



Accademia Nazionale Virgiliana - Mantova

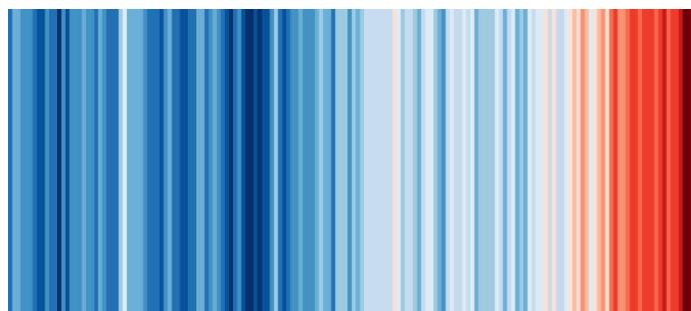
Convegno CAMBIAMENTI CLIMATICI: REALTÀ E PROSPETTIVE

COME E PERCHÉ CAMBIA IL CLIMA?

Appunti dalla relazione del dr. **GIUSEPPE ZAPPA**, climatologo dell'ISAC-CNR di Bologna¹

Liceo Virgilio - Mantova, Sala degli Addottoramenti, 5 febbraio 2020

La temperatura media terrestre è andata aumentando, come mostra la *climate strip* in figura: il colore delle barre, dal blu al rosso, rappresenta l'andamento annuo della temperatura, dal 1850 al 2018.



Fonte: showyourstripes.info.

Quali sono le differenze tra tempo meteorologico e clima?

Possiamo dire che il meteo si riferisce a quello che trovi in un certo momento, in un certo luogo; il clima, invece, si riferisce a quello che ti aspetti in un certo periodo, indica un comportamento (da *clinamen*, inclinazione, tendenza). Esistono tanti tipi di clima (desertico, polare, tropicale, temperato...) e ogni tipo di clima è determinato da molteplici componenti che interagiscono tra loro: l'atmosfera, la biosfera, l'idrosfera, la criosfera, ... Ad esempio gli alberi influiscono sul clima; e così l'inclinazione dei raggi solari e quindi la latitudine, ma anche il passaggio da Est a Ovest. Per studiare il clima analizziamo i meccanismi che lo regolano, approfondiamo le nostre conoscenze sul passato per poter fare previsioni per il futuro.

La Terra riceve radiazione dal Sole per circa 340 W/m^2 : il 30% di questa radiazione, cioè una quantità pari a circa 100 W/m^2 , viene riflessa dal nostro pianeta (albedo), mentre il restante 70%, pari a circa 240 W/m^2 , entra nel sistema Terra e viene emesso e disperso sotto forma di raggi infrarossi (IR). I gas serra (vapor acqueo H_2O , diossido di carbonio CO_2 , metano CH_4 , protossido di azoto N_2O , ...) presenti in atmosfera intercettano la radiazione IR e consentono di mantenere la temperatura media terrestre sui 15°C (effetto serra). L'atmosfera è molto sottile (solo 100 km di spessore), ma senza la sua presenza la radiazione IR uscirebbe indisturbata dalla Terra, la temperatura media terrestre si attesterebbe sui -18°C e non sarebbe possibile la vita. Quindi l'effetto serra consente la vita, non è un fenomeno negativo. Tuttavia CO_2 e CH_4 sono presenti in atmosfera solo in tracce (0,04% per CO_2 e 0,0002% per CH_4) ed è più facile alterarne la percentuale.

