

AZIENDA

CISE[®]
TECNOLOGIE INNOVATIVE

ANNO XI - N. 5 - DICEMBRE 1992

Regist. Trib. di Milano n. 358 del 25/09/82 - Spedizione in abb. postale Gruppo IV (70%)

Bimestrale del CISE - Tecnologie Innovative - Direttore Responsabile: P. Civardi - Redazione: CISE - Relazioni Esterne - Direttore: F. Bulgarelli - Comitato di redazione: A. Albin, F. Barbesino, P. Bergamini, G.P. Bolognesi, P.A. Comero, Z. Fuhrman, R. Granzini, G. Grugni, M. Migliavacca, G. Pedroni, C. Sandri, F. Taverniti - Ha collaborato a questo numero: L. Manusardi Carlesi - Segreteria di redazione: A. Camnasio, M. Morelli - Proprietario: CISE S.p.A., Segrate (Milano), via Reggio Emilia, 39. Stampa: Graficaperta, Boffalora Ticino - Fotografie: P. Liaci, Milanese & Celotti, G. Pampurini, G. Piazza, R. Tolotti, ESA, Swedish Space Corp.

ENEL SpA: quali opportunità

di PAOLO ALIA*

Con cinque giorni di anticipo rispetto al termine del 19 novembre '92, fissato dalla legge che ha dato il via alle privatizzazioni, il Governo Amato ha presentato alle camere il piano che ridimensiona e ridisegna la presenza dello Stato nell'economia nazionale. Si tratta di un passaggio di estrema rilevanza di un ampio e complesso processo, inarrestabile e in parte convulso, che sta interessando, in tempi eccezionalmente brevi, il nostro paese e che assieme alle questioni istituzionali ed elettorali, fiscali, della sanità, delle pensioni (per citare i capitoli più significativi) sta caratterizzando questo momento storico, all'insegna di una domanda di cambiamento talmente forte, che sembra collocare in secondo piano i contenuti, gli obiettivi reali e l'analisi dei nuovi scenari con cui dovremo convivere nei prossimi anni, scenari che fra

* Direttore Generale

l'altro sono fortemente correlati e condizionati anche da quanto avviene in Europa e nel resto del mondo. Non possiamo certamente, né questa è la sede più adatta, avviare una discussione su queste tematiche, segno di una transazione forte con cui dovremo convivere per un tempo non breve. Riteniamo invece opportuno e necessario fare alcune riflessioni strettamente connesse alla nostra realtà aziendale, cercando di indicare problemi e comportamenti coerenti con quanto sta avvenendo all'ENEL, riprendendo e sviluppando alcune considerazioni già anticipate nel numero di febbraio '92 di *Azienda CISE*.

Non c'è dubbio che la trasformazione dell'ENEL da Ente Economico di Stato a Società per Azioni non risponda a una esigenza di "ingegneria organizzativa", ma identifichi invece un modo profondamente diverso, rispetto al recente passato, di porsi e di organiz-

zarsi sia rispetto agli obiettivi statuari che al mercato. Se poi si aggiunge che la trasformazione in Società per Azioni prevede la presenza di altri soggetti (privati) in qualità di azionisti; oltre allo Stato attraverso il Ministero del Tesoro, e quindi una diversificazione della proprietà, è facile capire che i cambiamenti potranno essere sostanziali e interessante non solo l'ENEL SpA in quanto tale, ma anche le società controllate, vale a dire CISE, CESI, ISMES. Non è facile, soprattutto in questo momento in cui il piano delle privatizzazioni, dopo essere stato approvato dalle Camere, diventerà operativo, prevederne i riflessi sulla nostra realtà. Possiamo però esaminare le problematiche più rilevanti che potranno essere oggetto di cambiamento. A questo proposito può essere utile schematizzare gli elementi che caratterizzano in

Segue a pag. 2

Convegno nazionale al CISE

I laser e le loro applicazioni in Italia trent'anni dopo

di MARA MILANESE & ENRICO CELOTTI

Il trentennale del primo prototipo di laser a gas italiano nato nei laboratori di Segrate è stato l'occasione per fare il punto sullo stato attuale delle ricerche e delle applicazioni di uno strumento per molti versi straordinario. Presenti tra i relatori molti dei "padri" del laser italiano, il convegno del 21 ottobre - organizzato dalle Relazioni Esterne del CISE, con la collaborazione di Alberto Sona, Assistente alla Direzione Generale - ha riunito al CISE circa duecento tra scienziati, ricercatori e utilizzatori di laser nelle più disparate branche.

Alla presenza dei vertici della so-

cietà di ricerca di Segrate, con una brillante introduzione Giuliano Toraldo di Francia, docente all'Università di Firenze, ha riassunto la genesi scientifica dei primi raggi coerenti italiani (il laser elio-neon del CISE ha funzionato appena due anni dopo il primo prototipo statunitense) e il clima entusiastico e pionieristico che animava quei primi nuclei di ricercatori alle prese con studi, al tempo, di frontiera. Tito Arcchi, oggi a Firenze e allora al CISE con Alberto Sona e Carlo Alberto Sacchi, ha ripercorso il progredire delle conoscenze

Segue a pag. 2

CISE e AMSA per l'ambiente

Lo smaltimento dei rifiuti è, come noto, uno dei problemi cruciali che le società avanzate debbono affrontare, in particolare per quanto riguarda la realtà delle grandi aree metropolitane. In Lombardia e a Milano il tema è di ricorrente attualità e la capacità di smaltimento "interna e autonoma" da parte della comunità milanese è un elemento decisivo anche per poter usufruire delle necessarie "solidarietà" esterne. L'incenerimento dei rifiuti solidi urbani è la via che le stesse direttive ambientali incoraggiano anche per innescare una sorta di circolo virtuoso che sappia "combinare" differenti esigenze e differenti scopi ottimizzando il ciclo: rifiuti-raccolta differenziata-incenerimento-produzioni energetiche-smaltimento residui. Il razionale e corretto approccio al

problema, l'uso di tecniche e tecnologie innovative, nonché il controllo puntuale e sistematico dei processi sono, peraltro, le leve attraverso le quali è possibile gestire gli impianti necessari, senza perdere di vista le sacrosante esigenze ambientali. Di questi problemi parliamo con **Fulvio Calvenzi**, responsabile CISE del progetto "monitoraggio degli inquinanti emessi da un forno inceneritore di RSU" realizzato per l'AMSA di Milano.

Come nasce e come si è sviluppato il progetto del CISE?

Va osservato che l'AMSA gestisce da tempo due forni inceneritori dei residui urbani: quello di via Zama e quello di Figino. In

Segue a pag. 8



SOMMARIO

ENEL SpA: quali opportunità ..	1
I laser in Italia trent'anni dopo ..	1
CISE e AMSA per l'ambiente ..	1
Le celle a combustibile al CISE ..	3
Il CISE nello spazio	
• La produzione di energia elettrica ..	4
• L'ottica e l'elettroottica ..	5
• La progettazione e realizzazione di oggetti di volo ..	5
Vita e fatti aziendali ..	6
Dalla termoidraulica alla termofluidodinamica ..	7
Libri ricevuti ..	8
Osservatorio di diritto dell'ambiente ..	8

ENEL SpA: quali opportunità

genere una Società per Azioni:

- la struttura giuridica che risponde alle regole dettate dal codice civile e dalle leggi fiscali;
- una proprietà diversificata;
- la necessità di remunerare il capitale investito in modo adeguato;
- la capacità di "essere sul mercato" operando in regime di concorrenza;
- la necessità di considerare centrale e fondamentale il risultato economico (misura anche dell'efficienza), il che non contrasta con il conseguimento di obiettivi quali l'innovazione tecnologica, la ricerca, ecc.;
- il rischio di cessare le attività (con tutte le conseguenze del caso) qualora i risultati economici non siano soddisfacenti.

Si tratta quindi di un quadro di regole e di vincoli non solo comportamentali, ma anche cogenti (codice civile), che assegnano una responsabilità rilevante al management e un ruolo determinante alla proprietà, cioè agli azionisti, i quali, pur nel rispetto degli obiettivi statutari, devono "dichiarare" la loro "soddisfazione" in merito ai risultati conseguiti.

Un ulteriore elemento, che arricchisce le opportunità, nonché la complessità del quadro delineato, è costituito dal "rapporto" tra una SpA e gli azionisti quando questi,

come nel caso del CISE, sono organizzati a loro volta in SpA (cioè l'ENEL). In questo contesto possiamo esaminare due tipologie di problemi esterni e interni al "dominio" CISE.

Alla prima categoria appartengono le seguenti questioni (che sono applicabili almeno in via di principio anche a CESI e ISMES):

- la conferma o meno della struttura azionaria del CISE, che potrebbe prevedere sia un aumento delle quote degli attuali soci non ENEL, Comune di Milano e Aem, e l'introduzione di nuovi soci. Sia l'uno che l'altro aspetto però comportano da parte di ENEL o una indicazione forte del ruolo del CISE come strumento di politica industriale dell'ENEL SpA, nel qual caso il "mercato ENEL" diventa un elemento strategico che può consentire anche di affrontare, all'interno della stessa tipologia di mercato, una committenza diversificata, oppure l'individuazione di mercati (e di prodotti) non necessariamente connessi ai bisogni di ENEL; in questo caso la scelta di eventuali nuovi soci deve essere funzionale alle linee di mercato individuate.

