

**PROGRAMMA PER  
ECONOMY OF FRANCESCO**

28 MARZO 2020

*dal Carmelo di Ciampino*

Roma

# **LA TRANSIZIONE ENERGETICO-ECOLOGICA INTEGRALE PER IL CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI DI INQUINANTI E GAS SERRA**

Ing. Giuseppe Rotunno, Ing. Massimo Sepielli, Prof. Agostino Mathis

## **Fonti di energia per la transizione ecologica integrale**

Per transizione ecologica integrale si intende una fase dello sviluppo umano in cui l'uso di energia e di materia per i bisogni e le attività produttive dell'uomo sia reso sostenibile, cioè in equilibrio, rispetto alle risorse naturali del pianeta.

La transizione in senso energetico si sostanzia nel sostituire progressivamente fonti di energia non eco-sostenibili con fonti eco-sostenibili. La eco-sostenibilità tiene conto del depauperamento delle risorse primarie non rinnovabili e dell'impatto con l'ambiente (per i credenti il Creato) che possa portare a condizioni di danno reversibile o irreversibile per l'uomo e per il suo habitat.

I parametri che vanno a tale scopo tenuti sotto controllo, e in caso riportati ai valori desiderati, sono soprattutto le emissioni in atmosfera di gas a effetto serra, in particolare la CO<sub>2</sub> (anidride carbonica), per i possibili effetti sul clima, e le emissioni di agenti inquinanti, in particolare i COV (composti organici volatili), i PM (particolati solidi di piccole dimensioni), i composti di azoto (ammine, furani), di zolfo, responsabili delle piogge acide. Da non trascurare poi gli effetti di impatto delle infrastrutture civili ed energetiche sul territorio, in particolare l'inquinamento del terreno e delle acque, oltre al degrado ambientale e la perdita delle risorse agricole e forestali.

Poiché la popolazione umana è in continuo aumento, nonostante la stasi dei Paesi sviluppati, ed il bisogno di energia pro-capite pure, la domanda complessiva di energia aumenta in modo esponenziale a causa della combinazione dei due fattori.

Inoltre l'utilizzo della fonte fossile in tutti i settori, trasporto, civile, terziario, energia elettrica, è ad oggi dominante, e la transizione verso un mondo carbon-free, cioè senza la combustione di fossile ed il bruciamento di carbonio, è un processo lento e difficile.

Un ulteriore problema è dato dal livello di concentrazione di CO<sub>2</sub> che si è andato a formare negli ultimi decenni, e che, anche se decidessimo oggi di non bruciare più fossile (ma è impossibile), non tornerebbe ai livelli desiderati se non dopo tempi molto lunghi; per cui l'obiettivo di oggi è quello di "contenere" al massimo queste emissioni, ponendosi il target di non superare le concentrazioni di "non ritorno" per il clima e l'ambiente umano. Questa soglia può essere utilmente posta a 500 ppm di CO<sub>2</sub> in aria, sia pure soltanto come "ipotesi di lavoro".

C'è un ulteriore aspetto da chiarire, rispetto alle fonti di energia ed alle infrastrutture energetiche, e cioè il ciclo di vita di un'opera ingegneristica. Infatti, nel ciclo di vita di un'opera ingegneristica, si devono considerare le fasi di approvvigionamento di materia, produzione di energia (vita operativa) e smaltimento. Occorre che tutte le fasi siano eco-compatibili e non soltanto quella operativa di produzione. Anzi a volte, le code iniziali e finali del ciclo di vita, c.d. *front-end e back-end*, sono insostenibili, anche se la fase di operazione fosse totalmente *clean*. Il bilancio della sostenibilità deve essere pertanto complessivo.

Tutto ciò premesso, allora, come ottenere la transizione ecologica integrale, come rispettare il patto generazionale tra coloro che hanno realizzato la rivoluzione tecnologica attuale e le nuove generazioni desiderose di verde, *green, clean*, ambiente, ma anche abituate ad usare le tecnologie *native* nel quotidiano?

Bisogna sottolineare l'importanza dello studio nel mondo della scuola. Infatti solo studiando si può disporre dello strumento per dare giudizi consapevoli, aldilà degli *slogan*. È fondamentale ad esempio un po' di conoscenze di fisica, chimica, matematica, e termodinamica, per capire grandezze come energia, calore, rendimento ed efficienza.

Così come è importante la ricerca scientifica in questo campo, il più possibile scevra dall'influenza di politica, finanza e ideologismi.

Peraltro il progresso dell'uomo non si è mai fermato, e non si è fermerà, perché è connaturato con l'uomo inventare e innovare. Poi, ogni invenzione umana può essere usata male o bene, non per questo non si deve più inventare e progredire (l'esempio del coltello che può aiutare ma anche far male è un classico, da questo punto di vista).

