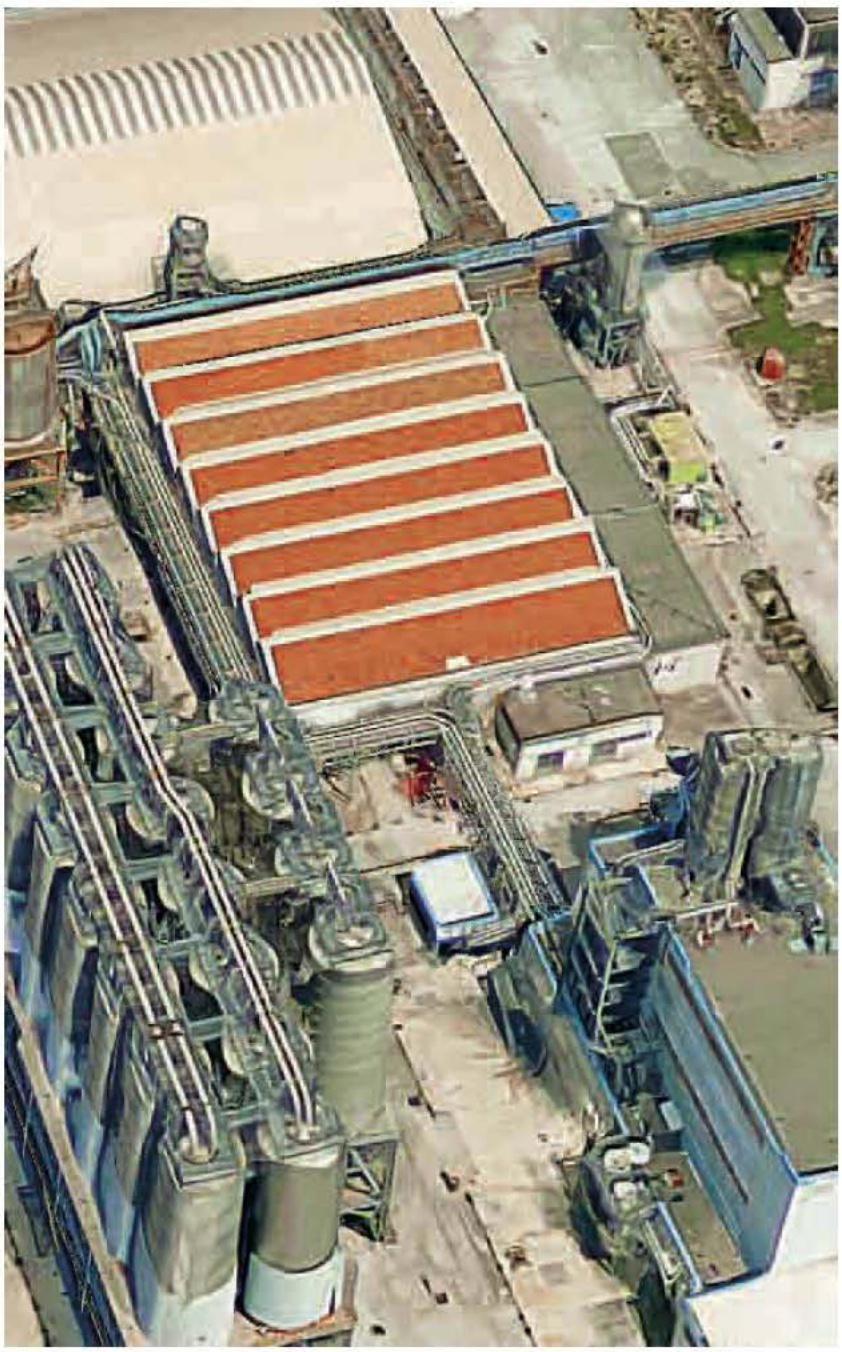
ingenium

ISSN 1971 - 6648

Anno XXVI – N. 108 – Ottobre - Dicembre 2016 – Sped. in A.P. – 45% – Filiale di Terni

PERIODICO DI INFORMAZIONE (CINECA-MIUR n. E203872)
DELL'ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TERNI www.ordingtr.it



Numero monografico

Il futuro della chimica a Terni

fap srl

distributore Umbria per: LineaVita

Soluzioni per la sicurezza nei lavori in quota!

Preventivi e sopralluoghi gratuiti
Realizzazione di sistemi anticaduta - Verifica analitica della struttura di supporto
Fornitura e posa in opera certificata mediante personale altamente specializzato - Collaudo in opera
Elaborazione del fascicolo tecnico - Progettazione e realizzazione di elementi di ancoraggio su misura

Foligno (Pg) - Italy | Via A. Clareno 15/D, 06034 | Tel: 0742 320 920 Fax: 0742 32 90 98
FAP srl | www.fapsrl.net | lineavita@fapsrl.net

Anno XXV - n. 108
ottobre-dicembre 2016

In copertina:
Chimica industriale a Terni

Il contenuto degli articoli firmati rappresenta l'opinione dei singoli Autori.

INGENIUM
ingenium@ordingtr.it

Direttore responsabile:
CARLO NIRI
ingenium@interstudiotr.it

Caporedattore:
SIMONE MONOTTI
studiomonotti@gmail.com

Redazione:
PAMELA ASCANI
MARIO BIANCIFIORI
CLAUDIO CAPORALI
GIOIA CLEMENTELLA
MARCO CORRADI
DEVIS FELIZIANI
ALBERTO FRANCESCHINI
LAURA GUERRIERI
PIERGIORGIO IMPERI
FRANCESCO MARTINELLI
EMILIO MASSARINI
SILVIA NIRI
PAOLO OLIVIERI
ALESSANDRO PASSETTI
ROBERTO PECORARI
MARCO RATINI
ELISABETTA ROVIGLIONI

Editore
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Terni
05100 Terni - Corso del Popolo, 54

Responsabile editoriale
Presidente pro-tempore
Dott. Ing. EMILIO MASSARINI

Direzione, redazione ed amministrazione
Ordine degli Ingegneri
della Provincia di Terni
Piazza M. Ridolfi, 4 - 05100 Terni
Tel. 0744/403284 - Fax 0744/431043

Autorizzazione del Tribunale
di Terni n. 3 del 15/5/1990

Composizione elettronica: MacAug
Stampa: Tipolitografia Visconti
Viale Campofregoso, 27 - Terni
Tel. 0744/59749

INGENIUM è inserito nell'elenco delle
RIVISTE SCIENTIFICHE CINECA-MIUR
al numero E203872

Sommario

5 **Terni e la sua rinascita industriale**
di Emilio Massarini e Carlo Niri

7 **Il ruolo della chimica**
di Gianmarco Urbani

11 **Reinventare il ruolo della chimica nella società**
di Vincenzo Balzani

17 **Il ruolo della chimica nella realizzazione del moderno concetto di sostenibilità**
di Luigi Vaccaro

23 **Gli articoli pubblicati su Ingenium dal 2011 al 2015**
di Ruggero Ranieri

26 **Il presente ed il passato, quale futuro?**
di Paolo Olivieri (su Ingenium n. 86 - aprile 2011)

30 **La chimica a Terni**
a cura di Carlo Niri (su Ingenium n. 86 - aprile 2011)

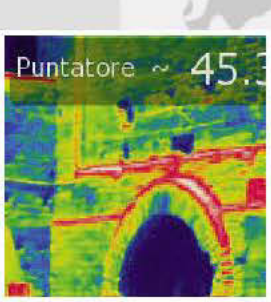
32 **Per la rinascita industriale**
di Paolo Olivieri (su Ingenium n. 90 - aprile 2012)

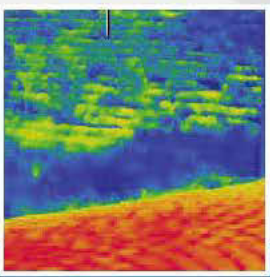
34 **L'eredità di Giulio Natta**
di Paolo Olivieri (su Ingenium n. 94 - aprile 2013)

40 **Le ragioni del declino industriale italiano**
di Paolo Olivieri (su Ingenium n. 101 - aprile 2015)

UNILAB SPERIMENTAZIONE

LABORATORIO PROVE • DIAGNOSI • ANALISI





Unilab Sperimentazione srl è un laboratorio di derivazione universitaria specializzato nella diagnostica e nell'analisi strutturale, nella sperimentazione di strutture e materiali.
I filoni in cui si sviluppano le attività della società sono riconducibili a: diagnostica e sperimentazione del comportamento sia statico che dinamico delle costruzioni, mediante metodiche sia tradizionali che innovative.
Supporto alla interpretazione dei risultati.
Sperimentazione di nuove strutture e dispositivi atti a sostituire i sistemi costruttivi attualmente utilizzati.
Le prove sono riferite a strutture di tipo residenziale, industriale, civile nonché monumentale.

Unilab Sperimentazione srl si rivolge a:

- Professionisti che necessitano di un supporto sperimentale nella diagnostica, nella progettazione e nella fase esecutiva dei lavori.
- Enti che richiedono studi e approfondimenti in relazione a particolari problematiche strutturali.
- Imprese che hanno bisogno di test per la validazione di interventi eseguiti.
- Aziende che necessitano di sperimentazioni su materiali.

- **PROVE PER VERIFICHE DI VULNERABILITÀ SISMICA**
- **INDAGINI SU MATERIALI ED ELEMENTI COSTRUTTIVI**
- **INDAGINI SU STRUTTURE**
- **TEST SU ELEMENTI IN CEMENTO ARMATO**
- **TEST SU MURATURE**
- **MONITORAGGI STRUTTURALI**
- **PROVE SU ELEMENTI PREFABBRICATI**
- **PROVE NON DISTRUTTIVE SU LEGNO**
- **PROVE NON DISTRUTTIVE SU ACCIAIO**

UNILAB SPERIMENTAZIONE srl
Via Giacomo Leopardi 27, 06073 Corciano (PG)
Tel e fax 075 6978960
Mobile 346 3275326 / 346 3289639
basciani@unilabsperimentazione.pg.it
neri@unilabsperimentazione.pg.it

www.unilabsperimentazione.pg.it

Il perché di un numero monografico

TERNI E LA SUA RINASCITA INDUSTRIALE

Da più di venticinque anni Ingenium porta avanti la grande tradizione ingegneristica locale, promovendo ed incentivando le principali iniziative di sviluppo industriale del territorio. È con questo spirito che intendiamo proporre il rilancio del ruolo primario della conca ternana dando alle stampe questo numero monografico sulla nostra chimica industriale.

Nell'intento abbiamo ritenuto utile coinvolgere alcuni operatori del mondo scientifico e culturale nazionale che, ad alto livello, stanno interpretando parte della storia attuale del nostro Paese nei vari aspetti legati alla ricerca. In primo luogo il Professore emerito Vincenzo Balzani che qui delinea, tra l'altro, nuovi paradigmi produttivi e comportamentali per il nostro futuro. In secondo luogo, sul piano della pratica universitaria attuale, il Professor Luigi Vaccaro che dettaglia il ruolo della chimica nella realizzazione del moderno concetto di sostenibilità. Infine il Professor Ruggero Ranieri che, nel presentare i recenti articoli di Ingenium, completa il quadro dal lato storiografico e traccia un interessante profilo delle vicende del territorio.

Gli articoli che riproponiamo, da un lato ripercorrono la storia della Chimica del nostro territorio dalle origini, con particolare attenzione al periodo di rigoglioso sviluppo seguito alla scoperta del polipropilene isotattico da parte di Giulio Natta. Dall'altro, pongono il problema del rilancio del territorio grazie alla particolare articolazione industriale che esso ancora presenta, quale preziosa eredità del suo glorioso passato (chimica, siderurgia, energia). L'auspicio è che Terni venga ora messa in grado di accentuare lo sforzo che sta già facendo per proseguire lo sviluppo che, nel recente passato, ha accompagnato la storia industriale del territorio in un susseguirsi affascinante di vicende vincenti. Perché questo avvenga occorre però che lo Stato torni ad assumere una funzione "imprenditoriale"soprattutto nella prima fase dei grandi progetti industriali, quando i capitali investiti sono a maggior rischio e la riuscita delle iniziative è meno scontata.

Utopia? Concetti superati? Non lo crediamo. Pensiamo piuttosto che sia importante mettere a frutto quella ricchezza di mestieri e saperi che hanno fatto di questo territorio un'area fertile, sempre all'avanguardia nello sviluppo del nuovo.

Emilio Massarini e Carlo Niri

250
200
100
75
50

I progetti innovativi

UN NUOVO INIZIO DELLA CHIMICA A TERNI E IN UMBRIA

Giammarco Urbani
Presidente Sezione Territoriale di Terni
di Confindustria Umbria

1. PREMESSE

Il mondo e la società evolvono continuamente e le tendenze di sviluppo globale hanno un impatto dirompente sulla vita delle persone, sulle aziende e in generale sulle comunità.

• Il cambiamento demografico (l'aumento della popolazione mondiale, l'invecchiamento della società, l'incremento dell'urbanizzazione);

• I nuovi mercati emergenti (globalizzazione, crescita delle esportazioni, crescita dei paesi in via di sviluppo);

• La scarsità delle risorse (energia, acqua, materie prime, altri beni);

• Il cambiamento climatico (l'aumento di CO2, il riscaldamento globale, l'ecosistema a rischio);

Queste tendenze (megatrends) vanno ad influenzare l'economia, i consumi e il modo stesso con cui gli individui si rapportano con il resto della società, le imprese con gli individui, i governi con i cittadini.

D'altro canto l'accelerazione dell'avanzamento tecnologico (crescita esponenziale delle tecnologie, riduzione del costo, maggiore pervasività) rappresenta fattori che stanno già modificando radicalmente il nostro sistema produttivo. La piccola Umbria non è dispensata dalle rivoluzioni che attraversano il resto del mondo e noi per primi dobbiamo essere i protagonisti del cambiamento: ce lo impone il nostro status di imprenditori e manager. A differenza di quanto abbiamo fatto in passato, tuttavia, penso sia opportuno affrontare il mondo che cambia con un atteggiamento nuovo, una rinnovata voglia di dettare il passo del cambiamento senza subirlo.

Dobbiamo e possiamo cogliere ora le opportunità che abbiamo di fronte perché l'evoluzione del nostro ecosistema ha trasformato i vincoli in opportunità di business e ha fatto assumere alle competenze territoriali un ruolo chiave e di motore dello sviluppo economico. La forte tradizione industriale e la cultura manifatturiera, le consolidate competenze, la presenza di centri di ricerca sono intrinsecamente associati al contesto ambientale in cui insistono e meno soggetti a logiche di sostituibilità.

È quindi necessario acquisire subito una maggiore consapevolezza e ripensare ai processi industriali, ai prodotti e ai componenti in ottica di circular economy, riducendo sensibilmente gli sprechi, innalzando l'efficienza e promovendo un utilizzo sostenibile delle materie prime che armonizzi i bisogni di una popolazione globale in crescita con i limiti delle risorse naturali e degli eco-sistemi del pianeta.

2. LA CHIMICA A TERNI

Vogliamo innanzitutto ricordare che l'industria chimica:

• rappresenta un modello di riferimento di sostenibilità in tutte e tre le sue dimensioni, economica, sociale e ambientale;

• offre opportunità di lavoro qualificate alle giovani generazioni (con il 19% di laureati contro una media del 9% e, tra i neoassunti, il 26% rispetto alla media del 18%);

• ha drasticamente ridotto le emissioni in acqua (-65% dal 1989) e in aria (-95%) e ha già superato l'obiettivo dell'UE di taglio delle emissioni di gas serra entro il 2030 (-62% dal 1990);

• fornisce a tutti gli utilizzatori a valle soluzioni innovative per il risparmio energetico e la sostenibilità ambientale, comportando – per ogni unità di CO2 emessa per la produzione – un risparmio più che doppio di emissioni da parte degli utilizzatori;

• rappresenta un'infrastruttura tecnologica perché trasferisce tecnologia e innovazione basata sulla ricerca a tutti i settori manifatturieri utilizzatori, alimentandone la competitività e la sostenibilità.

2.a I PROGETTI INNOVATIVI PROMOSSI DA CONFINDUSTRIA TERNI

Dal 2014 si è costituita l'associazione Umbria SPRING, filiazione del Cluster Nazionale con l'obiettivo di diventare un soggetto di raccordo" nella gestione dei rapporti con la Regione Umbria e nella definizione dei piani di supporto a progetti e iniziative del Territorio. Umbria Spring, di cui sono soci 17 aziende, l'Università di Perugia, Confindustria Umbria e un centro di ricerca (ECNP – European Centre for Nanostructured Polymers), intende promuovere sul territorio i paradigmi dell'economia circolare, quale modello di sviluppo di del sistema locale.

Coerentemente con il Cluster, uno studio commissionato da Confindustria Umbria a The European House Ambrosetti, ha evidenziato che il comparto della chimica verde può rappresentare la leva di sviluppo del territorio e la bioeconomia rappresenta a pieno titolo un driver per la crescita dell'industria umbra.

Ci si propone inoltre di avviare un percorso di valutazione dell'impronta ambientale dell'industria chimica umbra. L'iniziativa dovrà promuove l'impegno da parte delle imprese sulla valutazione delle performance ambientali e sulla riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, che assumono un ruolo sempre più significativo per il rafforzamento delle azioni previste dalle norme e dalle politiche governative nell'ambito dell'Accordo di Parigi COP21, nonché nella recente approvazione del pacchetto europeo sull'economia circolare.

3. PROGETTI PER L' ISTRUZIONE E ALTERNANZA SCUOLA LAVORO

Ha preso avvio il corso ITS per «Tecnico superiore per la ricerca e sviluppo di prodotti e processi a base biotecnologica». L'idea di fondo risiede nel ricercare la massima sinergia e sintonia in questo campo tra la Fondazione ITS Umbria, presieduta dall'Ing.Giuseppe Cioffi, e le imprese, per definire puntualmente i fabbisogni e dare concretezza e sostenibilità al progetto di questo nuovo corso. Si ritiene, infatti che nei settori ad elevato tasso d'innovazione, quale è la bioeconomia, vi sia la necessità di una maggiore correlazione tra il sistema produttivo e quello formativo. Per tale ragione si è pensato di creare uno strumento di istruzione/formazione in linea con i fabbisogni di professionalità aziendali, per poter fare in modo che l'offerta formativa e le attività di ricerca del nuovo corso ITS risultino coerenti con le esigenze presenti nei processi produttivi e nelle attività di sviluppo delle imprese coinvolte.

Per tutto quanto illustrato possiamo dire che mai come adesso stanno maturando le premesse per un nuovo inizio della chimica a Terni ed in Umbria.

Aspetti della presentazione del Masterplan da parte della Confindustria Umbra

La Fondazione ITS

L'accordo di Parigi - COP21

250
200
100
75
50
100
75
50

Il pianeta terra è limitato

REINVENTARE IL RUOLO DELLA CHIMICA NELLA SOCIETÀ

Vincenzo Balzani
Università di Bologna
Coordinatore del gruppo di scienziati
energiaperlitalia

La Chimica, alla quale è dedicato questo numero speciale di *Ingenium*, è una scienza che ha una grande tradizione, ma anche una cattiva fama; attualmente attraversa una fase di profondo cambiamento. Questo articolo vuole mostrare che una Chimica moderna può dare un valido contributo a sviluppi industriali nel territorio di Terni.

La Chimica: ieri

Negli ultimi decenni, e in parte ancora oggi, sui mezzi di comunicazione la Chimica ha fatto e fa notizia principalmente in relazione a guerre, disastri ecologici, inquinamento e sofisticazioni. Ne consegue che, anche fra persone di una certa cultura, la Chimica è percepita come una scienza malvagia, di cui diffidare. Ma come accade per tutti gli strumenti che la scienza e la tecnica mettono nelle mani dell'uomo, da un semplice coltello all'energia nucleare, malvagio non è lo strumento in sé, ma chi lo usa senza le dovute cautele o, peggio, per fare del male deliberatamente.

Negli ultimi 100 anni la Chimica ha portato enormi benefici all'umanità. Ha fornito potenti fonti di energia, vaccini e farmaci capaci di prevenire e curare molte malattie, materiali con proprietà eccezionali come i polimeri, le materie plastiche e i semiconduttori, fertilizzanti per lo sviluppo dell'agricoltura e molto altro ancora. Si può dire che non c'è nulla di quello che usiamo che non sia stato fabbricato dai chimici o basato sui materiali che i chimici hanno ideato. La Chimica, però, deve anche riconoscere la sua responsabilità nell'aver creato strumenti di distruzione e di morte come esplosivi e armi chimiche e nell'aver contribuito, spesso senza volerlo, a volte addirittura senza saperlo, all'insorgere di gravi problemi a livello locale e globale. Nell'ultimo secolo, infatti, la grande accelerazione nell'attività dell'uomo ha coinvolto la Chimica in molti modi e con risultati spesso disastrosi, come il danneggiamento dello strato protettivo di ozono, il riscaldamento del pianeta, l'inquinamento atmosferico e lo sfruttamento senza limiti delle risorse naturali. L'effetto dell'attività umana degli ultimi decenni sulle caratteristiche del pianeta è ritenuto epocale, come dimostra il nome Antropocene ormai comunemente adottato per indicare l'epoca presente [1].

I chimici sono stati fra gli scienziati più attivi nel forgiare, nel bene e nel male, questa nuova epoca.

L'astronave Terra

Il pianeta Terra su cui viviamo è una specie di astronave che viaggia nell'infinità dell'Universo. È un'astronave del tutto speciale perché non potrà mai "atterrare" in nessun luogo per fare rifornimento, per essere riparata o per sbarazzarsi dei rifiuti che vi si accumulano. L'unico rapporto con l'esterno è la luce che riceve dal Sole, risorsa fondamentale per la vita dei 7,3 miliardi di passeggeri.

La prima cosa di cui essere consapevoli è che il pianeta Terra ha dimensioni "finite" [2]. Pertanto, le risorse di cui disponiamo sono limitate ed è limitato anche lo spazio in cui collocare i rifiuti. Si tratta di una realtà innegabile; eppure, spesso, anche i chimici non ne hanno tenuto conto. Molti economisti, poi, sembrano addirittura non saperlo.

