

# AZIENDA

**cise**<sup>®</sup>  
TECNOLOGIE INNOVATIVE

ANNO IX - N. 4 - DICEMBRE 1990

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. Albini, F. Barbesino, P. Bergamini, G.P. Bolognesi, G.C. Casarelli, P.A. Comero, R. Granzini, G. Grugni, M. Migliavacca, G. Pedroni, C. Sandri. Segreteria di redazione: A. Camnasio, M. Morelli - Proprietario: CISE S.p.A., Segrate (Milano), via Reggio Emilia, 39. Stampa: Graficaperta, Boffalora Ticino (Milano). Fotografie: CISE - Archivio Relazioni Esterne: A. Boni, P. Civardi, G. Marastoni, G. Pampurini, ENEL, GREEM, Italimpianti.

## Un rapporto efficace e in evoluzione

L'impegno sinergico ENEL e CISE, per lo sviluppo del sistema industriale

di PAOLO ALIA e FERNANDO CRISTOFORI\*

"Il successo della pianificazione in settori in cui la tecnologia è complessa e costosa richiede che lo Stato se ne accoli gli oneri, compresi i costi della ricerca e dello sviluppo, e che assicuri una domanda ai relativi prodotti. È quindi importante... che alle innovazioni tecnologiche di qualunque specie venga riconosciuto un elevato valore sociale... L'impegno dello Stato nei settori a tecnologia avanzata è diventato, infatti, un' apprezzata funzione sociale."

Così afferma J. K. Galbraith nel suo libro «Il nuovo stato industriale» (Einaudi, 1968), nel quale analizza il "sistema industriale" basato sulle grandi imprese, osservando come, dai comportamenti che a questo livello si verificano, dipende in larga misura lo sviluppo della nostra società. Questa funzione imprenditoriale, programmatica, di indirizzo, in qualche modo regolatrice del mercato, certamente attenta e disponibile a farsi carico dell'impatto sociale delle proprie scelte, rappresenta bene il ruolo svolto dall'ENEL nel sistema industriale italiano. In particolare, esprime, in modo chiaro ed evidente, il modello delle relazioni che debbono intercorrere tra impegno industriale e ricerca e, dunque, tra attività produttive e quelle di studio e sperimentazione. Il CISE - società controllata dall'ENEL - rappresenta bene queste potenzialità e queste volontà. La committenza ENEL, che costituisce in termini economici circa il 75% del totale del fatturato aziendale, riguarda, in parti ormai paritarie, sia prestazioni di Ricerca & Sviluppo sia prestazioni di servizi e prodotti avanzati e di ingegneria per le aree produttive (in particolare DCO e DPT) dell'ENEL. Ed è su queste basi che

il CISE è chiamato a confrontarsi con il mercato, realizzando i suoi obiettivi di bilancio attraverso il resto della committenza (CNR, ENEA, Enti Locali, committenti industriali nazionali ed esteri). Un mercato, questo, che per il 60% richiede ancora Ricerca & Sviluppo e per il 40% servizi e prestazioni (e/o forniture) di ingegneria e componenti speciali. Il risultato di questa politica, nella quale l'ENEL costituisce "uno" dei clienti del CISE - anche se ovviamente il più importante - fa sì che il CISE sia uno dei pochi esempi, a livello mondiale, di Società in grado di produrre innovazione tecnologica e con la possibilità di giocare un ruolo fondamentale nella politica di sviluppo tecnologico del nostro Paese, in coerenza con il ruolo industriale che il Socio di maggioranza le ha assegnato, valoriz-

zando, in tal modo, la sua volontà di stimolatore della crescita industriale non solo attraverso la richiesta di impianti e di apparecchiature.

### VALENZE E OPPORTUNITÀ DI UN COMPITO ARTICOLATO E DIFFUSO

Riflettere e valutare sulla natura e sul tipo di relazioni in atto tra l'ENEL e il CISE, alla luce delle considerazioni fatte, rappresenta certamente un momento importante e decisivo. L'intreccio proprietà-committenza-mercato assume un valore potenzialmente positivo e fa giustizia anche di qualche critica - interna ed esterna - tendente a definire il "peso" dell'ENEL troppo "vincolante e condizionante" per la nostra azienda.

L'autonomia scientifica e mana-

geriale che il CISE deve saper esprimere, non solo si contrappone a questo rapporto, ma costituisce la leva di successo perché lo sforzo congiunto (ENEL-CISE) possa cogliere, in modo articolato e diffuso, le più ampie opportunità offerte dal mercato nazionale e internazionale, garantendo al CISE - in un'ottica di operatore industriale dell'ENEL - occasioni e soluzioni per lo sviluppo delle tecnologie innovative destinate al sistema produttivo.

Ma per quella "vocazione" alla

funzione sociale richiamata all'inizio, l'insieme delle conoscenze e delle esperienze accumulate e sviluppate sul piano industriale viene messo a disposizione anche della società civile perché se ne possa avvalere - a beneficio collettivo - sul piano ambientale, diagnostico, per la salvaguardia dei beni culturali e artistici, ecc., creando quindi le premesse per una, altrettanto auspicata e importante, diversificazione della

Segue a pag. 2

Tempo di auguri...



AZIENDA CISE ai suoi lettori

## I personaggi e la storia: Emilio Gatti

interviste a cura di G.P. BOLOGNESI

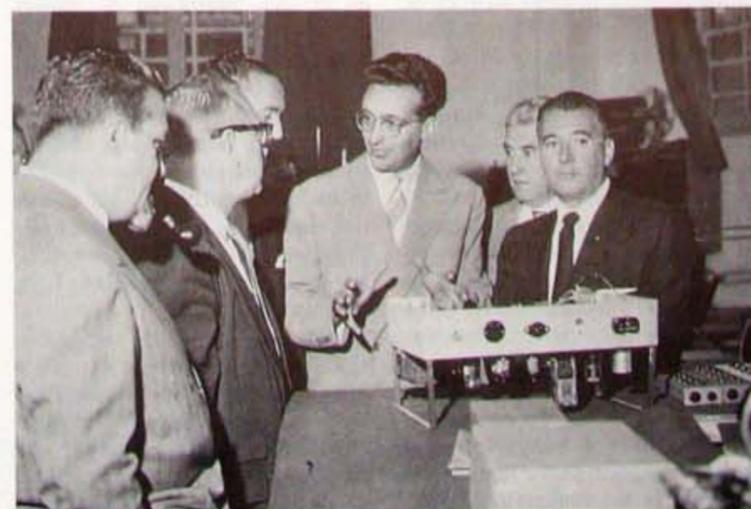
Inizio questa rassegna, sulle persone che hanno costruito il CISE fin dal lontano 1946, avvalendomi di una serie di interviste agli uomini che hanno vissuto, almeno in gran parte, i primi decenni di attività societaria. Confido che le notizie raccolte possano fornire, specie ai più giovani, quelle informazioni che consentano loro di conoscere, e soprattutto di capire, la collocazione attuale della Società, alla luce degli eventi trascorsi. Mi sembra importante sapere perché la storia della tecnologia italiana del secondo dopoguerra si identifichi, almeno in parte, con quella del CISE. Non è escluso che questo possa essere considerato un patetico tentativo di far rivivere i "bei vecchi tempi", da parte di chi si può pensare arrivato al periodo

della vita, in cui i ricordi prevalgono sui progetti, sulle attività; ritengo, tuttavia, che ognuno ab-

bia diritto al suo piccolo spazio. Spero di usarlo bene, in ogni caso, e confido di suscitare un

qualche interesse. È vero, - diceva Oscar Wilde - che l'esperienza è un nome che gli uomini danno ai propri errori, ed è anche vero che ciascuno vuole fare i suoi, acquistando la sua esperienza, ma non è escluso che la conoscenza del passato possa, se non altro, indurre a qualche riflessione.

Giampaolo Bolognesi



CISE, anni Cinquanta: Emilio Gatti nel laboratorio di elettronica.

Emilio Gatti, classe 1922, vorrebbe fare il fisico, ma il numero tutelare di famiglia consiglia "ingegneria, perché un ingegnere mediocre è sempre un ingegnere, un fisico mediocre è un fallito". Laurea a Padova nel 1947 in Ingegneria Elettronica, cattedra di Elettronica Applicata del Politecnico di Milano, dal 1957, poi di

\* Direttori Generali del CISE

Segue a pag. 2

## Un rapporto efficace e in evoluzione

committenza.

È in questa dimensione sociale che vanno, pure, collocate quelle attività che vedono il CISE, e l'ENEL, impegnati nel trasferimento tecnologico verso i Paesi in via di sviluppo e di nuova industrializzazione.

Non c'è dubbio, allora, che le commesse ENEL costituiscano la base tecnico-scientifica, produttiva ed economica della nostra azienda. Ancora: ne rappresentano la referenza più prestigiosa. Senza queste non sarebbero possibili, in ogni caso, studi e ricerche che richiedono tempi di esecuzione pluriennali, sperimentazioni in laboratorio e in campo, interlocuzioni, rapporti e relazioni evolute con i quali confrontare e approfondire intuizioni, teorie e soluzioni.

### UN RITORNO APPREZZATO PER UN RUOLO QUALIFICATO

Questa azione efficace, che si fonda su una sorta di politica industriale non è, peraltro, a senso unico. Nel suo svolgimento

realizza un importante e apprezzato effetto di scambio sul piano dei rapporti industriali, civili e istituzionali.

Il sistema produttivo comprende e finalizza l'innovazione tecnologica, il miglioramento della qualità, le stesse esigenze organizzative e gestionali, a un mercato sempre più sofisticato e internazionale, ma al tempo stesso si qualifica come partner sempre più affidabile e responsabile. Sul piano civile e istituzionale, il mondo industriale, che dimostra disponibilità e coscienza per le questioni ambientali e sociali, viene percepito come un interlocutore che sa identificarsi con gli interessi collettivi e, dunque, capace di una visione non meramente "aziendalistica".

È del tutto evidente il ruolo che il CISE può giocare - e in realtà gioca - in questo processo, affinché l'effetto di scambio esprima tutte le sue potenzialità positive. Ed è questo il ruolo delicato ed efficace, impegnativo ma estremamente stimolante, che l'azienda sente a essa affidato, nell'ambito del "gruppo" ENEL.