La scienza ha messo a disposizione degli uomini conoscenze e invenzioni tecnologiche, rinunciare a priori sarebbe peccato come usarle male.

Se Dio ci ha creato in questo modo e ha creato per noi la terra in questo modo, lo ha fatto certamente bene e a fin di bene. Come gli atomi, i nuclei, le molecole, gli elettroni, i protoni, le radiazioni, i processi nucleari sul sole e sulla terra, sono materia

creata e plasmata dal Signore. Quindi tutto si deve usare e bene, per la felicità dell'uomo ed il ringraziamento a Dio.

Questa premessa è utile per capire che allora la transizione ecologica ha bisogno di tutto e di tutti. È anche evidente che la transizione ecologica passa obbligatoriamente per una transizione energetica.

A sua volta, ogni fonte energetica va valutata per i vantaggi e svantaggi che presenta e il suo specifico ciclo di vita. Passiamo quindi ad esaminare brevemente le diverse fonti iniziando da quella che vorremmo e dovremmo ridurre ed infine “eliminare”, la fonte fossile.

### Fonti fossili e gas naturale

Fra le fonti fossili (*high carbon*), che oggi costituiscono circa l'80% delle fonti primarie del pianeta (carbone, olio combustibile e derivati, gas naturale - metano, ecc.), la migliore per la transizione energetico-ecologica è sicuramente il gas naturale, la peggiore il carbone, in mezzo l'olio combustibile. Per alcune applicazioni, quelle del trasporto, la fonte fossile andrà avanti ancora per decenni, è inutile farsi illusioni. Il gas naturale bruciando genera ovviamente  $\text{CO}_2$  ( $\text{CH}_n + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \frac{1}{2} n\text{H}_2$ ), ma non particolato (PM). Nella transizione ecologica, quindi, il gas naturale potrà giocare un ruolo chiave, ma aumenterà la  $\text{CO}_2$ , e quindi anch'esso è destinato ad essere sostituito, in particolare ad “idrogenarsi” sempre più, cioè ad essere miscelato e gradualmente sostituito dall'idrogeno (vedi oltre).

Uno dei problemi del gas naturale è che la materia prima arriva in gran parte dai Paesi petroliferi, o dalla Russia, attraverso metanodotti lunghi migliaia di chilometri (*hub*), ovvero in forma liquida che necessita poi di impianti di ri-gassificazione, non sempre ben accettati da alcune popolazioni. Da qualche anno, a partire dagli Stati Uniti, si è poi diffusa la nuova tecnica estrattiva dagli scisti bituminosi (*shale-gas*), che di fatto ha reso gli Stati Uniti energeticamente indipendenti e potenziali grandi esportatori di gas e petrolio (ed ha loro anche permesso di sostituire molte centrali a carbone con centrali a gas, riducendo drasticamente le emissioni dannose). Il combustibile fossile, essendo così importante e posseduto da pochi Paesi, alimenta facilmente guerre e conflitti, dichiarati e nascosti, in tutto il mondo.

Anche l'energia da biomassa, cioè la “vecchia” legna da ardere, che l'uomo brucia dalla scoperta del fuoco, è una fonte *high-carbon* e fortemente inquinante per particolato e composti tossici. Se usata in grandi quantità, contribuirebbe in modo rilevante all'aumento della  $\text{CO}_2$ , all'inquinamento atmosferico, e alla deforestazione. Infatti una cosa è un caminetto in casa e diverso è alimentare un'industria con il

calore di combustione della biomassa; per gli usi locali e domestici tradizionali, se avviene in apparati di alta qualità, la combustione della biomassa rimane comunque accettabile e non incide in modo rilevante sul bilancio energetico-ambientale generale.

Veniamo ora alle principali fonti *carbon free*, quelle da perseguire ed incentivare, che sono: l'idroelettrico, la nucleare, l'eolico, il solare, il geotermico, ed un vettore, l'idrogeno.

### Energia idroelettrica

L'idroelettrico consiste nel convertire l'energia gravitazionale e la spinta dell'acqua in energia elettrica attraverso impianti dotati di turbina idraulica, posti su grandi fiumi anche nelle pianure, o a valle di condotte forzate alimentate da bacini di montagna. A parte l'impatto sul territorio, che però può essere correttamente gestito nel normale funzionamento, questa energia ha causato in passato catastrofi con migliaia di vittime per crollo delle dighe. Il contributo di questa fonte, comunque, è strettamente condizionato dalla conformazione del territorio di ciascun Paese: si va dal 100% della Norvegia, al 50% della Svezia, al 20% dell'Italia, ad un contributo quasi nullo nei Paesi pianeggianti.

