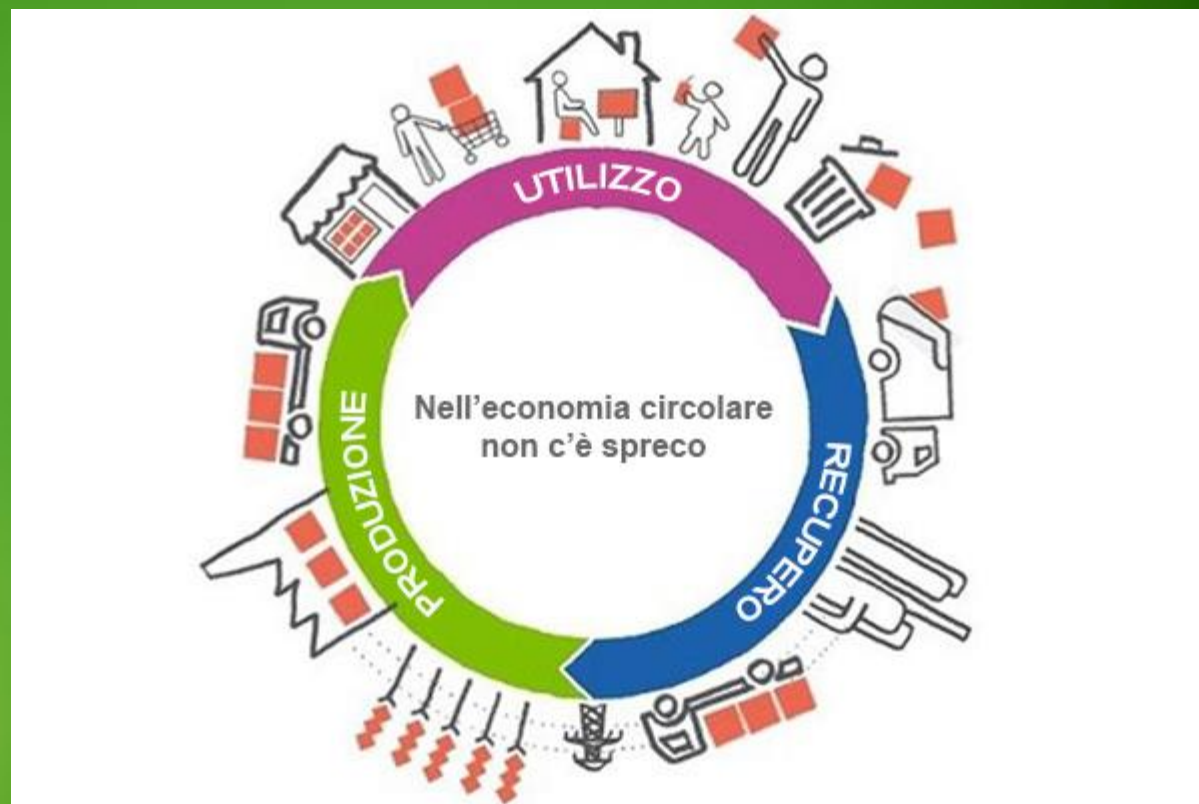
Discarica di Scarpino – Genova, Fatto quotidiano, 9 giugno 2014

L'economia circolare



Così è in natura

L'economia circolare



Così dovremmo cercare di fare noi

Siamo ad un bivio



Parola d'ordine: SOSTENIBILITÀ

Condizione di uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri

Definizione secondo «Enciclopedia Treccani»






Cosa fare?

Vediamo alcuni esempi

Problematica energetica



Riserve di
combustibili fossili
in esaurimento



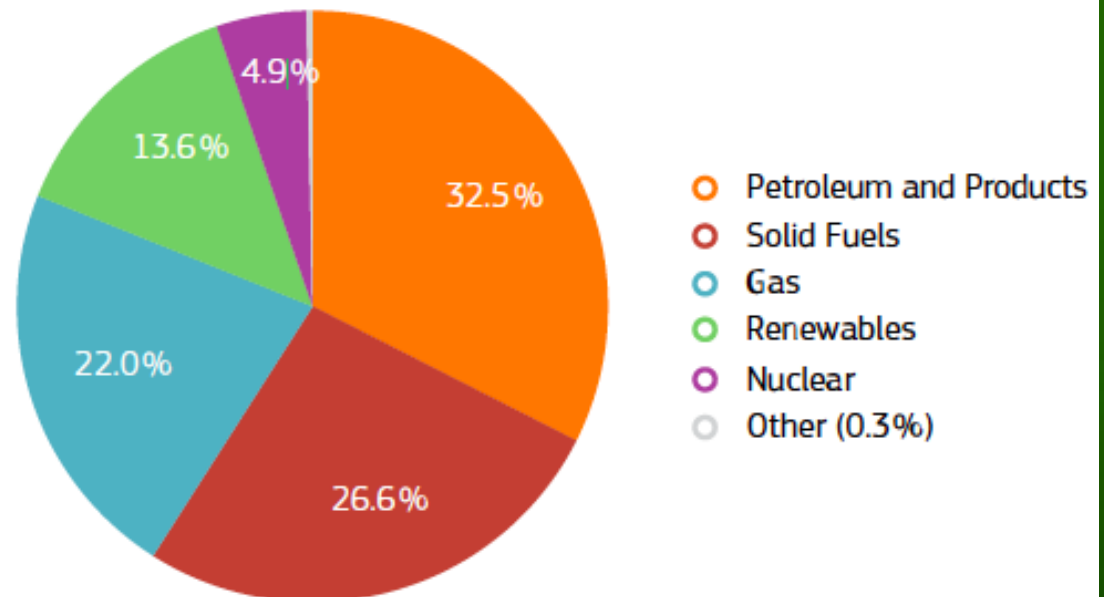
Riscaldamento
globale



Problematica energetica

Dipendiamo **fortemente** dai combustibili fossili

TOTAL 2016: 13 764 Mtoe



Problematica energetica



Bisogna trovare una soluzione!



Il sole



- Esempio naturale di reattore a fusione
- 90% H, 10 % He
- Temperatura sulla superficie: 5700 K
- Temperatura al centro: $1.36 \cdot 10^7$ K