Nel 1980, le risorse utilizzate estratte dalla Terra ammontavano a 40 miliardi di tonnellate; nel 2015 sono salite a circa 70 miliardi di tonnellate, pari a 27 kg per persona al giorno. Alle risorse utilizzate vanno aggiunte

quantità da due a tre volte maggiori di risorse estratte, ma difficili da usare, rapporto che aumenta costantemente man mano che i depositi di risorse più ricchi si vanno esaurendo [3]. Ci si può chiedere: rimarrà qualcosa per le future generazioni?

Le dimensioni finite del pianeta hanno conseguenze anche per quanto riguarda la collocazione dei rifiuti che si producono ogni volta che si usano risorse [4]; non possiamo sbarazzarcene collocandoli in un inesistente "non luogo". I rifiuti finiscono inesorabilmente sotto terra, sulla superficie della terra, sulla superficie o sul fondo dei mari e nell'atmosfera; in ogni caso, con conseguenze poco piacevoli. Le scorie di materie plastiche che si sono accumulate nell'Oceano Pacifico formano un' "isola" grande come l'Europa. La quantità di anidride carbonica riversata in atmosfera supera i 30 miliardi di tonnellate all'anno e, come sappiamo, causa un aumento dell'effetto serra ed i conseguenti cambiamenti climatici. Il particolato fine generato dai motori a combustione ha causato nel 2012 più di 941.000 morti premature in Europa, 84.000 delle quali in Italia. Ci sono poi le scorie delle centrali nucleari, pericolose per decine di migliaia di anni, che nessuno sa dove collocare. Cosa diranno le prossime generazioni dei danni, in parte irreversibili, che abbiamo creato con i nostri rifiuti all'astronave su cui anche loro dovranno viaggiare?

Alla Conferenza COP21 tenutasi nel dicembre 2015 a Parigi [5], 185 nazioni hanno concordemente riconosciuto che il cambiamento climatico, causato dall'uso dei combustibili fossili, è il problema più preoccupante per l'umanità e nell'Enciclica *Laudato si'* [6] papa Francesco ha ammonito: "*Il ritmo di consumo, di spreco e di alterazione dell'ambiente ha superato le capacità del pianeta, in maniera tale che lo stile di vita attuale, essendo insostenibile, può sfociare solamente in catastrofi*".

La nostra è la prima generazione che si rende conto di questa situazione di crisi e quindi è anche la prima (qualcuno dice che potrebbe essere l'ultima) che può e deve cercare rimedi [4].

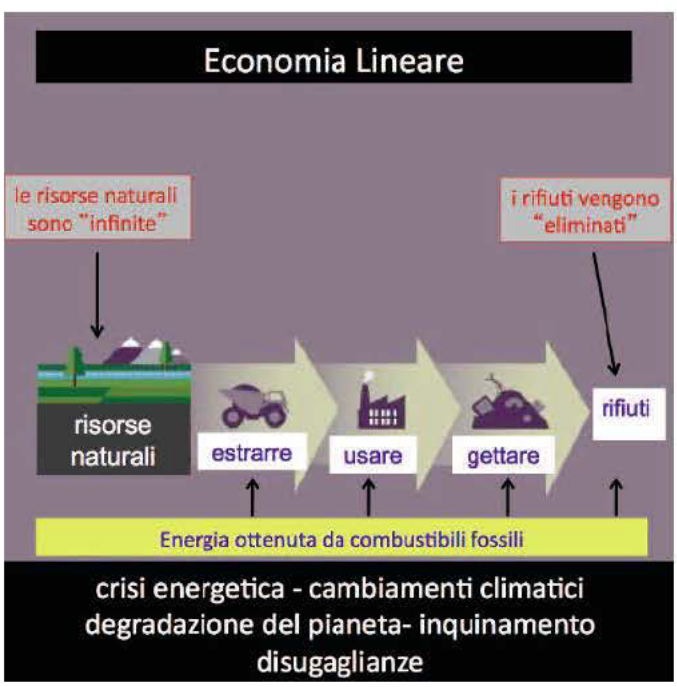


Figura 1. Schema del sistema economico lineare oggi adottato, basato sul falso presupposto che le risorse siano infinite e che non ci siano problemi per la collocazione dei rifiuti.

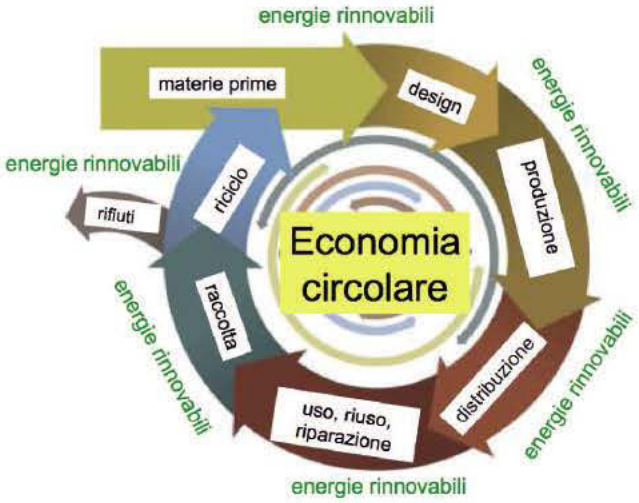


Figura 2. Schema di un sistema economico circolare basato sul concetto che le risorse naturali sono limitate ed è limitato anche lo spazio in cui mettere i rifiuti. Tutta l'energia usata è ricavata da fonti rinnovabili.

Economia lineare ed economia circolare

Dovrebbe essere ormai chiaro a tutti che non è possibile continuare con l'attuale modello di sviluppo basato sull'*economia lineare* (Figura 1) che parte dall'ingannevole presupposto [7] che le risorse siano infinite e che non ci siano problemi per la collocazione dei rifiuti.

Non è possibile continuare col consumismo e con "l'usa e getta". Questo tipo di economia ci sta portando sull'orlo del baratro ecologico [8] ed è la causa delle crescenti, insostenibili disuguaglianze [9]. Il papa, nell'enciclica *Laudato si'* [6], lancia un appello accorato: "*Di fronte al deterioramento globale dell'ambiente, voglio rivolgermi a ogni persona che abita questo pianeta. Ciò che sta accadendo ci pone di fronte all'urgenza di procedere in una coraggiosa rivoluzione culturale*".

Uno dei punti cardine della rivoluzione culturale, di cui c'è tanto bisogno, è il passaggio dall'*economia lineare* all'*economia circolare*. In questo modello di sviluppo alternativo (Figura 2), l'energia usata proviene da fonti rinnovabili e le risorse della Terra vengono usate in quantità il più possibile limitate (risparmio) e in modo intelligente (efficienza) per fabbricare oggetti programmati non solo per essere usati, ma anche per essere riparati, raccolti e riciclati per fornire nuove risorse.

La differenza fondamentale fra economia lineare e economia circolare riguarda l'energia, che è la risorsa chiave di ogni sistema economico. L'economia lineare è basata sui combustibili fossili, una fonte in via di esaurimento, mal distribuita sul pianeta e causa di danni gravissimi all'ambiente e alla salute dell'uomo. L'economia circolare, invece, utilizza l'energia solare e le altre fonti di energia (eolica, idrica) ad essa collegate: abbondanti, inesauribili e ben distribuite. Gli ammonimenti degli scienziati [10], le direttive dell'Unione Europea, le decisioni prese alla Conferenza COP21 di Parigi sui cambiamenti climatici [5] e la bellissima enciclica *Laudato si'* di papa Francesco [6]

sostengono la necessità di accelerare la transizione dai combustibili fossili alle energie rinnovabili.

La Chimica: scienza centrale

La Chimica è una scienza centrale (Figura 3) che, col suo linguaggio, quello degli atomi e delle molecole, invade e pervade numerosi altri campi del sapere e fa da tramite per molte altre scienze. Ha quindi davanti a sé immensi territori da esplorare. Ha dato nuove prospettive alla biologia, che nella sua versione più avanzata, infatti, prende il nome di biologia molecolare e che a sua volta ha profondamente rivoluzionato il campo della medicina.

Solo la Chimica potrà dare risposte ad alcune domande fondamentali: come si è originata la vita? come fa il cervello a pensare? c'è vita su altri pianeti?

La Chimica è il fondamento di discipline di primaria importanza come la scienza dei materiali e l'ecologia. Solo con il contributo della Chimica si potranno trovare soluzioni ai quattro grandi problemi che l'umanità deve risolvere per continuare a vivere bene su questo pianeta, senza comprometterne l'uso alle future generazioni: alimentazione (cibo e acqua), salute e ambiente, energia e informazione.

La Chimica è la scienza che ha maggior impatto sulla società. Quindi, può e deve giocare un ruolo guida in questo periodo storico caratterizzato dall'inevitabile transizione dall'economia lineare all'economia circolare e dai combustibili fossili alle energie rinnovabili.

Innovazione

L'innovazione è e rimarrà sempre il motore della crescita e dello sviluppo. Ma oggi sappiamo che crescita e sviluppo devono essere governati non più dal consumismo, ma dalla sostenibilità ecologica e sociale [11]. Un'innovazione volta soltanto ad aumentare i consumi e ad accrescere le disuguaglianze, come è accaduto negli scorsi decenni, è la ricetta per accelerare la corsa verso la catastrofe di cui parla anche papa Francesco.

Le prime cose da innovare, quindi, sono istruzione e cultura. Bisogna far sapere a tutti i cittadini, in particolare ai giovani, quale è la situazione reale del mondo in cui viviamo riguardo risorse, rifiuti e disuguaglianze. L'istruzione è in gran parte di competenza dello Stato, ma anche a livello locale si può fare molto. Lo possono fare, con opportuni corsi di aggiornamento, i comuni, le regioni, le confederazioni degli industriali e degli artigiani. Lo possono fare le grandi e anche le piccole imprese con appositi stages per gli studenti. Possono contribuire con iniziative culturali le Fondazioni bancarie, le parrocchie e le associazioni di ogni tipo.

Un esempio di innovazione sbagliata è la conversione delle raffinerie di petrolio in bioraffinerie, anziché la loro definitiva chiusura con ricollocazione del personale in altri settori. Infatti: 1) le bioraffinerie sono alimentate con olio di palma proveniente in gran parte dall'Indonesia e dalla Malesia, dove per far posto alle piantagioni di palma vengono compiute estese deforestazioni con gravi danni per il territorio e per il clima; 2) i biocarburanti prodotti dall'olio di palma hanno un EROI (Energy Returned on Energy Invested) mai dichiarato, ma certamente minore di 1, cioè forniscono una quantità di energia minore di quella spesa per produrli; 3) fra pochi anni ci si accorgerà che anche le bioraffinerie sono ecologicamente ed economicamente insostenibili e si riproporrà il problema

Figura 3. La Chimica: una scienza centrale.

della ricollocazione del personale. Quindi, le bioraffinerie non aiutano a risolvere la crisi energetico-climatica e neppure quella occupazionale.

Un altro esempio di innovazione sbagliata è l'accordo fra Governo, Regione Emilia-Romagna e Audi (l'azienda tedesca che possiede la Lamborghini) per la produzione del nuovo SUV Lamborghini a Sant'Agata Bolognese; un accordo celebrato da alcuni politici ed industriali come straordinario esempio di innovazione [12]. Ma tutti sanno che c'è poco o nulla da innovare nei motori a scoppio, usati da più di un secolo. Se si vuol fare innovazione nel campo delle automobili, oggi la si può fare solo sulle auto elettriche: motori elettrici, batterie (settore che riguarda direttamente la Chimica), dispositivi di ricarica veloce, ecc. Oppure si può fare innovazione per produrre combustibili sintetici mediante elettrolisi dell'acqua (utilizzando elettricità da fonti rinnovabili) e successive reazioni fra l'idrogeno così ottenuto e CO_2 [13].

Per capire quanto poco innovativo sia il SUV Lamborghini, che entrerà nel mercato presumibilmente nel 2018, basta pensare che nel 2025 Olanda, Norvegia e anche India prevedono di vietare la vendita ad auto con alimentazione a benzina o gasolio [14]. Con la sua mostruosa potenza di 600 CV, il SUV Lamborghini è un emblema del consumismo e della "civiltà" dell'usa e getta, dalla quale le vere innovazioni dovrebbero farci uscire. Col suo costo di 250.000 euro, è anche l'icona delle disuguaglianze, causa prima dell'insostenibilità sociale.

Alcuni campi di sviluppo dell'industria Chimica

Nuovi materiali

La caratteristica fondamentale della nostra epoca è il continuo aumento della complessità. Basti pensare che mentre fino al 1990 tutto ciò che c'era in una abitazione era costituito da meno di 20 elementi, oggi in uno smartphone ci sono più di quaranta elementi diversi. Da qualche tempo destano molto interesse elementi relativamente scarsi e finora trascurati, per i quali si prevede un crescente uso nei dispositivi ad alta tecnologia. Il Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti ha identificato sei elementi critici per le industrie americane: disprosio, europio, erbio, neodimio, ittrio e indio. Nell'Unione Europea, che è povera di risorse minerarie e ha industrie maggiormente diversificate, gli elementi critici sono più di venti. Per contrastare la scarsità di certi elementi si possono adottare varie strategie: 1) fare con meno; 2) riciclare; 3) individuare elementi più abbondanti che possano sostituire nei processi industriali quelli che scarseggiano; 4) reinventare i processi industriali sulla base dei materiali più facilmente disponibili.

È chiaro che in ciascuna di queste strategie c'è ampio spazio per la ricerca e l'industria chimica.

Energia

La transizione energetica, già avviata, dai combustibili fossili alle energie rinnovabili ha molto bisogno della Chimica. L'energia solare è abbondante, ma deve essere convertita nelle energie di uso finale: calore, elettricità e combustibili. Ad esempio, la quantità di energia elettrica ricavabile dai 170 Wm^{-2} di potenza solare media dipende dalla nostra capacità di costruire pannelli, accumulatori e altri dispositivi con le risorse della Terra. Spesso è necessario usare elementi chimici poco abbondanti, come litio, selenio e neodimio, per cui i "reagenti limitanti" nell'utilizzo delle energie rinnovabili spesso non sono i fotoni del Sole, ma gli atomi della Terra, con tutti i problemi prospettati nella sezione precedente. Accade così che mentre la transizione dall'economia lineare all'economia circolare deve fare fulcro sulle energie rinnovabili, la disponibilità di queste ultime è a sua volta legata all'uso delle materie prime secondo i principi dell'economia circolare: risparmio, efficienza e riciclo (Figura 2).

Chimica verde

L'industria chimica in passato aveva come unico traguardo un'alta resa di produzione, senza troppe preoccupazioni per la compatibilità ambientale dei prodotti, sottoprodotti, rifiuti, solventi e catalizzatori, nonché per i consumi idrici ed energetici; a volte, non si è valutata con cura neppure la potenziale pericolosità degli impianti. Nell'ultimo decennio sono stati fatti notevoli progressi, ma molto c'è ancora da fare per giungere ad un Chimica sostenibile, cioè che fornisca quello di cui abbiamo bisogno senza far danni al pianeta e ai suoi abitanti.

Chimica per il Terzo Mondo

Miliardi di persone vivono in paesi tecnologicamente sottosviluppati dove i sofisticati e costosi processi chimici dell'industria non si possono utilizzare. In questi paesi la Chimica deve inventare soluzioni tecnicamente accessibili ed economicamente sostenibili per risolvere problemi di base legati all'acqua, al cibo e all'energia.

Monitoraggio, raccolta di informazioni

Un campo particolarmente importante della Chimica è quello dei sensori per monitorare l'ambiente, i cibi, i materiali, le merci, la salute dell'uomo e la sicurezza pubblica. Per esempio, nella difesa contro il terrorismo la Chimica può dare un contributo fondamentale nel prevenire l'attacco, nel controllarlo e nel fornire prove sull'accaduto. In un mondo che diventa via via più complesso e globalizzato ci sarà sempre più bisogno di raccogliere ed elaborare informazioni anche per svelare truffe come, ad esempio, quella messa in atto dalle case automobilistiche, in particolare dalla Volkswagen, per quanto riguarda il livello di sostanze inquinanti prodotte.

Conclusioni

Negli ultimi decenni il mondo è profondamente cambiato. Siamo in una nuova era, l'Antropocene [1], che anche la Chimica ha contribuito a forgiare. Appare evidente che i progressi della scienza e della tecnologia e l'uso dei combustibili fossili [15] hanno rafforzato le mani dell'uomo, ma hanno aumentato la fragilità del pianeta. Scienziati e filosofi sono preoccupati per il futuro dell'umanità. Secondo Zygmunt Bauman, la scienza e la tecnica hanno fatto vincere all'uomo molte battaglie contro la Natura, ma ora rischiano di farci perdere la guerra causando l'irreversibile degrado del pianeta. Hans Jonas ha scritto che è lo smisurato potere che ci siamo dati, su noi stessi e sull'ambiente ad imporci di sapere che cosa stiamo facendo e di scegliere in quale direzione vogliamo inoltrarci. Umberto Galimberti è più pessimista: "L'uomo è impotente contro la scienza, perché la scienza è più forte dell'uomo. La domanda non è più cosa possiamo

fare noi con la scienza e la tecnica, ma che cosa la scienza e la tecnica possono fare di noi".

In questo quadro, è evidente che molte cose devono cambiare nella politica, nell'economia e nella scienza. La Chimica, la scienza che più interagisce con l'uomo e con l'ambiente, deve reinventare il suo ruolo in questo nuovo mondo. Ha il dovere di trovare soluzioni per i problemi che essa stessa ha contribuito a creare in passato e deve svolgere un compito di importanza fondamentale: mettere a disposizione dell'umanità energia, materiali e prodotti di sintesi senza compromettere l'integrità dell'ambiente e la salute dell'uomo. Il ruolo che la Chimica deve giocare, oggi e domani, è quindi addirittura più importante di quello che ha svolto in passato. Infatti, anziché sfruttare opportunità per un generico sviluppo industriale, deve contribuire a risolvere problemi urgenti, quali il cambiamento climatico, l'inquinamento, la conversione delle energie rinnovabili in energie di uso finale, la disponibilità di cibo e acqua, il recupero dei materiali, la preparazione di farmaci per le popolazioni del terzo mondo e la riduzione delle disuguaglianze. E non c'è dubbio che dall'impegno volto a risolvere questi problemi pratici nasceranno nuove idee e scoperte fondamentali.

C'è molto bisogno di una nuova Chimica e quindi di giovani che vi si dedichino, consapevoli della grande missione che li aspetta.

Bibliografia

[1] V. Balzani, *Sapere*, agosto 10-15, 2015.

[2] N. Armaroli, V. Balzani: *Energia per l'astronave Terra*, Zanichelli, 2011.

[3] U. Bardi, *Extracted: How the Quest for Mineral Wealth Is Plundering the Planet*, Chelsea Green, White River Junction, Vermont (USA), 2014.

[4] V. Balzani, M. Venturi, *Energia, risorse, ambiente*, Zanichelli, 2014.

[5] "http://www.accordodiparigi.it/

[6] Francesco, *Laudato si', Lettera enciclica sulla cura della casa comune*, Paoline Editoriale Libri, 2015.

[7] "http://www.scienzainrete.it/contenuto/articolo/La-fuga-dalla-realta-e-il-mito-della-crescita-infinita

[8] L.R Brown, *World on the Edge: How to Prevent Environmental and Economic Collapse*, Earth Policy Institute, Washington (DC), 2011.

[9] T. Piketty, *Disuguaglianze*, Università Bocconi Editore, 2014

[10] "http://ar5-syr.ipcc.ch

[11] V. Balzani, *La Chimica e l'Industria*, settembre-dicembre, 28-41, 2016.

[12] "http://www.regione.emilia-romagna.it/notizie/2015/ maggio/nuovo-suv-lamborghini-firmato-a-palazzo-chigi-protocollo-dintesa-tra-ministero-sviluppo-economico-e-regione

[13] N. Armaroli, V. Balzani, *Chem. Eur. J.*, 22, 32–57, 2016

[14] "http://www.huffingtonpost.it/.../auto-elettriche-olanda_n_9640970.html

[15] Nel 2015, su scala mondiale abbiamo consumato ogni secondo 250 tonnellate di carbone, 1000 barili di petrolio e 105.000 metri cubi di gas.

Vincenzo Balzani, accademico dei Lincei, è professore emerito di Chimica all'Università di Bologna. È autore di circa 500 pubblicazioni su riviste internazionali. Per la sua attività scientifica ha ricevuto vari riconoscimenti, fra i quali lauree "Honoris Causa" presso le Università di Friburgo (CH) e di Shanghai (Cina), premi dalle società chimiche italiana, inglese, tedesca e francese, e il premio Italgas per la Ricerca e l'Innovazione. Nel 2013 ha ricevuto il Nature Award for Mentoring in Science.

Recentemente la Fondation de la Maison de la Chimie à Paris ha attribuito al Prof. Vincenzo Balzani il "Grand Prix 2016" per i suoi eccezionali contributi allo sviluppo della fotochimica, della chimica sopramolecolare, delle nanotecnologie e della conversione dell'energia solare.

I suoi studi riguardano le reazioni chimiche provocate dalla luce, la fotosintesi artificiale e l'ideazione di dispositivi e macchine molecolari. Alla ricerca scientifica affianca un'intensa attività di divulgazione sul rapporto fra scienza e società e fra scienza e pace, con particolare riferimento ai temi dell'energia e delle risorse. È autore di vari libri; fra i molti titoli ricordiamo:

Supramolecular Photochemistry, Horwood, Chichester, 1991 (con F. Scandola).

Molecular Devices and Machines. A Journey into the Nano World, Wiley-VCH, Weinheim, 2003 (con A. Credi e M. Venturi), tradotto in cinese e giapponese.

Energy for a Sustainable World – From the Oil Age to a Sun-Powered Future, Wiley-VCH, 2011, (con N. Armaroli).

Photochemistry and Photophysics: Concepts, Research, Applications, Wiley-VCH, 2014, (con P. Ceroni e A. Juris).

E proprio in ambito di macchine molecolari Balzani è stato tra i primi a pensarle e tra i pochi a metterle a punto visti i tanti lavori che Balzani ha firmato con l'amico Fraser Stoddart (70) e con l'amico Jean-Pierre Sauvage (26) ai quali quest'anno è stato assegnato il Premio Nobel per la chimica (assieme al chimico olandese Bernard L. Feringa), proprio per i lavori su "progettazione e sintesi di macchine molecolari": dunque un Premio Nobel ingiustamente sottratto al nostro illustre connazionale.

