ATTUALITÀ

Programma di un'indagine conoscitiva sulla valutazione delle conseguenze ambientali provocate dall'inquinamento urbano, dallo smaltimento dei rifiuti e dalle aree ad alto rischio

DOCUMENTO PRESENTATO ALLA COMMISSIONE AMBIENTE DELLA CAMERA DEI DEPUTATI

PARTE 3

Per la prima volta nella sua storia, la Società Chimica Italiana è stata consultata dal Parlamento Italiano nel corso di un'audizione parlamentare presso la "Commissione Ambiente, Territorio e Lavori Pubblici", tenutasi lo scorso 16 ottobre. Oltre il Presidente della VIII Commissione, On. Ermete Realacci, erano presenti circa altri quindici membri della Commissione.

Camera dei Deputati

Per la SCI, oltre al presidente, Francesco De Angelis, hanno relazionato, sui vari temi di interesse per l'audizione, Luigi Campanella, Luciano Morselli, Ferruccio Trifirò, Gabriele Centi. È stato altresì consegnato alla Commissione un documento, che potrete trovare già on-line sul sito della SCI, alla pagina documenti. In questa terza e ultima parte riportiamo gli interventi di Ferruccio Trifirò e Gabriele Centi.

di Ferruccio Trifirò

AREE INDUSTRIALI AD ALTO RISCHIO CHIMICO: LORO EVENTUALE RICONVERSIONE E ASPETTI DI SICUREZZA INDUSTRIALE

I poli chimici tradizionali sono quelli dove è presente la chimica di base, la produzione dei grandi intermedi e dei polimeri. Questi poli sono localizzati innanzi tutto dove sono gli impianti di steam cracking e/o di reforming che trasformano rispettivamente la nafta pesante proveniente dalle raffinerie nelle materie prime dell'industria chimica, in particolare nelle olefine leggere (etilene, propilene, buteni e butadiene, ciclopentene) e negli aromatici (benzene, toluene, xileni e trimetilbenzeni) che vengono utilizzati in gran parte nella produzione di polimeri (plastiche, fibre e gomme). Questi poli sono quelli di Marghera, Priolo, Porto Torres, Brindisi e Sarroch. Qui le materie prime derivate dal petrolio vengono trasformate in situ e inviate in parte ad altri poli. Esistono altri poli chimici dove le materie prime arrivano da altri siti per pipeline o nave, come Ravenna, Ferrara, Mantova, Livorno, Ottana, Assemini e Gela. Occorre ricordare, comunque, che la gran parte dell'industria chimica non è concentrata in questi poli chimici, ma è disseminata sul territorio con piccole e medie industrie e questo traspare bene osservando la distribuzione dell'occupazione chimica nel nostro Paese. Questa, infatti, è così distribuita: in Lombardia 41%, nel Lazio 10%, in Veneto 9%, in Emilia Romagna 8%, in Piemonte 7%, in Toscana 6% e solo piccole percentuali nelle altre regioni dove sono presenti diversi poli chimici. Le più significative industrie chimiche italiane, come fatturato, sono una ventina e solo poche di queste sono localizzate nei poli chimici, inoltre sono presenti in Italia una ventina di industrie chimiche straniere, con diversi siti produttivi in Italia, attive nei sopraccitati poli chimici, ma anche in altre località per la produzione di prodotti della chimica fine e secondaria e specialità chimiche.

Riconversione dei poli chimici

È difficile parlare di politiche di riconversione generalizzate a tutti i poli chimici, ma occorre esaminarli singolarmente. Saranno prima riportate alcune considerazioni generali sulle prospettive di riconversione dei poli chimici per migliorare la sicurezza e l'impatto ambientale, ma anche la competitività, e successivamente saranno analizzati in dettaglio due poli chimici, esempi della problematica della grande industria presente nel nostro Paese, quello di Marghera ed i poli chimici di tutta la Sardegna, considerati in un tutt'uno. Una parziale riconversione dei poli chimici può avvenire ospitando piccole e medie industrie di chimica fine, bioraffinerie, trasformando alcune delle materie prime naturali in prodotti chimici, utilizzando paraffine leggere che possono essere presenti nel metano proveniente dai rigassificatori e trasformando gli impianti cloro-soda a celle a mercurio a celle a membrana. Ma la sicurezza e l'impatto ambientale dei diversi insediamenti possono essere tenuti sotto controllo sottoponendo tutte le produzioni ad un'accurata valutazione del rischio (risk assessment) e controllo dell'impatto ambientale, avendo come obiettivo la certificazione EMAS dell'intero polo chimico.

Poli chimici come condomini per piccole medie industrie

Una possibilità per i diversi poli chimici, che hanno oramai ridotto la loro attività da anni, è di diventare sede di piccole e medie industrie che possono utilizzare i servizi presenti nel polo, come quelli dell'energia, acqua, vapore, gas, impianti di depurazione, servizi (mense, infermeria), ed anche disporre di materie prime.

La creazione di bioraffinerie

La possibilità di utilizzare materie prime rinnovabili per la produzione di carburanti, come etanolo ottenuto da fermentazione di zuccheri o diesel ottenuto per idrogenazione o transesterificazione di oli vegetali o grassi animali, renderà disponibile sul territorio etanolo a basso costo o glicerina e propano, questi ultimi sottoprodotti della produzione del diesel, che potrebbero essere convenientemente utilizzati come materie prime per l'industria chimica, nei poli chimici, in alternativa a quelle provenienti dal petrolio o per attivare nuovi processi.

