



L'“ENCICLOPEDIA DEGLI IDROCARBURI”

Lo scorso giugno è stata presentata, presso l'Accademia dei Lincei a Roma, alla presenza del Presidente dell'Accademia Nazionale dei Lincei Giovanni Conso, del Presidente della Treccani Giuliano Amato e dell'Amministratore Delegato di Eni Paolo Scaroni l'“Enciclopedia degli Idrocarburi”, un'opera sulle più aggiornate conoscenze nel settore dell'oil&gas, delle tecnologie dell'ambiente con analisi economiche e geopolitiche. Riportiamo di seguito alcuni degli interventi della giornata.

Articolazione dell'Opera

L'“Enciclopedia degli Idrocarburi”, diretta da Mario Beccari e Ugo Romano, è costituita da cinque volumi, ciascuno con circa 800 pagine di testo illustrato. L'opera viene pubblicata in due versioni linguistiche, italiana e inglese. I volumi hanno un'impostazione tematica e contengono la raccolta sistematica delle conoscenze relative all'industria degli idrocarburi. I contributi, affidati ai più autorevoli specialisti di ogni parte del mondo, hanno un forte taglio interdisciplinare. Sono inoltre integrati da un ricco corredo iconografico e da un'ampia bibliografia.

In estrema sintesi, il piano dell'opera si presenta strutturato come di seguito illustrato.

Il *primo volume* è stato affidato al coordinamento scientifico di Pier Federico Barnaba, Giovanni Brighenti e Renzo Mazzei. Il volume, dopo una parte introduttiva sulla geologia del petrolio, descrive le attività di esplorazione, di perforazione e completamento dei pozzi, di studio e

sviluppo dei giacimenti, di produzione e trasporto degli idrocarburi, di stoccaggio del gas naturale.

Il *secondo volume* è stato affidato al coordinamento scientifico di Carlo Giavarini e Ferruccio Trifirò. È dedicato all'analisi della struttura delle raffinerie, alla caratterizzazione dei principali prodotti derivati, alla descrizione delle operazioni di raffinazione, all'ottenimento dei prodotti di base, alla produzione di intermedi per la petrolchimica, ai materiali polimerici. Nel corso della trattazione vengono approfondite le problematiche di tutela dell'ambiente, della sicurezza e della salute connesse con le attività di *downstream*. Il volume mette in evidenza sia il forte grado d'integrazione fra i vari settori sia la grande innovazione di prodotto e di processo intervenuta nei cicli produttivi negli ultimi decenni.

Il *terzo volume* è stato affidato al coordinamento scientifico di Ugo Romano. Il volume illustra le tecnologie in evoluzione e gli scenari possibili: produzione di idrocarburi da fonti petrolifere non convenzionali e da fonti fossili alternative, tecnologie innovative di *upstream*, vettori

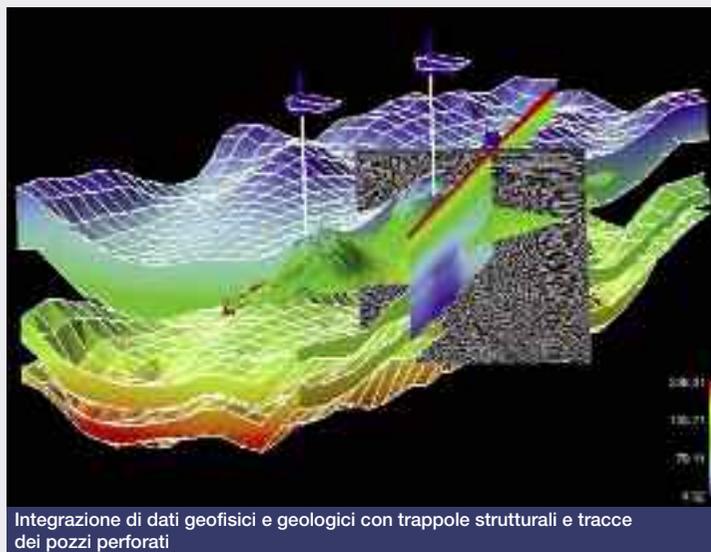
energetici e uso dell'idrogeno, impiego di tecnologie avanzate per la generazione di energia elettrica, prospettive di sviluppo di un'autotrazione sostenibile, sostenibilità ambientale (confinamento e biofissazione del CO₂, biodiversità, ruolo dell'innovazione nello sviluppo dell'industria chimica, bonifica e riqualificazione dei suoli contaminati).

La prima parte del *quarto volume*, affidata al coordinamento scientifico di Alberto Clò, esamina i principali aspetti economici connessi con l'industria degli idrocarburi: gli *economics* di base del petrolio e del gas naturale, le politiche pubbliche, le forme di mercato e le politiche di prezzo, gli attori principali, le strategie delle imprese, il quadro macroeconomico, la trasformazione dell'industria del gas dal monopolio alla concorrenza, la gestione dell'incertezza e del rischio, gli scenari futuri. La seconda parte del volume, affidata al coordinamento scientifico di Piero Bernardini, ripercorre la normativa giuridica internazionale connessa con l'esplorazione e lo sfruttamento degli idrocarburi, tenendo conto anche degli aspetti correlati con la prevenzione dell'inquinamento. Vengono altresì descritte le principali regolamentazioni nazionali ed esaminati gli effetti della legislazione dell'Unione Europea sulle attività nel campo degli idrocarburi. Il capitolo finale è dedicato alla contrattualistica e alla soluzione delle controversie.