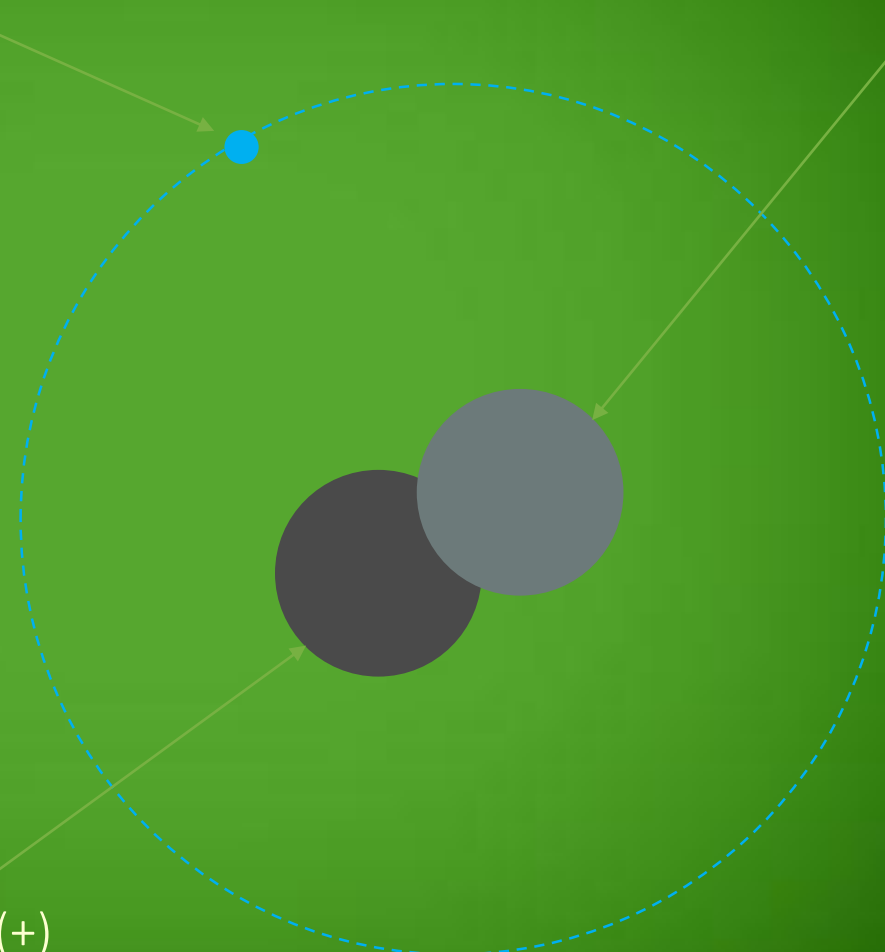


Gli atomi

Elettrone (-)

Neutrone (0)

Protone (+)



ATOMO DI **DEUTERIO**

Gli atomi



X = nome dell'elemento

N = numero di neutroni

Z = numero di protoni (=numero di elettroni)

$A = N + Z$

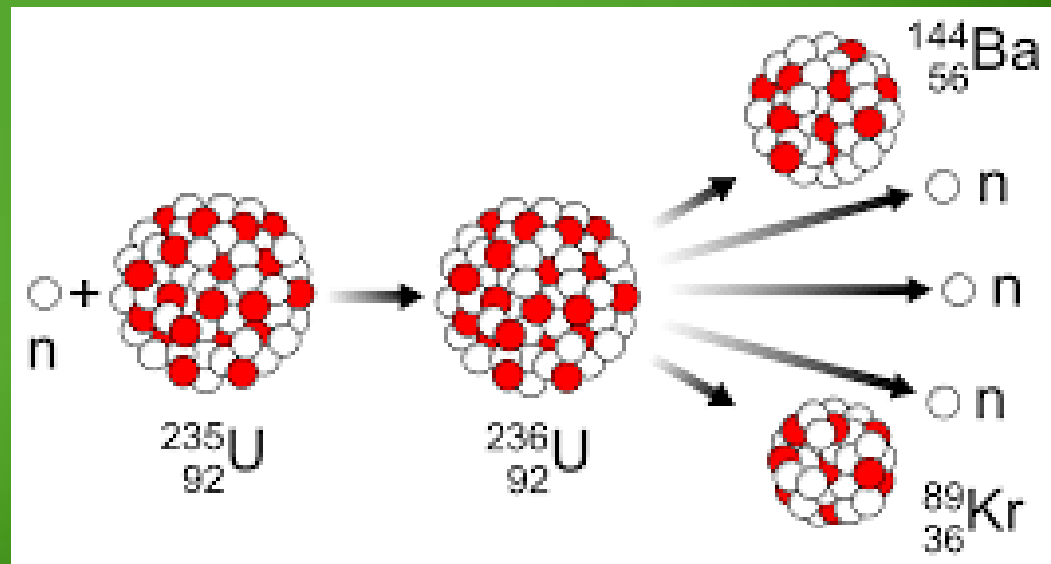
1 IA 1A																	18 VIIIA 8A
1 H Hydrogen 1.008																	2 He Helium 4.003
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 8	10 VIII 8	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.867	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	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 72.631	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.972	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 83.798
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 95.95	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.711	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.294
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.328	57-71 Lanthanide Series	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 192.227	78 Pt Platinum 195.085	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.592	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 208.980	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [209]	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103 Actinide Series	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [278]	110 Ds Darmstadtium [281]	111 Rg Roentgenium [280]	112 Cn Copernicium [285]	113 Nh Nihonium [286]	114 Fl Flerovium [289]	115 Mc Moscovium [289]	116 Lv Livermorium [293]	117 Ts Tennessine [294]	118 Og Oganesson [294]
		57 La Lanthanum 138.905	58 Ce Cerium 140.116	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.242	61 Pm Promethium [144.913]	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.964	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.500	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.256	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.054	71 Lu Lutetium 174.967	
		89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 268.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]	

Isotopi = atomi con stesso Z ma N diverso

Reazioni nucleari

Processi che coinvolgono nuclei atomici e portano alla formazione di nuovi nuclidi

Esempi: fissione dell'uranio, fusione di idrogeno, decadimenti radioattivi



Reazioni nucleari

Come si può ricavare energia da una reazione nucleare?

Difetto di massa

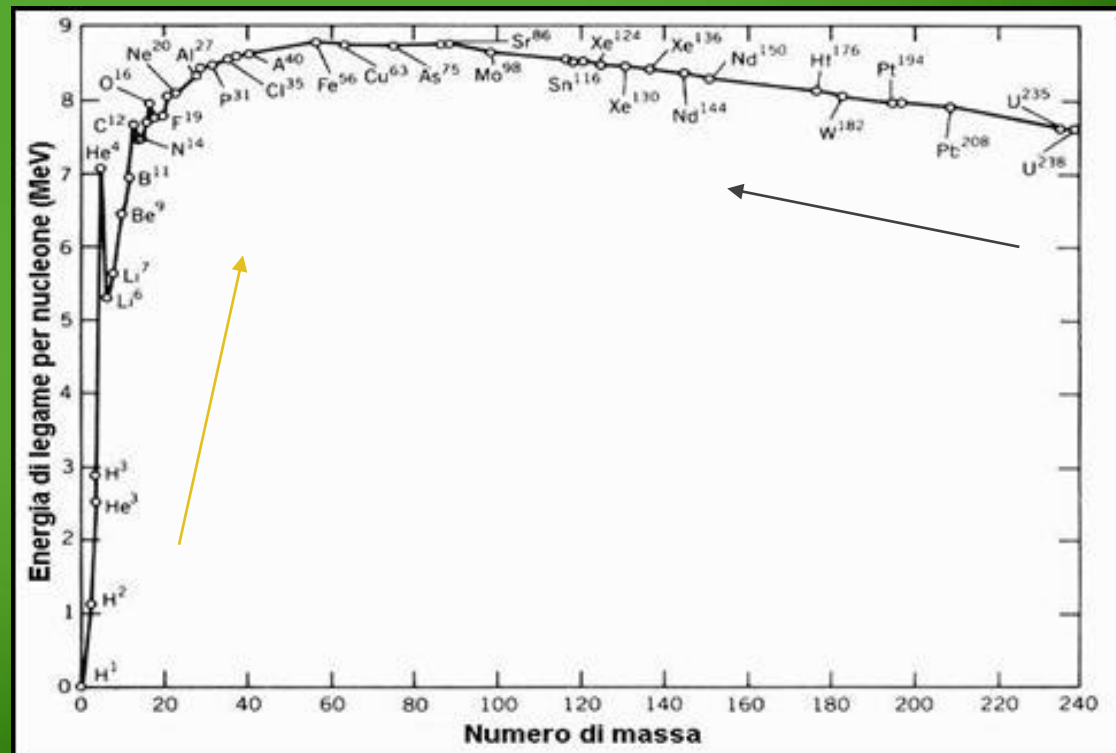
$$E = \Delta mc^2$$

Conservazione
dell'energia



Reazioni nucleari

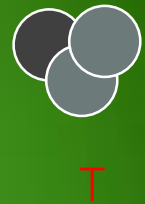
Andamento dell'energia di legame per nucleone rispetto al numero di massa A
Fusione (sx \rightarrow ds) o fissione (ds \rightarrow sx)



