

**EUROPA: Civiltà dell'Amore e Sfide di Antropologia Integrale
PACE, VITA e AMBIENTE da Cristiani nell'UE**

ROMA, sabato 9 MARZO 2024

**La Transizione Ecologica integrale
(Agricoltura, Energia, Ambiente)**

Intervento del Prof. Agostino Mathis

VERSIONE TESTUALE

Sommario

La storia del Pianeta Terra ha strettamente interagito con l'evoluzione del Genere Umano da almeno un milione di anni (da quando Homo erectus addomesticò il fuoco). Ma da circa trecento anni, con lo sfruttamento intensivo delle fonti fossili di energia (carbone, petrolio, gas naturale), si è avviata una pervasiva rivoluzione industriale, seguita a breve dalla cosiddetta "rivoluzione verde" in agricoltura. Ad oggi circa un settimo della popolazione mondiale ha conseguito un tenore di vita (e di consumi energetici) mai visti nella storia.

Ma le innovazioni nella sanità e nell'agricoltura, estese a quasi l'intero globo, hanno provocato anche una imprevista e incontrollata esplosione demografica che in tre soli secoli ha portato la popolazione mondiale da seicento milioni a oltre otto miliardi di individui. Altra conseguenza è l'urbanizzazione: da qualche anno oltre la metà del Genere Umano vive in città, e si prevede che questa frazione nel 2050 raggiungerà il 70%, e a fine secolo anche l'80%. Tuttavia le città, correttamente pianificate e realizzate, sono un esempio (positivo) ed il simbolo del «disaccoppiamento tra l'Umanità e la Natura»: i Paesi più sviluppati sono infatti quelli in grado di attuare e gestire efficacemente Parchi Nazionali e aree protette.

La sfida che ora si pone è quella di attuare al meglio la difficile transizione verso una Umanità di 10-12 miliardi di individui, a ciascuno dei quali non può essere negato il diritto ad un tenore di vita accettabile. Ma come ridurre l'uso delle fonti fossili che compromettono il clima con l'emissione di gas serra? Tutte le fonti rinnovabili, data la loro bassissima densità di potenza alla fonte, richiedono l'ingegnerizzazione di vaste aree di territorio, su cui devono essere costruite e utilizzate pesanti e complesse

infrastrutture. I danni ambientali e paesaggistici spesso sono rilevanti ed irreversibili. Inoltre, solare ed eolico (le «nuove rinnovabili») sono fonti intermittenti e non-programmabili, e richiedono quindi la coesistenza in rete di costosi sistemi di accumulo, o di generatori regolabili aventi una potenza paragonabile e di solito alimentati da fonti fossili. Occorre quindi rivolgersi a fonti decarbonizzate in grado di fornire non solo elettricità, ma anche e soprattutto calore, a bassa ed alta temperatura, come la fonte nucleare.

L'opzione nucleare, oltre a ridurre drasticamente l'emissione di gas serra, con i nuovi reattori a neutroni veloci permette di utilizzare, senza ulteriori attività estrattive, il 100% dell'enorme potenziale energetico presente nei grandi depositi di uranio impoverito (uranio naturale privato di parte dell'Uranio 235), di combustibile irradiato e di plutonio, già disponibili dopo settant'anni di attività nucleare complessiva, sia militare che civile. Potrà poi ovviamente utilizzare il contenuto delle riserve di Uranio e Torio disponibili sul Pianeta, e così fornire energia per secoli per tutta l'Umanità.

Per quanto riguarda infine il clima, appare comunque evidente come l'effetto serra sia già "decollato" con un andamento che è correlato all'"integrale" dell'incremento di concentrazioni di gas serra già avvenuto rispetto ai tempi preindustriali. Questo incremento persisterà in larga misura per molti secoli. L'Umanità dovrà quindi predisporre tutti gli adattamenti necessari a far fronte alle nuove condizioni climatiche. Contestualmente, sarà opportuno prendere in seria considerazione tutti i mezzi in grado di contrastare direttamente gli effetti dell'Uomo sulla nuova dinamica climatica.

