



IL LIBRO DEI SOGNI

Ci sono due modi di pensare alla decarbonizzazione dell'industria: uno è basato sull'industria come è adesso e, dunque, sullo sviluppo infinito e sul mantenimento del mercato come struttura guida. In questo primo caso i criteri della decarbonizzazione sono: efficienza energetica, cattura della CO₂, elettrificazione; non che siano sbagliati, ma, diciamo, che sono limitati o addirittura impossibili, come la cattura della CO₂ su larga scala, un'illusione tecnologica irrealizzabile. L'efficienza in sé non è cattiva, ma si scontra con il paradosso di Jevons: se rendi una cosa più efficiente presto o tardi ne userai di più e non di meno e, quindi, non risolverai il problema dei limiti con cui ci stiamo confrontando. L'elettrificazione la condivido, è addirittura obbligatoria, ma farla entrare concretamente nei processi obbliga ad enormi reinvestimenti a cui nessuno è lontanamente pronto o per i quali non ci sono piani seri. Si farà, ma richiederà molto, molto tempo.

L'altro modo è quello che vi racconterò brevemente qui; è comunque un sogno perché implica l'abbandono del mercato e della crescita come linee guida della produzione umana e questo, al momento, sebbene necessario, appare impossibile senza un rivoluzionamento sociale che non è in vista.

Ma supponiamo per un istante che l'industria non abbia come scopo il profitto, ma la produzione di materiali utili, calcolati in modo ottimale e prodotti in quantità necessaria non crescente e progettati per essere riutilizzati il più possibile... programmino mica da ridere.

La prima cosa da fare per ridurre la carbonizzazione dell'industria è chiedersi se un certo processo è necessario o integrabile nell'ecosistema; un esempio sono i prodotti basati su legami chimici che non esistono in Natura nella nostra eco-

logia e che costituiscono dunque un *vulnus* al fluire dei cicli naturali degli elementi. Tutti quei processi devono essere interrotti e sostituiti con altri o comunque dismessi. Un esempio tipico sono i legami carbonio-fluoro. I legami carbonio-fluoro non esistono in numero significativo in natura, sono sempre molecole usate in ambiti limitati; noi invece ne usiamo in enorme quantità e abbiamo perfino inquinato grandi zone del pianeta con sostanze perfluorurate (i PFAS) che, al momento, non sappiamo come processare. Lo stesso vale per la plastica usata per oggetti di durata limitata e, comunque, non degradabile. Il polipropilene, per esempio, o il polietilene non sono degradabili e devono essere interrotti a meno che gli oggetti prodotti non durino decenni e siano riutilizzabili. Inoltre va da sé che la plastica deve essere più possibile "unificata", ossia occorre produrne pochissimi tipi per fare le stesse cose, non miscele non riutilizzabili e non separabili. Ci perderemo in tecnologia, ma ci guadagneremo in qualità dell'ambiente e, altrimenti, torniamo al vetro. L'illusione di usare fonti naturali per queste molecole, che ha mosso buona parte della recente produzione italiana di "plastica riciclabile", ha dato anche luogo ai recenti grandi fallimenti, come per esempio quello di Crescentino (VC).

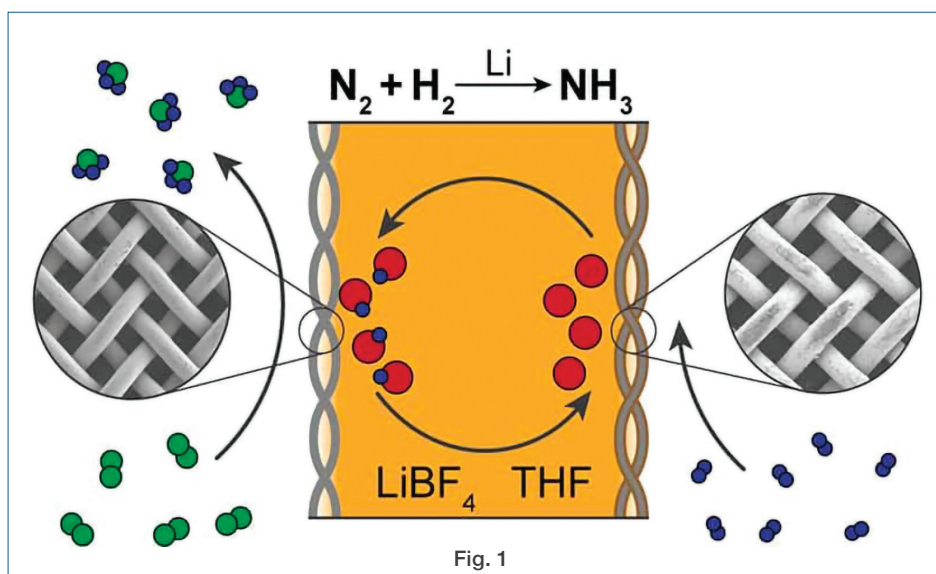
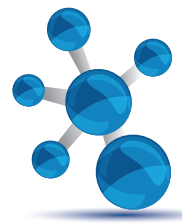


Fig. 1



La seconda cosa è introdurre l'elettricità, ma non solo nelle fonti energetiche *ma nelle sintesi* e, dunque, elettrochimica nei grandi processi, come, per esempio, la sintesi dell'ammoniaca: qualcosa come quanto mostrato in Fig. 1.