Fusione nucleare



+



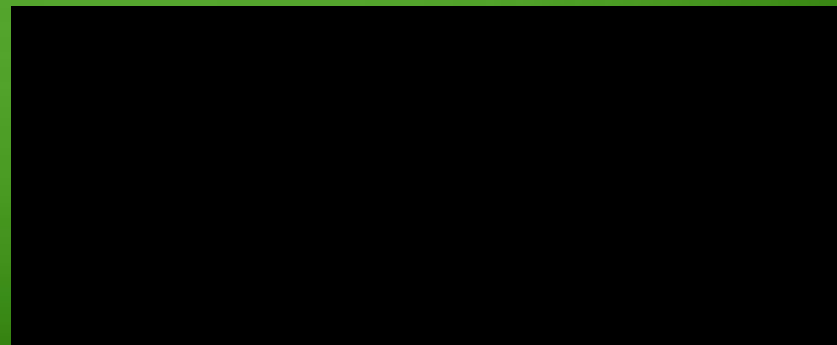
+



+



17.6
MeV



Fusione nucleare

Quanta energia sarebbe in grado di fornire?

Potere calorifico

Energia sviluppata da 1 Kg di combustibile

Carbone **$3.14 \cdot 10^7$ J/kg**

D+T **$3.35 \cdot 10^{14}$ J/kg**

10 MILIONI DI VOLTE PIÙ GRANDE!!!

Fusione nucleare

Repulsione coulombiana tra i nuclei carichi positivamente:
Quali sono le temperature da raggiungere?



Secondo la fisica classica:

$$T = 10^9 \text{ K}$$

Come fa il sole a funzionare?

Fusione nucleare

Effetto tunnel

È possibile che una particella superi una barriera di energia anche se possiede un'energia inferiore



Da calcoli quantistici:

$$T = 10^7/10^8 \text{ K}$$

Applicazioni tecnologiche

Il combustibile è un plasma a decine di milioni di gradi: come si riesce a contenerlo?

Esistono due strade principali



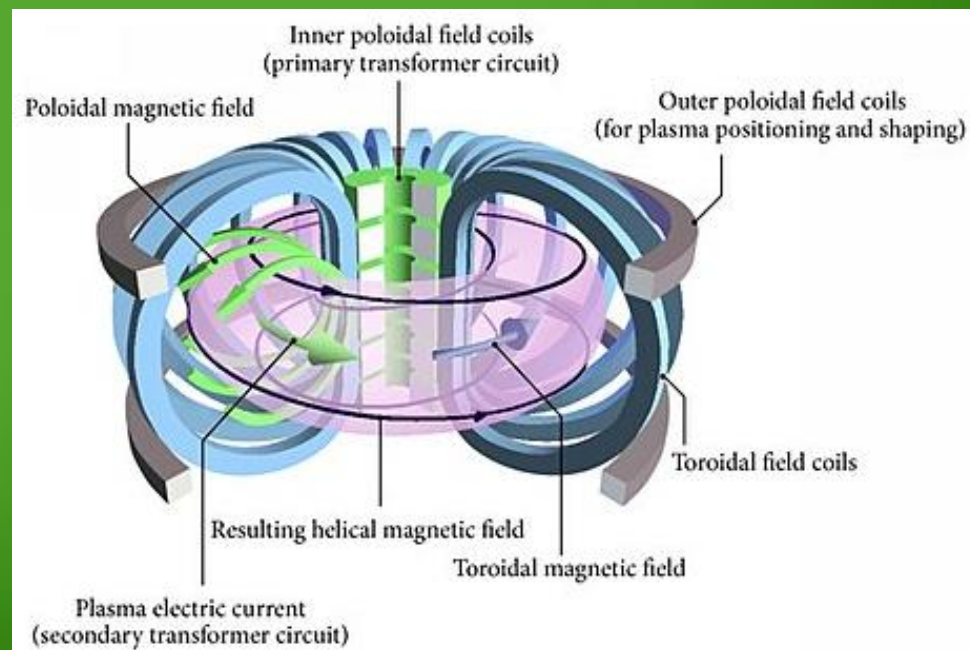
Confinamento
magnetico

Confinamento
inerziale

Confinamento magnetico

Sfruttamento di campi magnetici in una configurazione «a ciambella» (TOKAMAK)

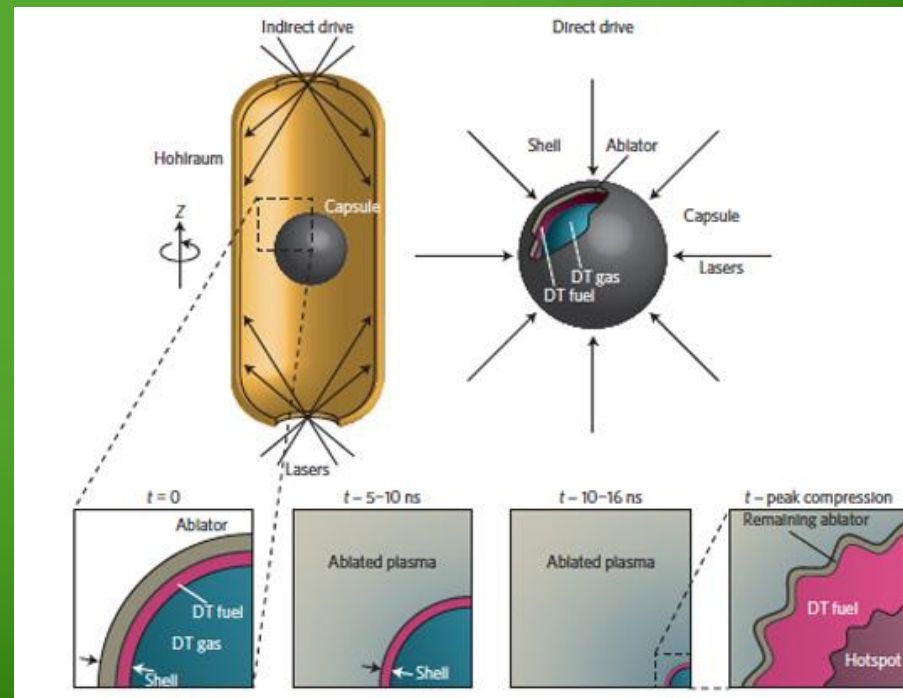
Il plasma si muove in orbite circolari all'interno di una camera a vuoto



