

---

Ufficio Studi

---

Working Paper n. 12

---

Marzo 1989

---



Gruppo Ferruzzi

IL PROBLEMA  
DELL'OZONO:  
LA NECESSITÀ  
DI  
UNA SOLUZIONE  
GLOBALE

Ufficio Studi  
Working Paper n. 12  
Marzo 1989



**Gruppo Ferruzzi**

**IL  
PROBLEMA  
DELL'OZONO:  
LA NECESSITÀ  
DI  
UNA SOLUZIONE  
GLOBALE**

**UFFICIO STUDI  
GRUPPO FERRUZZI**

Direttore: Marco Fortis

**SEDE DI MILANO**

Vice direttore: Mario Panzeri

Assistenti di ricerca: Giuseppe Colpani  
Maria Ester Benigni  
Giovanni Panzeri  
Federico Mistruzzi

Indirizzo: Foro Buonaparte, 31; 20121 Milano

Telefono: (02) 62705808; Telex: 310679; Telefax: (02) 62705952

**SEDE DI ROMA**

Vice direttore: Giovanni Simoni

Assistenti di ricerca: Marcello Bianchi  
Pia Marconi  
Elisabeth Mutschlechner

Indirizzo: Via G.B. Morgagni, 31; 00161 Roma

Telefono: (06) 851741/8840151; Telefax: (06) 851741-234

---

## Sommario

---

1. Introduzione . . . . .	Pag. 5
2. L'attuale stato di comprensione del problema dell'ozono e delle sue cause. . . . .	» 6
2.1. I processi che controllano la quantità e la distribuzione dell'ozono nell'atmosfera e le conseguenze prodotte dai clorofluorocarburi . . . . .	» 7
2.2. Il rilevamento del «buco» nell'ozono in Antartide: le spiegazioni e le implicazioni . . . . .	» 8
3. Le misure internazionali adottate per la regolamentazione dei prodotti ritenuti responsabili del problema dell'ozono . . . . .	» 10
3.1. Il Protocollo di Montreal e il Regolamento CEE. . . . .	» 12
3.2. Le ipotesi di revisione del Protocollo e la Risoluzione CEE . . . . .	» 14
4. Il mercato dei clorofluorocarburi regolamentati . . . . .	» 16
5. Le possibilità sostitutive nel lungo e nel breve periodo . . . . .	» 20
6. La partecipazione della Montefluos ai programmi di collaborazione internazionale promossi dall'industria chimica . . . . .	» 23
7. La strategia della Montefluos per l'uscita dalle produzioni di CFC e i piani per la realizzazione dei nuovi prodotti . . . . .	» 26
8. Conclusioni . . . . .	» 30
Appendice 1. . . . .	» 33
Appendice 2. . . . .	» 37
Bibliografia . . . . .	» 45

---

## 1. Introduzione

È particolarmente significativo che tra le principali aree di attività in cui il Gruppo Ferruzzi è impegnato (ossia: alimentazione, salute e previdenza, ambiente, energia, chimica e nuovi materiali) l'*ambiente* occupi una posizione centrale. Una collocazione «cardine» che si spiega essenzialmente alla luce di due fattori: innanzitutto in funzione dell'obiettivo strategico generale che il Gruppo si propone – ovvero crescere per far crescere la qualità della vita; in secondo luogo come elemento di coagulo dello slancio di innovazione tecnologica che sottostà al progetto industriale del Gruppo stesso. Inoltre, è importante sottolineare come la sensibilità del Gruppo Ferruzzi per i temi dell'ambiente abbia radici consolidate nella sua storia e nella sua cultura, nel suo modo di concepire il ruolo della terra e dei suoi prodotti, quantunque la Ferruzzi sia oggi divenuta una realtà industriale mondiale che va ben oltre i confini dell'agricoltura.

L'impegno complessivo del Gruppo Ferruzzi a favore dell'ambiente è testimoniato da programmi operativi di grande rilevanza, che possiamo sinteticamente così riassumere:

- nel settore agricolo il Gruppo ha guidato in Europa il rilancio su larga scala della rotazione agraria e l'introduzione di colture (come ad esempio la soia) a bassa domanda di prodotti chimici. Tutto ciò ha contribuito a contenere gli effetti indesiderati di inquinamento ambientale;
- il Gruppo Ferruzzi è inoltre all'avanguardia nello sviluppo della cosiddetta «chimica verde», cioè di una chimica che utilizzi come materie prime i prodotti dell'agricoltura e che possa portare a processi e prodotti ad alto valore aggiunto più compatibili con l'ambiente;
- il Gruppo è anche all'avanguardia nello sviluppo di nuove tecnologie e di nuovi processi per una chimica «tradizionale» più pulita, con scarti di lavorazione ampiamente riciclabili e con effluenti ridotti al minimo;
- inoltre, è attivo nello sviluppo di nuove tecnologie per la depurazione, il riciclaggio e la distruzione dei rifiuti tossici. In sostanza sta promuovendo un'industria dei «servizi ambientali» a disposizione di tutti;
- va poi ricordato l'impegno della Ferruzzi nel settore delle fonti di energia rinnovabili, come l'industria idroelettrica, ed anche il suo crescente impegno nelle attività di sperimentazione e produzione di etanolo quale additivo delle benzine per rendere meno tossici i gas di scarico;
- infine, il Gruppo Ferruzzi è da tempo impegnato in un'azione sistema-

---

tica di ricerca, informazione e divulgazione sui grandi temi ambientali.

Con questo studio prende oggi avvio anche un'ampia ed organica serie di analisi sulle tematiche dell'ecologia. In particolare, il presente lavoro affronta un problema molto importante e complesso: quello del cosiddetto buco nella fascia di ozono. Un problema giudicato fino a poco tempo fa quasi insormontabile ma che ora, grazie anche all'impegno delle imprese interessate, appare suscettibile di una positiva soluzione.

## 2. L'attuale stato di comprensione del problema dell'ozono e delle sue cause

Il manifestarsi del problema dell'ozono si fa risalire al 1974, quando fu reso noto il primo lavoro scientifico al riguardo. Con un articolo pubblicato sulla rivista «Nature» gli scienziati M.J. Molina e F.S. Rowland avevano ipotizzato che i clorofluorocarburi (CFC) (1) potessero interagire con l'ozono presente nell'alta atmosfera.

In realtà, già due anni prima di questo evento la stessa industria produttrice si era preoccupata di migliorare la conoscenza degli effetti dei CFC sull'ambiente. A questo scopo nel 1972 i principali produttori di CFC avevano costituito un organismo ad hoc, il *Fluorocarbons Panel* (2), per promuovere e finanziare progetti di ricerca in questo ambito (si veda l'Appendice 1).

I lavori scientifici che si sono susseguiti nel tempo non hanno dato risultati univoci sulle modifiche in atto nell'atmosfera e sulla responsabilità dei CFC nella riduzione dell'ozono in essa presente.

Si è dovuto arrivare agli anni a noi più vicini per disporre di prove importanti circa l'effettivo prevalere delle reazioni di distruzione sulle reazioni di formazione dell'ozono presente nell'atmosfera e la responsabilità dei clorofluorocarburi nell'alterazione di questo equilibrio. A partire dal 1986 sono state infatti lanciate delle imponenti campagne di rilevazione dei dati relativi all'ozono, in seguito al manifestarsi del cosiddetto «buco» nella fascia di ozono in corrispondenza della regione antartica.

---

(1) I clorofluorocarburi sono prodotti chimici costituiti da cloro, fluoro e carbonio. Essi hanno eccezionali proprietà di stabilità chimica, non sono tossici, non sono infiammabili anche alle alte temperature. Per queste caratteristiche hanno trovato largo impiego nei settori degli aerosol, della refrigerazione, dell'isolamento termico, dell'arredamento, nell'industria elettronica e nella meccanica di precisione.

(2) Di questo organismo si tratta più estesamente nel capitolo 6.

---

Nel paragrafo che segue (2.1.) verrà preso in considerazione il problema della riduzione della quantità complessiva di ozono presente nell'atmosfera, mentre nel paragrafo successivo (2.2.) ci si soffermerà sul fenomeno che rappresenta la manifestazione più macroscopica di questo problema, il cosiddetto «buco» nell'ozono in Antartide.

### **2.1. I processi che controllano la quantità e la distribuzione dell'ozono nell'atmosfera e le conseguenze prodotte dai clorofluorocarburi**

Lo studio dei processi che controllano l'ozono dell'atmosfera riguarda sia la *concentrazione totale* che la *distribuzione verticale* dell'ozono. Queste possono mutare per effetto di sostanze prodotte dall'uomo, provocando gravi danni ambientali.

La riduzione della *concentrazione totale* di ozono nell'atmosfera fa aumentare la quantità delle radiazioni ultraviolette che penetra sulla superficie terrestre. Infatti l'ozono è il solo gas, tra quelli presenti nell'atmosfera, a svolgere un'azione di «filtro» delle radiazioni solari.

L'aumento delle radiazioni che raggiungono il pianeta può causare danni alla salute dell'uomo, quali l'insorgenza di tumori della pelle (carcinoma benigno), il manifestarsi di cataratte e di cambiamenti nel DNA. Inoltre, è stato ipotizzato che la maggiore quantità di radiazioni ultraviolette potrebbe incidere negativamente sulla produttività degli ecosistemi sia marino che terrestre.

Invece, i mutamenti nella *distribuzione verticale* dell'ozono, uniti ai cambiamenti nella concentrazione atmosferica di altri gas, possono contribuire a determinare cambiamenti di clima sia a livello regionale che globale. Questi cambiamenti, incidendo sulla struttura della temperatura atmosferica, possono provocare variazioni nei «pattern» della circolazione e delle precipitazioni atmosferiche.

Oggi esiste una sufficiente evidenza empirica che dimostra come la composizione chimica dell'atmosfera stia cambiando a ritmi elevati e su scala globale.

La concentrazione di alcuni gas ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ , CFC 11 e 12), sta aumentando a tassi che vanno dallo 0,2 al 5% l'anno (si veda la Tabella 1). Altre sostanze (CFC 113 e halons 1211-1301) crescono a ritmi ancora più elevati anche se i quantitativi assoluti sono di ordine di grandezza minore.

Tali cambiamenti nella composizione chimica dell'atmosfera possono essere considerati un fenomeno naturale solo in parte. Per il resto essi

---

sono dovuti alle attività dell'uomo. In particolare, i CFC e gli halon sono generati esclusivamente attraverso l'attività industriale e sono ritenuti i maggiori responsabili della riduzione dello strato complessivo di ozono nell'atmosfera, anche se finora tale riduzione si è mantenuta a livelli modesti e senza un corrispondente aumento delle radiazioni ultraviolette, tranne per periodi limitati nelle zone polari.

