

Il “sistema pianeta”
tra questione energetica
e problema dei rifiuti

ISSR –Parma

2 dicembre 2019

Bilancio energetico naturale del pianeta Terra

- Energia solare ricevuta in un anno: $5.56 \cdot 10^{24}$ J.
- Si tratta di radiazione e.m.: circa metà e metà fra visibile e i.r. “vicino”, con piccola quantità di u.v.
- Un po’ meno di metà diffusa verso lo spazio esterno da materiale atmosferico (nubi, aerosols, particolati vari...).
- Radiazione che arriva al suolo (poco più di metà) varia nel tempo (stagioni) e nello spazio (latitudine geografica).
- Piccola parte diffusa verso l’alto in modo diverso a seconda della superficie su cui incide (suolo, acqua, ghiaccio, ...).
- Circa metà del totale ($3 \cdot 10^{24}$ J) viene assorbita da suolo e acqua.

Bilancio energetico naturale del pianeta Terra

- Energia solare assorbita scalda suolo e acqua e mantiene in moto la “macchina del clima”.
- Ciclo dell’acqua:acqua liquida evapora-vapore sale acquistando energia meccanica-condensa ricadendo al suolo-energia meccanica si ritrasforma in calore.
- Ciclo del vento:aria più calda sale-più fredda scende-con rotazione terrestre si hanno i venti-energia del vento torna in calore per attrito o per deformazione.
- Ciclo delle correnti oceaniche:acqua più densa scende e meno densa sale- con rotazione terrestre si hanno le correnti marine e oceaniche.

Bilancio energetico naturale del pianeta Terra

- Equilibrio su scala globale: energia che entra deve uscire.
- Tutta la superficie del pianeta emette radiazione e.m. (i.r. "lontano") con potenza specifica proporzionale a T^4 , dove $T(^{\circ}\text{K})=t(^{\circ}\text{C})+273,16$.
- In pianeta senza atmosfera T di equilibrio circa 255°K .
- Atmosfera terrestre contiene "gas serra" naturali: H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O che assorbono una frazione di radiazione uscente e ne riemettono circa la metà verso il basso-T di equilibrio circa 288°K -effetto serra naturale rende abitabile il pianeta.
- Con "carote di ghiaccio" note concentrazioni passate. P.e. negli ultimi 10^4 anni, concentrazione CO_2 oscilla intorno a 280 ppm.

Bilancio energetico del pianeta antropizzato

- Prima dell'anno 1750: l'umanità non apporta sostanziali modifiche al bilancio energetico del pianeta.
- E' poco numerosa (10^6 - 10^7 ?).
- Brucia solo biomassa vegetale e in piccola parte animale -CO₂ liberato durante la combustione era stato sottratto in precedenza all'atmosfera durante la crescita della biomassa-la concentrazione cambia localmente ma non su scala globale.
- Attività umana non incide praticamente su altri gas serra naturali.

Bilancio energetico del pianeta antropizzato

- Dopo il 1750:l'umanità inizia a modificare il bilancio.
- Si bruciano quantità sempre crescenti di combustibili fossili (carbone, derivati del petrolio, gas naturale)-immessi in atmosfera quantità crescenti di CO₂(ultimo dato circa 40 Gton annue).
- Aumenta la concentrazione di gas serra naturali(CO₂ 420ppm).
- Vengono immessi anche gas serra artificiali.
- Atmosfera assorbe frazione sempre maggiore di radiazione i.r.uscente-aumenta l'effetto serra.
- Il bilancio energetico è modificato –più energia rimane nel sistema-globalmente T aumenta.

Il bilancio energetico del pianeta antropizzato

- Conseguenze della modifica al bilancio difficilissime da prevedere con esattezza.
- Esistono (e si sono già innescati) nel sistema climatico fenomeni che si autoalimentano come lo scioglimento del permafrost e dei ghiacciai e la modifica delle correnti oceaniche: la loro evoluzione è estremamente difficile da prevedere!
- Stiamo facendo un esperimento da apprendisti stregoni e non sappiamo assolutamente come andrà a finire. Ma è proprio indispensabile?

Il bilancio energetico del pianeta antropizzato

- E' possibile sistema energetico basato solo su F.E.R. (solare diretto e indiretto) per società tecnologicamente evoluta e per umanità molto numerosa (10^{10})?
- Scientificamente sì: input circa 10^{24} J, richiesta circa 10^{21} J.
- Efficienza conversione fotosintetica: 10^{-2} - 10^{-3} .
- Efficienza conversione termica moduli attuali circa 0.5.
- Efficienza conversione F.V. moduli attuali circa 0.2.
- Possibile anche ridurre drasticamente richiesta di energia per i vari usi: processi attuali molto poco efficienti e molto migliorabili.