Confinamento inerziale

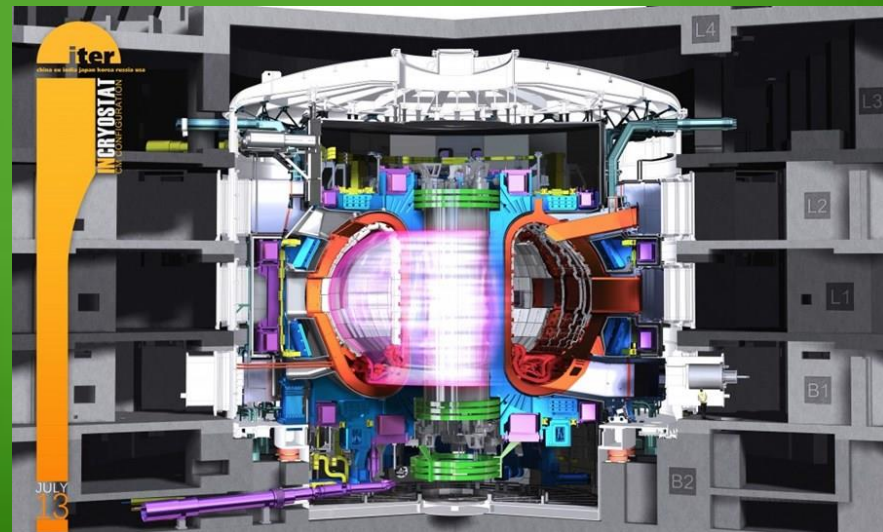
Il combustibile è racchiuso in pellet di piccole dimensioni (circa 5 mm di diametro)

Bombardamento dei pellet con fasci di particelle cariche o laser pulsati e raggiungimento di alte T e densità



ITER

- Progetto di ricerca nato dalla collaborazione di vari paesi (Unione Europea, Stati Uniti, Russia, Cina...)
- Reattore dimostrativo a confinamento magnetico
- La prima produzione di plasma è prevista per Dicembre 2025



ITER

- Test dei componenti del reattore
- Produzione di 500 MW con 50 MW in input ($Q=10$, finora record $Q=0.67$)
- Creazione plasma D-T che si autosostiene
- Produzione di trizio nell'impianto stesso



Altre strade per la fusione

- Esiste la possibilità di condurre la reazione utilizzando reagenti differenti (D - D oppure D - ^3He , quest'ultima ha il vantaggio di non produrre neutroni)
- Una «catalisi» della reazione D-T con muoni permetterebbe di ovviare al problema della temperatura (effettuabile teoricamente a T_{amb})

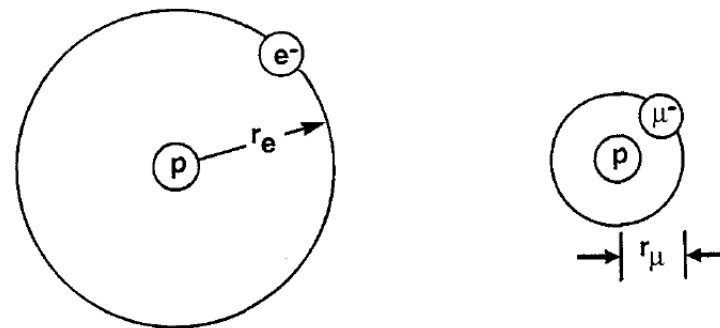


Fig. 7.7: A conventional hydrogen atom (left) and a muonic hydrogen atom (right); $r_e = 207 r_\mu$ and therefore this drawing is not to scale.

Perché investire sulla fusione

- Disponibilità del combustibile (deuterio dall'acqua e trizio per reazione nucleare di neutroni con litio)
- Impatto sull'ambiente molto basso (poche scorie prodotte con tempi di dimezzamento brevi)
- La reazione di fusione NON è una reazione a catena
→ non presenta pericoli di perdita di controllo distruttiva del processo (fissione nucleare)



Conclusioni

- La fusione rappresenta una soluzione potenzialmente definitiva al problema energetico
- Ad ITER, se tutto va bene, seguirà DEMO che sarà la prima centrale di produzione di energia elettrica ricavata da fusione nucleare (2050)
- C'è ancora molto lavoro da fare



Caso studio: la macchina elettrica in un futuro sostenibile



Tesla model Y, ultimo modello di una delle più famose auto elettriche al mondo

La macchina elettrica è una delle più importanti «novità» del nostro tempo per quanto riguarda la sostenibilità, quali sono i suoi limiti?

L'importanza dei veicoli elettrici

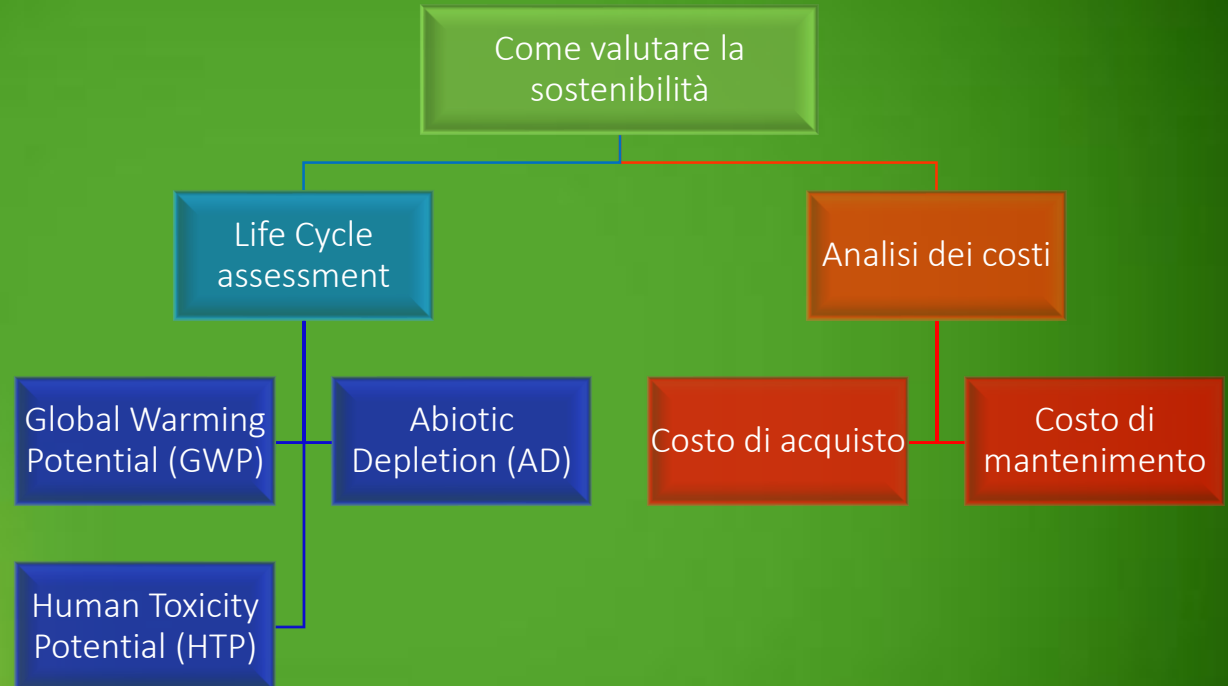
Ad oggi sul pianeta circola più di un miliardo di automobili e ci si aspetta che questa cifra raddoppi entro il 2050 (stima 2004)