L'utilizzo di paraffine leggere

L'utilizzo di paraffine leggere come etano, propano e *n*-butano presenti nel gas naturale può rendere i singoli poli chimici indipendenti dagli steam-cracking. Dalle paraffine leggere si può arrivare diretta-

mente alle olefine e quindi alle vecchie materie prime per deidrogenazione o attivare nuovi processi di funzionalizzazione diretta delle paraffine ad intermedi utili per ulteriori trasformazioni.

Produzione di cloro con celle a membrana

Le aree ad alto rischio sono i siti produttivi di cloro-soda, in particolare quelli che ancora utilizzano il processo cloro-soda a catodo a mercurio. Gli impianti presenti in Italia che hanno questa tecnologia sono: a Marghera da 200.000 t/a dell'EniChem; a Torviscosa da 69.000 t/a della Snia Viscosa; a Rosignano da 120.000 t/a della Solvay; a Pieve Vergonte, da 40.000 t/a della Tessenderlo; a Bussi da 60.000 della Solvay; a Volterra da 27.000 dell'Altair. Ad Assemini è funzionante l'unico processo che ha celle a membrana che non utilizzano mercurio, considerata una tecnologia BAT. L'impianto di Assemini ha una produzione da 170.000 t/a ed appartiene all'Eni. Sarebbe necessario trasformare questi processi con celle a mercurio nella tecnologia a membrana.

Gestione di impianti ad alto rischio chimico

Il rischio è la probabilità che sia raggiunto il livello potenziale di danno nelle condizioni di impiego/esposizione ed è il prodotto dell'entità delle possibili conseguenze per la probabilità del loro verificarsi. Il rischio specifico di una produzione chimica è quello derivante dalle apparecchiature, reagenti intermedi e prodotti e metodi e pratiche di lavoro e può riguardare tanto i dipendenti diretti che indiretti (delle imprese o di terzi). Occorre richiedere una valutazione del rischio (Risk Assessment) di ogni singola produzione, procedura che consiste nell'utilizzare i risultati delle *analisi del rischio* per assumere decisioni (applicando strategie di revisione e riduzione), effettuando raffronti con criteri/livelli di accettabilità su come controllare il rischio residuo e possibilmente ridurlo. Diverse sono le strategie per gestire con sicurezza produzioni chimiche ad alto rischio chimico. Si parte dalla ricerca di *una sicurezza intrinseca* utilizzando o materiali e condizioni di processo non pericolose e se questo non è possibile è necessario effettuare interventi di *sicurezza attiva*, ossia utilizzando controlli, blocchi di sicurezza e chiusure di emergenza, *di sicurezza passiva* eliminando o minimizzando i pericoli con interventi sull'impianto e *di sicurezza procedurale*, ossia di programmazione di procedure operative di sicurezza. Questo per processi già esistenti, per nuovi processi la strategia per realizzare processi sicuri è quella di *minimizzare*, ossia usare piccole quantità di materiale pericoloso, *sostituire* un materiale con uno meno pericoloso, usare condizioni meno pericolose e/o forme meno pericolose, *limitare* i danni progettando apparecchiature che minimizzano l'impatto del rilascio di sostanze pericolose, *semplificare* ossia progettare apparecchiature e processi che rendono gli errori meno possibili.

Certificazioni ambientali e di sicurezza delle singole aziende

Occorre verificare che le singole aziende presenti nei poli tutelino la sicurezza e la salute dei dipendenti, la protezione dell'ambiente, la sicurezza nei processi e nella logistica, gestiscano in maniera responsabile i loro prodotti lungo l'intero ciclo di vita e garantiscano una produzione sostenibile. I parametri ambientali che occorre tenere sotto controllo sono: le emissioni acquose (carico di N, solidi sospesi, contenuto d'organico e di P), emissioni gassose (NO_x, SO_X, CO, organici ed inorganici volatili, polveri, metalli pesanti), rifiuti solidi (speciali e pericolosi) e le emissioni di gas ad effetto serra (N_2O, CO_2, CH_4, SF_6, HFC e PFC). La sostenibilità della produzione deve essere garantita controllando le quantità di acqua, energia e materie prime consumate per t di prodotto. Questo può essere garantito richiedendo che tutte le aziende abbiano una certificazione ISO 14001 che identifichi una serie di standard internazionali relativi alla gestione ambientale delle organizzazioni. La certificazione ISO 14001 non attesta una particolare prestazione ambientale, né tanto meno dimostra un impatto particolarmente basso, ma piuttosto sta a dimostrare che l'organizzazione certificata ha un sistema di gestione adeguato a tenere sotto controllo gli impatti ambientali delle proprie attività e ne ricerca sistematicamente il miglioramento in modo coerente, efficace e soprattutto sostenibile.

Iscrizione delle singole aziende al servizio emergenze trasporti

Inoltre deve essere richiesto che le singole aziende siano iscritte al "Servizio Emergenze Trasporti" che è un programma volontario a cui aderiscono imprese associate a Federchimica (Federazione Nazionale dell'Industria Chimica) e a cui partecipano altre imprese e associazioni interessate a cooperare con le autorità pubbliche, al fine di assisterle negli eventuali incidenti derivanti dal trasporto su strada e su ferrovia di sostanze e preparati chimici.