### Energia solare

L'energia solare fotovoltaica (FV), pur avendo pesanti esigenze di materie prime anche speciali e tossiche (tra cui le "terre rare", ormai praticamente monopolio della Cina) nel front-end e di smaltimento nel back-end (pannelli FV), nella fase di produzione è totalmente *carbon free*. Tuttavia, il suo limite più grave è che la produzione di energia è non programmabile dall'uomo, e presenta un andamento variabile nell'arco della giornata e dell'anno. Pertanto va usata come fonte integrativa di altre fonti programmabili e non per carico di base, con un contributo percentuale del mix che non ecceda di molto il suo "fattore di capacità" (cioè il rapporto tra l'energia effettivamente prodotta in un anno e quella che sarebbe stata prodotta se l'impianto avesse potuto funzionare sempre alla sua potenza nominale). Il "fattore di carico" del fotovoltaico, per un Paese alle medie latitudini come l'Italia, si aggira sul 10-15%. -

La variabilità potrebbe essere eventualmente compensata con *storage capacity*, cioè sistemi di accumulo, ma installando allora pannelli per una potenza nominale tale da fornire nell'anno tutta l'energia richiesta dalla rete (di fatto, occorrerebbe installare pannelli per una potenza nominale molto maggiore della potenza massima richiesta dalla rete elettrica): i costi di investimento nelle infrastrutture, in particolare per i sistemi di accumulo stagionali alle medie latitudini, divengono praticamente insostenibili. Inoltre, la ridottissima densità energetica all'origine del fotovoltaico, come anche del

solare termodinamico alimentato da specchi, implica una occupazione di territorio molto vasta per ottenere potenze significative, coll'impegno estese aree che tolgono spazio all'agricoltura e lasciano i terreni in condizioni di degrado. Per utilizzo domestico, si può consigliare invece l'installazione su strutture civili in costruzione, seguendo appositi criteri di integrazione nelle strutture.

### Energia eolica

L'energia eolica è un'energia da sfruttare soprattutto sul mare, *off-shore*, o in zone comunque con venti forti e costanti, fattori che in Italia sono abbastanza scarsi, ma abbondano p.e. in nord Europa. Anche questa fonte è di debole intensità, anche minore del solare, se ci si riferisce al parco eolico nella sua totale estensione, e non facilmente programmabile, anche se in zone idonee presenta certamente maggiore costanza di produzione.

Attenzione anche per questa fonte alle code del ciclo di vita, e soprattutto ai costi energetici di realizzazione, che a volte superano l'energia prodotta dagli aerogeneratori nel corso della loro intera vita operativa, non superiore ai 15 o 20 anni.

### Geotermia

L'energia geotermica è un'energia naturale già disponibile, da estrarre dalle profondità della terra a circa 100-200 m, attraverso acqua come fluido vettore che vaporizza e trascina una turbina a vapore. Dove esiste questa possibilità, p.e. Islanda, la geotermia è una fonte gratuita ed inesauribile. Ovviamente a volte la disponibilità di energia geotermica è sin troppa e non controllabile, come nelle eruzioni vulcaniche, che anzi sono una fonte emissiva formidabile di CO<sub>2</sub>, oltre che un pericolo per le popolazioni.

### Energia nucleare

L'energia nucleare può derivare dalla fissione di un nucleo atomico pesante o dalla fusione di nuclei atomici leggeri.

La prima è già operativa nel mondo (sin dagli anni '60) con più di 400 reattori nucleari in funzione e produce il 10% dell'energia elettrica mondiale (che rappresenta l'utilizzo principale del nucleare civile). Le nuove generazioni di reattori garantiscono elevate caratteristiche di sicurezza che hanno fatto tesoro dei pochi ma importanti incidenti avvenuti nella storia di questa tecnologia. La produzione di energia nucleare è totalmente carbon-free e Paesi come Svezia e Francia, ed in generale l'Europa, gli USA, e i Paesi asiatici ne fanno largo uso. I costi dell'energia nucleare sono legati principalmente all'investimento per la costruzione dell'impianto, mentre l'esercizio incide pochissimo, per una vita operativa che oramai raggiunge i 60-80 anni. Al

momento dello smantellamento dell'impianto, i rifiuti radioattivi che si generano durante la vita vengono sistemati in depositi di tipo in superficie o sotterraneo geologico a lunga vita. La sostenibilità a lungo termine è assicurata dal ciclo chiuso del combustibile con i reattori a neutroni veloci, che permettono di riciclare i rifiuti radioattivi a lunga vita bruciandoli producendo altra energia, e trasformandole in rifiuti a vita medio-breve. La densità energetica è molto elevata, e quindi l'impatto sul territorio è minimo a parità di potenza generata. La produzione è programmabile e solitamente costante con alti fattori di carico,

L'energia da fusione è ancora un tema di ricerca, di cui non si conoscono i tempi e la fattibilità realizzativa.