250
200
100
75
50

Una partita importante da vincere

IL RUOLO DELLA CHIMICA NELLA REALIZZAZIONE DEL MODERNO CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ

Luigi Vaccaro
Laboratorio di Green Synthetic Organic Chemistry - Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università degli Studi di Perugia

Per comprendere bene lo stato attuale della ricerca in quel fecondo fermento innovativo che ha caratterizzato l'industria chimica in Italia e, segnatamente, nel nostro territorio bisogna soffermarsi brevemente sul significato di "Green Chemistry". Essa rappresenta lo sforzo moderno di accademici e industriali di far convergere la cultura dell'innovazione e della ottimizzazione, che ha da sempre informato la competitività chimica, verso la realizzazione di processi che siano sì sempre più efficienti, ma anche capaci di sostenere il progresso economico nel rispetto dell'ambiente. In modo più generale la Green Chemistry può essere considerata come una moderna piattaforma scientifica ed economica dove vanno a convergere gli sforzi dell'accademia, dell'industria e delle istituzioni al fine di sviluppare una civilizzazione sostenibile.

Probabilmente, uno dei passi più importanti per l'evoluzione del concetto di "Chimica Verde" è strettamente legato alla agenzia americana US Environmental Protection Agency (EPA) e ad un cambiamento internazionale nell'approccio alla definizione delle normative ambientali. Infatti, negli anni '80 e '90, la prevenzione dell'inquinamento e la sicurezza intrinseca di un processo divengono priorità strategiche che devono anticipare e superare le normative di controllo del pericolo e le logiche di un ovvio e corretto smaltimento dei materiali di scarto.

Nel 1990, viene approvato dal Congresso degli Stati Uniti il "Pollution Prevention Act" una legge fondamentale sulla prevenzione e la riduzione dei rifiuti, in cui il mondo politico, d'accordo con il mondo produttivo, punta ufficialmente l'attenzione sui ''milioni di tonnellate di inquinamento" e il relativo costo di ''decine di miliardi di dollari l'anno".[1, 2] Con questa legge si definisce in modo chiaro il ruolo strategico della chimica nell'ambito dello sviluppo di una civilizzazione sostenibile. Si sancisce la necessità di una progettazione *ex novo* dei processi chimici esistenti al fine di prevenire l'inquinamento alla sorgente minimizzando i rifiuti e diminuendo la pericolosità intrinseca dei processi chimici di produzione.

Nasce ufficialmente l'esigenza di una chimica moderna che deve essere progettata per essere intrinsecamente benigna e quindi il concetto che la "Chimica Verde" include la definizione di una chimica benigna per progettazione; dunque la Chimica, spesso additata in modo del tutto superficiale come causa di tutti i mali, viene identificata anche come la più efficace cura per gli stessi.

Alcune testimonianze di questo cambiamento culturale sono rilevabili in azioni precedenti al 1990. Infatti, l'*American Chemistry Council* (ACC), già *Chemical Manufacturers Association* (CMA), nel 1985 ha prima introdotto e poi nel 1988 lanciato il programma "Responsabile Care®", che oggi coinvolge tutte le rappresentanze internazionali della produzione chimica, inclusa Federchimica in Italia.[3]

Nel 1987, Brundtland nella Commissione Mondiale per l'Ambiente e lo Sviluppo ha introdotto per la prima volta la definizione di "sviluppo sostenibile" nel trattato "Our Common Future" evidenziando la necessità di una

migliore valutazione delle risorse al fine di non compromettere il futuro delle nuove generazioni.[4] Analogamente in tutto il mondo il dibattito sul significato della sostenibilità coinvolge diversi attori e per meglio focalizzare il ruolo della scienza e gli obiettivi della chimica sostenibile, risulta importante tenere conto delle opinioni di sociologi ed economisti. Fra i maggiori interpreti dello sviluppo della chimica sostenibile non sono solamente i ricercatori accademici e industriali, ma ancora di più lo sono e lo possono essere le industrie impegnate nella produzione e nella ricerca di un nuovo paradigma di competitività basato non solo sulla manodopera a basso costo, ma su una produzione innovativa e di qualità che è capace di abbassare i costi riducendo la pericolosità dei processi e la quantità dei prodotti di scarto da smaltire.

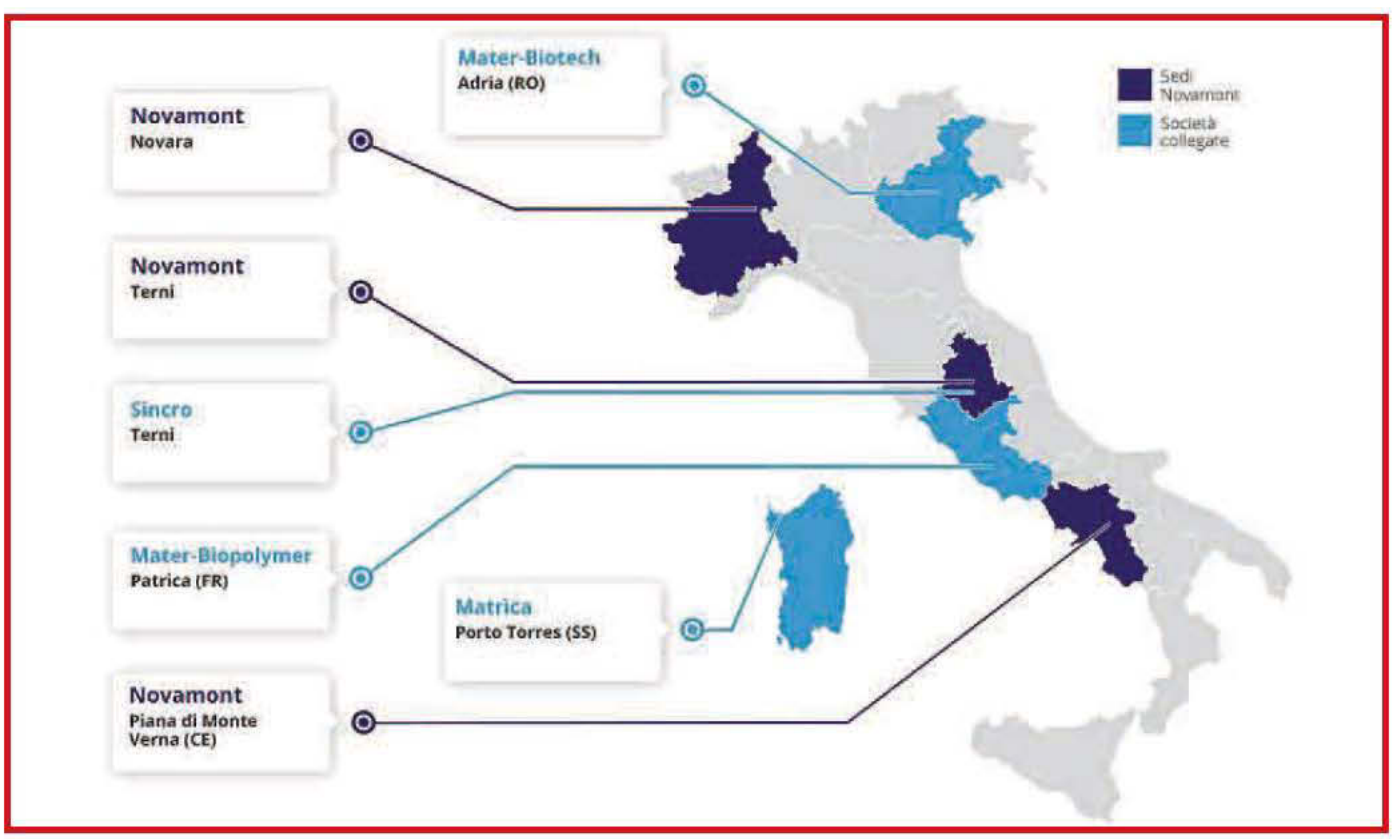
Il dibattito sul significato ed il concetto di sostenibilità coinvolge diversi settori culturali e produttivi della società ed è ben consolidata la consapevolezza che una corretta trattazione di questa tematica deve includere alcune considerazioni economiche e sociologiche per meglio focalizzare l'obiettivo finale da raggiungere ed il ruolo della Scienza nella scelta delle strategie da adottare.[6]

A fondamento della Chimica Verde sono stati definiti da Paul Anastas nel 1998 i ben noti 12 Principi della Chimica Verde che rappresentano le linee guida per lo sviluppo di processi puliti e definiscono i settori cruciali dove possono trovarsi le maggiori opportunità di innovazione e di competitività industriale.[5] A seguire, nel 2003, sempre Anastas ha aiutato a definire i 12 principi della Ingegneria Verde che rappresentano le analoghe varianti nelle tecnologie applicative e che dimostrano come un approccio alla sostenibilità può solo procedere attraverso lo sforzo coordinato di molteplici ambiti culturali e scientifici.

I settori che possono contribuire e beneficiare di questo contesto unico di innovazione e applicazione sono innumerevoli, considerato che la Chimica e i prodotti chimici sono alla base di tutti i contesti produttivi necessari a mantenere o migliorare il nostro grado di civilizzazione. Antibiotici o altre medicine, fertilizzanti, pesticidi, plastiche e altri materiali, carburanti, sistemi di purificazione dell'acqua, materiali per lo sfruttamento delle energie rinnovabili, sono solo esempi di come sia ampio il panorama entro il quale si possono trovare opportunità per lo sviluppo di un nuovo modello produttivo che possa creare competitività, occupazione e profitto.

La campagna ambientalista di Al Gore, Premio Nobel per la pace 2007, ha avuto un'influenza fondamentale su tutti gli ambiti culturali e produttivi definendo la consapevolezza comune di dover ridurre le emissioni di CO_2 collegate in primo luogo all'impiego di fonti fossili derivanti dal petrolio. La ottimizzazione delle risorse attraverso il recupero e riutilizzo delle materie prime o l'impiego di risorse rinnovabili come quelle derivanti dalle biomasse sono opzioni fondamentali alla base della Chimica Verde.

Nella produzione chimica un ruolo molto importante è giocato dal "solvente". Circa l'80% dei materiali usati per la produzione chimica e gli scarti associati sono costituiti da solventi organici che nella maggior parte dei casi derivano dal petrolio e se non recuperati in modo corretto sono dispersi nell'atmosfera come composti volati-



li (VOCs) o smaltiti per combustione producendo CO_2. Il ruolo dei solventi è cruciale in tutti gli ambiti della chimica. Sono fondamentali nelle formulazioni, nella processazione, nella purificazione, nelle analisi e nel controllo della qualità dei prodotti. Ogni anno le agenzie preposte (FDA, CHEM21, EPA, OECD, ecc) definiscono nuove e sempre più stringenti direttive che limitano l'uso di alcuni solventi i cui dati di tossicità e pericolosità vengono misurati e valutati. Un ruolo fondamentale del mondo accademico in questo ambito è quello di dare supporto alle aziende per la selezione dei prodotti chimici più innovativi e a minor rischio di tossicità da impiegare nelle diverse fasi di un processo di preparazione, conservazione, o stoccaggio di un determinato prodotto commerciale.

Pertanto un punto cardine dei principi della Chimica Verde riguarda la identificazione e l'impiego di solventi non tossici e recuperabili per migliorare la sicurezza sul lavoro, per ridurre la pericolosità del processo nella zona di produzione, e per limitare l'inquinamento ambientale e quindi lo stesso costo di produzione. In tale ambito le biomasse offrono una gamma amplissima di molecole che possono con una ricerca ed una consapevolezza adeguata essere selezionate per sostituire le classi di solventi organici molto diverse tra loro oggi comunemente impiegate. Un esempio è dato dalle recenti restrizioni per l'uso di solventi polari aprotici, fondamentali per molti processi industriali usati nelle industrie Farmaceutiche e della Chimica Fine. Il gruppo Green SOC dell'Università di Perugia ha identificato alternative molto promettenti nel gamma-valerolattone, nel 2-Me-THF, negli azeotropi di alcoli derivanti da biomasse, ecc., offrendo un modello di ricerca accademica e applicata molto efficace ed aprendo alla integrazione fra ricerca e mondo produttivo.[7]

Un approccio simile e una competenza analoga è richiesta nella sostituzione di additivi e esempi famosi su grande scala sono la sostituzione dell'olio di palma dei prodotti dolciari o degli ftalati nell'imballaggio per alimenti. Infatti, la sostenibilità e la riduzione dei rifiuti nella produzione chimica si consegue innanzitutto con la innovazione. Oltre alle materie prime, ai catalizzatori recuperabili, al monitoraggio ambientale, la innovazione tecnologica permette di mantenere un ruolo leader nell'ambito della competitività industriale.

La tecnologia con cui si realizza un processo è fondamentale per raggiungere il giusto livello di efficienza e mantenere una unicità brevettabile di processo.

Presso la Camera di Commercio di Milano si è tenuta la prima presentazione del report "Le Innovazioni del prossimo futuro. Tecnologie prioritarie per l'Industria", IX Edizione 2016, redatto dalla Associazione Italiana per la Ricerca Industriale (AIRI).[8] Per quanto riguarda la produzione chimica una particolare enfasi è stata data alla necessità di innovare il modo di produrre nell'ambito della chimica fine e farmaceutica ed essere in grado di sviluppare metodologie in flusso continuo che promettono una maggiore competitività attraverso la riduzione dei costi e il miglioramento della qualità dei processi produttivi classicamente condotti in reattori statici (batch). Il gruppo Green SOC è da anni impegnato in questa direzione e per questo importante volume dell'AIRI ha avuto il compito di definire lo stato dell'arte della chimica in flusso come strumento fondamentale per conseguire innovazione e sostenibilità.[9]

Come è stato sottolineato, la chimica in flusso rappresenta un esempio tipico di come con nuove tecnologie di

produzione si potrà contribuire a ridurre il costo del lavoro e aumentare la competitività della produzione in Europa. L'innovazione tecnologica renderà meno conveniente la esternalizzazione in paesi quali Cina e India dove la produzione si basa su tecnologie datate e di qualità inferiore, ma dove la convenienza di produzione deriva dai vincoli ambientali e di sicurezza più permessivi.

In questo ambito il gruppo Green SOC di Perugia è responsabile della realizzazione di tecnologie di produzione in flusso continuo nell'ambito del recente progetto di ricerca Europeo H-CCAT che coinvolge fra gli altri gruppi di ricerca leader e industrie multinazionali di Inghilterra, Francia, Belgio, Germania. Il progetto che ha un budget di circa 8 milioni di euro ha come scopo di creare innovazione accademica ma anche di realizzare nuovi catalizzatori e processi per migliorare la produzione della Rilpiverina, un nuovo farmaco per curare infezioni causate da HIV-1.

Un altro settore in cui la innovazione chimica deve necessariamente essere indirizzata è quello dei combustibili a cui è associata l'enorme produzione annuale di rifiuti e di emissioni derivante dal settore di raffinazione del petrolio e dal conseguente impiego dei prodotti. In questo ambito si parla di opportunità importanti considerando che secondo la direttiva europea 2009/30/CE, le emissioni dovute ai carburanti dovranno diminuire in modo significativo (almeno del 6%). Pertanto si tratta di individuare nuove tecnologie con cui a partire da biomasse possano essere preparati bioadditivi e biocombustibili in grado di essere miscelati con carburanti classici ed utilizzabili nei motori attuali. Il maggiore interesse è rivolto verso la produzione di biodiesel FAME (metile esteri degli acidi grassi) o meglio ancora biodiesel completamente idrogenato per una maggiore compatibilità e miscibilità con il diesel classico, con additivi quali gamma-valerolattone (GVL) ed alchil levulinati e, ovviamente, con bioetanolo.

In particolare, per quest'ultimo ma anche per qualsiasi produzione futura basata sulle biomasse, siamo ormai consapevoli di dover parlare di tecnologie di nuova generazione capaci di impiegare biomasse di scarto della produzione alimentare o forestale o comunque biomasse di tipo lignocellulosico, per non incrociare il ciclo di produzione chimica con quello della produzione alimentare con inevitabili effetti catastrofici sulle economie e sull'ecosistema dei paesi o delle aree dove avviene la coltivazione.

In tale ambito l'Italia gioca un ruolo rilevante e con società importanti come Eni-Versalis, Novamont, Mossi-Ghisolfi. Di nuovo un punto chiave per la competitività in tale settore è la innovazione tecnologica e la capacità di creare una proprietà tecnologica che possa essere utile alle tante aziende che nel mondo si stanno indirizzando nella produzione di composti chimici derivanti da biomasse. Un esempio tipico italiano è la "Biochemtex" della Mossi-Ghisolfi, leader globale nello sviluppo e ingegnerizzazione di tecnologie e processi bio-chimici basati unicamente sull'utilizzo di biomasse non alimentari.

La coltivazione e l'attenta selezione delle biomasse più adeguate è infatti alla base della nuova scommessa della produzione chimica e rappresenta bene come solo la multidisciplinarietà e un approccio integrato possano portare in futuro alla realizzazione di un nuovo modello di produzione industriale che si riassume nel nuovo concetto di Bioraffineria.

In tale contesto già esistono eccellenze, in Italia e non, nell'ambito della produzione di materie plastiche (e.g. MaterBi, polilattato), che hanno dimostrato come a partire da materiali derivanti da fonti rinnovabili un futuro sostenibile sia possibile. Con le bioplastiche è già possibile preparare una serie innumerevole di oggetti di uso quotidiano come sacchetti, T-shirts, bicchieri, prodotti per l'imballaggio, bottiglie, ecc.

Un altro esempio sempre di eccellenza italiana è fornito dalla Mater-Biotech, creata da Novamont per la realizzazione del primo impianto industriale al mondo per la produzione di 1,4-butandiolo (1,4 BDO) da fonti rinnovabili; si tratta di un intermedio chimico fondamentale in una vasta gamma di applicazioni quali tessile, elettronica, automotive, produzione beni di consumo, etc. che è stato ottenuto finora solo da fonti fossili. Il connubio fra continua ricerca, innovazione e produzione di nuovi materiali ad elevato contenuto di materie prime rinnovabili permetterà di rendere ancora più interessante e competitiva la produzione di bioplastiche come il Mater-Bi.

Questo ultimo risultato conferma come il concetto di bioraffineria è in continua evoluzione e prevede una produzione diversificata delle molecole che possano costituire i mattoni alternativi a quelli derivanti dal petrolio per la costruzione dei materiali necessari ad una produzione diversificata. È importante sottolineare quanto importante sia l'integrazione dei principi della Chimica Verde nel concetto di bioraffineria al fine di un'efficiente sfruttamento delle risorse rinnovabili, di definizione di processi chimici che non coinvolgono sostanze pericolose e di integrazione della nuova bioeconomia nelle attività produttive esistenti.

La competitività di un tale sito produttivo è nel numero delle possibili applicazioni e dei possibili prodotti che possono essere immessi nel mercato ed è per questo che a valle dei processi di lavorazione e degradazione della biomassa la identificazione delle proprietà e possibili impieghi delle molecole ottenute è fondamentale.

È chiaro che intravedere l'esigenza di contribuire allo sviluppo di una Chimica Verde e Sostenibile non solo concorre a creare realtà industriali competitive, capaci di contribuire al benessere di un'intera nazione attraverso la creazione di posti di lavoro, ma anche a ridare all'Università il suo ruolo vitale di struttura preposta alla formazione di scienziati e professionisti capaci di contribuire allo sviluppo sostenibile del pianeta nell'immediato futuro. È questa la scommessa da vincere. L'ambiente è una

grande opportunità ma non per i singoli, bensì per un'intera società in cui tutte le componenti a diverso livello devono essere chiamate a dare il proprio contributo, ciascuno con il ruolo che gli compete ed in cui lo Stato non può essere assente ma deve svolgere saggiamente ed in modo lungimirante il ruolo "azionario di maggioranza". In questo fiorire di interessi economici e culturali attorno a queste tematiche non si può attendere ed usare le competenze altrui per la realizzazione dei processi produttivi del futuro. Al contrario l'Italia ha sempre giocato un ruolo centrale nel proporre nuove idee e metodologie ed il "made in Italy" non è solamente il semplice prodotto di mercato, il mocassino, il vestito o il cavallino, ma è il patrimonio umano formato in un contesto culturale e sociale appropriato che ha sempre portato a proporre la cosa giusta ed ineguagliabile. In un ambito così creativo come la Chimica Verde appare evidente come l'Italia possa e debba giocare una partita importante da vincere.

Bibliografia

1. *Pollution Prevention Act of 1990*, US Government Printing Office, Washington, 1995, p. 617.
2. Per una interessante rassegna sull'origine della "green chemistry": J. A. Linthorst, *Found. Chem.*, 2010, 12, 55–68.
3. http://responsiblecare.americanchemistry.com/Home-Page-Content/Responsible-Care-Timeline.pdf.
4. *World Commission on Environmental and Development, Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford, UK, 1987.
5. P. T. Anastas and J. C. Warner, in Green Chemistry: *Theory and Practice*, Oxford University Press, New York, 1998.
6. S. Latouche, in *Petit traité de la décroissance sereine, Mille et une nuits*, Paris, *2007*
7. L. Vaccaro et al: a) *Green Chem.* **2016**, *18*, 5025; *Chem. Commun.* **2016**, *52*, 9777; *Green Chem*, **2015**, *17*, 1071. *Green Chem.* **2015**, *17*, 365; La Chimica e l'industria, **2015**, *1*, 52; *ACS Sus. Chem. Eng.* **2014**, *2*, 2461.
8. http://www.airi.it/wp-content/uploads/2016/09/AIRI-Tecnologie-Prioritarie-2016_Chimica_ENDURA_Franco_26set2016.pdf
9. a) *Sustainable Flow Chemistry: Methods and Applications*, Edited by Luigi Vaccaro, Wiley-VCH, 2017; b) L. Vaccaro et al. *Flow approaches towards sustainability*. *Green Chem*. **2014**, *16*, 3680.

Luigi Vaccaro è Professore Associato di Chimica Organica (abilitato Professore Ordinario) presso l'Università degli Studi di Perugia. È Responsabile del laboratorio Green SOC del Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie dell'Università di Perugia, gruppo di ricerca che lavora nell'ambito della Green Chemistry con lo scopo principale di identificare sostanze meno tossiche e derivanti da fonti rinnovabili con cui sostituire quelle riconosciute come pericolose e preparate da fonti fossili, in linea con i dettami della commissione europea. Altro impegno del gruppo di ricerca è la definizione di protocolli a minima produzione di rifiuti per la preparazione di molecole di interesse industriale attraverso catalizzatori eterogenei innovativi e lo sviluppo di reattori operanti in flusso continuo.

