

Esperienze scientifiche e tecnologiche per il controllo e per la salvaguardia ambientale: l'impegno Enel

Il cielo sopra di noi

■ L'aria che respiriamo non è più soltanto un dono della natura

Da alcuni secoli infatti le attività produttive dell'uomo hanno contribuito a modificare la composizione immettendovi in quantità sempre crescenti elementi inquinanti che possono avere conseguenze sulla salute umana e sul clima stesso del pianeta.

Tuttavia le accresciute esperienze scientifiche e tecnologiche degli ultimi decenni hanno consentito di prendere positivamente coscienza di tale problema sicché oggi è possibile sviluppare tecnologie per limitare in modo tollerabile le emissioni inquinanti sia emanate da parte delle autorità competenti opportune norme di controllo e salvaguardia ambientale.

LE TECNOLOGIE PER L'ABBATTIMENTO DELLE EMISSIONI INQUINANTI

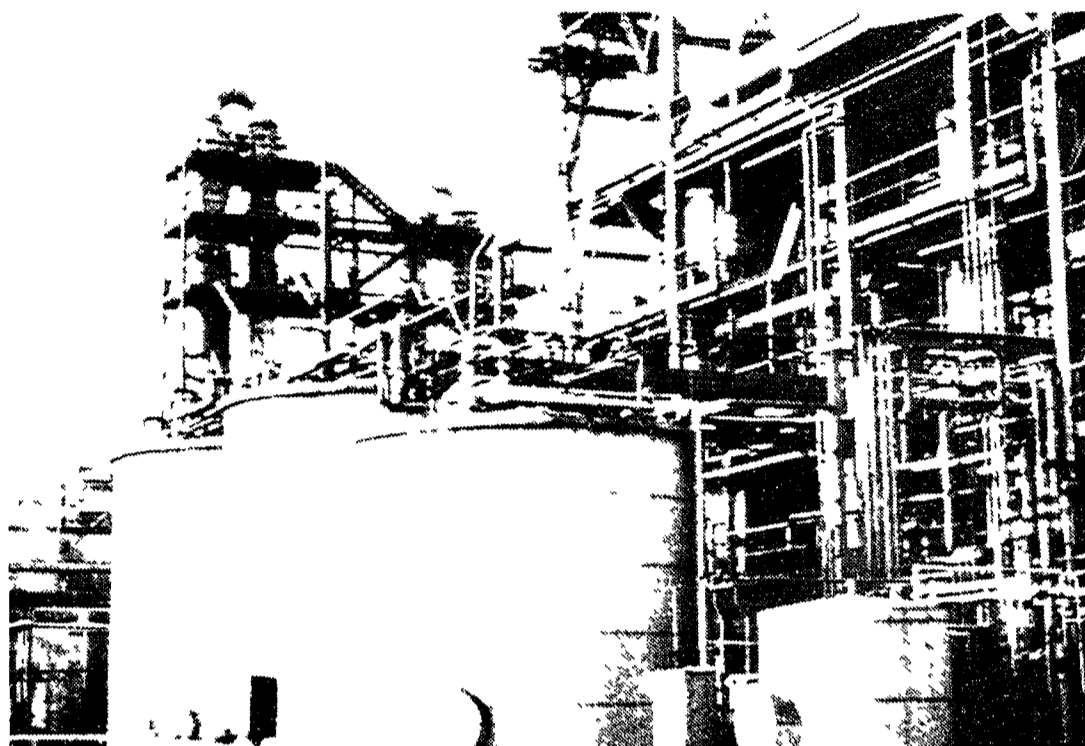
Vi sono diverse tecnologie oggi allo studio e in sperimentazione per il contenimento delle emissioni inquinanti in tutto il ciclo industriale per la produzione di energia da impianti termoelettrici e relativi sia alla prevenzione della polverosità connessa con la movimentazione dei combustibili solidi sia alla rimozione delle polveri dai gas di combustione sia all'abbattimento delle emissioni di ossidi di azoto e di zolfo.