### L'idrogeno

Il vettore idrogeno, come detto, avrà il ruolo di sostituire il gas naturale, da cui si può ricavare con il processo di *steam-reforming*, che però produce molta CO<sub>2</sub>. Per una produzione massiva di idrogeno *carbon-free* occorre pensare all'elettrolisi con energia elettrica *carbon-free*, cioè da fonte rinnovabile o da nucleare. Poiché gli impianti per l'elettrolisi sono molto costosi, e quindi conviene che siano usati con la massima continuità, dal punto di vista economico l'opzione più conveniente appare la nucleare. Disponendo poi in futuro di reattori nucleari ad alta temperatura, si potrà anche utilizzare la via della dissociazione termochimica dell'acqua, ottenibile ad alta temperatura con processi endo-energetici. L'idrogeno andrebbe poi canalizzato come si fa con il gas naturale con i metanodotti e le reti gas, ma le attuali strutture non sembrano adatte a resistere alla corrosione di alte concentrazioni di idrogeno: anche qui si tratterebbe di rifare enormi nuove infrastrutture. L'idrogeno *carbon-free* così prodotto potrà poi essere utilizzato nei mezzi di trasporto a motore elettrico, nel qual caso può produrre energia elettrica per via elettrochimica attraverso una pila a combustibile.

### Energia da rifiuto

L'energia da rifiuto ha un doppio obiettivo: aiutare nella soluzione del problema dello smaltimento dei rifiuti urbani e industriali e sfruttare il potenziale energetico e di materia ancora presente nei rifiuti, mirando da un lato a realizzare l'economia circolare (riciclo, riutilizzo, recupero) e dall'altro ad evitare di bruciare fossili per il riscaldamento urbano o il calore industriale. Quindi anche se CO<sub>2</sub> viene prodotta, si evita quella proveniente da combustibile fossile.

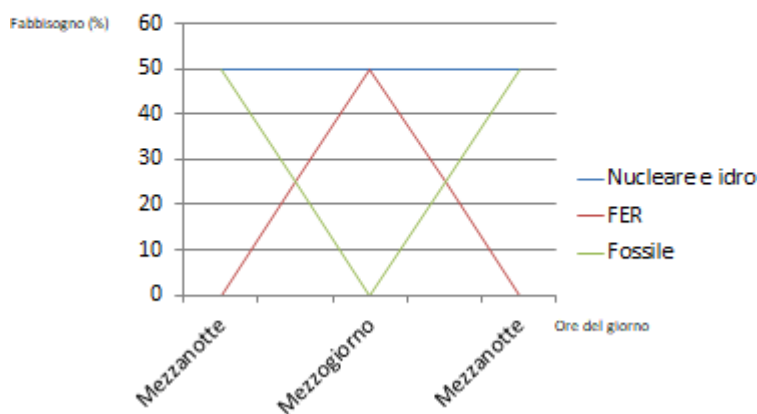
Riassumendo, con questo pacchetto di fonti di energia si può affrontare la transizione

ecologica integrale, di sostituzione progressiva delle fonti *high-carbon*, per limitare la produzione di CO<sub>2</sub> e l'emissione di inquinanti da energia fossile.

### Come modulare le fonti?

Per ridurre sempre più le emissioni di CO<sub>2</sub> e mantenere affidabile la fornitura di energia elettrica, in un mondo sempre più elettrificato negli usi finali di riscaldamento, trasporto, industria, si può pensare di seguire il modello Francese e Svedese, di cui si parlerà anche nel seguito, che prevede un mix intelligente ed ottimale, in cui le FER non programmabili si contendono la parte variabile della produzione, fino ad un 50%, per cui se le FER (e storage system) aumentano, le fonti fossili, possibilmente il solo gas naturale, si riduce. La restante parte di mix viene sostenuto da nucleare e idroelettrico che fanno il carico di base (base load) per un minimo del 50%. In tal modo, la produzione di CO<sub>2</sub> è data solo dalla residua componente di gas naturale, che pian piano scenderebbe a 0.