La prima parte del *quinto volume* è affidata al coordinamento scientifico di Sergio Carrà e fornisce i fondamenti chimico-fisici che sono alla base della scienza degli idrocarburi: natura e caratteristiche degli idrocarburi, equilibri fisici e chimici, superfici e sistemi dispersi, moto dei fluidi, cinetica e catalisi, scambio termico, processi di separazione, reattori chimici, fondamenti dei processi di polimerizzazione, automazione e controllo, combustione, detonazione ed esplosioni, analisi dei sistemi e modellistica matematica, proprietà dei materiali. La seconda parte del



Da sin: Paolo Scaroni, Giuliano Amato e Giovanni Conso in un momento della presentazione dell'Enciclopedia degli Idrocarburi all'Accademia dei Lincei, Roma



Integrazione di dati geofisici e geologici con trappole strutturali e tracce dei pozzi perforati

volume è dedicata ad alcuni aspetti di particolare significato per lo sviluppo dell'industria degli idrocarburi (schede degli stati più significativi dal punto di vista petrolifero; storia delle scoperte che hanno consentito sostanziali progressi nelle scienze e nelle tecnologie degli idrocarburi; glossario essenziale).

Intervento di Ugo Romano

Mi sembra opportuno iniziare questa presentazione con alcune considerazioni sugli aspetti di originalità nell'impostazione dell'*Enciclopedia* e su considerazioni e opinioni a confronto che hanno preceduto la fase ultima di definizione del progetto.

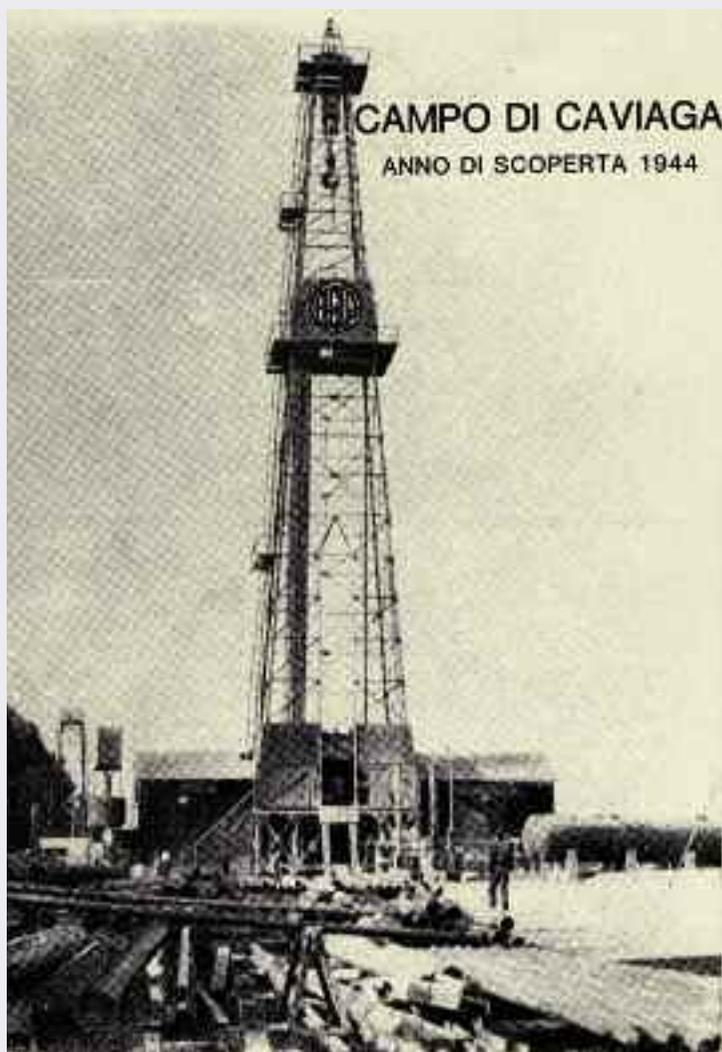
In effetti l'*Enciclopedia* nacque senza un piano organico preconstituito e la decisione di avviare il progetto fu determinata dalla volontà di celebrare, con un evento di grande rilevanza, il 50° della fondazione dell'Eni e dal felice intuito che fosse venuto il tempo di rinnovare lo sforzo espresso ai tempi dell'*Enciclopedia del Petrolio e del Gas* pubblicata da Eni nel 1963. Ma l'indicazione che venne dai vertici della Società fu ancora più ambiziosa. L'Eni degli anni 2000 era cresciuta da impresa con spiccato carattere nazionale a società di rilievo internazionale. Sarebbe stato opportuno quindi che l'opera nascesse bilingue, in sintonia con la formidabile crescita all'estero avviata con il nuovo millennio.

Nacque, si diceva, senza un progetto, ma con la grande opportunità di collaborazione con l'Istituto Treccani.

Si avviò quindi un confronto sulle caratteristiche che avrebbe dovuto avere un'enciclopedia tematica moderna.

Era ovvio che la prima proposta ripercorresse il modello di struttura a lemmi secondo lo schema classico, già adottato per l'opera del 1963. Emerse quindi l'ipotesi di sviluppare il lavoro sulla base di monografie, con gli argomenti di rilevante interesse per l'industria del petrolio, inseriti in una struttura organica di voci.

La proposta finale fu di adottare un modello organizzato secondo volumi tematici, costituiti da saggi monografici che trattassero in sequenza logica ed in modo compiuto le varie linee in cui si articola l'industria del



La trivella di Caviaga-Val Padana (1944)

petrolio. Il modello non aveva precedenti nel campo delle più classiche Enciclopedie tecnico scientifiche ma richiamava per certi aspetti i trattati tipici della letteratura tecnica.

Ovviamente il rischio, che peraltro fu ben chiaro fin dall'inizio, era di scadere in un trattato di manualistica senza tuttavia riuscire a conseguire quel risultato che i manuali di qualità si prefiggono: trattare in modo esaustivo la materia e fornire un supporto pratico agli specialisti del settore.