# Il CISE per gli Enti Locali

di ELSA BAZZANO\*

Tra i mercati ai quali il CISE rivolge le sue competenze da qualche tempo, un posto di particolare rilevanza hanno assunto gli Enti Locali. Sono, infatti, queste strutture pubbliche: Regioni, Province, Comuni, insieme agli Enti e Organi da loro delegati o promossi, quali Aziende Municipalizzate, Consorzi, Aziende Speciali, che governano, amministrano e gestiscono le comunità locali con competenze specifiche, in particolare, sul territorio e l'ambiente. Il CISE si presenta agli Enti Locali come un partner affidabile e interessante per almeno tre ordini di ragioni:

- è una struttura storicamente consolidata, pluridisciplinare, che sviluppa servizi sofisticati, ma svolge e realizza, anche, ricerca applicata;
- è un'azienda con grosse capacità di intervento diretto sul "campo" con strumentazione avanzata: dove per "campo" si intende non solo l'ambiente, ma anche impianti, edifici, monumenti, ecc.;
- è una società a capitale interamente pubblico impegnata, per scelta e "missione" istituziona-

le, a trasferire, nel mondo industriale e nel territorio, ricerca e innovazione.

- è un'azienda neutrale rispetto all'hardware che, di norma, viene fornito da terzi.

Ma per quanto significative e importanti, queste ragioni non sono le sole che fanno del CISE un potenziale interlocutore privilegiato di questa parte di Pubblica Amministrazione. Il CISE infatti, si pone come partner e consulente ideale, in grado di fornire un supporto qualificato e oggettivo al "solo" servizio di obiettivi definiti, precisati e ottimizzati. Azienda CISE ha già fornito alcune indicazioni sui possibili campi di intervento nelle problematiche ambientali. Voglio qui segnalare, integrando i contributi dei colleghi, le attività di "progettazione" degli interventi sull'ambiente e sul territorio. Ciascun intervento in proposito è riconducibile a due parti essenziali. Una che potremmo definire *soft*, nella quale, partendo dall'analisi del sistema ambientale o territoriale in esame, si definiscono i termini del problema, le condizioni di contorno e si risponde alle classiche domande necessa-

rie per una corretta impostazione degli studi ambientali: perché? che cosa? come? dove? quando? e una parte *hard*, che consiste, invece, nel progetto e nella realizzazione delle infrastrutture, quali a esempio depuratori, reti di monitoraggio, ecc. Il CISE può intervenire in modo assolutamente adeguato e sicuro sulla prima parte, quella *soft*, che comprende anche misure sul campo, censimenti, studi volti a stimare preventivamente i benefici ambientali dell'intervento, individuazione degli aggiustamenti di ritorno per ottimizzare l'intervento, ecc. Gli esempi interessanti, che dimostrano l'efficacia e le potenzialità di questo rapporto CISE/Enti Locali sono molti. Basti ricordare gli studi di impatto ambientale di impianti di smaltimento dei rifiuti solidi urbani (Milano Zona 1, Verona, Est-Milane), le analisi conoscitive sulle situazioni di inquinamento atmosferico (Milano, Provincia di Siracusa), gli studi di localizzazione delle reti di monitoraggio (Prov. di Cremona, Novara, ecc.)

\* Assistente della Direzione Generale

Dalla prima pagina

## I personaggi e la storia

Fisica, dal 1960 al 1980, per poi tornare all'Elettronica Applicata. Fin dalla laurea si interessa di correnti deboli, come dicevano gli ingegneri di qualche anno fa. Lavora al Galileo Ferraris, dove si fa apprezzare da Giancarlo Valauri, e passa, due anni dopo, alla SADE, che lo assume, nel 1948, come allievo ricercatore, per distaccarlo al CISE, dove il prof. Bolla, l'allora direttore scientifico, vuole uomini vivaci, ma li vuole fisici.

Quando si presenta, l'ingegner Emilio Gatti non nasconde il suo disappunto. Gatti non demorde, e chiede quali siano le conoscenze che Bolla desidera: è pronto a ripresentarsi dopo tre mesi, avendo imparato quanto necessario. A casa, però, non nasconde il suo avvillimento. Tre mesi dopo si ripresenta e viene assunto: vuole fare il fisico, perché lo è sempre stato. Il CISE di via Procaccini conta meno di venti addetti; Emilio Gatti assume presto la direzione del Laboratorio di Elettronica, con successo, se lo si deduce dal primo, in assoluto, brevetto CISE, a suo nome, del 1949: è uno strumento per misure di intensità di radiazioni gamma.

Lavora con Mario Silvestri e Ugo Facchini, risolvendo i loro problemi strumentali.

È il periodo dei "padri" dell'elettronica nucleare, Elmore e Sands, quando si deve provvedere alla costruzione della strumentazione, irreperibile, perché il mercato non è ancora nato. La laurea in ingegneria lascia tuttavia una traccia, una regola di lavoro; gli strumenti di Emilio Gatti non sono prototipi: funzionano, con tutta l'affidabilità della componentistica elettronica non "a stato solido", in un periodo in cui un flip-flop occupa, con due tubi 6H6, un paio di dm<sup>3</sup>. Gatti vive il periodo romantico del CISE,

quando si privilegia la volontà di fare, sostenuta dalla miglior cultura disponibile, e in cui operai e tecnici, lavorando con passione, fianco a fianco al banco del laboratorio con i ricercatori, diventano anch'essi tali. La voglia di fare, dice, aveva un limite solo nella resistenza fisica. Un periodo romantico probabilmente finito nel '68, quando nuovi interlocutori compaiono sulla scena del lavoro. Le prime preoccupazioni, esistenziali, sulla precarietà dei finanziamenti per continuare l'attività passano in secondo piano, a fronte della necessità di dare spazio alle istanze sindacali, talvolta espresse in modo incisivo. È un cambiamento radicale del rapporto di lavoro, che ha visto l'affermazione dei diritti degli operatori, portando via spazio, inevitabilmente, alla cittadella della cultura in cui Emilio Gatti ha sempre creduto.

È una delle ragioni per cui la sua presenza attiva al CISE si va rarefacendo; l'altra, è da ricercare negli sconvolgimenti subiti dall'università, sempre nel '68. La difesa della sua cittadella lo porta ad assumersi il pesante incarico di pro-rettore del Politecnico di Milano. Ha sempre sognato di raccogliere l'eredità della scuola di Fisica di Roma, di Amaldi, Persico, Bernardini, e a Roma è stato invitato da Amaldi, a ricoprire una cattedra di Fisica; rimane però al CISE, affezionato al suo Laboratorio, fondato su una struttura di tecnici di primissimo piano; ha potuto infatti assumere al CISE i migliori elementi della "Allochio-Bacchini", che ha chiuso i battenti, dopo la guerra.

Un complesso di valori tecnici e umani, che permettono la realizzazione del primo analizzatore multicanale a semiconduttori, ispirato al progetto di Wilkinson, a tubi



Localizzazione e aree di influenza di una rete di monitoraggio di SO<sub>2</sub> per la provincia di Cremona, determinate mediante l'utilizzo di modelli di calcolo.

Gatti introduce, per la prima volta, il concetto del "regolo scorrente", a campionamento statistico, capace di una precisione di misura senza precedenti nel settore. Gli analizzatori multicanale trovano ottima accoglienza alla Laben, per la lungimiranza imprenditoriale e competenza tecnica della dirigenza della società: vengono venduti in molti esemplari, fin nella culla dell'elettronica inglese, a Harwell. Il periodo dell'autarchia costruttiva ha termine, le società USA offrono strumentazione pronta; occorre trovare altri argomenti: Gatti se ne accorge in tempo, e apre la strada dell'elettromedicale. Sono di questo periodo l'elettrocardiografo multielettrodo, che dà la mappa dei potenziali cardiaci su tutto il torace, in tempo reale, con possibilità di prevedere (anziché di constatare, come nell'elet-

trocardiografia classica) l'insorgere di fatti compromissori della funzionalità cardiaca. Finanziata dal CNR, questa realizzazione viene sperimentata, con successo, dal Prof. Taccardi, all'Università di Parma. Con finanziamento CNR, Gatti progetta e costruisce uno strumento a ultrasuoni per il rilievo del profilo di velocità del sangue in vasi sanguigni non capillari, che rivela la presenza di placche aterosclerotiche di dimensioni assai ridotte. È l'ultima attività hardware, al CISE, di Emilio Gatti, che, uscito dalla Società nel 1971, rientra a farne parte, nel 1989, come membro del Comitato Scientifico. Continua a fare il professore al Politecnico di Milano, salvo due mesi all'anno, da venti anni a questa parte, per collaborare, come *senior scientist*, con il Brookhaven National Lab, S.U.

Ho avuto la fortuna di operare con Emilio Gatti, ed è un vero piacere rivederlo attivo e vivace. Pur non avendo, con certezza, raggiunto il momento della vita in cui i ricordi hanno la meglio sui progetti, Emilio dice che, all'avanzare del tempo (questa dannata entropia!), pur stimolando gli allievi ad affrontare i più moderni aspetti della microelettronica quantistica, si sforza di non imbarcarsi in attività il cui esito vada al di là del fisiologico decadimento dei suoi neuroni e delle sue sinapsi (ma penso si tratti di una battuta...).

Preferisce, certo, impegnarsi in prima persona dove più facilmente la passata esperienza possa portarlo a contribuire alla sfida posta, all'elettronica nucleare, dalle richieste della fisica delle alte energie e dall'impiego della luce di sincrotrone.

# L'innovazione tecnologica per lo smaltimento dei rifiuti

Da un modello in scala a un impianto pilota per l'incenerimento di rifiuti solidi in letto fluidizzato. Incontro con l'ing. Piergiorgio Fontana, dell'Italimpianti.



Per i tecnici, "l'impianto sperimentale per la combustione di rifiuti solidi in letto fluidizzato" significa soprattutto possibilità di caricare i rifiuti solidi - eterno problema di ogni società tecnologicamente avanzata - dopo la triturazione in un mulino, in un forno a letto fluido.

Da un apposito ventilatore viene immessa nel letto, tramite una griglia di distribuzione e un condotto centrale di drenaggio scorie, aria che ha la funzione di comburente e serve per la fluidizzazione. Sopra il letto avviene un'ulteriore immissione di aria "secondaria".

La temperatura di combustione viene controllata per mezzo di uno scambiatore di calore a fascio tubiero parzialmente immerso nel letto. Infine i fumi prodotti subiscono, prima dello scarico all'atmosfera, un processo di "depolverazione".

