

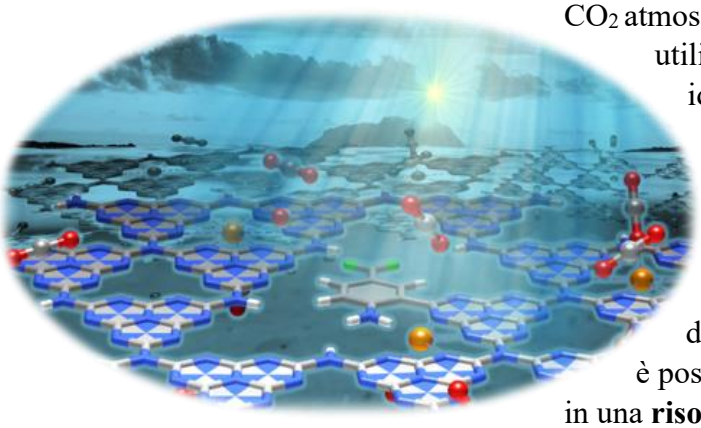
Catania, 16.09.2026 N. 7

MA L'ANIDRIDE CARBONICA CI POTREBBE SERVIRE?

Alla fine di questo secolo, l'IPCC prevede che l'anidride carbonica possa raggiungere i 550 ppm v/v nell'atmosfera terrestre, contro gli attuali 422 ppm v/v misurati a Mauna Loa. Considerati i 280 ppm dell'era preindustriale (pressoché costanti per 10.000 anni, dopo la fine dell'ultima era glaciale), nel 2100 avremo all'incirca raddoppiato quella che possiamo ritenere essere la concentrazione naturale della CO_2 nell'atmosfera.

L'aumento della CO_2 ha prodotto un progressivo incremento dell'effetto serra, con l'innalzamento della temperatura media dell'atmosfera terrestre (già 1,6 °C in più rispetto all'inizio della rivoluzione industriale, ma ci avviamo a superare i 3 °C nel 2100), il riscaldamento del mare (con picchi di 33 °C durante questa estate) e l'estremizzazione dei fenomeni climatici (siccità prolungate e alluvioni disastrose).

La CO_2 è diventata il nostro incubo: cerchiamo di ridurre le emissioni nei trasporti (vetture elettriche al posto di quelle con motori termici); riscaldiamo gli edifici con le pompe di calore (piuttosto che con le caldaie a gas); catturiamo la CO_2 emessa dai camini delle aziende industriali e la confiniamo, pompandola nel sottosuolo; lottiamo contro la deforestazione ed incrementiamo le foreste esistenti in modo da fissare la CO_2 atmosferica attraverso la sintesi clorofilliana; produciamo energia utilizzando in tutti i modi il sole (eolico, fotovoltaico e idroelettrico), riducendo sempre di più la combustione di petrolio e carbone (decarbonizzazione della produzione elettrica).



Ma la domanda che noi chimici ci rivolgiamo sempre più spesso è se l'anidride carbonica debba essere vista sempre come un **avversario** da combattere o può anche diventare un prezioso **alleato** capace di aiutarci. In sostanza, è possibile capovolgere la prospettiva e trasformare il **problema** in una **risorsa**?

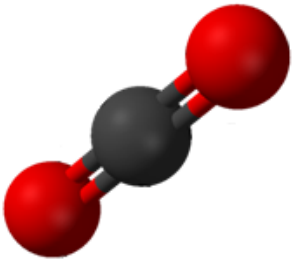
E qui entra in gioco la **chimica verde** che a giugno ci ha sorpreso, meravigliato e affascinato con un articolo su Science dal titolo "**Photocatalyzed oxidative cleavage of alkenes using CO_2 as an oxygen donor**".

Si tratta della ricerca di un team internazionale (Italia, Polonia, Germania, Svezia), di cui fanno parte il CNR e il Dipartimento di Chimica e Materiali del Politecnico di Milano.

L'argomento è la scissione ossidativa del doppio legame C=C degli alcheni, processo assai noto ai chimici industriali che, tramite la rottura di tale doppio legame, convertono molecole insature in acidi carbossilici, chetoni e aldeidi, ovvero composti intermedi per ottenere altre specie chimiche di enorme importanza nella civiltà odierna, quali polimeri, lubrificanti, farmaci e molti altri composti della **chimica fine**.

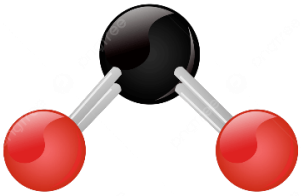
Solo per fare un esempio, dall'acido oleico, usando l'ozono come ossidante, si ottiene l'acido azelaico, impiegato in dermatologia e per ottenere polimeri (nylon). Il problema è che l'ozonolisi è un processo costoso e pericoloso. Costoso perché la produzione dell'ozono richiede molta energia e pericoloso in

quanto, durante il processo ossidativo, si formano alcuni intermedi (ozonuri) che hanno un carattere esplosivo. È' per questo motivo che l'ozonolisi viene eseguita a -78 °C.



