**DATASET CO2**

Il discorso generale parte dalla riconsiderazione dei livelli di CO2 rilasciati nell’atmosfera annualmente nel mondo.

È conveniente prendere registrazioni che partano il più lontano nel tempo possibile per dedurne ulteriori informazioni che potrebbero presentare un utile, ad esempio nel calcolo delle cumulative, o nei tassi medi di incremento dei livelli di CO2 rispetto ad una determinata variabile.

Si perché non basta reperire i soli dati del quantitativo di CO2, ma è conveniente procurarsi anche quelli che descrivono il contributo di ogni fattore coinvolto all’aumento generale di CO2.

Si parte come spesso da delle ipotesi, noti anche i processi ed i cicli naturali o industriali che coinvolgono la molecola CO2, e tramite indagini statistiche si identificano i fattori significativi. Fatto ciò si può creare un dataset il più completo possibile.

Singolarmente inoltre è utile considerare che i fattori contribuenti scelti potrebbero mostrare effetti sinergici o di ricorrenza l’uno con l’altro in merito agli aumenti della variabile di riferimento.

Questo è il motivo per il quale ho scelto di creare una matrice di correlazione di tipo HeatMap, partendo dalle linee di tendenza PBI di ogni distribuzione bivariata, dalla formula della retta passante per 2 punti, e dal quella dei minimi quadrati, per ottenere, tramite l’ausilio di VSCode e file Python, b il coefficiente angola della retta ed r in funzione di esso come:

*r = b(devstand(x)/devstand(y)).*

Avevamo concordato che a me spettasse la parte del dataset che considerasse le informazioni pertinenti al l.u.c.CO2, ovvero la produzione di CO2 nel contesto di **cambiamento di utilizzo dei suoli**, nota variabile di interesse agroindustriale; perciò la HeatMap ha per variabile comune di cui confrontare le correlazioni con le altre, scelte in base al senso di riutilizzo dei suoli, proprio “**land\_use\_change\_co2**” (“cambiamento di utilizzo dei suoli”).

| **Variabile comune** | **Variabili da correlare** | **Indice di Correlazione r (riga per riga)** |
| --- | --- | --- |
| land\_use\_change\_co2 | co2 | 0,5 |
| land\_use\_change\_co2 | flaring\_co2 | 0,6 |
| land\_use\_change\_co2 | cement\_co2 | 0,4 |
| land\_use\_change\_co2 | co2\_per\_capita | 0,0 |
| land\_use\_change\_co2 | co2\_per\_gdp | 0,1 |
| land\_use\_change\_co2 | cumulative\_co2 | 0,4 |

La seguente ci riporta il **valore di correlazione** riga per riga “**r**”.

Possiamo formule ipotesi del perché dell’entità di ciascuna correlazione, partendo ad esempio in senso crescente:

l.u.c.CO2/CO2x**Capita** 🡪 r = 0,0: non è possibile stabilire un’ipotesi seduta stante, sono necessarie ulteriori indagini, considerando il fatto che gli animali producono CO2 durante la respirazione;

l.u.c.CO2/CO2x**GDP** 🡪 r = 0,1: stesso discorso di sopra, è necessario per formulare ipotesi controllare come cambiano CO2xCapita e CO2xGDP nel tempo;

l.u.c.CO2/**cumulative**\_CO2 🡪 r = 0,4: è probabile che la correlazione ci sia, di tipo medio, ma poco significativa, sempre in considerazione dei contributi alla cumulativa di quantità di CO2, dovuti al settore dell’energia e quello industriale;

l.u.c.CO2/**cement**\_CO2 🡪 r = 0,4: è probabile che la correlazione ci sia, di tipo medio, ma poco significativa, per il comportamento ambiguo della CO2 durante l’intero processo di produzione del cemento; essa viene incorporata in discrete quantità durante la miscelazione della pasta di silicati calcici con acqua, ma ne viene liberata una maggiore quantità durante la fase di cottura delle paste nei forni calcinatori, andando recentemente a contribuire con 8% netto rispetto all’aumento di produzione globale dovuto ad attività antropiche; ( qui c’è spazio di miglioramento in termini di cattura della CO2 liberata in cottura e di aumenti di efficienza del processo )