Circa la prevenzione della polverosità dovuta alla movimentazione dei combustibili solidi l'Enel adotta attualmente tutti i più avanzati sistemi disponibili che consistono in ponti sbrancatori con tramogge circondate da pannelli in lamiera nastro e torri di smistamento di tipo «chiuso» opportuni sistemi di messa a parco e di ripresa progettati per minimizzare lo spandimento del polveroso o impedire il sollevamento di polveri.

Per quanto concerne la rimozione delle particelle di polvere dai gas di combustione le apparecchiature tecnicamente utilizzabili possono essere suddivise in tre gruppi: 1) captatori meccanici 2) filtri a manica 3) precipitatori elettrostatici.

I captatori meccanici sono adatti a muovere polveri grossolane, ma non polveri fini e per di più non hanno un rendimento molto elevato. Non sono quindi adatte per gli impianti termoelettrici a carbone polverizzato del tipo usato dall'Enel.

I filtri a manica che non hanno ancora applicazione in alcun Paese europeo presentano un'alta efficienza e



potranno costituire in futuro una valida alternativa nelle centrali a carbone quando si verranno risolti alcuni inconvenienti che ne rendono oggi oneroso l'esercizio e critica l'affidabilità. Non sono peraltro adatti per le centrali a olio. La loro progettazione è una notevole controindicazione per il parco polcombustibile dell'Enel.

I precipitatori elettrostatici costituiscono invece una soluzione tecnica ben sperimentata, sono già installati in molti impianti dell'Enel e sono comunque previsti per le nuove centrali a carbone e per le centrali esistenti anche funzionanti a olio. La loro progettazione si è continuamente evoluta dal

inizio di questo secolo ottenendo rendimenti sempre più elevati. Gli attuali criteri progettuali adottati dall'Enel consentono il raggiungimento di efficienze di abbattimento allineate ai più esigenti valori richiesti nei Paesi a tecnologia avanzata e garantiscono quindi emissioni di particolato entro i limiti previsti dalle normative.

Circa le **emissioni di ossidi di azoto** i generatori di vapore per le nuove centrali dell'Enel tengono conto di tutte le esperienze effettuate e sono ormai in grado di limitare la formazione di NOx entro i valori oggi ottenibili con l'applicazione della più avanzata tecnologia adottata

nel campo del controllo primario della combustione.

Per conseguire tuttavia il rispetto dei limiti della recente normativa e per ottenere la riduzione globale prevista dagli impegni internazionali assunti dall'Italia l'Enel prevede anche l'installazione di impianti di denitrificazione catalitica (misure secondarie).

Si tratta di un sistema di recente adozione attualmente utilizzato soprattutto in Giappone e nella ex Germania Occidentale che consente di ottenere un altissimo abbattimento degli NOx mediante la loro trasformazione in azoto e acqua.

Per quanto riguarda infine **l'abbattimento degli ossidi di zolfo (SO2)** le tecniche oggi note possono essere suddivise in tre gruppi: 1) processi non rigenerativi 2) processi rigenerativi 3) processi rigenerativi di tipo avanzato.

Nei **processi non rigenerativi** l'eliminazione dell'anidride solforosa (SO2) viene realizzata con un reagente disponibile in loco a basso costo dalla reazione si ottengono tuttavia prodotti che non hanno sbocco commerciale e devono essere scaricati in vicinanza dell'impianto.

I processi rigenerativi impiegano reagenti più efficienti ma anche molto più costosi. In questo caso si ot-

tengono sottoprodotti che possono avere una collocazione sul mercato.

I processi di tipo avanzato utilizzano invece le collaudate tecnologie dei processi non rigenerativi ma perfezionati in modo tale da portare alla produzione di sottoprodotti che hanno uno scarso impatto ambientale o addirittura una collocazione sul mercato. Ad esempio il processo non rigenerativo con calcare diventa un processo di tipo avanzato quando ottiene come sottoprodotto il gesso che può essere utilizzato nell'industria del cemento.

In conclusione il numero dei processi tecnologicamente realizzabili per l'abbattimento della SO2 è altissimo ma pochi sono quelli con sufficiente maturità tecnologica o applicati con successo.

