

Laboratorio di.
Risorse- Economia- Ambiente

Lezione 9

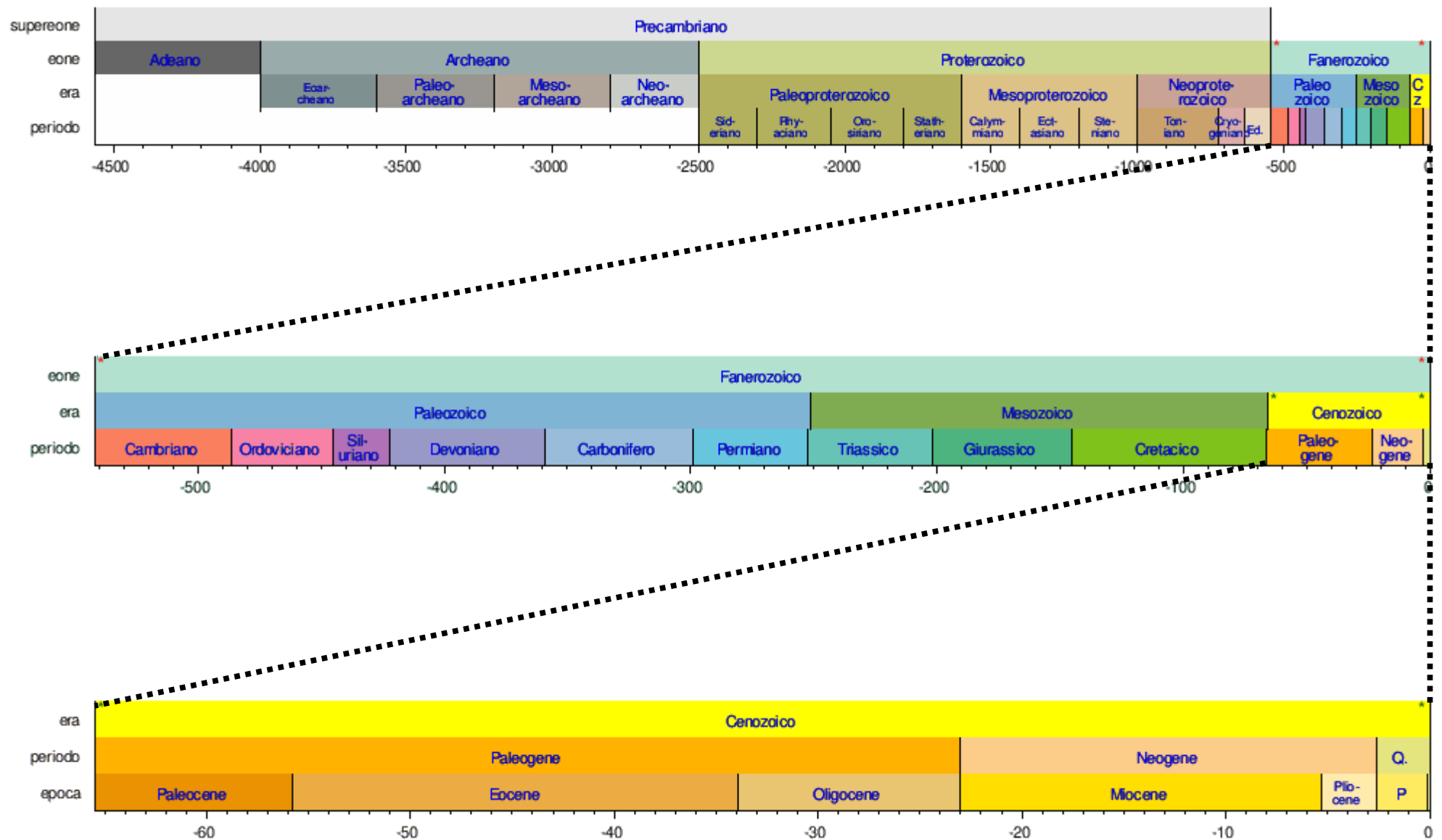
Giovedì 26 marzo 2020

**Metalli e minerali
Georisorse.**

Totale ore: 20/24

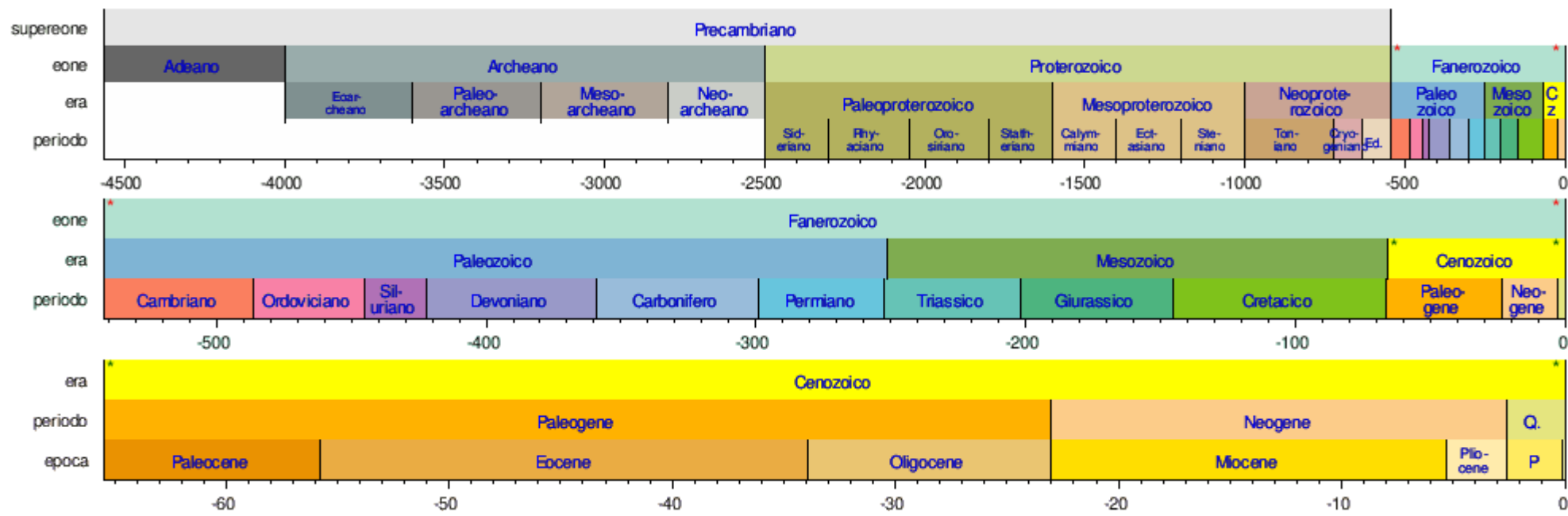
Come, quando e in quanto tempo si sono formati i minerali che estraiamo dal sottosuolo.

La storia del pianeta.



Una Breve storia della Terra.

Adeano. La nascita della Terra si fa generalmente risalire a 4,55 miliardi di anni fa dalla condensazione della nube che costituiva il proto sistema solare. La condensazione del pianeta in forma solida marca l'inizio del periodo denominato Adeano (da Ade l'antico nome greco del dio degli inferi o del mondo delle Ombre, il sottosuolo). In questa fase che dura 500 milioni di anni (My) il pianeta fonde per effetto del rilascio di energia gravitazionale e gli elementi più pesanti, ferro e nickel (Fe, Ni) affondano verso il centro formando il nucleo centrale semiliquido del pianeta (la catastrofe del Ferro), mentre gli elementi più leggeri, il Silicio (Si) l'Alluminio (Al) e l'Ossigeno (O) restano in superficie e, dopo il raffreddamento vanno a formare la crosta terrestre solida. Si forma così una struttura interna del pianeta non dissimile da quella attuale, un nucleo metallico caldo un mantello più freddo e la crosta terrestre, la parte più esterna costituita prevalentemente da silicati, ossidi e carbonati. Nell'ultima fase dell'Adeano la Terra subisce un intenso bombardamento di meteoriti che ne accresce la massa e il contenuto di metalli pesanti sulla superficie (un fatto importante per l'esistenza di risorse minerarie) e potrebbe anche aver portato sulla Terra l'acqua che oggi costituisce gli oceani. Al termine dell'Adeano si fa risalire anche l'inizio della vita nella forma più semplice dei procarioti, organismi unicellulari privi di nucleo cellulare. Si pensa che la vita possa essersi originata vicino a sorgenti idrotermali sul fondo degli oceani dove gli organismi potevano sfruttare l'energia chimica di composti inorganici prodotti nel mantello. Il sole è in questa fase 30% più freddo di oggi e questo solleva un problema riguardante il fatto che la Terra è in gran parte coperta di acqua liquida piuttosto che di ghiaccio (paradosso del giovane sole). Si pensa che la temperatura sia tenuta più alta dello zero centigrado proprio dall'acqua liquida che assorbe efficacemente la radiazione solare.

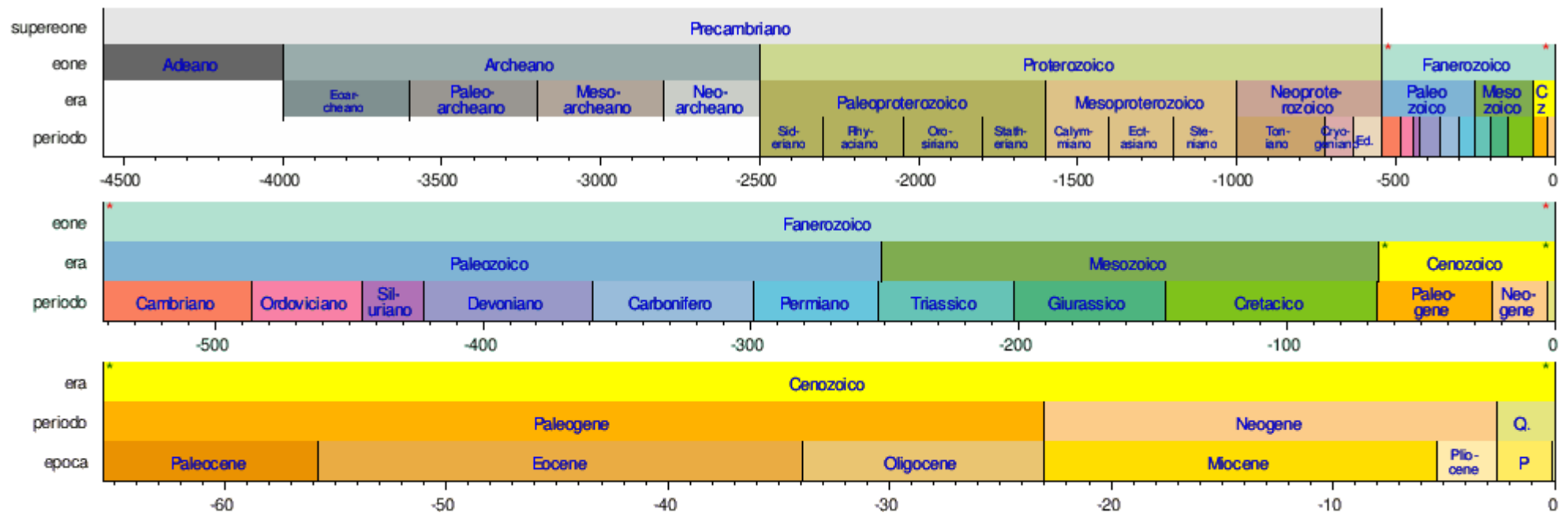


BIF: Banded Iron Formations



Archeano. 3,8 My fa si fa iniziare l'eone denominato Archeano nel quale si formano le masse continentali simili a quelle attuali costituite di materiali ricchi in silicati che "galleggiano" sulla parte superiore della crosta oceanica che è più densa. Si pensa anche che l'acqua sia presente in quantità molto maggiore (fino a tre volte quella attuale) e che per questo la superficie terrestre sia occupata in gran parte dagli oceani. Nel corso del tempo l'acqua è andata incontro ad un processo di riduzione per assorbimento da parte delle rocce del mantello (formazione di idro-silicati) e fotodissociazione (rottura della molecola di acqua H_2O in idrogeno e ossigeno). Anche durante l'Archeano la radiazione solare è più debole che attualmente, ma l'insieme del basso albedo degli oceani (bassa riflessione della radiazione incidente) e la presenza di gas serra, mantiene la temperatura media ben al di sopra dello zero centigrado. Anzi si pensa che l'Archeano sia stato in media piuttosto caldo rispetto al presente. In questo eone inizia anche il processo fotosintetico da parte di organismi unicellulari. Il principale sottoprodotto della fotosintesi, l'ossigeno (O_2) non si accumula in atmosfera perché reagisce immediatamente con gli elementi liberi sulla superficie terrestre e disciolti nell'acqua come il Fe. È da questi eventi che si formano, sul fondo dei mari, i sedimenti ricchi di ossidi di ferro da cui oggi estraiamo il ferro. Al termine dell'Archeano si verifica un evento ancora non totalmente compreso e indicato come "la grande ossigenazione". Tale evento porta la concentrazione di ossigeno a livelli molto più alti dei precedenti anche se non ancora ai livelli attuali. Si pensa che questo evento possa essere stato determinato dal consumo del ferro disciolto che, come abbiamo detto, rimuoveva ossigeno dall'atmosfera man mano che veniva emesso dagli organismi fotosintetici.

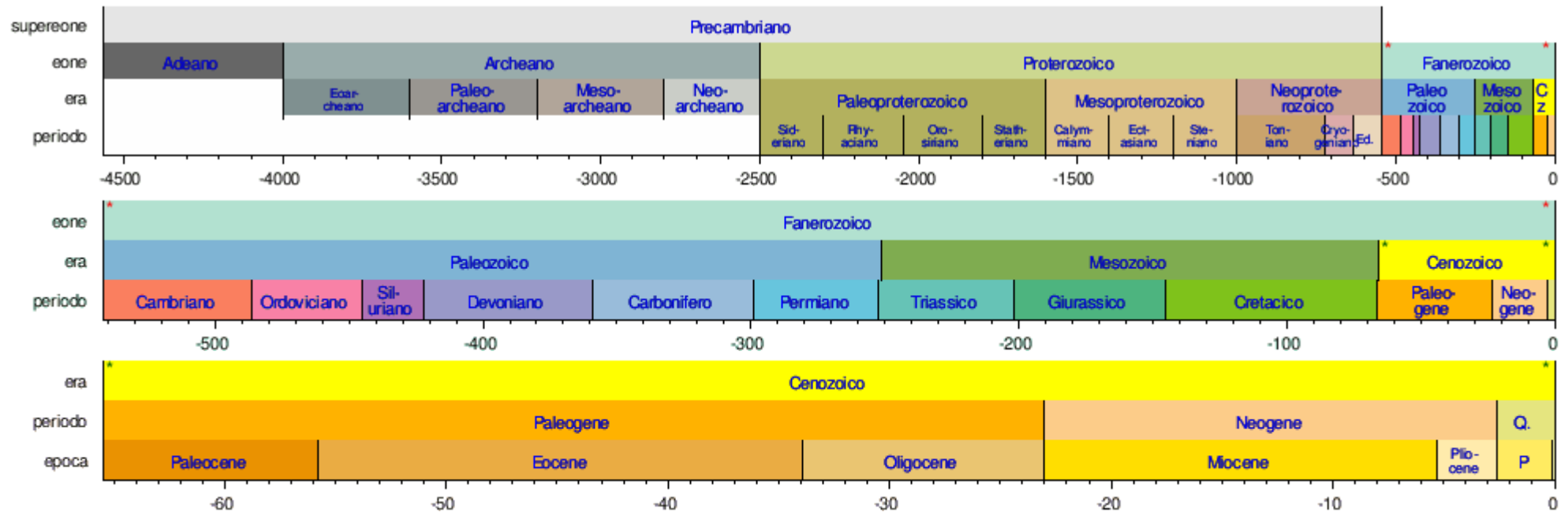
Nella pagina seguente la foto di un campione di BIF (Banded Iron Formations) rocce ricche di ossidi di ferro (rosso ruggine) formati durante i periodi successivi di ossigenazione dell'atmosfera. Questi sono depositi sedimentari di ferro che sfruttiamo oggi per procurarci il più importante metallo della storia e del tempo presente (vide infra).



