

## **Onu, il riscaldamento globale è colpa dell'Uomo?**

Si continua a dibattere e “sparlare” di riscaldamento del pianeta ed aumento dell’anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), senza però approfondire il perché accadono tali fenomeni. La temperatura del pianeta aumenta a causa delle attività umane che per loro stessa natura producono calore (dal semplice attrito alla centrale termoelettrica), con aumento dell’entropia (ossia del disordine) ad esse strettamente collegato.

Sperare di invertire il fenomeno è pura utopia, perché l’aumento di entropia è irreversibile, così come è inutile sperare che l’uomo cessi ogni attività antropica (anche il sesso produce calore, in caso contrario vorrà dire che ci siamo estinti!).

Invece l’altro gravissimo aspetto è quello di nascondere dietro l’aumento di produzione di anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) il vero guaio dei tempi a venire (e del presente), ossia che per produrre tanta CO<sub>2</sub> è necessario “bruciare” altrettanto ossigeno, dato che l’anidride carbonica si compone di un atomo di carbonio e ben 2 di ossigeno. E’ l’ossigeno che col tempo tenderà a rarefarsi.

Oggi l’uomo produce da 30 a 35 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> all’anno; dato che “madre natura” al momento è in grado di riconvertire in ossigeno e carbonio circa la metà di quella prodotta, ne consegue che oltre 15 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> si accumulano ogni anno nell’ambiente. Poiché ogni molecola di CO<sub>2</sub> è composta da un atomo di carbonio (peso atomico 12) e 2 atomi di ossigeno (peso atomico 16 per ciascun atomo), circa 10 miliardi di tonnellate di ossigeno (all’anno) vengono sottratte dall’aria respirabile e “sequestrate” nell’anidride carbonica non riciclata.

Comunque non c’è peggior sordo di chi non vuol sentire e il tempo per invertire la tendenza negativa è oramai scaduto, o i nostri nipoti si adatteranno alle future condizioni ambientali con una mutazione genetica repentina che li renda simili ad anfibi entro i prossimi 50-60 anni oppure, semplicemente, non ci saranno generazioni future.

Per i “masochisti” che vorranno approfondire l’argomento (e credo non ce ne sia alcuno), rimando alla lettura del documento allegato, estratto dal convegno del 09.11.2012 “Roma un gigante tra i Lillipuziani” presso la Sala del Tempio di Adrano – Camera di Commercio di Roma.

Sentitamente.

## **Roma, un gigante tra i Lillipuziani**

Sono stato chiamato a partecipare a questa riunione come esperto in sistemi di trasporto pubblico e mobilità.

L'approccio metodologico che intenzionalmente ho scelto per il compito assegnatomi, ossia quello di dibattere l'attuale stato della mobilità nell'ambito dell'area metropolitana di Roma e le eventuali proposte di miglioramento della congestione che l'affligge, comporta, come nel caso di un medico che deve fare l'anamnesi del paziente, a porsi una serie di domande.

La risposta a queste domande permetterà nel corso dell'esposizione di pervenire ad alcune conclusioni, ossia alla diagnosi del male, conclusioni che potranno essere più o meno condivisibili, ma quanto meno oggetto concreto di discussione e successivo approfondimento.

### ***Cosa comporta l'enorme estensione di Roma ai fini della mobilità e dell'efficienza del trasporto?***

Una abnorme estensione territoriale unita ad una bassa densità residenziale rappresentano un ostacolo quasi insormontabile alla costruzione e sostenibilità di una adeguata rete di trasporto pubblico. L'espansione caotica di Roma a "macchia di leopardo", come ben osservabile dalle foto satellitari, la accomuna ad una sorta di Los Angeles nostrana, anacronistica e disorganizzata, priva quanto meno delle mostruose autostrade urbane di cui si è dotata la metropoli americana che dell'automobile aveva fatto il suo mito (concetto anche lì oggi in via di forte revisione).

Questa drammatica situazione si è venuta a creare sul falso presupposto che l'automobile privata avrebbe risolto tutti i problemi di mobilità in un'epoca in cui il carburante era a buon prezzo e il costo di acquisto e gestione del mezzo ancora sostenibile dalla fascia medio-bassa della popolazione. I danni sociali ed economici indotti da tali scelte poco oculate sono stati incalcolabili, sia in termini di costi diretti (infrastrutture, gestione, manutenzione, ecc.) che indiretti (inquinamento, malattie, congestione, incidenti, ecc.), ma soprattutto in termini di relazioni sociali (oggi siamo tutti chiusi in noi stessi, "auto"-confinati nel "limes" del giardino della nostra villetta di periferia) e di controllo del territorio.

