

tante come queste sorgenti vengono tra loro armonizzate. Il caso più semplice è quando noi mettiamo una cella solare a casa: durante il giorno non ci siamo mai e quindi un sacco di operazioni le facciamo di notte o di sera quando comunque non c'è luce. Allora dobbiamo affidarci agli accumulatori, che rappresentano un problema.

Esiste un modello innovativo per l'energia domestica?

Circa il 20 per cento della potenza elettrica utilizzata nei paesi avanzati è di natura domestica. Macchine come la lavastoviglie lavorano con una potenza mediamente intorno ai 1000 W. È un po' strano che queste apparecchiature pesino così tanto sul consumo globale di energia quando in realtà per potenze di questo tipo si potrebbe pensare a forme di alimentazione alternative rispetto alla corrente elettrica. Un elettrodomestico è una macchina che come consumo di potenza non è molto diverso da un essere umano. L'essere umano è una macchina sotto i 1000 W. Funzioniamo a metabolismo di zuccheri e grassi, abbiamo le nostre celle a combustibile, il fegato, con meccanismi biochimici. È chiaro che l'elettrodomestico a differenza dell'essere umano ha dei picchi, ma una riflessione alternativa va fatta.

Possiamo prendere esempio dalla natura?

In natura ci sono tre forme di alimentazione fondamentale: quella per i grandissimi sistemi, universo, pianeti, ad energia prodotta dalla fusione nucleare, da dove origina tutto; i sistemi di media potenza come gli animali e appunto l'uomo, che usano sostanzialmente energia biochimica per una potenza di 1000 W; infine abbiamo sistemi a bassissima potenza, le piante, che usano la fotosintesi che produce sei volte in un giorno la potenza prodotta dall'intero genere umano in maniera artificiale. È un sistema a bassa efficienza ma siccome le foglie sono tante... Noi non abbiamo copiato molto questo modello della natura forse perché complicato, ma non c'è stato neanche un grande sforzo per tentare di farlo.

Ad esempio la fusione nucleare è stata abbandonata per diversi motivi, anche perché la fissione, cioè il passaggio intermedio, ha evocato grandi paure, per cui, come popolazioni "avanzate", non ce la siamo sentita di andare avanti come avremmo potuto. In realtà tutti i grandi sistemi funzionano così: ad energia prodotta da fusione nucleare. Un altro esempio è il fotovoltaico, mi ricorda molto la fotosintesi anche se il meccanismo è totalmente diverso, se non ci fossero incentivi di Stato, avrebbe scarso successo perché ha un costo per watt ancora troppo elevato. È bello, rinnovabile, ma ancora troppo caro.

Quindi la tecnologia si accavalla sempre alla coscienza sociale?

