

FESR e 479 miliardi a carico dei comuni o del loro concessionari. Nelle regioni Lazio e Marche, escluse dai contributi comunitari, sono stati approvati 24 progetti per la realizzazione di nuove reti di distribuzione e 4 progetti per l'ampliamento di reti già esistenti, per un investimento globale di 75 miliardi dei quali 61 miliardi a carico dello Stato e 14 miliardi a carico dei comuni o dei loro concessionari. Per quanto concerne le opere di adduzione, sono stati ammessi a finanziamento 116 progetti di adduttori ENI, per un investimento globale pari a 850 miliardi dei quali 382 a carico dello Stato, 298 a carico FESR e 170 a carico dell'ENI.

Nell'ambito del Quadro Comunitario di Sostegno per il periodo '94-'99, sono stati destinati al settore ulteriori 260 miliardi tra contributi nazionali e comunitari, che, in seguito alla delibera CIPE 21/3/97, hanno permesso di approvare ancora 60 iniziative, comprese due nella Regione Sardegna, e che nei prossimi mesi consentiranno di finanziare ulteriori 20 progetti tra i quali quello concernente la realizzazione della rete di distribuzione del gas del comune di Sassari che, come le altre due iniziative della regione Sardegna già approvate, sarà esercita in via provvisoria con miscela aria-GPL.

Solo il 40% circa delle opere risulta collaudata; per impedire che i tempi necessari all'ultimazione dei lavori e al collaudo delle opere comportasse la perdita di una parte cospicua dei finanziamenti europei, erano stati, a suo tempo, predisposti due decreti legge (385 del 22/7/96 e 487 del 20/9/96) per consentire l'erogazione delle spese documentate al 30/9/96 da parte della Cassa Depositi e Prestiti nelle more dell'esecuzione del collaudo e della sua approvazione. Tali decreti non sono stati convertiti in legge, e attualmente è all'esame del parlamento un disegno di legge che, oltre a far salvi gli effetti di questi provvedimenti, prevede la proroga al 30/6/99 del termine ultimo per il completamento dei lavori non ancora ultimati, per i quali viene riconosciuta la quota di contributo nazionale, restando a carico degli operatori la quota parte di contributo comunitario non più esigibile.

Tutta l'attività è comunque stata oggetto di specifiche relazioni annuali per il Parlamento a cui si rimanda per i maggiori dettagli.

ALTRE PRESCRIZIONI

Tra le altre prescrizioni previste dalla legge figurano quelle relative:

- agli energy manager;
- alla stipula di convenzioni tra gli Enti Locali e ENEL, ENI, CNR, ENEA, Università;
- alla riorganizzazione della Direzione Generale delle Fonti di Energia del Ministero Industria;

Secondo i termini della legge, il Responsabile per la Conservazione e l'Uso Razionale dell'energia deve "individuare le azioni, gli interventi, le procedure e quanto altro necessario per promuovere l'uso razionale dell'energia, assicurando la predisposizione dei bilanci energetici" e ricoprire una "funzione di supporto ai decisori". Sempre a termini di legge, sono tenuti alla nomina e alla comunicazione annuale del nominativo, tutte le aziende industriali con consumi annui di energia superiori alle 10000 tonnellate equivalenti di petrolio e, per gli altri settori, i soggetti con consumi superiori ai 1000 tep/anno. In seguito ad uno specifico accordo, la FIRE (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia) ha i compiti di sensibilizzazione dei soggetti nominati e di realizzazione e gestione degli archivi dei nominati.

Allo stato attuale sono pervenute le segnalazioni di circa 2200 enti nominanti per circa 2500 nominativi, nei confronti dei quali la FIRE ha svolto una intensa campagna di sensibilizzazione basata su circa 50 incontri con più di 5000 presenze. Sempre la FIRE, utilizzando anche fondi derivati dall'accordo di programma MICA-ENEA e da finanziamenti dell'U.E., sta svolgendo una specifica campagna conoscitiva sulle problematiche connesse alla figura dell'Energy Manager; in effetti, la legge, enunciandone i caratteri principali, rimane necessariamente sul generico, ma non prevede azioni correttive rispetto a eventuali difficoltà applicative. Questo è evidente soprattutto nella Pubblica Amministrazione dove lo sforzo di trasferire dal mondo delle imprese produttive una figura con un ruolo orizzontale e promozionale, in grado di instaurare un processo di "feed-back" positivo con i decisori, ha incontrato non poche difficoltà. La realtà che emerge dalle indagini FIRE è quella che esiste una profonda distonia tra il ruolo affidato dalla legge al responsabile della conservazione e dell'uso razionale e il suo inserimento nella struttura gerarchica, rispetto alla quale costituisce una funzione fortemente disomogenea. Tali difficoltà sono principalmente legate al fatto che la Pubblica Amministrazione stessa è scarsamente sensibile ai dati di costo, di risultato e di efficienza e tende a rifiutare la conoscenza e gli obblighi di gestione che ne derivano. Pur riconoscendo alla legge 10/91 il merito di aver attivato iniziative e potenzialità sui temi energetici, prima inesprese, tuttavia uno sforzo ulteriore dovrebbe essere fatto sia per conferire degli obblighi ufficiali agli energy manager, sia per raccordare la loro funzione a quelle richieste per altre tematiche come ambiente e sicurezza, sia, infine, per definire un nuovo quadro di principi organizzativi della funzione pubblica che tenga conto di questa nuova figura professionale.