Ottenere la registrazione EMAS dei singoli poli chimici

Effettuata la valutazione del rischio, ed ottenuta la certificazione ISO 14001 delle singole produzioni, occorre ottenere *la registrazione EMAS (Environmental Management and Audit Scheme)*, uno standard di certificazione di qualità ambientale riconosciuto dall'Unione Europea, di tutto il polo chimico come un tutt'uno. Per ottenere l'EMAS occorre effettuare le seguenti procedure:

1) Effettuare un'analisi ambientale - Esaminare tutti gli impatti ambientali delle attività svolte: processi produttivi, prodotti e servizi, metodi di valutazione, quadro normativo, prassi e procedure di gestione ambientale già in uso.

2) Dotarsi di un sistema di gestione ambientale - Il sistema deve specificare responsabilità, mezzi, procedure operative, esigenze di formazione, provvedimenti di monitoraggio e controllo, sistemi di comunicazione.

3) Effettuare un audit ambientale.

4) Predisporre una dichiarazione ambientale.

5) Ottenere la verifica indipendente da un verificatore EMAS.

6) Registrare la dichiarazione presso l'organismo competente.

Il polo chimico di Marghera

La fotografia delle industrie chimiche presenti a Marghera è emblematica di quella che è stata la dinamica del cambiamento dell'industria chimica mondiale in questi ultimi anni. Da industrie che producevano diversi prodotti, si è passati ad aziende specializzate che sono tutte leader mondiali o europee della produzione realizzata a Marghera. È avvenuta una specializzazione delle aziende, ed oramai, se non si è almeno leader europei, non si sopravvive nel mercato globale. Inoltre tutte le aziende straniere sono attive anche a valle, nei prodotti a comportamento, ossia trasformano in altre località i prodotti ottenuti a Marghera. Queste aziende per rimanere competitive hanno bisogno di nuovi investimenti per migliorare la qualità e diminuire i costi della produzione attuale.

Le esigenze di Eni sono quelle di migliorare la qualità della produzione della raffineria, senza intervenire sulla sua capacità, realizzando nuove unità che trasformino frazioni pesanti in combustibili leggeri e di costruire una seconda raffineria.

Polimeri Europa ha l'esigenza di ammodernare i forni di cracking, ma anche di aumentarne la potenzialità, c'è necessità di avere a disposizione più olefine in Italia, inoltre non è ancora chiaro se il toluene che prima veniva utilizzato dalla Dow, che ha chiuso recentemente la sua produzione, sarà collocato sul mercato o sarà necessario realizzare un impianto d'idrodealchilazione a benzene.

Ineos Vinyls ha bisogno di aumentare la produzione di dicloroetano per clorurazione diretta dell'etilene, impianto attualmente di Syndial, modifica che può avvenire senza significativi investimenti, ed inoltre di aumentare la produzione di CVM e di PVC, anche questi sbottigliamenti possano avvenire con modeste modifiche.

Solvay Fluor ha necessità di costruire un impianto di H_2SO_4, indispensabile per la sintesi di HF a partire dallo zolfo prodotto dalla locale raffineria.

Syndial ha l'esigenza di trasformare l'impianto cloro-soda da catodo a mercurio a celle membrane che è la "best available technology" (BAT).

Montefibre ha bisogno di costruire un impianto di sintesi di acrilonitrile a partire da propilene eventualmente prodotto a Marghera, per abbassare il costo della materia prima principale della fibra acrilica.

Sapio ha esigenza di utilizzare l'impianto di reforming della Dow, oramai fermo, per produrre idrogeno e per questo avrà bisogno anche di realizzare un impianto di water-gas schift per trasformare il CO prodotto ulteriormente ad H_2.

Tutte le aziende, e soprattutto Ineos Vinyls, che dovrà gestire il nuovo cloro-soda, hanno la necessità di costruire una nuova centrale elettrica a turbogas da 400 MW, per abbassare il costo dell'energia elettrica. Infine tutte le aziende hanno bisogno di non limitare la vita del petrolchimico a 10 anni, anche per giustificare gli eventuali investimenti per le modifiche sopradescritte. Anche accettando che la permanenza della chimica non sia più a tempo indeterminato, per le aziende dovrebbe essere garantita una permanenza per almeno trent'anni, affinché queste siano invogliate a realizzare gli investimenti necessari per rimanere competitive. L'importanza della sopravvivenza del polo chimico di Marghera è inoltre determinato dai forti legami esistenti con gli altri poli presenti al Nord. Infatti, da Marghera etilene e propilene vanno a Ferrara, buteni e butadiene a Ravenna, benzene ed etilene a Mantova. Da Mantova, infine, l'acetone sottoprodotto della produzione di fenolo va a Marghera per essere trasformato ad acetoncianidrina.

Analisi della produzione chimica in Sardegna

Gli insediamenti chimici in Sardegna sono ad Ottana, Porto Torres, Sarroch ed Assemini. Di seguito saranno esaminate le produzioni, le esigenze dei singoli insediamenti ed i legami tra di loro.