L'impianto di incenerimento dei rifiuti a letto fluido è considerato dai tecnici del settore e dagli ambientalisti come una soluzione che consente non solo un eccellente recupero termico rispetto ai tradizionali impianti di combustione, ma anche la riduzione del volume degli effluenti gassosi, un controllo più efficace delle immissioni atmosferiche, una combustione completa del materiale con cui viene alimentato e la possibilità di incenerire, insieme con i rifiuti solidi urbani, fanghi biologici e industriali.

Questa presentazione dell'impianto si riferisce a un progetto realizzato dall'Italimpianti di Genova, con la determinante collaborazione del CISE nella fase iniziale di ricerca e sviluppo.

L'Italimpianti, una società del gruppo IRI di 1540 dipendenti, che vanta un fatturato di 1250 miliardi di lire, opera nei settori dell'impiantistica industriale e agroalimentare, della pianificazione industriale del territorio, delle infrastrutture industriali e della protezione ambientale.

Il gruppo di cui l'Italimpianti è capofila offre lavoro a 5300 dipendenti e fattura più di 2000 miliardi.

L'impianto di incenerimento è stato progettato nel 1986

e già nel 1987 si poteva procedere ai montaggi meccanici, elettrici e strumentali. Nel 1988 il "via" ufficiale, con le prime prove effettuate utilizzando il carbone come combustibile.

Dallo scorso anno, nel letto fluido cominciano a entrare i rifiuti solidi urbani pretrattati e, in una fase successiva, semplicemente triturati. "Considerando che il Centro Sviluppo Materiali della Finisider (oggi ILVA), a cui ci rivolgemmo in prima istanza, non era orientato a lavorare nel campo dell'ambiente - ricorda l'ingegner Piergiorgio Fontana, che per conto dell'Italimpianti ha diretto la progettazione e la costruzione dell'impianto di incenerimento - abbiamo eseguito una verifica dei vari centri di ricerca attrezzati per una simile sperimentazione. A seguito di questa analisi, abbiamo individuato nel CISE l'organizzazione adatta per effettuare la ricerca". In primo luogo è stata verificata una competenza di ricerca indispensabile; quindi le possibilità di mettere concretamente a punto l'iniziativa".

## LE CARATTERISTICHE DEL MODELLO IN SCALA.

Nei laboratori del CISE, sono state di conseguenza allestite attrezzature sperimentali a freddo per lo studio e la verifica della fluidi-



L'impianto sperimentale di incenerimento a letto fluido, realizzato dall'Italimpianti a Busto Arsizio.

namica del letto.

È stato anzitutto progettato e realizzato il circuito ELF per la sperimentazione di un modello di letto di tipo bidimensionale, funzionante con materiali inerti (aria e sabbia).

Il modello è stato costruito

con un materiale trasparente (plexiglass) così da permettere una visualizzazione diretta delle condizioni fluidodinamiche all'interno del letto fluidizzato: per alcune prove si è fatto ricorso anche a riprese televisive e di cinematografia rapida.

Si è quindi proceduto all'esecuzione delle esperienze e i risultati ottenuti hanno permesso di soddisfare in modo esauriente tutti gli obiettivi prefissati.

In particolare, si sono ottenute quelle pregiate informazioni, non reperibili in letteratura, richieste per la progettazione di dettaglio dell'impianto pilota a caldo. Terminata questa fase di ricerca si è passati alla costruzione dell'impianto pilota per lo smaltimento di rifiuti nell'area del consorzio ACCAM di Busto Arsizio, il cui Consiglio Direttivo si è dimostrato particolarmente sensibile all'evolversi delle nuove tecnologie.

Con il procedere della sperimentazione l'impianto venne alimentato con i rifiuti pre-trattati e quindi con i rifiuti solidi urbani. Il successo conseguito dall'Italimpianti e dal CISE è dimostrato dai risultati della campagna di prove svolte sull'impianto pilota.

"È vero che parte del processo è ancora oggetto di sperimentazione - ricorda ancora l'ingegner Fontana -

ma la sezione combustione e depurazione dei fumi è senz'altro da considerarsi positivamente avviata. Inoltre, il processo è completamente privo di effluenti liquidi, contrariamente a quanto avviene nei forni tradizionali, in cui le scorie sono spente con acqua che dà origine a percolati potenzialmente molto inquinanti".

Dal punto di vista energetico si può vantare meno dell'uno per cento di carbonio incombusto rispetto al tradizionale tre per cento circa dei forni "vecchia maniera". Anche la quantità d'aria occorrente per lo smaltimento rifiuti in letto fluidizzato è inferiore a quella normalmente usata per gli altri tipi di forni. Per contro, vi è maggior consumo d'energia elettrica, più che compensato, peraltro, della maggiore quantità di energia termica recuperata.

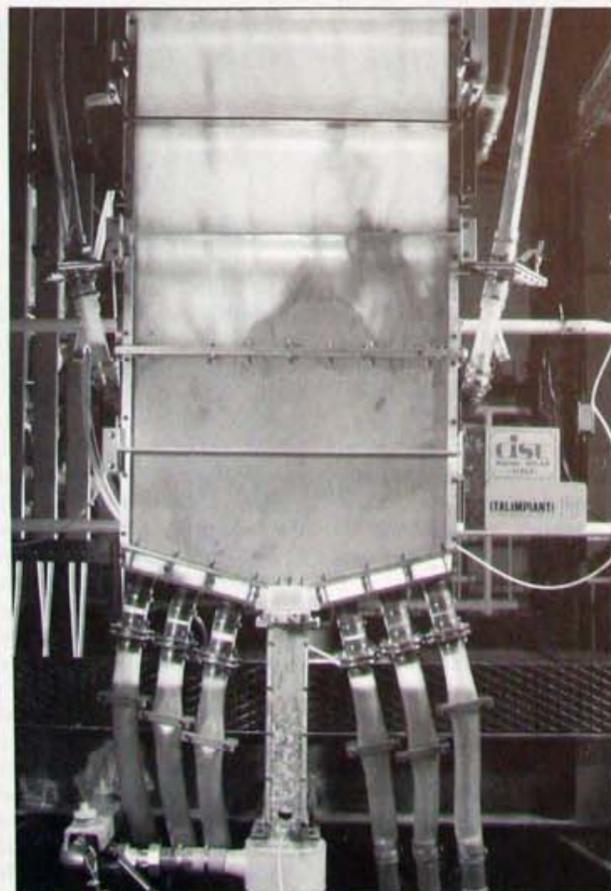
Un impianto, dunque, con un futuro - dalla struttura pilota si prevede di ottenere informazioni sufficienti per la progettazione di un impianto capace di trattare 150 tonnellate di rifiuti al giorno - ma anche con un presente. "In Giappone - afferma l'ingegner Fontana - sono più di cinquanta gli impianti civili di questo tipo, però in presenza di una pre-selezione spinta dei rifiuti.

Altri impianti simili sono

in funzione in Svezia e in Finlandia, ma bruciano rifiuti pretrattati e non come combustibile esclusivo".

"Il nostro obiettivo - chiarisce dunque l'ingegner Fontana - è quello di avere un processo di smaltimento adatto per bruciare i nostri rifiuti e altamente flessibile. In Italia, d'altronde, la tecnologia dei letti fluidi è già stata presa in considerazione dal legislatore, che tiene conto della possibilità di utilizzare simili inceneritori. Ora occorrerebbe una decisa spinta del Ministero per l'ambiente per consentire una diffusione commerciale di questo tipo di impianti".

"Il progetto, realizzato con la collaborazione tecnologica del CISE, allo stato attuale dello sviluppo può servire piccoli Comuni (diecimila-ventimila abitanti)" conclude Piergiorgio Fontana. Il prossimo passo dovrà essere la realizzazione di un modulo in grado di soddisfare le esigenze di una città di centomila abitanti, ultimo gradino prima della completa disponibilità commerciale. Tra l'altro, l'inceneritore a letto fluido si comporta benissimo anche nell'eliminazione dei rifiuti di tipo agricolo e industriale, che normalmente sono smaltiti nelle discariche.



Il "modello a freddo" bidimensionale, realizzato al CISE, per lo studio degli aspetti fluidodinamici del processo di incenerimento e la verifica delle relative soluzioni progettuali.

a cura di PIERGIORGIO LUCIONI

## L'ATTIVITÀ DEL CISE

di RAFFAELE PASCALI\*



L'attività che il CISE svolge nel campo dei materiali è finalizzata prevalentemente alla caratterizzazione e valutazione del comportamento in esercizio dei materiali nell'ambito della diagnostica industriale. Ciò ha permesso di rafforzare la collaborazione con l'ENEL, Socio di maggioranza, senza trascurare peraltro la possibilità

di stabilire rapporti di committenza con l'industria e di facilitare l'accesso al mercato dei paesi più industrializzati e di quelli in via di industrializzazione, consentendo un'apertura ancora maggiore nei confronti della CEE.

L'impiego significativo di combustibili fossili anche meno pregiati per la produzione di energia elettrica, le crescenti difficoltà di far fronte alle richieste di aumento della produzione mediante la costruzione di nuovi impianti, unitamente all'esigenza di rendere minimo l'impatto ambientale, spingono l'ENEL ad agire operativamente per ridurre i fattori di indisponibilità anche in gruppi che operano in condizioni di esercizio più severe di quelle di progetto e per contenere le fermate programmate mediante interventi aderenti allo stato strutturale reale e al comportamento dei materiali dei componenti e dei sistemi primari.

Con riferimento all'ENEL, pertanto, le azioni di ricerca e sviluppo del CISE sono finalizzate all'acquisizione e al trasferimento di elementi di valutazione in relazione sia all'ottimizzazione della gestione del parco elettrico esistente, sia alla scelta di nuovi materiali prevalentemente per sistemi e componenti da sostituire. In questo ambito si tratta di individuare i fenomeni di degrado riscontrabili nei singoli componenti, di determinarne le cause e riprodurle in laboratorio con lo scopo di formulare giudizi comparativi tra i diversi materiali di interesse, con particolare attenzione verso i materiali avanzati sia metallici che ceramici. Nel contempo vengono individuate metodologie di controllo, progettati, realizzati e qualificati opportuni sistemi diagnostici e di protezione da adottare in centrale, come valutazione del degrado su microcampioni, monitoraggio della corrosione dei tubi del condensatore, protezione catodica delle piastre tubiere sempre del condensatore, etc.