Riguardo alla stipula di convenzioni tra gli Enti Locali e gli Istituti di ricerca o Enti energetici nazionali, non sono pervenute indicazioni al riguardo se non quelle relative ad alcune convenzioni con Istituti universitari aventi per oggetto la pianificazione energetica o le verifiche impiantistiche sulle iniziative finanziate dalla presente legge.

Più recentemente (ma non è ancora nella fase operativa) è stato stipulato un accordo quadro di programma tra le Regioni e le Province autonome e l'ENEA, avente come temi programmatici:

- la pianificazione energetica ambientale;
- l'uso efficiente dell'energia nei settori industriale, residenziale, terziario, trasporti e agricoltura;
- le fonti rinnovabili;
- la formazione e l'informazione.

Per quanto riguarda la ristrutturazione della Direzione generale delle fonti di energia del MICA questa è stata attuata dal punto di vista strutturale, mentre per quanto riguarda l'organico è stata completata solo per la parte relativa al cambiamento di funzioni del personale già esistente e per quella relativa alla segreteria tecnica, operativa da circa 6 anni e costituita da personale proveniente dall'ENEA. La parte che prevedeva l'assunzione di personale qualificato esterno non ha, invece, avuto seguito per il noto blocco alle assunzioni nel pubblico impiego. Il tutto è stato poi riassetato con la recente ristrutturazione del Ministero Industria (DPR 220 del 28/3/97).

L'ACCORDO DI PROGRAMMA MINISTERO INDUSTRIA-ENEA

L'Accordo di Programma tra il Ministero dell'Industria Commercio e Artigianato e l'ENEA costituisce un degli strumenti predisposti dalla legge per l'attuazione delle sue finalità. L'idea iniziale risiedeva nel fatto che questo strumento avrebbe consentito la definizione e la realizzazione di un piano organico di interventi pluriennali per l'uso efficiente dell'energia e per lo sviluppo di tecnologie di generazione innovative, integrando le diverse attività che venivano svolte separatamente dai vari operatori pubblici del settore.

Il Piano programmatico generale dell'Accordo, stipulato il 2 aprile 1992, era stato articolato su quattro grandi Aree di intervento:

- Sviluppo di componenti, sistemi e impianti innovativi
- Progetti sul territorio e promozione della domanda
- Diffusione dell'informazione e formazione degli operatori
- Supporto alla Pubblica Amministrazione

All'interno di ciascuna Area, inoltre, erano stati definiti degli specifici Progetti, omogenei in termini di tecnologie e competenze, finalizzati al raggiungimento di obiettivi finali rilevanti per l'intero sistema nazionale (utenti, produttori, Pubblica Amministrazione).

Al fine di favorire la diffusione e l'utilizzazione dei risultati dell'accordo a livello nazionale, i programmi di attività dei vari Progetti di solito prevedono, sin dalla fase

iniziale, il coinvolgimento attivo di operatori esterni: nel caso dei Progetti di sviluppo, dimostrazione e diffusione, le collaborazioni riguardano principalmente industrie ed enti di ricerca particolarmente qualificati, associazioni di categoria (di imprese, di professionisti, di utenti) ed Enti locali (Regioni, Provincie, Comuni), mentre nel caso dei Progetti per il supporto alla Pubblica Amministrazione le attività erano rivolte essenzialmente alla Direzione Generale dell'Energia e delle Risorse Minerarie (DGERM) del MICA e agli Enti locali.

Le attività dell'Accordo sono state finanziate congiuntamente dal MICA, dall'ENEA, dai partner industriali dei Progetti e, infine, da eventuali accordi o contratti di collaborazione stipulati con organismi nazionali o internazionali (per esempio, MURST, CNR, UE). In particolare, per quanto riguarda il MICA, l'accordo prevedeva che, per lo svolgimento delle attività, il Ministero assumesse impegni pluriennali di spesa per complessivi 261,1 miliardi di lire (pari al 10% del finanziamento complessivo della legge 10/91), con una articolazione annuale conforme alle disposizioni dell'art.38, come modificata dalla Legge di Bilancio dello Stato per ciascun esercizio finanziario; con la Legge Finanziaria 1993, il finanziamento complessivo dell'accordo è stato poi ridotto a 251.1 miliardi di lire.

La gestione dell'Accordo è stata affidata ad un Comitato di Gestione misto MICA-ENEA, composto da 4 membri del MICA e 3 dell'ENEA e presieduto dal Direttore Generale della DGERM, che approva i programmi e i consuntivi di attività dei vari Progetti sulla base di un Piano Triennale, definito all'inizio dell'Accordo, e di Piani di attività e Relazioni di consuntivo annuali predisposti anno per anno dall'ENEA.

La gestione programmatica è andata a regime solamente nel 1994, dopo la definizione e l'approvazione (dicembre 1993) del Piano Triennale 1994-1996, nel quale sono contenuti gli indirizzi generali per la predisposizione dei Piani Annuali di attività.

In definitiva, le attività dell'accordo sono iniziate il 1° gennaio '94 e avrebbero dovuto concludersi entro il dicembre '96; successivamente, per sincronizzare le attività con l'assegnazione delle risorse finanziarie, il piano triennale è stato prorogato al 1997 ed è stato definito un ultimo piano annuale con lo scopo di utilizzare tutte le residue risorse finanziarie e di garantire, per ogni attività, il conseguimento di risultati conclusivi autoconsistenti.