Porto Torres

L'impianto di steam cracking della nafta pesante di Syndial produce etilene, propilene e benzina pirolitica dalla quale vengono estratti toluene e benzene e la frazione C5, da cui per idrogenazione viene ottenuto ciclopentano. Il toluene deve essere trasformato in situ in un impianto di idrodealchilazione a benzene, che ha un maggiore utilizzo e valore. Il benzene ottenuto viene trasformato nel sito nell'impianto di produzione di cumene insieme al propilene, mentre l'etilene viene trasformato sempre nello stesso insediamento in polietilene e dicloroetano. Il ciclopentano è venduto ed è utilizzato come espandente puro o in miscela nella preparazione della schiuma poliuretanica rigida, utilizzata come isolante in apparecchiature frigorifere.

L'impianto di produzione di cumene di Syndial dove si realizza l'alchilazione del benzene a cumene è l'unico impianto esistente in Italia; il cumene viene successivamente ossidato a fenolo ed acetone in parte a Porto Torres, in parte a Mantova. L'impianto di produzione di polietilene ad alta densità HDPE appartiene alla Polimeri Europa, e produce una plastica utilizzata per applicazioni a stampaggio ad iniezione: esiste solo un altro impianto per la produzione dello stesso tipo di polietilene localizzato a Brindisi.

Sasol, multifunzionale sudafricana, produce nel sito alchil benzeni per alchilazione del benzene con olefine interne, che provengono da Sarroch. Questi alchilbenzeni, sono inviati ad altri stabilimenti per la produzione di detergenti. In Italia c'è solo una seconda produzione di alchilbenzeni, sempre della Sasol, ad Augusta. Polimeri Europa produce le gomme nitriliche (NBR-Europrene), che sono a base di butadiene: questo è l'unico impianto esistente in Italia. Ineos Vinyls, produce nel sito cloruro di vinile sia da dicloroetano, che proviene da Assemini, sia per ossoclorurazione dell'etilene, utilizzando HCl, ottenuto nella deidroclorurazione del dicloroetano. Il cloruro di vinile viene, poi, polimerizzato in emulsione a PVC, e questo è l'unico impianto in Italia per questo tipo di polimero ed è uno dei più grandi al mondo. Ineos Vinyls ne ha altri due rispettivamente per la produzione di questo tipo di PVC, uno in Germania e uno in Inghilterra. Sembra necessario aumentare la capacità di questa produzione, attualmente, infatti, una parte del cloruro di vinile prodotto viene venduto.

Sarroch

A Sarroch è insediata la raffineria Saras da questa arriva all'impianto di reforming (impianto di aromatizzazione) di Polimeri Europa, presente nel sito la frazione C8-C9 per produrre i seguenti alchilaromatici: benzene che va a Porto Torres, etilbenzene che viene utilizzato per la produzione di stirene in altri stabilimenti, *p*-xilene che va a Ottana per la produzione di acido tereftalico, metaxilene, di cui Polimeri Europa è l'unico produttore europeo, usato per produrre acido isoftalico ed alle volte come monomero nella produzione di polietilentereftalato, ortoxilene che viene venduto per produrre anidride ftalica, mesitilene che viene venduto come intermedio per la produzione di coloranti e per la preparazione di antiossidanti ed inibitori organici e pseudocumene che viene venduto per la produzione di anidride trimellitica utilizzata nel campo delle resine.

Dall'impianto di fluid catalytic cracking della Saras viene prodotto anche propilene che non viene trasformato in situ. Sasol produce a Sarroch paraffine a 10-20 atomi di carbonio che poi deidrogena ed anche olefine interne, queste ultime inviate a Porto Torres.

Ottana

Da Sarroch arriva il *p*-xilene che viene trasformato da Equipolymers, per produrre acido tereftalico. Equipolymers dovrà portare la produzione da 170.000 a 190.000 t/anno. L'acido tereftalico viene utilizzato per la produzione di PET (polietilene tereftalato) sempre ad Ottana. Si parla di realizzare un impianto per la produzione di film biorientati di PET per packaging.

Assemini

L'Ineos Films produce film di PVC per packaging, Fluorsid produce AlF_3 e criolite sintetica per produrre alluminio. Syndial ha un impianto di cloro-soda a celle a membrana, l'unico esistente in Italia di questo tipo. Nell'impianto si produce Cl_2, H_2, NaOH. Il cloro viene utilizzato per la produzione di dicloroetano per clorurazione diretta dell'etilene che viene da Porto Torres. L'idrogeno potrebbe essere utilizzato per produrre energia (da 15 MW) o per trasformazioni chimiche. Il costo dell'energia è la componente penalizzante del processo.

Questa analisi evidenzia che c'è una forte integrazione fra i diversi siti in Sardegna, alcune delle produzioni sono uniche in Italia od hanno solo un secondo altro impianto. È necessario aumentare la capacità produttiva di alcuni impianti (il PVC e l'acido tereftalico) e trovare un utilizzo nell'isola per alcune materie prime come il propilene, il ciclopentano, il mesitilene, l'etilbenzene, lo pseudocumene, il ciclopentano e l'idrogeno. Inoltre è necessario potere avere a disposizione energia a basso prezzo per condurre l'impianto elettrochimico cloro-soda di Assemini.

di Gabriele Centi

IMPIEGO DI TECNOLOGIE "VERDI" E DI PROCESSI INDUSTRIALI "SOSTENIBILI"

Uno sviluppo sostenibile richiede di armonizzare i bisogni della società (salute, qualità della vita, occupazione, sviluppo) ad una gestione appropriata delle risorse (energia, materie prime) ed al mantenimento dell'ambiente naturale e della sua biodiversità.