Queste sostanze sono chimicamente molto stabili ed inerti nella bassa atmosfera. Esse possono quindi raggiungere la stratosfera (al di sopra dei 15 km) dove, con una composizione chimica praticamente immutata, per effetto delle radiazioni solari ultraviolette liberano atomi di cloro e bromo che attaccano l'ozono. Inoltre, data la loro lunga persistenza nell'atmosfera, il pieno recupero del sistema richiede molte decine di anni dalle emissioni.

Per poter valutare quantitativamente l'impatto che la presenza di CFC nell'alta atmosfera può avere sullo spessore dello strato di ozono, vengono utilizzati modelli matematici di simulazione. Solo in anni molto recenti è stato possibile confrontare le previsioni di tali modelli con i dati provenienti da rilevazioni empiriche sufficientemente affidabili.

Al riguardo, nell'autunno del 1986, per iniziativa di diversi organismi – NASA, Federal Aviation Administration (FAA), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), World Meteorological Organization e United Nations Environmental Programme (UNEP) – è stato avviato un lavoro di revisione di tutte le rilevazioni relative all'ozono.

Tale lavoro di revisione è stato affidato ad un panel di scienziati, conosciuto come *Ozone Trend Panel*, che ha reso noto i risultati nel marzo del 1988. Questi hanno permesso di affermare che lo spessore dello strato di ozono si è andato riducendo a partire dal 1969, contrariamente a quanto previsto in precedenza dagli stessi modelli teorici.

## **2.2. Il rilevamento del «buco» nell'ozono in Antartide, le spiegazioni e le implicazioni**

Il cosiddetto «buco» nella fascia di ozono, in corrispondenza dell'Antartide, è stato osservato per la prima volta nel 1985. Questo fenomeno consiste in un'anomala diminuzione della concentrazione di ozono, tra i 15 e 20 Km di altitudine, limitata nel tempo e nello spazio. Essa si manifesta all'inizio della primavera antartica, quando la luce del sole ritorna dopo l'inverno polare. È stato rilevato che la concentrazione di ozono torna poi ai livelli medi nel giro di poche settimane.

L'evidenza empirica ricostruita in modo accurato ha permesso di veri-

**Tabella 1****Caratteristiche di alcune sostanze ad elevato tasso di distruzione dell'ozono**

Sostanze	Vita media (anni)	Concentrazione media (ppbv) (1)
CFC 11	75	0,230
CFC 12	100	0,400
CFC 113	90	0,020
Halon 1301	110	0,002

(1) Espresso in parti di miliardi, cioè una molecola di sostanza per ogni miliardo di molecole di aria.

Fonte: Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi.

ficare con certezza una riduzione anomala dell'ozono a partire dalla metà degli anni '70. Il fenomeno ha poi raggiunto un culmine nel 1987, quando si è osservata una riduzione del 90% nella concentrazione dell'ozono.

Si sono delineate tre diverse teorie per spiegare il prodursi di una eccessiva riduzione dell'ozono in corrispondenza della zona antartica:

- quella secondo cui sarebbero le attività umane responsabili del formarsi del «buco» nell'ozono in Antartide, attraverso la crescente immissione di prodotti chimici a base di cloro e di bromo (teoria chimica);
- quella secondo cui i cambiamenti nella circolazione atmosferica avrebbero trasportato nella zona antartica aria con scarsa quantità di ozono (teoria dinamica);
- infine, quella secondo cui l'attività solare, che periodicamente produce un'abbondanza di ossido di azoto, ciclicamente provocherebbe la distruzione dell'ozono (teoria solare).

Sono state necessarie due successive campagne di rilevazione dei dati per dimostrare l'attendibilità della prima teoria. La prima fase di raccolta di dati si è svolta tra agosto e novembre del 1986, la seconda nel 1987 a partire dalla metà del mese di agosto. Le due campagne sono state promosse dalla National Science Foundation (NFS), dalla NASA, dalla National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) e dalla Chemical Manufacturers Association (CMA), che amministra l'attività di ricerca in campo ambientale svolta da un consorzio internazionale di

---

produttori di CFC (il Fluorocarbons Panel). Queste campagne hanno consentito di verificare che la composizione chimica della più bassa stratosfera era fortemente perturbata rispetto a quella prevista sulla base di considerazioni teoriche. In particolare, è stata osservata una differente distribuzione della specie cloro e una differente distribuzione e quantità della specie azoto.

Ciò va spiegato in relazione al verificarsi di alcune particolari condizioni atmosferiche proprie della zona antartica durante la stagione primaverile. In questo periodo la bassa temperatura ( $-80^{\circ}\text{C}$ ) provoca il formarsi delle nubi polari stratosferiche che sono costituite da cristalli di ghiaccio su cui si fissano gli ossidi di azoto. In simili condizioni l'atmosfera viene disidratata e denitrificata impedendo che i radicali di cloro vengano catturati dai radicali azotati e rendendo possibile la loro interazione con l'ozono.

Sulla base di tali risultanze, si è concluso che la distruzione dell'ozono sopra l'Antartide è dovuta, in buona parte, a catalisi chimica coinvolgente il bromo ed il cloro. I CFC (totalmente alogenati) e gli halon sono stati indicati come i principali responsabili del formarsi del «buco» di ozono.

In relazione alle stesse risultanze, le limitazioni nella produzione e nell'uso di alcuni CFC e degli halon, previste dal protocollo di Montreal, non sarebbero sufficienti a eliminare il «buco di ozono», anche qualora fossero rispettate da tutti i paesi. La quantità di cloro raddoppierebbe comunque nei prossimi decenni rispetto al livello attuale (3 parti per miliardo-ppbv).

Per poter ridurre il «buco» prodottosi nella fascia di ozono in corrispondenza dell'Antartide, la quantità di cloro nell'atmosfera dovrebbe ritornare a livelli non lontani da quelli della fine degli anni '60 (2ppbv). Ciò richiederebbe una riduzione dei tassi di emissione dei CFC almeno pari all'85% rispetto ai livelli 1986, entro il prossimo decennio. In ogni caso sarebbero necessari diversi decenni per riportare la presenza di cloro nell'atmosfera a livelli compatibili, anche cessando completamente l'emissione dei CFC.

### **3. Le misure internazionali adottate per la regolamentazione dei prodotti ritenuti responsabili del problema dell'ozono**

L'attenzione al problema dello strato di ozono da parte di organismi nazionali e internazionali, pubblici e privati, risale a molti anni fa. La rapida crescita nell'uso dei CFC in vari comparti industriali (refri-

---

gerazione, aerosol, solvenza, schiume espanse), avvenuta a partire dal 1960, ha spinto prima tra tutti l'industria produttrice a preoccuparsi degli effetti dei CFC sull'ambiente. Come già ricordato, nel 1972 è stato costituito il Fluorocarbons Panel, il consorzio di produttori mondiali di CFC, amministrato dalla CMA in USA, allo scopo di promuovere e finanziare la ricerca sugli effetti di tali prodotti sull'ambiente e successivamente sull'ozono della stratosfera.

Il programma del Fluorocarbons Panel è stato progressivamente esteso suscitando un interesse crescente da parte degli scienziati di ogni estrazione (pubblica, industriale, universitaria) per la migliore comprensione del «funzionamento dell'atmosfera». Certamente le attività promosse da questo organismo costituiscono un sostanziale contributo alle conoscenze dell'intero problema.

Tuttavia è solo nel 1988 che, attraverso le rilevazioni sperimentali coordinate dal già citato Ozone Trend Panel, si è potuto collegare le cause con gli effetti, non solo in termini qualitativi, ma anche in termini quantitativi. Peraltro, già prima che ciò avvenisse, la preoccupazione circa i possibili danni per la fascia di ozono derivanti dall'ulteriore diffondersi dei CFC, aveva spinto alcuni governi a limitare alcuni impieghi dei clorofluorocarburi. L'uso dei CFC 11 e 12 per aerosol era stato vietato in Svezia (1977), negli USA (1978), in Norvegia (1979), in Canada (1980) e in Danimarca (1984).

Altri paesi, interpretando la situazione in modo meno drammatico, si erano limitati ad applicare misure precauzionali sulla base delle risultanze scientifiche del momento: l'Olanda aveva reso obbligatoria l'apposizione di un'etichetta sui contenitori di aerosol a base di CFC (1978); il Portogallo aveva limitato le importazioni di CFC destinati ad aerosol ad un massimo di 3.000 tonnellate annue (1982).

La CEE, attraverso una decisione del Consiglio, nel 1980 aveva disposto una riduzione del 30% dei CFC per aerosol rispetto ai livelli 1976. Con una successiva decisione del Consiglio, la CEE ha elaborato dei «codici di buona pratica» per l'utilizzazione dei CFC nelle schiume, nei refrigeranti e nei solventi (1982).

Infine, le Nazioni Unite, attraverso il Programma Ambiente (UNEP), hanno promosso una Convenzione per la protezione dello strato di ozono che è stata adottata da 21 paesi a Vienna nel 1985 (Convenzione di Vienna).

La Convenzione di Vienna, strumento quadro di cooperazione internazionale per fronteggiare il «problema ozono» a livello globale, è stata completata con un atto di carattere regolamentativo, il Protocollo, firmato a Montreal nel 1987 da 27 paesi e dalla CEE (si veda l'Appendice 1).

---

### 3.1. Il Protocollo di Montreal e il Regolamento CEE

Con il Protocollo di Montreal è stata adottata una strategia globale per fronteggiare un problema ambientale di natura globale: le iniziative individuali di limitazione dei CFC da parte dei singoli paesi hanno lasciato il posto ad un sistema di limitazioni complessivo; le restrizioni relative solo ad alcuni utilizzi hanno ceduto il posto ad una limitazione globale della produzione e del consumo di CFC.

Il Protocollo è stato firmato dopo intense negoziazioni volte a mediare le posizioni divergenti dei diversi blocchi di paesi coinvolti (USA, CEE, Giappone) che allora, quando non erano ancora noti gli ultimi risultati scientifici, avevano punti di vista differenti sul rischio da affrontare e sull'entità di eventuali misure limitative.

Il Protocollo adottato ha introdotto una regolamentazione che riguarda tutti i clorofluorocarburi (completamente alogenati) e gli halon (si veda la Tabella 2).