Anche la realizzazione in due lingue comportò diversi ordini di problemi e le scelte conseguenti non sempre furono del tutto agevoli.

In realtà l'opera nacque già in larga misura bilingue. Su 220 autori che hanno scritto almeno un contributo, oltre il 40% scriveva in inglese e ciò indipendentemente dal fatto che questa fosse la loro madrelingua.

E poiché l'industria del petrolio, sia di upstream che di raffinazione, nasce principalmente negli Stati Uniti (Texas, Louisiana, California, Ohio) spesso i termini di uso comune, tipicamente tecnici o gergali, erano inusuali ad un esperto della lingua, logicamente predisposto quindi a utilizzare improbabili perifrasi.

Certamente la disponibilità nel circuito Treccani di un adeguato numero di traduttori madrelingua è stata fondamentale, nondimeno si impose un meticoloso controllo dei testi da parte degli specialisti del settore.

Anche l'impostazione dell'Opera si sarebbe fatalmente dovuta distinguere dalla precedente.

La strategia dell'industria del petrolio è dominata da due elementi: rendere disponibili ai mercati quantità crescenti di idrocarburi, operare il linea con la forte richiesta di sostenibilità.

Il progresso, di cui gli idrocarburi sono stati motore e simbolo, non poteva quindi essere disgiunto dalla qualità dei processi di produzione e di trasformazione e dalla soluzione delle problematiche connesse all'impatto ambientale, alla sicurezza e alla salute. L'intreccio strettissimo tra sostenibilità dello sviluppo e innovazione tecnologica trova un puntuale riscontro nell'articolazione dell'opera.

Il primo volume dell'"Enciclopedia degli Idrocarburi" descrive le attività di esplorazione, produzione e trasporto degli idrocarburi secondo un'impostazione logica di sequenzialità e organicità. Si apre con una parte introduttiva che riporta cenni storici sull'industria petrolifera, quindi tratta della genesi e della geologia del petrolio, dei cicli di ricerca e scoperta, delle riserve mondiali e dei bacini petroliferi.

Gli argomenti vengono quindi raggruppati in sette grandi aree di attività: geoscienze, esplorazione petrolifera, perforazione e completamento pozzi, caratteristiche dei giacimenti e relativi studi, sviluppo dei giacimenti petroliferi, produzione, trasporto idrocarburi e stoccaggio gas.

Sono trattati tutti gli argomenti inerenti l'attività di upstream, ma, tra questi, alcuni risultano particolarmente rilevanti per il significativo grado di avanzamento tecnologico o perché mostrano approcci innovativi rispetto al passato.

Per quanto riguarda la genesi degli idrocarburi, ad esempio, si segnala la chiara posizione espressa sull'origine organica del petrolio e sui fenomeni collegati alla naftogenesi, alla migrazione e accumulo di olio e gas, alla descrizione delle rocce madri, di copertura e serbatoio e ai vari tipi di trappole.

Tra i metodi di ricerca petrolifera, vengono trattate con particolare cura le tecnologie più evolute: il telerilevamento, i sistemi cartografici digitali, le prospezioni geofisiche che comprendono i rilevamenti sismici a riflessione, 2D e 3D, e i relativi sistemi di registrazione ed elaborazione dati. Il giacimento viene analizzato non solo nelle sue caratteristiche statiche, ma anche nei suoi meccanismi dinamici tramite modelli matematici di previsione che permettono di investigare vari schemi di sviluppo per poter scegliere quello economicamente più attraente e nello stesso tempo operativamente più semplice.

Per il settore della perforazione, particolare attenzione è dedicata alla perforazione direzionata, che ha registrato negli ultimi anni notevoli progressi tecnologici e che consente il raggiungimento di obiettivi minerari profondi, posti anche a notevole distanza rispetto al posizionamento dell'impianto di superficie. Queste tecniche permettono anche di perforare più pozzi da un'unica postazione, di raggiungere obiettivi difficilmente accessibili, o posti sotto formazioni problematiche da perforare, di ottenere più elevate produzioni

perforando in orizzontale aree di giacimento a bassa produttività.

Nel campo della perforazione in mare, la nuova frontiera è rappresentata dallo sviluppo dei giacimenti in acque ultra profonde, in fondali marini superiori ai 1.500 metri, impresa estremamente complessa in cui vengono amplificate le difficoltà di perforazione sottomarina.

Un sottocapitolo dello sviluppo dei giacimenti è dedicato alle tecniche di sviluppo dei campi marginali, il cui sfruttamento non sarebbe economicamente vantaggioso se non venissero adottati accorgimenti e tecnologie resisi disponibili negli anni recenti.

Il volume affronta poi in modo estremamente attuale il tema della gestione di un giacimento durante la fase di produzione. Vengono indicati i sistemi di monitoraggio e gli interventi da effettuare durante la vita produttiva di un giacimento e individuate, attraverso il costante aggiornamento dei modelli matematici, le necessità di eventuali ulteriori investimenti. Tra le tecniche adottate per l'ottimizzazione della produzione si trovano i sistemi di sollevamento artificiale dei pozzi ad olio, le tecniche di fratturazione della roccia per l'aumento della produttività, i sistemi di inibizione della produzione di acqua e gas nei pozzi ad olio.

A conclusione della parte sulla produzione, un breve capitolo sulle varie azioni, economicamente compatibili, adottate per prolungare la vita del giacimento e sui motivi che inducono all'abbandono di un giacimento, siano essi di carattere tecnico e/o economico che politico o strategico.

In chiusura di volume viene affrontato il tema del trasporto e dello stoccaggio degli idrocarburi. Di particolare rilevanza la parte relativa al trasporto e allo stoccaggio del gas, sia con tecnologie di liquefazione (LNG) che di compressione (CNG), argomento di grande attualità per il ruolo determinante nello sviluppo del mercato del gas e nella sua stabilizzazione e per il ruolo fondamentale assunto dallo stoccaggio, per il mantenimento delle riserve strategiche in grado di garantire la fornitura ai mercati anche in caso di riduzione degli approvvigionamenti.