### Mix energetico ottimale produzione elettrica



### Transizione ecologica integrale e conversione delle testate atomiche ad usi civili

I due temi cruciali della transizione ecologica integrale e della conversione delle testate atomiche in combustibile di pace, possono essere legati insieme dal calcolo di quanto combustibile nucleare (carbon-free) al 3-4 % di U<sub>235</sub> si fa con una testata

atomica (plutonio e/o uranio al 95%) e quanta emissione di CO<sub>2</sub> si evita generando energia elettrica (MWe) con questa quantità di combustibile.

Alle fine del calcolo si otterrà una stima della quantità di CO<sub>2</sub> (ton) / testata atomica smantellata.

Se consideriamo le 15,000 testate atomiche ancora presenti, il calcolo fornisce le tonnellate di CO<sub>2</sub> totali evitate con la loro conversione.

15,000 testate alimentano circa 100 reattori nucleari da 1000 MWe.

Ogni reattore produce una potenza termica di circa 3000 MWt e quindi una energia annua di  $8760 \text{ h/anno} \times 3600 \text{ sec/h} \times 0.8$  (80 % del fattore di carico.) = 75.686 MWht / reattore.

Se moltiplichiamo per 100 reattori otteniamo 7.568.000 MWht/ anno.

1 reattore da 1000 MWe fa risparmiare all'anno rispetto ad una equivalente centrale termica circa:

$300 \text{ kgCO}_2 / \text{MWht} \times 7.568.000 \text{ MWht/ anno} = 2.270.000 \text{ Ton CO}_2$  per anno.

Per impianti termici a media efficienza, tale quantitativo risparmiato può anche raddoppiare. Un valore di 3.000.000 Ton è più che realistico.

Se valutiamo quindi che la durata di una carica di combustibile nucleare (circa 100 ton) può far funzionare il reattore per 4-5 anni (due-tre ricariche di combustibile), possiamo ottenere una emissione evitata complessiva di CO<sub>2</sub> pari a 15.000.000 Ton CO<sub>2</sub>

Possiamo concludere quindi in via approssimata ma realistica che convertire 15.000 testate atomiche permette, oltre ad eliminare il pericolo di una guerra atomica, a produrre 100.000 MWe di energia elettrica per usi civili e risparmiare 15.000.000 Ton di CO<sub>2</sub> in atmosfera, e cioè 1000 Tonnellate a testata convertita.

Se poi aggiungiamo i 100 reattori ai 400 esistenti arriviamo ad una CO<sub>2</sub> evitata pari a

$15 \text{ Mton} \times 5 = 75 \text{ Mton}$  / a nocciolo (5 anni circa)

Ovviamente è un buon contributo di CO<sub>2</sub> evitata da fonte elettrica, ma certo piccolo rispetto a circa 25 Gton totale emessa ogni anno da fonte fossile.

Però di altissimo valore simbolico perché abbiamo eliminato una minaccia di guerra nucleare, abbiamo prodotto energia elettrica di pace ad uso civile, e abbiamo evitato emissione di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

## **Energia per l'Umanità - Quali prospettive per il futuro?**

L'evoluzione dell'Umanità, a partire dalla lontana preistoria, è strettamente condizionata dalla disponibilità di fonti energetiche abbondanti e di facile utilizzo. L'esplosione demografica dell'ultimo secolo è conseguenza dello sfruttamento sistematico di fonti fossili, peraltro limitate e comunque produttrici di enormi quantità di gas ad effetto-serra, ed in particolare di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>).

Con la fine dell'ultima era glaciale, 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.

Le civiltà neolitiche comportarono la più profonda trasformazione dell'ambiente naturale finora verificatasi: estinzione di molte specie animali, in particolare la megafauna dell'era glaciale; distruzione di vaste distese di foreste per farne pascoli e campi; conseguente liberazione di grandi quantità di CO<sub>2</sub> e di metano, che potrebbero avere influito sul clima al punto da averne finora ritardato la "naturale" tendenza verso una nuova era glaciale. In questo modo, la popolazione umana fu in grado di raggiungere, ormai in epoca storica, le centinaia di milioni di individui.

Ma soltanto lo sviluppo della scienza moderna a partire dal XVII secolo in Europa, e la conseguente rivoluzione tecnologica ed industriale, hanno dato l'avvio ad una esplosione demografica che in tre soli secoli ha portato la popolazione mondiale a oltre sette 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, 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 pre-industriali.