I capisaldi del Protocollo sono:

- la limitazione sia della produzione che del consumo di tutti i CFC (completamente alogenati) e degli halon indipendentemente dai differenti utilizzi;
- il congelamento dei livelli di consumo e di produzione, rispetto a quelli registrati nel 1986, sino al 1993 per i CFC ed a partire dal 1992 per gli halon;
- la riduzione della produzione e del consumo in scaglioni successivi, sino ad arrivare ad un dimezzamento della produzione dei CFC nel 1998, rispetto ai livelli del 1986;
- il principio di «modificabilità» delle limitazioni previste, in relazione alle successive risultanze scientifiche, tecniche ed economiche (si veda la Tabella 3).

I paesi che hanno ratificato il Protocollo sono sottoposti ad ulteriori limitazioni, quali il divieto di esportare i prodotti «regolamentati» in paesi che non abbiano aderito al Protocollo (dal 1.1.1993) ed il divieto di importare dagli stessi paesi merci contenenti i prodotti regolamentati (dal 1.1.1992). Infine, è previsto l'esame della possibilità di limitare le importazioni di merci prodotte con l'impiego dei prodotti regolamentati senza peraltro contenerli (entro l'1.1.1994).

La CEE, con il Regolamento del 14 ottobre 1988, ha recepito integralmente il dettato del Protocollo. Corrispondentemente il Regolamento limita all'interno della CEE sia la produzione che il consumo dei prodotti indicati dal Protocollo.

Il Regolamento, la cui applicazione è pressoché immediata

Tabella 2

**Potenziale di distruzione dell'ozono imputabile ad alcune sostanze regolamentate**

Sostanze	Potenziale di distruzione dell'ozono (1)
CFC 11 (CFCl <sub>3</sub> )	1,0
CFC 12 (CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	1,0
CFC 113 (C <sub>2</sub> F <sub>3</sub> Cl <sub>3</sub> )	0,8
CFC 114 (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> )	1,0
CFC 115 (C <sub>2</sub> F <sub>5</sub> Cl)	0,6
Halon 1211 (CF <sub>2</sub> BrCl)	3,0
Halon 1301 (CF <sub>3</sub> Br)	10,0
Halon 2402 (C <sub>2</sub> F <sub>4</sub> Br <sub>2</sub> )	6,0

(1) Le stime dei potenziali di distruzione dell'ozono sono effettuate sulla base delle conoscenze esistenti e verranno controllate e aggiornate periodicamente. La base dei numeri è convenzionalmente il potenziale di distruzione del CFC11 = 1,0.

Fonte: Protocollo di Montreal.

(1.1.1989), si rivolge direttamente alle imprese alle quali viene fatto obbligo di notificare i livelli di produzione e, ai fini del controllo dei consumi, anche le importazioni extracomunitarie.

I controlli e le limitazioni della produzione sono effettuati a livello nazionale. Invece il controllo e le limitazioni dei consumi vengono realizzati a livello comunitario, attraverso il controllo e la limitazione delle vendite.

Il Protocollo di Montreal viene considerato da molti osservatori un caso eccezionale di successo. Esso è riuscito a realizzare un accordo tra governi per l'adozione di misure preventive di tutela ambientale sulla base di ipotesi scientifiche allora non ancora dimostrate in modo adeguato.

Un tale esito è dovuto in parte anche ad alcune particolari circostanze, quali la scoperta nel 1985 dell'apertura nella fascia di ozono in corrispondenza della regione antartica. Inoltre, ha sicuramente contribui-

---

to a rendere possibile il Protocollo di Montreal il fatto che il problema dell'ozono ha conseguenze dilazionate nel tempo, i produttori dei CFC coinvolti sono poco numerosi e molto ben strutturati e sono anche i potenziali produttori dei principali prodotti sostitutivi, i paesi politicamente responsabili sono anche i più ricchi del pianeta e sono in grado di assorbire gli effetti economici conseguenti alle restrizioni stabilite.

Tuttavia sono stati necessari circa otto anni di negoziati per raggiungere un certo consenso – al 31 dicembre 1988 solo 45 Paesi hanno firmato il Protocollo e solo 21 lo hanno ratificato – in una situazione diversificata di sensibilità ecologica, e di interessi economici e nazionali.

### **3.2. Le ipotesi di revisione del Protocollo e la Risoluzione CEE**

Come osservato nei paragrafi precedenti, le principali campagne di rilevazione dei dati sull'ozono, che sono culminate nella pubblicazione del rapporto dell'Ozone Trend Panel, hanno prodotto i loro risultati dopo la definizione del Protocollo di Montreal. La gravità dei dati così rilevati e il riprodursi del «buco» nello strato di ozono in Antartide – osservato nuovamente tra il settembre ed il novembre del 1987 – hanno rafforzato i fautori di una revisione in termini ancora più restrittivi della regolamentazione definita con il Protocollo di Montreal.

Si è così fatto largo il concetto che, per consentire al fenomeno di riequilibrarsi, occorrono tempi accelerati e riduzioni maggiori, sino alla cessazione totale della produzione e dei consumi di CFC a partire da una certa data.

In questo contesto, l'UNEP (United Nations Environmental Programme) ha iniziato il processo di revisione del Protocollo, la cui conclusione è prevista entro il prossimo anno.

A livello CEE, le pressioni politiche interne hanno indotto alcuni stati membri a proporre e fare adottare dal Consiglio una Risoluzione al fine di ottenere l'adozione di misure che vadano oltre le limitazioni imposte con il Regolamento CEE e quindi con lo stesso Protocollo di Montreal.

Va notato che la Risoluzione per sua natura non ha carattere vincolante ma, nel caso specifico, costituisce un atto importante di indirizzo politico.

In ogni caso, il ricorso alla Risoluzione è stato dettato da ragioni di opportunità in quanto una modifica del Regolamento avrebbe determinato un ritardo nella sua entrata in vigore.

La Risoluzione adottata dal Consiglio nel luglio 1988 invita la Commissione a concordare delle riduzioni sostanziali nell'utilizzo dei prodotti

**Tabella 3**

**Obiettivi di congelamento e di riduzione di alcune sostanze regolamentate**  
(produzione e consumi annui rispetto ai livelli del 1986) (1) (2)

	Decorrenza		
	Dall'1.7.1989	Dall'1.7.1993	Dall'1.7.1998
CFC 11 CFC 12 CFC 13 CFC 14 CFC 15	Congelamento	Riduzione 20%	Riduzione 50%
	Dall'1.1.1992		
Halon 1301 Halon 1211 Halon 2402	Congelamento		

(1) Le produzioni potranno essere incrementate del 10%, 10% e 15% rispettivamente per ciascuno dei tre periodi, solamente per insediamenti industriali nei paesi in via di sviluppo o nel caso di razionalizzazioni industriali.

(2) Eccezioni sono previste per:

- Paesi in via di sviluppo: provvedimenti ritardati di 10 anni;
- Paesi con produzioni inferiori a 25 mila tonn./a: razionalizzazione oltre i limiti;
- Paesi con produzioni fra 0,3 e 0,5 Kg/a pro capite che hanno già programmato nuove produzioni prima del 1987: esenzione fino al 31/12/1990.

Fonte: Protocollo di Montreal.

oggetto della regolamentazione, attraverso accordi volontari con le organizzazioni delle industrie utilizzatrici.

Inoltre, la Risoluzione CEE invita a concordare una «etichetta comunitaria» da apporre a tutte le merci *non* contenenti i prodotti regolamentati.

In generale, l'avvio del processo di revisione del Protocollo in termini ancora più restrittivi chiama in causa problemi di ordine economico ed industriale legati alla disponibilità di prodotti sostitutivi.

Come sempre, anche in questo caso, si tratta di conciliare le importan-

---

ti esigenze di tutela ambientale con non meno rilevanti esigenze di ordine economico-produttivo oltreché tecnico.

#### 4. Il mercato dei clorofluorocarburi regolamentati

Fin dal loro apparire i CFC si sono dimostrati prodotti molto interessanti per l'insieme delle loro caratteristiche sia di sicurezza che funzionali.

Lo sviluppo di interi settori industriali è stato possibile solo grazie al loro impiego. Basti pensare all'impiego dei CFC nei settori delle *schiume espanse*, della *refrigerazione*, della *solvenza* e dell'*aerosol*.

Come mostra la Tabella 4, l'impiego dei CFC in questi settori dà luogo ad una larga varietà di utilizzi finali quali ad esempio:

- la realizzazione di selleria per auto, di mobili e di indumenti (schiume espanse flessibili);
- l'isolamento termico di fabbricati ed impianti nonché l'imballaggio (schiume espanse rigide);
- la realizzazione di frigoriferi domestici, commerciali ed industriali e di impianti di condizionamento d'aria (refrigerazione);
- la realizzazione di prodotti personali, per la casa, tecnici, farmaceutici e veterinari (aerosol);
- il trattamento di componenti elettronici sofisticati e della strumentazione di meccanica fine, nonché la finitura ottica industriale e personale (solvenza).

L'ampia diffusione dei CFC in numerosi settori industriali di utilizzo spiega l'andamento crescente delle quantità prodotte (3).

Dal momento della loro immissione nel mercato sino a tutto il 1976, la crescita della produzione mondiale dei CFC (CFC 11 e 12) è stata esponenziale (si vedano le Figure 1 e 2).

Invece nel decennio 1976-1986, pur con delle oscillazioni, la produzione si è complessivamente mantenuta sui livelli del 1976, a causa dell'operare delle prime restrizioni relative ad alcuni utilizzi (aerosol), imposte all'industria chimica in USA ed in Europa. Nello stesso decennio si osservano, per la prima volta, tassi di crescita negativi nella produzione di CFC 11 e 12 (si veda la Tabella 5).

---

(3) I dati relativi alla produzione mondiale di CFC 11 e 12 sono stati elaborati dalla Chemical Manufacturers Association (CMA), sulla base dei dati forniti dai produttori aderenti alla CMA, che assommano il 90% circa della produzione mondiale.

**Tabella 4****I prodotti regolamentati e i loro usi**

Industrie e prodotti	Utilizzi
Schiume espanse (CFC 11-12-113) Flessibili Rigide	Selleria auto, materassi, mobili, indumenti, calzature Isolamento termico fabbricati frigoriferi, impianti, imballi
Refrigerazione (CFC 11-12-113-114-115)	Frigoriferi domestici, commerciali, industriali Condizionamento aria Pompe di calore
Aerosol (CFC 11-12-113-114-115)	Prodotti personali, tecnici, farmaceutici, veterinari
Solvenza (CFC 11-113)	Trattamento componenti elettronici (chips, circuiti stampati) Trattamenti meccanica fine (strumentazione, difesa) Finitura ottica industriale e personale Lavaggio tessuti

Fonte: Montefluos SpA.