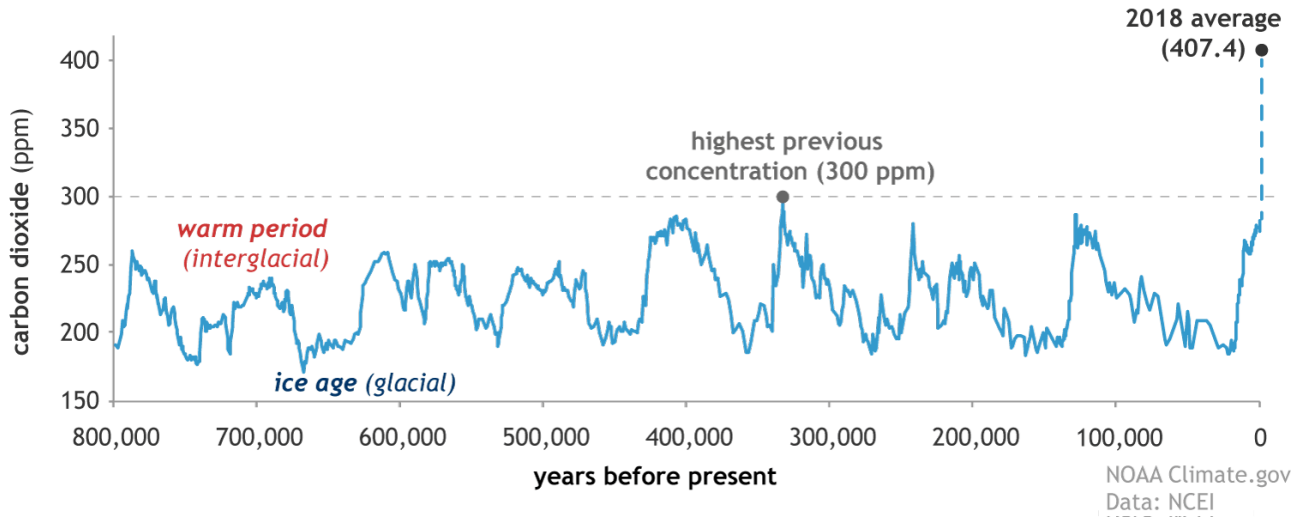
Perché il clima può variare nel tempo?

Vi sono delle cause naturali come eruzioni vulcaniche, cambiamenti orbitali, variazioni dell'intensità solare; e anche cause interne come le variazioni delle temperature oceaniche (come *el niño*). Ma esistono cause antropiche, quali le emissioni di gas serra, lo smog (aerosol, polveri) e l'inquinamento, le variazioni dell'uso del suolo, ...

¹ Appunti stesi da Luigi Togliani, Accademia Nazionale Virgiliana, con revisione da parte del relatore.

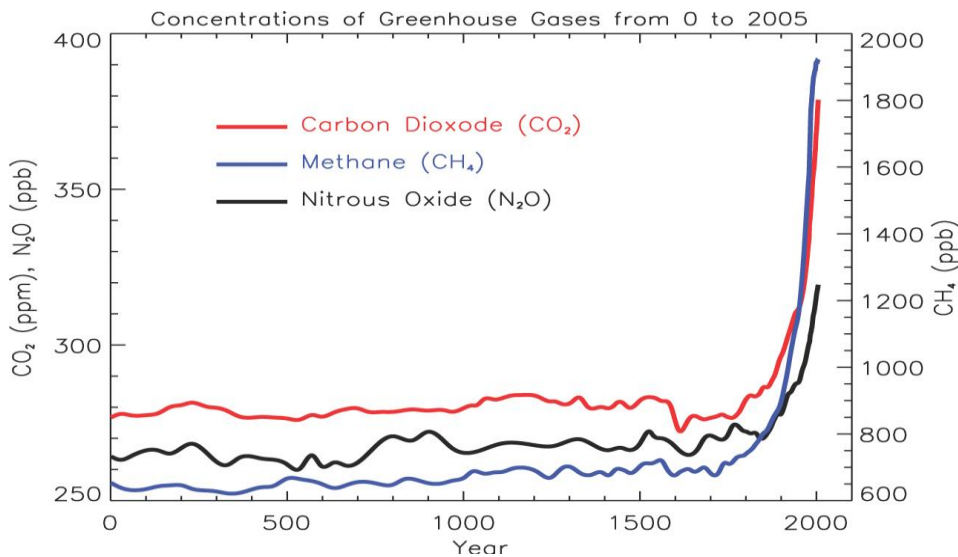
Si può dire che il clima è sempre variato. Vi sono archivi naturali riscontrabili con i carotaggi in Antartide: lo studio delle particelle d'aria intrappolate nel ghiaccio ci fornisce informazioni climatiche che si spingono fino a 800.000 anni fa. Da questi studi emerge che la percentuale di anidride carbonica presente in atmosfera è variata nei millenni, coerentemente con la temperatura, fluttuando intorno a 250 ppm.