Durante il '97 si sono, poi, concretizzate alcune nuove esigenze, per le quali il MICA ha ritenuto necessario coinvolgere l'ENEA:

- l'organizzazione della seconda conferenza nazionale sull'energia;
- l'avvio di un programma di diffusione dei "tetti fotovoltaici";
- la definizione dei provvedimenti e degli interventi per l'attuazione delle misure conseguenti agli impegni di Kyoto.

Sulla scorta di queste nuove necessità, si è proceduto ad una ulteriore revisione programmatica del piano triennale al fine di assicurarne la conclusione entro il '98 e inserire le nuove attività richieste.

Complessivamente, nell'ambito dell'Accordo di Programma sono previste attività per un costo totale di circa 376 miliardi di lire; al 31/12/1997, sono state effettuate attività per circa 287,5 miliardi di lire (circa 202,4 miliardi di lire per attività 1991-'96 e circa 85,1 miliardi di lire per attività svolte nel 1997). Il quadro finanziario complessivo dell'Accordo è sintetizzato nella tav.13. I dati di preventivo 1997 riportati si riferiscono all'ultima revisione programmatica: essi, quindi, includono sia il costo delle attività già svolte nel 1997 (circa 85,1 miliardi di lire), che quello delle attività da svolgere nel 1998 (circa 88,3 miliardi di lire) per il completamento del programma.

Allo scopo di fornire un quadro d'insieme organico e sintetico, le attività e i risultati dell'Accordo sono stati organizzati per tabelle dove per ogni area di intervento sono stati individuati i principali temi di intervento e i principali obiettivi (tav.14); inoltre, per le principali attività di ciascuna area di intervento sono stati sintetizzati i prodotti/servizi sviluppati e le ricadute attese (tav. 15-18). Di seguito si riportano alcune sintetiche considerazioni soltanto sulle principali attività e sui relativi risultati.

FONTI RINNOVABILI

Impianti fotovoltaici

Tra le fonti rinnovabili, la conversione fotovoltaica dell'energia solare è l'unica che consente la produzione di energia elettrica mediante impianti senza parti mobili, che, conseguentemente, non generano alcun tipo di inquinamento (né ambientale, né acustico) e richiedono una ridottissima manutenzione. Inoltre, la caratteristica di estrema modularità del fotovoltaico consente di sfruttare l'energia in maniera estremamente diffusa, semplificando notevolmente i problemi di trasmissione e distribuzione dell'energia prodotta. Dal punto di vista economico, però, la tecnologia fotovoltaica, nonostante i significativi progressi compiuti dall'inizio degli anni '80, è ancora lontana dalla competitività per la produzione di energia su grande scala; ciò è dovuto, essenzialmente, all'elevato costo dei sistemi fotovoltaici, in particolare all'elemento base dei generatori, cioè il modulo fotovoltaico.

Le aspettative riguardo al futuro uso energetico del fotovoltaico sono giustificate dal fatto che il carattere altamente innovativo di questa tecnologia offre un elevato potenziale di riduzione dei costi, realizzabile principalmente attraverso lo sviluppo di componenti (celle e moduli) e processi di fabbricazione innovativi e, in misura più

limitata, attraverso l'ottimizzazione dell'intero sistema. Il programma svolto dall'ENEA nell'ambito dell'Accordo di Programma è stato definito secondo questa stessa logica, concentrando le attività sullo sviluppo di processi innovativi per la fabbricazione di celle e moduli al silicio cristallino e amorfo, e sulla sperimentazione e dimostrazione di sistemi per le applicazioni isolate e la generazione diffusa (tetti fotovoltaici).

Riguardo allo sviluppo di componenti e sistemi, i risultati più importanti già conseguiti o in via di conseguimento sono:

- sviluppo di processi innovativi (serigrafici e "laser assisted") per la fabbricazione di celle al silicio monocristallino ad alta efficienza (17%);
- sviluppo, su linea pilota, di un processo per la produzione industriale di celle al silicio policristallino con efficienza del 15%;
- sviluppo di un processo alternativo per la fabbricazione di celle ad eterogiunzione silicio amorfo/silicio cristallino con efficienza del 13%;
- sviluppo, a livello di laboratorio, di un processo scalabile a grande area (900 cm²) per la fabbricazione di submoduli al silicio amorfo con efficienza stabile dell'8%.

Riguardo alla sperimentazione e dimostrazione di sistemi per le applicazioni isolate e la generazione diffusa, lo sviluppo di componenti e sistemi fotovoltaici ha conseguito, negli ultimi anni, una maturazione tecnologica che rende gli impianti fotovoltaici molto vicini alla competitività economica in alcune applicazioni, quali la generazione in connessione a reti elettriche di piccola taglia, tipiche delle isole minori italiane, o a reti deboli. In passato, in Italia, esisteva un solo impianto fotovoltaico di questo tipo: l'impianto da 80 kW, gestito dall'ENEL, nell'isola di Vulcano. Per impianti di questo tipo è assai rilevante il problema della percentuale massima di potenza fotovoltaica che può essere connessa alla rete. Infatti, data la discontinuità tipica della fonte solare, ogni rete può accettare una quantità massima di potenza fotovoltaica che dipende dal profilo del carico, dalle caratteristiche del sistema di generazione, dal modo di gestione della rete, dalle caratteristiche climatiche del sito su cui è installato il generatore fotovoltaico e, infine, dal numero e dalla distribuzione nel territorio degli impianti fotovoltaici.