Sebbene tutto il settore manifatturiero, nel cui ambito trova collocazione anche la produzione chimica, che rappresenta uno degli elementi chiave dell'innovazione di tutto il settore stesso, abbia migliorato significativamente il proprio impatto sull'ambiente nell'ultimo decennio (principalmente per adeguarsi alle normative ambientali, ma in parte anche per migliorare la propria immagine sulla società), è necessario applicare una strategia più efficace a lungo termine che si basi sui seguenti punti principali:

1) sviluppare nuovi processi più puliti che prevengano le emissioni inquinanti e la formazione di rifiuti e/o scarti (e/o sottoprodotti di limitato utilizzo) invece di convertirli successivamente attraverso tecnologie di trattamento (ad esempio utilizzando nuove tecnologie di combustione che limitino intrinsecamente la produzione di NOx invece di adottare tecnologie di riduzione degli NOx a valle del processo di combustione);

2) aumentare il riciclo interno al sistema produttivo, ad esempio (a) incrementando il riciclo di acqua di processo e/o trattamento, per minimizzare l'uso delle risorse ed un inquinamento diffuso connesso al prelevamento continuo di acqua di falda con riimmissione con qualità inferiore a quella di partenza), e (b) valorizzando il recupero dei sottoprodotti (ad esempio riciclando sottoprodotti di reazione, oppure recuperando ad esempio da scarti della produzione agroalimentare sostanze chimiche da utilizzare in processi di sintesi o come materiali alternativi);

3) sviluppare nuove tecnologie per la riduzione dell'utilizzo delle risorse (energia, materie prime), ad esempio (a) utilizzando sistemi continui di monitoraggio ed autoregolazione della produzione che diminuiscano gli scarti, (b) aumentando la selettività nei processi di sintesi, e (c) effettuando in un unico stadio processi attualmente multistadio;

4) diversificare le materie prime utilizzate nella produzione, ad esempio incrementando l'utilizzo di risorse rinnovabili (biomasse, energia solare) nella produzione sia di materiali che per usi energetici o di consumo;

5) sviluppare sistemi di produzione delocalizzati, sia di tipo energetico che produttivo che (a) evitino localmente (in un sito produttivo) che l'impatto ambientale superi la capacità dell'ambiente di autodepurarsi (ad esempio, riducendo la necessità di avere megacentrali di produzione di energia, e/o per effetto di economia di scala si abbia concentrazione in un unico sito di varie produzioni) e (b) riducano il trasporto a lunghe distanze di sostanze pericolose (ad esempio di varie sostanze chimiche).

Questi aspetti rappresentano gli elementi chiave di una strategia per uno sviluppo sostenibile che trova ad esempio riscontro nella "European Sustainable Development Strategy (EU SDS)" dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (European Environment Agency - EEA) che identifica nei seguenti aspetti alcuni dei mattoni su cui costruire questa strategia a lungo termine: (a) uso sostenibile delle risorse naturali, (b) strategia di prevenzione dei rifiuti e di riciclo, (c) produzione integrata, (d) tecnologie di protezione dell'ambiente e (e) produzione ecocompatibile di energia. Questa strategia vuole "promuovere un consumo e produzione sostenibile che combini lo sviluppo sociale ed economico alla capacità di mantenimento dell'ecosistema, quindi effettuando il

disaccoppiamento dello sviluppo economico dalla degradazione dell'ambiente". Il piano di azione europeo, per essere efficace, deve porsi in armonizzazione con le strategie a livello nazionale e quelle internazionali (ad esempio delle Nazioni Unite).

Risulta quindi necessario che *a livello nazionale venga accelerata l'introduzione di una strategia di implementazione efficace dei cinque aspetti sopra delineati* che combini ad un ampliamento della base delle conoscenze fondamentali necessarie per attuare coerentemente una politica di sviluppo sostenibile, una serie di incentivi atti a favorire nell'industria manifatturiera l'introduzione di dette strategie di sviluppo sostenibile.

Infatti, in un lungo termine, l'adozione di processi e tecnologie sostenibili rappresenta il fattore chiave per l'innovazione ed il mantenimento della competitività dell'industria italiana. Solo attraverso il continuo sviluppo di nuovi processi e tecnologie è possibile mantenere il divario tecnologico verso paesi in forte sviluppo, quali i paesi dell'area asiatica e del Sud America, ove politiche di basso costo della manodopera (ed in parte minori costi di protezione dell'ambiente) favoriscono la continua crescita produttiva. Per mantenere la competitività è quindi necessario accelerare l'innovazione nell'industria in Italia, attraverso la promozione di una strategia volta ad incentivare l'adozione di processi e tecnologie sostenibili.

Lo sviluppo di nuove tecnologie che riducano gli scarti di produzione, ad esempio attraverso l'utilizzo di sensori dinamici di controllo dello stato dei materiali, oppure la riduzione degli stadi di processo nella sintesi di prodotti chimici attraverso l'introduzione di processi multistadio catalitici, permette di abbinare (a) una riduzione dell'impatto ambientale e dell'utilizzo di risorse, (b) un miglioramento dell'economicità del processo e di gestione dello stesso, (c) un mantenimento della competitività e livelli occupazionali, e (d) una riduzione dei rischi.

Quindi in un lungo termine, *l'innovazione derivante dalla promozione di strategie di sviluppo sostenibile permette un rafforzamento del sistema produttivo*. Tuttavia, in un breve termine occorre favorire l'introduzione di questa visione nel sistema produttivo, anche attraverso incentivi economici per lo sviluppo sostenibile, ed aumentare la capacità del sistema di ricerca di produrre conoscenze e trasferirle verso il mondo produttivo.