Dal 2014 Luigi Vaccaro è Professore ospite (Bijzonder Gastdocent) presso la KU Leuven University, Belgio.

È Visiting Professor alla Hebrew University of Jerusalem ed editore Associato di diverse riviste straniere.

Ha numerose pubblicazioni scientifiche in riviste nazionali e straniere (è co-autore di 130 pubblicazioni scientifiche -incluse rassegne e libri- e 9 articoli pubblicati in Synfacts; ha pubblicato 60 contributi scientifici -51 in riviste scientifiche ISI e 5 come capitoli di libri).

Numerose le comunicazioni scientifiche a congressi nazionali ed internazionali e le lezioni a invito.

È membro di numerosi gruppi di lavoro nazionali e internazionali tra i quali l' "Ad Hoc Working Group on Tools and Approaches to Support Decision-Making on the Substitution of Harmful Chemicals" istituito dalla *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) e dall'Environmental Protection Agency (EPA) degli USA.

Ha ricevuto numerosi Premi e Riconoscimenti tra i quali:

2001: Society of Chemical Industry - London (SCI) Award - "*First Europa Medal for Europe's Best Younger Chemist"* per la sintesi innovativa di norstatine in acqua (J. Org. Chem. 2003, 68, 7041-7045).

2006 e **2007** Academic Development Program (ADP) Award dal Merck's Chemistry Council per "Creative work in organic chemistry".

2007 Medaglia G. Ciamician della Società Chimica Italiana – Divisione di Chimica Organica (premio assegnato a ricercatori giovani emergenti con un'età inferiore a 35 anni per il loro eccellente contributo allo sviluppo della Chimica Organica).

250
200
100
75
50

GLI ARTICOLI PUBBLICATI SU INGENIUM DAL 2011 AL 2015

Ruggero Ranieri
Docente di storia contemporanea

I contributi di Paolo Olivieri che vengono raccolti in questo numero speciale di Ingenium sono significativi sia per il loro contenuto, sia per la biografia dell'autore. Paolo Olivieri, laureato in Chimica Industriale presso l'Università di Bologna, ha lavorato per quasi 40 anni, dal 1961 al 1999, presso il polo chimico Montecatini/Montedison di Terni, protagonista della lunga vicenda dello sviluppo industriale del polipropilene e della sua conversione in fibra. Ha rivestito importanti ruoli aziendali, concludendo la sua carriera come direttore del Centro Ricerche della Meraklon, oltre ad aver rappresentato dal 1979 al 1999 i dirigenti dell'area di Terni in seno al comitato centrale della dirigenza Montedison. Dal 1999 al 2004 ha fatto parte della Giunta Comunale di Terni, come Assessore con le deleghe per l'Università e le Politiche Comunitarie. Sono solo alcuni scampoli di un curriculum prestigioso di dirigente aziendale di ricercatore e di amministratore. Nel 2003, insieme a Paolo Maltese e Francesco Protospataro, anche essi dirigenti di azienda nel settore chimico, formatisi alla scuola di Giulio Natta, ha pubblicato il volume "Il Polipropilene: una storia italiana", che ricostruisce sia in chiave tecnico-scientifica, sia in chiave di storia industriale e aziendale, la scoperta del polipropilene isotattico operata da Natta nonchè i suoi affascinanti e rilevanti sviluppi nel campo delle fibre, dei polimeri e dei film, innovazioni che hanno contraddistinto e segnano tuttora una rilevante parte della produzione chimica mondiale.

Proponendo questa raccolta di articoli, preparati per la rivista Ingenium, Olivieri non ripercorre, se non a grandi linee, le scoperte e le esperienze già descritte, ma allarga il discorso a una riflessione più ampia, su vicende passate e contemporanee. È una lettura gradevole e stimolante, che si segnala per la varietà e la ricchezza dei piani di analisi e descrizione. Mi sembra, che al suo interno, si impongano almeno quattro chiavi di lettura.

In primo luogo Olivieri traccia a grandi linee una storia della chimica della Conca ternana: una vicenda che si è snodata con una serie concatenata di sviluppi successivi per giungere, in qualche modo, fino a noi. Fu molto importante, sia per le produzioni e le precoci innovazioni, sia per i volumi produttivi conseguiti, la prima fase iniziata alla fine dell'Ottocento. In gran parte questo precoce sviluppo si legava allo sfruttamento delle risorse idroelettriche, di cui è ricco il ternano, ma vi fu anche la capacità di valorizzare altre sostanze inorganiche come il calcare, usato per la produzione di carburo di calcio, di acetilene, di calciocianamide e fertilizzanti. Si possono citare qui alcune illustri esperienze societarie, come quella della Società Carburo di Calcio (SICCAG), la Società Italiana del Linoleum, o la Elettrocarbonium, che si specializzava nella produzione di elettrodi per l'industria siderurgica ed elettrochimica.

C'è da dire che una parte importante di queste esperienze produttive confluì, attraverso la fusione con la SICCAG, nella nuova grande Terni polisettoriale fondata da Arturo Bocciardo nel 1922. Anche la grande rivoluzione nella chimica industriale vide il territorio Ternano in posizione di rilievo, attraverso la sperimentazione e messa a punto del metodo Casale per la produzione di ammoniaca, una esperienza continuata poi negli anni Trenta con la creazione della SAIGS (Società anonima industria gomma sintetica), per continuare poi nel dopoguerra con la ricerca sulle materie plastiche nel settore petrolchimico.

Il secondo motivo conduttore della raccolta consiste nel ribadire la novità e l'importanza della scoperta di Giulio Natta e della sua ricaduta industriale e produttiva. Tutto iniziò quando la Montecatini affermatasi come la maggiore azienda chimica italiana, rilevò gli impianti della SAIGS, a Terni e a Ferrara, e investì nella ricerca nelle plastiche, attraverso una collaborazione con Giulio Natta. Olivieri illustra il significato del lavoro scientifico di Giulio Natta e gli ulteriori processi di ricerca che lo affinarono, in cui un ruolo importante fu assegnato al Centro Ricerche di Terni.

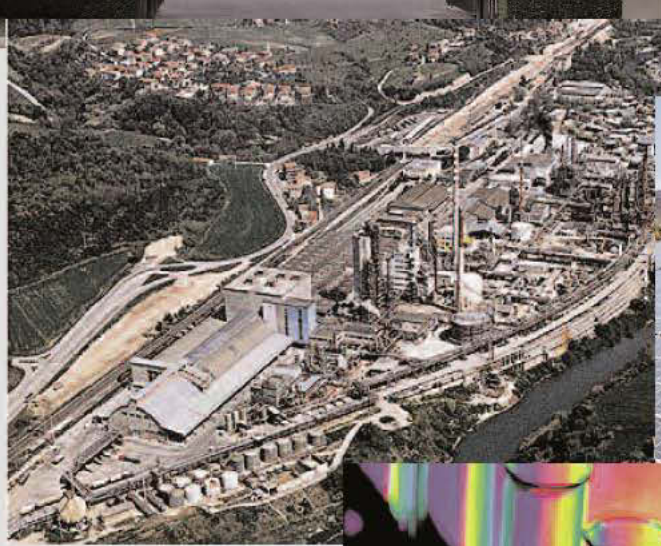
Un terzo tema che è molto caro a Olivieri è quello delle occasioni mancate. Perché - egli si chiede - gran parte degli sviluppi, frutto della ricerca di scienziati e aziende italiane, sono oggi patrimonio, molto ambito e redditizio, di aziende straniere, in qualche caso di multinazionali che possiedono sì alcuni stabilimenti in Italia, ma non vi concentrano certo il know-how e la ricerca scientifica? Il discorso di Olivieri a questo proposito non si ferma alle lamentazioni generiche, ma scende nello specifico. La sconfitta italiana nel campo della chimica secondaria, per cui oggi non abbiamo più grandi aziende di rilevanza mondiale, avvenne a suo giudizio negli anni Ottanta, con la sconfitta del progetto industriale di Gardini, il quale voleva che Enimont (Eni più Montedison) portasse a sinergia e supporto reciproco la industria chimica di base e quella secondaria. Solo così, con l'apporto dei mezzi e dei prodotti semifiniti della prima, sarebbe stato possibile sostenere la seconda. Il progetto fallì, osserva Oliveri, anche per le resistenze delle partecipazioni statali a lasciare un ruolo centrale a un grande imprenditore privato. Credo che la chiave di lettura di Oliveri sia molto importante e egli stesso ci invita ad estenderla ad altri settori, come la siderurgia. Il problema non era quello di mantenere un assetto duale, con una forte presenza pubblica: l'avvento delle privatizzazioni nell'epoca dei mercati globali era irreversibile. Il problema, se mai, era quello di indirizzare e guidare questo processo con adeguate politiche industriali e cioè sostenere la creazione di grandi aziende multinazionali con proprietà e controllo italiano, usando il meglio della esperienza delle partecipazioni statali e il meglio dell'imprenditoria privata.

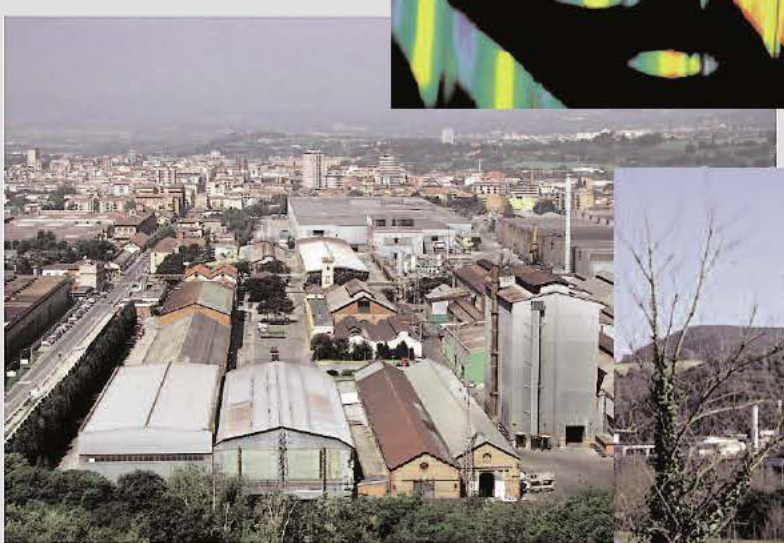
Infine, un ultimo tema importante, degli studi di Olivieri riguarda l'oggi e il domani. Intanto egli sottolinea la necessità di una strategia industriale complessiva, che punti soprattutto a rilanciare il ruolo della ricerca. L'esperienza di Natta, della ricerca chimica italiana negli anni del miracolo economico, rimangono un punto di riferimento irrinunciabile. Allora imprenditori illuminati, sia del settore privato, come Piero Giustiniani che sostenne fino in fondo gli sforzi di Natta, ma anche di uomini della partecipazioni statali,- penso per esempio allo sforzo fatto da alcuni dirigenti Italsider come Mario Marchesi per creare il Centro Sperimentale Metallurgico nel 1963 (oggi Centro Sviluppo Materiali), - guardavano lontano, assecondavano con questi progetti la maturazione tecnologica e scientifica della industria italiana. Si collegavano alla parte migliore delle esperienze accademiche e delle professionalità tecniche italiane. Si voleva fare dell'Italia un grande, avanzato paese industriale. Poi la successione delle crisi economiche e sociali, le incertezze e fragilità delle classi dirigenti ci hanno fatto smarrire questa prospettiva e, purtroppo, dopo aver fatto un grande salto in avanti, stiamo ripiegando.

Olivieri cerca infine di declinare questi temi, riportandoli alla situazione ternana. Qui ai grandi problemi cui abbiamo accennato se ne aggiungono altri, che hanno a che vedere con la coesione e la identità territoriale e con la governance dei processi da parte istituzionale. La situazione ternana è resa più complessa dalla natura stessa della industria della conca: sufficientemente importante per attirare interesse e rilevanti investimenti e, però, storicamente mai abbastanza solida per proporsi come soggetto autonomo di sviluppo, ma invece sempre dipendente da altre aree e da soggetti esterni. La Conca Ternana, di fatto, è una piccola isola di potenzialità tecniche e industriali di primo livello in un mare più ampio (l'Italia centrale, l'Umbria ecc) di realtà sostanzialmente agricole e terziarie, interessate, se mai, da processi di industrializzazione di diversa natura e qualità. Anche oggi la Conca Ternana ospita una concentrazione di filiali di industrie multinazionali, che è eguagliata solo dai maggiori centri metropolitani dell'Italia settentrionale. Del resto, questa è un po' la storia di tutta la vicenda ternana, se vogliamo dalla metà dell'Ottocento dalla nascita della Terni nel 1884.

Come quindi immaginare e programmare il futuro? Si tratta, dice Oliveri, di non abbandonare l'industria, di investire ancora sulla ricerca, mettendo a sistema tutte le forze che ancora esistono, e di investire sui settori promettenti, a partire dalla chimica verde. L'ambiente, – gli strumenti per valorizzarlo senza consumarlo – si propone già oggi come capitolo essenziale del nostro futuro sociale ed economico e non è detto che, come tante volte in passato, Terni non possa recitarvi una parte importante.

Ruggero Ranieri si è laureato presso l'Università di Firenze e ha conseguito il Dottorato in Storia presso l'Istituto Universitario Europeo. Docente di Storia contemporanea, dopo una carriera accademica in Gran Bretagna ha insegnato in varie università italiane. Ha fatto parte del Comitato Scientifico dell'ICSIM (Istituto Franco Momigliano per la Cultura e la Storia di Impresa) ed è un esperto di Storia dell'industria siderurgica dell'Unione Europea e della Storia dell'Integrazione Europea. Presiede e dirige la "Fondazione Ranieri di Sorbello" di Perugia che promuove iniziative culturali e attività di conservazione storico-artistica. Coordina il Comitato di Redazione della rivista "Passaggi, Rivista semestrale di società e cultura"; Tra i suoi ultimi lavori: (con E. Calandri e M.E. Guasconi), *Storia politica e economica dell'integrazione europea. Dal 1945 a oggi,* Napoli, Edizioni EdiSES, 2015; "Grande industria e sistema industriale", in *Storia dell'Umbria dall'Unità a oggi. Uomini e Risorse,* a cura di Mario Tosti, Venezia, Marsilio, ISUC, 2014; (con J. Aylen), *Ribbon of Fire,* Pendragon, Bologna 2012; "La vicenda di ILVA e i rischi per il sistema industriale italiano", in «Economia e Politica Industriale», 2013.





Panoramica delle industrie ternane

La chimica a Terni

IL PRESENTE E IL PASSATO, QUALE FUTURO?

L'ONU ha proclamato il 2011 *Anno Internazionale della Chimica*. Molteplici sono state le iniziative già svolte in Italia e quelle programmate per celebrare l'evento. Giustamente anche la nostra città si appresta a farlo con una serie di manifestazioni volte a rappresentare in vario modo il rapporto tra chimica e società e ad illustrare i traguardi raggiunti e quelli da raggiungere.

Per parte nostra, considerata la pesante situazione che si è determinata all'ex Polo Chimico Montedison e la recente dismissione del Polo dei prodotti azotati a Nera Montoro, desideriamo cogliere l'occasione per una riflessione che, partendo dall'analisi delle nostre radici ci permetta di comprendere che cosa è mancato perché la gloriosa storia industriale del nostro territorio continuasse ai ritmi di sviluppo qualitativo, anche se non sempre quantitativo, che hanno caratterizzato alcune decadi del nostro passato.

Non a caso abbiamo usato la parola decadi; essa fa parte della felice intuizione del Professor Adriano Nenz che, nell'analizzare "*le tappe percorse dall'industria chimica nell'area ternana*" in un bel capitolo scritto per il libro "*La Grande Industria a Terni*" (*Edizioni Thyrus, 1986*) (1), fa un'interessante "*schematizzazione*", in decadi appunto, che, come vedremo, potrebbe non interrompersi nonostante i pericolosi scricchiolii manifestati.

Dice Nenz: "*si può dire che assistiamo: alla fine del 1800, alla nascita e ad un rapido sviluppo dell'era del "linoleum"; ai primi del 1900, allo sviluppo dell'industria dei manufatti di carbone. Negli anni intorno al 1910 prende corpo l'industria del carburo di calcio e dei suoi derivati, mentre negli anni '20 assistiamo alla nascita e al progresso dell'industria dell'ammoniaca con l'originale processo Casale. Negli anni '30 si svilupperanno il metanolo e l'acetilene per usi chimici. Negli anni '40 dovrebbe decollare l'industria della gomma sintetica, ma scoppia la seconda guerra mondiale e il progetto tramonta. Negli anni '50 inizia e si sviluppa la produzione del cloruro di vinile, del suo polimero (PVC) e della fibra Movil. Gli anni '60 vedono la nascita e la grande affermazione del polipropilene isotattico e gli anni '70 sono caratterizzati dalla produzione del fiocco, del filo e del film da esso derivati. Infine, se vogliamo completare lo schema con gli anni '80, essi risultano caratterizzati dall'avvento della produzione dei tecnopolimeri quali i policarbonati, i polifenilenossidi ed il cuoio sintetico ALCANTARA*".

Volendo continuare in questa schematizzazione, che a questo punto diviene provocazione e stimolo, possiamo dire che lo sviluppo per decadi prosegue perché gli anni '90 sono gli anni dell'affermazione del Mater-Bi della Novamont, una bioplastica ottenuta dall'amido di mais complessato, gli anni 2000 sono quelli dello sviluppo dei poliesteri dagli oli vegetali, sempre da parte della Novamont (per incrementare la percentuale di materiale da fonte rinnovabile) e gli anni della decade appena iniziata saranno quelli di quel complesso di attività che va sotto il nome di "bioraffineria" e che trae origine dagli studi per l'estrazione da semi vegetali dei monomeri necessari per la produzione di bioplastiche, additivi per gomma e biolubrificanti.

LE "DECADI" DELLA CHIMICA A TERNI

1. Carburo → Acetilene (1900) * (Soc. del Carburo 1896)
2. Linoleum (1898)
3. Manufatti di carbone (1900)
4. Carburo → Calciocianamide (1910) *
5. Sintesi dell'NH3 da N2 e H2 (1920) *
6. Metanolo – Acetilene (1930) *
7. Gomma sintetica BUNA S (1940) °
8. Carburo → Acetilene → Cloruro di vinile → PVC (Vipla e Movil) (1950) *
9. Polipropilene (1954) → Moplen* (1960), Moplefan, (1960), Meraklon Fiocco (1960), Meraklon Filo (1970)
10. Tecnopolimeri: policarbonati (1980)
11. Alcantara (1980)
12. Mater Bi (1990)
    poliesteri dagli oli vegetali (2000)
    Bioraffineria e derivati (2010)

* non più attivi, ° mai attivato

Tabella 1. Settori di attività

Per cui lo schema complessivo può essere quello rappresentato nella tabella 1. Emerge un quadro estremamente ricco, caratterizzato da una perfetta concatenazione di attività che dimostrano, da un lato, un costante sforzo di ricerca e, dall'altro, sia un'alta capacità di conversione dei trovati in attività industriale, sia una notevole capacità di avviare nuove iniziative industriali derivate, per cui Terni appare costantemente all'avanguardia e sembra sempre saper cogliere l'opportunità che ogni prodotto offre per nuovi sviluppi o che ogni filone di attività offre per associarne un altro.

L'articolazione è impressionante: prodotti e processi, spesso anche grazie alla presenza e alla spinta creativa di personaggi di livello internazionale, tengono costantemente il nostro territorio in prima fila, alla pari con la concorrenza più agguerrita, in molti casi alla guida dello sviluppo mondiale.

Così il Carburo di Calcio diviene protagonista di alcuni decenni del primo Novecento, inizialmente per la generazione di acetilene utilizzato come gas illuminante e poi per la produzione di calciocianamide, importante fertilizzante (la foto a pag. 18 riporta una suggestiva pubblicità degli anni '50) e successivamente, prima dell'avvento della petrolchimica, per fornire l'acetilene per la produzione del cloruro di vinile, il monomero utilizzato per la produzione di PVC (policloruro di vinile, da cui la VIPLA e il MOVIL); e ancora l'acetilene per la produzione di butadiene necessario per la produzione di gomma sintetica da parte della SAIGS (anche se, a causa dello scoppio della seconda guerra mondiale, l'insediamento industriale realizzato alle porte della città sulla via Flaminia non viene mai completato).

Così la messa a punto nel 1919, presso la IDROS di Terni, da parte di Luigi Casale del processo di sintesi dell'ammoniaca da azoto e idrogeno che avrà molto successo nel mondo e darà successivamente origine a tutto il filone dell'acido nitrico e dei nitrati e dell'urea; e, ad imitazione del processo di base, la sintesi del metanolo. La SIRI (Società Italiana Ricerche Industriali), fondata da Casale nel 1925, sarà fucina inesauribile di miglioramenti tecnologici e della messa a punto di catalizzatori sempre più efficienti (2).

A seguire il filone del polipropilene isotattico che valse il Premio Nobel per la Chimica nel 1963 al suo inventore, Giulio Natta e che ben presto sarebbe divenuto business planetario. L'attività di ricerca e di sviluppo tecnologico del polipropilene viene insediata presso il complesso che avrebbe dovuto vedere lo sviluppo della gomma sintetica, polo tecnologico che nel 1951 viene acquistato dalla Montecatini per la produzione di cloruro di vinile da acetilene e acido cloridrico e la sua polimerizzazione in PVC (VIPLA era il nome del polimero e Movil quello della fibra). Con la cessazione della produzione di Movil e il trasferimento della produzione della VIPLA a Porto Marghera (1972), il Polo di Terni (divenuto nel frattempo proprietà della Montedison) viene interamente dedicato alla produzione e sviluppo del polipropilene come polimero (Moplen), fibra (Meraklon) e film (Moplefan).

Luigi Casale

Luigi Casale e Giulio Natta, due personaggi che in modo diverso hanno illustrato il nostro territorio. Luigi Casale lavora a Terni tra il 1917 e il 1927; muore prematuramente nel 1927, a soli 45 anni; è ricordato presso l'Istituto di Chimica Generale e Organica dell'Università di Torino con una bella targa di marmo collocata nell'atrio austero e imponente, sotto il busto di Avogadro.