Auto nel traffico

Si stima che il settore dei trasporti sia responsabile del 23% dell'emissione di CO_2 antropogenica mondiale ed uno dei principali contribuenti alla produzione di NO_x e $\text{PM}_{2.5}$

Parametri per la sostenibilità



Confronto con un veicolo «classico»

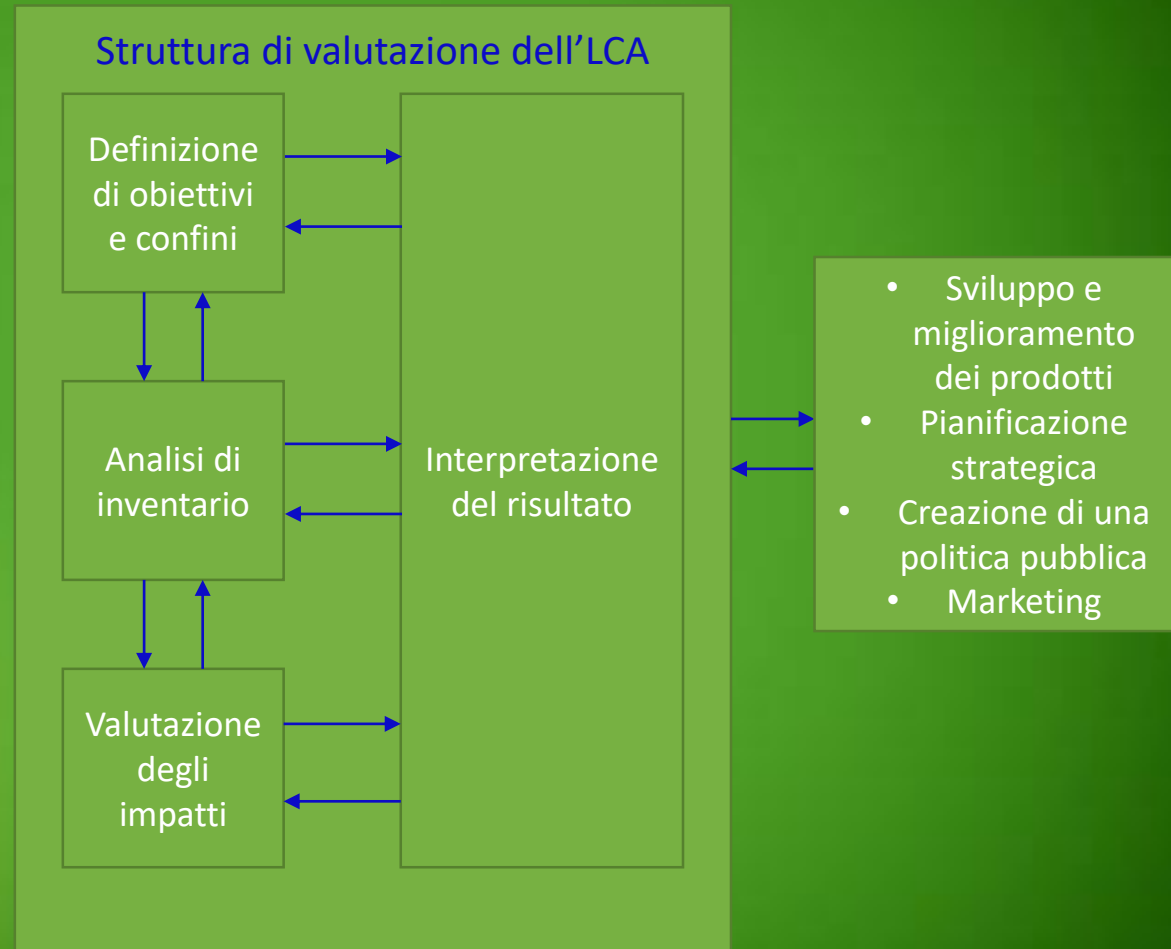
Life Cycle Assessment (LCA)

L'LCA è lo studio degli aspetti ambientali del ciclo di vita di un prodotto, dall'acquisizione dei materiali grezzi, all'utilizzo, fino alla dismissione.

I parametri di impatto ambientale generalmente considerati sono l'utilizzo delle risorse, l'impatto sulla salute umana e le conseguenze ecologiche

Definizione di Life Cycle Assessment secondo la normativa BS EN ISO 14040:2006, normativa che definisce internazionalmente l'LCA

LCA: aspetti pratici



Il nostro LCA-1

Obiettivo

- Confrontare l'impatto ambientale di un veicolo elettrico con quello di un veicolo classico