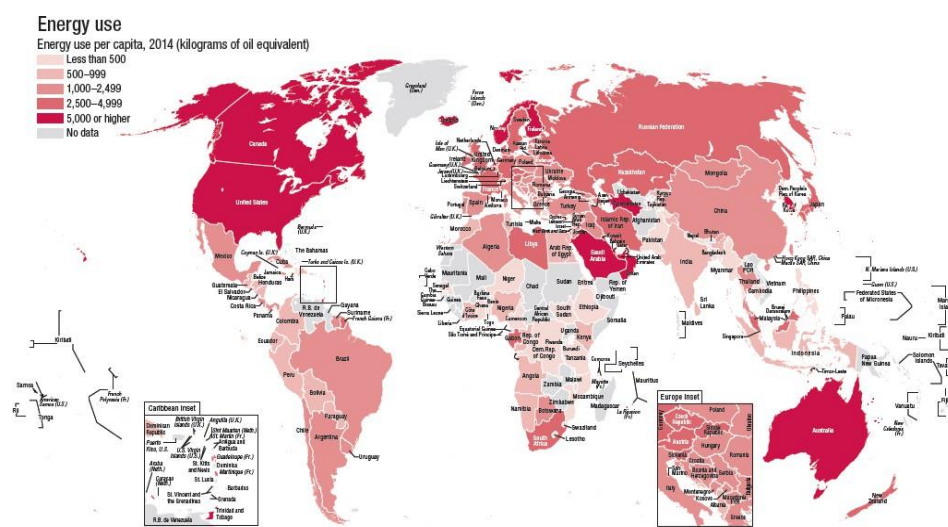
Salvo catastrofi sanitarie o planetarie, o enormi flussi migratori, le previsioni dei demografi sono le seguenti:

TABLE 1. POPULATION OF THE WORLD AND MAJOR AREAS, 2015, 2030, 2050 AND 2100, ACCORDING TO THE MEDIUM-VARIANT PROJECTION

Major area	Population (millions)			
	2015	2030	2050	2100
World .....	7 349	8 501	9 725	11 213
Africa .....	1 186	1 679	2 478	4 387
Asia .....	4 393	4 923	5 267	4 889
Europe .....	738	734	707	646
Latin America and the Caribbean .....	634	721	784	721
Northern America .....	358	396	433	500
Oceania .....	39	47	57	71

Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). *World Population Prospects: The 2015 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, 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, come risulta evidente dalla seguente mappa.



From: <https://data.worldbank.org/products/wdi-maps>

Fino a fine XX secolo, si faceva una netta distinzione tra i Paesi “industriali sviluppati”, sostanzialmente quelli appartenenti all'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE, OECD in inglese), e gli altri Paesi, definiti “sottosviluppati”, o “in via di sviluppo”. Di fatto, negli ultimi due decenni, in modo impreveduto, quasi una metà dell'umanità ha intrapreso un elevato ritmo di sviluppo: si tratta, come noto, di Cina, India, Brasile, Sud-Africa e tutto il Sud Est asiatico.

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).

Certi atteggiamenti “nostalgici”, frequenti nei nostri Paesi ricchi e viziati, esaltano la “decrecita 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?

A questo proposito, il Brundtland Report del 1987 fu commissionato dalle Nazioni Unite per delineare un futuro sostenibile a livello globale. Esso fu redatto da ambientalisti e sociologi (ovviamente nati e cresciuti nella bambagia dei Paesi allora più ricchi del mondo), i quali si ritennero in diritto di affermare che, per salvaguardare il Pianeta, i Paesi poveri non avrebbero dovuto ripetere il cammino di sviluppo seguito dai Paesi ricchi, ma avrebbero dovuto perseguire un percorso a bassa intensità energetica, basata su generazione diffusa da fonti rinnovabili.

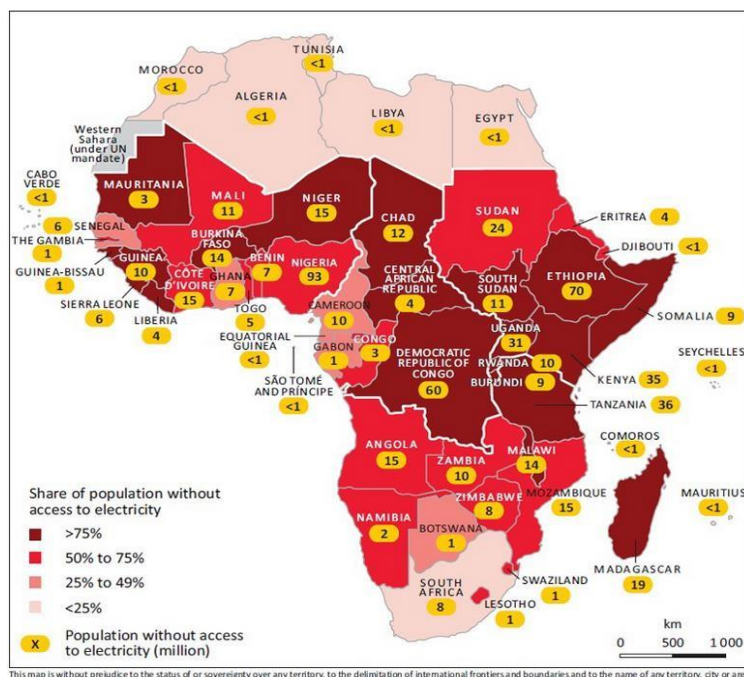
In realtà, le cose stanno andando molto diversamente: i grandi Paesi sottosviluppati, alcuni di nobile ed antichissima tradizione culturale, assimilate le tecnologie e le capacità finanziarie ed organizzative necessarie per l'industrializzazione, si avviano su un ritmo di sviluppo anche più rapido di 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.