Tenuto conto che in Italia esiste una modesta disponibilità di aree adatte alla discarica di sottoprodotti industriali l'Enel è attualmente orientato verso i processi non rigenerativi di tipo avanzato non escludendo peraltro l'impiego di processi rigenerativi da applicare in contesti particolari.

GLI ORIENTAMENTI DELL'ENEL PER LA LIMITAZIONE DELLE EMISSIONI

Gli orientamenti dell'Enel nel campo della riduzione delle

emissioni delle centrali termoelettriche a vapore si possono così sintetizzare.

Nuovi impianti. Tenuto conto delle strategie definite nel Progetto Ambiente, sono previste centrali polcombustibili a impatto ambientale normalizzato progettate per l'inserimento di tutte le tecnologie più avanzate per quanto riguarda i sistemi di abbattimento degli inquinanti e finalizzate al rispetto degli standard di emissione previsti dalla normativa. In sostanza l'Enel garantisce un minimo ed equivalente impatto ambientale qualunque sia il combustibile utilizzato (gas, olio o carbone).

Impianti esistenti. Il miglioramento delle emissioni provenienti dal parco termoelettrico esistente verrà ottenuto mediante una serie di interventi articolati di tipo sia impiantistico (desolforazione limitatamente agli impianti polcombustibile o a carbone, impiego di bruciatori a basso NOx, denitrificazione catalitica) sia gestionale (impiego di mix di combustibili di combustibili a bassissimo contenuto di zolfo, incremento dell'uso del metano) atti al raggiungimento della riduzione globale delle emissioni previste dalla normativa vigente. In tal modo l'Enel contribuirà in maniera determinante al rispetto degli accordi internazionali sulla riduzione delle

emissioni di SO2 dagli impianti dell'Enel saranno nel 2000 pari a circa il 20% delle emissioni del 1980.

LE NUOVE TECNOLOGIE PER LA DESOLFORAZIONE DEI FUMI

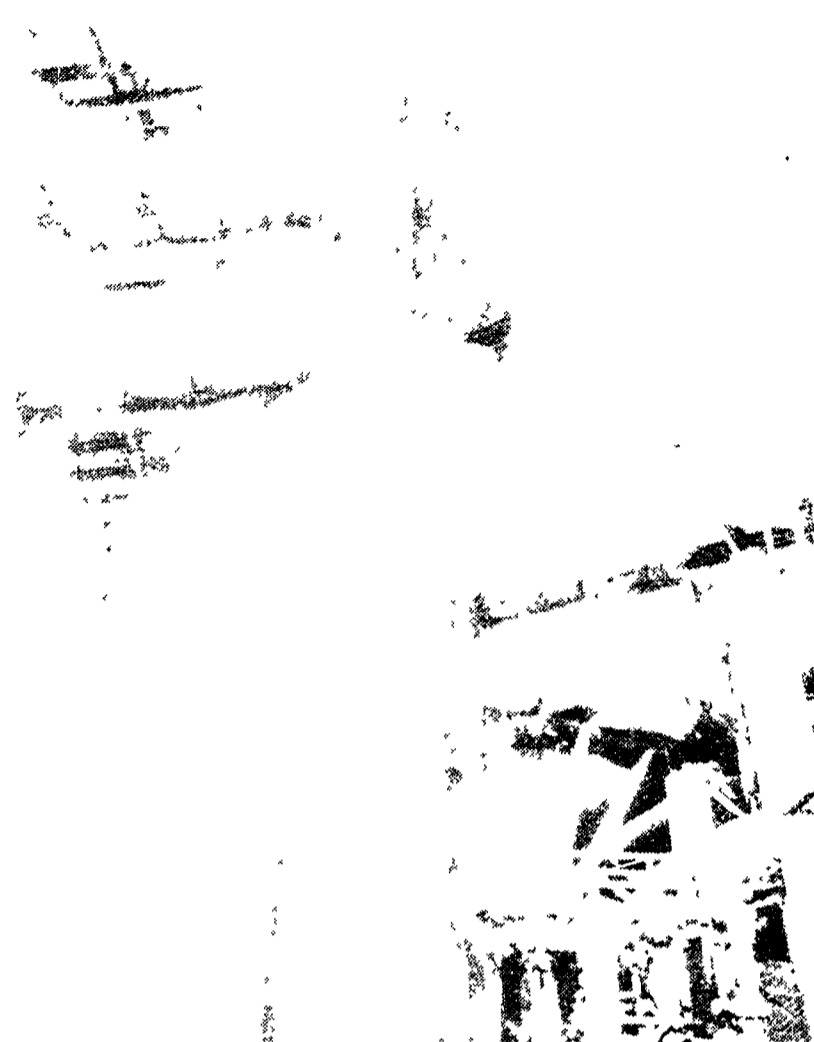
Il fatto che gli impianti dell'Enel debbano bruciare indifferentemente diversi tipi di combustibili ha costretto a escludere alcune tecnologie come ad esempio la desolforazione a secco il cui rendimento non è ottimale o non è ancora stato sufficientemente provato in presenza di combustibili a elevato tenore di zolfo.