Proterozoico. Con la grande ossigenazione 2,4 My fa si chiude l'Archeano e si apre l'eone Proterozoico (eone delle prime forme viventi) In questo periodo che si fa arrivare fino a 540 My fa, si sviluppano microorganismi in grado di utilizzare l'ossigeno nel loro metabolismo. Anche se ancora in forma unicellulare la vita esplose. Ed è solo al termine di questo eone che si osservano le prime forme di vita pluricellulare.

Fanerozoico. È l'eone attuale (della vita evidente) e va da 540 My fa ad oggi. In questo periodo si sviluppa in particolare la vita pluricellulare, vengono colonizzati i continenti emersi. La produttività primaria raggiunge probabilmente un picco nella prima parte di questo eone e declina lentamente successivamente. Di questo periodo sono note anche cinque fasi di estinzione di massa degli esseri viventi, determinate da diversi fenomeni, alcuni dei quali ancora controversi. La Terra prende lentamente la forma attuale e i vari comparti della biosfera e dell'ecosistema si costituiscono come sono oggi conosciuti. L'ultimo periodo del Fanerozoico l'Olocene è quello che fa da 12.000 anni fa ad oggi ed è caratterizzato dall'espansione di Homo sapiens tanto da essere stato nominato anche Antropocene.

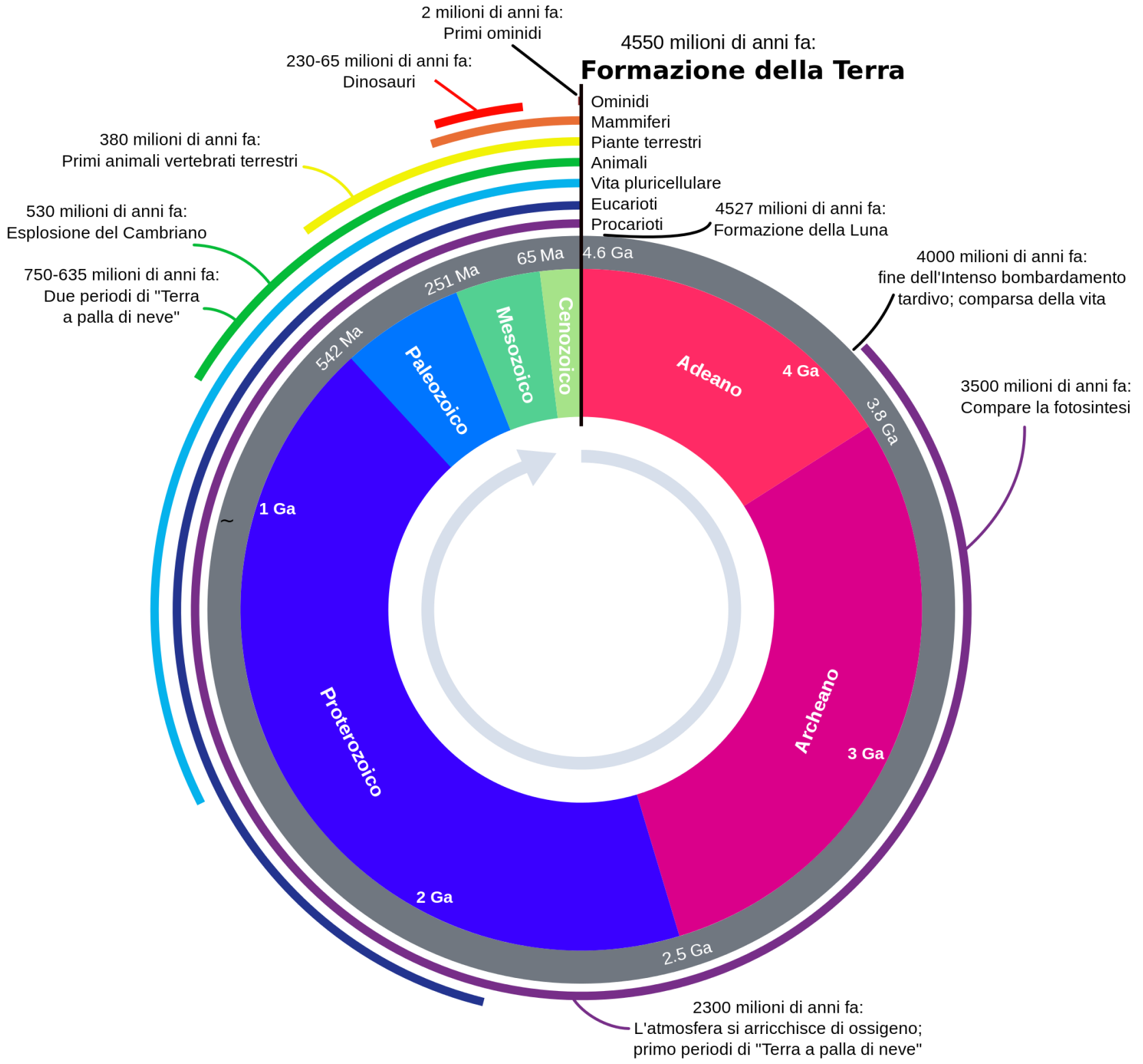
La pagina che segue rappresenta un sommario della Storia Naturale.



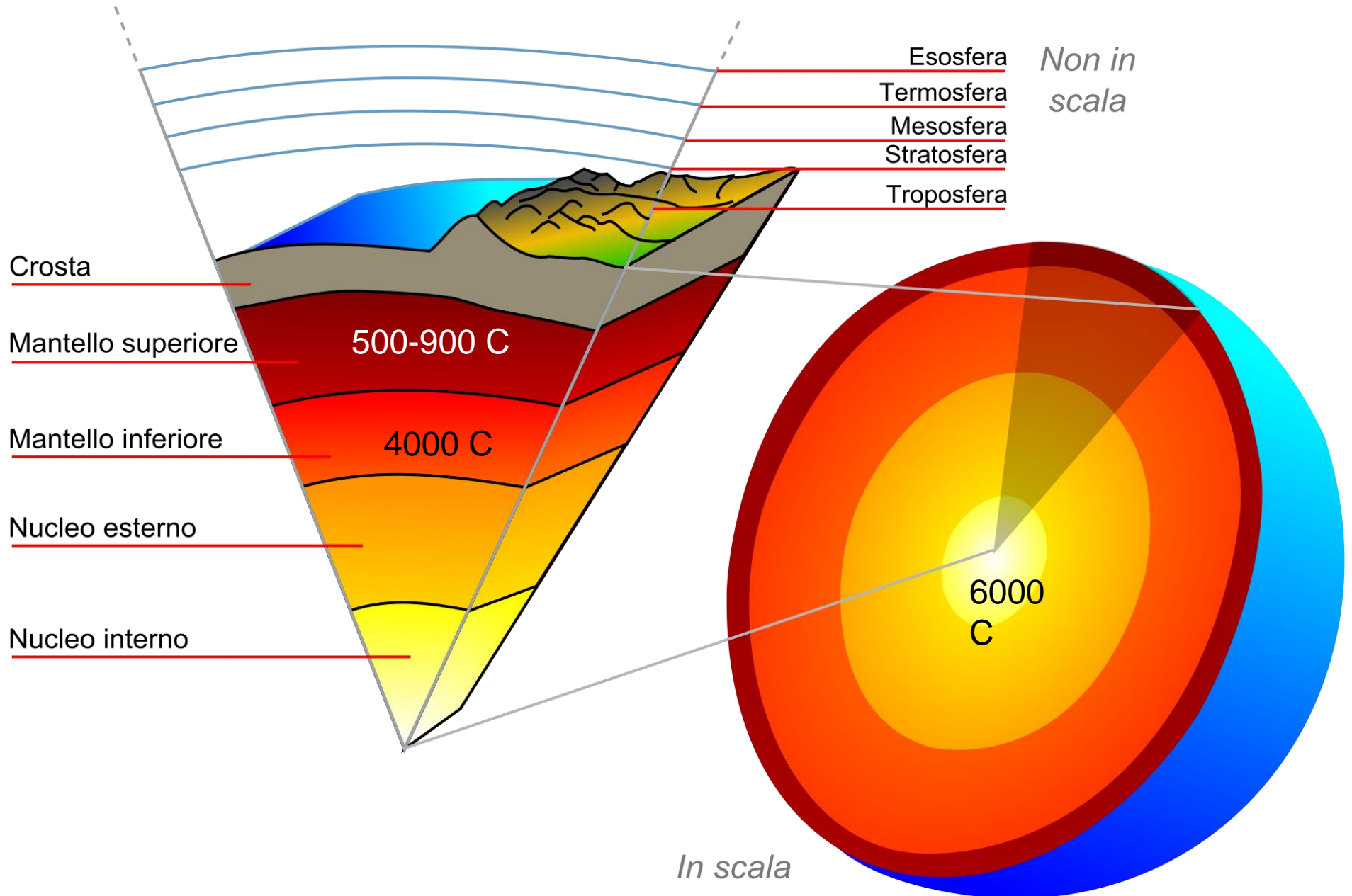
I 4,5 miliardi di storia della terra ridotti a un anno.

Tempo alle 24 del 31 dicembre	data	Evento
Oltre 10 mesi	Metà febbraio	Comparsa procarioti
Oltre 9 mesi	Metà marzo	Fotosintesi
Oltre 6 mesi	Maggio- Giugno	Ossigenazione
6 mesi	Fine giugno	Comparsa eucarioti
4 mesi	Fine agosto	Comparsa organismi pluricellulari
40 giorni	20 novembre	Esplosione del Cambriano
30 giorni	30 novembre	Comparsa vertebrati
4 giorni	27 dicembre	Estinzione dei dinosauri
12 ore	31/12 h:12:00	Comparsa primi ominidi
1 ora e mezzo	31/12 h 23:30	Comparsa Homo sapiens
1-2 minuti		Sviluppo dell'agricoltura
14 secondi		Nascita di Cristo
4 decimi di secondo		Nascita del sottoscritto (1957)

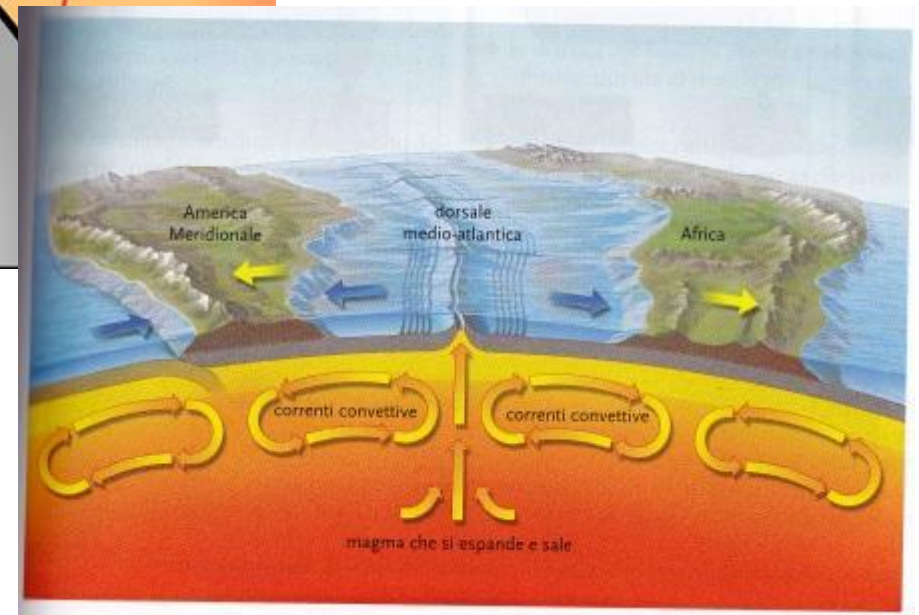
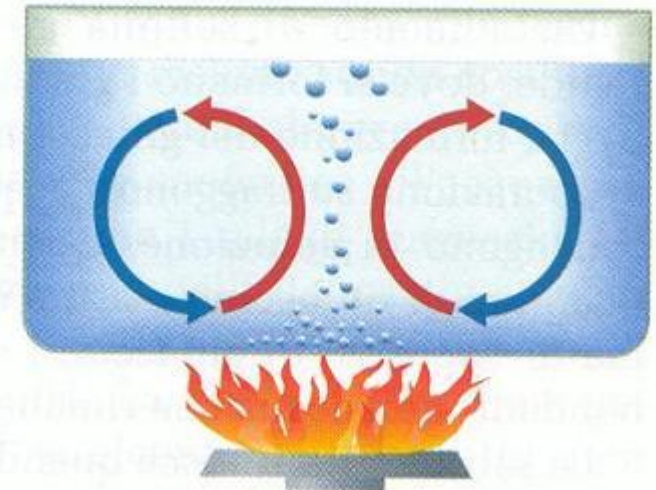
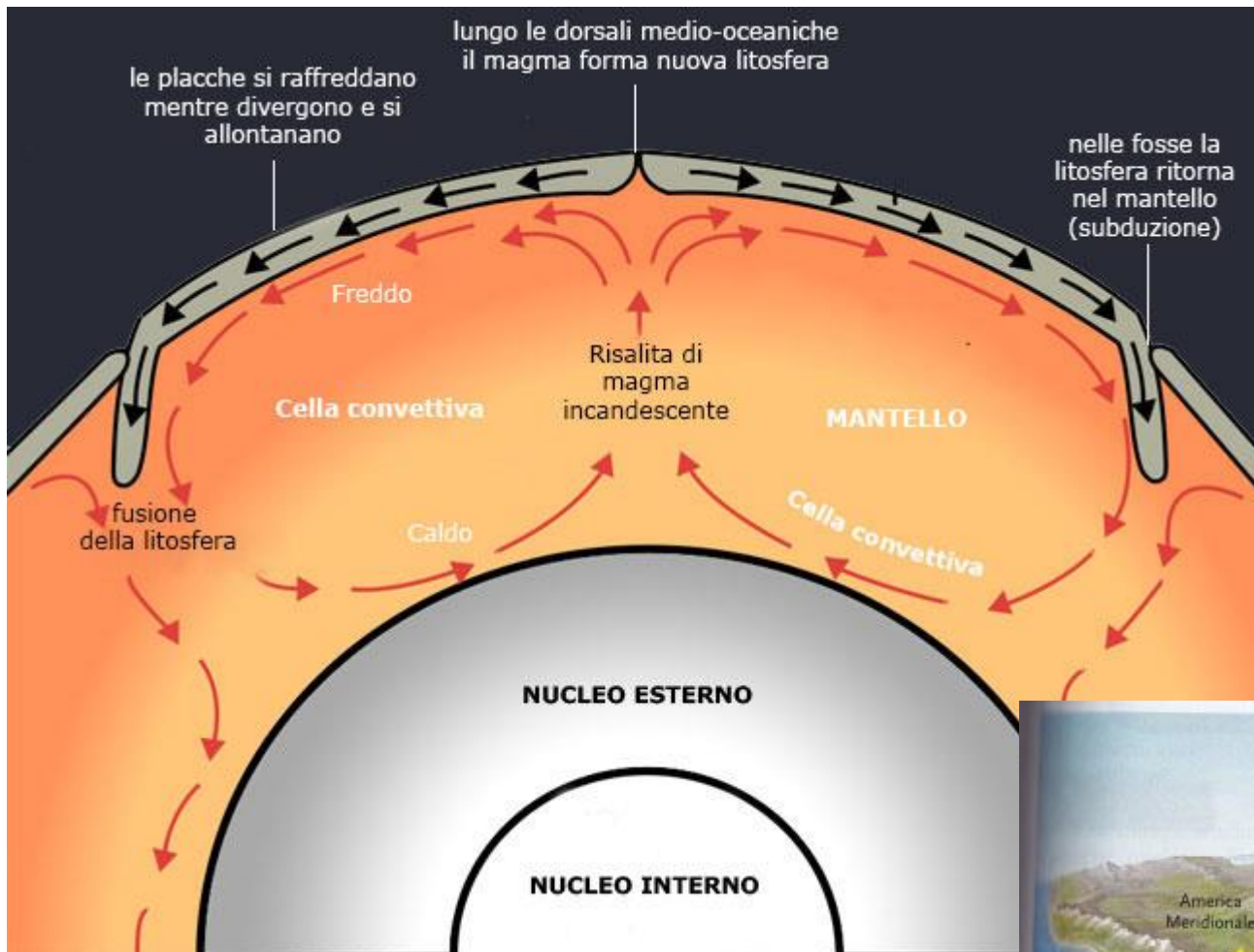
Formazione della Terra