Negli ultimi anni il CISE ha operato consolidando il primo di questi due possibili scenari, non solo valorizzando e vivendo intensamente il clima delle SpA, ma soprattutto finalizzando e dando un senso "nobile" all'innovazione tecnologica e alla ricerca in quanto strumenti per soddisfare bisogni primari e

reali del socio di maggioranza (ENEL). Da questo punto di vista è senza dubbio fondamentale e strategica per il CISE la decisione se confermare o meno il mandato di coniugare innovazione con prodotti/servizi, consentendogli così di vivere la realtà del mercato (sia pure con alcune limitazioni connesse con la oggettiva rilevanza del mercato ENEL, come per CESI e ISMES) e di valorizzare appieno le potenzialità di SpA del CISE (è tale dal 1975), oppure di accentuare il ruolo della ricerca e sviluppo, il che però potrebbe comportare una maggior dipendenza dall'ENEL SpA sul piano economico senza la contropartita di legittimare e verificare il ruolo del CISE nel soddisfacimento di bisogni reali, pur nulla togliendo alla importanza strategica della innovazione. In altri termini, una ragionevole ma consistente e forte integrazione verticale dalla ricerca alla vendita del servizio/prodotto sembra rappresentare la garanzia minima per essere sul mercato: la sola "vendita" di "ricerca e sviluppo" non sembra essere sufficiente a garantire questo obiettivo.

- La verifica delle opportunità o meno di organizzare in un'unica struttura societaria le tre società controllate, CISE, CESI, ISMES, non tanto con lo scopo di "ridurre" gli organi statutari, ma con l'obiettivo di aggredire il mercato con una "squadra" le cui dimensioni e potenzialità, opportunamente orientate e

guidate, siano di rilevanza europea. In quest'ottica, la diversificazione o meno dell'azionariato è ancora più marcatamente strategica e le dimensioni della struttura risultante son tali che potrebbero consentire di guardare anche oltre il nostro confine. Va da sé che questa ipotesi non può non considerare come elemento centrale la verticalizzazione del processo ricerca-innovazione-prodotti-servizi.

Per quanto riguarda il "dominio interno", le questioni che con più immediatezza sono connesse alla logica ENEL SpA possono essere ricondotte alle seguenti:

- uno sforzo e un impegno di tutti a essere sempre più orientati al mercato e ciò inteso anche come espressione di una mentalità/cultura in grado di soddisfare i bisogni del committente e di valorizzare le professionalità in relazione agli obiettivi assegnati e raggiunti;
- una continua analisi e verifica tesa a ridurre i costi, non tanto in una logica di "tagli" indiscriminati e acritici ma soprattutto qualificando i costi in quanto funzionali agli obiettivi da raggiungere che, sia pure in un contesto di ragionevolezza, debbono avere obiettivi riscontri economici;
- il consolidamento dello strumento del budget, che deve consentire un dialogo trasparente e condiviso tra la Direzione e le unità produttive che consenta di definire obiettivi a fronte delle risorse e che trovi nei bilanci delle unità produttive il riscon-

tro dei risultati. Questi due strumenti possono e devono essere ulteriormente valorizzati rendendoli da un lato più vincolanti e dall'altro semplificandoli a vantaggio di maggiori assunzioni di responsabilità da parte delle unità produttive, che quanto prima devono assumere il ruolo di centri di ricavo. In questo contesto il controllo di gestione consolida il suo ruolo di strumento in grado di misurare gli scostamenti di rotta delle unità produttive, che in quanto centri di ricavi, vengono lette in una logica di tipo verticale (bilanci delle unità) che ben si integra con la struttura divisionale che è costituzionalmente di tipo verticale e integrato;

- una confermata attenzione ai processi di formazione e al Progetto Qualità, che negli strumenti budget e bilancio può trovare ulteriore linfa per diventare sempre più parte integrante anche di una realtà "produttiva" atipica come il CISE.

Non c'è dubbio che le problematiche e gli stimoli sottesi dalla nuova realtà, che ci troveremo a vivere all'interno del processo di privatizzazione che il nostro paese ha avviato, sono tanti, diversificati e ognuno richiederebbe approfondimenti e analisi di ampio respiro. In questa riflessione ne abbiamo colto alcuni, certamente in modo parziale e schematico ma sufficiente a considerare questa opportunità una sfida di cui cogliere e apprezzare tutto il fascino e da gestire con decisione per superare le inevitabili difficoltà che dovremo affrontare.

I laser e le loro applicazioni in Italia trent'anni dopo



Apertura dei lavori del Convegno nazionale "I laser e le loro applicazioni in Italia trent'anni dopo", tenutosi al CISE il 21 ottobre scorso: da sinistra, Orazio Svelto, del Politecnico di Milano; Fortunato Tito Arecchi, direttore dell'Istituto Nazionale di Ottica; Giuliano Toraldo di Francia, dell'Università di Firenze; Fernando Cristofori, direttore generale del CISE.

teoriche e fondamentali sul fenomeno laser, mentre Orazio Svelto, del Politecnico di Milano, ha tracciato una panoramica delle molte e differenti sorgenti laser oggi disponibili per le più svariate applicazioni.

Diversi utilizzatori di laser - dal settore biomedicale a quello spaziale e ambientale, dalla diagnostica industriale alle telecomunicazioni - hanno potuto illustrare benefici e prospettive future di impiego dello strumento a luce coerente. Riccardo Pratesi, dell'Università di Firenze, Rosario Brancato, direttore della Divisione Oculistica dell'Ospedale S. Raffaele di Milano e Pasquale Spinelli, che dirige la Divisione Endoscopica all'Istituto Tumori di Milano, hanno riportato i progressi compiuti nelle applicazioni biomedicali del laser.

Oggi il medico dispone di una gamma molto vasta di sorgenti affidabili - mentre proseguono studi e messa a punto di nuovi sistemi laser - in grado di coprire un vasto spettro di interventi, dalla rimozione di placche con fibre ottiche inserite nelle arterie coronarie, alla microchirurgia oculistica, alla chirurgia per via endoscopica. Alberto Rota, direttore della Divisione Materiali e Tecnologie del CISE, ha fatto il punto sulle applicazioni ambientali del laser soprattutto con i sistemi lidar mobili - montati su furgoni, su velivoli e in futuro anche su satelliti - in grado di mappare a distanza le emissioni e le distribuzioni in acqua e in atmosfera di diversi inquinanti, mentre Francesco Svelto, dell'Agenzia Spaziale Italiana, ha illustrato i progetti di geodesia,

navigazione, comunicazioni tra satelliti e misure ambientali legati all'uso del laser nello spazio. Per le telecomunicazioni - settore che più ha sfruttato le opportunità offerte dal laser - Giancarlo De Marchis, della Fondazione Bordoni, e Vittorio Gherghia, dello CSELT, hanno parlato sia delle sorgenti - diodi laser sempre più miniaturizzati ed efficienti - sia delle fibre ottiche per la trasmissione degli impulsi luminosi, giunte a uno stadio che rende competitivo l'impiego in molti collegamenti per voce e dati. Alberto Rota del CISE è intervenuto infine sulle applicazioni industriali per lavorazioni dei materiali (v. Azienda CISE, febbraio '92). Le lavorazioni con laser hanno avuto un'ampia diffusione, soprattutto nel taglio - piano o tridimensionale - di materiali

(quali lamiera, laminati plastici, ecc.). Le applicazioni alla saldatura di materiali si stanno diffondendo e alcune di esse sono di uso corrente, per esempio presso la FIAT. I trattamenti superficiali sembrano essere promettenti, anche se la loro diffusione è appena all'inizio.

Nella tavola rotonda conclusiva, presenti rappresentanti di ASI,

CNR, ENEA, ENEL e INFN, si è voluto guardare al futuro prossimo con una rassegna sulle iniziative anche internazionali e sui progetti di ricerca in corso - molti con la partecipazione del CISE - che dovrebbero tra l'altro rendere disponibili strumenti laser più efficienti, affidabili ed economicamente accessibili anche per il mondo industriale.

Non potendo intervenire di persona al Convegno, il prof. **Emilio Gatti**, del Politecnico di Milano, e uno dei "padri storici" del CISE, ha inviato questo messaggio:

"Il convegno che si tiene oggi presso il CISE costituisce, a mio parere, una occasione molto opportuna per ricordare gli inizi di queste attività in Italia e per dare uno sguardo di insieme alla situazione attuale e alle prospettive future. La fase iniziale di sviluppo del campo laser in Italia è stata caratterizzata da un avvio molto tempestivo e da risultati scientifici decisamente brillanti e di sicuro rilievo in campo internazionale. Purtroppo, malgrado il lodevole sforzo a riguardo profuso da parte di alcuni Enti di ricerca italiani e, in particolare, dal CISE, questo brillante inizio di tipo scientifico e tecnologico non è stato seguito da altrettanto brillante avvio di una attività di sviluppo industriale. Le cause di questo mancato sviluppo sono, a mio parere, molteplici e complesse e lascio eventualmente ad altri, più competenti di me in materia, di discuterle in dettaglio. Mi piace invece a questo punto ricordare l'avvio di queste ricerche nell'area di Milano. Tale avvio può essere datato verso gli inizi del 1959 quando, sia presso il CISE che presso l'Istituto di Fisica del Politecnico, furono avviate ricerche nel campo dei maser. In particolare, al Politecnico di Milano, fu studiato e costruito un magnetometro nucleare a precessione di protoni che utilizzava appunto i fenomeni di precessione e il corrispondente modello di Bloch, concetti cioè che sono alla base dell'effetto laser. L'interesse si sviluppò successivamente con l'invio, mediante borsa di studio, dei giovani ricercatori Tito Arecchi e Orazio Svelto presso l'Università di Stanford nel periodo 1961-1962. A seguito di questi interessi iniziali, sorsero due gruppi di ricerca, l'uno presso il CISE e l'altro presso l'Istituto di Fisica del Politecnico. Fra i miei collaboratori d'allora vorrei citare, oltre ad Arecchi e Svelto, anche l'eccellente sperimentatore Alberto Sona, che realizzò con Arecchi i primi laser a gas presso il CISE (1962-1963) e l'indimenticabile Carlo Alberto Sacchi, che collaborò in maniera molto efficace e proficua con Svelto nello sviluppare le attività di ricerca presso il Politecnico. Tutto quello che è stato realizzato, a Milano, dai citati gruppi e, in Italia, da altri gruppi altrettanto validi di scienziati e ricercatori, parecchi dei quali qui presenti al convegno, è storia che ritengo possa essere esposta da altri con maggiori dettagli. Desidero però menzionare personalmente la piacevole e fruttuosa collaborazione con i colleghi Daniele Sette e Giuliano Toraldo di Francia nella promozione di queste ricerche in Italia e, in particolare, nell'avvio dell'Impresa Maser-Laser del CNR."

Un nuova tecnologia di grandi potenzialità

LE CELLE A COMBUSTIBILE AL CISE

di ENRICO CERRAI*

L'inizio dell'interesse del CISE per un programma sulle celle a combustibile fu eminentemente speculativo. Esso fu provocato dalla richiesta del Prof. Leardini, allora Direttore Centrale della Direzione Studi e Ricerche dell'ENEL, di una relazione annuale, che raccogliesse in modo critico tutto quanto veniva pubblicato sull'argomento nella letteratura scientifica. Fu l'avvio di una lunga serie di contratti, denominati CECOM, che furono stipulati dal 1973 al 1984.

In sostanza, con quel lavoro si ripercorreva un itinerario ben noto, che affonda le sue origini negli studi del Davy (contemporaneo di Volta) sulla pila elettrochimica a gas. Ma il merito forse più significativo dell'iniziativa fu quello di promuovere all'interno del CISE l'idea di fare anche della sperimentazione in un settore innovativo ancora poco sfruttato nel nostro paese. Il decollo dell'attività avvenne tuttavia solo nel 1988, anno in cui l'ENEA avviò il progetto nazionale "Volta" dedicato appunto alle celle a combustibile. A questo avvio il CISE dette un impulso decisivo grazie anche alla disponibilità di Aurelio Ascoli, Enrico Cerrai e Mario Silvestri. Si trattava

di realizzare in Italia un programma completo di sviluppo finalizzato non tanto alla produzione del componente elettrochimico bensì alla progettazione di sistemi, basati su celle, aventi fini applicativi. Per rendersi direttamente conto della tecnologia di base, il CISE acquistò dagli Stati Uniti una cella ad acido fosforico da 2,5 kW elettrici, con la quale iniziò una fase sperimentale che si protrasse per alcuni anni.

Uno degli aspetti più significativi di quell'impresa consiste nell'aver permesso al CISE di sviluppare una cultura di base importante per la realizzazione di sistemi industriali con celle a combustibile, ai quali era interessata fin da allora, sotto l'egida dell'ENEA, anche l'Aem di Milano. Quest'ultima aderiva al Progetto Volta per consolidare esperienze operative in proprio e consentire allo stesso tempo all'industria nazionale di acquisire know-how nel settore della sistemistica per possibili trasferimenti in campo applicativo.

C'era infatti da approfondire tutta la parte legata all'interfaciamento con la rete elettrica, e, in caso di cogenerazione, al teleriscaldamento. Questo spiega la stretta collaborazione tuttora in corso, tra CISE e Aem (fra l'altro socio del CISE), per un continuo aggiornamento tecnologico. La collaborazione di questi enti con ENEA e Ansaldo ha portato alla realizzazione, presso l'area della Bicocca di Aem, di un

* Presidente dell'Azienda energetica municipale di Milano e Presidente del Comitato scientifico del CISE.

I possibili sviluppi

Azienda CISE ha rivolto alcune domande sulle celle a combustibile e sul loro futuro commerciale ad Aurelio Ascoli, assistente alla Direzione Generale del CISE, strenuo sostenitore di questa tecnologia e ricercatore di primo piano nel settore.

Premesso che la tecnologia più matura e avanzata per sistemi applicativi appartiene attualmente alle celle ad acido fosforico, sia per gli impianti sia per i veicoli (perché si prestano a essere alimentate con combustibili liquidi ossigenati), quali sono a suo giudizio le celle della nuova generazione che hanno un futuro più promettente?

Senza dubbio le celle a membrana polimerica, che appartengono, come le celle ad acido fosforico, al gruppo delle celle acide. Le celle a membrana polimerica hanno il grande vantaggio di funzionare a temperatura poco superiore all'ambiente (60-70°C). È proprio a questo gruppo che appartengono le prime celle utilizzate nei programmi spaziali fin dagli anni Sessanta (progetto Gemini). Stranamente, queste "ultime nate" sono state in realtà le prime a essere utilizzate "commercialmente". Già sperimentate usando come comburente l'aria, anche se con rendimento minore di quello che esse hanno quando usano come comburente l'ossigeno puro, e utilizzate con successo per la propulsione di un minisommergibile da lavoro, le celle a membrana polimerica sarebbero le candidate ideali anche per la vettura elettrica, qualora si riuscisse ad alimentarle con gas di riforma del metanolo, facilmente contenibile in un serbatoio come la benzina.

Tutto bene quindi?

Non proprio tutto. Infatti, se da un lato le celle a membrana polimerica sono estremamente tolleranti nei confronti dell'anidride carbonica che si forma come

sottoprodotto del processo di riforma del metanolo, lo sono assai meno nei confronti dell'ossido di carbonio, pure presente. Nel 1991 gli investimenti fatti dalla Ballard, pari a tre milioni di dollari canadesi, sono stati finalizzati quasi esclusivamente a ricercare un depuratore adeguato in grado di eliminare l'ossido di carbonio.

Nell'attesa?

Nel frattempo procedono all'Est e all'Ovest i progetti già avviati. In particolare il progetto Los Alamos, per una vettura elettrica alimentata con celle a membrana polimerica; il progetto Georgetown, per un minibus a 24 posti alimentato con celle ad acido fosforico raffreddate ad aria; la giapponese Fuji ha già realizzato un carrello elevatore alimentato con una pila ad acido fosforico raffreddata a liquido, e, nell'ambito del programma europeo EUREKA, vi è il progetto a pile alcaline "Elenco", per un autobus.

La Elenco, per proprio conto, ha già realizzato un furgoncino Volkswagen "900" con pile a combustibile alcaline. Queste ultime possono essere alimentate solo a idrogeno e ossigeno puri, perciò sono utilizzabili in tutto il mondo per impianti fissi, e, per la trazione, solo in Belgio e Germania, uniche nazioni al mondo nelle quali è consentito l'uso di bombole di idrogeno per l'alimentazione dei veicoli.

Le attività del CISE?

Oltre al proseguimento dell'attività sperimentale sulla cella ad acido fosforico presso il laboratorio industriale dell'Aem alla Bicocca, il CISE continua gli studi nei suoi laboratori sia sui materiali sia su celle della nuova generazione. In particolare sono in fase di avvio prove significative su una pila dell'Ansaldo da 1 kW composta di 12 celle a carbonati fusi.



Roberto Fezzi durante la fase di montaggio dei componenti attivi della semicella a combustibile a carbonati fusi.

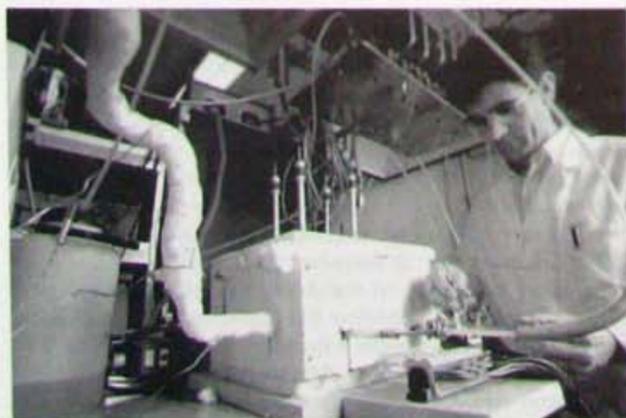
impianto industriale sperimentale da 1,3 MW con celle ad acido fosforico.

Quanto alla piccola cella del CISE, che è stata momentaneamente messa a riposo, si ha l'intenzione di trasferirla alla Bicocca, presso il laboratorio industriale dell'Aem, per consentire il proseguimento su piccola scala di indagini sui parametri operativi.

Nel frattempo, sono proseguite al CISE prove sperimentali in laboratori specializzati su componenti di celle più avanzate di quelle ad acido fosforico, in ricerche sul comportamento dei materiali. Si indagano effetti superficiali e catalitici, sia a livello macroscopico che microscopico, con particolare attenzione per gli elettrodi e per i supporti dei catalizzatori.