### ***Quali sono gli effetti più evidenti sul panorama romano?***

La lunghezza della rete stradale che insiste sul territorio comunale è di circa 8.700 km, di cui circa 6.000 sono quelli entro il G.R.A., cui corrisponde un parco veicoli così suddiviso:

Totale veicoli a motore (esclusi ciclomotori)	100%	2.511.873
di cui:		
veicoli merci	7%	180.677
autovetture	76%	1.906.035
motocicli	16%	404.349
altri veicoli	1%	20.812
Ciclomotori	(stima)	310.000

che, tenendo conto di una popolazione residente di 2.724.347 abitanti, portano ad un tasso di motorizzazione di 922 veicoli ogni mille persone (esclusi i ciclomotori), comprendendo anche questi il tasso supera il valore di 1.000, in assoluto un record assai poco invidiabile.

Un parco di 1.906.035 autovetture che percorrano annualmente in media 10.000 km al costo medio di gestione di 0,40 €/km comporterebbe un esborso di:

$$(1.906.035 \times 0,40) \times 10.000 = \text{€ } 7.624.140.000,00$$

che supera la cifra di **7 miliardi di euro**, quasi quanto una manovra finanziaria.

Vediamo quale sarebbe l'occupazione media di queste vetture parcheggiate sul bordo di una strada.

Ipotizzando una fascia trasversale minima di m 2,00 e una lunghezza media per stallo di m 5,00 (lo stallo di parcheggio standard ha le seguenti misure: m 2,50 x 5,00 = mq 12,50; mentre un'auto parcheggiata in una area appositamente attrezzata richiede in media 25 mq, comprensivi degli spazi di manovra, della viabilità interna e degli accessi), si può calcolare sia la superficie totale occupata dalle auto in sosta che la lunghezza della fascia di parcheggio, supposta priva di interruzioni (incroci, marciapiedi, fasce di rispetto, ecc.)

superficie occupata  $1.906.035 \times 2,00 \times 5,00 = \text{mq } 19.060.350,$

ossia circa 19,06 kmq, tanto quanto l'area rettangolare racchiusa fra lo stadio Olimpico, la circonvallazione Gianicolense, piazza Re di Roma e viale Libia.

Se volessimo parcheggiare tutte queste auto in aree apposite, la superficie necessaria come minimo raddoppia, raggiungendo circa il 15% dell'intera area racchiusa dal GRA, pari soltanto a quella compresa all'interno delle circonvallazioni e della cintura ferroviaria.

La lunghezza della sola fascia di parcheggio ammonta a:

$$1.906.035 \times 5 = \text{m } 9.530.175$$

ossia ben **9.530,175 km**, superiore alla lunghezza dell'intera viabilità comunale.

### ***Qual'è l'impatto sull'ambiente dovuto alla sola mobilità?***

Le cose non vanno affatto meglio dal punto di vista dell'inquinamento. Qui mi sono limitato solo a quello legato alla combustione degli idrocarburi (consumo di ossigeno e produzione di anidride carbonica), in particolare benzina ( $C_nH_{2n+2}$ ), causata dalle sole autovetture, escludendo dal conto i consumi dovuti al riscaldamento delle abitazioni e alla produzione di energia, nonché altre forme di inquinamento (acustico, visivo, termico, ecc.) e la produzione sia di particolato (nanoparticelle) che di NOx (ossidi di azoto).

Si parla tanto di produzione di CO<sub>2</sub> (anidride carbonica) come se fosse l'origine di tutti i mali (si tenga presente che la CO<sub>2</sub> è inodore), ma nessuno parla della sparizione dell'O<sub>2</sub>, frutto della combustione di carburanti fossili che hanno come componente principale il carbonio.

Poiché la catena degli idrocarburi contiene, oltre al carbonio (C), atomi di idrogeno (H), con la loro combustione si produce anche una notevole quantità di vapor acqueo che contribuisce non poco all'aumento dell'umidità relativa dell'aria (che supera spesso il 90%) e alla sensazione di afa e ulteriore soffocamento che si prova durante i periodi estivi.

Praticamente ogni abitante di Roma è come se fosse posto all'interno di una sorta di camera a gas in cui l'ossigeno viene poco a poco consumato.

Ipotizzando che ogni vettura consumi un kg di combustibile per percorrere 20 km (sicuramente nel ciclo urbano i consumi sono maggiori, ma questo vuol essere solo un approccio esemplificativo al problema). Ogni vettura del parco, nell'ipotesi di percorrenza media annua di 10.000 km, viene a consumare ogni anno

$$10.000/20 = 500 \text{ kg di carburante}$$

per cui il consumo totale di combustibile assomma a :

$$1.906.035 \times 500 = 953.017.500 \text{ kg}$$

ossia circa **1 milione di tonnellate** di idrocarburi raffinati (benzina, gasolio, GPL), tanto quanto il contenuto di 10 superpetroliere all'anno.

In realtà il carburante consumato dovrebbe essere prossimo al doppio di tale cifra, considerando tutti gli altri mezzi di trasporto e le effettive percorrenze chilometriche nel ciclo urbano.

La combustione di un solo chilogrammo di carburante richiede un impiego stechiometrico di circa 15 kg di aria, di cui il 23% in peso è rappresentato dall'ossigeno e il 75% dall'azoto.