Struttura interna della Terra

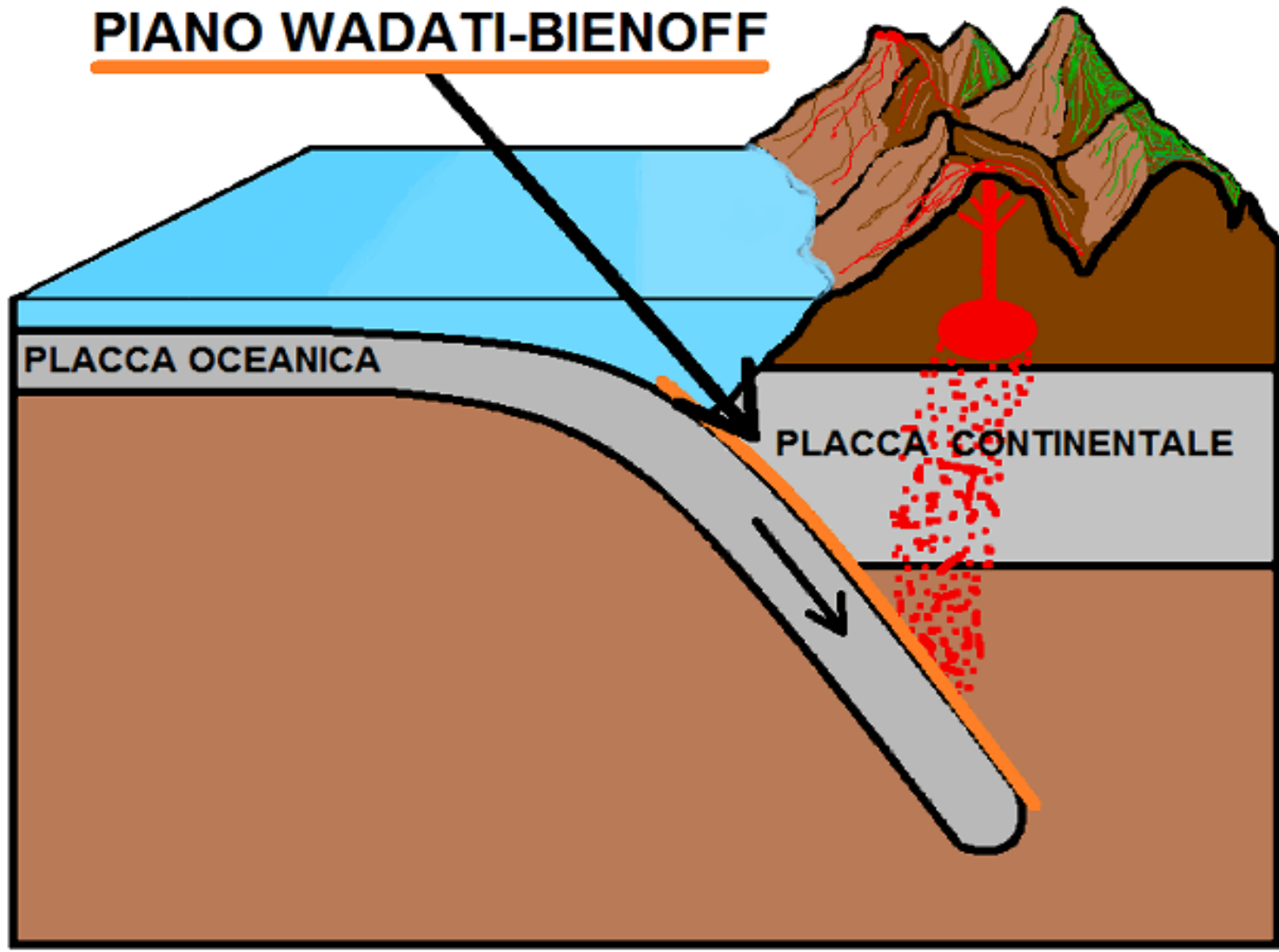


Moti convettivi del mantello e deriva dei continenti



Zone di subduzione

BORJA - 19/01/2013
www.mapsism.com

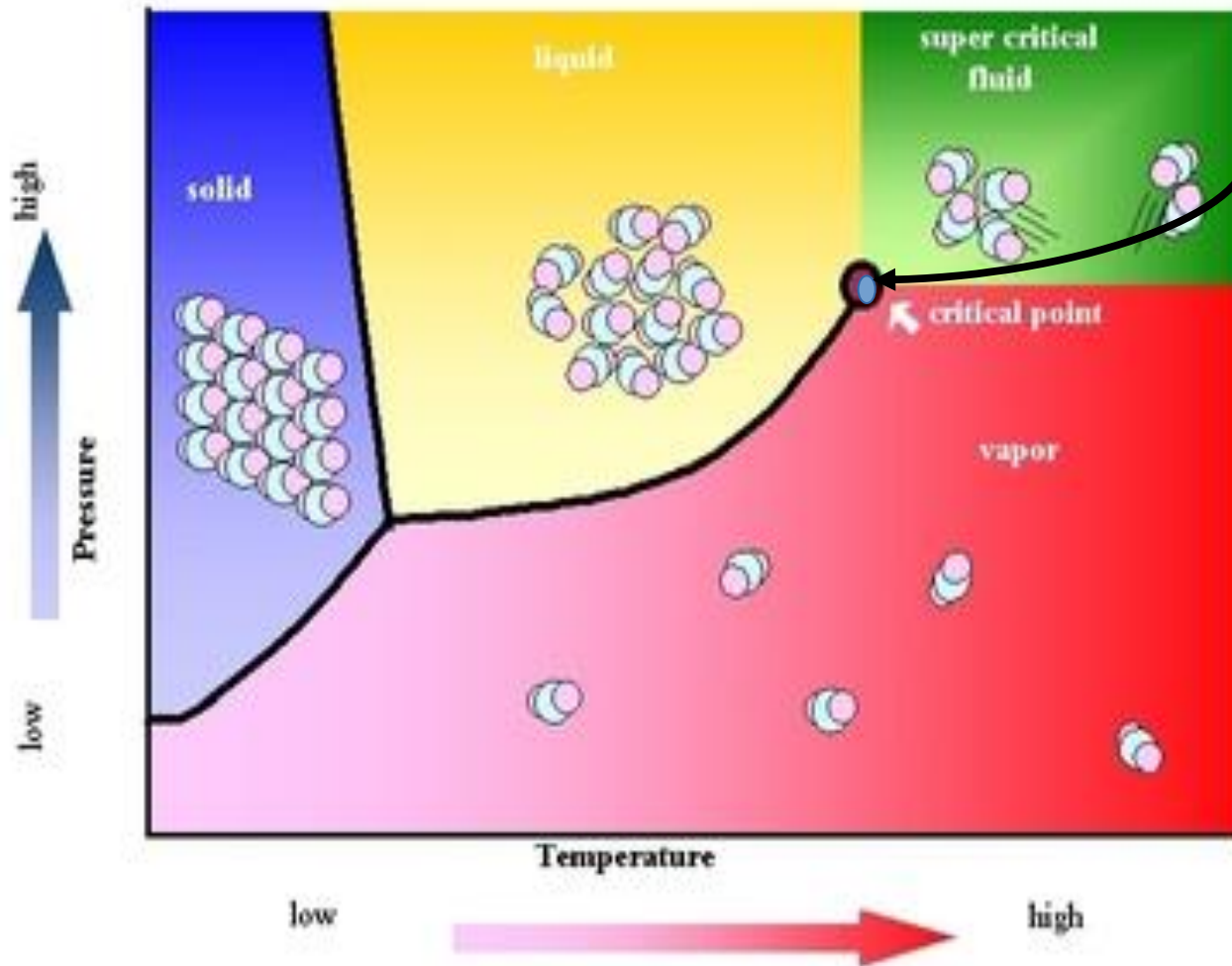


Il ciclo geologico dell'acqua. L'acqua contenuta nei sedimenti presenti nella placca oceanica vengono spinti nella zona di subduzione dove si immergono al di sotto della placca continentale nel mantello. Oltre una certa temperatura l'acqua assume uno stato che non è né gassoso né liquido, ma è detto supercritico. L'acqua supercritica ha la caratteristica di essere molto reattiva e di sciogliere molti minerali arricchendosi di ioni metallici (cioè atomi di metalli con una carica elettrica). Quando questa acqua supercritica risale verso la superficie, si raffredda e da essa precipitano i minerali creando molti tipi di depositi minerali. Questo tipo di formazione dei depositi minerali viene definita **Sintesi Idrotermale**.

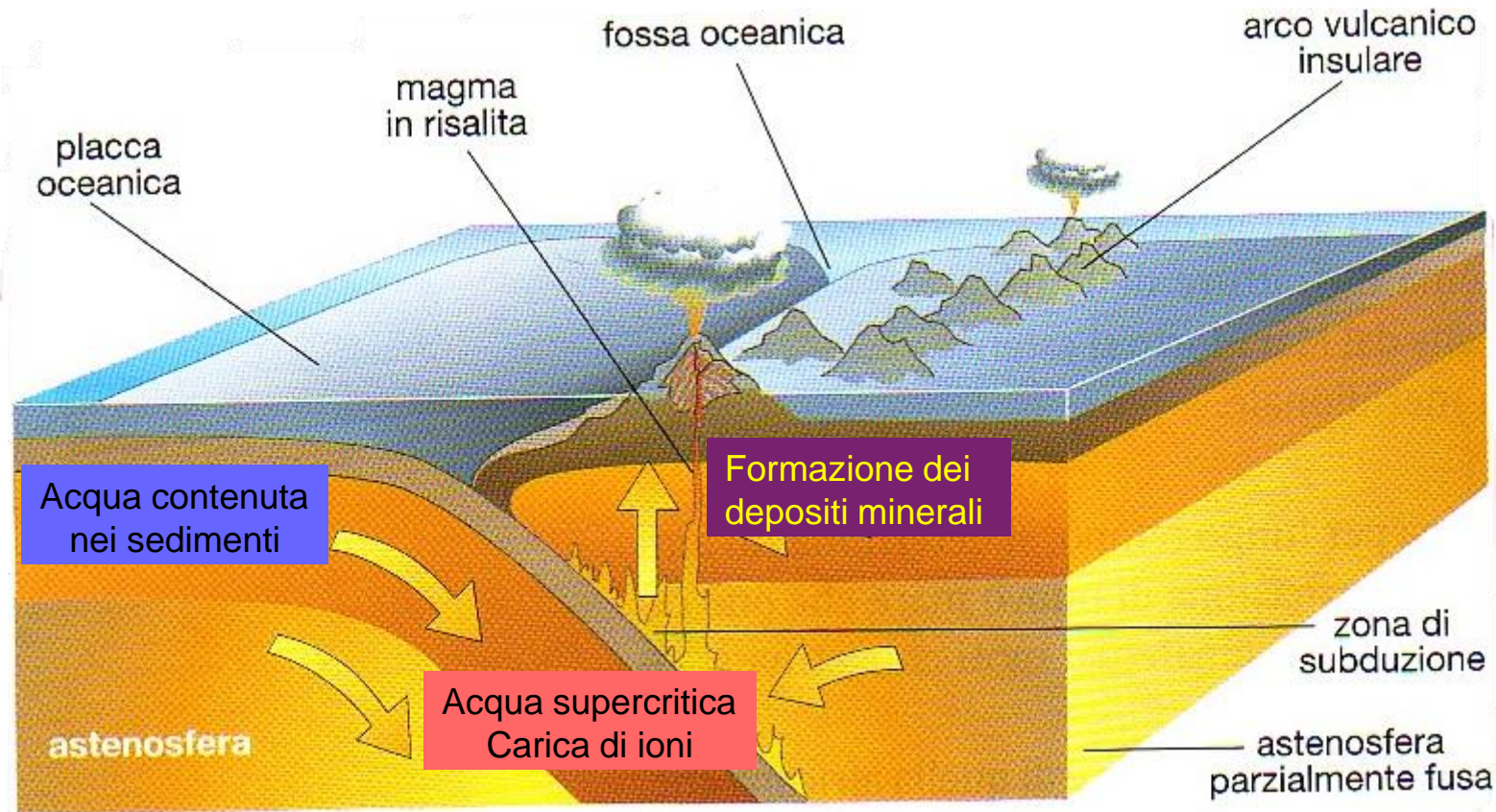
Punto critico: 647 **K** (374 **°C**)
e pressione di 22,064 **MPa**.

$$1 \text{ Atm} = 101325 \text{ Pa}$$

$$\frac{22,064 \cdot 10^6 \text{ Pa}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa/Atm}} = 21,78 \text{ Atm}$$



Ciclo dell'acqua e sintesi idrotermale



Altri tipi di giacimenti. I giacimenti idrotermali non sono gli unici di interesse economico, importanti sono anche quelli di tipo sedimentario, come quelli di ossidi di ferro già visti con le Banded Iron Formations (BIF), i depositi alluvionali (placers) e quelli magmatici. Tutti i depositi minerali che l'uomo sfrutta hanno comunque un fatto in comune: dipendono dalla natura vivente del pianeta dalla sua dinamica interna come da quella della biosfera e degli altri compartimenti dell'ecosfera. È grazie ai gradienti energetici presenti fra nucleo- mantello e crosta terrestre che si possono formare dei depositi di minerali più concentrati che nella roccia indifferenziata. Gradienti energetici (cioè differenze di energia nello spazio) sono essenziali in ogni altro fenomeno che porti alla separazione ed alla concentrazione di materiali. Quando siamo andati sulla Luna abbiamo trovato un corpo celeste morto, le cui rocce sono sostanzialmente indifferenziate nelle quali la concentrazione degli elementi non si distingue dalla media dell'abbondanza attesa per una roccia indifferenziata.