Inventario

- Modellizzare il flusso di materiali ed energia durante il ciclo di vita

Impatti

- Valutare l'impatto ambientale e i punti critici del ciclo di vita del veicolo

Approfondimento delle tre fasi principali del nostro LCA

Il nostro LCA-2

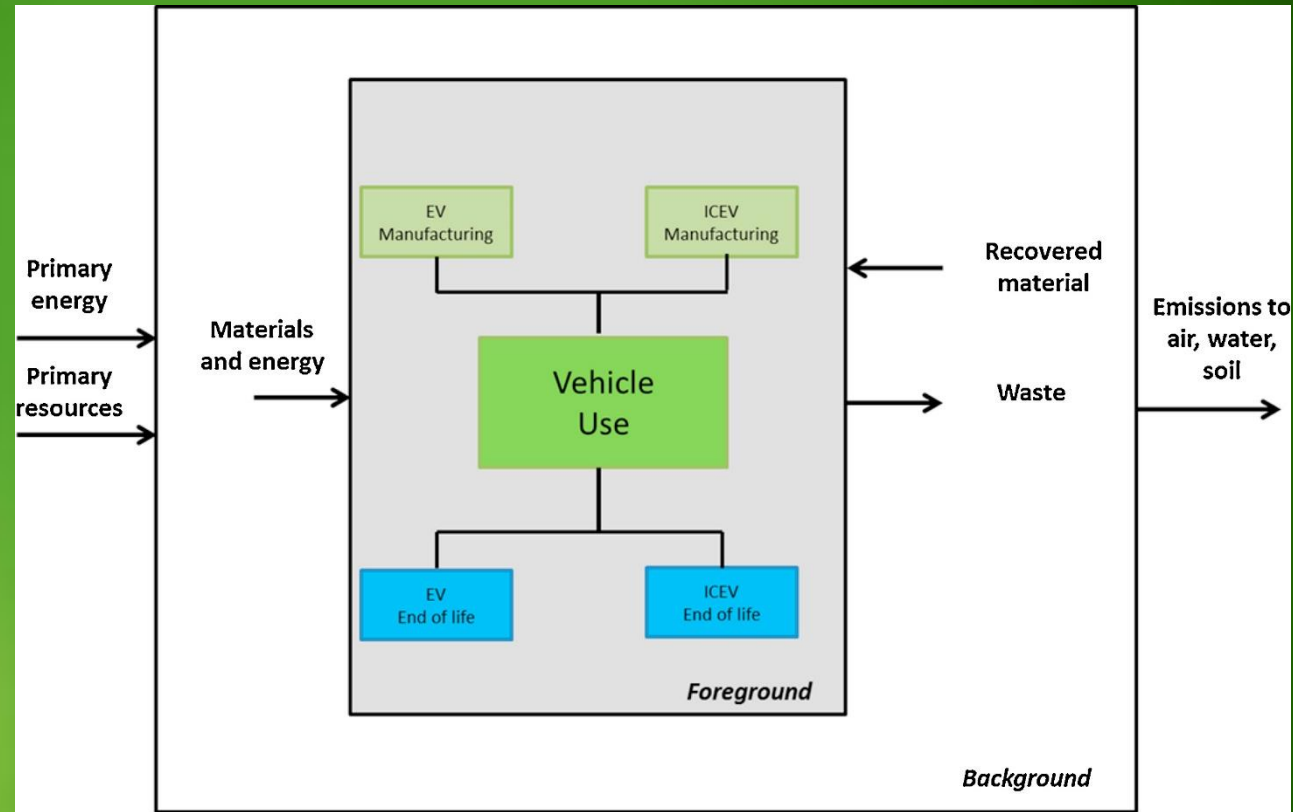


Diagramma di flusso dell'LCA considerato

Le nostre auto

Nissan Leaf (BEV)



Toyota Yaris (ICEV)



Le premesse

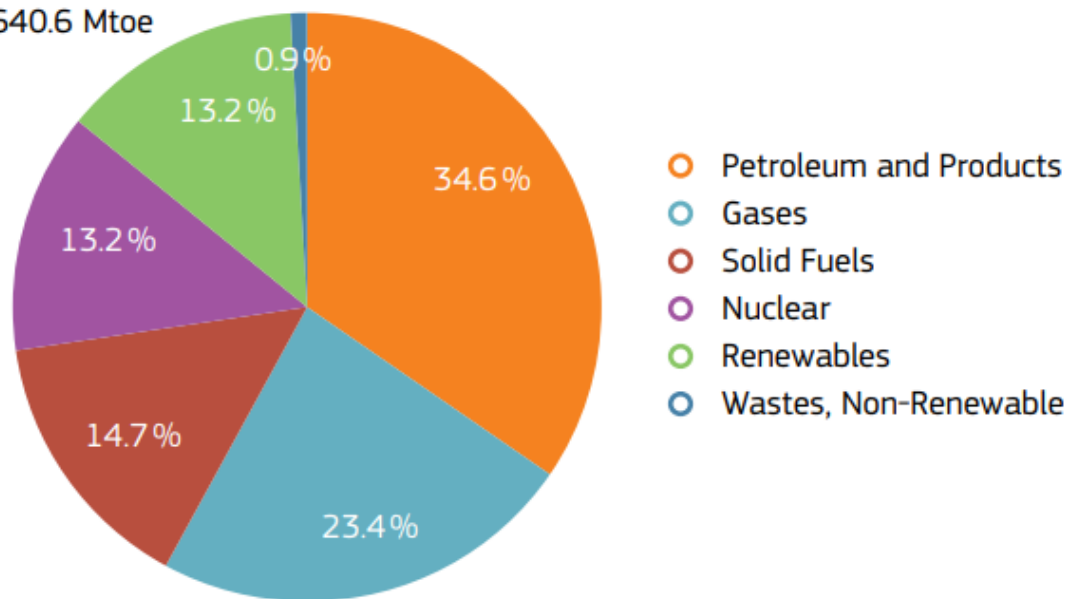
Per fare un modello di un sistema così complesso bisogna fare delle **ipotesi**

- Ciclo di vita 150000 km
- Composizione della batteria $\text{LiNi}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_2$
- Consumo: 0.56 MJ/km (BEV) 50.04 mL/km (ICEV)
- Qualità della fase di recupero e riciclo
- Provenienza dell'energia elettrica (BEV)

Le fonti energetiche europee

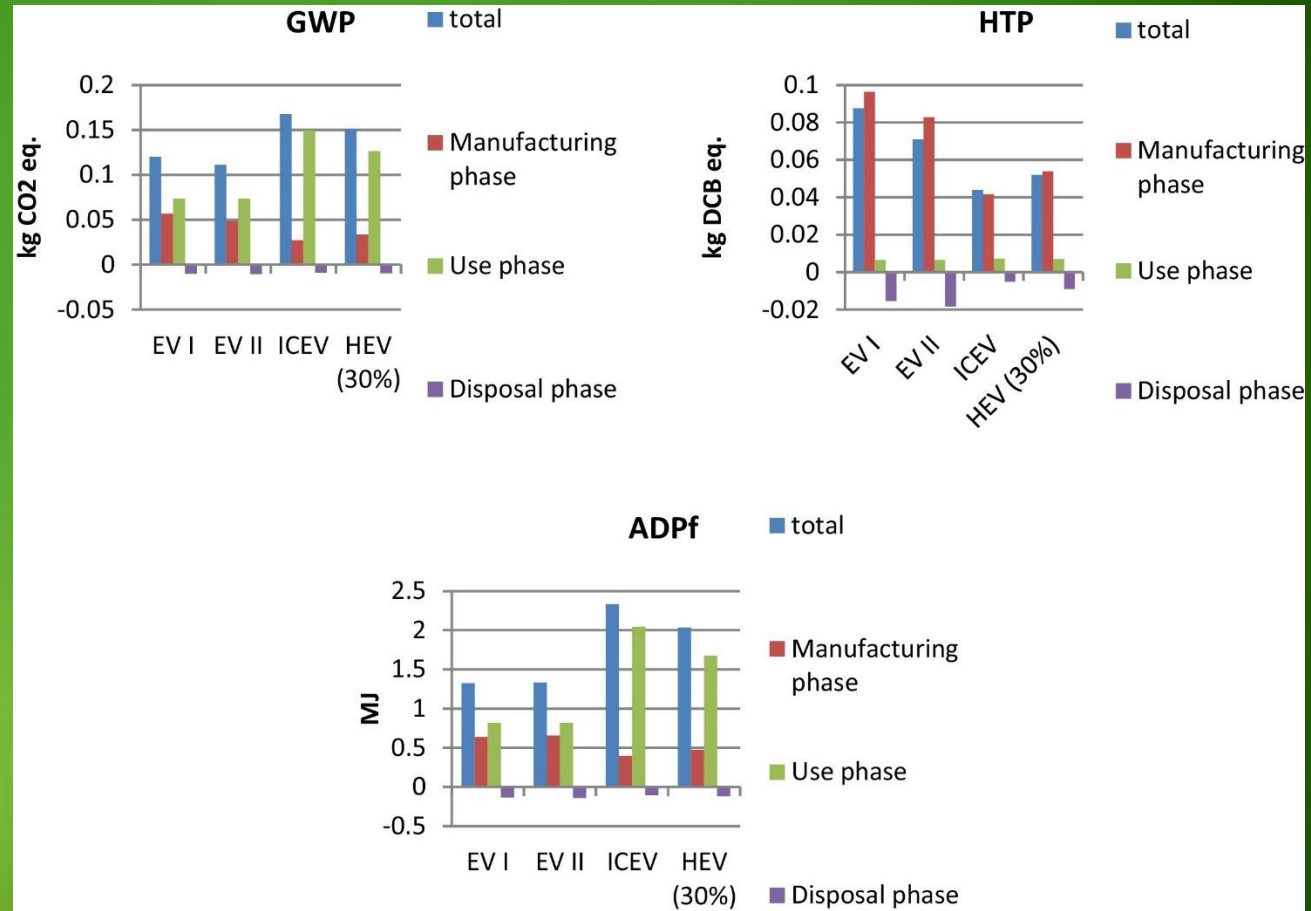
GROSS INLAND CONSUMPTION – BY FUEL – EU-28 – 2016 (% TOTAL)