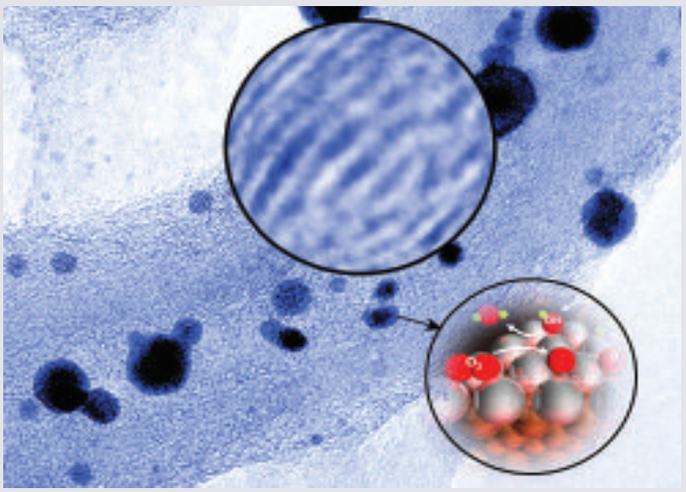
Elementi chiave necessari per realizzare questi obiettivi sono i seguenti:

- *Promuovere le biotecnologie industriali ed ambientali.* Si possono in particolare individuare le seguenti sette priorità:

1) selezione di nuovi enzimi e microorganismi di interesse industriale ed ambientale;

2) caratterizzazione e ottimizzazione dei biocatalizzatori;

3) miglioramento dei biocatalizzatori (enzimi e microorganismi) attraverso tecniche genomiche, proteomiche, metabolomiche, bioinformatiche e computazionali;



4) ingegneria metabolica;

5) progettazione di processi biocatalitici innovativi;

6) progettazione e sviluppo di processi fermentativi e biodegradativi innovativi;

7) processi innovativi per il recupero del prodotto.

- *Sviluppare nuove Tecnologie dei Materiali.* Si possono in particolare individuare le seguenti priorità:

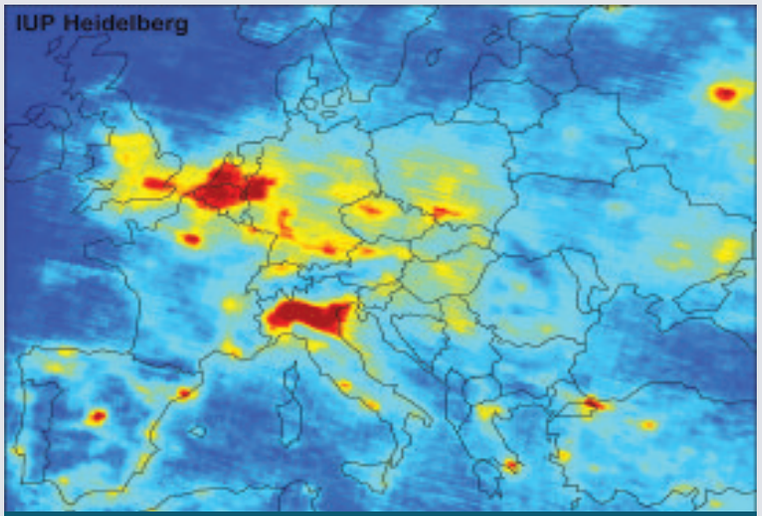
1) Nanoscienze e nanotecnologie: a) Materiali e superfici nanostrutturate e/o autoassemblanti; b) Materiali e superfici autoriparanti; c) Strutture dendritiche con proprietà controllate; d) Nuove strategie di sintesi: Click chemistry; e) Materiali a nanoscala e loro interazione con sistemi biologici.

2) Nuovi materiali con più elevato contenuto di conoscenze: a) Materiali compositi nanostrutturati, b) Materiali e molecole intelligenti, c) Materiali organici per elettronica e fotonica, d) Materiali nanostrutturati con proprietà magnetiche controllate.

3) Nuovi processi di fabbricazione basati sulle conoscenze e concetti di sostenibilità: a) Materiali da risorse rinnovabili, b) Ottimizzazione dei processi per sintesi di polimeri e materiali compositi, c) Nuovi catalizzatori nanostrutturati con superfici funzionalizzate, d) Modelli computazionali dell'evoluzione strutturale durante la lavorazione e ciclo di vita.

4) Materiali con elevato contenuto di conoscenze ed approcci innovativi per specifici settori industriali: a) Materiali per conversione energia, b) Biomateriali per engineering biomedicale, c) Nuovi materiali e tecnologie per condizioni estreme, d) Sviluppo e applicazione di nuovi materiali e fibre per l'industria tessile, e) Sviluppo di materiali multifunzionali per il settore della mobilità, f) Sviluppo di materiali e dispositivi per il settore della salute, g) Tecnologie avanzate dei materiali per il settore della costruzione.

