

**ONORA IL PADRE E LA MADRE**

**(NO CARBON - NO LIFE)**

**di Leonardo Angeloni**

**20 Dicembre 2021**

**[WWW.angleo.it/Effetto-Serra.htm](http://WWW.angleo.it/Effetto-Serra.htm)**

***Cap.1 Introduzione*** ***pag. 2***

***Cap.2 La Vita sul pianeta Terra***

***a) L'Atmosfera*** ***pag. 4***

***b) La Fotosintesi*** ***pag. 6***

***c) La Biomassa*** ***pag. 8***

***d) Le Condizioni Climatiche*** ***pag. 9***

***Cap.3 Cosa è l'effetto Serra*** ***pag.12***

***Cap.4 Bilancio Globale Integrato***

***a) Flussi radiativi al limite della troposfera.*** ***pag.18***

***b) Ridistribuzione annuale del Carbonio.*** ***pag.19***

***c) Contenuto e distribuzione energetica.*** ***pag.19***

***Cap.5 Quale è la causa del riscaldamento  
terrestre?*** ***pag.21***

***Cap.6 Energia Fotovoltaica.*** ***pag.23***

***Cap.7 Conclusioni : Transizione Energetica o  
Transizione Economica?*** ***pag.25***

## *Cap.1-Introduzione*

Tutti gli esseri vegetali ed animali di questo nostro pianeta Terra hanno avuto origine da due comuni progenitori che hanno iniziato e continuano a sostenere quel processo unico ed irripetibile nel nostro universo che si chiama VITA.

Questi nostri antenati che sono alla base della nostra esistenza e fondamentali per la nostra sopravvivenza si chiamano Biossido di Carbonio (CO<sub>2</sub>) ed Acqua (H<sub>2</sub>O) che insieme ad altri elementi presenti in natura costituiscono un sottile involucro che avvolge il nostro pianeta al confine tra la Litosfera e la Atmosfera e prende il nome di Biosfera .

Tutti i processi chimici basilari che sono avvenuti ed avvengono in questo strato sottile in cui viviamo sono resi possibili dall'irraggiamento solare, cioè da una fonte di energia che possiamo considerare inesauribile nell'arco di milioni di anni, ma hanno bisogno per realizzarsi di una serie di fattori concomitanti che concorrono allo sviluppo della vita e che sono essi stessi determinati dall'irraggiamento.

Per oltre centomila anni la specie umana si è affiancata alle altre specie viventi nell'adeguarsi ed adattarsi ai cicli naturali per sopravvivere e potersi riprodurre in un continuo processo di evoluzione che ne ha modificato significativamente l'aspetto fisico, le capacità costruttive ed innovative e le facoltà intellettuali.

Il rapporto dell'uomo con la natura era un rapporto riverenziale dettato dalla sua consapevolezza di essere del tutto ininfluenza nel determinare il corso di tutti quegli eventi che favorivano la nascita e lo sviluppo della vita ma che spesso erano anche origine di distruzione e di morte: il rapporto riverenziale si concretizzava in una forma di rispetto dell'uomo per la natura che assumeva una connotazione di carattere religioso tale che eventi speciali e disastrosi venivano interpretati come punizioni divine. Nel corso degli ultimi millenni della nostra storia si è quindi sviluppato il mito della età dell'oro e del paradiso terrestre, cioè uno stato di perfezione iniziale a cui è seguito, per colpa dell'uomo, un improvviso degrado che stiamo con fatica riparando con un duro e faticoso lavoro di riscatto.

Il concetto di "Cambiamenti Climatici" che domina l'odierno dibattito sull'effetto serra, fa riferimento inconsapevolmente a questo stato di perfezione iniziale che in termini biologici è stato smentito dalla teoria evoluzionistica di Darwin ed in termini cosmologici dalla teoria del Big Bang.

Tutto l'attuale dibattito sui cambiamenti climatici si basa su questo presupposto iniziale accettato dalla quasi totalità degli addetti ai lavori e dalla maggior parte della opinione pubblica, ma non dimostrato: la CO<sub>2</sub> causa l'aumento della temperatura terrestre perché assorbe la radiazione infrarossa che la superficie terrestre emette nella sua qualità di corpo nero, assorbimento che inibisce in parte la capacità di raffreddarsi della terra stessa tramite i processi radiativi che dissipano l'energia assorbita dal sole.

La causa di questo processo che viene impropriamente chiamato "Effetto Serra" viene attribuita alle attività antropiche che immettono CO<sub>2</sub> in quantità sempre maggiore in seguito allo sfruttamento eccessivo di combustibili fossili, determinando il riscaldamento della atmosfera terrestre con il conseguente scioglimento dei ghiacci, fenomeni atmosferici devastanti e catastrofi imminenti.

Questo pregiudizio ideologico ha portato negli ultimi decenni ad una vera e propria campagna di criminalizzazione della CO<sub>2</sub> da parte dei catastrofisti che nelle loro elaborazioni teoriche e nelle loro simulazioni globali hanno completamente trascurato il ruolo ed il significato che la CO<sub>2</sub> e l'H<sub>2</sub>O hanno avuto ed hanno tuttora nella formazione e nello sviluppo della Biosfera.

Parallelamente alla criminalizzazione della CO<sub>2</sub> si è sviluppata la falsa illusione che i problemi del riscaldamento globale si possano risolvere attraverso la decarbossilazione delle fonti energetiche, processo che richiede un enorme dispendio energetico e finanziario e che provocherà non la soluzione ma il peggioramento della attuale situazione.

I primi lavori e le prime simulazioni dei fisici dell'atmosfera, iniziati nella seconda metà del secolo scorso, hanno preso come punto iniziale di questo processo degenerativo l'inizio dell'era industriale avvenuto nella metà del diciannovesimo secolo, quando la popolazione della terra era circa un miliardo di persone con una aspettativa di vita che era circa la metà di quella attuale ed un tenore di vita che sarebbe oggi inimmaginabile.

Il Bilancio energetico radiativo è stato l'oggetto delle prime indagini sperimentali per misurare l'entità dell'effetto serra e la sua correlazione con la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'aria. La misurazione veniva fatta al limite dell'atmosfera dove con un bolometro veniva determinata la radiazione incidente proveniente dal sole e la radiazione totale proveniente dalla terra che consisteva nella luce visibile riflessa dalla terra e nella radiazione infrarossa emessa dal pianeta determinata quest'ultima per sottrazione inserendo un filtro che tagliava completamente l'IR.

Un altro campo di indagine è stata la determinazione bilancio annuale del carbonio necessaria per conoscere l'incremento della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera derivato dall'uso di carburanti fossili.

Incremento del carbonio che è naturalmente correlato anche alla quantità di biomassa attualmente presente sul nostro pianeta.

Il titolo e le motivazioni di questo articolo sono stati determinati dalla necessità di trattare il tema dei cambiamenti climatici nel contesto generale della formazione della biosfera derivata dalla reazione di fotosintesi tra la CO<sub>2</sub> e l'H<sub>2</sub>O, molecole alla base della chimica organica che possono generare la vita grazie alla presenza della radiazione solare ed alla capacità dell'acqua di termostattizzare l'ambiente, tramite i suoi passaggi di stato di aggregazione.

I combustibili fossili cioè il carbone, il petrolio ed i gas naturali che vengono considerati come elementi alteranti un equilibrio ottimale che la natura ha raggiunto dopo milioni di anni, sono il risultato di milioni di anni di attività fotosintetica che la natura ha espletato nelle varie ere geologiche e che ha permesso di trasformare l'energia radiante del sole in energia chimica direttamente fruibile dagli esseri viventi che popolano il nostro pianeta, essi stessi generati da millenni di evoluzione delle molecole organiche e biologiche.

Quello che le moderne tecnologie cercano disperatamente di sviluppare ed incrementare, cioè la cattura della energia radiante del sole ed il suo accumulo in forme fruibili ed in modo non dannoso per gli esseri viventi, la natura lo sta già facendo da circa 2,7 miliardi di anni attraverso la trasformazione della energia radiante in energia chimica utilizzando la fotosintesi clorofilliana.

## Cap.2- La Vita Sul Pianeta Terra

### a) L'Atmosfera.

Nonostante gli innumerevoli studi e ricerche svolte negli ultimi secoli non è stata ancora accertata l'origine della Vita, cioè non è stato individuato quel fenomeno e quel momento magico che le ha dato inizio nel nostro pianeta; tuttavia si conoscono perfettamente i meccanismi con cui essa si rigenera e si propaga e quali sono le condizioni necessarie per cui questo avvenga.

La Fisica, la Chimica e la Biologia sono le scienze che sono coinvolte in questo processo di creazione e di riproduzione di esseri viventi in questo pianeta di cui facciamo parte.

La prima condizione necessaria per la nostra esistenza e la nostra sopravvivenza è data dalla presenza dell'atmosfera terrestre, cioè di quell'involucro gassoso che circonda il nostro globo, dello spessore di circa 50 chilometri la cui massa totale è stata stimata in  $5,150 \cdot 10^{21}$  grammi (cioè circa  $1/10^6$  della massa totale della terra che è di  $5,972 \cdot 10^{27}$  g) e che avvolge una superficie di  $5,101 \cdot 10^{14}$  m<sup>2</sup>.

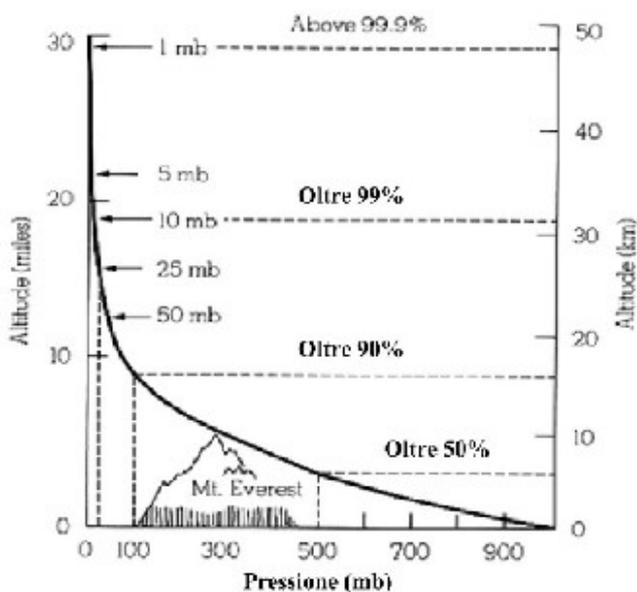


FIGURA 1

La composizione chimica media dell'atmosfera al suolo ed in assenza di vapore acqueo è la seguente : Azoto p.m.=28 uma (78,084% vol. 75,50 % in peso) Ossigeno p.m.=32 uma (20,946%vol. 23,15 % peso ) Argon p.m. = 39,95 uma (0,934%vol. 1,29 % peso ) CO<sub>2</sub> p.m.= 44 uma (0,0415% vol 0,063 % peso) altri gas (0,036%v.).

Azoto ed Ossigeno costituiscono insieme il 99% (98.65% in peso). La quantità di CO<sub>2</sub> in atmosfera può essere stimata in 896,4 GtC (vedi cap. 4b) che sono in equilibrio con 550 GtC di biomassa totale sulla terra.(Cap. 2c) In assenza di venti o di moti convettivi la distribuzione dei gas nell'atmosfera è determinata dal loro peso molecolare per cui l'anidride carbonica si trova principalmente nella troposfera che è lo strato più basso, ed in percentuale maggiore al livello del mare. La quantità di acqua può variare dallo 0 al 6% (media 0,33% cioè 8 volte maggiore della CO<sub>2</sub>).

