

## FUOCO: L'ELEMENTO MISTERIOSO

**L'ULTIMO DEI QUATTRO ELEMENTI** definiti dagli antichi è il Fuoco, che da sempre incute rispetto e spaventa gli esseri viventi. Il fuoco tiene lontani i predatori, purifica la terra, rilascia composti vitali per la crescita vegetale. Misterioso e terrificante, il fuoco è strumento di distruzione e dominio in molte culture, non solo antiche.

**Il fuoco è luce:** nella sua forma più grandiosa è il sole, che ci illumina e ci riscalda, ultimamente anche un po' troppo. Oltre la luce visibile, il fuoco emana radiazioni infrarosse, quelle che ci riscaldano anche a distanza. Ma anche sotto la crosta terrestre non si scherza: l'eruzione di magma incandescente in occasione del risveglio di un vulcano ne è la prova.

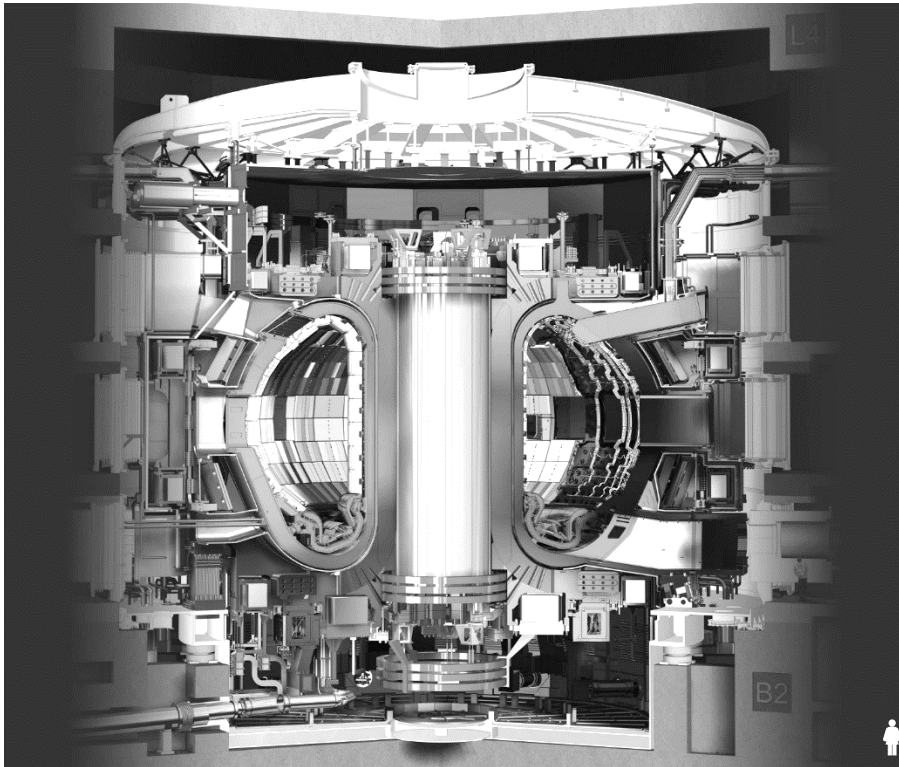
**Il fuoco è calore:** bruciando la materia, trasforma per ossidazione tutto ciò che è combustibile. Bruciare la legna, i rifiuti, la benzina, o anche i carboidrati nel nostro organismo: tutto è reso possibile dall'ossigeno, il comburente per eccellenza prodotto dalle piante verdi, oltre che da alcune alghe e microorganismi. Senza ossigeno non c'è vita sulla terra, non brucia nulla; senza piante niente ossigeno. Il fuoco riscalda la terra e gli esseri viventi, è presente sopra e sotto di noi: si direbbe che viviamo tra due fuochi.

**La combustione:** come altre reazioni chimiche, l'ossidazione produce calore. Combinando gli atomi di ossigeno con quelli del combustibile (in genere molecole di carbonio e idrogeno) la massa totale risultante è ben maggiore di quella del combustibile stesso. Tra questi composti la famigerata CO<sub>2</sub> (anidride carbonica, gas serra asfissiante), il CO (monossido di carbonio, tossico), gli ossidi d'azoto NO<sub>x</sub>, il vapore acqueo e altri.