- *Incentivare una progettazione sostenibile delle reazioni e dei processi*. Si possono in particolare individuare le seguenti priorità:



Mappa dell'inquinamento da NO_2 (da satellite, dal sito ESA)

1) Nuove strategie di sintesi: a) Nuovi mezzi di reazione, b) Nuovi substrati e/o reagenti, c) Utilizzo di materia prime alternative e nuovi building blocks, d) Riduzione dei passaggi di sintesi e reazioni multifunzionali, e) Ossidazioni selettive con H_2O_2 e/o O_2, f) Sintesi speciali, g) Nuove metodologie per fornire l'energia, h) Conversione di processi discontinui in continui: microreattori e intensificazione di processo.

2) Nuovi catalizzatori per nuovi prodotti e/o processi: a) Nuovi catalizzatori ad alta efficienza per prodotti di chimica fine, farmaceutici e commodities attraverso processi puliti, b) Processi catalizzati da complessi metallici, c) Catalisi asimmetrica, d) Organocatalisi, e) Ulteriori problematiche future per la catalisi, f) Catalisi per un'energia e mobilità sostenibile, g) Catalisi e altre strategie per la protezione dell'ambiente, h) Processi di ossidazione avanzata (AOP) per il trattamento e rimediazione, i) Nanotecnologie nella prevenzione e rimediazione dell'inquinamento.

3) Sintesi e caratterizzazione di nanosistemi: a) Sintesi, funzionalizzazione e processabilità di nanoparticelle, b) Modellazione e progettazione di building blocks per materiali nanostrutturati, c) Mastering e assemblaggio di nanocristalli a materiali nanostrutturati funzionalizzati, d) Modellazione di nanostrutture.

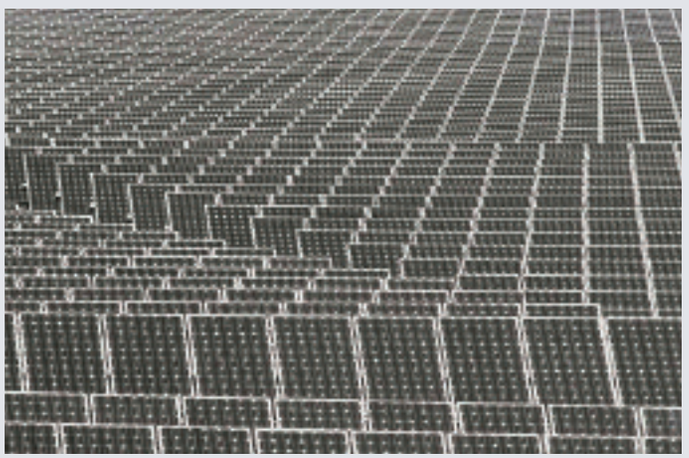
4) Progettazione impianti e processi: a) Nuovi processi per combustibili e fonti di energia alternative, b) Engineering avanzato dei prodotti e di sistema, c) Intensificazione di processo, d) Tecniche in silico.

Per catalizzare la transizione verso una società basata sulle conoscenze e un sistema di produzione che integri in maniera bilanciata gli aspetti economici, di protezione dell'ambiente e di qualità della vita (obiettivi anche della politica europea), è necessario *sviluppare un'alleanza strategica ed intellettuale* che permetta uno *sforzo concertato a lungo termine*, e che sia *condiviso e supportato* da tutti gli attori del settore. Questa alleanza permetterà anche di stabilire un insieme coordinato di azioni e un contesto socioeconomico che stimoli l'innovazione, in un quadro generale di salvaguardia dell'ambiente e della società.

A livello europeo sono state promosse varie Piattaforme Tecnologiche Europee che hanno proprio gli obiettivi delineati sopra. *La chimica è una delle aree prioritarie* per raggiungere questi obiettivi. Infatti, la chimica (la scienza di creare, controllare e modificare i prodotti e i materiali a livello molecolare) pervade tutta la nostra società. La chimica parte dalle risorse naturali (petrolio, gas, biomasse, ecc.) e le funzionalizza progressivamente per produrre la maggior parte dei materiali di uso quotidiano. Una chimica realizzata e gestita correttamente ci permette di conservare le risorse naturali e di preservare l'ambiente. Da nuovi prodotti anticancro ed antiinvecchiamento, a nuove soluzioni per l'energia ed a materiali funzionali per tutto il settore manifatturiero, la chimica rappresenta l'elemento chiave per uno sviluppo sostenibile. In Italia il fatturato è stato circa 55 miliardi € nel 2006, con un tasso di crescita del 3% e un numero di lavoratori nel settore di circa 200.000 unità.

A livello europeo, la Piattaforma Tecnologica Europea per la Chimica Sostenibile (ETPSusChem, www.suschem.org), promossa dalla CEFIC (Federazione Europea delle Industrie Chimiche) e da EuropaBio (Federazione Europea delle Industrie Biotecnologiche e delle Scienze della vita), ha individuato una *visione comune nei prossimi 20 anni* e le conseguenti strategie di ricerca ed implementazione necessarie per abbinare il rafforzamento del sistema produttivo ad uno sviluppo sostenibile. *I due aspetti non sono in competizione*, ma in *integrazione sinergica*. Elemento chiave è la condivisione tra industria e società degli obiettivi di sviluppo e la creazione di politiche coerenti a questi obiettivi.

In Italia, la strategia industriale nel settore chimico, successivamente ad una prima fase negli anni 70-90 di riduzione delle emissioni di importanti inquinanti atmosferici (in particolare CO_2, SO_2, NO_x, diossine e metalli pesanti) attraverso principalmente tecnologie di post trattamento, è focalizzata oggi ad un miglioramento del rapporto costi/benefici delle tecnologie ambientali in relazione alle differenti regolamentazioni. Una strategia a più lungo termine, volta a considerare la riduzione dell'impatto ambientale come un fattore chiave per la propria innovazione e competitività è in gran parte assente o molto limitata.