Allo scopo di sperimentare queste problematiche e di creare competenze specialistiche in questo settore, nell'ambito dell'Accordo l'ENEA ha realizzato un impianto fotovoltaico da 100 kW collegato alla rete elettrica dell'isola di Vulcano.

Impianti a biomasse

Nonostante che le biomasse siano da innumerevoli anni impiegate a fini energetici, il loro impiego, soprattutto nei Paesi in Via di Sviluppo, è tradizionalmente limitato al

riscaldamento domestico ed alla cottura dei cibi, e comporta, in genere, tecnologie arcaiche e efficienze molto basse. A fronte di ciò, esistono, a diversi livelli di sviluppo, tecnologie differenti, capaci di utilizzare in modo moderno le biomasse ai fini di una produzione, ecologicamente controllata, di energia elettrica e termica, di carburanti, di combustibili solidi e liquidi e di beni ad alto valore aggiunto.

L'utilizzo energetico delle biomasse con tecnologie efficienti ed eco-compatibili è largamente diffuso in alcuni Paesi come gli Stati Uniti, dove sono installati impianti di produzione energetica, che utilizzano residui della lavorazione del legno, rifiuti urbani, residui agricoli e gas da discariche controllate, per circa 10.000 MW. Anche in Europa, la Svezia soddisfa il 15% del proprio fabbisogno energetico con calore ed elettricità prodotti a partire da biomassa.

La situazione in Italia, come del resto in molti altri paesi europei, è complessa e difficilmente schematizzabile. Si stima che attualmente legno, residui agro-industriali e rifiuti urbani diano un contributo energetico di circa 2 Mtep/anno, la maggior parte dei quali sono relativi all'impiego del legno per usi domestici: gli impianti industriali di produzione di energia elettrica e termica, hanno una potenza complessiva di circa 100 MW elettrici (prevalentemente da rifiuti solidi urbani) e 1.200 MW termici (prevalentemente da residui della lavorazione del legno).

Un serio limite ad un impiego estensivo delle biomasse in Italia è costituito dalla difficoltà di gestione e dagli alti costi della raccolta delle materie prime: infatti, la bassa efficienza di conversione oggi ottenibile con i processi convenzionali, presuppone, ai fini della convenienza economica, l'impiego di impianti di grande taglia (alcune decine di MW) e la conseguente raccolta di biomasse su aree molto estese, che si traduce spesso nell'esigenza di creare apposite realtà consortili.

Data questa situazione, l'intervento dell'ENEA è stato concentrato sullo sviluppo dei sistemi di gassificazione a letto fluido: questi sistemi, infatti, consentono una più elevata efficienza di conversione, un miglior controllo dei parametri di processo e dei inquinanti, una maggiore versatilità e la possibilità di realizzare impianti di varia taglia, mantenendo la competitività economica. Ciò rende questi sistemi innovativi non solo adatti al variegato contesto nazionale, ma anche particolarmente appetibili per i Paesi in Via di Sviluppo, dove la possibilità di disporre di energia elettrica in aree rurali costituisce un elemento fondamentale per promuovere l'artigianato e la piccola impresa.

Data questa situazione, nell'ambito dell'Accordo, è stato privilegiato lo sviluppo e la sperimentazione di un gassificatore a letto fluido da 1 MW alimentato da biomasse agro-industriali. La tipologia e la taglia di impianto prescelta consentono di prevedere una larga applicazione della tecnologia, sia presso le piccole e medie imprese nazionali, sia sul mercato dei Paesi in Via di Sviluppo.

CELLE A COMBUSTIBILE

Le celle a combustibile rappresentano un dispositivo di conversione dell'energia chimica in energia elettrica flessibile, ad alto rendimento e compatibile sotto il profilo ambientale. Tali caratteristiche rendono i sistemi con celle a combustibile estremamente promettenti in numerose applicazioni, che vanno dalla generazione e cogenerazione distribuita di piccola-media taglia alla trazione, soprattutto all'interno delle aree urbane. Esistono differenti tecnologie di cella, con differenti caratteristiche e diverso grado di maturità tecnologica. Accanto alle celle ad acido fosforico, prossime alla commercializzazione per la cogenerazione di piccola taglia (50-1000 kW), sono in via di sviluppo altre tecnologie, come le celle a carbonati fusi e ad ossidi solidi e quelle ad elettrolita polimerico, interessanti questi ultime anche per la trazione elettrica (vedere più oltre le attività inerenti l'auto elettrica). Nel settore della generazione elettrica, l'intervento dell'ENEA riguarda essenzialmente le celle ad acido fosforico e a carbonati fusi.

Celle a combustibile ad acido fosforico

La tecnologia di questo tipo di cella, sviluppata soprattutto da costruttori statunitensi e giapponesi, è ormai praticamente matura per la generazione elettrica e la cogenerazione di piccola-media taglia, con gas naturale come combustibile; sono infatti nella fase iniziale della commercializzazione i piccoli impianti di cogenerazione installati presso gli utenti (circa 150 installati finora in Giappone, Stati Uniti ed Europa), mentre sono in avanzato stato di sviluppo gli impianti di potenza per la generazione distribuita (diversi impianti fra 1 e 11 MW in prova in Giappone ed Europa). I problemi residui da superare riguardano l'ottimizzazione delle prestazioni e della durata degli impianti e la riduzione dei loro costi, ancora più che doppi di quelli dei sistemi convenzionali.