Giulio Natta (foto a pag 17) non lavora a Terni; conduce gli studi, che nel 1954 porteranno al polipropilene isotattico, presso il Politecnico di Milano; visita frequentemente la Polymer di Terni, per seguire presso il Centro Ricerche, ivi creato dalla Montecatini, e gli impianti pilota dello stabilimento lo sviluppo della tecnologia per la produzione industriale del polimero e gli studi per la sua conversione in fibra e in film. E' singolare che uno dei primi lavori importanti di Natta giovane sia la sintesi del metanolo da ossido di carbonio e idrogeno, quasi a suggellare un legame ideale tra due personaggi che pur non essendosi mai incontrati (Natta nasce nel 1903 e si laurea nel 1924) hanno segnato profondamente la storia industriale del nostro territorio.

E ora la "plastica" biodegradabile dal mais, il Mater-Bi e il promettente e vasto settore dei bioadditivi della Novamont. Il suo AD, la dottoressa Catia Bastioli, da sempre anima del Gruppo di Ricerca che a Novara ha sviluppato e messo a punto i prodotti ora di grande successo e che, nel recente passato, ha avuto prestigiosi riconoscimenti internazionali (nel 2007 il Premio Europeo per l'Innovazione e nel 2009 il premio Le tecno-visionarie), ha firmato, a fine maggio 2011, un importante accordo con Polimeri Europa di Eni per lo sviluppo congiunto presso lo stabilimento di Porto Torres di quel complesso di attività che è stato definito, con una parola molto suggestiva, bioraffineria per distinguerlo dalla raffineria del petrolio che è alla base della plastica tradizionale non biodegradabile.

E' singolare notare che gli studi per la messa a punto del Mater-Bi vengono fatti presso il Centro Ricerche di Novara, in quella scuola dei materiali Montedison sviluppatasi nel secondo dopoguerra con la scoperta del polipropilene da parte del premio Nobel Giulio Natta; singolare, ma non troppo in quanto è piuttosto la conferma che i risultati nascono sì dalle idee, ma soprattutto dalla tradizione di studio e innovazione che solo le grandi scuole hanno dato al nostro Paese; e non è un caso che la tradizione di Novara nasca ancora prima, verso il 1920, da un altro grande personaggio della chimica italiana, l'ing. Giacomo Fauser che, come Casale, affermò l'Italia nel mondo con un processo per la sintesi dell'ammoniaca.

Interessante anche notare che i precursori dei prodotti che sono alla base dei processi sviluppati a Terni nelle diverse fasi temporali esaminate, sono gli stessi che svolgono un ruolo dominante nel settore dell'energia.

La prima metà del secolo è fortemente caratterizzata dal carbone sia nella chimica che nell'energia, anche se sta contemporaneamente affermandosi un'altra fonte fossile di energia, il petrolio ed i suoi derivati, non solo nel settore dell'autotrazione e dei trasporti in generale ma anche nella produzione di energia elettrica; questa nuova fonte ben presto diviene dominante anche nella chimica dove è alla base dello sviluppo di quel filone, noto come petrolchimica, che improntarà fortemente la seconda metà del secolo per molti processi chimici e materiali di enorme successo, basti solo pensare alla vastissima famiglia delle materie plastiche e delle fibre sintetiche.

Con il Mater Bi si affaccia nel panorama della chimica una nuova materia prima naturale e rinnovabile, il mais ed una nuova fonte di energia, il sole (praticamente inesauribile, perché durerà altri quattro miliardi e mezzo di anni). Si propone così la sostituzione di prodotti di base fossili e dunque "finiti" nei loro giacimenti in progressivo e irreversibile depauperamento, con prodotti rinnovabili provenienti da quell'immenso laboratorio chimico che è la natura.

Quindi con il Mater Bi Terni continua ad essere all'avanguardia nella frontiera dei prodotti, dei loro precursori e della filosofia di ricerca che li ha ispirati.

Allora perché le cose vanno male? Perché le aziende chiudono o semplicemente se ne vanno?

La risposta è semplice: a un certo punto **è mancato il progetto industriale complessivo**, un progetto che avrebbe permesso di governare la globalizzazione e di evitare, all'Italia e alla nostra città, il grosso trauma di progressivi distacchi di importanti pezzi della sua economia.

E il problema viene da lontano, il problema nasce alla fine degli anni '80.

L'evento determinante cui, a nostro avviso, si può far risalire la condizione in cui si trova oggi parte della chimica italiana è la mancata realizzazione di Enimont nei termini in cui l'aveva concepita Raul Gardini. Quel progetto sarebbe stato particolarmente importante per Terni perché prevedeva sia la chimica del polipropilene che quella verde cui appartiene il "miracolo" Novamont. E quello che diciamo non è, come potrebbe apparire, frutto di quella propensione alla dietrologia che a volte caratterizza noi italiani, tanto meno fa parte di quella che viene definita terneide. Questa è una cosa reale e non la denunciamo solo oggi, quando oramai appare in tutti i suoi effetti più nefasti, con la pesante crisi del polo ex Montedison che incombe sulla città; la denunciammo già nel 2003 quando scrivemmo il libro sul polipropilene; questa cosa fa parte di quello "spezzatino chimico" che il Professor Trifirò denuncia nell'editoriale di *la Chimica e l'Industria* del marzo 2010: "*Perché le aziende straniere continuano a lasciare l'Italia?*" (3). Dice Trifirò "Chiude l'ultima produzione di PVC, l'ultima di alluminio primario, l'ultimo grosso centro di ricerca farmaceutica e la produzione di PET in Sardegna, ormai quasi l'ultima chimica dell'isola": sono i casi della Ineos Vinyls (PVC) (i cui operai sono andati sull'isola dell'Asinara a fare "L'isola dei cassintegrati" per attirare l'attenzione dei media e del governo), dell'Alcoa (Al), della Equipolymers (PET) e Glaxo SmithKline (Centro Ricerche sulle Neuroscienze di Verona: 600 ricercatori!).

E continua: "… ma la responsabilità della scomparsa della chimica è del passato, quando è stato consentito lo "spezzatino chimico", ossia la vendita capillare delle singole produzioni a stranieri, senza creare una grande industria chimica nazionale …". Ecco che allora torna alla mente il mancato epilogo positivo della vicenda Enimont … oggi, forse, né l'Italia tutta, nè Basell, si troverebbero in questa tragica situazione.

Per raccontare questa storia occorre andare al 30 dicembre 1993, al momento della nascita di Montell, il gruppo Montedison/Shell fortemente voluto da quest'ultima pur dopo i tragici avvenimenti che portarono al suicidio di Gardini, nel luglio del 1993. Al momento della nascita della Società, venne subito puntualizzata la complementarietà delle due case madri che mettevano insieme la tecnologia e le capacità produttive di Montedison (attraverso Himont) e le materie prime di Shell. Nasceva il "colosso della superplastica" che Gardini aveva pensato tutto italiano quando a fine anni '80 aveva proposto il perfezionamento di Enimont attraverso il conferimento di Himont, cioè del polipropilene. Allora la società era costituita da una quota del 40% in mano a Eni, un altro 40% in mano a Montedison, mentre il restante 20% di azioni erano sul mercato. Gardini fece rastrellare il 20% per arrivare al 60% delle azioni di Enimont che gli avrebbero consentito di governare la società e propose di conferire Himont, che era stata tenuta fuori dall'accordo, alla nuova società per 5000 miliardi. Lo scopo era quello di rifinanziare Enimont a patto di averne personalmente la gestione. Gardini aveva visto giusto nel cercare di raggiungere l'obiettivo della complementarietà, fattore che è ancora oggi in parte alla base della crisi di Basell (nata nel 2000 dall'ingresso nella società di Basf) che, dopo l'uscita sia di Basf che di Shell, manca di un *back* di materia prima che sia all'altezza delle quantità di polimero prodotte. Attualmente la Lyondell Basell (nel 2005 la Basell venne venduta a un gruppo di società e nel 2007 si fuse con la multinazionale americana Lyondell) polimerizza il doppio di monomeri di cui può disporre autoproducendoli, mentre si procura quello che gli manca sul mercato. Non ha cioè alle spalle un colosso del petrolio come erano Shell per Montell o avrebbe potuto essere Eni per Enimont.

Ma Enimont non si fece perché i governi dell'epoca vollero mantenere collusioni e clientele, al di fuori da ogni logica industriale e di sviluppo economico. Gardini disse che Enimont non si fece perché l'industria italiana era una "industria politica dove l'aggettivo svuota di contenuto il sostantivo". I politici brillavano per mancanza di lungimiranza e preferirono il vantaggio momentaneo. Non abbiamo purtroppo avuto uomini politici illuminati in grado di cogliere le sfide del futuro.

All'assemblea della Ferruzzi Finanziaria del 1988, Gardini aveva già delineato una strategia proiettata verso il futuro per il Gruppo Ferruzzi Montedison che poteva divenire strategia di sviluppo per Enimont. Prevedeva sei grandi aree di sviluppo: alimentazione, ambiente, salute e previdenza, energia, commodities e nuovi materiali, con la consapevolezza che in esse si intersecano complesse problematiche sociali e ambientali sia

per la crescita dei paesi ricchi che per quella dei paesi più poveri

Per la ricerca stava dando impulso, in particolare, alla "Chimica verde". Nel marzo del '90 veniva annunciato un nuovo prodotto, biodegradabile, della Novamont: quello che poi sarebbe stato il Mater-Bi, appunto. Dunque Gardini aveva già una strategia complessiva per Enimont, una strategia che, se realizzata, avrebbe avuto per Terni tutti i presupposti per permettere di mantenere la tradizione (il polipropilene con la sua filiera di trasformazioni a valle) e il nuovo (il Mater-Bi con la bioraffineria).

E' mancato dunque il progetto industriale. Profonde e tristemente profetiche le parole di De Gasperi: "Un politico pensa alle prossime elezioni; uno statista pensa alla prossima generazione".

Che fare allora per contrastare questa deriva e la preoccupante dissipazione di mestieri e di saperi che ha caratterizzato in questi ultimi decenni il nostro territorio?

Un primo importante segnale sarebbe quello del perfezionamento dell'atteso accordo tra la cordata di aziende guidata da Novamont e la Basell per l'acquisizione del sito di Terni allo scopo di potenziare quel Polo verde che Novamont ha creato a Terni negli anni '90 con la produzione della plastica biodegradabile Mater-Bi; il potenziamento potrebbe avvenire in sinergia con le attività che saranno sviluppate dalla stessa Novamont a Porto Torres con Eni dopo l'accordo recentemente siglato (si veda anche l'editoriale con cui il Professor Trifirò apre il numero di maggio 2011 di *La Chimica & L'Industria*: "Poli verdi a Terni e Porto Torres per salvare la chimica?) (5).

Giulio Natta Premio Nobel per la chimica (unico italiano) nel 1963

Nel contempo occorre il coinvolgimento concreto e convinto delle Istituzioni a tutti i livelli su due fronti: da un lato occorre sostenere coloro che difendono con determinazione ciò che rimane del Polo Chimico e può essere salvato e rilanciato, perchè ancora dotato di indubbia forza propulsiva, dall'altro è necessario che la nostra città riprenda il ruolo avuto nel panorama della Chimica nazionale e mondiale sostenendo adeguatamente ricerca e innovazione.

Nell'ambito della ricerca e dell'innovazione occorre sostenere efficacemente le iniziative già avviate, quali, per esempio, il Centro Europeo per le Nanotecnologie dei Materiali Polimerici, coordinato dal Professor Josè M. Kenny e quelle che potrebbero essere sviluppate; per quest'ultimo aspetto segnaliamo il dibattito in corso a livello nazionale sulla centralità della Chimica nello sviluppo di temi attinenti l'energia: in questo ambito potrebbe essere molto importante supportare e rilanciare l'attività dell'ISRIM°, istituto dotato di un gruppo di ricercatori con competenze di livello internazionale e in grado di contribuire efficacemente allo sviluppo della competitività delle imprese del nostro territorio e alla creazione di nuove iniziative.

In una parola, il rilancio della nostra città deve giovarsi oltre che del rafforzamento delle imprese industriali ancora attive anche della capacità innovativa di quelle strutture che sono parte integrante del patrimonio culturale del nostro territorio.

Paolo Olivieri

• Paolo Olivieri: è stato dirigente presso il Polo Montedison di Terni dove si è occupato prevalentemente di fibre polipropileniche; tra gli altri incarichi ha ricoperto quello di Direttore della Ricerca della Meraklon. Con i colleghi Paolo Maltese e Francesco Protospataro ha scritto il libro *Il Polipropilene: una storia italiana,* 2003, Ed. Thyrus.

• Adriano Nenz: ha un curriculum molto nutrito, come si può rilevare dal risvolto di copertina del libro *La grande industria a Terni*; in breve si può dire che è stato Direttore degli Stabilimenti Montedison di Terni e Ferrara e che contemporaneamente è stato Professore Ordinario di Chimica Industriale presso le Università di Ferrara e Perugia; a Terni ha fondato l'ISRIM (Istituto Superiore di Ricerca e Formazione sui Materiali Speciali per Tecnologie Avanzate) che ha guidato per molti anni.

• Recentemente la Direzione Generale Ambiente dell'Unione Europea ha conferito all'ISRIM un prestigioso riconoscimento per l'impegno nell'attività di ricerca e sviluppo in campo ambientale per il progetto "Kolisoon" considerato uno dei migliori progetti Life conclusi nel 2010.

Bibliografia

(1) E. Marianeschi, G. Cipolla, G. Papuli, S. Teofoli, R. Bonifazi, A. Nenz , *La grande industria a Terni*, Ed. Thyrus (1986).

(2) *La SIRI: la fabbrica della ricerca – Luigi Casale e l'ammoniaca sintetica a Terni*, a cura di Letizia Fabi e dell'ICSIM (Istituto per la Cultura e la Storia d'Impresa "Franco Momigliano" (2003).

(3) F. Trifirò, *Perché le aziende straniere continuano a lasciare l'Italia?*, "La Chimica e l'Industria", marzo 2010.

(4) P. Maltese, P. Olivieri, F. Protospataro, *Il Polipropilene: una storia italiana,* Ed. Thyrus (2003).

(5) F. Trifirò, *Poli verdi a Terni e Porto Torres per salvare la chimica?*, "La Chimica e l'Industria", maggio 2011.

LA CHIMICA A TERNI

• Manifesto della Calciocianamide che si produceva a Terni

• Il polipropilene ha conosciuto un gran successo nell'industria della plastica. Molti oggetti di uso comune (dagli zerbini agli scolapasta per esempio) sono fatti di polipropilene (Moplen).
Il Polipropilene viene convertito in filo e fiocco per usi tessili ed industriali (Meraklon) e film per imballaggio alimentare (Moplefan)

• Il Mater-Bi è prodotto nello stabilimento di Terni e costituisce un'innovativa famiglia di bioplastiche che utilizza componenti vegetali, come l'amido di mais e polimeri biodegradabili ottenuti sia da materie prime di origine rinnovabile che da materie prime di origine fossile. E' biodegradabile e compostabile per natura. È un prodotto versatile come la plastica con moltissime applicazioni nel settore degli shopper per supermercati, nel settore agricolo (pacciamatura, legacci), nella ristorazione (piatti, posate, bicchieri, vassoi), nell'imballaggio (contenitori per frutta e verdura freschi, prodotti da forno, ecc.), negli accessori, nei giocattoli e nei biofiller per i pneumatici

L'attuale stabilimento Polymer di Terni

Nel 1836 il chimico inglese Edmund Davy, durante un processo chimico per isolare il potassio, scoprì il carburo di calcio ma non ne intuì le vere potenzialità. Il gas Acetilene fu scoperto veramente soltanto nel 1894 da Moisset in Francia e, nello stesso anno, da Thomas L. Wilson negli Stati Uniti.

Il carburo si presenta sotto forma di sassi le cui dimensioni sono varie, a seconda della pezzatura di produzione. Il colore è nero-violaceo, se non sono ossidati. Quando invece sono stati esposti all'aria risultano di colore bianco, in quanto sono rivestiti di uno strato di idrossido di calcio.

• Lampade a carburo. Le lampade utilizzavano come combustibile l'acetilene, un gas più leggero dell'aria (formula chimica C_2H_2), prodotto dalla reazione chimica generata dal contatto dell'acqua con il carburo di calcio (formula chimica CaC_2). Questo tipo di lampada sostituì in passato, nell'uso minerario, le precedenti lampade ad olio, sia per la sua praticità di utilizzo che per la chiarezza della luce generata dalla fiamma dell'acetilene. Soprattutto fu determinante il basso costo del carburo di calcio.

• Un aspetto delle recenti manifestazioni contro la crisi del polo chimico ternano

Terni città laboratorio

PER LA RINASCITA INDUSTRIALE

Nel quadro desolante e disperante generato dalla "*Scomparsa dell'Italia industriale*" (si veda: Luciano Gallino, Einaudi, 2006), Terni potrebbe diventare una città laboratorio per capire, da parte di manager e politici, cosa andrebbe fatto per rilanciare l'economia nel nostro Paese.

Terni, infatti, contro la generale tendenza sviluppatasi nel Paese a demonizzare la grande industria in omaggio ad una imprenditoria privata diffusa ed una economia dei servizi o, peggio, ad una economia immateriale, alternative che non hanno purtroppo generato un equivalente numero di posti di lavoro, ha resistito e cercato di mantenere la sua struttura industriale nonostante le crisi ricorrenti ed il pericoloso fenomeno di colonizzazione della sua industria da parte di attori stranieri.

A questo riguardo, la prima considerazione da fare è che questi colonizzatori vengono da paesi occidentali e non da mondi in via di sviluppo. Per l'acciaieria dapprima si è trattato di un operatore tedesco, un colosso del settore, ora di uno finlandese, la OutoKumpu, che se pure colosso non è, è certamente un attore ad alta specializzazione e in grado di apprezzare e valorizzare le specificità del nostro sito.

L'altra considerazione è che alla base di queste acquisizioni c'è sempre un disegno industriale e un alto apprezzamento della struttura che si va ad acquisire. Dopo l'acquisto del 50% della Terni, nel 1994, il Presidente della Krupp, all'assemblea degli azionisti che gli chiedeva perché fossero andati a spendere tanti soldi in Italia (che poi proprio tanti non erano), rispose: "Le perle hanno un costo".

È triste dover sentirsi dire da altri che avevamo delle "perle" e non abbiamo saputo conservarcele.

Dunque il tessuto industriale della città, anche se prevalentemente non più in mani italiane, ancora tiene e consente di guardare con fiducia anche al futuro di quelle aree che stanno attraversando una crisi importante, ma non insormontabile, come l'ex Polo Chimico Montedison per il quale ora si prospetta la possibilità di attuare la prosecuzione di quello sviluppo che dalla fine dell'800 ai giorni nostri ha accompagnato la storia chimica del territorio attraverso un susseguirsi affascinante di vicende industriali.

L'opportunità di un rilancio del Polo Chimico può ora venire dall'atteso acquisto del sito Basell da parte di due soggetti protagonisti del cambiamento epocale che si sta verificando sia in ambito produttivo sia in ambito energetico e cioè la Novamont, che potrebbe potenziare quel Polo verde che ha creato a Terni negli anni '90 con la produzione della "plastica" biodegradabile Mater-Bi e Terni Research, impegnata con successo nello sviluppo di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili e il recupero di materie ed energia; si creerebbe un polo di green economy di portata nazionale. In questo caso si tratterebbe anche di abbinare le opportunità di sviluppo alle esigenze di un cambiamento quanto mai necessario per la salva-

Panoramica dei laboratori S.E.R.M.S. di Terni

guardia dell'ambiente sia in termini di prodotti, sia in termini di energia.

Ma tutto ciò vuol dire politica economica orientata all'innovazione e alla conoscenza da realizzare con finanziamenti alla scuola e all'Università (e non solo tagli), oltre ad un ritorno alla capacità di valorizzare le eccellenze intellettuali del nostro Paese (anziché provocarne la fuga verso altri lidi: si calcola che l'Italia perda ogni anno 1 Miliardo di Euro in brevetti).

Nel lontano '99 Prodi, da poco tempo Presidente della Commissione Europea, ebbe a dire: " quando consideriamo i grandi temi della scienza l'Italia è quasi assente; gli investimenti per la ricerca in Italia raggiungono i livelli dei paesi dell'Est (ora forse non più, n.d.r.); questo significa abbandonare la nostra storia; occorre tornare a misurarsi con gli altri paesi; gli altri paesi hanno una grande capacità di realizzare, di essere fabbri del loro destino". Da allora molti anni sono passati, ma non c'è stato alcun significativo cambiamento di rotta: l'Italia sembra come paralizzata, incapace di guardare con fiducia a quel patrimonio di giovani intelligenze egregiamente formate nelle nostre Università e che costituiscono forse la più grande risorsa del Paese.

Il ritornello che si sente ripetere in tutti i congressi scientifici (in cui emergono spesso originali intuizioni di giovani ricercatori italiani in settori di punta della ricerca scientifica mondiale) è che manca una cabina di regia e la capacità di aggregare attorno ad uno stesso progetto più soggetti in modo da essere in grado di aggiudicarsi i fondi di ricerca europei (che poi sarebbe solo un modo per riportare a casa i nostri soldi visto che abbiamo un disavanzo, tra ciò che contribuiamo all'UE e ciò che otteniamo per progetti, di 7,5 Miliardi di Euro!): spesso manca, cioè, la capacità di fare massa critica attraverso un efficace collegamento tra eccellenti centri di ricerca complementari.

In ambito di ricerca e innovazione, per quanto riguarda la città di Terni, occorre quindi continuare a sostenere le iniziative del Centro Europeo per le Nanotecnologie dei Materiali Polimerici, coordinato dal Prof. Josè M. Kenny presso il Polo Didattico e Scientifico dell'Università di Perugia a Terni e quelle guidate dal Prof. Roberto Battiston presso lo stesso Polo Universitario con il laboratorio SERMS (Studio degli Effetti delle Radiazioni sui Materiali per lo Spazio) e con altri importanti nuclei di ricerca e Spin Off; queste strutture di ricerca possono, in particolare, giocare parte di quel ruolo che si sta delineando per la chimica e la fisica nell'ambito dei nuovi temi di ricerca sull'energia.