Del resto, la stessa COP21 del 2015 faceva un chiaro assegnamento sulla possibile adozione, nella seconda metà di questo secolo, di tecniche di rimozione dei gas serra dall'atmosfera, in modo da compensare le emissioni antropogeniche, che evidentemente si suppongono non completamente eliminabili. In una simile prospettiva, i Paesi più evoluti dal punto di vista scientifico e tecnologico dovrebbero assegnare un'alta priorità allo studio ed alla sperimentazione di tutti i mezzi in grado di fronteggiare le cause, oltre che le conseguenze, del riscaldamento globale: in sostanza, si tratta di considerare il "globo terracqueo", costituente il Pianeta Terra, come un "ambiente" da "climatizzare" con le più evolute ed efficienti tecnologie dell'ingegneria termofluidodinamica.

Prof. Agostino Mathis – Via Bertero, 61 – 00156 ROMA (Italy)
Cell. 338-1901198; E-mail: amathisit@yahoo.com

Il Pianeta Terra ed il Genere Umano

Per esaminare quale potrà essere una transizione sostenibile, da attuare nei prossimi decenni, per ciascuno dei tre ambiti indicati nel titolo (Agricoltura, Energia, Ambiente), occorre delineare lo scenario, passato, presente e futuro, in cui si sono evoluti i due soggetti strettamente coinvolti in detta transizione: il Pianeta Terra ed il Genere Umano.

Fino a 500 anni fa, la Terra era considerata stabile al centro dell'Universo, e il suo dominatore era l'Uomo. Con Galileo la Terra è soltanto uno dei numerosi pianeti del Sole. Col XX secolo, il Sole non è che una delle oltre 200 miliardi di Stelle della Via Lattea, che a sua volta non è che una delle molte migliaia di miliardi di Galassie dell'Universo.

Da qualche anno, ogni anno si scoprono migliaia di Pianeti extrasolari, anche 3 o 4 per ogni Stella. Di questi, un 10% appaiono «pianeti rocciosi umidi» (Wet Rocky Planets), adatti alla vita come la conosciamo noi. Nella sola nostra Galassia, possiamo quindi avere decine di miliardi di Wet Rocky Planets. Su molti di questi Pianeti è realistico pensare che si sia sviluppata una biosfera simile a quella della Terra, ma non è detto che sia riuscita a pervenire all'«autocoscienza» di cui noi ci vantiamo (non per niente abbiamo avuto il coraggio di autodefinirci *Homo sapiens...*).

In realtà, la moderna scienza dell'Astrobiologia sta dimostrando come ben difficilmente un «pianeta roccioso umido» riesca a mantenere adeguate condizioni di vivibilità per il tempo necessario a pervenire all'autocoscienza (sulla Terra ci sono voluti diversi miliardi di anni): i rischi, infatti, sono che l'interazione tra la geosfera e la biosfera del Pianeta non sia in grado di evitare possibili divergenze distruttive, in particolare un «effetto serra» travolgente (come sul Pianeta Venere), o una «glaciazione permanente» (come sul Pianeta Marte, dove si stanno ora scoprendo grandi masse di acqua ghiacciata, sia pure spesso coperta di sabbie). La Terra, finora l'«ha scampata bella», grazie al fortunoso successo di una proficua interazione

tra geosfera e biosfera (constatazione che portò il noto chimico-fisico James Lovelock a formulare la teoria di Gaia, la Madre Terra).

Da almeno un milione di anni il clima influenza profondamente l'evoluzione umana, in particolare nel continente africano: fasi calde e umide favoriscono l'aumento delle popolazioni e la comparsa di nuove specie; fasi fredde ed aride, aggravate da eruzioni di supervulcani e conseguenti inquinamenti atmosferici, selezionano le specie vincenti. Ed infine, da almeno ottomila anni, come vedremo, *Homo sapiens*, l'unica specie superstite del genere *Homo*, influisce sulle tendenze del clima terrestre.

Il genere *Homo* e la specie *Sapiens*

La «gestione del fuoco» è stata la dote distintiva del genere *Homo* rispetto a tutti gli altri animali: essa è comparsa grazie a *Homo erectus*, in Africa, circa 1 milione di anni fa. Nell'ultimo milione di anni, sopravvivendo ad una decina di glaciazioni, il genere *Homo* ha dato luogo ad un «cespuglio» di specie più o meno intelligenti, tra cui la *Neanderthal*, e infine la *Sapiens*, che è riuscita, coraggiosamente e fortunatamente, a sopravvivere fino ad oggi. Che sia stata la sfida delle glaciazioni a selezionare i più intelligenti?