Come mostrano le Tabelle 6 e 7, che riportano i dati sulle vendite mondiali di CFC 11 e 12 per settore di utilizzo, il peso relativo dei diversi settori è mutato considerevolmente nel decennio 1976-1986.

Per il CFC 12, il settore aerosol, che rappresentava il 57,8% delle

---

vendite complessive nel 1976, scende al 29,5% nel 1986. In tale anno il settore di massimo utilizzo risulta quello della refrigerazione con il 49,8% del totale delle vendite. Il peso del settore aerosol diminuisce anche per quanto riguarda l'uso del CFC 11, passando dal 57,4 al 30,5%, mentre aumenta considerevolmente il peso del settore schiume espanse (rigide e flessibili), che passa dal 28,5% del '76 al 55,2% del 1986.

Un andamento analogo si riscontra in ambito CEE, dove le vendite di CFC 11 e 12 per aerosol passano dal 72,5% del totale del 1976 al 52,6% nel 1986, mentre aumentano le vendite di questi prodotti nei settori delle schiume espanse e della solvenza (si veda la Tabella 8).

I paesi produttori di CFC sono venticinque, ma fra questi solo cinque coprono il 75% della produzione mondiale. In questo scenario, il titolo di leader è incontestabilmente detenuto dagli USA con il 35% del mercato e la presenza di 5 produttori fra cui assume rilievo il primo produttore mondiale di CFC, la Dupont de Nemours che, con le sue consociate estere, copre un quarto del mercato.

La CEE, il cui contributo alla produzione mondiale è anch'esso del 35%, presenta 9 produttori, che hanno 12 sedi dislocate in sette diversi paesi.

Stime recenti attribuiscono inoltre il 15% del mercato mondiale di CFC al Giappone ed ai Paesi del Sud-Est Asiatico, mentre il 10% sarebbe coperto dalla produzione dei Paesi dell'Est. Si stima che i paesi del Terzo Mondo raggiungano il 5% della produzione mondiale.

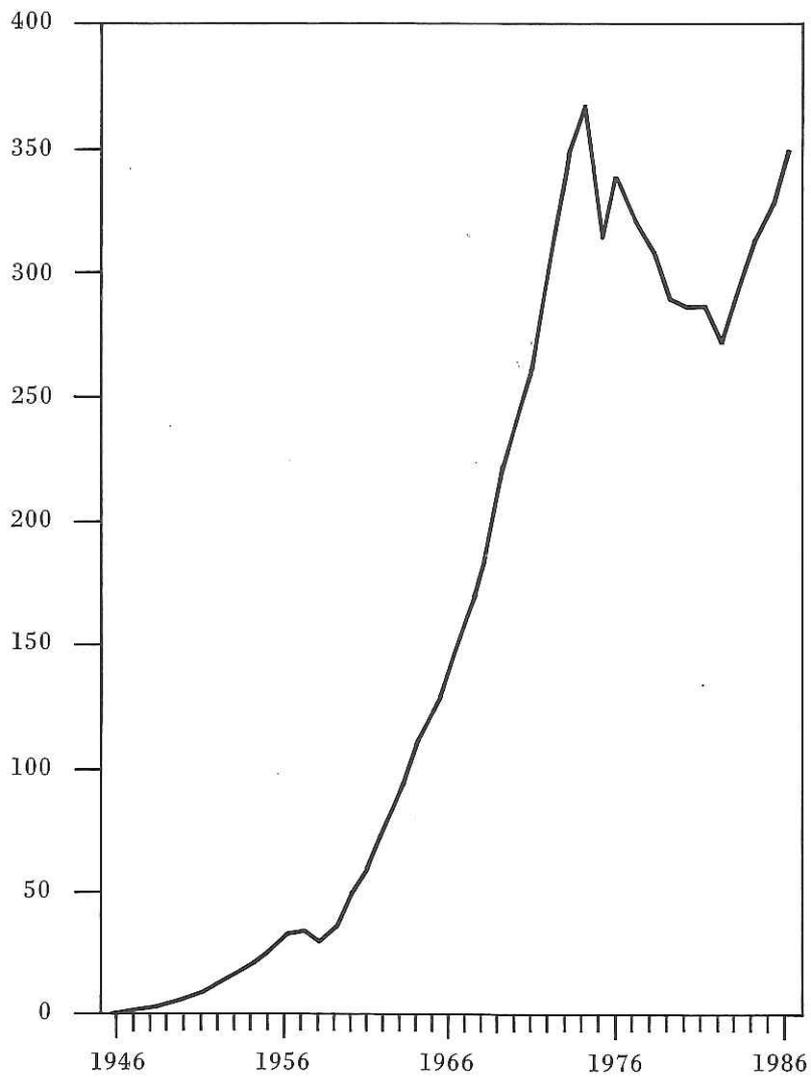
La situazione è ugualmente variegata all'interno delle diverse aree geografiche in relazione al consumo pro capite dei CFC regolamentati.

Anche in questo caso il primato spetta agli USA, in cui nel 1986 il consumo pro capite è stato di 1,30 Kg contro gli 0,94 del Giappone e gli 0,92 della CEE. Il consumo pro capite degli USA risulta quasi una volta e mezzo quello della CEE e del Giappone, nonostante gli USA abbiano già da tempo proibito il consumo dei CFC per aerosol. Pertanto il contributo del consumatore europeo al danno globale dell'ozono, in termini di consumo pro capite delle sostanze responsabili, è inferiore del 70% rispetto al contributo del consumatore americano.

Ciononostante, la CEE e l'industria europea sia produttrice che utilizzatrice, con grande senso di responsabilità, hanno già iniziato a percorrere una strada che porterà al raggiungimento anticipato degli obiettivi fissati con il protocollo di Montreal. Va sottolineato al riguardo che quando l'Europa avrà raggiunto l'obiettivo della riduzione del 50% degli aerosol, il consumo pro capite sarà di 0,50 Kg contro gli 1,30 attuali degli Stati Uniti.

**Figura 1**

**Produzione totale mondiale annua di CFC 11**  
(dati in migliaia di tonnellate)



Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CMA.

---

Per far fronte ad una situazione di mercato in cui l'offerta dei prodotti regolamentati tende a diminuire mentre la domanda potenziale aumenta, è necessario che l'industria disponga di adeguate soluzioni sostitutive di breve e di lungo periodo.

### 5. Le possibilità sostitutive nel lungo e nel breve periodo

L'industria sia produttrice che utilizzatrice ha già individuato le possibili soluzioni sostitutive di lungo e di breve periodo. Le prime consistono nella messa a punto di nuovi prodotti mentre nel breve periodo esistono, per alcune applicazioni, soluzioni realizzabili con prodotti e tecnologie già disponibili o in fase di affinamento.

La ricerca di nuovi prodotti sostitutivi dei CFC regolamentati è in atto presso i maggiori produttori di clorofluorocarburi. Questa è indirizzata a derivati, provvisti dei necessari requisiti chimico-fisici, che forniscano la massima garanzia di sicurezza, la massima prestazione (tenendo conto dei costi), e la massima compatibilità ambientale.

I candidati individuati sono i derivati alogenati degli alcani più semplici, contenenti uno o più atomi di idrogeno. Essi sono chimicamente noti da molto tempo mentre devono essere ancora approfonditi gli aspetti relativi ai processi produttivi, ai costi di produzione, ai problemi applicativi e alle loro caratteristiche tossicologiche e ambientali.

I nuovi prodotti sostitutivi che i maggiori produttori mondiali hanno attualmente allo studio sono l'HFA 123 (trifluoro-dicloro-etano), l'HFA 134a (tetrafluoro-etano), l'HFA 141b (monofluoro-dicloro-etano) e l'HFA 142b (difluoro-monocloro-etano). Da questi l'industria si attende la maggiore rispondenza ai requisiti esposti in precedenza.

I nuovi prodotti hanno una stabilità nella bassa atmosfera molto inferiore a quella dei CFC regolamentati e quindi si possono diffondere nella stratosfera solo in quantità molto ridotte.

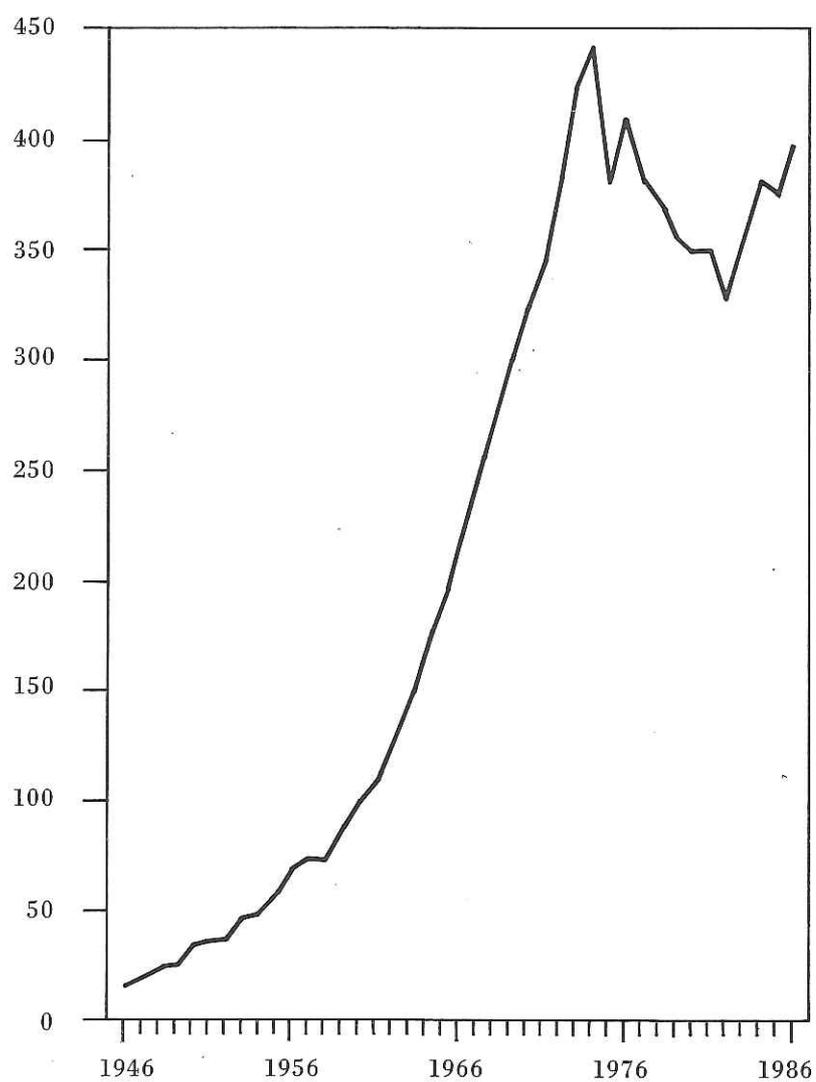
Mentre lo studio delle proprietà applicative e ambientali, pur abbisognando di affinamenti, è in uno stadio piuttosto avanzato, le proprietà tossicologiche richiedono una meticolosa, lunga ed impegnativa sperimentazione secondo i criteri valutativi più aggiornati.