Quindi l'ossigeno sottratto dall'impiego dell'auto all'aria di Roma ogni anno è dato da:

$$953.017.500 \times 15 \times 0,23 = 3.287.910.375 \text{ kg}$$

ossia circa **3,3 milioni** di tonnellate di ossigeno.

Dato che un mc di aria standard pesa 1,225 kg, la combustione impegna un volume di aria paria a:

$$(953.017.500 \times 15)/1,225 = 11.669.602.040 \text{ mc}$$

cioè quasi **12 miliardi** di mc d'aria.

A questo numero vanno aggiunte le tonnellate di CO<sub>2</sub> e vapor acqueo prodotte, che sono (nell'ipotesi esemplificativa che il combustibile sia benzina [C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub> con composizione variabile fra C<sub>6</sub>H<sub>14</sub> e C<sub>12</sub>H<sub>26</sub>], 1 kg ne produce 3,142 di CO<sub>2</sub> e 1,285 kg di vapor acqueo):

- per l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)  $3,142 \times 953.017.500 = 2.994.380.985 \text{ kg}$

quindi **3 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>**;

e per il vapor acqueo (H<sub>2</sub>O)  $1,285 \times 953.017.500 = 1.224.627.487 \text{ kg}$ .

Dato che la CO<sub>2</sub> ha una densità di 1,98 kg/mc, mentre l'aria standard pesa (a quota zero) "solo" 1,293 kg/mc, è evidente che la prima abbia la particolarità negativa di ristagnare in basso, ossia alle quote dove normalmente viviamo e respiriamo.

Volendo visualizzare graficamente il fenomeno, possiamo immaginare di avere su Roma un cilindro di aria a densità omogenea alto circa 8.400 m e immobile, ossia non soggetta a variazioni di pressione, temperatura, venti, ecc., la cui base sia circolare con raggio di 10 km.

Con questo modello abbiamo rappresentato un cilindro d'aria che copre un'area (base del cilindro) equivalente a quella compresa all'interno del G.R.A., pari a circa

$$10.000^2 \times \pi = 314,159 \text{ kmq}$$

di questi 8.400 m, l'ossigeno da solo (20,95% in volume) rappresenterebbe uno strato alto ben

$$8.400 \times 0,2095 = 1.759 \text{ m}$$

Ogni anno uno spessore d'aria di questo cilindro pari a

$$11.669.602.040 / [(10 \times 1.000)^2 \times 3,14] = 37,16 \text{ m}$$

viene utilizzato nella combustione e trasformato principalmente in CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O, più altri composti di minor entità.

L'ossigeno "sequestrato" nella reazione di combustione ha come effetto collaterale una diminuzione della sua percentuale nella composizione dell'aria. L'alterazione degli equilibri stechiometrici fra le diverse forme molecolari dell'ossigeno ha come conseguenza una minor produzione di ozono (formula di ossigeno molecolare con 3 atomi, O<sub>3</sub>), riducendo così la sua protezione dai nocivi raggi ultravioletti (UV-A, UV-B e UV-C). Fra le cause arteficiali di tale fenomeno sono stati individuati recentemente anche i prodotti della combustione delle turbine degli aerei di linea e militari (voli ad alta quota).

I famosi "buchi nell'ozono" non sarebbero altro che zone della stratosfera dove tale densità è drasticamente scesa.

Inoltre va tenuto ben presente che:

- **l'anidride carbonica, essendo assai più pesante dell'aria, ha la cattiva abitudine di depositarsi negli strati più bassi dell'atmosfera (cioè quelli in cui viviamo);**
- **solo il 50% circa della CO<sub>2</sub> prodotta viene riciclata in natura, il resto si accumula nell'ambiente;**
- **la quantità bruta di calore prodotta dalla combustione di 1 milione di t di carburanti è di circa 40 miliardi di MJ (Mega Joule), sufficienti a riscaldare, in linea teorica, di 10 °C l'acqua contenuta in un cubo avente il lato lungo 1 km (questo solo per le autovetture, poi ci sono i restanti trasporti, il riscaldamento domestico e tutte le altre attività umane che consumando energia producono calore).**

Così, con pochi concetti, è spiegabile la ragione per cui, avvicinandosi all'area metropolitana di Roma e ancor fuori dal GRA, il termometro installato sulle nostre autovetture ha un balzo in alto che varia da 2 a 4 °C rispetto al territorio circostante (agro romano). Ed è anche ampiamente capibile perché un qualunque temporale di modeste dimensioni approcciandosi a Roma diventi una tempesta tropicale che scarica bombe d'acqua (e trombe d'aria), grazie al calore e al vapor acqueo messo graziosamente e gratuitamente a sua disposizione dalla nostra presunta "civiltà".

---

(\*) chiaramente parte dell'ossigeno consumato viene rinnovato da quello prodotto dalle piante e dagli oceani tramite la fotosintesi, ma questo è in continua diminuzione sia per il deforestamento sia per l'inquinamento marino.