L'Enel si è dunque orientato verso il processo di desolforazione dei fumi «calcare-gesso a umido» che è attualmente quello più referenziale poiché vi sono oltre duecento impianti funzionanti con successo in tutto il mondo, soddisfa gli standard italiani ed è particolarmente adatto alle condizioni ambientali e alla situazione industriale del nostro Paese. Il gesso può essere utilizzato sia nella produzione del cemento sia direttamente nelle costruzioni civili, oppure può essere collocato in discariche poste nelle vicinanze delle centrali.

L'impianto dimostrativo del Sulcis

Nel giugno 1981 il Consiglio di Amministrazione dell'Enel riconosceva l'opportunità di avviare una sperimentazione su scala dimostrativa con lo scopo di acquisire esperienza diretta su alcune tecnologie di desolforazione e verificare le problematiche connesse con la loro applicazione nello specifico contesto italiano. Veniva pertanto decisa la realizzazione di un impianto dimostrativo presso la centrale termoelettrica a carbone del Sulcis (Cagliari) considerando anche la prospettiva di un impiego su vasta scala del carbone locale ad alto tenore di zolfo. Nel frattempo il Consiglio di Amministrazione dell'Enel considerava la non idoneità per il contesto italiano di quei processi che comportano necessariamente l'invio a discarica dei prodotti di risulta, procedeva a esaminare una decina di processi già giunti a un sufficiente grado di sviluppo, tenendo in conto la maturità tecnologica, la complessità impiantistica, il costo e la collocabilità sul mercato dei prodotti di risulta. E decideva di avviare presso l'impianto del Sulcis la sperimentazione su tre processi.

1) **Calcare-gesso** in grado di produrre gesso di qualità commerciale.



2) **Wellman-Lord** di tipo rigenerativo con separazione dell'anidride solforosa pura trasformabile in zolfo o acido solforico.

3) **Walther** che impiega ammoniaca per produrre solfato di ammonio utilizzabile come fertilizzante.

Intanto a seguito del Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 105 del 10 marzo 1987 che ha ripreso l'impegno contenuto nel Protocollo di Helsinki per la riduzione percentuale delle emissioni di SO2 anticipandolo all'anno 1990 l'Enel decideva l'installazione di impianti di desolforazione per le nuove centrali polcombustibili e per le centrali in esercizio che utilizzano carbone scegliendo sulla base dei criteri precedentemente indicati, il processo calcare-gesso.

Tale decisione ha dunque reso urgente la necessità di avere risposte dalla sperimentazione su scala dimostrativa non solo per il processo calcare-gesso ma anche per gli altri processi i quali si presentano come valide alternative sia in situazioni locali particolari dal punto di vista economico-sociale sia nel caso si volesse diversificare i prodotti di risulta.

La sperimentazione sui tre processi ha avuto luogo nel periodo gennaio 1990 - dicembre 1991. Lo scopo è stato quello di verificare l'efficienza della desolforazione e

le caratteristiche dei prodotti di risulta al varare dell'assetto impiantistico nonché i consumi di energia e dei reagenti e il comportamento dei materiali in esercizio. Le condizioni operative prese in esame sono state quelle compatibili con l'utilizzazione dei combustibili previsti per le nuove centrali polcombustibili (carbone con 1% di zolfo e olio combustibile con 3% di zolfo), sia all'utilizzazione del carbone del Sulcis che è particolarmente ricco di zolfo poiché ne contiene circa il 7-8% in peso.