E da almeno ottomila anni, *Homo sapiens* influisce sulle tendenze del clima terrestre. Infatti, con la fine dell'ultima glaciazione, circa 11.000 anni fa, e probabilmente proprio grazie alla conseguente stabilizzazione del clima, *Homo sapiens* fu in grado di adottare su larga scala le tecniche dell'agricoltura e dell'allevamento, e quindi di costruire centri stanziali sempre più vasti (periodo delle civiltà neolitiche). Comunque, il tasso di incremento della popolazione non dovette mai superare lo 0,1% all'anno.

Dalle sempre più accurate indagini sperimentali sulla storia del clima, si può notare che da circa 6000 anni fa (Mid-Holocene Transition) le concentrazioni di anidride carbonica e di metano hanno cominciato a risalire (contrariamente a quanto di norma è avvenuto nei precedenti periodi interglaciali). Alcuni climatologi (Ruddiman e altri) suppongono che ciò possa essere conseguenza dell'attività dell'*Homo sapiens*, che prima ha

cominciato a bruciare e tagliare foreste per farne pascoli e coltivazioni su interi continenti, poi, specie nel Sud Est Asiatico, a coltivare risaie e allevare animali, ambedue grandi fonti di metano: che sia questo il vero inizio dell'Antropocene?

Le civiltà neolitiche, infatti, comportarono la più profonda trasformazione dell'ambiente naturale finora verificatasi: estinzione di molte specie animali, in particolare la megafauna dell'era glaciale; come già detto, distruzione di vaste distese di foreste per farne pascoli e campi, con la conseguente liberazione di grandi quantità di anidride carbonica (CO₂) e di metano (CH₄), che potrebbero avere influito sul clima al punto da averne finora ritardato la "naturale" tendenza verso una nuova glaciazione. In questo modo, la popolazione umana fu in grado di raggiungere, ormai in epoca storica, le centinaia di milioni di individui.

La scienza moderna e la rivoluzione industriale

Ma ecco che a partire dal XVII secolo, in Europa, sulla base dello sviluppo della scienza moderna, si avvia una impetuosa rivoluzione tecnologica ed industriale, alimentata da enormi quantità di energia ottenuta quasi esclusivamente da fonti fossili (carbone, petrolio, gas naturale). Di conseguenza, prende l'avvio anche una imprevista e incontrollata esplosione demografica, che in tre soli secoli ha portato la popolazione mondiale da seicento milioni a oltre otto miliardi di individui (il tasso di incremento, oggi in riduzione, aveva raggiunto un massimo del 2% all'anno, cioè un raddoppio in 35 anni!). Si tratta di un andamento che sta tuttora proseguendo, e che, per altre specie viventi, di norma porta ad una catastrofe...

I Paesi che generarono e gestirono la rivoluzione scientifica e industriale si sono oggi portati ad un regime di popolazione stabile (o decrescente...) e con alti livelli di vita. Ma quella stessa rivoluzione ha esteso a tutto il mondo le nuove tecniche sanitarie e farmacologiche, che hanno ridotto la mortalità infantile e allungato la vita media anche nei Paesi preindustriali.

Salvo catastrofi, o enormi flussi migratori, le previsioni dei demografi sono le seguenti:

TABLE 1. POPULATION OF THE WORLD AND REGIONS, 2017, 2030, 2050 AND 2100, ACCORDING TO THE MEDIUM-VARIANT PROJECTION

<i>Region</i>	<i>Population (millions)</i>			
	<i>2017</i>	<i>2030</i>	<i>2050</i>	<i>2100</i>
World.....	7 550	8 551	9 772	11 184
Africa.....	1 256	1 704	2 528	4 468
Asia.....	4 504	4 947	5 257	4 780
Europe.....	742	739	716	653
Latin America and the Caribbean	646	718	780	712
Northern America	361	395	435	499
Oceania	41	48	57	72

Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects: The 2017 Revision. New York: United Nations.