L'atmosfera quindi contiene gli elementi chimici fondamentali per la presenza della vita nel nostro pianeta cioè il carbonio che è presente nella CO<sub>2</sub>, l'idrogeno che è presente nell'acqua e l'Ossigeno che è presente in entrambi.

Essa tuttavia non limita la sua azione a quella di deposito dei principali elementi chimici necessari per la vita ma, grazie alla presenza dell'Acqua, esercita una funzione stabilizzatrice della temperatura della atmosfera stessa ed una funzione di redistribuzione sulla intera superficie terrestre degli elementi chimici necessari alla vita.

L'effetto termostabilizzatore dell'acqua dipende dalle caratteristiche chimico-fisiche di questa molecola che è fondamentale per la vita sul nostro pianeta. Essa è presente sulla terra nei suoi tre stati di aggregazione, cioè solido, liquido e vapore con la possibilità di cambiare stato di aggregazione in funzione della temperatura. Un abbassamento della temperatura permette di passare dallo stato liquido allo stato solido, transizione che libera quello che viene denominato calore latente di cristallizzazione e che costituisce un feedback negativo, cioè che si oppone alla causa che lo ha determinato. Analogamente avviene quando si passa dallo stato gassoso allo stato liquido in cui entra in gioco il calore latente di

vaporizzazione. Nel processo inverso cioè nel passaggio solido-liquido-vapore il calore che prima veniva liberato ora viene assorbito quindi nello scioglimento dei ghiacci il calore viene assorbito e la temperatura del sistema solido-liquido in equilibrio non cambia sino a quando il ghiaccio non è completamente fuso. Lo stesso tipo di meccanismo avviene nel sistema liquido-gas in cui i processi di vaporizzazione e condensazione vanno a controbilanciare i processi di riscaldamento e di raffreddamento della atmosfera.

Essendo la temperatura terrestre determinata essenzialmente dall'irraggiamento solare che logicamente dipende dall'alternarsi tra giorno e notte e dalle variazioni stagionali, ne consegue che il riscaldamento non è uniforme sulla superficie terrestre e provoca variazioni di densità dell'aria con conseguenti perturbazioni atmosferiche che contribuiscono esse stesse alla termostabilizzazione dell'atmosfera. Inoltre la formazione di nuvole tende a diffondere la radiazione solare e quindi a diminuire l'irraggiamento che le ha provocate.

L'energia elettromagnetica proveniente dal sole si trova nel campo del visibile-vicino infrarosso dello spettro elettromagnetico, e viene in parte reirradiata nello spazio alla stessa lunghezza d'onda della luce incidente, in parte utilizzata nei processi di fotosintesi ed in parte assorbita a seconda della composizione chimica della superficie e trasformata istantaneamente in energia termica.

Questo processo di termalizzazione della radiazione avviene a causa del decadimento non radiativo dai livelli elettronici molecolari eccitati dalla radiazione incidente al livello energetico fondamentale, decadimento che è molto veloce e quindi molto efficiente.

Quindi il calore assorbito dai mari e dalle superfici emerse determina un aumento di temperatura di entità inversamente proporzionale alla capacità termica degli stessi e viene dissipato tramite due meccanismi principali, uno di tipo termico-cinetico che, come abbiamo visto, provoca la evaporazione dell'acqua che raffredda la superficie sottraendo il calore latente di evaporazione, l'altro attraverso il contatto diretto con le molecole dei gas atmosferici che si riscaldano per conduzione determinando la dilatazione termica degli stessi e creando correnti ascensionali e traslazionali, creando quindi perturbazioni atmosferiche che hanno il compito di trasferire energia, acqua, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> ed altri gas atmosferici in zone della terra meno soleggiate soprattutto a causa di variazioni stagionali.

Un terzo tipo di dissipazione energetica è dovuto al fenomeno dell'irraggiamento, cioè allo stesso tipo di fenomeno che avviene nel sole che genera l'energia elettromagnetica che ci riscalda con la differenza però che, essendo la temperatura della terra molto inferiore a quella del sole, l'emissione radiativa avviene nella zona del medio-lontano infrarosso dello spettro elettromagnetico, zona caratteristica delle transizioni vibro-rotazionali di bending delle molecole di Acqua e di CO<sub>2</sub> che assorbe a 667 cm<sup>-1</sup>.

L'energia infrarossa emessa dalla superficie terrestre viene quindi assorbita da queste molecole, definite come Gas serra, che tuttavia redistribuiscono tale energia alle molecole gassose circostanti tramite il solito processo di decadimento non radiativo in forma di energia cinetica. Tali molecole hanno comunque la possibilità intrinseca di emettere radiazione elettromagnetica quando sono in particolari condizioni di rarefazione, cioè quando la probabilità di decadimento non radiativo è molto bassa a causa della distanza tra queste molecole e le altre molecole che costituiscono l'atmosfera. Questo irraggiamento è responsabile della escursione termica che si osserva tra il giorno e la notte sulle terre emerse ed in minima parte sugli oceani, esso è presente sia in estate che in inverno ed è attribuibile quasi esclusivamente alle molecole di H<sub>2</sub>O che essendo le più leggere del mix molecolare del gas atmosferico risentono in misura minore della attrazione gravitazionale e quindi popolano più facilmente gli strati superiori dell'atmosfera che sono i più rarefatti, comportamento contrario a quello della CO<sub>2</sub> che essendo la molecola più pesante tende a disporsi negli strati più densi a contatto con la superficie terrestre.

## ***b) La Fotosintesi.***

La CO<sub>2</sub> quindi, essendo la molecola più pesante dell'atmosfera (tranne l'Ozono O<sub>3</sub> che tuttavia è presente in quantità trascurabile) costituisce una coltre aderente alla sfera terrestre che contribuisce insieme all'acqua ed ai processi di conduzione diretta, a riscaldare l'atmosfera per renderla adatta alla formazione ed al mantenimento della Biosfera.

La sua presenza quindi è una condizione necessaria ma non sufficiente per mantenere e conservare la vita sul nostro pianeta che richiede la presenza dell'H<sub>2</sub>O e della luce come elementi costituenti per la fotosintesi e le condizioni di temperatura adatte alla produzione di materiale organico.

La Fotosintesi è la strada che la natura ha adottato per trasformare la energia elettromagnetica del sole in energia chimica necessaria per gli esseri viventi, sia vegetali che animali. Energia che è stata immagazzinata in milioni di anni e che costituisce la vera risorsa di energia rinnovabile perché può essere rigenerata in un nuovo processo di fotosintesi partendo dalla CO<sub>2</sub> generata attraverso la respirazione e la combustione.

Prima di passare ad analizzare le condizioni necessarie per la formazione delle molecole organiche, diamo un'occhiata allo schema di reazione chimica ed alle energie messe in gioco.

Il meccanismo mediante il quale a partire da CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O si ha la possibilità di sintetizzare la materia organica è denominato Fotosintesi Clorofilliana che, come dice il nome stesso ha la necessità, per essere attuato, della presenza della luce, cioè della radiazione elettromagnetica la cui energia è

$$e = hv = hc/\lambda$$

(in cui **h** è la costante di Plank, **v** è la frequenza, **λ** è la lunghezza d'onda e **c** la velocità della luce) e che viene direttamente dal sole.

La reazione di fotosintesi è un processo abbastanza complesso che avviene all'interno della Clorofilla, cioè una macromolecola organica che a partire dalla CO<sub>2</sub> e dall'acqua da origine alla materia organica tramite la seguente reazione tipo:



in cui da sei molecole di acqua e 6 di anidride carbonica si formano una molecola di glucosio e sei molecole di ossigeno.

Il simbolo **E** indica l'energia di 1 Einstein che indica l'energia di un numero di fotoni pari al numero di Avogadro N<sub>A</sub>, essendo l'energia di un fotone  $e = hc/\lambda$  risulta che

$$E = N_A e = N_A hc/\lambda = 28.600/\lambda ,$$

in cui E è in kilocalorie e λ è data in nanometri (1 nm = 10<sup>-9</sup> metri).

La parte dello spettro solare usata per la fotosintesi è stimata in circa 570 nm quindi

$$1E = 28.600/570 = 50 \text{ kcalorie .}$$

Il numero 54 nella formula precedente è il numero minimo di E per ottenere la fotosintesi di 6 moli di O<sub>2</sub> formatosi, quindi ogni mole di O<sub>2</sub> necessita di 9 E , cioè 1 mole di O<sub>2</sub> necessita di

$$9 \times 50 = 450 \text{ kcal (ossia } 0,52335 \text{ kWh} = 1884.06 \text{ kJ).}$$

Questa in teoria è l'energia minima per trasformare in biomassa 12 gr di carbonio presenti in una grammolecola di CO<sub>2</sub> (P.M. 44 uma), ne consegue che l'energia minima necessaria per ottenere 1 gr di C presente nella biomassa è di

$$523,35/12 = 43,6 \text{ Wh/1g C}$$

L'energia fornita da 1 gr di C nel processo di combustione è molto minore. Nell'anno 2019 sono stati immessi in atmosfera  $11,5 \cdot 10^{15}$  gC = 11,5 PgC ( in cui PgC indica i petagrammi di carbonio che corrispondono alle Giga Tonnellate di C, GTC) che hanno fornito una energia di 143967 TWh [fig. 4c] ossia  $144 \cdot 10^{15}$  Wh, per cui ogni grammo di Carbonio ha fornito una energia di  $144/11,5 = 12,5$  Wh/1g C

ne consegue quindi, sempre in teoria, che l'energia fornita in combustione da un gr di Carbonio è

$$12,5/43,6 \text{ Wh} = 28,7\%$$

di quella assorbita per la fotosintesi.

Ma la resa energetica del processo di fotosintesi è molto minore del 28,7% rispetto alla luce totale irradiata dal sole, questo perché in primo luogo, più della metà della luce solare incidente è composta da lunghezze d'onda troppo lunghe per essere assorbite e parte del resto viene riflessa o persa nelle foglie. Di conseguenza, le piante possono assorbire al massimo solo il 34% circa della luce solare incidente.

In secondo luogo, le piante devono svolgere una varietà di processi fisiologici nei tessuti non fotosintetici come radici e steli; questi processi, così come la respirazione cellulare in tutte le parti della pianta, consumano l'energia immagazzinata [respirazione autotrofica].

In terzo luogo, i tassi di fotosintesi in piena luce solare a volte superano le esigenze delle piante, con conseguente formazione di zuccheri e amido in eccesso. Quando ciò accade, i meccanismi regolatori della pianta rallentano il processo di fotosintesi, consentendo alla luce solare assorbita in più di non essere utilizzata.

In quarto luogo, in molte piante, l'energia viene utilizzata dal processo di fotorespirazione eterotrofica cioè di altri esseri viventi che si nutrono delle piante.

La stagione vegetativa, infine, può durare solo pochi mesi all'anno; la luce solare ricevuta durante le altre stagioni non viene utilizzata.

La fotosintesi tuttavia è l'unico meccanismo naturale fondamentale per accumulare energia elettromagnetica e trasformarla in energia chimica, energia che in seguito viene trasformata dagli organismi viventi in energia meccanica con la produzione di CO<sub>2</sub>. Senza l'anidride carbonica quindi non vi è vita e non vi è ossigeno.

L'irraggiamento solare e la presenza di acqua e CO<sub>2</sub> in atmosfera e la enorme riserva di acqua negli oceani, nei mari e nei laghi e fiumi, garantiscono la creazione delle condizioni climatiche necessarie alla vita che esamineremo in un paragrafo successivo.