Questi processi avvengono di solito a basse temperature e possono essere alimentati per via elettrica; tramite essi si può considerare che la sorgente base di ossigeno diventi l'acqua e quella di carbonio la CO_2 . In modo analogo possiamo produrre il ferro per riduzione diretta usando riducenti diversi dal carbonio, come l'idrogeno; la temperatura rimane elevata ma meno dell'attuale che arriva a 2.000°C . Il problema è che non abbiamo abbastanza *idrogeno verde* per i quasi due miliardi di tonnellate di ferro che estraiamo ogni anno. Anche qui il problema è: ma ci serve tanto ferro? E se facessimo meno armi e rendessimo gli edifici più duraturi?

A proposito di edifici, il cemento deve essere sostituito dai geopolimeri che si processano a bassa temperatura e non emettono le medesime disastrose quantità di CO_2 . I geopolimeri sono poco conosciuti e spesso considerati una favoletta archeologica (il loro "inventore" ha, infatti, ipotizzato che fossero geopolimeri i materiali degli Incas, delle piramidi e dei Romani: mai visitato il Pantheon?). Essi sono, in genere, ottenuti come risultato della reazione della polvere di un alluminosilicato con una soluzione silicatica alcalina in condizioni vicine a quelle ambientali. Per la sintesi in laboratorio dei geopolimeri è comunemente usato il metacaolino ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$). Se processati in condizioni di temperatura e pressione standardizzate la loro struttura amorfa diviene cristallina e, comunque, essi sostituiscono egregiamente il cemento in tutte le applicazioni e anche in quelle in cui il cemento attuale non si può usare; sono materiali ceramici incredibili, resistenti alle alte temperature e dotati di ottime proprietà meccaniche. Sono il cemento del futuro

prima di tutto per la promessa di ridurre in modo eccezionale la loro impronta fossile. Nella Fig. 2 vedete il confronto fra le due strade sintetiche del cemento e dei geopolimeri. Infine, i depuratori devono diventare il cuore dell'industria chimica del riciclo: a partire dall'acqua occorrerà recuperare dai nostri rifiuti il grosso degli elementi in grandi impianti di "smontaggio" chimico che rendano nuovamente utilizzabili percentuali elevate di quelli che abbiamo usato. Il primo deve essere il fosforo che si avvia a scomparire dall'orizzonte minerario entro meno di un secolo. Non ho spazio per continuare, ma credo di aver reso l'idea: ridurre l'impronta di carbonio dell'industria chimica non è una questione banale e non può limitarsi ad usare fonti "naturali" per il carbonio, anche perché entrerebbe in conflitto con la produzione di cibo. Occorre ripensare la maggior parte dei grandi processi, abbandonarne alcuni in contrapposizione con i grandi cicli degli elementi, smettere di pensare che la produzione deve crescere ogni anno ed usare sempre più elementi: i soldi non si mangiano. Queste logiche ci hanno portato ad un disastro ambientale che è sotto gli occhi di tutti. Voi che ne pensate?

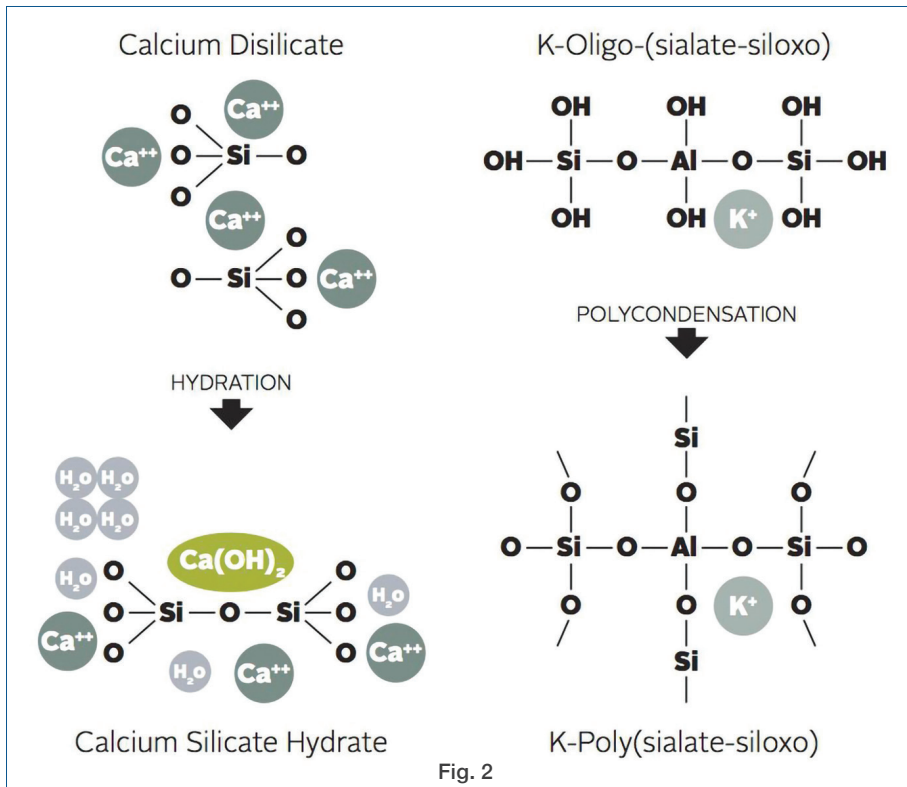


Fig. 2