Breve storia delle miniere. Le piante estraggono la maggior quantità degli elementi chimici (Azoto, carbonio, idrogeno e ossigeno. NB l'idrogeno H, è presente solo in combinazione con l'ossigeno nell'acqua, H₂O e uno dei passaggi fondamentali della fotosintesi è proprio la scissione dell'acqua per ottenere l'idrogeno necessario per costruire i composti organici che sono la base della vita) di cui hanno bisogno dall'atmosfera dove sono presenti in forma gassosa. Ma l'1% circa degli elementi chimici viene "estratto" dal sottosuolo attraverso le radici. Elementi essenziali alla vita oltre a quelli citati sono: il fosforo (P) e il calcio (Ca) per le ossa (il P è anche un elemento essenziale nei cicli energetici, nel metabolismo degli organismi viventi, ed è generalmente più concentrato negli organismi che nell'ambiente), lo zolfo (S) presente in alcune proteine, il ferro (Fe) per il trasporto dell'ossigeno nel sangue (emoglobina) il sodio (Na) e il potassio (K) come neurotrasmettitori. Questi elementi sono estratti dal suolo per azione delle piante e assunti dagli animali attraverso i tessuti vegetali. La biosfera produce 56 miliardi di tonnellate di biomassa ogni anno, di questa biomassa circa 500 milioni di tonnellate viene estratta ogni anno dalla crosta terrestre attraverso le radici delle piante e redistribuita nella catena alimentare. "Recentemente qualcosa è cambiato. Ed è successo molto rapidamente su scala geologica. Una specie appartenente al regno animale ha iniziato a fare qualcosa che nessun animale aveva mai fatto prima: estrarre minerali direttamente dal sottosuolo senza l'intermediario delle piante. È una specie che scava, trivella, tritura, estrae e processa il suolo terrestre per ottenere le sostanze di cui ha bisogno. Una specie di minatori: gli esseri umani" [Ugo Bardi. Extracted. How the quest for mineral wealth is plundering the planet. 2014]

All'inizio è la pietra. Per il 99% del tempo la nostra specie ha utilizzato strumenti fatti di pietra. Sono state trovate cave e miniere preistoriche dalle quali si estraeva le pietre più adatte per la creazione di strumenti litici: selce, quarziti, ossidiana (vetro vulcanico) e giada e per estrarre minerali coloranti come l'ocra (un ossido di ferro chiamato ematite. Le prime miniere di questo tipo appaiono al passaggio dal paleolitico al neolitico insieme ad altri segnali di una rivoluzione tecnologica, culturale e demografica indicata dall'apparizione dell'agricoltura, del vasellame di terra cotta e della creazione di opere non finalizzate a qualche scopo pratico come statue e statuette.

Breve storia dei metalli. Fra i minerali più importanti ci sono quelli da cui si ottengono i metalli che sono la base della tecnologia da tempo immemorabile.

In realtà i primi metalli usati dall'uomo sono metalli nativi cioè che si possono trovare in natura direttamente in forma metallica, come l'oro (Au) e l'argento (Ag, dal 4000 a.C. e il rame dall'8000 a.C., o il ferro delle meteoriti. Intorno al 2500 a.C. compare lo stagno (Sn) che in lega con il rame forma una lega bassofondente e più dura, il bronzo (1200 a.C.). Il progresso delle tecniche metallurgiche permettono di iniziare ad utilizzare il rame contenuto nei carbonati riconoscibili per il loro colore verde o blu.

Il ferro (Fe) molto abbondante in forma combinata è raro in forma metallica dove si trova solo nelle meteoriti in combinazione con il nickel. Una tappa fondamentale è la scoperta del processo di riduzione degli ossidi metallici con metodi termici (praticamente in fornaci con carbone vegetale). A partire dal 1000 a.C. si scopre il modo di ridurre l'ossido di ferro alla temperatura adeguata formando l'acciaio una lega di ferro e carbonio più dura del ferro.

Nell'antichità si usa anche il piombo (Pb) episodicamente l'antimonio (Sb), usato per il colore nero del suo ossido come colorante e il mercurio (Hg) usato per la lega con oro e argento detta amalgama.

Oro, argento, rame, stagno, ferro, piombo sono i sei metalli dell'antichità. Sono questi sei metalli che determinano le relazioni economiche e geopolitiche delle nazioni del tempo fino al XVIII secolo.

L'ultimo metallo "antico", cioè scoperto prima dell'era moderna è il platino (Pt) scoperto nelle miniere d'argento del Perù. Gli altri metalli importanti sono isolati in seguito allo sviluppo della metallurgia e della chimica.

Zinco (Zn), cobalto (Co), nickel (Ni), manganese (Mn), molibdeno (Mo), Tungsteno (W), titanio (Ti) e cromo (Cr) sono isolati a partire dal 1730- 1750 in poi. Dopo il 1800 l'invenzione dell'elettrolisi permette di identificare l'alluminio (Al).

Ai giorni nostri il metallo più importante è il ferro prodotto in quantità che si misurano in miliardi di tonnellate per anno e gli altri cosiddetti "grandi metalli" che sono prodotti in quantità che si misurano in milioni di tonnellate. Si veda la figura alla pagina seguente.

I "metalli minori" sono prodotti in quantità inferiore al milione di tonnellate per anno.

La crescita della produzione di Ferro in anni recenti, dopo una lunga stasi durata decenni, è dovuta all'impetuoso sviluppo economico di Cina, India e altri paesi un tempo puramente agricoli. Cfr figura a pag 19.

I dati sulla produzione dei metalli e dei minerali sono presi dal sito dell'US Geological Survey (USGS)

Non può sfuggire a nessuno la pervasività dei materiali metallici nella vita di tutti i giorni. Una pervasività che fa gara con quella dei combustibili fossili e dei materiali plastici.

Come abbiamo detto l'uso dei metalli è antichissimo, ma l'estensione dell'uso odierno supera in un anno l'intera produzione dall'inizio della storia fino al XIX secolo.

La storia della rivoluzione industriale è inizialmente storia di ferro e carbone (e prodotti tessili).

Oggi la siderurgia, cioè l'insieme delle tecniche metallurgiche della filiera del ferro occupano ancora una posizione preminente a livello globale. Ogni paese in via di sviluppo inizia a costruire una infrastruttura industriale usando ferro (cioè i suoi prodotti, acciaio soprattutto). Insieme al ferro, come abbiamo visto vi sono una serie di metalli prodotti in quantità superiori al milione di tonnellate per anno, che vengono definiti "grandi metalli" e che sono anche stati applicati nella tecnologia moderna da molto tempo. Fino agli anni '70 del secolo scorso i metalli in uso per applicazioni tecnologiche erano meno di 20 (vide infra).

Lo sviluppo dell'elettronica e delle nuove tecnologie legate ad essa, la cosiddetta ITC (Information Communication Technology) hanno moltiplicato gli usi di metalli fino a tempi recenti considerati interessanti solo dal punto di vista della ricerca di base, proiettandone il consumo di ordini di grandezza e mettendo sotto pressione le riserve mondiali di ciascuno di essi.

Lavorazione e uso dei metalli



La maggior parte degli elementi chimici della Tavola Periodica sono metalli. Se si contano solo gli elementi stabili e quelli radioattivi come il Plutonio (Pu) che hanno qualche applicazione pratica (civile o militare) si trovano solo 18 non metalli veri e propri, 73 elementi metallici e 6 elementi che hanno proprietà intermedie, talvolta detti semi-metalli o metalloidi: boro (B), silicio (Si), germanio (Ge), arsenico (As), antimonio (Sb) e tellurio (Te).

Gli elementi restanti sono tecnezio (Tc) promezio (Pm) e i transuranici che sono tutti elementi artificiali ottenuti attraverso reazioni nucleari che non hanno applicazioni pratiche. La Tavola Periodica continua ad estendersi oltre il numero atomico 103 e recentemente si è aggiunto il numero 114 per il quale è stata proposta il nome di Levio (Levium) in onore del chimico italiano di origine ebraica Primo Levi. Proposta che non è stata accolta

Tutti i metalli si somigliano per le tipiche caratteristiche di lucentezza, malleabilità (cioè la capacità di essere stesi in lastre), duttilità (la capacità di essere tirati in fili), conducibilità termica ed elettrica. Vedere le foto nelle pagine 22-29.



Nella Tavola Periodica ad ogni elemento è riservato un riquadro contenente (dall'alto verso il basso) il numero atomico (pari al numero di protoni presenti nel nucleo) il simbolo e il nome. Generalmente sono indicate anche le proprietà essenziali dell'elemento, fra cui il peso atomico, il punto di ebollizione, quello di fusione ecc

ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

- metalli (gruppi principali)
- metalli (transizione)
- metalli (transizione interna)
- metalloidi
- non metalli

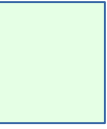
ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI

		ELEMENTI DI TRANSIZIONE										ELEMENTI DEI GRUPPI PRINCIPALI						
												3A (13)	4A (14)	5A (15)	6A (16)	7A (17)	8A (18)	
1	1A (1)																2	
1	1 H 1,008																2 He 4,003	
												5	6	7	8	9	10	
2	3 Li 6,941	4 Be 9,012											13 B 10,81	14 C 12,01	15 N 14,01	16 O 16,00	17 F 19,00	18 Ne 20,18
												13	14	15	16	17	18	
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31	3B (3)	4B (4)	5B (5)	6B (6)	7B (7)	(8)	(9)	(10)	1B (11)	2B (12)	31 Al 26,98	32 Si 28,09	33 P 30,97	34 S 32,07	35 Cl 35,45	36 Ar 39,95
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,39	31 Ga 69,72	32 Ge 72,61	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
6	55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	57 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (269)	111 Uuu (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (299)	115 Uup (288)	116 Uuh (292)		

ELEMENTI DI TRANSIZIONE INTERNA

6	lantanidi	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
7	attinidi	90 Th 232,0	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

GRUPPO

Elementi con isotopi stabili 

Elementi Artificiali & radioattivi 

	IA												0					
1	1												2					
	H												He					
	1.0079												4.0026					
2	3	4											5	6	7	8	9	10
	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
	6.941	9.012											10.811	12.011	14.007	16.00	19.00	20.179
3	11	12											13	14	15	16	17	18
	Na	Mg	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B		IB	IIB	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
	22.99	24.30										26.98	28.09	30.974	32.06	35.453	39.948	
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
	39.10	40.08	44.96	47.90	50.94	52.00	54.938	55.85	58.93	58.69	63.55	65.39	69.72	72.59	74.92	78.96	79.90	83.80
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
	85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.94	(98)	101.1	102.91	106.42	107.87	112.41	114.82	118.71	121.75	127.60	126.91	131.29
6	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
	Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	132.91	137.33	138.91	178.49	180.95	183.85	186.21	190.2	192.2	195.08	196.97	200.59	204.38	207.2	208.98	(209)	(210)	(222)
7	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112						
	Fr	Ra	†Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	§	§	§						
	(223)	226.02	227.03	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)	(266)	(269)	(272)	(277)						

*Lanthanide Series

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	144.24	(145)	150.4	151.97	157.25	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97

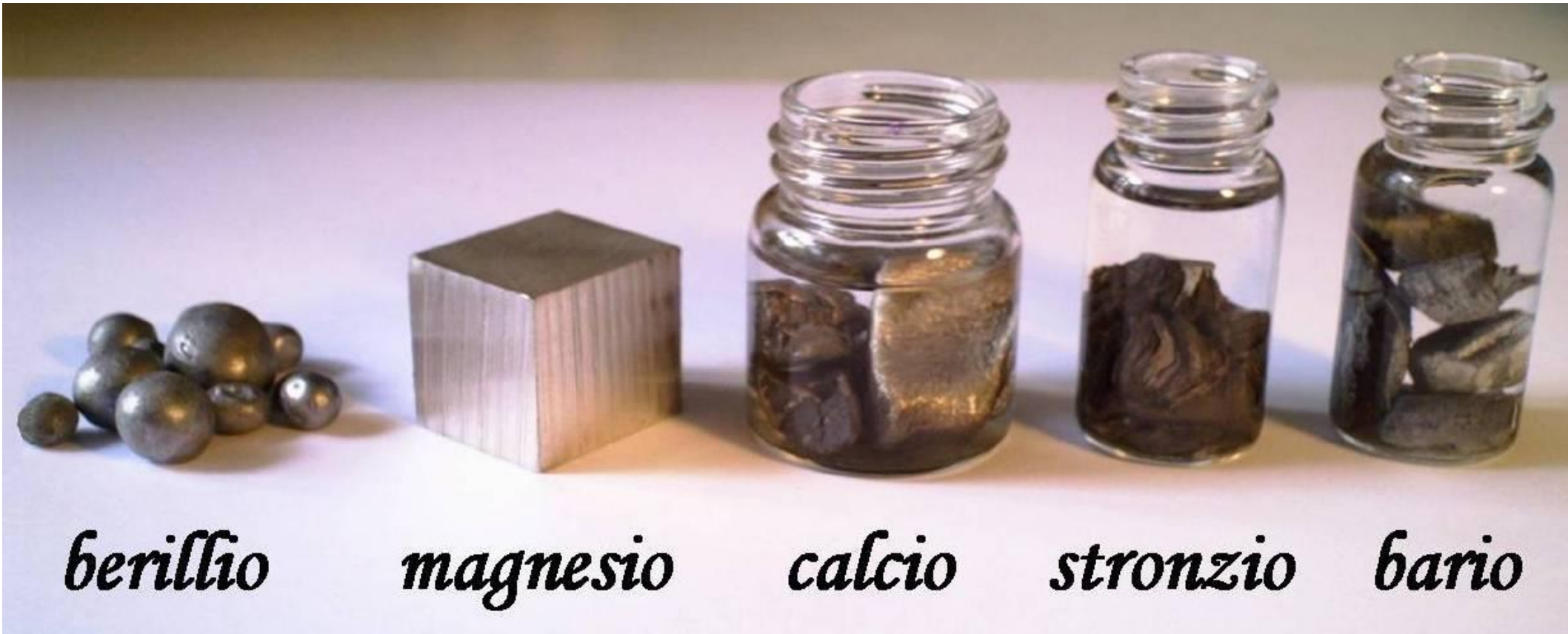
†Actinide Series

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.04	231.04	238.03	237.05	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)