### ***c) La Biomassa. [Global Primary Production.pdf].***

Il prodotto finale della fotosintesi è costituito dalla Biomassa. Attualmente la biomassa terrestre complessiva è stata stimata in 550 gigatonnellate di Carbonio (GtC), cioè  $550 \text{ PgC} = 550 \cdot 10^{15} \text{ gC}$  (1 Petagrammo = 1 gigatonnellata =  $1 \times 10^{15}$  grammi) una misura che fa riferimento alla quantità di carbonio contenuto nell'intera comunità di esseri viventi sia vegetali che animali.

La quantità di  $\text{CO}_2$  dell'atmosfera trasformata in biomassa in un anno viene definita come GPP (Gross Primary Production) che nel 2015 ammontava a circa 250 PgC.

Ma non tutta l'energia elettromagnetica trasformata in energia chimica può essere accumulata, infatti una parte di essa viene utilizzata dalle piante per il processo di accrescimento per cui circa il 50% del carbonio assorbito della atmosfera viene restituito ad essa come  $\text{CO}_2$  attraverso il processo di respirazione autotrofica.

Il restante 50% circa del Carbonio assorbito costituisce la NPP (Net Primary Production) (125 PgC nel 2015 di cui 60 PgC/y sulla terra ferma e 65 PgC/y negli oceani ) viene in gran parte utilizzato dagli altri organismi viventi quali ad esempio gli animali attraverso un processo denominato respirazione eterotrofica.

Il rimanente che viene definito come NEP (Net Ecosystem Production) costituisce la parte della Biomassa che rimane sulla superficie della terra e che è destinata nei millenni futuri a divenire sorgente fossile di Energia. Nel 2015 la NEP si era ridotta a  $5 \text{ PgC yr}^{-1}$  sulla terra e a  $11 \text{ PgC yr}^{-1}$  negli oceani per un totale di 16,5 PgC.

Questi valori sono dello stesso ordine di grandezza di quelli relativi alla immissione di  $\text{CO}_2$  nell'Atmosfera dovuti alle attività antropiche ( $9 \text{ PgC yr}^{-1}$  nel 2015) indicando fortemente che i combustibili fossili non solo forniscono energia per le attività umane ma sono necessari anche per la produzione di Biomasse indispensabili per sostenere la vita sul nostro pianeta. Ne consegue quindi che 896,4 PgC presenti in atmosfera sotto forma di  $\text{CO}_2$  sono in equilibrio con 550 PgC presenti sulla terra sotto forma di Biomassa.

Ogni anno 250 PgC vengono prelevati dalla atmosfera per essere utilizzati nelle reazioni di fotosintesi ma la metà di questo carbonio viene restituito alla atmosfera come  $\text{CO}_2$  a causa dei processi di respirazione autotrofa delle piante che si accrescono mentre 125 PgC rimangono nelle terre emerse e negli oceani in percentuali quasi uguali.

#### d) Le condizioni climatiche.

Come accennato precedentemente, le condizioni climatiche, cioè la temperatura, l'umidità e la circolazione dei venti, sono determinanti perché la reazione di fotosintesi abbia successo. Il fenomeno trainante nel determinare le condizioni climatiche è senza dubbio l'irraggiamento che è determinato da molti fattori. Se consideriamo la terra come una sfera perfetta di colore nero, cioè che assorbe tutta la radiazione incidente e siamo in assenza di atmosfera, allora la radiazione solare che raggiunge un metro quadro della superficie terrestre sarà funzione dell'angolo che forma la perpendicolare della superficie presa in considerazione con la direzione di propagazione dei raggi solari che si suppone siano della stessa intensità e paralleli tra di loro.

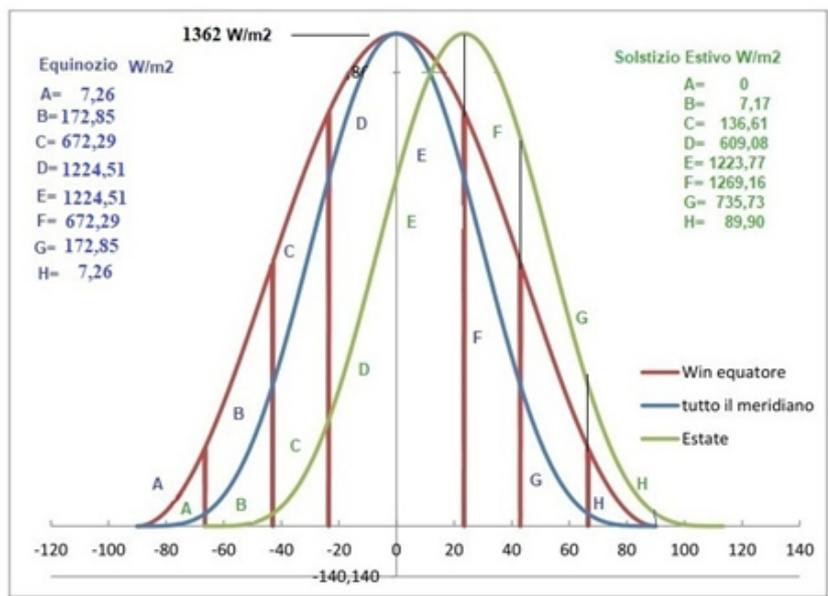
In generale, secondo l'interpretazione classica ondulatoria l'energia posseduta dal campo elettromagnetico è riconducibile all'ampiezza (precisamente al quadrato dell'ampiezza) dell'onda che ne descrive la propagazione.

Il vettore Campo Elettrico E che vibra perpendicolarmente alla direzione di propagazione della luce può essere quindi espresso come somma vettoriale di due componenti di cui una giace sul piano parallelo alla superficie terrestre illuminata che determina l'energia elettromagnetica che provoca il riscaldamento e l'altra nella direzione ad essa perpendicolare.

Ne consegue che se noi consideriamo un metro quadro di terreno all'incrocio tra il meridiano zero e l'equatore alle ore 12 del giorno di equinozio l'intensità luminosa è di 1362W [remotesensing-09-01143-v2.pdf] intensità che varia se consideriamo un diverso meridiano spostandoci sempre lungo l'equatore cioè in funzione della longitudine, come riportato dalla curva rossa nella seguente figura. Lo stesso discorso può essere ripetuto se nello stesso giorno e nello stessa ora e nello stesso minuto consideriamo un metro quadrato di terreno che si trova ad un parallelo superiore od inferiore rispetto all'equatore, cioè ad una diversa latitudine mantenendo sempre la stessa longitudine, la curva blu rappresenta quindi l'intensità luminosa in funzione della latitudine e della longitudine.

Integrando per una intera giornata, cioè dall'alba al tramonto, la curva blu rappresenta la quantità di radiazione assorbita per 1 m<sup>2</sup> di terreno che va diviso per due se vogliamo mediare tra il giorno e la notte.

Indipendentemente dai fenomeni di diffusione causati dalla umidità e dagli altri gas atmosferici, l'irraggiamento dipende strettamente dall'alternarsi del giorno e della notte, dalle stagioni e dalla latitudine che caratterizza le zone climatiche.



Le lettere rappresentano le varie zone climatiche e cioè la A e la H sono le zone dei circoli polari Antartico ed Artico rispettivamente (da 66,55° a 90°), le lettere B ed G sono la prima zona temperate (da 43° a 66,55°) le lettere C e F sono la seconda zona temperata, quella più vicina all'equatore cioè da (23,45° a 43°) mentre le lettere D ed E sono le zone tropicali.

FIGURA 2

Nella figura sopra la linea rossa rappresenta la intensità della radiazione registrata nello stesso giorno e nello stesso istante lungo la linea equatoriale in funzione dell'angolo tra la direzione di propagazione della luce e la perpendicolare della superficie presa in considerazione. La linea blu rappresenta invece la distribuzione su tutta l'emisfero terrestre della luce che incide non solo sull'equatore ma su tutto il meridiano sempre nello stesso giorno e nella stessa ora. La linea verde invece rappresenta la distribuzione osservata nello stesso posto e nella stessa ora ma nel giorno del solstizio estivo in cui si vede chiaramente che il massimo dell'irraggiamento ( $1362 \text{ W/m}^2$ ) si ha in corrispondenza del tropico del cancro, cioè a  $23,45^\circ$  Nord, naturalmente nel caso del solstizio invernale l'immagine sarebbe simmetrica con il massimo spostato a sinistra della figura cioè sul tropico del capricorno. In questo calcolo è stato completamente trascurato l'effetto dovuto alla variazione della distanza tra la terra ed il sole.

Naturalmente non tutta l'energia sopra calcolata nel precedente grafico raggiunge la superficie terrestre a causa di diversi fenomeni tra cui uno è lo scattering di Rayleigh, cioè una interazione elastica di diffusione tra la radiazione e le molecole presenti nell'atmosfera (è il fenomeno che colora di blu il cielo) inoltre vi è diffusione a causa del vapore acqueo e delle nuvole ed infine, non essendo la terra un corpo nero, parte della radiazione incidente viene riflessa in dipendenza del colore della superficie e della intensità del colore stesso.

E' evidente comunque che i processi vitali nel nostro pianeta sono fortemente dipendenti dalle variazioni stagionali derivate dalla entità dell'irraggiamento solare, ma è altrettanto importante la disposizione e la dimensione delle terre emerse in rapporto alle superfici marine che costituiscono il 71% della superficie della terra e che determinano la disponibilità dell'acqua.

Le diverse conformazioni territoriali, la latitudine e la diversa capacità termica dei terreni rispetto alle superfici degli oceani comportano forti differenze sul riscaldamento terrestre che danno origine a vari moti convettivi dell'atmosfera che determinano le condizioni climatiche e la concentrazione dell'acqua nell'atmosfera.

Il calore accumulato durante il giorno inizia a disperdersi durante la notte attraverso un processo di emissione radiativa che in analogia con la emissione solare viene definito emissione del corpo nero. Il significato fisico di questo processo che è un processo ideale risiede nel fatto che la popolazione di livelli energetici molecolari sia elettronici che vibrazionali e rotazionali può avvenire non solo tramite assorbimento della radiazione elettromagnetica ma anche per effetto di trasferimenti di energia termica dovuto alla cessione di energia cinetica tramite urti tra le molecole, in pratica, la popolazione di questi livelli dipende dalla temperatura dell'ambiente in cui si trovano queste molecole e la forma della emissione di queste molecole segue una legge teorica e viene rappresentata come emissione di un corpo nero.(vedi figura sotto.)

L'emissione del sole segue abbastanza fedelmente questa legge e dalla forma della curva si può estrapolare la sua temperatura, ma un corpo nero è classificato come un corpo che emette tutta la energia che assorbe e la terra in cui abitiamo non può sicuramente essere classificata come un corpo nero per diverse ragioni tra cui le più importanti sono: 1) Parte della energia luminosa proveniente dal sole viene trasformata in energia chimica tramite il processo della fotosintesi. 2) parte della energia viene assorbita ma parte di essa viene riflessa, basta guardare una foto del nostro pianeta presa dai satelliti orbitanti intorno alla terra, 3) mentre nel corpo nero abbiamo una distribuzione continua di livelli elettronici all'interno del

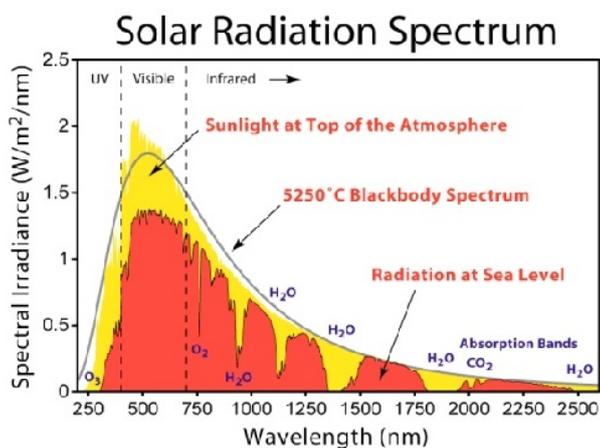


FIGURA 3

materiale come ad esempio in un metallo conduttore ad alta temperatura (lampada ad incandescenza), sulla superficie terrestre abbiamo cristalli e molecole che hanno una distribuzione discreta dei livelli elettronici dovuta alla formazione di legami chimici e che quindi possono emettere radiativamente solo a determinate frequenze.