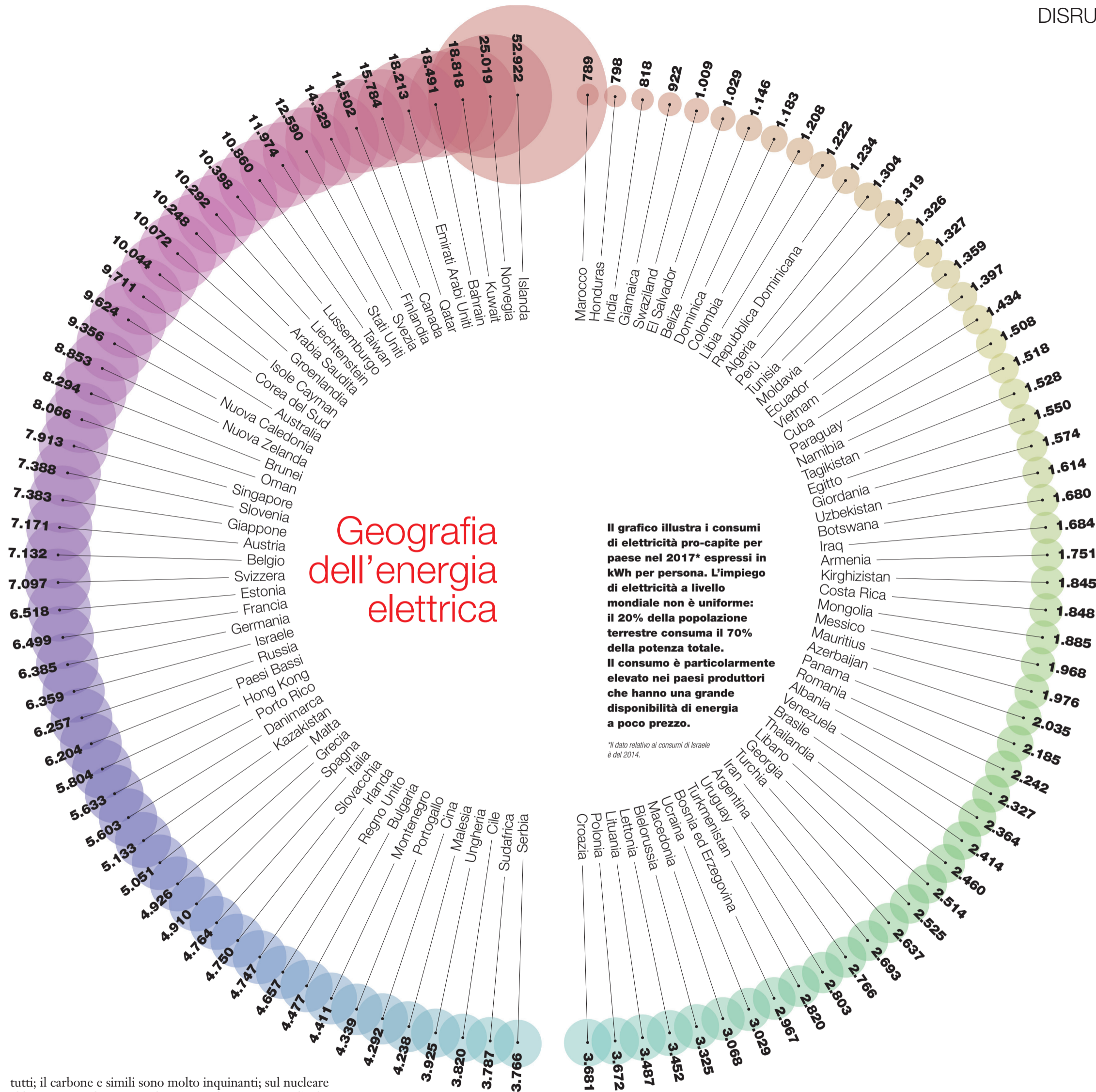
Il costo energetico di tutte le cose che desideriamo avere è molto elevato. Da un lato pretendiamo molto dalla tecnologia come se fosse tutto gratuito, dall'altro non vogliamo oleodotti, gasdotti, nucleare...

Siamo abituati a quanto è bello il digitale, bello internet, le mail, il cellulare: questa roba costa. La massa di mail inutili che mandiamo in giro consuma molto di più che una lettera scritta ogni dieci minuti su carta. A un certo punto dovremo stabilire quanti kilowatt pro capite vogliamo avere e poi dire che oltre questo limite dobbiamo accettare compromessi di altro genere, economizzando la tecnologia. I cittadini USA hanno una energia pro capite di 12.000 kWh, Europa e Giappone di circa 7.000 kWh, la Cina di 4.000 kWh, mentre l'India di appena 800 kWh. La potenza globale è 17 terawatt al giorno ma non è uniforme per cui il 20 per cento della popolazione terrestre consuma il 70 per cento della potenza elettrica totale. Il grosso dell'energia è prodotto da una ventina di paesi, in questi la disponibilità è molto elevata. Possiamo chiederci se questo "energy divide" si possa almeno mitigare. Serve più energia ma quella che c'è oggi va risparmiata, non bisogna sprecarla.

Quali sono quindi le possibilità tecnologiche innovative e sostenibili?