Tuttavia, in questi Paesi una gran parte delle nuove centrali elettriche sono a carbone. Di conseguenza, nel mondo nei prossimi 10 anni sono in costruzione o pianificate molte centinaia di nuovi impianti (che presumibilmente resteranno in funzione per 40 o 50 anni!). Una gran parte saranno costruiti dall'industria cinese, sia per la Cina stessa, sia per l'esportazione, così da mantenere alto il tasso di utilizzo della enorme capacità produttiva sviluppata negli scorsi decenni per industrializzare il Paese.

Poi abbiamo l'India, che deve triplicare la sua potenza elettrica installata, in gran parte con fonti fossili. Poi abbiamo l'Indonesia, il Vietnam, le Filippine, ecc., ed anche il Giappone, che dopo l'evento di Fukushima ha dovuto chiudere definitivamente le centrali nucleari più vecchie.

Poi abbiamo l'Africa, che ha “fame” di energia, e dove la Cina investe da anni con l'obiettivo di farne la futura “manifattura del mondo” (mentre lei passerebbe all'economia post-manifatturiera...): anche in Africa, la Cina costruisce un centinaio di centrali a carbone. D'altra parte, l'Africa, come si vede dalla precedente Tabella 1, è il continente che raddoppierà la sua popolazione nei prossimi trent'anni, e, come si vede dalla seguente mappa, comprende i Paesi con la maggior frazione di popolazione senza elettricità.



From: <https://www.thegwpf.com/african-nations-plan-more-than-100-new-coal-power-plants/>

La sfida che ora si pone è allora quella di gestire al meglio la difficile transizione verso una Umanità che a fine secolo potrà arrivare a 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 del cittadino degli USA, ma quelli ad esempio dell'Italiano medio di oggi).

### Il caso dell'Africa

Per dare un quadro aggiornato di quanto sta avvenendo in Africa, si fa riferimento all'Inchiesta "Il sogno d'Africa rischia di morire nelle sue grandi città", di Paolo M. Alfieri, inviato a Dakar, pubblicata da "Avvenire" di domenica 1° marzo 2020:

*<L'Africa è la regione del mondo in cui il tasso di urbanizzazione cresce più in fretta ma anche quello in cui il fenomeno, intersecandosi con altri fattori, rischia di essere potenzialmente più rischioso. Il continente dei villaggi e delle piccole città va sempre più scomparendo, lasciando il posto ad un territorio in cui si allargano le periferie e si moltiplicano le baraccopoli, senza che le infrastrutture – dalla gestione dei rifiuti, alle strade ai servizi di base per i cittadini, come scuole e ospedali – riescano a reggere. Dagli anni Novanta ad oggi la popolazione urbana nell'Africa sub-sahariana è più che raddoppiata, tanto che ormai oltre il 40 per cento degli africani abita nelle città, rispetto al 31 per cento di due decenni fa, un dato che potrebbe raggiungere il 75 per cento entro il 2050. Non solo: il 65 per cento dei residenti vive negli slum, dove i precari sistemi fognari presentano problemi per la salute pubblica.>*

e ancora:

*<L'esperienza di questi anni, hanno sottolineato alcuni analisti, mostra che l'urbanizzazione non può essere ribaltata, visto che sono troppo poche le persone disposte a tornare nelle zone rurali dopo qualche anno in città. Ecco perché, quanto meno, gestire meglio il fenomeno è l'unico modo per non subirne i contraccolpi, considerato anche che le conseguenze del cambiamento climatico contribuiranno semmai a esacerbarlo. Le città sono sempre più esposte sia alla scarsità d'acqua (emblematico resta l'esempio di Città del Capo, in Sudafrica) sia, all'opposto, ad alluvioni improvvise, senza contare, per i centri costieri, l'impatto dell'innalzamento del livello dei mari.>*

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 l'Europa.