In questo quadro è altrettanto importante supportare l'attività di quello che ormai è un pezzo storico della ricerca e innovazione a Terni, e cioè l'ISRIM (Istituto Superiore di Ricerca e Formazione sui Materiali Speciali per Tecnologie Avanzate), purtroppo da troppo tempo afflitto da problemi finanziari; questo Istituto, dotato di un gruppo di ricercatori con competenze di elevato livello e in grado di contribuire allo sviluppo della competitività delle imprese del nostro territorio e alla creazione di nuove iniziative. L'istituto potrebbe, inoltre, affiancare gli istituti sopra citati nella ricerca sui nuovi temi energetici per le specifiche competenze in ambito biologico.

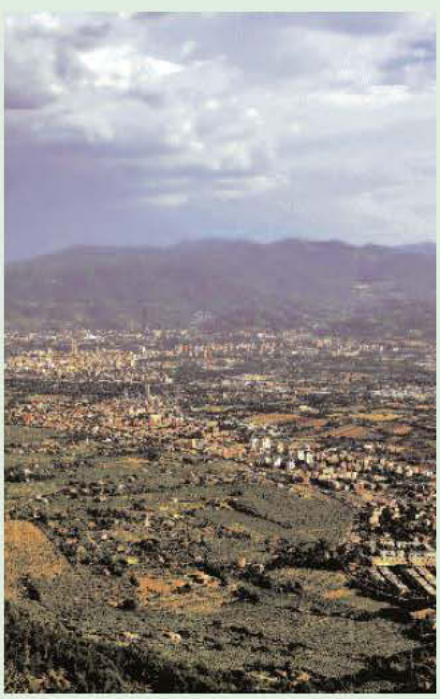
In una parola, si tratta di guidare il cambiamento verso il nuovo valorizzando nel contempo quanto della tradizione industriale del territorio è ancora dotato di forza propulsiva.

Dunque Terni può ripartire e allo stesso tempo divenire terreno di studio per comprendere quanto sia preziosa la presenza di una articolata struttura industriale sulla quale innestare, grazie anche ad investimenti per la ricerca e innovazione, nuove iniziative al passo con l'evoluzione tecnologica più avanzata.

Paolo Olivieri

Questo breve articolo, che non ha la pretesa di fornire una rassegna esaustiva delle possibilità del tessuto industriale del territorio di Terni e Narni, vuole solo essere di stimolo per tutti coloro che abbiano l'ambizione di mantenere, o convertire, o sviluppare quanto ancora rimane della gloriosa storia industriale del nostro Paese. Un appello particolare viene fatto ai responsabili dei centri decisionali a tutti i livelli affinché imprimano uno slancio nuovo al sostegno alla ricerca e all'innovazione.

*Paolo Olivieri è stato dirigente presso il Polo Montedison di Terni dove si è occupato prevalentemente di fibre polipropileniche; tra gli altri incarichi ha ricoperto quello di Direttore della Ricerca della Meraklon. Con i colleghi Paolo Maltese e Francesco Protospataro ha scritto il libro: "*Il Polipropilene: una storia italiana*", 2003, Ed. Thyrus.



A cinquanta anni dal Nobel

L'EREDITÀ DI GIULIO NATTA

Quest'anno ricorre il cinquantenario del conferimento del premio Nobel per la Chimica 1963 a Giulio Natta (v. Fig. 1), unico italiano ad aver ricevuto finora l'ambito riconoscimento per la Chimica. L'evento è stato celebrato il 7 maggio 2013 al Politecnico di Milano, nell'aula in cui Natta ha insegnato dal 1938 al 1973 (v. Fig. 2).

La scoperta da parte di Natta e del suo gruppo di giovani ricercatori del polipropilene stereoregolare avviene nei laboratori dell'Istituto di Chimica Industriale del Politecnico (che quest'anno celebra anche il 150nario della sua fondazione).

All'inizio del 1954 Natta stava lavorando alla sintesi di polimeri stereoregolari impiegando catalizzatori individuati poco tempo prima da Ziegler, direttore del Max Plank Institüt für Kohlenforchung di Mülheim (Istituto per la Ricerca sul Carbone), che riceverà il Premio Nobel assieme a Natta; Ziegler li aveva adottati con successo, tra il 1952 e il 1953, per la polimerizzazione dell'etilene a bassa pressione e bassa temperatura (il che semplificherà enormemente il processo inventato dall'ICI nel 1935 che portava a polietilene ramificato, a bassa densità, a differenza di quello sintetizzato da Ziegler che era lineare). Natta si dedicò, invece, agli omologhi superiori dell'etilene, in particolare alla polimerizzazione del propilene, monomero non citato nei brevetti di Ziegler i cui diritti Natta aveva fatto acquistare dalla Montecatini grazie alla lungimiranza del suo Amministratore Delegato, ingegner Piero Giustiniani.

Il polipropilene stereoregolare, in grado di cristallizzare, "nasce" l'11 marzo 1954: in quel lontano giorno il Prof. Natta scrive sulla sua agenda: "Fatto il polipropilene"! (v. Fig. 3).

Questi speciali catalizzatori, costituiti da un composto metallo organico e un composto di un metallo di transizione, che sono alla base di questa rivoluzione della chimica macromolecolare, sono noti come catalizzatori Ziegler-Natta grazie al notevole lavoro svolto da Natta e i suoi collaboratori per il loro miglioramento. Primo fra tutti il passaggio dal tetracloruro di titanio solubile al tricloruro insolubile che fece salire la resa di polimerizzazione dal 40 all'85% col che il polipropilene divenne un polimero realizzabile industrialmente.

Senza entrare troppo in dettagli tecnici si può dire, semplificando, che la

Fig.1 - Il Professor Natta, accompagnato dal figlio, riceve il premio Nobel da Gustav VI Adolf, a Stoccolma (1963)

Fig.2 - Targa ricordo dedicata a Giulio Natta, posta nell'aula dell'edificio6 del Politecnico.

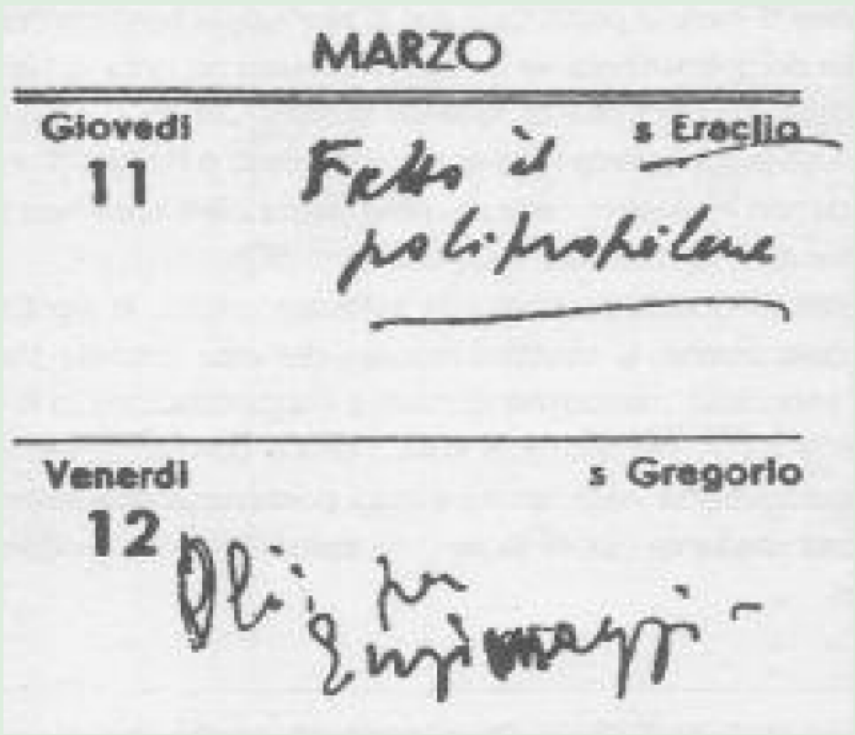


Fig.3 - Agenda di Giulio Natta, 11 marzo 1954: Fatto in polipropilene.

particolarità indotta da questi catalizzatori è che il processo di polimerizzazione è basato non sulla somma di unità monomeriche ai radicali liberi della catena in crescita (come avviene nella polimerizzazione radicalica), ma sull'inserimento del monomero tra l'atomo del metallo di transizione presente nel catalizzatore e la catena in crescita ad esso legata, il che permette di "sistemare ordinatamente" nello spazio il gruppo legato al carbonio terziario asimmetrico lungo la catena polimerica (nel caso del polipropilene i gruppi legati al carbonio terziario sono i $-CH_3$).

Natta chiamerà questo polipropilene stereoregolare, "isotattico" (= stesso ordine) per distinguerlo da quello, definito "atattico" (= senza ordine), in cui le singole molecole di propilene (monomero) sono concatenate in modo disordinato (unica modalità ottenibile con il metodo fino ad allora noto: quello radicalico; la polimerizzazione di questo tipo dà luogo a un prodotto di ridotto valore e limitate applicazioni: è stato impiegato per guaine impermeabilizzanti e sottofondi).

Il giorno dopo la scoperta del polipropilene isotattico Natta scrisse sulla sua agenda: "Olii per ensimaggio" (v. Fig. 3) intendendo che doveva procurarsi i lubrificanti antistatici necessari per raccogliere la fibra che pensava di estrudere da un rudimentale estrusore di cui disponeva in Istituto, cosa che non tardò molto a fare; infatti il 12 maggio 1954 scrive sulla sua agenda: "filato il polipropilene" (v. Fig. 4). E qui emerge una delle caratteristiche peculiari dello scienziato Natta e cioè la sua capacità di realizzare concretamente quanto veniva via via scoprendo attraverso la speculazione scientifica.

Anche se il polipropilene isotattico resta il prodotto più importante, va detto che Natta e i suoi collaboratori applicarono da subito con successo la polimerizzazione stereospecifica a tutta una serie di alfa olefine (classe cui il propilene appartiene) e di diolefine selezionando via via i catalizzatori più adatti. Va citato tra tutti l'1,4-cis polibutadiene che troverà applicazioni tra gli elastomeri.

Enorme il lavoro svolto e la letteratura prodotta dall'équipe guidata da Natta tra il 1955 e il 1967: più di 130 nuovi polimeri sintetizzati, preparazione di molte varianti di sistemi catalitici, sintesi di copolimeri poliolefinici per elastomeri, etc.; di tutti i processi venivano condotti accurati studi di cinetica e dettagliate caratterizzazioni dei prodotti ottenuti; complessivamente sono stati prodotti un migliaio di lavori scientifici e 280 famiglie di brevetti che hanno portato a circa 4000 brevetti in diversi paesi. E qui emerge un'altra delle caratteristiche di Natta e cioè la sua capacità di organizzare il lavoro in modo multidisciplinare affiancando diverse competenze specialistiche in modo che alla sintesi di nuovi prodotti seguisse la loro individuazione strutturale più completa.

Negli anni '50 Natta creò una Scuola di rinomanza internazionale raccogliendo attorno a sé giovani ricercatori di talento e seppe coinvolgere nel progetto la Montecatini anche grazie alla lungimiranza dell'Amministratore De-

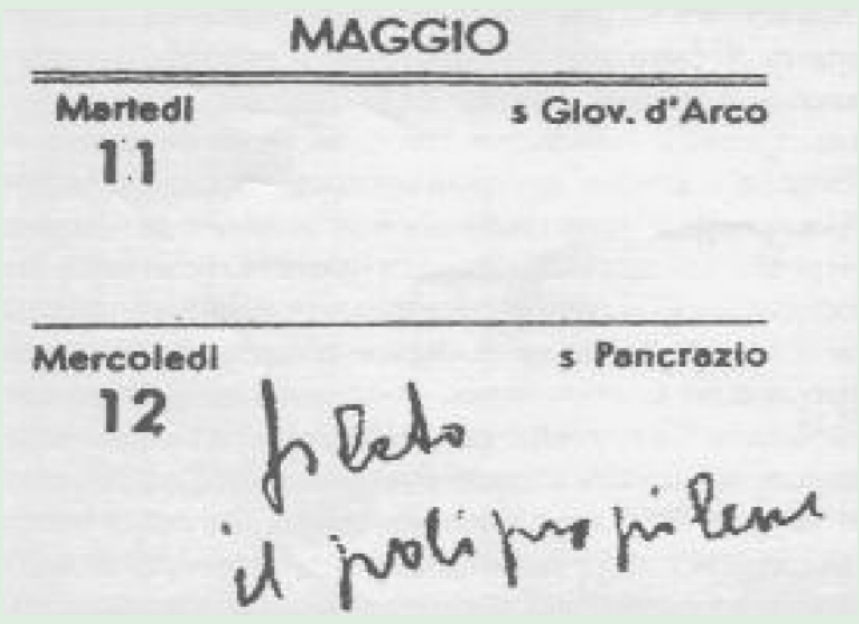


Fig. 4 - Agenda di Giulio Natta. 12 maggio 1954: filato il polipropilene.

legato, l'ing. Piero Giustiniani, che ben conoscendo l'importanza della ricerca inviava una ventina di stagisti all'anno. Inoltre, subito dopo la scoperta del polipropilene, i Centri Ricerca della Montecatini di Terni e Ferrara vennero incaricati dello sviluppo dei processi di produzione industriale del polimero e delle sue applicazioni nei settori fibre e film, quello di Terni e plastici, quello di Ferrara; il Centro di Ricerche di Ferrara fu anche incaricato della ricerca sui catalizzatori: si completò così il connubio tra le diverse specializzazioni associando ai chimici organici e strutturisti anche fisici e ingegneri.

Come ha ricordato Giorgio Mazzanti durante le celebrazioni al Politecnico, Natta, accompagnato da alcuni dei suoi più stretti collaboratori, visitava due volte al mese Ferrara e una volta al mese Terni per scambi scientifici ricchi di sempre nuovi spunti. Emerge un quadro probabilmente irripetibile, ma certamente esemplare, della capacità di articolare un volume di attività estremamente ampio realizzando una collaborazione tra Università e Industria senza che gli interessi di quest'ultima distogliessero la prima dalla pura speculazione scientifica. Si calcola che nel complesso tra Università e Centri Ricerche della Montecatini lavorarono al progetto sin dai primi anni più di mille tecnici tra laureati e diplomati oltre a valenti operai dei laboratori e degli impianti pilota. La storia del polipropilene è dunque una storia esemplare; è la storia affascinante di una ricerca di base, accademica, da subito finalizzata a obiettivi concreti, combinata alla storia di un grande sforzo di ricerca applicata, industriale, che ha traghettato sul mercato il nuovo polimero e i suoi derivati in un tempo eccezionalmente breve generando, a livello mondiale, numerosissimi posti di lavoro e un'ingente ricchezza. Con una produzione mondiale annua di 60 milioni di tonnellate, il polipropilene è il polimero più prodotto dopo il polietilene che, con 80 milioni di tonnellate, è il secondo prodotto chimico al mondo dopo l'ammoniaca. Pure importanti i quantitativi dell'1,4-cis polibutadiene e del copolimero etilene-propilene che nel settore degli elastomeri occupano il secondo e il terzo posto rispettivamente dopo la gomma butadiene stirolo (SBR).

Il polipropilene è presente in numerosi settori della nostra vita quotidiana: dai paraurti delle auto a molti loro componenti interni ed esterni, agli oggetti casalinghi, all'edilizia, al packaging di moltissimi prodotti alimentari, ai nastri adesivi, alle fibre per nontessuti per uso medicale e igienico, ai geotessili, alle pavimentazioni tessili, all'abbigliamento sportivo. I meno giovani certamente ricorderanno il carosello di Gino Bramieri che reclamizzava gli oggetti casalinghi con il famoso "e mò e mò, Moplèn; mo signora guardi bèn che sia fatto di Moplèn" (v. Fig. 5). Molto ampio lo spettro di caratteristiche meccaniche che si possono impartire ai prodotti di polipropilene nelle diverse tipologie variando le condizioni di processo produttivo. Il polipropilene stereoregolare ha una densità inferiore a quella dell'acqua e un punto di fusione intorno ai 170 °C.

Molto simpatico il ricordo lasciato da Natta a Terni per il suo grande amore per la natura: durante le sue visite per scopi scientifici chiedeva che un giorno venisse dedicato, quando possibile, a una escursione alla ricerca di funghi, dei quali era un profondo conoscitore, o a un'uscita a pesca, nella quale era un po' meno esperto (a funghi lo accompagnava il compianto Bianco Battaglioli, valente tintore e a pesca Luigi Mauri, al tempo tecnico esperto nella tecnologia del PVC, che ancora conserva il ricordo delle escursioni sul Nera, allora ricco di trote: anche se già affetto dal Parkinson che lo affliggerà nell'ultima parte della sua vita, Natta indossava gli stivaloni ed entrava nelle acque veloci del fiume).

E la natura non è un riferimento casuale perché la polimerizzazione stereospecifica consente di entrare nell'intima struttura della materia influenzandone l'ordine per realizzare polimeri simili a quelli naturali, quali la gomma, la guttaperca o la cellulosa. Il Professor Fredga dell'Accademia Svedese, membro del comitato del Nobel, nel discorso pronunciato in occasione della cerimonia per la consegna del premio, disse che "Natta aveva infranto il monopolio della natura". Natta amava dire: "ho solo trovato il modo di mettere in fila le molecole come soldatini in parata".

Ci piace qui ricordare che le poste svedesi, nel commemorare il premio Nobel assegnato a Ziegler e Natta, nel 1988, a 25 anni dal Nobel, hanno emesso un francobollo che ben simboleggia lo stretto legame tra l'ordine impartito all'aggregazione delle molecole, le caratteristiche fibrogene delle macromolecole risultanti e la struttura delle sostanze naturali: la filiera creata dall'uomo produce filamenti simili a quelli prodotti dal ragno, mirabile architetto della natura (v. Fig. 6).

Fig. 5 - Pubblicità del Moplen nel carosello di Gino Bramieri

Quelli furono anni di grandi scoperte. Il 1953, infatti, è anche l'anno in cui Watson e Crick scoprono la struttura del DNA; ed è singolare che scienziati di settori diversi siano concentrati sulla tematica fondamentale dell'ordine strutturale della materia, sia quello dei mattoni che sono alla base della vita che quello delle macromolecole che sono alla base dei materiali polimerici, per carpirne i segreti. La ragione di questa sorprendente concomitanza fu anche dovuta alla disponibilità di mezzi d'indagine, come i raggi X, che consentivano di effettuare indagini accurate sulla struttura della materia (non a caso Watson e Crick giungono alla loro scoperta, che valse loro il Nobel nel 1962, anche grazie agli studi ai raggi X di Rosalind Franklin).

Ed è singolare che nel 1953, con una di quelle coincidenze tipiche dei grandi avvenimenti, il chimico tedesco Herman Staudinger riceve il premio Nobel per la chimica per i suoi studi sulla chimica macromolecolare e sui polimeri sintetici (è Staudinger che conia il termine "macromolecola" nel 1925): il premio è un doveroso riconoscimento a un grande studioso che ha aperto la strada nella comprensione delle strutture costituite da unità monomeriche legate linearmente da legami covalenti. È però anche una sorta di suggello ad una chimica classica, una chimica che indaga e decifra la materia per come essa è, senza interferire con il suo ordine naturale.

Natta era ben consapevole dell'enorme portata della sua scoperta. Particolarmente significative le parole pronunciate durante la prolusione per l'inaugurazione dell'anno accademico 1957-1958 al Politecnico di Milano, che era stato incaricato di tenere:

"Avrei preferito parlarvi delle nuove scoperte, sbocciate nei laboratori scientifici di questa Scuola, soltanto quando i risultati avessero superata la fase attualmente in corso, di realizzazione negli impianti pilota e nei primi impianti industriali, ma i nuovi ritrovati si fossero praticamente, materialmente imposti, con il peso di decine di migliaia di tonnellate di prodotti diffusi nei principali mercati di tutto il mondo".

Molto chiara era anche la consapevolezza di Natta circa il ruolo dell'Università, come si può desumere da un altro passo della prolusione citata:

Fig. 6 - Francobollo emesso dalle poste svedesi nel 1988

"In un periodo in cui anche persone autorevoli si sono espresse in modo pessimistico sulla rispondenza e funzionalità delle Università italiane, noi sentiamo il dovere di affermare che Istituti del Politecnico di Milano, sia dal punto di vista didattico, ma ancor più dal punto di vista della ricerca scientifica, assolvono in pieno il loro compito."

Occorre riflettere molto su queste parole, soprattutto oggi che tanti ricercatori di talento, anche dopo qualificate specializzazioni universitarie, sono costretti a emigrare depauperando il nostro Paese di quella che forse è la nostra più grande ricchezza: l'intelligenza dei giovani.

Nell'appassionato ricordo che Walter Tobagi tratteggia sul Corriere della Sera il giorno dopo della morte di Natta, avvenuta il 2 maggio 1979, dal titolo "Il grande scienziato della Milano ruggente", si legge:

"le sue scoperte diventarono il simbolo dell'Italia: fecero conoscere all'estero la realtà di un'industria che riusciva a fare ricerca, che prendeva i giovani appena laureati e li avviava a un tirocinio duro …".

Molto vasto il lavoro svolto dal Centro Ricerche di Terni (Fig. 7 mostra uno degli edifici del Centro). La struttura sorgeva in un complesso costruito prima dello scoppio della II guerra mondiale con l'intento di produrre la gomma sintetica da butadiene e stirolo, la BUNA S (BUtadiene, NAtrium, il catalizzatore, Stirolo); uno stabilimento gemello era stato costruito a Ferrara con lo stesso intento. La società era la SAIGS, Società Anonima Italiana per la Gomma Sintetica, consociata del Gruppo Pirelli, fondata nel 1939. Ed è attraverso questa società che comincia il rapporto di Natta con Terni perchè, come riporta Adriano Nenz nel suo contributo al libro *"La grande industria a Terni"*, del 1986, Ed. Thyrus, "della messa a punto del processo di produzione del butadiene si occupò anche il Prof. Giulio Natta che, proprio per Terni, studiò e risolse brillantemente il difficile problema della separazione del butadiene dai butileni mediante una efficacissima colonna di distillazione estrattiva a piatti. Nel 1943 il Prof. Natta fu chiamato a far parte del Consiglio di Amministrazione della Società".

Questo fatto ci deve far riflettere su una caratteristica dell'attività scientifica svolta da Natta: essa era sempre rivolta ai temi industriali di maggior interesse del momento (in precedenza si era occupato della sintesi del metanolo da ossido di carbonio e idrogeno, altro tema di grande importanza).