Dato questo quadro di riferimento, l'intervento dell'ENEA nell'ambito dell'Accordo si è indirizzato verso la sperimentazione sul campo, in condizioni reali di esercizio, di un impianto dimostrativo di media potenza (1MW), costruito negli anni scorsi dall'AEM di Milano con il supporto dell'ENEA, al fine di valutare i costi e le prestazioni effettivamente ottenibili con questa tipologia di impianti.

Celle a combustibile a carbonati fusi

Le celle a carbonati fusi operano a temperature più elevate di quelle ad acido fosforico (650 °C invece di 150-220 °C) e presentano rispetto a queste ultime alcuni vantaggi (assenza di catalizzatori pregiati, maggiore flessibilità nell'uso dei combustibili, disponibilità di calore a più alta temperatura) che consentono, in

prospettiva, di realizzare sistemi con efficienze sensibilmente più elevate, sia con metano come combustibile (oltre il 55%), sia integrando le celle in sistemi combinati con gassificazione del carbone (oltre il 50%). L'alta temperatura impone, però, requisiti particolarmente severi ai componenti, che devono unire buone caratteristiche funzionali ad una elevata stabilità nelle condizioni di esercizio. Attualmente, negli Stati Uniti, in Giappone ed in Europa, sono in corso consistenti programmi con l'obiettivo di superare i problemi che limitano tuttora lo sviluppo della tecnologia e di pervenire alla realizzazione di impianti di potenza crescente. Un impianto da 2 MW è stato appena avviato negli USA ed è ora in fase di esercizio sperimentale, uno da 1 MW è in costruzione in Giappone, e vari sistemi da 100-300 kW sono in corso di realizzazione in Europa.

Data questa situazione, le attività dell'Accordo sono state mirate a sviluppare tutte le competenze tecnologiche e progettuali necessarie per la realizzazione di un modulo dimostrativo da 100 kW di celle a carbonati fusi, considerato rappresentativo anche dei moduli da utilizzare per impianti di taglia maggiore. In particolare, presso l'industria nazionale (FN e ARJ), è già stato progettato, realizzato e messo a punto su scala pilota il processo per la fabbricazione dei componenti porosi delle celle (anodo, catodo e matrice elettrolita), mentre il modulo da 100 kW è in fase avanzata di realizzazione.

TRASPORTI E MOBILITA'

Auto elettrica

Il veicolo elettrico (solo a batteria e/o ibrido) può contribuire a ridurre i consumi energetici e le emissioni inquinanti.

La diffusione dell'auto a batteria è fortemente limitata dalla bassa autonomia delle attuali batterie, molto ingombranti e pesanti in relazione all'energia immagazzinata, dai lunghi tempi di ricarica ed dal prezzo di acquisto, dipendente in parte dall'assenza di mercato che impedisce un'adeguata economia di scala. Le soluzioni da perseguire sono lo sviluppo di nuove batterie, il miglioramento del rendimento energetico dell'intero sistema veicolo e lo sviluppo di dispositivi di gestione, controllo e ricarica più efficienti e rapidi. Esistono poi soluzioni tecniche che, in contesti ben definiti, permettono di risolvere il problema dell'autonomia: una di queste soluzioni è il mezzo ibrido. La motorizzazione di questo mezzo è elettrica, con motore alimentato da un generatore di corrente con l'ausilio di un limitato sistema di batterie: un piccolo motore a combustione, a punto fisso, ottimizzato nel rendimento e nel livello di emissioni, aziona il generatore elettrico che provvede alla ricarica delle batterie. Una soluzione alternativa più avanzata è costituita da un mezzo ibrido dove il sistema di generazione è costituito da un sistema di celle a combustibile, alimentato da idrogeno o da metanolo (o altri combustibili).

Nel caso dei veicoli a batteria, le attività dell'Accordo sono finalizzate allo sviluppo delle batterie al litio ad elettrolita polimerico che, per le loro potenziali caratteristiche di elevata energia specifica (fino a 4-5 volte quella dei sistemi piombo-acido), assenza di manutenzione e di autoscarica e semplicità di costruzione, sono considerate a livello internazionale particolarmente promettenti per l'autotrazione.

L'obiettivo dell'attività è lo sviluppo preindustriale dell'accumulatore al litio, attraverso lo studio dei materiali e dei processi, e la realizzazione e prova di celle da laboratorio, di celle da impianto pilota e di moduli di piccola taglia (1-2 kWh).

Nel caso dei veicoli ibridi con generatore a cella a combustibile, la tecnologia più promettente sembra quella delle celle a combustibile ad elettrolita polimerico, che operano a temperature comprese fra 70 e 100 °C e utilizzano come elettrolita una membrana solfonica perfluorurata ad elevata conducibilità protonica. Sviluppata agli inizi degli anni '60 dalla General Electric per applicazioni spaziali, questa tecnologia ha compiuto, a partire dalla seconda metà degli anni '80, notevoli progressi: in particolare, sono di estremo interesse alcune caratteristiche, come l'elevata densità di potenza (1 W/cm² con proiezioni a 2-3 W/cm²), l'assenza di problemi di corrosione tipici di altri tipi di celle con elettrolita liquido, la rapidità di partenza a freddo e di risposta alle variazioni del carico e la relativa semplicità costruttiva del sistema.