### *Cap.3- Cosa è l'effetto Serra ?*

L'effetto serra comprende tutta quella serie di fenomeni che avvengono all'interno di una serra, cioè di un ambiente particolare che viene usato per le coltivazioni di ortaggi od anche coltivazioni arboree nei territori e nelle stagioni in cui l'irraggiamento solare non è sufficiente a riscaldare l'atmosfera sino alla temperatura necessaria per ottenere la fotosintesi.

Le caratteristiche principali di una serra sono due : la prima è che essa è un ambiente chiuso e quindi non permette lo scambio diretto di calore con l'esterno tramite i moti convettivi dell'aria, l'altro è che essa è costituita totalmente di vetro, cioè di un materiale che lascia passare la luce visibile che viene dal sole e che viene in parte riflessa dalla superficie terrestre riattraversando le superfici di vetro in senso opposto a quello di provenienza.

L'energia relativa alla parte di luce che viene assorbita viene a sua volta utilizzata in parte per la fotosintesi ed in parte viene trasformata in energia termica a causa dei decadimenti non radiativi dai livelli elettronici eccitati al momento dell'assorbimento.

L'energia termica accumulata all'interno della serra può a sua volta provocare l'eccitazione di solidi e molecole ai livelli vibrazionali e rotazionali a più alta energia rispetto allo stato fondamentale con l'emissione di radiazione infrarossa secondo la legge di emissione del corpo nero di Stephen e Boltzmann, emissione che viene a sua volta riflessa dalle pareti di vetro della serra opache a radiazioni di questa lunghezza d'onda.

Questo modello fenomenologico è stato inappropriatamente applicato allo studio dell'effetto serra nel nostro pianeta con tre fondamentali lacune che ne inficiano l'attendibilità e soprattutto le predizioni negli sviluppi futuri.

La prima e più importante lacuna nella valutazione del bilancio energetico tra la energia assorbita dalla radiazione solare e l'energia diffusa tramite irraggiamento è stata quella trascurare la fotosintesi cioè di prescindere completamente dai processi di storage e di accumulo di energia chimica e biochimica. Ipotizzando uno stato di equilibrio ideale collocato all'inizio della era industriale non si è tenuto conto dei processi evolutivi della biosfera e della specie umana.

I fisici dell'atmosfera hanno trascurato la chimica e la biologia ed hanno considerato il nostro pianeta alla stregua di tutti gli altri pianeti dell'universo.

La seconda lacuna è che in tutti i modelli messi a punto per la simulazione degli effetti generati dalla attività antropica non vi è nessun riferimento ai processi di decadimento non radiativo da livelli elettronici, vibrazionali e rotazionali eccitati. [Il sottoscritto ha passato gran parte della sua vita professionale di ricercatore a misurare sperimentalmente i tempi di vita delle popolazioni vibrazionali tramite tecniche spettroscopiche risolte nel tempo misure che hanno dimostrato l'importanza di questi meccanismi].

La terza lacuna che rende addirittura inappropriato il termine " effetto serra" consiste nel non aver adeguatamente considerato il fatto che il nostro pianeta è un Sistema Termodinamico chiuso ma non isolato cioè non è un globo racchiuso in una sfera di vetro come una serra, ma può irradiare energia elettromagnetica all'esterno attraverso il meccanismo del corpo nero tramite le transizioni vibrorotazionali dei cosiddetti gas ad effetto serra ( $\text{CO}_2$  ed  $\text{H}_2\text{O}$ ) che sono tuttavia in completo equilibrio termodinamico tra di loro e con gli altri gas dell'atmosfera e si scambiano energia termica tra di loro emettendo radiazione solo dagli strati alti dell'atmosfera, cioè quando sono impossibili i decadimenti non radiativi.

I primi lavori in questo campo, motivati dalla constatazione di un progressivo scioglimento dei ghiacci della calotta artica e dei ghiacciai terrestri, (in parte controbilanciati da un aumento dei ghiacci in antartide) e del parallelo espandersi della desertificazione si sono focalizzati

principalmente sulla determinazione dello sbilancio energetico (EEI= Earth Energetic Imbalance) misurato al limite dell'atmosfera (TOA=Top Of Atmosfere) trascurando completamente la presenza della Biosfera e delle sue implicazioni in campo energetico.

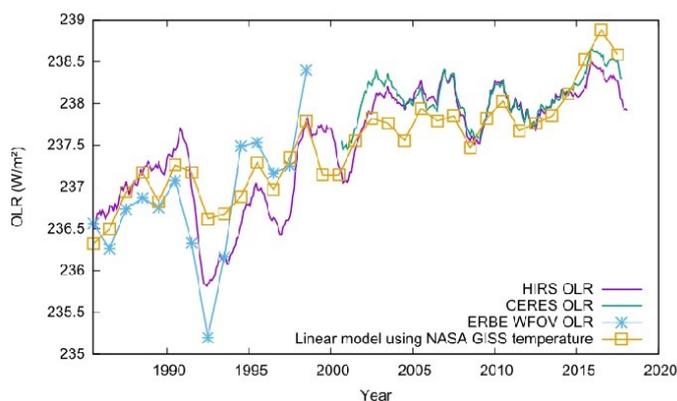
Scioglimento dei ghiacci e desertificazione venivano messi in relazione con il progressivo aumento, a partire dalla era preindustriale, della concentrazione della CO<sub>2</sub> che veniva indicata come la causa principale dell'aumento della temperature terrestre.

I programmi di calcolo sviluppati si basavano sul seguente presupposto: l'equilibrio energetico del Sistema terra viene preservato quando l'energia della radiazione visibile assorbita dall'atmosfera e dalla superficie terrestre (oceani+terre emerse) è uguale alla energia infrarossa irradiata dal Sistema Terra considerata come un corpo nero. Ogni sbilanciamento osservato al limite superiore dell'atmosfera (TOA) era da attribuire esclusivamente alla presenza dei Gas serra (GHG = Green Haouse Gas) cioè sostanzialmente CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O che assorbivano la radiazione infrarossa e la riemettevano in parte anche verso la superficie terrestre causando l'innalzamento della temperatura. Siccome lo scopo della ricerca era esclusivamente quello di dimostrare che l'unico reaponsabile dei cambiamenti climatici era l'incremento della CO<sub>2</sub>, veniva completamente trascurato il ruolo dell' H<sub>2</sub>O in questo bilancio energetico, trascurando parimenti l'energia assorbita dalla biosfera e l'energia prodotta nei processi di combustione dei carburanti fossili a loro volta responsabili della immissione dei gas serra.

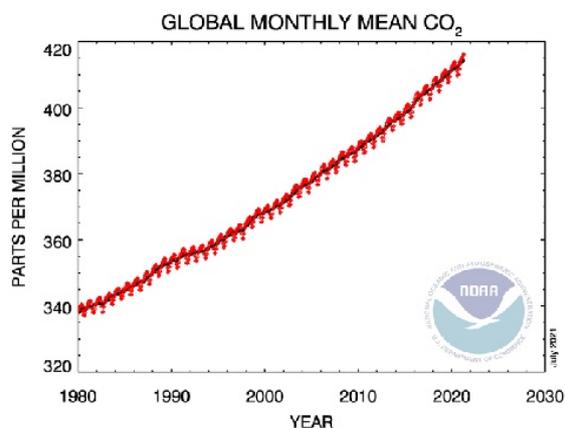
Il meccanismo ipotizzato era di questo tipo : Partiamo da una situazione di equilibrio perfetto tra energia assorbita ed energia irradiata, se introduciamo una perturbazione aggiungendo CO<sub>2</sub> nell'Atmosfera intercettiamo parte della radiazione infrarossa emessa dalla superficie della terra per rifletterla indietro verso la superficie stessa. Questo significa che istantaneamente la radiazione emessa al top dell'atmosfera diminuisce della stessa quantità di quella intercettata. Il Sistema reagisce a questa perturbazione attraverso un aumento della temperatura della superficie terrestre (determinate dal surplus di energia infrarossa ricevuta) e dal conseguente maggiore irraggiamento della energia infrarossa fino a ristabilire l'equilibrio ai valori precedenti la perturbazione. Il risultato finale di questa operazione è che la superficie terrestre si trova effettivamente ad una temperatura più elevata ma la quantità di emissione infrarossa al top dell'atmosfera non cambia.

Questo tipo di impostazione di carattere semplificato viene messo in discussione dai dati sperimentali. Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati delle misurazioni fatte tra il 1985 ed il 2018 relative alla emission infrarossa (OLR) alt top dell'atmosfera, alla concentrazione della CO<sub>2</sub> ed all'innalzamento della temperature.

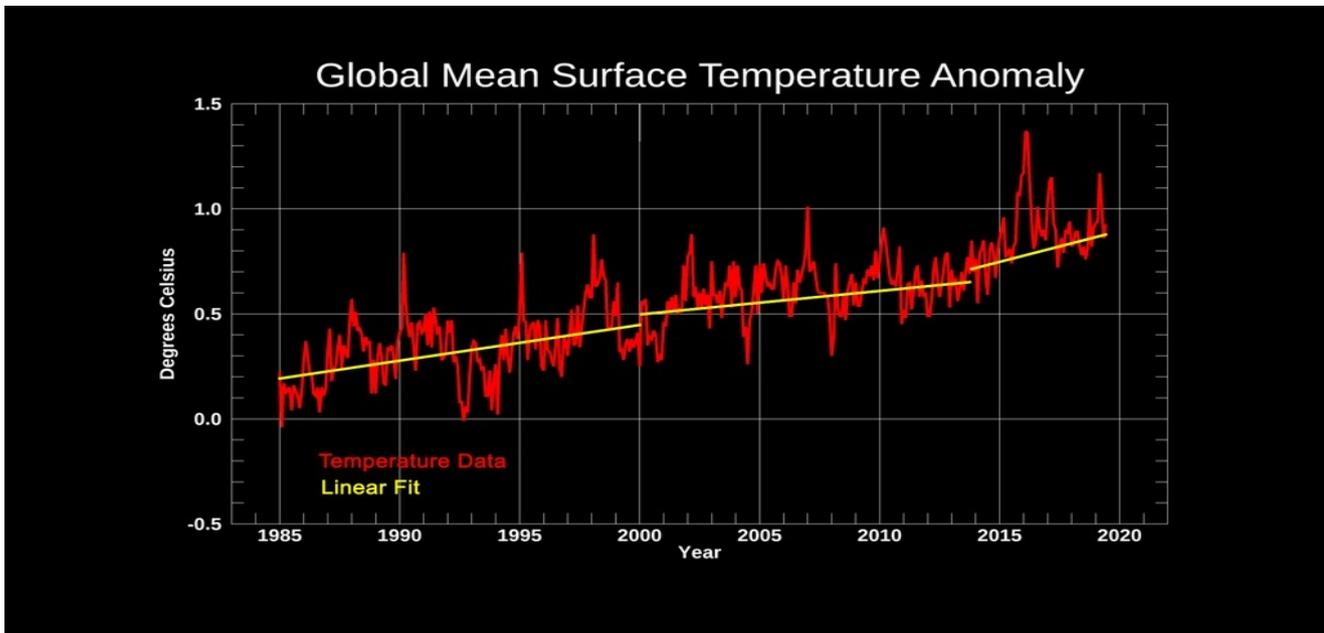
Si può vedere chiaramente che in tale periodo si è avuto un aumento di 2 W/m<sup>2</sup> nella OLR [Fig. 4a] (outgoing longwave radiation) [Remote Sensing Devitte 2018] a fronte di un aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> di 70 ppmv [Fig. 4b] e di circa 0,7 g C [Fig. 4c] di temperatura.