Nel breve periodo, in attesa che i nuovi prodotti vengano messi a punto, esistono alcune possibilità di sostituzione che sono già attuate in ambito industriale, oppure sono in fase di studio avanzato. Esse variano a seconda del settore di applicazione.

Nel settore *aerosol* si è già provveduto all'utilizzo di propellenti idrocarburi quali il propano, l'isobutano, il butano e il dimetiletere. In

**Figura 2**

**Produzione totale mondiale annua di CFC 12**  
(dati in migliaia di tonnellate)



Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CMA.

---

alcuni settori i limiti incontrati nell'utilizzo di queste sostanze sono l'incompatibilità delle strutture produttive attuali, non ancora convertite sulla base delle norme per l'impiego di propellenti in infiammabili.

Circa il 70% delle bombolette aerosol (prodotti per la casa, quali deodoranti ambiente, polish e cere, detergenti per tappeti, prodotti per forni, vetri, ecc.; prodotti tecnici, quali pitture e vernici, ecc.) è già da tempo caricata con questi propellenti.

Per la parte relativa ai prodotti personali (prodotti per capelli, deodoranti personali e antiperspiranti), che rappresenta il restante 30%, la sostituzione è in progressiva attuazione da parte delle aziende che sono in condizioni di localizzazione topografica e finanziarie tali da consentire una conversione degli impianti a propellenti in infiammabili. Per le altre, soprattutto quelle piccole, la scelta, per ora, è continuare con i CFC o chiudere gli impianti.

Nel settore *schiume poliuretatiche flessibili* (per selleria auto, ecc.), sono già possibili diverse soluzioni sostitutive. Per il recupero del CFC 11 già incorporato nelle schiume presso gli utilizzatori la tecnologia si presenta ancora problematica. In Olanda esiste già, tuttavia, un impianto sperimentale.

Negli impianti produttivi di polistirolo espanso per isolamento termico e altri impieghi sembra impossibile privilegiare l'uso di pentano e dell'HFA 22 (prodotto idrogenato già largamente usato nell'industria della refrigerazione) invece che di CFC 12. Per il pentano i limiti finora incontrati sono la sua infiammabilità, un minore potere isolante e la sua relativa minore durata, fattore questo che aumenta il fabbisogno energetico.

Più delicata è la introduzione di cambiamenti nel settore *delle schiume poliuretatiche rigide* impiegate per l'isolamento termico di fabbricati, apparecchiature frigorifere e impianti. L'impiego di fibre di vetro e lana minerale nell'edilizia comporta una compattazione nel tempo che pregiudica l'iniziale prestazione di isolamento, anche se si aumentano gli spessori. L'utilizzo di queste sostanze isolanti sostitutive pone anche gravi problemi nel settore *della refrigerazione*. Al contrario dei poliuretani espansi, le lane minerali non possono assolvere a nessun compito «strutturale». Si deve allora ricorrere a strutture progettate ad hoc con la necessità di inserire elementi di irrigidimento che possono aumentare i coefficienti di trasmissione del calore tra gli ambienti interni ed esterni. In tal modo si aumenta il consumo di energia a parità di prestazioni frigorifere.

Il settore *della refrigerazione industriale* ha alternative per la scelta del fluido frigorifero — almeno per alcuni tipi di impianti di nuova

**Tabella 5**

**Variazioni annue percentuali della produzione mondiale di CFC 11 e CFC 12 (1976-1986)**

Anni	CFC 11		CFC 12	
	Tonnellate	Variazioni %	Tonnellate	Variazioni %
1976	339.832	8,20%	410.729	7,81%
1977	320.464	-5,70%	382.833	-6,79%
1978	308.852	-3,62%	372.082	-2,81%
1979	289.483	-6,27%	357.159	-4,01%
1980	289.619	0,05%	350.219	-1,94%
1981	286.943	-0,92%	351.308	0,31%
1982	271.443	-5,40%	328.039	-6,62%
1983	291.731	7,47%	355.331	8,32%
1984	312.355	7,07%	382.107	7,54%
1985	326.814	4,63%	376.339	-1,51%
1986	350.148	7,14%	398.363	5,85%

Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CMA.

installazione – con l'HFA 22 e con l'ammoniaca, fino a quando non verrà commercializzato il nuovo fluido ritenuto ottimale, l'HFA 134a.

Nel settore *solvenza* può essere privilegiato l'utilizzo di tensioattivi in fase acquosa nei casi isolati in cui i residui della fase di essiccamento non pongano problemi.

**6. La partecipazione della Montefluos ai programmi di collaborazione internazionale promossi dall'industria chimica**

La Montefluos, società del Gruppo Ferruzzi-Montedison è il solo produttore italiano di clorofluorocarburi. Essa partecipa alle più importanti iniziative di ricerca avviate in comune dai principali produttori mondiali di CFC: il Fluorocarbons Programme Panel (FPP), il Programme for

---

Alternative Fluorocarbon Toxicity Testing (PAFT) e l'Alternative Fluorocarbon Environmental Assessment Study (AFEAS) (si veda la Tabella 9).

La Montefluos, insieme agli altri produttori mondiali, è da lungo tempo impegnata in attività di ricerca miranti a conoscere gli effetti dei CFC sull'ambiente. È a questo scopo che ha aderito al Fluorocarbons Programme Panel, che raggruppa tutti i maggiori produttori mondiali di CFC. Sin dal 1972, cioè due anni prima che fossero pubblicate le prime ipotesi scientifiche che chiamavano in causa i CFC nella distruzione dell'ozono, il Fluorocarbons Programme Panel finanzia un programma di ricerca per studiare gli effetti dei CFC sull'ambiente con particolare riguardo, a partire dal 1974, agli effetti sullo strato di ozono dell'atmosfera.

Alcuni risultati del programma hanno sostanzialmente contribuito alla comprensione degli equilibri atmosferici e dell'interazione dei componenti naturali ed antropogeni dell'atmosfera con l'ozono. Ciò è stato possibile grazie al finanziamento di oltre 300 progetti - selezionati con l'obiettivo di coprire i vuoti scientifici esistenti - svolti da organismi esterni di ricerca universitari e governativi, che ha comportato una spesa di 32 miliardi di lire nell'arco di 16 anni.

Inoltre, la Montefluos partecipa al Consorzio PAFT costituito alla fine del 1987 dai principali produttori mondiali di CFC per la ricerca congiunta sulle proprietà tossicologiche dei prodotti candidati a sostituire i clorofluorocarburi regolamentati. Il Consorzio è stato creato al fine di accelerare l'acquisizione di tutti i dati relativi alla tossicità dei nuovi prodotti. Esso consente l'utilizzo razionale delle scarse risorse professionalmente valide presenti nel mondo intero, in materia di tossicologia acuta, semicronica e cronica. Ciò dovrà favorire una più rapida introduzione sul mercato dei prodotti sotto esame.

La Montefluos, insieme ad altre 13 società aderenti al consorzio «PAFT I», si è impegnata in un programma di ricerca relativo ai prodotti HFA 123 e HFA 134a. Il programma durerà da 5 a 6 anni e verrà svolto attraverso contratti con laboratori esterni, con un costo totale tra i 9 e gli 11 miliardi di lire.

Sulla base delle raccomandazioni fatte dagli esperti tossicologici delle Società partecipanti nonché delle norme vigenti in materia, verrà svolta una serie di prove tipiche, normalmente effettuate su prodotti nuovi destinati ad un largo utilizzo da parte dei consumatori. Queste prove includono i test per gli effetti sui cromosomi (mutagenesi), sullo sviluppo dei feti (teratogenesi) e sul potenziale tossico cumulativo basato sull'esposizione prolungata all'inalazione (carcinogenesi).

**Tabella 6**

**Vendite totali mondiali di CFC 11 per settore di utilizzo  
(valori percentuali)**

Anni	Refrigerazione	Schiume espansive rigide	Schiume espansive flessibili	Aerosol	Altri utilizzi	Vendite totali
1976	7,92	15,32	13,21	57,38	6,17	100,0
1977	7,57	20,35	16,31	51,37	4,40	100,0
1978	8,98	21,40	17,20	46,30	6,12	100,0
1979	10,53	27,67	17,83	38,55	5,42	100,0
1980	10,02	29,02	18,34	36,29	6,33	100,0
1981	9,64	33,83	17,59	33,00	5,93	100,0
1982	8,96	34,97	16,81	34,06	5,20	100,0
1983	8,82	33,59	18,72	32,15	6,72	100,0
1984	7,66	35,42	20,26	31,22	5,44	100,0
1985	8,23	35,91	19,42	30,74	5,70	100,0
1986	7,39	37,02	18,18	30,45	6,97	100,0

Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CMA.

Diversi contratti con i laboratori che effettueranno i test sono già stati firmati e le prove sono già in corso. Alcuni risultati preliminari dovrebbero essere disponibili alla fine del 1989 e il consorzio si è impegnato a renderli noti.

Infine, la Montefluos detiene la presidenza del Consorzio AFEAS, costituito nel settembre del 1988 da 14 aziende chimiche tra le maggiori del mondo. In questo caso la adesione al consorzio è dettata dalla necessità di accelerare il lavoro di valutazione dei possibili effetti ambientali dei fluorocarburi alternativi. Sebbene tutti i nuovi prodotti sostitutivi attualmente sotto esame siano stati individuati anche in base al loro basso impatto ambientale, ipotizzato in relazione al comportamento noto, il programma del consorzio mira ad assicurare che ogni informazione su questi prodotti sia adeguatamente verificata prima della loro commercializzazione, e che non vi siano gap di conoscenza su qualche possibile effetto ambientale.