Qualche esempio: bruciando **1 kg di olio** da riscaldamento si producono ca. **3.2 kg** di CO<sub>2</sub>: più del doppio rispetto alla combustione di **1 kg di pellets**, che ne produce ca. **1.4 kg**. Siccome la **densità energetica** (cioè la capacità di produrre energia calorica) è molto variabile tra i diversi combustibili, per poter paragonare le rispettive emissioni bisogna partire da un valore comune: per **unità di energia prodotta** l'olio da riscaldamento emetterà **11 volte più CO<sub>2</sub>** rispetto ai pellets o alla legna da ardere. Senza dimenticare che la CO<sub>2</sub> prodotta dalla combustione di legna (o altre biomasse) è la stessa estratta in precedenza dall'ambiente attraverso le piante, per cui quel combustibile – al netto dell'energia grigia per la produzione ed il trasporto - sarà neutro.

Il fuoco sembra non avere limiti: si calcola che **sul sole** la temperatura superficiale sia intorno ai 6'000°C, mentre il nucleo raggiungerebbe i 15 milioni di gradi. La **fusione nucleare** nella corona solare (plasma) svilupperebbe temperature da 1 a 10 milioni di gradi: un processo che l'uomo sta tentando di riprodurre sulla terra nei cosiddetti *Tokamak*, grandi reattori a forma di ciambella (toroidi) che invece di "spaccare" gli atomi pesanti per collisione (l'attuale pericolosa fissione) fondono i nuclei leggeri, sprigionando – questo è l'obiettivo – più energia di quella impiegata per alimentare il processo. Quando la reazione sarà abbastanza stabile, sarà l'uovo di Colombo, la quadratura del cerchio: una soluzione **pulita e senza scorie** ai problemi energetici del mondo. I pareri sulle prospettive di successo della fusione nucleare sono ancora discordi, ma vi è da ritenere che vi siano buone possibilità, viste anche le ingenti risorse che molti paesi, tra i quali la Svizzera, stanno investendo. Numerosi progetti di questo tipo (si parla di oltre 200) sono in corso, in Europa e in altre parti del mondo; ragionevolmente si stima un avvio di produzione entro alcuni decenni: il tempo necessario per testare i prototipi attualmente in esercizio o in fase d'allestimento, e sviluppare i reattori effettivi. Non è fantascienza.

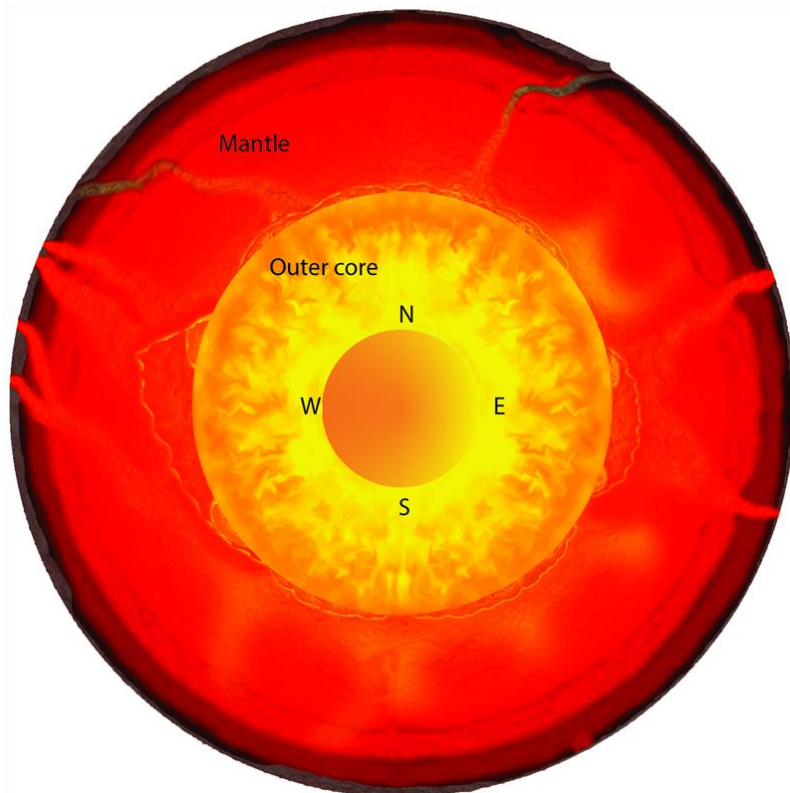
Tornando letteralmente **con i piedi per terra**, il fuoco è presente in enormi entità sotto la crosta terrestre, e si manifesta quando si verifica una spaccatura o un'eruzione vulcanica. Si stima che il nucleo della terra abbia una temperatura di oltre 5'000 °C, mentre il magma che fuoriesce (la lava vulcanica) può raggiungere temperature comprese tra i 650 e i 1'300 °C, ciò che rappresenta un enorme potenziale energetico ancora poco sfruttato. Pensiamo alle sonde geotermiche che catturano il calore della roccia in profondità: già solo questa risorsa sarebbe sufficiente per risolvere gran parte dei problemi energetici che affliggono l'umanità. Ma anche in questo caso, la tecnologia è ancora lontana dall'essere economicamente popolare, in quanto finora si sono bruciate risorse fossili più facili da estrarre, senza troppo riguardo per la salvaguardia dell'ambiente. Un errore di percorso nella lunga storia dell'umanità che dura da oltre un secolo con effetti nefasti, che va corretto al più presto. Visti i costi elevati da sostenere per le perforazioni geotermiche, sarà opportuno pensare ad una condivisione delle sonde, cioè ad impianti centralizzati per il teleriscaldamento a beneficio di più utenze.