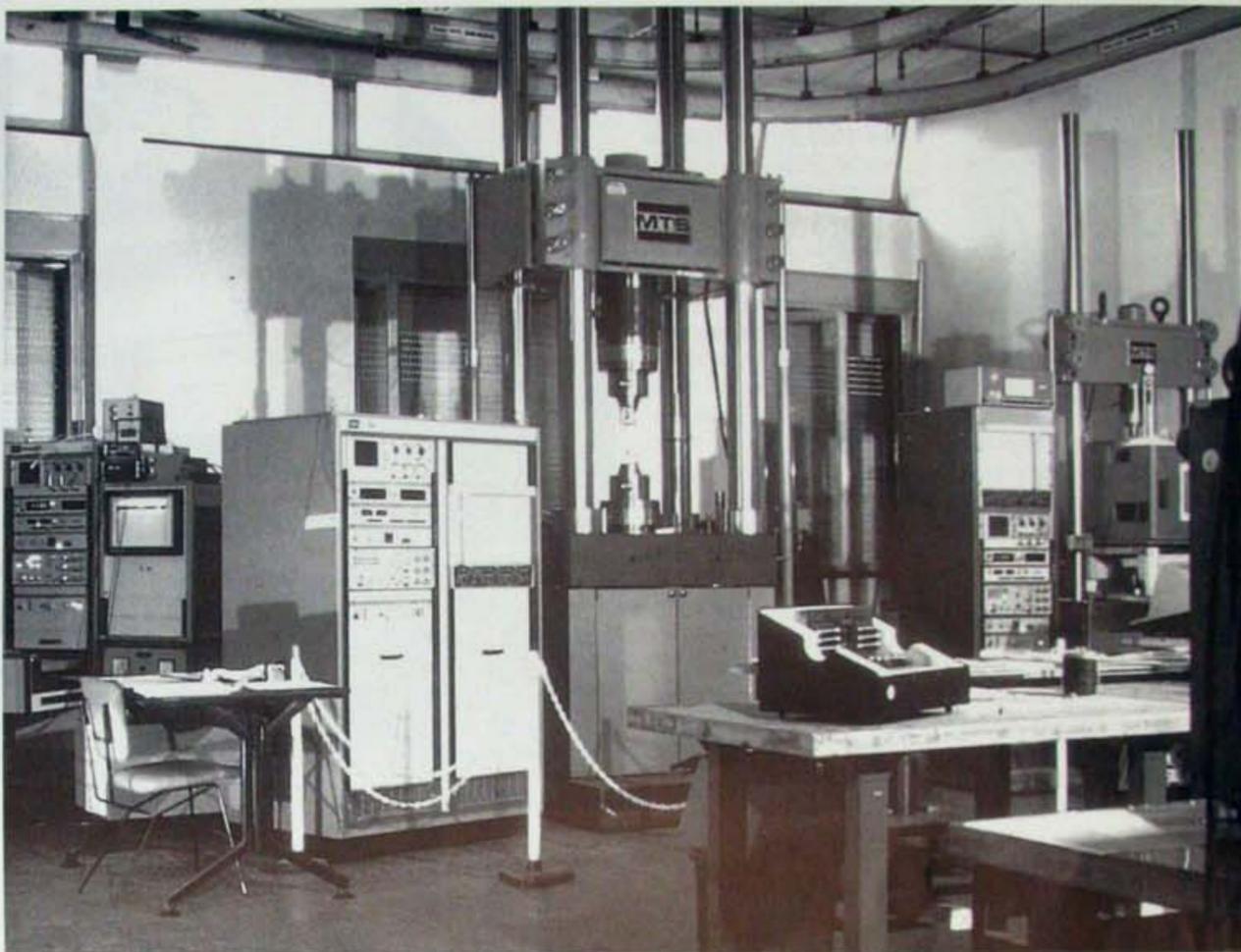
Il conseguimento di questi obiettivi - alcuni dei quali comuni all'industria chimica, petrolchimica ed energetica - e lo sviluppo delle attività ad essi collegate, comporta una concomitanza di applicazioni e l'acquisizione di conoscenze integrate di cui il CISE dispone grazie a significative competenze settoriali e a rilevanti infrastrutture e apparecchiature, alcune approntate durante il periodo di sviluppo dei programmi nucleari, altre di più recente acquisizione come quelle relative alla valutazione del degrado dei materiali eserciti e allo studio della corrosione ad alta temperatura.

Tra i campi nei quali sono state sviluppate conoscenze rilevanti, riconosciute dalla partecipazione di esperti CISE in numerosi gruppi di lavoro sia nazionali che internazionali, vanno citati lo scorrimento a caldo, la resistenza a fatica, la meccanica della frattura, l'erosione, la corrosione, la chimica dei fluidi, la caratterizzazione microstrutturale e di superficie, competenze quasi sempre presenti simultaneamente nell'affrontare problematiche complesse come quelle legate all'esercizio di impianti di potenza. La dotazione di infrastrutture sperimentali e di strumentazione di prova di cui il CISE dispone nell'ambito di questi settori di attività, riguarda tra l'altro circuiti di erosione e corrosione, macchine per prove meccaniche, tribometri, laser di potenza, microscopi ottici ed elettronici a scansione, Auger, ESCA, acceleratore di Van de Graaf, Indians (Interface, Diagnostic, Analysis System).

Nell'ambito della diagnostica industriale relativa all'interazione materiale-ambiente, sono significativi gli investimenti e le attività di sviluppo dedicate alla messa a punto, qualifica e ingegnerizzazione di strumentazione ottica avanzata, finalizzata alla limitazione dei consumi, all'ottimizzazione della combustione e alla riduzione di emissioni inquinanti. In questo settore numerose sono le attività di sviluppo e ricerca orientate allo studio di catalizzatori con lo scopo di limitare il rilascio nell'ambiente di sostanze dannose quali anidride solforosa ed ossidi di azoto. Gli studi riguardano il processo di preparazione di tipo fotocchimico del catalizzatore e la sua caratterizzazione per la valutazione delle prestazioni, in scala di laboratorio e su impianto pilota, realizzata anche mediante un'indagine approfondita dell'interazione superficiale materiale-gas.

Una menzione a parte meritano le attività relative a nuovi sistemi di produzione di energia quali i cicli geotermici binari e le celle a combustibile.

I temi della Divisione "Materiali e Tecnologie", la cui disponibilità di infrastrutture supera il 45% della dotazione complessiva del CISE, che presentano attualmente il maggior interesse,



Laboratorio per la caratterizzazione meccanica dei materiali metallici.

anche in previsione di un allargamento della committenza con una presenza più incisiva sul mercato nazionale e comunitario, possono essere individuati in:

- degrado materiali eserciti a temperature elevate;
- corrosione a elevata temperatura (superiore a 600°C);
- materiali e rivestimenti avanzati;

- celle solari;
- superconduttività.

La superconduttività e le celle solari saranno illustrate nel prossimo numero.

\* Vice Capo Divisione Materiali e Tecnologie

## CORROSIONE A ELEVATA TEMPERATURA

di GIOVANNI BUZZANCA\*



Nell'ambito degli studi rivolti all'ottimizzazione dei sistemi di produzione per l'energia, tesi anche a favorire una sempre maggior differenziazione delle fonti energetiche, le ricerche sulla corrosione ad alta temperatura da gas e fumi di combustione costituiscono un settore di impegno relativamente recente. Esse

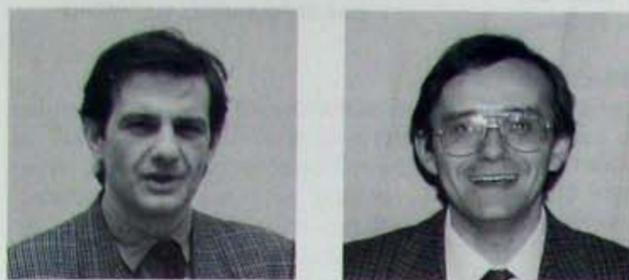
permettono di valutare sia gli impianti esistenti sia lo sviluppo di impianti innovativi in chiave di risparmio energetico e salvaguardia ambientale.

L'affidabilità degli impianti termoelettrici esistenti è infatti legata in modo significativo al degrado accelerato dei materiali di caldaia imputabile a fenomeni combinati di corrosione e scorrimento. In questo campo sono in corso ricerche sulla possibilità di impiego di materiali alternativi per i banchi dei surriscaldatori e risurriscaldatori. Inoltre, nell'ambito di un progetto ENEL finalizzato al contenimento e controllo delle emissioni al camino di ossidi di azoto, è già in fase operativa una collaborazione con lo scopo di valutare l'andamento della corrosione in caldaia in relazione alle nuove modalità di esercizio nel gruppo (combustione in condizioni riducenti) che, già sperimentate in centrale, hanno permesso di ridurre e quasi dimezzare le emissioni di ossidi d'azoto.

Le ricerche nel campo degli impianti con tecnologie innovative - impianti di gassificazione del carbone, a letto fluido e a ciclo combinato - sono volte a migliorare rendimenti energetici del ciclo termico elevando le massime temperature operative dei componenti, e a controllare e ridurre le emissioni gassose. Gli studi di corrosione sui materiali, che vanno dalle nuove leghe ai prodotti ceramici sia in forma massiva sia di rivestimenti, riguardano le scelte progettuali per i componenti di impianto, quali turbine a gas e scambiatori di calore, destinati a operare a temperature più elevate. L'obiettivo ultimo è quello di mettere a disposizione del progettista dati utili per l'ottimizzazione dei componenti. Dal 1988 è operativo al CISE un laboratorio per prove di corrosione ad alta temperatura che colma una lacuna di ricerca tecnologica esistente in Italia. Nel laboratorio, in fase di completamento, dotato di sei apparati sperimentali, è possibile riprodurre le condizioni di temperatura e composizione delle miscele gassose tipiche dell'esercizio dei materiali nei componenti critici degli impianti, sia tradizionali sia innovativi. È così possibile studiare l'effetto dei parametri più significativi sulla cinetica dei processi corrosivi e sui loro meccanismi di attacco. In particolare, si impiegano sistemi nei quali campioni di materiali metallici e ceramici di piccole dimensioni vengono portati fino alla temperatura di 1500°C in flusso di miscele gassose, che simulano la composizione dei gas aggressivi.

\* Capo Sezione Elettrochimica

# MATERIALI E RIVESTIMENTI AVANZATI



di REMO MARTINELLA\* e WALTER CERRI\*\*

L'impiego in campo termoelettrico di materiali ceramici monolitici e di rivestimenti, in sostituzione dei tradizionali materiali metallici, consentirebbe di innalzare le temperature di lavoro e quindi di migliorare l'efficienza del ciclo termico, oltreché di ottenere una maggiore flessibilità nella scelta del combustibile, ridurre i consumi e, indirettamente, l'emissione di agenti inquinanti.