Ma la competenza del CISE nel settore delle celle a combustibile si estende ben oltre il territorio nazionale, come dimostrato dal successo che questa società di ricerca applicata ha riscosso nel corso del recente convegno internazionale sulle celle a combustibile - promosso dal CISE, dall'Aem e dall'European Fuel Cells Group -, a seguito del quale è stata avanzata una richiesta al CISE e all'Aem, da parte dell'Azienda Servizi di Ginevra, di una consulenza su un sistema trasportabile di celle a combustibile da 200 kW a pressione di rete di metano, che l'azienda svizzera ha acquistato dall'IFC (International Fuel Cells).

Il futuro delle celle a combustibile sembra appena iniziato. Anche se i costi per chilowatt installato sono attualmente circa quattro volte superiori a quelli del chilowatt tradizionale, e potranno diminuire solo a seguito di una significativa campagna di commercializzazione, le celle ad acido fosforico, per le quali è oggi disponibile una tecnologia matura, sono le sole che possano rappresentare, al momento, un'alternativa interessante per impianti energetici nella localizzazione urbana. Si tratta in questo caso di impianti di media taglia (per es. fino a 10 MW) che non inquinano e possono essere inseriti armoniosamente, anche dal punto di vista estetico, nel tessuto cittadino. La pressoché totale assenza di rumore e di emissioni inquinanti rende questi sistemi appetibili per una loro collocazione in edifici urbani - ospedali, condomini, impianti sportivi - che potrebbero in tal modo essere autonomi sia per quanto riguarda l'energia elettrica, sia per quanto riguarda il riscaldamento.



Cella a combustibile a carbonati fusi, di fabbricazione Ansaldo Ricerche. In primo piano, il tubo termostato di adduzione del combustibile umidificato.



Pietro Araldi alla postazione di prova per celle a combustibile a carbonati fusi. In primo piano, l'unità di generazione e controllo del vapore.



Roberto Fezzi e Mauro Scagliotti ai sistemi di controllo per l'esercizio e la caratterizzazione elettrica di celle a combustibile a carbonati fusi.

L'argomento: IL CISE NELLO SPAZIO

L'impegno del CISE in ambito spaziale risale alla fine degli anni settanta, anni in cui si consolida la transizione della fase sperimentale alla fase commerciale dei programmi nazionali e internazionali di sviluppo tecnologico in questo settore. Questo impegno si fonda su un insieme diversificato di competenze, in discipline quali la diagnostica industriale, l'ingegneria avanzata, l'elettroottica, la termoidraulica, la scienza dei materiali e la scienza ambientale. Obiettivo unificante delle attività è il trasferimento al comparto industriale delle tecnologie sviluppate. In ambito spaziale, le attività del CISE consistono essenzialmente nella progettazione e realizzazione di componenti, dispositivi e sistemi, sia per l'esecuzione di esperienze di ricerca in missioni scientifiche, sia per l'integrazione in apparecchiature e sistemi di volo. Le principali applicazioni delle tecnologie spaziali del CISE riguardano:

- sistemi strumentali per diagnostica in microgravità;
- stazioni a terra fondate su tecniche laser;
- sorgenti laser per telerilevamento e per telecomunicazioni;
- generatori fotovoltaici fondati sulla tecnologia dell'arseniuro di gallio;
- monitoraggio continuo e controllo non distruttivo in orbita di componenti e strutture;
- sistemi esperti e metodi di riconoscimento di scena;
- hardware di volo.

Le attività sono svolte nell'ambito di programmi nazionali ed europei, coordinati rispettivamente dall'Agenzia Spaziale Italiana (ASI) e dell'European Space Agency (ESA).

Diamo qui un quadro aggiornato degli impegni del CISE in ambito spaziale, facendo intervenire i responsabili dei principali filoni di attività.

LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

di CARLO FLORES*



La trasformazione dell'energia solare in energia elettrica rappresenta, per l'esplorazione spaziale, l'unico mezzo in grado di garantire sicurezza, durata ed efficacia dell'alimentazione dei sistemi di bordo. L'energia solare può essere trasformata direttamente in elettricità utilizzando

l'effetto fotovoltaico, caratteristica dei materiali semiconduttori opportunamente trattati.

Le celle solari utilizzano questo effetto e attualmente la quasi totalità degli oggetti che volano nel cosmo utilizzano questi componenti. La prima applicazione risale al 1958, quando il satellite americano Vanguard 1 alimentava le proprie batterie con celle solari al silicio che erogavano 1 watt di potenza! Oggi MIR, la stazione spaziale russa, installa potenze di oltre 10 kW!

Nelle applicazioni spaziali le celle solari realizzate con il silicio, pur rappresentando per certi aspetti la soluzione ideale, soffrono di diversi problemi: il processo di conversione della radiazione solare in elettricità ha un'efficienza del 10-14%, che si riduce fortemente all'aumentare della temperatura di funzionamento; il tempo di vita, cioè la durata delle celle, è influenzato dalle radiazioni cosmiche e quindi dipende dal tipo di orbita del satellite.

Per ovviare in parte a questi problemi il CISE ha sviluppato e messo a punto nell'arco degli ultimi anni una tecnologia di fabbricazione di celle solari completamente innovativa e

basata su un nuovo materiale: l'arseniuro di gallio (GaAs). Questo semiconduttore, pur essendo di recente sviluppo, è ormai molto diffuso nel campo elettronico; con esso si realizzano ad esempio i laser che permettono la lettura dei compact disk.

Le celle solari al GaAs offrono due vantaggi sostanziali rispetto al silicio: l'efficienza di conversione raggiunge il 20% ed è scarsamente dipendente dalla temperatura; la resistenza alle radiazioni cosmiche è eccellente. Questi parametri più favorevoli rendono possibile la costruzione di pannelli solari di dimensioni più contenute, evitando così molti dei problemi che l'aumentata esigenza di potenza pone nel progettare e costruire i grossi satelliti.

Esistono inoltre categorie di satelliti, a esempio i minisatelliti, dove la superficie disponibile per le celle solari è fissa, quindi maggiore è l'efficienza delle celle maggiore è la potenza disponibile per il carico. È proprio a questa categoria di satelliti che ci si sta rivolgendo per promuovere e attivare il mercato delle celle solari al GaAs in Europa e nel mondo.

L'esperienza del CISE in questo campo non si è limitata allo sviluppo della tecnologia ma si è estesa anche alla sperimentazione in volo. In collaborazione con l'industria del settore spaziale, in particolare con FIAR, sono stati realizzati pannelli solari di varie dimensioni e potenze che, installati su piccoli satelliti, ora orbitano nello spazio. La realizzazione più significativa è il satellite francese Arsene, i cui pannelli sono stati costruiti da CISE e FIAR per conto dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI). Arsene è il primo satellite europeo completamente alimentato da celle solari al GaAs e tutte realizzate in Italia. Quest'attività di sviluppo e produzione è ostacolata dalla situazione di monopolio esistente in Europa a vantaggio dell'industria tedesca, che da oltre 20 anni costruisce pannelli solari al silicio.

* Responsabile della Sezione Tecnologie Energetiche Innovative, Divisione Materiali e Tecnologie



 **cise**
TECNOLOGIE INNOVATIVE

NELLO SPAZIO
IN SPACE



La nuova brochure descrittiva delle attività spaziali del CISE. Può essere richiesta alle Relazioni Esterne.

Il CISE è attivo anche nella ricerca di soluzioni migliorative dell'attuale tecnologia al GaAs. A questo proposito si stanno studiando soluzioni per ridurre il costo delle celle solari al GaAs utilizzando nel processo costruttivo anche materiali a basso costo quali il silicio e il germanio e per aumentare ulteriormente l'efficienza. Per la sperimentazione di queste nuove soluzioni è stato costruito un apposito strumento denominato ASGA che, montato sulla piattaforma orbitale EUREKA, permette di eseguire calibrazioni e misure delle celle solari innovative in condizioni operative, ovvero nello spazio. Il satellite scientifico EUREKA, infatti, viene posto nello spazio da uno Shuttle e quindi recuperato dopo un volo della durata di 6-9 mesi. Attualmente EUREKA è nello spazio con ASGA (v. *Azienda CISE* settembre 92, p. 6), lo strumento del CISE, e trasmette quotidianamente i dati sul comportamento in orbita delle celle solari di nuova generazione.

LA PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI OGGETTI DI VOLO

di LAVINIA BERTOTTI* e ALFREDO SQUILLONI**



Nella progettazione e realizzazione di oggetti di volo il CISE ha acquisito nell'ultimo decennio un'esperienza di tutto rispetto sul piano nazionale e internazionale.

Ricordiamo le realizzazioni più significative:

- L'apparecchiatura "UHV Chamber", per l'esperienza "Adesione di metalli", svoltasi a bordo del laboratorio spaziale europeo SPACELAB durante la sua prima missione; esperienza che ha avuto come obiettivo la raccolta di informazioni di base sulle forze che si sviluppano tra due superfici quando due corpi solidi vengono in contatto in condizioni di microgravità.
- Il modulo sperimentale di supporto ai generatori fotovoltaici dell'esperienza ASGA, attualmente in volo a bordo della piattaforma recuperabile europea EUREKA.
- Il sistema per la misura della tensione interfacciale tra liquidi non miscibili in condizioni di microgravità; misura che viene effettuata a bordo di razzi svedesi della serie MASER, durante voli parabolici della durata di dieci minuti all'altezza di 300 chilometri.
- Il sistema interferometrico per l'analisi dei fluidi in microgravità, dotato di controllo automatico dell'allineamento. Sarà utilizzato a bordo dello SPACELAB nella missione IML2 prevista nel 1993, dopo essere stato integrato nella "facility" BPDU (Bubble Drop and Particle Unit).