l.u.c.CO2/ **CO2** 🡪 r = 0,5: che la correlazione ci sia, di tipo medio, e sia significativa è abbastanza normale, poiché sicuramente l’aumento del l.u.c.CO2 determinerà sempre un aumento della quantità di CO2 prodotta;

l.u.c.CO2/ **flaring**\_CO2 🡪 r = 0,6: che la correlazione ci sia, di tipo medio, e sia la più significativa era prevedibile; il flaring è il fenomeno per cui se nell’estrazione di gas di origine naturale si creano scarti in avanzo essi vengono bruciati direttamente sul luogo di estrazione dalle colonnine; e si sa la combustione di sostanze di origine organica immette in modo diretto nell’atmosfera elevate quantità di CO2.

Quindi per formulare ipotesi sulle due variabili non correlate ho creato grafici dell’andamento temporale per le variabili l.u.c.CO2, CO2, CO2xCapita, CO2xGDP, dividendole in due pagine, filtrando la prima per il periodo di tempo che nel dataset comprendeva gli anni fino al 1980, e la seconda gli anni dal 1980 fino al 2020.

L’idea che mi era venuta era che il fenomeno dell’urbanizzazione tipico del secondo dopoguerra e la riforma agraria che ne conseguì, avessero potuto spostare sempre più l’importanza economica dal settore primario verso i settori secondario e terziario e così incidere sulle 2 variabili, svincolandole dalla correlazione.

Per via della riforma agraria però era interessante notare ed includere il comportamento anche delle variabili cumulative\_CO2 e l.u.c.CO2.

E vediamo dai grafici che effettivamente l’anno 1980 scelto in quanto apice del periodo di benessere che seguiva gli anni delle riforme del dopoguerra si presenta come soglia tra due tendenze differenti per ciascuna variabile; tranne ovviamente la cumulativa della quantità di CO2, che può solo che mostrare una crescita; in particolare si hanno dei forti incrementi di tutte le variabili nel primo periodo e decrementi delle stesse, ad eccezione della cumulativa, nel secondo periodo.

Perciò possiamo infine ipotizzare che è probabile che la correlazione tra l.u.c.CO2/CO2xCapita non ci sia per via del fenomeno dell’**urbanizzazione**, e per l’irrisorietà del **contributo** rispetto a quelli di **origine industriale.** (quantità CO2 prodotta per lavoro fisico conseguito)

Mentre è probabile che la correlazione tra l.u.c.CO2/CO2xGDP sia minima poiché gli andamenti della seconda variabile sono più che altro legati al contributo in CO2 proveniente dai **settori economici secondario e terziario.**

Il dato che però non ci aspettavamo è quello derivato dall’andamento del l.u.c.CO2 nel secondo periodo. In particolare ci saremmo aspettati o un incremento lieve, oppure un andamento costante.

Invece osserviamo un leggero decremento del l.u.c.CO2 nel secondo periodo.

A questo punto per fare chiarezza ho pensato di focalizzare le analisi sull’andamento del l.u.c.CO2 di singoli Stati.

Nel mio caso ho preso gli Stati BRIC, da paesi con economia in crescita e grandi terre coltivabili, e stati rilevanti per quanto riguarda il settore primario dell’economia sia per tradizione che impatto politico e demografico e terriero su scala mondiale, finendo per aggiungere U.S.A. ed Italia.

Poiché storicamente è visibile come su scala globale mediamente il l.u.c.CO2 abbia raggiunto i suoi massimi negli albori dei dopoguerra, e spesso varia anche in considerazione di quelle che furono le organizzazioni politiche del tempo nei paesi, e la loro storia, ho deciso di restringere la selezione per i 6 paesi al decennio 2000-2020.