Per quanto riguarda in particolare gli enormi investimenti annunciati dai nostri Paesi per far fronte al "cambiamento climatico" (v. ad es. la proposta per lo European Green Deal), si tenga presente che i Paesi europei hanno già conseguito una riduzione esemplare della emissione di gas climalteranti rapportata alla ricchezza prodotta (salvo la Germania per le note ragioni ideologiche, e la Polonia che per ragioni storiche dipende fortemente dal suo carbone). Quindi, per la nota legge dei "ritorni decrescenti", sarebbe molto più efficace, al fine di ridurre le future emissioni a livello mondiale, investire invece le risorse disponibili in una corretta transizione energetica nei Paesi in via di sviluppo, come quelli africani prima citati.

## **Conclusion**

Sappiamo da Wikipedia (1), che oggi ogni anno incrementiamo di circa 2 ppm la concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera, che 1 ppm di CO<sub>2</sub> corrisponde al massimo 7.82 GtCO<sub>2</sub>.

Tale quantitativo ha portato ad un eccesso di CO<sub>2</sub> che già ora ha cominciato a devastare il nostro pianeta.

Pertanto è necessario quanto prima arrestare le emissioni di altra CO<sub>2</sub> in tutti i modi e luoghi possibili per non raggiungere i previsti devastanti 500ppm (valore quasi doppio di quello naturale) di CO<sub>2</sub> nell'aria che respiriamo. Ciò può avvenire sostituendo alla combustione dei fossili (materiali molto utili ad usi insostituibili anche all'umanità futura) l'impiego di fonti senza emissione di GHG, come lo sono oggi l'energia idraulica, le altre rinnovabili prodotte carbon free e l'energia nucleare. Tali impianti inoltre possono produrre l'idrogeno che può efficacemente alimentare i trasporti quasi di ogni genere e così quasi azzerare le emissioni di gas serra nell'aria.

Inoltre è stato notato che il ruolo maggiore dell'immissione di nuova CO<sub>2</sub> crescerà dallo sviluppo dei Paesi emergenti. Pertanto servirà da parte dei Paesi più sviluppati favorire drasticamente uno sviluppo con energie carbon free, ad esempio destinando

almeno il 10% del Fondo Europeo per l'Ambiente, appena stanziato dalla UE per i prossimi 10 anni, che serva a favorire lo sviluppo prioritario dei Villaggi e dell'Agricoltura nei PVS e ad avviarli all'uso delle altre fonti carbon free che i Paesi sviluppati già usano.

La transizione energetica che potrebbe avvenire secondo lo schema su esposto con la determinazione ad annullare tutta la combustione dei fossili appena possibile a tutte le nazioni e giungere all'azzeramento di nuove emissioni.

Così la CO<sub>2</sub> non crescerebbe ancor più ma rimarrebbe a tali valori con i conseguenti eccessi climatici e ambientali per sempre sull'umanità, se non interveniamo per ridurla innanzitutto promuovendo nuova forestazione e rimboschimenti in tutte le aree del pianeta.

Infatti sappiamo anche che una superficie forestale in area tropicale pari a 1,7 MILmq può assorbire mediamente 7,14 GtCO<sub>2</sub>/anno cioè quasi quanta CO<sub>2</sub> corrisponde a 1 ppm in aria.

Pertanto proponiamo di riforestare con cura ecosistemica una tale superficie (che è equivalente alla parte bruciata o distrutta delle Foreste tropicali negli ultimi 50 anni) nelle aree tropicali, e di ricostituire anche una formazione boschiva nelle aree moderate equivalente a tale assorbimento di CO<sub>2</sub> delle foreste tropicali. Cominceremmo così ad attuare la riduzione di 2 ppm di CO<sub>2</sub>/anno.

Così da quando si azzerano le nuove emissioni antropiche, seguendo le migliori intenzioni di Paesi nel mondo, ridurremmo la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'aria di 40 ppm nei successivi 20 anni. Ad esempio se azzerassimo ad oggi le emissioni la CO<sub>2</sub>, con tali nuove forestazioni sia tropicali che in aree moderate si tornerebbe in 20 anni ai valori del 2000.

Se sfortunatamente nei prossimi anni le emissioni continuassero agli attuali livelli, con un conseguente incremento di 2ppm all'anno nella concentrazione di CO<sub>2</sub>, la suddetta riforestazione, a regime, forse potrebbe compensare appena quell'incremento.

## **Bibliografia**

*Programma Conversione delle armi nucleari in progetti di sviluppo nei Paesi Poveri  
Presentato al Simposio di Assisi Sacro Convento – 11 novembre 2011 Giornata di Studio su  
Disarmo Nucleare, Non-proliferazione, e sviluppo 10 febbraio 2010 Casina Pio IV, Città del  
Vaticano*