Tale impiego però è ancora limitato dalla fragilità, in quanto i materiali ceramici sono caratterizzati da una tenacità piuttosto bassa e dall'affidabilità fortemente influenzata dal processo di produzione (formatura, sinterizzazione, ecc.), responsabile della creazione di quelle porosità e difetti critici, che determinano l'inaffidabilità del manufatto.

In questo contesto, i rivestimenti permettono teoricamente di combinare i vantaggi dei materiali metallici per la funzione strutturale e di quelli ceramici per rivestimenti che meglio resistono ad attacchi erosivi e corrosivi e funzionano da barriere termiche.

Nell'ambito della caratterizzazione e sviluppo di materiali termostrutturali avanzati, il CISE persegue sia la realizzazione di giunzioni metallo-ceramica e ceramica-ceramica mediante processi di brasatura e diffusione allo stato solido per la realizzazione di scambiatori di calore ceramici, sia la caratterizzazione del comportamento a usura e a erosione, e delle proprietà termofisiche, termomeccaniche, microstrutturali, e di adesione dei rivestimenti, delle saldature e dei ceramici monolitici.

Grazie agli studi suddetti e alle competenze acquisite, il CISE ha potuto realizzare componenti-prototipo caratterizzati in campo, quali un prototipo di atomizzatore metallo-ceramico per miscele acqua-carbone, deflettori delle coppe dei bruciatori per polverino di carbone e parti di mulino, nei quali l'erosione è stata ridotta fino a quattro ordini di grandezza.

Sono stati inoltre selezionati possibili rivestimenti antierosione per caldaie a carbone e redatto un atlante delle relative morfologie e microstrutture e valutato il loro comportamento a erosione.

È in fase di sperimentazione in campo un tipo di allumina per proteggere dall'attacco erosivo i tubi bollitori di una caldaia a carbone e le coppe bruciatore.

Particolare importanza ha inoltre lo sviluppo di rivestimenti con proprietà variabili lungo lo spessore, in modo da ottenere materiali che sopportino le sollecitazioni termomeccaniche imposte dall'esercizio e assicurino proprietà ottimali, dal punto di vista sia dell'interazione rivestimento-substrato, sia dell'interazione con l'ambiente.

Infine si assicura la partecipazione in campo internazionale a programmi di ricerca e standardizzazione riguardanti l'erosione di materiali per letti fluidi, l'erosione da cavitazione e l'usura da strisciamento.

La linea di ricerca nel settore dei materiali e rivestimenti avanzati persegue inoltre altri due obiettivi:

- sviluppo di processi di lavorazione innovativi nei settori della saldatura e dei rivestimenti superficiali per il miglioramento di componenti e la ricostruzione di componenti danneggiati dall'esercizio, con particolare riferimento alle tecniche di lavorazione con laser di potenza;
- sviluppo di sottosistemi finalizzati al miglioramento dell'utilizzo del laser come utensile, con particolare riferimento ai settori della componentistica ottica di trasporto e focalizzazione dei fasci laser e alla diagnostica di processo.

Il perseguimento degli obiettivi si differenzia in due attività: un'attività più propriamente di ricerca applicata, svolta anche con il contributo CEE, per la valutazione delle prestazioni del manufatto, e un'attività sul singolo componente, finalizzata all'utilizzazione del manufatto stesso.

Le competenze acquisite relativamente allo sviluppo della lavorazione con laser di interesse in campo petrolchimico, aeronautico, e nucleare, riguardano la messa a punto del processo di saldatura con laser a CO<sub>2</sub> e Nd-YAG, l'ottimizzazione del processo di tempra superficiale con laser a CO<sub>2</sub>, la qualifica dei processi di riporto di polveri metalliche e composite metallo-ceramiche, e gli studi di fattibilità per la valutazione tecnico-economica sull'applicabilità della tecnologia laser.

Le competenze acquisite relativamente alle metodologie di lavorazione laser si riferiscono alla progettazione e realizzazione di sistemi speciali di lavorazione, quali il sistema di estrazione in tubi da preriscaldatori con trasporto del fascio laser in fibra ottica, lo sviluppo di un sistema robotizzato di lavorazione relativamente alla tecnologia laser e lo sviluppo di dispositivi di controllo del processo di saldatura.

\* Capo Sezione Materiali e Rivestimenti Speciali

\*\* Capo Sezione Sistemi e Progetti Laser



Trattamento con laser di aste di perforazione.

## IL DEGRADO AD ALTA TEMPERATURA

di CARLO FOSSATI\*



Un impianto industriale subisce nel tempo un progressivo deterioramento, simile, per molti aspetti, al processo di invecchiamento del corpo umano. La molteplicità dei fattori che possono "minare la salute" di un componente: ambiente d'esercizio (temperatura, fluidi implegati, ecc.), sollecitazioni (sforzi statici e

dinamici di qualsiasi tipo), difetti di costruzione o indotti da condizioni anomale d'esercizio, fa sì che un corretto approccio al problema, pur basandosi su competenze specifiche nel campo dei materiali, debba prevedere il concorso di esperti delle varie branche dell'ingegneria.

Per il CISE, che vanta competenze ed esperienza pluriennali sia nel campo dei materiali, sia nel campo dell'ingegneria, è stato naturale affrontare già anni orsono il problema, con lo scopo di fornire all'industria uno strumento affidabile ed efficace per una corretta gestione degli impianti. Circa il venticinque per cento dell'attività totale del centro e almeno cento persone sono attualmente impegnate sull'argomento, in particolare su programmi di ricerca ENEL, che sta dedicando al problema notevoli risorse, poiché a esso sono legati l'affidabilità e la sicurezza degli impianti, la riduzione di incidenti (e quindi dei costi e del rischio di danni ecologici), lo sfruttamento ottimale degli impianti stessi.

In questo ambito, i programmi di ricerca sui materiali strutturali riguardano attualmente lo studio dei meccanismi di danno del materiale e lo sviluppo di metodi per la determinazione delle proprietà meccaniche, corrosionistiche e microstrutturali residue su microcampioni prelevati da componenti eserciti. Parallelamente, presso altre divisioni vengono condotti programmi comunque legati al problema della valutazione del degrado, quali lo sviluppo di controlli non distruttivi in grado di individuare in modo puntuale e precoce i difetti e lo sviluppo di modelli e metodi di calcolo per la valutazione del danno accumulato.

Accanto alla ricerca, che garantisce comunque la base necessaria per un continuo aggiornamento e sviluppo delle

competenze, si situa l'attività in campo e in laboratorio al servizio dell'industria. In questo ambito, si richiede non solo una conoscenza approfondita in singoli settori e discipline, dall'ingegneria alla scienza dei materiali, dall'ambiente, ai sistemi di calcolo, ma soprattutto una capacità di sintesi finale, che implica un'attività integrata tra varie discipline.

Il CISE può così esprimere al massimo la sua capacità di fornire un servizio completo per l'industria, anche alla luce delle nuove normative nazionali in fase di definizione e alla cui stesura partecipa fattivamente.

I vantaggi che l'industria può ottenere da un controllo periodico dello stato di degrado dei suoi impianti riguardano il maggior grado di affidabilità e sicurezza dell'impianto, con conseguente riduzione di incidenti e costose fermate, maggiori garanzie contro il rischio di danni ecologici provenienti da fughe di sostanze inquinanti e miglior sfruttamento degli impianti, con possibilità di prolungarne la vita in modo del tutto sicuro anche oltre i limiti di progetto.

In questo settore la committenza è molto ampia. All'ENEL, si assicura un ampio supporto specialistico. Per la committenza industriale, che vede presenti industrie chimiche (SISAS, Enichem), petrolchimiche (AGIP, ICIP, ISAB, API), cartiere e costruttori (Nuovo Pignone, Ansaldo, FTC), il CISE garantisce interventi completi di valutazione del degrado e dell'estensione della vita del componente d'impianto.

Recentemente, infine, sono stati anche richiesti interventi su impianti all'estero (Argentina, Brasile, ecc.), ponendo il CISE a competere con prestigiosi enti europei e americani.

Le indagini suddette possono avvalersi delle infrastrutture disponibili per la caratterizzazione dei materiali (meccanica della frattura, fatica, creep, corrosione, usura anche ad alta temperatura, esami microstrutturali e di superficie), per lo sviluppo dei controlli non distruttivi e per i calcoli di ingegneria strutturale.

\* Capo Sezione Meccanica e Microstruttura



Macchine per prove di creep-fatica.

a cura di LUDOVICA MANUSARDI CARLES

## Il premio Telettra dell'AEI a un lavoro CISE-ENEL sui sistemi esperti

Il premio Telettra 1990, assegnato per la migliore memoria presentata alla Riunione Annuale dell'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana (AEI), è stato vinto dal lavoro "Sperimentazione nell'uso di sistemi esperti per la gestione dei calcoli di funzionamento delle reti elettriche di potenza", presentato congiuntamente da E. Pessi e G. Tornielli, del CISE, e da L. Baggini e R. Cicoria, dell'ENEL/CREL.

Il premio è stato istituito al fine di promuovere la ricerca scientifica nel campo degli studi attinenti al settore elettrotecnico ed elettronico.



I premiati del CISE: da sinistra, Emanuele Pessi e Giorgio Tornielli, della Sezione "Intelligenza Artificiale", Divisione Sistemi e Modelli.

## Costituita l'associazione "ARIA"

La necessità di una decisa presa di posizione nei confronti dei problemi legati alla qualità dell'aria negli ambienti interni si scontra con la scarsità delle conoscenze relative alla provenienza, alla natura e all'evoluzione delle fonti di inquinamento "indoor". Ciò è evidenziato dalla difficoltà ricorrente di stabilire rapporti univoci di causa-effetto tra le caratteristiche delle varie fonti di inquinamento e le conseguenze sulla salute dell'uomo.

Al fine di approfondire le conoscenze relative a queste problematiche, è stata recentemente costituita l'associazione per la qualità dell'aria negli ambienti interni, denominata "ARIA".

L'Associazione persegue scopi di carattere culturale, scientifico e divulgativo, promuovendo lo studio e il progresso delle conoscenze nel campo della qualità dell'aria in ambienti interni.

Del consiglio direttivo dell'Associazione, che è presieduto dal prof. Paolo Orlando dell'Università Cattolica di Roma, fa parte, in qualità di Vice-Presidente, il dott. Paolo Frigieri, Direttore della Divisione Ambiente del CISE.