Alcalini



Alcalino terrosi



Metalli di transizione

IIIB
IVB

VB



Metalli di transizione

VIB

VIIIB

VIIB



cromo



manganese



ferro



molibdeno



rutenio



tungsteno



renio



osmio

Metalli di transizione

VIIIB

VIIIB

IB



cobalto



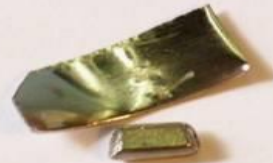
nichel



rame



rodio



palladio



argento



iridio



platino



oro

Metalli di transizione

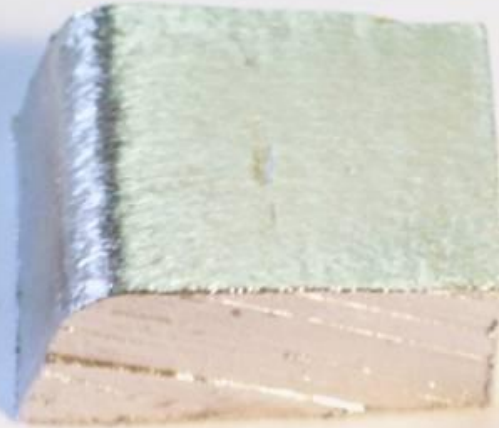
IIB



Gruppo del Boro



boro



alluminio



gallio



indio



tallio

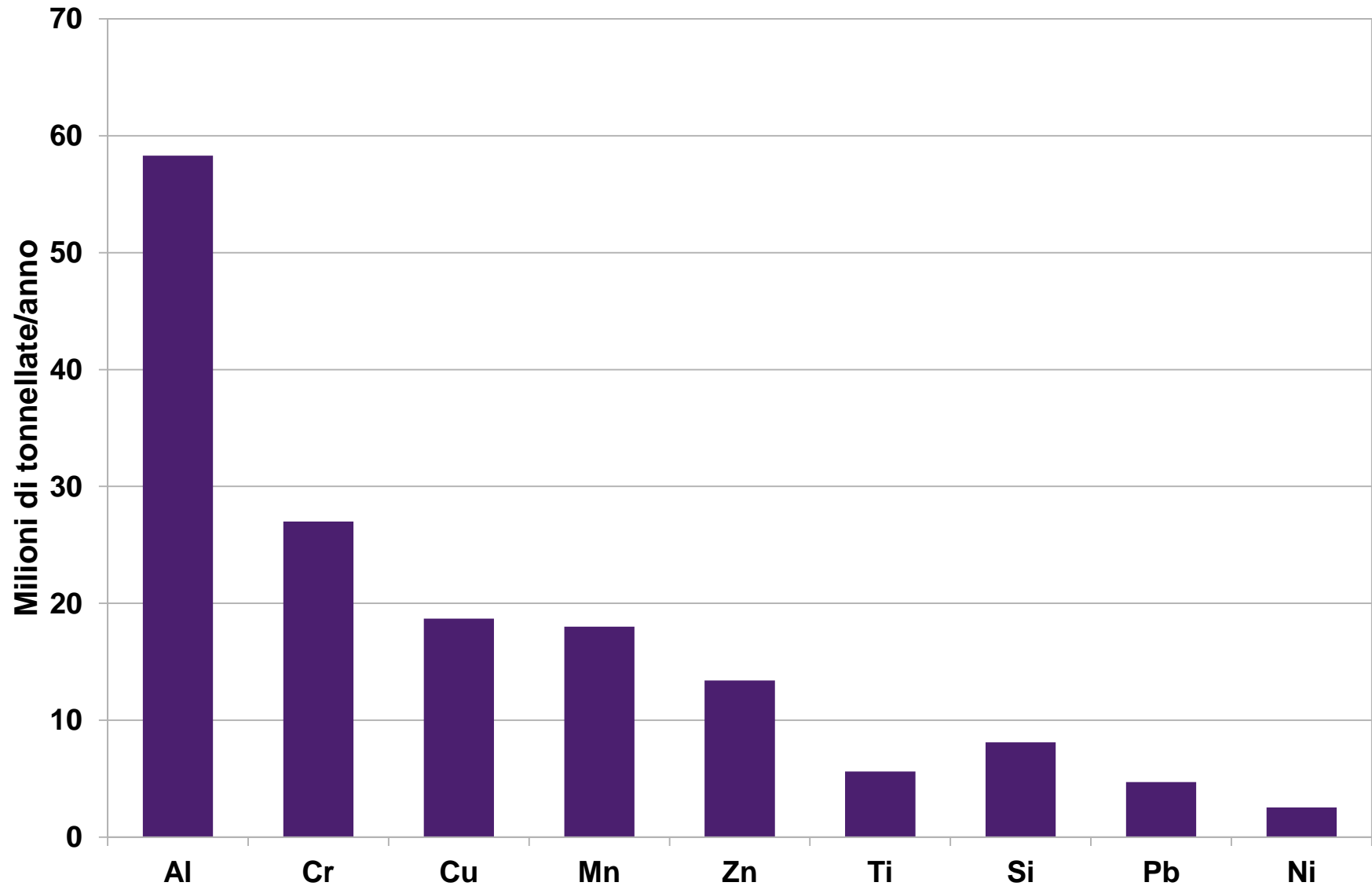
Gruppo del Carbonio



I grandi metalli

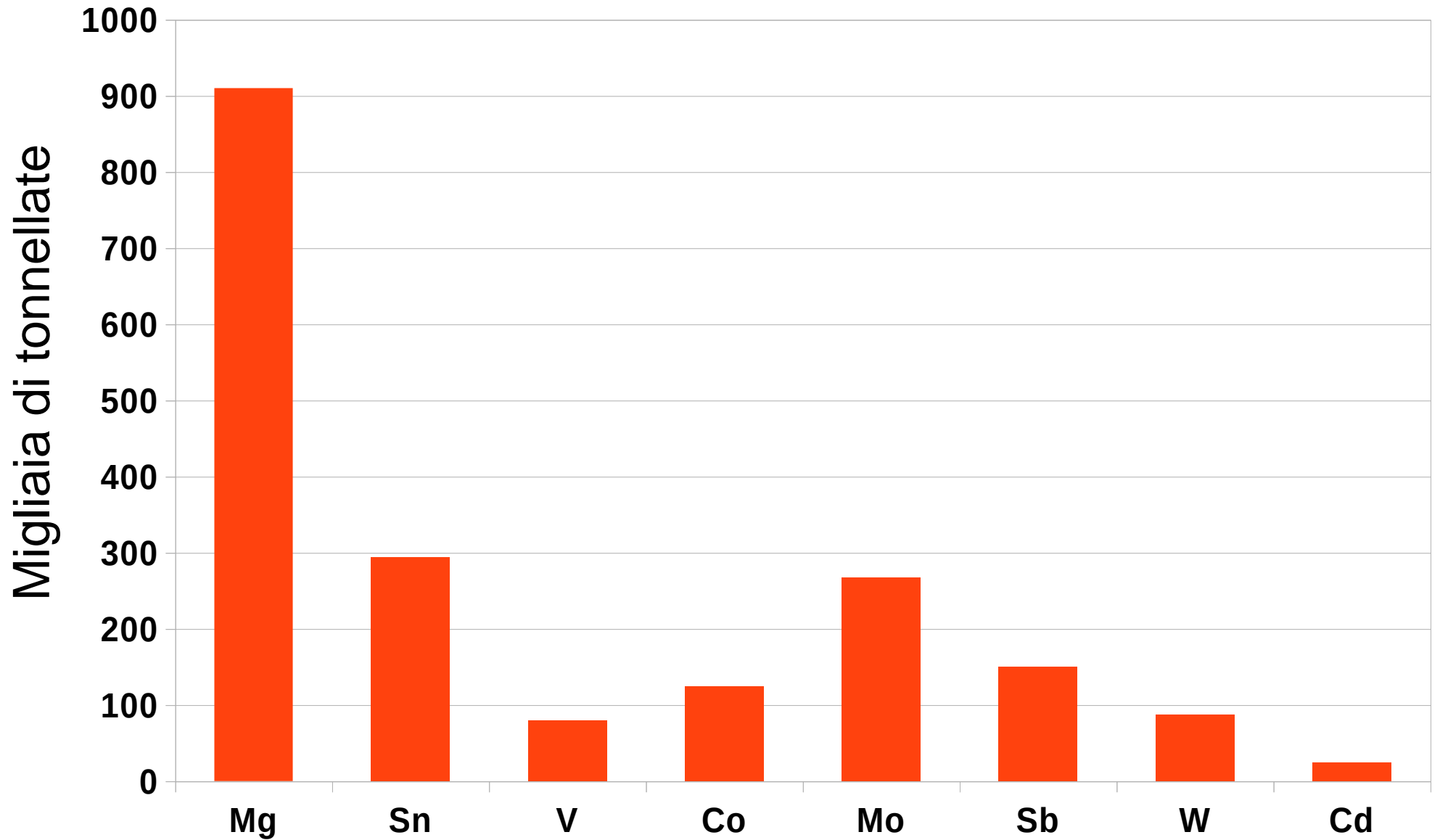
(produzione 2015 in Mt)

Fe 1180 Mt di ghisa e 1640 Mt di acciaio.



I metalli minori

(produzione 2015)



I sette metalli dell'antichità

The image shows a periodic table of elements. The seven ancient metals are highlighted with red boxes: Fe (Iron), Cu (Copper), Ag (Silver), Au (Gold), Hg (Mercury), Sn (Tin), and Pb (Lead). The table is color-coded by groups: Metals (blue), Metalloids (green), and Nonmetals (tan). The lanthanide and actinide series are shown below the main table.

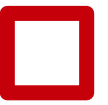
1																	18
H																	He
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12											13	14	15	16	17	18
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71			
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103			
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			

Grandi metalli e metalli minori

The periodic table is color-coded into three regions: Metal (blue), Metalloid (green), and Nonmetal (yellow). Red boxes highlight the following elements: Mg, Al, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ag, Cd, Au, Hg, Pb, U, and Pu.

1																	18	
H																	He	
3	4											5	6	7	8	9	10	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
11	Mg											13	14	15	16	17	18	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
19	20	21	4	5	6	7	8	9	10	11	12	31	32	33	34	35	36	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41		43	44	45	46			49	50	51	52	53	54	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
55	56	57-71	72	73		75	76	77	78			81		83	84	85	86	
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl		Pb	Bi	Po	At	Rn
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo	
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Metalli usati fino agli anni '70



Metalli in uso negli anni 2000



Legend: Metal (blue), Metalloid (green), Nonmetal (tan)

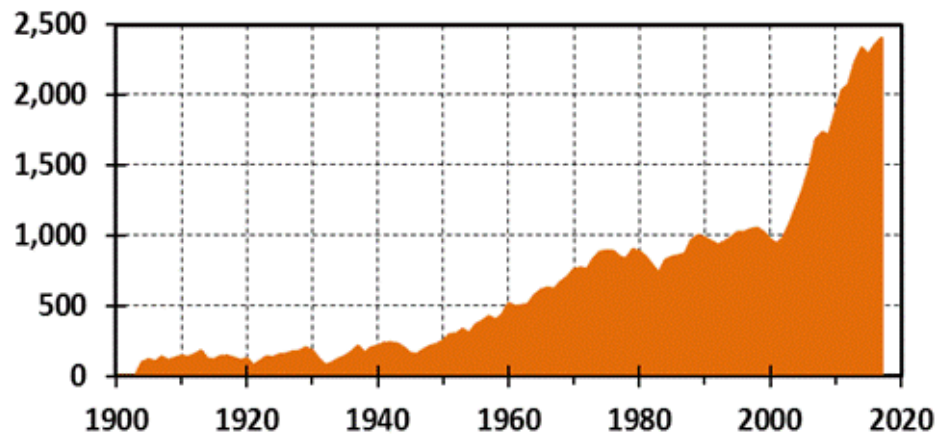
1																	18	
H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Rd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	57-71		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	89-103		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

The Periodic Table of the Elements, in Pictures

Periods	Alkali Metals Group 1	Alkali Earth Metals 2	Transition Metals										Boron Group 13	Carbon Group 14	Nitrogen Group 15	Oxygen Group 16	Halogens 17	Noble Gases 18		
1	H Hydrogen 1 Sun and Stars																	He Helium 2 Balloons		
2	Li Lithium 3 Batteries	Be Beryllium 4 Emeralds											B Boron 5 Sports Equipment	C Carbon 6 Basis of Life's Molecules	N Nitrogen 7 Protein	O Oxygen 8 Air	F Fluorine 9 Toothpaste	Ne Neon 10 Advertising Signs		
3	Na Sodium 11 Salt	Mg Magnesium 12 Chlorophyll											Al Aluminum 13 Airplanes	Si Silicon 14 Stone, Sand, and Soil	P Phosphorus 15 Bones	S Sulfur 16 Eggs	Cl Chlorine 17 Swimming Pools	Ar Argon 18 Light Bulbs		
4	K Potassium 19 Fruits and Vegetables	Ca Calcium 20 Shells and Bones	Sc Scandium 21 Bicycles	Ti Titanium 22 Aerospace	V Vanadium 23 Springs	Cr Chromium 24 Stainless Steel	Mn Manganese 25 Earthmovers	Fe Iron 26 Steel Structures	Co Cobalt 27 Magnets	Ni Nickel 28 Coins	Cu Copper 29 Electric Wires	Zn Zinc 30 Brass Instruments	Ga Gallium 31 Light-Emitting Diodes (LEDs)	Ge Germanium 32 Semiconductor Electronics	As Arsenic 33 Poison	Se Selenium 34 Copiers	Br Bromine 35 Photography Film	Kr Krypton 36 Flashlights		
5	Rb Rubidium 37 Global Navigation	Sr Strontium 38 Fireworks	Y Yttrium 39 Lasers	Zr Zirconium 40 Chemical Pipelines	Nb Niobium 41 Mag Lev Trains	Mo Molybdenum 42 Cutting Tools	Tc Technetium 43 Radioactive Diagnosis	Ru Ruthenium 44 Electric Switches	Rh Rhodium 45 Searchlight Reflectors	Pd Palladium 46 Pollution Control	Ag Silver 47 Jewelry	Cd Cadmium 48 Paint	In Indium 49 Liquid Crystal Displays (LCDs)	Sn Tin 50 Plated Food Cans	Sb Antimony 51 Car Batteries	Te Tellurium 52 Thermoelectric Coolers	I Iodine 53 Disinfectant	Xe Xenon 54 High-Intensity Lamps		
6	Cs Cesium 55 Atomic Clocks	Ba Barium 56 X-Ray Diagnosis	89 - 71 Rare Earth Metals	Hf Hafnium 72 Nuclear Submarines	Ta Tantalum 73 Mobile Phones	W Tungsten 74 Lamp Filaments	Re Rhenium 75 Rocket Engines	Os Osmium 76 Pen Points	Ir Iridium 77 Spark Plugs	Pt Platinum 78 Labware	Au Gold 79 Jewelry	Hg Mercury 80 Thermometers	Tl Thallium 81 Low-Temperature Thermometers	Pb Lead 82 Weights	Bi Bismuth 83 Fire Sprinklers	Po Polonium 84 Anti-Static Brushes	At Astatine 85 Radioactive Medicine	Rn Radon 86 Surgical Implants		
7	Fr Francium 87 Laser Atom Traps	Ra Radium 88 Luminous Watches	89 - 103 Actinide Metals	Rf Rutherfordium 104	Db Dubnium 105	Sg Seaborgium 106	Bh Bohrium 107	Hs Hassium 108	Mt Meitnerium 109	Ds Darmstadtium 110	Rg Roentgenium 111	Cn Copernicium 112	Nh Nihonium 113	Fl Flerovium 114	Mc Moscovium 115	Lv Livermorium 116	Ts Tennessine 117	Og Oganesson 118		
	Superheavy Elements radioactive, never found in nature, no uses except atomic research																			
8			119	120	121...															
	Rare Earth Metals		La Lanthanum 57 Telescope Lenses	Ce Cerium 58 Lighter Flints	Pr Praseodymium 59 Torchworkers' Eyeglasses	Nd Neodymium 60 Electric Motor Magnets	Pm Promethium 61 Luminous Dials	Sm Samarium 62 Electric Motor Magnets	Eu Europium 63 Color Televisions	Gd Gadolinium 64 MRI Diagnosis	Tb Terbium 65 Fluorescent Lamps	Dy Dysprosium 66 Smart Material Actuators	Ho Holmium 67 Laser Surgery	Er Erbium 68 Optical Fiber Communications	Tm Thulium 69 Laser Surgery	Yb Ytterbium 70 Scientific Fiber Lasers	Lu Lutetium 71 Photodynamic Medicine			
	Actinide Metals		Ac Actinium 89 Radioactive Medicine	Th Thorium 90 Gas Lamp Mantles	Pa Protactinium 91 Radioactive Waste	U Uranium 92 Nuclear Power	Np Neptunium 93 Radioactive Waste	Pu Plutonium 94 Nuclear Weapons	Am Americium 95 Smoke Detectors	Cm Curium 96 Mineral Analyzers	Bk Berkelium 97 Radioactive Waste	Cf Californium 98 Mineral Analyzers	Es Einsteinium 99 	Fm Fermium 100 	Md Mendelevium 101 	No Nobelium 102 	Lr Lawrencium 103 			