Si nota per quasi tutti come le GtCO2 per anno dal l.u.c.CO2 si attestino in quantità inferiori al milione, al di là della tendenza a crescere o diminuire.

Rispetto a questa situazione fa eccezione unicamente il Brasile, e la Cina se restringe il campo al solo decennio 2010-2020.

Per la Cina si ipotizza un nuovo periodo di accrescimento economico generico, probabilmente correlato anche all’aumento demografico ed alle recenti politiche di maggiore apertura al commercio sul mercato estero.

Per il Brasile invece la situazione è differente. Questi valori che si attestano in media intorno al milione sono preoccupanti anche considerando la minoranza in termini demografici rispetto alla Cina. Qui tutto fa pensare a quello che è uno dei temi più discussi del secolo, ovvero la triste realtà delle politiche di deforestazione dell’Amazzonia a generare ettari di terreni da coltivare, adottate da parte dei governi Brasiliani ai fini della propria crescita economica, spesso incentivati da folli realtà multinazionali aventi come unico pensiero la generazione di fatturati sempre maggiori, realizzatesi anche per l’arretratezza culturale del Paese ed il generico lassismo tipico degli Enti ed Organizzazioni costituite dai Paesi civilizzati a tutela del pianeta.

Qui il danno da tali pratiche è doppio in numero, e maggiore di un numero n di volte da constatare in termini di impatto ambientale, in quanto un campo da colture sarà sempre associato ad un l.u.c.CO2 nettamente superiore ad una formazione boschiva; inoltre il mantenimento delle foreste e formazioni boschive è uno degli accorgimenti che vanno adottati per tamponare l’aumento innaturale dei livelli di CO2.

Vediamo però come nell’ultimo decennio dopo un folle picco di quasi 3Mln di GtCO2 dal l.u.c.CO2 si presenti una tendenza in calo, anche se i valori decrescono lentamente. L’ottimo sarebbe forse per questi due paesi raggiungere innanzitutto valori prossimi a quelli degli USA o dell’India recenti, e successivamente anche migliori, investendo su efficienza, sostenibilità ed energie rinnovabili.

Vediamo poi la situazione dell’Italia. Essa si presenta simile a quella che si osserverebbe prendendo i dati dal dataset dell’Europa tutta. Qui abbiamo una situazione completamente rovesciata. Unicamente valori negativi nel secolo corrente. Questo probabilmente è un errore creatosi in fase di costruzione del dataset, in quanto sappiamo da fonti certe come il sito del Parlamento Europeo che l’agricoltura ancora contribuisce seconda in importanza dopo i trasporti al 60% delle emissioni globali di CO2, figuriamoci per gli anni dell’apice della riforma agraria (’50-’90), anche considerando il livello di avanzamento culturale e di sensibilità della popolazione Europea, e la sua grande influenza a livello politico mondiale, e forte adesione degli stati membri visibile nell’unanimità di decisione specialmente prese durante i protocolli ed accordi ambientali tenutisi dal 1973 in poi.

Detto ciò si potrebbe quindi pensare, si l’incremento innaturale di CO2 è cruciale nell’aumento dell’effetto serra e di quindi le temperature medie globali, in quanto la CO2 è uno dei GHG, e quello che anche per via degli aumenti costituisce il maggior contribuente. Ma rispetto alla quantità globale quanto di esso è costituito in proporzione dalla CO2 proveniente dal cambiamento in utilizzo dei suoli?

O meglio quanto dell’aumento del volume di Gas Serra è dovuto alla CO2 proveniente dall’utilizzo dei suoli?

Da ciò ho creato la misura rapporto l.u.c.CO2/TOTGHG e l’ho graficata insieme al trend di TOT GHG.