CO₂ during ice ages and warm periods for the past 800,000 years



Fonte: NOAA Climate.gov 2020.

Ma negli ultimi 60 anni tale percentuale è andata crescendo, con velocità almeno 10 volte superiore rispetto al passato recente, fino a raggiungere le 400 ppm odierne (un andamento simile caratterizza le concentrazioni di altri gas serra come CH₄ e N₂O). Questo valore era stato già raggiunto e superato in passato, circa 3 milioni di anni fa, ai tempi dell'Australopithecus, quando la temperatura media terrestre era di 3 o 4°C più alta di oggi e il livello del mare era sicuramente più elevato di adesso, forse di anche 20 m. Ma 400 ppm di CO₂ in atmosfera rappresentano qualcosa di inedito per l'uomo (Homo Sapiens).

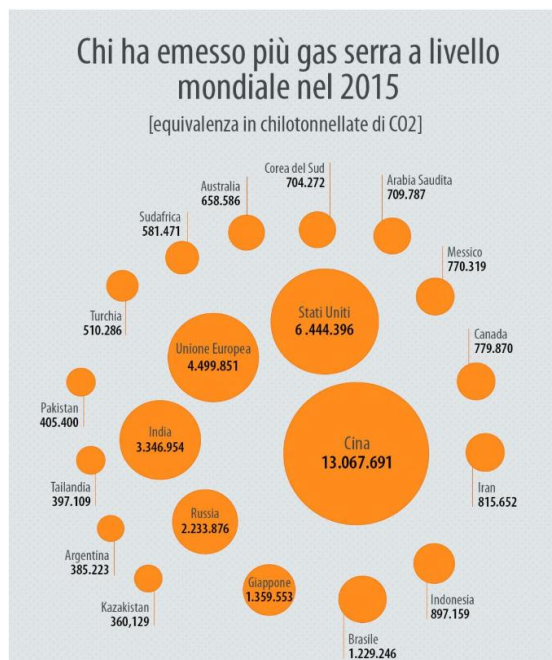
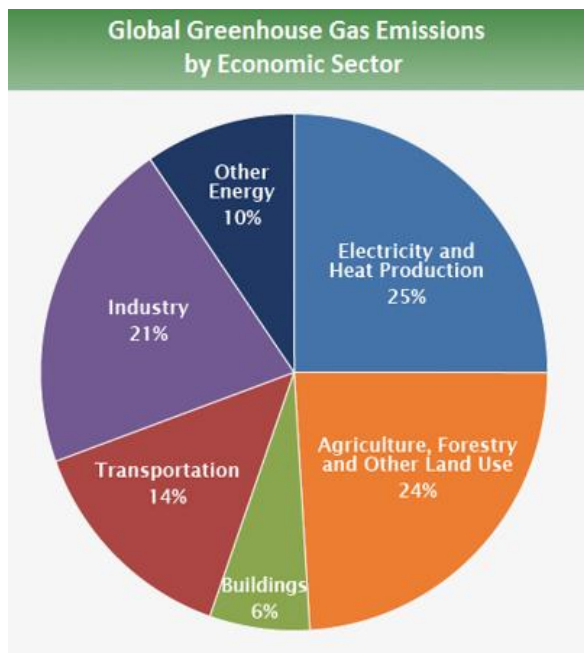


Fonte: IPCC 2014.

Perché si assiste a questo rapido aumento dei gas serra in atmosfera?