Risultati della sperimentazione calcare-gesso

Le prove effettuate nell'impianto dimostrativo del Sulcis per il processo di desolforazione calcare-gesso hanno confermato su vasta scala le scelte progettuali dell'Enel.

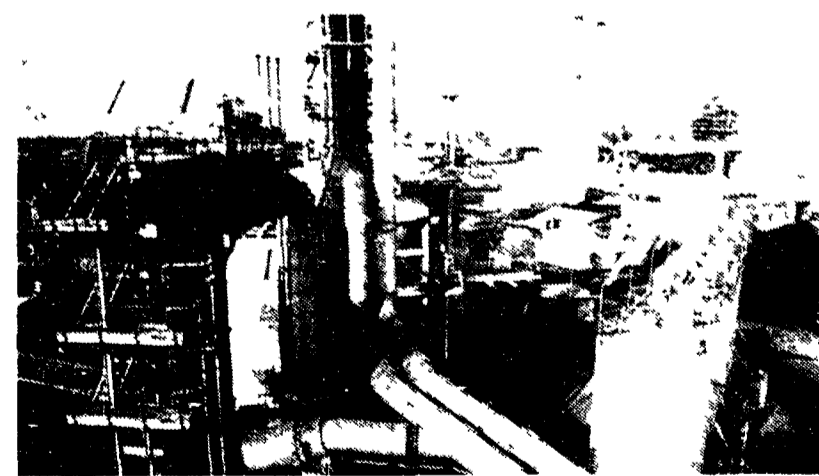
Per quanto concerne l'efficienza di desolforazione è stata verificata la correttezza delle specifiche di progetto adottate dall'Enel sia per le centrali polcombustibili (gruppi da 660 e 320 MW) sia per le sezioni da 240 MW della centrale del Sulcis per la quale è previsto l'uso di carbone locale ad alto tenore di zolfo. In particolare sono state confermate le prestazioni globali d'impianto con un ampio rispetto del valore limite di emissione per la SO2 di 400 mg Nm3 sia utilizzando carbone all'1% sia utilizzando olio al 3% di zolfo.

Il valore limite di emissione di SO2 (400 mg Nm3) viene rispettato anche nel caso di impiego di carbone Sulcis (zolfo 8%) grazie all'originale soluzione impiantistica adottata che prevede l'impiego di due torri di assorbimento con funzionamento in serie.

Le caratteristiche medie del gesso prodotto sono rispondenti ai dati di specifica il gesso risulta conforme alla legislazione vigente sia per una sua utilizzazione produttiva sia per una eventuale discarica come rifiuto speciale (Dpr 915/1982). I materiali e i componenti utilizzati hanno fatto registrare comportamenti differenti in funzione delle condizioni d'uso.

Comunque in linea con quanto previsto in relazione alle diverse aggressività degli ambienti tipici di un desolforatore a umido.

La sperimentazione sul trattamento delle acque di spurgo infine ha permesso di confermare le scelte progettuali degli impianti a scala industriale in quanto il processo di trattamento conveniente di ottenere reflui del tutto in accordo con le normative di legge.



Il «Progetto ambiente» in difesa della salute

■ L'Enel ha sempre operato nell'ambito di orientamenti e programmi coerenti con il quadro normativo di riferimento sia nazionale sia comunitario consapevole che le scelte energetiche devono essere fatte non solo per garantire tutta la produzione di energia necessaria allo sviluppo e al benessere del Paese, ma anche nel rispetto della salute degli individui, minimizzando i rischi e assicurando la difesa dell'ambiente.

E infatti nello sviluppo dei progetti unitari e nella realizzazione degli impianti si è sempre posta la massima attenzione alla progettazione di tutte le opportune salvaguardie applicando modalità tali da minimizzare l'impatto delle centrali sull'ambiente.