Verso un sistema energetico sostenibile

- Limite delle F.E.R. non scarsità ma continuità-necessario accumulo.
- Tecnologie disponibili e costi in continuo miglioramento.
- Però grandi resistenze da parte di chi ha puntato e punta sulle fonti fossili.
- La realizzazione graduale di un sistema energetico che si inserisca all'interno del bilancio energetico naturale senza alterarlo troppo richiede soprattutto la volontà e la capacità di pensare a lungo termine e su scala globale (vedi l'approccio della "Laudato si").

Ciclo della materia nel pianeta non antropizzato

- In natura non esiste il “rifiuto”: ogni scarto di processo viene utilizzato in un processo successivo.
- Processo per eccellenza è la vita, con produzione di biomassa vegetale e animale: crescita (con produzione di scarti)-morte-biodegradazione-materia disponibile per nuovi processi.
- Alcune eccezioni:
 - Foreste pietrificate: alberi non degradati ma mineralizzati.
 - Depositi di guano: deiezioni di uccelli non biodegradate.
 - Depositi di combustibili fossili: enormi quantità di biomassa vegetale vivente sotterrate molto velocemente e sottoposte a un processo di “cottura” a pressioni e temperature elevate.

Ciclo della materia nel pianeta antropizzato

- Prima della scoperta del fuoco: praticamente nessuna differenza con il pianeta non antropizzato.
- Dopo la scoperta del fuoco ma ante rivoluzione industriale:
 - Si producono oggetti in terracotta, vetro, ceramica, metalli vari, che a fine vita diventano rifiuti non biodegradabili.
 - Si generano scarti di combustione con effetti locali su salute ma non effetti globali su bilancio energetico.
 - Nelle città più o meno grandi il problema dei rifiuti diventa un grande problema gestionale, con soluzioni diverse da caso a caso, più o meno soddisfacenti.
 - Caso esemplare: Roma antica (cloaca maxima, colle di Testaccio).

Ciclo della materia nel pianeta antropizzato

- Dopo la rivoluzione industriale:
 - crescono gli scarti di combustione con effetti locali sulla salute (smog, ossidi vari, particolato) e globali (aumenta effetto serra).
 - Aumentano sia popolazione che ritmi di consumo (distribuzione disuguale!!) - quantità di rifiuti sempre maggiori.
 - Oggetti prodotti con materiali artificiali come le “plastiche” o le fibre sintetiche, dotati di proprietà più desiderabili rispetto a materiali naturali (legno, fibre naturali) e anche a metalli, quando diventano rifiuti pongono gravi problemi: non sono biodegradabili.
 - Si hanno quindi fenomeni di accumulo locali, ma anche globali.
 - I materiali non degradabili si riducono di dimensioni e diventano cibo pericoloso per animali (es. microplastiche per pesci e uccelli).

Ciclo della materia nel pianeta antropizzato

- Si può ripristinare la “circolarità” dei processi?
 - Anche in questo caso, scientificamente è possibile (si veda p.e. “Dalla culla alla culla” di W.McDonough e M.Braungart, Blu edizioni).
 - Però il percorso non può essere né breve né facile. Come esempio consideriamo l’uso della risorsa acqua e i rifiuti che produce.
 - Acqua per uso domestico: potabile in bottiglia produce molto rifiuto per i contenitori e per il trasporto e distribuzione; usata per lavare e lavarsi danneggia i corpi d’acqua in cui finisce. I comportamenti dei singoli consumatori possono influire molto.
 - Acqua per uso industriale: viene usata “in parallelo” (ogni processo preleva e scarica) mentre in molti casi potrebbe essere usata “in serie” (p.e. l’acqua usata da un impianto come refrigerante potrebbe essere usata da un altro come solvente); servono norme ad hoc.

Verso un sistema produttivo sostenibile

- Gli esempi di possibili scelte individuali e di modifiche “virtuose” dei processi produttivi sono tantissimi.
- Intanto si potrebbe da subito gestire molto meglio i rifiuti che produciamo attualmente, per esempio in Italia e magari a Parma.
- Sia su scala locale che su scala globale non si va da nessuna parte se le proposte e le iniziative non sono comprese e condivise.
- Anche in questo caso l’impostazione dell’enciclica che insiste sul concetto di “cura della casa comune” è la più corretta.

Grazie per l'attenzione!

- Riferimenti per eventuali domande di materiali e chiarimenti.
 - Posta elettronica:
 - francesco.giusiano@unipr.it
 - Telefono cellulare:
 - 348 9828067

- Buon lavoro!