

Le conseguenze della produzione di cemento

25/01/2020, Dario Zampieri

Antefatto

Lo Special Report 2018 dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), che deriva dall'esame di oltre 6000 articoli scientifici frutto del lavoro di migliaia di scienziati del clima e della revisione da parte dei governi di tutto il mondo (IPCC, 2018) prevede che per cercare di limitare il riscaldamento del pianeta entro $+1,5^{\circ}\text{C}$ rispetto l'inizio dell'era pre-industriale (generalmente riferito al 1750), nei prossimi 12 anni (oramai 10) dovremo abbassare le emissioni climalteranti annuali al livello in cui erano 43 anni fa. Non solo, ma dopo il 2050 dovremo estrarre dall'aria parte dell'anidride carbonica emessa (emissioni negative), tentando di stoccarla nel sottosuolo. Nel mentre, le emissioni e le concentrazioni continuano a salire e la temperatura di conseguenza, alimentando la frequenza, la durata e l'intensità degli eventi meteorologici estremi.

La crescita della popolazione ne è una concausa. Nel 1977, quando la popolazione era di 4,23 miliardi, le emissioni pro-capite erano di 1,19 tonnellate di carbonio all'anno. Quarant'anni dopo, nel 2017 la popolazione era di 7,55 miliardi e le emissioni sono aumentate di 1,34 tonnellate per persona per anno. Di conseguenza, per ritornare al livello di emissioni del 1977, è necessario indietreggiare al livello del 1955 (Marland et al. 2019). Allora io avevo un anno, le auto private, i frigoriferi, le lavatrici e i voli aerei intercontinentali erano appannaggio solo di pochi ricchi, insomma lo stile di vita generale era molto meno energivoro. A maggior ragione quello di foltissime popolazioni asiatiche e africane da poco coinvolte in una crescita dei consumi tumultuosa.

Nel 1955 il laboratorio di Mauna Loa per la misura della CO_2 in atmosfera non era ancora attivo, lo sarà nel 1958. Estrapolando all'indietro, il tenore di CO_2 in atmosfera era nel 1955 di circa di 315 ppm (parti per milione, $1\text{ppm} = 2,124\text{ GtC}$ cioè gigatonnellate o miliardi di tonnellate di carbonio). Nel 1977 era di 333 ppm, mentre oggi è di circa 410 ppm ed aumenta inesorabilmente di 2,1 ppm ogni anno, determinando uno sbilanciamento energetico del sistema Terra, a causa dell'effetto serra. È importante sottolineare che questi numeri non sono frutto di opinioni o di visioni sociali, politiche o religiose. Questo è quello che purtroppo la Scienza dimostra inconfutabilmente, ma che le classi dirigenti (politici, amministratori, imprenditori, sindacati) si rifiutano di accettare, talora confidando nella fede che anche scienziati reticenti contribuiscono a diffondere, cioè che l'intelligenza umana o quella artificiale troveranno una soluzione. Peccato che probabilmente sia troppo tardi, abbiamo

perso 30 anni in tentennamenti e rinvii, mettendo in moto un processo più grande di noi, che funziona tramite le leggi della fisica termodinamica e non quelle dell'economia.

Se l'obiettivo dei +1,5°C è oramai svanito, secondo molti anche il target successivo di +2°C si fa sempre più difficile da raggiungere. Se continua il trend attuale l'aumento medio di temperatura che consegneremo ai nostri nipoti verso la fine del secolo sarà di +3 / +4°C. Cioè un valore che causerebbe all'umanità grandi sofferenze.

Lo studio più completo sull'argomento emissioni di carbonio (Friedlingstein et al., 2019) dimostra che nel 2018 quelle antropogeniche sono state di 11,5 Gt, un tasso annuale raggiunto per la prima volta nella storia, così ripartite (Fig. 2):

1) combustione dei fossili ed industria 10 Gt (equivalenti a 36,664 Gt di CO₂), a loro volta suddivisibili in carbone (40%), petrolio (34%), gas (20%), cemento (4%), altro (1,3%).

2) cambio dell'uso del suolo tramite deforestazione ed agricoltura 1,5 Gt (5,49 Gt di CO₂).

I maggiori paesi o gruppi di paesi emettitori sono stati Cina (28%), USA (15%), EU (9%) e India (7%), che insieme hanno contribuito per circa il 59% delle emissioni di CO₂.