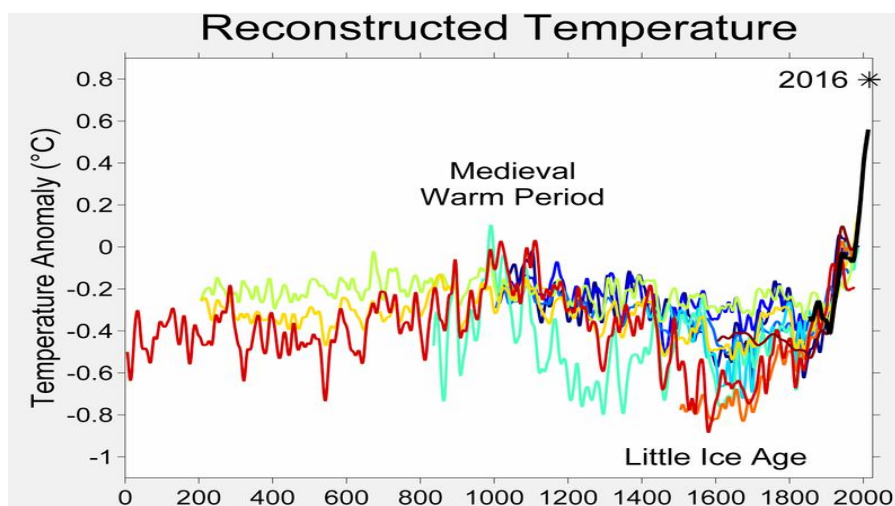
L'aumento della concentrazione di gas serra in atmosfera è dovuto essenzialmente alle attività umane: allevamento, agricoltura e deforestazione (24%); trasporti (14%); industria (21%); produzione di elettricità e riscaldamento (25%); altre forme di energia (10%); edifici (6%). E la nostra società ha bisogno di alimentare tutte queste attività; è perciò difficile ridurre le emissioni di CO₂. I paesi che globalmente emettono di più gas serra sono nell'ordine: Cina, USA, Comunità Europea, India, Russia, Giappone. I paesi più poveri (ad es. gli stati dell'Africa) sono quelli che emettono meno; vi è un forte squilibrio tra i paesi del mondo. La Terra può assorbire la CO₂: il 30% lo fanno le piante, un altro 30% gli oceani (che però si acidificano), ma il

restante 40% resta in atmosfera. Questo significa che stiamo producendo un super effetto serra che determina uno sbilancio energetico che porta al riscaldamento globale (*global warming*).