### Sguardo al futuro

Nell'immagine [www.iter.org](http://www.iter.org) si vede la struttura interna del reattore pilota in fase di allestimento in Francia, nel quale la temperatura del plasma raggiungerà i 150 milioni di gradi. Il prototipo è alto come un palazzo di 8 piani, il peso ca. 23'000 tonnellate. L'entrata in funzione è prevista per il 2026, con una produzione attesa di energia 10 volte superiore a quella immessa per il riscaldamento del plasma: un progetto ambizioso. Come per i reattori esistenti, l'energia calorica servirà per muovere innocue turbine a vapore che a loro volta attiveranno potenti generatori di corrente. In base ai risultati ottenuti con questo impianto, saranno sviluppati i grandi reattori destinati alla produzione su larga scala.

La figurina bianca in basso dà un'idea delle proporzioni.



Il disegno schematizza la struttura interna della Terra. Lo spessore della crosta terrestre (35 – 70 km) appare estremamente esiguo in rapporto alle masse incandescenti.

Le sonde geotermiche vanno a perforare solo in minima parte la crosta, con profondità massime di 150 – 300 m che rappresentano ca. 0.5 – 0.8 % dello spessore medio.

Una sorta di “agopuntura” per la crosta terrestre che presenta un immenso potenziale energetico pulito e gratuito.

Immagine: National Geographic

**Sulle costruzioni** l'azione del fuoco può essere degradante, ad esempio con l'esposizione delle superfici alla luce solare e alle escursioni termiche, o anche distruttiva in caso di incendio. D'altronde il fuoco è parte integrante nei processi di produzione dei materiali da costruzione: pensiamo all'enorme quantità di calore necessaria per fabbricare il cemento (lunga cottura a temperatura di ca. 1'450 °C, la stessa utilizzata per fondere l'acciaio e fabbricare piastrelle di grès), oppure il vetro (1'700 °C), o anche per cuocere i mattoni, le tegole ecc. a 1'000 °C.

Il fuoco viene utilizzato per riscaldare gli ambienti, con bruciatori a combustibile fossile (olio da riscaldamento, carbone, gas naturale) oppure **combustibili neutri**, come il biogas e la legna. Questi ultimi reimmettono nell'atmosfera la stessa quantità di CO<sub>2</sub> estratta in precedenza dall'aria attraverso la fotosintesi delle piante: per questo sono considerati neutri, a differenza dei combustibili fossili che aumentano la quantità di CO<sub>2</sub> e altri gas dannosi nell'ambiente. Al netto dei trasporti (che riguardano tutti i combustibili, specialmente quelli petroliferi) il riscaldamento a legna, cippato o pellets, oppure biogas, è certamente da preferire. Meglio ancora sono le termopompe che estraggono il calore dall'aria, dall'acqua o dalla terra, a patto che l'energia elettrica necessaria per farle funzionare provenga da fonti rinnovabili. Alle nostre latitudini si tratta di energie idroelettriche, eoliche e solari, che utilizzano il calore dell'elemento Fuoco nella sua forma primordiale. L'energia nucleare, che rappresenta una quota minoritaria del fabbisogno del Paese, potrebbe essere gradualmente tralasciata; anche se non produce emissioni nell'atmosfera, l'eredità di scorie radioattive e i costi derivanti dallo stoccaggio sono del tutto improponibili in termini economici, etici e ambientali.