In realtà l'impianto di Terni non fu mai completato a causa della guerra. Come scrive sempre Adriano Nenz nel libro citato, "Purtroppo dallo stabilimento non uscì mai un chilogrammo di gomma. Anzi, nel 1943, durante la ritirata delle truppe tedesche, le principali attrezzature già installate furono smontate e trasferite in Germania e l'area dello stabilimento fu trasformata in un campo di concentramento nel quale, com'è noto, anche la moglie di Mussolini fu ospitata alcuni mesi". Dopo la guerra la Montecatini acquistò dalla Pirelli i due stabilimenti di Ferrara e Terni dove avviò alcune importanti attività sia nei settori tradizionali che nel settore nascente delle materie plastiche. La Polymer Industrie Chimiche di Terni nasce nel dicembre 1950; i lavori sul polipropilene vengono affidati alla Polymer, come già detto, nel 1955.

Negli anni iniziali il processo industriale di polimerizzazione fu quello messo a punto a Terni, basato sulla polimerizzazione in sospensione in eptano e che comprendeva diverse fasi a causa della bassa resa. La svolta si ebbe con i catalizzatori alta resa messi a punto dal Centro Ricerche di Ferrara che permisero una vera e propria rivoluzione tecnologica: la resa passò da 3 Kg di polimero per grammo di catalizzatore a 30 Kg per grammo. Attualmente, con la quinta generazione di catalizzatori messa a punto a Ferrara; siamo a 120 Kg/g! … Il che la dice lunga sull'inestimabile valore della ricerca.

Per ovvie esigenze di brevità, citeremo solo alcune delle molte ricerche svolte con successo a Terni senza entrare nei dettagli tecnici che esulano dalle finalità di questo articolo. Per la fibra citiamo solo il problema della stabilità alla luce, grave problema insito nella struttura stessa del polipropilene, emerso da subito e che rischiava di comprometterne seriamente il futuro e quello della messa a punto della fibra per termobonding, affascinante e complesso tema trattato nel periodo in cui sembrava che la fibra fosse arrivata alla maturità, molti anni dopo la sua prima comparsa sul mercato; questo secondo tema, tipico esempio di "serendipity", fu risolto con il brillante sforzo comune degli ingegneri della tecnologia, dei chimici organici dell'additivazione e dei chimico fisici dedicati all'individuazione di quanto, senza che fosse stato cercato, avveniva nella struttura intima del polimero.

La fibra per termobonding è stata quella che per anni ha dato alla Meraklon un deciso vantaggio tecnologico sulla concorrenza e che ancora oggi consente di competere efficacemente sui mercati internazionali.

Per il film desideriamo citare, tra i tanti, solo due temi che pure hanno richiesto l'impegno congiunto di diverse specializzazioni, dai tecnologi, ai fisici, agli strutturisti.

Il primo riguarda la tempra dopo l'estrusione e prima dello stiro e il secondo i sistemi di trattamento per rendere la superficie del film polipropilenico ricettiva a inchiostri, vernici, lacche, adesivi etc. Quest'ultimo problema è stato risolto grazie alla collaborazione con una piccola azienda nata dall'intraprendenza di due tecnici che, lasciando la nostra società, si erano messi coraggiosamente in proprio: fu così che nacque il trattamento alla fiamma di cui l'azienda citata (la EsseCi) è divenuta ed è tuttora leader mondiale, mirabile esempio di proficua ricaduta sul territorio.

Per una trattazione più completa dei temi di ricerca svolti a Terni, si rimanda a: *Il polipropilene: una storia italiana* 2003, P. Maltese, P. Olivieri, F. Protospataro, Ed. Thyrus.

Attualmente sono ancora attive a Terni la Meraklon che produce la fibra omonima e che recentemente è stata acquistata, per la parte fiocco, dalla società belga Beaulieu (per il filo continuo BCF c'è un'offerta da parte di un gruppo locale) e la Treofan, che produce il film Moplefan. L'impianto di polimerizzazione della LyondellBasell è invece chiuso dal 2011: si è da tempo in attesa della definizione di un accordo per la cessione delle aree. La Fig. 8 mo-

Fig. 7 - Centro Ricerche Polymer di Terni

stra l'ingresso allo stabilimento ancora nella struttura architettonica originaria degli anni '40.

Concludendo, il polipropilene, grande scoperta operata da un italiano geniale, ma per scellerate vicende non più in mani italiane, rappresenta un caso emblematico che può indicare al nostro Paese il modo per riprendere il ruolo che esso ha avuto nei grandi temi di ricerca nel mondo occidentale; attualmente non più e non necessariamente nella chimica dei polimeri, ma in tutti quei settori dove cultura e conoscenza possono fare la differenza, ridando al nostro Paese quella competitività che non può più essere affidata agli strumenti tradizionali del recente passato, quali la svalutazione o la riduzione dei costi della manodopera.

Gli insegnamenti che vengono da Natta sono:

- capacità di individuare i temi scientifici di maggior interesse del momento,
- capacità organizzativa articolata in un lavoro multidisciplinare,
- capacità di coinvolgere l'industria stimolandone l'attività di ricerca applicata,
- capacità di creare una scuola e una tradizione.

Ed è questa l'eredità più importante che ci ha lasciato Giulio Natta: non solo un materiale che continua a sorprendere per i costanti progressi derivanti dall'innovazione di prodotto e di processo, ma una metodologia di approccio ai problemi estremamente efficace, esemplare, ben rappresentata dalle parole usate da Sir John Thomas della Royal Institution e Cambridge University durante le celebrazioni nel centenario della nascita, dieci anni fa, ricordando "l'intensità, l'entusiasmo e la profonda conoscenza del grande scienziato che metteva la sperimentazione al servizio dell'immaginazione".

Paolo Olivieri*

Bibliografia

1. Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta" del Politecnico di Milano, 2003. *Giulio Natta l'uomo e lo scienziato,* 1998 AIDICservizi S.r.l.

2. Pasquon I., 2013. *Memories of the work and personality of Giulio Natta,* La Chimica & l'Industria.

3. Porri L., 2013. *Perché il premio Nobel a Natta,* Celebrazioni per il 50.nario del conferimento del premio Nobel a Giulio Natta, Politecnico di Milano.

4. Mazzanti G., 2013 *La storia di una grande scoperta, frutto della collaborazione Università-Industria,* Celebrazioni per il 50.nario del conferimento del premio Nobel a Giulio Natta, Politecnico di Milano.

5. Marianeschi E., Cipolla G., Papuli G., Teofoli S., Bonifazi R., Nenz A., 1986. *La grande Industria a Terni,* Ed. Thyrus.

6. Maltese P., Olivieri P., Protospataro F., 2003. *Il polipropilene: una storia italiana,* Ed. Thyrus.

Fig. 8 - Ingresso allo stabilimento ex Polo Montedison

Giulio Natta nasce a Porto Maurizio (Imperia), il 26 febbraio 1903; si laurea brillantemente a soli 21 anni al Politecnico di Milano in Ingegneria Chimica, con una tesi presso l'Istituto di Chimica Generale, centro avanzato negli studi di strutturistica chimica. Ha una carriera accademica molto rapida: dopo essere stato Professore incaricato di Chimica Generale al Politecnico, dal 1933 è Professore di Chimica Generale a Pavia, dal 1935 è Professore di Chimica Fisica a Roma e quindi, dal 1937, è Professore di Chimica Industriale al Politecnico di Torino. Torna al Politecnico di Milano nel 1938 per sostituire il Professor Mario Giacomo Levi allontanato in seguito alle leggi razziali. Rimarrà a Milano fino al 1973, anno del suo ritiro per raggiunti limiti di età. Dopo la guerra, nel 1952 fonda, con il sostegno della Montecatini, una Scuola Biennale di Perfezionamento in Chimica Alifatica che diviene fecondo bacino per la formazione di valorosi ricercatori che collaboreranno attivamente alla eccezionale vicenda scientifica e industriale sopra descritta. Giulio Natta muore a Bergamo il 2 maggio 1979.

**Paolo Olivieri è stato dirigente presso il Polo Montedison di Terni dove si è occupato prevalentemente di fibre polipropileniche; tra gli altri incarichi ha ricoperto quello di Direttore della Ricerca della Meraklon.*

Quali prospettive per il futuro?

LE RAGIONI DEL DECLINO INDUSTRIALE ITALIANO

Quando ho pensato al titolo di questo articolo, sono stato combattuto tra le parole scomparsa e declino; ho scartato la parola scomparsa perché mi pareva che potesse suggerire un'idea di irreversibilità; questa parola fu usata invece dodici anni fa da Luciano Gallino per il suo libro *La scomparsa dell'Italia industriale* (2003, Giulio Einaudi editore) che è fondamentale per capire cosa è avvenuto in Italia nella seconda metà del novecento; ho scelto la parola declino perché ho sempre pensato che al declino si possa sempre reagire: al tempo il presidente Ciampi, addirittura, esortava a non abbandonarsi alla "sindrome del declino".

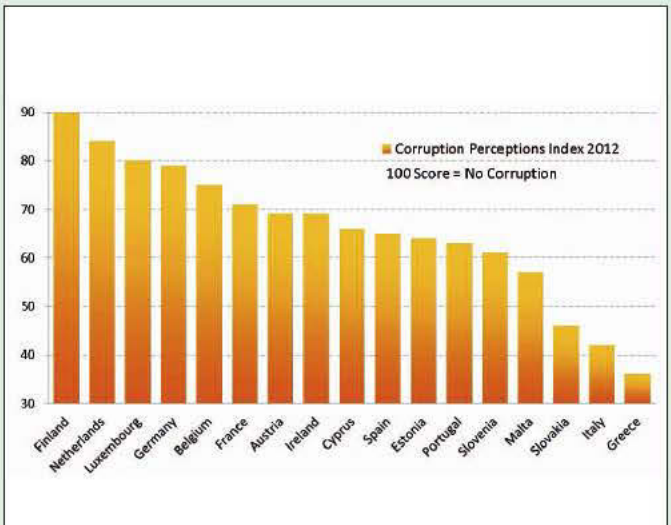
Anni dopo Luciano Gallino scrive: "Dal 2009 ad oggi il Pil è calato di dieci punti. Qualcosa come 160 miliardi sottratti ogni anno all'economia. L'industria ha perso un quarto della sua capacità produttiva. La produzione di autovetture sul territorio nazionale è diminuita del 65%. L'indicatore più scandaloso dello stato dell'economia, quello della disoccupazione, insieme con quelli relativi all'immensa diffusione del lavoro precario, ha raggiunto livelli mai visti" (19 agosto 2014, la Repubblica).

Ma quando è nato tutto questo? Nel recente passato mi ero fatto la convinzione che la responsabilità andasse trovata nella ventata di ingegneria finanziaria che ha investito i vertici delle maggiori industrie negli anni '80 e '90 dando la sensazione che il futuro fosse nella finanza e nei servizi. Rileggendo le vicende industriali dei vari settori produttivi si arriva, invece, alla conclusione che le premesse per il declino sono state messe nel momento stesso in cui l'Italia stava vivendo il suo turbinoso ed esaltante sviluppo, subito dopo la seconda guerra mondiale.

E chi lo ha fatto? Noi, nel senso che siamo un po' tutti responsabili, ognuno per il suo ruolo nella società: i grandi manager dell'industria con il loro spesso errato senso della concorrenza e delle scelte strategiche, i grand commis di stato con la loro spesso originale interpretazione del ruolo di delegati delle istituzioni, che ha assomigliato più ad una occupazione della cosa pubblica per scopi personali che ad una esperienza di servizio a vantaggio della comunità, i politici con la loro volontà di invadere aree di attività pubblica in cui costruire feudi di consenso e sostegno politico, noi stessi, dirigenti intermedi, che abbiamo continuato a lavorare a testa bassa, spesso lottando contro i mulini a vento, senza mai chiederci se le scelte che ci passavano sopra la testa fossero giuste o che quando capivamo che le scelte non erano giuste molto raramente abbiamo provato a contrastarle.

Un altro libro basilare per capire cosa è successo è quello di Scalfari e Turani del 1974 intitolato *Razza Padrona* (1974, Feltrinelli), che è ormai un mito.

Per addentrarci nello specifico ho scelto tre settori che rappresentano vicende emblematiche di quello che di grande abbiamo saputo costruire e dissipare nel breve volgere di pochi lustri: l'elettronica di Adriano Oli-



vetti, la chimica di Giulio Natta, l'acciaio della Finsider.

Altri casi sono stati scelti da Marco Pivato nel suo bel libro *Il miracolo scippato* (2011, Donzelli editore): il caso Mattei, quello dell'Istituto Superiore di Sanità, con l'incredibile vicenda di Domenico Marotta, quello dell'Olivetti, appunto e, infine, quello di Ippolito e il CNEN.

La storia di Adriano Olivetti è la storia di un uomo straordinario e di una grande occasione mancata, quella dell'elettronica; Adriano Olivetti fu un formidabile innovatore e il modello di fabbrica che promosse era prima di tutto un laboratorio sociale. Tra i suoi collaboratori non solo tecnici, ma anche umanisti, scrittori, poeti, sociologi. Leggendo di Olivetti si scopre una vetrina di futuri grandi personaggi del secolo scorso. Aveva intuito l'importanza che avrebbe assunto l'elettronica; nel 1955 ebbe a dire: "noi non potremo mai essere assenti da questo settore per molti aspetti decisivo": nel 1959 l'Olivetti mette sul mercato Elea 9003, tra i primissimi calcolatori commerciali completamente a transistor della storia dell'elettronica, un elaboratore che poteva operare in multiprogrammazione con la capacità di gestire più periferiche.

Adriano Olivetti muore sul treno per la Svizzera, dove si recava alla ricerca di finanziamenti; si dirà per emorragia cerebrale, ma non ci fu autopsia. Neppure un anno dopo, a Milano, muore Mario Tchou, un genio dell'elettronica che aveva diretto la ricerca dell'Olivetti fin dall'inizio; muore in un incidente d'auto mentre si recava ad Ivrea. È troppo facile pensare a un complotto visto che l'elettronica era un terreno di conoscenza delicato e considerato "sensibile" dagli USA in un momento di guerra fredda. Ma tant'è, e il pensiero corre ad altre vicende oscure del nostro strano Paese, come quelle di Mattei e di Gardini.

Pure inquietanti sono le parole di Valletta, Amministratore Delegato della FIAT che guidava il gruppo di intervento che si occupò dell'Olivetti in difficoltà finanziarie; Valletta dirà: "La società di Ivrea è strutturalmente solida e potrà superare senza grosse difficoltà il momento critico. Sul suo futuro pende però una minaccia, un neo da estirpare: l'essersi inserita nel settore elettronico per il quale occorrono investimenti che nessuna azienda italiana può affrontare". Di lì a poco il settore fu venduto alla General Electric.

Allora io dico: "non ce la potevamo fare".

Terni come laboratorio per la rinascita industriale nei settori tradizionali e in quelli innovativi

Anche quella del polipropilene è una storia esemplare. Anche qui, al centro, c'è un grande personaggio, anzi due: Giulio Natta, raffinato e geniale ricercatore e Piero Giustiniani, A.D. di Montecatini, lungimirante personaggio di industria che nel 1952 non esitò a finanziare il progetto di Natta della polimerizzazione ordinata del propilene quando ancora esso era lontano dalla realizzazione. Il polipropilene isotattico nasce nei laboratori del Politecnico di Milano nel 1954 e subito vengono attivati i centri ricerche della Montecatini di Ferrara e Terni per la messa a punto dei processi di produzione industriale del nuovo polimero e di quelli per la sua conversione in manufatti da commercializzare: a Ferrara nasce il Moplen (quello dell'ormai famoso Carosello di Gino Bramieri) e a Terni la fibra Meraklon ed il film Moplefan. Giulio Natta riceve il Premio Nobel per la Chimica nel 1963.

Purtroppo, però, questo è anche l'anno in cui arrivano al colmo i problemi finanziari della Montecatini frutto di una gestione non proprio esemplare e sul piano della concorrenza con ENI ed Edison e sul piano di alcune scelte industriali molto onerose sul piano finanziario, quali la realizzazione del petrolchimico di Brindisi; questi problemi porteranno alla fusione con la Edison del luglio 1966, dalla quale nacque Montedison (la Edison portava la dote derivante dalla nazionalizzazione del settore elettrico). Ma le cose non andarono meglio e dopo alcune presidenze disastrose come quella di Eugenio Cefis (Cesare Merzagora, Presidente Montedison per soli sei mesi, dall'aprile al dicembre 1970, ebbe a dire che "personaggi come Cefis, Corsi etc. avevano fatto sacco a terra" (si veda Merzagora C., *Alcune verità su Montedison (ricordi di un ex presidente)*, 22 luglio 1977, la Repubblica), si arriverà al tentativo di Gardini di costruire una Enimont efficiente dalle aziende ancora valide di Montedison ed ENI. Il tentativo fallisce per il parere negativo delle Partecipazioni Statali e della stessa ENI. Siamo nel 1990. La storia si conclude tragicamente dopo la maxi tangente, definita la madre di tutte le tangenti, che fa seguito alla vendita da parte di Gardini della quota Montedison in Enimont. Nel luglio del 1993 si suicidano Cagliari (in carcere da 133 giorni) e Gardini. Su quest'ultimo "suicidio" sono stati avanzati dubbi dalla Procura di Caltanisetta che nel 2006 ha riaperto il caso e ha chiesto alla DIA (Direzione Investigativa Antimafia) di "ripartire da zero senza trascurare nulla" adombrando un coinvolgimento della mafia.

Oggi nel mondo vengono prodotte 60 Milioni di tonnellate di polipropilene e non un granello di polimero è più in mani italiane!

Allora io dico, ancora una volta: "non ce la potevamo fare".

La terza vicenda che ho inserito è quella della siderurgia. Per essa mi sono limitato all'importante vicenda della Terni, oggi TK AST, anche perché i recenti avvenimenti sono divenuti un simbolo per tutti gli italiani che li hanno seguiti sui telegiornali per qualche mese.

La vendita dell'ILVA di Terni avvenne nel 1994 (50% a Riva/-

Falck/Agarini - 50% alla Krupp). E dire che l'azienda di Terni rappresentava un pezzo pregiato della siderurgia italiana, tanto che quando al Presidente della Krupp, in assemblea, fu chiesto perché fosse andato ad investire tanti soldi a Terni, egli rispose, lapidario: "Le perle hanno un costo".

Uno degli artefici della vendita dell'ILVA di Terni è stato Enrico Micheli, direttore dell'IRI, che con Romano Prodi, Presidente, ha seguito un po' tutta l'operazione della privatizzazione della siderurgia. In un bell'articolo-intervista di Walter Patalocco sul Messaggero del 4 novembre 1999

Micheli dice: "Negli anni della grande crisi siderurgica io ero direttore dell'IRI per i problemi del lavoro e quando si pose il problema degli esuberi di personale ci inventammo la normativa sul prepensionamento. Loro son tornati a fare il fabbro, all'ulivo ..." e prosegue: "Incontrai il Consiglio di Amministrazione e dissi: qui bisogna che andate bene perché l'IRI deve vendere. E proprio a me è capitato, in una fredda mattinata di gennaio di portare la chiave della fabbrica ai tedeschi.... in quella biblioteca tardo romantica di uno stabilimento che sentivo anche mio anche se non vi ho mai lavorato".

Per l'AST di Terni gli operai, i sindacati e il governo si sono molto battuti facendo diventare una bandiera nazionale la battaglia per la difesa di una fabbrica strategica, ma, obiettivamente, rimane il fatto che l'azienda è 100% straniera e non è affatto scontato che eventuali altre battaglie saranno vinte allo stesso modo.

Le vicende che abbiamo descritto ben illustrano quanto "noi" fatichiamo a tenere in piedi un big player; la ragione principale è che manchiamo di un progetto complessivo; quando poi, per inconfessati e inconfessabili motivi, gli interessi degli attori preposti divergono da quelli del Paese, la questione non si pone: la partita è persa in partenza!

Questo accade anche quando c'è stata buona fede; ci riferiamo alla vicenda della siderurgia: lì l'intento era di far entrare soldi freschi nelle casse dello stato in difficoltà (dalle privatizzazioni dell'IRI entreranno complessivamente 10.000 miliardi di vecchie lire); forse, però (ma questo è il comodo senno di poi), sarebbe stato il caso che per un settore strategico come quello dell'acciaio, lo Stato avesse mantenuto delle quote per avere voce in capitolo nel momento in cui le nuove proprietà avessero ventilato decisioni per noi penalizzanti.

Cosa fare allora? Molti hanno invocato la reindustrializzazione. Personalmente vedevo Terni come un laboratorio a livello nazionale per la rinascita industriale in quanto il nostro territorio ha mantenuta una importante ossatura di aziende storiche ed è anche impegnato in settori innovativi (v. Ingenium Anno XXII – N. 90).

Il dibattito era già stato sollevato da Pier Luigi Bersani, ministro per lo sviluppo economico del governo Prodi nel 2006-2008 (v. Corriere della Sera del 4 agosto 2006): recuperare la "passione per il valore culturale dell'industria", "programmare i grandi investimenti" e riqualificare la committenza pubblica come leva "per sostenere lo sviluppo di nuove tecnologie".