In Italia, le attività sulle celle ad elettrolita polimerico sono iniziate nel 1989; questa attività ha portato nel 1993 alla realizzazione di stack da 5 kW, con densità di potenza di 0,04 kW/Kg, che sono attualmente utilizzati in prototipi dimostrativi di veicoli ibridi. Sulla base di questa esperienza, nell'ambito dell'Accordo di Programma sono state individuate due nuove azioni, una finalizzata ad ottimizzare la tecnologia già disponibile fino a raggiungere densità di potenza di 0,1 kW/Kg, e l'altra mirata a sviluppare stack avanzati, in grado di raggiungere densità di potenza dell'ordine di 0,25 kW/Kg.

Mobilità urbana

Il nostro Paese consuma nel settore dei trasporti circa 33 Mtep, che rappresentano circa un terzo del consumo totale di combustibili. Data la bassa efficienza complessiva del sistema trasporti, in questo campo è ancora possibile ottenere sensibili risparmi energetici mediante interventi di razionalizzazione non eccessivamente onerosi; inoltre, in questo settore, il miglioramento dell'efficienza energetica si accompagna sempre ad una almeno proporzionale riduzione delle emissioni delle sostanze inquinanti prodotte dalla combustione nei motori. Tale rilascio è diffuso lungo tutta la rete stradale ma, per effetto

della concentrazione dei mezzi e dei rallentamenti causati dal traffico, il consumo specifico e le concentrazioni di inquinanti nell'atmosfera assumono livelli non accettabili specialmente nelle grandi città. L'adozione di nuovi mezzi di trasporto e di nuove soluzioni per la gestione e la modifica delle modalità di mobilità urbana sono ormai una necessità.

La razionalizzazione della mobilità urbana passa prioritariamente attraverso l'aumento del rapporto pubblico/privato, che, a sua volta, richiede il miglioramento dell'efficienza e della qualità del servizio dei mezzi pubblici: in particolare, appare cruciale gestire il traffico urbano dando elevata priorità ai mezzi pubblici.

A questo fine, sono necessari sia interventi di pianificazione, come i Piani Urbani del Traffico (PUT) previsti dalla legge, sia strumenti gestionali di carattere dinamico, che, utilizzando le possibilità offerte dai sistemi informatici ed elettronici oggi disponibili, e in particolare dalla telematica, siano capaci di controllare il traffico in tempo reale e di rispondere a situazioni di emergenza.

Un'altra categoria di provvedimenti riguarda il miglioramento dei veicoli in termini di efficienza energetica, emissioni, capacità di trasporto: questo miglioramento ha scarsi effetti in assenza di interventi di pianificazione e gestione del traffico, ma può realizzare forti sinergie con essi.

Dato questo quadro di riferimento, le attività dell'Accordo si sono sviluppate lungo due direzioni:

- sviluppo di un sistema informatico (MOBILITY) capace di assicurare le seguenti funzioni:
 - la pianificazione della mobilità urbana per il traffico privato e pubblico e, in particolare, la progettazione dei PUT
 - la valutazione degli impatti ambientali
- sperimentazione e dimostrazione di flotte di autobus ibridi per il trasporto pubblico urbano in tre città italiane rappresentative di diverse realtà urbane (Terni, Ferrara, Roma).

USO EFFICIENTE DELL'ENERGIA NEL SETTORE INDUSTRIALE

Le attività dell'Accordo in questo settore sono articolate su quattro principali filoni:

- Impianti di cogenerazione
- Monitoraggio e controllo di reti e impianti complessi
- Prova e qualifica di elettrodomestici e sistemi di illuminazione
- Processi di combustione
- Componenti per la generazione

Cicli di cogenerazione

La cogenerazione è oggi uno dei metodi più efficienti per il risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia nei casi in cui sono da soddisfare richieste contemporanee di energia elettrica e calore. Accanto ai vantaggi energetici, sono da sottolineare i benefici di carattere ambientale della cogenerazione rispetto alla produzione separata, consistenti nella riduzione dell'emissione globale delle specie inquinanti dirette (CO, NO_x) e dei gas ad effetto serra (CO₂) e nella riduzione dell'inquinamento termico.

Le tecnologie impiegate sono numerose ed in rapida evoluzione, in funzione delle potenze degli impianti e delle specifiche opportunità che si presentano nelle applicazioni industriali e che tendono ad una sempre maggiore sinergia con i processi produttivi.

Gli impianti per la produzione combinata di energia elettrica e termica di piccola potenza (1-10 MW) sono generalmente basati su architetture di ciclo semplice e prevedono l'utilizzo di turbogas, motori alternativi a gas o gasolio e, anche se raramente, di turbine a vapore in contropressione o spillamento. La tendenza più recente è quella di una rapida diffusione della turbina a gas che presenta alcuni vantaggi in termini di semplicità di conduzione e manutenzione, anche se con minor rendimento rispetto ai motori alternativi; tutte le tipologie di impianto risentono, comunque, di alcune limitazioni, sia a livello tecnico che operativo, che hanno ostacolato in parte la loro diffusione.

Allo scopo di contribuire al superamento di questi inconvenienti, l'ENEA ha deciso di realizzare, presso il Centro Casaccia, un impianto dimostrativo, di media taglia (2MW_e e 7 MW_t). L'impianto, già in fase di costruzione, sarà collegato alla rete entro la fine del 1998 e verrà utilizzato, oltre che per l'alimentazione delle utenze del Centro Casaccia, come stazione di prova, sia per i componenti degli impianti cogenerativi, sia per nuove architetture di sistema.