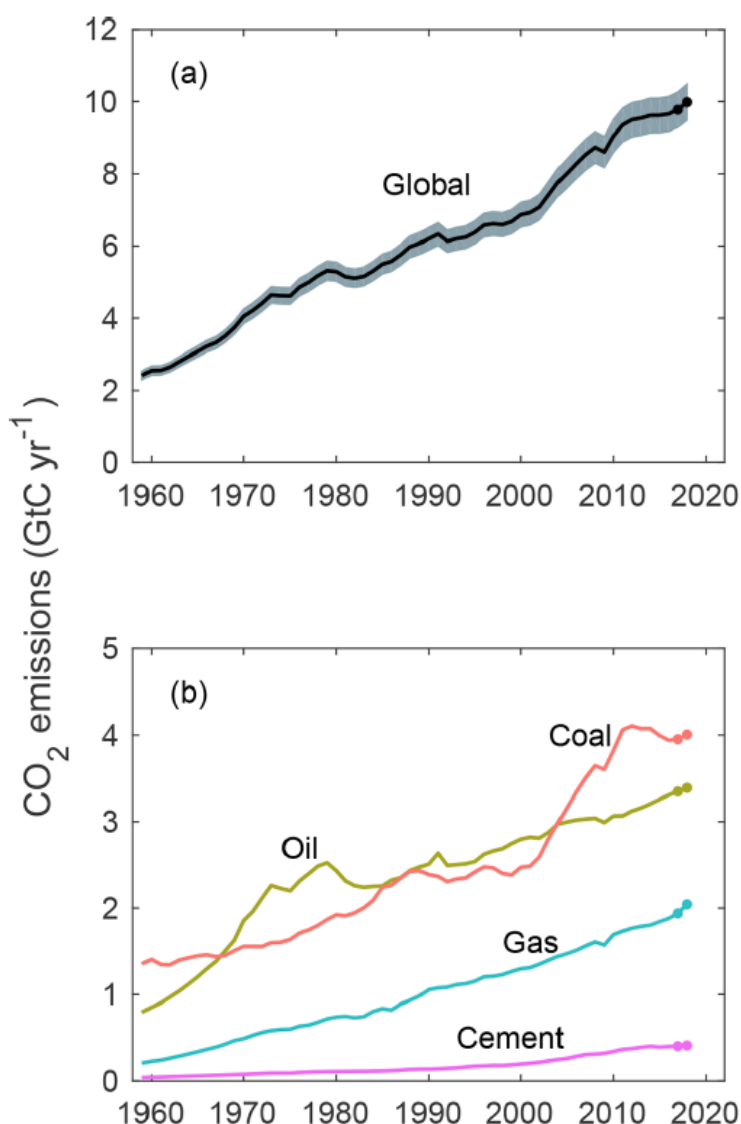


Fig. 1. Emissioni di CO₂: emissioni mondiali da fossili (sopra) ed emissioni per tipo di combustibile più quelle dalla produzione di clinker (sotto). Le emissioni del cemento sono quelle di “processo” ed escludono quelle della produzione, del trasporto e della combustione di fossili per il riscaldamento dei forni a temperature di 1400-1500°C (Friedlingstein et al., 2019).

Il cemento che non possiamo permetterci

Tralasciando le ben note conseguenze dell’uso del cemento (e di tutti i materiali che vanno a sostituire i suoli naturali e agricoli) sul regime idraulico dei territori, si vuol qui porre l’attenzione su un impatto poco o affatto noto del cemento, che riguarda la fase di produzione.

La produzione di cemento rappresenta un importante contributo al cambiamento climatico antropogenico, essendo la terza più importante sorgente di emissione di CO₂ dopo l’uso dei fossili e il cambio dell’uso del suolo. Come tale viene sempre riportato nei grafici delle emissioni di CO₂ (vedi Fig. 1), in quanto questa sorgente rappresenta il 90% delle emissioni globali di tutti i processi industriali. Il cemento viene usato nelle costruzioni per legare assieme altri materiali. Ogni anno vengono prodotti più di 10 miliardi di tonnellate di calcestruzzo, ottenuto mescolando il cemento con ghiaia, sabbia ed acqua.