Come si vede, si tratta di sistemi molto diversificati negli obiettivi tecnici, il cui successo ha le radici nella capacità del CISE di organizzare un'ampia gamma di competenze specialistiche multidisciplinari.

* Capo progetto, Divisione Sistemi e Modelli

** Assistente scientifico, Sezione Progettazione - Divisione Sistemi e Modelli

Gli elementi che rendono particolarmente complessa la progettazione e la realizzazione di un oggetto di volo, oltre a quelli che caratterizzano lo sviluppo di un sistema scientifico innovativo in grado di soddisfare determinate esigenze funzionali e tecniche, sono rappresentati da una serie di vincoli specifici, quali i limiti di peso, di spazio, di consumo e di dissipazione di energia, la compatibilità dei materiali con l'ambiente, i requisiti di affidabilità e sicurezza.

Un'ulteriore difficoltà deriva dall'esigenza di operare in programmi che vedono impegnate organizzazioni industriali di diversi paesi europei: se da un lato l'interazione con queste organizzazioni può costituire un'opportunità di crescita reciproca, dall'altro lato pone problemi di armonizzazione e di programmazione, spesso complessi.

Data la sua peculiarità di società di ricerca applicata e non di società aerospaziale, il CISE ha affrontato e affronta lo sviluppo di programmi spaziali con una soluzione organizzativa snella, costituita da un gruppo di lavoro i cui elementi fondamentali sono il capo progetto e l'esperto tecnico scientifico dell'attività in oggetto.

Il capo progetto, oltre ai tradizionali compiti di gestione delle attività, orienta alle esigenze del progetto le competenze disciplinari necessarie (progetto meccanico, analisi termico-strutturali, progetto elettronico, realizzazioni elettromeccaniche), che in larga parte sono presenti al CISE.

L'esperto tecnico-scientifico individua gli obiettivi tecnici della attività in oggetto e ne verifica il conseguimento.

Questa modalità operativa ha mostrato una efficacia apprezzabile in tutti i progetti in cui il CISE si è cimentato, che avevano come obiettivo la realizzazione di un oggetto di volo. In questi casi, superando spesso notevoli difficoltà tecniche, il CISE ha dimostrato una capacità propria di affrontare tutti i momenti che caratterizzano lo sviluppo di un sistema spaziale, e cioè la pianificazione, la progettazione concettuale ed esecutiva, la verifica termico-strutturale, la realizzazione, la qualificazione e l'assistenza prima del volo.

Nell'esecuzione di queste attività, il CISE ha operato e opera sulla base di programmi cosiddetti di "garanzia di prodotto", tesi a garantire appunto un'affidabilità e sicurezza praticamente assoluta ai sistemi realizzati.



L'OTTICA E L'ELETTROTTICA

di LUCIANO GARIFO*



Le attività di ottica ed elettroottica del CISE in campo spaziale comprendono lo sviluppo sia di sistemi strumentali sia di sorgenti laser.

Le realizzazioni di sistemi strumentali hanno riguardato principalmente lo sviluppo di prototipi e di hardware di volo di apparecchiature di diagnostica per esperimenti

di fisica dei fluidi in microgravità e sono state finanziate dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA). Sono stati messi a punto un sistema per la misura della temperatura nei processi di crescita di cristalli da fase vapore e un sistema per la determinazione di campi di temperatura nei processi di combustione, basato sull'analisi della fluorescenza indotta da radiazione laser. L'attività più impegnativa in questo campo ha riguardato lo sviluppo del sistema interferometrico per l'analisi dei fluidi (Point Diffraction Interferometer), che è stato integrato nella facility BDPDU (v. articolo precedente).

Le attività relative allo sviluppo di sorgenti laser sono dedicate a due applicazioni di notevole importanza: i sistemi LIDAR (radar ottici) e la comunicazione in banda ottica tra satelliti.

* Assistente, Direzione Divisione Materiali e Tecnologie

I sistemi LIDAR trovano molte interessanti applicazioni in campo spaziale, sia per l'osservazione dell'atmosfera che per misure altimetriche. Il CISE è stato presente fin dall'inizio nelle attività di sviluppo di questi sistemi, su finanziamenti ESA, acquistando due contratti per la realizzazione di una sorgente laser ad alessandrite, in grado di emettere fasci laser su un ampio campo di lunghezza d'onda, in vista di una possibile applicazione in un sistema DIAL.

CISE ha partecipato allo studio di fattibilità del progetto ATLID (ATMOSPHERIC LIDAR) riguardante un sistema LIDAR da porre su satellite per la misura dell'altezza e della densità ottica di nubi e aerosol e parallelamente ha realizzato, in collaborazione con ALENIA, una sorgente laser a neodimio per tale sistema.

La conoscenza della velocità del vento alle diverse quote è fondamentale per la comprensione e la previsione dei fenomeni atmosferici. Da parte di ESA è stato quindi varato un programma di attività che ha come obiettivo finale la realizzazione di un sistema LIDAR per la misura del vento da satellite. Uno degli obiettivi intermedi di tale programma è lo sviluppo di una sorgente laser ad anidride carbonica «spazializzabile». CISE partecipa alla realizzazione del risonatore ottico di tale sorgente.

Come già detto, un altro importante filone di attività riguardante lo sviluppo di sorgenti laser, in cui CISE risulta coinvolto, è quello della comunicazione in banda ottica. L'uso della banda ottica con sorgente laser per le comunicazioni tra satelliti offre numerosi vantaggi rispetto ai sistemi convenzionali a microonde: il più importante è la maggior foca-

lizzabilità dei fasci laser. Inoltre la banda ottica permette di trasmettere un maggior numero di informazioni per unità di tempo ed è meno vulnerabile a interferenze elettromagnetiche. Tra le diverse tipologie di sorgenti laser considerate per questa applicazione le sorgenti a neodimio risultano essere le più vantaggiose.

CISE ha realizzato, insieme con FIAR e per conto dell'ESA, un trasmettitore laser a neodimio, in regime di funzionamento continuo con potenza di 1 W, con eccitazione del mezzo attivo mediante laser a diodi. Con finanziamento ASI è stato progettato, sempre da CISE e FIAR, un sistema per la comunicazione tra satelliti che utilizza un trasmettitore laser a stato solido e un ricevitore a eterodina. È stato infine eseguito per ESA in collaborazione con ALENIA uno studio comparato di tecniche di deflessione di fasci laser, basate su effetti fotorifrattivi e modulatori optoacustici. Tali tecniche, di interesse per il puntamento dei fasci laser, sono preferibili in campo spaziale a quelle meccaniche, in quanto queste ultime in missioni di lunga durata non presentano sufficiente affidabilità.

Le attività spaziali cui CISE ha partecipato, e di cui sono stati citati solo alcuni degli esempi più significativi, se da un lato gli hanno consentito di mettere a frutto le notevoli competenze in campo ottico ed elettroottico già maturate, dall'altro gli hanno anche permesso di acquisire di nuove, sia per la rilevanza tecnico-scientifica degli argomenti affrontati sia per il fatto di aver operato con le più qualificate aziende a livello nazionale ed europeo. Si può parlare dunque di una esperienza molto positiva.

Presentata a Marghera la strumentazione DIACO



Il 5 e 6 novembre scorso, presso la centrale termoelettrica ENEL di Marghera, il CISE e l'ENEL/DSR-CRTN di Pisa hanno presentato congiuntamente, anche con misure in campo, la linea strumentale sviluppata nell'ambito del "Progetto DIACO (Diagnostica della Combustione)".

Si tratta del seguente insieme di strumenti e sistemi, che consentono di monitorare alcuni parametri fisici d'interesse per la combustione, al fine di migliorare l'efficienza di esercizio degli impianti e di ridurre l'emissione di inquinanti.

- DUST: granulometro laser per misure di particolato in condotto fumi e caldaia;
- LINCO: misuratore laser di incombusti in tempo reale;
- MITER: misuratore a microonde di incombusti in tempo reale;
- PYRA: misuratore acustico di temperatura di gas;
- RIFF: rivelatore di fiamma a fibre ottiche;
- VIDEOR: sistema televisivo a fibre ottiche;
- A-MIV: misuratore acustico di velocità di gas;
- CARS: misuratore a distanza di temperatura locale;
- MINILIDAR: misuratore della distribuzione spaziale di SO₂ e NO in camere di combustione;
- O-MIV: velocimetro laser Doppler.

L'incontro di Marghera ha costituito l'occasione per far conoscere e apprezzare agli operatori e ai potenziali utilizzatori questi strumenti, discuterne l'applicazione e individuare nuove esigenze di sviluppo.

La maggior parte di questi strumenti e sistemi diagnostici sono già stati sperimentati su centrali di potenza, dimostrando tutte le proprie notevoli potenzialità. Quantunque sofisticati nei principi di misura, risultano di facile installazione ed esercizio, robusti e affidabili.

Una piccola parte di queste apparecchiature, per l'altissima sofisticazione, almeno per ora richiedono, per l'uso, personale molto qualificato e di notevole esperienza, ma potrebbero, opportunamente adattate, divenire gli strumenti di monitoraggio e controllo della nuova generazione.