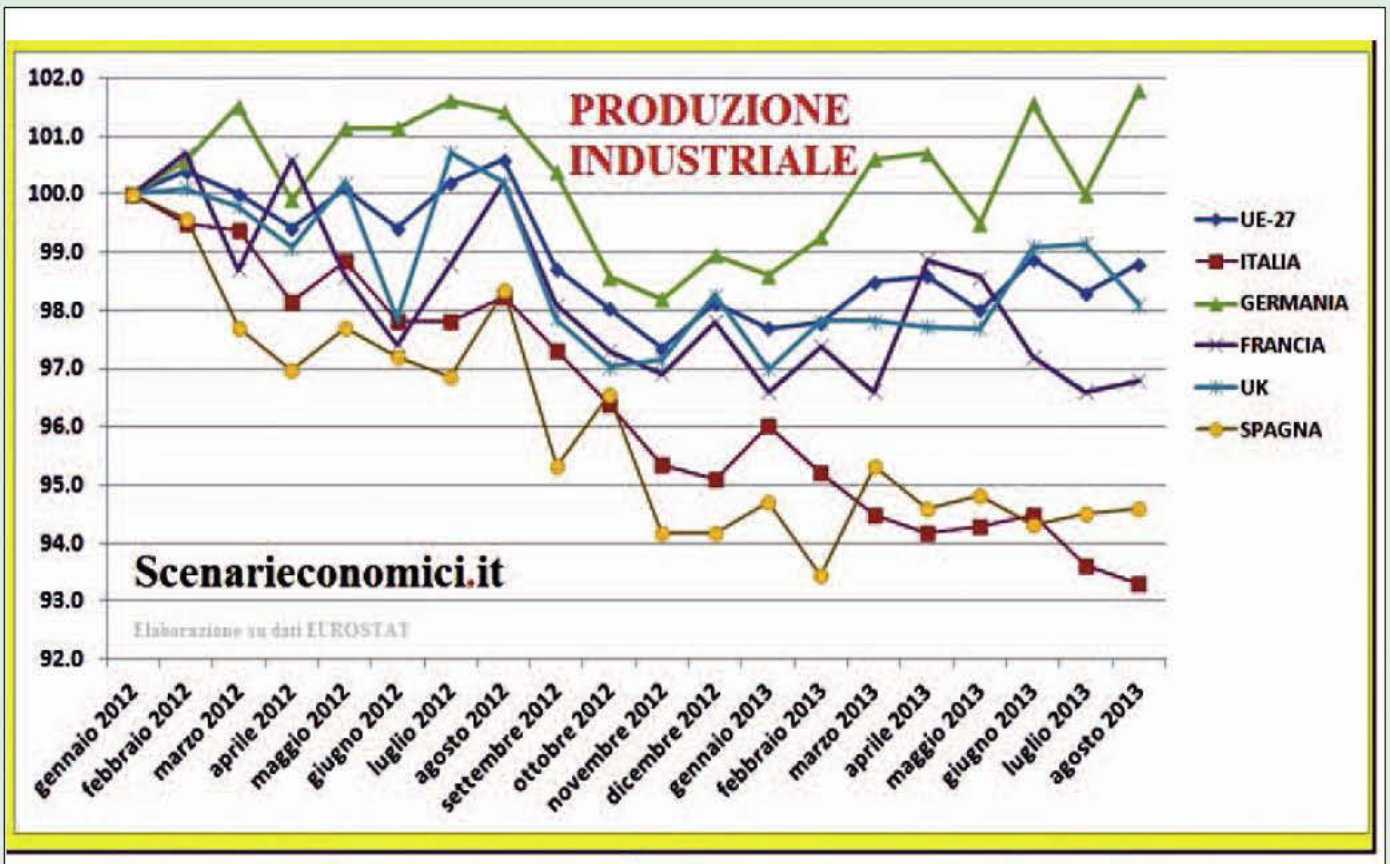
Il dibattito è stato ripreso recentemente da Romano Prodi con un articolo apparso su il Messaggero il 22 giugno 2014 dal titolo "La ripresa in Italia - Otto proposte per la rinascita dell'industria". Prodi dà per scontata la scomparsa delle aziende manifatturiere di grandi dimensioni e si concentra sulla necessità di aumentare forza e dimensione di quelle minori prendendo in considerazione il fatto che spesso sono aziende famigliari che a volte presentano problemi al cambio generazionale. Suggerisce inoltre di puntare sull'attrattività da parte di industrie straniere anche se riconosce che vari fattori scoraggiano l'inserimento delle stesse in Italia (burocrazia, giustizia, peso fiscale).

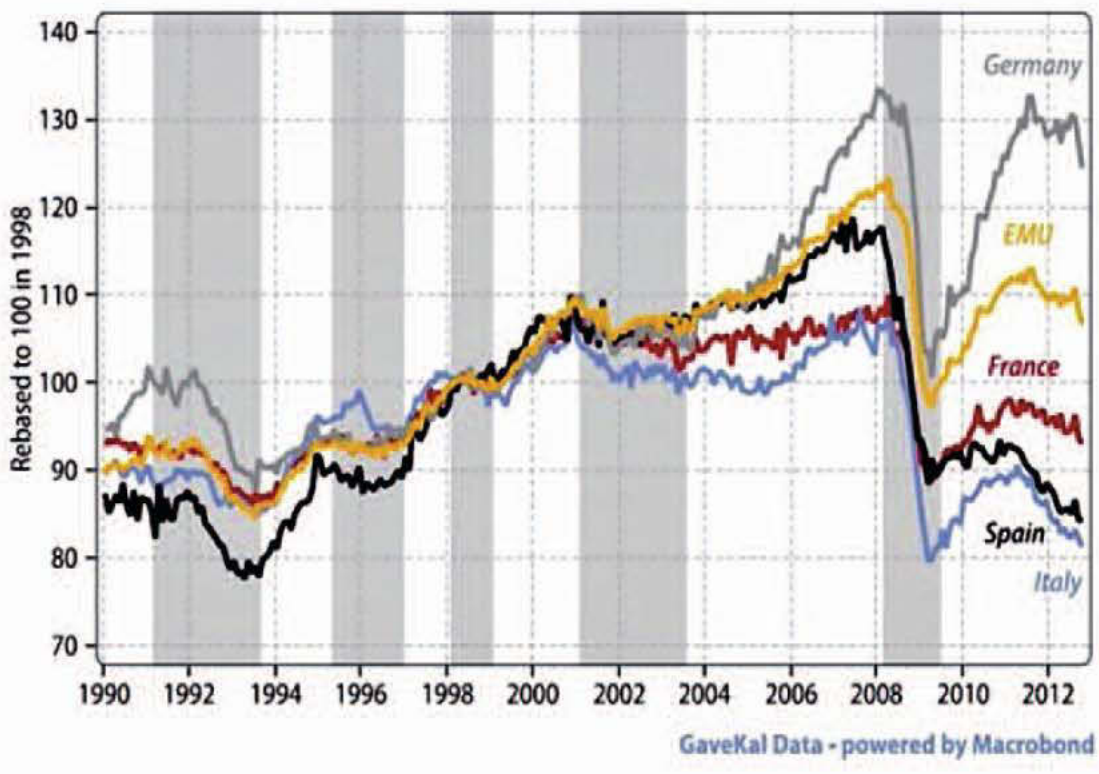
Per le risorse umane Prodi vede importante riprendere la tradizione

TERNI

Micheli, Ministro e candidato al Parlamento

Una vita da "emigrato" con la nostalgia continua della sua città «La Ternana? Era l'unica opportunità di avere notizie di quel che accadeva a Terni»
La crisi siderurgica e la legge sui prepensionamenti. Dalla privatizzazione delle acciaierie al contratto d'area





della formazione tecnica. Inoltre, a immagine e somiglianza di quanto fatto dai tedeschi con la rete di Istituti specializzati che chiamano Fraunhofer, creare una rete di strutture di ricerca dedicata a risolvere i problemi tecnologici della singole aziende che per dimensione non sarebbero in grado di affrontare i problemi.

Le risposte a questo articolo si sono spinte al di là, ipotizzando la necessità di "dismettere in sede europea l'ideologia dominante ordo-liberista con lo Stato che torni a essere

una presenza importante in economia come Stato imprenditore e proprietario" (v. Giulio Sapelli, il Messaggero 24 giugno 2014); dello stesso parere Valerio Castronovo che sul Sole 24 Ore del 25 giugno 2014 afferma: "Per troppo tempo s'è coltivata l'idea che l'Europa dovesse puntare sui servizi e sulla finanza" … e "gli orientamenti prevalenti erano per una riduzione degli investimenti in ricerca, innovazione e infrastrutture" … "in pratica solo nel gennaio 2014 … il Consiglio europeo decise di iscrivere il tema della reindustrializzazione nell'agenda di un suo vertice che si sarebbe tenuto due mesi dopo".

Sul ruolo dello Stato imprenditore è decisamente schierata l'economista Mariana Mazzucato con il suo libro "Lo Stato innovatore" (2013, Editori Laterza).

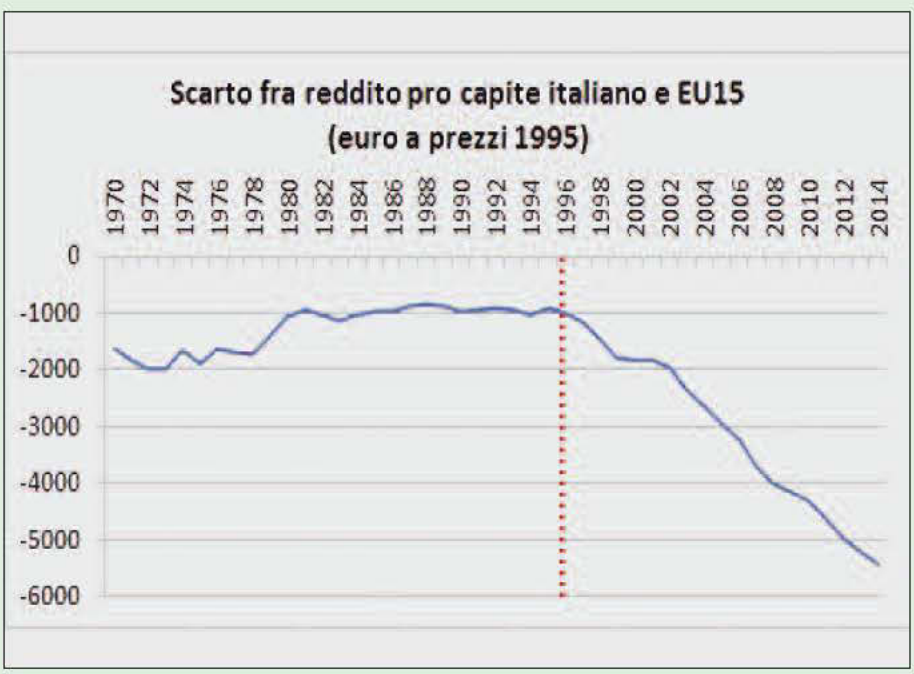
La Mazzucato vede lo Stato imprenditore nella prima fase dei grandi progetti che è quella in cui i capitali investiti sono a maggior rischio (è la fase della ricerca di base e applicata) rispetto a quelli che nelle fasi successive possono venire dai venture capital. Inoltre ritiene fondamentale una rete di istituzioni in grado di fornire, come viene fatto in Germania, "capitali pazienti" che superano i 3-5 anni previsti da banche "impazienti" o dai fondi di venture capital.

Situazione attuale: nonostante tutto ci sono spiragli positivi, soprattutto da parte delle aziende che esportano: elettrotecnica, meccanica (uno dei settori trainanti è quello delle macchine industriali), auto, marchi alimentari di largo consumo, farmaceutica, tessile, tessile moda. In alcuni settori, in cui la qualità è premiante, si registrano anche dei ritorni (reshoring; effetto salmone).

Un discorso a parte merita una "rediviva" elettronica articolata in sensoristica e internet delle cose che con ben 425.000 addetti ed elevati investimenti in ricerca è la terza in Europa divisa quasi equamente tra consumi interni ed esportazioni; è una sorta di ritorno del sogno olivettiano, alimentato da una vivacità creativa che alimenta quotidianamente la nuova società digitale. "Sistemi integrati per il telecontrollo, il telemisuramento e la gestione smart della casa, o per macchine che consentoni di far dialogare altre macchine" (Benna C., 10 nov 2014 *L'elettronica riparte, non più solo export ora cresce anche l'Italia*, la Repubblica Affari e Finanza). Accanto alle grandi aziende già affermate, quali StMicroelectronics o Datalogic ci sono innumerevoli piccole e medie aziende con punte di eccellenza. È l'internet delle cose (Internet of Things) per la quale si prevede uno sviluppo molto elevato nei prossimi anni. La Chimica è generalmente molto frazionata in tante piccole e medie aziende (circa 3000); elevata la percentuale di export (45%: mediamente superiore al manifatturiero italiano); numerose le aziende di rilievo internazionale, tra queste, in genere di grandi dimensioni, ci sono la Mossi e Ghisolfi, la Novamont, la Mapei; si pensa che la vivacità del comparto chimico sia anche dovuto alla presenza sul territorio nazionale dei personaggi generati dalle grandi scuole del recente passato. Gli addetti sono 114.000 (Enimont da sola avrebbe contato 100.000 addetti!).

I problemi per l'attrattività di investimenti esteri, sono i soliti e riguardano l'eccessiva burocratizzazione del Paese, la mancanza di certezze in campo di giustizia civile, l'eccessiva tassazione. Naturalmente ciò vale anche per le aziende italiane.

Molto importante la crescita di attività registrata negli ultimi anni nella chimica verde: in termini ideali si può dire che è un'eredità dell'ultimo periodo della ricerca Montedison grazie all'impulso che lo stesso Gardini diede al settore per lo sfruttamento delle biomasse come materia prima per l'ottenimento di mattoni per una nuova chimica: il Mater-Bi della Novamont nasce alla fine degli anni '80 dalla ricerca portata avanti presso l'Istituto Donegani di Novara che faceva parte della struttura di ricerca Montedison. Il Mater-Bi, la plastica di cui sono fatti gli shopper biodegradabili in commercio, viene prodotto dall'amido del mais, in miscela con poliesteri pure di derivazione naturale. A livello industriale il Mater-Bi nasce nel 1990 nello stabilimento Novamont di Terni che oggi produce 40.000 tonnellate/anno.



Attualmente il settore della chimica verde si è arricchito di molte iniziative fino a generare una vera e propria evoluzione/rivoluzione della filiera "che fa chimica", da quella che parte dal petrolio (raffineria-cracking-petrolchimica), a quella che parte dal gas (metano-paraffine-metanolo-materie prime per la chimica di base), per finire a quella che parte dalle biomasse costituite da rifiuti di vario tipo che provengono dall'agricoltura, dalle foreste, scarti dell'industria alimentare, dalle industrie della lavorazione del legno etc. (cellulosa-zuccheri-alcoli-materie prime per la chimica di base, i nuovi mattoni appunto).

È molto importante che le eventuali coltivazioni "stimolate" da questi utilizzi non sottraggano terreno all'agricoltura per il cibo, cosa che avveniva all'inizio quando per fare il bioetanolo si sono impiegate pregiate aree agricole per produrre farine, barbabietole, canna da zucchero o soia. In questo ambito va segnalata la tecnologia PROESA, sulla quale è basato l'impianto Chemtex della Mossi e Ghisolfi di Crescentino nel vercellese che utilizza biomasse lignocellulosiche provenienti dalla canna comune e da scarti agricoli, quali la paglia di riso; in particolare la tecnologia messa a punto consente di estrarre in modo molto efficiente la cellulosa da cui ottenere zuccheri semplici da sottoporre alla successiva fermentazione alcolica.

Questo orientamento verso l'utilizzo di biomasse per produrre i mattoni della chimica di base viene adottato ora anche per la conversione di raffinerie in crisi: a Marghera è in corso la conversione della raffineria per produrre biodiesel dall'olio di palma (anche se questo incoraggia i paesi produttori a sottrarre terreno all'agricoltura per alimenti!) e a Porto Torres è da tempo partita l'operazione Matrica dalla collaborazione Novamont-Versalis (Eni) con l'obiettivo di creare il polo verde più grande d'Europa per la produzione di bioplastiche, biolubrificanti e biofillers (l'operazione prevede in particolare la coltivazione del cardo in terreni residuali non utilizzati; in attesa che questa produzione sia stabilizzata, l'olio necessario arriva dal Brasile e dall'estremo oriente con il problema già segnalato dell'interferenza con la catena del cibo).

In ambito chimica verde la nostra città ha l'opportunità di giovarsi dell'attività dell'Università di Perugia nel quadro del cluster relativo istituito a livello nazionale; è quindi opportuno che le istituzioni locali e regionali si attivino perché a Terni venga istituita, come già programmato, la scuola di specializzazione di settore (ITS) e si affronti la vicenda delle aree Basell allo scopo di creare le condizioni per ulteriori attività in ambito di ricerca e produzione industriale di settore.

Nell'ambito della green economy,

cui la chimica verde appartiene, si segnala l'attività di aziende dedicate allo sviluppo di reti di energia da fonti rinnovabili: prevalentemente fotovoltaico ed eolico. Molto attiva in questo settore TerniEnergia che si colloca tra le più importanti aziende nazionali nel settore delle rinnovabili e non solo; TerniEnergia, che ha recentemente incorporato TerniGreen, è attiva infatti anche nel settore del waste management e nella produzione di energia da biomasse. TerniEnergia è molto attiva anche all'estero: Sudafrica e paesi del Medio Oriente.

Molto importante anche l'effetto trainante che il settore ha per imprese di macchinari e componentistica; in questo campo si registra una stretta collaborazione di imprese italiane con paesi molto avanzati nell'affrancamento dalle fonti fossili (per es. la Danimarca che ha fissato per questo l'obiettivo del 2050).

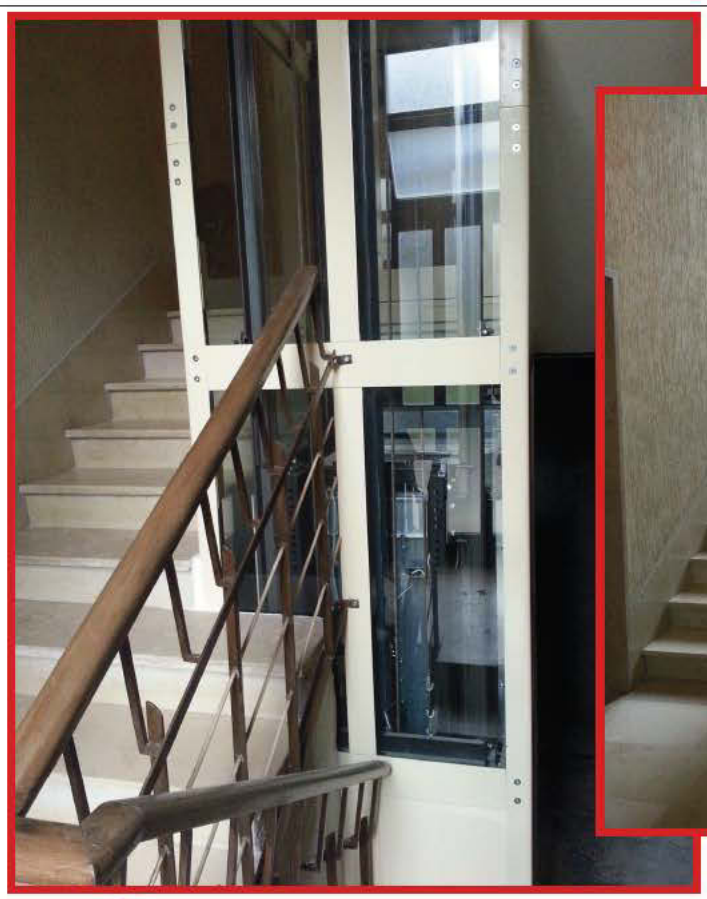
Per quanto riguarda le energie rinnovabili, occorre prendere atto che passando dalle fonti fossili alle rinnovabili, si passa da un sistema di generazione centralizzata e programmabile a un sistema a generazione diffusa e non programmabile per cui, come dice Vincenzo Balzani, fotochimico di fama internazionale, grande sostenitore delle energie rinnovabili, è necessario sviluppare reti e sistemi di accumulo, attività per le quali l'Italia, "grazie al primato dell'Enel, che ha installato per prima in Europa i contatori elettronici in tutte le utenze e a Terna, la prima al mondo a installare sistemi di accumulo per integrare le energie rinnovabili, … potrebbe diventare una sorta di laboratorio internazionale nel quale i principali produttori mondiali possano sperimentare le loro soluzioni" (v. Balzani V., Venturi M., Armaroli N., Sett/Dic 2014, *Energia: risorse, offerta, domanda, limiti materiali e confini planetari,* la Chimica e l'Industria).

Occorre la visione d'insieme e il progetto industriale e finanziario complessivo per darle attuazione

In questo ambito si possono inserire i progetti di razionalizzazione energetica e gestionale che ASM Terni SpA sta portando avanti con Università e partner stranieri.

Dunque non mancano i segnali positivi; ci sembra però necessario che essi vengano inseriti in un quadro complessivo e organico che tenga conto delle esigenze che sono già emerse su diversi piani, e precisamente: riduzione della tassazione, sburocratizzazione, velocizzazione dei procedimenti di giustizia civile, sicurezza, politica degli investimenti (da quelli ad alto rischio della prima fase dei grandi progetti con il coinvolgimento di un attore pubblico che sappia stimolare il successivo intervento del privato, alle reti di finanziamenti pazienti); in una parola occorre la visione d'insieme e il progetto industriale e finanziario complessivo che consenta di darle attuazione.

Paolo Olivieri
(già dirigente presso il Polo Montedison di Terni)



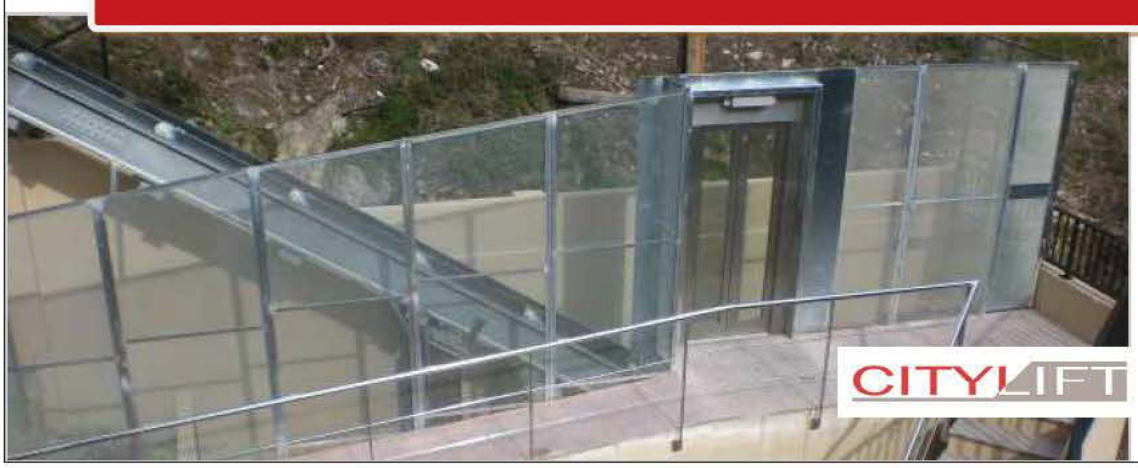
CIAM®

WWW.CIAM.IT

MEDIALIFT

Progettazione, Costruzione, Installazione e Manutenzione ***Ascensori*** *ed impianti di sollevamento*

Specialisti in ASCENSORI INCLINATI



CITYLIFT®

www.ordingtr.it