Lo standard industriale di base viene chiamato cemento Portland, inventato nei primi dell’800 con il nome della pietra da costruzione a quel tempo più usata in Inghilterra. Ai nostri giorni ne vengono prodotte 4 miliardi di tonnellate all’anno. I principali produttori sono attualmente la Cina (57%), l’India e gli USA (Fig. 2).

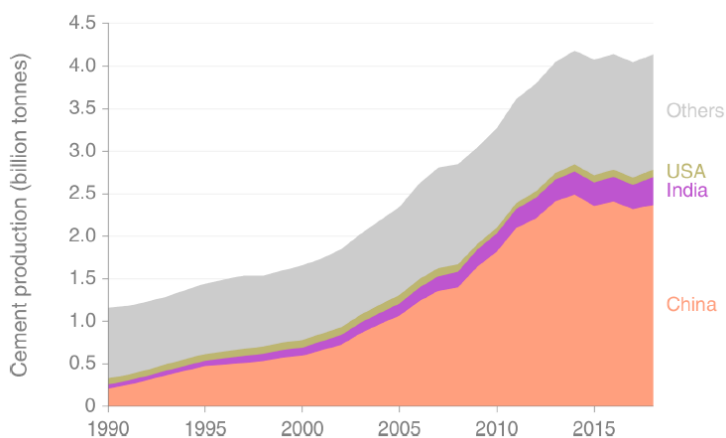


Fig. 2. Produzione di cemento dei principali paesi produttori (Andrew, 2019).

Una fase cruciale nella produzione di cemento Portland è l'ottenimento di clinker, che agisce da legante. Il calcare o carbonato di calcio (CaCO_3) viene decomposto ad elevata temperatura nel forno (**calcinazione**) producendo calce viva (CaO) e come scarto CO_2 (emissioni di "processo"), che viene ovviamente liberato nell'atmosfera, usata come una discarica. La produzione di CO_2 è un fattore intrinseco a questo tipo di processo industriale. Circa il 50% delle emissioni sono dovute al processo della reazione chimica di dissociazione del calcare e non possono essere eliminate aumentando l'efficienza o cambiando combustibile. Un altro 40% deriva dalla combustione di fonti fossili per riscaldare le fornaci; il rimanente 10% deriva dalle attività di estrazione dei fossili e dal loro trasporto. Queste emissioni sono calcolate separatamente, ma globalmente l'industria del cemento contribuisce per l'8% delle emissioni di CO_2 . Se fosse un paese, questa industria sarebbe il terzo emettitore mondiale.

Una stima indicativa recentemente proposta (Zalasiewicz et al., 2017) fissa la massa della "tecnosfera", cioè l'insieme degli esseri umani e di tutti gli artefatti tecnologici e dei relativi prodotti di scarto in trentamila miliardi di tonnellate. Tale quantità corrisponde a una media di 50 kg di materiale prodotto dall'uomo per ogni metro quadrato di pianeta. Di questi un chilo è rappresentato da cemento, che se fosse distribuito uniformemente coprirebbe la superficie del pianeta con uno strato di circa 2 millimetri di spessore.

Sul cemento, i report IPCC fanno riferimento quasi esclusivamente all'emissione di carbonio. Tuttavia, bisogna anche ricordare che l'ossido di calcio nei materiali cementizi non è stabile nel tempo e gradualmente riassorbe la CO_2 atmosferica tramite un processo fisico-chimico detto **carbonatazione**, che coinvolge la presenza di acqua e procede dalla superficie del manufatto verso l'interno. Diversamente dalla calcinazione, che comporta l'emissione istantanea durante il processo di produzione, la carbonatazione è un processo lento che coinvolge tutto il ciclo di vita dei materiali cementizi, inclusa la demolizione dei manufatti, che riducendoli a frammenti di piccole dimensioni espone una superficie enorme al processo di carbonatazione.