**Figura 4a**



**Figura 4b**



**Figura 4c**

Il modello sopra adottato risulta quindi essere del tutto inadeguato a descrivere le cause e gli effetti del riscaldamento terrestre. E' stato fatto un tentativo un po' maldestro per giustificare l'aumento inaspettato ed ingiustificabile della OLR registrato. [ OLR enhancement 2014] Gli autori chiamano in causa un feedback positivo, cioè un processo di amplificazione in un sistema in equilibrio per cui una diminuzione di OLR provoca un aumento della radiazione visibile assorbita anche da parte di aerosol e quindi un aumento della temperatura e della evaporazione dell'acqua che si risolve in un aumento della OLR superiore alla diminuzione che lo ha generato.

Questo tipo di amplificazione è impossibile in un sistema in equilibrio dove ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria. Ci sono in natura effetti di amplificazione ma questi avvengono solo in sistemi fuori dell'equilibrio come ad esempio nelle esplosioni atomiche in cui vengono accumulate grosse quantità di isotopi radioattivi o nella amplificazione LASER in cui con un sistema di pompaggio si crea artificialmente una inversione di popolazione tra i livelli elettronici di una molecola che consente la successiva amplificazione della radiazione laser in un ristretto range di frequenze a scapito di un enorme assorbimento di energia ad altre frequenze.

In realtà il processo di evaporazione è un processo endotermico che attenua il riscaldamento dovuto alla CO<sub>2</sub> ed il vapore acqueo aggiuntivo che si distribuisce parzialmente anche negli strati alti della atmosfera aumenta gli effetti di irraggiamento nello spazio alle alte quote e soprattutto schermo, attraverso le nuvole, l'irraggiamento solare sia nell'infrarosso che nel visibile sino a provocare la ricondensazione e le precipitazioni acquose.

Per poter rendere conto delle evidenze sperimentali è necessario prendere in considerazione le caratteristiche chimico-fisiche delle due molecole ( CO<sub>2</sub> ed H<sub>2</sub>O) che sono considerate come le protagoniste del cosiddetto effetto serra.

La molecola di CO<sub>2</sub>, che esiste in natura solo in fase gassosa è la base della Biosfera e partecipa a tutti i processi vitali sulla terra, dalla formazione di molecole organiche, alla respirazione tramite la produzione di Ossigeno, ha un peso molecolare di 44 uma ed ha una concentrazione in atmosfera di 410 ppm (0,0407% vol) [285 ppm in era preindustriale]. La molecola di CO<sub>2</sub>, tranne la molecola di ozono O<sub>3</sub> che tuttavia è abbastanza rara nella troposfera, ha il peso molecolare più alto degli altri gas atmosferici e quindi in assenza di perturbazioni a causa della forza di gravità, occupa la regione più vicina alla superficie terrestre mentre la molecola di acqua (p.m. 18 uma) ha la possibilità di popolare gli strati più alti della troposfera e agisce, con i suoi passaggi di stato, alla termostattizzazione del pianeta.

Entrambe le molecole hanno bande di assorbimento contigue nella zona dello spettro infrarosso caratteristica delle emissioni del corpo nero tra 286K e 213K che sono le temperature medie della superficie terrestre e della tropopausa tuttavia hanno un comportamento diverso determinato proprio dal loro diverso peso molecolare.

Esse vengono eccitate a livelli vibrorotazionali superiori allo stato fondamentale dalla energia elettromagnetica emessa dal corpo nero ma decadono immediatamente attraverso processi non radiativi, cioè attraverso urti con altre molecole di Azoto, Ossigeno ed anche di CO<sub>2</sub> o H<sub>2</sub>O. L'energia assorbita si trasforma in energia termica, cioè energia cinetica che determina la temperatura dell'atmosfera. Allontanandoci dalla superficie terrestre l'atmosfera comincia a rarefarsi, per cui gli urti tra le molecole di gas diventano meno probabili, è a questo punto che i processi di emissione radiativa iniziano ad essere competitivi, sino a quando diventano preponderanti ed esclusivi. L'irraggiamento trae origine quindi dalla zona alta della troposfera dove la concentrazione della CO<sub>2</sub> è praticamente nulla ed è attribuibile quasi esclusivamente alle molecole di H<sub>2</sub>O. Le forti escursioni termiche fra il giorno e la notte che si osservano nel deserto del Sahara o nelle notti stellate autunnali o invernali nelle zone temperate sono dovuti a questo processo di irraggiamento che provocano formazione di nebbie di rugiade o di brine.(inversione termica).

A conclusioni analoghe nell'individuare la funzione preponderante dell'acqua nei processi di irraggiamento infrarosso è giunta una ricerca di Koll e Cronin [Earth's outgoing longwave radiation linear due to H<sub>2</sub>O greenhouse effect Daniel D. B. Koll and Timothy W. Cronin ] che hanno analizzato l'emissione infrarossa (OLR) dalle varie zone della superficie terrestre in funzione delle temperature in esse registrate.

Essendo, secondo la teoria corrente, tali emissioni dovute alla radiazione del corpo nero, si sarebbe dovuto trovare, come specificato dalla legge di Stephen-Boltzman una variazione di intensità che dipende dalla quarta potenza della temperature assoluta. In realtà è stato trovato tra le temperature di 200 e 320 K un andamento lineare che è stato interpretato come dovuto alla presenza nell'atmosfera del vapore dell'acqua che è un gas condensabile (che agisce come attenuatore) e che tale andamento è indipendente dalla concentrazione di CO<sub>2</sub>.

La variazione di OLR con la temperatura è espressa dalla seguente regression lineare

$$OLR(\Delta T) = OLR_0 + (dOLT/dT) \times \Delta T \quad (1)$$

In cui OLR<sub>0</sub> e (dOLT/dT) sono i parametri della regression rispetto alla temperature globale della superficie In cui la derivata dOLT/dT = 2.93 W/m<sup>2</sup>K. Se la terra fosse un corpo nero si avrebbe che dOLT/dT = 3.3 W/m<sup>2</sup>K.

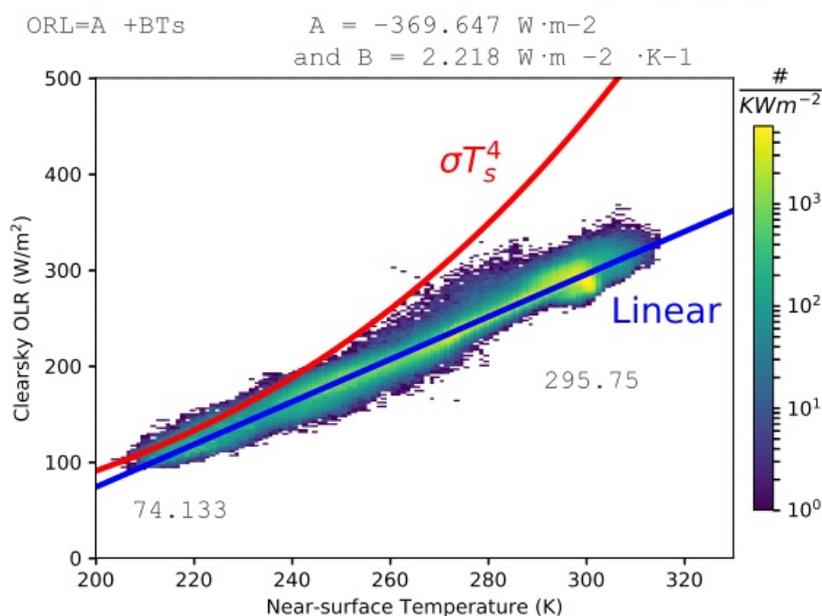


Figura 5

Koll e Cronin hanno calcolato il contributo dei due componenti dell'effetto serra che rendono il coefficiente B (valutato a  $2,218 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  in condizioni di cielo limpido e privo di vapore) e che rendono l'andamento di OLR lineare per oltre 60 K di escursione termica rilevando che la concentrazione di  $\text{CO}_2$  ha un effetto praticamente nullo nel determinare B in funzione di T.

Una ulteriore conferma al meccanismo sopra proposto viene dalla analisi degli spettri di emissione radiativa infrarossa registrati al culmine dell'atmosfera.

Nella Figura 6 sotto è riportato lo spettro di assorbimento infrarosso della  $\text{CO}_2$  e dell' $\text{H}_2\text{O}$  presenti nell'atmosfera relativo alle vibrazioni roto-vibrazionali a bassa frequenza ricavato dal sito

[Introduction | Atmospheric Infrared Spectrum Atlas - EODG]

A sinistra [Fig.6a] viene riportato lo spettro di assorbimento dell'acqua (blu) e della  $\text{CO}_2$  nero nella concentrazione analoga a quella osservata nell'atmosfera, a destra [Fig.6b] riportato lo spettro amplificato in cui la optical thicthness massima è 1 cioè oltre tale valore non vi è trasmissione di luce. Lo spettro di assorbimento di una molecola isolata ha una forma molto stretta che viene chiamata forma lorentziana, se la molecola è circondata da molte altre molecole dello stesso tipo o di tipo diverso la banda di assorbimento si allarga notevolmente a causa delle interazioni anarmoniche che modulano i livelli vibrazionali della molecole che interagiscono ed assume una forma gaussiana, questo è quello che si osserva nello spettro a destra sotto riportato. Inoltre siamo in condizioni di saturazione, poiché tutta la radiazione infrarossa in quella zona è tutta assorbita ed un aumento della concentrazione di  $\text{CO}_2$  non può condurre ad un maggiore assorbimento.

L'Anidride Carbonica (spettro color nero) rappresenta una piccolissima parte delle molecole presenti nell'atmosfera cioè lo 0,042% [nell'era preindustriale era lo 0,028%] e si trova, come detto, prevalentemente negli strati bassi dell'atmosfera. Nonostante questo, come si vede nella figura 7 successiva, essa assorbe tutta la radiazione emessa dalla superficie terrestre nella zona dello spettro infrarosso compreso tra circa  $600$  ed  $800 \text{ cm}^{-1}$  cioè nella zona centrata approssimativamente attorno a  $667 \text{ cm}^{-1}$  che è la zona di assorbimento della vibrazione di bending della molecola di  $\text{CO}_2$ .

Nella [Fig.7] si vede che lo spettro di emissione infrarossa da parte della superficie terrestre è composto da due parti, una prima parte è lo spettro di emission dei gas che si trovano al di sotto della tropopausa che si comportano come un unico corpo nero ad una temperature di 213 gradi kelvin, la seconda parte è dato dallo spettro di emission della superficie che si trova a 286 gradi Kelvin, in questa parte l'assorbimento dell'acqua da origine allo spettro frastagliato che si vede. Nella zona attorno ai  $667 \text{ cm}^{-1}$  che è la zona caratteristica della banda di assorbimento dell' $\text{CO}_2$  non si ha nessuna emissione infrarossa ulteriore a quella del corpo nero a 213 K, indicando che vi è un completo assorbimento da parte di questa molecola. L'unica piccola emissione si trova nella sottile banda che si osserva a  $667 \text{ cm}^{-1}$  che corrisponde alla frequenza della banda di bending della  $\text{CO}_2$ .