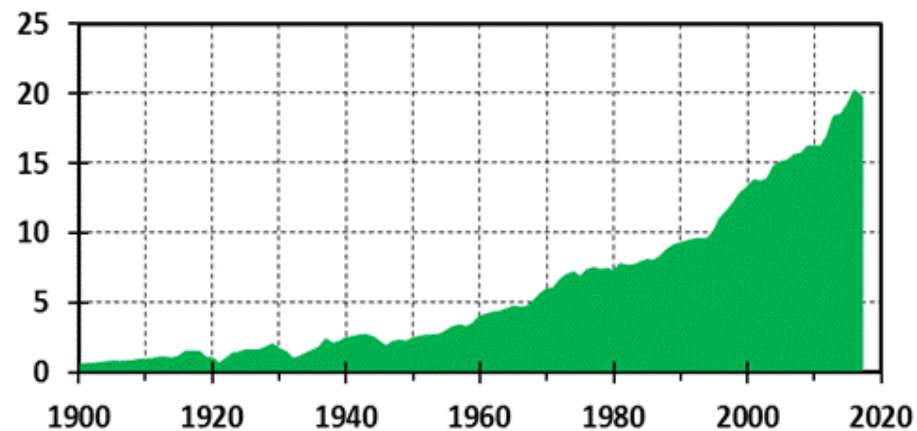
Ferro

World Iron Ore Production (M t)



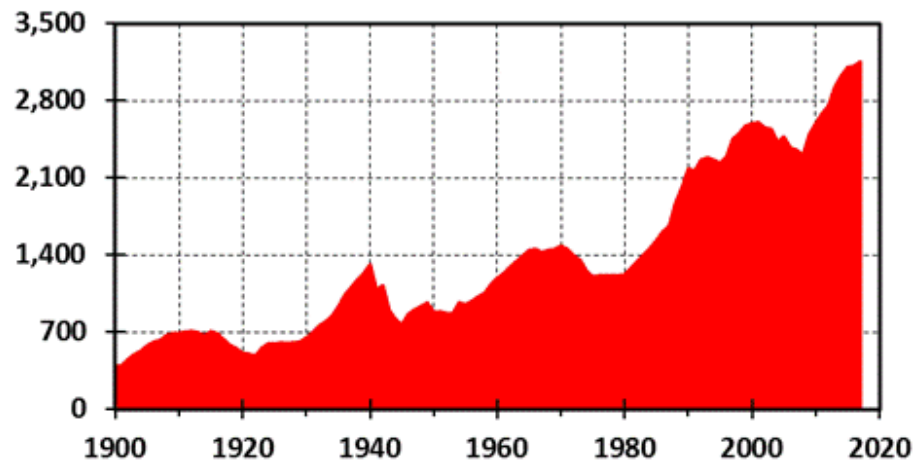
Rame

World Copper Production (M t)



Oro

World Gold Production (t)



Tecnosfera



Infrastrutture urbane e suburbane
Mezzi di trasporto terrestre, marino e aereo
Vie di trasporto (strade, ponti, porti, gallerie, aeroporti ...)
Infrastrutture energetiche (centrali elettriche, gasdotti, oleodotti, raffinerie, miniere)
Infrastrutture industriali
Infrastrutture agricole e di allevamento
Coltivazioni
Flotte di pescherecci

.....
(30mila miliardi di tonnellate)

$$30.000.000.000.000 = 30 \times 10^{12} \text{ ton}$$

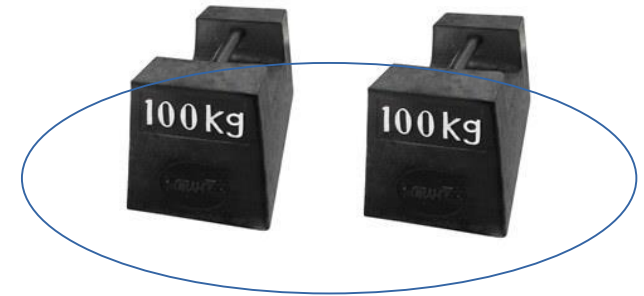
30.000.000.000.000 = 30 X 10¹² ton

**60-70 volte la biomassa
globale delle piante in ton di
carbonio**

30.000.000.000.000 = 30×10^{12} ton

**60-70 volte la biomassa
globale delle piante in ton di
carbonio**

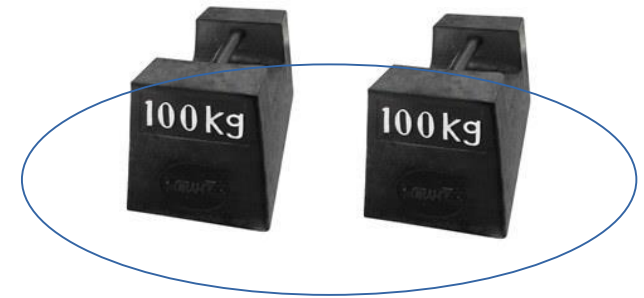
200 kg su ogni m^2
delle terre emerse



30.000.000.000.000 = 30 X 10¹² ton

**60-70 volte la biomassa
globale delle piante in ton di
carbonio**

200 kg su ogni m²
delle terre emerse



**4000 tonnellate per ogni uomo
sulla terra**

30.0
4000



0¹²
sulla



30.

4000

)12

sulla

Il caso dell'iphone

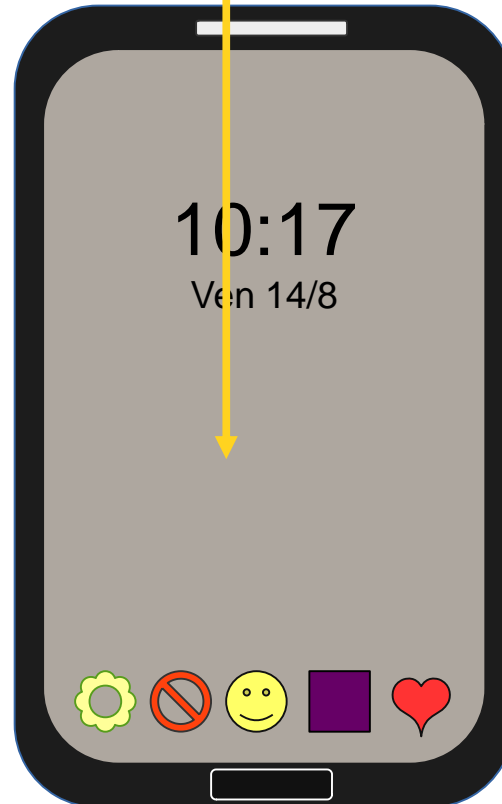


Le nuove tecnologie fanno uso di un gran numero di elementi chimici e in particolare di metalli che fino a pochi decenni fa erano praticamente inutilizzati. Oggi praticamente le riserve di tutti i metalli stabili della tavola periodica sono messe sotto pressione dalle antiche e nuove tecnologie.

Schermo

Touch screen

49 In Indio	8 O Ossigeno
50 Sn Stagno	



GRUPPO

1 IA																	2 0	
1 H 1.0079																	2 He 4.0026	
2 Li 6.941	4 Be 9.012																	10 Ne 20.179
3 Na 22.99	11 Mg 24.30	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948									18 Ar 39.948		
4 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.938	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.59	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80	
5 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29	
6 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 *La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	
7 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 *Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (269)	111 Nh (272)	112 Nh (277)							

Numero atomico
Simbolo chimico
Fe
55.85
Massa atomica relativa (uma)

PERIODO

III A IV A VA VIA VII A VIII A IB IIB

*Lanthanide Series

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97
90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

†Actinide Series

Problemi di approvvigionamento

-  Critico < 10 anni
-  Critico nel medio lungo periodo < 40 anni
-  energivoro
-  Critico nel futuro Lontano > 50 anni
-  Nessun problema

Schermo

Touch screen

49 In Indio	8 O Ossigeno
50 Sn Stagno	

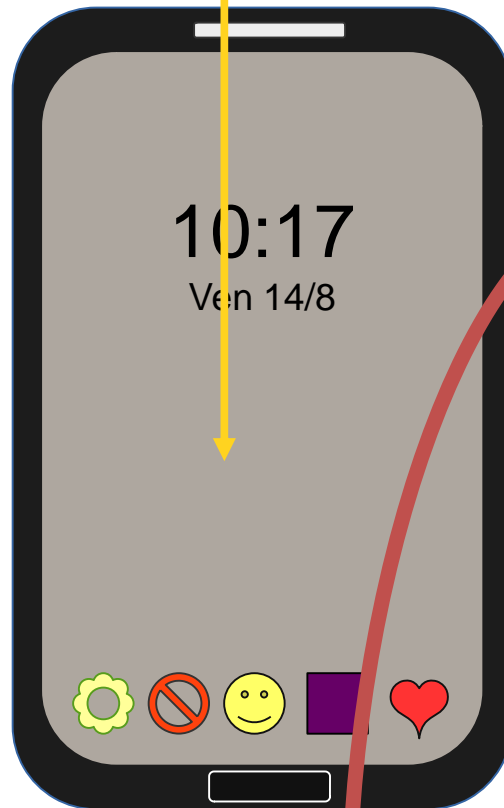
GRUPPO

1 IA	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 0
1 H 1.0079	2 He 4.0026											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
3 Li 6.941	4 Be 9.012											13 Ga 70.92	14 Ge 72.64	15 As 74.92	16 Se 78.96	17 Br 79.90	18 Kr 83.80
3 Na 22.99	4 Mg 24.30	11 IIIB	12 IVB	13 VB	14 VIB	15 VIIB	16 VIIIB	17 VIII B	18 IB	19 IIB	30 Zn 65.39	31 Ga 70.92	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
4 K 39.10	5 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 70.92	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
5 Rb 85.47	6 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
6 Cs 132.91	7 Ba 137.33	*La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.2	77 Ir 192.22	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7 Fr (223)	8 Ra 226.02	*Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Lr (269)	111 Uu (272)	112 Uub (277)						

Numero atomico
Simbolo chimico
Fe
55.85
Massa atomica relativa (uma)

*Lanthanide Series
58 Ce 59 Pr 60 Nd 61 Pm 62 Sm 63 Eu 64 Gd 65 Tb 66 Dy 67 Ho 68 Er 69 Tm 70 Yb 71 Lu
140.12 140.91 144.24 (145) 150.4 151.97 157.25 158.93 162.50 164.93 167.26 168.93 173.04 174.97

†Actinide Series
90 Th 91 Pa 92 U 93 Np 94 Pu 95 Am 96 Cm 97 Bk 98 Cf 99 Es 100 Fm 101 Md 102 No 103 Lr
232.04 231.04 238.03 237.05 (244) (243) (247) (247) (251) (252) (257) (258) (259) (260)



Problemi di approvvigionamento

- Critico < 10 anni
- Critico nel medio lungo periodo < 40 anni
- energivoro
- Critico nel futuro Lontano > 50 anni
- Nessun problema

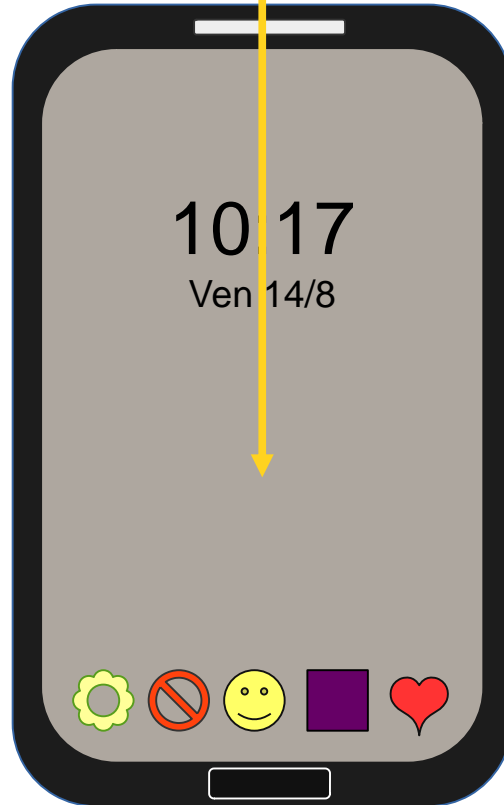


Oltre a quello legato alla geologia c'è il rischio geopolitico di interruzione dell'approvvigionamento

Schermo

Touch screen

49 In Indio	8 O Ossigeno
50 Sn Stagno	



GRUPPO

1 IA																	2 0
1 H 1.0079	IIA																2 He 4.0026
2 Li 6.941	4 Be 9.012															10 Ne 20.179	
3 Na 22.99	11 Mg 24.30	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII B		IB	IIB	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.974	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	
4 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.90	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.938	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 70.62	32 Ge 72.64	33 As 74.92	34 Se 78.96	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
5 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
6 Cs 132.91	56 Ba 137.33	*La 138.91	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.08	79 Au 196.97	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7 Fr (223)	88 Ra 226.02	†Ac 227.03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 § (269)	111 § (272)	112 § (277)						

Numero atomico: 26, Simbolo chimico: Fe, Massa atomica relativa (uma): 55.85

*Lanthanide Series	Ce 140.12	Pr 140.91	Nd 144.24	Pm (145)	Sm 150.4	Eu 151.97	Gd 157.25	Tb 158.93	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.04	Lu 174.97
†Actinide Series	Th 232.04	Pa 231.04	U 238.03	Np 237.05	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (260)

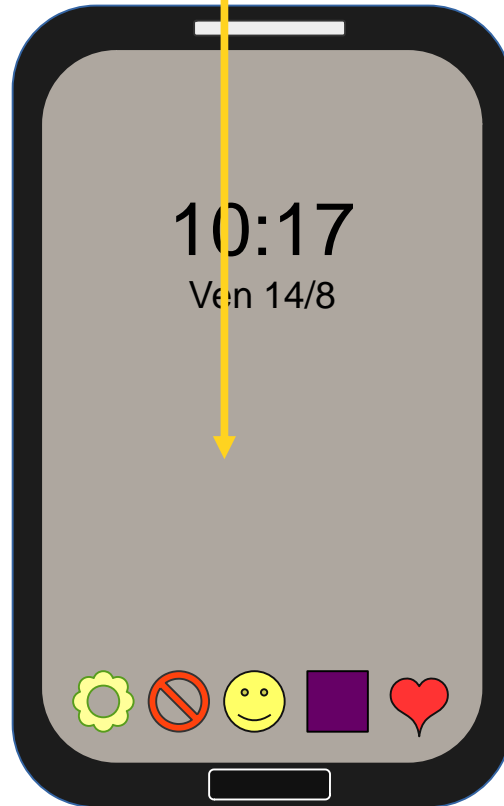
Schermo

Touch screen

49 In Indio	8 O Ossigeno
50 Sn Stagno	

Vetro

13 Al Alluminio	14 Si Silicio
8 O Ossigeno	19 K Potassio



GRUPPO

1 IA	2											0											
1 H 1.0079	IIA	3 Li 6.941	4 Be 9.012											10 Ne 20.179									
2		5 Na 22.990	6 Mg 24.30	7 Al 26.982	8 Si 28.086	9 P 30.974	10 S 32.06	11 Cl 35.453	12 Ar 39.948			16 Fe 55.845	17 Co 58.933	18 Ni 58.693	19 Cu 63.546	20 Zn 65.38	21 Ga 69.723	22 Ge 72.64	23 As 74.922	24 Se 78.96	25 Br 79.904	26 Kr 83.80	
3		21 Ca 40.08	22 Sc 44.96	23 Ti 47.88	24 V 50.94	25 Cr 52.00	26 Mn 54.94	27 Fe 55.85	28 Co 58.93	29 Ni 58.69	30 Cu 63.55	31 Zn 65.39	32 Ga 69.72	33 Ge 72.64	34 As 74.92	35 Se 78.96	36 Br 79.90	37 Kr 83.80					
4		37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.75	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29				
5		55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 151.97	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.97					
6		87 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 Ac 227.03	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)					
7																							