Abbiamo l'idroelettrico che è bellissimo, però non basta per

tutti; il carbone e simili sono molto inquinanti; sul nucleare abbiamo visto che ci sono diversi veti di varia natura; l'eolico ha limiti di ingombro, ha problemi se c'è vento o no, non si può mettere ovunque e, come il fotovoltaico, non è immune da impatto ambientale (a lungo andare si riempirebbe il pianeta di silicio e metallo). In questo momento il gas è uno dei mali minori: nel medio e lungo termine la risorsa più sostenibile, ma crea problemi per le infrastrutture e anche le tec-



nologie di trivellazione sono oggetto di molte discussioni. Se vogliamo continuare a crescere in un certo modo dobbiamo trovare soluzioni tecnologiche, ma anche sociali che ci consentano di avere più forme di energia integrate. Le rinnovabili sono le energie meno impattanti ma bisogna fare investimenti e non risolvono tutti i problemi, soprattutto non sono utilizzabili in maniera continua come vogliamo e dove vogliamo. Un esempio in questo senso è rappresentato dal settore automotive. Oggi le nostre auto vanno a carburante fossile e in generale un litro (o un kg) di benzina produce intorno a 2000 W/h. So che se metto un certo numero di litri nella macchina ho un certo numero di watt per unità di tempo che sono garantiti, guidando in maniera efficace ho una certa quantità di energia da utilizzare.

Le batterie oggi hanno una produzione di circa 150-200 W per kg/h, per cui oggi una batteria accumula un decimo dell'energia accumulata in un litro di benzina. È ovvio che se voglio avere prestazioni simili devo caricare molti chili di batterie nella mia auto rendendola estremamente pesante. L'efficienza quindi non è molto elevata. Il sogno sarebbe di portare la batteria ad essere un accumulatore molto più efficace, non a livello della benzina, ma almeno 500-1000 W per ogni kg/h. La tecnologia migliora costantemente le batterie: noi assistiamo costantemente ad un aumento della capacità di accumulo e nello stesso tempo cresce l'autonomia delle automobili. Ma siamo lontani dall'autonomia dei veicoli a benzina. Inoltre abbiamo un'altra limitazione importante: serve un'infrastruttura di ricarica (come i benzinai), da trovare ogni 30 km. Ma a differenza dei benzinai dove il pieno si fa in un minuto, la ricarica della batteria può portare via 40 minuti. Ora immaginiamo in un giorno di traffico di punta: con 10 auto davanti a fare benzina ho dieci minuti di attesa; alla ricarica dovrei aspettare 400 minuti. Dobbiamo quindi costruire batterie che permettano cicli di ricarica molto rapida, quindi un'ulteriore sfida tecnologica, una sfida nella sfida: batterie con più capacità e con possibilità di ricarica molto veloce. Infine batterie in grado di sostenere migliaia di cicli di carica e scarica senza perdere capacità. I colossi dell'industria ci stanno lavorando ma siamo ancora lontani. Nel frattempo si è trovata una soluzione ibrida: mettere batterie che forniscono una certa autonomia soprattutto in città (molto importante perché con lo stop and go del motore termico si produce molto inquinamento), accoppiato ad un motore che su strada può dare le prestazioni e l'autonomia dal carburante.

È il classico esempio di compromesso fino a quando la tecnologia non risolverà tutto. Un compromesso che deve gestire sorgenti diverse, elettrica e combustibile termica, e le deve armonizzare. Mi pare si stia andando in questa direzione in attesa che vengano migliorate le batterie e costruite le infrastrutture sia all'esterno che aumentando di kW a disposizione nelle case per la ricarica notturna.

Quindi il futuro dell'auto è ibrido verso l'elettrico totale?

Non sono sicuro che la soluzione diventi esclusivamente la batteria, c'è anche l'idrogeno. Nel frattempo possono essere risolti alcuni problemi del ciclo dell'idrogeno come lo stoccaggio, la compressione, il costo dei materiali per cui potrebbe esserci la possibilità di scoperte che consentano di utilizzare l'idrogeno invece che le batterie convenzionali. La ricerca su questo campo è fervente. Ovviamente parliamo solo dell'automobile, di una potenza di centinaia di kW. Quando invece si parla di industria, di megawatt, non possiamo pensare alle batterie. In questo caso ci vogliono sistemi con grande capacità di accumulo. Il gas mi sembra una delle tecnologie a cui guardare in combinazione con grandi power station fotovoltaiche ed eoliche. A meno di non avere una rinascita del nucleare, della fusione. Per concludere la soluzione ottimale è nella capacità di differenziare. Puntare su tante tecnologie in parallelo vuol dire che una può essere più adatta di un'altra ad una determinata circostanza o localizzazione e ad un determinato utilizzo. Ogni forma di energia può avere la sua applicazione a seconda del dominio e della situazione in cui viene applicata.