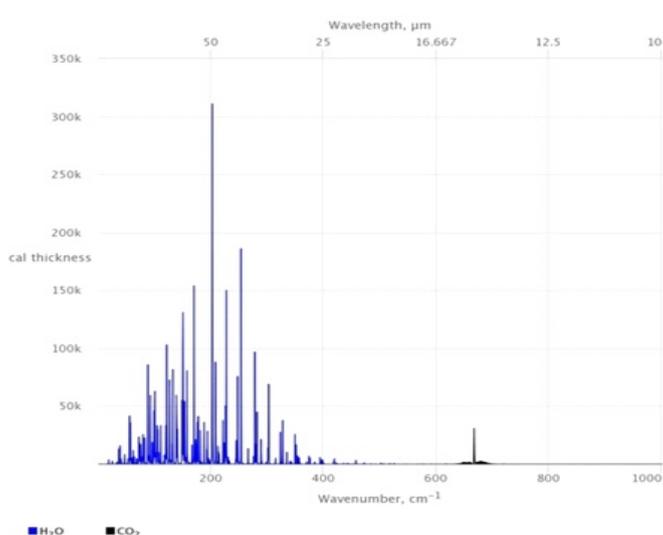


Figura 6a

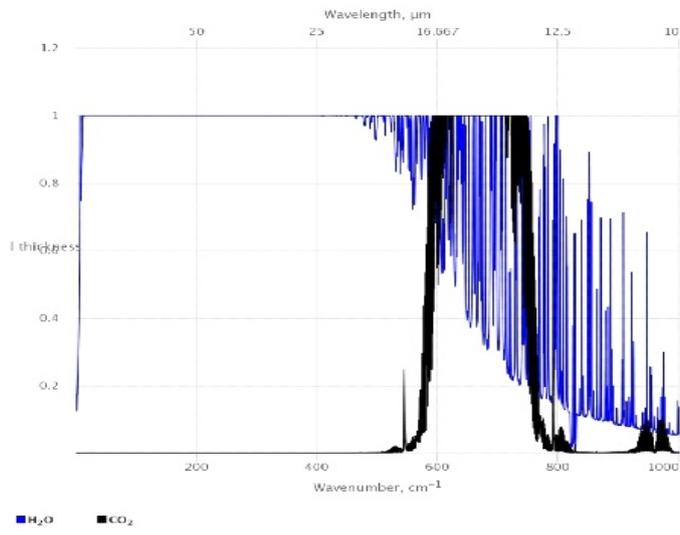
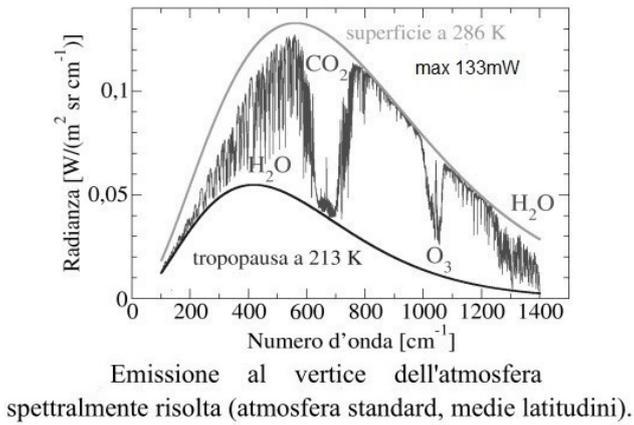
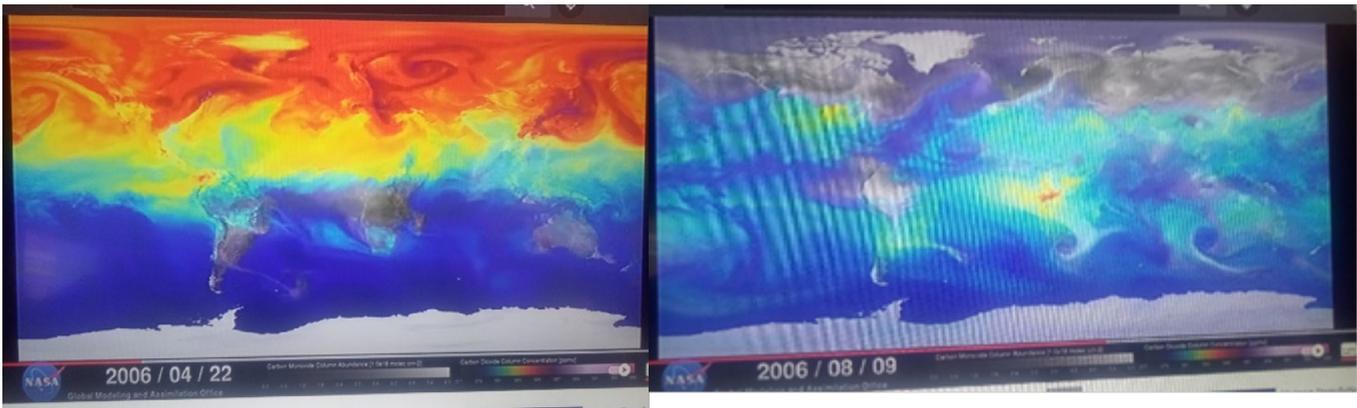


Figura 6b



**Figura 7**

Il video seguente [Fig.8] pubblicato da NASA Goddard nel 2014 è estremamente significativo a proposito, esso mostra come la CO<sub>2</sub> venga distribuita dalle perturbazioni atmosferiche su tutta la superficie terrestre, si nota che la maggiore concentrazione si osserva nell'emisfero boreale in cui vi è la maggiore superficie costituita dalle terre emerse e la maggior popolazione e che tale concentrazione venga drasticamente diminuita nel periodo Primavera-Estate a causa della fotosintesi dimostrando che una diminuzione della CO<sub>2</sub> può compromettere la crescita della Biomassa necessaria a nutrire una popolazione mondiale sempre in espansione.



**Figura 8**

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=x1SgmFa0r04>

## **Cap.4- Bilancio Globale Integrato.**

Passiamo ora a riassumere i dati sperimentali acquisiti sul nostro pianeta terra che si suddividono essenzialmente in tre capitoli

### **a) Bilancio dei flussi radiativi al limite della troposfera. Bilancio Energetico (ERB) Earth Radiation Budget.**

Come già detto sopra il Bilancio energetico radiativo è stato l'oggetto delle prime indagini sperimentali per misurare l'entità dell'effetto serra e la sua correlazione con la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'aria.

Lo strumento inizialmente utilizzato era un bolometro con un piccolo foro di entrata che era posto al culmine dell'atmosfera TOA (Top of Atmosphere) e misurava la radiazione incidente proveniente dal sole TSI (Total Solar Irradiance). Tale strumento, con un foro di entrata più largo veniva rivolto verso la terra in modo da registrare la radiazione totale da essa proveniente che è composta dalla luce riflessa nel campo del visibile, RSF(Reflected Solar Flux = albedo) più la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre OLR (Outgoing Longwave Radiation). Le due componenti venivano separate introducendo un filtro che faceva passare solo la luce visibile e tagliava l'infrarosso.

I problemi di questo tipo di misure, oltre a quelli strumentali di sensibilità, calibrazione e stabilità erano legati soprattutto alla determinazione della luce incidente sulle varie zone della superficie terrestre a causa della riflessione dovuta a nubi ed altri fenomeni atmosferici. Per questa ragione queste misure sono state successivamente integrate con rilevazioni effettuate con strumenti a scansione che fotografavano la superficie terrestre e con misure termiche effettuate negli oceani.

La sintesi di questo tipo di misure è stata effettuata da S. Dewitte in una pubblicazione del 7 Novembre 2017 [ Remote Sensing Dewitte Review 2017]

$$\text{Il valore di TSI} = 1362 \text{ W/m}^2$$

Tale valore è stato diviso per 4 (che è il rapporto tra la superficie del cerchio che proietta la radiazione solare sulla terra e la superficie della terra stessa)

$$\text{Il valore dell'albedo (RSF)} \text{ è } 101,6 \text{ W/m}^2$$

$$\text{Il valore di OLR} \text{ è di } 238 \text{ W/m}^2$$

Da cui si ricava che la forzante radiativa, al TOA è di  $1362/4 - 238 - 101,6 = \mathbf{0,9 \text{ W/m}^2}$ .

Cioè questo è lo sbilanciamento energetico che secondo tali studi provoca il surriscaldamento terrestre e quindi i cambiamenti climatici. Tale sbilanciamento OLR(T) è correlato con la temperatura dalla relazione  $d\text{OLR}(T)/dT = 2.93 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  in realtà in questo sbilanciamento è compresa anche la parte di energia utilizzata per la formazione della Biomassa.

**b) Bilancio della redistribuzione annuale del Carbonio nella Atmosfera e nella Biosfera. [ Global Carbon Budget 2020].**

Per una corretta correlazione tra lo sbilanciamento dei flussi energetici al top dell'atmosfera, l'aumento della temperatura e la concentrazione della CO<sub>2</sub> nella atmosfera è stata fatta una valutazione della immissione della CO<sub>2</sub> a causa della attività umana e della sua distribuzione nel globo terracqueo.

Sono state prese in considerazione le emissioni da parte delle sorgenti fossili (EFOS) con e senza considerare le emissioni dovute alla produzione del cemento che comportano una iniziale emissione ed un successivo riassorbimento, inoltre sono state considerate le emissioni dovute al cambiamento di uso del suolo ed alle deforestazioni (ELUC = land-use change ), queste emissioni di tipo antropico vengono controbilanciate da un aumento del Gas nell'atmosfera (GATM) un assorbimento da parte della superficie terrestre (SLAND = Sink Land) e da parte dell'oceano (SOCEAN) lo sbilanciamento osservato (BIM=Budget Imbalance) è stato attribuito ad una non corretta valutazione delle grandezze in gioco.

Il tasso di crescita della CO<sub>2</sub>, calcolato in media su tre decenni consecutivi (1985-1995, 1995-2005 e 2005-2015), è passato da 1,42 ppm/anno a 1,86 ppm/anno e a 2,06 ppm/anno (tot.=53,4 ppm). I livelli di CO<sub>2</sub> oggi sono superiori del 48% rispetto al livello preindustriale. Nell'ultimo decennio circa il 45% della CO<sub>2</sub> è rimasto nell'atmosfera, il 22% è stato assorbito dall'oceano e il 30% dalla terraferma, il 3% non è attribuito.