Per l'occasione è stata pubblicata una documentazione (due cartelle e dieci schede) illustrativa di questa linea strumentale. Può essere richiesta alle Relazioni Esterne del CISE, che ne hanno curato l'allestimento.



Presentazione dimostrativa delle apparecchiature DIACO installate nelle caldaie e nei condotti fumi della centrale di Marghera.

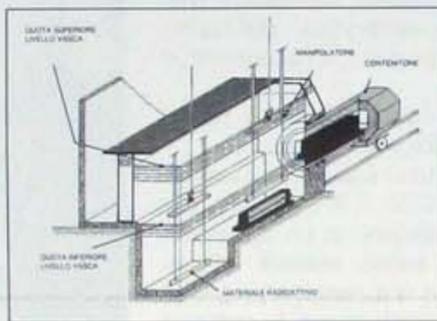
Disattivazione della centrale nucleare del Garigliano

È in corso, e terminerà nel marzo prossimo, la realizzazione delle infrastrutture necessarie per l'estrazione e il condizionamento dei rifiuti radioattivi presenti nella "fossa ad alta attività" della centrale elettronucleare del Garigliano (BWR, 170 MWe), che è definitivamente fuori servizio dal 1978.

Le attività di estrazione e condizionamento saranno avviate a giugno a seguito delle prove funzionali e preoperazionali di impianti e attrezzature.

Il progetto di insieme, il progetto particolareggiato e i progetti esecutivi sono stati elaborati dal CISE nell'ambito del programma di disattivazione della centrale sviluppato da ENEL/DPT; in questo ambito il CISE ha fornito un importante contributo nell'affrontare la problematica della messa in conservazione dell'edificio reattore.

I rifiuti radioattivi saranno condizionati in un contenitore progettato allo scopo dal CISE e qualificato assieme al processo di inglobamento durante lo sviluppo del progetto particolareggiato.



Schema delle attrezzature progettate dal CISE per la disattivazione della "fossa alta attività" della centrale elettronucleare del Garigliano.

Analisi di torri di raffreddamento a secco

L'utilizzo di sistemi di raffreddamento a secco sta diventando un'interessante alternativa alle più tradizionali soluzioni "a ciclo aperto" (ossia con acqua di mare o di fiume) per motivi legati alla maggiore libertà di scelta dei siti, alla riduzione dell'impatto ambientale (almeno sotto l'aspetto termico) e alla semplificazione delle procedure autorizzative. Tale soluzione comporta tuttavia penalità termodinamiche ed economiche, legate ai rilevanti costi di realizzazione e alla minore efficienza dello scambio termico. Pertanto l'ENEL, avendo deciso di equipaggiare alcune nuove centrali a ciclo combinato con sistemi di raffreddamento a secco, ha dedicato uno studio approfondito ai criteri di dimensionamento delle torri.

Il CISE ha collaborato all'ottimizzazione dei parametri di progetto e alla valutazione tecnica delle offerte pervenute, con verifica indipendente dell'otteni-



Roberto Vanzan nei pressi della centrale sudaficana Kendal, della ESKOM, equipaggiata con torri di raffreddamento a secco del tipo studiato dal CISE per l'ENEL.

mento delle prestazioni richieste. In questo ambito, è stato utilizzato, tra l'altro, il programma di calcolo tridimensionale ASTEC, i cui risultati sono stati presentati recentemente al Convegno SMAU 92 "Ricerca avanzata, integrazione aziendale, produzione di disegni: i tre volti del CAD industriale".

Nuova brochure

È disponibile dal giugno scorso una nuova brochure, illustrativa delle attività del CISE che riguardano le discipline dell'ingegneria avanzata.

La brochure è corredata di una scheda "scheda referenze", relativa ai principali committenti e lavori svolti in questo ambito dagli anni 60 a oggi.

La brochure, bilingue (italiano e inglese), dal titolo *Ingegneria Avanzata / Advanced Engineering*, può essere richiesta alle Relazioni Esterne della Società.



Fornitura di laboratorio mobile per il monitoraggio ambientale

Il CISE, attraverso il Servizio di trasferimento tecnologico e il supporto tecnico della Divisione Ambiente, ha acquisito un contratto per la fornitura, a una Società di Benevento, di un laboratorio mobile per il monitoraggio dell'inquinamento atmosferico. L'ordine è stato acquisito superando una concorrenza agguerrita e va ad allungare l'elenco dei laboratori mobili forniti dal CISE in campo ambientale.

Il laboratorio consente la misura delle concentrazioni di SO₂, NO_x, CO, O₃, CO₂, idrocarburi, polveri totali, radioattività ambientale, oltre che del rumore ed è fornito di una stazione di rilevamento dei più importanti parametri meteorologici. La fornitura, chiavi in mano, prevede anche l'addestramento dei tecnici del committente con una campagna di misure da effettuarsi parallelamente a una campagna che la Divisione Ambiente ha in corso.



Milena Vergata all'interno del laboratorio mobile.



Dal centro informazione bibliografica

A cura di PIERANGELO COMERO

Le nostalgie di fine anno mi fanno andare a tanto tempo fa, così indietro da poter dire, come nella favole, che c'era una volta un CISE piccolo, con una piccola biblioteca e una piccola timida giovane bibliotecaria di nome Lina Paradiso. Quanti se la ricordano? È andata in pensione qualche anno fa in lacrime, perché il CISE era parte della sua vita. A quel tempo la biblioteca era un pugno di libri e la testa della Paradiso. Niente automazione: l'elaboratore era ancora nella sua infanzia. Niente nemmeno schedari, cataloghi, soggetti. Però il ricercatore poteva permettersi di chiedere di consultare quel libro dalla copertina rossa spessa tre dita, che aveva restituito due settimane fa.

Poi il CISE si è via via ingrandito e la biblioteca anche, e inevitabilmente quel rapporto diretto col ricercatore è stato prevaricato dalle urgenze della crescita. Ed ecco gli schedari, i gloriosi indici KWIC e KWOC (il CISE è stato tra i primi in Italia a utilizzarli), le basi-dati, i cd-room, l'automazione.

Oggi, per avere un libro, l'utente (quanta spersonalizzazione già in questa parola) deve digitare a un terminale l'autore o il titolo, trascriverne il numero di collocazione su un foglietto, inviarlo col montacarichi in archivio... Il rapporto di immediatezza ha ceduto alle sofisticate classificazioni, ai thesauri, agli *inverted files*, al retrieval probabilistico; rimedi, questi e altri, che l'élite della documentazione mondiale ha proposto contro l'*information pollution*.

Finché un giorno... da uno studio svolto alla Graduated School of Library, University of California (1991), riemerge l'importanza di "fattori umani", quali il formato del libro, il tipo di rilegatura, ecc., per la progettazione di più efficaci sistemi di recupero dell'informazione. E al Dipartimento di scienza dell'informazione di Milano un'interfaccia in avanzato stato di realizzazione permette al ricercatore, seduto al suo PC, di entrare in una biblioteca virtuale e vagare tra scaffali virtuali, dove sono allineate le coste dei libri opportunamente «scannerizzati». Magari in cerca di quel libro dalla copertina rossa spessa tre dita...

DALLA TERMOIDRAULICA ALLA TERMOFLUIDODINAMICA

Ripercorriamo con l'ing. **Riccardo Granzini**, Assistente alla Direzione della Divisione Sistemi e Modelli e uno dei protagonisti di questa storia, le tappe salienti del cammino "dalla termoidraulica alla termofluidodinamica" al CISE.

Parliamo un po' di termoidraulica.

La termoidraulica è stata negli anni '60 e '70 una delle discipline più importanti del CISE. Successivamente, negli anni '80, quando al CISE si colsero, ancor prima di Chernobyl, le avvisaglie della crisi del nucleare, la parola termoidraulica è stata gradualmente abbandonata e sostituita con la parola termofluidodinamica, che è un termine più generale dell'altro.

Oggi al CISE la termoidraulica esiste solo come parte della termofluidodinamica, nel cui ambito sono svolte attività che costituiscono un tipico esempio di ricaduta positiva del nucleare.

Per i non addetti ai lavori, qual è il significato dei due termini, termoidraulica e termofluidodinamica?

La termofluidodinamica è una disciplina ingegneristica che si occupa di moto di fluidi e di scambio termico. La termoidraulica invece, pur trattando gli stessi temi, è riferita essenzialmente all'acqua e alle miscele bifase acqua-vapore. Tali sono ad esempio le miscele presenti in una pentola con l'acqua che bolle, in una macchinetta del caffè, nelle caldaie che producono vapore.

Perché si è verificata una caduta d'interesse per la termoidraulica?

Perché disciplina prettamente nucleare. Anche se gli studi sulle miscele acqua-vapore non interessano solo il nucleare - basti pensare alle caldaie più o meno convenzionali, ai condensatori, ai ribollitori, è soprattutto il nucleare a richiedere conoscenze dettagliate e molto spinte. E questo per ragioni essenzialmente tecniche. Quando tecnici e scienziati si resero conto che l'acqua in cambiamento di fase poteva essere un ottimo fluido termovettore per i reattori nucleari si constatò che le conoscenze disponibili all'epoca per un corretto progetto termoidraulico del nocciolo del reattore erano piuttosto scarse. Fu quindi indispensabile impegnarsi a livello mondiale in una intensa attività di ricerca, nell'ambito della quale il CISE si mosse con tempestività e competenza. Successivamente le conoscenze sul bifase divennero importanti anche per gli studi di sicurezza di tutti i tipi di reattore ad acqua, sia bollente che pressurizzata.