---

## **7. La strategia della Montefluos per l'uscita dalle produzioni di CFC e i piani per la realizzazione dei nuovi prodotti**

Dal momento del riconoscimento della nocività ambientale dei CFC la Montefluos è stata tra le prime società a mettere a punto ed attivare un «piano di uscita» da tali produzioni.

Va tuttavia fatto notare che una riduzione accelerata, rispetto alle disposizioni di legge, dell'impiego dei CFC può e deve essere realizzata dalle industrie utilizzatrici. Nel caso dei beni di largo consumo (gli aerosol) l'industria europea si è impegnata su base volontaria a raggiungere un grado di sostituzione del 90% entro il 1990. Nel caso dei beni industriali la sostituzione sarà più lenta e in buona misura legata alla introduzione dei nuovi HFA.

Il compito che la Montefluos si è assegnata, come industria produttrice responsabile, comprende diverse attività, quali:

- la ricerca e sviluppo per la messa a punto di nuovi prodotti sostitutivi dei CFC;
- la messa a disposizione dell'industria utilizzatrice (in particolare quella della refrigerazione e del condizionamento) e delle autorità pubbliche, della tecnologia e dell'assistenza per ridurre al minimo le emissioni in atmosfera dei CFC ancora utilizzati, attraverso recuperi, ricicli o distruzione controllata dei prodotti;
- lo sviluppo di collaborazioni con le industrie utilizzatrici per la sostituzione immediata dei CFC con materiali già disponibili ma con basso impatto ambientale e, in prospettiva, per la sostituzione con i nuovi prodotti attualmente in fase di sviluppo;
- la riconversione ad altre produzioni degli impianti che attualmente producono i CFC, salvaguardando al massimo i livelli di occupazione.

Da oltre due anni, la Montefluos ha in corso un importante programma di ricerca e di sviluppo tecnologico che riguarda due nuovi prodotti, ritenuti i più probabili candidati alla sostituzione dei CFC 11 e 12: l'HFA 123, per l'applicazione nel settore dei polimeri espansi, e l'HFA 134a, per l'applicazione nel settore della refrigerazione e del condizionamento.

Come osservato in precedenza questi prodotti si differenziano dai CFC regolamentati in quanto contengono un atomo di idrogeno nella molecola che, consentendo la loro decomposizione nella troposfera, evita che si diffondano nella stratosfera e interagiscano con l'ozono.

Montefluos ha già realizzato per ognuno dei due prodotti (HFA 123 e HFA 134a) un impianto micropilota e ha iniziato a fornire campionature all'industria dei polimeri espansi; nei prossimi mesi inizieranno an-

**Tabella 7**

**Vendite totali mondiali di CFC 12 per settore di utilizzo  
(valori percentuali)**

Anni	Refrigerazione	Schiume espansive rigide	Schiume espansive flessibili	Aerosol	Altri utilizzi	Vendite totali
1976	31,12	1,57	2,08	57,77	7,47	100,0
1977	40,77	2,65	3,41	48,64	4,53	100,0
1978	42,86	4,86	2,28	44,00	6,00	100,0
1979	46,15	5,05	4,20	40,03	4,56	100,0
1980	46,33	6,81	3,51	39,44	3,91	100,0
1981	47,55	6,07	4,51	36,32	5,55	100,0
1982	47,50	6,93	4,15	35,37	6,06	100,0
1983	49,45	7,37	4,55	33,25	5,37	100,0
1984	49,08	8,03	4,85	31,75	6,30	100,0
1985	49,16	8,03	5,42	31,80	5,58	100,0
1986	49,77	9,56	5,53	29,48	5,66	100,0

Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CMA.

che le campionature per l'industria della refrigerazione.

Gli studi di processo per l'HFA 123 e l'HFA 134a saranno completati entro la metà del 1989, con la messa a punto di una tecnologia propria e brevettata.

Entro il primo trimestre 1990 verranno montate e messe in marcia le prime strutture produttive per iniziare le forniture al mercato e saggiare le sue reazioni, nonché per mettere a punto definitivamente i processi di produzione.

Le decisioni di investimento per impianti su scala industriale potranno essere prese soltanto quando il responso dei clienti sulle applicazioni sarà favorevole, il processo produttivo sarà definitivamente messo a punto, le proprietà tossicologiche e ambientali saranno completamente verificate. La completa commercializzazione dei due nuovi prodotti non potrà comunque verificarsi prima di 4/5 anni.

---

Inoltre la Montefluos ha già avviato l'ampliamento della produzione dell'HFA 22, un prodotto a basso impatto ambientale che trova già impiego nei grandi impianti di condizionamento e il cui uso potrebbe essere esteso alla produzione di talune schiume espanse, nonché alla formulazione di alcuni aerosol.

L'impiego dei CFC regolamentati potrà diminuire ulteriormente per effetto delle iniziative di sostituzione adottate dalle imprese utilizzatrici alle quali Montefluos può dare un contributo diretto. Queste sono rappresentate dallo sviluppo ulteriore dell'impiego di HFA 22, dall'attuazione di misure di contenimento delle perdite e dai recuperi di prodotto dagli impianti in esercizio o da fabbricati in demolizione o in manutenzione, che potranno essere realizzati attraverso opportune apparecchiature e accorgimenti tecnici. Al riguardo si tratterà di evitare la demolizione delle apparecchiature sul luogo di installazione, e di organizzare ed attuare la istituzione di centri di raccolta, il recupero del prodotto in tali centri e l'analisi del prodotto recuperato. Quest'ultimo potrà poi essere destinato al riciclo negli impianti dello stesso produttore, oppure alla distruzione in impianti appositamente installati dalle autorità pubbliche (nazionali o regionali).

Il piano Montefluos prevede di affiancare le riduzioni operate dai settori di utilizzazione con riconversioni tecnologiche dei suoi impianti che verranno realizzate in due tempi. Dapprima, con la chiusura degli impianti per la produzione di CFC 11 e 12 e dell'halon 2402 di Porto Marghera. Successivamente, con la trasformazione degli altri impianti di Porto Marghera e di quelli di Spinetta Marengo per la produzione di HFA 123, di HFA 134a e di HFA 22.

Nei soli impianti di Spinetta Marengo, Montefluos ha già investito diverse decine di miliardi, principalmente concentrati nella produzione dei polimeri fluorurati derivati appunto dall'HFA 22.

Inoltre, si sta completando la conversione degli impianti clorometani di Bussi da prevalente tetracloruro di carbonio, intermedio per CFC 11 e 12, a prevalente cloroformio, intermedio per HFA 22.

In generale l'industria produttrice è impegnata in prima persona a trovare le soluzioni realizzabili nel lungo periodo. Nel caso italiano, la Montefluos si è già attrezzata per essere in condizione di immettere sul mercato i nuovi prodotti sostitutivi. Questi potranno essere disponibili nell'arco di 4-5 anni qualora si verificino tutte le condizioni di accettabilità tecnica, ambientale e tossicologica.

Per la realizzazione delle sostituzioni nel breve periodo è l'industria utilizzatrice a dover giocare un ruolo attivo. A questo può contribuire direttamente anche l'industria produttrice limitatamente ad alcuni setto-

**Tabella 8**

**CFC 11 e CFC 12 prodotti e venduti nei paesi CEE**

Vendite per settore di utilizzo	1976		1986	
	Tonnellate	%	Tonnellate	%
Aerosol	176.914	72,51	136.247	52,57
Refrigerazione	20.773	8,51	26.802	10,34
Schiume espanse	42.154	17,27	82.669	31,90
Solventi	4.178	1,71	13.457	5,19
<b>Totale</b>	<b>244.019</b>	<b>100,00</b>	<b>259.175</b>	<b>100,00</b>

Fonte: CEFIC.

ri di applicazione. In ambedue i casi un contributo essenziale può provenire dai pubblici poteri, sia a livello locale che centrale, attraverso azioni mirate alle esigenze dei diversi settori di utilizzo.

In particolare, sembrano auspicabili:

- misure di incentivazione fiscale, commisurate ai quantitativi, per favorire l'introduzione dei nuovi prodotti sostitutivi da parte delle industrie utilizzatrici;
- finanziamenti pubblici per la copertura degli oneri derivanti dalla realizzazione di misure per il contenimento delle perdite, il recupero, il riciclo o la distruzione controllata dei prodotti regolamentati. Questi sono particolarmente auspicabili nel settore della refrigerazione e del condizionamento;
- accordi volontari o protocolli di intesa tra le autorità pubbliche e le associazioni industriali dei diversi settori di utilizzo per attuare sostituzioni totali o parziali dovunque sia tecnicamente possibile, senza penalizzazioni energetiche e ambientali;
- accordi volontari e protocolli di intesa tra le autorità pubbliche e le associazioni industriali per favorire il recupero, il riciclaggio e la distruzione controllata dei prodotti regolamentati, con l'apporto tecnologico del produttore nei casi in cui ciò è possibile.

---

## 8. Conclusioni

Come illustrato nel presente documento il problema della riduzione dello strato di ozono nell'atmosfera è un problema risolvibile con uno sforzo coordinato di tutti gli operatori interessati.

I programmi internazionali e le azioni intraprese, in primo luogo dall'industria, appaiono diretti nella giusta direzione, contribuendo ad una riduzione significativa delle emissioni complessive in atmosfera.

Oggi l'industria europea, attraverso accordi in fase di elaborazione con la Commissione CEE, è già in grado di fornire soluzioni che prevedono una progressiva diminuzione dell'utilizzazione di tali gas, in attesa che nei prossimi 4-5 anni diventi definitiva la messa a punto di materiali sostitutivi con caratteristiche analoghe ai CFC responsabili dei danni alla fascia di ozono.

Ciò in realtà, sta a dimostrare come in un quadro di accordi internazionali le imprese siano in grado, attraverso programmi autodeterminati, di rispondere alle giuste preoccupazioni ambientali. Se nei prossimi anni anche gli organismi pubblici, sia comunitari che nazionali, saranno in grado di definire normative ed incentivi, sarà possibile arrivare attorno alla fine del secolo a porre un rimedio sostanziale al problema dello strato di ozono.

Montefluos, nel quadro della strategia complessiva del Gruppo Ferruzzi a favore dell'ambiente e di una migliore qualità della vita, ha affrontato con determinazione il problema dei CFC ed è riuscita a promuovere rapidamente un processo di sostituzione e riconversione industriale senza danni all'occupazione, fornendo inoltre la necessaria assistenza a tutta l'industria utilizzatrice.