Dal grafico si vede che la quantità di GHG totali dall’anno 1990 è aumentata di circa il 50%.

Dal grafico del rapporto però notiamo come esso diminuisca di tendenza notevolmente nello stesso periodo.

Possiamo perciò concludere che l’aumento di CO2 è sempre meno dovuto al cambiamento di utilizzo di suoli, e probabilmente sempre più dovuto al settore industria, energia, trasporti.

Non possiamo giungere alle stesse conclusioni anche per gli altri GHG, non avendone implementato le analisi, ma possiamo ipotizzarlo con buona approssimazione, fino ad affermare che l’effetto di aumento delle temperature medie del globo è sempre meno dovuto al cambiamento di utilizzo dei suoli, e sempre più dovuto ai settori, industria, energia, trasporti.

Ed a conferma di ciò si ritorni con la mente alla matrice di correlazione, ed in particolare alla correlazione tra **l.u.c.CO2/flaringCO2** ed alla correlazione **l.u.c.CO2/cementCO2,** fino a definire nuovi confini per il termine cambiamento di utilizzo dei suoli.

Comunque che la CO2 provenga da un settore piuttosto che da un altro non ci aiuta a comprendere la gravità di un tale aumento complessivo, per il quale è necessario adottare delle soluzioni. Esse sono state individuate nelle disposizioni promosse dai COP le quali vanno inoltre mantenute strettamente.

Il contributo al volume totale di GHG da parte della CO2 è in media del 75%.

Durante il primo quinquennio degli anni ’90, il livello totale dei GHG ammontava a circa 32 Gt/anno.

(Il dataset da noi utilizzato sottostima fortemente questo dato riportando come livello di GHG TOT 0.13GtCO2e per il periodo)

Esso invece ammonta mediamente in anni recenti a circa 50 Gt di GHG, con circa 36 GtCO2 all’anno sul TOT.

(Anche qui il dataset da noi utilizzato sottostima fortemente anche questo dato riportando come livello di GHG TOT 0.2 GtCO2e per il periodo)

Il tasso di riduzione naturale dei livelli di CO2 ammonta a circa 2 GtCO2 all’anno.

Emerge come sia fondamentale per il livello di GHG totale prodotto per anno, in media, il rapporto **RiduzioneCO2Annuale/ProduzioneCO2Annuale**.

Rispetto a questo rapporto, la cui gravità è dettata dalla cifra al denominatore, che rappresenta la quantità media di CO2 rilasciata per gli anni più recenti nell'atmosfera, ci si può comportare in 2 modi:

Ridurre il denominatore -----> tramite riduzione delle emissioni di CO2 annuali;

Aumentare il numeratore -----> tramite aumento del sequestro di CO2 annuale;

Anche se probabilmente la soluzione migliore sia una che contempli azione in entrambi i sensi, anche in considerazione del fatto che l'atmosfera non possa essere reputata unicamente come un grande contenitore, quindi per tutti gli altri effetti correlati all'aumento spropositato di un gas che naturalmente è presente in proporzione minima nella miscela globale, di saturazione, tra cui anche gli effetti sulla sanità degli esseri viventi oltre all'effetto serra e il corrispettivo aumento delle temperature medie.

Di questi cambiamenti e delle possibili soluzioni magari incentrate proprio su alcuni elementi chiave con anche il precedente rapporto matematico, si cominciò a parlare già a partire dagli Anni ’70, discutendone ampliamente durante il protocollo di Montreal del 1987, il Summit della Terra, il primo COP di sempre quello di Berlino del 1995, sino al 3° COP, quello che è noto a tutti come Protocollo di Kyoto. Durante tale protocollo si è definito l’obiettivo globale di **riduzione dei 6 gas serra principali** contribuenti allo scenario del pericoloso aumento delle temperature medie al di sopra dei 2°C.

Le disposizioni però di questo protocollo non sono state rispettate in tempistica ed attualmente si considera l’iniziativa un fallimento, conclusasi nel 2020.