Il terzo volume, in particolare, illustra le tecnologie e gli scenari possibili, fornendo un ampio panorama delle attività di sviluppo mirate non solo all'evoluzione dell'industria petrolifera ma a tutto il settore dell'energia.

Sicurezza di approvvigionamento, diversificazione delle fonti primarie, efficienza dei processi di conversione e sostenibilità sono quindi i temi sviluppati e approfonditi:

- la produzione di idrocarburi da fonti petrolifere non convenzionali (greggi ultra pesanti, sabbie bituminose, scisti e oil shale, gas non convenzionali: CBM, tight gas e idrati);
- la produzione di idrocarburi

liquidi da fonti fossili alternative (dalla liquefazione diretta e indiretta del carbone alla conversione del gas naturale in vettori energetici liquidi);

- l'ottimizzazione del fattore di produttività dei giacimenti e le varie tecnologie di recupero avanzato (enhanced);
- la minimizzazione dell'impatto ambientale dell'industria petrolifera (footprinting);
- l'impiego di tecnologie avanzate per la generazione, lo storage e il trasporto di energia elettrica (cogenerazione industriale, generazione distribuita e ad alta efficienza, impiego delle celle a combustibile, energia da fonti rinnovabili, vettori energetici e uso dell'idrogeno, nucleare avanzato);
- le prospettive di sviluppo di un'autotrazione sostenibile (produzione di carburanti e combustibili più ecocompatibili, motori a combustione interna evoluti, adozione della trazione elettrica o ibrida);
- l'analisi del ciclo di vita dei processi energetici e l'energia sostenibile come motore dello sviluppo futuro;
- la separazione, il confinamento e la biofissazione della CO₂;
- lo sviluppo di tecniche di monitoraggio e ripristino ambientali.

A parte il ritorno in termini di immagine e di prestigio per Eni come impresa tecnologicamente avanzata e socialmente responsabile, dalla realizzazione dell'"Enciclopedia degli Idrocarburi" sono derivati altri importanti risultati impliciti: l'opportunità di approfondimento di problematiche tecnico-scientifiche, la messa a confronto di opinioni e di teorie anche contrapposte nel campo economico, giuridico, geopolitico, della sostenibilità e dell'ambiente, l'aggregazione di elementi culturali spesso eterogenei per materia e per origine, e, in ultima analisi, la costituzione di un network internazionale di referenti che è certamente rimasto nel patrimonio aziendale come elemento di confronto e di supporto futuro.



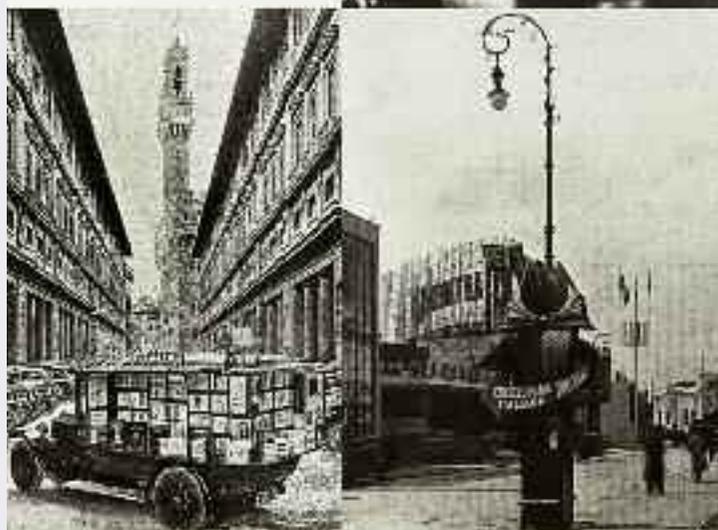
Gli otto volumi dell'Enciclopedia del Petrolio e del Gas Naturale (1963)

Intervento di Carlo Giavarini

Negli anni Sessanta Eni aveva prodotto un'opera fondamentale per quei tempi (*l'Enciclopedia del Petrolio e del Gas*) che riportava le varie voci relative all'estrazione e lavorazione del petrolio, in ordine alfabetico. Per alcuni decenni questa opera è restata un punto di riferimento per gli addetti e per gli studiosi dei processi di raffinazione, anche nelle università. Da allora sono passati quasi cinquant'anni e molte cose sono cambiate, sia nella industria della raffinazione del petrolio che in quella petrolchimica che sta a valle.

Oggi si dice che l'industria della raffinazione è un'industria matura. Occorre però chiarire che la parola matura non significa statica o addirittura "moribonda", come qualcuno intende, ritenendo che ormai dobbiamo solo parlare di biocarburanti o di energie rinnovabili, dimenticando che ancora per molto tempo non potremo fare a meno delle tradizionali raffinerie e dei relativi processi (agli idrocarburi "restano solo pochi secoli di vita").

L'evoluzione che ha caratterizzato questa industria, fin dalla sua nascita nella seconda metà del 1800, ha in effetti subito una forte accelerazione dopo la seconda guerra mondiale e, in particolare, a partire dagli anni Sessanta. Le spinte all'evoluzione sono derivate da fattori energetici, di mercato e ambientali, e non si sono mai fermate.