Parliamo, quindi, di un processo industriale, poco sostenibile, non solo per i costi elevatissimi, ma anche perché utilizza un reagente estremamente aggressivo (l'ozono), consuma una enorme quantità di energia e pone gravi problemi di sicurezza per i lavoratori addetti.

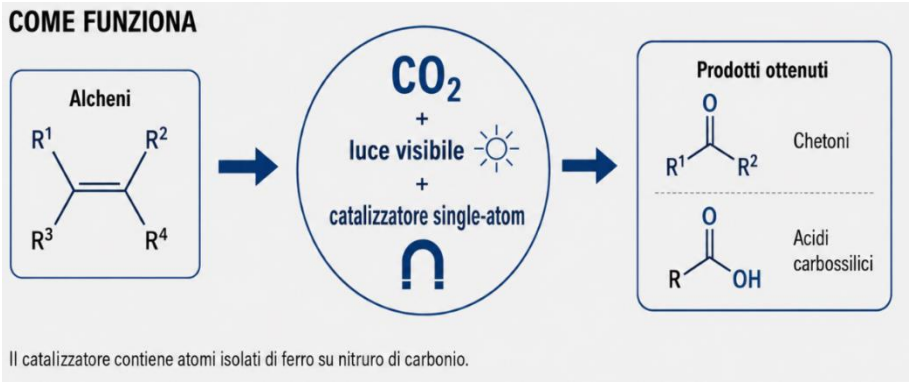
La ricerca di cui ci occupiamo, usa come ossidante l'anidride carbonica e la cosa può sembrare molto strana. Sappiamo che la molecola della CO_2 è lineare: il carbonio e i due ossigeni laterali stanno su una retta, formando un angolo di 180°. In tale assetto geometrico, la molecola è estremamente stabile e, quindi, poco reattiva.



Ma i ricercatori hanno utilizzato un foto-catalizzatore eterogeneo a base di ferro (supportato su nitruro di carbonio), che, grazie all'energia luminosa, attiva temporaneamente la CO_2, mediante la flessione dell'angolo di legame (bending), il che rende la molecola meno stabile e più reattiva.

È determinante che ciò avvenga a **temperatura ambiente** e **pressione ordinaria**.

L'ossidazione con la CO_2 "attivata" è risultata più blanda rispetto all'ozonolisi, preservando così gruppi funzionali sensibili del substrato iniziale. Un altro elemento interessante è che il catalizzatore è a base di ferro, un metallo molto comune, sicché non è necessario, come succede in molti altri casi, importare dall'estero (spesso dalla Cina), metalli rari di cui non disponiamo.



Certo, non sarà questo il modo con il quale l'umanità potrà risolvere il problema del riscaldamento planetario dovuto alla crescita della CO_2 nell'atmosfera terrestre. Abbiamo solo scoperto un metodo ulteriore (e assai utile, per altri scopi). oltre quelli elencati all'inizio, per contribuire a ridurre la CO_2 già emessa. E non è poco, se consideriamo che il tempo medio di residenza dell'anidride carbonica nell'atmosfera è di circa un secolo.

riccardo.maggiore@libero.it

INQUINANTI ETERNI E DIRITTI UMANI

Il 7 settembre si è riunito a Ginevra il Consiglio delle Nazioni Unite per i Diritti Umani per discutere di Intelligenza Artificiale e PFAS. Qualcuno potrebbe dubitare se esista una relazione fra i composti perfluoroalchilici e i diritti umani, ma basta leggere il rapporto ONU sui PFAS per sciogliere qualunque dubbio.

I c.d. inquinanti eterni (vedi Chisa Newsletter N. 2) hanno creato in alcune zone (in Italia, alcune aree del Veneto) situazioni estreme di inquinamento ambientale, al punto di negare per molte comunità alcuni diritti fondamentali, come quello a vivere in un ambiente pulito, di poter accedere alla giustizia, di tutelare la propria salute e poter accedere alle cure mediche. Il rapporto mette in evidenza l'asimmetria tra chi trae profitti dalla produzione dei PFAS e chi ne subisce il danno, anche a distanza di decenni (mancanza di giustizia intergenerazionale). Alle generazioni future sarà negato ogni accesso alla giustizia perché i termini di prescrizione avranno reso impossibile perseguire i responsabili. Gli oneri di risanamento ambientale, nel caso dei PFAS, sono elevatissimi e i paesi poveri non sono in grado di sostenerli. Si tratta di giustizia ambientale negata e mancato accesso alle cure mediche per le gravi carenze di quei sistemi sanitari.

In conclusione, il rapporto ONU chiede il divieto immediato dell'uso dei PFAS ed un'azione urgente di prevenzione dall'inquinamento, anche allo scopo di salvaguardare i diritti umani di intere comunità.

riccardo.maggiore@libero.it