Come si vede chiaramente dalla tabella, gli squilibri nello sviluppo demografico ed economico hanno già portato, e porteranno sempre più, ad aree fortemente sovrappopolate rispetto alle risorse ivi generate con le tecniche tradizionali, in particolare in Africa. Invece, grazie allo sfruttamento sistematico di patrimoni naturali, in particolare delle riserve fossili di energia ad alta concentrazione (carbone, petrolio, metano), oggi circa un settimo della popolazione mondiale ha conseguito un tenore di vita (e di consumi energetici) mai visti nella storia, e superiori anche di un ordine di grandezza rispetto al resto dell'Umanità.

Alcuni ambientalisti e politologi suggeriscono di far fronte a questa emergenza con un drastico controllo dello sviluppo demografico (ovviamente non nei Paesi sviluppati ormai a popolazione stabile o decrescente, ma in quelli in via di sviluppo). Ma una tale politica appare anche più difficile da fare accettare ai Paesi interessati rispetto ai piani di riduzione delle emissioni di gas serra, ed in ogni caso avrebbe effetti

soltanto a lungo termine (cioè ben oltre la metà di questo secolo, che viene considerata la data critica per la stabilità del clima).

Nei nostri Paesi ricchi e viziati sono anche frequenti certi atteggiamenti “nostalgici”, che esaltano la «decrescita economica» ed il «ritorno alla Natura», ma sono fuori luogo. Infatti, se anche i Paesi ricchi sparissero dall’oggi al domani, e le risorse da essi consumate venissero destinate agli altri Paesi, questi migliorerebbero di poco il loro tenore di vita, restando ben al di sotto delle loro aspettative. Il «ritorno alla Natura» per salvaguardare il Pianeta, poi, non dovrebbe certo limitarsi a ritornare a prima della rivoluzione industriale, quando già la rivoluzione agricola aveva profondamente stravolto l’ambiente “naturale”, ma dovrebbe far riferimento al Paleolitico od anche prima, quando il Pianeta poteva sostenere solo pochi milioni di individui: che fare allora del resto della popolazione attuale?

La «rivoluzione verde» in agricoltura e l’urbanizzazione

Dagli esempi storici dell’Inghilterra (200 anni fa), del resto dell’Europa, degli Stati Uniti e del Giappone (150 anni fa), della Russia (100 anni fa) e della Cina (30 anni fa), appare evidente che le premesse necessarie per conseguire un accettabile tenore di vita sono:

- la industrializzazione,
- la «rivoluzione verde» in agricoltura
- e la concomitante urbanizzazione.

La “rivoluzione verde” è stata resa possibile dalla precedente rivoluzione industriale, che coi prodotti della chimica industriale e della metalmeccanica ha promosso un approccio innovativo ai temi della produzione agricola: attraverso l’impiego di varietà vegetali geneticamente selezionate o modificate, fertilizzanti, agrofarmaci, fitofarmaci, acqua, e di nuovi mezzi tecnici e meccanici, ha consentito un incremento significativo delle produzioni agricole in gran parte del mondo tra gli anni quaranta e gli anni settanta del secolo scorso.

Il promotore fu lo scienziato statunitense Norman Borlaug (Premio Nobel per la pace nel 1970), con l'obiettivo di ridurre le aree a rischio di carestia. I migliori risultati si annoverano in India, nel Sud Est Asiatico e nel Centro Sud America. Meno in Africa, a causa delle condizioni climatiche e della complessa situazione geopolitica. Oggi, alcuni "ideologi dell'ambiente" chiedono a gran voce la eliminazione dei concimi chimici e dei fitofarmaci, al fine di pervenire ad una sorta di "agricoltura biologica", che di fatto ridurrebbe drasticamente la produttività della nostra agricoltura, obbligandoci ad importare molte derrate anche da Paesi che ben si guardano dal seguire tale prassi. Se poi l'"agricoltura biologica" si estendesse a tutto il mondo, l'esito inevitabile sarebbe un ritorno alle catastrofiche carestie ed epidemie che caratterizzarono gli scorsi millenni.

Il "disaccoppiamento" tra Umanità e Natura

Un futuro sostenibile per una Umanità delle dimensioni previste nei prossimi decenni non può che passare per un sistematico "disaccoppiamento" tra lo sviluppo socioeconomico dei popoli e gli ecosistemi naturali. Come noto, da qualche anno oltre la metà del Genere Umano vive in città, e si prevede che questa frazione nel 2050 raggiungerà il 70%, e a fine secolo anche l'80%. Ma le città occupano oggi non più del 2-3% della superficie terrestre, ospitando ben quattro miliardi di persone (su otto). Le città, correttamente pianificate e realizzate, sono quindi l'esempio (positivo) ed il simbolo del «disaccoppiamento tra l'Umanità e la Natura»: esse infatti, rispetto alle economie rurali, si dimostrano molto più efficienti nell'uso delle risorse e nella salvaguardia degli ecosistemi: i Paesi più sviluppati, infatti, sono quelli in grado di attuare e gestire al meglio Parchi Nazionali e aree protette.