Il primo volume dell'Enciclopedia Italiana (marzo 1929) e Giovanni Treccani Alfieri

La prima crisi petrolifera del 1973 ha determinato una rivisitazione di tutti i processi, finalizzata al recupero e al risparmio di energia. Gli anni Ottanta e Novanta hanno visto un notevole riassetto dei cicli produttivi e dei processi, in funzione eminentemente ambientale. Si è trattato di una vera e propria rivoluzione tecnologica che ha portato all'eliminazione del piombo nelle benzine, alla progressiva riduzione dei residui e dello zolfo nei prodotti. Sono stati introdotti gli impianti di produzione idrogeno in raffineria, la gassificazione dei residui e altre tecnologie, nuove per questo tipo di industria. L'evoluzione degli ultimi anni ha continuato su questa linea e ha praticamente eliminato lo zolfo nei carburanti, concentrando l'attenzione sul trattamento dei residui.

Tutto questo emerge dal secondo volume della nuova "Enciclopedia degli Idrocarburi" dell'Eni, che propone un'aggiornata rassegna dei processi di raffinazione e petrolchimici, fatta in modo organico (non più alfabetico) e facilmente comprensibile da chi possiede un minimo bagaglio tecnico.

Viene presentata inizialmente l'evoluzione e l'aggiornamento degli schemi di raffinazione e dei prodotti, per passare poi ai processi, visti a tutto tondo, partendo dalle basi chimico-fisiche (scientifiche), per poi arrivare agli aspetti tecnologici e impiantistici più attuali.

La suddivisione comprende i processi con valenza ambientale, quelli per migliorare la qualità dei carburanti, i processi di conversione, sia termici (mai del tutto morti, ma in certi casi rivitalizzati) che catalitici. Un'importante sezione è dedicata alla sicurezza e alla protezione ambientale.

La seconda parte del volume è dedicata allo sviluppo della petrolchimica, e cioè ai processi che stanno a valle della raffineria, fino ad arrivare alla vasta gamma dei materiali polimerici.

Il contributo dell'industria al volume, in particolare il contributo delle società di processo, è stato importante. Non poteva essere altrimenti, dato che tali società sono state, e sono spesso, i protagonisti dell'evoluzione del settore. Il lavoro dei coordinatori è stato anche quello, in alcuni casi, di temperare un poco gli estremismi di qualche entusiasta titolare dei processi, così da poter trattare imparzialmente tutte le tecnologie emergenti. Questo soprattutto nella parte dedicata alla raffinazione, dove la competizione tra le varie tecnologie è talvolta notevole. In effetti l'industria della raffinazione è difficile da capire se non ci si è dentro, e al tempo stesso è forse difficile da spiegare se ci si è troppo dentro. È caratterizzata da grandi produzioni che non devono fermarsi mai, o quasi, senza mettere in crisi tutto ciò che sta a valle, fino ad arrivare al privato automobilista. I processi devono essere affidabili, capaci di adattarsi al mercato e alla disponibilità della materia prima: in queste direzioni si evolvono continuamente.

L'industria degli intermedi petrolchimici che sta a valle (e che viene trattata nella seconda parte del secondo volume) è più articolata e, spesso, meno flessibile, ma ugualmente sempre in evoluzione.

La più dinamica delle industrie a valle è forse quella dei materiali polimerici, perché è interfacciata più direttamente con un mercato sempre più esigente. In questo campo l'evoluzione tecnologica degli ultimi anni ha assunto aspetti che a volte stupiscono anche noi tecnici, ed ha visto



La FPSO (Floating Production System and Offloading) Firenze, una delle più recenti navi di produzione



Trasporto e montaggio di un sistema di trivellazione offshore

l'Italia protagonista in alcuni settori. Un esempio per tutti è la grande famiglia dei polimeri olefinici a base polipropilenica: dopo le scoperte di Natta (siamo nel 1954) l'evoluzione è stata costante, con una poderosa accelerazione nell'ultimo ventennio. L'eccezionale sviluppo dei sistemi catalitici è stato possibile grazie ad una ricerca rigorosa e profonda. La creazione di nuovi processi, seguita all'evoluzione della catalisi, ha permesso di produrre una variegata gamma di prodotti in continua espansione, sia qualitativamente che quantitativamente.

Gli elastomeri e le fibre sono finalmente trattati in modo completo, così da rendere giustizia a tutto il lavoro svolto nel settore, anche in campo nazionale.

Vorremmo da ultimo sottolineare un ulteriore aspetto: le tecnologie delle industrie protagoniste del secondo volume restano tuttora la miglior palestra per gli ingegneri industriali. Questa opera è quindi un ulteriore servizio reso da Eni anche a università ed istituti dove si inizia la formazione dei tecnici del settore, un settore tuttora più che vitale.

In campo internazionale, l'iniziativa Eni ha carattere di unicità, sia per i contenuti, molto aggiornati, sia per la mole, sia per il rigore, quasi maniacale con cui sono stati fatti tutti i possibili controlli da Treccani, sia perché, essendo stata pubblicata anche in inglese, può essere apprezzata ovunque.

Intervento di Alberto Clò

È stato per me motivo di grande onore e, insieme, una grande esperienza personale e professionale aver contribuito alla realizzazione dell'"Enciclopedia degli Idrocarburi", come membro del suo comitato scientifico e coordinatore della prima parte del IV volume su "Economia