Numero atomico
Simbolo chimico
Massa atomica relativa (uma)

*Lanthanide Series
†Actinide Series

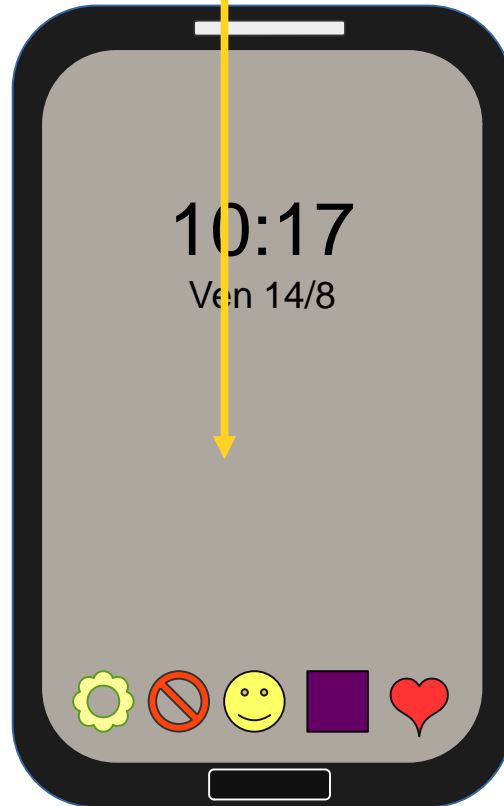
Schermo

Touch screen

49 In Indio	8 O Ossigeno
50 Sn Stagno	

Vetro

13 Al Alluminio	14 Si Silicio
8 O Ossigeno	19 K Potassio



GRUPPO

1 IA	2											10 0					
1 H 1.0079	2 He 4.0026											2 Ne 20.179					
3 Li 6.941	4 Be 9.012											10 F 18.998					
11 Na 22.990	12 Mg 24.30	13 B 10.811	14 C 12.011	15 N 14.007	16 O 15.999	17 F 18.998	18 Ar 39.948					19 K 39.098					
19 K 39.098	20 Ca 40.08	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 101.07	46 Pd 106.32	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.29
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.905	58 Ce 140.12	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967	
87 Fr (223)	88 Ra 226.02	89 Ac 227.03	90 Th 232.04	91 Pa 231.04	92 U 238.03	93 Np 237.05	94 Pu 244	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)	

Numero atomico
Simbolo chimico
Fe
55.85
Massa atomica relativa (uma)

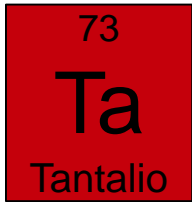
PERIODO

*Lanthanide Series
†Actinide Series

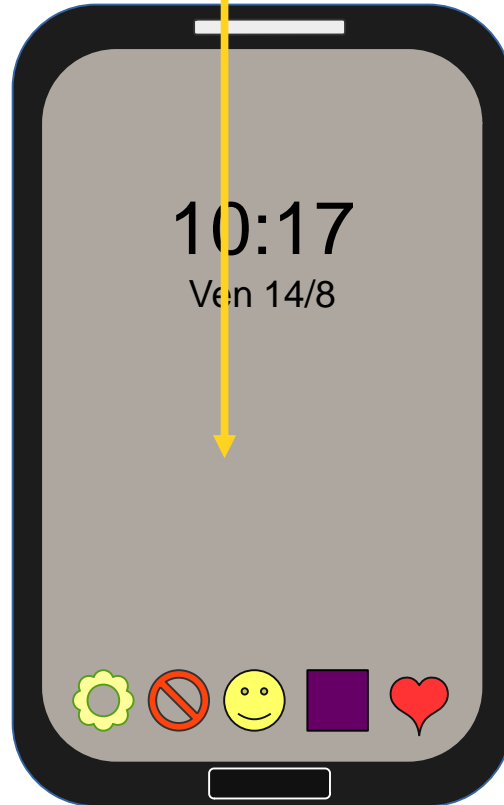
Colori

39 Y Yttrio	57 La Lantanio	59 Pr Praseodimio	63 Eu Europio	64 Gd Gadolinio	65 Tb Terbio	66 Dy Disprosio
--------------------------	-----------------------------	--------------------------------	----------------------------	------------------------------	---------------------------	------------------------------

Elettronica



Contatti
Dispositivi vari
Condensatori



GRUPPO

PERIODO	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0	
1	H 1.0079															He 4.0026	
2	Li 6.941	Be 9.012									B 10.811	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	Ne 20.179	
3	Na 22.990	Mg 24.30														Ar 39.948	
4	K 39.098	Ca 40.08	Sc 44.956	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.938	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Zn 65.39	Ga 69.723	Ge 72.64	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Kr 83.80
5	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc (98)	Ru 101.1	Rh 102.91	Pd 106.42	Cd 112.41			Sb 121.75	Te 127.60	I 126.91	Xe 131.29
6	Cs 132.91	Ba 137.33	La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85	Re 186.21	Os 190.2	Ir 192.22	Pt 195.08	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)
7	Fr (223)	Ra 226.02	Ac 227.03	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)								

Simbolo chimico — Numero atomico
— Massa atomica relativa (uma)

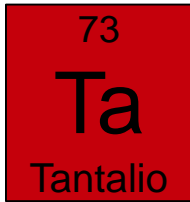
*Lanthanide Series

58	Ce	60	Nd	61	Pm	62	Sm	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu
140.12	140.91	144.24	144.91	(145)	150.4	151.97	157.25	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97				

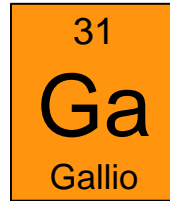
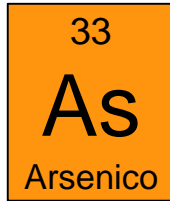
†Actinide Series

88	Th	89	Pa	90	U	91	Np	92	Pu	93	Am	94	Cm	95	Bk	96	Cf	97	Es	98	Fm	99	Md	100	No	101	Lr
232.04	231.04	238.03	237.05	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)														

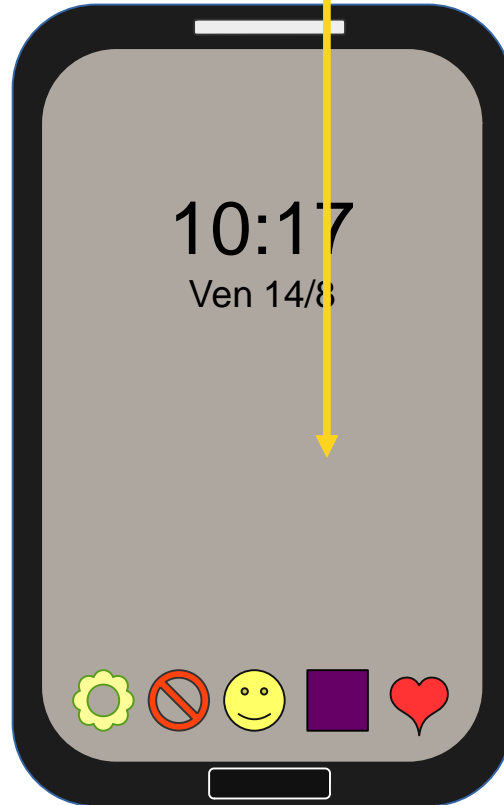
Elettronica



Contatti
Dispositivi vari
Condensatori



Chip



GRUPPO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	0																														
1	H 1.0079	He 4.0026																																									
2	Li 6.941	Be 9.012																																									
3	Na 22.99	Mg 24.30	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.06	Cl 35.45	Ar 39.94					Kr 83.80																														
4	K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.64	As 74.92	Se 78.96	Br 79.90	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.42	Cd 112.41	In 114.82	Sn 118.71	Sb 121.76	Te 127.60	I 126.91	Xe 131.29									
5	Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tc 98.91	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.42	Cd 112.41	In 114.82	Sn 118.71	Sb 121.76	Te 127.60	I 126.91	Xe 131.29	Ba 137.33	La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85	Re 186.21	Os 190.23	Ir 192.22	Pt 195.08	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)								
6	Cs 132.91	Ba 137.33	La 138.91	Hf 178.49	Ta 180.95	W 183.85	Re 186.21	Os 190.23	Ir 192.22	Pt 195.08	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)	Fr 223	Ra 226	Ac 227	Rf 261	Db 262	Sg 263	Bh 264	Hs 265	Mt 266	Uu 267	Uu 268	Uu 269	Uu 270	Uu 271	Uu 272	Uu 273	Uu 274	Uu 275	Uu 276	Uu 277						
7	Fr 223	Ra 226	Ac 227	Rf 261	Db 262	Sg 263	Bh 264	Hs 265	Mt 266	Uu 267	Uu 268	Uu 269	Uu 270	Uu 271	Uu 272	Uu 273	Uu 274	Uu 275	Uu 276	Uu 277	Uu 278	Uu 279	Uu 280	Uu 281	Uu 282	Uu 283	Uu 284	Uu 285	Uu 286	Uu 287	Uu 288	Uu 289	Uu 290	Uu 291	Uu 292	Uu 293	Uu 294	Uu 295	Uu 296	Uu 297	Uu 298	Uu 299	Uu 300

Simbolo chimico — Numero atomico — Massa atomica relativa (uma)

PERIODO

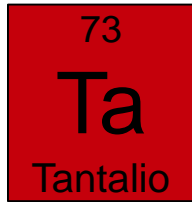
*Lanthanide Series

58	Ce	60	Nd	61	Pm	62	Sm	67	Ho	68	Er	69	Tm	70	Yb	71	Lu
140.12	140.12	144.24	144.24	145	150.4	151.97	157.25	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97	175.04	176.93	177.09	178.49

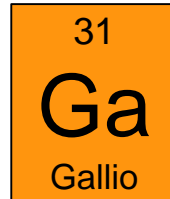
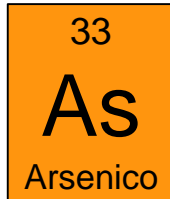
†Actinide Series

88	Th	89	Pa	90	U	91	Np	92	Pu	93	Am	94	Cm	95	Bk	96	Cf	97	Es	98	Fm	99	Md	100	No	101	Lr
232.04	232.04	231.04	231.04	238.03	238.03	237.05	237.05	244	244	243	243	247	247	247	251	251	252	252	257	257	257	258	258	259	259	260	260

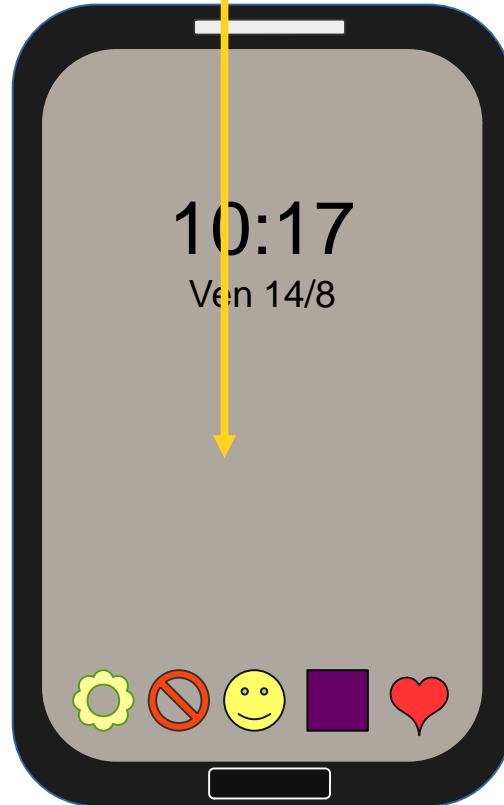
Elettronica



Contatti
Dispositivi vari
Condensatori



Chip



GRUPPO

PERIODO

Simbolo chimico

Numero atomico

Massa atomica relativa (uma)

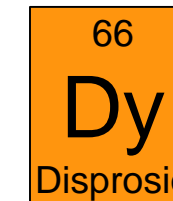
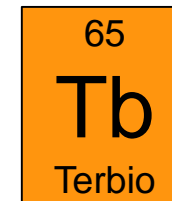
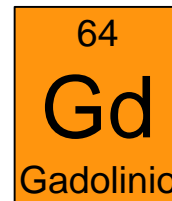
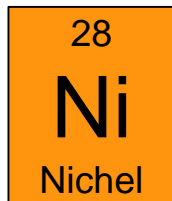
1	IA	1	H	1.0079	2	IIA	2	He	4.0026
2		3	Li	6.941	4		Be	9.012	
3		11	Na	22.99	12		Mg	24.30	
4		19	K	39.10	20		Ca	40.08	
5		37	Rb	85.47	38		Sr	87.62	
6		55	Cs	132.91	56		Ba	137.33	
7		87	Fr	223	88		Ra	226.02	
		89	Ac	227	90		Th	232	
		91	Pa	231	92		U	238	
		93	Np	237	94		Pu	244	
		95	Am	243	96		Cm	247	
		97	Bk	247	98		Cf	251	
		99	Es	252	100		Fm	257	
		101	Md	258	102		No	259	
		103	Lr	260					

*Lanthanide Series

58	Ce	59	Pr	60	Nd	61	Pm	62	Sm	63	Eu	64	Gd	65	Tb	66	Dy
140.12	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91	140.91

†Actinide Series

88	Ra	89	Ac	90	Th	91	Pa	92	U	93	Np	94	Pu	95	Am	96	Cm	97	Bk	98	Cf	99	Es	100	Fm	101	Md	102	No	103	Lr
226	226	227	232	231	238	231	238	238	238	237	237	244	244	243	247	247	247	247	247	251	251	251	252	252	257	257	258	258	259	259	260



Contatti
Microfono
Speakers e vibrazione

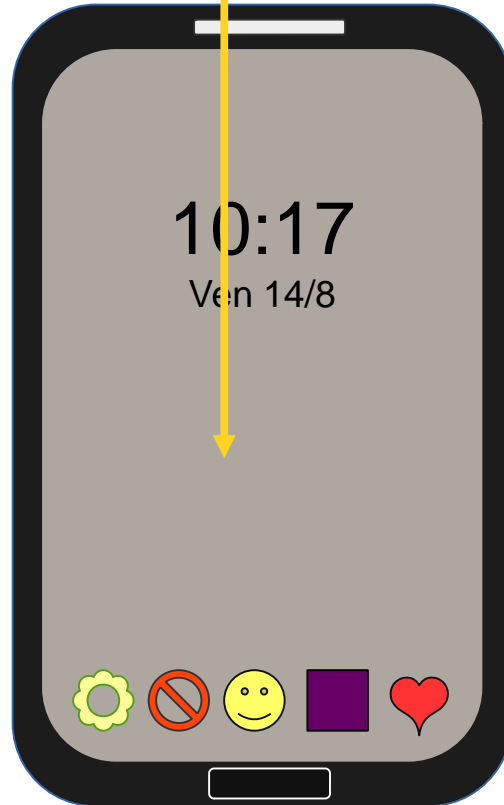
Elettronica



Contatti
Dispositivi vari
Condensatori



Chip



GRUPPO

1	2											0																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20									
1	IA	IIA										IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	0	He									
2	Li	Be										B	C	N	O	F	Ne											
3	Na	Mg										Al	Si	P	S	Cl	Ar											
4	K	Ca										Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr										Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Cs	Ba										Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra										†Ac	‡Rf	‡Db	‡Sg	‡Bh	‡Hs	‡Mt	‡§	‡§	‡§							