Il collegamento dell'industria chimica con il sistema della ricerca di base è carente e presenta notevoli lacune. Il divario tra la situazione in Italia e negli altri paesi europei del finanziamento industriale al mondo della ricerca è notevole. *L'Osservatorio per la Chimica* riporta riguardo alla relazione tra ricerca ed innovazione che "la competitività del sistema industriale italiano risente in modo fortemente negativo della scarsa diffusione presso le nostre aziende di innovazione tecnologica ed ancor più della scarsa capacità delle aziende di valorizzare le conoscenze a fini economici. Fra le ragioni di tali difficoltà la più significativa è sicuramente individuabile nella strutturale debolezza nei rapporti tra le imprese e il mondo della ricerca". All'estero sono state create strutture di supporto per favorire questo rapporto tra imprese e mondo della ricerca. Ad esempio in Francia sono stati creati i Poli di Competitività. Dei 66 creati, uno è dedicato a Chimica ed Ambiente (Axelera, www.axelera.org). Creato nel giugno 2005, Axelera ha oggi un portafoglio di oltre 70 milioni di euro in progetti di ricerca, testimoniando come esista la necessità di un'efficace interazione tra industria e mondo.

In Italia, per favorire la creazione di un'alleanza strategica ed intellettuale per una chimica sostenibile, che coinvolga in un'azione concertata tutti gli attori del settore chimico presenti in Italia (università e centri di ricerca, industrie, associazioni di settore, enti di finanziamento e regolazione, associazioni ambientali e non governative ecc.), ed iniziare un cammino virtuoso che porti ad un'accelerazione dell'innovazione e favorisca la transizione verso un'economia sostenibile basata sulle conoscenze, è stata creata la Piattaforma Tecnologica Italiana per una Chimica Sostenibile (ITSusChem, www.itsuschem.it) che rappresenta sul piano nazionale l'equivalente Piattaforma Europea. Sebbene a questa piattaforma partecipino oltre 150 Istituzioni e numerose industrie ed associazioni industriali di settore, la partecipazione attiva industriale alle azioni della piattaforma è carente, a conferma della citata difficoltà di interazione tra mondo produttivo e della ricerca.

ITSusChem è organizzata in tre principali settori tecnologici: 1) Biotecnologie Industriali, 2) Tecnologie dei Materiali e 3) Progettazione delle Reazioni e dei Processi. Aspetti trasversali sono presenti nella quarta area tematica: Aspetti Orizzontali. È stato preparato un documento condiviso "Pianificare e ristrutturare la ricerca e l'innovazione in Italia per una chimica sostenibile" che rappresenta la visione e piano di azione per una strategia di sviluppo sostenibile nel settore chimico.

L'adozione di strumenti di pianificazione e ristrutturazione progressivi nel breve, medio e lungo termine nell'area dei processi e tecnologie per uno sviluppo sostenibile è un elemento centrale per ridurre le conseguenze ambientali provocate dall'inquinamento urbano, dallo smaltimento dei rifiuti e dalle aree ad alto rischio. La valutazione dell'impatto sull'ambiente del sistema produttivo e sociale deve essere seguita da un piano di azione ed una strategia di sviluppo sostenibile, che deve essere condivisa affinché sia realizzabile e funzionale. Per fare questo, è necessario porre le condizioni e gli strumenti, quali le piattaforme tecnologiche nazionali e/o i Poli di Competitività, affinché si possa realizzare questa condivisione di obiettivi ed un efficace trasferimento dal mondo della ricerca a quello industriale. In questo modo, le strategie di sviluppo sostenibile divengono l'elemento chiave per l'innovazione ed il rafforzamento del sistema produttivo.

Tra i risultati dell'adozione di questo piano programmatico di ricerca si possono citare:

1) *Una energia sicura e sostenibile*, ovvero un utilizzo più razionale e sostenibile delle risorse energetiche, da realizzare anche attraverso una delocalizzazione della produzione di energia e la creazione di tecnologie per lo sfruttamento delle risorse rinnovabili.

2) *Smart living*, ovvero quell'insieme di tecnologie e prodotti della chimica per la salute e la bellezza, per la diagnostica e il monitoraggio, per il controllo della qualità dell'aria in ambienti chiusi (auto, casa), che portano ad un miglioramento della qualità della vita.

3) *Un ambiente pulito*, attraverso l'incentivazione di tecnologie quali la catalisi che forniscono soluzioni per numerosi dei problemi ambientali, dalla depurazione delle emissioni da sorgenti mobili o fisse, alla decontaminazione di acqua e suolo, alla riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e della produzione di rifiuti.

4) *Uso razionale delle risorse*, per ottimizzare e ridurre di risorse limitate, sia energetiche che materie prime.

5) *Prodotti per una migliore qualità della vita*. Le biotecnologie industriali permettono di sviluppare processi più efficienti per sintetizzare medicine, additivi e componenti per l'alimentazione, la salute ed il benessere.

6) *Creazione di posti di lavoro attraverso una migliore competitività industriale*, rafforzando la competitività del settore chimico industriale, incentivando l'innovazione e l'interazione tra mondo della ricerca ed industriale.