e Politica degli Idrocarburi", articolata in 9 capitoli, 25 saggi, 471 pagine. Non è esagerato né retorico affermare che questa è un'opera straordinaria ed unica nel panorama scientifico internazionale. Per più ragioni, che individuano altrettanti criteri informativi della sua ideazione e architettura. In primo luogo, per l'eccellenza scientifica dei 26 autori che vi hanno contribuito - 8 italiani, 18 di altri 5 Paesi - provenienti da 11 università e 6 centri di ricerca. Nell'elenco vi sono nomi che hanno fatto la storia del pensiero economico degli idrocarburi - su tutti Morris Adelman e Peter Odell - o eccellenze come Alberto Quadrio Curzio, nella teoria delle risorse minerarie; Philip Verleger, nell'analisi della struttura e del funzionamento dei mercati petroliferi, Jean Marie Martin o Gawdat Baghat nella geopolitica degli idrocarburi. Quando li contattammo, aderirono tutti immediatamente al nostro progetto. L'unico che, scusandosi, declinò l'invito fu Alfred Chandler, il più grande storico d'impresa, che oltre la soglia dei novant'anni, ci scrisse di "non poter assumere impegni a lunga scadenza". Purtroppo, aveva ragione. L'adesione degli autori, il pieno rispetto dei tempi assegnati, la perfetta aderenza ai temi trattati, erano la miglior dimostrazione del grande prestigio che riscuoteva nel mondo l'*Enciclopedia Italiana Treccani*, ma anche del ruolo riconosciuto ad Eni nel campo della "cultura energetica". Un ruolo iniziato con la pubblicazione dagli anni Sessanta della rivista "Scuola in Azione", edita dalla Scuola Enrico Mattei, e soprattutto, tra 1962 e 1971, degli 8 volumi dell'*Enciclopedia del Petrolio e del Gas Naturale*, voluta da Enrico Mattei, che ne firmò il primo volume. Un'opera pionieristica che vide impegnate grandi personalità, come Paolo Sylos Labini, Cesare Cosciani, Giuseppe Guarino, Luigi Spaventa, Paul Frankel, Augusto Graziani, Umberto Colombo, e tutta la fucina di cer-

velli che ruotava intorno al prestigioso Ufficio Studi dell'Eni guidato da Giorgio Fuà. La seconda ragione del valore di questo volume, sta nel carattere profondamente innovativo delle tematiche svolte, nella loro vastità, nell'approccio interdisciplinare che si è seguito.

Dei 25 argomenti trattati solo 4 - analisi delle filiere produttive, ruolo delle grandi compagnie, analisi e contabilità dei costi produzione, analisi dei flussi commerciali - stavano anche nella prima Enciclopedia. L'allargamento dello spettro di tematiche trattate - dalle esternalità ambientali al ruolo della finanza, dal rapporto tra geopolitica e idrocarburi a quello tra islam e petrolio - era finalizzata, ed è questo il terzo merito dell'opera, a dar conto, da un lato, dei mutamenti intervenuti negli scenari energetici internazionali nell'ultimo mezzo secolo, e, dall'altro, dell'estrema complessità delle sfide, contraddizioni, scelte che il mondo moderno si trova a dover affrontare in campo energetico. Complessità non risolvibili con soluzioni semplici o illusorie panacee.

Guardando al futuro dell'energia nel mondo, resto convinto che nonostante l'attuale Grande Crisi, che certo modificherà il rapporto energia/economia, il dato strutturale con cui confrontarsi resti ancora la fame di energia del Sud del mondo, dei 2,5 miliardi di persone che non ne dispongono in misura tale da assicurare loro minime esigenze vitali e degli 1,5 miliardi che non sanno cosa sia l'elettricità.

Sconfiggere la povertà energetica è la vera e prima sfida che il mondo moderno deve affrontare. È la questione etica che i Paesi ricchi, che dispongono e dissipano energia, non possono eludere. È la condizione pregiudiziale per attenuare la miseria cronica in cui versa metà della popolazione mondiale; per allentare la pressione demografica ed i flussi migratori che altrimenti si riversano verso il mondo ricco; e, non ultimo, per contrastare la guerra del fondamentalismo islamico contro i regimi moderati. L'offerta potenziale di energia è in grado di soddisfare la domanda incrementale. Il mondo non sta esaurendo né il petrolio né il metano, fonti a cui il mondo dovrà gioco forza ricorrere in ampia misura ancora nella prossima generazione. Quel che non toglie - ma semmai enfatizza - l'urgenza di avviare la transizione verso nuove opzioni tecnologiche a basso contenuto carbonico, senza illudersi, tuttavia, di riuscirci in breve tempo. Per garantire una stabilità strutturale ai mercati energetici, necessitano immani investimenti (1.000 miliardi dollari l'anno sino al 2030, 2,8/giorno) in assenza dei quali - come sperimentato nel decennio scorso - non potranno che essere i prezzi a razionare la domanda. Non dovremmo dimenticare che l'attuale Grande Crisi che si è abbattuta su scala mondiale dall'autunno 2008, è in larga, quanto sottostimata, parte originata dalla crisi energetica avviata dall'inizio del Millennio, come del resto accaduto in tutte le fasi recessive dell'economia mondiale dal secondo dopoguerra (1973-1975, 1980-1981, 1991-1992). General Motors o Chrysler non sono fallite per il fallimento della Lehman Brothers il 15 settembre 2008, ma perché il prezzo di un gallone di benzina negli Stati Uniti è esploso dai 100 cent dollari del febbraio 1999 (quando costava meno di un gallone di Coca-Cola) ai 450 del luglio 2008, poi precipitati a fine anno intorno ai 200 centesimi.

La crisi d'oggi ha interrotto i processi di aggiustamento della domanda e dell'offerta di energia ai precedenti alti prezzi, non spostando però di



Centrale termoelettrica a cicli combinati a gas naturale

un millimetro le tensioni che hanno attraversato sino a poco fa i mercati. Le ha congelate e illusoriamente allontanate nel tempo. Se non riusciremo a rimuoverle - come non va accadendo, con il crollo degli investimenti - vi è il fondato rischio che l'uscita dalla crisi possa essere strozzata dal petrolio. Che non appena si avranno segnali di miglioramento e di ripresa della domanda, i prezzi tornino a schizzare verso l'alto. Di questo vi sono allarmanti sintomi, non già perché il profilo della crisi vada volgendo al meglio, ma perché la speculazione ha ripreso a scommettere che un giorno o l'altro questo potrebbe avvenire. Le aspettative più che i fatti governano le quotidiane transazioni sulle borse petrolifere.