Total = 1640.6 Mtoe



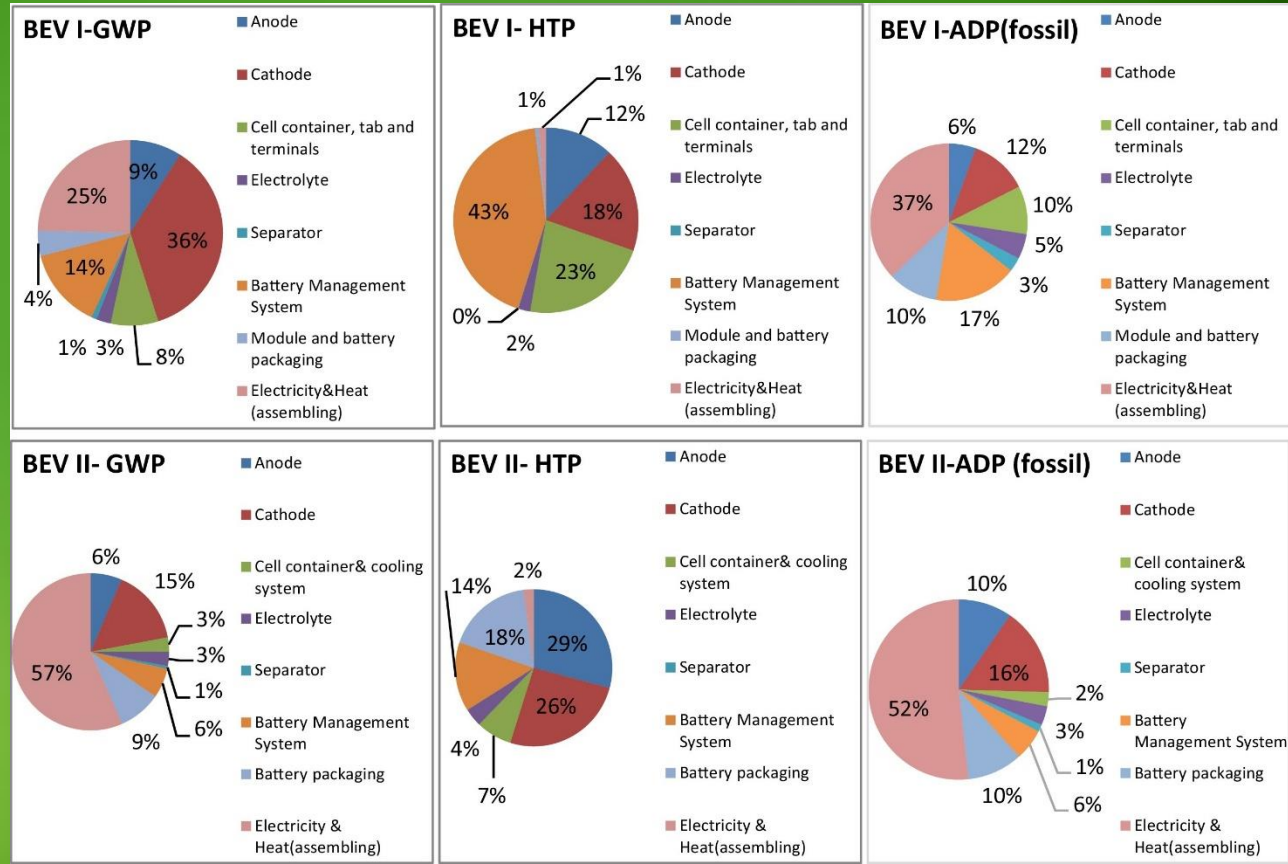
Percentuale di energia utilizzata per fonte in Europa

I risultati



Risultato dell'LCA considerato

I punti critici



Impatto ambientale delle diverse fasi di produzione del veicolo elettrico



È tutto?

NO

Nell'articolo preso come riferimento sono state esaminati molti modelli differenti, in questa sede è stato esposto solamente il risultato del modello principale e molti dettagli sono stati esclusi.

Ci sono inoltre moltissimi altri articoli in letteratura che non sono stati analizzati

La «vera» definizione di sostenibilità

È giusto dire che un oggetto, un processo, o una qualsiasi cosa possa essere riprodotta all'infinito senza danni per le generazioni future è sostenibile?

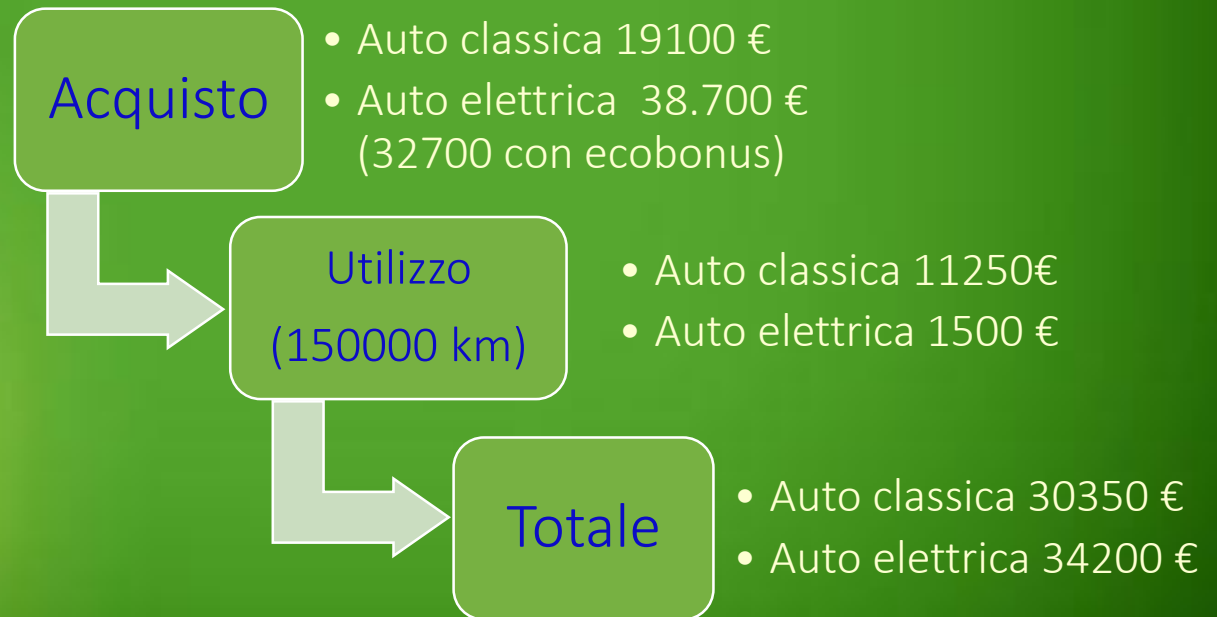
Secondo me c'è un altro ingrediente fondamentale



Analisi dei costi

Se una qualsiasi cosa è sostenibile, ma pochi possono permettersela, non è veramente sostenibile

L'auto elettrica è sostenibile anche economicamente?