Di fatto, negli ultimi tre decenni, in modo impreveduto, quasi una metà dell'Umanità ha intrapreso un elevato ritmo di sviluppo anche tecnologico e industriale: si tratta, come noto, di Cina, Brasile, Sudafrica, India, e parte del Sud Est Asiatico. Molti altri Paesi, tuttavia, in particolare in Africa, in

America Latina, ed anche in parte del Sud Est Asiatico, sono rimasti a livelli di vita inaccettabili.

Come abbiamo visto in precedenza, si prevede che i tre quarti dei due miliardi e mezzo di Africani previsti al 2050 (fra soli venticinque anni: una generazione!) vivranno in città: si tratta di quasi due miliardi di persone, che potrebbero essere “sistematiche” in 200 città da 10 milioni di abitanti (e, in particolare, si prevede che, ad es., la Nigeria avrà più abitanti degli Stati Uniti, e che la sua capitale, Lagos, sarà la più grande metropoli del mondo...).

Si tratta di “transizioni epocali” ben note ai nostri vecchi Paesi sviluppati, a partire da ciò che avvenne nell’Inghilterra del XVIII secolo, poi nel Centro Europa nel XIX, per finire nell’Europa meridionale e orientale nel XX secolo (in Italia ancora dopo la Seconda Guerra Mondiale). Sarà quindi una grande responsabilità dei nostri Paesi intraprendere ogni azione utile a sostenere la transizione africana nel modo più razionale e costruttivo possibile, da un lato per ovvie ragioni etiche e umanitarie, ma dall’altro anche per la stessa nostra convenienza “geopolitica” di evitare una insostenibile pressione migratoria da un continente nostro vicino, che fra trent’anni avrà una popolazione quattro volte quella dell’Europa.

Come fornire energia adeguata ad una tale transizione?

I nuovi grandi Paesi in via di sviluppo, alcuni di nobile ed antichissima tradizione culturale, assimilate le tecnologie e le capacità finanziarie ed organizzative necessarie per l’industrializzazione, si avviano su un ritmo di sviluppo anche più rapido di quello dei vecchi Paesi industriali, mirando addirittura ad una leadership mondiale in molti settori, ed in particolare in quello energetico. La disponibilità di energia, a buon mercato e possibilmente pulita, sta alla base di questo sviluppo. In questi Paesi, tuttavia, una gran parte delle nuove centrali elettriche sono a carbone. Di conseguenza, nel mondo nei prossimi dieci anni sono in costruzione o

pianificati un migliaio di nuovi impianti a carbone (che presumibilmente resteranno in funzione per 40 o 50 anni!).

La sfida che ora si pone è quella di gestire al meglio la difficile transizione verso una Umanità di 10-12 miliardi di individui, a ciascuno dei quali non può essere negato il diritto ad un tenore di vita, e quindi a consumi energetici, paragonabili a quelli degli attuali Paesi sviluppati (non necessariamente quelli attuali del cittadino degli USA, ma quelli ad esempio dell'italiano medio di oggi).

Ma quali le conseguenze sull'ambiente e sul clima? Di fatto, da quando la questione climatica è entrata nell'agenda politica internazionale col Summit della Terra di Rio (1992), “we are running into carbon, not away from it” (ci stiamo ingolfando nel carbonio, invece di evitarlo), come ha affermato il grande storico energetico Vaclav Smil. Ingenti quantità di denaro sono state spese in ricerca e sviluppo di tecnologie a basse emissioni di carbonio e sono state introdotte pesanti regolamentazioni (carbon tax e mercato delle emissioni di carbonio), ma i risultati sono rimasti scarsi, con le fonti fossili passate tra il 1991 e il 2018 dal 91% all'89% del mix energetico globale.