Sede dell'Associazione: via G. Vitelleschi, 11 - 00193 Roma - Tel. 06/6879104.

## Il CISE associato all'Heat Transfer and Fluid Flow Service

Dall'anno in corso, il CISE è membro dell'Heat Transfer and Fluid Flow Service (HTFS), l'associazione tra stato e industria, che fornisce ricerca e sviluppo di prodotti nel settore della termofluido-

dinamica. Le attività sono svolte presso i laboratori di Harwell (UK), il National Engineering Laboratory (UK), e i laboratori di Chalk River (Canada).

L'associazione all'HTFS dà diritto, tra l'altro, all'acquisizione di una ricca e preziosa documentazione (manuale di progetto, rapporti, programmi di calcolo, ecc.). Questo materiale documentario è disponibile per consultazione presso i rappresentanti tecnici A. Capozza (tel. 2373) e L. Mazzocchi (tel. 2518).

## Presentata dal CISE all'ALLIANT (Stati Uniti) l'attività di ALLUS Europe

Nel settore del calcolo parallelo, il CISE - che è dotato di un mini-supercomputatore ALLIANT FX/80 - costituisce uno dei punti di riferimento nazionali, in particolare per quanto riguarda lo sviluppo di software applicativo realizzato con queste nuove tecnologie.

Nel 1989 si è costituita la sezione europea (ALLUS EUROPE) dell'associazione degli utenti ALLIANT, del cui comitato direttivo fa parte la dott.ssa Luisa Brusa, assistente della direzione della Divisione Sistemi e Modelli del CISE.

La dott.ssa Brusa è stata invitata a illustrare l'organizzazione e l'attività di ALLUS EUROPE al meeting ALLUS americano, tenutosi a New Orleans dal 29 ottobre al 10 novembre scorso.

## Incontri su problematiche ambientali di grande attualità

□ **Il monitoraggio ambientale: innovazioni tecnologiche e istituzionali - Milano, Università Bocconi, 1° giugno 1990.**

In questo convegno, l'Università Bocconi ha presentato, attraverso lo IEFEE - Divisione Economia e Tecnologia, i risultati di un'approfondita ricerca sul monitoraggio ambientale e sul relativo mercato - alla quale ha partecipato il CISE (relatore, F. Cristofori) - frutto di un lavoro di due anni.

Nel corso della ricerca, sono stati redatti rapporti specifici per i segmenti aria, acqua, idrogeologia, agrometeorologia e rifiuti, e un rapporto conclusivo. L'approccio seguito ha evidenziato la necessità di ampliare la definizione di monitoraggio non limitandola al solo rilevamento territoriale, ma estendendola all'insieme delle problematiche relative alla gestione delle informazioni ambientali. Si è così deciso di proseguire l'impegno di ricerca con la creazione di un Osservatorio permanente - attualmente in fase di istituzione - per seguire la fenomenologia dello sviluppo del settore.

L'Osservatorio, del cui Comitato Scientifico farà parte il CISE, raccoglierà informazioni su: diffusione dei sistemi di monitoraggio, evoluzione tecnologica, grandi progetti e finanziamenti in corso di definizione, posizionamento dell'offerta, strategia della domanda, evoluzione normativa, svolgimento di seminari e convegni.

□ **Il sistema ambientale e territoriale nell'area del Consorzio Est Milanese - Inzago, 29 giugno 1990.**

Nell'incontro con gli amministratori e i

cittadini dei quarantanove comuni costituenti il Consorzio, il CISE ha presentato la prima parte dello studio di compatibilità ambientale, commissionatogli dal Consorzio stesso, relativo allo smaltimento dei rifiuti solidi urbani della zona Est milanese (relatori: E. Bazzano, P. Bossi, G. Pedroni, F. Sala).

Sono state presentate le caratteristiche principali del territorio in oggetto, come risultano dall'analisi effettuata. Alla conclusione dello studio, sarà possibile individuare i criteri per la localizzazione di una discarica e di un impianto "a tecnologia complessa" (inceneritore con ricupero di calore, e impianti per le fasi intermedie di trattamento dei rifiuti stessi).

### CONSORZIO PROVINCIALE EST MILANESE INZAGO (MI)



Il sistema ambientale e territoriale nell'area del Consorzio Est Milanese giugno 1990

□ **Qualità dell'aria a Novara: risultati e proposte - Novara, 7 luglio 1990.**

In questo convegno, il CISE ha presentato i risultati dell'"Analisi conoscitiva delle problematiche dell'inquinamento atmosferico interessante la città di Novara" (relatore, G. Pedroni). Da questo studio, appare evidente che la principale fonte di inquinamento atmosferico cittadino è rappresentata dal traffico veicolare (responsabile, a livello annuo, di oltre il 99% delle emissioni di ossido di carbonio, del 96% delle polveri, e di circa il 90% degli ossidi di azoto).

Lo studio ha anche fornito una mappa dei punti ottimali della localizzazione delle centraline di monitoraggio.

□ **Ambiente e Territorio: quali risposte con l'informatica e la telematica - Roma, Auletta dei Gruppi Parlamentari, 8 novembre 1990.**

Il CISE ha partecipato con la relazione «L'integrazione delle competenze informatico-telematiche e modellistiche per l'analisi dell'ambiente in quanto sistema computer» (relatore, P. Frigieri). Questo convegno, patrocinato dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri e dal Ministero dell'ambiente, ha inteso svolgere un'analisi delle nuove opportunità offerte dall'informatica e dalla telematica al servizio dell'ambiente, del territorio e delle risorse naturali, e formulare proposte per iniziative concrete nella realtà italiana.



## Dal centro informazione bibliografica

A cura di PIERANGELO COMERO

Sul versante degli **strumenti indiretti** o, come si suol dire, formali, di informazione (a quelli diretti si è accennato nel numero precedente) vogliamo segnalare una serie di pubblicazioni utili, piacevoli e curiose: si tratta dei "Current Contents", dei quali la biblioteca riceve le tre seguenti sottosezioni:

"Current Contents: Engineering, Technology & Applied Sciences";  
"Current Contents: Life Sciences";  
"Current Contents: Physical, Chemical & Earth Sciences".

Consideriamo, a mo' d'esempio, la prima sottosezione: analoghe considerazioni valgono anche per le altre. Si tratta di un periodico a cadenza settimanale, di formato tascabile, che riporta sommari dei periodici usciti nell'ultima settimana, scelti tra i più rappresentativi e prestigiosi del loro settore e raggruppati per argomenti in modo da facilitare la consultazione. L'utente può peraltro scorrere i sommari nella sezione di suo interesse, oppure consultare l'indice delle riviste della settimana per individuare una ben precisa rivista, oppure cercare nell'elenco delle parole chiave la ricorrenza di uno specifico termine nei titoli dei sommari.

Una costante consultazione dei CC, pur richiedendo un tempo assai modesto, consente un buon livello di aggiornamento sul versante dei periodici.

Ma l'utilità dei CC va oltre. Essi riportano, per esempio, l'indirizzo di ogni primo autore di articolo, permettendo così di individuare l'ente presso il quale opera. Con l'occasione si ricorda che sono disponibili presso le Segreterie del CISE cartoline prestampate con le quali si può chiedere all'autore il reprint dell'articolo.

La sezione "Current Book Contents" presenta ogni settimana alcuni libri con i rispettivi indici, di contenuto aggiornatissimo, e costituiti, di norma, dal contributo di più autori.

Interessante per altri versi è la sezione "Citation Classic", dedicata alle pubblicazioni scientifiche di successo, cioè ad articoli o a libri che nel corso degli ultimi anni hanno raggiunto un ragguardevole numero di citazioni. In una paginetta l'autore scrive un commento sulla sua pubblicazione di successo, dando enfasi agli aspetti umani della scienza: come il progetto iniziò, quali ostacoli dovette affrontare, perché il lavoro ha avuto successo. Una chicca per lo storico della scienza, ma anche per il ricercatore che vuole avere informazioni di prima mano sui punti caldi della ricerca.

E ancora, le rubriche "ISI Press Digest", con l'immane vignetta, e "Current Comments" del celebre Eugene Garfield. Ma lasciamo che siano i lettori a scoprire, mediante una costante consultazione, tutta la ricchezza e la versatilità di questa straordinaria pubblicazione.

# TECNOLOGIE INNOVATIVE E SALVAGUARDIA DEL PATRIMONIO CULTURALE

Intervista raccolta da RICCARDO ROMANI

Un grande "buco nero" è presente nelle conoscenze del patrimonio artistico e monumentale italiano. Di cui sappiamo tutto in termini storici e culturali, ma di cui ignoriamo purtroppo i più elementari dati tecnico-scientifici, necessari alla sua conservazione: staticità, dinamica, tecniche costruttive, materiali, morfologia delle strutture, ecc. Pochi casi, ma di enorme rilievo (Cupola del Brunelleschi a Firenze, Campanile di S. Marco a Venezia, Torre di Pisa e qualche altro) hanno rivelato però che le più moderne e sofisticate tecnologie di misura e di controllo (ottiche, meccaniche, idrauliche, elettroniche, elettromagnetiche, termodinamiche, elettrochimiche, ecc.), già impiegate fra l'altro nei controlli statici e dinamici di grandi strutture industriali e civili (dighe, gallerie, ponti, viadotti, ecc.), possono concorrere in maniera determinante a colmare tali lacune. A squarciare, in altre parole, il "buco nero" in parola. Esiste perciò un rapporto stretto, che va fortunatamente allargandosi, fra progresso tecnologico e salvaguardia dei beni culturali. Per saperne di più ne abbiamo parlato con il Direttore delle Relazioni Esterne della Società, dott. Francesco Bulgarelli.

## Come si colloca il CISE in questo rapporto fra tecnologie avanzate e salvaguardia dei beni culturali?

La vocazione del CISE - dice Bulgarelli - è tipicamente industriale, ma certe ricerche che il CISE conduce, alcune strumentazioni che mette a punto, certi sistemi che studia, sono applicabili "tout court" anche alla difesa e alla conservazione del patrimonio artistico e monumentale. Perché controllare una ciminiera alta cento metri e controllare a esempio il Campanile di S. Marco, è un tipo di controllo e di monitoraggio che può essere eseguito con le stesse tecniche e con le stesse metodologie. Per questo, con le sue attività, il CISE ha accumulato da qualche anno un grande bagaglio di conoscenze e di tecnologie che ha potuto mettere a disposizione anche delle specifiche esigenze di salvaguardia del patrimonio culturale in questione.