Il bilancio del carbonio tra i due processi opposti non è stato estesamente studiato. Tuttavia, la carbonatazione del ciclo di vita del cemento, incluse la demolizione e la macinazione, è stata stimata per l'anno 2013 in circa 0,25 GtC (Xi et al. 2016). Il 43% delle emissioni cumulative di CO_2 di processo prodotte tra il 1930 e il 2013 sono state riassorbite nello stesso periodo, con un sensibile aumento annuale a partire dal 1982, a causa del contributo della produzione cinese. Non va però dimenticato che il processo di demolizione è molto energivoro, richiede macchine alimentate a fossili e dunque contribuisce alle emissioni, limitando il beneficio prodotto dalla carbonatazione. Inoltre, dati i tempi strettissimi a disposizione per tentare di limitare i danni dell'emergenza climatica, è necessario ridurre immediatamente le emissioni, senza dover aspettare che i processi di

carbonatazione sulle crescenti quantità cumulative di cemento agiscono durante l'intero ciclo di vita del calcestruzzo, che è di svariate decine di anni. In altre parole, l'effetto stimato della carbonatazione riguarda soprattutto la demolizione del cemento prodotto nel secolo scorso, mentre il vertiginoso aumento della produzione del secolo in corso vedrà un effetto ritardato (35 anni in media in Cina, contro 65-70 anni in US ed Europa), quando la situazione climatica sarà ulteriormente peggiorata. Nell'ipotesi ottimistica che il naturale assorbimento del carbonio bilanci circa una metà delle emissioni di processo, comunque il contributo della produzione di cemento rimane una voce importante delle emissioni.

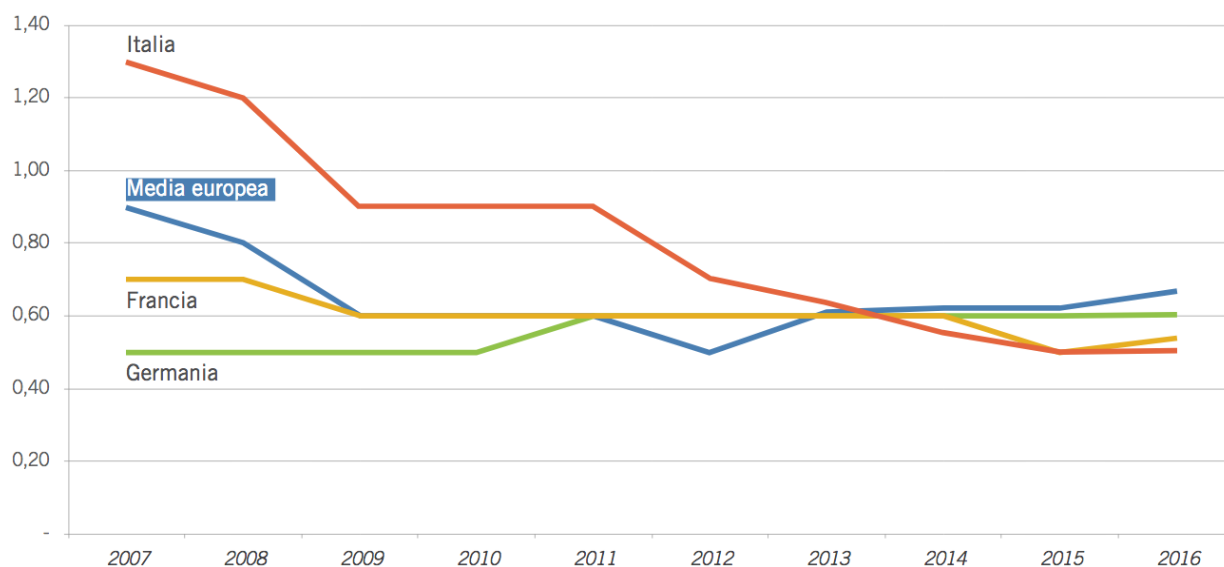
Una riduzione della produzione del cemento rappresenta pertanto un obiettivo da perseguire in tempi rapidissimi, ovviamente insieme alla riduzione dell'uso dei fossili. Nel settore delle costruzioni, dove possibile, materiali con produzione ad alta emissione di carbonio come il cemento e l'acciaio (responsabile del 5% delle emissioni) dovrebbero essere sostituiti da quelli rinnovabili, come il legno. Dopo il Grande incendio di Chicago del 1871 il legno è stato ritenuto insicuro e instabile, quindi sostituito in tutto il mondo da cemento e acciaio. Recentemente il pannello di legno a strati incrociati (*cross-laminated timber* o CLT), sviluppato dapprima in Austria nei primi anni 90, ha aperto scenari insospettati, capaci di eguagliare o di superare le performance di cemento e acciaio nelle costruzioni, con enormi vantaggi nella velocità di costruzione, nei costi, nel comportamento antisismico, nelle emissioni di carbonio, nell'isolamento termico e persino nella sensazione di benessere psichico di chi ci vive. Recentemente, in Norvegia è stato costruito un edificio a 18 piani con struttura in legno (Fig. 3). In alcuni stati nordamericani la penetrazione di questa tecnica costruttiva ha trovato resistenze, che derivano dall'esperienza con le tavole sottili di legno, facilmente infiammabili. Tuttavia, nel CLT in caso di incendio lo strato esterno tende a carbonizzarsi in modo prevedibile, con autoestinzione che protegge l'interno, consentendogli di mantenere l'integrità strutturale per diverse ore anche in caso di incendio intenso. Il servizio forestale ha effettuato test approfonditi su CLT superati a pieni voti, aprendo le porte al suo utilizzo in strutture militari, mentre proprio a Chicago è in progetto un edificio di ben 80 piani.