Nelle ultime settimane abbiamo così assistito al paradosso di una domanda di petrolio in caduta libera a fronte di un'offerta largamente abbondante, ma, parallelamente, ad un balzo dei prezzi dai 30 doll/bbl dei primi del dicembre 2008 ai 72 di inizio giugno 2009, con non disinteressate proiezioni di banche d'affari che prefigurano a breve i 100 dollari. Un aumento motivato solo dall'indisturbato rientro sulle borse petrolifere della finanza speculativa, foraggiata paradossalmente dalle erogazioni pubbliche alle banche. Ogni 10 doll/bbl in più sottraggono ai consumatori 300-350 miliardi dollari, attenuando il sollievo di cui andavano beneficiando con il precedente crollo dei prezzi.

Il G-8 sull'energia di Roma di fine maggio non ha deciso nulla di concreto, non andando oltre generici, pur se condivisibili, auspici. Una paralisi ed un'inettitudine che rischiamo di pagare cara. Dalle soluzioni che la politica è chiamata a fornire - caduta l'illusione che possano provvedervi solo i mercati - dipendono le futuri sorti dell'economia mondiale, gli equilibri politici internazionali, la sostenibilità ambientale del pianeta. Tre le condizioni per riuscirci:

1°) sostenere un nuovo grande ciclo di investimenti in tutte le filiere energetiche superando gli ostacoli - economici, politici, regolatori - che li hanno sinora impediti;

2°) rafforzare un comune impegno nelle inadeguate spese nella R&S e nell'innovazione verso una low carbon economy, cominciando dal ridurre le macroscopiche inefficienze nell'uso dell'energia nei Paesi ricchi. In termini reali le spese in R&S nei Paesi avanzati sono oggi appena un quinto di quelle che si ebbero nei primi anni Ottanta, all'indomani della seconda crisi petrolifera. In assenza di un impegno in tal senso degli Stati e delle imprese è impossibile, prefigurare, come semplicisticamente da taluni si sostiene, nuove rivoluzioni industriali attivate da innovazioni in campo energetico;

3°) un impegno congiunto tra le maggiori potenze nel fronteggiare i cambiamenti climatici. Ogni possibilità di modificare le tendenze nelle emissioni di gas serra - in vista della Conferenza di Copenhagen di fine 2009 - non può prescindere dal coinvolgimento diretto dei Paesi emergenti, da cui deriverà il maggior incremento atteso delle emissioni, sulla base di condivisi impegni, pur a fronte di un'equa ripartizione degli oneri tra Paesi ricchi, emergenti, poveri.

La quarta condizione, che le altre in certo qual modo compendia, è che le ragioni dell'interdipendenza e della cooperazione tra gli Stati - che la crisi d'oggi pone più che mai in piena evidenza - abbiano a prevalere su quelle della contrapposizione sinora prevalenti. È nella stabilità, nella collaborazione, nel dialogo che sta la soluzione alle sfide che energia e ambiente pongono al mondo moderno.

Penso che le pagine dell'Enciclopedia Eni-Treccani offrano tutti gli strumenti informativi e conoscitivi, i supporti analitici, i paradigmi interpretativi per collocare queste sfide nella loro piena ed obiettiva dimensione, così come nella loro dimensione storica e spaziale.

Nel presentare, pochi mesi prima della sua scomparsa, il primo volume della precedente Enciclopedia dell'Eni da lui voluta, Enrico Mattei auspicava *"quest'opera potrà percorrere onorevolmente la strada, che or ora intraprende, verso una progressiva conquista di quel meglio [del sapere] il quale, di per sé, non ha fine"*. Sono convinto che la nuova

Enciclopedia si collochi esattamente nel solco di quel primo impegno e nel segno di quell'auspicio.

Intervento di Sergio Carrà

Nel 1952 Frederick Rossini del National Bureau of Standard di Washington ha pubblicato un volume, frutto di vent'anni di lavoro, intitolato *"Selected values of chemical thermodynamics properties"*, che successivamente sarebbe diventato famoso con il nome burocratico di Circolare 500.

In esso venivano riportati i valori delle proprietà chimico-fisiche di migliaia di composti chimici, molti dei quali erano idrocarburi. La loro valutazione aveva richiesto un notevole impegno, soprattutto per sintetizzare o isolare ad un elevato grado di purezza i composti singoli sui quali si dovevano condurre opportune misure per determinarne il contenuto energetico e la loro struttura. È stato detto che se qualcuno avesse mescolato tali costosi campioni, avrebbe ottenuto qualche litro di benzina dal costo di pochi dollari.

Il grande chimico fisico americano Henry Eyring ha dichiarato che i quattrini risparmiati dalle industrie chimiche e petrolchimiche grazie ai dati raccolti nella Circolare 500 hanno ripagato di gran lunga le spese per tutte le attività di ricerca che erano state e venivano condotte in tale settore sin dalla sua nascita.

In sostanza il lavoro svolto al National Bureau of Standard offriva ai tecnici uno strumento grazie al quale essi erano in grado di affrontare i loro problemi con un approccio razionale, che fruiwa delle informazioni di natura microscopica sulla struttura delle molecole per prevedere il comportamento dei flussi delle miscele di idrocarburi che alimentavano i reattori industriali.

In realtà le richieste che le tecnologie petrolifere e petrolchimiche stavano ponendo alla chimica fisica fondamentale diventavano sempre più esigenti, poiché lo sviluppo in corso dell'industria di raffinazione comportava la progettazione di apparecchiature dalle dimensioni gigantesche, il cui elevato costo poteva essere ottemperato solo da un'adeguata progettazione che lasciasse poco spazio alle incertezze sui costi di investi-

mento. In sostanza si stava aprendo un'era stimolante in cui la scienza fondamentale e la tecnologia venivano sinergicamente coinvolte nell'elaborazione delle procedure di progettazione, traendo vantaggio anche dallo sviluppo in corso nel settore dell'elaborazione elettronica che rendeva agevole l'esecuzione di calcoli che precedentemente non potevano essere condotti.