## È stato qualcuno dall'esterno che si è accorto di queste vostre attività, intravedendone il loro possibile impiego anche a favore dei beni culturali, o siete stati voi a muovervi anche in questa direzione?

Siamo noi che ci siamo mossi direttamente a questo fine, provocando alcune richieste. A esempio quelle per il controllo dell'affresco "Il gentiluomo in armi" del Bramante; del Ciborio in stucco dipinto della Basilica di S. Ambrogio a Milano; e del Cenacolo Vinciano, una decina d'anni fa, che ci hanno sollecitato a intervenire con le nostre tecnologie. Tecnologie impiegabili per il controllo, la diagnosi dei mali e per più analisi di diversa natura. Non per interventi di restauro, che è un'area nella quale non operiamo. Di enorme importanza invece le nostre tecnologie si rivelano soprattutto nei controlli plurimi, di diverso tipo, eseguiti in monitoraggio e contemporaneamente, per acquisire la molteplicità di dati diversi, che sono poi indispensabili ai responsabili del restauro o della conservazione delle opere d'arte e monumentali.

## Può farci un esempio di queste pratiche di controlli integrati?

Certamente. Pensi a esempio alla complessa problematica concernente la staticità di certe strutture monumentali a Venezia, in rapporto all'azione combinata che, in misura diversa, esercitano su tutto il tessuto urbano i flussi e i reflussi delle maree, le avversità atmosferiche, la subsidenza, ecc. Bene, con più tecnologie di cui il CISE dispone, si potrebbero tenere sotto controllo contemporaneamente più campanili in zone diverse della città, con una rete comune di livellazione concepita come un sistema di monitoraggio integrato e rilevare anche le pur minime sollecitazioni e i movimenti provocati, in diversa misura, in tutte le aree del centro storico veneziano dalle sottospinte generate dalle maree, dai bradisismi e da altre cause idrogeologiche. Quindi informazioni preziose anche sui diversi sprofondamenti subiti dalle varie zone cittadine negli stessi periodi di osservazione. Monitoraggi e diagnosi del genere, e di altro tipo, possono concernere, altrove, altri beni architettonici, monumentali, artistici, quadri, affreschi, ecc.

## Potrebbero esserci anche altre utilizzazioni di tali tecnologie?

Non c'è dubbio. Un caso tipico è la riproduzione olografica a laser, in visione cioè a colori e tridimensionale, di opere d'arte di particolare fragilità e valore, il cui spostamento a



grandi distanze per esposizioni, mostre, ecc. è un serio pericolo per la loro incolumità.

## Avete avuto anche a che fare con le tecnologie ispettive all'infrarosso, o altre, per scoprire i disegni preparatori dei quadri, le firme, ecc.?

Sì, le abbiamo utilizzate per la diagnosi di un affresco di Piero della Francesca, ad Arezzo. Ma quando è possibile ricorrere ad analisi chimiche abbiamo impiegato anche altre nostre tecnologie: il metodo PIXE (Particle Induced X-ray Emission)

da noi usato per ricerche sull'inquinamento ambientale, è stato anche impiegato per le analisi di minuscoli frammenti del Ciborio in stucco dipinto della Basilica di S. Ambrogio, per datarne la nascita e i successivi restauri. Con l'acceleratore Van de Graaff, da piccolissimi frammenti di colore si può risalire alla composizione dei colori tipici usati in certi periodi storici solo da certi grandi autori, e quindi concorrere alla datazione delle opere, a diagnosticare il loro stato di conservazione, ecc.

## Collaborate anche con l'AIPND (Associazione Italiana Prove Non Distruttive)?

Certo, e anche qui si tratta di una collaborazione nata agli inizi su scala industriale (perché la generalità degli associati all'AIPND opera in questo settore), quindi allargata al campo dei beni culturali, dove si organizzano anche Congressi nazionali e internazionali di specialisti, ai quali anche noi concorriamo e partecipiamo.

## Nelle ricerche in corso c'è qualche novità di rilievo?

Direi diverse, ma la più promettente sembra essere la messa a punto di una nuova tecnologia per scoprire i difetti interni e nascosti di certi materiali metallici. Si pensa a una sua possibile applicazione anche alle statue, ai bassorilievi di bronzo, ecc., ovviamente con opportuni accorgimenti e scrupolose cautele.

In proposito stiamo anche avendo interessanti proposte di collaborazione da parte di specialisti del ramo, per partecipare a progetti di ricerca finalizzati nell'ambito della Legge 46.

Si può perciò concludere che sul piano concreto della salvaguardia dei beni culturali, le "due culture", umanistica e scientifica, vanno trovando un proficuo terreno d'incontro. Quello che ci vuole per affrontare seriamente, una volta per tutte, il grave ed enorme problema del degrado fisico delle opere più significative espresse da quei valori universali che sono alla base della civiltà.

## TACCUINO AZIENDALE & APPUNTAMENTI

17 dicembre 1990: Convegno "ARIA 90: La qualità dell'aria negli ambienti interni - Stato dell'arte e prospettive a livello nazionale e internazionale". Sede del Convegno: Area di Ricerca del CNR, via Ampère 16, Milano.

L'Associazione ARIA (recentemente costituita, v. in questo numero notizia a pag. 6), il CISE e il CNR, con l'organizzazione di questa giornata di studio intendono fare il punto sulla situazione italiana relativa alla qualità dell'aria negli ambienti confinati, con l'obiettivo di favorire lo sviluppo di metodologie di studio atte ad orientare gli interventi tecnologici e normativi diretti a fornire risposte adeguate alle esigenze della realtà italiana. Intervengono al Convegno: L. Rossi Bernardi, Presidente CNR;

F. Velonà, Presidente CISE - Tecnologie Innovative; P. Orlando, Presidente ARIA; M. Ferlini, Assessore all'Ecologia del Comune di Milano; G. Cerutti, Commissione Ambiente - Camera dei Deputati; C. Cerruti, Direttore Prog. Finalizzato Edilizia e Direttore CNR-ICITE; C. Cini, Direttore Generale Ministero Ambiente; S. Carrà, Responsabile Sottoprogetto 4, Convenzione CNR/ENEL; M. De Bortoli, CCR-CEE (Ispra). Partecipano alla Tavola Rotonda, moderata da P. Bisogno, Presidente Comitato Direttivo P.F. Edilizia: L. Beltrami Gadola, Presidente Consorzio Indoor Air Quality Italia; A. Guerrini, Presidente Comitato Ambiente CNR; B. Guerini, Università di Pisa; M. Maroni, Istituto di Medicina del Lavoro, Università di Milano; A. Ruffolo, CISE-Tecnologie Innovative; G. Sciocechetti, ENEA; A. Taschini, ENEL/CRTN, Milano. Il Convegno si svolge con il patrocinio del Ministero dell'Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica.

3 dicembre 1990: Premiazione del concorso fotografico "CISE 90 - Tecnologie ed energia".

Si è tenuta il 3 dicembre, alla Galleria "Il Diaframma Kodak-Cultura" di Via Brera 16, Milano, la premiazione del Concorso fotografico "CISE 90 - Tecnologie ed energia" (V. Azienda CISE n. 1/2, pag. 6). La giuria del concorso (Paolo Alia, Direttore Generale CISE; Paola Bergna, Vice Direttore "Photo Italia"; Giampaolo Bolo-



gnesi, Presidente Onorario del Circolo Fotografico Monzese; Francesco Bulgarelli, Direttore Relazioni Esterne CISE; Paolo Cividari, Relazioni Esterne CISE; Lanfranco Colombo, Direttore Galleria "Il Diaframma Kodak-Cultura"; Paolo Migliavacca, Relazioni Esterne CISE; Gianni Pampurini, Gruppo Culturale CISE), esaminate le opere pervenute (centodieci concorrenti, milletrecentoquarantacinque immagini), ha proceduto alla segnalazione dei dieci premiati, nelle persone di: Luigi Funari (Torino), Massimo Fusco (Roma), Pier Maria Lorenzi (Milano), Giorgio Matticchio (Laveno - Varese), Marco Merati (Milano), Primo Montanari (Albinea - Reggio Emilia), Enrico Rancati (Piacenza), Vanino Santini (Empoli - Firenze), Maurizio Vetri (Roma), Vincenzo Zaccaria (Castel Bolognese - Ravenna).

La giuria ha dato una valutazione complessivamente molto positiva della qualità delle opere

presentate, che nella maggioranza sono state aderenti al tema del concorso, interpretandolo in modo apprezzabile dal punto di vista tecnico, estetico e creativo. Nella selezione, la giuria ha inoltre indicato una cinquantina di altre opere, che, insieme con le opere dei dieci concorrenti segnalati, costituiscono la mostra itinerante del concorso. Alcune di queste opere hanno ricevuto ulteriori segnalazioni nella serata di premiazione.

Il concorso fotografico, che fa seguito a quello indetto nel 1985 sul tema "Obiettivo ambiente: la natura, l'arte, la cultura", si inserisce nell'ambito delle attività culturali del CISE, che riflettono l'attenzione della società per il perseguimento della massima compatibilità tra attività produttive - in particolare quelle relative alla produzione di energia - e la salvaguardia dell'ambiente, inteso nel suo significato più ampio: ambiente naturale, territorio, patrimonio storico-artistico-culturale.

# GARANZIA DI QUALITÀ: DALLA TEORIA ALLA PRATICA

Il CISE è una Società che operando nel campo delle tecnologie innovative ha affrontato in modo sistematico le tematiche della garanzia di qualità.

Al responsabile del Servizio Infrastrutture - a cui fa capo l'attività dell'Ufficio Garanzia di Qualità - il dott. **Roberto Di Pietro**, abbiamo chiesto di illustrarcene genesi e finalità.

"L'attività dell'Ufficio di Garanzia della Qualità - spiega il dott. Di Pietro - è particolarmente indirizzata alla gestione della qualità a livello di sistema, più che alla qualità del prodotto, cui sono maggiormente dedicate le unità operative. Quella della garanzia di qualità è una attività che si è sviluppata già negli anni '40 e '50 e che ha poi avuto un ulteriore importante sviluppo nell'ambito del nucleare e della componentistica elettronica. La normativa italiana utilizzabile nel campo nucleare è rappresentata dalla guida tecnica ENEA n. 4 e dalla norma UNI 8450. Successivamente, criteri e metodologie di garanzia o assicurazione della qualità hanno trovato sensibili anche altri settori, per cui oggi disponiamo di una normativa più articolata seppur non specifica, rappresentata dalla serie UNI-EN-29000 derivante dalla serie ISO.9000."