Monitoraggio e controllo di reti e impianti complessi

L'industria energetica, come tutta l'industria di processo, fa un uso crescente delle tecnologie informatiche come strumento di supporto alla progettazione, realizzazione ed esercizio di impianti e reti. In particolare, tutta l'industria impiantistica è soggetta ad attività di "retrofitting", avente come obiettivo quello di aumentare l'efficienza del processo e diminuire l'impatto ambientale; l'attività di retrofitting passa prevalentemente attraverso un rifacimento e/o "upgrading" delle sale controllo, con una massiccia introduzione di tecnologie informatiche.

L'introduzione delle tecnologie informatiche comporta, a sua volta, nuovi problemi ingegneristici, legati alla progettazione di questi sistemi, che, per la

peculiarità della tecnologia usata, sono completamente nuovi e diversi rispetto all'impiantistica tradizionale e all'elettronica convenzionale. Sia l'industria energetica nazionale che l'industria impiantistica e dell'automazione sono investiti da questa nuova linea di ingegneria.

L'attività dell'ENEA, in questo caso, è consistita nello sviluppo di prodotti innovativi, costituiti da sistemi di sala controllo per l'esercizio degli impianti e la gestione di situazioni di emergenza, basati sull'uso di tecnologie informatiche innovative. In particolare, sono in fase di realizzazione sistemi intelligenti di supporto alle decisioni e di addestramento per la gestione di grandi emergenze industriali.

Prova e qualifica di elettrodomestici e sistemi di illuminazione

Un altro settore impiantistico di particolare importanza è quello dell'illuminazione e degli elettrodomestici: in questo caso, i componenti a basso consumo presenti sul mercato, una volta provati e qualificati, offrono la possibilità di interventi efficaci, poco onerosi e calibrati sulle esigenze di ciascun tipo di utenza. In questo caso, le attività dell'ENEA sono consistite nella realizzazione, presso il Centro di Ispra, di due stazioni di prova, una per i frigoriferi e l'altra per i sistemi di illuminazione. Queste stazioni, già funzionanti, da un lato, forniscono un servizio ai produttori, qualificando l'offerta di componenti e sistemi, e, dall'altro, possono essere utilizzati per indirizzare la domanda verso le nuove tecnologie.

Processi di combustione

L'esigenza di ottimizzare lo sfruttamento dei combustibili dal punto di vista della efficienza energetica, e la necessità di contenere le emissioni inquinanti entro i limiti sempre più stringenti imposti dalle normative, hanno spinto gli operatori industriali operanti nel campo delle macchine e degli impianti a combustione a sviluppare soluzioni innovative che consentano di controllare i vari meccanismi che hanno luogo prima e all'interno della camera di combustione. La domanda di nuovi e più avanzati strumenti per la progettazione di combustori ha generato, a sua volta, una forte domanda di R&S sulle proprietà chimico-fisiche della combustione e sulla diagnostica e modellistica avanzata. L'ottimizzazione del disegno dei combustori - per contenerne consumi ed emissioni e migliorarne le caratteristiche di stabilità, flessibilità ed affidabilità - è strettamente legata allo studio del processo di miscelamento tra reagenti e, più in generale, alla fluidodinamica del sistema bruciatore-camera di combustione. La fluidodinamica influisce sia sulla stabilizzazione della fiamma, sia sulla riduzione delle emissioni inquinanti (in particolare NOx ed incombusti), evitando l'insorgenza di elevati gradienti di concentrazione e

temperatura. I processi di combustione sono infatti strettamente connessi con i fenomeni fluidodinamici ed in particolare con il campo di moto e di concentrazioni che si instaura nel sistema reagente.

L'attività svolta dall'ENEA in questo campo ha consentito di:

- approfondire la conoscenza circa il fenomeno del miscelamento in fiamme diffusive, per l'incremento della efficienza energetica e per il contenimento delle emissioni;
- acquisire, interiorizzare ed applicare tecniche avanzate per la diagnostica della combustione;
- validare codici di calcolo, siano essi multipurpose che avanzati, attraverso attività sperimentali e la produzione di una banca dati di combustione.

Componenti per la generazione

L'attuale trend produttivo presso i principali costruttori mondiali di turbine a gas è indirizzato, al fine di rispettare i limiti di emissione sempre più bassi imposti dalle normative internazionali e locali, verso lo sviluppo di sistemi di combustione modulari, multibruciatori, premiscelati o ibridi: questa soluzione, infatti, offre i vantaggi di una bassa produzione di inquinanti, in particolar modo NOx, anche a bassi carichi. Anche l'industria italiana è impegnata, ormai da diversi anni, nello sviluppo di nuove camere di combustione per la riduzione delle sostanze inquinanti immesse nell'atmosfera insieme ai gas di scarico; in particolare, l'attenzione è concentrata sull'abbattimento degli ossidi di azoto (NOx), del monossido di carbonio (CO) e degli idrocarburi incombusti. Le attività di ricerca e sviluppo condotte negli ultimi anni hanno consentito di rendere disponibili sistemi di combustione a bassa emissione di ossidi di azoto (Dry Low NOx - DLN) per modelli di turbina di potenza significativa. L'attuale tecnologia mostra di poter contenere le emissioni di NOx al di sotto dei 25 ppm; un ulteriore sforzo di ricerca potrebbe abbattere le emissioni al di sotto della soglia dei 10-15 ppm (bruciatore Ultra Low NOx - ULN), contenendo inoltre grandemente i problemi di vibrazione connessi con l'elevato eccesso di aria (oltre il 100%).