I limiti delle nuove rinnovabili: sole e vento

Gli ideologi dell'ambiente da decenni propongono un utilizzo esclusivo ed illimitato di fonti rinnovabili. Ma queste oggi nel mondo forniscono il 30% dell'energia elettrica, di cui il 18% da idroelettrico, e soltanto il 12% da sole e vento. Ma l'energia elettrica rappresenta solo il 17% dei consumi energetici dell'Umanità. Sole e vento, quindi, rappresentano oggi il 12% del 17%, cioè solo circa il 2% dell'energia primaria utilizzata dall'Umanità. E negli ultimi vent'anni i Paesi “politicamente corretti” (tra cui l'Italia) hanno investito oltre un trilione di dollari in queste nuove fonti rinnovabili (sole e vento): si tratta di una delle peggiori politiche di investimento nella storia delle civiltà industriali.

Tutte le fonti rinnovabili, comprese le classiche idroelettrica e biomassa, data la loro bassissima densità di potenza alla fonte, richiedono l'ingegnerizzazione di vaste aree di territorio, su cui devono essere costruite e utilizzate pesanti e complesse infrastrutture. I danni ambientali e paesaggistici spesso sono rilevanti ed irreversibili. I materiali necessari per le infrastrutture, spesso costosi e "speciali" (terre rare), a pari energia prodotta, sono almeno un ordine di grandezza superiori rispetto a quelli necessari per costruire gli impianti a gas o nucleari, e provengono in gran parte da fornitori cinesi.

Inoltre, solare ed eolico (le «nuove rinnovabili») sono fonti intermittenti e non programmabili, e richiedono quindi la coesistenza in rete di costosi sistemi di accumulo, o di generatori regolabili aventi una potenza paragonabile e di solito alimentati da fonti fossili. Altrimenti, si constata che la "penetrazione" (frazione di mercato soddisfatta) di una data fonte non programmabile diviene insostenibile, anche economicamente, se supera il "fattore di capacità" di quella fonte, cioè il rapporto tra l'energia effettivamente prodotta in un anno, e quella teoricamente producibile se il generatore lavorasse sempre a piena potenza nominale.

In particolare, non appare realistico puntare prevalentemente su queste fonti per decarbonizzare entro il 2050 tutta l'energia utilizzata dall'Umanità. Questa energia, infatti, in gran parte viene richiesta non in forma elettrica, ma termica, per sostenere i "4 pilastri delle società moderne" – cemento, acciaio, plastica, ammoniaca – che sono anche settori "hard-to-abate" ("difficili da abbattere", in termini di carbonio). Per i trasporti e l'industria, in particolare, attualmente non esistono alternative su larga scala per sostituire le fonti fossili: il petrolio nella mobilità, e il carbone e il gas naturale per sostenere il potente sviluppo industriale dei Paesi emergenti, sempre con Cina e India in testa, i quali investono tuttora pesantemente nei "4 pilastri delle società moderne".

Occorre quindi rivolgersi a fonti decarbonizzate in grado di fornire non solo elettricità, ma anche e soprattutto calore, a bassa ed alta temperatura, come la fonte nucleare. L'idrogeno, prodotto anche con questa fonte,

potrebbe allora sostituire in buona parte le fonti fossili anche nei trasporti e nell'industria.

Le potenzialità dell'energia nucleare

L'opzione nucleare, oltre a ridurre drasticamente l'emissione di gas-serra, con i nuovi reattori a neutroni veloci permette di utilizzare, senza ulteriori attività estrattive, il 100% dell'enorme potenziale energetico presente nei grandi depositi di uranio impoverito (uranio naturale privato di parte dell'Uranio 235), di combustibile irradiato e di plutonio, già disponibili dopo settant'anni di attività nucleare complessiva, sia militare che civile. Potrà poi ovviamente utilizzare il contenuto delle riserve di Uranio e Torio disponibili sul Pianeta, e così fornire energia per secoli per tutta l'Umanità.

A fronte delle previsioni allarmanti dei climatologi, ed ai conseguenti disastri previsti dai "catastrofisti", dovrebbero allora essere avviati immediatamente programmi energetici realistici, non basati su estrapolazioni arrischiate di installazioni prototipali, ma sulle opzioni che storicamente si sono dimostrate fattibili sotto tutti gli aspetti (tecnologico, ingegneristico, logistico e ambientale), e che siano realizzabili negli stretti tempi richiesti dall'evoluzione del clima.