Pertanto il lavoro iniziato al National Bureau of Standard evidenziava come la fruizione delle scienze fondamentali, nelle quali era in



Una raffineria dell'Eni



L'isola artificiale per la perforazione e messa in produzione di Kashagan (Kazakhstan)

corso un'evoluzione culturale volta alla completa comprensione e controllo delle trasformazioni che la materia subisce, costituisce un requisito necessario per sviluppare in modo efficace la attività produttive. L'acquisizione di tali conoscenze e il loro inserimento nei metodi di progettazione costituisce infatti uno dei più grandi successi dell'avventura scientifica-tecnologica del secolo scorso che ha trovato una sua concreta realizzazione nello sviluppo di una settore produttivo che occupa tuttora una posizione di primo piano nella nostra società.

Su questa impostazione è strutturata l'ossatura dell'"Enciclopedia degli Idrocarburi", che integrando i menzionati aspetti offre un efficace strumento per chi opera nel settore chimico e energetico. In particolare nel quinto volume vengono trattati i problemi riguardanti la termodinamica dei sistemi a più fasi e molti componenti, i processi di trasporto di materia, quantità di moto ed energia nei sistemi omogenei e porosi, la combustione e la sicurezza e i metodi di controllo dei processi chimici. Particolare attenzione viene data alle reazioni catalitiche grazie alle quali si possono modulare le trasformazioni delle materie prime costituite da miscele di idrocarburi verso prodotti diversificati quali i combustibili, i materiali polimerici ed altri. L'attenzione viene posta anche sulla natura dei materiali impiegati nell'industria chimica e sul controllo dei processi di corrosione cui vanno soggetti. Infine vengono approfondite le metodologie della modellistica matematica che costituisce uno strumento inalienabile per lo sviluppo delle tecnologie avanzate.

L'approccio metodologico impiegato ha una potenzialità che va oltre la progettazione di apparecchiature industriali ma si estende anche a problemi di maggiore respiro che si riferiscono all'intero pianeta terrestre e allo sfruttamento delle sue risorse. Infatti la natura stessa dei

problemi affrontati coinvolge anche i risvolti sociali ed economici delle diverse attività del genere umano. Questa prospettiva appare già nell'esordio dell'opera, ovvero nel primo volume, che ha come titolo "Esplorazione, produzione e trasporto", quasi ad enfatizzare come la ricerca del petrolio e del gas naturale costituiscano tuttora una ragione di sopravvivenza della società umana, almeno finché non risulteranno mature altre fonti di energia che aspirano ad occupare nel panorama energetico un ruolo che superi la presente marginalità e quindi acquisire la dignità di essere chiamate alternative. L'esplorazione del sottosuolo alla ricerca di nuove fonti di idrocarburi richiede un'integrazione fra le conoscenze menzionate e le scienze della terra nei loro diversi aspetti, riguardanti la formazione dei depositi fossili e i flussi di miscele fluide con più fasi nei materiali porosi ed eterogenei.

Quando mi è stato chiesto di collaborare all'"Enciclopedia degli Idrocarburi" mi sono domandato se si trattasse di una celebrazione o di un necrologio, vista l'insistenza dei media sulla prossimità di un picco delle risorse petrolifere in accordo al modello malthusiano sull'esaurimento delle risorse. In questo settore questi timori sono alimentati dal modello di Hubbert che però a mio giudizio contiene cose corrette, ma banali come la previsione che le risorse non rinnovabili passino per un massimo della produzione, e cose importanti ma incerte quali la previsione dell'anno in cui cadrà tale massimo. Tale aspettativa si è rivelata sino ad ora ingiustificata per cui non solo non è terminata l'epopea degli idrocarburi, ma stanno affiorando nuove istanze derivanti dal notevole aumento della domanda di energia determinato a sua volta dall'aumento della popolazione mondiale. Sta però imponendosi anche la consapevolezza che i problemi futuri dovranno essere affrontati solo in una visione globale nella quale la gestione delle fonti fossili si dovrà integrare con l'impiego di altre fonti, quali la nucleare e le rinnovabili, particolarmente quella solare. Entrambe sono *carbon-free* e pertanto non contribuiscono ad aumentare la quantità di anidride carbonica presente nell'atmosfera, cui si attribuisce il riscaldamento globale del pianeta.

Il fatto che l'impiego dei combustibili fossili debba risultare compatibile con la presenza di un accettabile livello di anidride carbonica nell'atmosfera apre importanti e difficili problemi scientifici e tecnologici. Essi coinvolgono l'intero pianeta quale potenziale serbatoio dell'anidride carbonica attraverso la sua sequestrazione e il suo seppellimento, e l'intera atmosfera che, con un vertiginoso passaggio di scala, viene assimilata ad un enorme reattore nel quale è presente una zuppa di composti chimici che reagiscono fra di loro e con le radiazioni solari dando luogo ad evoluzioni spesso indesiderate. Per poter dare un'adeguata risposta alla diffusa inquietudine alimentata da scenari sull'evoluzione del pianeta, talora contrastanti fra di loro, è necessario fruire di modelli interpretativi nei quali le menzionate conoscenze scientifiche vengano adeguatamente coinvolte lasciando uno spazio sempre più angusto a speculazioni spesso condizionate da un diffuso conformismo. E soprattutto con la consapevolezza che solo quell'approccio scientifico che caratterizza l'"Enciclopedia degli Idrocarburi" e che è stato la forza motrice dello sviluppo economico, potrà contribuire ad una rassicurante evoluzione del pianeta.