Il Gruppo Ferruzzi ha da tempo deciso di investire in prodotti alternativi e la società Montefluos ha predisposto un piano articolato di chiusura di linee produttive e di riconversione degli stabilimenti di Porto Marghera e Spinetta Marengo. L'investimento complessivo sinora effettuato ammonta ad oltre 120 miliardi di lire.

È importante che questo sforzo del Gruppo non sia isolato, ma che trovi corrispondenza anche nell'impegno degli altri produttori, nonché dell'industria utilizzatrice, nell'intento di trovare una soluzione globale e definitiva ad un problema che interessa il mondo intero.

Tabella 9

La partecipazione dei produttori di CFC a iniziative di ricerca comune \*

Imprese	Imprese	Iniziative		
		Fluorocarbons Program Panel 1972	Consorzio PAFT 1987	Consorzio AFEAS 1988
GERMANIA				
Hoechst		x	x	x
Kali-Chemie		x	x	x
GRAN BRETAGNA				
ICI		x	x	x
ISC Chemicals		x	x	x
FRANCIA				
Atochem		x	x	x
ITALIA				
Montefluos		x	x	x
OLANDA				
Akzo		x	x	x
GRECIA				
Soc. Ind. Chimique du Nord de la Grece		x		x
USA				
Allied		x	x	x
Du Pont		x	x	x
Racon-Essex Chemical		x	x	x
Pennwalt Corp.		x		x
La Roche Chemical		x		
CANADA				
Dupont Canada		x		
GIAPPONE				
Daikin Industries ltd		x	x	x
Asahi Glass Co.		x	x	
Du Pont-Mitsui		x		
Showa Denko EK		x	x	
SUD COREA				
Ulsan/Chem			x	
AUSTRALIA				
Australian Fluorine Chemicals Pty. ltd		x		

(\*) Hoechst, Atochem e Kali-Chemie rappresentano in queste iniziative anche tre società spagnole, per le quali svolgono funzione di casa-madre.

Fonte: Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi.

---

**Appendice 1**

---

**L'ozono e i CFC: 60 anni di storia**

---

## L'ozono e il CFC: 60 anni di storia

- 1930: - Sviluppo dei primi CFC da parte della General Motors.
- 1940: - Primo impiego come propellente aerosol in formulazioni insetticide antimalaria.
- 1960: - Forte impulso alle applicazioni industriali per refrigerazione, condizionamento d'aria e isolamento termico.
- 1972: - I principali produttori di CFC costituiscono in seno alla Chemical Manufacturer Association (CMA) il Fluorocarbons Panel per promuovere e finanziare l'attività di ricerca sugli effetti dei CFC sull'ambiente. Montefluos è tra i suoi fondatori.
- 1974: - Articolo di M.J. Molina e F.S. Rowland sulla rivista Nature, dal titolo «Stratospheric Sink for Chlorofluoromethanes: Chlorine Atom Catalysed Destruction of Ozone» che, per la prima volta, chiama in causa i CFC nella riduzione dell'ozono.
- 1975: - Articolo di S. Wolfsy sulla rivista Geographic Research Letters, che coinvolge gli halon.
- 1976: - L'industria tedesca degli aerosol (IGA) propone una riduzione volontaria del 33% rispetto al 1975 nell'uso di CFC 11 e 12 per aerosol (si arriverà al 50% nel 1986).
- 1977: - Proibizione in Svezia di CFC 11 e 12 per aerosol (applicabile dal 1.7.1979).
- 1978: - Proibizione negli Stati Uniti di CFC 11 e 12 per aerosol (medicinali esclusi).
  - Olanda: obbligo dell'avviso «pericoloso» sugli aerosol a base di CFC.
- 1979: - Proibizione in Norvegia di CFC 11 e 12 per aerosol (applicabile da 1.7.1981).
- 1980: - Proibizione in Canada di CFC 11 e 12 per aerosol.
  - Decisione del Consiglio della CEE: congelamento della produzione di CFC 11 e 12 e diminuzione del 30% della loro utilizzazione negli aerosol rispetto al consumo 1976.
- 1981: - L'UNEP crea un gruppo ad hoc di esperti giuridici e tecnici per stilare una convenzione per la protezione dell'ozono. L'Eu-

---

ropean Fluorocarbons Technical Committee (EFCTC) del CEFIC è rappresentato in questo gruppo da Montefluos ed ICI.

- 1982: - Decisione del Consiglio della CEE: elaborazione in collaborazione con le relative industrie di un «codice di buona condotta» per schiume, solventi, refrigeranti, allo scopo di ridurre le emissioni di CFC nell'atmosfera.
- Il Portogallo riduce le importazioni di CFC destinate agli aerosol ad un massimo di 3.000 tonnellate l'anno (aerosol per medicinali esclusi), sull'esempio della CEE.
- 1984: - Proibizione in Danimarca di CFC 11 e 12 per aerosol (applicabile dal 1.7.1987).
- 1985: - Firma da parte di 27 paesi della Convenzione di Vienna per la protezione della fascia di ozono.
- Articolo di J.C. Farman sulla rivista Nature, dal titolo «Large Losses of Total Ozone in Antarctica reveal seasonal ClO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> interaction», sulla scoperta del «buco antartico».
- 1986: - Attivazione da parte delle industrie produttrici della ricerca sui sostituti dei CFC.
- 1987: - Firma da parte di 27 paesi del Protocollo di Montreal, relativo alle sostanze che distruggono la fascia di ozono.
- Il Ministro per l'ambiente della Repubblica Federale Tedesca stipula un accordo con le industrie aerosol per una riduzione del 90%, rispetto al 1976, dell'utilizzo di CFC 11 e 12.
  - Firma di un accordo tra 14 produttori di CFC su un programma comune di studi relativo alla tossicità delle sostanze sostitutive (PAFT).
- 1988: - Negli Stati Uniti e nella CEE le autorità presentano ed approvano un progetto di regolamentazione in applicazione del Protocollo di Montreal.
- Misure di autolimitazione dell'utilizzo di CFC negli aerosol vengono prese da Svizzera, Olanda, ed 8 produttori inglesi di cosmetici, nonché dalle industrie italiane.
  - Proibizione in Nuova Zelanda di CFC 11 e 12 negli aerosol.
  - Rapporto dello Ozone Trend Panel sulla esistenza di lievi riduzioni di ozono nell'emisfero settentrionale.
  - Accordo Atochem-Allied Signal per la ricerca sulle sostanze sostitutive.
  - Discussione in Svezia sulla proibizione totale di CFC: un pro-

---

getto di legge proposto al Parlamento svedese prevede la riduzione del 50% dell'utilizzo totale di CFC entro il 1.1.1991 e del 100% entro il 1.1.1995.

- Regolamento CEE per l'applicazione del Protocollo di Montreal approvato per entrata in vigore l'1.1.1989.
- Il Consiglio CEE adotta una Risoluzione per l'adozione di misure più restrittive rispetto a quelle previste dal Protocollo: la Risoluzione non è vincolante ma è di grande impatto politico.
- Costituzione di un Management Committee della Commissione CEE per dirimere i problemi insiti nell'applicazione del Protocollo, del Regolamento e della Risoluzione.
- Costituzione di un consorzio da parte dell'industria chimica interessata allo sviluppo di prodotti sostitutivi per valutarne i possibili effetti ambientali (AFEAS).
- Costituzione di un «gruppo industriale per i problemi dei CFC» da parte della Commissione CEE. Montefluos è rappresentata attraverso l'EFCTC del CEFIC.

---

## **Appendice 2**

---

**Figure e tabelle relative alla produzione e alle vendite di alcuni  
CFC regolamentati \***



---

(\*) I dati utilizzati sono stati elaborati dalla Chemical Manufacturers Association (CMA) sulla base dei dati forniti dai produttori che aderiscono alla stessa Associazione, che assommano il 90% circa della produzione mondiale.

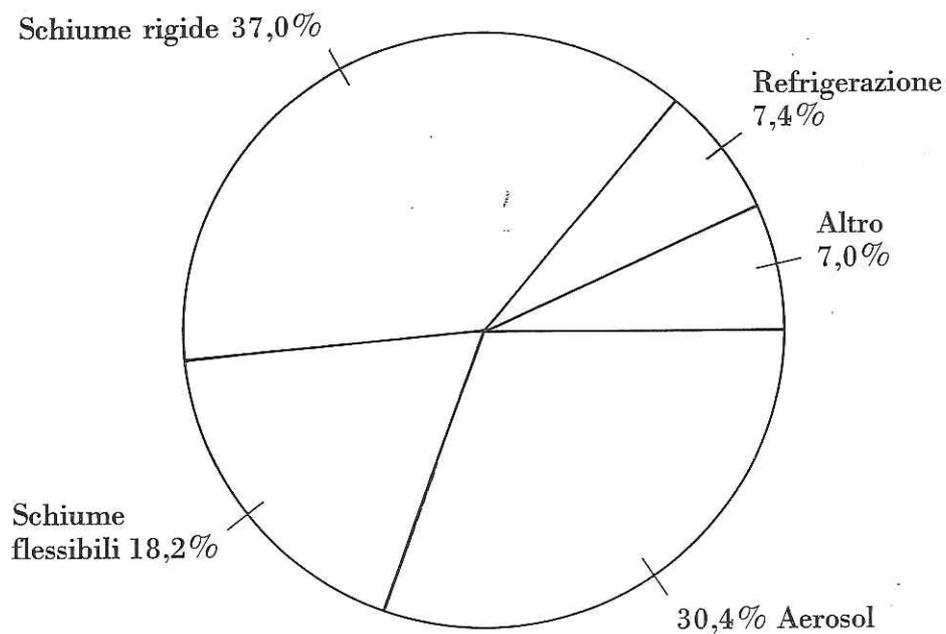
**Produzione mondiale annua di CFC 11 (1936-1986)**  
(dati in tonnellate)

Anni	Produzione	Anni	Produzione
1936	91	1961	60.464
1937	136	1962	78.109
1938	91	1963	93.304
1939	91	1964	111.085
1940	181	1965	122.833
1941	272	1966	141.022
1942	318	1967	159.756
1943	408	1968	183.116
1944	363	1969	217.271
1945	363	1970	238.136
1946	726	1971	263.175
1947	1.315	1972	306.856
1948	2.994	1973	349.085
1949	4.491	1974	369.724
1950	6.623	1975	314.086
1951	9.072	1976	339.832
1952	13.562	1977	320.464
1953	17.282	1978	308.852
1954	20.911	1979	289.483
1955	26.263	1980	286.619
1956	32.477	1981	286.943
1957	33.929	1982	271.443
1958	29.529	1983	291.731
1959	35.562	1984	312.355
1960	49.714	1985	326.814
		1986	350.148

Fonte: CMA, 1987.