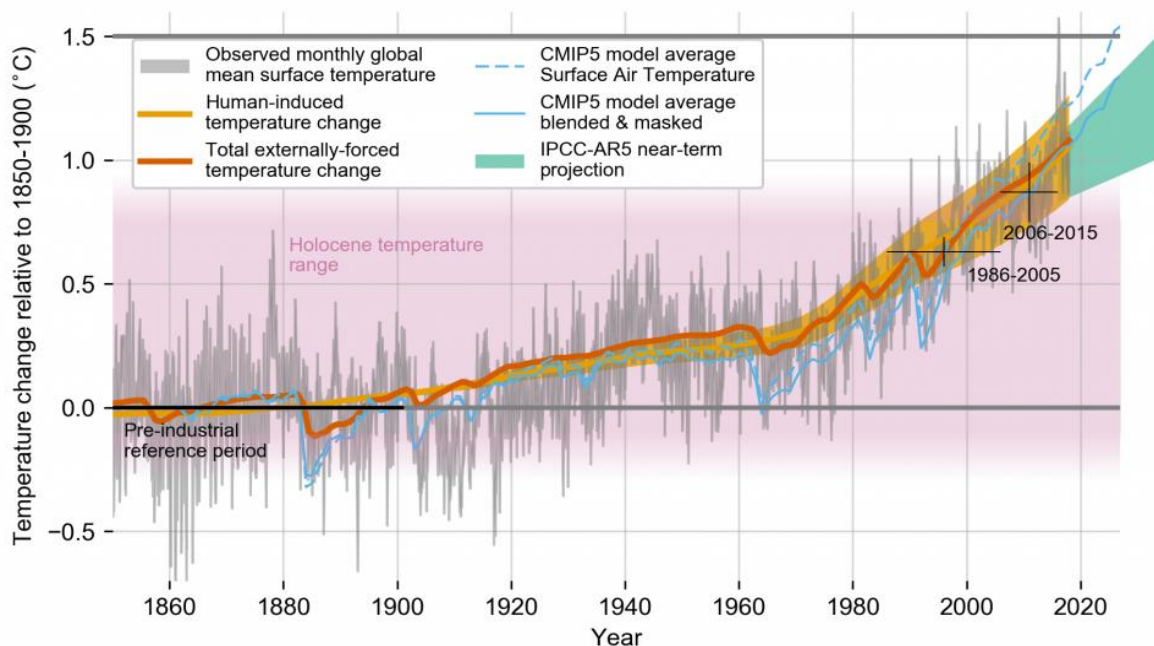


Fonti: IPCC 2010; Parlamento Europeo 2019.

L'aumento medio della temperatura terrestre, registrato dall'inizio dell'era industriale (1860 circa) ad oggi, è di +1°C. In questo arco temporale di 160 anni, gli anni più caldi sono tutti nel recente passato: il più caldo è stato il 2016, seguito dal 2019 e poi dal 2017. Questi dati sono confermati dallo studio di un altro archivio naturale: i tronchi degli alberi. Si può ricostruire la temperatura negli ultimi 2000 anni: la Terra si è un po' riscaldata intorno al 1000, per poi raffreddarsi tra il 1600 e il 1800, con fluttuazioni di qualche decimo di °C. Ma, dopo la metà del XIX secolo assistiamo ad un'impennata della temperatura di circa +1°C, particolarmente evidente negli ultimi decenni.



Fonte: NOAA/WDS for Paleoclimatology 2019.



Fonte: IPCC 2018.

Quali conseguenze e quindi quali segnali ci vengono dal riscaldamento globale?

Innanzitutto lo studio del ghiaccio artico nel periodo 1979-2019 ci dice che la superficie marina ghiacciata si è molto ridotta; ormai si stanno aprendo i passaggi a Nord-Ovest e a Nord-Est nel mare Glaciale Artico. Anche i ghiacciai terrestri stanno riducendosi rapidamente.

Un'altra conseguenza è il costante aumento del livello marino, per effetto dello scioglimento dei ghiacci e del riscaldamento degli oceani che porta a dilatazioni termiche. Il mare cresce, dal 1995 ad oggi, al ritmo di circa 0,3 cm all'anno; entro il 2100 ci si attende un aumento tra i 40 cm e gli 80 cm.

Qualcuno potrebbe obiettare che il *global warming* non c'è perché in certe situazioni si assiste ad un raffreddamento: ad esempio, il maggio 2019 è stato particolarmente freddo in Italia. Ma queste osservazioni locali sono incluse nella valutazione globale che fornisce una temperatura media terrestre in aumento nel 2019 rispetto all'anno precedente.

I modelli di clima ottenuti con l'uso di super computer ci consentono di prevedere l'evoluzione del sistema Terra a seconda delle condizioni che vengono imposte. Sono modelli di simulazione, basati sulle leggi della Fisica, che mettono in relazione la circolazione atmosferica e quella oceanica. In questi modelli, se si tiene conto solo dei fenomeni naturali - quali l'attività solare e quella dei vulcani - non si riesce a giustificare il riscaldamento osservato. Se invece si tiene conto anche delle componenti antropiche - quali l'aumento dei gas serra - allora si può dar conto del riscaldamento.

Non possiamo sapere con certezza come evolverà la concentrazione dei gas serra o la popolazione mondiale. Possiamo invece fare delle ipotesi e costruire i corrispondenti scenari. In particolare, continuando con l'attuale incremento di emissioni, si può prevedere, entro il 2100, un aumento medio della temperatura terrestre di +4°C, con una punta di +11°C nell'Artico. Questo scenario prevede un netto cambiamento climatico nel bacino del Mediterraneo e in molte altre zone temperate, con forte diminuzione delle precipitazioni e tendenza al clima arido, mentre aumenterebbe la piovosità nelle zone tropicali e polari. Adottando invece uno scenario di forte mitigazione, possiamo restare entro l'aumento di +1,5°C, come auspicato dalle più autorevoli agenzie internazionali, e mantenere così una situazione climatica non molto diversa da quella di questi ultimi anni.