Rapporto 2020 Produzione annua Carbonio in GtC (1 PgC =1 10<sup>15</sup> gC = 3,667 10<sup>15</sup> PgCO<sub>2</sub>)

	Periodo 2010-2019	Anno 2019
EFOS	9.6 GtC yr <sup>-1</sup> (9.4 GtC yr <sup>-1</sup> )*	9.9 GtC yr <sup>-1</sup> (9.7 GtC yr <sup>-1</sup> )*
ELUC	1.6 GtC yr <sup>-1</sup>	1.8 GtC yr <sup>-1</sup>
Tot Out	11.2 GtC yr <sup>-1</sup>	11.5 GtC yr <sup>-1</sup>
GATM	5.1 GtC yr <sup>-1</sup> (45.5%) (2.4 ppm yr <sup>-1</sup> )	5.4 GtC yr <sup>-1</sup> (46.9%) (2.5 ppm yr <sup>-1</sup> )**
SOCEAN	2.5 GtC yr <sup>-1</sup> (22.3%)	2.6 GtC yr <sup>-1</sup> (22.6%)
SLAND	3.0 GtC yr <sup>-1</sup> (30,4%)	3.1 GtC yr <sup>-1</sup> (26,9%)
BIM	-0.1 GtC yr <sup>-1</sup>	-0.3 GtC yr <sup>-1</sup>

(\* considerando la ricarbonatazione del cemento)

(\*\* 1 ppm =5.4/2.5=2.16 GtC; carbonio totale in atmosfera = 415ppm x 21.6GtC = 896.4 GtC)

Da questi dati si vede che la nuova CO<sub>2</sub> immessa a causa delle attività antropiche si divide grossolanamente in due parti e cioè il 47% rimane in atmosfera mentre il 48% viene assorbita dagli oceani e dalla superficie terrestre, queste percentuali sono grossolanamente uguali a quelle trovate per il bilancio della biomassa, dimostrando che il C immesso fa parte integrante del bilancio della biomassa cioè del meccanismo che genera e sostiene la vita nel nostro pianeta.

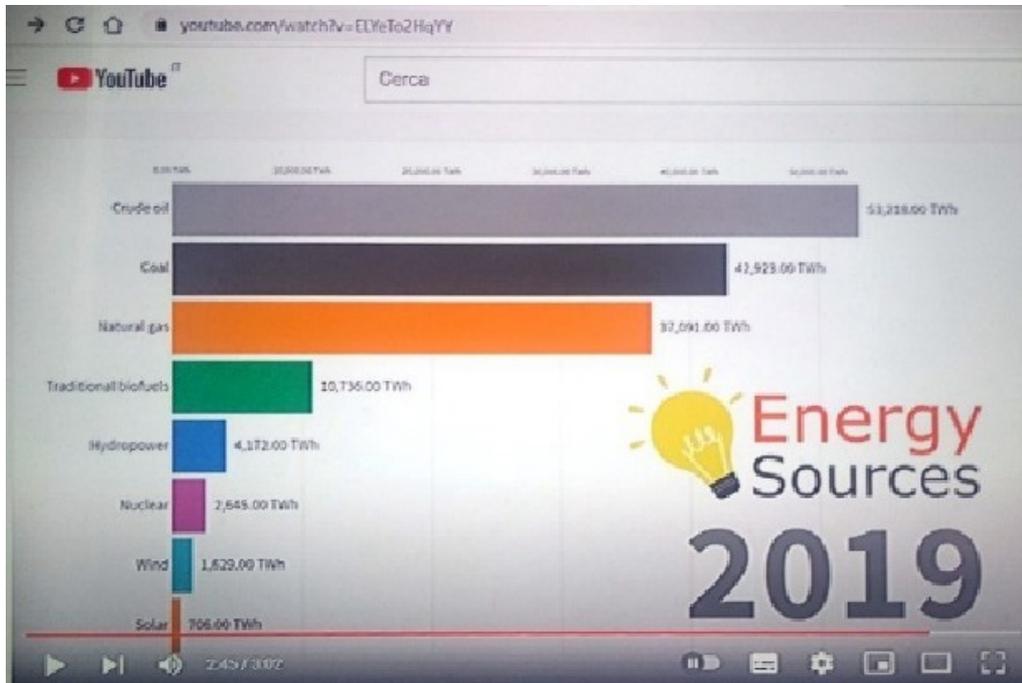
**c) Bilancio del contenuto e della distribuzione energetica.**

Ammettendo uno sbilanciamento energetico di 0,9W/m<sup>2</sup> al TOA , essendo la superficie della terra uguale a 5,101 10<sup>14</sup> m<sup>2</sup> ed essendoci in un anno 31,536 10<sup>6</sup> sec. Avremo che in un anno l'accumulo del surplus di energia è 144,779 10<sup>20</sup> j = 4,0216 10<sup>18</sup> Wh = 4,0216 10<sup>6</sup> TWh = 4021,6 PWh/y

Nel 2015 la produzione totale dalla fotosintesi è 250 PgC di cui 125 PgC si è trasformato in Biomassa mentre 125 PgC sono ritornati in atmosfera a causa della respirazione autotropa. E 125 PgC (65 in terra e 60 in oceano) hanno costituito la NPP cioè la produzione primaria

netta. Nel capitolo precedente dedicato alla fotosintesi abbiamo visto che l'energia minima necessaria per ottenere 1 gr di C presente nella biomassa è di 43,6 Wh. Tuttavia parte di questa energia necessaria per la fotosintesi viene in buona parte riceduta all'ambiente infatti il contenuto energetico di 1g di C è minore e si può calcolare dividendo l'energia immessa dai combustibili fossili (nel 2019) che è di 143,967 PWh (fig.4c) (che rappresenta il 3,58% dello sbilancio energetico) per il peso del carbonio immesso che è di 11,5 PgC.

Da cui si deduce che il contenuto energetico di 1 g C = 12,5 Wh.



TWh/anno (2019)

C.Oil = 53218

Coal = 42923

N.Gas = 37091

TBiof = 10735

TOT= 143967

**Figura 9**

video: <https://www.youtube.com/watch?v=ELYeTo2HqYY>

Ne consegue che l'energia catturata per la produzione di biomassa è data dal prodotto di 125 PgC per 12,5 Wh di ogni grammo di carbonio quindi è 1563 PWh/y ma l'energia necessaria perché avvenga la reazione di fotosintesi è 125 PgC per 43,6 Wh = 5450 PWh/y che è l'energia necessaria per superare l'energia di attivazione delle varie reazioni fotochimiche. Questi numeri, benché necessariamente approssimati, mostrano che circa il 38,9% dello sbilanciamento al TOA viene trasformato in biomassa ma che il resto della energia è necessaria (almeno in gran parte) a creare le condizioni necessarie per la fotosintesi.

Questo sbilanciamento energetico al TOA veniva implicitamente ed erroneamente attribuito alla attività antropica e determinato dalla presenza della CO<sub>2</sub> indicata come causa del riscaldamento terrestre i realtà esso esercita un ruolo fondamentale nella fotosintesi e nel mantenimento della vita sul nostro pianeta.

## ***Cap.5-Quale è la causa del riscaldamento terrestre?***

A questo punto allora è lecito chiedersi : Quale è la causa del riscaldamento terrestre? E perché è stata trovata una correlazione tra l'aumento della temperatura terrestre e la concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera?

L'esiguo aumento di temperature rilevato a livello planetario negli ultimi due secoli, non è quindi dovuto all'aumento della concentrazione della CO<sub>2</sub> che era in grado di assorbire totalmente le emissioni radiative delle superfici terrestri nella zona tra 550 ed 800 cm<sup>-1</sup> già nell'era pre-industriale ma è semplicemente dovuto al fatto che sono aumentati a dismisura i consumi energetici , e quindi il riscaldamento, nel nostro pianeta a causa soprattutto di due principali ragioni, e cioè l'enorme aumento della popolazione mondiale che è passata da circa un miliardo nell'era preindustriale ai quasi otto miliardi dell'era attuale e soprattutto l'enorme cambiamento del nostro tenore di vita accompagnato da un allungamento significativo della aspettativa di vita.

Noi utilizziamo il calore derivato dalle sorgenti fossili per alimentare le nostre fabbriche, costruire le nostre case, lavorare i nostri campi, per i nostri allevamenti, per i nostri mezzi di trasporto, per riscaldare le nostre case in inverno e rinfrescarle d'estate. Tutto questo comporta inevitabilmente un riscaldamento globale che è indipendente dalla tipologia della sorgente energetica a cui facciamo riferimento.

L'aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera non è quindi la causa del riscaldamento terrestre ma è soltanto un indice della produzione di energia ottenuta dalle sorgenti fossili che attualmente sono la forma di energia preponderante.

La cosiddetta transizione energetica necessita quindi di un approfondito esame ed una attenta valutazione dei pro e dei contro dei provvedimenti che si intendono adottare per mantenere l'aumento della temperatura terrestre entro 1,5 °C dall'inizio dell'era industriale.

La decarbonizzazione dell'atmosfera con l'ambigua definizione di “emissioni zero” comporta il forte rischio a medio e lungo termine di sottrarre materia prima al processo della fotosintesi clorofilliana che è indispensabile al mantenimento della vita sul nostro pianeta

La natura ci ha mostrato che la strada della fotosintesi è quella più idonea a conservare il nostro pianeta, ed il nostro compito è quello di favorire questo processo e di incrementare la riforestazione delle nostre terre.

L'utopia di una sorgente illimitata, a costo zero, per alimentare una crescita economica infinita è del tutto fuorviante e devastante e finirà per aggravare irrimediabilmente i problemi del clima che stiamo attualmente affrontando.

Il cosiddetto ricorso alle energie rinnovabili che ci consentirà una crescita illimitata è una pura illusione, infatti l'uso di qualsiasi tipo di energia comporterà l'assunzione di calore che verrà utilizzato tale e quale oppure trasformato in lavoro con la necessità di dissipazione del calore residuo che verrà effettuata attraverso processi radiativi dovuti alle molecole di acqua negli stati alti dell'atmosfera. La CO<sub>2</sub> è come il mercurio dei vecchi termometri che misura il calore assorbito dal corpo, e quindi la temperatura ma non è la causa dell'aumento della temperatura.

Utilizzare altri tipi di fonti energetiche diminuirà l'immissione di altra CO<sub>2</sub> in atmosfera ma non la quantità di calore che verrà accumulata nel nostro pianeta, e che verrà dissipata da processi radiativi che ristabiliranno l'equilibrio ad una temperatura necessariamente superiore o trasformata in energia chimica tramite la fotosintesi.

L'energia atomica delle centrali a fissione ed addirittura di quelle a fusione verrà trasformata in calore nei processi di raffreddamento delle centrali stesse.

Perfino le cellule fotoelettriche utilizzate nel sistema fotovoltaico, che sono notoriamente di colore nero, comportano un incremento di assorbimento della radiazione solare nei campi solari che sono destinati a sostituire in parte i prati, le foreste e le coltivazioni delle nostre campagne.

## ***Cap.6- Energia Fotovoltaica.***

Nella precedente figura N.9 abbiamo visto che nel 2019 l'energia derivata da sorgenti fossili era di 144 PWh mentre il carbonio immesso era di 11,5 PgC per cui ogni grammo di Carbonio ha fornito una energia di

$$144/11,5 = 12,52 \text{ Wh/gC.}$$

Proviamo a vedere cosa accade se tale energia dovesse essere fornita da impianti fotovoltaici: un impianto fotovoltaico ha una resa che dipende da molti fattori, in media un impianto policristallino di 3kW di picco occupa una superficie di 20 m<sup>2</sup> ed ha una produzione annua di energia che dipende dall'orientamento e dalla posizione geografica, che in Italia è in media di 3,5 MWh. Cioè 100 m<sup>2</sup> producono 17,5 MWh annui quindi ogni metro quadro produce annualmente 175 KWh che, dividendo per il numero totale delle ore in un anno, corrispondono a 19,977 watts in 1 ora = 20Wh.

Essendo l'Italia situata nella zona C di figura 2 , cioè nella prima zona temperata, e mediando tra il giorno e la notte abbiamo che l'irraggiamento solare nelle condizioni ottimali corrisponde mediamente a  $672/2 = 336 \text{ W/m}^2$  considerando inoltre che un'ora costituita da 3600 secondi, ne deriva che di tutta l'energia incidente in un m<sup>2</sup> di pannelli solari ( $336 \text{ W/m}^2$ ) quelli convertiti in elettricità sono

$$20/3600 = 0,00555 \text{ cioè solo } 5,55\text{mW} \text{ vengono convertiti in elettricità.}$$

Abbiamo visto che 1 m<sup>2</sup> di pannelli fotovoltaici in un ora producono 20 Watts ed in 1 anno 175KWh. Se dividiamo per il contenuto energetico di 1 gr di C (12,52Wh) abbiamo che 1 m<sup>2</sup> di pannelli in un anno equivalgono a  $13978\text{gr} = 13,978 \text{ Kg di C}$ .