---

**Vendite di CFC 11 per settore di utilizzo. Anno 1986**  
(quote percentuali sul totale)



Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CMA.

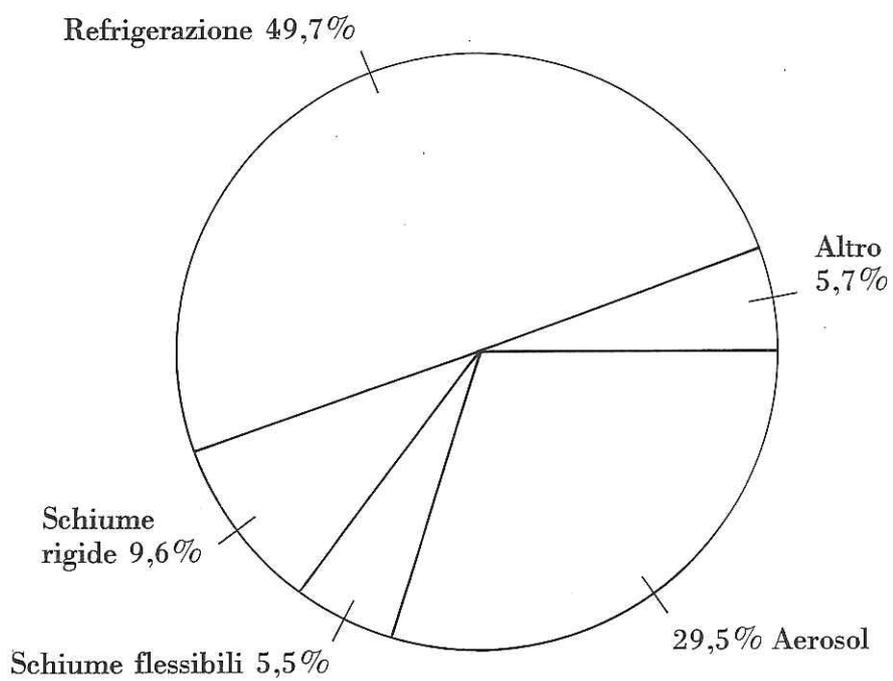
**Produzione mondiale annua di CFC 12 (1936-1986)**  
(dati in tonnellate)

Anni	Produzione	Anni	Produzione
1936	1.724	1961	108.499
1937	3.084	1962	128.095
1938	2.812	1963	146.420
1939	3.946	1964	170.097
1940	4.536	1965	190.056
1941	6.260	1966	216.182
1942	5.942	1967	242.763
1943	8.210	1968	267.484
1944	16.738	1969	297.285
1945	20.094	1970	321.099
1946	16.647	1971	341.556
1947	20.140	1972	379.884
1948	24.766	1973	423.338
1949	26.127	1974	442.798
1950	34.564	1975	380.973
1951	36.242	1976	410.729
1952	37.240	1977	382.833
1953	46.493	1978	372.082
1954	49.124	1979	357.159
1955	57.606	1980	350.219
1956	68.674	1981	351.308
1957	74.163	1982	328.039
1958	73.437	1983	355.331
1959	87.589	1984	382.107
1960	99.428	1985	376.339
		1986	398.363

Fonte: CMA, 1987.

---

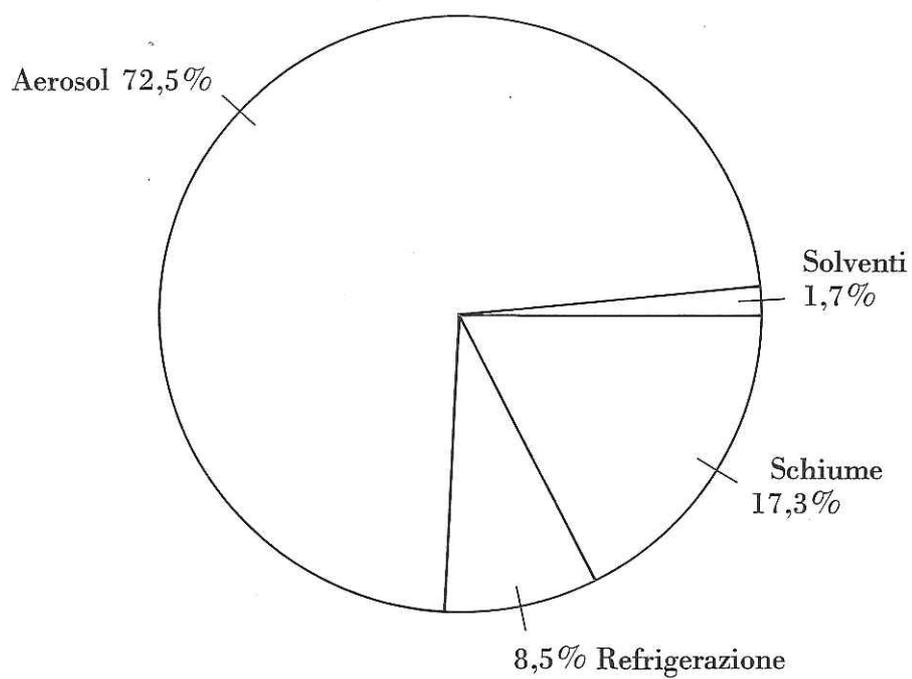
**Vendite di CFC 12 per settore di utilizzo. Anno 1986**  
(quote percentuali sul totale)



Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CMA.

---

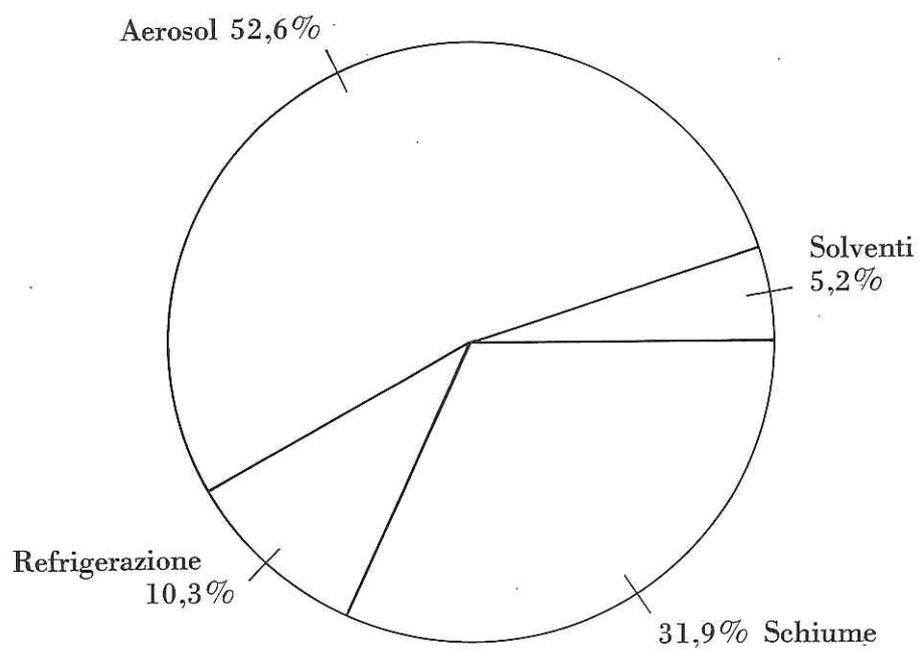
**CFC 11 e 12 prodotti e venduti nella CEE. Anno 1976**  
(composizione percentuale)



*Fonte:* elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CEFIC.

---

**CFC 11 e 12 prodotti e venduti nella CEE. Anno 1986**  
(composizione percentuale)



Fonte: elaborazioni Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi su dati CEFIC.

---

## Bibliografia

---

- BARNETT R., *Ozone protection: the need for a global solution*, in EPA Journal, n. 10, dicembre 1986.
- CHEMICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, Fluorocarbon research program, *Effect of chlorofluorocarbons on the atmosphere*, CMA, 24 ottobre 1988.
- CHEMICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION, *Production, sales and calculated release of CFC-11 and CFC-12 through 1986*, CMA, 18 novembre 1987.
- GARDINI R., *Una strategia industriale per la qualità della vita*, Intervento all'Assemblea della Ferruzzi Finanziaria, Ravenna, 8 settembre 1988.
- KERR R. A., *Ozone hole bodes ill for the globe*, in Science, 12 agosto 1988.
- MINTZIS M. M., *Skin protection: the need for a global solution*, in EPA Journal, n. 10, dicembre 1986.
- POLLOCK SHEA C., *Proteggere lo strato di ozono*, in *State of the world 1989. Rapporto sul nostro pianeta del Worldwatch Institute*, febbraio 1989, ISEDI, Torino.
- SHERWOOD ROWLAND F., *A threath to earth's protective shield*, EPA Journal, n. 10, dicembre 1986.
- THEYS J., FAUCHOUX S., NOEL J.F., *La guerre de l'ozone*, in Futuribles, ottobre 1988.
- UFFICIO STUDI GRUPPO FERRUZZI, *Una nuova agricoltura per vivere meglio*, Working Paper n. 1, settembre 1986.
- UFFICIO STUDI GRUPPO FERRUZZI, *Le nuove frontiere dello sviluppo agro-industriale*, Working Paper n. 3, marzo 1987.
- WATSON R. T., *Atmospheric ozone*, relazione alla Conferenza «Atmosfera, clima e uomo», Torino, 16-17 gennaio 1989.

© Copyright: Immobiliare Genova S.p.A., Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi  
Iscritto al n. 823 del Registro della Stampa presso il Tribunale di Ravenna  
Pubblicità inferiore al 70%

Direttore responsabile: Marco Fortis

Impaginazione: Studio AGR Ravenna  
Stampa: FotoTipoLito Moderna-Ravenna

---

Redazione: Ufficio Studi Gruppo Ferruzzi - Via Massimo D'Azeglio, 12 - 48100 Ravenna  
telef. (0544) 39998 - telefax (0544) 33371 - telex 551372

Amministrazione: Immobiliare Genova S.p.A. - Corso A. Podestà, 2 - 16128 Genova