Fig. 3. Mjøstårnet in Norvegia, attualmente il più alto edificio al mondo (85 m) in pannelli di legno a laminazione incrociata, completato nel marzo 2019 (da Roberts, 2020).

Dal 2008, come effetto della crisi economica l'Italia ha visto una diminuzione significativa della sua produzione pro capite di calcestruzzo, che era abnorme rispetto alla media europea (ATECAP, 2017) (Fig. 4). Tuttavia, nel paese più del 95% dell'energia usata dall'industria del cemento proviene da fonti non rinnovabili e pertanto l'impatto ambientale delle emissioni rimane elevato (Moretti e Caro, 2017).

GRAFICO 1.4 ANDAMENTO PRODUZIONE CALCESTRUZZO PRECONFEZIONATO PROCAPITE



Fonte: Elaborazioni Atecap su dati Ermco

Fig. 4. Produzione italiana di calcestruzzo preconfezionato tra 2007 e 2016. L'unità di misura dell'asse delle ordinate è m³ per abitante.

Per concludere, le grandi opere da molti invocate richiedono molto calcestruzzo (quindi cemento) e questo dovrebbe far riflettere ed entrare come fattore determinante nelle scelte politiche, che purtroppo si rifanno quasi sempre a modelli economici del secolo scorso, quando i segnali del cambiamento climatico erano evidenti solo agli addetti ai lavori. Nei paesi di più antica industrializzazione, come l'Italia, la produzione di cemento dovrebbe invece servire principalmente per ristrutturare le opere costruite nel passato, oramai non più sicure perché il calcestruzzo non è eterno, ma va incontro a processi di degradazione (vedi ad esempio il ponte Morandi di Genova).

BIBLIOGRAFIA

Andrew R.M., 2019. Global CO₂ emissions from cement production, 1928-2018. Earth Syst. Sci. Data, 11, 1675–1710, <https://doi.org/10.5194/essd-11-1675-2019>

ATECAP, 2017. Rapporto 2017. http://www.atecap.it/download/rapporto_atecap_2017.pdf

Friedlingstein et al., 2019. Global Carbon budget 2019, Earth Syst. Sci. Data, 11, 1783–1838, <https://doi.org/10.5194/essd-11-1783-2019>

IPCC 2018, Summary for policymakers: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, Masson-Delmotte V. et alii (eds.), Incheon 2018.

Marland G., Oda T., Boden T.A., 2019. Cut emissions per capita to 1955 levels. Correspondence in Nature v. 565, 567.

Moretti L., Caro S., 2017. Critical analysis of the Life Cycle Assessment of the Italian cement Industry. J. Cleaner Production, 152, 198-210. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.136>

Roberts D., 2020. The hottest new thing in sustainable building is, uh, wood. The many, many benefits of using wood in place of concrete and steel. Vox.com

Xi F. et al., 2016. Substantial global carbon uptake by cement carbonation. Nature Geoscience, 9, 880-883, <https://www.researchgate.net/publication/310607952>

Zalasiewicz J. et al., 2017. Scale and diversity of the physical Technosphere: a geological perspective. The Anthropocene Review, 4, n.1, 9-22. <https://doi.org/10.1177/2F2053019616677743>