Quasi



È tutto?

Anche stavolta NO

Ci sono anche altri vantaggi per chi possiede un'auto elettrica, come assicurazioni ridotte e esenzione bollo (almeno per alcuni anni)



Cosa rimane da migliorare?

1: L'energia



2: Le batterie





Conclusioni

Per mettere in atto una rivoluzione energetica è necessario cambiare i nostri approcci e le nostre abitudini, dobbiamo essere più consapevoli della realtà che ci circonda e delle conseguenze delle nostre azioni. Si tratta in realtà di una rivoluzione **culturale, politica** e anche **sociale**.



KNOWING \neq UNDERSTANDING



I nostri contatti

- Lorenzo Ramò:

lorenzo.ramo1996@gmail.com
3929721772

- Marco Ricci:

asso.ricci@gmail.com
3275472894

- Giuseppe Sormani:

giuseppe.sormani95@gmail.com
3932021320

Le immagini-Parte 1

FONTI IMMAGINI

- 1: <https://www.youzoostore.com/biosfera-bioglobe-gorgonia-sferica.html>
- 2: <https://scienze.fanpage.it/e-il-nostro-pianeta-ed-e-l-unico-su-cui-c-e-vita-per-ora-cos-e-la-terra/>
- 3: <http://www.meteoweb.eu/2018/07/terra-afelio-sole-distanza-caldo/1119363/>
- 4: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1977/prigogine/biographical/>
- 5: <https://www.wired.it/scienza/biotech/2019/03/01/topi-occhi-infrarosso-nanotecnologie/>
- 6: <https://it.depositphotos.com/72117853/stock-photo-infrared-image-panorama-of-zagreb.html>
- 7: Dispense corso «Celle solari funzionamento e materiali» Francesco Buatier de Mongeot, UNIGE, 2019, Corso di Laurea Magistrale in Scienza e Ingegneria dei Materiali
- 8: <https://www.ilfattoquotidiano.it/2014/06/09/discarica-di-scarpino-piena-genova-rischia-linvasione-dei-rifiuti/1017164/>
- 9: http://www.roveretoest.it/ecologia/la_piramide_alimentare_nel_bosco.html
- 10: http://www.nationalgeographic.it/popoli-culture/2018/04/17/news/economia_circolare_e_sostenibile_pratesi-3945230/
- 11: <https://www.lavoraresenzacarta.net/ha-futuro-it-bivio-senza-ritorno/>
- 12: <https://www.pinterest.it/pin/268456827759056940/>
- 13: <https://www.treehugger.com/bikes/backwards-brain-bicycle-you-cant-ride-bike-unless-you-practice-everyday-8-months.html>

Le immagini-Parte 2

- 1: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sun>
- 2: https://www.repubblica.it/scienze/2017/05/19/news/fusione_nucleare_terminato_il_primo_magnete_ora_produce_energia-165830508/
- 3: <https://www.iter.org/proj/inafewlines>
- 4: <https://i1.wp.com/www.scientificast.it/blog/wp-content/uploads/2015/12/JG05.537-1c-742x600.jpg>
- 5: <https://www.nature.com/articles/nphys3736/figures/1>
- 6: https://digilander.libero.it/quantum2008/Fisica_moderna/energia.htm
- 7: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/Nuclear_fission_reaction.svg
- 8: <https://www.ilpost.it/2019/03/06/tavola-periodica-degli-elementi-mendeleev/>
- 9: <https://giphy.com/gifs/sun-ctGFLebG1AqK4>
- 10: <https://catania.gds.it/articoli/economia/2017/03/31/catania-un-progetto-per-produrre-celle-fotovoltaiche-super-efficienti-abaab396-2d74-4b02-9dbe-d0b65fe58e98/>
- 11: <https://www.buongiornoalghero.it/contenuto/0/29/39275/antonio-diana-contro-eolico-e-fotovoltaico-il-sindaco-di-stintino-chiama-a-raccolta-il-territorio>
- 12: Eu energy in figures, commissione europea, pagina 11
- 13: <http://educazionetecnica.dantect.it/2011/11/21/la-chiave-di-volta-dell'energia-fusione-a-freddo/>
- 14: «Principles of fusion energy»- A.A. Harms et al.

Le immagini-Parte 3

FONTI IMMAGINI

- 1: <https://www.cnet.com/roadshow/news/tesla-model-y-suv-livestream-recap-what-you-missed/>
- 2: <http://www.meteoweb.eu/2016/08/traffico-se-si-rimane-in-coda-dentro-lauto-40-di-smog-rispetto-a-fuori/734175/>
- 3: Vedere fonte 3 bibliografia
- 4: <https://www.nissan.it/veicoli/veicoli-nuovi/leaf/offerte.html>
- 5: <https://www.motoreitaliano.it/toyota-yaris/>
- 6: EU energy in figures Statistical pocketbook 2018
- 7: Vedere fonte 3 bibliografia
- 8: Vedere fonte 3 bibliografia
- 9: <https://www.elettricomagazine.it/wp-content/uploads/2015/11/Celle-solari.jpg>
- 10: <http://c1cleantechnicacom.wpengine.netdna-cdn.com/files/2016/01/Tesla-Motors-battery-cell.jpg>
- 11: <https://www.startmag.it/innovazione/perche-la-tecnologia-peggiorato-trasporto-aereo/>

Consigli di lettura

BIBLIOGRAFIA

1:«Energia per l'astronave Terra – L'era delle rinnovabili» Nicola Armaroli e Vincenzo Balzani, Zanichelli editore

2:«Chimica verde 2.0. Impariamo dalla natura come combattere il riscaldamento globale» Guido Saracco, Zanichelli editore

3:«Tempi storici Tempi biologici» Enzo Tiezzi, Donzelli editore

Le fonti di informazione-Parte 2

BIBLIOGRAFIA

1: «**Principles of fusion energy**»- A.A. Harms et al.

2: Diapositive corso di fisica applicata, scienza dei materiali- prof. P. Prati;

<https://www.ge.infn.it/~prati/Fisica%20applicata%20per%20scienze%20dei%20materiali/FisAppl.htm>

3: Sito ufficiale progetto ITER - iter.org

Le fonti di informazione-Parte 3

BIBLIOGRAFIA

1: Walter Klopffer and Birgit Grahl «Life Cycle Assessment (LCA) A Guide to Best Practice »

2: «BS EN ISO 14040:2006 »

3: «Life cycle assessment of future electric and hybrid vehicles: A cradle-to-grave systems engineering approach »

Carla Tagliaferri, Sara Evangelisti, Federica Acconcia, Teresa Domenech, Domenech, Paul Ekins, Diego Barletta, Paola Lettieri

Link a video interessanti

- <https://www.youtube.com/watch?v=zLncugfuh08&t=12s>

Grazie per l'attenzione!