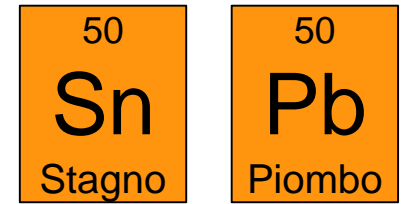
Simbolo chimico: Fe
Numero atomico: 26
Massa atomica relativa (uma): 55.85

*Lanthanide Series

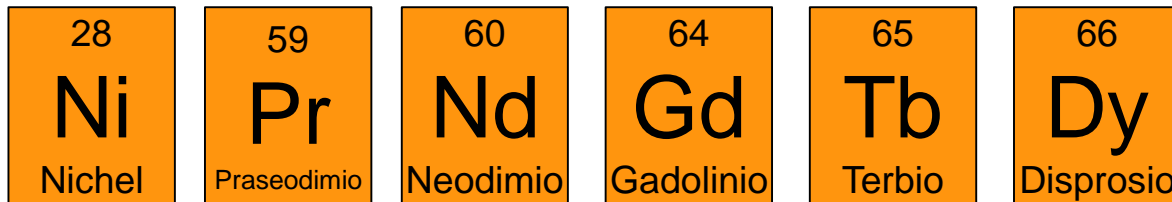
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	144.24	(145)	150.4	151.97	157.25	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04	174.97

†Actinide Series

87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr			
232.04	231.04	238.03	237.05	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)			



Saldature

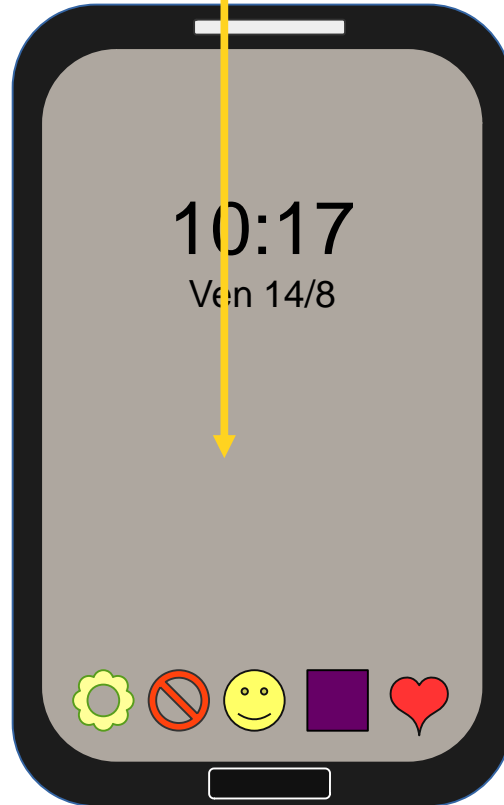


Contatti
Microfono
Speakers e vibrazione

Batteria



Elettrodo positivo



GRUPPO

1	2											16	17	18	19	20			
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	0											0
1	H 1.0079	He 4.0026											He 4.0026						
2	Li 6.941	Be 9.012	B 10.811	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	Ne 20.179											
3	Na 22.990	Mg 24.305	Al 26.982	Si 28.086	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	Ar 39.948											
4	K 39.098	Ca 40.078	Sc 44.956	Ti 47.88	V 50.942	Cr 52.004	Mn 54.938	Fe 55.845	Co 58.933	Ni 58.69	Cu 63.546	Zn 65.38	Ga 69.723	Ge 72.64	As 74.922	Se 78.96	Br 79.904	Kr 83.80	
5	Rb 85.468	Sr 87.62	Y 88.906	Zr 91.224	Nb 92.906	Mo 95.94	Tc (98)	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.42	Ag 107.868	Cd 112.411	In 114.818	Sn 118.710	Sb 121.757	Te 127.60	I 126.905	Xe 131.29	
6	Cs 132.905	Ba 137.327	La 138.905	Hf 178.49	Ta 180.948	W 183.85	Re 186.207	Os 190.23	Ir 192.222	Pt 195.084	Au 196.967	Hg 200.59	Tl 204.384	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)	
7	Fr (223)	Ra 226.025	Ac 227.033	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (264)	Hs (265)	Mt (266)	Lr (267)	Uu (271)	Uub (272)	Uuc (273)	Uud (274)	Uue (275)	Uuq (276)	Uur (277)	Uus (278)	Uut (279)

Simbolo chimico — Numero atomico
— Massa atomica relativa (uma)

*Lanthanide Series

58	Ce 140.12	Pr 140.908	Nd 144.24	Pm (145)	61	Pm 150.4	62	Sm 151.96	63	Eu 157.25	64	Gd 158.93	65	Tm 162.50	67	Ho 164.93	68	Er 167.26	69	Tm 168.93	70	Yb 173.04	71	Lu 174.97
----	--------------	---------------	--------------	-------------	----	-------------	----	--------------	----	--------------	----	--------------	----	--------------	----	--------------	----	--------------	----	--------------	----	--------------	----	--------------

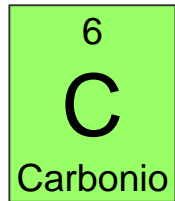
†Actinide Series

90	Th 232.04	91	Pa 231.04	92	U 238.03	93	Np 237.05	94	Pu (244)	95	Am (243)	96	Cm (247)	97	Bk (247)	98	Cf (251)	99	Es (252)	100	Fm (257)	101	Md (258)	102	No (259)	103	Lr (260)
----	--------------	----	--------------	----	-------------	----	--------------	----	-------------	----	-------------	----	-------------	----	-------------	----	-------------	----	-------------	-----	-------------	-----	-------------	-----	-------------	-----	-------------

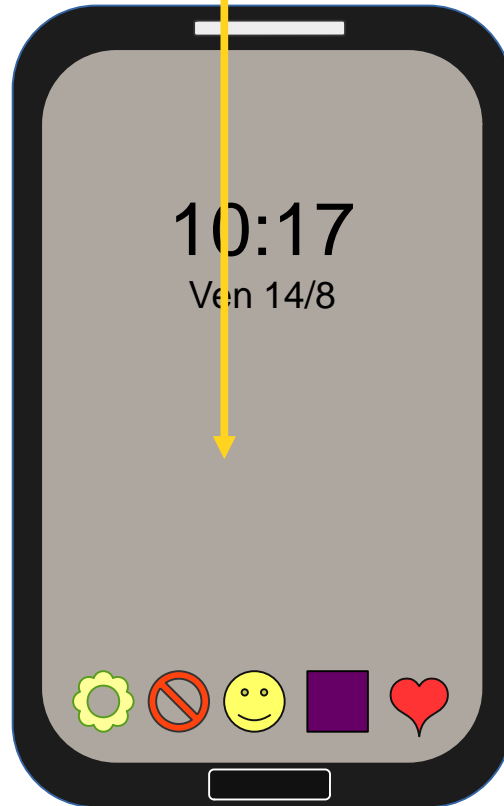
Batteria



Elettrodo positivo



Elettrodo negativo



GRUPPO

1 IA	2 IIA	3 IIIA	4 IVA	5 VA	6 VIA	7 VIIA	8	9	10	11	12	O																																																																							
1 H 1.0079	4 Be 9.012	5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.179	11 Na 22.990	12 Mg 24.305	13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.065	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 52.004	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.80	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc 98	44 Ru 101.07	45 Rh 102.905	46 Pd 106.42	47 Ag 107.868	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.6	53 I 126.905	54 Xe 131.29	55 Cs 132.905	56 Ba 137.327	57 La 138.905	58 Ce 140.12	59 Pr 140.908	60 Nd 144.24	61 Pm 145	62 Sm 150.4	63 Eu 151.967	64 Gd 157.25	65 Tb 158.925	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.04	71 Lu 174.967	72 Hf 178.49	73 Ta 180.948	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 190.23	77 Ir 192.225	78 Pt 195.084	79 Au 196.967	80 Hg 200.59	81 Tl 204.384	82 Pb 207.2	83 Bi 208.98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)

PERIODO

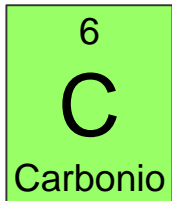
Simbolo chimico — Numero atomico
— Massa atomica relativa (uma)

*Lanthanide Series
†Actinide Series

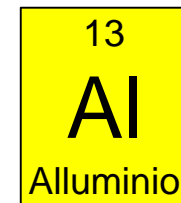
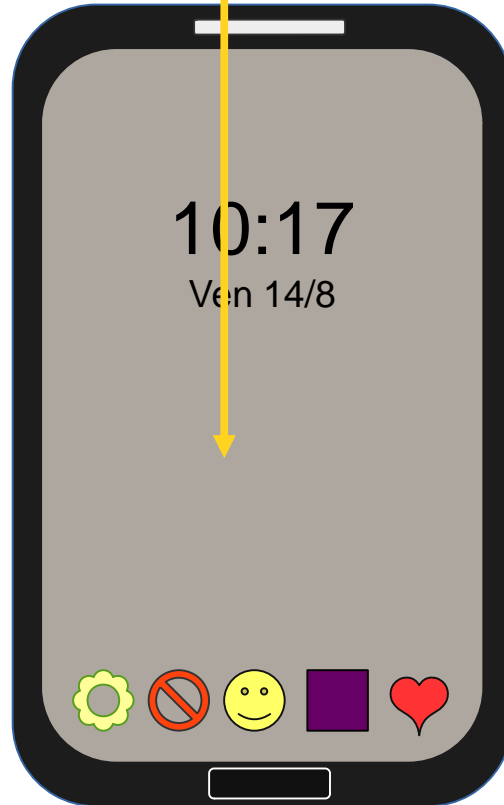
Batteria



Elettrodo positivo



Elettrodo negativo



Involucro (casing)

GRUPPO

1	2											16	17	18	19	20		
IA	IIA											IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	0
1	H 1.0079											He 4.0026						
2	Li 6.941	Be 9.012											B 10.811	C 12.011	N 14.007	O 15.999	F 18.998	Ne 20.179
3	Na 22.990	Mg 24.305	Al 26.982	Si 28.086	P 30.974	S 32.06	Cl 35.453	Ar 39.948										
4	K 39.098	Ca 40.078	Sc 44.956	Ti 47.88	V 50.942	Cr 52.004	Mn 54.938	Fe 55.845	Co 58.933	Ni 58.69	Cu 63.546	Zn 65.38	Ga 69.723	Ge 72.64	As 74.922	Se 78.96	Br 79.904	Kr 83.80
5	Rb 85.468	Sr 87.62	Y 88.906	Zr 91.224	Nb 92.906	Mo 95.94	Tc 98	Ru 101.07	Rh 102.91	Pd 106.42	Cd 112.411	In 114.818	Sn 118.710	Sb 121.757	Te 127.60	I 126.905	Xe 131.29	
6	Cs 132.905	Ba 137.327	La 138.905	Hf 178.49	Ta 180.948	W 183.85	Re 186.207	Os 190.23	Ir 192.225	Pt 195.084	Hg 200.59	Tl 204.384	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)	
7	Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (264)	Hs (265)	Mt (266)	Lr (267)	Uu (271)	Uub (272)	Uuc (273)	Uud (274)	Uue (275)	Uuq (276)	Uur (277)	

Simbolo chimico — Numero atomico
— Massa atomica relativa (uma)

PERIODO

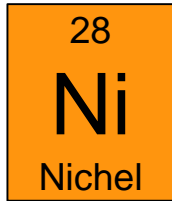
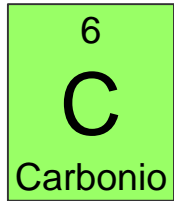
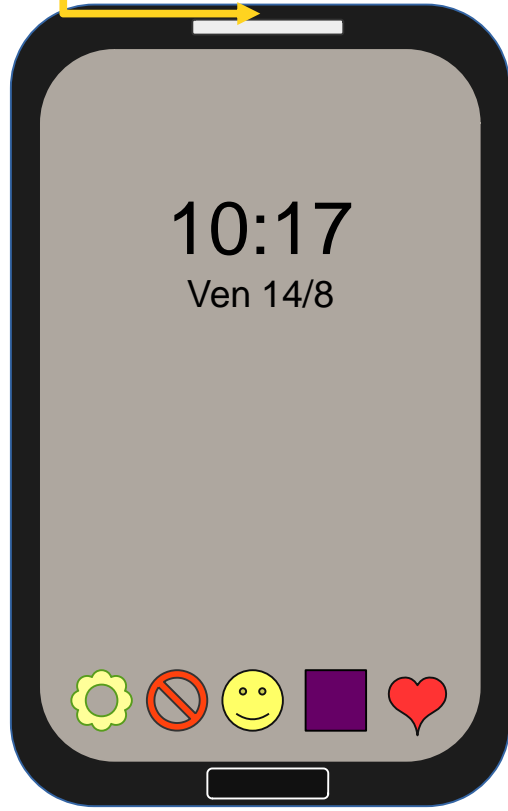
*Lanthanide Series

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140.12	Pr 140.908	Nd 144.24	Pm (145)	Sm 150.4	Eu 151.967	Gd 157.25	Tb 158.925	Dy 162.50	Ho 164.93	Er 167.26	Tm 168.93	Yb 173.04	Lu 174.97

†Actinide Series

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232.04	Pa 231.04	U 238.03	Np 237.05	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (260)

Casing



GRUPPO

1																	2
1	H 1.0079															He 4.0026	
2	B 10.811	Be 9.012													N 14.007	F 19.00	Ne 20.179
3	Na 22.990											S 32.06	Cl 35.45	Ar 39.948			
4	K 39.098	Ca 40.08	Sc	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.938	Fe 55.85	Cobalto	Ni 58.69	Cu 63.546	Zn 65.39	Ga 69.723	Ge 72.64	Se 78.96	Br 79.904	Kr 83.80
5	Rb 85.47	Sr 87.62	Y	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.94	Tecnicio	Ru 101.1	Rh 102.91	Pd 106.42	Cd 112.41	In 114.82	Sn 118.71	Sb 121.75	Te 127.60	I 126.91	Xe 131.29
6	Cs 132.91	Ba 137.33	La	Hf 178.49	Ta 183.85	W 186.21	Re 186.21	Os 190.2	Ir 192.22	Pt 195.08	Hg 200.59	Tl 204.38	Pb 207.2	Bi 208.98	Po (209)	At (210)	Rn (222)
7	Fr (223)	Ra 226.02	Ac	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	U (269)	U (272)	U (273)	U (277)	U	U	U	U

Simbolo chimico — Numero atomico — Massa atomica relativa (uma)

PERIODO

GRUPPO

I A I B I C I D I E I F I G I H I I J I K I L I M I N I O

*Lanthanide Series

58	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tm	Yb	Lu
140.12	140.91	140.91	140.91	144.91	150.4	151.97	157.25	173.05	174.97	174.97

†Actinide Series

90	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.04	231.04	238.03	237.05	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(260)	