Un breve cenno storico

Le origini della termoidraulica al CISE risalgono alla



seconda metà degli anni '50. Le ricerche iniziarono nel 1956 con gli studi sulle miscele bifase riguardanti gli impianti di produzione di acqua pesante. Solo un anno dopo le attività si orientarono più direttamente verso applicazioni di impiantistica nucleare, quando cominciò a farsi strada l'idea di utilizzare le miscele bifase acqua-vapore come fluido refrigerante nei reattori nucleari. Alla fase pionieristica della fine degli anni '50, caratterizzata da attività di ricerca cosiddetta di base, seguirono, negli anni '60 e '70, gli studi relativi al progetto CIRENE, nel cui ambito sono maturate le conoscenze più significative e sono stati raggiunti i risultati più importanti. Negli anni '70 si spostò anche su altri concetti di reattori, quali i CANDU, e i BWR. Nella prima metà degli anni '80 infine, fu la volta dei PWR, reattori ad acqua in pressione del Progetto Unificato Nucleare. L'impegno medio di quegli anni (fino al 1983) è stato di circa cinquanta-sessanta persone, per svolgere un'attività caratterizzata da un'integrazione molto spinta tra le diverse specializzazioni: dalla sperimentazione alla modellistica, dalla progettazione e costruzione allo sviluppo di strumentazione avanzata. Il resto è storia recente: 1986 Chernobyl, 1987 il referendum con il mutamento dello scenario energetico nazionale e il conseguente riorientamento delle competenze verso altre

applicazioni. Ma la termoidraulica al CISE aveva conosciuto qualche problema fin dal 1979, in occasione di una svolta nella politica aziendale, che sfociò nel 1983 nella nascita di una nuova società, la SIET, composta di personale e attrezzature quasi completamente CISE. Conseguenza di questa operazione fu il trasferimento nella nuova società dei grossi impianti sperimentali e di circa la metà del personale impegnato nella termoidraulica. Ebbe inizio allora la diversificazione delle competenze, come dimostrano i primi studi sulle miscele acqua-carbone (miscela bifase solido-liquido e non più vapore-liquido), che risalgono infatti al 1984. La riconversione fu accompagnata da una faticosa operazione di salvaguardia dell'ingente patrimonio di competenze specialistiche maturate fino allora. Si cercò soprattutto di non disperdere una cultura, una mentalità, una metodologia di lavoro, che sono rimaste per fortuna intatte a distanza di anni.

I principali risultati

Tra i più importanti risultati vanno ricordate innanzitutto le correlazioni, la più famosa delle quali è probabilmente quella di "potenza critica".

Le correlazioni sono essenzialmente formule, in genere di carattere semiempirico, che permettono di determinare importanti grandezze utili sia in sede di progetto, sia nei codici di simulazione, per l'analisi di progetto.

Di sicuro rilievo sono stati: il lavoro teorico di analisi e di interpretazione di fenomeni; la produzione di dati sperimentali, riportati in molti testi della letteratura specializzata e richiesti da molti laboratori nazionali e internazionali; il progetto e la costruzione di impianti sperimentali e di sezioni di prova, per le quali, spesso, sono state trovate soluzioni tecnologiche molto brillanti; lo sviluppo di strumentazione speciale. Anche alcuni degli attuali prodotti del CISE, quali per esempio i «tranchetti strumentati», sono il frutto delle competenze molto specialistiche maturate nell'ambito della termoidraulica.

La situazione attuale

Oggi al CISE sono impegnate a tempo pieno nella termofluidodinamica circa venticinque persone. I risultati, sia tecnici che economici sono piuttosto apprezzabili. Rimandando a CISE Newsletter (n. 39, gennaio 1993 "Termofluidodinamica sperimentale per applicazioni energetiche", e n. 34, settembre 1991, "Modelli matematici per applicazioni industriali") per una descrizione particolareggiata delle attività, vale la pena di sottolineare che gli anni '90 sono caratterizzati da una certa ripresa delle attività di termoidraulica nucleare finalizzate allo studio dei reattori di nuova generazione con caratteristiche di maggior sicurezza.

Il futuro

Le vicende della termoidraulica al CISE sono molto istruttive. Da esse si può trarre un importante insegnamento per il futuro: professionalità, specializzazione e rigore sono elementi vincenti e doti che permettono di superare momenti anche difficili, come quelli che il nostro paese sta ora attraversando.

Il CISE è una società che non fornisce prodotti standard da magazzino; opera su commesse e come tale deve affrontare temi sempre nuovi, con tecniche e competenze raffinate capaci di un continuo rinnovamento.

Operare per commesse oggi, in Europa, significa puntare sulla qualità e su una forte specializzazione: lo impongono le leggi del mercato.

Il CISE e le origini della sua termoidraulica

di MARIO SILVESTRI*

Problemi di trasferimento di massa e di calore emersero presso il CISE come argomenti di ricerca in connessione con l'attività sperimentale legata alla produzione di acqua pesante. Di particolare interesse era lo studio dello scambio in controcorrente fra l'idrogeno deuterato gassoso e il vapore d'acqua entro un letto di catalizzatore in platino depresso su carbone attivo. Altro argomento che emerse fu lo scambio convettivo fra un gas inerte in moto verticale verso l'alto entro un tubo e una lamina di liquido trascinato anch'esso verso l'alto dal gas. Tutto ciò si svolse fra il 1948 e il 1956.

Da queste attività sperimentali, nelle quali si constatava l'alto valore dei coefficienti di trasmissione di calore di una superficie calda in presenza di miscele liquido-gas o liquido-vapore, sorse l'idea che tali miscele potessero essere impiegate efficacemente come refrigeranti di reattori nucleari moderati con acqua pesante e alimentati con uranio naturale. Fu impostato - fra il 1957 il 1961 - un nuovo programma sperimentale di dimensioni molto più vaste.

Come sede fu scelta la centrale termoelettrica di Piacenza della società Edison, che concesse gentilmente l'autorizzazione a utilizzare gli spazi "morti" della centrale, per installarvi un numero crescente di circuiti "termoidraulici". Essi avevano la particolarità di impiegare superfici riscaldanti simulanti elementi di combustibile nucleare, cioè elementi riscaldati elettricamente per effetto ohmico. Si cominciarono a maneggiare prima 100, poi 1.000, poi 10.000 kW elettrici in corrente continua, riscalzati da una potenza termica superiore a 20.000 kW. L'insieme divenne il più grande complesso termoidraulico del mon-

do. Innumerevoli furono le misure eseguite su strutture geometriche semplici e complesse, simulanti a piena scala e potenza elementi di combustibile del costruendo (e completato, ma poi smantellato in forza della moratoria nucleare) reattore CIRENE, nonché di fasci di barre di reattori tipo BWR.

L'addestramento e il collaudo dei ricercatori diede luogo alla creazione di una scuola di grandi tradizioni, che in un certo periodo (1965-1975) fu tra le prime del mondo per competenza teorico-sperimentale e per bravura nell'effettuare esperienze di una complessità oggi non immaginabile. Quest'attività si sarebbe in ogni caso ridotta anche nel caso di una felice evoluzione dell'attività nucleare italiana, a meno di non volere istituire un laboratorio termoidraulico permanente di ricerca, che servisse i bisogni di tale ricerca applicata in Italia. L'interruzione subitanea della attività termoidrauliche in campo nucleare ebbe però al CISE effetti traumatici meno gravi che altrove. Credo che ciò debba essere attribuito al fatto che si era creata una "scuola", che il laboratorio (poi divenuto la società SIET, lasciando però al CISE una parte delle competenze) ha capacità uniche, che il personale è di alto profilo scientifico e tecnico.

Considero un grande onore aver fondato questo laboratorio nel 1958 e di averlo guidato fino al 1975, decentrando via via le responsabilità, in modo da formare quel corpo di scienziati, che le avversità non sono riuscite a distruggere.

* Direttore del Dipartimento di Energetica del Politecnico di Milano e membro del Comitato scientifico del CISE.

CISE e AMSA per l'ambiente

particolare, per ora, noi siamo stati coinvolti nel quadro della ristrutturazione e della riorganizzazione del forno di via Zama.

Il progetto si inquadra nell'adeguamento dell'impianto di incenerimento alle prescrizioni, in merito al monitoraggio delle emissioni in atmosfera, impartite dalla Regione Lombardia.

Il sistema di monitoraggio delle emissioni previsto, al riquadro, è costituito da:

- una stazione di monitoraggio delle emissioni ai camini;
- un sistema di elaborazione/archiviazione locale;
- idonei canali di comunicazione per il collegamento informativo dei componenti del sistema;

PRESCRIZIONE DELLA DELIBERA REGIONALE N. 30040 DELL'8.3.1988 RELATIVA ALL'APPROVAZIONE DEL PROGETTO DI ADEGUAMENTO DELL'INCENERITORE DI ZAMA.