Quello che rimane però sono le strategie e gli obiettivi proposte e riproposti nel corso dei successivi COP, fino al famoso Accordo di Parigi (21° COP), ed in ultimo il 28°COP quello di Dubai tenutosi nel dicembre del 2023, e sono:

* Innalzamento della temperatura globale permesso di massimo 2°C;
* **Riduzione delle emissioni** CO2 del 40% entro il 2030;
* Triplicazione della fornitura energetica da **Rinnovabili**;
* Duplicazione dell**’efficienza** di funzionamento dei mezzi;
* Costituzione di sinks naturali o industriali o procedurali per Attuare **Carbon Leakage**;
* la creazione di **un sistema nazionale per la Stima delle emissioni gassose** e di un sistema globale per compensare;
* **International Emissions Trading, sistema scambio quote di emissione;**
* **Clean Development Mechanism (CDM), sistema scambio crediti;**
* **Joint Implementation, sistema ottenimento crediti per implementazioni estere;**
* **Sanzionamento per mancate ottemperanze;**
* **Sistema di contributi determinati nazionalmente NCD;**
* **Aggiornamenti Quinquennali tra i firmatari;**
* **Eliminazione delle fonti di energia di origine Fossile entro il 2050.**

**Purtroppo siamo ancora ben lontani dagli andamenti auspicabili per i livelli di CO2, in quanto** il budget carbonico disponibile, ovvero la quantità massima di CO2 che può essere ancora emessa mantenendo comunque l’incremento della temperatura entro gli 1,5°C, è attualmente stimato in 500 Gt di CO2 e sulla base degli ultimi NDC le emissioni di CO2 previste per il decennio 2020-2030 utilizzerebbero probabilmente l’87% del budget di carbonio, lasciando un budget di carbonio post-2030 di circa 70 Gt di CO2, che equivale a circa due anni di emissioni globali totali di CO2.

Con ciò non possiamo fare altro che sperare in una maggiore sensibilizzazione degli Stati Critici verso le transizioni ed in una maggiore efficienza di implementazione delle strategie e delle procedure prese di comune accordo durante i COP al fine di raggiungerne gli obiettivi definiti.

Fonti:

https://www.euronews.com/green/2023/01/19/scientists-calculate-how-much-co2-is-being-removed-from-the-atmosphere-for-the-first-time#:~:text=About%20two%20billion%20tonnes%20of,growing%20investments%20in%20new%20technologies

https://www.scienzainrete.it/articolo/azione-clima-piani-vanno-piano/riccardo-lo-bue/2023-11-22 ,

https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/cambiamenti-climatici/convenzione-quadro-sui-cambiamenti-climatici-e-protocollo-di-kyoto

<https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20180305STO99003/ridurre-le-emissioni-di-anidride-carbonica-obiettivi-e-azioni-dell-ue>

<https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20210701STO07544/politica-ambientale-dell-ue-per-il-2030-un-cambiamento-sostanziale>

<https://www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/paris-agreement/>

<https://www.bosch-home.com/it/scopri-bosch/bosch-stories/protocollo-di-kyoto#:~:text=Una%20delle%20ragioni%20che%20sono,finito%20per%20trovarlo%20troppo%20oneroso>.

<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/it/home/temi/clima/info-specialisti/clima--affari-internazionali/l_accordo-di-parigi-sul-clima.html#:~:text=L'Accordo%20di%20Parigi%20persegue,pari%20a%201%2C5%20gradi>.

https://www.confindustriafirenze.it/cop28-di-dubai-conclusa-la-conferenza-sul-clima/#:~:text=La%20Conferenza%20delle%20Nazioni%20unite,entro%201%2C5%20%C2%B0C.

<https://www.europarl.europa.eu/>

https://italyforclimate.org/gas-serra-perche-la-co2-e-cosi-importante