Per compensare totalmente l'energia fossile in un anno EFOS=9,6 PgC occorrerebbe una superficie coperta di pannelli solari di  $822,7 \times 10^3 \text{ Km}^2$  (cioè il 9% della superficie del deserto del Sahara che è di  $9000 \times 10^3 \text{ Km}^2$ )

Se consideriamo l'energia elettrica fornita al contatore abbiamo che la resa energetica è ancora minore di 12,5 Wh/gC precedentemente trovato e si attesta a 10,4Wh/gC.

[<http://kilowattene.enea.it/KiloWattene-CO2-energia-primaria.html>]

Sotto l'aspetto esclusivamente energetico il fotovoltaico è molto più efficiente della fotosintesi. Infatti nella tabella seguente sono riportate le produttività energetiche di alcune coltivazioni in diverse zone della superficie terrestre.

Some global producers of biomass in order of productivity rates are

Producer	Biomass productivity (gC/m <sup>2</sup> /yr)	Biomass productivity ( kWh /m <sup>2</sup> /yr)
Swamps and marshes	2,500	31.3
Tropical rainforests	2,000	25.0
Coral reefs	2,000	25.0
Algal beds	2,000	25.0
River estuaries	1,800	22.5
Temperate forests	1,250	15.7
Cultivated lands	650	8.1
Tundras	140	1.7
Open ocean	125	1.5
Deserts	3	0.04

Per quanto riguarda il territorio italiano, da un impianto per biomassa di pioppo, con cloni specifici, a ciclo biennale, su un terreno fertile e dovutamente irrigato si ottiene una produzione massima di 600 quintali di massa legnosa umida per ettaro, pari ad una produzione di 300 quintali/anno per ettaro di biomassa che si riducono a circa 100 quintali/anno di sostanza secca per ettaro cioè 1kg/m<sup>2</sup>.

Essendo il potere calorifero di 1kg di legno di 17 MJ ne consegue che questa coltivazione produce  $17 \cdot 10^6 \text{J} / 3600 \text{ sec.} = 4,722 \text{ kWh/m}^2$  mentre 1m<sup>2</sup> di fotovoltaico in Italia produce 175kWh/m<sup>2</sup> (630Mj) in un anno cioè 37 volte maggiore.

Il problema più importante rimane tuttavia quello dello storage di questa energia che naturalmente dipende dalla insolazione delle cellule fotoelettriche che a sua volta varia con il ciclo giorno-notte, con la latitudine e con le stagioni.

Inoltre per poter effettuare la conversione fotovoltaica occorre produrre ed installare queste fotocellule ciò che comporta ovviamente un consumo energetico, recentemente è stato calcolato che il TRE, cioè il tempo di ritorno energetico ovvero il tempo per recuperare l'energia spesa nella costruzione ed installazione varia da 1,5 a 4,4 anni questo significa che se noi fossimo in grado di produrre ed installare immediatamente questi pannelli senza rinunciare all'attuale tenore di vita, dovremmo raddoppiare il consumo dei carburanti fossili per lo stesso intervallo di tempo.

Ma questa enorme conversione non si reduce solamente ad un bilancio energetico ma sconvolge pesantemente ed in modo irreversibile il nostro ecosistema a causa degli scavi minerari per il reperimento dei materiali necessari per la costruzione e soprattutto per l'immagazzinamento della energia elettrica prodotta.

## ***Cap.7-Conclusioni:Transizione Energetica o Transizione Economica?***

Riassumendo e sintetizzando quanto sopra esposto possiamo affermare che:

1) Le molecole di CO<sub>2</sub> presenti in atmosfera assorbono completamente la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre nella zona compresa tra 550 e 750 cm<sup>-1</sup> e che quindi un ulteriore aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub> non comporta nessun ulteriore aumento di energia assorbita.

2) L'energia assorbita dalle molecole di CO<sub>2</sub> e di H<sub>2</sub>O che si trovano negli strati bassi dell'atmosfera è immediatamente trasformata in energia termica attraverso i processi di decadimento non radiativi e distribuita alle altre molecole che compongono l'atmosfera, cioè principalmente Azoto ed Ossigeno che entrano in equilibrio termico con le molecole di CO<sub>2</sub> e di H<sub>2</sub>O.

3) L'emissione radiativa che si osserva al limite della tropopausa è costituita dalla emissione del corpo nero alla temperatura di 213 K più l'emissione radiativa delle molecole di acqua alla temperatura di 286 K che è la temperatura media della superficie terrestre. Questa emissione è dovuta al fatto che le molecole di H<sub>2</sub>O, essendo le più leggere possono raggiungere gli strati più alti dell'atmosfera dove, essendo la rarefazione molto maggiore, i processi di emissione radiativa entrano in competizione con i processi di decadimento non radiativo.

4) La correlazione osservata tra l'aumento della concentrazione di CO<sub>2</sub>, l'aumento della emissione di corpo nero OLR (Outgoing Longwave Radiation 2W/m<sup>2</sup>) e l'aumento della temperatura terrestre (0,7 °C) che è stato interpretato come prova diretta della responsabilità della Anidride Carbonica nel determinare i cambiamenti climatici è dovuta semplicemente al fatto che la crescita della CO<sub>2</sub> è un indice dell'enorme aumento di energia avvenuto nel XX° secolo derivato sostanzialmente da giacimenti fossili e non la causa del riscaldamento globale.

5) La presenza della CO<sub>2</sub> nella atmosfera non solo non è dannosa ma è necessaria per mantenere la vita sul nostro pianeta e che attraverso la fotosintesi può essere trasformata in energia chimica da utilizzare immediatamente per soddisfare le esigenze di una popolazione sempre in aumento o per immagazzinare per le future generazioni.

Il problema del riscaldamento terrestre quindi assume un aspetto molto diverso: non si tratta di cercare forme alternative di energia (energia pulita cioè senza CO<sub>2</sub>) con l'illusione di poter proseguire questa corsa sfrenata all'aumento del PIL attraverso il consumismo e lo sfruttamento delle risorse ma nel prendere coscienza che è necessario un uso parsimonioso dei beni che la natura ci mette a disposizione.

La rivoluzione industriale iniziata alla fine del '700 ha cambiato radicalmente le modalità di produzione dei beni necessari per la sopravvivenza e lo sviluppo della specie umana. Al singolo agricoltore od artigiano che provvedeva da solo alle esigenze familiari di sostentamento e di produzione di beni mobili ed immobili, si sostituiva una struttura organizzata dove gli individui aumentavano enormemente le loro capacità produttive in una catena di montaggio in cui, con l'aiuto di macchinari, si dedicavano ciascuno ad un singolo particolare di un oggetto complesso.

I motori a vapore, i motori a scoppio ed i motori elettrici sostituivano l'energia muscolare di umani e di animali. Le condizioni di vita degli abitanti dei paesi industrializzati migliorarono notevolmente ma per poter sostenere uno sviluppo così rapido e sempre più esteso fu necessario ricorrere allo sfruttamento di carburanti di natura fossile quali il carbone, il petrolio ed i gas naturali.

Purtroppo ad una società industriale nata con l'intento di soddisfare le esigenze ed i bisogni della popolazione si è sostituita una società dei consumi in cui si incrementa la produzione di beni falsamente innovativi e non strettamente necessari aumentando a dismisura lo sfruttamento di materie prime con problemi di inquinamento, di smaltimento dei rifiuti e di impoverimento dei paesi meno sviluppati.

Questa degenerazione della società industriale indotta e cavalcata da un capitalismo arcaico volto esclusivamente alla crescita del profitto a scapito di uno sviluppo organico ed armonico del nostro pianeta e dei suoi abitanti ha inevitabilmente provocato la nascita e la crescita di movimenti ambientalisti che si sono posti il problema della sostenibilità ambientale dei modelli economici di crescita indiscriminate sia a livello locale che a livello globale.

Finalmente ci si è resi conto che una crescita generalizzata dei consumi non corrisponde ad uno sviluppo individuale e collettivo della popolazione e dell'ambiente che la circonda ma al contrario impoverisce il nostro pianeta con la conseguente ed immaginabile distruzione della nostra specie e della vita nel pianeta in cui viviamo.

Persino il significato stesso della parola Economia è cambiato ed è passato dall'originario "organizzazione dell'utilizzo di risorse scarse (limitate o finite) attuata al fine di soddisfare al meglio bisogni individuali o collettivi (significato formale)" al "sistema dell'economia di mercato per realizzare il massimo profitto, aumentando la produttività individuale e diminuendo il costo del lavoro attraverso lo sviluppo tecnologico di macchinari capaci di esaltare a dismisura la velocità di sfruttamento delle materie prime e dell'energia della natura ivi compresi le popolazioni dei paesi poveri .

Si è instaurato nella società occidentale un meccanismo perverso in cui per poter continuare ad incrementare il profitto si è dovuto procedere alla promozione dei consumi creando falsi bisogni o addirittura attraverso la pratica industriale della Obsolescenza Programmata che è un vero e proprio atto criminale nei confronti della natura.

Forse è giunto il momento di abbandonare vecchi tabù e dare inizio ad un nuovo modello di Sviluppo Sostenibile attraverso una Transizione Economica (in cui il prefisso Eco prenda il sopravvento sul suffisso mia) ed una politica industriale che a parità di valore e di prestazioni del prodotto metta in primo piano il risparmio energetico adottando alcune pratiche semplici ed immediate che possono essere adottate in tempi molto brevi e che indichiamo sommariamente di seguito.

1) Adeguare la catena produttiva in modo da mettere in primo piano non la produttività della forza lavoro ma la sostenibilità ambientale in termini di consumi energetici e di utilizzo e rigenerazione di materie prime.

2) Progettare ed innovare i prodotti in modo da allungare sensibilmente la loro vita media consentendo quindi di ammortizzare in un numero maggiore di anni l'impatto ambientale legato alla loro produzione attraverso l'uso di materiali più duraturi ed una struttura costruttiva di tipo modulare con elementi standardizzati in modo da facilitare il reperimento e la sostituzione di parti usurate.

3) Adottare una politica dei consumi con prodotti a chilometro zero in modo da evitare delocalizzazioni industriali ed importazioni alimentari perseguite al solo scopo di aumentare i profitti senza tener conto dell'impatto ambientale generato nei paesi di produzione.

4) Promuovere e perseguire l'obiettivo della autonomia alimentare ed industriale in modo da raggiungere l'obiettivo della indipendenza economica e finanziaria nei confronti delle multinazionali e dei cartelli di investitori.

5) Promuovere l'alfabetizzazione e l'industrializzazione dei paesi del terzo e del quarto mondo in modo da scoraggiare il fenomeno della migrazione offrendo opportunità lavorative e di sviluppo in vaste aree del pianeta relegate a meri contenitori di materie prime e di mano d'opera.

6) Procedere alla cura del territorio ed alla riforestazione in modo da riconvertire la CO2 prodotta nella combustione di sorgenti fossili di energia in energia chimica destinata alla alimentazione di una popolazione mondiale in continua crescita ed a soddisfare i loro bisogni primari.

7) Perseguire l'obiettivo di un pianeta in equilibrio termico, a rifiuti zero e con un tenore di vita dignitoso e non distruttivo.