Due programmi del passato (anni '70 e '80 del secolo XX) si sono rivelati degli innegabili successi per il fine che si erano posti (l'indipendenza energetica dalle importazioni degli idrocarburi), ma che hanno avuto come effetto collaterale una drastica riduzione delle emissioni di anidride carbonica dei Paesi interessati. Si tratta dei programmi di costruzione delle centrali elettronucleari di Svezia e Francia, che hanno permesso a quei due Paesi di disporre, ormai da molti anni, di sistemi elettrici sostanzialmente decarbonizzati, basati sull'integrazione di nucleare e idroelettrico.

Questi Paesi inoltre da tempo hanno esteso sistematicamente l'uso dell'elettricità, così decarbonizzata, anche in altri settori tradizionalmente grandi consumatori di fonti fossili, come la climatizzazione degli edifici ed i trasporti (con veicoli elettrici, ed in futuro forse anche a idrogeno, ottenibile

sia per elettrolisi che per scissione diretta dell'acqua in reattori nucleari ad alta temperatura).

Si noti che il nucleare svedese rappresenta la più rapida installazione di potenza decarbonizzata pro capite finora verificatosi nella storia della tecnologia energetica. Il costo del kWh nucleare svedese tiene conto di tutta la filiera, dalla ricerca e sviluppo alla costruzione e all'operazione, fino al deposito definitivo dei residui radioattivi: è tra i costi del kWh più bassi del mondo, superiore solo a quello dei vecchi impianti idroelettrici.

Le esperienze "storiche" di Svezia e Francia ci possono insegnare che con energia elettrica (anche per i trasporti) e calore di processo, tutto da fonte nucleare, sarebbe possibile ridurre del 70% le emissioni globali di anidride carbonica nel giro di un trentennio. Non per niente, sia la Francia che la Svezia hanno recentemente intrapreso impegnativi programmi per la costruzione di nuovi reattori nucleari al fine di rinnovare e potenziare l'attuale loro dotazione di centrali nucleari.

L'Unione Europea dovrebbe ben tenere conto di questa lunga esperienza, e promuovere apertamente una tale politica energetica in tutti i Paesi Membri. Tale scelta infatti permetterebbe di disporre di grandi quantità di energia decarbonizzata, sotto forma elettrica e termica, continuativa ed a costi prevedibili e stabili. Essa sarebbe utilizzabile direttamente e senza limiti anche per la climatizzazione decarbonizzata dell'enorme patrimonio edilizio continentale, evitando di intraprendere irrealistici ed insostenibili programmi per l'isolamento termico degli edifici esistenti e la sostituzione dei bruciatori domestici con pompe di calore.

Clima e Ambiente: che fare?

Nel corso del XX secolo la popolazione mondiale è quadruplicata e il suo consumo di energia si è moltiplicata per 16. In massima parte questa energia proviene dal bruciamento di combustibili fossili, con la conseguente immissione nell'atmosfera di un crescente flusso di anidride carbonica (CO₂). Dall'era preindustriale al 2024 la concentrazione di

anidride carbonica nell'atmosfera è passata da circa 275 a 420 parti per milione (ppm), e continua a crescere al ritmo di 2 o 3 ppm/anno. Se poi si tiene conto anche degli altri gas serra, come metano e ossido di azoto, e degli aerosol, e se ne riporta l'effetto in CO₂ equivalente, la concentrazione totale ormai raggiunge i 500 ppm di CO₂ eq.

Le correlazioni dinamiche tra le principali variabili climatologiche sono essenzialmente di tipo integrale, cioè la variabile a valle è l'integrale di quella a monte, salvo la presenza di retroazioni stabilizzanti con costanti di tempo più o meno lunghe. In base a queste correlazioni, per una istantanea immissione (o sottrazione) di CO₂ nell'atmosfera, il 92% è ancora presente (o rimosso) dopo un anno, il 64% dopo 10 anni, il 34% dopo 100 anni, ed il 19% dopo 1000 anni.