Data la crescente importanza del mercato delle turbine a gas di piccola taglia, diffusamente impiegate negli impianti di cogenerazione, e data la presenza, in Italia, di un'industria leader in questo settore, l'ENEA ha avviato un'azione destinata allo sviluppo e alla sperimentazione di camere di combustione ULN, utilizzando a questo proposito le proprie competenze e attrezzature per la modellazione e simulazione del funzionamento del sistema e la prova della camera.

Generatori termici e piccole caldaie

La situazione nazionale nel settore dello sviluppo di apparecchi termici a combustione, in special modo per l'impiego di combustibili non convenzionali, quali biomasse residuali ligneo-cellulosiche, è caratterizzata dalla mancanza di un centro sperimentale attrezzato; inoltre, in relazione alla libera circolazione dei prodotti all'interno della UE, in Italia manca un organo ufficiale nazionale che qualifichi e/o certifichi la produzione termotecnica nazionale per ottemperare ai requisiti di legge.

Data questa situazione, nell'ambito dell'Accordo, l'ENEA ha avviato la realizzazione di un Centro Dimostrativo per la Combustione di Combustibili non Convenzionali (tipicamente biomasse), che svolge attività di ricerca per il miglioramento del processo in termini energetici ed ambientali e che contribuisce allo sviluppo tecnologico ed alla diffusione degli apparecchi termici a combustione, mettendosi a disposizione dell'industria termotecnica nazionale per azioni di prova e/o qualifica.

Nel settore delle piccole caldaie per usi civili, è sempre più sentita, da parte di operatori industriali, l'esigenza di mantenere ed accrescere la competitività sul mercato nazionale ed europeo, producendo caldaie sempre più efficienti dal punto di vista energetico, ed in grado di rispettare gli standard che si vanno diffondendo in materia di contenimento delle emissioni e di sicurezza di esercizio.

Di conseguenza l'intervento dell'ENEA è consistito nella realizzazione, presso il Centro ENEA della Casaccia, di un centro per la sperimentazione e l'analisi delle prestazioni di piccole caldaie alimentate a metano e dei relativi sistemi di evacuazione dei gas combusti.

TECNOLOGIE E MATERIALI PER GLI EDIFICI

I consumi energetici del settore civile rappresentano un terzo degli impieghi finali di energia a livello nazionale. Una caratteristica di questo settore è la grande abbondanza di unità abitative: a fronte di un parco di 25 milioni di case (contro 21 milioni di famiglie), si costruiscono circa 150.000 nuove unità all'anno.

In questo ambito, sono già state sviluppate e diffuse, anche dall'ENEA, molte tecnologie per l'uso efficiente dell'energia, fra cui il solare per la produzione di acqua calda, l'isolamento termico, il miglioramento dell'efficienza dei generatori di calore, la contabilizzazione del calore, sistemi per la regolazione della temperatura degli ambienti, ecc. Un altro più sofisticato mezzo per

realizzare risparmi energetici consiste nell'insieme di tecnologie che vanno sotto il nome di "casa intelligente". Queste tecnologie rispondono anche ad esigenze di miglioramento della sicurezza e della qualità del sistema abitativo, in quanto consentono la gestione ottimale dell'impiantistica, sia termica che elettrica, la manutenzione programmata del complesso edificio/impianti, l'accesso al sistema esterno dei teleservizi, la gestione della qualità dell'aria interna mediante ventilazione e, infine, includono una serie di allarmi tecnici e antintrusione.

In questo settore, l'ENEA ha avviato la realizzazione di un prototipo di "casa intelligente" che verrà usato come laboratorio per la sperimentazione, in condizioni reali di esercizio, di componenti e sistemi; l'edificio, attualmente in costruzione presso il Centro Casaccia, sarà completato entro la fine del 1998. Nella fase iniziale, la sperimentazione riguarderà soprattutto i sistemi di illuminazione e di controllo della qualità dell'aria.

INTERVENTI INTEGRATI SUL TERRITORIO A SUPPORTO DELLE REGIONI E DEGLI ENTI LOCALI

In questo macrosettore sono comprese tutte le attività svolte dall'ENEA nell'ambito dell'Accordo a supporto delle Regioni e degli Enti locali. Il programma di attività, discusso e concordato con il Coordinamento Energia Regionale, è articolato su tre filoni principali, descritti nel seguito.

Assistenza e supporto alle Regioni e alle Provincie autonome per l'attuazione della legge 10/91

Gli Enti locali sono coinvolti per diversi aspetti, in particolare:

- le Regioni e le Provincie Autonome per i piani energetici;
- i Comuni per l'integrazione dei piani regolatori con specifici piani energetici comunali;
- le Regioni per le istruttorie e per le verifiche dei contributi in conto capitale a sostegno del contenimento dei consumi energetici;
- i Comuni per la relazione tecnica relativa all'Art. 28 di corredo al progetto che attesta la corrispondenza del progetto stesso alle prescrizioni della legge;
- i Comuni con più di 40 mila abitanti, e le Provincie per il rimanente territorio, per le verifiche sullo stato di manutenzione e di esercizio degli impianti termici.

L'ENEA ha supportato e supporta gli Enti locali mettendo a punto opportuni prodotti e metodologie e fornendo specifici servizi. In particolare si ricordano:

- il metodo automatico per la gestione delle domande di contributo;
- il metodo di supporto alla pianificazione energetica regionale (PETER 96);