Quali impatti sul clima dobbiamo aspettarci nel prossimo futuro e come possiamo agire?

Ci si aspetta che nella zona mediterranea vi sarà una diminuzione dei giorni di pioggia e di neve, con più frequenti siccità e minore disponibilità di acqua dolce. Sebbene le piogge potranno essere più rare, saranno

più intense, con maggior rischio di frane e alluvioni. Saranno sicuramente più frequenti le ondate di calore, con maggiori possibilità di incendi, impatti sui raccolti agricoli e maggiori rischi per la salute.

Che cosa possiamo fare?

Possiamo cercare di adattarci: sfruttare meglio le risorse idriche e costruire serbatoi per raccogliere l'acqua; evitare gli sprechi di acqua, cibo, energia e materiali. Occorre gestire meglio il territorio, ripensare l'agricoltura, l'industria e tutte le attività umane, riducendo i consumi. Nella conferenza di Parigi del 2015 si è stabilito che l'aumento di temperatura rispetto all'inizio dell'era industriale debba restare in questo secolo al di sotto dei +2°C, meglio se inferiore a +1,5°C, per far sì che si produca uno sviluppo sostenibile, che soddisfi i bisogni attuali senza compromettere quelli futuri. L'ONU ha fissato 17 macro-obiettivi da raggiungere entro il 2030 (Agenda 2030), in un'ottica globale: tra questi vi è il cambiamento climatico (*climate change*) che deve essere combattuto tenendo conto di tutte le altre emergenze che interessano l'umanità e l'ambiente.

Ma bisogna agire subito; se andiamo avanti così già nel 2040 avremo raggiunto l'aumento termico di +1,5°C ed entro il 2060 è possibile l'aumento di +2°C. In particolare bisogna ridurre le emissioni del 45% entro il 2030 e del 100% entro il 2050. Sono obiettivi ambiziosi, ma necessari. Tuttavia, nonostante gli accordi di Parigi, si è registrato un aumento delle emissioni di CO₂ del 4% annuo dal 2015 al 2018.

Come ridurre le emissioni, in poco tempo?

Sul piano energetico occorre abbandonare il più presto possibile i combustibili fossili e affidarsi alle fonti rinnovabili, in particolare eolico e fotovoltaico (transizione energetica). Ma la sfida è difficile, anche per la resistenza di molti paesi che hanno abbondanza di giacimenti fossili (es. la Cina con il carbone).

È poi necessario far assorbire molta CO₂ alla terra, fermando il disboscamento e favorendo lo sviluppo delle aree verdi. Ma la cosa non è facile perché la deforestazione spesso è indotta dalla necessità di ottenere legname, di accedere a giacimenti di minerali nel sottosuolo, di estendere allevamenti e colture agricole.

In sostanza occorre passare ad una società meno energivora, anche con interventi possibili già da subito nella nostra vita quotidiana:

- ripensare a come ci spostiamo, scegliendo i mezzi di trasporto più sostenibili (bicicletta, mezzi pubblici, *car pooling* e *car sharing*...);
- rivedere la nostra dieta, evitando sprechi di cibo, consumando meno carne e di più i prodotti locali;
- migliorare l'efficienza energetica di case, caldaie, elettrodomestici;
- puntare all'azzeramento dei rifiuti con il riutilizzo degli oggetti, la raccolta differenziata e un sempre più ridotto uso della plastica (economia circolare).

È interessante calcolare la propria impronta ecologica dal sito <http://www.footprintcalculator.org>

Risposte a domande del pubblico, studenti e insegnanti. Osservazioni finali.