Appare quindi evidente come l'effetto serra sia già "decollato" con un andamento che è correlato all'"integrale" dell'incremento di concentrazioni di gas serra già avvenuto rispetto ai tempi preindustriali. Questo incremento è già molto notevole (per la CO₂, da circa 275 a 420 ppm: circa il 50%), e persisterà comunque in larga misura per molti secoli. Tale incremento continuerà a provocare un aumento della temperatura dell'atmosfera non solo finché venisse bloccato annullando le emissioni, ma finché non fosse del tutto eliminato con il ritorno alle concentrazioni preindustriali. Attualmente le emissioni antropiche di gas serra equivalgono a 37 miliardi di tonnellate all'anno per la sola CO₂, mentre il totale delle emissioni antropiche di gas serra dall'inizio della industrializzazione si può stimare dell'ordine di 2000 miliardi di tonnellate di CO₂ eq.

Senza interventi attivi sulle variabili climatiche, il ritorno alle concentrazioni preindustriali mediante il ciclo del carbonio "naturale" non sarebbe possibile neanche dopo un millennio. Se comunque, mediante interventi attivi, si ritornasse alle concentrazioni preindustriali, a quel punto resterebbero poi da raffreddare l'atmosfera e soprattutto gli oceani (evento quest'ultimo molto più arduo e lento, dato il loro enorme contenuto di calore).

Non volendo ipotizzare catastrofi mondiali, né ritenendo possibile che decisioni autoritarie riducano drasticamente e per decenni il livello economico e sociale raggiunto da molti Paesi, ed impediscano a quelli meno sviluppati di accedere ad un accettabile livello di vita, appare inevitabile ritenere che per molti decenni le fonti fossili saranno ancora preponderanti nella produzione di energia. Di conseguenza, anche se le emissioni di gas serra, con grandi sforzi, potranno essere gradualmente ridotte, le loro concentrazioni in atmosfera continueranno a crescere.

Allora è indispensabile ed urgente migliorare sistematicamente le nostre conoscenze sulla dinamica del clima, e cominciare a prendere in seria considerazione l'opportunità di procedere allo studio ed alla sperimentazione di tutti i mezzi in grado di contrastare direttamente gli effetti dell'Uomo su quella dinamica.

Se nel futuro si riterrà indispensabile limitare l'aumento della temperatura al 2100 a non oltre i 2 °C rispetto ai tempi preindustriali, al fine di evitare rischi inaccettabili per l'ecosistema terrestre, come è stato affermato anche nella conferenza ONU sul clima svoltasi a Parigi nel 2015 (COP21), allora anche i semplici ragionamenti precedenti confermano l'inevitabilità di interventi "attivi" sul clima. Del resto, la stessa COP21 faceva un chiaro assegnamento sulla possibile adozione, nella seconda metà di questo secolo, di tecniche di rimozione dei gas serra dall'atmosfera, in modo da compensare le emissioni antropogeniche, che evidentemente si suppongono non completamente eliminabili.

In una simile prospettiva, i Paesi più evoluti dal punto di vista scientifico e tecnologico dovrebbero assegnare un'alta priorità allo studio ed alla sperimentazione di tutti i mezzi in grado di fronteggiare le cause, oltre che le conseguenze, del riscaldamento globale. Queste problematiche si possono ritenere oggetto di una nuova disciplina denominata Geoengineering (un capitolo della quale è la Climate Engineering): in sostanza, si tratta di considerare il "globo terracqueo", costituente il Pianeta Terra, come un "ambiente" da "climatizzare" con le più evolute ed efficienti tecnologie dell'ingegneria termofluidodinamica.

Le tecniche per interventi di questo tipo potrebbero poi costituire l'“ultima ratio” per garantire un futuro a lungo termine all'attuale Genere Umano, se l'Olocene terminerà in una nuova glaciazione in tempi di centinaia o poche migliaia di anni. Questa eventualità, infatti, appare praticamente certa dalla storia del clima dell'ultimo milione di anni, sempre meglio conosciuta grazie ai carotaggi dei ghiacci artici ed antartici: essa è infatti caratterizzata da una lunga sequenza di glaciazioni, che per lunghi periodi resero quasi inabitabile l'intero emisfero settentrionale, anche se peraltro intervallate da brevi periodi interglaciali, come quello in cui stiamo fortunatamente vivendo, e che dura ormai da più di diecimila anni.

Prof. Agostino Mathis – Via Bertero, 61 – 00156 ROMA (Italy)
Cell. 338-1901198; E-mail: amathisit@yahoo.com