.... omissis

il sistema di abbattimento completo a presidio di ciascuna linea di incenerimento costituito da camera di post-combustione e strutture di abbattimento polveri e inquinanti gassosi, deve garantire in ogni condizione di esercizio i seguenti valori all'emissione:

• polveri totali (ceneri e polveri)			
valore medio	30	mg/m ³	
valore di punta	40	mg/m ³	
• metalli pesanti	5	•	
di cui: piombo	3	•	
cadmio	0,1	•	
mercurio	0,1	•	
• carbonio organico totale	10	•	
• anelli policiclici clorurati			
PCDD + PCDF	0,01	•	
di cui: TCDD + TCDF	0,05	µg/m ³	
PCB + PCN + PCT	0,1	mg/m ³	
• cianuri (come HCN)	0,5	•	
• acido cloridrico	50	•	
• acidi fluoridrici + bromidrici	3	mg/m ³	
• fosforo (come P205)	5	•	

I soprariportati valori sono riferiti ad un tenore di O₂ del 10% in volume.

I limiti di concentrazione di polveri all'emissione fissati sono inferiori a quelli definiti nelle linee guida della Regione Lombardia per la particolare ubicazione dell'impianto. Tale limite deve intendersi riferito ad entrambe le linee di incenerimento;

al camino devono essere installati, in posizione idonea rispetto all'altezza del condotto di emissione, analizzatori e registratori in continuo almeno dei seguenti inquinanti: polveri, carbonio organico totale, acido cloridrico, ossido di carbonio, ossidi di zolfo, ... omissis.



- software di base e applicativo per la gestione del sistema.

Si è, quindi, configurata un'architettura di sistema in grado di gestire in modo efficiente le informazioni ottenute e di elaborarne i contenuti al fine del controllo statistico (gestione degli archivi), sia dell'utilizzo dei dati segnalati per interventi in tempo reale sull'impianto stesso.

Il sistema è stato inoltre predisposto modularmente, ed è in grado di poter accogliere nelle cabine un ulteriore analizzatore che si rendesse in futuro necessario.

L'Elaboratore di Centrale che presiederà all'intero sistema è stato inoltre configurato in modo che i suoi archivi siano interrogabili anche da calcolatori esterni all'AMSA (ad. es. Presidio Multifunzionale Igiene e Prevenzione di Milano) naturalmente quando opportunamente collegati e dotati del software idoneo.

Il sistema è stato messo in esercizio a metà settembre scorso ed attualmente sono in corso i test di pre-esercizio. Come si possono

sintetizzare le sue peculiarità?

Si tratta, innanzitutto, del primo sistema in Italia che prevede il prelievo di una ingente quantità di fumi (1 metro cubo al minuto) e che consente, quindi, di fornire alla cabina analisi in campione veramente rappresentativo. Inoltre il controllo avviene in tempo reale. Ciò consente, a chi conduce l'impianto e ne sorveglia il funzionamento, di mantenere costantemente sotto controllo la qualità dei fumi all'emissione e, pertanto, di intervenire con tutte le opportune regolazioni che si rendessero necessarie sia per rispettare le norme e le prescrizioni tecniche, sia per garantire la concreta ed efficace gestione del processo di incenerimento dei rifiuti.

Questo secondo aspetto, in particolare, fa compiere un salto di qualità al controllo di processo: non più controlli periodici utili per ricostruire statisticamente il comportamento degli impianti, ma purtroppo inutili per suggerire interventi tempestivi ed immediati. Nel nostro caso, invece, l'operatore può intervenire in conseguenza dell'andamento del processo.

Il caso dell'inceneritore di via Zama può essere esteso ed applicato ad altri inceneritori e con quali modalità?

Il sistema in questione è uno dei primi esempi concreti in termini ecologici, di intervento sulle cause di inquinamento e non solo di tamponamento degli effetti del medesimo.

In questo senso la metodologia utilizzata è senz'altro estendibile ad altri impianti.

Nel concreto poi, va osser-

vato che la realtà italiana è caratterizzata da forni "vecchi" costruiti senza prevedere i monitoraggi del tipo da noi progettati. Da qui la complessità di interventi del genere, perfino a livello di recupero degli spazi fisici necessari. Lo sforzo del CISE è quindi orientato a trovare soluzioni efficaci e coerenti con gli scopi prefissi senza per questo pensare di sconvolgere la realtà degli impianti esistenti.

Il progetto descritto si è, dunque, realizzato per un insieme di eventi favorevoli di cui l'AMSA si è avvalsa dimostrando sensibilità ambientale e interesse all'innovazione.

Con Alberto Reggiani dell'AMSA ripercorriamo quindi le vicende che hanno portato a questa realizzazione. "Milano è una metropoli che produce ormai 2400 ton/giorno di RSU - dice Reggiani - di queste 900 tonnellate vengono bruciate nei forni di via Zama e di Figino e le restanti vanno in discarica, eccetto un 3% corrispondente alla raccolta differenziata (che tendenzialmente AMSA vuole portare al 10%).

Abbiamo deciso di partire dal forno di via Zama - anche se analogo intervento lo faremo su quello di Figino - in quanto è l'unico inceneritore che funziona, ormai, nel pieno di una grande città. Si tratta inoltre di un impianto che produce già 6 MW di energia elettrica. Da qui la scelta di procedere attraverso un preventivo studio di impatto ambientale e di realizzare, quindi, una rete di monitoraggio, anche esterna, per verificare le ricadute al suolo dei vari fattori inquinanti. Un impegno ed una attività nella quale il CISE, con la collaborazione della SOPRA sono stati di valido aiuto".

OSSERVATORIO DI DIRITTO DELL'AMBIENTE

di CLAUDIA PASQUALINI SALSA

Sono molte le tematiche di diritto dell'ambiente che non hanno chiara o completa regolamentazione normativa.

Si pensi, ad esempio, alle materie prime secondarie (di cui ci siamo già occupati in questa rubrica), all'Albo Nazionale delle imprese esercenti attività di smaltimento rifiuti, alla valutazione di impatto ambientale. Di fronte a questa realtà del nostro ordinamento giuridico, si pone l'attività della CEE, coerente con la politica delineata nei Programmi di Azione in materia ambientale. Ad esempio, il 23/3/1992 il Consiglio CEE ha approvato il regolamento per l'assegnazione di un marchio di qualità ecologica. Detto regolamento, immediatamente applicabile nei Paesi della Comunità, è a carattere volontario. I suoi obiettivi principali sono favorire la diffusione di prodotti che abbiano un mi-

nor impatto ambientale durante il loro intero ciclo di vita "dalla culla alla tomba" (estrazione, trasporto e lavorazione della materia prima, fabbricazione, distribuzione, uso e smaltimento) e fornire ai consumatori una precisa e corretta informazione sui risvolti ecologici che l'uso di tali prodotti comporta.

Esso non si applica ai prodotti alimentari, alle bevande e ai prodotti farmaceutici. Inoltre, i prodotti per i quali si chiede l'assegnazione del marchio di qualità ecologica, oltre a rispondere ai particolari requisiti ambientali previsti dal Regolamento, debbono essere conformi alle disposizioni comunitarie in materia di sanità e sicurezza.

Per l'assegnazione del marchio, vengono definiti gruppi di prodotti, nell'ambito dei quali sono individuati tutti i prodotti destinati a scopi analoghi, e i criteri

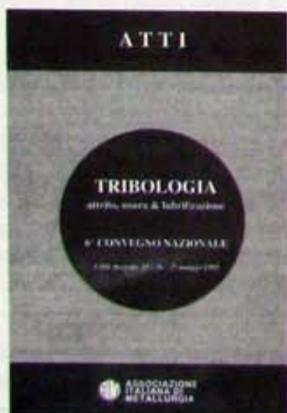
ecologici, che devono essere chiari e precisi in modo da garantirne l'uniforme applicazione negli Stati membri. Tali compiti spettano alla Commissione CEE, che si avvale di un comitato composto da rappresentanti degli Stati membri. Nel caso che le misure previste dalla Commissione non siano conformi al parere del Comitato, questa le sottopone al Consiglio, il quale delibera a maggioranza qualificata. Se entro tre mesi il Consiglio non delibera, la Commissione adotta le misure proposte. Per la definizione dei gruppi di prodotti e criteri ecologici la Commissione consulta un Forum, di cui fanno parte l'industria, il commercio, le organizzazioni dei consumatori, le associazioni ecologiche. Per accelerare la definizione degli aspetti tecnici del Regolamento e per giungere alla definizione di criteri validi per alcuni gruppi di prodotti, la Commissione ha af-

fidato ad alcuni Paesi membri il coordinamento di gruppi di lavoro ad hoc (all'Italia, la materia degli imballaggi).

I fabbricanti e gli importatori della Comunità possono chiedere l'assegnazione del marchio all'organismo competente dello Stato membro nel quale il prodotto è fabbricato o importato.

In Italia, come al solito, è il problema delle competenze il più difficile da superare. Sia il Ministero dell'Ambiente che quello dell'Industria si propongono come i soggetti titolari della gestione del marchio di qualità ecologica, inclusa la costituzione dell'organismo competente. Conseguenzialmente, ci risulta che - mentre dal mese di ottobre 1992 i produttori italiani sono autorizzati a presentare richiesta di concessione del marchio di qualità ecologica - l'autorità italiana non è in grado di concederlo.

LIBRI RICEVUTI



Tribologia: attrito, usura & lubrificazione. Atti del 6° Convegno Nazionale, CISE - Segrate, 25-27 maggio 1992 (v. Azienda CISE, maggio 92). Associazione Italiana di Metallurgia, pagg. 558, L. 65.000.



Impresa & ambiente, di Claudia Pasqualini Salsa, Il Sole 24 ore Libri, ottobre 1992, pagg. 160, L. 26.000.