## Quando il concetto è stato introdotto nella vostra realtà?

È bene premettere che al CISE la cultura della qualità è stata da sempre una naturale caratteristica delle attività specifiche della società, che ha trovato una sua "istituzionalizzazione" nell'opera dell'ufficio Garanzia della Qualità, creato nei primi anni ottanta, per far fronte alle esigenze delle commesse nucleari che arrivavano dall'ENEL, in particolare per la centrale elettro-nucleare di Montalto e per quella di Trino Vercellese. In seguito abbiamo applicato i criteri e le metodologie anche per attività spaziali commissionateci dall'Agenzia Spaziale Europea e successivamente dall'Agenzia Spaziale Italiana. Facendo riferimento alle norme sopracitate abbiamo preparato il nostro manuale di qualità, in cui sono contenuti tutti i momenti gestionali e tecnici che si

riteneva opportuno applicare a fronte delle richieste del Committente.

## Qual è la dimensione della tematica garanzia di qualità?

Molto ampia, in quanto la garanzia della qualità prende in considerazione fattori quali la struttura organizzativa, la pianificazione, la responsabilità e i compiti del personale coinvolto nell'attività, i rapporti fra le varie entità operative interne e esterne, fornisce criteri e metodologie per la gestione della progettazione, collabora alla qualificazione dei fornitori. In poche parole, la garanzia della qualità si propone di dare regole per tenere sotto controllo l'intero sistema operativo.

Per quanto riguarda i costi, l'introduzione della garanzia della qualità non è un'operazione indolore ed è stato valutato un aumento dei costi variabili dal 3 al 15 per cento, in funzione del tipo di prodotto o di sistema. Tuttavia, considerando la sempre maggiore applicazione, i suoi costi diretti e indiretti sono destinati a diminuire considerevolmente.

## Abbiamo visto che qui al CISE il discorso della qualità, nato sul nucleare e sullo spaziale, si è affermato ed esteso ad altri campi.

È vero: il CISE ha un progetto che porterà alla realizzazione di qualità aziendale in modo svincolato da eventuali richieste del committente; e il cui scopo è di ottenere una maggiore qualità di tutte le attività che vengono svolte. Questo progetto è stato avviato nel corso del 1989 con la preparazione di un manuale che, facendo riferimento alla normativa più recente, cerca di interpretare tutte le esigenze operative del CISE, che - come è noto - opera in campi tecnico-scientifico molto diversi.

Il manuale stesso è stato distribuito nei primi mesi del '90. Abbiamo inoltre scelto alcune commesse, su cui applicare il contenuto del manuale e stiamo sviluppando i relativi strumenti operativi. Penso che questa attività possa avere buoni risultati fra un anno, quando potremo valutare i costi, la capacità di gestione, la risposta da parte dei tecnici, in

modo da perfezionare ulteriormente il "sistema di qualità aziendale".

**Fra i vari problemi, Lei ha accennato a quello dell'impatto di queste norme sui tecnici, che temono possano allungare i tempi e aumentare i costi senza apprezzabili risultati sulla qualità del loro lavoro. Per quale motivo ciò può avvenire?**

Questo è un discorso complesso e noi riteniamo sia dovuto al fatto che i criteri di qualità fanno riferimento a concetti molto ovvi e pertanto noti, ma che non vengono applicati con costanza e coerenza. Gli uomini della qualità non sono taumaturghi, i loro strumenti sono rappresentati nella continua pressante richiesta di applicazione dei contenuti dei documenti di riferimento. Il fatto che si vada sempre più affermando anche a livello internazionale la necessità di operare in "qualità" è la dimostrazione più evidente che il problema che cerchiamo di affrontare è reale.

## Emerge quindi che il controllo della qualità non è un fatto di procedure tecniche o di innovazioni ma una filosofia di maggiore attenzione?

La garanzia e il controllo sono concetti diversi. Il controllo rappresenta un tassello importante della qualità ed è legato al prodotto. Con questa funzione mi accerto che siano state rispettate le specifiche richieste, dimensionali o di altro tipo. La garanzia agisce a livello di sistema, considera evidentemente una componente molto importante il controllo del prodotto, però cerca nelle fasi a monte di evitare che si arrivi, durante il controllo, allo scarto del prodotto stesso. Noi cerchiamo appunto di impostare il lavoro in modo corretto, assicurandoci per esempio l'utilizzo di macchine idonee, che siano tarate in modo adeguato e che diano garanzie di mantenere per un tempo sufficiente le caratteristiche richieste e così via. Questa è soltanto una parte di un sistema di garanzia della qualità, nell'ambito della quale vi è oggi una spinta generalizzata a dare maggior risalto ai problemi dell'organizzazione e della formazione. Oggi gli uomini della garanzia della qualità tendono a espandere molto la sfera di applicazione della garanzia, che è sempre stata legata a un discorso tecnico. L'attenzione si sposta sugli aspetti dell'organizzazione e dell'addestramento e pertanto altre componenti aziendali saranno sempre più chiamate a operare nell'ambito della qualità.

Intervista raccolta da ELENA MAROLI

## OSSERVATORIO DI DIRITTO DELL'AMBIENTE

### Inquinamento atmosferico: diritto vigente e nuove tecnologie

di CLAUDIA PASQUALINI SALSA

La tutela della qualità dell'aria - relativamente agli agenti inquinanti di origine industriale (troppo di frequente accade di dimenticare che l'attività produttiva non è mai e in nessun ambito territoriale l'unica fonte inquinante) - è delineata nelle sue linee programmatiche dal DPR 203 del 24 maggio 1988.

Come la maggior parte delle leggi speciali di diritto dell'ambiente, il DPR 203/88 è "norma di principio": contiene, cioè, la mera enunciazione di un principio-base da rispettare (in questo caso, la tutela della qualità dell'aria), senza però dettare regole concrete di condotta, rimesse a norme ulteriori. Il destinatario della norma-base ha, a proprio carico, specifici obblighi da adempiere entro termini perentori, secondo modalità però definite da una successiva normativa, e questa - ecco il punto della questione - non viene quasi mai emanata prima della scadenza del termine di adempimento del singolo obbligo.

Ne è chiarissimo esempio, per rimanere nell'ambito del DPR 203/88, la prescrizione di cui al suo articolo 12, in virtù della quale il responsabile di un impianto produttivo - "esistente" alla data di entrata in vigore del DPR 203/88 e assoggettato alle sue previsioni - ha l'obbligo di presentare alla Regione la domanda di au-

torizzazione alle emissioni, corredata di una relazione tecnica e di un progetto di adeguamento delle emissioni "entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto".

Se per la relazione tecnica lo stesso articolo 12 traccia un

quadro di riferimento, il progetto di adeguamento delle emissioni viene riferito a quei valori limite e valori guida di qualità dell'aria, determinati per l'intero territorio nazionale da un (successivo) decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri.

Giunta a scadenza la data del 30 giugno 1989 (dodici mesi dall'entrata in vigore del DPR 203/88) senza che il DPCM fosse emanato, si sono susseguite diverse proroghe, sino alla più recente prevista dal decreto legge 215/1990 e - decaduto questo per mancata conversione in legge - dal decreto legge 274 del 4 ottobre scorso.

Confermato al 30 settembre 1990 il termine entro cui presentare la domanda di autorizzazione alle emissioni, è stata prorogata al 31 marzo 1991 la data di presentazione del progetto di adeguamento. Ma:

1) la domanda di autorizzazione presentata entro il 20 settembre 1990, senza il progetto di adeguamento è di scarsa efficacia, poiché, o le Regioni a seguito di esso emaneranno una serie di autorizzazioni "inutili", oppure nessun provvedimento;

2) il DPR 203/88 è destinato a rimanere sul punto (e non su questo solo) mera "norma di principio", non attuata almeno sino al 21 marzo 1991.

A fronte di tale sconcertante quadro legislativo, sussiste la concreta volontà dell'ENEL - e delle società di ricerca ad esso collegate - di farsi carico del problema dell'inquinamento atmosferico, transfrontaliero per la sua stessa natura, come tale oggetto di attenzione da parte del legislatore CEE e di governi esteri.

Interessanti (ed avanzate), per esempio, sono le tecniche innovative per l'abbattimento di inquinanti da gas di combustione.

La particolare attività dell'ENEL in questo campo risale agli studi e ricerche avviati già dai primi anni '70, supportate dalle tecnologie e dalla strumentazione del CISE.

Si tratta di un vasto programma di ricerca a carattere internazionale, collegato ai progetti europei JOULE e THERMIE, all'attività dell'EPRI (Electric Power Research Institute - USA) e dell'Università di Tokio.

Ha per obiettivo la rimozione delle principali sorgenti di inquinamento collegate al rilascio di gas di combustione in atmosfera: particolato solido, ossidi di zolfo e ossidi di azoto.

Gli elementi più qualificanti del programma fanno riferimento all'utilizzo di tecnologie intrinsecamente "pulite", basate su processi elettrostatici.

In tali processi l'applicazione di campi elettrici impulsati comporta il trasferimento ai gas di combustione di una carica elettrica che consente, a seconda delle applicazioni specifiche:

a) un più efficace trasferimento di una carica elettrica al particolato solido; b) la produzione di specie chimiche attive che innescano trasformazioni di  $SO_x$  e  $NO_x$  nei

rispettivi acidi. Questi vengono neutralizzati con l'aggiunta di reagenti basici e trasformati in prodotti solidi (sali), facilmente captabili da un precipitatore elettrostatico.

Il programma nel suo complesso coniuga in modo efficace lo sviluppo e la realizzazione di impianti sperimentali, anche di notevoli dimensioni, con l'approfondimento degli aspetti più di base dei fenomeni in esame.

Significativo esempio è la struttura sperimentale di Marghera.

Presso la Centrale di Marghera, infatti, sono stati progettati e realizzati impianti sia sperimentali sia dimostrativi, che ci risultano essere unici in Europa e tra i più importanti a livello mondiale.

Questo impegno di studio e di ricerca dell'ENEL è tanto più apprezzabile in quanto l'attività finora svolta ha già dato occasione all'industria italiana di sviluppare prototipi di alimentatori a impulsi per precipitatori elettrostatici e reattori di abbattimento di  $SO_x$  e  $NO_x$ , favorendo perciò il superamento di quella posizione subalterna, rispetto all'industria europea, che l'industria italiana deve, purtroppo, ancora scontare.



**TECNICHE INNOVATIVE PER L'ABBATTIMENTO DI INQUINANTI DA GAS DI COMBUSTIONE**