- Sono utili i movimenti sul clima, come *Fridays for Future*?
- Ci sono tre possibili tipi di interventi per ridurre le emissioni di gas serra: cambiare la produzione di energia, assorbire la CO₂ e attuare cambiamenti di comportamenti individuali. I primi due interventi richiedono scelte a livello politico globale: come individui non possiamo fare nulla, ma come collettività possiamo influenzare i decisori. Movimenti come *Fridays for Future* possono fare pressione sui governi e sulla società perché avvengano i cambiamenti auspicabili. Non si sa se questo basterà, ma sicuramente è un passo necessario.
- E' indispensabile usare la plastica o se ne può fare a meno?
- La plastica è un derivato del petrolio, combustibile fossile: i processi estrattivi e di lavorazione comportano emissioni di gas climalteranti. I rifiuti di plastica creano un enorme problema ambientale e conviene ridurre il più possibile l'uso di questo materiale inquinante.
- A chi frequenta la montagna appaiono chiaramente i campanelli d'allarme del cambiamento climatico. È angosciante vedere la ritirata dei ghiacciai delle Alpi, il disastro lasciato dalla tempesta Vaia del 2018, il crollo di parti di pareti rocciose delle Dolomiti. Sono evidenze sperimentali del *climate change*.
- Qual è stata la temperatura massima raggiunta nel 2016, finora l'anno più caldo?
- È stata di circa 1°C superiore alla media degli anni '50 del secolo scorso.
- È utile il blocco del traffico per contrastare il cambiamento climatico? Ha un impatto significativo?
- Il blocco del traffico in alcune città per un giorno produce risultati molto modesti. Ma bisogna distinguere tra l'aspetto ambientale, legato all'inquinamento da aerosol, smog e polveri sottili, e il riscaldamento globale. Il blocco del traffico può ridurre l'inquinamento prodotto dai veicoli, ma non è significativo per ridurre il riscaldamento globale.
- Ci sono prodotti sul mercato che producono impatti minori sull'ambiente ed è possibile riconoscerli?
- In genere le etichette sui prodotti non dichiarano quante emissioni sono state necessarie per la produzione. Al momento della scelta del fornitore di energia elettrica si può vedere da quali fonti l'energia elettrica è stata prodotta: è una scelta dal basso che può stimolare i fornitori ad investire nelle fonti rinnovabili. Sarebbe auspicabile che una cosa simile fosse possibile anche per i prodotti che acquistiamo al supermercato.
- Un cosa del genere si è realizzata a Milano all'Expo 2015: alcuni prodotti esposti a marchio Coop recavano un'etichetta che dichiarava quanta acqua e quante emissioni di CO₂ erano state necessarie. Oppure ci sono aziende agricole che offrono prodotti a chilometro zero, più facilmente controllabili.
- Nel trasporto, l'unica soluzione veramente pulita è l'elettrico. L'elettrico ottenuto da fonti rinnovabili non genera emissioni inquinanti e climalteranti nemmeno in fase di produzione. Non così i motori a combustione, soprattutto i diesel. L'uso di filtri può essere interessante, sempre che abbiano la necessaria manutenzione.
- Com'è possibile arrivare a zero emissioni entro il 2050?
- Ci vuole tanto impegno da parte di tutti: governi, persone. Ma è un obiettivo molto difficile da realizzare. Non so quanti credano veramente che si possa raggiungere, ma è comunque un obiettivo cui tendere con tutte le nostre forze.
- Attualmente il fabbisogno energetico è soddisfatto circa per l'80% da fonti fossili e per il restante 20% da rinnovabili. Bisognerebbe cercare di ribaltare questo rapporto in tempi molto brevi. Impresa molto difficile, ma non impossibile. Ci sono esempi virtuosi di transizione energetica: nell'isola di El Hierro, nelle Canarie, un sistema idro-eolico riesce già a soddisfare il fabbisogno di energia elettrica per oltre il 60% da fonti rinnovabili, con punte del 100%; in Germania, nel distretto di Bahnstadt ad Heidelberg, interi quartieri sono sorti con case a impatto zero (*passive house*), autosufficienti sul piano energetico. Ma bisogna cambiare la mentalità dei decisori politici, sapendo che sono sensibili alle richieste della base se queste possono in qualche modo incrinare il loro potere. La generazione che attualmente governa il mondo ha fallito, se lascia ai giovani di oggi un mondo così compromesso sul piano ambientale. E sono proprio le nuove generazioni che hanno forse la possibilità di cambiare radicalmente questo modello di società.