L'adozione di questi interventi è avvenuta in modo graduale compatibilmente con la disponibilità delle tecnologie applicabili e ha richiesto un notevole e costante incremento della quota degli investimenti per la protezione ambientale sul totale degli investimenti dell'Enel.

Nel 1986 è stato poi varato il Progetto Ambiente. Si è trattato di una coraggiosa assunzione di responsabilità con la quale l'Enel ha adottato autonomamente provvedimenti di riduzione delle

emissioni dai propri impianti provvedimenti che hanno anticipato il contesto normativo derivante dall'applicazione delle direttive comunitarie che erano a quel tempo ancora in discussione. In particolare il Progetto Ambiente prevede la realizzazione di centrali unitarie polcombustibili (in grado cioè di utilizzare indifferentemente carbone, gas naturale od olio) con equivalente impatto ambientale.

Il raggiungimento degli obiettivi delineati dal Progetto Ambiente viene perseguito tramite l'applicazione di predisposizioni progettuali e impiantistiche di salvaguardia per la riduzione degli ossidi di azoto (NOx) dell'anidride solforosa (SO2) e del particolato.

Nel 1988 i programmi del Progetto Ambiente sono infine stati resi esecutivi anche per tutti gli impianti esistenti con potenza superiore a 200 MWe. In tal modo l'Enel è oggi come ieri pronto a svolgere il suo ruolo di impresa di pubblico servizio con il vincolo istituzionale che la legge italiana o il proprio statuto gli impongono, ma anche consapevole di dare una risposta coraggiosa e positiva alla domanda di qualità della vita e di salvaguardia ambientale che è sempre più pressante nel Paese così come nelle strategie aziendali.

Principali sistemi per la riduzione dell'inquinamento atmosferico adottati dall'Enel	
PERIODO SISTEMA	1982-1986
1950-1965	<ul style="list-style-type: none"> ● Alti camini ● Captatori meccanici ● Alti camini ● Captatori elettrostatici 1ª generazione ● Reti di rilevamento
1965-1970	<ul style="list-style-type: none"> ● Limitazione zolfo nei combustibili ● Indagini ambientali prima durante e dopo ● (primo esercizio R.I.A.) ● Camini multi flusso ● Captatori elettrostatici 2ª generazione ● Reti di rilevamento con modello di comportamento ● Limitazione zolfo nei combustibili
1970-1982	<ul style="list-style-type: none"> ● Indagini ambientali prima durante e dopo ● Camini multi flusso ● Captatori elettrostatici 2ª generazione ● Reti di rilevamento con modello di comportamento ● Limitazione zolfo nei combustibili
1986-1988	<ul style="list-style-type: none"> ● Indagini ambientali prima durante e dopo il primo esercizio R.I.A. ● Camini multi flusso ● Captatori elettrostatici 3ª generazione ● Combustione a più stadi ● Reti di rilevamento con modelli di comportamento basati su remote sensing ● Mix di combustibili per ridurre le emissioni ● Rapporto per la valutazione d'impatto ambientale ● Desolforazione gas di combustione ● Denitrificazione dei fumi (riduzione catalitica degli ossidi di azoto)

Schema delle misure adottate dall'Enel per la prevenzione dell'inquinamento atmosferico	
LIMITAZIONE DELLE EMISSIONI INQUINANTI	industrialmente provati ad alta efficienza e affidabilità
Accorgimenti per limitare la polverosità nelle fasi di movimentazione e stoccaggio del carbone	Abbattimento degli ossidi di azoto con sistemi industrialmente provati ad alta efficienza e affidabilità
Introduzione di sistemi di combustione di tipo avanzato e diminuzione carichi termici per minimizzare la formazione di ossidi di azoto	OTTIMIZZAZIONE E CONTROLLO DELLA DISPERSIONE ATMOSFERICA
Abbattimento del particolato con precipitatori elettrostatici a elevatissima efficienza e affidabilità	Alto camino multi flusso
Abbattimento degli ossidi di zolfo con sistemi	Reti automatiche di rilevamento della qualità dell'aria
	Modelli di comportamento
	Interventi operativi di esercizio